



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

LICENCIATURA EN CIENCIAS AMBIENTALES

Escuela Nacional de Estudios Superiores,
Unidad Morelia

ESTUDIO DE LA DINÁMICA DE ADOPCIÓN E IMPACTO EN
CUATRO SISTEMAS DE TRATAMIENTO DE AGUAS
RECIDUALES DOMÉSTICAS (STARD), DESPUÉS DE CINCO
AÑOS DE SU IMPLEMENTACIÓN EN LA LOCALIDAD DE EL
LAURELITO, MICHOACÁN.

TESINA

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE

LICENCIADO EN CIENCIAS AMBIENTALES

P R E S E N T A

TINOCO JARAMILLO DALIA ESTEFANIA

DIRECTOR(A) DE TESIS: MTRA. CARLA NOEMÍ
SUÁREZ REYES.

MORELIA, MICHOACÁN

JUNIO 2023



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.



ESCUELA
NACIONAL
ESTUDIOS
SUPERIORES
UNIDAD MORELIA

10
años
(2011-2021)

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

MTRA. IVONNE RAMÍREZ WENCE
DIRECTORA
DIRECCIÓN GENERAL DE ADMINISTRACIÓN ESCOLAR
P R E S E N T E

Por medio de la presente me permito informar a usted que en la **sesión ordinaria 02 del Comité Académico** de la **Licenciatura en Ciencias Ambientales** de la Escuela Nacional de Estudios Superiores (ENES) Unidad Morelia, celebrada el día **21 de marzo de 2023**, se acordó poner a su consideración el siguiente jurado para la presentación del Trabajo Profesional de la alumna **Dalia Estefania Tinoco Jaramillo** de la **Licenciatura en Ciencias Ambientales**, con número de cuenta 413074674, con el trabajo titulado: **"ESTUDIO DE LA DINÁMICA DE ADOPCIÓN E IMPACTO EN CUATRO SISTEMAS DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DOMÉSTICAS, DESPUÉS DE CINCO AÑOS DE SU IMPLEMENTACIÓN, EN LA LOCALIDAD DE EL LAURELITO, MICHOACÁN"**, bajo la dirección como tutora de la **M. en G. Carla Noemí Suárez Reyes**.

El jurado quedo integrado de la siguiente manera:

Presidente:	Dr. José de Jesús Alfonso Fuentes Junco
Vocal:	Dra. Ilse Ruiz Mercado
Secretario:	M. en G. Carla Noemí Suárez Reyes
Suplente:	Dr. Carlos Alberto García Bustamante
Suplente:	M. en C. Alfredo Fernando Fuentes Gutiérrez

Sin otro particular, quedo de usted.

Al e n t a m e n t e
"POR MI RAZA HABLARÁ EL ESPÍRITU"
Morelia, Michoacán a 09 de junio de 2023.

DRA. YUNUEN TAPIA TORRES
SECRETARIA GENERAL

CAMPUS MORELIA

Antigua Carretera a Pátzcuaro N° 8701, Col. Ex Hacienda de San José de la Huerta
58a 90, Morelia, Michoacán, México. Tel: (443)689.3500 y (55)5623.7300, Extensión Red UNAM: 80614
www.enesmorelia.unam.mx

Agradecimientos institucionales

Quiero expresar mi profundo agradecimiento a la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), y a la Escuela Nacional de Estudios Superiores (ENES) Unidad Morelia por brindarme la oportunidad de formarme como licenciada en Ciencias Ambientales.

Muy en especial a la Mtra. Carla Noemí Suárez Reyes, directora de mi tesina, por todo su apoyo, dedicación y paciencia. Durante el proceso fue más que un apoyo en este proceso, fue una amiga incondicional en lo personal y en lo académico, gracias por confiar en mi en momentos que ni yo confiaba en mí, y no perder la esperanza de que concluiríamos este proyecto, estar a tu lado ha sido una gran experiencia formativa y personal.

A todos los profesores que fueron parte de mi formación académica, especialmente a aquellos que demostraron su compromiso y gran calidez humana, al Dr. Alfonso de Jesús Fuentes Junco por su guía y consejos, a la Dra. Ilse Ruiz Mercado, al Mtro. Alfredo Fernando Fuentes Gutiérrez y al Dr. Carlos Alberto García Bustamante por tomarse el tiempo para leer y comentar el presente trabajo.

Al Dr. Andrés Camú y el Dr. Fernando Ramírez, gracias por el apoyo y los consejos que me brindaron en el marco de las tutorías institucionales.

Agradezco al Laboratorio de Estudios Sociales Aplicados (LESA) y a la Comunidad Universitaria de Economía Social y Solidaria para la Sustentabilidad (CUESSS) por brindarme un espacio para la escritura de mi tesina.

Agradecimientos personales

En esta sección quiero expresar mi agradecimiento a todas las personas que fueron parte importante para que lograra terminar este proceso, que si bien tarde más de lo esperado y lo deseado no me permití renunciar ya que me repetí muchas veces lo que dice mi papá, “No llega el más listo ni el más rápido, llega el que se esfuerza más”, y yo me esforcé mucho incluso cuando no se notaba, te dicen que la tesis es un proceso donde se ponen a prueba tus conocimientos y habilidades académicas, pero no te dicen que se pone a prueba tu estabilidad mental, tu paciencia y tu fortaleza personal.

A mis padres que estuvieron apoyándome durante todo el camino, confiaron en mí, al Ruco que me brindo una segunda oportunidad para estudiar la carrera y no solo eso, estudiar fuera del estado y vivir sola, dos cosas que creía imposibles. Te doy las gracias por ser la persona más constante y estable en mi vida, no importó nunca que tan enojado pudieras estar conmigo, siempre demostraste que vas a estar para mí incluso cuando ya no estés, se quedarán todas tus enseñanzas y consejos, algunos aunque no los quiera, pero siempre muy útiles para la vida en general. A mi mamá que siempre me has apoyado lo más que puedes, dándome espacio para ser siempre yo misma, esta es la culminación de todo el trabajo que hicimos en conjunto, es el resultado del esfuerzo de los tres, cada uno desde su trinchera.

A Migue mi mejor amigo y compañero insuperable, gracias por todo tu apoyo, por siempre estar para mí, y por ser parte de esta aventura, siempre te digo que los amigos son la familia que uno escoge y eso eres para mí, mi familia. De muchas formas eres una de las personas que más fortaleza me da para enfrentarme a cosas nuevas ya que siempre me impulsas y confías en que lograre todo lo que me proponga, gracias y no te vas a deshacer de mi tan fácil, tenemos muchos proyectos por cumplir todavía.

A Miedus, la perrita más hermosa del mundo, llegaste de manera inesperada a mi vida y te ganaste un lugar muy especial en mi corazón, me enseñaste mucho acerca de la empatía. En realidad eres toda una maestra en esto de la vida y sigo aprendiendo de ti, gracias por estar en mis noches de desvelo, en mis días alegres y sobre todo en mis días malos siempre con buen ánimo y lista para salir a jugar, gracias por recibirme siempre con mucha alegría, eres la mejor compañía.

A Doggy mi perrito peludo, fuiste el ejemplo de que un perro viejito si aprende trucos nuevos solo tenemos que poner mucho amor, cuando llegaste a nuestras vidas te convertiste rápidamente en un miembro de la familia, me enseñaste a siempre tener buena actitud incluso cuando te está lloviendo y a no preocuparme por cosas que no puedo cambiar, y que no importa que tan mal te sientas, un paseo lo soluciona casi todo, perderte fue muy doloroso pero sé que ya no te duelen tus patitas, te recordaremos con mucho cariño.

A mi hermana Chata te quiero muchísimo y si no hubiera sido por ti no sería la persona que soy, eres un ejemplo a seguir y no solo por ser la mayor en realidad

creo que tienes muchos atributos admirables como persona, gracias por siempre estar para mí cuando necesito soporte emocional y consejos, por no juzgar mis decisiones y aceptar que siempre seré un poco rara pero siempre con tu apoyo.

A mis hermanas, Belen, Estefania y Azucena las quiero mucho, siempre las tengo presentes y me esfuerzo por ser mejor persona para ustedes y mis sobrinas, quiero ser esa tía que es buena y mala influencia todo al mismo tiempo.

Carla, te pregunto si querías ser mi tutora porque me gustó mucho tu trabajo y creo que eres una mujer en la ciencia haciendo cosas increíbles, te conozco desde el servicio social y lo disfruté mucho, ni parecía trabajo, muchas gracias por tu apoyo durante este proceso, has sido parte fundamental en mi formación académica, Pero también te doy las gracias porque me has apoyado de manera personal de muchas formas, y también eres parte importante de mi vida en Morelia gracias a la relación de amistad que hemos formado, tal vez no lo sepas porque no soy muy expresiva pero te quiero mucho.

Antes de pertenecer a la Universidad Nacional Autónoma de México escuché decir a mi hermana mayor que la UNAM le había dado mucho y en ese momento pensé que entendía a que se refería, pero después de estudiar en sus aulas, graduarme, llevar a cabo el proceso de realización de tesis, así como su culminación esas palabras toman más sentido ya que no puedo ni siquiera medir cuantas cosas aprendí y lo mucho que crecí perteneciendo a la mejor universidad de México, por lo que hoy puedo expresar con mucho orgullo que ¡la UNAM me ha dado mucho!.

RESUMEN.

Las zonas rurales son las más desatendidas en materia de acceso al agua y al alcantarillado, esto se incrementa conforme los asentamientos humanos se alejan cada vez más de las principales vías de comunicación. Los sistemas ecotecnológicos denominados Sistemas de Tratamiento Aguas Residuales Domésticas (STARD) son una estrategia de solución para tratar aguas residuales a pequeña escala y con esto reducir la contaminación en los cuerpos de agua.

En este estudio se hace una propuesta de evaluación desde una perspectiva cualitativa que permite dar acompañamiento mientras se obtiene información que permite tomar decisiones sobre estrategias asertivas para la implementación de ecotecnologías, además, nos permite comprender el impacto y las razones por las cuales las ecotecnologías, particularmente, los STARD, son adoptados.

Podemos decir que existe adopción si desean tener la ecotecnología, si son utilizadas frecuentemente, si les dan mantenimiento, además, de cuidados diarios como el uso de jabones biodegradables y finalmente, si las personas usuarias comprenden el funcionamiento básico. Se refiere al impacto del STARD en la vida de las personas, si estas reconocen mejoras evidentes a partir del uso continuo de la ecotecnología como la disminución de la contaminación en los caminos y veredas o en los cuerpos de agua aledaños, si obtienen beneficios adicionales como poder utilizar el agua tratada para labores domésticas o el riego de algunas plantas, entre otros usos y beneficios que las personas usuarias puedan identificar.

Para la construcción de los antecedentes se identificó que en general existe poca información de proyectos similares y que es de difícil acceso, ya que no está sistematizada. En ninguno de los casos revisados se observó monitoreo o acompañamiento posterior a la construcción de los sistemas de tratamiento de aguas residuales.

Por lo que el objetivo del presente trabajo fue caracterizar y evaluar el nivel de adopción e impacto que los STARD tuvieron en la comunidad El Laurelito. Para cumplir este objetivo se llevaron a cabo diferentes estrategias, como, revisión bibliográfica, evaluación del estado físico de los STARD, talleres de seguimiento y monitoreo. Además, se realizaron entrevistas semiestructuradas a los usuarios de los sistemas y se construyeron indicadores para poder evaluar el nivel de adopción e impacto que tienen los usuarios de los STARD.

Se logró hacer la reconstrucción histórica de la implementación de los STARD en El Laurelito, lugar en el que se realizó la presente investigación, también se describe cómo es que funcionan los sistemas.

Respecto a los índices de adopción e impacto y haciendo el balance de las personas entrevistadas por sistema observamos que el sistema uno, dos y tres obtuvieron

una adopción regular y el sistema número cuatro tiene una adopción buena. Para el índice de impacto el sistema uno y el sistema tres tienen un impacto medio, el sistema dos y cuatro tienen un índice de impacto muy alto, además se obtuvo el promedio de adopción y de impacto de todos los sistemas para evaluar el éxito del proyecto en la comunidad, encontrando que la adopción es regular, en el caso del impacto del proyecto encontramos que es alto.

Con esto podemos observar que la adopción promedio de los cinco sistemas es regular debido a que la ecotecnología no había sido aceptada e incorporada a la vida diaria de todos los usuarios entrevistados siendo los hombres mayores los que se resisten al uso frecuente del baño tipo inglés, por lo tanto, no utilizan el STARD. Los sistemas no están completamente terminados, faltan las plantas que van en el biofiltro, además, las personas no tienen la intención de usar el agua que sale del sistema.

En el caso del impacto del proyecto en la comunidad encontramos que es alto esto debido a que todas las personas entrevistadas identificaron mejoras en sus vidas cotidianas en comparación con sus prácticas anteriores, algunos de estos cambios son: caminos en mejores condiciones y sin malos olores; las mujeres, ahora pueden ir al baño al interior de sus hogares debido a que la implementación de los STARD promovió la construcción de baños tipo inglés, los cuales eran inexistentes. Desde la percepción de las mujeres, ahora tienen espacios dignos para ir al baño.

Se identificó que la adopción así como el impacto están condicionadas por el género debido a que dentro de la localidad existen actividades que son reconocidas socialmente como trabajo de hombres o de mujeres, esta distinción de tareas dio como resultado que las personas con más adopción fueran los hombres debido a que se involucraron más en la planeación e implementación del proyecto, la asistencia a los talleres y reuniones, así como en la construcción de los STARD, y las personas con mayor impacto fueran las mujeres esto porque el impacto no está determinado por su participación en el proceso de implementación o de toma de decisiones en las reuniones, sino más bien por el uso cotidiano del mismo.

Al realizar esta investigación encontramos que el acompañamiento posterior a la implementación de una ecotecnología es indispensable para que exista mayor nivel de adopción e impacto ecotecnológico.

Summary-abstract.

Rural areas are the most underserved in terms of the access to water and sewerage, and this increases as human settlements move further and further away from the main communication routes. The eco-technological systems called Domestic Wastewater Treatment Systems (STARD) are a solution strategy to treat wastewater on a small scale and thus reduce pollution in water bodies.

In this study, an evaluation proposal is made from a qualitative perspective that grants us to provide accompaniment while obtaining information that allows us to make decisions on assertive strategies for the implementation of ecotechnologies. In addition, it permits us to understand the impact and the reasons why ecotechnologies, particularly STARD, are adopted.

We can say that there is adoption if they want to have the eco-technology, when they are used frequently, if they are maintained and when they are given daily care such as the use of biodegradable soaps. Finally, if the users understand the basic operation. It refers to the impact of the STARD on people's lives, if they recognize evident improvements from the continuous use of the ecotechnology such as the reduction of pollution on roads and paths or in the surrounding water bodies, if they obtain additional benefits such as being able to use the treated water for domestic work or irrigation of some plants, among other uses and benefits that the users can identify.

