



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO**  
POSGRADO EN CIENCIAS DE LA SOSTENIBILIDAD  
INSTITUTO DE INVESTIGACIONES EN ECOSISTEMAS Y SUSTENTABILIDAD  
POLÍTICA, GOBERNANZA E INSTITUCIONES

EVALUACIÓN DE LA IMPLEMENTACIÓN DE SISTEMAS DE CAPTACIÓN DE AGUA DE LLUVIA EN VIVIENDAS DE LA  
CIUDAD DE MÉXICO

**TESIS**  
QUE PARA OPTAR POR EL GRADO DE:  
MAESTRA EN CIENCIAS DE LA SOSTENIBILIDAD

PRESENTA:  
**EDITH RODRÍGUEZ RAMÍREZ**

TUTOR PRINCIPAL  
MTRO. ALFREDO FERNANDO FUENTES GUTIÉRREZ  
INSTITUTO DE INVESTIGACIONES EN ECOSISTEMAS Y SUSTENTABILIDAD

COTUTORA:  
DRA. PATRICIA ÁVILA GARCÍA  
INSTITUTO DE INVESTIGACIONES EN ECOSISTEMAS Y SUSTENTABILIDAD

MIEMBRO DEL COMITÉ TUTOR  
DR. OMAR RAÚL MASERA CERUTTI  
INSTITUTO DE INVESTIGACIONES EN ECOSISTEMAS Y SUSTENTABILIDAD

MORELIA, MICHOACÁN, MÉXICO, ENERO, 2024



Universidad Nacional  
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

**Biblioteca Central**



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

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

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

**Coordinación de Estudios de Posgrado**  
**Ciencias de la Sostenibilidad**  
**Oficio: CGEP /PCS/287/2023**  
**Asunto: Asignación de Jurado**

**M. en C. Ivonne Ramírez Wence**  
**Directora General de Administración Escolar**  
**Universidad Nacional Autónoma de México**  
**Presente**

Me permito informar a usted, que el Comité Académico del Programa de Posgrado en Ciencias de la Sostenibilidad, en su sesión 91 del 16 de mayo del presente año, aprobó el jurado para la presentación del examen para obtener el grado de **MAESTRA EN CIENCIAS DE LA SOSTENIBILIDAD**, de la alumna **Rodríguez Ramírez Edith** con número de cuenta **305221362**, con la tesis titulada "Evaluación de la Implementación de Sistemas de Captación de Agua de Lluvia en Viviendas de la Ciudad de México", bajo la dirección del Mtro. Alfredo Fernando Fuentes Gutiérrez y la Dra. Patricia Ávila García.

PRESIDENTA: DRA. AIDA ATENEA BULLEN AGUIAR  
VOCAL: MTRA. ELENA TUDELA RIVADENEYRA  
SECRETARIO: DR. OMAR RAÚL MASERA CERUTTI  
VOCAL: DRA. ADRIANA CAROLINA FLORES DÍAZ  
VOCAL: DR. GIAN CARLO DELGADO RAMOS

Sin más por el momento me permito enviarle un cordial saludo.

**ATENTAMENTE,**

**"POR MI RAZA HABLARA EL ESPIRITU"**

**Cd. Universitaria, Cd. Mx., 8 de diciembre de 2023.**



**Dr. Alonso Aguilar Ibarra**  
**Coordinador**  
**Posgrado en Ciencias de la Sostenibilidad, UNAM**

## Agradecimientos

### Agradecimientos académicos

*A mi amada Universidad Nacional Autónoma de México por brindarme los conocimientos y herramientas para enfrentar la vida.*

*Al Posgrado de Ciencias de la Sostenibilidad por darme la oportunidad de continuar mis estudios profesionales.*

*Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología por apoyarme a solventar mis estudios.*

*Al Mtro. Alfredo Fuentes por su tiempo, recomendaciones y acompañamiento durante todo el proceso.*

*A la Dra. Patricia Ávila por guiarme y darme sugerencias enriquecedoras para la investigación.*

*Al Dr. Omar Masera por su tiempo y sus comentarios que me motivaron a la reflexión.*

*Al Mtro. Jorge Ortiz por darme consejos claves para la investigación y su acompañamiento en campo.*

*Al jurado: Mtra. Elena Tudela, Dr. Gian Carlo, Dra. Atenea, Dra. Adriana por sus aportaciones y reflexiones para mejorar la investigación.*

### Agradecimientos personales

*A mi madre que me guía desde un plano espiritual.*

*A mi papá, hermano, sobrinos y cuñada por su apoyo y amor incondicional.*

*A mi abuela, tías, tíos y primas que me motivan a dar lo mejor de mí. Y en especial a mi prima Alejandra Ramírez quien me ayudó a darle estilo y redacción a esta tesis.*

*A mis amigas(os): Cinthya, Daniela, Ale, Lupita, Bere, Zentli, Jorge, Xavi, Meli, Adriana y Rosy por su cariño, comprensión y acompañamiento. Y en especial a Sara Tena y Reyna por ayudarme a difundir las encuestas en sus colonias. A mi amiga Estefanía Lezama por su apoyo en la elaboración de los mapas de QGIS. Y a mi amiga Ari por sus recomendaciones en la redacción.*

*A mis compañeras de la maestría: Andy, Tania y Julia por su cariño, apoyo y ánimos en este proceso.*

*A mis compañeros (as) de trabajo: Jocelin, Bertín, Naschelli, Tania, Carlos, Augusto, Ángel, Erika, Odette e Ivy por sus ánimos y apoyo en mi investigación.*

*Y a las familias de Iztapalapa y Xochimilco por abrirme las puertas de su hogar para conocer más de cerca la relación que tienen con su Sistemas de Captación de Agua de Lluvia.*

## Índice

Agradecimientos	1
Abstract	7
Introducción	8
Pregunta de investigación	11
Preguntas específicas	11
Objetivo general	11
Objetivos específicos	11
Justificación	12
I. Aproximación conceptual al tema de las ecotecnologías y su implementación	13
1.1 Desde las Ciencias de la Sostenibilidad	13
1.2 Ecotecnologías para la sostenibilidad	15
1.3 Enfoques para la implementación de ecotecnologías	18
1.3.1 Fases para la implementación de ecotecnologías	18
1.3.2 Transferencia gubernamental de ecotecnologías	20
1.3.3 Transferencia ecotecnologías participativa	22
1.3.4 Modelo participativo de innovación ecotecnológico	26
1.4 Adopción de ecotecnologías	30
1.4.1 Estrategia para la adopción de ecotecnologías	31
1.4.2. Evaluación de la adopción de ecotecnologías	33
1.5 Evaluación participativa de las políticas públicas	38
II. Metodología de la investigación	40
2.1 Enfoque de la Investigación	40
2.2. Área de estudio	42
2.2.1 Colonias seleccionadas en Iztapalapa	43
2.2.2 Colonias seleccionadas en Xochimilco	46
2.3. Atención a los objetivos de la investigación	48
2.3.1. Proceso de implementación de los Sistemas de Captación de Agua de Lluvia	49
2.3.2 Evaluación de adopción de Sistemas de Captación de Agua de Lluvia en viviendas de Iztapalapa y Xochimilco	50
2.3.3 Diseño de una propuesta metodológica de evaluación participativa de adopción de Sistemas de Captación de Agua de Lluvia.	62
III. Contexto sociocultural de la cosecha de agua de lluvia en la Ciudad de México	63

3.1 La importancia del agua de lluvia en la Ciudad de México	63
3.2 La cosecha de agua de lluvia, una práctica frente a la desigualdad social	70
3.3 Conclusiones capitulares	73
IV. Marco jurídico e institucional de la cosecha de lluvia en la Ciudad de México	75
4.1 Marco jurídico de la cosecha de lluvia	75
4.2 Programas gubernamentales de cosecha de agua de lluvia	79
4.3 Conclusiones capitulares	85
V. Proceso de implementación de los Sistemas de Captación de Agua de Lluvia	89
5.1 Transferencia de Sistemas de Captación de Agua de Lluvia en viviendas de la Ciudad de México	89
5.2 Factores que dificultaron el proceso de implementación de los SCALL desde la perspectiva del personal del programa	95
5.3 Opiniones de las personas usuarias sobre la implementación de los SCALL	97
5.4 Conclusiones capitulares	105
VI. Evaluación de adopción de Sistemas de Captación de Agua de Lluvia en viviendas de Iztapalapa y Xochimilco, Ciudad de México	107
6.1 Recorridos de observación en colonias de Iztapalapa y Xochimilco	107
6.2 Entrevistas y encuestas de adopción de los Sistemas de Captación de Agua de Lluvia.	124
6.2.1 Características de las personas entrevistadas	124
6.2.2 Características de las personas encuestadas	124
6.2.3 Resultados de adopción de los Sistemas de Captación de Agua de Lluvia	125
6.3 Conclusiones capitulares	147
Ventajas y limitaciones de la investigación	152
Estudios futuros	153
Conclusiones generales y Recomendaciones	154
VII. Referencias	169
Anexo 1	182
Anexo 2	184
Anexo 3	186

## Índice de Tablas

Tabla 1. Criterios de evaluación, indicadores y medios de verificación para la medición y monitoreo de las ecotecnologías. ....	35
Tabla 2. Características de las colonias seleccionadas de Iztapalapa. ....	45
Tabla 3. Características de las colonias seleccionadas de Xochimilco. ....	47
Tabla 4. Propuesta de Indicadores para evaluar los Sistemas de Captación de Agua de Lluvia. ....	52
Tabla 5. Comentarios de Recomendaciones al Programa de Cosecha de Lluvia. ....	101
Tabla 6. Escala de satisfacción. ....	125
Tabla 7. Beneficio por ahorro de agua por pipa. ....	126
Tabla 8. Beneficio por ahorro de agua por garrafón. ....	127
Tabla 9. Facilidad en el uso del SCALL. ....	130
Tabla 10. Mantenimiento del SCALL. ....	131
Tabla 11. Facilidad en el mantenimiento del SCALL. ....	131
Tabla 12. Limpieza del techo. ....	132
Tabla 13. Limpieza del tanque de almacenamiento. ....	135
Tabla 14. Aprendizaje en el uso y mantenimiento del SCALL. ....	139
Tabla 15. Práctica de la Cosecha de Lluvia antes del SCALL. ....	140
Tabla 16. Acuerdos para el uso y mantenimiento del SCALL. ....	143
Tabla 17. Ejemplo de matriz de planificación de monitoreo y evaluación. ....	161
Tabla 18. Matriz de indicadores de monitoreo. ....	162
Tabla 19. Ejemplo de cumplimiento de tareas por mes. ....	164
Tabla 20. Indicadores cualitativos. ....	165

## Índice de Figuras

Figura 1. Implementación de ecotecnologías. ....	19
Figura 2. Transferencia de ecotecnologías gubernamental. ....	21
Figura 3. Transferencia de ecotecnologías participativa. ....	24
Figura 4. Diagrama del Modelo Participación de Innovación Tecnológica. ....	30
Figura 5. Escala de participación. ....	39
Figura 6. Diagrama de la metodología de investigación. ....	48
Figura 7. Componentes del Sistema de Captación de Agua de Lluvia. ....	51
Figura 8. Respuesta de los administradores de las colonias de Facebook. ....	61
Figura 9. Componentes del ciclo del agua antes y después de la urbanización. ....	67
Figura 10. Ciclo del Agua original y actual de la Cuenca de México. ....	67
Figura 11. Mapa de Nivel de Precipitación de la CDMX. ....	68
Figura 12. Diagrama de agua de lluvia y agua pluvial. ....	69
Figura 13. Línea de tiempo de Implementación Programas de Cosecha de Agua de Lluvia en la CDMX. ....	80
Figura 14. Tlaloque de Isla Urbana. ....	85
Figura 15. Etapas del proceso de transferencia de tecnología desde el enfoque gubernamental. ....	90
Figura 16. Actividades operativas del programa. ....	92
Figura 17. Abastecimiento de agua a través de pipas. ....	128
Figura 18. Uso de agua de lluvia en Iztapalapa. ....	129
Figura 19. Usos de agua de lluvia en Xochimilco. ....	130
Figura 20. ¿Qué propondría para facilitar el uso y mantenimiento del SCALL?. ....	138
Figura 21. ¿Aún recurre a otras fuentes para abastecerse de agua?. ....	139
Figura 22. ¿Cómo se enteró del Programa SCALL?. ....	147
Figura 23. Implementación participativa de Sistemas Captación de Agua de Lluvia. ....	157

## Índice de Imágenes

Imagen 1. Calcomanía del Dios Tláloc pegada en la puerta de la vivienda beneficiada con SCALL .....	55
Imagen 2. Mural realizado por la población .....	84
Imagen 3. Entrega de Reconocimientos a cosechadores.....	84
Imagen 4. Azoteas con tinacos en viviendas de la Ciudad de México .....	101
Imagen 5. Calle de la Colonia Campestre Potrero.....	108
Imagen 6. Vivienda en suelo de conservación en Campestre Potrero .....	108
Imagen 7. Vivienda de la colonia Desarrollo Urbano Quetzalcóatl .....	109
Imagen 8. Calle Piedras Negras en Santa María Aztahuacan.....	109
Imagen 9. Calle en Santa Cecilia Tepetlapa .....	110
Imagen 10. Calles de la Colonia San Mateo Xalpa.....	110
Imagen 11. Viviendas asentadas en el cerro, colonia San Gregorio .....	111
Imagen 12. Viviendas establecidas en el cerro de Xochitepec.....	111
Imagen 13. Calle secundaria de la Colonia de Santa Cruz Xochitepec .....	112
Imagen 14. Bodega de “tiliches” .....	113
Imagen 15. Jaulas para perros.....	113
Imagen 16. Expresiones artísticas a través de murales y viviendas sin impermeabilizar .....	114
Imagen 17. Casas con canalización hacia la calle en Iztapalapa .....	114
Imagen 18. Sistema de captación de agua de lluvia rudimentario en Iztapalapa .....	115
Imagen 19. Tambos y tinacos de agua .....	115
Imagen 20. Pipa de agua .....	117
Imagen 21. Calles sin pavimentar y con grietas.....	117
Imagen 22. Nave industrial en Santa María Aztahuacan Ejidos .....	118
Imagen 23. Acueducto de la colonia San Gregorio Atlapulco .....	119
Imagen 25. Calle comercio en Santa Cruz Xochitepec.....	120
Imagen 21. Manta en defensa del agua.....	121
Imagen 22. Demanda por el agua en Santa Cruz Xochitepec.....	121
Imagen 23. Vivienda de una usuaria que no recibió el SCALL.....	122
Imagen 24. SCALL instalado en la azotea .....	123
Imagen 25. Sistema de Captación de Agua de Lluvia desmantelado .....	123
Imagen 32. Techo con cables en Desarrollo Urbano Quetzalcóatl.....	133
Imagen 33. Azotea con piezas de motos en Santa María Aztahuacan .....	133
Imagen 34. Tlaloque y Tanque de almacenamiento en Santa Cruz Xochitepec .....	134
Imagen 35. Cubeta para aprovechar el agua del Tlaloque .....	135
Imagen 36. Tanque de almacenamiento sin cloro en Desarrollo Urbano Quetzalcóatl.....	137
Imagen 37. Canaletas colocadas por el usuario en la colonia Desarrollo Urbano Quetzalcóatl .....	141
Imagen 38. SCALL instalado por la Alcaldía Xochimilco .....	142

## Índice de Gráficas

Gráfica 1. Viviendas que no disponen de agua entubada .....	9
Gráfica 2. Descripción de la capacitación que recibieron las personas usuarias (N=19) .....	98
Gráfica 3. Seguimiento de los SCALL (N=19).....	99
Gráfica 4. Participación de las personas usuarias del SCALL (N=19).....	100
Gráfica 5. ¿Quién le da mantenimiento al SCALL? (N=19) .....	145
Gráfica 6. Ejemplo de litros de agua cosechada.....	165

## Resumen

Esta investigación tuvo como objetivo evaluar el proceso de implementación de los Sistemas de Captación de Agua de Lluvia (SCALL) para hacer recomendaciones que mejoren la adopción y fortalezcan el programa social de Cosecha de Agua de Lluvia en Viviendas de la Ciudad de México, ejecutado por la Secretaría del Medio Ambiente (SEDEMA) de la misma ciudad.

La metodología fue de corte interdisciplinaria al abordar un problema complejo: la relación agua y ciudad, que implicó un abordaje desde las ciencias sociales, naturales y la tecnología. La estrategia se basó en realizar investigación documental, a través de una revisión de literatura académica, estadísticas e informes gubernamentales; y la investigación de campo consistió en realizar entrevistas al personal de la Unidad Técnica Operativa del programa social del 2019 para profundizar en las actividades que se realizaron en el proceso de implementación de los sistemas. De igual forma, se llevaron a cabo recorridos de observación en 3 colonias de Iztapalapa y 4 colonias de Xochimilco para conocer el contexto donde se instalaron los SCALL. Finalmente, se hicieron entrevistas y encuestas a las personas usuarias del programa social del 2019 para conocer el uso y mantenimiento de los Sistemas de Captación de Agua de Lluvia, así como las interacciones familiares alrededor de la ecotecnología.

Los resultados indican que el proceso de implementación de SCALL, que realizó la Secretaría del Medio Ambiente de la Ciudad de México, contribuyó a una débil adopción tecnológica de los sistemas, debido a que no se realizó un diagnóstico en territorio para conocer las necesidades reales de las personas usuarias y sus viviendas para la instalación de los SCALL. De igual forma, las capacitaciones no fueron las adecuadas, ya que fueron cortas y rápidas. La SEDEMA no se tomó el tiempo necesario para fomentar entre las personas usuarias capacidades, habilidades y destrezas en el uso adecuado y sostenido de la ecotecnología; estaban más preocupados por cumplir una meta diaria de instalaciones.

Con el fin de fortalecer el programa social, se requiere llegar a zonas que en verdad necesiten el SCALL como son los asentamientos irregulares. Asimismo, se requiere fomentar trabajos transdisciplinarios con la población, así como con otras instituciones públicas, privadas y sociedad civil para el diseño, implementación y evaluación del SCALL. Además, se recomienda implementar una metodología de evaluación participativa y crear redes de apoyo y de aprendizajes entre las personas usuarias de los Sistemas de Captación de Agua de Lluvia.

## Abstract

The research aimed to evaluate the implementation of the Rainwater Harvesting Systems (RWH) for recommendations to improve its adoption and strengthen the social program of Rainwater Harvesting in Housing in Mexico City, executed by the Ministry of the Environment of the same city.

The methodology was interdisciplinary in addressing a complex problem: the relationship between water and the city, which involved an approach from the social and natural sciences and technology. The strategy was based on conducting documentary research, through an review of academic literature, statistics and government reports; and field research consisted of conducting interviews with the personnel of the Technical Operations Unit of the 2019 social program to delve into the activities that were carried out in the process of implementation of the systems. Similarly, observation visits were carried out in 3 neighborhoods in Iztapalapa and 4 neighborhoods in Xochimilco to learn about the context where the Rainwater Harvesting Systems were installed. Finally, interviews and surveys were conducted with the users of the 2019 social program to learn about the use and maintenance of the Rainwater Harvesting Systems, as well as family interactions with ecotechnics.

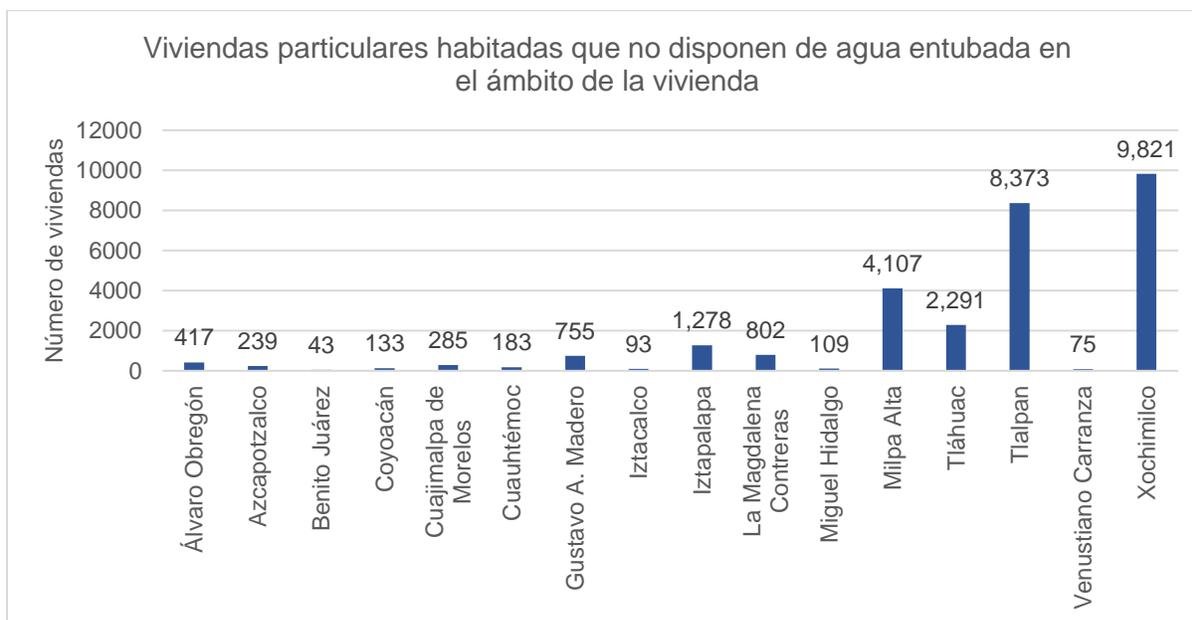
The results indicate that the RWH implementation process carried out by the Ministry of the Environment of Mexico City contributed to a weak adoption technology of the systems. Because a diagnosis was not carried out in the territory to know the real needs of the users for the installation of the RWH. In the same way, the training was not adequate, since they were short and fast. The Ministry of the Environment did not take the necessary time to promote among the user's capacities, skills and abilities for the adequate and sustained use of ecotechnology; they were more concerned with meeting a daily facilities goal.

In order to strengthen the social program, it is necessary to reach areas where RWH is really needed, such as irregular settlement. Likewise, it is necessary to promote transdisciplinary work with the population, as well as with other public and private institutions and civil society for the design, implementation and evaluation of RWH. Regarding adoption, it is recommended to implement a participatory evaluation methodology and create support and learning networks among the users of the Rainwater Harvesting Systems.

## Introducción

Desde mediados del siglo XX, el proceso de urbanización se asoció con la concentración y crecimiento de la población y actividades económicas (como la industria) en algunas ciudades de México: la población rural emigró a las urbes más grandes en busca de oportunidades de trabajo y mejores condiciones de vida. Años más tarde, este proceso, con nuevas dinámicas económicas y demográficas, se extendió hacia las ciudades medias y pequeñas (Ziccardi, 2020). Estos cambios en las ciudades vinieron acompañados con profundas desigualdades económicas y sociales dentro y fuera de sus territorios. Mientras que algunos sectores de la población viven donde domina la riqueza y la opulencia; las clases medias tienen acceso a niveles de vida más o menos aceptables, y los sectores populares están obligados a vivir de manera precaria sin acceso a los servicios públicos de calidad en las ciudades (Ziccardi, 2020).

En pleno siglo XXI, el acceso desigual a los servicios básicos prevalece en la Ciudad de México. El Censo de Población y Vivienda 2020 del INEGI indica que aún existen viviendas que no disponen de agua entubada (ver Gráfica 1). Las 5 alcaldías con el mayor número de viviendas sin agua entubada son: Xochimilco, Tlalpan, Milpa Alta, Tláhuac e Iztapalapa. A estas alcaldías les llegan los remanentes de agua del Sistema Cutzamala y de la red de pozos profundos de la ciudad, por lo que su abastecimiento es irregular: la población se abastece mediante agua proveniente de camiones- pipa y/o reciben el servicio de agua por tandeo (SACMEX, 2020). En algunas ocasiones esta población también recurren a la práctica de la cosecha de agua de lluvia y al reúso del líquido en sus viviendas (Hernández, 2020; Martínez, 2018; Flores *et. al.* 2009).



Gráfica 1. Viviendas que no disponen de agua entubada

Fuente: Censo de Población y Vivienda 2020

Estas viviendas sin servicios básicos son uno de los principales indicadores de la pobreza y exclusión urbana en que viven las clases populares. Ziccardi (2020) indica que la pobreza urbana consiste en tres criterios: alimentaria, de capacidades y patrimonial. Ésta última es la principal, debido a que los sectores populares no logran acceder a una vivienda, ni a los servicios habitacionales básicos (por ejemplo, agua, recolección de basura y equipamiento) y, generalmente, deben aceptar vivir alejados y sin seguridad jurídica de sus viviendas (como asentamientos irregulares).

En este sentido, los programas sociales de lucha contra la pobreza están obligados a dedicar una buena parte de los recursos a la creación de infraestructuras básicas (agua y saneamiento) y a equipamientos comunitarios (centros de salud, centros para la infancia, clubes deportivos y espacios culturales), como también a la construcción o el mejoramiento de viviendas sociales para disminuir las desigualdades sociales (Ziccardi, 2020).

La Dra. Claudia Sheinbaum Pardo, ex Jefa de Gobierno de la Ciudad de México (2019-2023) enfatizó que su gobierno combatiría la pobreza con la ampliación de derechos, programas sociales y con menos desigualdades territoriales<sup>1</sup>. Por lo tanto, su Programa de Gobierno 2019-2024 indicaba que una de sus acciones era “establecer un programa domiciliario de captación de

<sup>1</sup> <https://www.forbes.com.mx/noticias-shienbaum-combatira-pobreza-programas-sociales-ampliacion-derechos/>

agua de lluvia de 100 mil viviendas principalmente en las zonas donde no hay abastecimiento continuo o no existe red de agua potable”.

Con relación a eso, en el 2019, la Secretaría del Medio Ambiente del Gobierno de la Ciudad de México (SEDEMA) inició un programa social de Sistemas de Captación de Agua de Lluvia, en las alcaldías Iztapalapa y Xochimilco. Este programa ha tenido como objetivo mejorar las condiciones de acceso al agua en viviendas con elevada precariedad hídrica a través de la instalación de 10,000 Sistemas de Captación de Agua de Lluvia en el mismo número de viviendas.

Estos SCALL pretenden mejorar el acceso y abastecimiento de agua en las viviendas, y rediseñar el viejo esquema de distribución del agua, por uno que atienda los problemas locales como son las desigualdades sociales y las relaciones de dominación (Ortiz y Masera, 2014). Sin embargo, Murillo *et al.* (2019) indican que existe un alto porcentaje de probabilidad de que estas ecotecnologías no sean usadas, es decir, no se empleen de forma adecuada o no sigan en funcionamiento, debido a que los programas gubernamentales se limitan a instalar las ecotecnias sin ejecutar un proceso de transferencia de tecnologías que aseguren la adopción de la misma (Álvarez y Tagle, 2019). Asimismo, se tiene la creencia de que el desarrollo y la transferencia de determinada tecnología es suficiente para solucionar – de manera casi universal- los problemas de exclusión social (Fressoli *et al.*, 2013).

Murillo *et al.* (2019) expresan la importancia de evaluar el nivel de adopción alcanzado por los programas gubernamentales, de lo contrario, toda inversión económica, la capacidad organizativa y el esfuerzo humano puesto en ello no servirá de nada. La mayoría de los programas desconocen el nivel de adopción de las ecotecnias debido a que basan sus esfuerzos en documentar únicamente el número de dispositivos instalados o entregados (Tagle *et al.*, 2017; Fuentes *et al.*, 2018).

Otro inconveniente con los programas gubernamentales de ecotecnologías es que éstos carecen de financiamiento en etapas de seguimiento y evaluación (Fuentes *et al.*, 2018), más aún, de una evaluación de la adopción, lo que provoca limitaciones futuras para el mejoramiento de programas futuros y posteriores implementaciones (Cantú *et al.*, 2020).

Ortiz *et al.* (2014) enfatizan que, “si las personas usuarias no entienden la operación y mantenimiento de las ecotecnologías, y no cuentan con los recursos económicos o materiales

para su uso continuo, la ecotecnia en cuestión no será adoptada... Si la ecotecnia no es adoptada y usada de forma sostenida, no se obtendrán los impactos positivos en la calidad de vida de las personas y en el ambiente” (p.103).

Por lo antes mencionado, la presente tesis pretende contestar la siguiente pregunta de investigación y las preguntas específicas:

## Pregunta de investigación

¿Cómo mejorar la adopción de los Sistemas de Captación de Agua de Lluvia implementados por el gobierno de la Ciudad de México?

## Preguntas específicas

- ¿Cómo fue el proceso de implementación de los Sistemas de Captación de Agua de Lluvia del Programa de Cosecha de Lluvia en colonias y barrios de Iztapalapa y Xochimilco y qué factores influyeron en la adopción de la ecotecnología?
- ¿Las viviendas de Iztapalapa y Xochimilco adoptaron los Sistemas de Captación de Agua de Lluvia?
- ¿Cómo podría mejorarse la evaluación de adopción de los Sistemas de Captación de Agua de Lluvia considerando un mayor involucramiento de las personas beneficiarias?

## Objetivo general

Evaluar el proceso de la implementación de los Sistemas de Captación de Agua de Lluvia que realizó la Secretaría del Medio Ambiente de la Ciudad de México, a través del Programa Cosecha de Lluvia y hacer recomendaciones que contribuyan a la adopción de la ecotecnología en las colonias y barrios con mayores carencias de agua en la ciudad.

## Objetivos específicos

- Conocer los factores que inciden en el proceso de implementación de los Sistemas de Captación de Agua de Lluvia impulsados por la Secretaría del Medio Ambiente de la Ciudad de México y su papel en la adopción de la ecotecnología.

- Evaluar la adopción de los Sistemas de Captación de Agua de Lluvia en viviendas de Iztapalapa y Xochimilco.
- Diseñar una propuesta metodológica para la evaluación de adopción de los Sistemas de Captación de Agua de Lluvia para el programa de gobierno de la Ciudad de México en donde se involucren a las personas usuarias de la ecotecnología.

## Justificación

La sostenibilidad propone una relación armoniosa entre sociedad-naturaleza, donde se protejan los recursos naturales y al mismo tiempo permita la subsistencia humana. Esta investigación pretende exponer que las ecotecnologías como los Sistemas de Captación de Agua de Lluvia son grandes aliadas para la sostenibilidad, pues a través de éstas, las personas pueden acceder y abastecerse de agua, así como proteger el medio ambiente. No obstante, las ecotecnologías también pueden traer desventajas si no son usadas de manera adecuada, es decir, no basta con sólo entregar y brindar indicaciones sobre el uso de la ecotecnología (Fressoli *et al.* 2013), sino consiste en un proceso social que debe gestionar, transferir (Álvarez, 2015, citado por Tagle y Álvarez, 2018) y adoptar la tecnología (Ortiz y Omar, 2014) para que la ciudadanía se involucre y apropie de la misma.

La mayoría de estas ecotecnologías se desarrollan y ejecutan en contextos rurales, debido a la a la deficiente dotación del servicio de agua, que conlleva la insatisfacción de necesidades básicas (Ortiz y Masera, 2014). Sin embargo, las ecotecnologías y principalmente los Sistemas de Captación de Agua de Lluvia, comienzan a tener mayor presencia en las ciudades, como es el caso de la Ciudad de México, debido a la escasez hídrica que se vive.

Al respecto, la presente investigación buscó contribuir en la evaluación ecotecnológica de un programa de Sistemas de Captación de Agua de Lluvia en contextos urbanos, ya que existen pocas referencias documentadas (Moreno *et al.*, 2020). Además, se propuso hacer recomendaciones para mejorar las formas de implementación de Sistemas de Captación de Agua de Lluvia en programas gubernamentales. La razón es que comúnmente estos programas sociales están diseñados desde arriba, sin considerar las necesidades reales y los contextos de la población. Por ello fue de relevancia conocer las opiniones de las personas usuarias (beneficiarias) de los Sistemas de Captación de Agua de Lluvia para desarrollar mejoras en la adopción. Asimismo, fue necesario proponer una metodología participativa de evaluación de

adopción, que involucre a las personas con la ecotecnología y adopten los SCALL como una estrategia complementaria de abastecimiento de agua.

## I. Aproximación conceptual al tema de las ecotecnologías y su implementación

En este capítulo se abordan las Ciencias de la Sostenibilidad, sus características y su relación con las ecotecnologías. Asimismo, se plantean los distintos enfoques de implementación de ecotecnologías para el logro de la adopción. Por último, se menciona qué es la adopción, una propuesta de estrategia y algunas metodologías de evaluación.

### 1.1 Desde las Ciencias de la Sostenibilidad

El origen del concepto de Sostenibilidad se sitúa en el año 1980, con la publicación del Informe Brundtland “Nuestro futuro común” de la Comisión Mundial del Medio Ambiente 1987, dicho informe establece que “ha llegado la hora de tomar las decisiones necesarias para asegurar los recursos que permiten sostener a la presente y a las futuras generaciones” (Asamblea General de Naciones Unidas, 1987, p.16).

Posteriormente, en septiembre del 2015, la Asamblea General de las Naciones Unidas aprobó la Agenda de Desarrollo Sostenible 2030; una hoja de ruta para erradicar la pobreza, proteger al planeta y asegurar la prosperidad para todas y todos sin comprometer los recursos para las futuras generaciones (UNESCO, 2017). Esta agenda está compuesta por 17 objetivos, 169 metas y 241 indicadores que permiten medir los avances en el cumplimiento de la Agenda 2030.

Si bien la Agenda 2030 marca un camino hacia la sostenibilidad para los países del mundo, no es una tarea fácil, pues las sociedades actuales están inmersas en la complejidad, derivado de la diversidad creciente, de la globalización y de los avances tecnológicos. Esa complejidad genera problemas denominados retorcidos (*wicked*), cuya resolución no es posible con un solo enfoque, por lo que requiere abordarlo desde distintas ciencias (Bernstein, 2015 citado por Ponce, 2017) y con metodologías innovadoras (Vilches y Gil, 2015).

Para enfrentar estos problemas y seguir coexistiendo en el planeta (UNESCO, 2017) ha surgido un campo emergente denominado Ciencias de la Sostenibilidad (Kates *et al.*, 2001). Komiyama y Takeuchi (2006) citado por Vilches y Gil (2015) argumentan que un problema retorcido debe

abordarse considerando tres niveles: global (base planetaria), social (relaciones políticas, económicas, etc.) y humano (comportamiento humano) para comprender las interacciones entre la naturaleza y la sociedad, así como, romper las barreras que han separado a las ciencias sociales de las naturales.

Este campo problemático debe abordarse con perspectiva interdisciplinaria y transdisciplina, así como incluir la participación y aprendizaje social, la coproducción de conocimiento y el manejo de la incertidumbre (Klein, 2014; Salas y Ríos, 2013).

En este sentido, la interdisciplina obliga a analizar el problema en su complejidad y con el apoyo de disciplinas científicas que tienen legalidades (bases teóricas y metodológicas) diferentes como son las ciencias exactas, naturales y sociales (Vilches y Gil, 2015). La intención no sólo es conocer el sistema complejo, que es la problemática socioambiental, sino analizar su dinámica y tendencias para incidir en futuros más sustentables (García, 2006).

De igual forma, “la Ciencia de la Sostenibilidad va más allá de la unificación de campos y resulta aún más profunda porque se ha comprendido que, para hacer posible la transición de la Sostenibilidad, es necesario incorporar a la investigación y toma de decisiones a personas cuyo trabajo habitual se desarrolla fuera del ámbito académico, ya que los objetivos, conocimientos y posibilidades de intervención de la ciudadanía resulta imprescindibles para definir y poner en práctica estrategias viables se trata, pues, de una ciencia transdisciplinar” (Vilches y Gil, 2015, p. 52).

Asimismo, Toledo (2015) en su ensayo “¿De qué hablamos cuando hablamos de Sustentabilidad?” enfatiza que la sociedad es uno de los poderes para lograr la Sustentabilidad. Toledo menciona que existen tres principales poderes en el mundo actual: el político, el económico y el de la información, éstos se expanden, contraen, compiten e inducen sociedades totalitarias, cada una mediante mecanismos propios que buscan el mismo fin, manipular y dominar sobre la sociedad. No obstante, existe otro poder, el social que surge como una fuerza de emancipación con capacidad de superar la crisis de civilización mediante la acción organizada y consciente; dirigida hacia la reparación de inequidad social; la restauración del entorno natural; y la recomposición de las culturas dominadas, excluidas y explotadas de los mundos periféricos. Estas acciones pueden crear un mundo alternativo, una sociedad sustentable que genere la

construcción del poder social, ya que las y los ciudadanos son los que deciden sus necesidades y bienestar.

En consecuencia, las ciencias de la sostenibilidad no sólo busca comprender el carácter fundamental de las interacciones entre la naturaleza y la sociedad (Kates *et al.*, 2001), sino que señala un camino hacia sociedades sostenibles, que atiendan a las necesidades de sus miembros, al mismo tiempo que se preservan los sistemas que dan soporte a la vida en el planeta (Komiya & Takeuchi, 2006, citado por Vilches y Gil, 2015); que genere conocimiento y que se involucren a quienes están fuera de la academia.

En este sentido, esta investigación a través desde un enfoque interdisciplinario trata de entender cómo los Sistemas de Captación de Agua de Lluvia implementados por el gobierno puede promover o desincentivar la adopción de la ecotecnología en contextos urbanos. Asimismo, cómo estas ecotecnologías pueden ser un camino hacia una sociedad más justa y sostenible con el conocimiento y participación de las personas usuarias del programa de Cosecha de Lluvia.

## 1.2 Ecotecnologías para la sostenibilidad

Debido a la crisis ambiental y social que vivimos, se han propuesto diferentes alternativas tecnológicas que buscan un modelo de vida más justo, equitativo y que disminuya el impacto ambiental. Una alternativa tecnológica es la ecotecnología (su aplicación práctica, la ecotecnia<sup>2</sup>). Ortiz *et al.* (2014) la definen como “dispositivos, métodos y procesos que propician una relación armónica con el ambiente y buscan brindar beneficios sociales y económicos tangibles a las personas usuarias, con referencia a un contexto socio-ecológico específico” (p.16).

“La ecotecnología cuenta con un potencial para contribuir a la provisión de vivienda, saneamiento, electricidad, agua potable, alimentos y otros satisfactores, brindando simultáneamente una extensa gama de beneficios ambientales locales (recuperación de suelos, provisión de agua, reducción de la contaminación de cuerpos de agua) y globales (mitigación de emisiones de GEI a la atmósfera), beneficios a la salud (reducción de la contaminación intramuros al reemplazar fogones por estufas eficientes o disminución de la presencia de patógenos por el uso de sanitarios

---

<sup>2</sup> Las ecotecnias son las aplicaciones prácticas de la ecotecnología, es decir, los artefactos, dispositivos y en general los productos eco tecnológicos tangibles.

ecológicos), e inclusive económicos (generación de oportunidades locales de empleo o ahorro económico por el uso eficiente de los recursos)” (Ortiz *et al.*, 2015, p.199).

Asimismo, Toledo (2016) argumenta que una verdadera ecotecnología responde a por lo menos siete condiciones: a) satisfacer necesidades humanas básicas, b) es de bajo costo, c) es de pequeña escala, d) induce la autosuficiencia, e) descentraliza, f) empodera a los ciudadanos y g) trabaja en armonía con la naturaleza.

La ecotecnología por sí misma no es suficiente, tal y como lo dice la definición de la ecotecnología, se requieren de procesos para implementarla. En este sentido, Ortiz *et al.* (2015) proponen que en los procesos de innovación ecotecnológica se deben tomar los siguientes criterios:

- “que involucren a las personas usuarias mediante estrategias participativas de desarrollo tecnológico;
- que vinculen tanto conocimientos científicos como saberes y conocimientos locales;
- que fomenten la participación conjunta de actores provenientes de distintos sectores, como la academia y las organizaciones de la sociedad civil;
- que garanticen un impacto positivo en la cotidianidad y la calidad de vida de las personas usuarias” (p. 199).

Además de estos criterios, es importante hacer énfasis en dos aspectos: priorizar la ecotecnología bajo una perspectiva orientada a la satisfacción de necesidades humanas básicas y la adecuación de la tecnología a los contextos socio-ecológicos específicos.

El primer aspecto, agrupa las mínimas necesidades humanas (energía, saneamiento, obtención de agua potable, producción y cocción de alimentos y vivienda) cuya satisfacción permite garantizar el bienestar físico de las personas a largo plazo (Ortiz *et al.*, 2015).

El segundo aspecto consiste en “adecuar las tecnologías a las condiciones ambientales, sociales, económicas y culturales de las personas... Actualmente la mayoría de las políticas de innovación tecnológica se enfocan en estandarizar las tecnologías como bienes de consumo, ajenos a la racionalidad y al contexto de quienes los obtienen” (Ortiz *et al.*, 2015, p. 200). Por lo tanto, es necesario adecuar las tecnologías y sus mecanismos de difusión a las condiciones de las personas usuarias para romper con el esquema de producción en masa e imposición; la

desigualdad y las relaciones de dominación, con el fin de contribuir a garantizar los impactos positivos en la sociedad y el ambiente (Ortiz *et al.*, 2015).

Ortiz *et al.* (2015) señalan que hay ecotecnologías que han sido generadas considerando su contexto específico, y otras que no se desarrollaron considerando su contexto, "...pero pueden ser apropiables mediante mecanismos efectivos de difusión y adopción social. En ambos casos, se sugiere la participación de las personas usuarias a través de las diferentes etapas del proceso de innovación y transferencia tecnológica" (Ortiz *et al.*, 2015, p. 201), es decir, desde su diseño hasta la evaluación de las tecnologías (Fuentes *et al.*, 2018). Asimismo, Gavito *et al.* (2017) señalan que "las personas usuarias no son simplemente receptores de las tecnologías...sino actores importantes en el proceso de desarrollo, en el cual aportan sus conocimientos, y atienden sus necesidades y prioridades" (p. 152).

Por lo tanto, la ecotecnología dirigida hacia la sostenibilidad se logrará sólo a través de la comprensión de los contextos donde se aplique la tecnología; preponderar las necesidades humanas básicas; la interacción entre los diversos actores; el seguimiento de todo el proceso desde su concepción hasta la adopción; "una estrategia y un acompañamiento fuerte de educación, capacitación y monitoreo" (Gavito *et al.*, 2017, p. 156).

A partir de lo antes mencionado, se abordará el Sistema de Captación de Agua de Lluvia como una ecotecnología, ya que es más que un dispositivo; debe satisfacer una necesidad humana básica (agua potable); considerar el contexto social, económico, cultural y ambiental que determinan toda la realidad de las personas usuarias; incorporar los conocimientos locales y conocimientos científico-técnico; y fomentar la participación conjunta de actores provenientes de distintos sectores (Fressoli, 2015; Toledo 2016; Ortiz *et al.*, 2014; Mundo, 2016).

Cabe mencionar que "la recolección y el almacenamiento de agua de lluvia fueron prácticas comunes en Mesoamérica... El agua se captaba mediante canales y zanjas, aprovechando el agua rodeada (en patios, casas, campo, en jagüeyes, etc.) o bien, conduciéndola desde los techos de las viviendas y edificios por medio de canoas o canjilones de madera o pencas o canalitos a los depósitos. En las viviendas, el agua se almacenaba en recipientes de barro, enterrados o no, así como en pilas o piletas de barro, cal y piedra..." (CONAGUA, 2009, p. 10).

En este sentido, la cosecha de agua de lluvia es una de las técnicas más antiguas para recolectar, conducir, almacenar y tratar el agua que se precipita sobre una superficie para aprovechamiento de diversos usos (Manual Cosecha de Agua de Lluvia SEDEMA, 2020; Ortiz *et al.*, 2014; García, 2012).

Actualmente, para aprovechar y/o cosechar la lluvia se ha diseñado un dispositivo (ecotecnia) llamado Sistema de Captación de Agua de Lluvia (SCALL), el cual está conformado por varios componentes y accesorios: canaletas, tubos, filtros, separador de lluvias, tanques de almacenamiento, bombas y otros componentes de acuerdo con las necesidades del sistema que se implementará (Manual Cosecha de Agua de Lluvia SEDEMA, 2020).

Los SCALL son una alternativa para dejar de depender de la infraestructura pública y una forma de reconectarnos con el ciclo hidrológico. Captar el agua de lluvia puede ser una fuente de abastecimiento para zonas donde el agua es discontinua o poco accesible para las familias (Salina, 2015).

## 1.3 Enfoques para la implementación de ecotecnologías

### 1.3.1 Fases para la implementación de ecotecnologías

Como ya se mencionó, la ecotecnología por sí misma no es suficiente, requiere de una adecuada implementación. Fuentes *et al.* (2018) indican que la implementación<sup>3</sup> de ecotecnologías es un proceso que consta de las siguientes fases: diagnóstico, desarrollo, validación, difusión y monitoreo de la tecnología. Cada una de estas fases es susceptible de promover o desincentivar la adopción de las tecnologías. De igual forma, el proceso debe motivar la participación de las personas usuarias. La flecha bidireccional es un recordatorio de que la adopción no es un fin, sino que debe estar presente durante el proceso participativo (ver Figura 1).

---

<sup>3</sup> Es una planificación de actividades que vincula la información y las técnicas para el aprendizaje de la tecnología.

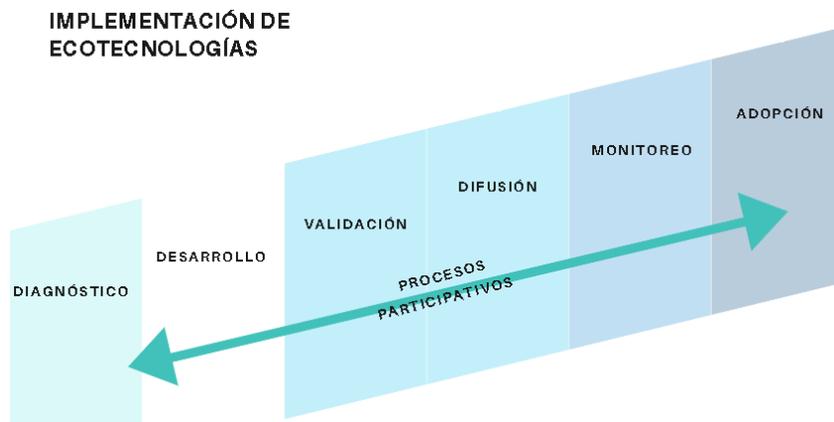


Figura 1. Implementación de ecotecnologías

Fuente: Fuentes *et al.* 2018

- Diagnóstico. - Identificar necesidades y problemáticas del usuario/a y/o de la comunidad para mejorar su condición de acuerdo con el contexto donde se encuentre, mediante su participación activa. Asimismo, Tagle *et al.* (2017) indica que es “necesario realizar diversos diagnósticos sociales, económicos y ambientales para determinar la pertinencia de las ecotecnologías en el plano rural o urbano” (p. 167).
- Desarrollo. - “Corresponde a la investigación, diseño y fabricación de las ecotecnologías. Este desarrollo debe hacerse bajo un enfoque integrado, participativo y dinámico en el que el cocimiento se produzca de forma colectiva e incide en la mejora del proceso de transferencia y adopción” (Fuentes *et al.*, 2018, pp.7).
- Validación. - Se refiere a valorar, garantizar y certificar el funcionamiento y los impactos de la ecotecnología. Estas acciones pueden ser de tipo formal o informal. Formal es dar cumplimiento a una normatividad, estándares o pruebas de funcionamiento de los dispositivos. Informal, que se relaciona con la certificación social, en donde se incluye a las personas usuarias de la ecotecnología.
- Difusión o Transferencia de tecnología. - Consiste en promocionar, implementar y comercializar la tecnología. “Los actores involucrados en este proceso y las modalidades de difusión han variado de acuerdo con el tipo de tecnología, beneficiario, fuente de financiamiento, medio de difusión y actor que la promueve. Sin embargo, los procesos más exitosos en torno a la adopción generalmente han sido aquellos con un componente participativo. Es decir, aquellos que han involucrado a la población desde las primeras etapas” (Fuentes *et al.*, 2018, p. 7).

- Monitoreo. - “Consiste en el seguimiento y evaluación posteriores a la implementación de las ecotecnologías... Esta fase es de suma importancia para determinar el grado de adopción de una tecnología y para determinar también si ésta cumple el objetivo para la cual fue desarrollada” (Fuentes *et al.*, 2018, p. 7).

Cabe mencionar que las fases de implementación de ecotecnologías de Fuentes *et al.* (2018) es una perspectiva desde el desarrollador, el cual puede ser una Organización de la Sociedad Civil o Universidad. En muchas ocasiones, este desarrollador basa la ejecución de la ecotecnología al contexto de la comunidad y permite el involucramiento de las personas usuarias para la toma de decisiones de la implementación (Melchor, 2019).

De modo que, la implementación desde la perspectiva del desarrollador es diferente a la implementación del gobierno, pues el gobierno sólo basa sus esfuerzos en difundir o transferir la tecnología a la población de manera vertical, es decir, no involucra a las personas usuarias, como se verá en el siguiente apartado.

### 1.3.2 Transferencia gubernamental de ecotecnologías

“La transferencia de tecnología se considera como la transmisión de conocimiento técnico de un individuo u organización a otro para su aplicación, a través de un medio de comunicación” (Álvarez y Tagle, 2018, p. 55).

Bozeman (2000) menciona que la transferencia de tecnología se analiza desde 5 dimensiones:

- Agente que transfiere. - La institución u organización que transfiere la tecnología.
- Medio de transferencia. - El vehículo formal o informal a través del cual se transfiere la tecnología.
- Objeto de transferencia. - El contenido y la forma de lo que es transferido.
- Destinatario de la transferencia. - La organización o institución que recibirá el objeto de transferencia.
- El entorno de la transferencia. - Contexto en donde sucede la transferencia.

Bajo esta perspectiva (ver Figura 2), la transferencia de tecnología es vertical; donde un actor transfiere a otro actor, un objeto, información y/o conocimiento, sin que haya una intervención por parte del destinatario en el proceso. Este enfoque está presente en los programas

gubernamentales de instalación de ecotecnias, ya que el gobierno entrega la tecnología a las personas beneficiarias, y éstas sólo reciben la ecotecnia sin que las personas hagan algún esfuerzo para conseguirla. Esta situación puede suscitar una resistencia para la adopción de la ecotecnia y a una cultura asistencialista.

“La cultura asistencialista ha generado dos movimientos para el abandono o rechazo de las ecotecnias: a) la sensación de incumplimiento de las expectativas que los beneficiarios tienen respecto a los artefactos eco-tecnológicos; y, b) la sensación de que el gobierno es responsable de reemplazar aquellas piezas, por desgaste o avería, han sufrido los artefactos y que son necesarios para su buen funcionamiento” (Tagle *et al.*, 2017, p.181).