For the construction of the background information, it was identified that in general there is little information on similar projects and that it is difficult to access, since it is not systematized. In none of the cases reviewed was monitoring or a follow-up after the construction of the wastewater treatment systems observed.

Therefore, the objective of this study was to characterize and evaluate the level of adoption and impact of the STARD in the community of El Laurelito. To meet this objective, different strategies were carried out, such as literature review, evaluation of the physical state of the STARD, follow-up and monitoring workshops. In addition, semi-structured interviews were conducted with the users of the systems and indicators were constructed to evaluate the level of adoption and impact of the STARD users.

A historical reconstruction of the implementation of the STARDs in "El Laurelito", where this research was conducted, was carried out, and a description of how the systems work is also provided.

With respect to the adoption and impact indexes and taking stock of the people interviewed by system, we observed that system one, two and three obtained a regular adoption and system number four has a good adoption. For the impact index system one and system three have a medium impact, system two and four have a very high impact index. Also, we obtained the average adoption and impact of all the systems to evaluate the success of the project in the community, finding that the adoption is regular, in the case of the impact of the project we found that it is high.

With this we can observe that the average adoption of the five systems is regular due to the fact that the ecotechnology had not been accepted and incorporated into the daily life of all the users interviewed, being the older men the ones who resist the frequent use of the English type toilet, therefore, they do not use the STARD. The systems are not completely finished, the plants that go in the biofilter are missing, in addition, people do not intend to use the water that comes out of the system.

In the case of the impact of the project in the community we found that it is high because all the people interviewed identified improvements in their daily lives compared to their previous practices, some of these changes are: roads in better conditions and without bad odors; women can now use the bathroom inside their homes because of the implementation of the STARD promoted the construction of English type toilets, which were nonexistent. From the women's perception, they now have dignified spaces to go and use the bathroom.

It was identified that the adoption as well as the impact are conditioned by gender because within the locality there are activities that are socially recognized as men's or women's work, this distinction of tasks resulted in the people with more adoption being men because they were more involved in the planning and implementation of the project. The people with the greatest impact were women because the impact is not determined by their participation in the implementation process or decision-making in the meetings, but rather by their daily use of the project.

In carrying out this research, we found that accompaniment after the implementation of an ecotechnology is indispensable for a higher level of adoption and ecotechnological impact.

ÍNDICE

RESUMEN.	5
Summary-abstract.	7
ÍNDICE	9
INTRODUCCIÓN.	12
ANTECEDENTES Y JUSTIFICACIÓN.	15
¿Cómo funciona un STARD?	16
Casos de ecotecnologías para el tratamiento de aguas residuales.	18
Análisis de las revisiones de los casos.	21
¿Por qué es importante medir el nivel de adopción e impacto en el Laurelito?	22
OBJETIVOS.	22
Objetivo General.	22
Objetivos Particulares.	22
HIPÓTESIS.	23
MARCO CONCEPTUAL.	24
Desarrollo Sostenible.	24
Desarrollo Local Sostenible.	24
Ecotecnología.	24
Ecotecnia.	25
Adopción Ecotecnológica.	26
METODOLOGÍA.	27
Revisión bibliográfica.	27
Trabajo de campo.	27
Evaluación del estado físico de los STARD.	27
Talleres de seguimiento y monitoreo.	27
Construcción de indicadores.	28
Entrevistas.	28
Indicador de Adopción (IA).	28
¿Para qué sirven los indicadores?	29
¿Para qué sirven los Indicadores de Adopción (IA)?	29
¿Qué es el Indicador de Impacto (II)?	29
Diferencia entre adopción e impacto.	29
ÍNDICE DE ADOPCIÓN (IA).	30

ÍNDICE DE IMPACTO (II).	33
Cálculo de la adopción e impacto por sistema.	36
Evaluación general del proyecto.	37
RESULTADOS.	38
Reconstrucción de la historia de los STARD en el laurelito	38
Zona de estudio.	38
Clima.	39
Atributos hidrológicos.	39
Vegetación.	40
Fauna.	40
Demografía.	40
Situación económica y/u ocupación de la población.	40
Problemática de las aguas negras en el Laurelito.	40
Historia de la implementación de los STARD.	41
Fases del proceso de implementación de los STARD.	43
NIVEL DE ADOPCIÓN E IMPACTO DE LOS STARD.	44
Resultados de las entrevistas.	44
Equivalencias del índice de adopción (IA).	46
Equivalencias del índice de impacto (II).	46
Evaluación del índice de adopción (IA) y del índice de impacto (II).	47
EVALUACIÓN DEL PROYECTO.	47
Porcentaje de adopción de los cuatro sistemas.	48
Evaluación del porcentaje de impacto de los cuatro sistemas.	48
ANÁLISIS DE RESULTADOS.	49
Sistema uno	49
Adopción.	49
Impacto.	50
Sistema dos.	51
Adopción	51
Impacto	53
Sistema tres.	53
Adopción.	53
Impacto.	55
	10

Sistema cuatro.	56
Adopción.	56
Impacto.	56
CONCLUSIONES.	58
Diferencias en la participación por motivo de roles de género.	59
Aspectos generales sobre la adopción y el impacto de los STARD	59
Ejercicio de búsqueda de patrones en los cuatro sistemas.	60
Dar seguimiento para asegurar el éxito del proyecto de los STARD.	60
Fortalezas y debilidades de los STARD en la localidad El Laurelito.	61
BIBLIOGRAFÍA.	64
ANEXOS	67
Anexo1: Formato de evaluación física de los STARD.	67
Anexo 2: Formato de evaluación de aspectos cualitativos de los STARD.	68
Anexo 3: Planeación del taller de seguimiento y monitoreo.	69
Anexo 5: Guión para entrevistas.	74
Anexo 6: Tablas de procesamiento de los resultados del índice de adopción.	81
Anexo 7: Tablas de procesamiento de los resultados del índice de impacto.	86
Anexo 8: Tablas de equivalencia para obtener el porcentaje del índice de adopción e impacto.	92

INTRODUCCIÓN.

Para entender la situación del agua en el mundo debemos saber que a pesar de que el 70.8% de la superficie terrestre es agua, solo el 2.5% es agua dulce, mucha de ésta se encuentra congelada en bancos de hielo y nieves perpetuas, además, el ser humano solo tiene a su disposición el 0.5% del agua, la cual es subterránea o superficial, esto hace del agua dulce un recurso escaso (Carabias *et. al.* 2005).

Al haber tan poca agua disponible para consumo en el mundo es lamentable que la mayor parte de ésta se encuentre en condiciones insalubres como es el caso de los ríos, depósitos subterráneos o lagos contaminados (Arroyo *et al.* 2014), que al tener un manejo inadecuado de los residuos generados por la industria y los seres humanos provoca aún más desabasto de este recurso (Carabias *et. al.* 2005; CONAGUA, 2016).

Uno de los momentos clave cuando se habla del deterioro ambiental es la Revolución Industrial, la cual promovió formas de producción a gran escala, los desechos contaminantes derivados de esta forma de producir se vertían en los ríos y lagos debido a la falta de regulación ambiental (CONAGUA, 2016).

La prioridad en esta época era incrementar la producción industrial y no se tenía consideración de los daños que esta le generaba al ambiente; se tenía poca conciencia y conocimiento del manejo adecuado de los desechos generados por la industria, lo que ocasionó una problemática ambiental a los cuerpos de agua porque se veía a los ríos y lagos como depósitos para verter estos desechos, se creía que se diluían o descompondrían de manera natural o que simplemente el río los llevaría lejos deshaciéndose del problema (CONAGUA, 2016). Un cuerpo de agua que ha sido contaminado puede permanecer así decenas de años si no se elimina la fuente de contaminación (Carabias *et. al.* 2005).

En la actualidad, la situación del agua es muy similar ya que los países en vías de desarrollo y los países industrializados, en su mayoría, no cuentan con una disposición adecuada de las aguas residuales, esto ocasiona que se perpetúe el problema del mal manejo del recurso hídrico, contribuyendo así en la escasez del mismo (CONAGUA, 2016). En otras palabras, al no sanear el agua que se utiliza para fines industriales o domésticos, el agua no se puede reutilizar para otros fines y se contaminan cuerpos de agua limpios (ICA, 2010).

La explotación de los acuíferos de manera excesiva también puede ocasionar que el agua y su calidad disminuyan por la remoción de sedimentos cuando los niveles de agua son bajos o por las máquinas que utilizan para la extracción. Otro de los motivos es la contaminación incidental, que ocurre cuando se infiltran contaminantes provenientes de las zonas urbanas o agroquímicos de la producción de alimentos en zonas agrícolas (Carabias *et. al.* 2005).

Debido al aumento en la población y principalmente en las zonas urbanas es necesario implementar y fortalecer el alcantarillado y saneamiento del agua para la

población urbana y rural; cumplir con el servicio en todo el país asegurará un crecimiento social y económico en toda la población (ONU-DAES, 2014).

La cantidad de las personas sin acceso al agua refleja la magnitud de la problemática, ya que, en 2015, nueve millones de mexicanos aún carecían de una fuente de agua salubre, accesible, asequible, de manera suficiente y de buena calidad y 10.2 millones de mexicanos carecían del servicio de alcantarillado (CONAGUA, 2016; ONU-DAES, 2014).

Las zonas rurales son las más desatendidas en materia de acceso al agua y al alcantarillado. Respecto al alcantarillado y de acuerdo con datos de CONAGUA 2016, solo el 74.2% de los hogares tiene acceso al servicio en zonas rurales, este porcentaje está muy por debajo de las zonas urbanas que tienen una cobertura del 96.6 % (CONAGUA, 2016).

A medida que las localidades se alejan de las ciudades aquellas carecen de servicios básicos como el agua potable y el alcantarillado. En México el 58% de los centros de población que se encuentran en la periferia de las ciudades tienen un índice alto o muy alto de marginación económica y social, cuyo porcentaje se incrementa conforme los asentamientos humanos se alejan cada vez más de las principales vías de comunicación, hasta llegar al máximo registrado de 92 % de carencia de estos servicios en las comunidades más aisladas, siendo estos últimos los que tienen las peores condiciones de desigualdad y marginación (CONAPO, 2003).

Tratar las aguas residuales beneficia a todas las personas, porque evita que se propaguen enfermedades como, el cólera, diarreas, la disentería, la hepatitis A, la fiebre tifoidea y la poliomielitis (ONU-DAES, 2014) causadas por el agua contaminada, ya que esta puede contener materia fecal y otros contaminantes; también, se elimina la contaminación por descargas directas de aguas residuales en cuerpos de agua, cañadas, barrancas y otros, además, hace posible el reuso del agua tratada en actividades agrícolas o industriales, dejando el agua de buena calidad para ser consumida por los seres humanos (CONAGUA, 2016).

El gobierno mexicano a través de la CONAGUA y de sus organismos reguladores de cada entidad a nivel municipal, estatal o federal, ha creado plantas de tratamiento de aguas residuales en diferentes estados de la república. Sin embargo, los alcances de estas no son los esperados, ya que todas las plantas tratadoras de agua trabajan por debajo o muy por debajo de su máxima capacidad y no solo eso, sino que muchas de estas necesitan estar monitoreadas la mayor parte del tiempo por personal capacitado para este proceso (CONAGUA, 2016).

Las plantas de tratamiento de aguas residuales, principalmente, se encuentran en las cabeceras municipales y tienen por objetivo sanear el agua de grandes grupos de la población por lo que son grandes y necesitan considerables inversiones y mano de obra calificada, además de requerir muchos suministros para tratar las aguas. Al tratar grandes cantidades de agua, la producción de lodos es significativa,

sin embargo, en la mayoría de los casos no reciben un tratamiento posterior, y no se disponen de manera adecuada, por lo que los desechos se convierten en una fuente de infección (CONAGUA, 2016).

Después de ver que estas grandes plantas potabilizadoras no son tan eficientes como deberían y sobre todo de nulo alcance en las comunidades rurales del país, tenemos que pensar en opciones más locales, pero con mejores resultados. Los sistemas ecotecnológicos llamados Sistemas de Tratamiento Aguas Residuales Domésticas (STARD) son una estrategia de solución para tratar aguas residuales a pequeña escala, existen de diferentes tipos, pero todas tienen semejanzas. En este sentido las innovaciones ecotecnológicas están en vías de desarrollo y sus principales promotores son Universidades y organizaciones sin fines de lucro para el desarrollo social (CONAGUA, 2016).

Las ecotecnologías proponen satisfacer las necesidades básicas humanas utilizando los recursos naturales locales de forma sostenible (Ortiz *et. al.* 2015). La construcción de una ecotecnología brinda una estrategia descentralizada ya que no dependen de una única fuente de saber, porque se adaptan a las circunstancias de cada entorno y podrían convertirse en herramientas para desencadenar el fortalecimiento de capacidades y el empoderamiento comunitario mediante prácticas participativas de innovación y desarrollo tecnológico (Ortiz *et. al.* 2014).

ANTECEDENTES Y JUSTIFICACIÓN.

El acceso al agua reduce las brechas de desigualdad e impulsa el bienestar de todas las personas que actualmente se encuentran en condición de pobreza o pobreza extrema (CONAGUA 2016), para que esto suceda debe de ser suficiente, de buena calidad, accesible y asequible (ONU-DAES 2014).

En la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos el Artículo 4 fracción quinta nos dice que: *“Toda persona tiene derecho al acceso, disposición y saneamiento de agua para consumo personal y doméstico en forma suficiente, salubre, aceptable y asequible. El Estado garantizará este derecho y la ley definirá las bases, apoyos y modalidades para el acceso y uso equitativo y sustentable de los recursos hídricos, estableciendo la participación de la Federación, las entidades federativas y los municipios, así como la participación de la ciudadanía para la consecución de dichos fines.”* (CPEUM, 2018 pág. 21).

Una de las estrategias que propone el gobierno mexicano para tratar de cubrir la demanda en materia de saneamiento del agua es: promover la inversión privada y que los organismos que inviertan en las plantas potabilizadoras sean las encargadas del mantenimiento de las mismas (CONAGUA, 2016).

La infraestructura de tipo urbano que se usa comúnmente en México y que ha sido copiada de modelos occidentales, no funciona en las áreas rurales debido a las condiciones propias de estas. Los “drenajes” instalados terminan en muchas ocasiones con las desembocaduras en ríos y barrancas de los alrededores (ONU-DAES 2014). Por otra parte, es oportuno mencionar que los costos de estas estructuras son inaccesibles para los habitantes de las comunidades rurales (Ortiz *et. al.* 2014).

La ciudad de Morelia cuenta con cinco fuentes de abastecimiento de agua, estas son las siguientes: 1) El manantial “La Minzita”, 2) La presa de Cointzio, 3) un conjunto de manantiales y arroyos de San Miguel (todos estos pertenecientes a la cuenca del río Chiquito), 4) un conjunto de manantiales pertenecientes a La Quemada y El Salto y 5) los de tipo subterránea (OOAPAS, 2011 en Sánchez Sepúlveda 2011).

La conservación de la parte alta de la cuenca es medular para garantizar la calidad de agua que abastece a gran parte de la Ciudad de Morelia y ya que el Laurelito se encuentra en la parte alta de la sub-cuenca, se considera de suma importancia que cuente con una estrategia para la disposición y saneamiento de aguas residuales.

La problemática del Laurelito, lugar en el que se desarrolla la presente investigación, era que no contaba con ninguna estrategia para la disposición de aguas residuales, lo que generó diversos conflictos internos y externos dentro del ejido, además de ser una fuente de contaminación para gran parte de la Ciudad de Morelia, por lo que se necesitaba buscar una solución que fuera acorde a las necesidades del lugar.

Una solución propuesta por los integrantes de la UPLAMAT (Unidad de Planeación y Manejo del Territorio) de la UNAM (Universidad Nacional Autónoma de México) campus Morelia fue construir STARD (Sistemas de Tratamiento de Aguas Residuales Domésticas) con un enfoque de participación comunitaria.

La implementación del STARD, se basa en ecotecnologías que cuentan con diversos beneficios, donde el principal es la disposición y reúso adecuado de las aguas residuales. Lo que se traduce, en beneficios ambientales, al eliminar la contaminación ocasionada por las descargas de las aguas residuales a la intemperie y beneficios sociales, evitando el conflicto entre los habitantes y permitiendo la disponibilidad de agua tratada como un recurso adicional. Además, no es necesaria la tecnificación o personal calificado para su uso y mantenimiento (Ortiz *et. al.* 2014).

Entonces, si fortalecemos al sector más vulnerable de la sociedad brindándole alternativas como lo son las ecotecnologías, lograremos dar un paso adelante en el acceso a servicios de calidad y en el combate a la pobreza y así mitigar el rezago económico en el que se encuentran estas comunidades.

Es por este motivo que las ecotecnologías son una opción bastante prometedora para resolver las carencias que impiden el pleno desarrollo de las personas cuando no cubren sus necesidades básicas como producción y cocción de comida, obtención de agua potable y muy en especial el saneamiento de aguas residuales domésticas rurales, aunado a estos beneficios también se encuentran asociados otros como: reducir la contaminación en los cuerpos de agua, esto lleva a un beneficio directo a la salud de los seres humanos al reducir las sustancias patógenas y liberando estos afluentes para ser utilizados en diferentes actividades que pueden llevar a generar recursos económicos o recreativos (Ortiz *et. al.* 2014).

¿Cómo funciona un STARD?

Un STARD es un artefacto Ecotecnológico utilizado para encauzar y tratar el agua residual de las actividades domésticas. Las partes que lo componen son: el biodigestor, la trampa de grasas, el biofiltro y el colector final, que es un tanque para almacenar el agua lista para usarse.

El primer paso consiste en separar las aguas residuales en dos grandes categorías: las aguas grises o jabonosas (que provienen de todas las actividades de limpieza del hogar incluyendo la ducha) de las aguas negras (que son exclusivamente las que salen del sanitario). A continuación, se describe brevemente cada una de las partes que componen el STARD.

Biodigestor. La razón de tratar por separado las aguas negras se debe a que necesitan un tratamiento previo en un espacio conocido como biodigestor, donde bacterias anaerobias digieren la materia orgánica (fecal) y la degradan produciendo biogás, al mismo tiempo se sedimentan gran parte de los sólidos, para después

incorporar el agua ya pretratada a la segunda parte del proceso en una cámara conocida como biofiltro.

Trampa de grasas. Aquí llegan las aguas grises y está compuesta por tres apartados. En el primer apartado hay un sedimentador para atrapar los sólidos que pudieran haber escapado. El segundo apartado es una trampa de grasas, las cuales son generadas por los jabones, esto se puede observar como una nata en la superficie. El agua pasa a un tercer apartado, donde ocurre el proceso de volatilización del cloro, esto sucede con ayuda del sol. Cuando esta trampa rebasa el límite de agua se une al biofiltro.

Biofiltro. Se compone por tres niveles de material filtrante estos son: rocas, grava y arena, en ese orden, en esta parte también se encuentran plantas como juncos, lirio acuático y/o alcatraz para retirar los posibles metales pesados.

En el Biofiltro se une el agua proveniente del biodigestor y el agua que proviene de la trampa de volatilización y después de que el agua pasa por todo este sistema se acumula en una última cisterna llamada “colector final” donde ya está lista para usarse en el riego de plantas ornamentales y de árboles frutales (figura 2).

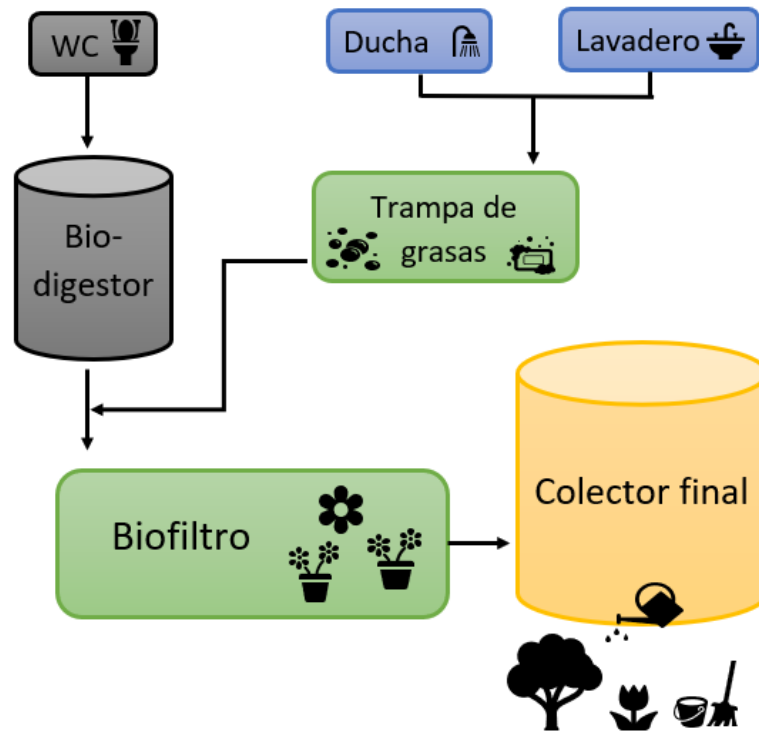


Figura 1 Diagrama de flujo del STARD.

Casos de ecotecnologías para el tratamiento de aguas residuales.

En México y en algunos países de Latinoamérica el uso de las ecotecnologías es aún escaso, muestra de ello es la siguiente recopilación (tabla 1), en la que se encontraron cinco proyectos vinculados al saneamiento de aguas residuales domésticas impulsados por instituciones como: La Universidad Autónoma del Estado de México (U.A.E.M), Corporación Autónoma Regional del Valle del Cauca-CVC en Colombia, Condominio Valle Escondido de Tepepan, el grupo de Tecnología Alternativa en la Ciudad de México y ECO-RED en Toluca Estado de México, todas estas se desarrollan en zonas urbanas y peri-urbanas.

NOMBRE DEL PROYECTO 1: Sistema Unitario de Tratamiento Nutrientes y Energía (SUTRANE) en la Laguna de San Miguel Almaya, Capulhuac, México.	AÑO DE IMPLEMENTACIÓN: 2012
NOMBRE DEL ORGANISMO REGULADOR: Universidad Autónoma del Estado de México (U.A.E.M).	ESTATUS DEL PROYECTO (ACTIVO O INACTIVO): Sin información
DESCRIPCIÓN: Las autoridades de la comunidad ejecutaron el proyecto en una de las viviendas de la localidad. La intención era que la vivienda donde se implementó el SUTRANE, sirviera para que otras personas conocieran la tecnología y así fomentar e impulsar el uso de estos dispositivos	
FUNCIONAMIENTO: Se dividen las aguas grises de las negras desde el lugar de origen. Las aguas grises llegan a un contenedor donde sufren un proceso de biodegradación aeróbica por medio de lirios acuáticos y el sol. Las aguas negras llegan a una fosa y se inicia el proceso de biodegradación anaeróbica. Las dos fosas se construyen de ferrocemento y se encuentran lo más cercano posible a la fuente de agua a tratar para minimizar costos de construcción.	
IMPACTO EN EL LUGAR: Se espera que sea favorable, que sirva para incentivar a más personas a utilizar el sistema, tanto a las que viven actualmente en el lugar donde se implementó como a las viviendas cercanas o futuras.	

NOMBRE DEL PROYECTO 2: Sistemas de tratamiento de aguas residuales domésticas empleados por la Corporación Autónoma Regional del Valle del Cauca (CVC) en el sector rural del departamento del Valle del Cauca- Colombia.	AÑO DE IMPLEMENTACIÓN: 1995.
NOMBRE DEL ORGANISMO REGULADOR: Corporación Autónoma Regional del Valle del Cauca- CVC.	ESTATUS DEL PROYECTO (ACTIVO O INACTIVO): ACTIVO.

DESCRIPCIÓN: Construyeron sistemas pilotos de ecotecnologías para ver su funcionamiento y hacer mejoras, antes de implementarlos de forma masiva en distintas localidades a lo largo del Valle del Cauca. Los sistemas se instalaron por familia.	
FUNCIONAMIENTO: Existen diferentes variantes, pero todas cuentan con los siguientes elementos: trampa de grasas, tanque séptico, filtro anaerobio y humedal artificial de flujo.	
IMPACTO EN EL LUGAR: Favorable, se han construido más de 1200 sistemas unifamiliares que siguen en uso.	

NOMBRE DEL PROYECTO 3: Sistema Integral de Abasto y Saneamiento de Agua con Descarga Cero (SIASA-0). Desarrollado por el Ing. Eduardo León Garza En Cañadas del Lago ubicado en Cuautitlán Izcalli Estado de México.	AÑO DE IMPLEMENTACIÓN: 2009
NOMBRE DEL ORGANISMO REGULADOR: Cañadas del Lago es parte de un Programa de Apoyo a Proyectos para la Innovación y Mejoramiento de la Enseñanza (PAPIME), de la UNAM.	ESTATUS DEL PROYECTO (ACTIVO O INACTIVO): Activo.
DESCRIPCIÓN: Fraccionamiento residencial de tipo ecológico en Cuautitlán Izcalli Estado de México, ubicado cerca de un área ambiental estratégica denominada Parque Estatal Santuario del Agua y Forestal Presa de Guadalupe; el costo del sistema está incluido en el precio de la casa y departamentos sin que salgan del rango de un inmueble de interés medio.	
FUNCIONAMIENTO: El diseño ecológico empieza con el sistema de recolección de agua pluvial. Posteriormente, una vez que el agua es utilizada en la casa, se divide en aguas grises y aguas negras. Las aguas grises son tratadas y se reutilizan en el inodoro. Las aguas negras son tratadas y se reutilizan para regar las áreas verdes.	
IMPACTO EN EL LUGAR: Favorable porque uno de sus principales objetivos es evitar la contaminación de la presa debido a las aguas negras provenientes del fraccionamiento; los habitantes han tomado conciencia del ahorro del agua y colaboran con el cuidado del sistema.	

NOMBRE DEL PROYECTO 4: Sistema Integral de Reciclamiento de Desechos Orgánicos (SIRDO). En Tepepan Xochimilco, Ciudad de México.	AÑO DE IMPLEMENTACIÓN: Sin año.
NOMBRE DEL ORGANISMO REGULADOR:	ESTATUS DEL PROYECTO (ACTIVO O INACTIVO):

Condominio Valle Escondido de Tepepan y el grupo de Tecnología Alternativa.	Activo.
DESCRIPCIÓN: Condominio residencial de clase media alta cuenta con 31 casas, con grandes áreas verdes y zonas de juego para los niños. El uso de este sistema requiere de la concientización de los vecinos y organización ya que requiere del uso de jabón biodegradable.	
FUNCIONAMIENTO: El condominio cuenta con un separador de aguas negras, las cuales se conducen a un tanque de sedimentación acelerada, los lodos se mezclan con los desechos sólidos orgánicos para dar lugar a la composta, el agua del tanque es blanqueada químicamente y sirve para regar las áreas verdes; las aguas grises pasan a un filtro de acción biológica donde se pueden recuperar hasta el 70% para su uso en el inodoro o la limpieza de pisos; la operación y mantenimiento del SIRDO es sencilla, una persona puede hacerlo.	
IMPACTO EN EL LUGAR: Favorable, este sistema también puede dar tratamiento a los residuos sólidos orgánicos y se obtiene una composta de buena calidad, ha dado servicio a un promedio de 155 personas en los últimos 20 años.	

NOMBRE DEL PROYECTO 5: Planta de Tratamiento de Aguas Residuales (PTAR) en Metepec, al suroriente del Valle de Toluca Estado de México.	AÑO DE IMPLEMENTACIÓN: 2006.
NOMBRE DEL ORGANISMO REGULADOR: ECO-RED. es una compañía mexicana que se dedica a ofrecer soluciones para algunos de los problemas ambientales más importantes del país, como es el caso de las aguas residuales.	ESTATUS DEL PROYECTO (ACTIVO O INACTIVO): Activo no hay información del estado actual de la planta ni de quien o quienes le dan mantenimiento.
DESCRIPCIÓN: La Planta Tratadora de Aguas Residuales (PTAR) fue la forma en la que el Municipio, logró utilizar las aguas residuales municipales en actividades como el riego de cultivos y áreas verdes, además, de infiltrar una parte al acuífero; se estimó que esta planta tendrá una vida útil de por lo menos 30 años. En la zona no existen industrias por lo que sólo se tratan aguas residuales de comercios, hogares, de la cabecera municipal y de las colonias cercanas.	
FUNCIONAMIENTO: Tiene una capacidad de tratamiento de 100 litros por segundo, además, puede ampliarse en caso de ser necesario por el crecimiento de la población. Cuenta con un Reactor Anaerobio de Flujo Ascendente (RAFA), inicia con dos procesos biológicos, primero uno anaerobio, seguido de otro aerobio, después el agua pasa al proceso de biofiltración y bioconversión a través de un humedal artificial con especies vegetales de la zona.	

IMPACTO EN EL LUGAR:

Favorable, este sistema proporciona un tratamiento de muy alta calidad sin producir lodos ni otros productos tóxicos, puede ser 15% más cara que una planta de lodos activados pero su operación y mantenimiento puede ser hasta 35% más bajo, además los productos obtenidos del humedal artificial pueden ser comercializados.

Tabla 1: Proyectos Ecotecnológicos.

Análisis de las revisiones de los casos.

Con base en la revisión bibliográfica de proyectos en los que se utilizan sistemas de tratamiento de aguas residuales, podemos inferir que en general existe poca información y es de difícil acceso, ya que no está sistematizada. También estos casos nos dejan ver, que estas tecnologías se instalan mayormente en zonas urbanas y periurbanas, así como en complejos habitacionales.