Figura 2 Transferencia de ecotecnologías gubernamental

Fuente: Elaboración propia con base a Bozeman (2000)

Bajo esta misma línea, Álvarez y Tagle (2019) plantean que el proceso de transferencia desde un enfoque gubernamental está basado en tres fases:

- La institucionalización de la tecnología. - Se refiere a la identificación de recursos disponibles para ecotecnias; selección de localidades beneficiarias según el nivel de marginación; determinación de viviendas favorecidas; integración de expediente por vivienda; y programación de la instalación.
- La instalación de ecotecnias. - Esta fase se realiza la programación de instalaciones de la ecotecnia, es decir, se logran un acuerdo de fechas entre el instalador y el beneficiario para la instalación de la tecnología, para posteriormente instalar el SCALL.

- Transferencia a beneficiarios. - Se refiere a las indicaciones de uso y mantenimiento. Se firma la carta entrega recepción de la tecnología. Y se recopilan fotografías como evidencia.

Asimismo, los autores señalan que hay factores internos y externos que facilitan o inhiben la adopción social de las ecotecnologías.

- Los factores internos: competencias técnicas de los beneficiarios, interés por el bienestar social de la comunidad, interés por el cuidado del medio ambiente, interés por los beneficios económicos individuales generados por las ecotecnias, convergencia de conocimientos locales y técnicos; y educación ambiental.
- Los factores externos: diagnósticos técnicos, diagnósticos funcionales, procesos participativos en la transferencia, convergencia de conocimientos locales y técnicos, estrategias de comunicación entre quien tiene y recibe la tecnología, educación ambiental, estrategias de comunicación entre instituciones involucradas, sincretismo tecnológico, y perspectiva de género.

A partir de esto, se destaca que el proceso de transferencia gubernamental está dirigido y diseñado desde arriba, es decir, no considera un diagnóstico de necesidades, tampoco el involucramiento de las personas (Álvarez y Tagle, 2018), ni la durabilidad de la relación (usuario-tecnología) en el tiempo (Murillo *et al.*,2019).

### 1.3.3 Transferencia ecotecnologías participativa

Para evitar que la transferencia de ecotecnologías sea vertical o bien diseñada desde arriba. Álvarez y Tagle (2018) proponen un modelo de transferencia tecnológica participativa, donde la persona usuaria de la ecotecnología tenga un rol protagónico en la solución de problemas sociales y ambientales, y a través de su participación activa garantice el uso y mantenimiento continuo de la tecnología.

La propuesta participativa se centra en los aspectos culturales, es decir, considera las características de las familias y el perfil del territorio donde se implementará la tecnología para lograr que ésta se utilice en el tiempo (Álvarez y Tagle, 2018).

Otro punto central que busca el modelo de la transferencia tecnológica participativa es construir capacidades de la ecotecnología en el territorio y así evitar que las personas dependan del gobierno. En este sentido, las personas usuarias de la ecotecnia compartirán temporalmente parte de su espacio cotidiano para la incorporación de la tecnología, en un modelo “aprendiendo a aprender”, el cual busca que las personas construyan capacidades al interactuar en el proceso de la transferencia, es decir, le permita apropiarse de nuevos conocimientos complementando sus propios saberes, para que de esta manera se sensibilicen sobre la importancia de su intervención, y con ello poder implementar las respectivas ecotecnias (Álvarez y Tagle, 2018).

Esta construcción de capacidades se logrará a través de la capacitación. Murillo *et al.* (2019) mencionan que “la capacitación es un punto nodal para el buen funcionamiento de los sistemas tecnológicos y para lograr procesos de replicabilidad...La interacción entre tecnología-usuario forma un proceso paralelo de sustentabilidad” (pp. 43-44)

Álvarez y Tagle (2018) mencionan que realizar capacitaciones en territorios desiguales es compleja por la naturaleza de sus condiciones sociales, económicas y ambientales. Por ello, “proponen considerar tres dimensiones que permiten la capacitación en estos territorios desiguales: el cúmulo de conocimientos, habilidades y destrezas que se requiere para lograr el desarrollo de los territorios; el proceso formativo que construya capacidades; y el contexto social donde la comunidad se desarrolla” (p.60).

Adicionalmente, la cultura tecnológica juega un papel primordial en el proceso de la transferencia. La cultura tecnológica es “el aprendizaje de los miembros de una comunidad y el nivel de interacción de éstos con los distintos actores del proceso de transferencia tecnológica, dichas interacciones conforman una cultura tecnológica con capacidades para responder a las distintas necesidades sociales” (Álvarez y Tagle, 2018, p. 58).

“La cultura tecnológica es un fenómeno multifactorial y multidimensional, lo que implica cuatro componentes: la capacidad para complementar sus propios conocimientos en la medida en que se incorporan nuevas tecnologías; la capacidad de interdependencia tecnológica para sistematizar su conocimiento y conformar una memoria tecnológica para no depender de los conocimientos de quien instala la tecnología; la capacidad prospectiva, para que puedan evitar externalidades negativas de la tecnología en el corto, mediano y largo plazo; la capacidad de

adaptación al cambio congruente con las características y perfil de su territorio” (Álvarez y Tagle, 2018, p. 56).

Álvarez y Tagle (2018) plantean la existencia de 3 culturas tecnológicas: pasiva, reactiva y activa. “...Una cultura tecnológica pasiva cuando manifiesta bajo nivel de aprendizaje y pobre memoria tecnológica. La cultura tecnología reactiva cuando el aprendizaje y la memoria tecnología recaen en unos cuantos pobladores de la comunidad; por tanto, el proceso de transferencia de la tecnología es vulnerable, frágil y segmentado. La cultura tecnológica activa es aquella donde la comunidad ha aprendido a convivir con la tecnología y se logra una integración hacia atrás y hacia adelante - con los instaladores y con la propia comunidad transmitiendo el conocimiento tácito a las siguientes generaciones” (p. 58).

Asimismo, Álvarez y Tagle (2018) proponen que la capacitación... “busque estimular la generación de conocimientos y construcción de capacidades a través de la sistematización de experiencias entre el educador y el educando, para de este modo lograr que inicien una transformación de la realidad” (p. 61).

En consecuencia, la transferencia de la tecnología participativa implica un proceso social de negociación multinivel, en el cual la ecotecnología no sólo depende de las cuestiones técnicas, sino también de aspectos sociales donde ocurre dicha transferencia. Asimismo, donde las personas usuarias tengan una participación activa en los procesos de transferencia y se procure la construcción de capacidades tecnológicas en el territorio (Álvarez y Tagle, 2018) (ver Figura 3).

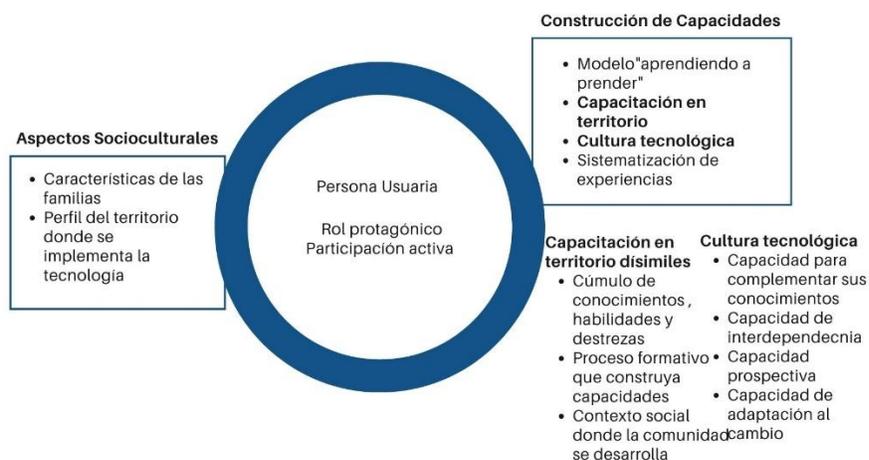


Figura 3. Transferencia de ecotecnologías participativa

Fuente: Elaboración propia con base en la información de Álvarez y Tagle (2018)

En esta misma línea, Padilla y Torregrosa (2002) argumentan que en los procesos de transferencia de tecnología se pone énfasis en los aspectos técnicos y se dejan de lado las características sociales y culturales de las poblaciones objetivo, así como de sus necesidades. Asimismo, señalan que el problema central en los procesos de transferencia de tecnología es que la población no participa en la solución de los problemas a los que pretende resolver.

En este sentido, Padilla y Torregrosa (2002) sostienen que la transferencia tecnológica dependerá de la estrategia formulada para relacionar la necesidad y la demanda social con la tecnología que más se adecue a las condiciones culturales preexistentes, o en su caso, de la capacidad para crear una cultura que corresponda con la tecnología que se propone transferir, ya que ésta se origina o se construye en un ámbito cultural diferente de aquel al que se transfiere.

Estas autoras proponen una estrategia de participación social que consiste en:

1. Identificar desde qué instancia o nivel se han identificado el problema o necesidad y su solución. Las instancias pueden ser:
  - Desde el ámbito de la decisión política. - Se solicitan las soluciones técnicas a empresas, instituciones y universidades. Por último, se convoca a la población para que participe.
  - Desde el ámbito académico, de investigación y desarrollo tecnológico. - A partir de un problema real, el investigador se plantea encontrar una solución tecnológica. Cuando se selecciona la tecnología más apropiada se decide transferirla a la población para resolver el problema.
  - Desde un grupo social. - Se identifica una problemática común, la cual puede organizarse y plantearse a las autoridades, instituciones de investigación y otras organizaciones.
  - Desde diferentes ámbitos. - Los grupos sociales, el gobierno, las instancias académicas y de investigación, los institutos tecnológicos, etc., coinciden en la identificación y definición de un problema social y, de manera conjunta, acuerdan resolverla.
2. Identificar las diferencias en las características sociales de la población demandante, así como la heterogeneidad en torno a la percepción del problema y las propuestas para solucionarlo.

3. Reconocer la heterogeneidad cultural prevaleciente respecto al problema que se trate, dado que los hábitos sociales afectan el proceso de apropiación de la tecnología, haciendo que sea diferente y que la apropiación ocurra a un ritmo distinto en diversos casos.

Asimismo, enfatizan que “con base en esos elementos, la participación de la población en un proyecto de transferencia de tecnología tendrá mayores posibilidades de ser eficiente; sí, responde a una necesidad sentida y reconocida socialmente; consensuan las diferencias de percepción en torno a ella; y si, existen o se instalan en el grupo receptor elementos culturales que correspondan al desarrollo tecnológico que se planea transferir y que ayuden a resolver la necesidad identificada” (Padilla y Torregrosa, 2002, p. 256).

#### 1.3.4 Modelo participativo de innovación ecotecnológico

Desde otra perspectiva, el proceso de innovación tecnológica es otra manera de diseñar, producir, implementar y difundir la tecnología. Masera (2022) en su ponencia “Hacia procesos de innovación sustentable: el caso de las ecotecnologías” indicó que es importante que antes de iniciar un proyecto es indispensable plantearse las siguientes preguntas: ¿tecnología para qué?, ¿tecnología para quién?, ¿quién decide?, ¿quién se beneficia? y ¿quién sufre los impactos? Asimismo, hizo hincapié que la innovación tecnológica tiene cuatro premisas a considerar:

1. La tecnología no debe estudiarse de una manera aislada del contexto social y ambiental, sino aplicar un enfoque sistémico. Entender que la tecnología es un sistema socio-tecnológico, es decir, que la tecnología está íntimamente relacionada con la sociedad y el ambiente.
2. La innovación no es sólo cuestión de expertos debe hacerse en conjunto con las personas usuarias. Aprender a trabajar otras maneras de investigación, como la investigación-acción participativa, innovación de base<sup>4</sup>, innovación social<sup>5</sup> y Design Thinking<sup>6</sup>, para entender las prácticas tradicionales de las personas usuarias y que de un resultado de aprendizaje en comunidad.

---

<sup>4</sup> Son iniciativas compuestas por diversos actores que buscan desarrollar soluciones accesibles a problemas sociales y ambientales. Fuente: <https://fund-cenit.org.ar/movimientos-de-innovacion-de-base/>

<sup>5</sup> Son nuevas formas de gestión, ejecución o herramientas orientadas a mejorar las condiciones sociales de la población. Fuente: <https://cutt.ly/swzMaqXt>

<sup>6</sup> Es una filosofía de diseño centrada en las personas. El pensador de diseño debe tener las siguientes características: empatía, pensamiento integrador, optimismo, experimentalismo y colaboración. Fuente: <https://cutt.ly/xwzMpic0>

3. La innovación no debe tener como fin último el mercado sino más bien brindar beneficios tangibles socioambientales, es decir, lograr que la ecotecnología ofrezca los beneficios a la sociedad y también satisfagan las necesidades básicas de las personas; y si esto está cubierto, entonces podrán contribuir al mercado.
4. La innovación debe apoyar cambios sistémicos (estructurales) hacia la sustentabilidad. A partir de la innovación se busca lograr los impactos sistémicos y soluciones transformadoras para alcanzar los objetivos de desarrollo sustentable. También es importante enfatizar que el proceso de innovación es dinámico y de aprendizaje.

En este mismo sentido, Hernández y Vargas (2017) indican que, “para lograr un proyecto sustentable, este tiene que ser autosuficiente en términos sociales y económicos, y para eso, tiene que ser desarrollado a nivel comunitario, con un proceso de implementación abierto, flexible y participativo, donde las visiones de los diferentes actores se integran” (p.5). Asimismo, plantean que el objetivo principal de la introducción de nuevas tecnologías es producir transformaciones socioculturales acorde a las necesidades locales de las comunidades para mejorar sus condiciones de vida.

Hernández y Vargas proponen un modelo participativo para la innovación tecnológica en comunidades, el cual considera los siguientes principios:

- Interdisciplinario. -Reconocer la complejidad que significa integrar bases epistemológicas, teórico-conceptuales y metodologías, provenientes de disciplinas no cercanas, que se integran para llevar adelante una propuesta técnico-social.
- Participativo. - Lograr que el sistema tecnológico sea autogestionado. Es prioritario que la comunidad sea el actor principal en el proceso de cambios, es decir, que no sólo se vincula y sea activa en las diversas prácticas que conllevan estos proyectos, sino que debe constituirse como un actor que decide sobre los caminos a seguir en el proceso de transformaciones, lo cual es fundamental para lograr el empoderamiento local ante estas iniciativas innovadoras.
- Pertinencia local. - Se considera el contexto local, desde el punto de vista biofísico y sociocultural. Aunque el proyecto sea presentado desde la mira de los consultores o desarrolladores, es primordial modificar según las necesidades y propuestas de las comunidades.

- Desarrollo local. - Se espera que las tecnologías sean una motivación de cambio para las comunidades. Estos cambios deben ser basados en lo que concibe la comunidad como desarrollo, el cual puede estar basado en el manejo eficiente de los recursos locales.
- Aprendizaje mutuo. - El proceso de intercambio e integración entre la mirada del equipo facilitador (profesionales, académicos, técnicos, entre otros), y la mirada de las comunidades. Este intercambio debe estar basado en la comunicación y el aprendizaje mutuo, donde las visiones del equipo profesional y la comunidad se encuentran en un plano horizontal.

Asimismo, los autores señalan que para lograr este modelo de innovación se tienen que superar algunas dificultades en el desarrollo del proyecto. Estas son: el desconocimiento de las tecnologías, el asistencialismo, la desconfianza, la debilidad organizacional y las expectativas que generan estos proyectos.

A partir de la superación de cada uno de los aspectos se propone el uso de una herramienta metodológica que posibilite la difusión, diseño, construcción y adopción de los proyectos: Modelo Participativo de Innovación Tecnológica para el Desarrollo Local. Este tiene diferentes etapas (ver Figura 4):

- Criterios técnicos-sociales para la selección de una comunidad. - Identificar las comunidades con mayores potencialidades. Estas comunidades deben tener una organización comunitaria y expresiones de participación activa.
- Diagnóstico territorial participativo. - Estado inicial de la comunidad a intervenir, considerando sus aspectos culturales, sociales, económicos, ambientales y aspectos técnicos. El diagnóstico participativo es fundamental para realizar un diseño acorde con una realidad local.
- Diseño de un método de adopción de tecnologías innovadoras. - Implica cambios culturales para la comunidad intervenida con un fuerte componente de educación no formal. Este proceso de cambios tecnológicos implica la elaboración a nivel de laboratorio de la nueva tecnología; dar a conocer esta innovación en la comunidad mediante técnicas de comunicación que faciliten la comprensión de la tecnología y sus beneficios para el desarrollo comunitario; y la validación social que se produce cuando la comunidad conoce, analiza, evalúa y decide sobre la conveniencia de esta innovación.

- Diseño de Cogestión. - El proyecto considera primordial la cogestión entre la institución u organismo y como agente de cambio tecnológico, así como la comunidad intervenida para desarrollar la capacidad de autogestión comunitaria mediante un proceso de capacitación, que logre que el proyecto sea sustentable. En esta etapa se definen con la comunidad, los roles y funciones para administrar el sistema, y llevar a cabo procesos de formación.
- Implementación del sistema. - En esta etapa se considera la instalación de la tecnología y las pruebas técnicas de éste. También se pondrá a prueba el sistema de cogestión. En esta etapa la comunidad toma la decisión de incorporar el sistema tecnológico a su sistema sociocultural.
- Metodología de evaluación social del proyecto. - El seguimiento y evaluación de un proyecto es una tarea necesaria para identificar las debilidades en su funcionamiento y posibilitar las reorientaciones y ajustes necesarios para alcanzar los objetivos propuestos. Es imprescindible la participación de la comunidad intervenida, como copartícipe de la responsabilidad del proyecto para lograr la sustentabilidad de la iniciativa.
- Determinación de impactos del proyecto en la comunidad. - Desarrollar una metodología con indicadores para determinar los impactos del proyecto en los aspectos socioculturales, económicos y socioambientales de la comunidad.
- Estrategia de participación. - En esta etapa se debe materializar la participación efectiva de la comunidad para intervenir en todas las etapas de proceso de innovación tecnológica (diseño, estrategias, metodologías, implementación, seguimiento y evaluación).
- Selección de métodos y técnicas de terreno. - Pueden ser observación participante, entrevistas semiestructuradas, talleres temáticos y asambleas comunitarias. Estas herramientas metodológicas permiten trabajar directamente con la comunidad, y abordar la investigación según la visión de actores sociales. Además, facilita una mejor calidad y pertinencia de los datos sociales y culturales necesarios para el proyecto.

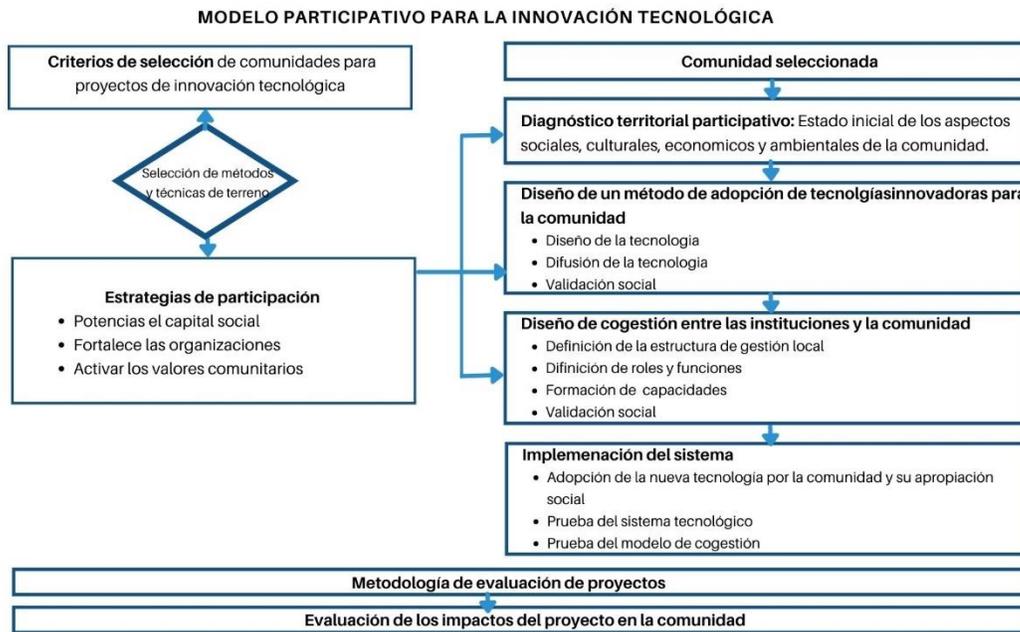


Figura 4. Diagrama del Modelo Participación de Innovación Tecnológica

Fuente: Hernández y Vargas (2017)

## 1.4 Adopción de ecotecnologías

A pesar de que hay diversos enfoques de implementación de la ecotecnología, el objetivo principal de ésta será la adopción de la tecnología (Tagle *et al.*, 2017).

Fuentes *et al.* (2018) proponen que la adopción es el proceso por el cual las ecotecnologías son usadas de forma adecuada y sostenida para satisfacer las necesidades del usuario, a la vez- si es el caso- que desplazan el dispositivo anterior.

Ruiz- Mercado (2013) citado por Pastor (2020) plantea que la adopción ecotecnológica es un proceso complejo y dinámico en el cual individuos y comunidades conocen, perciben, aceptan, adaptan, y hacen uso de las ecotecnologías, incorporándose a sus vidas para satisfacer necesidades. Durante este proceso se desarrollan interacciones a diferentes escalas, y retroalimentación de acuerdo con el contexto, tiempo y actores involucrados. Es un proceso que mantiene la cohesión entre estas tecnologías y el socio-ecosistema.

Álvarez y Tagle (2019) mencionan que la adopción social se refiere a la transferencia exitosa de la tecnología para lograr el uso cotidiano de las ecotecnias por parte de los beneficiarios, como

resultado de procesos participativos que incluyan información, capacitación, seguimiento y evaluación, perspectiva de género y educación ambiental.

Ruiz-Mercado, I., Maserá, O., Zamora, H., y Smith, K (2011) citado por Pastor (2020) indican que el proceso de adopción inicia cuando el usuario acepta la construcción o instalación del dispositivo, pero es con el uso a largo plazo que la decisión de adoptar el dispositivo se traduce en acción. El grado de adopción se determina por el periodo del tiempo, la variedad y la regularidad de uso. Los autores identifican tres etapas en el proceso de adopción:

1. Aprendizaje - adaptación
2. Estabilización - uso sostenido
3. Abandono de la tecnología

La obtención de los beneficios de una ecotecnología depende del uso sostenido que se le dé, entendiendo este concepto como el tiempo de uso y las formas variadas en las que la tecnología se usa, mientras que, la adopción es el periodo de tiempo en la que se adopta.

Considerando las definiciones de los autores anteriores, para este trabajo se plantea que la adopción es un proceso complejo y dinámico en el cual los individuos y/o comunidades conocen, perciben, aceptan, adaptan, usan (de forma adecuada y sostenida) y hacen parte de su vida para satisfacer sus necesidades; y esto es resultado de procesos participativos que incluyan información, capacitación, seguimiento, evaluación, perspectiva de género y educación. Durante este proceso se desarrollan interacciones a diferentes escalas de acuerdo con el contexto, tiempo y actores involucrados.

#### 1.4.1 Estrategia para la adopción de ecotecnologías

Para que se logre la adopción de la ecotecnología, Romero *et al.* (2015) propone la siguiente estrategia de adopción:

- Identificación de una necesidad social (familiar o comunitaria) básica, referente al agua. - Se refiere a la identificación de una necesidad desde la propia localidad. Cuando se lleva a cabo programas asistencialistas, se debe enfatizar en las Reglas de Operación un rubro “adecuación a contextos específicos” para evitar en la medida de lo posible la homogeneización de procesos tecnológicos o la introducción de paquetes tecnológicos

homogéneos. Asimismo, Tagle *et al.* (2017) indican que las reglas de operación son burocráticas y selectivas, carecen de diagnósticos y la participación de la ciudadanía, lo que puede derivar en un mal uso o abandono de las ecotecnias por parte de los beneficiarios.

- Diagnóstico de factibilidad tecnológica. - Debe incluir no sólo un análisis de las condiciones contextuales de la población, sino de las posibilidades tecnológicas que pueden ser utilizadas de acuerdo a dichas condiciones. Si hay una homogeneización de entrada estamos hablando de que hay un foco en la relación del tecnólogo y su tecnología y no en la relación tecnología-usuario.
- Elección de una tecnología o un sistema tecnológico. - Dicha elección no es tarea del tecnólogo o de los promotores de programas gubernamentales. Debería presentarse a la población antes de ser beneficiada un abanico de opciones que puedan ser funcionales de acuerdo con las condiciones ambientales, climáticas, sociales, económicas de una población específica y basándose en el estudio realizado de factibilidad.
- Participación en la construcción de las tecnologías con mano de obra de los beneficiarios. - Hay que considerar que este hecho trae aparejado un proceso cognitivo de cómo construir cierta tecnología y su lógica funcional. Esto tendrá consecuencias en algunos pasos siguientes, como en las actividades de mantenimiento y de funcionamiento óptimo de los sistemas tecnológicos. En los casos en los que los beneficiarios no construyan las tecnologías directamente se puede afirmar que este proceso cognitivo acerca del funcionamiento de las tecnologías se adquiere a partir de la capacitación y no de la construcción.
- Organización social. - La formación de comités para el mantenimiento de los sistemas tecnológicos no siempre es funcional, ya que, si los sistemas son comunitarios puede haber una instancia ya formada en la localidad que pueda hacerse cargo de ellos. Si los sistemas se construyen en viviendas, los comités no son funcionales porque es la familia quien verá el mantenimiento y uso de las tecnologías. Hay que resaltar que los comités o líderes comunitarios sirven de enlace entre las acciones del proyecto y los posibles beneficiarios.
- Capacitación de los beneficiarios. - El proceso cognitivo es de suma importancia en la adopción de tecnologías. El proceso de capacitación no es tan sólo un “evento de capacitación”, sino una capacitación continua, y durante un tiempo determinado, para ayudar a que los beneficiarios tengan más interacción con sus tecnologías. Debe hacerse énfasis en la calidad de la capacitación y en el tipo de materiales que se entregan a la

localidad, incluyendo carteles que puedan entenderse rápidamente, así como la lógica del uso de los sistemas.

- Acompañamiento continuo. - Es parte del proceso de capacitación, como si se tratara de una especie de “formación en servicio”, es imprescindible que existan manuales de construcción y de funcionamiento de cada tecnología y que éstos estén a la mano de los beneficiarios y contengan términos poco técnicos. Este punto también es parte de un proceso cognitivo. Las mejoras que las personas usuarias incorporan a sus tecnologías deben ser bien recibidas, ya que con esto puede hablarse de una adopción. El acompañamiento debe ser continuo, pero no permanente.
- Mantenimiento de los sistemas tecnológicos. - El mantenimiento es parte de la interactividad entre la tecnología y el usuario. Si no existe mantenimiento puede ser signo de que hay un desdén por la tecnología, que el proceso no se instrumentó de manera adecuada o que la capacitación fue insuficiente o no interiorizada totalmente.
- Evaluación de los sistemas tecnológicos. - Si en verdad se desea medir la adopción social de las tecnologías, debe existir un proceso de evaluación a corto, mediano y largo plazo. No basta con una evaluación a corto plazo, ya que se podría basar en un proceso de entrega-recepción de un sistema tecnológico, porque ello no apunta de ninguna manera al objetivo primordial de la adopción: la sustentabilidad. Las evaluaciones pueden ser externas, es decir, a través de promotores, agencias de desarrollo o tecnólogos que ayudaron en la implementación de los sistemas, pero también pueden incluirse evaluaciones sociales comunitarias, para que las familias puedan evaluar el proceso de sus tecnologías. La sustentabilidad de una tecnología es importante porque también nos permite conocer el uso de la tecnología (y su permanencia) por parte de nuevas generaciones de los pobladores o de las familias de la tecnología y su permanencia.

La mayoría de los elementos de la estrategia de adopción se consideran en el proceso de implementación de ecotecnologías que proponen Masera (2022), Padilla y Torregrosa (2002), Álvarez y Tagle (2018) y Hernández y Vargas (2017) como son el diagnóstico, la participación de las personas usuarias, la capacitación, el seguimiento y la evaluación. Cabe destacar que el mantenimiento de la tecnología se añade a esta estrategia de adopción como parte fundamental de la interacción y aprendizaje de las personas usuarias.

#### 1.4.2. Evaluación de la adopción de ecotecnologías

Respecto a la evaluación de adopción, hay dos contribuciones muy importantes, el “Marco multicriterio para la evaluación de adopción de ecotecnologías” (Fuentes *et al.*, 2018) y la “Metodología para el Monitoreo de Ecotecnologías” (Berrueta y Vázquez, 2021).

Fuentes *et al.* (2018) proponen que los siguientes pasos para el desarrollo de la evaluación de adopción:

1. Determinar el objetivo de la evaluación
2. Selección de indicadores
3. Medición y monitoreo de indicadores
4. Presentación e integración de resultados
5. Conclusiones y recomendaciones

Los cuales se describen a continuación:

1. Determinar el objetivo de la evaluación

En esta fase se definen el objeto y las características de la evaluación. Se establece cuál es la tecnología de referencia o sistema de uso diario y la tecnología alternativa.

2. Selección de Indicadores

Se determinan los indicadores para medir los criterios generales. Cada indicador debe proveer información de fácil verificación en campo, ya que es necesaria para entender si la ecotecnología es usada y si está alcanzando los impactos deseados.

Los indicadores que propone Fuentes *et al.* (2018) son:

- Satisfacción de necesidades. La ecotecnología debe cubrir una necesidad humana básica y cumplir con las expectativas de la persona usuaria para su beneficio.
- Uso sostenido. La ecotecnología debe utilizarse de manera continua y cumplir con las tareas para lo que fue diseñada. En este criterio se debe tomar en cuenta que el dispositivo podría no cubrir todas las prácticas o actividades que la persona usuaria requiera.
- Operación y mantenimiento. Implica que la persona usuaria realice actividades de mantenimiento para garantizar el correcto funcionamiento y no tenga alguna complicación o dificultad con la ecotecnología. Al respecto, Soares y Fonseca (2014) plantean que es primordial que la tecnología sea sencilla de utilizar, lo cual se asocia con la frecuencia y complicación, por lo que, será necesario que las personas realmente entiendan el

funcionamiento y que estén convencidos de que la nueva práctica les traerá beneficios concretos.

- Desplazamiento del dispositivo. Idealmente la ecotecnología debería sustituir y desplazar al dispositivo por completo; sin embargo, puede cumplirse de manera parcial, como es el caso de los Sistemas de Captación de Agua de Lluvia, pues estos sólo se utilizan durante la temporada de lluvias.

### 3. Medición y monitoreo de los indicadores

Consiste en establecer un proceso de medición y monitoreo de la ecotecnología. Este incluye el diseño de los métodos de recolección o medios de verificación de datos (ver Tabla 1). Fuentes *et al.* (2018) menciona que los criterios propuestos en esta metodología son transversales a todas las ecotecnologías. Sin embargo, los indicadores son específicos para cada tipo de tecnología y los medios de verificación estarán en función del tipo de datos a recolectar.

Tabla 1. Criterios de evaluación, indicadores y medios de verificación para la medición y monitoreo de las ecotecnologías.

<b>Criterios de evaluación</b>	<b>Indicador</b>	<b>Medio de verificación</b>
Satisfacción de necesidades	Tareas esenciales cubiertas con la ecotecnología	Número de tareas
	Beneficios adquiridos	Número y tipo de beneficios adquiridos
	Satisfacción del usuario	Nivel de satisfacción (índice cualitativo)
Operación y Mantenimiento	Facilidad de mantenimiento	Nivel de facilidad (índice cualitativo)
	Limpieza de componentes	Frecuencia de limpieza
	Reparación/reemplazo de componentes	Frecuencia de reparación, reemplazo
	Accesibilidad y costo	Costo de operación y mantenimiento Tiempo requerido
	Mejoramiento estético o de otro tipo	Tipo y Ocurrencia de mejoras
Uso sostenido	Frecuencia de uso	Número de veces que se usa/tiempo Producción de recursos/ desechos/tiempo
	Uso adecuado	Ocurrencia de actividades necesarias para un buen funcionamiento
Desplazamiento de la tecnología previa	Patrones de desplazamiento de la tecnología previa	Porcentaje de tareas cubiertas con la tecnología previa Porcentaje del recurso consumido (agua, leña, etc.) que se satisface con la tecnología previa.

### 4. Presentación e integración de resultados

Es el proceso de integración y sistematización de los resultados de la evaluación. Muestra las principales áreas de oportunidad para asegurar la adopción de las ecotecnologías y permite la visualización de sus ventajas comparativas o inconvenientes con respecto a la tecnología previa.

#### 5. Conclusiones y recomendaciones

Por último, se realiza una síntesis del análisis y se proponen sugerencias para mejorar el proceso de adopción de la ecotecnología y el proceso mismo de la evaluación.

Por otro lado, la “Metodología para el Monitoreo de Ecotecnologías (MEMOTEC)” de Berrueta y Vázquez (2021) es una herramienta que ayuda a mejorar el desarrollo de los proyectos de implementación de tecnologías, con el fin de hacer correcciones en su operación y mantenimiento; así como para hacer mejoras en el proceso de adopción, así como en el aprendizaje del uso de la tecnología y, por ende, los beneficios obtenidos.

Esta metodología se basa en 4 categorías analíticas de las ecotecnologías: Tecnología (T), Uso (U), Beneficios (B) y Adopción (A), su acrónimo es TUBA:

- La Tecnología, entendida como el dispositivo tecnológico y sus potencialidades funcionales,
- El Uso, asumido como la interacción de la persona usuaria con el dispositivo para la satisfacción de necesidades, que puede ir de un uso inicial a sostenido,
- Los Beneficios, relativos a aspectos económicos, ambientales y sociales inmediatos que resultan del proceso de implementación de la tecnología y que son percibidos por el usuario,
- La Adopción, entendida como el proceso de aceptación y adaptación encaminada a la apropiación social de los dispositivos tecnológicos.

Berrueta y Vázquez (2021) mencionan que es relevante evaluar no sólo a las tecnologías en sí mismas, sino la relación con las personas usuarias, pues ello influye sustancialmente en la manera en que las personas valoran la tecnología y las necesidades que les permite satisfacer. En este sentido, la utilidad que se asigna a los dispositivos tecnológicos está intrínsecamente relacionada a las costumbres y usos tradicionales de las poblaciones, acorde a las cuales se asignan percepciones positivas o negativas sobre las tecnologías. Asimismo, Soares y Fonseca (2014) enfatizan que las personas están acostumbradas a ciertas situaciones y usos del agua.

En caso de que se genere un nuevo hábito, esto implicaría nuevas actividades a realizar; sin embargo, la disposición del cambio está directamente relacionado con la convicción de que la nueva práctica traerá beneficios concretos.

Al respecto, Berrueta y Vázquez (2021) consideran que los aspectos socioculturales inciden en la implementación de la ecotecnología y también son clave para comprender los niveles de adopción de las tecnologías. Para ello, proponen los siguientes indicadores de adopción que se dividen en indicadores de adaptación, indicadores de vínculos sociales e indicadores de apropiación.

Los indicadores de adaptación remiten a actitudes y aprendizajes que permiten a las personas usuarias adecuarse a la nueva tecnología. De igual forma se logra identificar modificaciones en costumbres y/o tradiciones que permiten ajustarse a la tecnología y la forma en que estos impactan los modos de vida familiares y/o comunitarios. Entre estos se encuentran los siguientes indicadores:

- Aprendizaje suficiente. - El desarrollo de nuevas prácticas con el uso de la tecnología y actitudes de disposición a cambios.
- Prácticas tradicionales. - Prácticas asociadas a la tecnología por sí misma propicia en las prácticas tradicionales de uso cotidiano, así como cambios y/o modificaciones en prácticas culturales asociadas a su uso.

Los indicadores de vínculos sociales remiten a aspectos referente a transformaciones en las relaciones sociales de las personas usuarias, familias, grupos sociales y/o comunidades. Se consideran relevantes las relaciones de género en el uso de ciertas tecnologías y atender a los cambios en los roles de género que se suscitan entre las personas usuarias para realizar las tareas y actividades en los hogares. Entre estos se encuentran los siguientes indicadores:

- Interacción social. - Aspectos de las interacciones sociales, ya sea a nivel personal, familiar y/o vínculos intercomunitarios que se relacionan con el uso de la tecnología o del recurso utilizado.
- Condición de género. - Cambios por los roles sociales o por mejora en las actividades que se asigna a una persona usuaria de determinado género, cambios en las actividades que se realizan. Al respecto, Uribe (2014) plantea que las actividades relacionadas con las

ecotecnias están implícitamente relacionadas con las labores cotidianas. Por ejemplo, en las fases de construcción, mantenimiento o mejoras hay una participación de varones mientras que, en el caso de uso, funcionamiento y experimentación hay mayor participación de mujeres.

Los indicadores de apropiación se refieren a la aceptación social del dispositivo y la consecuente transformación en las relaciones sociales en correlación con la permanencia, reproducción y ampliación o escalamiento de la tecnología a nivel familiar, de grupo o comunidad. Entre estos se encuentran los siguientes indicadores:

- Aceptación social. - Validación y/o reconocimiento de la tecnología por el/la usuario/a y que propician la replicación.
- Accesibilidad a la tecnología. - Medios, canales y recursos disponibles que tienen las personas usuarias para acceder a la tecnología o a refacciones.

A partir de la revisión de literatura, existen diversos factores que benefician o perjudican la implementación y la adopción de acuerdo con el contexto donde se aplique la ecotecnología. En este sentido, Berrueta y Vázquez (2021) indican que la adopción constituye un proceso dinámico y multifactorial, es decir, no existe un factor único o lineal que restrinja la adopción.

## 1.5 Evaluación participativa de las políticas públicas

Como se mencionó en los otros capítulos, la participación es imprescindible para el proceso de implementación de las ecotecnologías y para la transición a la sostenibilidad (Vilches y Gil, 2015).

Ramírez (2018) argumenta que la participación de la ciudadanía en las políticas públicas propicia la apropiación de las ecotecnologías. Esto implica que es necesario la información, articulación y monitoreo constante entre las personas beneficiarias, oficinas de gobierno y los implementadores de la tecnología.

Geilfus (2002) propone la escalera de participación, la cual es un enfoque útil para comprender cómo las personas pueden avanzar desde una pasividad completa (beneficiario) hasta una acción más activa y autónoma (ser actor del autodesarrollo) (ver Figura 5).

Al respecto, los programas de gobierno donde no hay participación de la ciudadanía, las personas permanecen en el primer escalón “pasividad”, pues no tienen ninguna incidencia en las decisiones y la implementación de proyectos. Por lo tanto, los programas gubernamentales deben lograr la participación de las personas en la formulación, implementación y evaluación de proyectos ecotecnológicos, así como la autonomía en el uso y mantenimiento del SCALL.

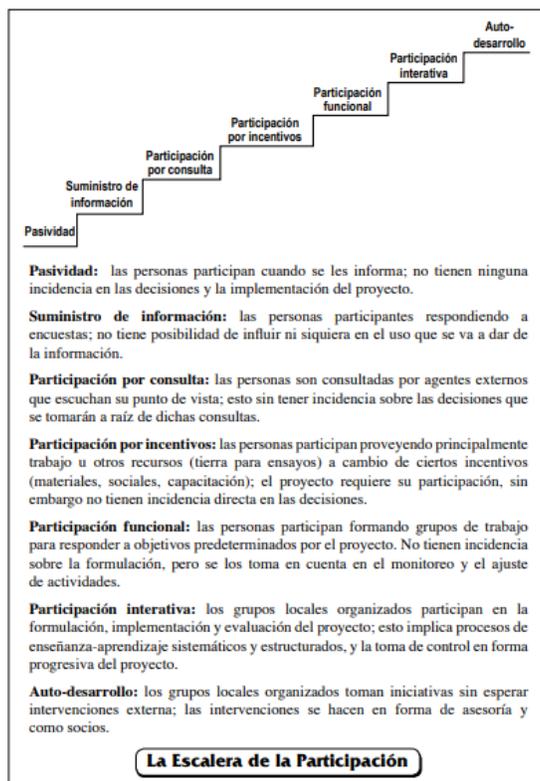


Figura 5. Escalera de participación

Fuente: Geilfus (2002)

En este sentido, la evaluación participativa tiene que ir más allá de una evaluación tradicional. La evaluación participativa puede ayudar a medir el desempeño de las instituciones públicas y si los programas satisfacen los requerimientos de la ciudadanía. Asimismo, se requiere asegurar que los sistemas de monitoreo sean capaces de lograr un equilibrio entre la información que requiere la ciudadanía y las personas funcionarias. Además, en la medida que la información sea relevante para las personas y gobierno, mejorará la calidad de vida en comunidad y se restablecerá la confianza entre la ciudadanía y el gobierno (Barría y Ramirez, 2016).

En términos generales, la evaluación participativa “es un proceso, delimitado en tiempo, desarrollado colaborativamente entre evaluadores, formuladores, implementadores, beneficiarios directos y otros actores interesados, a través del cual se intenta conocer los niveles de progreso,

producción, resultados o impactos de un determinado proyecto, programa o política pública” (Barría y Ramírez, 2016, p. 5).

Aubel (2000) menciona tres razones importantes para involucrar a los miembros de comunidad en actividades de evaluación:

- la perspectiva de los miembros se refleje en los hallazgos y recomendaciones de la evaluación;
- que los miembros puedan desarrollar en forma gradual responsabilidades y habilidades en esta área y;
- que las actividades de evaluación estimulen el aprendizaje y logren analizar sistemáticamente su experiencia en programas y desarrollen lecciones para el futuro.

De igual forma, Barría y Ramírez (2016) diseñan cuatro condiciones para la implementación de la evaluación participativa:

1. Informar, motivar y entrenar a los participantes, especialmente a los grupos interesados más débiles para formar parte en la evaluación, es decir, dar voz a los grupos que están generalmente excluidos del proceso de evaluación.
2. Habilitar a los grupos menos privilegiados para construir una visión común respecto de los valores que tienen acerca del proyecto o programa que será evaluado.
3. Asegurar que cada grupo participante de la evaluación sea capaz de expresar y defender sus puntos de vista, evitando que dominen las posiciones de aquellos que hacen más ruido o que hablan más fuerte.
4. Priorizar la evaluación participativa en el área que haga un mayor aporte, tomando en cuenta que este enfoque requiere tiempo y medios para su implementación.

Por último, la evaluación participativa sigue la tendencia de varias metodologías que incorporen en sus procesos la participación de diferentes grupos o actores interesados para mejorar la calidad del proceso y/o productos finales, así como involucrar aquellas personas con más desventajas sociales para lograr un mayor empoderamiento.

## II. Metodología de la investigación

### 2.1 Enfoque de la Investigación

Esta investigación tiene un enfoque interdisciplinario ya que, desde diferentes campos de estudio como la hidrología, las ecotecnologías, las políticas públicas y la pobreza urbana se abordó la complejidad socioambiental asociada con la relación agua y ciudad. De igual manera, tiene un enfoque transdisciplinario, al estudiar un programa social de atención a los barrios y colonias con deficiente abasto de agua.

En este sentido, el programa de “Cosecha de Lluvia”, busca solucionar un problema público de acceso y abastecimiento de agua a través de la instalación de Sistemas de Captación de Agua de Lluvia. Su implementación y adopción ecotecnológica puede derivar en interacciones y conflictos que deben abordarse en forma integrada entre la población y el gobierno para avanzar en soluciones más sustentables.

Del estudio de la hidrología se consideró el ciclo del agua de la Ciudad de México para analizar el contexto y los desafíos relacionados con el acceso y abastecimiento del agua.

De las ecotecnologías, se reconoce que el Sistema de Captación de Agua de Lluvia forma parte de éstas, las cuales buscan satisfacer necesidades básicas humanas, resolver desigualdades y tener una relación armónica con el ambiente. Al respecto, para comprender mejor el proceso de implementación se buscaron diversos enfoques de implementación y criterios de evaluación de adopción de las ecotecnologías. Asimismo, se consideró el proceso participativo y educativo en la implementación para garantizar su uso sostenible.

Por último, al considerar la pobreza urbana se está obteniendo una comprensión de las condiciones sociales y de las viviendas de las personas usuarias (deficiencia en servicios básicos y materiales precarios). La identificación de la exclusión social de estas zonas resalta la importancia de considerar a todos los grupos de la sociedad, incluyendo a las mujeres, los pueblos indígenas y a las personas con discapacidad, en el diseño, implementación y evaluación de los SCALL.

Al considerar los diferentes conocimientos, se está logrando una investigación más completa y una comprensión más amplia de sus alcances y consecuencias de la implementación de los SCALL.

## 2.2. Área de estudio

Para la selección de la zona de estudio se consideró lo propuesto por Salinas (2015), quien indica que cualquier estudio respecto a Sistemas de Captación de Agua de Lluvia, las personas usuarias deben haber adquirido y usado el SCALL por lo menos 2 temporadas de lluvia antes de hacer la investigación, con el fin de que las personas cuenten con experiencia y conocimiento suficiente sobre el uso, mantenimiento y beneficios del sistema. Asimismo, Murillo *et al.* (2019) enfatizan que la adopción tecnológica no se puede medir en periodos breves. Por tal motivo, la investigación se realizó en Iztapalapa y Xochimilco de la Ciudad de México por ser las primeras alcaldías en instalar los Sistemas de Captación de Agua de Lluvias en el año 2019.

De acuerdo con la Evaluación Interna del programa social Cosecha de Agua de Lluvia (2019) realizada por la SEDEMA, en ese año se instalaron 10,003<sup>7</sup> SCALL, de los cuales 5,830 en Iztapalapa y 4,170 en Xochimilco. Asimismo, se benefició a 177 colonias, de las cuales 111 colonias fueron en Iztapalapa y 66 en colonias, pueblos y barrios de la alcaldía Xochimilco.

Cabe mencionar que, para la realización de este estudio, no se abarcaron todas las colonias del programa, solo se seleccionaron 7, en función a los siguientes criterios:

1. Colonias con bajos porcentajes de agua entubada en su domicilio de acuerdo con la información de la Secretaría de Inclusión y Bienestar Social<sup>8</sup>;
2. Colonias con mayor número de SCALL instalados de acuerdo con la información de datos abiertos de la SEDEMA<sup>9</sup> y;
3. Debido a la situación de COVID, también se consideraron colonias cercanas al domicilio de la tesista y por personas conocidas que cuentan con SCALL en las colonias seleccionadas (Hernández *et al.*, 2014).

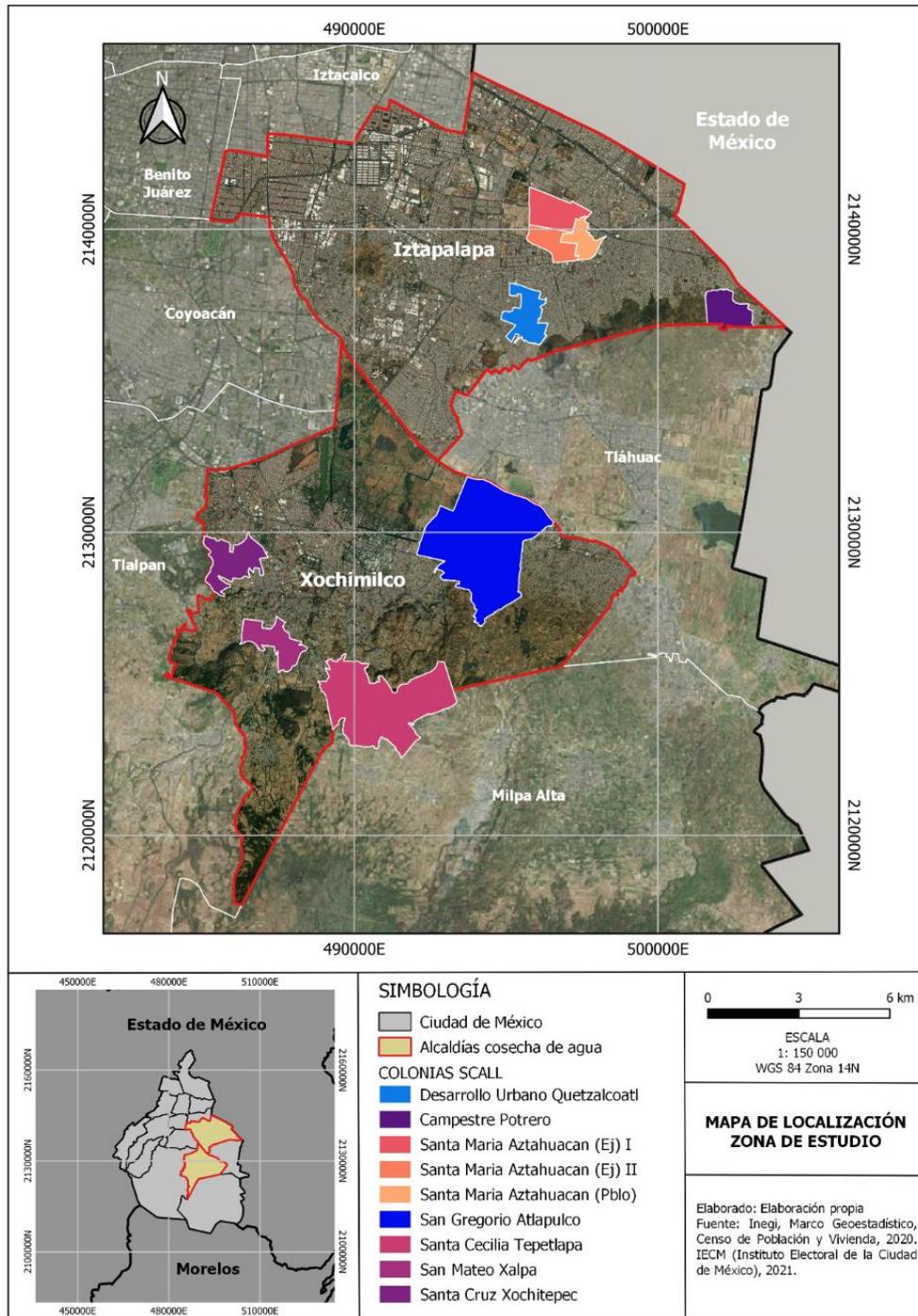
Con base a lo anterior, se seleccionaron en Iztapalapa las colonias: Campestre Potrero, Santa María Aztahuacan (Ejido I, II y Pueblo) y Desarrollo Urbano Quetzalcóatl en Iztapalapa. En Xochimilco las colonias: Santa Cecilia Tepetlapa, San Mateo Xalpa, San Gregorio Atlapulco y Santa Cruz Xochitepec (ver Mapa 1).

---

<sup>7</sup> En la evaluación interna del programa señala que 10,003 SCALL fueron instalados; sin embargo, en el padrón de beneficiarios indica que fueron 10,000 SCALL.