Los sistemas son instalados por empresas privadas, universidades y en algunas ocasiones a petición del gobierno municipal, a manera de cubrir las demandas de sus habitantes.

En la mayoría de los proyectos documentados se menciona que la participación e involucramiento de los usuarios es fundamental para el correcto funcionamiento de los sistemas, ejemplo de esto es que deben utilizar jabón biodegradable en todas sus actividades de limpieza. Además, se registran en estos sistemas beneficios por el reusó de las aguas grises y negras. Por un lado, las aguas grises tratadas se utilizan en la limpieza del hogar y las descargas del sanitario. Por otro lado, se utilizan las aguas negras ya tratadas para regar las áreas verdes y con los lodos que se obtienen del sistema, en algunos casos se hace composta.

Es importante mencionar que estos sistemas sólo representan una pequeña parte del trabajo que han realizado miembros de la comunidad científica, la sociedad civil organizada, asociaciones sin fines de lucro y algunas universidades. Sin embargo, en ninguno de los casos revisados se identificó que se ha hecho un monitoreo posterior a la construcción de los sistemas, ya sea para saber si las personas los están usando y si es que los identifican como un elemento de uso cotidiano.

En el caso de México, las plantas potabilizadoras así como la tecnología que brinda el estado para cubrir la necesidad de agua de la población son difíciles de usar, porque requieren personal altamente calificado para monitorear el funcionamiento, mucha tecnificación, además no existen lugares para disponer de los residuos de estas plantas y se necesita adquirir todo el paquete tecnológico para usarlos (CONAGUA 2016); por este motivo la inversión que requieren estos es elevada y muchas veces incosteables para los gobiernos locales o municipales (Carabias *et. al.* 2005).

Otro problema es que con estas plantas convencionales de saneamiento sólo se favorece a una parte de la población que generalmente son los habitantes de las

ciudades (Carabias *et. al.* 2005) dejando así desprotegidos a los más vulnerables como lo son las zonas rurales del país (CONAGUA 2016).

Algunas de las ecotecnologías para sanear las aguas residuales son cada vez más accesibles, por lo que al ser utilizadas y apropiadas son una forma de empoderamiento o una estrategia para salir de sus condiciones de desigualdad al brindar oportunidades para combatir la pobreza usando todos los beneficios que estas otorgan (Ortiz *et. al.* 2014).

¿Por qué es importante medir el nivel de adopción e impacto en el Laurelito?

Evaluar es importante pues así nos aseguramos que las tecnologías funcionan de manera adecuada y que los usuarios tienen completo entendimiento de su uso, mantenimiento y funcionamiento, todo esto ayuda a mantenerlas activas por más tiempo y satisfaciendo una necesidad específica (Ruiz-Mercado 2016).

Al término de la implementación de los STARD en el Laurelito se realizó una evaluación participativa del proceso de implementación y de la adopción en el corto plazo. Sin embargo, después de cinco años de su implementación, es fundamental conocer el nivel de adopción e impacto que han tenido en las familias usuarias, es decir, es importante saber si los STARD están siendo utilizados de manera cotidiana y adecuada, así como identificar cambios relevantes que han provocado en la calidad de vida de las familias.

Esta investigación toma relevancia ya que no existen estudios de esta índole para este tipo de ecotecnologías, por lo anterior es que se plantean los siguientes objetivos.

OBJETIVOS.

Objetivo General.

Caracterizar y evaluar el nivel de adopción e impacto de los “Sistemas de Tratamiento de Aguas Residuales Domésticas (STARD)” como estrategia ecotecnológica para la gestión integral del agua residual doméstica, después de cinco años de haber sido implementados en la Localidad de El Laurelito, Ejido de Tumbisca en Morelia, Michoacán.

Objetivos Particulares.

- Reconstruir la historia del proyecto del STARD después de cinco años de haber sido implementados en la Localidad de El Laurelito, Ejido de Tumbisca en Morelia, Michoacán.
- Evaluar el nivel de adopción e impacto que tuvieron los STARD en la comunidad.

HIPÓTESIS.

Se espera que la adopción e impacto de los STARD en El Laurelito sean altos, lo anterior, debido a que en otras ecotecnologías se ha documentado que cuando una comunidad presenta una necesidad específica, y entre todos los miembros de la misma toman la decisión informada de resolverla, a través de la implementación y auto-construcción de una ecotecnología, los niveles de adopción e impacto son altos (Ortiz *et. al.* 2014). Dichos elementos se encuentran presentes en el caso de la comunidad que se está analizando.

Así mismo se espera que al entender el funcionamiento de la ecotecnología y su mantenimiento, el nivel de adopción sea mayor en comparación con proyectos en los que no se ha dado la implementación de éstos bajo un proceso de participación, información e involucramiento de los actores.

Se estima que la adopción del proyecto, así como su impacto en la comunidad será mayor sí durante el periodo de promoción, construcción y adaptación a la ecotecnología los promotores brindan acompañamiento.

MARCO CONCEPTUAL.

Algunos de los conceptos que se abordarán a lo largo de este trabajo que se consideraron fundamentales para tener pleno entendimiento del mismo se describen a continuación.

Desarrollo Sostenible.

En 1983 las Naciones Unidas mediante la Asamblea General crearon la Comisión Mundial sobre Medio Ambiente y el Desarrollo, realizaron un informe sobre el medio ambiente y la problemática mundial. En 1987 dieron a conocer lo que llamaron “Nuestro Futuro Común” o Informe Brundtland. Antes de este se utilizaba la frase “desarrollo duradero” para referirse a lo que después denominaron “desarrollo sostenido”; el día de hoy lo conocemos como “DESARROLLO SOSTENIBLE”, este término se refiere a “satisfacer las necesidades de las generaciones presentes sin comprometer la capacidad de las generaciones futuras de satisfacer sus propias necesidades y aspiraciones” (Informe Brundtland, 1987 pág. 59). El desarrollo sostenible reúne tres ejes principales que son: la economía, el medio ambiente y el eje social (Ortiz *et. al.* 2014).

El desarrollo sostenible busca hacer uso de estos ejes en el presente para lograr un crecimiento a largo plazo sin consumir en forma desmedida los recursos naturales, para no comprometer el bienestar colectivo en el futuro.

Desarrollo Local Sostenible.

Este trata de integrar el concepto desarrollado en 1987 del Desarrollo Sostenible, pero abordando aspectos específicos en un espacio determinado como lo es un país, estado, municipio o localidad, para atacar desde la raíz el problema de una manera integral y que se logren cumplir objetivos del desarrollo sostenible (Ortiz *et. al.*, 2014).

También puede ser entendido como un proceso interno de transformación de las mismas localidades, que tienen como base una estrategia de desarrollo local para la resolución de problemas con políticas diseñadas para que se tenga la participación de los miembros de la localidad, donde se pretende abordar de una manera integral y equilibrada temas sociales, económicos y ambientales sumándolas a sus actividades cotidianas (Bofill, 2009).

Ecotecnología.

Ecotecnología se usa cuando se identifican impactos sociales y ecológicos diferentes a las formas convencionales de desarrollo, donde lo que se intenta es impulsar estrategias tecnológicas que alienten el mejoramiento de la sociedad y mitiguen la degradación del ambiente (Ortiz *et. al.* 2015).

Estos son dispositivos, métodos y/o procesos que generan una relación cercana con el medio ambiente y puede brindar beneficios sociales y económicos a las

personas que los utilizan en una situación socio-ecológica específica (Ortiz *et. al.*, 2014).

Las ecotecnologías deben de ser utilizadas como estrategia para disminuir el impacto ambiental que puede ocasionar el crecimiento económico, y que sea compatible con su entorno ecológico, sin dejar de lado el desarrollo sustentable. (CEPPMAS, s/a).

En las ecotecnologías se han aplicado y desarrollado conocimientos técnicos sobre innovación, apropiación y adaptación tecnológica, reconocimiento de los conocimientos locales y las dinámicas participativas, estrategias efectivas de comunicación, una alta capacidad de gestión y, en las experiencias más recientes, estrategias de innovación social (Ortiz *et. al.* 2015).

Las ecotecnologías deben de cumplir ciertos aspectos como:

- *“Ser accesibles, especialmente para los sectores más pobres de la sociedad.*
- *Estar enfocadas en las necesidades y contextos locales.*
- *Ser amigables con el ambiente, promoviendo el uso eficiente de recursos, el reciclado y el reúso de los productos.*
- *Promover el uso de recursos locales y su control.*
- *Generar empleo en las economías regionales, especialmente en las áreas rurales.*
- *Ser producidas preferentemente a pequeña escala y de forma descentralizada.*
- *Ser diseñadas, adoptadas y difundidas mediante procesos participativos, con diálogo entre los saberes locales y científicos (esto es clave en el contexto campesino e indígena, donde las poblaciones locales cuentan con acervos muy valiosos de conocimiento)”* (Ortiz *et. al.*, 2014 p.7).

Ecotecnia.

Estas son las aplicaciones prácticas de la ecotecnología, es decir, los artefactos, dispositivos y en general los productos ecotecnológicos tangibles (Ortiz *et. al.* 2014), que sirven para aprovechar de manera eficiente los recursos naturales que permiten la obtención de productos y servicios de manera sostenible (CEPPMAS, s/a).

El uso de las ecotecnologías y ecotecnias favorecen la conservación de los ecosistemas, pero es necesaria una educación ambiental previa que se adapte a los desafíos locales en cuanto a la sostenibilidad de sus recursos para qué impulsen los procesos de prevención y solución de problemas ambientales, presentes y futuros (Espejel *et. al.*, 2008)

Adopción Ecotecnológica.

Es a lo que se pretende llegar, unir la vida diaria con la ecotecnología, que sea un elemento de uso cotidiano y que no sea solo para reproducir su forma de vida, sino que se note una mejora significativa en su vida diaria y en el medio ambiente, además, esta mejora debe ser permanente y promover el desarrollo local (Ortiz *et. al.*, 2014).

Para facilitar el proceso de adopción, dichas estrategias ecotecnológicas deben de cumplir los siguientes criterios y con esto se espera que los usuarios las harán parte de su vida cotidiana hasta llegar el punto donde su uso sea algo común.

- Las ecotecnologías deben estar enfocadas en la solución de problemas locales.
- No comprometer el medioambiente, promover, el reciclado y el reúso de productos.
- Involucrar a los usuarios durante todo el proceso.
- Tomar en cuenta las particularidades del lugar donde se desarrollará la estrategia.
- Tomar en cuenta saberes y conocimientos locales (Ortiz *et. al.* 2014).

METODOLOGÍA.

Evaluar es importante pues así nos aseguramos que las tecnologías funcionan de manera adecuada y que los usuarios tienen completo entendimiento de su uso, mantenimiento y función, todo esto ayuda a mantenerlas funcionando por más tiempo y brindando un servicio de buena calidad (Ruiz-Mercado 2016).

Para evaluar la adopción podemos utilizar diferentes métodos que pueden ser complementarios, entre ellos, algunos son muy conocidos como los cuestionarios, entrevistas, diarios de campo; otros menos comunes como aplicaciones en dispositivos móviles que facilitan la recolección y procesamiento de datos, así como georreferenciar las ecotecnologías, esto ayuda mucho a la ubicación en poblaciones grandes, dependiendo de la ecotecnología que se esté revisando. La herramienta a utilizar para el monitoreo depende de la ecotecnología, así como de lo que se quiere conocer de esta y el lugar donde se encuentre o el contexto del proyecto (Ruiz-Mercado, 2016).

A continuación, se describirán los métodos utilizados en la realización del presente trabajo.

Revisión bibliográfica.

Con la finalidad de conocer los trabajos existentes respecto a la adopción e impacto se realizó una revisión bibliográfica de textos académicos y especializados para identificar trabajos sobre agua, saneamiento, y adopción ecotecnológica en comunidades rurales; además, se prestó particular atención en cómo se abordaron estos temas bajo el enfoque teórico de Desarrollo Local Sostenible como eje central para promover la participación ciudadana (Boffill, 2009).

Trabajo de campo.

Evaluación del estado físico de los STARD.

Se llevó a cabo una visita a los sistemas antes del primer acercamiento con la comunidad para revisar las condiciones físicas y así determinar el grado de mantenimiento y cuidados que les proporcionan los usuarios. Dicha evaluación se realizó el 17 de noviembre del 2018 en compañía del técnico de campo, quien acompañó y capacitó el proceso de construcción de los STARD.

Durante la visita se llenó un formato dividido en dos apartados para identificar las condiciones en las que se encontraba el sistema. En el primer apartado, se evaluaba el estado físico del STARD, en el segundo apartado, se les preguntaba a las familias usuarias del STARD sobre su utilidad, uso y mantenimiento (Anexo1: Formato de evaluación física de los STARD).

Talleres de seguimiento y monitoreo.

Se realizaron dos talleres de monitoreo y seguimiento, la invitación a estos talleres fue abierta a todo público. El primer taller se realizó el 14 de marzo de 2019 y tuvo

por objetivo socializar la información recopilada en la visita previa, en la que se identificaron las condiciones en las que se encuentran los STARD y los aspectos por terminar de cada uno; juntó con las personas que asistieron al taller (11 en total) se generó un plan de seguimiento de los STARD.

El segundo taller se llevó a cabo el 28 de marzo del 2019 y se contó con la participación de 13 representantes de familia de los STARD 1,2,3 y 4. Este taller tenía como objetivo revisar si los acuerdos se habían cumplido y de no ser así ayudar a dar una solución (Anexo 2: Planeación taller de seguimiento y monitoreo y Anexo 3: Lista de asistencia a los talleres).

Construcción de indicadores.

Para poder evaluar el nivel de adopción e impacto que tienen los usuarios de los STARD se construyeron indicadores para conocer si tomaron la decisión informada y voluntaria de instalarlos, también el cómo y porqué de la decisión, cómo los usan, cómo los cuidan, qué importancia les encuentran, así como el uso y mantenimiento que les dan actualmente y las expectativas que tienen a futuro con respecto al uso de los STARD.

A continuación, se comparten algunas definiciones claves para el entendimiento de la metodología.

Entrevistas.

Para obtener la información necesaria para la construcción de los indicadores se realizaron 16 entrevistas semiestructuradas a los usuarios de los sistemas, la selección de los entrevistados fue por conveniencia y se entrevistó a cuatro integrantes de cada sistema intentando recuperar las opiniones de ambos géneros (hombres y mujeres). (Anexo 3: Guión de entrevista).

Se decidió utilizar este método ya que permite una mayor apertura de los usuarios (entrevistados), lo que conlleva a que proporcionen más información que si sólo se les aplica encuestas de satisfacción o entrevistas cerradas (Díaz *et. al.* 2013).

Indicador de Adopción (IA).

Un indicador es una estrategia que nos ayuda a evaluar los objetivos planteados durante el proyecto, tanto los generales como los específicos; un indicador se auxilia de herramientas cuantitativas y cualitativas (CONEVAL, 2013).

El indicador, debe estar contextualizado al menos geográfica y temporalmente también se pueden agregar datos como cantidad y calidad (CONEVAL, 2013), además, debe de ser medible y verificable (SACPD, 2008).

En ocasiones es necesario crear varios indicadores para cada objetivo a fin de obtener información clara y precisa sobre el desempeño y cumplimiento (SACPD, 2008).

Se debe de generar una matriz de indicadores en orden de prioridad y evaluar las distintas etapas del proyecto (CONEVAL, 2013), así como especificar el mínimo

esperado para poder decir que se han alcanzado los objetivos planteados ya sea a corto, mediano o largo plazo (SACPD, 2008).
¿Para qué sirven los indicadores?
<p>Ayudan a que las personas o los promotores del proyecto puedan monitorear, evaluar y medir los avances, así como los éxitos que se han tenido, y generar el fortalecimiento comunitario, ya que, si las personas y la comunidad pueden visualizar sus logros y todo lo que han podido transformar, podrán tomar decisiones para seguir mejorando su entorno en beneficio de todos; esto ayuda a la autoconfianza, al empoderamiento comunitario y los acerca a la autodeterminación (NGO-IDEAs, 2011).</p> <p>Cuando la comunidad está consciente del impacto que ha tenido el proyecto puede contribuir comunicando sus experiencias y logros a otras personas, y genera bienestar que se suma a este tipo de enfoque participativo (NGO-IDEAs, 2011).</p>
¿Para qué sirven los Indicadores de Adopción (IA)?
<p>Los IA (indicadores de adopción) son la forma en la que el proyecto o el evaluador pueden asignar valores cuantitativos a una serie de cuestionamientos cualitativos para poder determinar si existe o no adopción de la ecotecnología por los beneficiarios del proyecto. De la misma forma, también miden el grado de adopción, ya que en este contexto la opinión de los usuarios es muy importante (Troncoso, 2013).</p> <p>Se considerará que un sistema ha sido adoptado si cumple los siguientes requisitos:</p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ Que los usuarios deseen tenerlo/adoptarlo. ✓ Que sepan y entiendan cómo es su funcionamiento básico. ✓ Que le den mantenimiento, es decir, tenerlo en buen estado. ✓ Que lo recomienden a otras personas. ✓ Que tenga seguimiento para asegurar el éxito del proyecto de los STARD (Troncoso 2013).
¿Qué es el Indicador de Impacto (II)?
<p>Es la estrategia que se utiliza para poder determinar si la ecotecnología STARD ha provocado cambios relevantes en la calidad de vida de las personas, tales como mejoras en la salud, en la economía, en el entorno (la relación entre los miembros de la comunidad) entre otras; este mide la importancia que se le da en comparación a sus prácticas anteriores (Troncoso, 2013).</p>
Diferencia entre adopción e impacto.
<p>Es importante notar la diferencia entre adopción e impacto, mientras que la adopción considera si la ecotecnología ha sido aceptada e incorporada a la vida de los usuarios, el impacto considera los cambios que la ecotecnología ha traído a la vida de los usuarios en términos del uso de esta, la importancia y modificación</p>

de las prácticas anteriores, el uso de otras tecnologías para cubrir sus necesidades y las mejoras que los usuarios perciben en su vida personal, económica y sobre todo en el entorno (Troncoso, 2013).

ÍNDICE DE ADOPCIÓN (IA).

En el siguiente listado se muestran indicadores que se desarrollaron para medir el nivel de adopción ecotecnológica.

Indicador Adopción (IA)	Valor asignado
Condición (C) en la que se encuentra el STARD si está completo y en buenas condiciones.	2
Conoce el Mantenimiento Mínimo requerido para que se mantenga Funcionando (MMF).	2
Conoce el Funcionamiento Básico (FB) del STARD, nociones básicas de ¿cómo y por qué funciona?	1
Frecuencia de Visitas (FV) al sistema (podemos asumir que entre más visitas se hagan al sistema, es mayor interés en el correcto funcionamiento y por lo tanto mayor adopción).	2
Nivel de Satisfacción (NS) de los usuarios con el STARD.	2
Recomendarían la ecotecnología a personas en condiciones similares.	1

Tabla 2: Valor asignado a cada indicador.

Como se muestra en la tabla 2, a cada indicador se le asigna un valor de 1 o 2, el valor asignado radica en la importancia del indicador para medir el nivel de adopción. Estos indicadores, se multiplican con la información obtenida en las entrevistas, de acuerdo a la respuesta brindada por los entrevistados; el evaluador asigna alguno de los siguientes valores 0, 0.25, .5, .75 o 1, a la respuesta según se cumpla o no la condición (Ver tabla 2).

Posteriormente, se utiliza la siguiente fórmula para calcular el índice de adopción:

$IA = 2$ (Valor de la respuesta C) $+ 2$ (Valor de la respuesta MMF) $+ 1$ (Valor de la respuesta FB) $+ 2$ (Valor de la respuesta FV) $+ 2$ (Valor de la respuesta NS) $+ 1$ (Valor de la respuesta R).

INDICADOR	VALOR DE LAS RESPUESTAS				
	0	0.25	0.5	0.75	1
Condición en la que se encuentra el STARD (C)	Incompleto y en malas condiciones esta destruido o en desuso	Con modificaciones que alteran su funcionamiento o en muy malas condiciones	Completo en condiciones medias o con modificaciones que no alteran su funcionamiento	Completo y en buenas condiciones	Completo y en excelentes condiciones
Conoce el Mantenimiento Mínimo del STARD (MMF)	No, y no le interesa No es necesario	No, pero es necesario	No, pero está interesado en conocerlo	Conoce poco, pero está interesado en saber más	Si, y está interesado en conocer mas
Conoce el Funcionamiento Básico del STARD (FB)	No y no le interesa	No, pero es necesario	No, pero quiero saber más	Conoce poco y muestra interés en saber más	Sí, y está interesado en conocer más
Frecuencia de Visitas al STARD (FV)	Nunca	Algunas veces	Pocas veces	Seguido	Muchas veces
Nivel de Satisfacción de los usuarios (NS)	Nada satisfechos	Poco satisfechos	Regularmente satisfechos	Satisfechos	Muy satisfechos
¿Recomendaría el STARD? (R)	No	Poco probable	Tal vez	Muy probablemente	Si

Tabla 3: Valores de las respuestas para los Indicadores de Adopción (IA).

Una vez que se obtiene el índice de adopción (IA), el cual tiene un valor final que va de 0 a 10, siendo 0 el valor más bajo que demostraría que no existe adopción y 10 es el valor más alto. Se categoriza utilizando las siguientes categorías:

Equivalencias para el índice de adopción.

0 - 4.5	Muy Mala Adopción (MM)
4.6 - 6.5	Mala Adopción (M)
6.6 - 8.5	Adopción Regular (R)
8.6 - 9.5	Buena Adopción (B)
9.5 - 10	Muy Buena Adopción (MB)

Tabla 4: Categorías del índice de adopción

Ejemplo de la manera en la que se puede medir:

Juana tiene un STARD incompleto y en malas Condiciones (C = 0) pero sí conoce el mantenimiento mínimo para que funcione y está interesada en conocer más (MMF = 1) conoce poco del funcionamiento básico del sistema, pero muestra interés en aprender más (FB = 0.75), visita el sistema seguido (FV = 0.75) está muy satisfecha con el sistema (NS = 1) y recomendaría el sistema a otras personas (R = 1).

La ecuación queda de la siguiente forma:

$$IA = 2(\text{Condición } 0) + 2(\text{Mantenimiento Mínimo Funcionamiento } 1) + 1(\text{Funcionamiento Básico } 0.75) + 2(\text{Frecuencia Visitas } 0.75) + 2(\text{Nivel Satisfacción } 1) + 1(\text{Recomendación } 1)$$

$$IA = 2(C = 0) + 2(MMF = 1) + 1(FB = 0.75) + 2(FV = 0.75) + 2(NS = 1) + 1(R = 1)$$

$$IA = 2(0) + 2(1) + 1(0.75) + 2(0.75) + 2(1) + 1(1)$$

$$IA = 0 + 2 + 0.75 + 1.5 + 2 + 1$$

$$IA = 7.25$$

Por lo que podemos concluir que el índice de adopción es Regular

ÍNDICE DE IMPACTO (II).

Al igual que en el caso anterior se desarrollaron indicadores, pero en esta ocasión para medir el Índice de Impacto (II) ecotecnológico.

Indicador Impacto	Valor asignado
Frecuencia de Uso de la Ecotecnología (FUE).	2
Frecuencia de Uso de Prácticas Anteriores a la Ecotecnología (FUPA).	2
Nivel de Satisfacción de los Usuarios con sus Prácticas Anteriores (SUPA).	1
Dónde vertían las aguas residuales y dónde se vierten ahora (ARA).	2
Personas que no tenían baño inglés y que los construyeron debido a la instalación del STARD (CB).	2
Lugar donde se duchaban (LD).	1

Tabla 5 Valor asignado a cada indicador

Como se muestra en la tabla 4, a cada indicador se le asigna un valor de 1 o 2, el valor asignado radica en la importancia del indicador para medir el nivel de impacto. Estos indicadores, se multiplican con la información obtenida en las entrevistas, de acuerdo con la respuesta brindada por los entrevistados, el evaluador asigna alguno de los siguientes valores 0, 0.25, .5, .75 o 1, a la respuesta (Ver tabla 5).

Posteriormente, se utiliza la siguiente fórmula para calcular el índice de impacto:

$I = 2$ (Valor de la respuesta FUE) +2 (Valor de la respuesta FUPA) +1 (Valor de la respuesta SUPA) +2 (Valor de la respuesta ARA) +2 (Valor de la respuesta CB) +1 (Valor de la respuesta LD).

La fórmula del índice de impacto (II) queda de la siguiente forma:

$$II = 2(FUE) + 2(FUPA) + 1(SUPA) + 2(ARA) + 2(CB) + 2(LD).$$

INDICADOR	VALOR				
	0	0.25	0.5	0.75	1
Frecuencia de uso del STARD (FUE-STARD)	No la usa	Una vez a la semana	2 o 3 veces a la semana	4 a 6 veces a la semana	Todos los días
Frecuencia de Uso de Prácticas Anteriores al STARD (FUPA – STARD)	Todos los días	4 a 6 veces a la semana	2 o 3 veces a la semana	Una vez a la semana	No la usa
Nivel de satisfacción de los usuarios con sus prácticas anteriores (SUPA – STARD)	Muy satisfechos	Satisfechos	Regularmente Satisfechos	Poco satisfechos	Nada satisfechos
Dónde vertían las aguas residuales y dónde se vierten ahora (ARA).	No han cambiado	Casi no hay cambios (o no sabe)	Pocos cambios (un cambio percibido)	Algunos cambios (Dos cambios)	Muchos cambios
Personas que no tenían baño inglés y que los construyeron debido a la instalación del STARD (CB).	No construyeron baño	Baño no terminado	Baño no conectado	Baño conectado parcialmente, o compartido	Baño terminado y bien conectado para familia nuclear
Lugar donde se duchan (LD).	En el patio	Baño de un familiar	En el baño propio no terminado	Baño propio no conectado	Baño terminado y bien conectado para familia nuclear

Tabla 6: Valores de las respuestas para los indicadores de adopción (IA).

A continuación, se presenta un ejemplo de cómo medir el Índice de Impacto (II) y posteriormente como se obtiene la sigla que se usara para categorizar el nivel de impacto según sea el caso.

Equivalencias para el índice de impacto.

0 - 4.5	Muy Bajo (MB)
4.6 - 6.5	Bajo Impacto (B)
6.6 - 8.5	Medio Impacto (M)
8.6 - 9.5	Alto Impacto (A)
9.5 - 10	Muy Alto Impacto (MA)

Tabla 7: Categorías del Índice de Impacto

Ejemplo de cómo se puede medir el impacto.

Juana tiene un STARD, lo utiliza 5 días a la semana (FUE = 0.75); practica la defecación a cielo abierto dos días de la semana (FUPA = 0.75); no le gusta la defecación a cielo abierto (SUPA= 1); (ARA= 0.5) el sanitario está conectado al STARD, pero ni la ducha ni el lavadero están conectados estos todavía desembocan en la vía pública; (CB= 1) no tenía baño propio, pero lo construyó a partir de la instalación de los sistemas; (LD= 1) se duchaban en el patio y ahora lo hace en su baño.

Utilizando el Índice de Impacto para Juana podemos observar que.

$II = 2(\text{Frecuencia de Uso de la Ecotecnología } 0.75) + 2(\text{Frecuencia de Uso de Prácticas Anteriores } 0.75) + 1(\text{Nivel de Satisfacción de los Usuarios con sus Prácticas Anteriores}) + 2(\text{Dónde vertían las aguas residuales y dónde se vierten ahora}) + 2(\text{Personas que no tenían baño inglés y que los construyeron debido a la instalación del STARD}) + 1(\text{Lugar donde se duchaban}).$

$II = 2(\text{FUE}) + 2(\text{FUPA}) + 1(\text{SUPA}) + 2(\text{ARA}) + 2(\text{CB}) + 2(\text{LD}).$

$II = 2(\text{FUE}=0.75) + 2(\text{FUPA}=0.75) + 1(\text{SUPA}=1) + 2(\text{ARA}=0.5) + 2(\text{CB}=1) + 1(\text{LD}=1)$

$II = 2(0.75) + 2(0.75) + 1(1) + 2(0.5) + 2(1) + 1(1)$

$II = 1.5 + 1.5 + 1 + 1 + 2 + 1 = 8$

El Índice de Impacto que tenemos es medio.

De Juana podemos decir que tiene un índice de adopción Regular y un Índice de Impacto Medio. Lo que nos deja ver esta evaluación es que el proyecto para el caso de Juana es exitoso.

Cálculo de la adopción e impacto por sistema.

Se realizó un balance por sistema, este está conformado de los resultados de cada uno de los usuarios entrevistados con el fin de obtener el índice de adopción y el índice de impacto de cada sistema.

A continuación, se muestra un ejemplo de cómo es que se promediaron los resultados de cada índice.

Resultados del sistema ()				
Persona entrevistada	Adopción	Impacto	Equivalencia de la Adopción	Equivalencia del Impacto
1	5	0	(M) Mala	Nulo
2	10	10	(MB) Muy Buena	(MA) Muy Alto
3	5	10	(M) Mala	(MA) Muy Alto
4	9.5	10	(B) Buena	(MA) Muy Alto
Índice total del sistema	7.375	7.5	(R) Regular	(M) Medio

Tabla 8: Tabla para la evaluación del sistema; Fuente: Elaboración propia.

En esta tabla se registra de manera horizontal el índice de adopción que tiene cada una de las personas entrevistadas y su equivalencia de adopción en una columna del mismo nombre, con el fin de describir si está es buena o mala según los valores previamente asignados.