<sup>8</sup> Información de la Alcaldía Iztapalapa <http://www.sideso.cdmx.gob.mx/index.php?id=63> e información de la Alcaldía de Xochimilco <http://www.sideso.cdmx.gob.mx/index.php?id=70>

<sup>9</sup> Portal de Datos Abiertos de la SEDEMA <https://datos.cdmx.gob.mx/dataset/scall>



Mapa 1. Zona de estudio Alcaldías Iztapalapa y Xochimilco

### 2.2.1 Colonias seleccionadas en Iztapalapa

La Alcaldía Iztapalapa está conformada por 293 colonias (PPG, 2019) en las que habitan 1,835,486 ciudadanos (INEGI, 2020). De las 293 colonias sólo 78 cuentan con servicio de agua

las 24 horas, 68 cuentan con servicio de tandeo por días y 147 sólo por horas. Iztapalapa tiene acceso a un promedio de 120 litros diarios por habitante. Esto origina que la disponibilidad de agua por habitante de Iztapalapa sea la más baja de la Ciudad de México (PPG, 2019).

La mayor cobertura de agua potable se da en las colonias ubicadas en las zonas: Escuadrón 201, Sector Popular, Unidad Modelo, Héroes de Churubusco, Jardines de Churubusco, Mexicaltzingo, Pueblo de Culhuacán, Lomas Estrella y El Vergel, las cuales tienen un abastecimiento frecuente, pero con deficiencias en las Unidades Habitacionales, dichas colonias se encuentran ubicadas dentro del perímetro formado por las vialidades: Anillo Periférico, Calzada Ermita Iztapalapa, Eje 5 Oriente, Av. Canal de Tezontle, Av. Río Churubusco, Eje 6 Sur, Eje 2 Oriente, Av. Tláhuac y Canal de Garay. Esto representa que la población beneficiada sea del 60% respecto al total de la Alcaldía (PGDU, 2008).

El resto de las colonias están ubicadas en los Cerros Peñón, Estrella y Santa Catarina, Lomas de San Lorenzo, Paraje Zacatepec, San Sebastián Tecoloxtitla, que presentan carencias y deficiencias en todos los servicios referente al abastecimiento de agua; en esta zona la distribución es de una vez por semana y se realiza mediante la red, tandeo o a través de pipas. Las colonias que se encuentran en esta zona están delimitadas por las vialidades Calzada Ignacio Zaragoza, Autopista México-Puebla y el límite natural con la Sierra de Santa Catarina, donde se localizan colonias como San Miguel Teotongo, Ixtlahuacán, Lomas de la Estancia, Miravalle, San Pablo I y II, Potero y Palmitas, entre otras, cubriendo así el 25% del total de la población que demanda suministro de agua (PGDU, 2008).

Para esta investigación sólo se consideraron las colonias: Campestre Portero, Desarrollo Urbano Quetzalcóatl y Santa María Aztahuacan. En la siguiente Tabla 2 se muestra la población, viviendas con agua entubada y SCALL instalados de las colonias seleccionadas:

Tabla 2. Características de las colonias seleccionadas de Iztapalapa.

Colonia	Población <sup>10</sup>	Porcentaje de mujeres	Porcentaje de hombres	Número de viviendas	Viviendas con agua entubada	SCALL instalados <sup>11</sup>	Usuarías con SCALL <sup>12</sup>	Usuarios con SCALL
Campestre Potrero	5,030	49.82%	50.18%	1,020	55	265	223	68
Desarrollo Urbano Quetzalcóatl	64,312	51%	49%	13,540	7,764	334	236	100
Santa María Aztahuacán (Ejidos II)	8,569	51%	49%	1,872	1,055	163	144	59
Santa María Aztahuacán (Ejidos I)	22,901	51%	49%	5,100	2,898	27	29	18
Santa María Aztahuacán (Pueblo)	12,374	51%	49%	2,745	1,252	62	-	-

<sup>10</sup> Información de la Secretaría de Inclusión y Bienestar Social

<sup>11</sup> Información del Portal de Datos.

<sup>12</sup> Información del Padrón de Beneficiarios 2019.

Cabe destacar que la información del portal de datos abiertos 2019 no es congruente con el Padrón de Beneficiarios del Programa 2019, por lo tanto, al sumar los SCALL por personas usuarias, estas no coinciden con el total de SCALL instalados.

Cabe destacar que de acuerdo con información de datos abiertos de la Secretaría del Medio Ambiente la colonia de Santa María Aztahuacan se dividió en 3 secciones: Santa María Aztahuacan, Santa María Aztahuacan Ejidos y Santa María Aztahuacan Pueblo; sin embargo, al construir los mapas en QGIS con información del Instituto Electoral de la Ciudad de México (IECM), el IECM nombra la sección Santa María Aztahuacan (nombrada por la SEDEMA) como Santa María Aztahuacan Ejidos II y la Secretaría de Inclusión y Bienestar Social la nombra como Ampliación Santa María Aztahuacan.

### 2.2.2 Colonias seleccionadas en Xochimilco

La Alcaldía Xochimilco tiene una población de 442,178 habitantes (INEGI, 2020). Xochimilco tiene una cobertura del 95% de agua potable, que abarca prácticamente la mayoría del suelo urbano, de este el 90.2% se realiza a través de toma domiciliaria y 4.5% se abastece por medio de pipas que llevan a los asentamientos y colonias de los poblados rurales (PGDU, 2005).

Las zonas que no cuentan con la red de agua potable son abastecidas por medio de carros cisterna y se localizan principalmente en las partes altas de Santiago Tepalcatlalpan, San Lorenzo Atemoaya, San Andrés Ahuayucan, San Gregorio Atlapulco, San Luis Tlaxialtemalco, Santiago Tulyehualco, Santa Cecilia Tepetlapa, San Lucas Xochimanca y San Mateo Xalpa. Gran parte de dichos poblados presentan asentamientos que se encuentran en situación irregular y son altamente propensos a sufrir escasez del líquido (PGDU, 2005).

De las colonias anteriormente mencionadas, sólo se intervinieron: Santa Cecilia Tepetlapa, San Mateo Xalpa, San Gregorio Atlapulco y Santa Cruz Xochitepec. En la Tabla 3 se muestra la población, viviendas con agua entubada y SCALL instalados de las colonias seleccionadas:

Tabla 3. Características de las colonias seleccionadas de Xochimilco

<b>Colonia</b>	<b>Población<sup>13</sup></b>	<b>Porcentaje de mujeres</b>	<b>Porcentaje de hombres</b>	<b>Número de viviendas</b>	<b>Viviendas con agua entubada</b>	<b>SCALL instalados<sup>14</sup></b>	<b>Usuarías con un SCALL<sup>15</sup></b>	<b>Usuarios con un SCALL</b>
Santa Cecilia Tepetlapa	9,639	52%	48%	2,109	982	274	174	100
San Mateo Xalpa	13,925	37% <sup>16</sup>	36%	2,231	1,123	84	47	37
San Gregorio Atlapulco	19,265	52%	48%	4,037	1,679	316	187	129
Santa Cruz Xochitepec	9,880	52%	48%	2,224	1,555	216	142	74

<sup>13</sup> Información de la Secretaría de Inclusión y Bienestar Social.

<sup>14</sup> Información del Portal de Datos Abiertos.

<sup>15</sup> Información del Padrón de Beneficiarios del Programa 2019.

<sup>16</sup> Información de la Secretaría de Inclusión y Bienestar Social. Cabe destacar que los porcentajes de hombres y mujeres de la Colonia San Mateo Xalpa, se retomó tal cual de la información base de la Secretaría.

### 2.3. Atención a los objetivos de la investigación

Para lograr el objetivo general y los tres objetivos específicos, se dividió en dos vertientes: Investigación documental y campo.

Para la investigación documental se hizo una revisión de literatura de diversos ensayos, libros, tesis, artículos, así como la exploración de la información normativa y gubernamental alrededor de la implementación de la SCALL y la cosecha de lluvia en la Ciudad de México.

Para la investigación de campo se realizaron entrevistas semiestructuradas a la Unidad Técnica Operativa del 2019 y a las personas usuarias de los SCALL en 3 colonias de Iztapalapa y en 4 colonias de Xochimilco. Para la selección de estas colonias se consideró el bajo porcentaje de agua entubada en las viviendas; el número de SCALL instalados y; cercanía al domicilio de la autora debido a la contingencia del COVID-19.

Asimismo, se hicieron encuestas a las personas usuarias a través de Facebook para un mayor alcance. Por último, se acudió al sitio para observar y describir el contexto en donde se implementaron los SCALL (Piloña, 2016) (ver Figura 6).

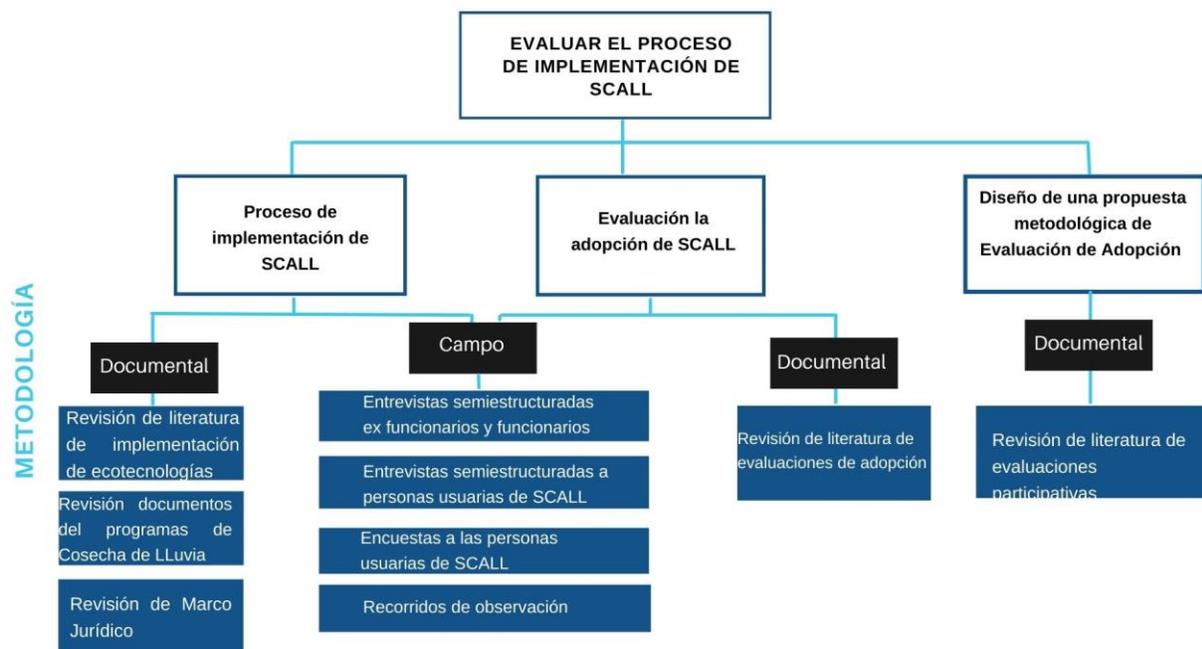


Figura 6. Diagrama de la metodología de investigación

Fuente: Elaboración propia

En los siguientes subcapítulos se explicará cada uno de los objetivos particulares para llegar al logro del objetivo general.

### 2.3.1. Proceso de implementación de los Sistemas de Captación de Agua de Lluvia

Para el logro del primer objetivo específico (ver Objetivos específicos), se realizó una revisión de literatura sobre ecotecnologías y la relación de éstas con los Sistemas de Captación de Agua de Lluvia; aunado a esto, se indagó sobre los distintos enfoques de implementación de ecotecnologías y su relación con la adopción.

A la par, se hizo una revisión documental de los programas y políticas de cosecha de agua de lluvia desarrollados del 2014 al 2021 en la Ciudad de México para conocer otras experiencias previas y sus procesos de implementación, así como el marco legal de cosecha de agua de lluvia en la Ciudad de México para conocer los lineamientos que marcan las leyes en la materia.

Asimismo, se inspeccionaron documentos gubernamentales del Programa de Cosecha de Agua de Lluvia como reglas de operación del 2019 y la evaluación interna del programa 2019 para identificar procesos, resultados y beneficios del programa.

Además, se revisó información estadística del programa y de las colonias que fueron beneficiarias del programa de Cosecha de Agua de Lluvia para conocer las condiciones sociales, económicas y ambientales de las personas usuarias del programa social.

En cuanto a la investigación de campo, se realizaron entrevistas semiestructuradas (ver Anexo 1) al personal de la Unidad Técnica Operativa sobre su participación en la implementación del programa de Cosecha de Agua de Lluvia 2019. Esta entrevista tiene como objetivo recuperar información no documentada en los instrumentos oficiales del programa de Cosecha de Lluvia.

Esta entrevista se dividió en dos módulos de implementación y adopción. En el primer apartado se buscó conocer el proceso de implementación que realizó la Unidad Técnica Operativa, los factores que dificultan la implementación del SCALL, así como las acciones de seguimiento que realizó la SEDEMA. En el segundo apartado se trató de conocer las acciones que realizó la SEDEMA para que las personas mantengan y usen el SCALL en el tiempo.

Para la elaboración de esta entrevista se tomó en cuenta el proceso de transferencia de ecotecnologías de Álvarez y Tagle (2018), quienes han tenido un acercamiento con los programas gubernamentales de ecotecnologías.

Debido a la pandemia de COVID-19, se realizaron 5 entrevistas a funcionarios (2 ex facilitadores y 3 facilitadores) del personal de la Unidad Técnica Operativa del programa de Cosecha de Lluvia a través de la plataforma de Google meet® de junio a octubre del 2021.

Para el análisis de resultados, se transcribieron las entrevistas con el dictador de Word. Posteriormente se subrayó la información más importante y esa información se vació a una base de datos en Excel para la interpretación de información.

### 2.3.2 Evaluación de adopción de Sistemas de Captación de Agua de Lluvia en viviendas de Iztapalapa y Xochimilco

Para lograr el segundo objetivo específico (ver Objetivos específicos), se hizo una exploración de literatura sobre adopción y metodologías de evaluación de adopción de ecotecnologías para definir la estrategia, los criterios e indicadores para evaluar la adopción de los Sistemas de Captación de Agua de Lluvia implementados en Iztapalapa y Xochimilco por la Secretaría del Medio Ambiente.

Para llevar a cabo la evaluación de adopción se consideró la metodología de “Marco multicriterio para evaluación de adopción de ecotecnologías” de Fuentes *et al.* (2018), que consistió en los siguientes pasos:

1. La ecotecnología que se evaluó fue el Sistema de Captación de Agua de Lluvia del Programa Cosecha de Lluvia (Ver Figura 7) implementado por la Secretaría del Medio Ambiente de la Ciudad de México, el cual está conformado de la siguiente manera (Manual de Cosecha de Agua de Lluvia SEDEMA, 2020):

- Superficie de Captación. - Es el área de techo o cubierta sobre la que cae y escurre el agua de lluvia que se desea aprovechar.
- Canalización y distribución. - A través de canaletas o tubos se conduce el agua de lluvia desde el área de captación hacia el almacenamiento.

- Separador de primeras lluvias. - Es un dispositivo que desvía los primeros minutos de cada diluvio para que esa agua no llegue al almacenamiento. Esto es fundamental debido a que las primeras lluvias que caen y escurren traen consigo partículas contaminantes.
- Filtros de hojas. - Es un filtro previo al almacenamiento para evitar que ingresen hojas, ramas u otros elementos que puedan provocar un bloqueo del flujo de agua.
- Almacenamiento del agua cosechada. - Este contenedor debe ser seguro para almacenar el agua y evitar la entrada de insectos u otros residuos orgánicos.
- Desinfección. - Este dispositivo contiene un clorador para situar pastillas de cloro.
- Bombeo. La bomba sirve para extraer el agua del almacenamiento, e introducirla a presión por uno o más filtros y así conducirla a un contenedor o a un tinaco en el techo.
- Filtración y tratamiento. - El propósito de los filtros es eliminar sedimentos finos, sustancias químicas disueltas en el agua, y otros elementos contaminantes que le den algún color, olor o sabor al agua.

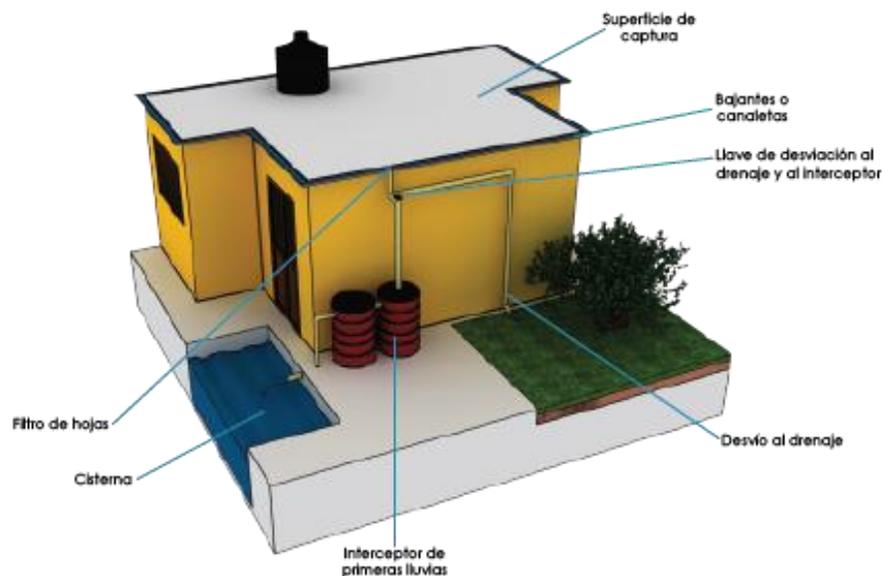


Figura 7. Componentes del Sistema de Captación de Agua de Lluvia

Fuente: Unidad de Ecotecnologías UNAM, 2022

2. Se consideraron los siguientes criterios para la adopción de los SCALL:

- Satisfacción de necesidades. - El Sistema de Captación de Agua de Lluvia debe cubrir una necesidad humana básica (acceso al agua potable) y cumplir con las expectativas de las personas usuarias para su beneficio.

- Uso sostenido. - El sistema de captación de agua de lluvia debe usarse a largo plazo durante las temporadas de lluvias.
  - Operación y mantenimiento. - Implica que las personas usuarias realicen actividades de mantenimiento para garantizar el buen funcionamiento y no se presente alguna complicación o dificultad con la ecotecnología.
  - Desplazamiento del dispositivo. - Los sistemas de captación de agua de lluvia son usados durante la temporada de lluvias, o bien las personas usuarias recurren a otro tipo de tecnologías para cubrir su demanda.
3. Con base en los criterios del punto 2 se proponen los siguientes indicadores, medios de verificación y métodos de recolección de información para la evaluación de los SCALL. De igual forma, se consideraron los indicadores de adopción de la “Metodología para el Monitoreo de Ecotecnologías” (Berrueta y Vázquez, 2021), los cuales se señalan en la Tabla 4.

Tabla 4. Propuesta de Indicadores para evaluar los Sistemas de Captación de Agua de Lluvia

<b>Criterio</b>	<b>Indicadores</b>	<b>Medio de verificación</b>	<b>Método de recolección</b>
Satisfacción de necesidades	-Tareas cubiertas del SCALL -Escala de satisfacción -Beneficios obtenidos por el sistema	-Número de tareas cubiertas -Escala de satisfacción del 1 al 5 - Ahorro dinero y tiempo por el uso del SCALL	Encuesta /Entrevistas
Uso sostenido (dependiendo del tiempo y condiciones climatológicas)	Utilidad del sistema de captación	-Meses que usan el SCALL -Potencial de captación de agua de lluvia	Entrevistas / Encuestas
Operación y mantenimiento	-Sistema limpio  -Reemplazo correcto y a tiempo de los filtros	-Frecuencia de la limpieza (techos, filtros y tanque de almacenamiento) -Cantidad de filtros y componentes cambiados*	Encuesta/Entrevistas

	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Mantenimiento adecuado</li> <li>-Estado general del SCALL</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Dificultad para encontrar los componentes*</li> <li>-Costos de los componentes</li> <li>-Facilidad del mantenimiento</li> <li>-Ponderación: buena, regular y mala</li> </ul>	
Desplazamiento del dispositivo	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Consumo del agua de la red o pipa</li> <li>-Cantidad de agua captada</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Diferencia de agua consumida de la red o pipa después de la instalación del SCALL</li> </ul>	Entrevistas
Aprendizaje suficiente	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Motivos que incentivaron y formas de aprendizaje que facilitaron la transición al uso de la tecnología.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Nivel de dificultad para aprender a usar el sistema</li> <li>-Número de personas usuarias que mostraron disposición de aprendizaje significativo en actividades para el uso de la nueva tecnología</li> </ul>	Entrevistas /Encuestas
Prácticas tradicionales	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Costumbres y tradiciones que han cambiado debido al uso de la nueva tecnología.</li> <li>-Valoraciones positivas y/o negativas de usuarios/as sobre el uso de la nueva tecnología</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Tradiciones en el uso de agua de lluvia</li> <li>-Número de modificaciones y/o adaptaciones del sistema</li> <li>-Costo de cambios y/o modificaciones por la tecnología</li> <li>-Ponderación buena, regular y mala sobre el sistema</li> </ul>	Entrevistas /Encuesta
Interacción social	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Percepción de usuarios/as sobre ajustes en la convivencia familiar / grupal / comunitaria, con</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Número de personas o grupos que interactúan con relación a la nueva tecnología</li> </ul>	Entrevistas /Encuestas

	<p>relación al uso de la tecnología</p> <p>-Dimensiones de la convivencia u organización social que han cambiado con relación al uso de la tecnología (positivas/negativas)</p>		
Condición de género	<p>-Percepción de cambios en los roles socioculturales y/o condiciones para realizar tareas con el uso de la tecnología.</p>	<p>-Número de personas que habitan en el hogar.</p> <p>-Cantidad de hombres o mujeres que toman la decisión de instalación</p> <p>-Número de actividades que realizan las mujeres y/o hombres alrededor del sistema</p> <p>-Cantidad de aspectos en que se manifiestan beneficios directos o indirectos con el uso de la tecnología (tiempo invertido, relaciones, salud)</p>	Entrevistas /Encuestas
Aceptación social	<p>-Motivos de aprobación de la tecnología por las personas usuarias.</p>	<p>-Número de personas que aprueban el sistema</p>	Entrevistas /Encuestas
Accesibilidad a la tecnología	<p>-Percepción de los usuarios/as sobre la facilidad de medios que tienen para acceder a la tecnología</p>	<p>-Número de usuarios/as que acceden a la tecnología</p> <p>-Número de medios, canales y recursos disponibles que tienen las personas usuarias para acceder a la tecnología.</p>	Entrevistas /Encuestas

Fuente: Fuentes et al. (2018)

4.- Para la recolección de información se hicieron entrevistas semiestructuradas y encuestas a las personas usuarias (Fuentes *et al.* 2018). Asimismo, se realizaron recorridos de observación (Peralta, 2009) en las colonias seleccionadas (ver 2.2. Área de estudio) para conocer el contexto donde se implementaron los SCALL.

La entrevista semiestructurada (ver Anexo 2) tuvo como objetivo conocer la percepción de las personas usuarias en el proceso de implementación y adopción de los Sistemas de Captación de Agua de Lluvia. Por esta razón, la entrevista se diseñó en dos apartados; el primero consistió en la experiencia y opinión de las personas usuarias en el proceso de implementación de la ecotecnia; el segundo apartado se profundizó en el uso, mantenimiento, aprendizajes, condiciones de género e interacciones familiares y vecinales.

Las entrevistas se realizaron de mayo a noviembre del 2021. Éstas se efectuaron directamente en las colonias seleccionadas (ver 2.2. Área de estudio). Para seleccionar la vivienda a entrevistar, se verificó que en la entrada del domicilio tuviera una calcomanía del Dios Tláloc (ver Imagen 1), las cuales fueron colocadas por la SEDEMA para identificar las viviendas beneficiarias.



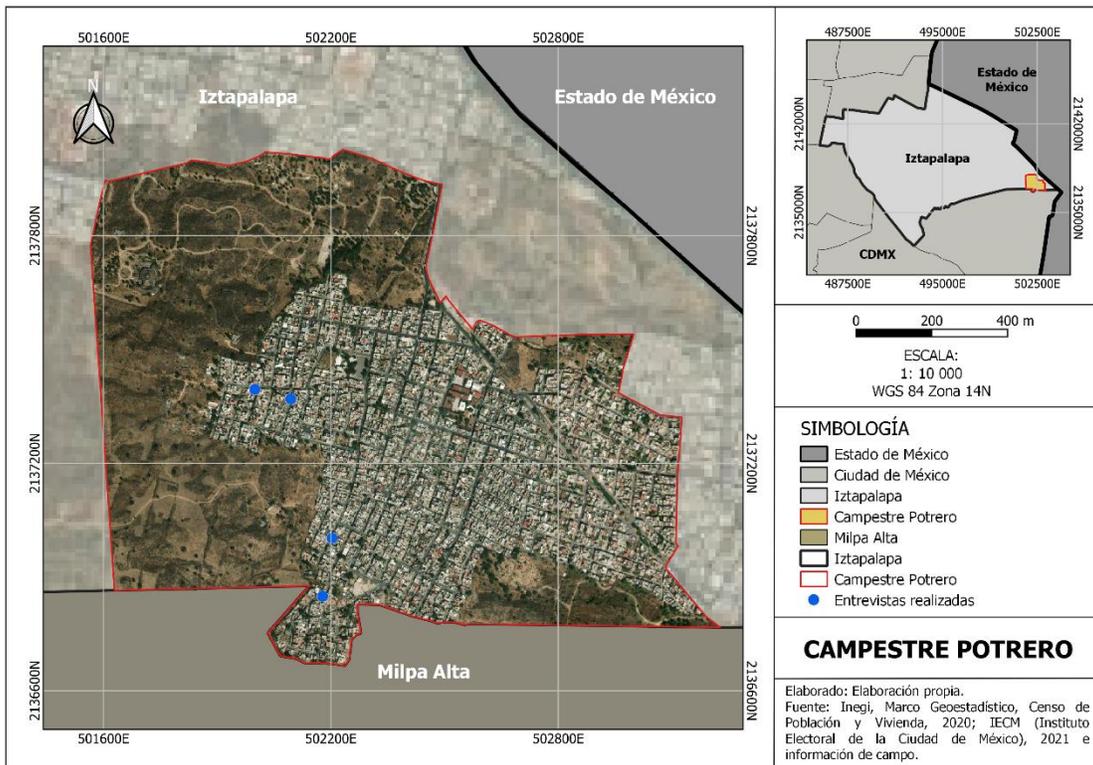
Imagen 1. Calcomanía del Dios Tláloc pegada en la puerta de la vivienda beneficiada con SCALL

Fuente: Propia

En los siguientes mapas se muestran las colonias visitadas y el número de entrevistas realizadas. En la Alcaldía Iztapalapa se visitaron las colonias: Campestre Potrero (ver Mapa 2), Desarrollo

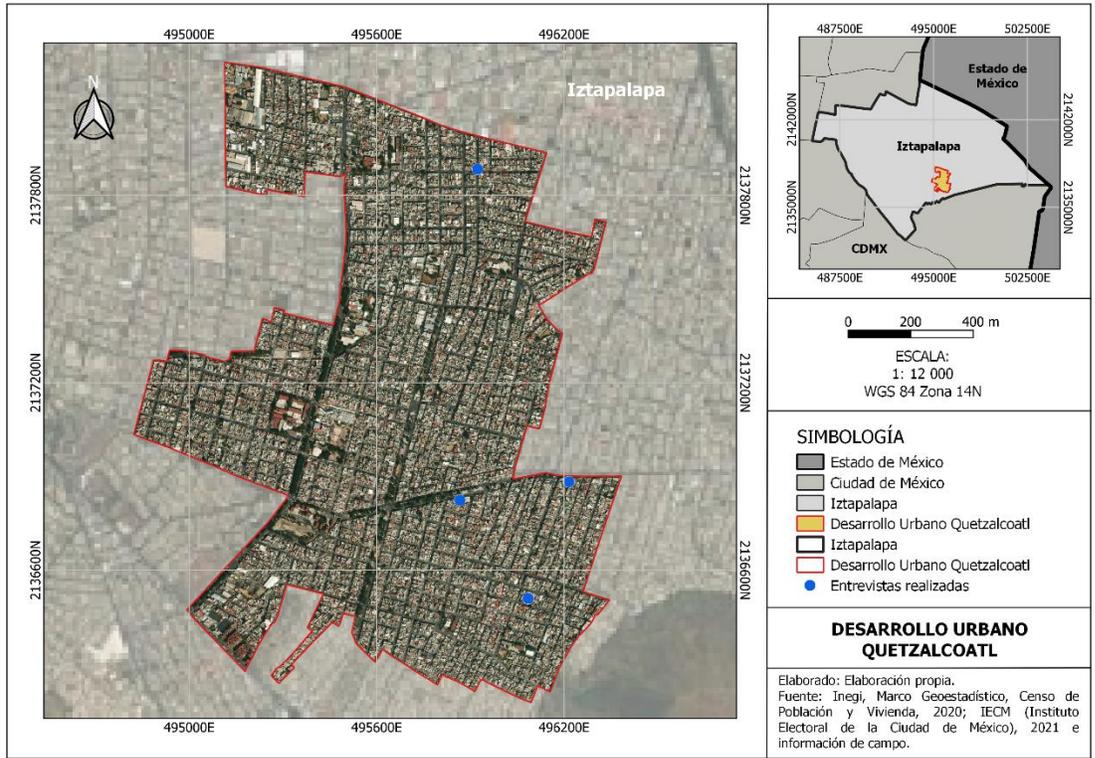
Urbano Quetzalcóatl (ver Mapa 3), en Santa María Aztahuacan<sup>17</sup> (ver Mapa 4). En Xochimilco se visitaron: Santa Cecilia Tepetlapa (ver Mapa 5), San Mateo Xalpa (ver Mapa 6), San Gregorio Atlapulco (ver Mapa 7) y Santa Cruz Xochitepec (ver Mapa 8).

En los mapas se observa que el hacinamiento está más marcado en las colonias de la alcaldía Iztapalapa que en colonias de Xochimilco. Asimismo, en colonias de Xochimilco se mira una parte del suelo de conservación donde se encuentran las zonas de recarga del acuífero de la ciudad.

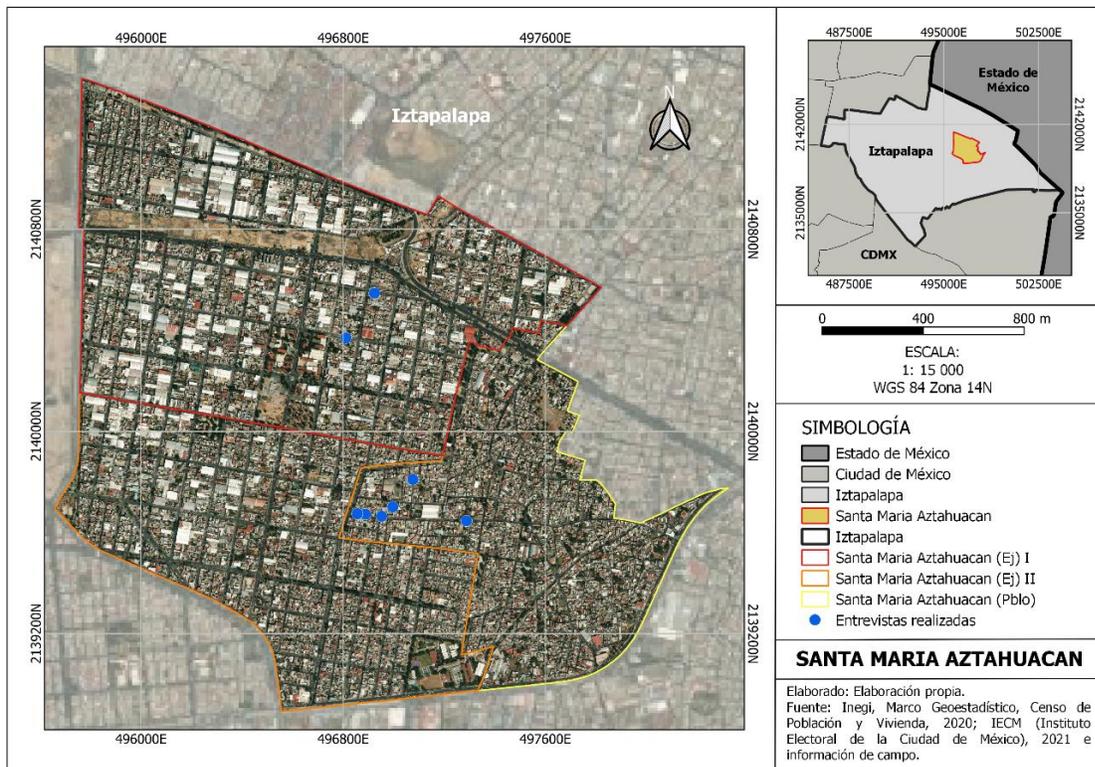


Mapa 2. Colonia Campestre Potrero, 4 entrevistas

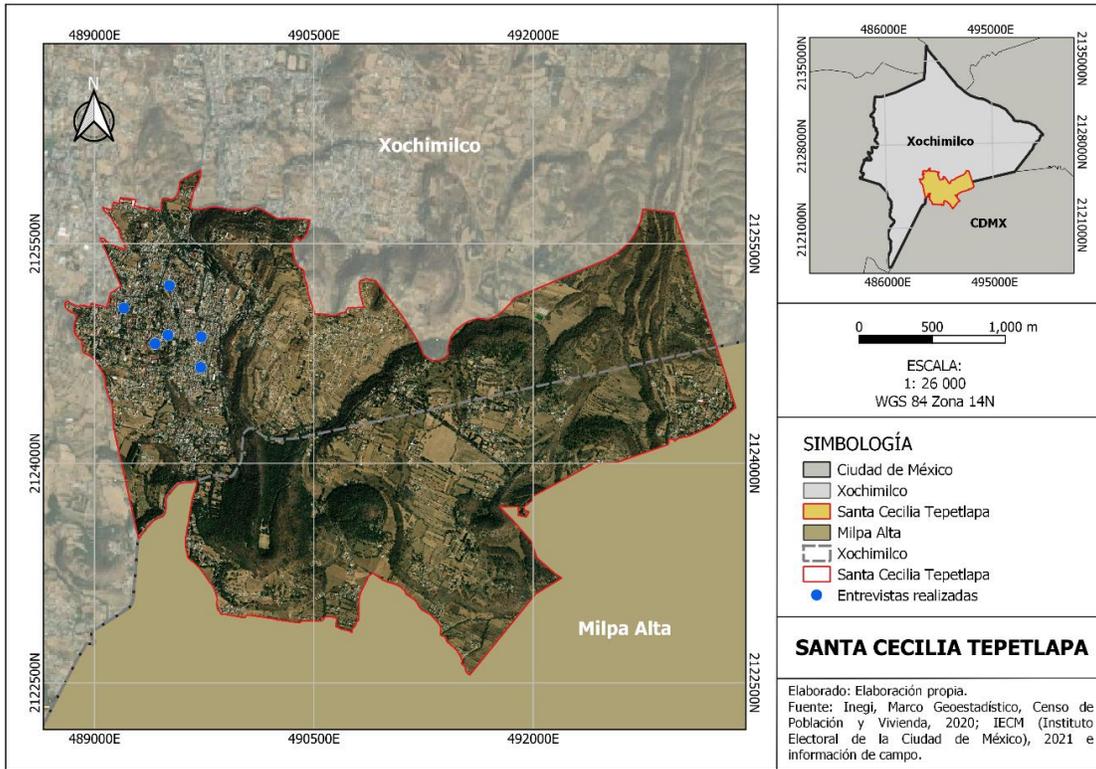
<sup>17</sup> Para hacer los mapas se consideró las secciones de Santa María Aztahuacan Ejido I, Ejido II y Pueblo del Instituto Electoral de la Ciudad de México; sin embargo; cuando se entrevistó a las personas, ellas refirieron vivir en Santa María Aztahuacan y no en Pueblo de Santa María Aztahuacan o Ejidos de Santa María Aztahuacan, debido a esto se utilizó ese nombre aun cuando en los mapas de QGIS marquen que viven en Pueblo de Santa María Aztahuacan.



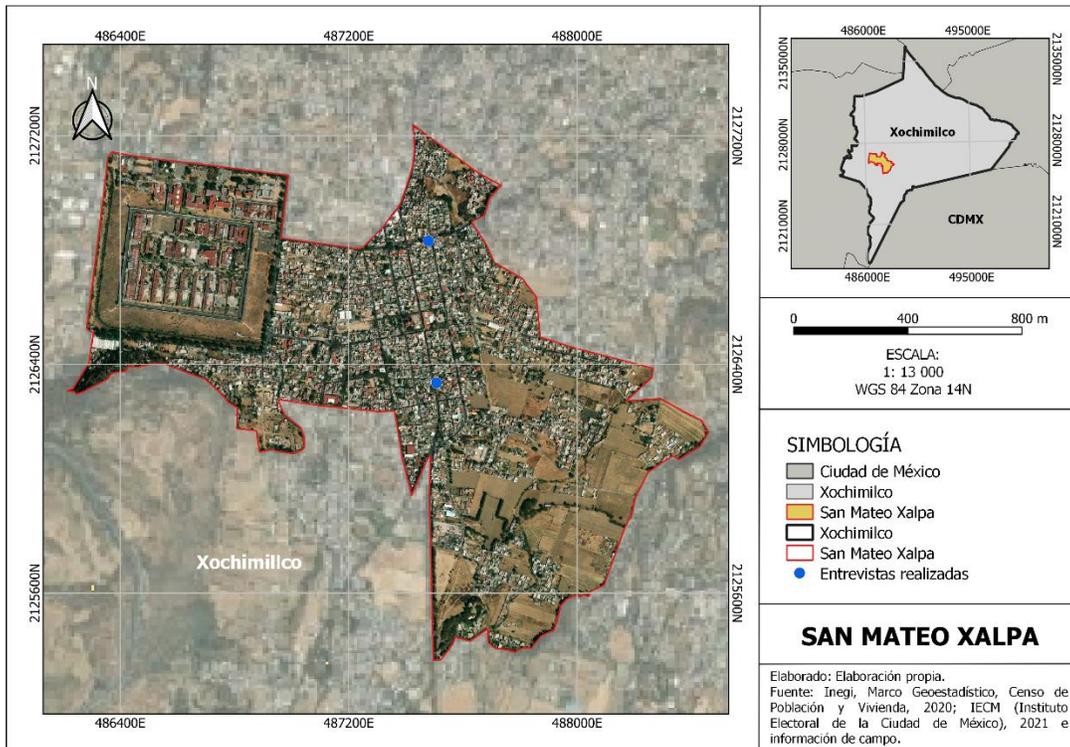
Mapa 3. Colonia Desarrollo Urbano Quetzalcóatl, 4 entrevistas



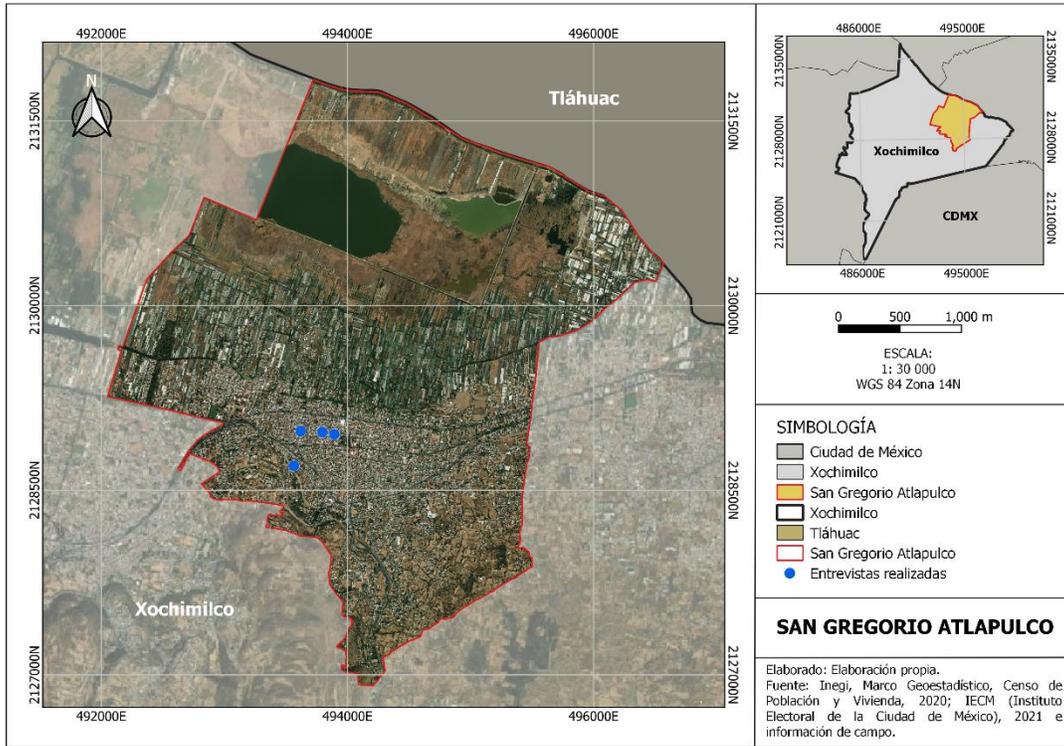
Mapa 4. Colonia Santa María Aztahuacan, 8 entrevistas



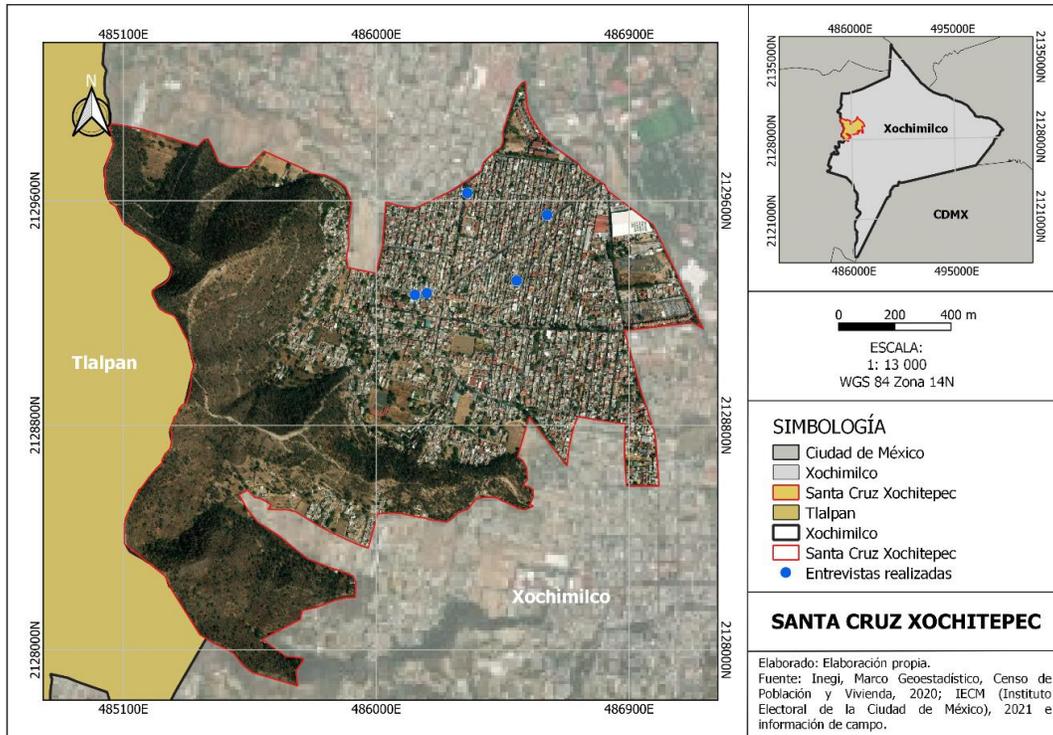
Mapa 5. Colonia Santa Cecilia Tepetlapa, 6 entrevistas



Mapa 6. Colonia San Mateo Xalpa, 2 entrevistas



Mapa 7. Colonia San Gregorio Atlapulco, 4 entrevistas



Mapa 8. Colonia Santa Cruz Xochitepec, 5 entrevistas

Para el análisis de la información de las entrevistas, se transcribieron las entrevistas mediante el dictador de Word. Posteriormente se vaciaron las frases más representativas a un Excel para después comparar las diversas respuestas de las personas.

La encuesta a personas usuarias de los SCALL con base en los siguientes estudios: el “Diseño de Estudio: Adopción e impactos de los Sistemas de Captación de Agua de Lluvia” (Arroyo *et al.*, 2015), del cual se retomó preguntas sobre adopción y los beneficios derivado del uso del SCALL; el estudio de “Transferencia y adopción de biodigestores: el caso de las comunidades de la Sierra Pénjamo, Guanajuato” (Uribe, 2014), se consideraron algunas preguntas de género; el “Marco multicriterio para la evaluación de adopción de ecotecnologías” (Fuentes *et al.* 2018) se retomaron los criterios de adopción y la “Metodología para el Monitoreo de Ecotecnologías” (Berrueta y Vázquez, 2021), se retomaron los indicadores de adopción.

Esta encuesta se diseñó mediante un formulario en Google<sup>18</sup>, consistió en dos apartados; el primero fue sobre la experiencia y opinión de las personas usuarias en el proceso de implementación que realizó la Secretaría del Medio Ambiente; el segundo hizo referencia al uso, mantenimiento, aprendizajes y vínculos sociales del sistema de captación de agua de lluvia.

Debido a la contingencia por COVID-19, el formulario se difundió por Facebook® a través de las páginas y grupos de las colonias seleccionadas: San Mateo Xalpa, San Gregorio Atlapulco, Santa Cruz Xochitepec, Desarrollo Urbano Quetzalcóatl y Santa María Aztahuacan, con el fin de tener un mayor alcance y entendimiento del problema de adopción de los Sistemas de Captación de Agua de Lluvia. Asimismo, se compartió dicha encuesta con personas conocidas que viven en dichas colonias y a su vez ellas a otras personas.

A pesar de la iniciativa, sólo se recibió apoyo de los administradores de Santa Cruz Xochitepec y Desarrollo Urbano Quetzalcóatl. Cabe mencionar que el administrador de Santa Cruz Xochitepec difundió la encuesta por Twitter; lo que se infiere que la encuesta pudo tener alcance en otras colonias y por eso contestaron la encuesta (Ver Figura 8).

---

<sup>18</sup> Se hizo la encuesta en Google forms <https://bit.ly/3K8DosH>



Figura 8. Respuesta de los administradores de las colonias de Facebook

Para el análisis de resultados de la encuesta, se realizó un análisis estadístico descriptivo, además de emplear gráficas y tablas para visualizar los resultados.

Por último, a la par de las entrevistas, se hicieron recorridos de observación en las 7 colonias seleccionadas (ver 2.2. Área de estudio) de mayo a noviembre de 2021, para conocer el contexto donde fueron implementados los SCALL. En estos recorridos se observó y se tomaron fotografías de las características de las calles y viviendas. Asimismo, se hicieron preguntas a las y los colonos sobre: las fuentes de abastecimiento de agua, formas de almacenamiento de agua, su conocimiento sobre la cosecha de lluvia, si conocían el programa de cosecha de lluvia, a fin de tener un panorama general de la situación de la colonia.

Asimismo, se hicieron observaciones y se tomaron fotografías a las viviendas de las personas usuarias donde se instalaron los sistemas para conocer las condiciones en las que se encontraban los SCALL.

Todas las descripciones y características de las colonias, viviendas y SCALL se registraron por medio de un diario de campo (Martínez, 2007) para sistematizar la información de una manera amena para el proceso de análisis.

Este diario de campo consistió en dividir la hoja en dos partes; la primera parte fue colocar los comentarios de las personas y en una segunda parte poner las emociones, impresiones y situaciones que habían pasado durante el día. Asimismo, se colocó la fecha, alcaldía, colonia y calles por donde se pasaba.

### 2.3.3 Diseño de una propuesta metodológica de evaluación participativa de adopción de Sistemas de Captación de Agua de Lluvia.

Para lograr el tercer objetivo específico (ver Objetivos específicos) se hizo una reflexión de los resultados de la transferencia de tecnología de los SCALL que ejecutó la Secretaría del Medio Ambiente, así como de los recorridos, las entrevistas y las encuestas de adopción de los SCALL.

A partir de ello, se hizo una revisión de literatura sobre la evaluación participativa y metodologías de evaluaciones participativas en políticas públicas. De esta revisión, se consideraron las herramientas de monitoreo y evaluación participativo del libro “80 Herramientas para el Desarrollo Participativo” de Geilfus (2002). Asimismo, se consideraron los criterios e indicadores del “Marco multicriterio para la evaluación de adopción de ecotecnologías” de Fuentes *et al.* (2018) y la “Metodología para el Monitoreo de Ecotecnologías” de Berrueta y Vázquez (2021).

De la integración de estos autores, derivó en una propuesta de monitoreo y evaluación participativa de adopción de SCALL. Esta propuesta pretende recabar información significativa para las personas usuarias, así como lograr un equilibrio entre la información que requieren las y los servidores públicos. Esta propuesta es sólo una pequeña contribución al fortalecimiento institucional para mejorar la calidad del proceso de implementación y la adopción de los SCALL.

### III. Contexto sociocultural de la cosecha de agua de lluvia en la Ciudad de México

En este apartado se plantea la historia de la gestión del agua en la ciudad y la importancia del agua de lluvia para esta gestión. También se abordan las características de habitabilidad de las viviendas de la Ciudad de México y cómo éstas pueden afectar la instalación de los SCALL. Por último, se expone la cosecha de lluvia como una práctica de desigualdad social y la importancia de reconocer su valor sociocultural.

#### 3.1 La importancia del agua de lluvia en la Ciudad de México

La Gran Tenochtitlán, hoy la Ciudad de México estaba asentada en una cuenca endorreica<sup>19</sup>. Sin embargo, con la llegada de los españoles se transformó la visión sociocultural y ambiental de la Cuenca de México, con ello se perdió la relación armoniosa sociedad- naturaleza.

Tenochtitlán fue fundada en 1325, sobre un pequeño islote rodeado por 5 o 6<sup>20</sup> lagos someros, que elevaban su nivel en época de lluvias e inundando las porciones de tierra seca sin conexión con tierra firme (Castro y Labiaga, 2019). Debido a las condiciones geográficas, los pobladores desarrollaron múltiples conocimientos lacustres lo que los llevó a generar estrategias novedosas para ganar terreno habitable y agrícola a través de las chinampas (Hernández, 2021). Para los mexicas fue esencial el entendimiento de las condiciones físicas y geográficas de la cuenca para subsistir (Castro y Labiaga, 2019).

Hernández (2020) menciona que Tenochtitlán logró una estabilidad, debido al uso adecuado de los diversos elementos ambientales, primordialmente el agua, mediante cuatro tipos de organización hidráulica: la primera consistió en sistemas de irrigación pequeños que captaba el agua desde el pie de las montañas más altas, usando con frecuencia “cajas” para regular el flujo enviado por los canales y en algunas ocasiones elevaban el nivel de agua para regar la mayor cantidad de tierra posible; la segunda organización fueron sistemas de irrigación mayores, donde utilizaban los ríos permanentes y semipermanentes de la cuenca, mediante presas, grandes canales de desviación y redes muy extensas. Finalmente, la tercera y cuarta organización se

---

<sup>19</sup> Cuenca endorreica, es decir, afluencia de las aguas de un territorio hacia el interior de éste, sin desagüe al mar.

<sup>20</sup> Texcoco, Chalco, Zumpango, Xochimilco, Xaltocán y San Cristóbal. Fundación UNAM. La UNAM te explica: La historia hidrológica de la Cuenca de México. Recuperado de: <https://www.fundacionunam.org.mx/ecopuma/la-unam-te-explica-la-historia-hidrologica-de-la-cuenca-de-mexico/>

relaciona con los sistemas hidráulicos pertenecientes propiamente a la zona lacustre: calzadas-dique y albarradones los cuales contribuyeron al buen funcionamiento de la agricultura; defensa contra inundaciones; construcción de drenajes; suelos artificiales para la agricultura y poblamiento; la conducción de agua dulce por medio de canales, acequias y acueductos; así como la formación de lagunas y pantanos artificiales.

Luego de la caída de Tenochtitlán, en 1521, los sistemas de canales, calzadas, diques, albarradas, acueductos, drenajes y chinampas fueron destruidos. Perló y González (2005) mencionan que la expulsión del agua fue una estrategia de apropiación de territorio por parte de los colonizadores españoles, quienes por su visión occidental no sabían coexistir con el agua. Asimismo, no sólo expulsaron el agua, también dividieron territorialmente a la población, desplazaron a los indígenas (quienes tenían conocimiento de la dinámica de los ecosistemas y cuyas actividades estaban adaptadas a ellos) hacia las periferias de la capital y los españoles se concentraron en el centro de la ciudad (ellos venían con nuevos sistemas de producción ganadera y utilización excesiva de madera para la construcción de habitaciones e iglesias). Con ello, se transformó lo más profundo de la organización urbana, cultural, ambiental e ideológica de la Cuenca de México (Hernández, 2020).

Era evidente que el asentamiento español quedaría extremadamente expuesto a las inclemencias del tiempo, luego de haber quebrantado el delicado equilibrio hidráulico y que los mexicas no compartieran su estilo de vida lacustre (Hernández, 2020).

Después de 500 años, nuestra relación y conexión con el agua no ha cambiado. Perló y González (2005) destacan que siempre hemos combatido la furia del agua expulsándola de la cuenca y hemos tenido que resolver nuestra urgente necesidad buscándola más allá de los límites de la cuenca. Testimonio de ello, son las grandes infraestructuras hidráulicas que se han construido a lo largo de estos siglos para desaguar el agua de la cuenca y no se inunde la ciudad; y del mismo modo, abastecer de agua a la población que vive en la ciudad desde otras fuentes externas.

La primera construcción para desaguar el agua fue el túnel de Huehuetoca en 1607, que marcó el inicio de deshidratación de los cuerpos de agua de la cuenca. A pesar de la infraestructura construida, en 1629 se registró la peor inundación de la ciudad, durando alrededor de 4 años y perdiendo la vida de 30 mil personas, posteriormente a este evento se convirtió el túnel de

desagüe en un corte a cielo abierto para aumentar la capacidad de transporte y desalojo del agua de la cuenca, esta obra fue el Tajo de Nochistongo (Hernández, 2020).

El recién gran proyecto para drenar el agua de la ciudad es el Túnel Emisor Oriente<sup>21</sup> que inició su construcción en el 2009 y comenzó a operar en su totalidad en 2020 con el objetivo, por un lado, de evitar una inundación si llegará a colapsar el gran canal del desagüe, y por otro, dar mayor flexibilidad a la operación del sistema de drenaje del Valle de México.

Los esfuerzos para drenar y así evitar que la Ciudad de México se inunde han sido insuficientes. De acuerdo con el periódico La Jornada en junio del 2021 las alcaldías Iztapalapa, Xochimilco y Tlalpan sufrieron inundaciones, provocando afectaciones en las viviendas e infraestructura de la ciudad. Y no sólo las alcaldías están sufriendo estragos por los desbordes, también otros estados colindantes. Como ejemplo, el pasado el 6 de septiembre del 2021, el municipio de Tula, Hidalgo (a quien la Ciudad de México le envía su agua residual) sufrió una de las inundaciones más trágicas de la historia; murieron 15 personas y afectó a más de 31,000 viviendas, lo que hizo evidente el gran problema de vulnerabilidad hidráulica (Chahim, 2021).

Es irónico que mientras la ciudad se inunde, el abastecimiento de agua a la población sea insuficiente. Una de las primeras obras para el abasto de agua fue el acueducto mexicana-acueducto de Chapultepec (1466), destinado a aprovechar los manantiales de Chapultepec y que se destruyeron con la llegada de los españoles. Posteriormente en 1846, se empezaron a explotar pozos someros; y para finales del siglo XIX la ciudad incursionó en nuevas fuentes de abastecimiento lejanas como el Desierto de los Leones. En 1908 se empezó a consumir el agua que llegaba de Xochimilco (Castán, 2018). Después de esto, en la década de los sesenta se construyó el trasvase de agua del Sistema Lerma y luego en los ochenta el Sistema Cutzamala, ante la sobreexplotación del acuífero. Este último sistema consiste en conectar siete presas- que se encuentran en la parte alta del río Balsas- a través de canales y tuberías y derivarlas hacia una planta potabilizadora (Los Berros) por la cual se trasvasa hacia la cuenca de México, es decir, se importa agua desde los estados de Michoacán y Estado de México para abastecer a la Ciudad de México, a más de 100 km de distancia y posteriormente bombeada a 1000 metros de altura. Esta transportación y bombeo implica un gasto energético altísimo, además de otros problemas sociales y ambientales (Castro *et al.*, 2017).

---

<sup>21</sup> <http://www.ii.unam.mx/es-mx/Investigacion/Proyecto/Paginas/TunelEmisorOriente.aspx>

Desde entonces, la Ciudad de México depende del Sistema Lerma-Cutzamala; sin embargo, no es la fuente principal de agua de la Ciudad de México. Según, Flores *et. al* (2009) la primera fuente son los cuerpos de agua subterránea, que representan el 70% del abastecimiento. Según el Registro Público de Derechos de Agua (REPGA) en el 2020 el volumen de extracción de agua subterráneas del acuífero Zona Metropolitana de la Ciudad de México (0901) fue de aproximadamente 1,020 hm<sup>3</sup>/año, lo cual rebasa el volumen que proporciona la recarga natural e inducida que es de 512.8 hm<sup>3</sup>/año. Asimismo, Morales y Rodríguez (2009) señalan que en el 2004 la extracción de agua subterránea fue de 1,702 hm<sup>3</sup>/año y la recarga natural fue de 751 hm<sup>3</sup>/año. Estos datos demuestran que los cuerpos de agua subterránea de la cuenca están sobreexplotados y es la razón por la que los acuíferos hayan disminuido su nivel de recarga a medida que continúa la extracción anual en los volúmenes antes señalados y a mayor profundidad cada año. Además, la extracción de agua potable del subsuelo ha provocado una relación existente con el incremento de los hundimientos diferenciales y la aparición de grietas en varios puntos de la ciudad.

La transformación del sistema hidrológico de la Cuenca de México ha provocado afectaciones del ciclo hidrológico (o ciclo del agua) natural de la Cuenca. En la medida que la urbanización voraz expresada como edificaciones, cemento y asfalto no permite que el agua pluvial se infiltre en el subsuelo.

Gleason (2020) señala que “cuando un territorio ha sido cubierto entre un 70% a 100% de su superficie, el escurrimiento superficial crece cinco veces, disminuyendo a la vez la infiltración somera y sobre todo la infiltración profunda, provocando inundaciones y sequedad de los acuíferos” (p. 40). Esta situación resulta paradójica, ya que mientras los acuíferos se secan y generan estrés hídrico, por otro lado, hay un exceso de agua pluvial debido al taponamiento del suelo y a la insuficiencia del sistema de drenaje (ver Figura 9).

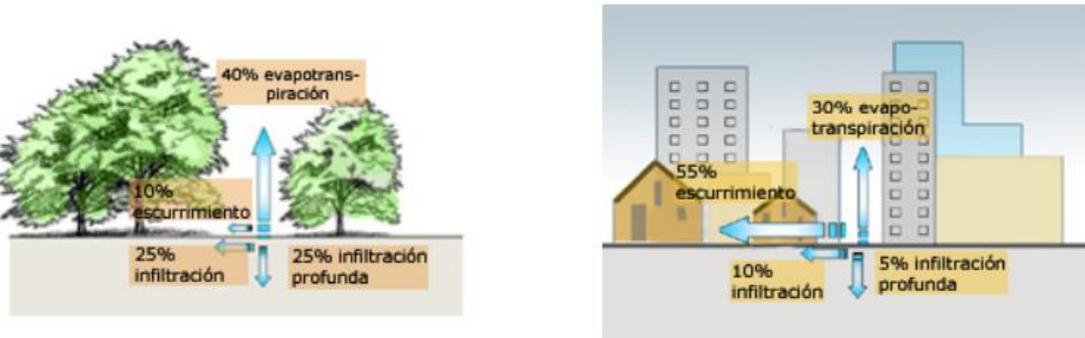


Figura 9. Componentes del ciclo del agua antes y después de la urbanización

Fuente: Gleason, 2020

SEDEMA (2017) menciona que en la Cuenca de México se infiltraban aproximadamente  $81 \text{ m}^3/\text{s}$ , actualmente se infiltran  $32 \text{ m}^3/\text{s}$  y la precipitación sigue siendo la misma de  $241.7 \text{ m}^3/\text{s}$ . De esta precipitación se evaporan  $160 \text{ m}^3/\text{s}$ . El total de agua que exporta de la cuenca es de  $71 \text{ m}^3/\text{s}$ , de éstos, se considera que  $21 \text{ m}^3/\text{s}$  son aguas pluviales y escurrimientos que se desperdician y  $50.4 \text{ m}^3/\text{s}$  provienen de los colectores de drenaje (ver Figura 10). De utilizar los  $21 \text{ m}^3/\text{s}$ , se resolvería el problema de falta de líquido y se reduciría considerablemente el gasto energético del sistema de aguas (Castro *et al.*, 2017).

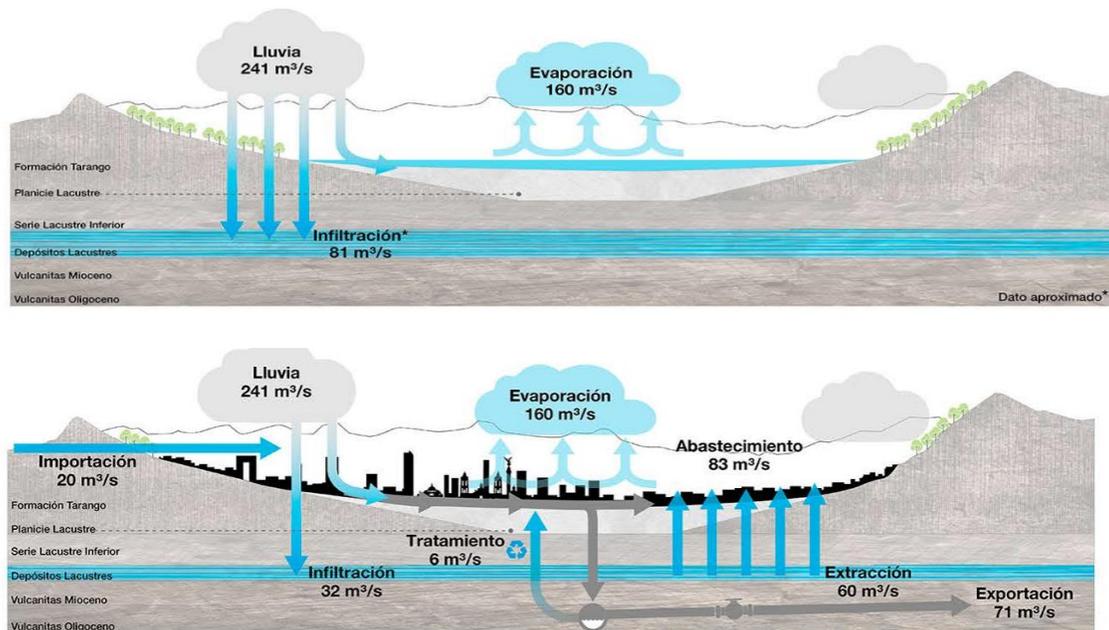


Figura 10. Ciclo del Agua original y actual de la Cuenca de México

Fuente: SEDEMA, 2017

Captar agua de lluvia puede ser un beneficio para la ciudad y para sus habitantes, ya que en lugar de desaprovecharla y exportarla de la cuenca se utilizaría para las actividades diarias de los hogares, industrias y comercios, así se ahorrarían los costos asociados de exportarla, procesarla y traerla de regreso. Además, cada litro almacenado en un depósito se traduce en agua que no llegará a la red de drenaje, por lo menos no sin ser aprovechado previamente o durante el tiempo de mayor estrés para el sistema de aguas (Rodríguez, 2017).

Si bien, el agua de lluvia puede ser un gran beneficio, ésta no cae de la misma manera en toda la Ciudad de México. De acuerdo con Rodríguez (2017) las alcaldías Álvaro Obregón, Cuajimalpa, Magdalena Contreras, Miguel Hidalgo y Tlalpan tienen un nivel de precipitación “medio altos”, mientras que las alcaldías Gustavo A. Madero, Iztacalco, Iztapalapa y Venustiano Carranza tienen niveles de precipitación “medio bajos”. Asimismo, cabe destacar que las zonas de nivel o medio altos de precipitación ocupan el 38% de la superficie urbana y reciben casi la mitad de agua de lluvia. Caso contrario a las zonas con nivel o medio bajos que concentran casi el 50% de la superficie urbana y donde cae el 38% de la lluvia (ver Figura 11). Si la incorporación de la demanda de los Sistemas de Captación de Agua de Lluvia se alinearía con los patrones de lluvia locales, podría aumentar sustancialmente la eficiencia del sistema en términos de conservación de agua y mitigación de aguas pluviales (Campisano *et al.*, 2017).

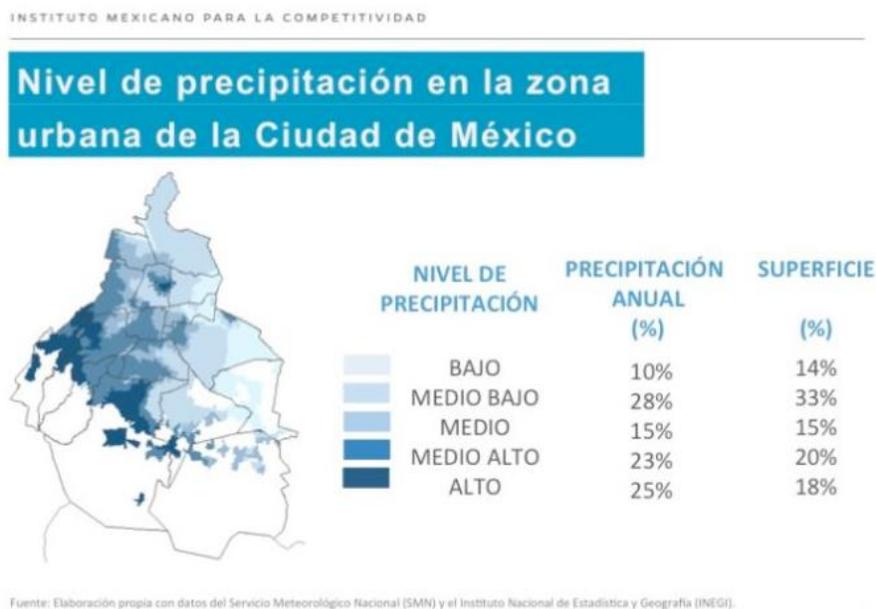


Figura 11. Mapa de Nivel de Precipitación de la CDMX

Fuente. Rodríguez (2017)

Por lo tanto, el deterioro del ciclo hidrológico y la escasez de agua en la Ciudad de México no es inevitable, aunque mucho depende de la forma social y política en la que se está apropiando, transformando y distribuyendo el agua de lluvia en la ciudad (Haiquel, 1982).

La gestión del agua de lluvia y pluvial dependerá en cierta medida de las acciones que se tomen. En este sentido, Gleason (2020) menciona que “el agua pluvial y la lluvia no son lo mismo. El agua de lluvia es la que cae sobre los techos y se dispone para almacenar o infiltrar. El agua pluvial es la que una vez que toca el suelo en las calles es canalizada hacia las bocas de tormentas o drenajes urbanos” (p.55) (ver Figura 12).

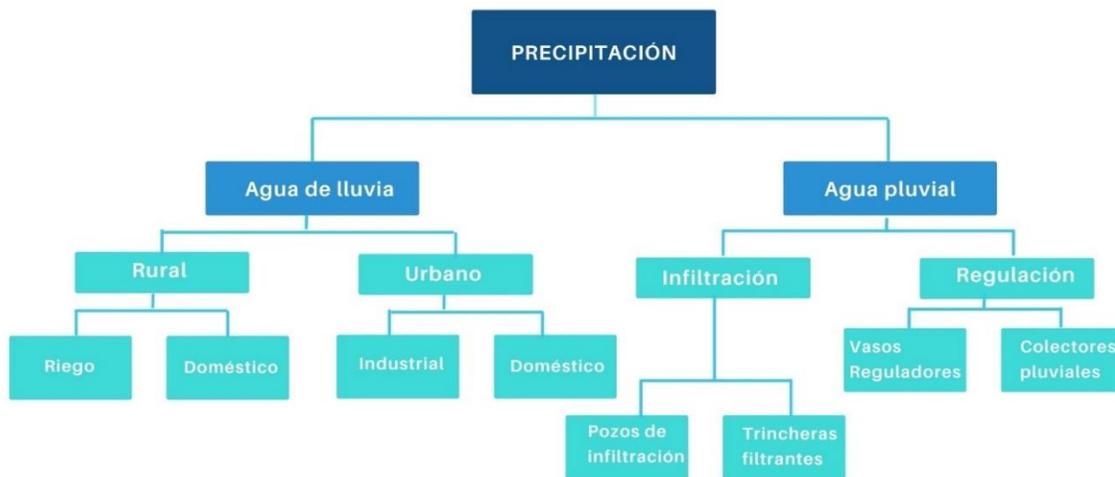


Figura 12. Diagrama de agua de lluvia y agua pluvial

Fuente: Gleason, 2020

“Captar el agua pluvial implica implementar sistemas que retengan el volumen de agua en las partes altas y medias de las cuencas para aprovechar y sobre todo regular las avenidas que en un momento dado puedan causar daños fuertes a la infraestructura y a la población. De tal manera que sea necesario transitar de un enfoque de desalojo a un enfoque de aprovechamiento y restauración” (Gleason, 2020, p. 56), esto se puede considerar como parte del manejo integral del agua en la ciudad.

Por otro lado, captar el agua de lluvia de los techos puede “representar menos riesgo en los escurrimientos pluviales que corren por las calles” (Gleason, 2020, p. 56), el agua de lluvia puede ser utilizada en la ciudad para uso doméstico, negocios y en algunos lugares para el riego.

El aprovechamiento de agua de lluvia y pluvial no debería considerarse, como lo es en la actualidad, una actividad aislada de programas locales o solo escrito en un marco legal (como se verá más adelante). Más bien debería convertirse en una estrategia que reafirme el camino hacia la sostenibilidad urbana para mejorar la satisfacción de necesidades de la población (Pacheco, 2008).

Asimismo, Ávila (2006) menciona que una estrategia ligada con el ciclo del agua debe hacer un uso y manejo diversificado, es decir, aprovechar todas las fuentes de abastecimiento disponibles, incluyendo el agua de lluvia.

### 3.2 La cosecha de agua de lluvia, una práctica frente a la desigualdad social

Debido a las transformaciones que ha tenido la Cuenca de México, la Ciudad de México está estructurada de forma desigual, por un lado, el crecimiento de la ciudad está orientado a un desarrollo urbano planeado y por otro, un desarrollo informal, este último persiste las deficiencias de construcción en las viviendas, así como la ausencia de servicios e infraestructura (EVALÚA, 2020).

Ziccardi (2015) señala que la vivienda es un bien básico para la constitución y desarrollo de las familias, los individuos y la comunidad. EVALÚA (2020) indica que la mitad de la población de la Ciudad de México habita en viviendas con materiales precarios y o hacinadas. La persistencia de la pobreza en materia de vivienda se debe a las formas deficientes de construcción, sobre todo en asentamientos populares.

EVALÚA (2020) señala que la carencia en la vivienda está compuesta por dos elementos para la habitabilidad: la calidad de los materiales y el hacinamiento.

Respecto al primer elemento, el número de viviendas con materiales precarios en paredes es de 22,773 (0.9% de todas las viviendas de la Ciudad de México), la precariedad de los techos afecta a 157,474 casas (6.1%) y los materiales precarios en pisos se presentan en 932,416 viviendas, lo que resulta que 39 de cada 100 casas de la Ciudad de México han sido construidas con elementos deficientes (EVALÚA, 2020).

Igualmente, son notorias las brechas de la calidad de materiales entre alcaldías. En demarcaciones como Milpa Alta, Xochimilco, La Magdalena Contreras y Tláhuac- todas ubicadas en suelo de conservación-, es notable el elevado porcentaje de viviendas con piso de tierra, cemento o firme, materiales de calidad inferior a la norma definida (mosaico, madera u otro recubrimiento).

Respecto al segundo elemento, el hacinamiento. EVALÚA (2020) indica que el estrato de pobreza muy alta tiene un promedio de 3.3 personas por dormitorio mientras que, en el estrato alto es de 1.2; además, 27.1% de las personas en el estrato más pobre de la ciudad habita viviendas sin cocina o la utilizan también para dormir y 70.2% no cuenta con sala-comedor o si hay la utilizan para dormir. En contextos de pobreza, dormir en la cocina o en la sala-comedor, así como tener un elevado número de personas por dormitorio, puede afectar seriamente la convivencia familiar, impedir que algunos miembros del hogar descansen suficiente y estén más expuestos a accidentes por falta de sueño o que los miembros del hogar que van a la escuela no tengan un lugar ni las condiciones para realizar tareas y, en casos extremos, puedan propiciar el abuso sexual, sobre todo de menores (EVALÚA, 2020).

Adicionalmente a los dos elementos antes mencionados, Ziccardi (2015) agrega otra característica de habitabilidad: el acceso y la calidad de servicios habitacionales. Al respecto, EVALÚA (2020) identifica una elevada carencia en los servicios sanitarios (agua, drenaje y excusado) en viviendas de la Ciudad de México, debido particularmente a las inadecuadas formas de dotación de agua y porque en un importante número de hogares el agua no llega diariamente, es decir, el 59.9% de las viviendas de estrato de pobreza muy alta tiene agua entubada dentro de la vivienda, mientras que estrato alto tiene 100% agua entubada dentro de la vivienda, asimismo, el 8.4% del estrato de pobreza muy alta tiene que obtener agua de cosecha de lluvia, acarreo de agua de una llave pública, de pozo y de otras maneras.

Los hogares que no cuentan con agua entubada dentro de la vivienda se ven obligados a realizar diversas inversiones para almacenarla y, en muchas ocasiones, las soluciones son precarias (por ejemplo, utilizando tambos o cubetas) por lo que la calidad del agua para consumo humano se deteriora de manera importante (ídem).

Derivado de las condiciones de habitabilidad antes mencionadas, la práctica de la cosecha de lluvia trata de hacer frente a la pobreza y desigualdad social. Por un lado, la precariedad de los

techos, como se mencionó anteriormente, el 6.1% de las viviendas de la Ciudad de México cuenta con materiales de techos precarios. De acuerdo al Manual para Instalar un Sistema de Captación Pluvial en tu Vivienda publicado por la SEDEMA en el 2020, indica que los techos ideales para cosechar agua de lluvia para usos no potables debe ser en superficies de lámina plástica (policarbonato, polipropileno), fibrocemento, membrana plásticas de HDPE, tejas cerámicas, loseta cerámica, losas de concreto con terminado liso o pulido, losas de concreto con enladrillado y/o lechada, losas de concreto con impermeabilizante acrílico; sin embargo, muchas viviendas en barrios pobres no cuentan con dichas características en sus techos, como se observó durante los recorridos en las colonias (ver 6.1 Recorridos de observación en colonias de Iztapalapa y Xochimilco).

Por otro lado, la práctica de la cosecha de lluvia la antecede las personas que no tienen agua, y recurren a la captación de agua de lluvia como fuente de abastecimiento de agua. Esto se confirma en las investigaciones de Hernández (2020) y Martínez (2018).

Hernández (2020) realizó una investigación en la colonia San Miguel Teotongo, Iztapalapa e identificó que la colonia cosecha agua de lluvia a través de tambos o cubetas debajo de los escurrimientos del techo, aunque no todos y todas con la misma frecuencia. Hernández dividió la colonia en 3 zonas: Alta, Intermedia y Baja. En la zona Alta se observó que hay poca frecuencia de abasto de la red pública, mientras que en la zona baja casi diariamente tienen agua. Por lo tanto, las familias de la zona alta recurren con mayor frecuencia a la práctica de cosecha de lluvia como una fuente de abasto de agua, en tanto que, la zona baja usa con menor constancia el agua de lluvia. Además, menciona que la población de la zona baja no se responsabiliza por el cuidado del vital líquido. A diferencia de la zona alta, en donde las personas tienen una mayor conciencia, sensibilidad y buen empleo del líquido por su frecuente carencia en el abasto.

Martínez (2018) también realizó una investigación en la Sierra de Santa Catarina, Iztapalapa, donde identificó que la mayoría de las familias colecta agua de lluvia de forma rudimentaria colocando tambos o cubetas debajo de los escurrimientos del techo, lo que les permite tener mayor disposición de agua para el uso de sanitarios y actividades de limpieza. De igual forma, se observó que la mayor parte del tiempo son las mujeres que dedican al abastecimiento de agua y a las actividades de reúso en su vivienda.

Flores *et al.* (2009) reafirman que las personas que no obtienen fácilmente el agua potable desarrollan la capacidad de administrar su uso (cuando la consiguen), y aplican la reutilización de este líquido natural de manera intuitiva, esto se manifiesta; al usar el agua del lavado de ropa, para limpiar el patio y los pisos de la casa, y de esta forma regar las macetas. Estas actividades que ayudan a reducir el desperdicio del agua son unas de las múltiples acciones que han tenido que realizar las personas para su gestión. En consecuencia, se puede inferir que las personas que carecen de agua son quienes más necesitarán, valorarán y le darán un buen uso al Sistema de Captación de Agua de Lluvia.

Por otro lado, Ávila (2006) menciona que el agua tiene un valor sociocultural que se expresa a través de las diferentes cosmovisiones, mitos, percepciones y arquetipos que conectan a los seres humanos con un origen sagrado y divino. Estas diferentes cosmovisiones y percepciones pueden ocasionar conflictos por el vital líquido. Los conflictos surgen cuando hay un choque entre dos o más cosmovisiones o percepciones sociales sobre su valor. Un ejemplo de ello fue en la época colonial, mientras que para los indígenas los lagos eran una fuente múltiple de riquezas materiales y espirituales, para los españoles eran focos de infección por ser aguas estancadas y malolientes.

Actualmente, estos conflictos se reflejan en la ruptura de instituciones y arreglos sociales (no formales) en el manejo del agua a nivel comunitario: el Estado desconoce las formas locales de organización en la gestión social del agua e introduce modalidades diferentes, que van desde su gestión pública hasta la privada (Ávila, 2006).

En este sentido, la Secretaría del Medio Ambiente al introducir los SCALL en las comunidades y familias sin antes conocer cuáles son las formas de organización y manejo de agua, indudablemente puede ocasionar que las personas no reconozcan el valor del SCALL, así como futuros conflictos.

### 3.3 Conclusiones capitulares

A partir de la revisión de literatura e información gubernamental, se destaca que la gestión del agua de la Ciudad de México es insostenible, porque se extrae más agua de lo que se infiltra a los acuíferos. Mientras que, en época de lluvias se inunda la ciudad por la falta de infraestructura que aproveche, controle, regule e infiltre el agua de lluvia. En este sentido, se requiere plantear

una gestión integrada del agua, donde se valore ambientalmente el agua de lluvia, así como cambiar el paradigma en el uso y manejo diversificado, es decir, aprovechar eficientemente las fuentes de agua potable disponibles que hay en la ciudad y de tecnologías para su gestión.

Por otro lado, derivado de la revisión bibliográfica se considera a la vivienda como un bien básico para la constitución y desarrollo de las familias, los individuos y la comunidad (Zicardi, 2015). En cuanto a las características de habitabilidad de las viviendas en la Ciudad de México, EVALÚA (2020) destaca lo siguiente:

- 39 de cada 100 casas de la Ciudad de México han sido construidas con elementos deficientes.
- La deficiencia de construcción de la vivienda está compuesta por dos elementos: la calidad de los materiales y el hacinamiento.

Adicionalmente a los elementos antes mencionados, Zicardi (2015) agrega el acceso y la calidad de servicios habitacionales. Al respecto EVALÚA (2020) identifica una elevada carencia de agua en viviendas con altos estratos de pobreza.

Bajo la perspectiva de las características de habitabilidad de las viviendas de la Ciudad de México, la práctica de la cosecha de lluvia está asociada a la pobreza y desigualdad social, pues son las personas de los barrios pobres las que tienen recurrir a la cosecha de lluvia por falta de agua. De igual forma, quienes no obtienen fácilmente el agua potable desarrollan la capacidad de administrar su uso (cuando la consiguen), y aplican la reutilización de este líquido de manera intuitiva (Flores *et al.*, 2009).

A pesar de la necesidad de instalar SCALL en estos barrios, esta acción puede verse limitada por las deficiencias de la construcción de las viviendas y de los materiales precarios de los techos, lo cual puede afectar la cantidad y calidad del agua cosechada, como se indica en el Manual de Cosecha de Lluvia publicado por la SEDEMA y como observó durante los recorridos en las colonias (ver 6.1 Recorridos de observación en colonias de Iztapalapa y Xochimilco).

Asimismo, durante la implementación de SCALL es significativo considerar el valor sociocultural del agua de las personas usuarias para evitar futuros conflictos, ocasionados por las diferentes

formas de organización y manejo del agua. Este valor también influirá en la percepción positiva o negativa en el uso de la ecotecnología.

## IV. Marco jurídico e institucional de la cosecha de lluvia en la Ciudad de México

En este capítulo se mencionan las leyes, reglamentos, programas y códigos que sustentan la cosecha de lluvia en la Ciudad de México. Asimismo, se plantean los distintos programas sociales que han implementado las alcaldías y dependencias de gobierno de la ciudad para la instalación de Sistemas de Captación de Agua de Lluvia desde el 2014 hasta 2021.

### 4.1 Marco jurídico de la cosecha de lluvia

Referente a la cosecha de agua de lluvia en el marco legal a nivel nacional, son mínimas las experiencias. En la Ley de Aguas Nacionales, por ejemplo, no se hace ninguna mención al respecto, por mucho existe el “Programa Nacional para Captación de Agua de Lluvia y Ecotecnia en Zonas Rurales” (CONAGUA, 2017), el cual surge de la necesidad de dotar de agua a la población rural de México, en donde existen dificultades de índole técnica y económica para ser abastecida mediante formas convencionales como se realiza comúnmente en las zonas urbanas.

También, existen los “Lineamientos técnicos de Sistemas de Captación de Agua de Lluvia con fines de abasto de agua potable a nivel vivienda” (CONAGUA, 2021), que tiene como objetivo establecer las características generales que debe cumplir un Sistema de Captación de Agua de Lluvia para el abastecimiento de agua a nivel vivienda, así como la metodología de cálculo y especificaciones técnicas. Cabe mencionar que la versión del año 2016 no menciona sobre la adopción social, pero la versión del 2021 ya enfatiza en ella. En dicha publicación menciona que la resolución de los problemas de acceso al agua potable no son respuestas meramente técnicas, sino que requiere involucrar de manera activa a las comunidades en todo el proceso de gestión de las alternativas.

Por otro lado, en el marco legal a nivel local se ha avanzado en la materia. En la Constitución Política de la Ciudad de México en el artículo 9 Ciudad Solidaria, inciso F. “Derecho al agua y a su saneamiento” y en su numeral 2, menciona que “La Ciudad garantizará la cobertura universal

del agua, su acceso diario, continuo, equitativo y sustentable. Se incentivará la captación del agua pluvial”.

Asimismo, en el artículo 16 Ordenamiento territorial, en el inciso B. “Gestión sustentable del agua”, en su numeral 2 menciona que “se garantizará el saneamiento de aguas residuales, entendido como su recolección, conducción, tratamiento, disposición y reutilización, sin mezclarlas con las de origen pluvial”.

La Ley de Aguas del Distrito Federal (ahora llamada Ley del Derecho al Acceso, Disposición y Saneamiento del agua de la Ciudad de México<sup>22</sup>), desde el 2003<sup>23</sup> establece que la Cosecha de agua de Lluvia es la acción de los sectores públicos, privados, sociales, ejidos, comunidades, barrios, pueblos y de las y los habitantes de la Ciudad de México para captar agua de lluvia, nieve o granizo, regulada por la Ley anteriormente señalada, y promovida, organizada e incentivada por el Gobierno de la Ciudad de México.

El artículo 15 fracción II BIS de la misma Ley menciona que corresponde a la Secretaría “instalar y operar sistemas de captación y reutilización del agua pluvial, en edificios públicos, en las Unidades Habitacionales y en las Colonias de la Ciudad de México, en donde no haya abastecimiento continuo o no existe la red de agua potable”.<sup>24</sup>

El artículo 16 menciona que le corresponde al Sistema de Aguas “construir presas de captación y almacenamiento de agua pluvial, así como colectores marginales a lo largo de las barrancas y cauces para la captación de agua”, asimismo, “construir en las zonas de reserva ecológica, áreas verdes, represas, ollas de agua, lagunas de infiltración, pozos de absorción y otras obras necesarias para la captación de aguas pluviales, con el fin de incrementar los niveles de agua de los mantos freáticos, en coordinación con la Comisión Nacional del Agua”.

El artículo 124 de dicha Ley indica que: “toda persona en el Distrito Federal tiene derecho al acceso suficiente, seguro e higiénico de agua disponible para su uso personal y doméstico, así como al suministro libre de interferencias; y, que la precipitación del agua de lluvia, nieve o

---

<sup>22</sup> Última reforma publicada en la Gaceta Oficial de la Ciudad de México, el 09 de mayo de 2019.

<sup>23</sup> <http://comunicacion.senado.gob.mx/index.php/informacion/comision-permanente/boletines-permanente/48784-buscan-crear-una-ley-para-que-captar-agua-de-lluvia-sea-obligatorio.html>

<sup>24</sup> Esta fracción del artículo 15 se adiciona el 29 de marzo de 2019

escarcha es un fenómeno natural del ciclo hidrológico que no tiene una distribución uniforme en el territorio del Distrito Federal, esta Ley otorga a las dependencias, entidades, organismos, instituciones, organizaciones y entes públicos, privados y sociales, los ejidos, comunidades, barrios y pueblos, así como las y los habitantes del Distrito Federal, los derechos a:

- I. Cosechar agua de lluvia, individual o colectivamente;
- II. Ser reconocidos como Cosechador(a) Individual o Colectivo de Agua de Lluvia del Distrito Federal e inscritos en el Padrón de Cosechadores de Agua de Lluvia del Distrito Federal;
- III. Obtener los incentivos del Programa General y, en su caso, de sus Subprogramas;
- IV. Gestionar y obtener apoyo, asistencia y capacitación de técnicos y profesionales, así como atención, orientación, asesoría y los beneficios viables y posibles que se establezcan en las políticas, estrategias, programas, presupuestos y acciones del Gobierno del Distrito Federal en materia de cosecha de agua de lluvia en esta entidad; y
- V. Ser informados; debatir con seriedad, rigor y tolerancia; proponer; y, decidir democráticamente las políticas gubernamentales en materia de cosecha de agua de lluvia del Distrito Federal”.

El artículo 127 menciona sobre las autoridades competentes en materia de cosecha de agua de lluvia son:

- I. La Asamblea Legislativa del Distrito Federal;
- II. El Jefe de Gobierno del Distrito Federal;
- III. La Secretaría de Medio Ambiente;
- IV. El Sistema de Aguas de la Ciudad de México; y
- V. Los Alcaldes de la Ciudad de México.

Los artículos 130, 131 y 132 indican sobre las atribuciones de la Secretaría del Medio Ambiente, Sistema de Aguas y de las Alcaldías sobre la elaboración, ejecución y opinión del Programa General de Cosecha de Lluvia, así como de sus subprogramas.

Por otro lado, el artículo 138 de la antes llamada Ley de Aguas de la CDMX menciona que habrá un subprograma de Cosecha de Agua de Lluvia en los Ejidos, comunidades, barrios y pueblos rurales de la Ciudad de México; en dicho subprograma menciona que se podrá cosechar agua de lluvia en el suelo de conservación para contener y disminuir la erosión y la partida de

ecosistemas, chinampas, humedales, bosques, pastizales, zonas de alta recarga del acuífero, flora y fauna endémica.

El artículo 142 indica la creación de un Fondo General de Apoyo a la Cosecha de Agua de Lluvia de la Ciudad de México mismo que será administrado y operado por el Sistema de Aguas de la Ciudad de México, y este estará integrado con recursos propios, los cuales se integran con los montos anuales autorizados por la Asamblea en el Decreto de Presupuesto de Egresos de la Ciudad de México de cada año.

Por último, el artículo 145 de la Ley se menciona que el Programa General de Cosecha de Agua de Lluvia y sus Subprogramas de Cosecha de Agua de Lluvia “son los medios por los que se definirán, autorizará y otorgarán los incentivos económicos y en especie, a los cosechadores(as) del sector público y social, ejidos, comunidades, barrios y pueblos, así como a las y los habitantes del Distrito Federal que realicen cualquier acción para cosechar un metro cúbico o más de agua de lluvia y su potabilización para consumo humano”.

En cuanto a la Ley Ambiental de Protección a la Tierra en el Distrito Federal en su artículo 105 sobre el aprovechamiento sustentable de las aguas en la Ciudad de México, menciona que “el aprovechamiento del agua de lluvia constituye una alternativa para incrementar la recarga de los acuíferos así como para la utilización de ésta en actividades que no requieran de agua potable, así como también para el consumo humano, en cuyo caso, deberá dársele tratamiento de potabilización, de acuerdo con los criterios técnicos correspondientes”. En el artículo 107 se menciona que con el propósito de asegurar la disponibilidad del agua y abatir los niveles de desperdicio, la Secretaría deberá “promover acciones para el ahorro y uso eficiente del agua, el tratamiento de aguas residuales y su reúso, así como la captación y aprovechamiento de las aguas pluviales”. Asimismo, en el art. 108 se indica que son obligaciones de los habitantes de la Ciudad de México usar racionalmente el agua y es de observancia de la normatividad para el uso, reúso y reciclaje del agua y el aprovechamiento del agua pluvial.

Por su parte, la Ley de Desarrollo Urbano del Distrito Federal en el art. 64 indica que “quienes lleven a cabo construcciones que requieran dictamen de impacto urbano, deberán considerar acciones para la captación de agua de lluvia”.

El Reglamento de Construcciones para el Distrito Federal art. 58 indica que para obtener la licencia de construcción especial<sup>25</sup> se debe cumplir con “proyecto alternativo de captación y aprovechamiento de agua pluviales y de tratamiento de agua residuales aprobados por el Sistema de Aguas de la Ciudad de México”. El artículo 124 señala que “toda construcción nueva de más de 200 m<sup>2</sup> de azotea deberá contar con un sistema de captación y aprovechamiento de agua pluvial de la superficie construida a nivel azotea, para lo cual deberá contarse con una cisterna para este fin, dicho aprovechamiento se dará en todos aquellos usos que no requieran agua con calidad potable como inodoros, riego de áreas jardineadas y actividades de limpieza conforme a lo establecido en la Ley de Aguas del Distrito Federal y sus reglamentos”.

Por último, el Código Fiscal de la Ciudad de México en el art. 276 indica que las viviendas o bienes inmuebles de uso habitacional que instalen y utilicen dispositivos como lo son paneles solares, y sistemas de captación de agua pluvial u otras ecotecnologías que acrediten una disminución de al menos un 20% en el consumo de energía y/o agua potable o el tratamiento y reúso de esta última, podrán obtener una reducción de hasta el 20% de los Derechos por Suministro de Agua que determine el Sistema de Aguas. Las reducciones a que se refiere en el artículo antes mencionado se aplicarán de conformidad con lo dispuesto en el artículo 297 del Código. Los propietarios de los bienes inmuebles deberán presentar una constancia expedida por la Secretaría de Medio Ambiente, en la que se precise el tipo de dispositivos con que cuentan y los beneficios que representan para el ahorro de energía eléctrica y/o agua.

## 4.2 Programas gubernamentales de cosecha de agua de lluvia

A partir de los avances legales e institucionales en materia de cosecha de agua de lluvia, distintas entidades y dependencia de gobierno (alcaldías y la Secretaría de Desarrollo Social) han implementado programas de cosecha de lluvia. A continuación, se mencionan algunos programas gubernamentales encontrados desde el 2014 a 2021 (ver Figura 13).

---

<sup>25</sup>Art. 55 La licencia de construcción especial es un documento que expide la Administración para poder construir, ampliar, modificar, reparar, instalar, demoler, dismantelar, una obra o instalación, colocar tapial, excavar, cuando sea parte del proceso de construcción de un edificio, así como para realizar estas actividades en suelo de conservación.



Figura 13. Línea de tiempo de Implementación Programas de Cosecha de Agua de Lluvia en la CDMX

Fuente: Elaboración propia

Una de las primeras Alcaldías que ha implementado la instalación de Sistema de Captación de Agua de Lluvia ha sido Tlalpan. De acuerdo con el Programa Social<sup>26</sup> Apoyo al Desarrollo Agropecuario y Sustentable (2021), la alcaldía Tlalpan tiene registro de la existencia de un programa para la captación de agua pluvial desde el año 2012; sin embargo, no se encontró información al respecto. En el 2014 fue implementado el “Programa de construcción delegacional de infraestructura para el medio ambiente en la versión castores de Tlalpan cosechando agua 2014”, cuyos objetivos específicos eran reducir el problema de abastecimiento de agua mediante el uso de pipas a partir de la sustitución del sistema de captación de agua pluvial, disminuir el gasto familiar por la obtención del agua y capacitar a los habitantes en materia de educación ambiental acerca del cuidado y aprovechamiento racional del agua. Este programa tuvo un presupuesto de \$500,000.00 y benefició a 70 familias con la instalación de un SCALL.

Según el estudio de “Problemáticas de la adopción socio-tecnológica en programas sociales. El Caso de los Sistemas de Captación de Agua de Lluvia en la CDMX” realizado por estudiantes de

<sup>26</sup> La Ley de Desarrollo Social para el Distrito Federal menciona que los Programas Sociales o Programas de Desarrollo Social son instrumentos derivados de la planificación institucional de política social que garanticen el efectivo cumplimiento y promuevan el pleno ejercicio de derechos humanos, económicos, sociales y culturales. Todo programa social debe contar con una denominación oficial, un diagnóstico, justificación y objetivos de impacto - general y específicos-, estrategias y líneas de acción e indicadores, criterios de selección de beneficiarios, establecidos y normados por Reglas de Operación; un sistema de monitoreo y evaluación de su funcionamiento y resultados; así como la institución o instituciones responsables de su implementación y su modo de coordinación. Cada programa social tendrá características distintas en cuanto a sectores que atienden, modalidades de gestión, instituciones participantes, formas de financiamiento, entre otros criterios específicos

la Maestría en Diseño, Información y Comunicación de la Universidad Autónoma Metropolitana, se menciona que en el 2016 hubo un programa social de captación pluvial en las colonias San Nicolás II y El Zacatón en Tlalpan. Las personas usuarias fueron beneficiadas por el Fondo de Infraestructura Social para los Municipios y Demarcaciones Territoriales del Distrito Federal (FISMDF)<sup>27</sup> y la empresa Isla Urbana fue la proveedora de los SCALL.

Años más tarde, en el 2020 se creó el programa “Cosechando agua y energía sustentable Tlalpan 2020”, el cual tenía como objetivo brindar apoyo económico a 150 proyectos de cosecha de agua de lluvia y energía solar, que permitieran dotar de agua potable y energía eléctrica a la población que no estuviera conectada a las redes de distribución de Sistema de Aguas de la Ciudad de México, a la Comisión Federal de Electricidad y/o contarán con un suministro deficiente o por tandeo. Este programa incluyó una revisión de las especificaciones técnicas de cada domicilio solicitante, un proceso de capacitación y concientización previa para el beneficiario sobre las implicaciones de implementar ecotecnologías y los hábitos que requieren adaptarse al proceso de cosecha de agua de lluvia y de energía solar a través de paneles solares. Dicho programa tuvo un presupuesto de \$6,480,000.00 de pesos y benefició a 38 proyectos de cosecha de lluvia y 69 de energía (Programa Social Apoyo al Desarrollo Agropecuario y Sustentable, 2021).

En el 2021, el programa de cosecha de agua de lluvia se incorporó al programa general de la alcaldía, llamado “Programa Social Apoyo al Desarrollo Agropecuario y Sustentable”, el cual busca otorgar apoyos económicos a personas interesadas en realizar: acciones para la conservación, protección de los servicios ecosistémicos, así como la restauración y monitoreo de los recursos naturales del suelo de conservación de la demarcación; actividades agropecuarias; instalación de ecotecnologías para la cosecha de agua de lluvia y de energía solar sustentable; y a quienes se propongan la creación y/o fortalecimiento de proyectos productivos que permitan a las poblaciones desocupadas y no asalariadas ejercer su derecho humano al trabajo. Este

---

<sup>27</sup> Es un componente del Fondo de Aportaciones para la Infraestructura Social (FAIS). La Secretaría de Desarrollo Social, distribuye el FAIS entre los Estados y la CDMX, conforme a una fórmula que considera el número de carencias de la población en condiciones de vulnerabilidad, la población en pobreza extrema y los resultados en disminuir estas características.

EL FAIS se divide en dos Fondos:

- El Fondo de Infraestructura Social para las Entidades (FISE), el cual es ejercido directamente por los Gobiernos de las Entidades Federativas, y que equivale aproximadamente al 12%, y
- El Fondo de Aportaciones para la Infraestructura Social Municipal y de las Demarcaciones Territoriales del Distrito Federal (FISMDF), el cual es aplicado por los Gobiernos de los Municipios y las Demarcaciones Territoriales, y que representa casi el 88% del FAIS.

programa tuvo un presupuesto de \$6,282,000.00 de pesos y al 17 de agosto del 2021 se tenían 115 solicitudes recibidas de sistemas de captación de agua de lluvia y celdas fotovoltaicas.

Cabe mencionar, que se tuvo la oportunidad de conversar con la Coordinadora del Programa Social de Cosecha de Lluvia de Tlalpan del 2020 y 2021. Ella indicó que el programa social de Tlalpan no consideró llevar a cabo una licitación pública de empresas proveedoras que suministran los SCALL, sino que la alcaldía entregaba apoyos económicos a las familias para que ellas contrataran el servicio de la empresa de SCALL que mejor se adaptara a sus necesidades.

Asimismo, indicó que las personas que obtuvieron un Sistema de Captación de Agua de Lluvia previamente tomaron una sensibilización y capacitación, con el fin de conocer su problemática y la solución de la ecotecnología desde una visión económica, social y ambiental.

Por último, mencionó que las personas beneficiarias con el apoyo de expertos desarrollaron su proyecto de SCALL, una vez hecho esto, realizaban 2 cotizaciones, las cuales se sometían al Comité de Evaluación y Asignación de Recurso. Como su nombre lo indica allí evaluaban los proyectos de SCALL y se le asignaba el recurso a la persona usuaria. Posteriormente, las personas pagaban al proveedor y el proveedor les instalaba el SCALL. Es interesante notar, que este programa social, es diferente a lo que se había estado realizando con anterioridad en los programas sociales y al actual programa social de la SEDEMA.

Otra de las Alcaldías que ha implementado programas es Xochimilco, la cual tiene referencias de implementación de Sistemas de Captación de Agua de Lluvia desde el año 2016. De acuerdo con un convenio de colaboración (SECITI y Xochimilco, 2016), éste tiene como objeto establecer las bases de colaboración entre la Secretaría de Ciencia, Tecnología e Innovación de la Ciudad de México, la alcaldía Xochimilco y la empresa privada "Solución Pluvial" para desarrollar un proyecto de captación de agua de lluvia en la alcaldía Xochimilco de la Ciudad de México. La alcaldía aportaría a la empresa Solución Pluvial la cantidad de \$2,500,000.00 para la realización de acciones de objeto del convenio y anexo técnico. Cabe mencionar que, en dichos documentos, no vienen específicas las actividades que realizó la empresa, por lo que se desconocen dichas tareas. Entre los resultados se cuenta con la realización de capacitaciones en los Pueblos de Santiago Tulyehualco, Santa Cruz Acalpíxica y Santa Cecilia Tepetlapa; se atendieron a 300 personas, y se tenía en espera a 200 beneficiarios (Gaceta Oficial de la Ciudad de México, 31 de enero de 2017).

En el 2017, después de un año de aprendizaje, se puso en marcha un programa social de Cosecha de Agua de Lluvia en la alcaldía, el cual tenía como objetivo favorecer a hombres y mujeres que habitaban en zonas urbanas de la alcaldía Xochimilco y que presentaban problemas en el suministro de agua, con la finalidad de que utilizaran tecnologías para la captación de agua de lluvia en Xochimilco y satisficiera sus necesidades básicas.

En el 2018, se llevó a cabo una acción institucional debido al sismo de septiembre del 2017, esta acción buscaba favorecer a cualquier ciudadano o ciudadana que habitará en la Alcaldía Xochimilco, y que como consecuencia del “fenómeno sísmico” resultara afectada su vivienda estructuralmente o en servicios hidráulicos, y aquellos que requerían el acceso al Proyecto Impulso a la Cosecha de Agua por estar ubicados en zona urbana de la montaña y donde se carece del vital líquido, tomando en cuenta que se entregaba un solo sistema de captación de agua pluvial por vivienda. Los resultados de esta acción fueron 539 sistemas instalados con un presupuesto de \$10,000,000.00 pesos.