En el caso del índice de impacto sucede lo mismo, primero se registra el valor que obtuvo el usuario del sistema y en una columna posterior su equivalencia de impacto la cual nos ayuda a entender como es el Índice de Impacto de este usuario, y cómo ésta puede ir de nulo a muy alto.

De igual forma, en la tabla anterior se observa cómo a partir del índice de adopción de cada una de las personas se saca el promedio de adopción por sistema, este valor se registró en la parte inferior de la columna, para después asignarle la equivalencia de Adopción del sistema, la cual puede ir de muy mala a muy buena dependiendo del promedio obtenido por los usuarios.

Para obtener la equivalencia de Impacto se realizó el procedimiento anterior, el cual es sumar los valores individuales para obtener un promedio por sistema y utilizando

la columna respectiva se registró la equivalencia del total del sistema, este puede ir de muy bajo a muy alto impacto.

Evaluación general del proyecto.

La evaluación general del proyecto se obtuvo promediando los resultados de la adopción de las personas entrevistadas para saber cuál era el nivel de adopción, se realizó el mismo procedimiento para conocer el Impacto del proyecto.

Resultados de la evaluación del proyecto		
	Promedio	Equivalencia
Índice de adopción		
Índice de impacto		

A continuación, se describe cómo se obtuvo el porcentaje de la adopción y del impacto por persona

Este porcentaje se obtuvo sacando la frecuencia con la que se repite la equivalencia en nuestro 100% de entrevistados, esta acción se repitió en el índice de adopción y en el de impacto.

Porcentaje de adopción de los cuatro sistemas	
Equivalencia	Porcentaje
Muy mala adopción	() /16 *100= %
Mala adopción	() /16 *100= %
Adopción regular	() /16 *100= %
Buena adopción	() /16 *100= %
Muy buena adopción	() /16 *100= %

RESULTADOS.

Reconstrucción de la historia de los STARD en el laurelito

Zona de estudio.

La ciudad de Morelia es la capital del estado de Michoacán y cabecera del municipio del mismo nombre, posee 258 localidades y una población total de 849,053 habitantes (INEGI, 2020).

Dentro del municipio de Morelia, se encuentra la localidad de El Laurelito, misma que pertenece al Ejido de Tumbisca (O.T.C. de Tumbisca 2007). El Ejido de Tumbisca se localiza en dos de las cuencas más importantes del país en cuanto a hidrología se refiere, La Cuenca del Lago de Cuitzeo y la Cuenca del Balsas, esto hace que el Ejido se localice en una zona de transición entre las zonas neártica y neotropical del país, al estar en la parte alta de dichas cuencas y por ser un terreno montañoso se facilita la presencia de diversos climas y tipos de vegetación (Suárez, 2013).

La localidad de “El Laurelito” pertenece a la sub-cuenca del río Chiquito, (Nombre otorgado gracias al “Río Chiquito” el cual corre en la parte baja de la cuenca) y esta a su vez pertenece a la cuenca de Cuitzeo que se encuentra principalmente dominada por bosques de pino-encino (Alvarado *et. al.* 2013; Sánchez, 2011).

La localidad de “El Laurelito” que es donde se desarrolla el presente trabajo tiene una extensión total de 473 hectáreas, el área de interés que es donde se localizan las viviendas tiene una superficie de 2.975007 hectáreas o lo que es igual a 29750.07 m²; estas se encuentran entre las coordenadas (19° 38' 50" N, 101° 6' 42.5" O y 19° 38' 41.5" N, 101° 6' 30.4" O), posee una altitud en la parte más baja de 1,940 msnm que asciende a 2,620 msnm en las partes más altas (Alvarado *et. al.*, 2013).

Localización de El Laurelito

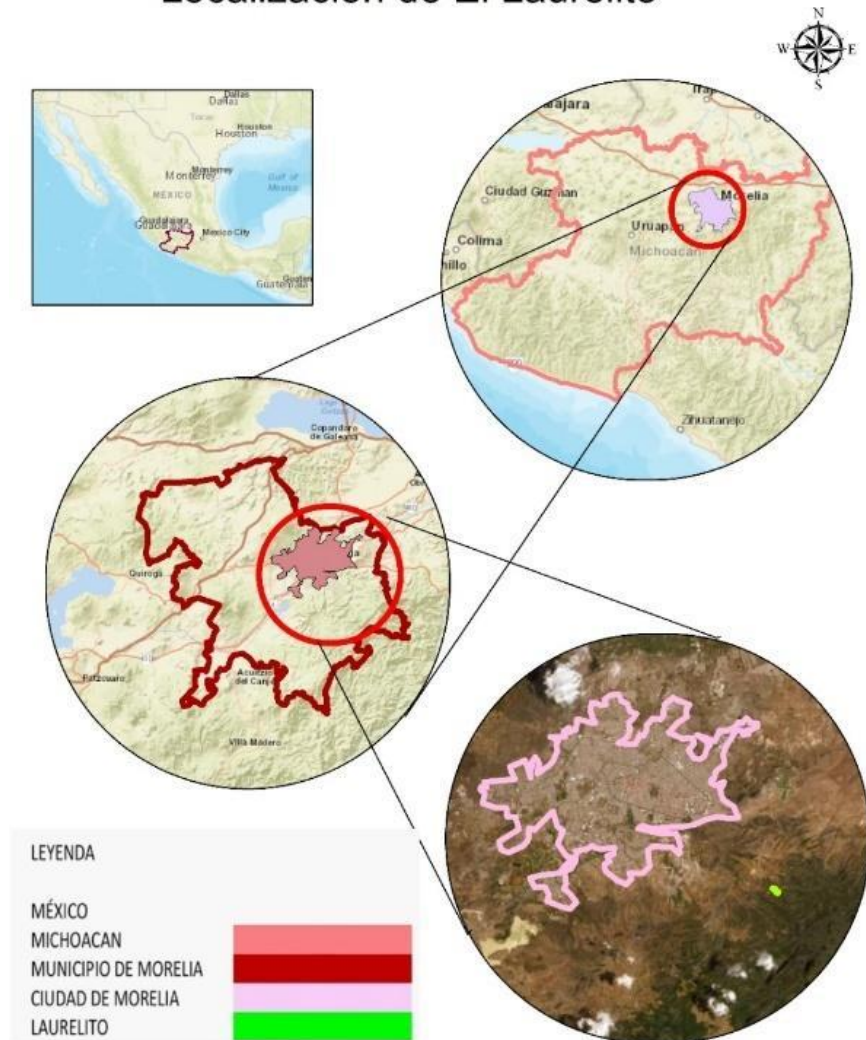


Figura 2 Localización El Laurelito. Elaborada por Miguel Ángel Pérez Coraza

Clima.

La estación meteorológica más cercana es la de Jesús del Monte la cual registra una precipitación pluvial anual de 805.6 mm y una temperatura de 17.3°C y tiene un clima templado con lluvias en verano con 10 veces más lluvia en el mes más húmedo del año en comparación con el mes más seco (Sánchez, 2011).

Atributos hidrológicos.

En esta cuenca nace el río Chiquito que es la corriente superficial perenne principal, tiene una longitud de 10 kilómetros aproximadamente antes de que se una al cauce rectificado, el cual atraviesa gran parte de la ciudad de Morelia y es conocido como río Grande (Sánchez 2011).

Vegetación.

Para El Laurelito las especies más representativas son: *Quercus castanea*, *Q. crassifolia*, *Q. Rugosa*, *Pinus douglasiana*, *P. Michoacana*, *P. oocarpa*, en el estrato arbustivo dominan *Clethra sp*, *Ternstroemia lineada*, *Ageratina sp* y *Baccharis heterophyllaso* (O.T.C. de Tumbisca, 2007).

Fauna.

La riqueza de especies animales en el Ejido de Tumbisca es de 181 especies en las que se encuentran: 111 aves, 27 mamíferos, 26 reptiles y 17 anfibios. De las especies registradas el 14.36% están en la NOM-059-2001, estas son 13 especies de reptiles, seis de aves, seis de anfibios y una especie de mamíferos (O.T.C. de Tumbisca 2007).

Demografía.

Según INEGI en 2020 La localidad de El Laurelito (La Izama) cuenta con un total de 152 personas de las cuales 80 son hombres y 72 son mujeres. Tiene 27 viviendas, de las cuales, el 68.18 % no tienen drenaje, el 29.63 % no tiene agua entubada, y el 59.26% no tiene sanitario (SEDESOL 2013).

Situación económica y/u ocupación de la población.

En la comunidad, la principal actividad económica es la extracción de la resina de los pinos, esto quiere decir que se dedican al sector primario forestal, además la mayor parte de hombres combinan esta actividad con algún oficio en el área de la construcción. Las mujeres se dedican al hogar además de que una buena parte de ellas trabajan como empleadas domésticas, ambos desarrollan estas actividades de prestadores de servicios primarios en la ciudad de Morelia (Pastor 2019).

Problemática de las aguas negras en el Laurelito.

La comunidad de “El Laurelito” carecía del servicio de drenaje público (aproximadamente el 68.18% de los hogares), lo que generaba que se desecharan las aguas residuales a la intemperie, esto se traduce en que el agua sucia la desalojaban en la vía pública, sobre los caminos o veredas, ocasionando diversos conflictos como: malos olores, caminos en mal estado debido a la cantidad de aguas negras que se acumulaban, el agua residual de algunas de las casas llegaba a los ejidos colindantes de Jesús del Monte y de San José de las Torres, lo que generó se contaminaran algunas parcelas de cultivo.

Dadas las circunstancias antes mencionadas, la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM) campus Morelia a través de su Unidad de Planeación y Manejo del Territorio (UPLAMAT) comenzó en febrero del 2016 la promoción del proyecto: “Sistemas de Tratamiento de Aguas Residuales Domésticas (STARD)”; en conjunto con los habitantes de la localidad de “El Laurelito”, teniendo como objetivo general

la implementación de 5 sistemas como alternativa para el tratamiento y disposición de las aguas residuales de la localidad (Pastor 2019).

Historia de la implementación de los STARD.

El proyecto de implementación de los STARD fue una propuesta vinculada con otras, es decir, forma parte de una estrategia integral para el desarrollo comunitario. La UPLAMAT-UNAM gestionó y planeó el proyecto de los STARD, como lineamientos resultantes del OTC (2012) donde se propone el saneamiento de aguas residuales con la instalación de filtros biológicos, esto se retomó en el año 2016 para la instalación de STARD en El Laurelito.

La información que se presenta a continuación forma parte del documento titulado “Implementación y adopción de una ecotecnología para el tratamiento de aguas residuales a través de la participación comunitaria”, que es el proyecto donde surgen los STARD en el 2016.

Los objetivos particulares del proyecto consistían en: Aprovechar de forma eficiente las aguas residuales; reducir los malos olores y mejorar la higiene de la comunidad; promover el uso, funcionamiento y mantenimiento de los STARD; así como fomentar la participación y organización de la comunidad para el proyecto.

Las estrategias utilizadas para lograr la participación activa de la comunidad se dividieron en tres etapas:

- Diagnóstico previo a la implementación
- La construcción de los sistemas y
- La evaluación del promotor al término de la construcción de los sistemas.

La primera etapa tuvo por objetivo conocer el contexto familiar, identificar las fuentes de abastecimiento de agua de la localidad, caracterizar las prácticas por familia en cuanto al uso del sanitario y la disposición de las aguas residuales, conocer la forma en la que la localidad se organiza, resuelve las necesidades y conflictos; también caracterizar cuál era el nivel de conocimiento, opinión e interés de las personas sobre el STARD.

En esta etapa destaca una visita al centro de capacitación de Alternare A.C. en Aporo Michoacán, con el objetivo de promover el interés de los habitantes del Laurelito hacía las ecotecnologías, entre las que se encontraban los sistemas de tratamiento de aguas grises; gracias a esta experiencia se observó mayor disposición a participar en el proyecto de implementación de los STARD.

También se realizaron dos talleres participativos de diagnóstico, donde se alcanzaron los siguientes objetivos:1) la importancia del agua en el mundo y la problemática de que se encuentre contaminada; 2), Realizar un mapeo participativo de su localidad para identificar los lugares con mayor conflicto, debido a la mala

disposición de las aguas residuales; 3) Exponer el diseño, funcionamiento, uso y mantenimiento del STARD.

Durante la instalación de los STARD o segunda etapa se realizaron trece reuniones de seguimiento, donde se tomaron decisiones y acuerdos para conformar los equipos de trabajo.

Además, se llevaron a cabo tres talleres participativos con los miembros de la comunidad antes y después de la implementación, donde se les presentaron los objetivos del proyecto, para capacitarlos en el uso, funcionamiento y mantenimiento de los STARD.

En la tercera etapa, se realizaron entrevistas semiestructuradas al término de la instalación de los STARD. Las familias entrevistadas corresponden a aquellas que tuvieron una participación constante en el proyecto; la entrevista tuvo los siguientes objetivos: 1) Evaluar la participación y desempeño en la construcción de los sistemas de manera individual; 2) Evaluar el desempeño y participación, así como identificar las debilidades y fortalezas del equipo, además de describir la relación y la forma en que resuelven los conflictos con los otros equipos de trabajo y 3) Identificar el impacto (la adopción) que tuvo el proyecto dentro de la comunidad, justo después de la instalación, a través de la perspectiva de los usuarios de los sistemas.

En los resultados de las evaluaciones se observó que los beneficiarios de los sistemas no recordaban con mucho detalle cómo funcionan los STARD por lo que calificaron lo aprendido personalmente como regular, motivo por el cual solicitaron, mediante la entrevista, que se realizaran talleres posteriores para asegurar el correcto funcionamiento de estos. También se observó que en los equipos de trabajo se fortalecieron lazos de compañerismo además del desarrollo de sus capacidades de organización. Aunque esto no significa que, durante la implementación de los STARD, no hayan existido malos entendidos.

Para el caso de la evaluación de la comunidad se registró el comentario de uno de los beneficiarios, este fue: “Con sus altas y sus bajas, pero se tiene que seguir trabajando”, para referirse a las dificultades que lograron superar como comunidad durante la construcción de los STARD, esto lo vieron como una experiencia satisfactoria, además de mostrar mucha disposición para seguir participando en los proyectos que se dieron gracias al acercamiento que ha tenido la UPLAMAT-UNAM con la comunidad.

Fases del proceso de implementación de los STARD.