De acuerdo con una entrevista hecha a la líder del programa social de Xochimilco del 2017 y 2018, se hicieron varias actividades para sensibilizar a la población sobre la problemática del agua. Una de las tareas fue el senderismo en el volcán “Teoca” en Santa Cecilia Tepetlapa, ya que simulaba la Cuenca de México; se instaló un sistema de captación de lluvia en el Parque Ecológico Xochimilco para que la gente conociera sus componentes; se pintaron murales (ver Imagen 2), obras de teatro con la ayuda de Carpa Azul; cine sobre agua (se utilizaban bicicletas para generar energía); y hubo una entrega de reconocimientos (ver Imagen 3). Los resultados de ese año fueron la instalación de 130 sistemas de captación de agua de lluvia.

En el 2019, se siguieron instalando Sistemas de Captación de Agua de Lluvia<sup>28</sup> pero a través del presupuesto participativo,<sup>29</sup> beneficiando a 40 familias del Pueblo de Santa Cruz Acalpixca.

---

<sup>28</sup> <http://www.xochimilco.cdmx.gob.mx/portfolio/sistemas-de-captacion-de-agua-pluvial/>

<sup>29</sup> El presupuesto participativo es un instrumento mediante el cual la ciudadanía ejerce el derecho a decidir sobre la aplicación del recurso para optimizar su entorno, proponiendo proyectos de obras y servicio, equipamiento e infraestructura urbana y, en general, cualquier mejora para sus unidades territoriales (IECM, 2019).



Imagen 2. Mural realizado por la población

Fuente. Alcaldía Xochimilco, 2017



Imagen 3. Entrega de Reconocimientos a cosechadores

Fuente. Alcaldía Xochimilco, 2017

La Alcaldía Iztapalapa también implementó un programa. En el 2017, según el Fondo para la Comunicación y la Educación Ambiental A.C<sup>30</sup>, manifiesta que dicha alcaldía desarrolló el proyecto Cosecha de Agua que consistió en recuperar la lluvia para tratarla y después utilizarla en distintas actividades domésticas. La inversión total del proyecto fue de 80 millones de pesos, dinero que la alcaldía obtuvo a través del Fondo de Aportaciones para la Infraestructura Social (FAIS)<sup>31</sup>. Se instalaron Sistemas de Captación de Agua de Lluvia en 59 colonias de la zona oriente de Ciudad de México. Algunas de ellas fueron San Miguel Teotongo, Santa Cruz Meyehualco, Guelatao, Renovación, Purísima, Leyes de Reforma, Alfonso Ortiz Tirado, Santa María Aztahuacan, Santa Martha Acatitla Norte, Reforma Política, Buenavista, Desarrollo Urbano Quetzalcóatl, Miguel de la Madrid y Lomas de Zaragoza. Durante la instalación de cada uno de los sistemas, la alcaldía capacitó a los integrantes, casi 2 mil familias. A través de pláticas se enseñó cómo funciona esta técnica y cómo darles mantenimiento a sus azoteas para que el agua de lluvia no se contamine con las heces de sus mascotas u otra sustancia tóxica.

<sup>30</sup> <https://agua.org.mx/reciclar-agua-lluvia-una-solucion-iztapalapa/>

<sup>31</sup> Es un financiamiento de obras y acciones sociales básicas que benefician directamente a sectores de población en condiciones de rezago social y pobreza extrema.

Cabe mencionar que durante un recorrido por la colonia Desarrollo Urbano Quetzalcóatl en Iztapalapa, se localizó un Sistema de Captación de Agua de Lluvia sucio, que no estaba en uso, este sistema contaba con logos de la alcaldía Iztapalapa, se deduce que pudo haber sido del programa del 2017 que implementó la alcaldía. Hubo un intento de hacer una entrevista con la usuaria de la vivienda, pero mencionó que no estaba disponible, así que se volvió más tarde, pero ya no abrió la puerta.

Por último, la Secretaría de Desarrollo Social de la Ciudad de México también llevó a cabo un programa social de cosecha de agua de lluvia llamado “Agua en tu casa”, este programa inició en el 2016 y concluyó en el 2018, fue una política de desarrollo social del entonces Jefe de Gobierno de la Ciudad de México, Miguel Ángel Mancera Espinosa, a fin de garantizar el derecho humano de acceso al agua de la población, a través de sistemas de captación pluvial, lo que permitió a las familias captar, almacenar y purificar en sus hogares (El Sol de México, 2016).

Este programa inició con un presupuesto de 3 millones de pesos y se concluyó con más de 20 millones en el último año de su aplicación. Cabe mencionar que en este proceso participó la ONG Isla Urbana, en la Figura 14 se muestra sus separadores de primeras lluvias llamado “Tlaloque”.



Figura 14. Tlaloque de Isla Urbana

### 4.3 Conclusiones capitulares

A partir de una revisión del marco jurídico en materia de cosecha de lluvia, se destaca expresamente su ausencia en la Ley de Aguas Nacionales, a pesar de la mención del tema en el “Programa Nacional para Captación de Agua de lluvia y Ecotecias en Zonas Rurales” y en los

“Lineamientos técnicos de Sistemas de Captación de Agua de Lluvia con fines de abasto de agua potable a nivel vivienda”.

Por su parte, la Ciudad de México tiene avances importantes, ya que desde su Constitución Política establece que “se incentivará la captación de agua pluvial” (Constitución Política de la Ciudad de México, 2017, artículo 9, numeral 2 del inciso F), asimismo, señala que “se garantizará el saneamiento de agua residuales, entendido como su recolección, conducción, tratamiento, disposición y reutilización, sin mezclarlas con las de origen pluvial (Constitución Política de la Ciudad de México, 2017, artículo 16 numeral 2 del inciso B).

Específicamente, en el 2019, se adiciona en la Ley del Derecho al Acceso, Disposición y Saneamiento del Agua de la Ciudad de México, la fracción II BIS del artículo 15, la cual concedió facultades a la Secretaría del Medio Ambiente para la instalación y operación de los Sistemas de Captación de Agua de Lluvia en donde no haya abastecimiento continuo o no exista la red de agua potable.

A pesar de los avances de la Ley antes mencionada, aún está pendiente la creación de un Fondo General de Apoyo a la Cosecha de Agua de Lluvia de la Ciudad de México (integrado por recursos autorizados por la Asamblea en el Decreto de Presupuesto de Egresos de la Ciudad de México). Dicho Fondo sería clave para obtener recursos económicos y fomentar el agua de lluvia en toda la ciudad. Asimismo, aún falta la implementación del Programa General de Cosecha de Lluvia y sus Subprogramas establecidos por Ley en mención, los cuales son atribuciones de la Secretaría del Medio Ambiente, el Sistema de Aguas y las Alcaldías, quienes deberán coordinarse para elaborar y ejecutar dichos programas y subprogramas.

Adicionalmente, es importante que los habitantes se involucren democráticamente en las políticas gubernamentales en materia de cosecha de agua de lluvia. También, las dependencias o entes de la Ciudad de México que lleven a cabo programas de cosecha de lluvia requieren comunicarse entre ellas para sumar esfuerzos y realizar iniciativas coordinadas e integradas, de tal modo se incentiven experiencias exitosas en los Programas de Cosecha de Lluvia.

Mediante la búsqueda de los programas sociales que se implementaron en la Ciudad de México del 2014 a 2021 se destaca que, la implementación de Sistemas de Captación de Agua de Lluvia (SCALL) va teniendo mayor presencia en la Ciudad de México. Sin embargo, mucha de la

información de estas experiencias se desecha o se pierde con el paso del tiempo, principalmente por dos razones: la primera razón es porque la información de estos programas se encuentra dispersa en sitios *web* o no se documenta (Cantú *et al.*, 2020; Cardoso *et al.*, 2020), por tanto se desconoce; y la segunda, por los cambios de administración, pues las personas van rotando y los conocimientos adquiridos se pierden o bien no hay disposición de la nueva administración para escuchar los proyectos anteriormente realizados.

Por otra parte, referente a la evaluación y seguimiento de los programas sociales. Se hizo una búsqueda por internet de los documentos de evaluación interna de los programas sociales<sup>32</sup>, pero sólo se encontró la evaluación interna del programa “Agua en tu Casa”. Este programa hace una evaluación general, pero no enfatiza sobre la adopción y el seguimiento de los sistemas de captación, lo que evidencia lo dicho por Tagle *et al.* (2017), Fuentes *et al.* (2018) y Cantú *et al.* (2020), que los programas gubernamentales carecen de seguimiento para el mejoramiento de programas futuros y desconocen el nivel de la adopción, por lo que, el principal indicador ha sido la cobertura (número de sistema de captación de agua de lluvia instalados o número de personas beneficiadas), sin que exista preocupación por indagar si esas tecnologías funcionan y si la gente las usa (Vargas, 2014).

Con respecto a lo anterior, el programa social de Tlalpan 2020 y 2021, hace un avance al crear el Comité de Evaluación y Asignación de Recursos (CEAR) para evaluar los proyectos. Este órgano tuvo la facultad para aprobar los proyectos y programas de trabajo de los Sistemas de Captación de Agua de Lluvia propuestos por las y los beneficiarios del programa social de Tlalpan. Asimismo, tuvo la competencia para la asignación de montos, tomando en cuenta las propuestas realizadas por los facilitadores de servicios de la Unidad Técnica Operativa. Se considera que este método busca ser justo al momento de otorgar los montos y permite la participación de varias dependencias (se evita la corrupción) y, considera la evalúan varios factores (sociales, económicos y ambientales) para entregar el recurso a quien realmente necesita un SCALL. Por último, el programa social de Tlalpan buscó que las familias participen desde el diseño de su SCALL y no sólo resulten beneficiarios por entregar papeles, como lo han llevado a cabo otros programas sociales.

---

<sup>32</sup> El artículo 42 de la Ley de Desarrollo Social de la Ciudad de México establece que la evaluación interna de los programas se sujetará a los lineamientos del Consejo de Evaluación de Desarrollo Social de la Ciudad de México, y que los resultados serán publicados y entregados en un plazo no mayor a 6 meses después de finalizado el ejercicio fiscal.

Concerniente a las capacitaciones, la mayoría de los programas sociales hacen mención que brindan capacitaciones a las personas usuarias sobre el uso y mantenimiento del SCALL, pero pocos programas han enfatizado considerar la capacitación como un requisito previo e indispensable para ser parte del programa social, como lo ha hecho el programa de Tlalpan.

Por último, cabe destacar que en casi todos los programas que se mencionaron anteriormente, la empresa Solución Pluvial también llamada Isla Urbana ha estado presente y ha sido parte de este proceso de evolución y aprendizaje en el desarrollo de los programas de gobierno. De acuerdo con entrevistas hechas a funcionarios y exfuncionarios, Isla Urbana los ha capacitado en cuestiones técnicas y son quienes han instalado Sistemas de Captación de Agua de Lluvia en varias viviendas de la ciudad. Esto toma relevancia porque a pesar de que la empresa ha participado en varios procesos gubernamentales, y que sin duda tiene una gran experiencia en los Sistemas de Captación de Agua de Lluvia, aún falta fortalecer la adopción, seguimiento y evaluación en los programas gubernamentales, en los cuales han participado.

## V. Proceso de implementación de los Sistemas de Captación de Agua de Lluvia

En este apartado se abordan los resultados del proceso de implementación de los Sistemas de Captación de Agua de Lluvia que realizó la Secretaría del Medio Ambiente de la Ciudad de México, así como los factores que intervinieron en la ejecución de la ecotecnología desde la perspectiva de la Unidad Técnica Operativa y de las personas usuarias de los SCALL.

### 5.1 Transferencia de Sistemas de Captación de Agua de Lluvia en viviendas de la Ciudad de México

A partir de la revisión de literatura se identificó que la Secretaría del Medio Ambiente de la Ciudad de México transfirió la ecotecnia en tres fases, como lo plantea Álvarez y Tagle (2019): institucionalización, instalación de ecotecnias y transferencia a beneficiarios (ver Figura 15). Asimismo, se identificó que el proceso se desarrolló en acciones internas (relaciones al interior de la dependencia) y acciones externas (las relaciones al exterior de la dependencia). Las acciones internas fueron la elaboración de Reglas de Operación del Programa, la licitación pública, la selección de la Unidad Técnica Operativa (UTO)<sup>33</sup> y la contratación de la empresa. Las acciones externas fueron la difusión del programa en las colonias participantes, pláticas de sensibilización comunitarias (las cuales se dejaron de hacer por la pandemia), registro de participantes, integración de expediente por vivienda, visitas técnicas de factibilidad, programación de instalación, instalación del Sistema de Captación de Agua de Lluvia, indicaciones de uso y mantenimiento, firma de carta de entrega-recepción, recopilación de fotografías como evidencia y en algunos casos monitoreo de calidad de agua y visitas de seguimiento.

Cabe destacar que a pesar de que los programas gubernamentales carecen de seguimiento (Cantú *et al.*, 2020), la SEDEMA hace un esfuerzo por tenerlo a través de encuestas. Sin embargo, aún está pendiente la participación de las personas usuarias en el proceso de

---

<sup>33</sup> Unidad Técnica Operativa son las personas facilitadoras del programa que realizan actividades en campo.

implementación, ya que sólo reciben información y en algunas ocasiones sólo se les solicitaba su opinión en la instalación y en la encuesta.

A continuación, se detallan las fases del proceso de implementación de la ecotecnología:

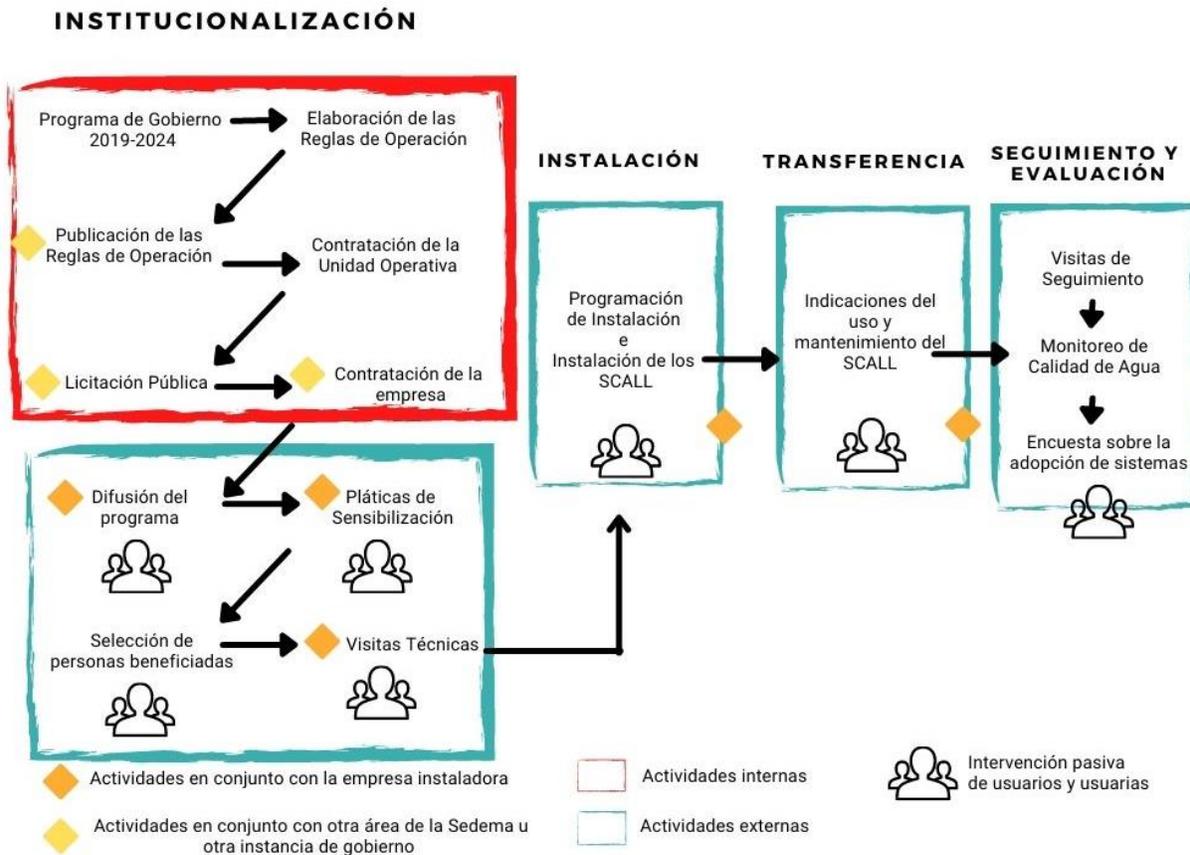


Figura 15. Etapas del proceso de transferencia de tecnología desde el enfoque gubernamental

Fuente. Elaboración propia con base en Álvarez y Tagle (2019)

La primera fase de Institucionalización contempla el Programa de Gobierno de la Ciudad de México 2019-2024 que indica “establecer un programa domiciliario de captación de agua de lluvia para 100<sup>34</sup> mil viviendas principalmente en las zonas donde no hay abastecimiento continuo o no existe red de agua potable”. En este sentido, se autorizó el presupuesto de \$200,000,000.00 (Doscientos millones de pesos 00/100 M.N.) para llevar a cabo el programa social de Cosecha de Lluvia en el 2019 (Reglas de Operación del Programa Sistemas de Captación de Agua de Lluvia en viviendas de la CDMX, 2019).

<sup>34</sup> Meta establecida por la organización Isla Urbana <https://www.youtube.com/watch?v=R7rzvoiKb3E>

Después de que la Cosecha de Lluvia se estableció como parte de las acciones del Programa de Gobierno, la Secretaría del Medio Ambiente a través de la Dirección General de Coordinación de Políticas y Cultura Ambiental diseñó las reglas de operación del programa “Cosecha de Lluvia 2019”. Posteriormente, dichas reglas se sometieron a aprobación al Comité de Planeación para el Desarrollo de la Ciudad de México (COPLADE). Después de la aprobación, las reglas de operación fueron publicadas en la Gaceta Oficial de la Ciudad de México, el 18 de enero de 2019.

Consecutivamente, la Secretaría del Medio Ambiente realizó las contrataciones para ocupar cargos en la Unidad Técnica Operativa (UTO) del programa (aunque la SEDEMA dice que no hay contratación sino son personas beneficiarias que reciben apoyos económicos). Esta UTO estaba conformada por una Coordinación General, dos líderes por alcaldía, cuatro enlaces de campo y cuarenta promotores (esta estructura cambia con programas posteriores), quienes tenían las siguientes actividades:

1. Trabajar en campo durante la planeación convocando a las familias para su integración al Programa de Sistemas de Captación de Agua de Lluvia en Viviendas de la Ciudad de México, a través de pláticas de sensibilización.
2. Trabajar en la recepción de solicitudes y selección de familias interesadas.
3. Recibir la capacitación en los temas abordados en las reglas de operación: situación del agua en México y la importancia de la captación pluvial, como vía sostenible de mitigación a la problemática de escasez.
4. Brindar capacitaciones a las familias que se encuentran dentro de la población objetivo.
5. Seguimiento a los sistemas en su funcionamiento, de la mano con los facilitadores del servicio.
6. Realizar encuestas de satisfacción de los SCALL a cada una de las familias beneficiadas.
7. Ofrecer a tiempo información sobre aspectos que puedan dificultar el desempeño del programa a largo plazo.
8. Estar coordinados con los facilitadores del servicio de captación pluvial, en función de las visitas de evaluación, con la entidad técnica encargada del monitoreo de la calidad de agua de los SCALL.
9. Estar coordinados por los grupos técnicos del Programa

Posteriormente, la Secretaría del Medio Ambiente lanzó una licitación pública para que diversas empresas participaran en la operación del programa. Internamente este proceso se realiza en conjunto con la Dirección de Adquisiciones y Materiales de la Secretaría del Medio Ambiente, quienes se basan en las disposiciones jurídicas de la Ley de Adquisiciones para el Distrito Federal.

En este proceso de licitación resultaron ganadoras las empresas Solución Pluvial S.A. de C.V. y Recubrimientos Especializados Siglo XXI S.A. de C.V. (Portal de Transparencia, 2019), quienes brindaron los materiales de los SCALL y realizaron actividades operativas para la implementación del programa. A la par, internamente la Dirección de Adquisiciones y la Dirección de Planeación realizaban las gestiones necesarias para la compra de materiales, vestuario y equipo tecnológico para el personal de la Unidad Operativa del Programa.

Una vez que la empresa firmó contrato con la SEDEMA y se contrató al personal de la UTO del programa, se realizaron las siguientes actividades para la implementación de los Sistemas de Captación de Agua de Lluvia (ver Figura 16):

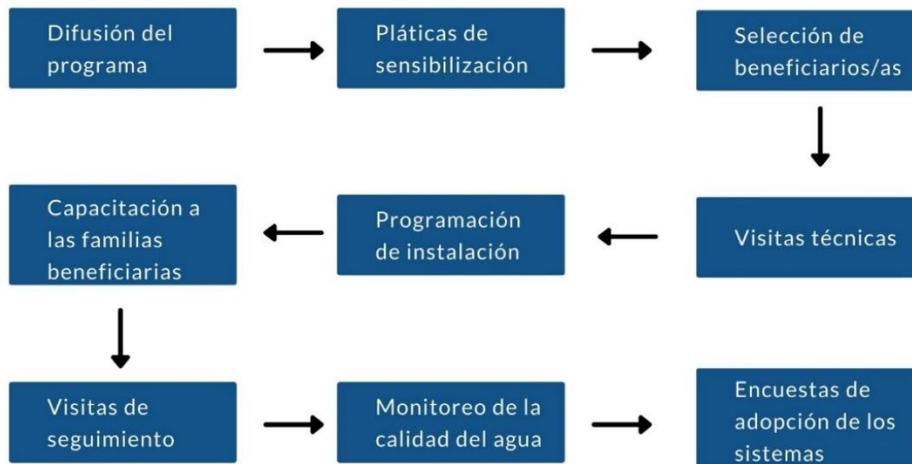


Figura 16. Actividades operativas del programa

Fuente. Elaboración propia con base en la Reglas de Operación del Programa Sistemas de Captación de Agua de Lluvia en viviendas de la CDMX

La UTO realizó difusión del programa en las colonias seleccionadas uno o dos días antes de llevar a cabo las pláticas comunitarias. Esta difusión se hizo a pie con megáfonos en varias calles de las colonias seleccionadas, se pegaban carteles y se divulgaba en redes sociales de la

SEDEMA. Mientras, otro equipo de la UTO hacía gestiones con las alcaldías de Iztapalapa y Xochimilco para que éstas les brindarían los espacios para realizar las pláticas comunitarias.

Durante las pláticas de sensibilización (a partir del 2020, éstas se dejaron de hacer debido a la pandemia), la UTO y la empresa instaladora les informaban a las personas interesadas sobre la problemática del agua en la ciudad y se les explicaba el funcionamiento del Sistema de Captación de Agua de Lluvia. Las personas interesadas se registraban al programa y entregaban la siguiente documentación:

1. Carta compromiso (firmada) indicando que están dispuestos a cumplir con los requisitos de participación y adopción de los sistemas de captación de agua de lluvia.
2. Comprobante de domicilio, identificación oficial y CURP.
3. Recibo de predial o Constancia u Opinión Técnica de Uso del Suelo
4. Participar en las asambleas y cursos de capacitación por parte del personal operativo del Programa.
5. Cumplir con una evaluación técnica por parte del equipo operador del Programa sobre las condiciones de infraestructura de la vivienda, así como uso de suelo.

Posterior al registro, la UTO seleccionaba a las personas usuarias que cumplieran con los requisitos de acceso en tiempo y forma:

1. Participación de las personas dispuestas a dedicar tiempo al aprendizaje y promoción de la captación de agua de lluvia.
2. Participar en una plática introductoria en sistemas de captación de agua de lluvia.
3. Firma de la carta compromiso de adopción y uso adecuado del sistema de captación de agua de lluvia.
4. Ser habitante de las zonas de alta y muy alta marginación de las Alcaldías Xochimilco o Iztapalapa.
5. Ser habitante de zonas de alta precariedad hídrica de las Alcaldías Xochimilco o Iztapalapa.

Respecto al punto cinco, para elegir a la persona usuaria, se tomó la lista de las colonias con alta precariedad hídrica de Iztapalapa y Xochimilco de la investigación de Tellman *et al.* (2019). Cabe destacar que la investigación de Tellman considera a los Asentamientos Humanos Irregulares; sin embargo, la SEDEMA no los consideró, debido a que la normativa prohíbe incentivar

actividades en estos asentamientos, dejando fuera a varias colonias que realmente necesitaban el SCALL.

Posteriormente, la UTO y la empresa instaladora una vez que identificaban que la vivienda no se encontraba en asentamientos irregulares visitaban los domicilios para evaluar la viabilidad de instalación de los sistemas, y en su caso, la identificación de los elementos que deberían atenderse para asegurar la instalación.

Después de las visitas técnicas, la empresa hacía la programación de instalaciones. De acuerdo con Álvarez y Tagle (2019) la primera fase de institucionalización termina en la programación de instalación.

La segunda fase de Instalación de ecotecnias consistió en que la empresa instaladora se ponía de acuerdo con las personas usuarias para instalar el sistema. De acuerdo con entrevistas realizadas a las personas usuarias de los SCALL, la empresa instaladora enfatizó que se debía tener impermeabilizada la azotea o tener limpia la azotea; despejar el lugar donde colocarían el tanque de almacenamiento; y no tener ningún animal de compañía u otro animal en la azotea para instalar el sistema.

En la fase de transferencia a beneficiarios, Álvarez y Tagle (2019) plantean que en esta tercera fase consiste en dar indicaciones de uso y mantenimiento, se firma una carta de entrega de la tecnología y se recopilan fotografías como evidencia, mismas que realizó la SEDEMA.

Una de las situaciones que merece reconocimiento durante el proceso de implementación de la SEDEMA, es que a través de la Unidad Técnica Operativa se hicieron visitas de seguimiento al funcionamiento del sistema y realizaron encuestas. Algunas viviendas recibieron visitas de monitoreo de calidad de agua. Estas últimas actividades no se mencionan en las fases de Álvarez y Tagle (2019).

El programa de la SEDEMA, en comparación con otros programas sociales implementados en la Ciudad de México, ha incorporado otras actividades: pláticas de sensibilización, visitas de seguimiento y monitoreos de calidad de agua. Pareciera que estas actividades pudieran mejorar el proceso del programa; sin embargo, no fue así. Según la Evaluación Interna del Programa Cosecha de Lluvia del 2019, el 62% de las personas beneficiadas no realizó el mantenimiento

completo de su sistema. Además, de acuerdo con conversaciones hechas con personal del programa, en el 2019 se realizaron aproximadamente 370 muestras de calidad de agua de SCALL, las cuales no resultaron muy benéficas, sólo aproximadamente el 9% de las familias que cosechan agua de lluvia tuvieron agua de buena calidad.

En los siguientes subcapítulos se darán algunas razones del porqué no se lograron los resultados esperados.

## 5.2 Factores que dificultaron el proceso de implementación de los SCALL desde la perspectiva del personal del programa

Debido al bajo porcentaje de mantenimiento y a la mala calidad del agua, se hicieron 5 entrevistas (2 ex facilitadores y 3 facilitadores) al personal de la Unidad Técnica Operativa del programa de Cosecha de Lluvia para entender qué factores intervinieron en el proceso de implementación y que esto afectará a la adopción de los SCALL. Cabe mencionar que se solicitó una entrevista con la Coordinación del Programa Social pero no respondieron al último correo enviado.

A partir de las entrevistas realizadas al personal de la Unidad Técnica Operativa, se encontró que hay cuatro factores que afectaron la implementación de los sistemas: la falta de experiencias del personal, el seguimiento, la capacitación y la cultura asistencialista de la ciudad.

Del primer factor, se comentó que no se tenía el estado del arte de proyectos similares y que poco a poco la implementación de los SCALL les daría la experiencia requerida. Por lo tanto, el personal considera que no se instalaron SCALL donde en verdad se necesitaban y la logística no fue la mejor. En este sentido, se sugiere que las dependencias gubernamentales realicen un estado de arte de programas sociales, previo al diseño y ejecución de un programa social, pues a través de esta investigación se encontró que ya había programas similares y la existencia de personas con experiencia en la implementación de SCALL, las cuales pudieron haber sido una inspiración para el programa de Cosecha de Lluvia que ejecutó la SEDEMA.

Respecto al seguimiento; es parte de la mejora continua de la tecnología y de los programas sociales. Sin embargo, el personal no tenía el tiempo y los recursos para darle seguimiento. Además, se apreció que esta actividad no era de interés para las tomadoras de decisiones, pues estaban más preocupadas tratando de lograr una meta de instalación.

Sobre la capacitación; es el punto nodal para el buen funcionamiento de los SCALL (Murillo *et al.*, 2019) y ésta debe ayudar a las personas a tener una mejor interacción con la tecnología para fortalecer y reforzar el uso y mantenimiento del SCALL (Gavito *et. al.* 2017; Álvarez y Tagle, 2019). Sin embargo, de acuerdo con las entrevistas, la capacitación fue muy corta, duraba 30 minutos. La capacitación estaba afectada por los procesos logísticos de instalación, dado que, se tenían que cumplir metas diarias de instalación, por lo que, el tiempo y la capacidad operativa era limitado. Asimismo, se enfatizó que “las personas usuarias tenían que estar muy receptivas para recibir la información de la capacitación o bien tener conocimientos técnicos previos para lograr adquirir la información que se les daba en media hora” (Exfuncionario).

Respecto al cuarto factor, se señaló que algunas personas sólo esperaban recibir el beneficio, sin que ellas hicieran un esfuerzo para conseguirlo y no estaban interesadas en su capacitación. Y otras personas sólo buscan adquirir el SCALL para venderlo u ocuparlo como cisterna, no necesariamente para cosechar agua de lluvia.

Este factor se debe a una cultura asistencialista y a la falta de entendimiento del contexto donde se instalaron los SCALL (Ortiz *et al.*, 2015), pues en algunas zonas de pobreza urbana se aplican programas asistencialistas con fines clientelares (Ziccardi, 2020), es decir, algunos líderes comunitarios usan los programas sociales a cambio de pedir favores o votos. Asimismo, al no realizar un diagnóstico de la problemática de la vivienda en los barrios pobres de la ciudad, no se tomó en cuenta que, algunas no tienen espacios suficientes para colocar un tanque de almacenamiento o bien van construyendo poco a poco sus viviendas por falta de recursos económicos y/o seguridad jurídica de sus terrenos (asentamientos irregulares), lo que lleva a desmantelar los SCALL.

Por último, otro de los factores que no se comentó durante las entrevistas, pero que afecta la implementación, es la parte técnica (Ortiz *et al.*, 2014). Al no existir una norma técnica de SCALL, es imposible garantizar el impacto y el funcionamiento efectivo de la ecotecnología por parte de las empresas que instalan el SCALL. En este sentido, una de las exfuncionarias enfatizó que el programa social del 2020 fue un retroceso a los avances que se habían tenido, dado que la empresa instaladora que se contrató en el año 2020 no fue la misma del año 2019 y, por lo tanto, no tenía la experiencia en instalación de SCALL. La funcionaria indicó que el separador de primeras lluvias tuvo algunos problemas en su diseño y en ocasiones la empresa solicitaba

materiales (tubos y cables) a las personas usuarias para complementar la instalación. Por lo tanto, al no contar con una norma que avale las instalaciones de los SCALL, no se les puede exigir a las empresas que cumplan con ciertos requisitos de instalación.

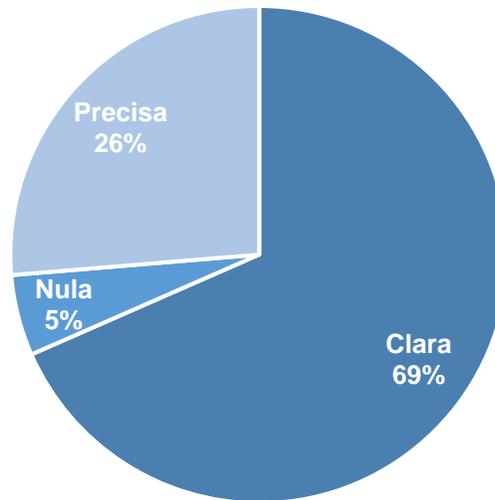
Asimismo, la licitación pública que realiza el gobierno para la contratación de una sola empresa para la instalación de SCALL puede ser una ventaja y desventaja. La ventaja es la curva de aprendizaje que se ha generado entre la dependencia y la empresa, permite lograr la instalación de los SCALL sin contratiempos. La desventaja es que no se les da la oportunidad a otras empresas para participar en el proceso. Además, trabajar con una sola empresa equivale a instalar el mismo paquete tecnológico en todas las viviendas, lo que minimiza la diversidad y la oportunidad de que las familias elijan un SCALL de acuerdo con sus necesidades.

### 5.3 Opiniones de las personas usuarias sobre la implementación de los SCALL

En este apartado se abordan las opiniones de las personas usuarias sobre la implementación de SCALL que realizó la SEDEMA. Para ello se realizaron entrevistas y encuestas para conocer su opinión en la capacitación, seguimiento y participación. De acuerdo con Álvarez y Tagle (2019) éstos son factores clave para la implementación de la ecotecnia. Asimismo, se preguntó a las personas sobre recomendaciones para la mejora del programa de Cosecha de Lluvia.

Respecto a las capacitaciones, en las encuestas realizadas por Facebook, se les preguntó a las personas: ¿La capacitación le ayudó a entender los requerimientos mínimos para el uso y mantenimiento del sistema? De las 19 respuestas, el 95% de las personas dijeron que sí, y el 5% dijo tal vez.

También se les preguntó ¿Cómo describiría la capacitación que recibió sobre el uso y mantenimiento del sistema de captación de agua de lluvia? el 69% de las personas dijeron que fue “clara”, el 26% dijeron “precisa” y el 5% dijo que fue “nula” (ver Gráfica 2).



Gráfica 2. Descripción de la capacitación que recibieron las personas usuarias (N=19)

Fuente: Encuesta de opinión a personas usuarias de SCALL

Sin embargo, en las entrevistas se les preguntó a las personas ¿Cómo fue su experiencia en la capacitación? ¿Qué información le brindaron? Se encontró que las capacitaciones fueron rápidas y breves; para algunas personas fue sencillo comprenderlas, pero para otras fue más complicado, sobre todo para las personas de mayor edad. Asimismo, se resaltó que la empresa instaladora del SCALL daba las capacitaciones a las personas usuarias y no la SEDEMA (cabe destacar que, en los años subsecuentes, la Unidad Técnica Operativa del Programa capacitaba a las personas usuarias). También, se enfatizó que la capacitación estaba diseñada para orientar y dar indicaciones sobre el uso y mantenimiento del SCALL sin ninguna interacción de las personas usuarias. De igual forma, se identificó que la SEDEMA no contó con una metodología de capacitación, la cual genere a las personas usuarias las habilidades en el uso y mantenimiento del SCALL.

En cuanto al seguimiento que hizo la SEDEMA a las personas usuarias. En las encuestas, se les preguntó a las personas: Después de la instalación de su SCALL. ¿La Secretaría del Medio Ambiente le dio seguimiento a través de una visita de domicilio, llamada telefónica o nunca hubo seguimiento? El 53% respondió que la SEDEMA realizó visitas a domicilio, el 31% llamadas telefónicas y el 16% indicó que nunca hubo seguimiento (ver Gráfica 3).

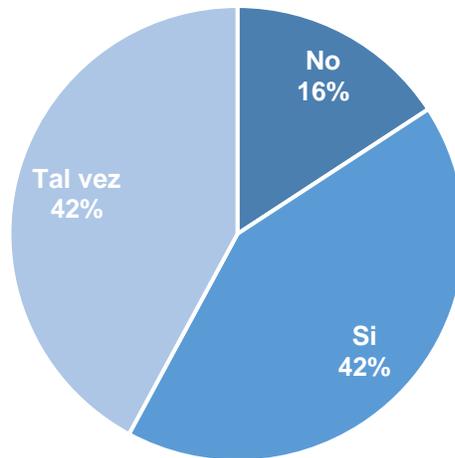


Gráfica 3. Seguimiento de los SCALL (N=19)

Fuente: Encuesta de opinión a personas usuarias de SCALL

Asimismo, en las entrevistas, se les preguntó: Después de la instalación ¿cómo ha sido el seguimiento y/o acompañamiento que le brinda la SEDEMA a su sistema y a usted como usuario/a? Las personas no supieron identificar quienes les daban el seguimiento, si la empresa instaladora o la Secretaría del Medio Ambiente. El seguimiento ha sido a través de visitas presenciales y de llamadas telefónicas. Asimismo, hubo personas que enfatizaron que no recibieron ningún tipo de seguimiento. Una de las personas usuarias enfatizó que es importante dar seguimiento a los programas implementados, con el fin de vigilar los recursos y que éstos se utilicen conforme a lo planeado, pues son los impuestos de todas y todos y deben usarse en beneficio de la población.

Con relación a la participación del diseño e instalación del SCALL. En la encuesta se les preguntó ¿Le hubiera gustado participar en el diseño e instalación de su sistema? Las respuestas “Sí” y “Tal vez” empataron con el 42%. Y el 16% dijo no estar interesada en intervenir en el proceso de diseño e instalación de sus SCALL (ver Gráfica 4).



Gráfica 4. Participación de las personas usuarias del SCALL (N=19)

Fuente: Encuesta de opinión a personas usuarias de SCALL

Asimismo, en las entrevistas se les cuestionó a las personas ¿Le hubiera gustado participar en el diseño e instalación de su sistema? ¿Por qué? Algunas personas consideraron que participar era estar presente durante la instalación. Otras personas decidieron dónde colocar el SCALL; sin embargo, otras tuvieron que adaptarse a lo que los técnicos sugirieron. Asimismo, las personas comentaron que no les hubiera gustado participar en la instalación del SCALL, pues no se consideran expertos o bien no les interesa.

También, en la entrevista se les preguntó a las personas usuarias ¿Qué opinión tiene el programa...? Las respuestas fueron positivas, las personas usuarias consideran que el programa de la SEDEMA es “excelente” o un “buen programa”, dado que, no sólo usan el SCALL para almacenar agua de lluvia sino también para almacenar agua de red o de pipa, sin embargo, se detectó que son pocas las personas que tiene claro que es un Sistema de Captación de Agua de Lluvia. Durante las entrevistas, algunas personas refirieron al SCALL como el “tinaco”; sin embargo, no hay que juzgar a las personas por denominarlo de esa manera. La SEDEMA literalmente les dio un tinaco para almacenar el agua de lluvia y es inevitable que las personas no relacionen el tinaco de la azotea con el tanque de almacenamiento que les dieron en el programa, pues en la mayoría de las casas de la Ciudad de México tiene un tinaco en la azotea (ver Imagen 4). Sería importante cambiar la forma del tanque de almacenamiento para evitar esta relación.



Imagen 4. Azoteas con tinacos en viviendas de la Ciudad de México

Fuente: Propia, 2021

Por último, en las entrevistas se les preguntó a las personas ¿qué podría mejorar el proceso de implementación?, esto respondieron:

Tabla 5. Comentarios de Recomendaciones al Programa de Cosecha de Lluvia

Usuario/a	Comentarios
Usuaría, 45 años	"...hay gente que realmente sí lo necesita y a veces a ellos no les toca. Porque a veces no nos informamos y hay gente que a veces dice ¡tiene la posibilidad! y son a los que a veces les llega mejor. Cualquier recurso, cualquier programa les llega a ellos... yo creo que sí checar... programas que ayuden más a la gente".
Usuario, 68 años	"Darle seguimiento... seguimiento mínimo cada año o si se puede cada 6 meses".
Usuario, 41 años	"Pues yo creo que una parte importante, siento es que le den más seguimiento. Porque ahorita, ya no han venido. Ya pasó un rato y a lo mejor darle seguimiento es que también tú te comprometas a seguirte dando mantenimiento, a que lo mantengas ahí, porque sabes que van a venir".
Usuaría, 71 años	"Que nos vuelvan a capacitar para recordar".
Usuaría, 59 años	"Yo veo que todo el sistema está bien, nada más lo que sí podría mejorarse...hacer más pláticas, más conferencia para que sepamos...hacer vídeos por YouTube".

Usuario, 68 años	"Pues lo programas estos, son buenos, son convenientes y en donde allá los espacios adecuados, pues ojalá los sigan poniendo, que es un buen programa, sí ayuda, nada más que a veces las casas, no se prestan, para eso, porque son espacios muy reducidos, entonces no hay espacio para meter ese tamaño, pero ¡no sé! apoyarles a las personas que hagan subterráneo su colocación de cisterna o algo, ampliarlo a cisternas subterráneas..."
Usuaría, 33 años	"El detalle es que, si te ponen, no traba, pero si son exigencias...Aquí en Santa María, el 80% de las personas no tienen las escrituras de su casa. Entonces, sí hubo muchas personas que quisieron solicitar ese apoyo, pero no pudieron...Si hubiera una posibilidad, no de saltarse ese requisito, pero de hacerlo más accesible para que alguien pudiera adquirir ser beneficiario de este programa pues sería genial".

Fuente: Entrevistas a personas usuarias de SCALL

En las encuestas también se les preguntó, ¿Qué le recomendaría a la Secretaría del Medio Ambiente para mejorar el Programa de Cosecha de Agua de Lluvia? las personas respondieron: brindar apoyos sin restricción; hacer supervisiones; mejorar la capacitación; dar la información más clara y mejorar los filtros. Cabe destacar que un usuario sugiere que se amplíe el programa para construir cisternas subterráneas. De manera general, tanto en las encuestas como entrevistas, las personas sugieren que la SEDEMA le dé más seguimiento a los SCALL y mejoren la capacitación. Además, sugieren mayor accesibilidad al programa para que todas las personas puedan adquirir el SCALL.

A partir de la revisión de la literatura, de las entrevistas y de las encuestas realizadas a funcionarios y a las personas usuarias, se encontraron diversos factores que dificultaron la implementación de los SCALL, entre los que se destacan los siguientes:

- Experiencia y debilidad organizacional,
- Trámites administrativos/ Burocracia,
- Cultura Asistencialista,
- Contexto sociocultural de las familias y comunidad,
- Carencia de diagnósticos ambientales, sociales y económicos de las personas usuarias,
- Falta de capacitación de calidad,
- Perspectiva de género,
- Falta de participación de las personas usuarias y
- Seguimiento

Durante las entrevistas se enfatizó que el personal no tenía la experiencia necesaria para llevar a cabo un programa social para la instalación de 10,000 SCALL (a pesar de la existencia de experiencias previas) y ni la capacidad operativa para llegar a las viviendas que realmente lo necesitaban, por lo que llevó a la implementar un programa a través de la improvisación.

En cuanto a los trámites administrativos, éstos retrasaron los tiempos de implementación de los SCALL, ya que previo a la instalación de SCALL se realizaron varios trámites como: la solicitud del recurso económico del programa ante la Secretaría de Finanzas, elaboración de las reglas de operación del programa, licitación de proveedores, integración de la Unidad Técnica Operativa y la compra de materiales de operación. Por lo que, sólo se tuvo un mes previo al inicio de la temporada de lluvias para la instalación de SCALL y algunos otros SCALL se terminaron de instalar hasta diciembre (cuando ya no llovía), lo que llevó a algunas familias a no cosechar agua de lluvia en el 2019 y ni a obtener los beneficios tangibles de los SCALL.

El asistencialismo y el clientelismo son acciones muy arraigadas en la ciudad. Durante las entrevistas algunas personas indicaron que tuvieron que participar en una actividad adicional o bien ser conocidos de un líder comunitario para poder acceder a un SCALL. Asimismo, las personas creen que el gobierno es responsable de continuar dando facilidades de conocimiento y seguimiento para mantener en buen estado el SCALL. Si bien, el gobierno debe dar seguimiento a los SCALL, éste debe brindar las herramientas para que las personas usuarias no dependan de él, sino hacerlas responsables y partícipes del proceso de la implementación del SCALL (Hernández y Vargas, 2017) y del uso sostenido de la ecotecnia.

Por otra parte, la SEDEMA no consideró el contexto sociocultural de las personas usuarias, es decir, no se indagó en los hábitos de uso del agua, así como en la organización y manejo de agua a nivel comunitario y del hogar.

Con respecto al diagnóstico, éste es el primer paso para la implementación de la ecotecnología (Fuentes *et al.*, 2018), con el fin de determinar la pertinencia de instalación. Al respecto no se consideraron las condiciones climáticas, es decir, la cantidad y calidad de agua de lluvia de la zona para el uso adecuado de la ecotecnia (Soares y Fonseca, 2014). Asimismo, no se identificó el espacio que tienen las viviendas, lo que llevó a varias personas a no adquirir el SCALL. También, no se vislumbró que algunos barrios pobres (asentamientos irregulares) no cuentan con

documentación, por lo que tampoco participaron. Esto toma relevancia, porque la SEDEMA sólo entregaba un SCALL a quien cumplía con la documentación y no porque realmente lo necesitara, pues son las zonas pobres que recurren a la cosecha de lluvia por falta de agua.

Por otro lado, la capacitación es un punto nodal para el buen funcionamiento de los sistemas tecnológicos (Murillo *et al.*, 2019). De igual forma, ésta debe ser continua y durante un determinado tiempo para que las personas tengan más interacción con sus tecnologías (Romero *et al.*, 2015), a fin de promover una relación a largo plazo (usuario-tecnología) y fomentar habilidades en las personas usuarias sobre el SCALL.

En este sentido, durante las entrevistas (funcionarios y personas usuarias) enfatizaron que la capacitación fue corta y rápida, duraba aproximadamente 30 minutos, lo cual fue insuficiente para que las personas pudieran comprender el funcionamiento y mantenimiento de la tecnología. Asimismo, la SEDEMA no se tomó el tiempo para hacer una capacitación acorde a la realidad de cada familia, pues no es lo mismo un hogar donde habitan personas de la tercera edad a otro donde habitan jóvenes. En esta última sería importante involucrar a las y los jóvenes pues ellos son las futuras generaciones que le darán uso y mantenimiento al SCALL. Asimismo, la SEDEMA no consideró las habilidades y capacidades de los integrantes del hogar en albañilería, plomería o alguna otra profesión que sumará al diseño o instalación del SCALL.

La SEDEMA dio por sentado que, al dar indicaciones sobre el uso y mantenimiento de los SCALL sin el involucramiento o interacción de las personas, éstas interiorizarían y comprenderían el uso y mantenimiento, y al mismo tiempo solucionarían la escasez de agua; sin embargo, no fue así, solo representó una imposición de la tecnología y ajeno a la realidad de las personas (Ortiz *et al.* 2015). Esto también llevó a que las personas usuarias vieran el SCALL como un bien de consumo (mercancía) y no como un beneficio positivo tangible para ellas y para el ambiente, de acuerdo con las entrevistas, algunas personas vendieron el SCALL.

Otro de los factores a considerar es la perspectiva de género, la cual debe estar presente en la implementación de los SCALL dado que, históricamente las mujeres son proveedoras de abastecer de agua a la vivienda y son quienes usan el agua para actividades domésticas. Por lo tanto, las ecotecnologías deben estar diseñadas para repartir las labores entre hombres y mujeres y no sólo sea una carga de trabajo para las mujeres y niñas.

Acerca de la participación social es un aspecto clave para la adopción y para el proceso de implementación de las ecotecnologías (Ortiz *et al.*, 2015; Padilla y Torregrosa; 2002; Hernández y Vargas, 2017); sin embargo, tanto en las entrevistas como en las encuestas, las personas no estaban interesadas o no por completo en participar en el diseño o instalación de su SCALL. En este sentido, se tiene que buscar los mecanismos para involucrar a las distintas personas en el proceso de implementación y uso sostenido de la ecotecnología. Esto incluye a las personas que viven en barrios pobres, dado que necesitan dedicar tiempo a actividades económicas que garanticen su supervivencia (Ziccardi, 2020) y en ocasiones les es difícil participar en el proceso.

Por último, hay que reconocer que la SEDEMA hizo un esfuerzo por realizar encuestas de seguimiento a las personas usuarias; sin embargo, debido a la gran cantidad de SCALL instalados y a la capacidad operativa es insuficiente para dar seguimiento continuo a todas las personas usuarias. Por lo tanto, se requiere introducir un monitoreo de SCALL con el apoyo de las tecnologías, como las Apps, para hacer más práctico y eficiente el proceso. Asimismo, es importante que las personas usuarias entiendan los resultados de la información recabada a través de las encuestas para que conozcan los beneficios obtenidos y reconozcan el valor de su participación en éstas.

## 5.4 Conclusiones capitulares

A partir de los resultados, se identificó que la Secretaría del Medio Ambiente de la Ciudad de México (SEDEMA) transfirió la ecotecnia en tres fases: 1) institucionalización, 2) instalación de ecotecnias y 3) transferencia a beneficiarios. En otras palabras, fue un proceso gubernamental-lineal, el cual refleja una implementación diseñada desde arriba, es decir, no consideraron las necesidades de la población, ni la durabilidad de la relación (usuario-tecnología) en el tiempo y ni la participación de las personas usuarias (Ortiz *et al.*, 2015; Romero *et al.*, 2015).

A la SEDEMA sólo le interesaba lograr la meta de instalación de 10,000 SCALL, por lo que, sus esfuerzos se centraron en documentar el número de instalaciones (Tagle *et. al.*, 2017; Fuentes *et al.* 2018) y no fomentar una relación a largo plazo entre las personas usuarias y la ecotecnología (Murillo *et al.* 2019).

En este sentido, la SEDEMA entregaba SCALL a quien cumplieran con la documentación requerida y sus viviendas fueran viables técnicamente (tuvieran espacio para el tanque de almacenamiento

y/o pagaran o hicieran las modificaciones pertinentes en su vivienda para la instalación del SCALL); sin realizar un diagnóstico de necesidades reales a la ciudadanía y a sus viviendas; ni considerar el valor sociocultural del agua para las familias y la comunidad; y no se involucró a las personas usuarias como actores principales en el proceso de implementación de la ecotecnología, lo que resultó un programa meramente asistencialista (Tagle *et al.*, 2017).

De los factores encontrados, la burocracia, la capacitación y participación son clave para la implementación de los SCALL porque éstos también repercuten en la adopción de la ecotecnia.

La Secretaría del Medio Ambiente debe buscar otros procesos para la implementación de los SCALL, por ejemplo, repensar la licitación de proveedores, pues ésta limita la compra de una ecotecnología, es decir, un mismo SCALL no es utilizable para todas las viviendas, dado que cada familia tiene distintos hábitos, necesidades y usos alrededor del agua, por lo que un mismo paquete tecnológico no solucionará el problema de escasez y abastecimiento de agua de la misma manera para todas las viviendas.

Por otro lado, la capacitación de un SCALL es un proceso complejo, porque cada familia tiene características y condiciones distintas, por lo que, dar indicaciones de uso y mantenimiento no son suficientes para interiorizar y comprender el SCALL. La capacitación debe diseñarse a partir de la realidad concreta de las familias a través de la generación de conocimiento y construcción de capacidades, con el propósito de que las personas usuarias eviten depender del gobierno (Álvarez y Tagle, 2018).

Asimismo, la participación de las personas usuarias debe ser desde el diseño hasta su evaluación de la ecotecnología para la generación de conocimiento, interacción y adopción. Porque cualquier situación o conflicto se puede solucionar en el camino y no al final cuando la instalación del SCALL esté hecha. De igual forma, la implementación de los SCALL debe considerar la participación de varios actores para generar aprendizajes y aportes a la mejora continua del SCALL y del programa.

## VI. Evaluación de adopción de Sistemas de Captación de Agua de Lluvia en viviendas de Iztapalapa y Xochimilco, Ciudad de México

En este apartado se abordan los resultados de la adopción de los Sistemas de Captación de Agua de Lluvia mediante los recorridos de observación, entrevistas y encuestas a las personas usuarias que viven en Iztapalapa y Xochimilco.

### 6.1 Recorridos de observación en colonias de Iztapalapa y Xochimilco

De acuerdo con las colonias seleccionadas (ver 2.2. Área de estudio), se recorrieron tres colonias de la alcaldía Iztapalapa: Campestre Potrero, Desarrollo Urbano Quetzalcóatl y Santa María Aztahuacan y; cuatro colonias de Xochimilco: Santa Cecilia Tepetlapa, San Mateo Xalpa, Santa Cruz Xochitepec y San Gregorio Atlapulco, con el propósito de conocer el contexto social y ambiental donde se implementaron los SCALL.

Durante los recorridos se encontraron viviendas precarias y hacinadas, acceso y abastecimiento de agua desigual, ausencia de una cultura de cosecha de lluvia, así como algunas irregularidades en la entrega de los SCALL.

De acuerdo con Evalúa (2020), 39 de cada 100 casas de la Ciudad de México han sido construidas con elementos deficientes. Esto se observó durante los recorridos en las colonias seleccionadas. Por ejemplo, en la colonia Campestre Potrero, ubicada a las faldas de la Sierra de Santa Catarina (ver Imagen 5), se encontraron viviendas con dos a tres pisos, muros sin aplanar, fachadas sin pintar, viviendas sin terminar de construir; calles descuadradas y pisos desnivelados. También se observó que en los límites de la colonia hay viviendas en el suelo de conservación (ver Imagen 6). En la colonia Desarrollo Urbano Quetzalcóatl también se encontraron casas con las mismas características que Campestre Potrero; sin embargo, algunas viviendas ya se observan con acabados y fachadas pintadas (ver Imagen 7).



Imagen 5. Calle de la Colonia Campestre Potrero

Fuente: Propia, 2021



Imagen 6. Vivienda en suelo de conservación en Campestre Potrero

Fuente: Propia, 2021



Imagen 7. Vivienda de la colonia Desarrollo Urbano Quetzalcóatl

Fuente: Propia, 2021

En la colonia de Santa María Aztahuacan (dividida en tres secciones: Santa María Aztahuacan Ejido I, Santa María Aztahuacan Ejidos II y el Pueblo de Santa María Aztahuacan), se observó que en la sección del Pueblo hay más viviendas precarias (ver Imagen 8) que en la sección de Ejidos II. En la sección de Ejidos II, las viviendas son muy amplias y grandes en comparación con las otras secciones y con las otras colonias de Iztapalapa.



Imagen 8. Calle Piedras Negras en Santa María Aztahuacan

Fuente: Propia, 2021

Por otra parte, en la Alcaldía Xochimilco, principalmente en las colonias de Santa Cecilia Tepetlapa (ver Imagen 9) y San Mateo Xalpa (ver Imagen 10) se encontraron viviendas construidas con un solo piso. Santa Cecilia está más cercana al suelo de conservación que San Mateo Xalpa. Mientras que, San Gregorio Atlapulco (ver Imagen 11) y Santa Cruz Xochitepec (ver Imagen 12) están divididas en dos zonas: zona baja y zona alta. En la zona baja hay viviendas construidas con un solo piso. En la zona alta hay viviendas asentadas en los cerros, con dos niveles de piso, las cuales están construidas con materiales precarios y tienen problemas de abastecimiento de agua.

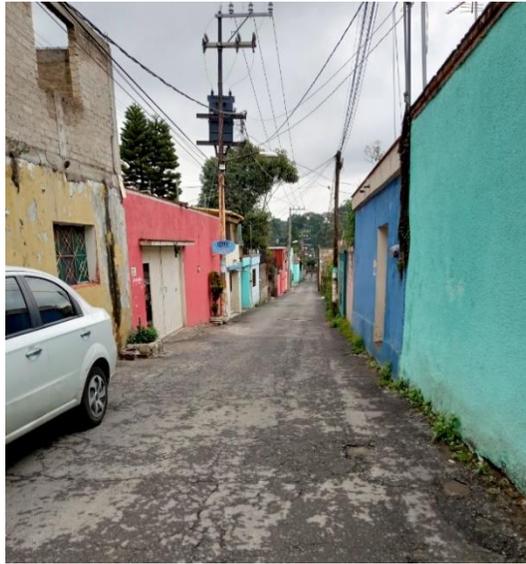


Imagen 9. Calle en Santa Cecilia Tepetlapa

Fuente: Propia, 2021



Imagen 10. Calles de la Colonia San Mateo Xalpa

Fuente: Propia, 2021



Imagen 11. Viviendas asentadas en el cerro, colonia San Gregorio

Fuente: Propia, 2021



Imagen 12. Viviendas establecidas en el cerro de Xochitepec

Fuente: Propia, 2021

Cabe destacar que en la zona baja de la colonia Santa Cruz Xochitepec, las calles principales son amplias y las calles secundarias son muy estrechas, apenas caben los tanques de almacenamiento de 2,500 litros (ver Imagen 13).



Imagen 13. Calle secundaria de la Colonia de Santa Cruz Xochitepec

Fuente: Propia, 2021

Durante un recorrido por Iztapalapa y debido a que recién se había inaugurado el “Cablebús”, se decidió tomar el transporte público de la estación de Constitución 1917 a la estación Desarrollo Urbano Quetzalcóatl para observar los techos de las viviendas, pues el techo es el primer componente del Sistema de Captación de Agua de Lluvia, donde cae y escurre el agua de lluvia para después ser aprovechada.

Pujol y Hernández (2018) enfatizan que la azotea es un elemento urbano poco investigado y olvidado por los habitantes y la arquitectura. Asimismo, los autores señalan que la azotea es un espacio que tiene poco o nula función y distintas formas de utilizarse. Como se observó durante el recorrido por el Cablebús, las personas le dan distintos usos a las azoteas: jaulas para perros (ver Imagen 15) bodega de “tiliches” (ver Imagen 14) y expresiones artísticas a través de murales (ver Imagen 16).

En este sentido, el techo al ser el primer componente del SCALL, las condiciones de las azoteas deben ser óptimas. El Manual de Cosecha de Lluvia de la SEDEMA (2020) indica “el material y limpieza de la superficie del área de captación es fundamental para determinar la calidad del agua cosechada” (p.23). Por lo tanto, si el techo no está impermeabilizado, tiene objetos o heces de perros no se obtendrá agua de lluvia de buena calidad. En consecuencia, será necesario que los implementadores tomen en cuenta los usos de los techos y se enfatice a las personas usuarias

sobre los cambios de hábitos, costumbres o nuevos usos que debe tener el techo para el uso y aprovechamiento del agua de lluvia de calidad.



Imagen 14. Bodega de “tiliches”

Fuente: Propia, 2021



Imagen 15. Jaulas para perros

Fuente: Propia, 2021



Imagen 16. Expresiones artísticas a través de murales y viviendas sin impermeabilizar

Fuente: Propia, 2021

Por otra parte, se observó que hay una ausencia de cultura de la cosecha de lluvia, principalmente en zonas donde llega el agua de manera constante, pues diversos hogares envían el agua de lluvia hacia las calles, como se muestra en la Imagen 17. Mientras que, en zonas donde han padecido la falta de agua, han adaptado tuberías para usar el agua de lluvia para limpiar; por ejemplo, el patio (ver Imagen 18).



Imagen 17. Casas con canalización hacia la calle en Iztapalapa

Fuente: Propia, 2021



Imagen 18. Sistema de captación de agua de lluvia rudimentario en Iztapalapa

Fuente: Propia, 2021

Otro hecho que se observó durante los recorridos, principalmente en Iztapalapa, fue el hacinamiento. Durante la visita al Pueblo de Santa María Aztahuacan se encontró un hogar donde habitan 10 familias. En la Imagen 19 se observa que no hay planeación en la construcción de las viviendas. Además, debido a la falta de agua, las familias almacenan el agua en tinacos y tambos.



Imagen 19. Tambos y tinacos de agua

Fuente: Propia, 2021

Respecto al acceso y abastecimiento del agua. En ambas alcaldías enfatizaron que el acceso y abastecimiento es desigual. El gobierno abastece de agua una vez a la semana, dos veces a la semana y otras todos los días. La mayoría de las viviendas recibe el agua a través de la red pública.

Según estadísticas de la Secretaría de Inclusión y Bienestar Social (SIBISO), la colonia Campestre Potrero en Iztapalapa tiene pocas viviendas con agua entubada dentro de su vivienda; sin embargo, de acuerdo con lo dicho por la población, ya no es así. Antes se abastecía a través de pipas, ahora, se abastecen a través de la red pública y sólo esperan una vez a la semana para llenar sus cisternas y tambos. La mayoría de las personas enfatizaron que el agua de la red es de muy mala calidad.

En la colonia Desarrollo Urbano Quetzalcóatl en comparación con la colonia Campestre Potrero, las horas y días de tandeo del agua son muy variados. De acuerdo con conversaciones, hay lugares donde les abastecen diario el agua; una vez a la semana; y otros lugares donde les llega dos veces a la semana. Asimismo, las personas enfatizaron que a veces el agua que llega de la red pública es de mala calidad. Algunas personas perciben que, debido a esa mala calidad de agua, han tenido problemas en la piel.

Referente a las tres secciones de la colonia de Santa María Aztahuacan, en la sección de Pueblo de Santa María Aztahuacan acceden al agua a través de la red de agua potable y de pipas. Durante el recorrido, se observó varias veces transitar pipas en la zona.

Las personas que viven cerca del Reloj de Santa María Aztahuacan (centro) enfatizaron que les faltaba mucho el agua, aunque en los últimos meses ya no tanto; sin embargo, en las calles Ramón Corona, Piedras Negras, Primavera y Álamos (calles más alejadas del centro) sigue persistiendo la falta de agua.

En la calle Piedras Negras se encontró que cae poca agua de la llave, por lo que, las personas tienen que solicitar pipas cada 8 días. La pipa (ver Imagen 20) no tiene ningún costo para las familias porque la Alcaldía se los provee; no obstante, las personas le dan dinero a los piperos para su “refresco” y, además, no les dejan la pipa completa, sólo les dejan  $\frac{1}{4}$  o  $\frac{1}{2}$  pipa de agua. Algunas personas han recurrido a la cosecha de agua de lluvia poniendo una cubeta debajo de una lona (Hernández, 2020; Martínez, 2018).



Imagen 20. Pipa de agua

Fuente: Propia, 2021

En esta colonia también se encontró que funcionarios de la Alcaldía Iztapalapa hacen mantenimiento o reparaciones en las tuberías y se les olvidan abrir las válvulas, debido a esta situación las personas se quedan meses sin el vital líquido. Además, las autoridades no avisan a la ciudadanía sobre estos recortes de agua.

En Santa María Aztahuacan (IECM nombrada Ejidos II) el problema de la falta de agua son las grietas (ver Imagen 21), las cuales se han formado en el tiempo y por los temblores, lo que pone en vulnerabilidad a las personas y también a la infraestructura hidráulica.



Imagen 21. Calles sin pavimentar y con grietas

Fuente: Propia, 2021

En la sección de Santa María Aztahuacan Ejidos I, de acuerdo con conversaciones, también llega a faltar el agua de red y muy rara vez solicitan pipas. Esta colonia es zona industrial y de almacenes (ver Imagen 22).



Imagen 22. Nave industrial en Santa María Aztahuacan Ejidos

Fuente: Propia, 2021

Por otra parte, en las colonias de San Mateo Xalpa y Santa Cecilia Tepetlapa de la Alcaldía Xochimilco, se abastece de agua a las viviendas a través de la red pública. En Santa Cecilia se abastecen de agua una vez a la semana. En San Mateo Xalpa, el agua de la red llega una vez al día por la madrugada o muy temprano en las mañanas. Las personas que no cuentan con una pileta o una cisterna para almacenar el agua tienen que estar al pendiente de llenar sus tinacos o tambos. Y quienes tienen una cisterna no se dan cuenta cuando llega el agua de la red.

En la colonia de San Gregorio Atlapulco, las viviendas asentadas en el centro de la colonia se abastecen a través de pozos y se distribuye por el acueducto (ver Imagen 23), la distribución del agua es diaria, aunque a veces llega a faltar. Las viviendas asentadas en el cerro se abastecen 3 veces a la semana y en ocasiones por la noche.



Imagen 23. Acueducto de la colonia San Gregorio Atlapulco

Fuente: Propia, 2021

En Santa Cruz Xochitepec al igual que San Gregorio, el abastecimiento de agua en hogares ubicados en la zona baja es diaria, algunas viviendas reciben el agua de manera directa, por lo que la mayoría no cuenta con cisternas. Mientras que a las viviendas que se encuentran en el cerro les llega el agua 2 o 3 veces a la semana y, además, recurren almacenar el agua en tambos, tinacos o cubetas.

En esta colonia, se caminó por la calle Comercio (es una pendiente), varias personas enfatizaron que en esa calle hay problemas de agua (ver Imagen 24). Se conversó con una señora que mencionó que en los últimos 5 años ha habido escasez de agua, es decir, llega 4 veces a la semana (martes, jueves, sábado y domingo), solo por un par de horas en la mañana: “Cuando llega, todos queremos llenar, pues sale un chorrito”.



Imagen 24. Calle comercio en Santa Cruz Xochitepec

Fuente: Propia, 2021

Otras de las situaciones que se observaron durante los recorridos por la Alcaldía Xochimilco y que no se encontró en la alcaldía Iztapalapa fueron los movimientos sociales que hay por el agua en la zona. En la colonia de Santa Cecilia Tepetlapa se logró ver una manta que dice “El agua no se vende, ¡se defiende!” (Ver Imagen 25). Asimismo, en la colonia de Santa Cruz Xochitepec, en la calle Comercio en se observaron escritos de demandas por el agua (ver Imagen 26).

Cabe destacar que, el pasado 13 de julio del 2021, mediante las Redes Sociales (Facebook®) el movimiento “Pueblos de la montaña en lucha” se pronunció en contra del Sistema de Agua de la Ciudad de México, porque éstos querían hacer reparaciones y modificaciones a la infraestructura hidráulica sin antes consultar con la población, lo que vulnera su derecho a la consulta previa, libre e informada de los pueblos, barrios y comunidades indígenas residentes en la Ciudad de México. Como ya lo comentaba Ávila (2006) el gobierno desconoce las formas de organización e introduce infraestructuras hidráulicas sin conocer las necesidades de la población.



Imagen 25. Manta en defensa del agua

Fuente: Propia, 2021



Imagen 26. Demanda por el agua en Santa Cruz Xochitepec

Fuente: Propia, 2021

Por último, se encontraron algunas inconsistencias de la implementación del SCALL. Tanto en la Alcaldía Iztapalapa como Xochimilco enfatizaron que no todas las personas entraron al programa porque no tenían espacio para el tanque de almacenamiento o porque no contaba con la documentación requerida (uso de suelo) para participar. Por ejemplo, en San Gregorio Atlapulco destacaron que sólo contaban con contratos de compraventa y no con escrituras del terreno a pesar de tener aproximadamente 40 años viviendo en la zona, los cuales no fueron aceptados por la SEDEMA.

También, es importante mencionar que las personas del Pueblo de Santa María Aztahuacan tienen la percepción de que los programas sociales sólo lo reciben los allegados de los líderes

comunitarios. En Campestre Potrero comentaron que estaban interesados en participar en el programa de Cosecha de Lluvia de la SEDEMA, pero al fallecer el líder comunitario, ya no supieron nada del programa.

En la colonia Santa Cruz Xochitepec perciben que las personas facilitadoras del programa entregaban SCALL a sus conocidos. De acuerdo con el testimonio de una señora, su cuñado y ella ingresaron documentación para que les dieran un SCALL; sin embargo, a ella no le dieron el SCALL, pero sí a su cuñado. La señora considera que no fue correcto que le dieran el SCALL a su cuñado, pues su techo es de lámina y tiene perros. Además, comentó que su cuñado llena con agua de la llave el tanque de almacenamiento y no cosecha agua de lluvia.

Asimismo, se conversó con otra señora de la misma colonia, la cual, de igual forma, entregó sus papeles para que le dieran el SCALL, pero no se lo dieron. Según le dijeron, su techo era de lámina y no lo iba a poder limpiar el SCALL. En la Imagen 27 se muestra la vivienda de la señora.



Imagen 27. Vivienda de una usuaria que no recibió el SCALL

Fuente: Propia, 2021

Por último, se encontraron Sistemas de Captación de Agua de Lluvia que no les están dando un buen uso. Por ejemplo, en la colonia de Santa Cruz Xochitepec se encontró un tanque de almacenamiento en la azotea de una vivienda, se observó que el tanque era del programa porque tenía el logo del Dios Tláloc (ver Imagen 28), se intentó conversar con las personas que estaban en el lugar, pero no quisieron brindar información.

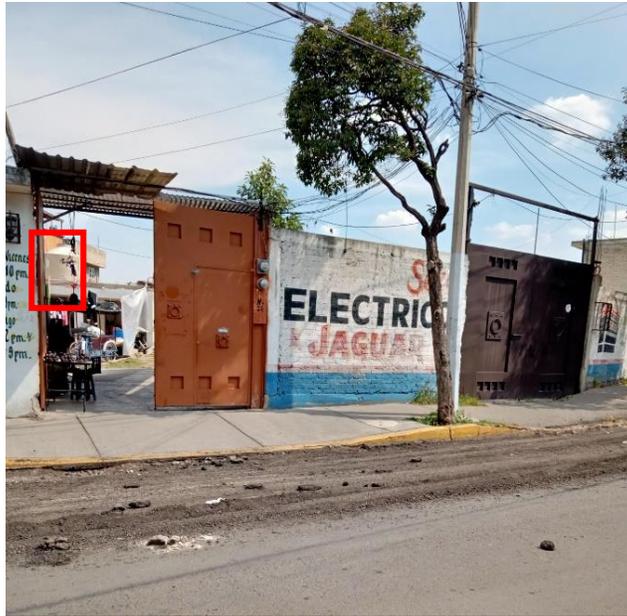


Imagen 28. SCALL instalado en la azotea

Fuente: Propia, 2021

Asimismo, en la colonia Campestre Potrero se encontró un sistema desmantelado. Este sistema aún presentaba la canalización (tuberías) del agua de lluvia; sin embargo, el agua de lluvia ya no llegaba al separador de primeras lluvias (Tlaloque) sino llega a un tambo como se observa en la Imagen 29. El tanque de almacenamiento lo movieron de lugar y ahora se usa para almacenar agua de la red. De acuerdo con la usuaria, se desmanteló el sistema porque se construyó un nuevo cuarto para un familiar.



Imagen 29. Sistema de Captación de Agua de Lluvia desmantelado

Fuente: Propia, 2021

## 6.2 Entrevistas y encuestas de adopción de los Sistemas de Captación de Agua de Lluvia.

En este apartado se muestran los resultados de entrevistas y encuestas de adopción de los Sistemas de Captación de Agua de Lluvia, con el propósito de entender las interacciones en torno a la tecnología.

### 6.2.1 Características de las personas entrevistadas

Se entrevistaron a 33 personas, de las cuales el 48% (16 personas) son de Iztapalapa y el 52% (17 personas) son de Xochimilco.

Las personas entrevistadas de Iztapalapa, el 56% (9) son mujeres y el 44% (7) son hombres. La persona más joven entrevistada tiene 27 años y la de mayor edad tiene 79 años. La mayoría de las personas indicó que se abastecen de la red pública, sólo una persona indicó que no tiene red de agua entubada en su vivienda y se abastece a través de pipas. La forma de almacenamiento de agua más utilizada es la cisterna, seguido del tinaco, y por último los tambos.

Las personas entrevistadas en Xochimilco, el 59% (10) son mujeres y el 41% (7) son hombres, la persona más joven entrevistada tiene 21 años y la persona con mayor edad tiene 76 años. Todas las personas entrevistadas indicaron abastecerse de la red pública. En cuanto al almacenamiento de agua más utilizada es el tinaco, después los tambos y por último la cisterna.

### 6.2.2 Características de las personas encuestadas

Respecto a las encuestas, sólo 19 personas contestaron la encuesta, el 53% (10 personas) pertenecen a la alcaldía Xochimilco y el 47% (9 personas) a la alcaldía Iztapalapa. De estas 19 personas pertenecen a las siguientes colonias: Desarrollo Urbano Quetzalcóatl, el 37%; San Mateo Xalpa, el 27%; Santa Cruz Xochitepec, el 16% y; Ampliación Tepepan, Lomas de la estancia, San José Buenavista y Santa Cecilia, el 5%, respectivamente.

De las 19 personas que contestaron la encuesta, el 58% (11) representan al género femenino y el 42% (8) al género masculino.

El 48% de las personas encuestadas tienen estudios de licenciatura, el 26% cuentan con preparatoria completa, el 11% primaria completa, el 5% refieren tener preparatoria trunca, el 5% estudios técnicos y comerciales y el 5% tiene primaria trunca.

Por último, el 58% de las personas enfatizaron que su familia está integrada por más de 6 habitantes, el 16% está integrada por 4 habitantes y el 10% por 5 integrantes. Cabe destacar que la alcaldía Iztapalapa tiene el mayor número de habitantes en el hogar, tal y como se observó durante los recorridos.

### 6.2.3 Resultados de adopción de los Sistemas de Captación de Agua de Lluvia

En este apartado se presentan los resultados de la evaluación de adopción de los SCALL en viviendas de Iztapalapa y Xochimilco, considerando los criterios e indicadores de la metodología de Fuente *et al.* (2018) y Berrueta y Vázquez (2021): satisfacción de necesidad, uso sostenido, operación y mantenimiento, desplazamiento de la tecnología, aprendizajes, prácticas tradicionales, interacción familiar y comunidad, condición de género, aceptación y accesibilidad.

#### 6.2.3.1 Satisfacción de necesidad

Fuentes *et al.* (2018) plantean que la ecotecnología debe cubrir una necesidad humana básica y cumplir con las expectativas de las personas usuarias.

En este sentido, en la encuesta se les preguntó a las personas: En una escala del 1 al 5, donde 5 es muy satisfecho 1 es nada satisfecho. ¿Qué tan satisfecho se siente con el sistema? el 63% (12) de las personas se sienten muy satisfechas con el SCALL, el 32% (6) se siente satisfecha y el 5% (1) más o menos satisfecha. Se destaca que las mujeres se sienten “muy satisfechas” con el SCALL en comparación a los hombres (ver Tabla 6).

Tabla 6. Escala de satisfacción.

Satisfacción del SCALL	Total personas	Mujeres	Hombres
Escala 5 “muy satisfecha”	63% (12)	8	4
Escala 4 “satisfecha”	32% (6)	3	3

Escala 3 "más o menos satisfecha"	5% (1)	0	1
<b>Total</b>	<b>100%</b>	<b>11</b>	<b>8</b>

Fuente: Encuesta de opinión a personas usuarias del SCALL

Asimismo, en las entrevistas, el 75% (25) de las personas se siente satisfecha con el SCALL, mientras que el 25% (8 personas) expresaron que no estar satisfechas por las siguientes razones: no están conformes donde los técnicos colocaron el SCALL porque estorba el tanque. A algunos les hubiera gustado que el tanque se colocará en la azotea. También enfatizaron que el tamaño del tanque de almacenamiento es insuficiente para satisfacer la demanda de agua.

Asimismo, hay personas que indicaron tener problemas técnicos con sus SCALL porque no se llena completamente el tanque de almacenamiento, no llueve en la zona, hicieron mal la instalación del tanque o dejaron fugas en las canaletas.

Respecto a los beneficios que han obtenido las personas sobre el SCALL, el 79% (15) de las personas encuestadas expresaron que el SCALL les ha traído mucho beneficio en el ahorro de agua por pipas, el 16% (3) poco beneficio y el 5% (1) nada de beneficio (ver Tabla 7). Cabe señalar que a las mujeres les ha traído mucho beneficio el ahorro de agua por pipa más que a los hombres.

Tabla 7. Beneficio por ahorro de agua por pipa

<b>Beneficio por ahorro de agua por pipa</b>	<b>Total personas</b>	<b>Mujeres</b>	<b>Hombres</b>
Mucho beneficio	79% (15)	8	7
Poco beneficio	16% (3)	2	1
Nada beneficio	5% (1)	1	0
<b>Total</b>	<b>100%</b>	<b>11</b>	<b>8</b>

Fuente: Encuesta de opinión a personas usuarias del SCALL

Respecto al beneficio de ahorro de agua por garrafón, el 42% (8) de las personas indicó que no ha sido nada benéfico, el 32% (6 personas) indicó que ha sido poco benéfico y el 26% (5 personas) indicó que les dio mucho beneficio el ahorro por garrafón (ver Tabla 8). Cabe destacar que posiblemente no hubo tal beneficio, porque la Secretaría del Medio Ambiente enfatizó que el agua de lluvia no era para beber. Por lo tanto, las personas siguen consumiendo agua de

garrafón. Sería importante promover filtros más sofisticados o purificadores de agua para generar ahorro de agua y dinero en garrafones.

Tabla 8. Beneficio por ahorro de agua por garrafón

Beneficio por ahorro de agua por garrafón	Total personas	Mujeres	Hombres
Mucho beneficio	26% (5)	3	2
Poco beneficio	32% (6)	4	2
Nada beneficio	42% (8)	4	4
<b>Total</b>	<b>100%</b>	<b>11</b>	<b>8</b>

Fuente: Encuesta de opinión a personas usuarias del SCALL

Asimismo, en las entrevistas, se destacaron los siguientes beneficios obtenidos del SCALL: buena calidad de agua, ahorro de agua, no falte agua, tener donde reservar el agua, tener más agua, ahorro económico y evitar solicitar pipas de agua.

### 6.2.3.2 Uso sostenido

Fuentes *et al.* (2018) indican que la ecotecnología debe tener un uso a largo plazo. Sin embargo, Arroyo *et al.* (2016) indican que “el Sistema de Captación de Agua de Lluvia permite a las familias ser autosuficientes por mínimo de 4 meses y un máximo de 7 meses” (p.4). Por lo tanto, el uso del SCALL es eficiente durante los meses de la temporada de lluvias.

En las entrevistas se encontró que el tanque de almacenamiento del SCALL no sólo se usa para cosechar agua de lluvia sino también para almacenar agua de la red o de la pipa, esta situación ocurre tanto en la alcaldía Iztapalapa como en Xochimilco.

Dos usuarios de Xochimilco fueron muy sinceros al enfatizar que utilizan el tanque de almacenamiento para llenarlo de agua de la llave. Uno de ellos comentó que, debido a los recortes de agua, le angustia quedarse sin el vital líquido, entonces recurre a llenar el tanque con agua de la llave. Otro usuario enfatizó que desea desmantelar el SCALL porque no llueve tanto en la zona, y se ha desanimado a seguir cosechando agua de lluvia, entonces ha decidido llenar el tanque con agua de la red pública.

Lo antes mencionado, se reafirma en un post encontrado en el Facebook de la Jefa de Gobierno de la Ciudad de México, la Dra. Claudia Sheinbaum. Aunque el post menciona a la Alcaldía Tláhuac y no a las alcaldías que se están estudiando, sí evidencia lo dicho por la población. Además, este post se origina en el mes de agosto, en plena temporada de lluvias, cuando supuestamente la población debe estar cosechando el agua de lluvia.



Figura 17. Abastecimiento de agua a través de pipas

Fuente: Sheinbaum, 2022

Por otro lado, el 27% (9) de las personas usuarias indicaron usar de manera frecuente el SCALL. Hay quien usa el tanque de almacenamiento del SCALL exclusivamente para la cosecha de Lluvia. Usuarios de Xochimilco enfatizaron que dejan que se llene su tanque de almacenamiento durante la temporada de lluvias, para posteriormente usar esa agua durante la temporada de sequía, pues es cuando más necesitan el agua.

Asimismo, en Iztapalapa, se encontró que las personas mezclan el agua de lluvia con agua de la red en sus cisternas, mientras que en Xochimilco, algunas personas indicaron que el tanque de almacenamiento no es suficiente para la cosecha de lluvia, pues el agua se desborda del contenedor y la mayoría no tiene a donde almacenar más agua de lluvia.

Por otra parte, con el fin de darle un buen uso al SCALL, las personas deben conocer los litros de agua que van a cosechar. Gleason (2020) señala que para el diseño de un Sistema de Captación de Agua de Lluvia se debe considerar la oferta y demanda de agua de los hogares para que puedan administrar y usar de forma eficiente el agua que cosechan.

Para obtener el dato de la oferta, se tiene que considerar el Potencial de Captación de Agua de Lluvia (POTCALL)<sup>35</sup>, el cual es el volumen de agua de lluvia que una familia puede cosechar. Sin embargo, tanto las personas entrevistadas como encuestadas desconocen el POTCALL. En las encuestas, hay quien indicó cosechar un mínimo de 70 litros hasta un máximo de 20,000 litros.

A pesar de desconocer los litros cosechados, lo poco o mucho de agua de lluvia cosechada, las personas le dan diversos usos al agua de lluvia. En las entrevistas, se encontró que las personas usuarias de Xochimilco usan el agua de lluvia; en primer lugar, para regar sus plantas o jardín; segundo, para limpiar los pisos y el excusado del baño y, tercero, para lavar trastes. Asimismo, hay quien indicó que usa el agua de lluvia para darle de beber a sus animales de compañía. Además, una persona comentó que debería haber SCALL para los agricultores.

En Iztapalapa, usan el agua de lluvia; en primer lugar, para los trastes; segundo, bañarse y regar plantas y; tercero, lavar la ropa. Asimismo, hay una persona que indicó que usa el agua de lluvia para preparar alimentos.

En las encuestas, se encontró información parecida a las entrevistas. En Iztapalapa usan el agua de lluvia principalmente para lavar patios, baño y riego de plantas (ver Figura 18 ). En Xochimilco la usan para regar plantas y para el huerto urbano (ver Figura 19). Hay que destacar que Xochimilco es un lugar donde se vende y producen flores y alimentos.



Figura 18. Uso de agua de lluvia en Iztapalapa

Fuente: Encuesta de opinión a personas usuarias de SCALL

<sup>35</sup> POTCALL= (Área)\* (Precipitación media anual) \* (Coeficiente de escurrimiento)



Figura 19. Usos de agua de lluvia en Xochimilco

Fuente: Encuesta de opinión a personas usuarias de SCALL

Por otro lado, en la encuesta, se les preguntó a las personas, ¿Qué tan fácil o difícil es el uso del SCALL?, el 95% (18) considera que es fácil usar el SCALL y el 5% (1) no es fácil de usar. Cabe destacar que una mujer enfatizó que no es fácil de usar el SCALL (ver Tabla 9).

Tabla 9. Facilidad en el uso del SCALL

Uso del SCALL	Total personas	Mujeres	Hombres
Fácil	95% (18)	10	8
Difícil	5% (1)	1	0
<b>Total</b>	<b>100%</b>	<b>11</b>	<b>8</b>

Fuente: Encuesta de opinión a personas usuarias del SCALL

También, se encontró que el 27% (5 personas) entre 35 a 39 años les es fácil usar el SCALL, mientras que el 5% (1 persona) entre 20 a 24 años les es difícil el uso del SCALL.

### 6.2.3.3 Operación y Mantenimiento del SCALL

Fuentes *et al.* (2018) señalan que las personas usuarias deben realizar actividades de mantenimiento para garantizar el correcto funcionamiento y no tenga alguna complicación o dificultad con la ecotecnología.

En la encuesta se encontró que el 68% (13) personas consideran que sí le dan mantenimiento a su SCALL, el 21% (4 personas) a veces le dan mantenimiento; y el 11% (2 personas) no le da mantenimiento al SCALL (ver Tabla 10).

Tabla 10. Mantenimiento del SCALL

Mantenimiento del SCALL	Total personas	Mujeres	Hombres
Si le da mantenimiento	68% (13)	7	6
A veces le da mantenimiento	21% (4)	3	1
No le da mantenimiento	11% (2)	1	1
<b>Total</b>	<b>100%</b>	<b>11</b>	<b>8</b>

Fuente: Encuesta de opinión a personas usuarias del SCALL

Por otro lado, el 74% (14) de las personas consideran que el mantenimiento del Sistema de Captación de Agua de Lluvia es fácil, mientras que el 26% (5) considera que es difícil. Cabe destacar que a las mujeres les es más difícil el mantenimiento del SCALL (ver Tabla 11).

Tabla 11. Facilidad en el mantenimiento del SCALL

Facilidad de mantenimiento	Total personas	Mujeres	Hombres
Fácil	74% (14)	8	6
Difícil	26% (5)	3	2
<b>Total</b>	<b>100%</b>	<b>11</b>	<b>8</b>

Fuente: Encuesta de opinión a personas usuarias del SCALL

Cabe destacar que el 26% (5 personas) entre 35 a 39 años consideran que el mantenimiento del Sistema de Captación de Agua de Lluvia es fácil, mientras que el 10% (2 personas) entre 55 a 74 años considera que es difícil.

A pesar de ello, los resultados de las entrevistas difieren de los datos de la encuesta, pues no es lo mismo, ver de manera presencial el estado de los SCALL que sólo recibir la información de las encuestas. En las entrevistas, se preguntó a las personas si le dan mantenimiento al SCALL, el 18% (6 personas) dijeron que sí. Asimismo, sólo el 15% (5) de las personas entrevistadas considera que es fácil de mantener el SCALL, debido a que cada componente del SCALL tiene su particularidad cuidada.

De acuerdo con el manual de cosecha de lluvia de la SEDEMA (2020), el Sistema de Captación de Agua de Lluvia tiene ocho componentes para su operación: superficie de captación, canaletas o disparos, separador de primeras lluvias, filtro de hojas, almacenamiento del agua cosechada, desinfección, filtro de sedimentos y la bomba, los cuales debe limpiarse y mantenerse.

En este sentido, la superficie de captación debe lavarse y desinfectarse antes de cada temporada de lluvia, y después de varios días de sequía entre lluvias (Manual de cosecha de lluvia de la SEDEMA, 2020). Al respecto, el 33% (11) de las personas entrevistadas indicaron que antes de cosechar agua de lluvia los techos deben estar limpios. Hay personas que barren el techo para que no se acumule el lodo. Una usuaria de Iztapalapa indicó que talla el techo con cloro y detergente porque transitan los gatos de los vecinos. Hay personas que indicaron lavar constantemente el techo porque tienen árboles y se ensucia muy rápido.

En las encuestas, se encontró que el 37% (7) de las personas lava el techo más de 5 veces al año, siendo más las mujeres que realizan esta actividad (ver Tabla 12).

Tabla 12. Limpieza del techo

Limpieza del techo	Total personas	Mujeres	Hombres
5 veces	37% (7)	4	3
4 veces	10% (2)	0	2
3 veces	21% (4)	3	1
2 veces	16% (3)	2	1
1 veces	16% (3)	2	1
<b>Total</b>	<b>100%</b>	<b>11</b>	<b>8</b>

Fuente: Encuesta de opinión a personas usuarias de SCALL

No obstante, durante las entrevistas de Iztapalapa se encontró un techo sin impermeabilizante y con cables (ver Imagen 30). Asimismo, en la misma alcaldía se observó un techo con refacciones de motos, esto podría perjudicar la calidad de agua cosechada, pues las refacciones pueden contener las grasas y químicos (ver Imagen 31). De igual manera, se observaron en algunas viviendas que era complicado subir al techo para lavarlo.



Imagen 30. Techo con cables en Desarrollo Urbano Quetzalcóatl

Fuente: Propia, 2021



Imagen 31. Azotea con piezas de motos en Santa María Aztahuacan

Fuente: Propia, 2021

Con relación a las canaletas o disparos, se les debe retirar basura periódicamente. Si hay árboles debe realizarse diariamente (Manual de cosecha de lluvia de la SEDEMA, 2020). En este sentido, una mujer de Xochimilco indicó que adaptó una rejilla en los disparos de agua para retener las hojas del árbol que tiene al interior de su vivienda y que éstas no se fueran por la tubería.

En cuanto a separador de primeras lluvias (Tlaloque, como lo llama la empresa que instaló los SCALL), éste debe vaciarse antes de cada episodio de lluvia para evitar que el agua sucia pase al tanque de almacenamiento (Manual de cosecha de lluvia de la SEDEMA, 2020).

Durante las entrevistas, el 21% (7) de las personas manifestaron vaciar al Tlaloque. Un usuario de Iztapalapa indicó que cuando comienza a llover, deja abierta la llave del separador de agua de lluvias por quince o veinte minutos para que se limpie su techo y después lo cierra para que comience a captar agua de lluvia.

Asimismo, se observó que hay viviendas que no drenan el Tlaloque. Por ejemplo, en Xochimilco se encontraron separadores de lluvias sin drenar debido a la falta de conocimiento sobre su uso y porque la llave del separador estaba dura. En una vivienda se trató de auxiliar a una usuaria para abrir la llave del Tlaloque dado que era una persona de la tercera edad y vive sola, pero no se pudo abrir, estaba muy dura la llave (ver Imagen 32).



Imagen 32. Tlaloque y Tanque de almacenamiento en Santa Cruz Xochitepec

Fuente: Propia, 2021

El Tlaloque tiene un mecanismo que impide que se cierre completamente la válvula, por lo tanto, hay personas usuarias que han puesto cubetas o han adoptado otro tubo para que no se desperdicie el agua. Por ejemplo, un usuario de Iztapalapa puso una cubeta y una tina de bebé para aprovechar el agua del separador de primeras lluvias (ver Imagen 33).



Imagen 33. Cubeta para aprovechar el agua del Tlaloque

Fuente: Propia, 2021

Sobre el filtro de hojas, éste debe limpiarse durante la temporada de lluvias por lo menos cada dos días y desarmarse para limpieza profunda por lo menos una vez al mes (manual de cosecha de lluvia de la SEDEMA, 2020). En este sentido, el 9% (3) de las personas indicaron limpiarlo y quitarle las hojas.

Respecto al tanque de almacenamiento, éste debe lavarse de manera profunda por lo menos una vez al año antes de la temporada de lluvias para retirar los sedimentos depositados en el fondo (Manual de cosecha de lluvia de la SEDEMA, 2020).

En la encuesta, se halló que el 42% (8) de las personas lava el tanque más de 5 veces al año, el 31% (6 personas) 2 veces al año, el 11% (2 personas) 4 veces al año, el 11% (2 personas) 3 veces al año y el 5% (1 persona) 1 vez al año. Cabe destacar que más del 50% de las mujeres realiza esta actividad (ver Tabla 13).

Tabla 13. Limpieza del tanque de almacenamiento

Limpieza del tanque	Total personas	Mujeres	Hombres
5 veces	42% (8)	6	2
4 veces	11% (2)	0	2
3 veces	11% (2)	1	1

2 veces	31% (6)	3	3
1 veces	5% (1)	1	0
<b>Total</b>	<b>100%</b>	<b>11</b>	<b>8</b>

Fuente: Encuesta de opinión a personas usuarias de SCALL

En las entrevistas indicaron que sólo el 18% (6) de las personas lava el tanque de almacenamiento. Por ejemplo, un usuario de Xochimilco indicó que lava el tanque cuando termina la temporada de lluvia para después llenarlo con agua de la red, también dijo que su hijo pequeño le ayuda a lavar el tanque, pues su hijo cabe perfectamente en el tanque. Otro usuario de Iztapalapa acondicionó su tanque para lavarlos cómodamente, pues indicó que él compró un tanque de 1,000 litros y la SEDEMA le instaló todo lo demás, pues él tenía desde hace muchos años la idea de cosechar agua de lluvia.

Sin embargo, en las entrevistas también se hallaron personas que no lavan el tanque porque es difícil entrar y salir de él, sobre todo para las personas de la tercera edad. Un usuario de Iztapalapa indicó que es complicado meterse a lavar el tanque de almacenamiento, por lo que, solo pasa un mechudo y hasta donde alcance. Otro usuario de Iztapalapa indicó que él y su esposa no pueden lavar el tanque debido a su edad, por lo que recurren al apoyo de su hijo. Un caso similar ocurre en Xochimilco, una usuaria indicó que, dado por su edad es complicado, y su nieto le ayuda a limpiar el SCALL.

Otra usuaria de Xochimilco indicó que no ha visto la necesidad de lavarlos pues coloca las pastillas de cloro y el agua se mantiene limpia, además indica que el tanque es muy grande.

Por otro lado, una usuaria de Iztapalapa indicó que no han lavado el tanque de almacenamiento porque esperan que se les acabe el agua de lluvia almacenada para lavarlos después, pues no quieren arriesgarse a quedarse sin agua.

Otro usuario de Iztapalapa comentó que no lava el tanque porque el agua cosechada sólo la usa para regar sus plantas y estas no requieren el agua clorada, al contrario, dice que las perjudica (ver Imagen 34).



Imagen 34. Tanque de almacenamiento sin cloro en Desarrollo Urbano Quetzalcóatl

Fuente: Propia, 2021

Asimismo, se encontraron algunas inconsistencias en la instalación del SCALL. Una usuaria de Xochimilco indicó que no instalaron adecuadamente el tanque de almacenamiento del SCALL:

"la instalación del tinaco no fue lo suficientemente adecuada. El tinaco tiene todavía defectos, la tapadera no cierra bien, lo que no permite mantener el agua totalmente limpia, porque se pasa el polvo. La llave del tinaco también es muy difícil de abrir, y la altura del tinaco no me permite tampoco estar pendiente de su limpieza y de estar viendo porque es demasiado alto, pues para los que somos o las medidas que tenemos los mexicanos es demasiado alta. También me dijeron que podía tener el tinaco sobre tierra, que no necesitaba una plancha de cemento, lo puse y el peso del tinaco pues ya ha bajado como 10 cm del promedio de la tierra que tengo en el jardín. Entonces la instalación del tinaco, para las personas que lo hicieron puede ser correcto pero el tinaco tiene muchas deficiencias; lo cual no me ha permitido hacer la captación de agua" (Usuaría, 75 años).

Respecto a la desinfección, la Secretaría del Medio Ambiente les proporcionó a las personas usuarias una bolsa de pastillas para clorar el agua de lluvia. En este sentido, hay personas que no cloran el agua porque no saben el número de pastillas que se deben usar. También se encontró personas que únicamente ponen las pastillas de cloro y no limpian los demás componentes.

Para el caso del filtro de sedimentos lavable, éste se debe revisar y lavar por lo menos cada dos semanas (manual de cosecha de lluvia de la SEDEMA,2020). Al respecto, el 27% (9) de las personas enfatizaron abrirlo y limpiarlo. Cabe destacar que la empresa instaladora brindó a las familias SCALL filtros durables para que no tengan que estar cambiando los cartuchos, por lo cual no se consideró el criterio de reemplazo o cambio de filtros.

Respecto a la bomba, las personas indicaron ponerle un techo para resguardarla de la lluvia y tenerla en buenas condiciones. No se mencionó algún inconveniente con ella.

Por último, en las encuestas se les preguntó a las personas, ¿Qué propondría para facilitar el uso y mantenimiento del sistema de captación de agua de lluvia? La mayoría dijo que “Nada”, seguido de “capacitación”, “más información” y “seguimiento” (ver Figura 20).



Figura 20. ¿Qué propondría para facilitar el uso y mantenimiento del SCALL?

Fuente: Encuesta de opinión a personas usuarias de SCALL

#### 6.2.3.4 Desplazamiento de la tecnología

Fuente *et al.* (2018) mencionan que los Sistemas de Captación de Agua de Lluvia son usados durante la temporada de lluvias o bien las personas usuarias recurren a otro tipo de tecnologías para cubrir su demanda.

En Santa María Aztahuacan en Iztapalapa refirieron abastecerse de agua de lluvia cuando no tenían ni una gota de agua de la red. En otras colonias, tanto de Xochimilco como de Iztapalapa, durante la temporada de lluvias, las personas usuarias aún recurren a otras fuentes (red o pipas)

para abastecerse de agua. Esto mismo se confirmó en la encuesta, donde se les preguntó: Durante la temporada de lluvias, ¿Aún recurre a otras fuentes para abastecerse de agua? La mayoría aún recurre a la red de agua potable y garrafrones (ver Figura 21).



Figura 21 ¿Aún recurre a otras fuentes para abastecerse de agua?

Fuente: Encuesta de opinión a personas usuarias de SCALL

### 6.2.3.5 Aprendizajes

Berrueta y Vázquez (2021) indican que el aprendizaje es el desarrollo de nuevas prácticas con el uso de la tecnología y actitudes de disposición a cambios.

En las encuestas, el 74% (14) de las personas señaló que su aprendizaje en el uso y mantenimiento del Sistema de Captación de Agua de Lluvia es suficiente y el 26% (5 personas) es insuficiente. Cabe destacar que el 26% de las mujeres considera que es insuficiente el aprendizaje del SCALL (ver Tabla 14).

Tabla 14. Aprendizaje en el uso y mantenimiento del SCALL

Aprendizaje del SCALL	Total personas	Mujeres	Hombres
Suficiente	74% (14)	6	8
Insuficiente	26% (5)	5	0
<b>Total</b>	<b>100%</b>	<b>11</b>	<b>8</b>

Fuente: Encuesta de opinión a personas usuarias de SCALL

Asimismo, de las 33 personas entrevistadas, sólo una usuaria de 53 años del Pueblo de Santa María Aztahuacan en Iztapalapa, se ha motivado a aprender más del SCALL, pues ha recurrido de otras herramientas (videos) para mejorar su uso y mantenimiento.

Por otro lado, se destaca que algunas jóvenes mujeres no requieren de otras herramientas para seguir aprendiendo. En la alcaldía Xochimilco, una mujer joven enfatizó que no ha sido necesario utilizar otras herramientas, porque el uso del SCALL es sencillo, “el sistema trae su propia instructivo entonces cualquier duda que tengas lo revisas, o sea, realmente no necesitas más de lo que te dan, y te dan un número de contacto cualquier duda que tengas” (Usuaría, 28 años).

### 6.2.3.6 Prácticas tradicionales

Berrueta y Vázquez (2021) señalan que las prácticas asociadas a la tecnología por sí misma propician las prácticas tradicionales de uso cotidiano, así como cambios y/o modificaciones en prácticas culturales asociadas a su uso.

En la encuesta, el 58% (11) de las personas han cosechado el agua de lluvia a través de cubetas, el 26% (5 personas) no ha cosechado agua de lluvia, el 11% (2 personas) lo ha hecho con sistema rudimentario y el 5% (1 persona) a través de una cisterna. Es preciso resaltar que son las mujeres que cosechaba agua de lluvia antes de la instalación del SCALL, mientras que los hombres habían experimentado la cosecha de lluvia a través de sistemas rudimentarios (ver Tabla 15). Esto evidencia que la cosecha de agua de lluvia es una práctica que se hace antes de la llegada del SCALL.

Tabla 15. Práctica de la Cosecha de Lluvia antes del SCALL

Práctica del SCALL	Total personas	Mujeres	Hombres
Si, en cubetas	58% (11)	8	3
Si, sistema rudimentario	11% (2)	0	2
No	26% (5)	3	2
Otros	5% (1)	0	1
<b>Total</b>	<b>100%</b>	<b>11</b>	<b>8</b>

Fuente: Encuesta de opinión a personas usuarias de SCALL

Del mismo modo, en las entrevistas, se encontró que el 33% (11) de las personas ya cosechaba agua de lluvia antes de adquirir el SCALL a través de un tambo o cubetas.

Una usuaria de la colonia de Santa María Aztahuacan en Iztapalapa indicó: “El agua de lluvia es algo que siempre, siempre hemos cosechado, siempre hemos guardado, solamente que pues no

lo hacíamos de esta manera. Sacábamos el bote, el tinaco que se llenará y lo que alcanzará a caer, pero esta es otra manera muy alterna y eficiente de poder cosechar agua de lluvia" (Usuaría, 33 años).

Asimismo, en la colonia Desarrollo Urbano Quetzalcóatl en Iztapalapa, se encontró un usuario que ya cosechaba agua de lluvia antes de la llegada del SCALL. En la Imagen 35 se muestran las canaletas que implementó.



Imagen 35. Canaletas colocadas por el usuario en la colonia Desarrollo Urbano Quetzalcóatl

Fuente: Propia, 2021

De igual forma en la alcaldía Xochimilco, las personas ya cosechaban antes de la llegada del SCALL. Por ejemplo, en la colonia de Santa Cruz Xochitepec una usuaria enfatizó: "Le digo a mis hijos: hay que cuidar el agua, porque el día que de veras ya no haiga, vamos a que tener que llenar los tanques del agua de lluvia y hasta para tomar, por eso nos dan la pastillita para que esté desinfectada. Le digo, yo de chamaca la probé y sin pastilla, nunca nos pasó nada. Es que los abuelitos pues ya sabían, ellos ya sabían el tiempo de las lluvias, en qué tiempo iba a llover, y tener prevenido los tambos, porque también ahí bajaban hasta las fuentes está muy lejos. Mis abuelitos la aprovechaban antes, pero era de lámina las primeras lluvias, dejaban que se lavara la lámina y luego ya ponía sus tambos y esa agua a veces la agarrábamos para tomar cuando estábamos muy chiquillos en Tlalpan porque allá vivíamos en la colonia Hidalgo" (Usuaría, 68 años).

Cabe destacar que, en la misma alcaldía, se encontraron personas usuarias que cuentan hasta con dos SCALL. Uno SCALL fue proporcionado por la alcaldía Xochimilco (ver Imagen 36),

posiblemente de los otros programas sociales que ha tenido la misma alcaldía y el otro fue proporcionado por la SEDEMA. Esto evidencia que entregaban SCALL a quien fuera para cumplir una meta de instalación.



Imagen 36. SCALL instalado por la Alcaldía Xochimilco

Fuente: Propia, 2021

También, es preciso señalar que, hay personas que tenían la curiosidad de colocar un SCALL. Por ejemplo, una usuaria de la colonia San Mateo Xalpa mencionó que había tenido la necesidad de cosechar agua de lluvia, pues observaba que caía mucha agua y no se aprovechaba, pero no lo hacía por temor a realizarlo mal y perder dinero.

Asimismo, a partir de que las personas vieron que el SCALL funciona, dos usuarias de Xochimilco les han motivado a tener otras ecotecnologías, como calentadores solares o un huerto.