Fase	Sub-fases	Descripción de las actividades
<p>1 Caracterización y diagnóstico.</p>	<ul style="list-style-type: none"> ● Identificación de la situación del agua en el Laurelito. ● Conocimiento de las formas de organización en la comunidad. ● Conocimiento de los sistemas. ● Visita de intercambio. ● Realización de talleres de educación ambiental. ● Realización de talleres de trabajo. 	<ul style="list-style-type: none"> ● Se identificaron las fuentes de agua potable en el laurelito además de identificar donde se disponen las aguas residuales domésticas. ● Se indago en las formas de organización entre los habitantes del lugar. ● Se buscó conocer el interés y la opinión de las personas acerca del proyecto y su conocimiento sobre los sistemas. ● Se visitó un centro de capacitación en ecotecnologías para promover el interés de las personas. ● Se realizaron talleres de educación ambiental. ● Se realizaron talleres para dar a conocer el funcionamiento de los STARD
<p>2 Implementación</p>	<ul style="list-style-type: none"> ● Planeación. ● Construcción. ● Seguimiento 	<ul style="list-style-type: none"> ● Se acordó el lugar para colocar los STARD, la forma de organización y el plan de trabajo. ● Se realizaron 13 talleres de seguimiento se resolvieron dudas y problemáticas del proyecto.
<p>3 Evaluación</p>	<ul style="list-style-type: none"> ● Evaluación 	<ul style="list-style-type: none"> ● Se realizó un taller para evaluar la participación individual, por equipo de trabajo y de la comunidad. ● También se realizaron entrevistas a los usuarios de los STARD

Tabla 9: Fases del proceso de implementación de los STARD Elaboración propia.

NIVEL DE ADOPCIÓN E IMPACTO DE LOS STARD.

Resultados de las entrevistas.

Los resultados de las entrevistas se presentan en forma de tabla donde se detallan los valores obtenidos por persona entrevistada.

Sistema 1:

Resultados del sistema 1				
Persona entrevistada	Adopción	Impacto	Equivalencia de la Adopción	Equivalencia del Impacto
1	5	0	(M) Mala	Nulo
2	10	10	(MB) Muy Buena	(MA) Muy Alto
3	5	10	(M) Mala	(MA) Muy Alto
4	9.5	10	(B) Buena	(MA) Muy Alto
Índice total del sistema	7.375	7.5	(R) Regular	(M) Medio

Tabla 10: Resultados del sistema 1

En este sistema se observa que la persona uno tiene un IA de 5 que es mala, un II de 0 al cual no le asignaremos siglas, solo le pondremos nulo; la persona dos tiene un IA de 10 que es muy bueno y un II de 10 que es muy alto; la persona tres tiene IA de 5 lo que es mala, un II de 10 lo que es muy alto; la persona cuatro tiene un IA de 9.5 que es buena y un II de 10 que es muy alto. El promedio del Índice de Adopción del sistema uno es de 7.375 que es bajo; el promedio del Índice de Impacto fue de 7.5 que corresponde a medio.

Sistema 2:

Resultados del sistema 2				
Persona entrevistada	Adopción	Impacto	Equivalencia de la Adopción	Equivalencia del Impacto
1	5.75	10	(M) Mala	(MA) Muy Alto
2	9.5	10	(B) Bueno	(MA) Muy Alto
3	6.5	10	(M) Mala	(MA) Muy Alto
4	8.5	10	(R) Regular	(MA) Muy Alto
Índice total del sistema	7.375	10	(R) Regular	(MA) Muy Alto

Tabla 11: Resultados del sistema 2

En este sistema se observa que la persona uno tiene un IA de 5.75 que es mala, un II de 10 que es muy alto; la persona dos tiene un IA de 9.5 que es bueno, un II de 10 que es muy alto; la persona tres tiene un IA de 6.5 que es mala, un II de 10 que

es muy alto; la persona cuatro tiene un IA de 8.5 que es regular, y un II de 10 que es muy alto. El Índice de Adopción promedio del sistema es 7.35 que corresponde a regular y el índice de impacto promedio es de 10 que es muy alto.

Sistema 3:

Resultados del sistema 3				
Persona entrevistada	Adopción	Impacto	Equivalencia de la Adopción	Equivalencia del Impacto
1	6.25	10	(M) Mala	(MA) Muy Alto
2	7.25	10	(R) Regular	(MA) Muy Alto
3	6.75	5	(M) Mala	(B) Bajo
4	7.5	5	(R) Regular	(B) Bajo
Índice total del sistema	6.925	7.5	(R) Regular	(M) Medio

Tabla 12: Resultados del sistema 3

En este sistema se observa que la persona uno tiene un IA de 6.25 que es malo, un II de 10 que es muy alto; la persona dos tiene un IA de 7.25 que es regular, un II de 10 que es muy alto; la persona tres tiene un IA de 6.75 que es malo, un II de 5 que es bajo; la persona cuatro tiene un IA de 7.5 que es regular, un II de 5 que es bajo. El índice de adopción promedio del sistema es de 6.925 que es regular, y el Índice de Impacto corresponde a 7.5 que es medio.

Sistema 4:

Resultados del sistema 4				
Persona entrevistada	Adopción	Impacto	Equivalencia de la Adopción	Equivalencia del Impacto
Persona 1	10	10	(MB) Muy Buena	(MA) Muy Alto
Persona 2	8.5	10	(R) Regular	(MA) Muy Alto
Persona 3	8.5	10	(R) Regular	(MA) Muy Alto
Persona 4	8.5	10	(R) Regular	(MA) Muy Alto
Índice total del sistema	8.85	10	(B) Bueno	(MA) Muy Alto

Tabla 13: Resultados del sistema 4

En este sistema se observa que la persona uno tiene un IA de 10 que es muy buena, un II de 10 que es muy alto; la persona dos tiene un IA de 8.5 que es regular, un II de 10 que es muy alto; la persona tres tiene un IA de 8.5 que es regular, un II de 10 que es muy alto; la persona cuatro tiene un IA de 8.5 que es regular, un II de 10 que es muy alto. El promedio del Índice de Adopción que corresponde al sistema es de 8.85 que es bueno; el promedio del Índice de Impacto es de 10 que es muy alto.

Equivalencias del índice de adopción (IA).

En la tabla 13 se muestra el índice de adopción de los usuarios entrevistados de todos los sistemas.

Persona entrevistada	Sistema 1	Sistema 2	Sistema 3	Sistema 4
1	Mala	Mala	Mala	Muy Buena
2	Muy Buena	Buena	Regular	Regular
3	Mala	Mala	Mala	Regular
4	Buena	Regular	Regular	Regular

Tabla 14: Índice de adopción de las personas entrevistadas de los 4 sistemas.

De las 16 personas entrevistadas seis tienen un índice de adopción “regular”, también tenemos “malo” para seis personas, con dos personas tenemos “bueno” y “muy bueno” (ver anexo 6).

Equivalencias del índice de impacto (II).

En la siguiente tabla se muestra el índice de impacto (II) de los usuarios entrevistados de todos los sistemas.

Persona Entrevistada	Sistema 1	Sistema 2	Sistema 3	Sistema 4
1	Nulo	Muy Alto	Muy Alto	Muy Alto
2	Muy Alto	Muy Alto	Muy Alto	Muy Alto
3	Muy Alto	Muy Alto	Bajo	Muy Alto
4	Muy Alto	Muy Alto	Bajo	Muy Alto

Tabla 15: Índice de impacto para las personas entrevistadas de los 4 sistemas.

De las 16 personas entrevistadas 13 tienen un índice de impacto “muy alto”, dos personas tienen un índice “bajo” y sólo una persona tiene un índice de “nulo” (ver anexo 7).

Evaluación del índice de adopción (IA) y del índice de impacto (II).

A continuación se presenta el balance de los índices de adopción y de impacto por sistema:

Número de sistema	índice de adopción	índice de impacto
1	Regular	Medio
2	Regular	Muy Alto
3	Regular	Medio
4	Bueno	Muy Alto

Tabla 16: Índice de adopción e índice de impacto para los 4 sistemas.

De los cuatro sistemas evaluados se obtuvieron los siguientes índices en cuanto a Adopción. Los sistemas uno, dos y tres, tienen un índice regular, el sistema cuatro tiene un índice bueno; respecto al índice de impacto, el sistema uno y el sistema tres tienen un impacto medio, el sistema dos y cuatro tienen un índice de impacto muy alto.

EVALUACIÓN DEL PROYECTO.

A continuación se presenta el balance del índice de adopción y del índice de impacto que obtuvo el proyecto.

Resultados de la evaluación del proyecto		
	Promedio	Equivalencia
Índice de Adopción	7.6	Regular
Índice de Impacto	8.8	Alto

Tabla 17: Evaluación del proyecto.

Se obtuvo el promedio de adopción y de impacto de todos los sistemas y se utilizó la misma categorización con la que se evaluó a las personas entrevistadas y al sistema, pero esta vez fue para evaluar el éxito del proyecto.

En cuanto a adopción del proyecto encontramos que es regular debido a que la ecotecnología no había sido aceptada e incorporada a la vida diaria de todos los usuarios entrevistados siendo los hombres mayores los que se resisten al uso frecuente del baño tipo inglés, por lo tanto, no utilizan el STARD, además de no estar completamente terminados los sistemas puesto que les hacen falta las plantas al biofiltro, además, las personas no tienen la intención de usar el agua que sale del sistema.

En el caso de impacto del proyecto en la comunidad, encontramos que es alto debido a que todas las personas entrevistadas identificaron grandes mejoras en sus

vidas cotidianas en comparación con sus prácticas anteriores, algunos de estos cambios son: mejoras en el medio ambiente, en la dignidad de las personas muy en especial en el caso de las mujeres quienes ahora pueden ir al baño al interior de sus hogares; también hablaron de mejoras en sus viviendas y mayor comodidad, lo que representa mejoras significativas en su calidad de vida.

Porcentaje de adopción de los cuatro sistemas.

A continuación se presenta el porcentaje de adopción y de impacto respectivamente, de los cuatro sistemas.

Porcentaje de adopción de los cuatro sistemas	
Equivalencia	Porcentaje
Muy mala adopción	0 %
Mala adopción	37.5 %
Adopción regular	37.5 %
Buena adopción	12.5 %
Muy buena adopción	12.5 %

Tabla 18: Porcentaje de adopción de los cuatro sistemas.

De los cuatro sistemas evaluados se obtuvieron los siguientes porcentajes en cuanto a adopción: 0% de las personas tienen muy mala adopción, 37.5% de las personas tienen mala adopción, 37.5% tienen adopción regular, 12.5% buena adopción y 12.5% buena adopción (ver anexo 8).

Evaluación del porcentaje de impacto de los cuatro sistemas.

Porcentaje de impacto de los cuatro sistemas	
Equivalencia	Porcentaje
Nulo impacto	6.25 %
Bajo impacto	12.5 %
Impacto medio	0 %
Alto impacto	0 %
Muy alto impacto	81.25 %

Tabla 19: Porcentaje de impacto de los cuatro sistemas.

De los cuatro sistemas evaluados se obtuvieron los siguientes porcentajes en cuanto a impacto corresponde: 6.25% impacto nulo, 12.5% bajo impacto, 0% impacto medio, 0% alto impacto y 81.25% obtuvieron muy alto impacto (ver anexo 8).

ANÁLISIS DE RESULTADOS.

A continuación, expondremos cuáles fueron los motivos por los que los sistemas obtuvieron los índices de impacto y adopción que se presentaron en el apartado de resultados.

Cabe señalar que llegamos a estos resultados después de analizar las entrevistas que se realizaron a las personas usuarias de los sistemas; estas entrevistas estaban dirigidas a todos los habitantes de la localidad sin importar su grado de participación en los talleres ni en la implementación de los sistemas. Pero se identificó que el nivel de adopción e impacto fue mayor entre las personas con más participación en comparación con las que no participaron en el proyecto.

Sistema uno

Adopción.

Se encontró que el sistema uno obtuvo un índice de adopción regular, esto se debe a que dos de los cuatro miembros entrevistados no participaron activamente en el proceso de toma de decisión, construcción y talleres de seguimiento y mantenimiento, por lo tanto desconocen los cuidados de los sistemas, cabe señalar que las dos personas son mujeres y dicen no haber participado por que *“es trabajo de hombres”*, *“iba mi esposo a las reuniones”*, mencionó una de ellas; además se identificó que no conocen los cuidados de mantenimiento adecuadamente ya que una de las personas comentó que *“¿ya conectado el sistema no se tapan verdad?, como mi lavadero que se tapó con la parte de arriba de la calabaza, y yo no le dije a mi marido que fue porque la eché...”*(J. Luna, Comunicación personal, 19 de mayo del 2019).

En lo que a este último comentario respecta, durante la entrevista se indagó acerca de lo sucedido y se confirmó que es porque la mujer no fue a los talleres impartidos por los promotores acerca del uso y cuidado de los sistemas, por lo que se le orientó durante la entrevista cuales son los cuidados para el correcto funcionamiento. Pero a pesar de que se le indicaron los cuidados diarios durante la entrevista, la mujer mostró poco interés por la información, esta persona es una de las dos que obtuvieron un índice de adopción de cinco que corresponde a mala adopción, este fue el motivo por el cual el promedio del sistema uno obtuvo un índice de adopción de regular en lugar de muy buena como se esperaba.

Las otras dos personas entrevistadas cuentan con un índice de adopción alto y muy alto, estas dos personas, varones, asistieron a todos los talleres y reuniones de seguimiento además de estar muy activos en el proceso de construcción tienen claridad en cuanto a los cuidados diarios como el uso de jabones biodegradables, evitar el cloro y no desechar alimentos por el lavadero, también conocen el

mantenimiento, como remover los lodos que se puedan acumular con el paso del tiempo.

El sistema uno está casi terminado y funcionando de manera correcta de no ser por unos detalles que se mencionan al final del análisis del sistema, por lo que en promedio obtuvo un índice de adopción de muy bueno, sin embargo, debido a que la familia de uno de los entrevistados no han sustituido sus prácticas anteriores al no estar conectado el inodoro al biodigestor, en esta parte queremos señalar que durante la entrevista se observó que ellos dicen no estar conectados por que el agua del baño no está dirigida al STARD, pero no toman en cuenta que el lavadero está instalado correctamente, además, tienen las adecuaciones necesarias para incorporar el baño al sistema pero, por sus comentarios, parece ser que desistieron de la idea de terminar la instalación pues argumentan que las aguas negras del baño desembocan en una fosa séptica.

Se mencionó en el párrafo anterior que el STARD está casi terminado y funcionando de manera correcta ya que el biofiltro no tiene ninguna planta, siendo que en los talleres se les dijo que para que funcione el biofiltro debe de tener plantas como alcatraz o lirio acuático; aunado a esto el colector final no está almacenando agua pues no lo conectaron, ya que no planean usar el agua tratada por desconfianza de que esta no sea de buena calidad.

Impacto.

El índice de impacto en el sistema uno es de valor medio, pero vale la pena explicar en este caso en particular, que el promedio del sistema bajó considerablemente porque una de las personas entrevistadas parecía no estar interesada y por lo tanto no estaba informada en lo que a los STARD respecta. Además, al momento de la entrevista sus respuestas fueron improvisadas lo que hizo que su índice de impacto individual fuera nulo, palabra que se le asignó de manera provisional en la equivalencia de impacto ya que no se esperaba que alguno de los entrevistados tuviera un valor por debajo de uno. Esto repercutió de manera negativa en el índice de impacto del sistema, el cual es muy alto para el resto de los entrevistados, pues ellos mencionan grandes beneficios en sus vidas cotidianas a partir de la implementación del sistema, como ya no hay que ir al baño al exterior o compartir baño con miembros de la familia extensa debido a que construyeron un baño propio, esto representa comodidad, privacidad y dignidad, beneficios que ven a partir del uso del STARD.