### **6.2.3.7 Interacción familiar y comunidad**

Berrueta y Vázquez (2021) mencionan que son aspectos de las interacciones sociales, ya sea a nivel personal, familiar y/o vínculos intercomunitarios que se relacionan con el uso de la tecnología o del recurso utilizado.

Durante las entrevistas y recorridos, se observó en las alcaldías de Iztapalapa y Xochimilco que los SCALL están instalados de manera aislada unos de otros, es decir, en una calle hay una SCALL y a dos calles después hay otro SCALL, esta situación no permite una interacción o

intercambio de experiencia entre la comunidad y el aprendizaje se vuelve frágil y segmentado (Álvarez y Tagle, 2018).

Con relación a lo anterior, un usuario de la colonia Desarrollo Urbano Quetzalcóatl en Iztapalapa enfatizó que fue el único de la manzana que adquirió el SCALL, “a mis vecinos, les falta hacer conciencia... sólo iban a las pláticas para que les dieran un tinaco y no porque realmente fueran a cosechar agua de lluvia” (Usuario, 68 años).

En Xochimilco, algunas personas prefieren no tener comunicación con sus vecinos. En Santa Cecilia Tepetlapa sienten rechazo por las personas que no son originarias de la colonia y enfatizaron que por esas personas hay problemas de agua en la colonia.

Por otro lado, respecto a la interacción familiar, el 57% (19) de las personas entrevistadas forman parte de familias tradicionales, es decir, están conformadas por padre, madre, hijos e hijas. El 6% (2 personas) están en familia en transición, es decir, está constituida por parientes sin agruparse en torno a una pareja. El 30% (10) están integradas por mujeres con sus hijos e hijas. Y el 6% (2) viven solas.

Con relación a la organización y acuerdos con el uso y mantenimiento del SCALL dentro del hogar, el 63% (12) de las personas encuestadas perciben que sí hay organización y acuerdos; el 26% (5 personas) considera que a veces hay acuerdos y el 11% (2 personas) plantea que no hay acuerdos (ver Tabla 16).

Tabla 16. Acuerdos para el uso y mantenimiento del SCALL

Acuerdos del SCALL	Total personas	Mujeres	Hombres
Si hay acuerdos	63% (12)	8	4
A veces hay acuerdos	26% (5)	2	3
No hay acuerdos	11% (2)	1	1
<b>Total</b>	<b>100%</b>	<b>11</b>	<b>8</b>

Fuente: Encuesta de opinión a personas usuarias de SCALL

En las entrevistas, el 24% (8) de las personas usuarias indicaron que hay acuerdos dentro del hogar para el uso y el mantenimiento del sistema. Por ejemplo, un usuario de la colonia Desarrollo urbano Quetzalcóatl en Iztapalapa realizó una reunión con su familia para explicarles a todos y a todas cómo funcionaba el SCALL. Además, tiene la iniciativa de enseñarles a sus nietos para que vayan aprendiendo a usarlo.

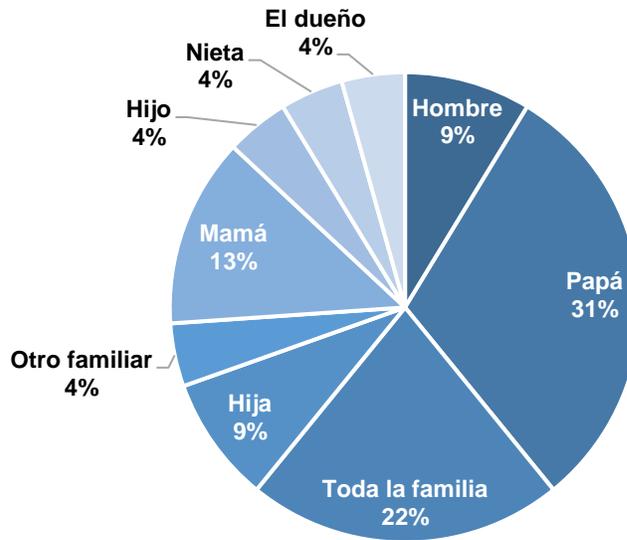
### 6.2.3.8 Condiciones de Género

Berrueta y Vázquez (2021) indican que son los cambios en las actividades que se realizan o la mejora en las actividades que se asigna a una persona usuaria de determinado género. Por otro lado, Uribe (2014) plantea que las actividades relacionadas con las ecotecnias están implícitamente relacionadas con las labores cotidianas, es decir, los varones participan en las fases de construcción y/o mantenimiento, mientras que las mujeres tienen una mayor participación en el uso, funcionamiento y experimentación.

En este sentido, en las encuestas se les preguntó a las personas usuarias, ¿Quién decidió obtener un sistema de captación de agua de lluvia? Se encontró que en Xochimilco hay cierta paridad de hombres y mujeres en la decisión de obtener el SCALL, mientras que en Iztapalapa son las mujeres, en su mayoría, las que tomaron la decisión de obtener el SCALL. De igual forma, en Iztapalapa se identificó que no sólo el hombre o mujer toman la decisión, sino toda la familia. Uno de ellos indicó: “Todos porque en ocasiones había que corretear a las pipas” (mujer, Iztapalapa).

Asimismo, en la encuesta se preguntó ¿Quién le da mantenimiento al SCALL?, el 22% (4 personas) enfatizó que toda la familia participa en el mantenimiento; el 31% (6 personas) el papá, el 13% la mamá, el 9% hombres, el 9% la hija y el 4% el hijo, nieta, dueño y otro familiar, respectivamente (ver Gráfica 5).

Igualmente, en las entrevistas, el 24% (8) indicó que toda la familia participa en el mantenimiento, el 36% (12) de los hombres realizan la limpieza solos; el 12% (4) de las mujeres hace la limpieza con la ayuda de sus hijas, hijos y nietos; el 12% (4) de las mujeres hace la limpieza solas, debido a que viven o solas o sus hijos son pequeños para ayudar; el 6% (2 personas) solicita apoyo de sus vecinos y; el 3% (1) contrata a alguien para que haga la limpieza del SCALL.



Gráfica 5. ¿Quién le da mantenimiento al SCALL? (N=19)

Fuente: Encuesta de opinión a personas usuarias de SCALL

Lo anterior reafirma lo dicho por Uribe (2014), son los hombres los que se involucran más en el mantenimiento que las mujeres. Asimismo, durante las entrevistas, se observó que al llegar a las viviendas y preguntar por el SCALL, inmediatamente algunas mujeres les hablan a sus esposos, pues enfatizaban que ellos son los encargados del SCALL. Mientras que ellas realizaban actividades domésticas como lavar la ropa y cocinar.

Por otro lado, Contreras *et al.* (2011) indican que un paquete tecnológico no sólo debe ser amigable con el medio ambiente sino también disminuir la carga de trabajo de las mujeres. En relación con esto, los resultados de las encuestas y entrevistas pareciera que los hombres han disminuido la carga de trabajo de las mujeres respecto al mantenimiento del SCALL. Sin embargo, esta actividad pudiera estar instaurando un estereotipo de género<sup>36</sup>. Se tiene la creencia de que los hombres ejercen oficios de albañilería y plomería, por lo que pudiera estar limitando la participación y capacidad de las mujeres en el mantenimiento del SCALL.

<sup>36</sup> El estereotipo es idea concebida que posee o desempeña una mujer y un hombre, es perjudicial cuando limita la capacidad de las mujeres y hombres. Fuente: <https://www.ohchr.org/es/women/gender-stereotyping>

Asimismo, los SCALL no están pensados en las necesidades de las mujeres. Una usuaria imaginó el SCALL de forma diferente, pensó que el tanque de almacenamiento era cuadrado, a su altura y sería más grande para evitar pagar por el agua.

De igual forma, Contreras *et al.* (2011) argumentan que la carga de trabajo está determinada por las dinámicas familiares, el ciclo de vida de las personas y las estrategias que utilizan para cumplir con sus responsabilidades productivas (trabajo) y reproductivas (crianza). Al respecto, durante las entrevistas se encontró que las mujeres de la tercera edad que viven solas recurren al apoyo de vecinos o familiares para hacer la limpieza del SCALL, mientras que, algunas mujeres jóvenes hacen la limpieza solas porque sus hijos son pequeños o bien están en la escuela.

Lo ideal es que toda la familia participe en las actividades de implementación, uso y mantenimiento del SCALL, para evitar la carga de trabajo a una persona; sin embargo, hay que considerar que cada familia tiene distintas dinámicas y las mujeres tienen distintos ciclos vida dentro de ella.

#### **6.2.3.9 Aceptación**

Con relación al criterio de aceptación del SCALL, Berrueta y Vázquez (2021) indican que es la validación y/o reconocimiento de la tecnología por la persona usuaria y que propician la replicación.

Durante las entrevistas, el 91% (30) de las personas indicaron recomendar el SCALL a vecinos, vecinas, familiares y amigos. Algunas personas comentaron que sus familiares o amigos desean llevar el SCALL a otros estados de la República Mexicana. Asimismo, sugirieron que el SCALL se traslade a las partes altas de Ciudad de México donde falta el agua.

Del mismo modo, las 19 personas encuestadas respondieron que recomendarían el Sistema de Captación de Agua de Lluvia a vecinos(as), familiares y/o amigos (as).

#### **6.2.3.10 Accesibilidad**

Berrueta y Vázquez (2021) señalan que son los medios, canales y recursos disponibles que tienen las personas usuarias para acceder a la tecnología o a las refacciones.

En las entrevistas de Iztapalapa, el 18% se enteró del programa por perifoneo, el 6%, se enteraron por un familiar; el 6% por redes sociales; el 6% por vecinas; el 3% por un amigo; el 3% se enteró porque fue a un acto político de Clara Brugada y 6% no dijeron.

En Xochimilco, el 21% se enteró por propaganda pegada o eventos (pláticas comunitarias) realizados en la colonia. Las demás por familiares, amigos o vecinos. Particularmente una usuaria de la colonia San Mateo Xalpa sugiere que la SEDEMA haga mayor difusión al programa, dado que ella se enteró por medio de una vecina; si no hubiera sido por su vecina, ella no hubiera obtenido su SCALL.

Cabe destacar que, tanto en los recorridos como en las entrevistas, las personas indicaron que varias personas no les entregaron SCALL porque no contaban con espacio en su vivienda o porque no tenían la documentación necesaria.

En las encuestas se preguntó ¿Cómo se enteró del Programa de Captación de Agua de Lluvia para Viviendas de la Ciudad de México? La mayoría se enteró por un familiar, es decir, la comunicación fue de boca en boca (ver Figura 22).



Figura 22. ¿Cómo se enteró del Programa SCALL?

Fuente: Encuesta de opinión a personas usuarias de SCALL

### 6.3 Conclusiones capitulares

A consecuencia de la inadecuada implementación de los Sistemas de Captación de Agua de Lluvia (SCALL) por parte de la Secretaría del Medio Ambiente (SEDEMA), esto derivó también

en una débil adopción de los SCALL, lo cual se evidenció en los recorridos de observación, en las entrevistas y en las encuestas realizadas a las personas usuarias.

En primer lugar, la Secretaría del Medio Ambiente no consideró el contexto social y ambiental donde se instalaron los SCALL. A partir de revisión de literatura y recorridos de campo en tres colonias de la Alcaldía Iztapalapa (Campestre Potrero, Desarrollo Urbano Quetzalcóatl, y Santa María Aztahuacan) y cuatro colonias de la Alcaldía Xochimilco (Santa Cecilia Tepetlapa, San Mateo Xalpa, Santa Cruz Xochitepec y San Gregorio Atlapulco), se constató que las condiciones geográficas y sociales son distintas.

En Xochimilco aún se conservan chinampas (vestigios del gran lago de Texcoco), canales y zonas boscosas, lo que genera en las y los habitantes de Xochimilco tengan un entendimiento y una conexión más estrecha con el agua (Nacxit, 2020); mientras que Iztapalapa está dentro de la mancha urbana, en una zona de alta densidad y con hacinamiento en las viviendas.

Otra diferencia notable entre las alcaldías es: en Xochimilco se presentan luchas sociales por la defensa del agua; sus habitantes buscan que no se siga extrayendo y enviando agua hacia el centro de la Ciudad de México (Alatríste, 2005), mientras que en Iztapalapa se tienen luchas que demandan un mejor abastecimiento de agua en cantidad y calidad debido a la contaminación de los pozos profundos que hay en la región (Macías *et al.*, 2018; Sandoval *et al.* 2016).

Respecto al contexto ambiental, Rodríguez (2017) indica que en la Ciudad de México llueve de manera diferenciada; en Iztapalapa el nivel de precipitación es medio en comparación a Xochimilco, donde los niveles de precipitación son de medio a alto. En este sentido, es necesario considerar los niveles de precipitación de las distintas colonias antes de la instalación de los SCALL y así aprovechar eficientemente éste, pues en Iztapalapa indicaron que casi no llueve, mientras que en Xochimilco indicaron que llueve tan fuerte que el agua de lluvia se desborda del tanque de almacenamiento del SCALL.

Por otro lado, en las colonias de Iztapalapa y Xochimilco se encontró que los Sistemas de Captación de Agua de Lluvia se implementaron en un contexto social urbano caracterizado por la pobreza, desigualdad y exclusión social.

Se observaron viviendas con muros sin aplanar, fachadas sin pintar y algunas sin construcción acabada, lo cual limita la apropiada instalación de SCALL, pues al poco tiempo de haber adquirido el SCALL, las familias tienen que desmantelarlo para continuar construyendo y mejorando sus viviendas. Asimismo, tanto en los recorridos como en las entrevistas se observaron techos con objetos, materiales precarios y sin impermeabilización, lo cual afecta el aprovechamiento de agua de lluvia en cantidad y calidad, así como poner en riesgo la desinstalación del SCALL (Arroyo *et al.*, 2016).

También se hallaron viviendas que no tienen espacio para el tanque de almacenamiento, por lo tanto no participaron en el programa. Por otro lado, la carencia de una cisterna influyó para que las personas sólo desearan obtener el tanque del SCALL para almacenar agua de red o pipa y no realmente cosechar agua de lluvia, siendo este el objetivo primario del sistema.

Además, durante los recorridos se observó que no sólo existe desigualdad en el acceso al agua entre alcaldías sino también dentro de las mismas colonias. En las zonas altas de las colonias el agua es insuficiente, porque no se cuenta con la infraestructura adecuada para subir el agua a las viviendas, mientras que en las zonas bajas les abastecen de agua casi de manera continua.

También, se encontraron viviendas con dos fuentes de abastecimiento de agua (pipa o red) y otras sólo cuentan con una fuente; así como distintas maneras de almacenar el agua como cisterna, tambos o cubetas. Referente a los usos del agua, hay personas que la reúsan de la lavadora para el baño o las plantas y hay quienes sólo le dan un uso.

Adicionalmente, faltó considerar la oferta y demanda de agua de las viviendas para el diseño de los SCALL, pues no es lo mismo una vivienda donde habitan 10 familias a una vivienda donde habitan 4 personas, pues su frecuencia y utilidad es distinta.

En los recorridos se reafirma que la SEDEMA entregó SCALL a las viviendas que tienen agua de manera continua y a las viviendas que tiene algunos días agua, pero dejó fuera a muchas viviendas que tienen la carencia de agua, sobre todo en las zonas altas, derivado de la falta de comprobantes de uso de suelo y cuestiones logísticas. Esto evidencia que los requisitos administrativos y técnicos tomaron mayor relevancia que las condiciones sociales y ambientales.

Por otra parte, respecto a los resultados de entrevistas y encuestas de adopción se destaca que el 75% y el 64% de las personas, respectivamente, están satisfechas con el SCALL. Esta satisfacción posiblemente se deba a que no sólo el uso del tanque de almacenamiento del SCALL es para la cosecha de lluvia, sino para almacenar el agua de red o pipa.

Por otro lado, el 27% de las personas entrevistadas indicaron que usa de manera frecuente el SCALL por necesidad, compromiso y por práctica, principalmente para evitar acarrear el agua (pedir prestada el agua con los vecinos) y seguir pidiendo pipas a la alcaldía. Asimismo, indicaron tener beneficios económicos, ahorro de agua, casas limpias y agua de buena calidad. Además, se identificó que las personas que se abastecen mediante pipa o tienen más falta de agua, usan con mayor frecuencia el agua de lluvia hasta para bañarse, mientras que los que tienen agua diariamente, usan el agua de lluvia para los patios y los baños, es decir, la usan como un plus.

Respecto al mantenimiento del SCALL, el 68% de las personas encuestadas le dan mantenimiento al SCALL y el 74% les es fácil hacerlo, mientras que en las entrevistas indicaron que el 18% si le da mantenimiento al SCALL y el 15% indicaron que es fácil mantener el SCALL, debido principalmente a que el tanque de almacenamiento es grande, y algunas personas no poseen la habilidad para subirse o no tienen la complejión para entrar o salir de él, sobre todo lo enfatizaron las personas de la tercera edad. Asimismo, hay personas que desconocen los nombres de los componentes del SCALL y no saben su uso. Esto evidencia que la SEDEMA no ofreció una capacitación de calidad, pues las personas usuarias no tienen una conexión e interacción profunda con su SCALL (Romero *et al.*, 2015).

Con relación a los aprendizajes generados en el proceso de adopción, son pocos porque los SCALL están separados unos de otros, por lo tanto, la comunidad no puede compartir sus experiencias entre sí. En las entrevistas sólo una persona estaba interesada en aprender más sobre el SCALL. Las personas más jóvenes enfatizaron no tener problema para entender y usar el SCALL. En las encuestas el 74% de las personas destacó que el aprendizaje en el uso y mantenimiento es suficiente, mientras que el 26% las mujeres refirieron ser insuficiente, por lo tanto las mujeres requieren mayor aprendizaje sobre el SCALL.

Tanto en las entrevistas (33%) como en las encuestas (74%) indicaron cosechar agua de lluvia previo a la instalación del SCALL. Se percibió que las familias que ya practicaban la cosecha de lluvia o tenían la idea de hacerlo, les fue más fácil comprender el uso SCALL. En las encuestas,

la alcaldía Xochimilco se destaca por ser una de las precursoras de la instalación de SCALL y son las mujeres quienes han desarrollado esta práctica. En las entrevistas de Iztapalapa se identificó que algunos hombres entusiastas han practicado la cosecha de lluvia o tenían en mente cosechar, lo que les ha permitido mejorar y adaptar el SCALL a sus necesidades.

Respecto a la interacción familiar con el SCALL, más en las encuestas (63%) que en las entrevistas (24%) indicaron que hay organización y acuerdos en el uso y mantenimiento del SCALL. Algunos jóvenes e infantes no se involucran porque se dedican a la escuela; en caso de involucrarse es para realizar actividades de limpieza del tanque de almacenamiento, pues ellos son pequeños y ágiles para entrar en el tanque.

En cuanto a la interacción con la comunidad, se observó que hay conflictos entre vecinos y vecinas y no hay comunicación, lo cual genera una falta de cohesión social. La SEDEMA tampoco ayudó a mejorar esta cohesión, pues se dedicó a instalar SCALL en viviendas separadas unas de otras, lo que deriva en una cultura tecnológica reactiva, como lo nombra Álvarez y Tagle (2018), es decir, el aprendizaje y memoria tecnológica recae en unos cuantos pobladores, por lo que el proceso de la transferencia se vuelve vulnerable, frágil y segmentado.

Sobre la condición de género del SCALL, tanto en las encuestas como en las entrevistas se destaca que son los hombres los que se involucran más en el mantenimiento del SCALL que las mujeres. Pareciera que el SCALL ha disminuido la carga de trabajo para las mujeres, pero ¿acaso no será que se están fomentando estereotipos alrededor del SCALL?, es decir, que se tenga la creencia de que la plomería y el mantenimiento de las tecnologías sean trabajos para varones, por lo tanto, no se involucre a las mujeres o ellas no se quieran involucrar.

Por otro lado, las mujeres que son jefas de familia se ven obligadas a buscar los medios para seguir usando y manteniendo el SCALL, pues no hay hombres que las puedan auxiliar.

Para futuras implementaciones de SCALL, será importante reconocer el ciclo de vida de las mujeres para considerar la carga de trabajo que implica el sistema y de las estrategias que utilizarán para cumplir con las tareas de uso y mantenimiento. Asimismo, será necesario repensar la forma del tanque de almacenamiento para satisfacer las necesidades de las mujeres, personas de la tercera edad y con capacidad.

La mayoría de las personas entrevistadas (91%) y encuestadas (100%) afirmaron aceptar la tecnología. Algunas personas adquirieron el SCALL por recomendación de familias y amigos; y otras personas han recomendado el SCALL a familiares, amigos y vecinos.

Por último, la accesibilidad del SCALL es algo que se debe seguir trabajando, pues si bien algunas familias ingresaron al programa por la difusión que hizo la SEDEMA en las calles, hay personas que no participaron por la falta de documentos y por la carencia de espacio en su vivienda para colocar el tanque de almacenamiento.

## Ventajas y limitaciones de la investigación

La metodología cualitativa con un enfoque interdisciplinario permitió abordar el problema de implementación de Sistemas de Captación de Agua de Lluvia de una manera más holística; sin embargo, esta investigación puede trascender a un enfoque más participativo, donde se tome en consideración el conocimiento de las personas usuarias y otros sectores para la implementación de SCALL.

Debido a la situación de contingencia por la pandemia de COVID-19 se retrasaron los recorridos a las colonias seleccionadas y las entrevistas a personas usuarias. Cabe destacar que siempre se siguieron las medidas sanitarias: uso de cubrebocas, gel antibacterial y sana distancia. A pesar de ello, los métodos permitieron entender el contexto donde se implementaron los SCALL y la situación que viven las personas usuarias alrededor de la tecnología.

Asimismo, debido a la pandemia se decidió hacer una encuesta de adopción del SCALL a través de Facebook para llegar a un gran número de personas; sin embargo, no se tuvo buen resultado. Por lo tanto, la encuesta es un complemento a los resultados de la investigación. Cabe resaltar que, la encuesta tiene cierto grado de sesgo porque no se tuvo una comunicación indirecta con las personas usuarias como con las entrevistas, por lo que las personas pudieron contestar de manera positiva para quedar bien. En este sentido, se sugiere aplicar la encuesta a un mayor número de personas para que sea representativa, así como mejorar la encuesta, profundizando en los costos (económicos y tiempo) y beneficios obtenidos de los SCALL.

Con la técnica de la entrevista se tuvo un acercamiento directo con la realidad, pues mientras algunas personas decían que sí usaban y mantenían su SCALL, la observación decía lo contrario,

pues se encontraron varios SCALL sin uso y mantenimiento adecuado, esta técnica pudo constatar lo que no se observó en las encuestas.

Otra limitante de la investigación es que se evaluó la implementación de los SCALL del año 2019, es decir, se indagó dos años después de que se implementó el programa, por lo que, algunas actividades del proceso de implementación no se estén considerando porque no se registraron en el momento. Por lo tanto, esta investigación no representa la realidad actual del programa social, pero sí un diagnóstico inicial de lo que debió haber considerado la SEDEMA para la implementación de SCALL. Se sugiere que para las próximas implementaciones se sistematice la información al inicio de la implementación de los SCALL para identificar mejoras durante el proceso y no cuando esté finalizado.

### Estudios futuros

Para futuros estudios se sugiere hacer una investigación de acción participativa que involucre a las personas usuarias durante el proceso de implementación y evaluación de los SCALL. Para ello se sugiere mejorar y aplicar la propuesta de monitoreo y evaluación participativa de adopción de SCALL que se presenta en esta tesis.

Asimismo, se sugiere desarrollar una metodología de capacitación sobre el uso y mantenimiento del SCALL acorde a la realidad de las familias, considerando edades y género de las personas usuarias que adquieran un sistema.

Por último, se recomienda hacer una investigación que ahonde en las brechas de género para comprender la distribución equitativa de las tareas en el uso y mantenimiento del SCALL, así como los estereotipos alrededor de la tecnología.

## Conclusiones generales y Recomendaciones

Mediante los resultados de esta investigación se sugiere trazar un nuevo paradigma, en donde se aproveche, regule e infiltre el agua de lluvia y pluvial mediante los Sistemas de Captación de Agua de Lluvia (SCALL) u otras tecnologías que se adapten a las condiciones de las viviendas y que éstas se usen en armonía con el medio ambiente.

Los avances legales e institucionales de cosecha de lluvia en la Ciudad de México han permitido que esta práctica permee en la ciudad. Desde el 2014, distintas alcaldías y dependencias del gobierno han implementado programas de cosecha de lluvia para mejorar el abastecimiento de agua de las viviendas, sin embargo, éstos han sido insuficientes, pues los programas se han desarrollaron de una manera aislada, sin comunicación y sin una coordinación entre dependencias, es decir, sin una estrategia que marque el camino en materia de cosecha. Además, la falta de evidencias y de información de estas experiencias previas no permite reconocer los logros y fracasos de administraciones pasadas, así como los impactos de los SCALL, lo cual no permite tener una línea base de la política pública de cosecha de lluvia.

Asimismo, aún falta que las autoridades reconozcan el valor y las implicaciones del Programa General de Cosecha de Lluvia y sus Subprogramas, así como del Fondo General de Apoyo, tal como lo indica la Ley del Derecho al Acceso, Disposición y Saneamiento del Agua de la Ciudad de México, los cuales marcarían una pauta para una estrategia más integral del agua lluvia en la Ciudad de México y una participación más activa de la población.

También es indicativo reconocer que la cosecha de agua de lluvia es una práctica social muy antigua, que está asociada a la pobreza y desigualdad, pues son los barrios pobres que recurren a la práctica de la cosecha de lluvia, ya que éstos no cuentan con agua o no tienen la infraestructura óptima para el abastecimiento continuo. Por lo tanto, la política pública de cosecha de lluvia debe estar dirigida a escuchar y atender a estas poblaciones, así como buscar las estrategias para llegar a las personas que en verdad necesiten el SCALL u otros mecanismos que mejoren su gestión.

De igual forma, será importante que el gobierno incentive la cosecha de lluvia en las viviendas de ingresos medios y altos, pues son quienes consumen más agua. Quizás algunas estrategias que se pueden implementar son: sensibilizar a estos niveles socioeconómicos sobre los beneficios

sociales y ambientales a través de campañas de comunicación e implementar incentivos fiscales, como lo indica el art. 276 el código fiscal; por supuesto el artículo deberá reformarse para incorporar a otros tipos de construcciones y sectores de la población.

El actual Programa de Cosecha de Lluvia que encabeza la SEDEMA debería ser un instrumento que marque un precedente y no un retroceso en materia de cosecha de lluvia. Sin embargo, con esta investigación se confirma, como lo han sustentado varios autores, que las dependencias de gobierno, en este caso la Secretaría del Medio Ambiente de la Ciudad de México, basan sus esfuerzos en documentar el número de instalaciones y no desarrollar una estrategia donde se fomente una relación a largo plazo entre las personas usuarias y la ecotecnología.

Asimismo, este programa social en vez de revertir las desigualdades sigue abonando a ellas, pues el gobierno no hizo un diagnóstico y análisis de la diversidad y características de las personas usuarias y sus viviendas para la implementación del SCALL, en consecuencia, desde el diseño del programa requiere un enfoque de género y derechos humanos.

Por supuesto que esto no demerita que el Programa de Cosecha de Lluvia a través de los Sistemas de Captación de Agua de Lluvia este mejorando el acceso de agua a las familias, pues mediante el tanque de almacenamiento del SCALL, las personas no sólo pueden almacenar agua de lluvia sino también agua de la red y de la pipa, lo cual les permite disponer de agua en casa la mayor parte del año, así como evitar solicitar pipas o acarrear el agua con sus vecinas o vecinos. No obstante, por el hecho de que los SCALL contribuyan a mejorar el acceso y abastecimiento de agua en las viviendas y preserven el medio ambiente, no significa que el SCALL esté cumpliendo su objetivo y que éste sea incorporado en la vida de las personas.

Por tal motivo, el programa de Cosecha de Lluvia no debería ser una simple repartición de tubos y tinacos, sino un programa complejo que implica la articulación de diferentes actores, estrategias, acciones, redes de aprendizajes y la creación de un nuevo estilo de relación entre gobierno y ciudadanía.

Para lograr los impactos esperados y que la ecotecnología sea sostenible debe implementarse desde un enfoque sistémico, es decir, considerar al SCALL como un sistema socio-tecnológico y político.

En este sentido, el factor social es clave para entender las necesidades, hábitos y situaciones reales de la población y sus viviendas. A través de esta investigación se encontró que hay una diversidad de familias que abastecen, almacenan, gestionan y usan el agua de manera distinta. También se halló que el ciclo de vida de las personas y las interacciones familiares juega un papel importante en el mantenimiento del SCALL. Por lo tanto, un mismo paquete tecnológico no es funcional para todas las familias. Es necesario que la SEDEMA considere características sociales y culturales previo a la instalación del SCALL, para mejorar las estrategias de intervención durante la implementación de la ecotecnología.

Se identificó que el factor técnico tomó una mayor relevancia que los aspectos sociales durante la implementación de la tecnología, pues la SEDEMA se ocupó más en que las dimensiones de los SCALL pudiesen ingresar a las viviendas que en atender las necesidades reales y características sociales de las personas usuarias, así como la falta de capacitación para fortalecer el uso adecuado de los SCALL. A pesar de su esfuerzo en las factibilidades técnicas, aún se encontraron SCALL que no funcionan óptimamente, por lo que se corre el riesgo de que las personas abandonen la ecotecnología.

Reconocer el factor ambiental es darle un valor al agua de lluvia pues a través de ésta podemos abastecernos y usarla para nuestras actividades, sin embargo, no basta con usarla, también hay que protegerla, pues ésta sostiene nuestra vida y la de Ciudad de México. Por tal motivo, el gobierno debe plantearse una gestión del agua de lluvia a nivel ciudad, en la cual no sólo se considere la instalación de SCALL en viviendas sino combinar con otras acciones como la retención de agua de lluvia en las partes altas, la recarga de los acuíferos, jardines infiltrantes, cemento permeable, entre otras, a fin de lograr la sostenibilidad hídrica y urbana de la Ciudad de México.

El factor político tuvo una gran relevancia para la implementación de los Sistemas de Captación de Agua de Lluvia en la Ciudad de México, pero no fue suficiente. El gobierno debe generar una estrategia que ayude a las personas usuarias a identificar sus necesidades, intereses y trabajar conjuntamente en la implementación de la ecotecnología para evitar centrar su labor únicamente en el cumplimiento de los aspectos técnicos del programa.

Al respecto, se propone realizar una estrategia de implementación participativa, la cual involucre a las familias desde el diseño del SCALL hasta la evaluación de este. La estrategia debe fomentar

la corresponsabilidad entre las personas usuarias y el gobierno, así como un diálogo y aprendizaje, donde las personas expresen sus conocimientos, habilidades, motivaciones por utilizar la ecotecnología y los beneficios (ambientales, económicos y sociales) que obtendrán de la ecotecnología.

Para que exista una verdadera adopción, hay que considerar las diversidades de las personas y el contexto donde se implementan las ecotecnologías, nadie más que ellos conocen sus necesidades, sus hábitos y costumbres con relación al agua (Berrueta y Vázquez, 2021).

En este sentido, se hace una propuesta para fortalecer la implementación de los Sistemas de Captación de Agua de Lluvia tomando en consideración los siguientes conceptos y procesos de la implementación de ecotecnologías de Fuentes *et. al* (2018), el Modelo de la Transferencia Ecotecnológica Participativa de Álvarez y Tagle (2018), el Proceso hacia la Adopción de la Tecnología de Romero *et al.* (2015), la Metodología para el Monitoreo de Ecotecnologías de Berrueta y Vázquez (2021) y el Modelo participativo para la innovación tecnología de Hernández y Vargas (2017):

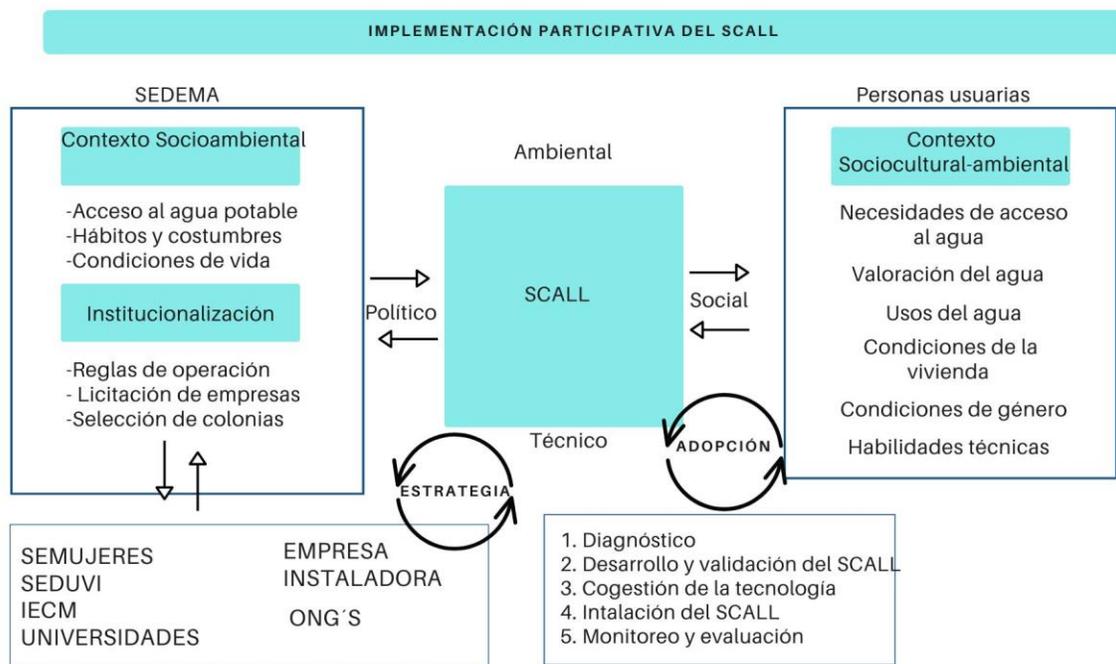


Figura 23. Implementación participativa de Sistemas Captación de Agua de Lluvia

En el primer cuadro de la Figura 23 se muestran las actividades internas de la SEDEMA. Como primer punto, se requiere considerar el contexto socioambiental donde se implementará la ecotecnología. La entidad gubernamental debe realizar un diagnóstico que valore el déficit en el

acceso a los bienes y servicios de las zonas donde habitan los sectores populares y elaborar políticas sociales apropiadas que consideren los estándares de vida, las costumbres, los hábitos sociales y culturales que prevalecen en determinados espacios urbanos, ya que actualmente el fuerte crecimiento urbano y el aumento de las desigualdades sociales y espaciales en las ciudades indican que se produjo una ruptura en términos de condiciones de vida entre los grupos sociales urbanos (Ziccardi, 2020).

Segundo, la institucionalización alude a la planeación y actividades técnico- administrativas que realiza el gobierno: búsqueda del financiamiento, alternativas tecnológicas (se sugiere no elegir a una sola empresa para la instalación de SCALL), contratación de recursos humanos capacitados (liderazgo, comunicación, carisma, personalidad y con conocimientos de SCALL), así como el desarrollo de indicadores de adopción, los cuales son parte del desempeño de la operatividad de la institución (Pérez, 2021). En este proceso se sugiere buscar alianzas con otras instituciones de gobierno para incentivar la participación ciudadana y buscar los medios para que las familias puedan mejorar sus viviendas y adaptar el SCALL.

El segundo y el tercer cuadro de la Figura 23 son las relaciones que tiene la SEDEMA con las personas usuarias, el SCALL y otros actores. En estas relaciones se propone generar una estrategia participativa que considere a las personas usuarias como piedras angulares del proceso, donde se les permita mejorar sus habilidades, destrezas y construcción de capacidades para el uso y mantenimiento de los SCALL, así como la implementación de métodos participativos y educativos con enfoque de género.

Para el diseño de la estrategia se propone considerar las fases de implementación de las ecotecnologías de Fuentes *et al.* (2018) y el modelo participativo de innovación ecotecnológica de Hernández y Vargas (2017):

1. Elaboración de un diagnóstico<sup>37</sup> ambiental, social, económico y técnico que identifique las necesidades reales de la población: acceso al agua, usos del agua, condiciones de género, condiciones de la vivienda, con qué recursos económicos cuentan las familias, habilidades de las personas usuarias, etc. (ver Anexo 3).

---

<sup>37</sup> Esta propuesta fue tomada del Programa Social de Guanajuato y del Proyecto “SCALL en veinte escuelas de la Ciudad de México”.

2. Desarrollo y validación de la tecnología. Fuentes *et. al* (2018) plantean que la fase de desarrollo consiste en el diseño y fabricación de la ecotecnología y la validación es garantizar el funcionamiento y los impactos. Debido a los tiempos de la SEDEMA es imposible fabricar la ecotecnología, por lo tanto, se sugiere que se haga un taller donde se dé a conocer los diferentes tipos de SCALL que hay en el mercado, mediante técnicas de comunicación y educación para facilitar la comprensión de la tecnología y sus beneficios para el desarrollo comunitario y familiar. Como parte de este taller, se propone llevar a cabo una visita técnica a las viviendas interesadas para involucrar a las personas en el diseño del SCALL, tomando en consideración el potencial de captación de agua de lluvia y el diagnóstico de necesidades solicitado previamente.

Posteriormente, teniendo la información técnica de los SCALL de las viviendas seleccionadas, la SEDEMA podrá someter a licitación pública los materiales necesarios para la instalación de los SCALL. Cuando se tengan los materiales de los SCALL, se iniciará el proceso de instalación y las familias verificarán que lo que se haya estipulado durante la visita técnica sea lo acordado y se realicen las pruebas necesarias de los materiales y del SCALL completo.

A pesar de que ya se cuenta con SCALL en el mercado, esto no es un impedimento para que el gobierno colabore con universidades u organizaciones de la sociedad civil para mejorar la ecotecnología. Asimismo, sería muy valioso diseñar otros modelos de SCALL que incluyan a las personas con discapacidad, a las mujeres y a los hogares donde se tiene poco espacio.

3. Cogestión de la ecotecnología. Desarrollar la capacidad autogestora de la comunidad o familia mediante un proceso de capacitación, es decir, definir en conjunto con la comunidad y/o familias los roles y actividades que llevará a cabo cada integrante del hogar o de la comunidad para administrar y dar seguimiento al sistema. A partir de esto, se busca crear una comunidad de aprendizaje y evitar que la comunidad o las familias dependan del gobierno o de la empresa instaladora, sino que sean actores del cambio.

4. Instalación de la ecotecnología considerando las pruebas técnicas. En esta etapa, se pondrá a prueba la cogestión de la tecnología, será necesario que la comunidad o familia tome la decisión de incorporar el sistema tecnológico a su estilo de vida.

5. El monitoreo y la evaluación son acciones fundamentales para mejorar el proceso de implementación y adopción. En esta etapa se busca conocer los aprendizajes y las necesidades

que tienen las personas respecto al SCALL. De igual forma, se trata de que las personas sean copartícipes y responsables del SCALL, condición necesaria para lograr la sostenibilidad de los SCALL.

Considerando esta última etapa y como parte importante de la mejora del programa de Cosecha de Lluvia se sugiere la siguiente propuesta metodológica de monitoreo y evaluación participativa de adopción de SCALL.

Considerando que la SEDEMA no involucró a la ciudadanía en el seguimiento y evaluación del programa gubernamental (Cantú *et al.*, 2020; Cardozo, 2008) resulta necesario que la SEDEMA proporcione a la población las condiciones de aprendizaje y fomente la emancipación en el uso y mantenimiento de los sistemas dado que los cambios de gobierno impiden que la SEDEMA le dé continuidad de por vida a los SCALL.

Por lo tanto, la propuesta metodológica pretende poner a las personas como pilares de la evaluación, es decir, que las personas no sólo deben ser fuentes de información para cumplir con los informes trimestrales y/o trámites administrativos para la SEDEMA, sino que se involucren y sean tomados en cuenta en la generación de información.

A continuación, se presenta la propuesta de monitoreo y evaluación participativa de adopción de SCALL, con la integración de información de Geilfus, 2002, Berrueta y Vázquez (2021) y Fuentes *et al.*, (2018) la cual consiste en cinco fases:

1. Planificación del monitoreo y evaluación
2. Desarrollo de la Matriz de indicadores de monitoreo
3. Desarrollo de Formularios para el monitoreo participativo (cumplimiento de tareas)
4. Desarrollo de Formularios para el monitoreo participativo (indicadores cuantitativos y cualitativos).
5. Desarrollo de Matriz de indicadores de evaluación de impacto.

1. Planificación del monitoreo y evaluación. Se realiza una sesión con los participantes del proyecto. Durante la sesión se establecerá una matriz que deberá indicar las diferentes actividades con sus resultados esperados: ¿cómo se va a medir? (indicadores), ¿quién va a

medir? (responsabilidades), ¿cómo se va a presentar? (productos) y ¿cuándo? (cronograma) (Ver Tabla 17).

Paso 1. Análisis de los participantes y de la situación del grupo: ¿qué sabemos de los participantes y sus respectivas responsabilidades?

Paso 2: Análisis de expectativas y temores acerca de las actividades programadas: “¿cuáles son nuestras expectativas (resultados esperados) y nuestros temores (problemas posibles) acerca del sistema de captación de agua de lluvia y del programa general?” Esto permite ampliar la visión y enriquecer la búsqueda de indicadores.

Paso 3: Análisis de indicadores: “¿cómo podemos observar el avance y el impacto de las actividades?” (Ver fase 2 y 5). Para este punto se sugiere considerar los indicadores del “Marco multicriterio para la evaluación de adopción de ecotecnologías” (Fuentes *et al.*, 2018) y la “Metodología para el Monitoreo de Ecotecnologías” (Berrueta y Vázquez, 2021).

Paso 4: Análisis de responsabilidades de monitoreo: “¿quién tendría que observar los diferentes indicadores?”

Paso 5: Análisis de tareas de monitoreo: ¿cuándo se va a realizar el monitoreo y la evaluación, y qué productos se esperan?

Tabla 17. Ejemplo de matriz de planificación de monitoreo y evaluación

Actividad Subactividad	Indicadores	Medios de Verificación	Métodos de recolección	Responsable	Cronograma							
					M	A	M	J	J	A	S	
Mantenimiento	Sistema limpio	Frecuencia de limpieza	Formulario de monitoreo (cumplimiento de tareas)	Hombre (rol en la familia, tío)								

2. Desarrollo de la Matriz de indicadores de monitoreo. Establecer una matriz con los indicadores que van a servir de base para el monitoreo y evaluación. También es importante consensuar los indicadores, debido a que es un aspecto muy importante de la participación del proyecto (ver Tabla 18).

Paso 1. Explicar las necesidades del monitoreo. Las personas pueden no estar familiarizadas con el concepto de “indicador” por esta razón debe ser explicado de una manera práctica. Por ejemplo, de los indicadores ya identificados realizar una lluvia de ideas sobre cómo saber si la actividad se está llevando a cabo como se tenía previsto, y para ellos se propone plantear las siguientes preguntas: ¿están disponibles los recursos necesarios para llevar a cabo la actividad?, ¿se están llevando a cabo las tareas necesarias para la actividad?

Paso 2. Consiste en determinar cómo se van a medir los indicadores. Esto permite hacer ver dos grandes tipos de indicadores:

- Indicadores cuantitativos: son los que pueden ser medidos en cantidades (generalmente, insumos y productos);
- Indicadores cualitativos: son los que pueden ser medidos en calidad (generalmente, tareas y procesos).

Paso 3. Si los indicadores establecidos son numerosos, puede ser necesario una priorización; un criterio para priorizar es la factibilidad de medir los indicadores.

Paso 4. Se va repitiendo el ejercicio para las diferentes actividades y subactividades, construyendo la matriz de indicadores con los resultados.

Tabla 18. Matriz de indicadores de monitoreo

<b>Actividad</b>	<b>Subactividad</b>	<b>Indicadores</b>	<b>Medio de verificación</b>	<b>Método de recolección</b>
Mantenimiento	Limpieza del tanque	Sistema limpio	Frecuencia de limpieza	Formulario de monitoreo (cumplimiento de tareas)
Uso sostenido	Uso del SCALL	Agua cosechada	Meses que usa el SCALL	Formulario de monitoreo (cumplimiento de tareas, indicadores cuantitativos)

Aprendizaje	Capacitación a personas usuarias	Motivos que incentivaron el aprendizaje	Usuarios/as que mostraron desarrollo de aprendizaje significativo en actividades para el uso de la nueva tecnología	Formulario de monitoreo (indicadores cualitativos)
-------------	----------------------------------	---	---	--

### 3. Desarrollo de Formularios para el monitoreo participativo.

Este punto pretende facilitar a las familias, los formularios sencillos para evaluar el cumplimiento de las tareas asignadas. Se dirige principalmente a las familias para ilustrar el avance de actividades y retroalimentar datos de evaluaciones.

Paso 1. El formulario debe ser cuidadosamente adaptado a la realidad del proyecto:

- Las necesidades de monitoreo de las actividades;
- El grado de organización y familiaridad de los participantes en los conceptos;
- El grado de alfabetización de los participantes.

Paso 2. El formulario debe introducirse en forma gradual, no se busca el resultado preestablecido por el promotor o facilitador, sino es el resultado de los integrantes del hogar. Como se muestra en la Tabla 19.

- Explicar desde el principio que las personas recolectarán la información y complementarán los formularios.
- El promotor o facilitador debe dialogar con los integrantes del hogar sobre las tareas a realizar sobre el SCALL y haber formulado los problemas que se pueden enfrentar.
- Definir a los responsables de las actividades y responsable del verificador, y acordar una simbología de evaluación clara para todos (por ejemplo, pueden ser caritas de malo, regular y bien).
- El formulario de evaluación participativa debe ser preferiblemente de gran tamaño, y colocado en forma visible donde se reúna la familia.

Tabla 19. Ejemplo de cumplimiento de tareas por mes

<b>Alcaldía:</b>				
<b>Colonia:</b>				
<b>Apellidos de la familia:</b>				
<b>Tareas del mes de mayo</b>				
Tareas	Cumplimiento 	Responsables de actividad	Responsable de verificar que cumplió con la actividad	Comentario
Lavar los techos				
Drenar el separador de lluvias				
Limpia el filtro de hojas				
Poner las pastillas de cloro				
Lavar el tanque de almacenamiento				
Purgar la bomba				
Limpia el filtro de sedimentos				
Observaciones generales:				
Preguntas guía:				
¿En este mes el SCALL tuvo alguna falla o irregularidad?				
¿En este mes qué usos se le dio al agua de lluvia?				

4. Desarrollo de Formularios para el monitoreo participativo (indicadores cuantitativos y cualitativos).

Para los indicadores cuantitativos, los formularios dan cuenta en forma simple y legible para todos como: litros de agua cosechada, pH del agua, ahorro económico por pipas o red de agua potable, etc. Se dirige principalmente a la familia, para ilustrar el avance de actividades y retroalimentar datos en los seguimientos.

Se recomienda realizar gráficas sencillas para facilitar su interpretación y aprendizaje. Como se muestra en la Gráfica 6.



Gráfica 6. Ejemplo de litros de agua cosechada

Para los indicadores cualitativos algunos ejemplos son: actitudes de la gente, organización, liderazgo y percepción, etc.

Se recomienda usar símbolos sencillos que permitan expresar diversos grados de apreciación (como las “caritas”). Como se muestra en la Tabla 20.

Tabla 20. Indicadores cualitativos

Actividad en el mes de mayo	Excelente 	Bueno 	Aceptable 	Regular 	Malo 
Capacitación					
Visita de técnicos					
Organización de la familia para el mantenimiento					
Acompañamiento que realiza la institución					

Comunicación con el facilitador					<input checked="" type="checkbox"/>
---------------------------------	--	--	--	--	-------------------------------------

Los formularios de monitoreo participativo deben ser preferiblemente de gran tamaño, y colocados de forma visible en un lugar donde se reúna el grupo de trabajo.

#### 5. Desarrollo de Matriz de indicadores de evaluación de impacto.

Establecer una matriz con los indicadores que van a servir de base para la evaluación de impacto de la adopción.

Paso 1. Recordar la importancia de la evaluación y de los conceptos clave de “indicador”.

Es fácil identificar posibles indicadores de evaluación si se organizan en cuatro categorías:

Indicadores sociales: sirven para medir cambios en el nivel social de los participantes (p.ej., acceso al agua, mejor higiene, aprendizajes, interacción familiar, condición de género, adaptación a las nuevas prácticas, etc.);

- Indicadores económicos: sirven para medir cambios en el nivel económico de los participantes (p.ej., ahorro económico por la compra de pipas y ahorro económico por el consumo de agua de la red, etc.);
- Indicadores políticos-organizativos: sirven para medir los cambios en grados de organización y de control de los beneficiarios sobre las decisiones que afectan su vida (p.ej. organización, liderazgo, distribución de los beneficios entre los integrantes del hogar, etc....);
- Indicadores ambientales: sirven para medir los cambios en el medio ambiente (p.ej. litros cosechados al año, reducción de GEI por pipas, etc.);

El facilitador ordena las tarjetas y hace varias rondas de “lluvia de ideas” hasta que se agote el tema.

Paso 2: Consiste en determinar cómo se van a medir los indicadores cuantitativos y cualitativos.

Paso 3: Si los indicadores establecidos son muy numerosos, puede ser necesario una priorización; un criterio para priorizar es la factibilidad de medir los indicadores.

Paso 4. Se va repitiendo el ejercicio para las diferentes actividades y subactividades, construyendo la matriz de indicadores con los resultados.

Cabe destacar que el éxito de aplicación de esta metodología dependerá de la calidad de la capacitación que reciban las personas usuarias sobre el Sistema de Captación de Agua de Lluvia, la cual debe ser acorde a las necesidades, habilidades e integrantes de cada hogar. Asimismo, recordar que esta metodología pretende levantar información significativa para las personas usuarias y no sólo para los funcionarios.

También es necesario enfatizar que esta evaluación participativa no sustituye otras evaluaciones externas o internas que realice la SEDEMA.

Finalmente, se recomienda a la Secretaría del Medio Ambiente las siguientes acciones generales para mejorar el proceso de implementación y adopción de los SCALL:

- La SEDEMA debe hacer consciente que cada alcaldía y colonia tiene contextos diferentes, y que cada familia tiene una realidad y necesidad distinta. Por lo tanto, se sugiere que durante el registro al programa y antes de la instalación de los SCALL se solicite a las personas usuarias un diagnóstico (ver Anexo 3) para identificar sus necesidades de acceso al agua, condiciones de vivienda, habilidades, etc., con el fin de conocer a las familias previa instalación del SCALL. Se sugiere que este formato sea parte de las Reglas de Operación para que las personas lo entreguen al hacer su registro.
- Se recomienda que la SEDEMA haga colaboraciones con otras instituciones, por ejemplo: el Instituto Electoral de la Ciudad de México, la Secretaría de Desarrollo Urbano y Vivienda (SEDUVI), la Secretaría de Mujeres y Universidades.

A través del Instituto Electoral de la Ciudad de México se pueden buscar colaboraciones para desarrollar metodologías o estrategias participativas que mejoren la cohesión social y el interés de las personas para participar en los procesos de programas gubernamentales.

Buscar alianzas con la Secretaría de Desarrollo Urbano y Vivienda (SEDUVI) para que ellos proporcionen apoyos en las obras de construcción, a fin de que las familias puedan hacer las adecuaciones pertinentes para el aprovechamiento del agua de lluvia (Flores *et al.*, 2009). Debido a que algunas personas no tienen espacios en las viviendas para

colocar los tanques de almacenamiento y otra no cuentan con los recursos económicos para adecuar sus viviendas.

Aliarse con la Secretaría de la Mujeres para que las actividades que se desarrollan en campo se lleven a cabo con perspectiva de género.

Buscar alianzas con universidades u otros actores para mejorar los diseños del SCALL considerando la inclusión de las personas con discapacidad, adultos mayores y mujeres.

- Se recomienda que previo a las visitas técnicas se realice un taller donde se planteen los beneficios del SCALL, las formas de cloración del agua y la corresponsabilidad entre gobierno y ciudadanía.
- Se sugiere que, durante la visita técnica, el promotor de la SEDEMA y la empresa realicen en conjunto con las personas usuarias, el diseño de su SCALL y definen el potencial de captación de agua de lluvia para que las familias identifiquen la cantidad de agua que pueden cosechar. Para ello, se tendrá que considerar la siguiente información: área de techo de la vivienda donde se captará agua de lluvia, tamaño de cisterna (sino cuenta con ello, especificar), cantidad de habitantes por vivienda y precipitación de la zona.
- Se sugiere realizar capacitaciones con contenidos y materiales didácticos orientados a los distintos integrantes de la familia (niños, jóvenes, adultos y adultos mayores).
- Realizar redes de aprendizaje de cosechadores de lluvia para intercambiar experiencias entre las personas usuarias del SCALL.
- Reforzar la práctica de la cosecha de lluvia con campañas a través de redes sociales y otros medios de difusión, donde las familias graben un testimonio sobre cómo utilizan SCALL, los beneficios obtenidos, cómo realizan el mantenimiento y que usos le dan al agua de lluvia, para que más personas puedan identificar tangiblemente los beneficios del SCALL.
- Se recomienda buscar plataformas de digitalización para el seguimiento de los SCALL, a fin de que la SEDEMA y la ciudadanía puedan monitorear el agua cosechada y los beneficios generados.

## VII. Referencias

Adams W. (2006) The Future of Sustainability: Re-thinking Environment and Development in the Twenty-first Century. Int Union Coserv Nat. Disponible en: <https://portals.iucn.org/library/sites/library/files/documents/Rep-2006-002.pdf>

Aguilar A. y López F. (2015). Espacios de pobreza en la periferia urbana y suburbios interiores de la Ciudad de México. Las desventajas acumuladas. Revista Latinoamericana de Estudios Urbano Regionales (Santiago), vol. 25, núm. 50, Pp. 5-29.

Alcaldía Xochimilco (2019). Más familias xochimilcas se unen al Sistema de Captación de Agua de Lluvia. Disponible en: <http://www.xochimilco.cdmx.gob.mx/portfolio/sistemas-de-captacion-de-agua-pluvial/>

Álvarez & Tagle (2019). Transferencia de ecotecnologías y su adopción social en localidades vulnerables: una metodología para valorar su viabilidad. Universidad de Guanajuato. Ciencias Sociales. Pp.83-99

Asamblea General Naciones Unidas (1987). Informe de la Comisión Mundial sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo. 416 p.

Arroyo T., Masera O., y Fuentes A. (2016). Adopción e impactos de los sistemas de captación de agua de lluvia. Instituto de Investigaciones en Ecosistemas y Sustentabilidad. Universidad Nacional Autónoma de México. 53 p.

Aubel J. (2000). Manual de Evaluación Participativa del Programa. Involucrando a los participantes del programa en el proceso de evaluación. Catholic Relief Services y Child Survival Technical Support. 104 p.

Ávila, P. (2006) El valor social y cultural del agua. En Vásquez García, V., Soares Moraes, D., de la Rosa Regalado, A. y Serrano Sánchez, A. (ed.), Gestión y cultura del agua. Tomo II Pp. 233-248. México: Instituto Mexicano de Tecnología del Agua (IMTA) /Colegio de Postgraduados en Ciencias Agrícola (COLPOS). ISBN 968-5536-70-8.

Barkin D. (2006). La gestión del agua urbana en México: retos, debates y bienestar. Universidad de Guadalajara. Pp. 1-9

Barría D. y Ramírez A. (2016) Evaluación participativa: explorando su utilidad en un contexto de apertura gubernamental. XXI Congreso Internacional del CLAD sobre la Reforma del Estado y de la Administración Pública, Santiago, Chile p. 11

Bell, S. (2015). Renegotiating urban water. Elsevier. University College London. Pp. 1-28

Bermeo M. (2021) Una mirada a la gestión ambiental del agua en el Cantón Cuenca: estado actual, cumplimiento, retos y necesidades frente al objetivo 6 Agua limpia y saneamiento de los objetivos de desarrollo sostenible de la ONU. [Tesis de Maestría, Universidad del Azuay Ecuador]. Disponible en: <http://dspace.uazuay.edu.ec/handle/datos/10642>

Berrueta, V. (2020). Adopción y Monitoreo (uso y evaluación). Power Point. Escuela Nacional de Estudios Superiores Campus Morelia. Universidad Nacional Autónoma de México.

Berrueta V. y Vázquez P. (2021). Metodología para el Monitoreo de Ecotecnologías. Grupo Interdisciplinario de Tecnología Rural Apropiada.

Bozeman B. (2000). Technology transfer and public policy: a review of research and theory, Research Policy, 29 (4-5), 627-655.

Cantú N., Estrada A., Martínez E., Olea P. (2020). Problemáticas de la adopción socio-tecnológica en programas sociales. El caso de los Sistemas de Captación de Agua de Lluvia en la CDMX. Universidad Autónoma Metropolitana. 84 p.

Cardoso-Castro, PP and Ravena, N and Mendes, R (2020) Understanding governance in the implementation of rainwater systems in the amazon – Belem. Management of Environmental Quality: An International Journal, 13 (1). Pp. 54-74. ISSN 1477-7835 DOI: <https://doi.org/10.1108/MEQ-03-2019-0061>

Cardozo M. (2008) Gestión y evaluación participativas en políticas sociales. Política y Cultura, N° 30. Pp. 137-163

Castro et. al (2017). Estrategia de Uso Eficiente del Agua en la Región Metropolitana de Santiago y Ciudad de México. Taller Capital. 422 p.

Castro L. y Labiaga Y. (2019). Nuevas perspectivas de Análisis de casos para la implementación de estrategias de Diseño Urbano Sensible al Agua en la Cuenca de México.

Centro Mexicano de Derecho Ambiental A.C. (2016). Modelo de Plan de Implementación Municipal del Derecho Humano al Agua. 32 p. Disponible en: [https://www.cemda.org.mx/wp-content/uploads/2016/05/CEM\\_publicacion.pdf](https://www.cemda.org.mx/wp-content/uploads/2016/05/CEM_publicacion.pdf)

Chahim D. (2021, 20 de septiembre). La tragedia de la inundación en Tula fue una decisión política. The Washington Post. Disponible en: <https://www.washingtonpost.com/es/post-opinion/2021/09/20/tula-inundaciones-rio-causas-hidalgo-mexico/>

Constitución Política de la Ciudad de México (2017, 5 de febrero). En Gaceta Oficial de la Ciudad de México N° 1. Disponible en: [https://data.consejeria.cdmx.gob.mx/portal\\_old/uploads/gacetas/5ce082b97c1d162262f168cd2612088d.pdf](https://data.consejeria.cdmx.gob.mx/portal_old/uploads/gacetas/5ce082b97c1d162262f168cd2612088d.pdf)

Código Fiscal de la Ciudad de México (2019, 31 de julio). En Gaceta Oficial de la Ciudad de México N° 146. Disponible en: [https://data.consejeria.cdmx.gob.mx/portal\\_old/uploads/gacetas/a71124d6eb4a0d0f9446cf4b81e68d74.pdf](https://data.consejeria.cdmx.gob.mx/portal_old/uploads/gacetas/a71124d6eb4a0d0f9446cf4b81e68d74.pdf)

Consejo de evaluación del desarrollo social de la Ciudad de México (2020). Un diagnóstico de la desigualdad socio territorial. 418 p.

Comisión Nacional del Agua (2021). Lineamientos Técnicos: Sistema de Captación de Agua de Lluvia con fines de Abasto de Agua Potable a Nivel Vivienda. Disponible en: [https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/791594/LINEAMIENTOS\\_TECNICOS\\_SISTEMA\\_DE\\_CAPTACION\\_DE\\_AGUA\\_DE\\_LLUVIA.pdf](https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/791594/LINEAMIENTOS_TECNICOS_SISTEMA_DE_CAPTACION_DE_AGUA_DE_LLUVIA.pdf)

Comisión Nacional del Agua (2017). Programa Nacional para la Captación de Agua de Lluvia y Ecotecnia en Zonas Rurales. Disponible en: <https://www.gob.mx/conagua/acciones-y-programas/programa-nacional-para-captacion-de-agua-de-lluvia-y-ecotecnias-en-zonas-rurales-procaptar>

Comisión Nacional del Agua (2009) Semblanza Histórica del Agua en México. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. Pp.82 Disponible en: <http://www.conagua.gob.mx/CONAGUA07/Publicaciones/Publicaciones/SGP-28SemblanzaHist%C3%B3ricaM%C3%A9xico.pdf>

Cortes E., Vásquez V., Zapata E. y Bustos D. (2011). Género y tecnología doméstica. Análisis de la Transferencia de un paquete de ecotecnias a mujeres rurales de Querétaro, México. Revista Venezolana de Estudios de la Mujer. Vol. 16 N° 36 Pp. 99-116.

Dávila & García (2017). Derecho humano al agua y desigualdad social en San Jerónimo Tecóatl, Oaxaca, Cuicuilco Revistas de Ciencias Antropológicas, número 68, enero- abril, 207

El Sol de México (2016) Agua en tu casa CDMX, nuevo programa de la Secretaría de Desarrollo Social. Disponible en: <https://www.elsoldemexico.com.mx/metropoli/%E2%80%9CAgua-a-tu-casa-CDMX%E2%80%9D-nuevo-programa-de-la-Secretar%C3%ADa-De-Desarrollo-Social-165977.html>

Consejo de Evaluación del Desarrollo Social de la Ciudad de México (EVALÚA) (2020). Ciudad de México 2020. Un diagnóstico de la Desigualdad Socio Territorial. 440 p.

Flores E., Pomares J., Valladares M., Breña A. (2009). La Infiltración del agua en la Cuenca de México. En Mortero D., Gómez E., Carrillo G. y Rodríguez L. Innovación tecnológica, cultura y gestión del agua. Nuevos restos del agua en el Valle de México. Universidad Autónoma Metropolitana. Pp. 345- 360

Flores E., Pomares J., Valladares M., Breña A. (2009). En Mortero D., Gómez E., Carrillo G. y Rodríguez L. Innovación tecnológica, cultura y gestión del agua. Nuevos restos del agua en el Valle de México. Universidad Autónoma Metropolitana. Pp. 345- 360

Flores L. (16 de junio 2021) Inundaciones en Iztapalapa, Xochimilco y Tláhuac. La Jornada. Disponible en: <https://www.jornada.com.mx/notas/2021/06/15/capital/inundaciones-en-iztapalapa-xochimilco-y-tlahuac/>

Fressoli M., Garrido S., Picabea F., Lalouf A., Fenoglio V. (2013) Cuando las transferencias tecnológicas fracasan. Aprendizajes y limitaciones en la construcción de Tecnologías para la Inclusión Social. Universitas humanísticas N° 76 Julio- Diciembre pp. 73-95 Bogotá-Colombia issn 0120-4807

Fressoli M. (2015) Movimientos de base y desarrollo sustentable: la construcción de caminos alternativos. Ciencia e Investigación. Tomo 65° N° 3 Pp. 55-67

Frías L. (2018). Agua de lluvia, una posibilidad lejana. Gaceta UNAM. Disponible en: <https://www.gaceta.unam.mx/crisis-agua-lluvia/>

Frost, A. (2011) Antecedentes de la captación de agua de lluvia. Centro Internacional de Demostración y Captación en Aprovechamiento del Agua de Lluvia (CIDECALLI-CP). Disponible en: [http://www.agua.unam.mx/assets/pdfs/eventos/aguadelluvia11/1\\_albertofrost.pdf](http://www.agua.unam.mx/assets/pdfs/eventos/aguadelluvia11/1_albertofrost.pdf)

Fuentes A., Salazar V., León M., Masera O. (2018). Propuesta de marco multicriterio para la evaluación de adopción de ecotecnologías. Unidad de Ecotecnologías. Instituto de Investigaciones en Ecosistemas y Sustentabilidad. 30 p.

Gallego I. (2017). El enfoque del monitoreo y la evaluación participativa (MEP): Batería de herramientas metodológicas. Instituto Universitario de Desarrollo y Cooperación de la Universidad Complutense de Madrid. Disponible en: <http://www.asocam.org/node/52540>

García J. (2012). Sistemas de Captación y Aprovechamiento Pluvial para un Ecobarrio de la Ciudad de México. Tesis de Maestría. UNAM

García, Rolando (2006), Sistemas Complejos: conceptos, métodos y fundamentación epistemológica de la investigación interdisciplinaria. Gedisa- ClaDeMa.

Gavito M., Van de Wal H., Aldasoro E. Ayala B., Atenea A., Cach M., Casas A., Fuentes A., González C., Jaramillo P., Martínez P., Masera O., Pascual F., Pérez D., Robles R. Mercado I., Villanueva G. (2017). Ecología, tecnología e innovación para la sustentabilidad: retos y perspectivas en México. Revista Mexicana de Biodiversidad. Instituto de Biología de la UNAM. P.p. 150-160

Geilfus F. (2002) 80 Herramientas para el Desarrollo Participativo. Diagnóstico, Planificación, Monitoreo y Evaluación. Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA). 217 p.

Gleason J. (2020). Manual de Trabajo. Introducción a la Captación y Aprovechamiento de Agua de Lluvia. Asociación Mexicana de Sistemas de Captación de Agua de Lluvia A.C. 122 p.

González A. (14 de abril 2013) La Casa de las bombas y los cronistas. *La Jornada*. Disponible en: <https://www.jornada.com.mx/2013/04/14/opinion/034a1cap>

Haiquel, M. (1982). Naturaleza y Sociedad. Disponible en: <https://cdigital.uv.mx/bitstream/handle/123456789/10153/margen2-3.pdf>

Hernández (2020) Cultura del Agua en la Cuenca de México: Gestión Hídrica en la colonia San miguel Teotongo; Iztapalapa. CDMX 2025-2018. Tesis de Licenciatura. Escuela Nacional de Antropología e Historia.

Hernández et al. (2014). Metodología de la Investigación. McGRAW-HILL/Interamericana Editores. 634 p.

Hernández R. y Vargas C. (2017). Aplicación de un modelo participativo para la innovación tecnológica en comunidades mapuches: discusión y propuestas. *Sustentabilidad(es)* Vol. 8, Núm. 15. Pp. 3-18

Herrera (2006). Innovación tecnológica en la agricultura empresarial mexicana. Una aproximación teórica. Scielo Gaceta Laboral. Disponible en: [http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1315-85972006000100005](http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1315-85972006000100005)

Instituto Electoral de la Ciudad de México (2020). Disponible en: <https://www.iecm.mx/participacionciudadana/presupuesto-participativo/>

Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (2020). Censo de Población y Vivienda 2020. Principales resultados por AGEB y manzana urbana. Disponible en: <https://www.inegi.org.mx/programas/ccpv/2020/>

Kates, R.W., Clark, W.C., Corell, R., Hall, J.M., Jaeger, C.C., Lowe, I., McCarthy, J.J., Schellnhuber, H.J., Bolin, B., Dickson, N.M., Faucheux, S., Gallopin, G.C., Grübler, A., Huntley, B., Jäger, J., Jodha, N.S., Kasperson, R.E., Mabogunje, A., Matson, P., Mooney, H., Moore III, B., O’Riordan, T. & Svedin, U. (2001) Sustainability science. Science Volume 292, N° 5517, Pp. 641–642

Klein (2014) Discourses of transdisciplinary: Looking Back to the Future. Futures 63 ELSEVIER. Pp. 68-74

Ley de Aguas Nacionales (2020, 6 de enero) Diario Oficial de la Federación. Disponible en: [https://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/16\\_060120.pdf](https://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/16_060120.pdf)

Ley Ambiental de Protección a LA Tierra en el Distrito Federal (2021, 23 abril). En Gaceta Oficial de la Ciudad de México N° 581 Bis. Disponible en: [https://data.consejeria.cdmx.gob.mx/portal\\_old/uploads/gacetas/410f092739f08162d6557102e9f3ab2d.pdf](https://data.consejeria.cdmx.gob.mx/portal_old/uploads/gacetas/410f092739f08162d6557102e9f3ab2d.pdf)

Ley del Derecho a los Servicios Públicos de Agua Potable, Drenaje, Alcantarillado y Tecnología Hídrica de la Ciudad de México (2019, 29 de marzo). En Gaceta Oficial de la Ciudad de México N° 61. Disponible en: [https://data.consejeria.cdmx.gob.mx/portal\\_old/uploads/gacetas/c9ae705471ed8c8602de07d8bace1011.pdf](https://data.consejeria.cdmx.gob.mx/portal_old/uploads/gacetas/c9ae705471ed8c8602de07d8bace1011.pdf)

Ley de Desarrollo Urbano del Distrito Federal (2021, 20 de agosto). En Gaceta Oficial de la Ciudad de México N° 666 Bis. Disponible en: [https://data.consejeria.cdmx.gob.mx/portal\\_old/uploads/gacetas/a644298e462ed39eb7ed7073f8750ec8.pdf](https://data.consejeria.cdmx.gob.mx/portal_old/uploads/gacetas/a644298e462ed39eb7ed7073f8750ec8.pdf)

Martínez A. (2007) La Observación y el diario de campo en la definición de un tema de investigación. Perfiles Libertadores. Instituto Universitaria Los Libertadores. Pp. 73-80 Disponible en:

<https://www.ugel01.gob.pe/wp-content/uploads/2019/01/1-La-Observaci%C3%B3n-y-el-Diario-de-campo-07-01-19.pdf>

Martínez J. (2018). Reporte Final Capacidades adaptativas en torno al uso del agua en la Sierra de Santa Catarina, Iztapalapa. Mujeres por el clima. Disponible en: [http://www.data.sedema.cdmx.gob.mx/cambioclimaticocdmx/images/biblioteca\\_cc/Proyecto\\_Juana\\_Martinez\\_Macedo.pdf](http://www.data.sedema.cdmx.gob.mx/cambioclimaticocdmx/images/biblioteca_cc/Proyecto_Juana_Martinez_Macedo.pdf).

Martínez & Figueroa (2008) Género, mujeres rurales y tecnologías alternativas en el abasto de agua. Sociedades Rurales, Producción y Medio Ambiente. Vol 8 Núm. 15. Pp. 71-94.

Martínez, López y López (2013). Metodología de evaluación de tecnologías apropiadas. Instituto Mexicano de Tecnología del Agua. 81 p.

Masera O. (2022) [PSPB Research Group] (5 de agosto de 2022). Seminario sobre Desarrollo de Procesos Sustentables. Hacia procesos de innovación sustentable: el caso de las ecotecnologías. Facebook <https://www.facebook.com/pspbmexico/videos/425334412710198>

Melchor F. (2019) Las Organizaciones de la Sociedad civil en la implementación de la ecotecnia. Tesis de Licenciatura. Universidad Nacional Autónoma de México.

Michael H. Finewood, A. Marissa Matsler & Joshua Zivkovich (2019) Green Infrastructure and the Hidden Politics of Urban Stormwater Governance in a Postindustrial City, *Annals of the American Association of Geographers*, 109:3, 909-925, DOI: 10.1080/24694452.2018.1507813

Miller (2013) Constructing sustainability science: emerging perspectives and research trajectories. *Sustain Sci* 8: 279-293.

Molina L. (2018). Gestión urbana del recurso pluvial: estrategias, políticas y normativa urbana en cinco países europeos. *The Journal of Architecture, City and Environment*. Pp. 125-138

Morales G. (2019) La infraestructura natural como herramienta para enfrentar el estrés hídrico en México. Instituto de Recursos Mundiales (WRI es sus siglas en inglés). Disponible en: <https://wrimexico.org/bloga/la-infraestructura-natural-como-herramienta-para-enfrentar-el-estr%C3%A9s-h%C3%ADdrico-en-m%C3%A9xico>

Morales J. y Rodríguez L., (2009) Política hídrica en la Zona Metropolitana del Valle de México y riesgo para suministrar agua al uso doméstico e industrial. En Montero D., Gómez E., Carrillo G. y Rodríguez L.

Innovación tecnológica, cultura y gestión del agua. Nuevos retos del agua en el Valle de México. Universidad Autónoma Metropolitana. Pp. 21-53

Moreno J.M, Laguna-Defior C., Barros V., Calvo Buendía E., Marengo J.A, Oswaldo Spring (2020). Adaptación frente a los Riesgos del Cambio Climático en los países Iberoamericanos. Informe RIOCCADAPT. McGraw-Hill, Madrid, España. Pp. 556- 557.

Mundo, M. (2016) Aspecto ontológicos de la tecnología y método de transferencia, casos de estudio: el colector de lluvia y la casa sustentable para comunidades indígenas. Espacio I+D Innovación más Desarrollo.

Murillo D., Romero R. y López E. (2019) La adopción social de tecnologías apropiadas en Chitejé de Garabato, Querétaro, México; un estudio exploratorio. Disponible en: <http://www.revistatyca.org.mx/ojs/index.php/tyca/article/view/2029/1539>

Nacxit A. (2020) Rainwater Capturing in Mexico City: The Adoption of the Social Practice. Institute for Ecological Economics. Vienna University of Economics and Business (WU).

Ortiz-Moreno, J. A., Masera-Cerutti, O. y Fuentes-Gutiérrez, A. F. (2014). La Ecotecnología en México. Unidad de Ecotecnologías. Disponible en: <https://ecotec.unam.mx/wp-content/uploads/La-Ecotecnologia-en-Mexico-ENE-2015-BR.pdf>

Ortiz-Moreno, J. A. y Masera-Cerutti (2014). Innovación tecnológica, difusión y apropiación social de ecotecnologías como alternativas para el desarrollo rural. En L. Olive y L. Lazos, Hacia un modelo intercultural de sociedad del conocimiento en México. Pp. 121-136

Ortiz, J., Malagón S. & Masera O. (2015). Ecotecnología y sustentabilidad una aproximación para el Sur global. Interdisciplina 3 N° 7 Pp. 193-215 Disponible en: [https://www.researchgate.net/publication/282253143\\_Ecotecnologia\\_y\\_sustentabilidad\\_una\\_aproximacion\\_para\\_el\\_Sur\\_global](https://www.researchgate.net/publication/282253143_Ecotecnologia_y_sustentabilidad_una_aproximacion_para_el_Sur_global).

Padilla y Torregrosa (2002). Una transferencia de tecnología alternativa: los baños ecológicos composteros. Instituto Mexicano de Tecnología del Agua (IMTA). Comercio Exterior. Vol. 52. Núm. 3. Pp. 254- 264

Padrón de Beneficiarios del Programa Cosecha de Agua de Lluvia (2019). Disponible en: <https://www.sedema.cdmx.gob.mx/storage/app/media/padron-de-personas-beneficiarias-scall-2019.pdf>

Pacheco M. (2008). Avance en la Gestión Integral de Agua Lluvia (GIALL): Contribuciones al consumo sostenible del agua, el caso de "Lluviatl" de México Revista Internacional de Sostenibilidad, tecnología y humanismo. Núm. 3. Pp. 39-57

Pastor Y. (2020). Implementación y adopción de una ecotecnología para el tratamiento de aguas residuales a través de la participación comunitaria. Tesis de Licenciatura. Escuela Nacional de Estudios Superiores, Unidad Morelia, UNAM 131 p.

Peralta C. (2009). Etnografía y métodos etnográficos Análisis. Revista Colombiana de Humanidades, núm. 74, 2009, pp. 33-52 Universidad Santo Tomás Bogotá, Colombia. Disponible en: <https://www.redalyc.org/pdf/5155/515551760003.pdf>

Pérez V. (2021) Oportunidades y Retos del Programa Cosecha de Lluvia de la Ciudad de México. Tesis de Maestría. Instituto de Ingeniería. Universidad Nacional Autónoma de México. 130 p.

Perlo M. y González A. (2005) ¿Guerra por el agua en el Valle de México? Universidad Nacional Autónoma de México. 143 p.

Piloña G. 2016. Guía práctica sobre métodos y técnicas de investigación documental y de campo. Centro Impresiones Gráficas-CIMGRA. Guatemala. 180 p.

Ponce J. (2017). Transdisciplinariedad para la lucha contra la corrupción y la promoción del buen gobierno: Las experiencias de un instituto de investigación y un postgrado universitarios. Encuentros Multidisciplinarios.

Portilla M.; Maldonado A.; Villar M. (2014). El Individualismo como elemento que influye en la vida y configuración de la ciudad. Revista Legado de Arquitectura y Diseño, núm. 15. Pp. 59-71 Universidad Autónoma del Estado de México Toluca, Estado de México, México. Disponible en: <https://www.redalyc.org/pdf/4779/477947303004.pdf>

Portal de Transparencia (2019). Artículo 121. Fracción XXX Inciso a. Resultados de Procedimiento de licitación pública e invitación restringida realizados por la Secretaría del Medio Ambiente. Disponible en: <https://www.transparencia.cdmx.gob.mx/secretaria-del-medio-ambiente/entrada/20115>

Programa de Gobierno de la Ciudad de México 2019-2024. Disponible en: [https://plazapublica.cdmx.gob.mx/uploads/decidim/attachment/file/12/plan\\_gob\\_nov\\_digital.pdf](https://plazapublica.cdmx.gob.mx/uploads/decidim/attachment/file/12/plan_gob_nov_digital.pdf)

Programa de Economía del CIMMYT. (1993). La adopción de tecnologías agrícolas: Guía para el diseño de encuestas. México. 95 p.

Programa Provisional de Gobierno 2019-2020. Alcaldía de Iztapalapa. Pp. 104 Disponible en: <http://www.iztapalapa.cdmx.gob.mx/concejales/pdf/ProgPro19-20.pdf>

Programa de Desarrollo Urbano de Iztapalapa (2008). Alcaldía Iztapalapa. Pp. 157 Disponible en: <http://www.data.seduvi.cdmx.gob.mx/portal/index.php/programas-de-desarrollo/programas-delegacionales>

Programa de Desarrollo Urbano de Xochimilco (2005). Alcaldía Xochimilco. Pp. 157 Disponible en: <http://www.data.seduvi.cdmx.gob.mx/portal/index.php/programas-de-desarrollo/programas-delegacionales>

Programa Universitario de Estudios sobre la Ciudad. (2018). Nueva política de desarrollo urbano a escala metropolitana. UNAM. 312 p.

Portal de Datos Abiertos Programa Cosecha Agua de Lluvia (2019). Disponible en: <https://datos.cdmx.gob.mx/dataset/scall>

Pujol I. y Hernández D. (2018). La azotea en la Ciudad de México, ¿espacio residual o espacio potencial para el desarrollo de vivienda? Anuario de Espacios Urbanos, Historia, Cultura y Diseño N° 25 ISSN digital: 2448-8828.

Ramírez R. (2018) La etnografía como método interdisciplinario para la evaluación del programa de implementación de ecotecnias. Un aporte antropológico. En Tagle D. y Herrera J. Análisis Multidimensional en la Implementación de Ecotecnias. Reflexiones Teórico-Prácticas. Fontamara. Pp. 27-38.

Reglamento de Construcción para el Distrito Federal. (2018, 24 de agosto). En Gaceta Oficial de la Ciudad de México N°394 Bis. Disponible en: [https://data.consejeria.cdmx.gob.mx/portal\\_old/uploads/gacetas/5ea7d953bc94d39ecacd66833dad8598.pdf](https://data.consejeria.cdmx.gob.mx/portal_old/uploads/gacetas/5ea7d953bc94d39ecacd66833dad8598.pdf)

Reglas de Operación del Programa Social “Apoyo al Desarrollo Agropecuario y Sustentable” 2021. Alcaldía Tlalpan. Disponible en: <https://www.tlalpan.cdmx.gob.mx/programas-sociales-2021/apoyo-agropecuario-sustentable.pdf>

Rodríguez S. (2017) La Ciudad de México, entre la inundación y la escasez. Centro de Investigación en Política Pública. Disponible en: <https://imco.org.mx/la-ciudad-mexico-la-inundacion-la-escasez/>

Romero R., Soares D., Millán G., Vázquez R., López E. (2015) Estrategias para la Adopción Social de Tecnologías Alternativas de Agua y Saneamiento. Instituto Mexicano de Tecnología del Agua. 136 p. Disponible en: [https://sswm.info/sites/default/files/reference\\_attachments/ROMERO%20et%20al%202015.%20Estrategias%20para%20la%20adopci%C3%B3n%20de%20tecnolog%C3%ADas%20de%20agua%20y%20saneamiento.pdf](https://sswm.info/sites/default/files/reference_attachments/ROMERO%20et%20al%202015.%20Estrategias%20para%20la%20adopci%C3%B3n%20de%20tecnolog%C3%ADas%20de%20agua%20y%20saneamiento.pdf)

Salas W. y Ríos I. (2013) Ciencias de la Sostenibilidad, sus características metodológicas y alcances en procesos de toma de decisiones. Revista de Investigación Agraria y Ambiental. Volumen 4 Número 1 pp. 101-111.

Salinas A. (2015) Impacto social y económico derivado de la implementación de sistemas de captación y almacenamiento de agua en dos estudios caso. Tesis de Licenciatura. Universidad Nacional Autónoma de México.

Saurí & García (2020). Non-conveccional resources for the coming drought: the 179development of rainwater harvesting systems in a Mediterranean suburban area, Water International, 45:2, 125-141, DOI: 10.10/02508060.2020.1725957

Secretaría de Ciencia, Tecnología e Innovación de la Ciudad de México y Xochimilco (2016) Convenio Específico de Colaboración. Disponible en: [http://data.seciti.cdmx.gob.mx/transparencia/sites/default/files/articulosnuevo/SECITI\\_080\\_2016.PDF](http://data.seciti.cdmx.gob.mx/transparencia/sites/default/files/articulosnuevo/SECITI_080_2016.PDF)

Secretaría del Medio Ambiente de la Ciudad de México (2020) Cosecha la Lluvia. Manual para Instalar un Sistema de Captación pluvial en tu Vivienda. 60 p.

Secretaría del Medio Ambiente de la Ciudad de México. (2019) Evaluación Interna del Programa: Sistemas de Captación de Agua de Lluvia en Viviendas de la Ciudad de México 30 p. Disponible en: <https://www.sedema.cdmx.gob.mx/storage/app/media/DGCPCA/scall-evaluacion-internavf.pdf>

Secretaría del Medio Ambiente de la Ciudad de México (2019). Reglas de Operación del Programa Cosecha de Agua de Lluvia 2019. En Gaceta Oficial de la CDMX N°13 BIS. Disponible en: [https://data.consejeria.cdmx.gob.mx/portal\\_old/uploads/gacetas/a2578dd20de45962e1fcd5bff50496b2.pdf](https://data.consejeria.cdmx.gob.mx/portal_old/uploads/gacetas/a2578dd20de45962e1fcd5bff50496b2.pdf)

Secretaría del Medio Ambiente de la Ciudad de México (2017) Pabellón hídrico. El agua en la Región Metropolitana de la Ciudad de México. Disponible en: [http://www.data.sedema.cdmx.gob.mx/cambioclimaticocdmx/images/biblioteca\\_cc/pabellon-hidrico.pdf](http://www.data.sedema.cdmx.gob.mx/cambioclimaticocdmx/images/biblioteca_cc/pabellon-hidrico.pdf)

Secretaría de Desarrollo Social de la Ciudad de México (Sedeso). (2016). Arranca en Iztapalapa la Instalación de Sistemas de Captación Pluvial. Disponible en: [http://data.sds.cdmx.gob.mx/sds\\_boletin\\_090316\\_agua.php](http://data.sds.cdmx.gob.mx/sds_boletin_090316_agua.php)

Sistema de Aguas de la Ciudad de México (2020, 20 de abril). Resolución de Carácter General mediante la cual se determinan y se dan a conocer las zonas en las que los contribuyentes de los derechos por el suministro de agua en sistema medido, de uso doméstico o mixto, reciben el servicio por tandeo. Gaceta Oficial de la Ciudad de México N° 326. Disponible en: [https://sacmex.cdmx.gob.mx/storage/app/media/tandeo/GOCDMX\\_20-04-2020\\_CTandeo\\_Pweb\\_1.pdf](https://sacmex.cdmx.gob.mx/storage/app/media/tandeo/GOCDMX_20-04-2020_CTandeo_Pweb_1.pdf)

Sheinbaum C.[Claudia Sheinbaum] (2 de agosto de 2022). Sigo informando a l@s habitantes de Tláhuac: Me reportan el Sistema de Aguas que los trabajos en el Acueducto Chalco-Xochimilco, hoy consistieron en vacías todo el ducto. [Publicación de estado]. Facebook. <https://www.facebook.com/ClaudiaSheinbaumPardo/posts/622241082603066>

Smith et. al (2012). Innovación de base para el desarrollo: hechos y cifras. SciDenET. Disponible en: <https://www.scidev.net/america-latina/desarrollo-de-capacidades/especial/innovaci-n-de-base-para-el-desarrollo-hechos-y-cifras.html>

Soares D. y Fonseca O. (2014) Lecciones Aprendidas en la Promoción de Tecnologías Domésticas en Chiapas, México. En Romero R. y Soares D., Memorias. Los Retos de la Adopción Tecnológica en el Sector Hídrico de Latinoamérica. Instituto Mexicano de Tecnología del Agua. Pp. 112 -126

Tagle Z., Ramírez A., Caldera O. (2017). Retos sociales y ambientales en la implementación gubernamental de la ecotecnia en Guanajuato, México. Administración y Organizaciones, vol. 19 (37), Pp. 163-184

Tagle D. y Álvarez L. (2018). Transferencia tecnológica de ecotecnias, una propuesta para territorios disímiles. En Tagle D. y Herrera J. Análisis Multidimensional en la Implementación de Ecotecnias. Reflexiones Teórico-Prácticas. Fontamara. Pp. 53-63.

Tagle D., Álvarez L. y Caldera A. (2018) La cosecha de agua de lluvia en Guanajuato, México: usos, impactos y resistencias. Universidad de Guanajuato, León, Guanajuato, México. En Tagle D. y Herrera J. Análisis Multidimensional en la Implementación de Ecotecnias. Reflexiones Teórico-Prácticas. Fontamara. Pp. 105-111.

Tellma E. (2019). Captación de lluvia en la CDMX: Un análisis de las desigualdades espaciales. Arizona State University. Disponible en: <https://oxfamexico.org/wp-content/uploads/2020/10/Captacion-de-agua-en-la-CDMX.pdf>

Tellma E. (25 nov. 2020) Desigualdad Espacial y Captación de Agua de Lluvia: El caso de la Ciudad de México. Seminario Internacional de Captación de Agua de Lluvia, 2020 organizado por Agua, Energía y Cambio Climático de la Universidad de Guanajuato, Gestión y Tecnología para la Arquitectura y Urbanismo Sustentable de la Universidad de Guadalajara, Asociación Mexicana de Sistemas de Captación de Agua de Lluvia (AMSCALL) y la Sociedad Mesoamericana y del Caribe de Economía Ecológica (SMCEE). Disponible en: <https://ecotec.unam.mx/eventos/ecotec-invita-seminario-internacional-de-captacion-de-agua-de-lluvia>

Toledo, V. (2015). ¿De qué hablamos cuando hablamos de sustentabilidad? Una propuesta ecológica política. Interdisciplina volumen 3, no 7 Pp. 35-55

Toledo, V. (2016). Ecotecnologías, defensa del territorio y poder social. La Jornada Disponible en: <http://www.jornada.unam.mx/2016/04/26/opinion/021a2pol>

Terrones, 2006. Xochimilco Sin Arquetipo Historia de una integración urbana acelerada. Disponible en: <http://www.ub.edu/geocrit/sn/sn-218-37.htm>

UNESCO (2017). Sustainability Science. Implementation Framework and Toolbox for UNESCO Designated Sites. 54 p.

Uribe P. (2014). Aprendizaje y tecnología. Transferencia y adopción de biodigestores: el caso de las comunidades de la Sierra Pénjamo, Guanajuato. Tesis de Doctorado. Universidad Iberoamericana

Vargas, M. (2014) De la apropiación de Tecnología a la Gestión del conocimiento. Retos en la Gestión Comunitaria del Agua y el Saneamiento. En Romero R, Soares D. Memorias. Los retos de la adopción tecnológica en el sector hídrico de Latinoamérica. Instituto Mexicano de Tecnología del Agua. Pp. 11-24

Vilches, A y Gil D. (2015). Ciencia de la sostenibilidad: ¿una nueva disciplina o un nuevo enfoque para todas las disciplinas? Revista Iberoamericana de Educación, Madrid, v. 69, n. 1, p. 39-60.

Watts J. (2015). La crisis del agua de la Ciudad de México. The Guardian. Disponible en: <https://www.theguardian.com/cities/2015/nov/12/la-crisis-del-agua-de-la-ciudad-de-mexico>.

Zapiain E. y Álvarez A. (2009). ¿Cómo construir una cultura del agua? Proyecto de Manejo sustentable. En Montero D., Gómez E., Carrillo G. y Rodríguez L. Innovación tecnológica, cultura y gestión del agua. Nuevos retos del agua en el Valle de México. Universidad Autónoma Metropolitana. Pp. 139-151

Ziccardi, A. (2015) Cómo viven los mexicanos. Análisis regional de las condiciones de habitabilidad de la vivienda. Encuesta Nacional sobre las Condiciones de Habitabilidad de la Vivienda. Primera edición. Universidad Nacional Autónoma de México. Pp. 226

## Anexo 1

### Guion entrevistas de funcionarios de SEDEMA

Evaluación del proceso de implementación y adopción de Sistemas de Captación de Agua de Lluvia en Viviendas de la Ciudad de México

Objetivo.

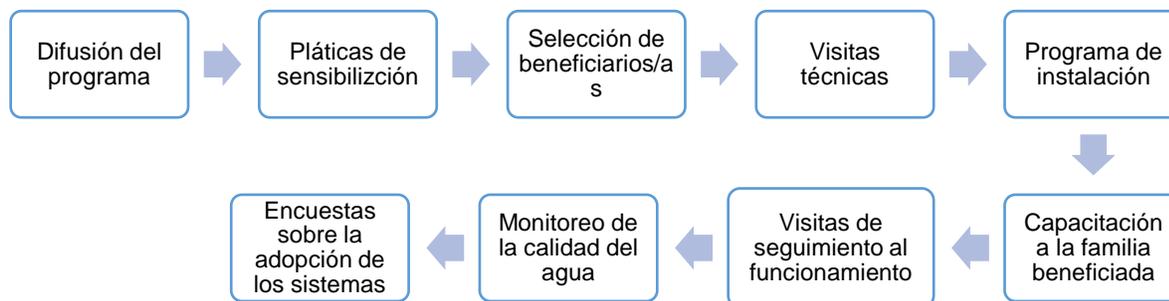
Conocer como la Secretaría del Medio Ambiente lleva a cabo la implementación y adopción del programa Cosecha de Agua de Lluvia.

Datos del entrevistado(a)

Cargo:

#### Módulo de Implementación

1. Según tu opinión, ¿para qué fue creado el programa?
2. De acuerdo, a la Reglas de Operación del Programa de 2019, las actividades fueron:



¿Qué otras actividades se llevaron a cabo o se están llevando a cabo y que no se mencionan en las Reglas de Operación?

3. A la fecha, ¿Qué factores o elementos favorecen el proceso de implementación de sistemas de captación de agua de lluvia?

4. ¿Qué factores o elementos dificultan el proceso de implementación de sistemas de captación de agua de lluvia?

5. ¿Qué acciones se hicieron o se están haciendo para garantizar el funcionamiento, creación de capacidades a las y los usuarios, y los impactos del sistema de captación de agua de lluvia? (perspectiva de género, educación, información, comunicación, capacitación, aprendizaje, liderazgo)

6. ¿Qué acciones de seguimiento se llevaron a cabo o se están haciendo después de la implementación de los sistemas?

7. ¿Qué otras instituciones u organismos se han involucrado para fortalecer el programa de Cosecha de Agua de Lluvia?
8. ¿Cómo ha mejorado el proceso de implementación? (solo para facilitadores actuales)
9. ¿Cuál sería el resultado del programa si hubiera participación de los/las usuarios/as en el diseño del programa, seguimiento y evaluación del programa?
10. ¿Cómo impactaría si las personas participaran en el diseño, instalación y seguimiento de los sistemas de captación de agua de lluvia?
11. ¿Qué recomendaciones harías para futuros programas?
12. ¿Qué aprendizajes te ha dejado esta experiencia?

#### Módulo de adopción

1. ¿Qué acciones realizó o realiza la Secretaría del Medio Ambiente para que los/las usuarios/as usen y mantengan en buen estado los sistemas?
2. ¿Qué acciones de perspectiva de género ha implementado la Secretaría del Medio Ambiente con las/los usuarios/as del programa?
3. ¿Qué beneficios has percibido que las personas usuarias tienen del sistema?
4. ¿Qué otras acciones implementarías para mejorar la adopción de los SCALL?

¡Muchas gracias por su participación!

## Anexo 2

### Guion de Entrevista a Personas Usuarias

Evaluación del proceso de implementación y adopción de los Sistemas de Captación de Agua de Lluvia en Viviendas de la Ciudad de México desde la perspectiva de las personas usuarias.

Hola, buenas tardes, mi nombre es Edith Rodríguez, soy estudiante de la UNAM, estoy haciendo una investigación sobre el proceso de implementación y adopción de los Sistemas de Captación de Agua de Lluvia del programa de la Secretaría del Medio Ambiente.

#### Objetivo

Conocer su opinión sobre la implementación (proceso que llevó a cabo la SEDEMA para entregar los sistemas) y adopción (entiende, usa y mantiene su sistema) del sistema de captación de agua de lluvia.

Alcaldía: Colonia: Género: F/M Edad: Ocupación:

#### Implementación de los SCALL

Podría platicarme, ¿Cuál es su opinión del proceso de implementación (registro, visita técnica, instalación, capacitación, seguimiento) del programa de Cosecha de Agua de Lluvia?

#### Capacitación

Durante la instalación, se llevó a cabo una capacitación ¿Cómo fue su experiencia en la capacitación?

¿Qué información le brindaron?

¿Considera que la capacitación fue suficiente para entender el funcionamiento y mantenimiento del sistema? ¿Por qué?

#### Participación

¿Le hubiera gustado participar en el diseño e instalación de su sistema? ¿Por qué?

#### Seguimiento

Podría platicarme, después de la instalación, ¿cómo ha sido el seguimiento y/o acompañamiento que le brinda la SEDEMA a su sistema y a usted como usuario/a? Comunicación, apoyo técnico, información en dónde reparar o comprar refacciones o algún otro.

¿Qué le recomendaría a la SEDEMA para mejorar su proceso de implementación (registro, visitas técnicas, capacitación, etc.) de los sistemas de captación de agua de lluvia?

#### Acceso al Agua

¿Cómo se abastecía de agua antes de tener el sistema red, pipa o pozo?

¿Con qué frecuencia llega agua de la red o pipa a su vivienda?

¿En dónde almacena su agua potable? (Cisterna, pileta, tambos)

Antes de instalar su SCALL, ¿usted ya captaba agua de lluvia?

#### Adopción de SCALL

Cuénteme ¿Quién decidió y porque decidió obtener un sistema de captación de agua de lluvia?

¿Se siente satisfecha con su SCALL? ¿Por qué?

Cuénteme ¿Cómo opera o funciona su sistema de captación de agua de lluvia?

¿Con qué frecuencia ha usado su sistema de captación de agua de lluvia durante la temporada de lluvias?

¿Qué usos le da al agua de lluvia?

¿Cree que con el agua de lluvia es suficiente para satisfacer su demanda de agua? Si No ¿Por qué?

¿De qué otras fuentes se han apoyado para abastecerse de agua?

Pipa\_\_ Red \_\_ Garrafrones\_\_ Otro \_\_

¿Cómo ha sido la convivencia familiar a raíz de que el sistema llegó a sus vidas?

¿Hay acuerdos para el uso y mantenimiento del sistema? ¿Cómo se reparten las actividades de mantenimiento?

¿Quién se encarga del mantenimiento del SCALL?

¿Cómo lleva a cabo el mantenimiento del sistema?

¿Considera que el mantenimiento es una carga de trabajo extra a las ya múltiples actividades que tiene que hacer? ¿Por qué?

¿Su sistema de captación de agua de lluvia ha tenido cambios y/o modificaciones? Si ¿de qué tipo?

¿Qué beneficios (ahorros, tiempo, salud, calidad de agua) ha obtenido después de la instalación del sistema?

¿Qué aprendizajes le ha traído el sistema de captación de agua de lluvia, a usted y a su familia?

¿Qué acciones realiza para mejorar su aprendizaje del cosechador de agua de lluvia?

¿Qué propondría para facilitar uso y mantenimiento al sistema de captación de agua de lluvia?

¿Qué propondría para mejorar el sistema?

¿Recomendaría el sistema de captación de agua de lluvia a tu familia y vecinos/as? ¿Por qué?

¿Algún tema que no se haya mencionado y quisiera comentar antes de concluir la entrevista?

¡Muchas gracias por su participación!

## Anexo 3

### Formato diagnóstico de la persona solicitante

#### Datos de la persona solicitante

Fecha:	Alcaldía:
Nombre de la persona solicitante:	
Edad:	Género:
Estado Civil:	Nivel educativo:
Teléfono:	Celular:

#### Ubicación geográfica de la vivienda

Calle:	Número:	Colonia:
Alcaldía:	Código postal:	Referencia:

#### Datos de los integrantes del hogar

1. ¿Cuántas personas habitan en su vivienda?:			
Personas de la tercera edad (más de 60 años):	Adultos (18-60 años):	Jóvenes (12-18 años):	Infantes (0-12 años):
¿Cuántos hombres?		¿Cuántas mujeres?	
2. ¿Hay personas en tu vivienda que sufren alguna discapacidad?			
Si	No	¿Qué discapacidad?	
3. ¿Quién se encarga de las labores del hogar?			
Mujer			

Hombre			
Ambos			
4. ¿Cuenta con animales de compañía en su vivienda?			
Si	No	¿Cuáles y cuántos?	
5. ¿Cuál es su condición de residencia? Elija la opción que mejor represente su condición			
Vive temporalmente en el domicilio	Vive en el domicilio, aunque está en otro lugar	Vive en otro lugar por trabajo o escuela	Vive en su domicilio
6: Ingresos familiar mensual			

Problemas de abastecimiento de agua

7. ¿Cuál es su problema de abastecimiento de agua? Elija una o más opciones que representen su condición						
Llega el agua pocos días a la semana	Poca presión en la toma de agua	Mala calidad de agua	Tengo que conseguir una pipa	Pedir prestada agua a sus vecinos(a s)	No cuento con red entubada	Otro

Servicios básicos de la vivienda

8. Procedencia del agua que usa					
Red pública	Pozo	Garrafrones	Pipa	Lluvia	Otro
9. ¿Cuánto paga por el agua?					
10. ¿Cuál es su consumo de agua?					
11. ¿En qué utiliza el agua?					
Consumo	Riego de plantas	Higiene	Uso doméstico	Agricultura	Otro

12. ¿Cuántos litros usa por actividad?					
Consumo	Riego de plantas	Higiene	Uso doméstico	Agricultura	Otro
13. ¿Le da tratamiento al agua que bebe?					
Se hierve	Usa cloro	Usa filtros	Compra agua de garrafón	Otro	

#### Características de la vivienda

14. La vivienda es:						
Propia	Pagada	Está pagándola	Hipotecada	Rentada	Alquilada	Prestada
Especificación				Si	No	Observaciones
1	¿Cuenta con suministro de agua por red pública?					
2	¿Hay árboles alrededor de la vivienda que excedan la altura del techo y puedan desprender material sobre la azotea?					
3	¿Los techos o paredes en la vivienda presentan flexión, fracturas o están en riesgo de caerse?					
4	¿El techo presenta suciedad que impida su limpieza?					
5	¿El techo es utilizado como bodega?					
6	¿En el techo hay animales de compañía?					
7	¿El acceso a la azotea es complicado a través de una escalera?					
8	¿Cuenta con una cisterna?					¿Cuál es su capacidad en litros?
9	¿Su vivienda tiene una superficie disponible de 6?25 m <sup>2</sup> (2.5m x 2.5m) en el exterior para la colocación de una cisterna?					
10	¿Esta superficie disponible se encuentra a una distancia superior a los 3 m de la pared donde se instalaría					

	la canalización y elementos del sistema?			
11	¿Tendría los medios económicos para llevar a cabo adecuaciones en su vivienda, si así se requiere?			
12	¿Tiene considerado hacer próximamente modificaciones a su vivienda?			

#### Características del área de captación de lluvia

15. ¿Usted cosecha agua de lluvia en?					
Cubetas	Sistema Rudimentario	Nunca	Otro		
16. Aproximadamente ¿Cuál es el área de techo que captará de agua de lluvia?					
20 m <sup>2</sup>	30 m <sup>2</sup>	40 m <sup>2</sup>	50 m <sup>2</sup>	60 m <sup>2</sup>	Otro
17. ¿De qué material es su techo?					
Lámina	Concreto	Vidrio	Otro		
18. ¿Qué usos le dará al agua de lluvia?					
Consumo	Riego de plantas	Higiene	Uso doméstico	Otro	
19. ¿La usará para actividades económicas? No, Si, ¿cuáles?					
Agricultura	Autolavado	Panadería	Cocina	Otro	

Nota 1: Se debe anexar evidencia fotográfica que muestre techo, vivienda y lugar donde se pretende instalar la cisterna.

#### Otras tecnologías ecológicas

20. ¿En su vivienda cuenta con otra ecotecnología?				
Calentador Solar	Paneles fotovoltaicos	Deshidratador Solar	Estufa eficiente de leña	Otro

Nota 2. Este diagnóstico será verificado por la Unidad Técnica Operativa del Programa de Cosecha de Lluvia, por lo que la información deberá ser verídica.