Sistema uno fotografía por Dalia Tinoco



Sistema uno Fotografía por Dalia Tinoco

Se puede observar la trampa de grasa en primer lugar y del lado izquierdo el biodigestor, atrás de éste el biofiltro con sus respiraderos, pero sin plantas, del lado derecho atrás de la trampa de grasas está el colector final.

En esta fotografía se puede observar desde otro ángulo el biofiltro y la ausencia de plantas.

Sistema dos.

Adopción

En el caso del sistema dos podemos observar que el índice de adopción es regular, el promedio del sistema disminuyó por un integrante entrevistado que no participó en el proyecto.

Un aspecto positivo que se identificó es que las personas entrevistadas tienen claridad en cuanto a los cuidados diarios como: el uso de jabones biodegradables, evitar el cloro y no desechar alimentos por el lavadero, también conocen el mantenimiento, como remover los lodos que se puedan acumular en el STARD con el paso del tiempo.

Mencionaremos el caso de dos de las personas entrevistadas, una de ellas (una mujer joven) no vivía en la comunidad en el momento de la promoción ni en la etapa de construcción de la ecotecnología, sin embargo, en el momento de la entrevista estaba al tanto de los cuidados y mencionó con mucha claridad cuáles son. La segunda persona es un hombre que por motivos de trabajo no podía asistir a las reuniones, pero participó en la construcción de los sistemas motivo por el que sabía para qué es cada una de las cámaras del sistema y además estaba consciente de que no podían utilizar blanqueador o algunos jabones, solo que mencionó que no sabía el nombre de ellos puesto que él no realizaba las labores domésticas.

El testimonio de estas dos personas es relevante, ya que no haber podido asistir a las reuniones no fue un factor determinante para que no se informaran de los cuidados diarios o funcionamiento de los STARD.

El STARD presenta algunos desperfectos en cuanto a la estructura de la trampa de grasas que es el espacio al que llegan las aguas grises para el primer tratamiento, estos desperfectos no afectan el funcionamiento del sistema, pero si se les solicitó se corrigieran.



*Sistema dos, fotografía por Dalia Tinoco.
Trampa de grasas con desperfectos por lo que no
almacena agua hasta el nivel recomendado.*



*Sistema dos, fotografía por Dalia Tinoco
Trampa de grasas con fuga por lo que no puede
llenarse hasta el tubo conector.*

En la primera visita se encontró una grieta en el biofiltro, al comentarlo con los usuarios ellos solicitaron asesoría para realizar la reparación, por lo que los promotores contactaron al técnico de construcción, quien fue al sitio para brindarles la ayuda necesaria, después de unos días el biofiltro quedó funcional nuevamente. Esta acción demuestra el interés en que su sistema funcione adecuadamente.



*Sistema dos, fotografía por Dalia Tinoco.
No se puede ver la grieta en el biofiltro, pero se puede
observar como el paso del agua hizo un camino y
deslavo la tierra.*



*Sistema dos, fotografía por Dalia Tinoco.
En esta se puede ver el biofiltro con alcatraz y una
flor no sugerida en el sistema, la tierra está muy seca
debido a la grieta.*

El STARD está casi terminado y funcionando de manera correcta ya que el biofiltro sí tiene plantas de alcatraz, además de una especie no sugerida, el colector final no está almacenando agua pues no lo conectaron, ya que no planean usar el agua tratada por desconfianza de que esta no sea de buena calidad.

Impacto

El índice de impacto es muy alto, porque el sistema es utilizado todos los días por todos los miembros de las familias y gracias a esto sustituyeron por completo las prácticas anteriores, el lugar donde se vertían las aguas residuales ya no es un problema de sanidad al estar contenidas en el sistema en lugar de estar tiradas en las afueras de las casas, además se vieron beneficiadas las familias gracias a que se construyeron dos baños y ya no tienen que compartirlo con la familia extensa, con esto reportan una mejora importante en cuanto al lugar donde se bañan y en donde defecan; los entrevistados mencionaron estar muy contentos con los resultados del sistema.

Otra de las personas menciona estar muy satisfecha por: *“ya no molestamos a los vecinos de Jesús del Monte y pensábamos que algún día tendríamos problemas por echarlas para allá”* (I. Luna, comunicación personal, 21 de mayo del 2019). refiriéndose a las aguas negras provenientes de su hogar.

Una de las mujeres entrevistadas menciona *“yo no tenía baño y era muy difícil echar el agua al lado de la carretera, pero para abajo hay casas y las afectaríamos, por eso si decidimos hacer los pozos tratadores”* (refiriéndose a los STARD) esta persona menciona que *“yo iba al baño acá arriba con mi suegra...”* (L. Montañez, comunicación personal, 20 de mayo del 2019). Gracias a la implementación del STARD construyeron un baño para su familia nuclear y esto representó una mejora notable en su calidad de vida.

Sistema tres.

Adopción.

En el sistema tres encontramos que el índice de adopción se considera regular debido a que el sistema presentaba fisuras en su estructura que impedían el correcto funcionamiento, estas se encontraban en la cámara del biofiltro, lo que ocasionaba que no llegara el agua al colector final y no tuvieran el beneficio del agua para su uso; la grieta se localizó durante la visita con un técnico de campo junto con uno de los evaluadores. Los usuarios solicitaron ayuda para realizar la reparación y en una visita posterior con el técnico de campo se realizó el acompañamiento para que ellos repararan la grieta; este es un claro ejemplo de que el acompañamiento posterior a la implementación es indispensable para la adopción.

De las cuatro personas entrevistadas en este sistema dos son mujeres y dos son hombres, teniendo estos últimos más conocimientos acerca del funcionamiento del sistema y el propósito de las diferentes cámaras del sistema, también se registró que visitan el sistema con mayor frecuencia que las mujeres por lo que se asume que están más al pendiente en cuanto al estado físico de éste, uno de ellos

mencionó que el no recomendaría el sistema debido a que *“es mucho trabajo”* (M, Díaz, comunicación personal 19 de mayo del 2019).

Pero este mismo usuario tenía mucha claridad en cuanto a la promoción, toma de decisiones, organización, construcción, uso, mantenimiento y todos los procesos relacionados con el sistema; el índice de Adopción de este usuario fue Malo debido a que en el momento de la entrevista se expresó de forma negativa en cuanto a que él no lo recomendaría porque es mucho trabajo además de que le no lo acepta, por lo tanto no lo incorporó a su vida diaria, más adelante en el análisis de impacto retomaremos el caso de este integrante del sistema.

Las dos mujeres comentaron durante la entrevista no haber participado mucho en el proceso de implementación de los STARD por diferentes motivos, entre los que se encuentran: *“los señores eran los que más acudían a esas pláticas” Yo casi no iba* (A. Montañez, comunicación personal, 19 de mayo 2019), entre otros comentarios como, *“Pues bien, ora sí que ese fue trabajo de los hombres, pero bien, explicaron bien”* (G Díaz, comunicación personal, 19 de mayo del 2019).

Las dos mujeres comentaron que sustituyeron por completo la práctica de la defecación a cielo abierto, mientras que los dos hombres dijeron que no se sienten cómodos utilizando el baño dentro de su casa y que prefieren ir al monte, también comentaron que participaron por el beneficio de sus esposas y los demás miembros de su familia, y a pesar de que no los usan sí reconocen la utilidad de los sistemas en el ámbito colectivo y en lo familiar.

También hay que mencionar que el biofiltro no tiene ninguna planta, siendo que en los talleres se les dijo que para que funcione el biofiltro tiene que tener plantas como alcatraz o lirio acuático; aunado a esto no planean usar el agua tratada por desconfianza de que esta no sea de buena calidad.



*Sistema tres, fotografía por Dalia Tinoco.
Usuarios del sistema realizando reparaciones en el biofiltro y trampa de grasas.*

Impacto.

En lo que al índice de impacto se refiere, encontramos que es medio ya que las dos mujeres entrevistadas pertenecientes a este sistema mencionan grandes mejoras en sus vidas cotidianas como ya no tener que ir al baño fuera de sus casas y que las vean, que ya no está contaminado el aire, que ya no haya lodo por todos lados; estos son algunos de los beneficios que identificaron las entrevistadas.

“Sí, sí iban al monte; algunas siguen yendo por que no estaban impuestos a hacer aquí, nada más son los señores grandes, algunos por que los muchachos sí se arriman a hacer aquí, pero yo con mi señor, él no quiere, a él no le gusta, él siempre se va, de este sistema solo él” (G. Díaz, comunicación personal, 19 de mayo del 2019).

“los hombres son los que se iban, primero mi señor sí se va al monte, se siente incómodo aquí, sólo cuando me lo han operado que no se puede ir lo ha usado, pero es a fuerzas, pero uno de mujer sí rápido se acostumbró, ahora ya dice uno no como me voy a sentar acá y ya está muy descubierto.” (A. Montañez, comunicación personal, 19 de mayo 2019).

“Sí, más que nada eso de los malos olores, el agua y el lodo que se hacía, no he visto mejoría, pero yo creo que más adelante sí” (G. Díaz, comunicación personal, 19 de mayo del 2019).

“Pues nosotros no teníamos baño, pero lo compartíamos, y ahorita ya tenemos baño, aunque seguimos compartiendo la regadera” (A. Montañez, comunicación personal, 19 de mayo 2019).

“... pues yo no lo he ocupado, sigo yendo al aire libre, siento pena de hacer aquí sólo cuando estuve enfermo serán unas dos veces que lo he ocupado, yo me siento mejor al aire libre” (A. Díaz, comunicación personal 19 de mayo del 2019).

Para el caso del señor que menciona que él no recomendaría el sistema es oportuno aclarar que a pesar de que su nivel de impacto es bajo, debido a que el no usa el sistema, pero reconoce que es muy útil, y menciona que los integrantes de su familia, en especial las mujeres, se encuentran muy contentas con el resultado.

Estas son algunas de las cosas que comentan las personas de este sistema, el que los hombres mayores no quieran usar los sistemas debido a falta de costumbre bajó el nivel de impacto del sistema, siendo las mujeres en las que más se identifica un cambio positivo y significativo ya que mencionan grandes beneficios en sus vidas cotidianas a partir de la implementación del sistema, como ya no ir al baño al exterior o compartir baño con miembros de la familia extensa debido a que construyeron un baño propio; esto representa comodidad, privacidad y dignidad, beneficios que ven a partir del uso del STARD.

Sistema cuatro.

Adopción.

En cuanto al índice de adopción encontramos que es regular, esto se debe a que tres de las cuatro personas entrevistadas son mujeres y reconocen que no fueron muy activas durante la implementación y mencionan no haber participado mucho, refiriéndose a la construcción. Pero durante la entrevista se identificó que tenían conocimientos del sistema en cuanto al funcionamiento y al mantenimiento, ya que sí asistieron a algunos de los talleres y reuniones, esto les ayudó a tener conocimientos generales del funcionamiento, cuidados diarios y mantenimiento del STARD.

El hombre entrevistado en este sistema fue a todas las reuniones, participó muy activamente en la organización, toma de decisiones y construcción del STARD, esto fue muy evidente durante la entrevista ya que tenía muy en claro cuál era el funcionamiento de cada una de las cámaras del sistema y cómo es que se lleva a cabo el proceso dentro de él.

El sistema se encuentra completo y en buenas condiciones de no ser porque el biofiltro no tiene ninguna planta como alcatraz o lirio acuático, además no planean usar el agua tratada, por desconfianza de que esta no sea de buena calidad, pero a pesar de esto, el entrevistado masculino mencionó que él si quisiera plantar algo de preferencia forrajero para sus animales.

Impacto.

Este sistema cuenta con un índice de impacto muy alto ya que las cuatro personas entrevistadas reportan haber cambiado sus hábitos anteriores y estar muy cómodos con estos cambios, una de las mejoras significativas es la construcción de dos baños, lo que quiere decir que ahora cada familia cuenta con baño propio, ningún miembro de las familias pertenecientes a este sistema continúa con prácticas anteriores como la defecación a cielo abierto o ir al baño a casa de familiares.

Además, una de las mujeres se muestra muy interesada en apoyar al sistema número cinco para que concluya el proceso de implementación, este es el sistema que no se terminó debido a desacuerdos entre los miembros del sistema, pero al ser vecinos directos esta persona comenta que aún tiene afectaciones por las aguas negras tiradas en el camino afuera de su casa, además de malos olores que se incrementan en temporada de calor, lodos que contienen heces fecales, lo que provoca sea un camino difícil de transitar y un problema de sanidad.

Gracias a que modificaron sus prácticas anteriores y sumado a que planean recomendar y participar en la construcción de otro sistema es que podemos decir que el impacto que tuvo el STARD en las vidas cotidianas de las personas es muy alto.



*Sistema cuatro, fotografía por Dalia Tinoco.
Técnico en construcción revisando el sistema.*



*Sistema cuatro, fotografía por Dalia Tinoco.
Colector final desbordado por falta de salida de
agua*

CONCLUSIONES.

Recordemos que la decisión de las personas pertenecientes a la localidad de El Laurelito sobre instalar los sistemas de tratamiento de aguas residuales e involucrarse en el proceso de construcción, inspiró la hipótesis de la presente investigación; al señalar que los índices de impacto y adopción serían altos. Lo anterior, considerando que un factor determinante en la óptima adopción e impacto, es que la instalación de los STARD surja de una necesidad sentida y que las personas implicadas tomen la decisión de implementar las ecotecnologías, así como que participen en la construcción de sus artefactos ecotecnológicos, para que estén involucrados en el proceso y conozcan su funcionamiento.

Respecto al sistema uno, podemos observar que quienes tienen la mejor adopción son las personas que participaron en la toma de decisiones, planeación y construcción; estas personas son hombres debido a que las labores de construcción son vistas como trabajo masculino. Las personas que obtuvieron las equivalencias más bajas en cuanto a adopción son las mujeres ya que no participaron activamente en el proceso de implementación, pero, en contraste, encontramos que tienen un impacto más alto, ya que ellas son quienes realizan las labores domésticas por lo que utilizan más los STARD.

En el caso del sistema dos, entrevistamos a un matrimonio donde ambos participaron activamente, ya que comparten el liderazgo de la familia núcleo. Debido a que el señor trabajaba en las noches, la señora era quien asistía con mayor frecuencia a las reuniones. Ambas personas participaron activamente en la construcción. Un caso particular sobre la adopción de este sistema fue una mujer joven que no vivía en la comunidad cuando se hicieron los sistemas, pero estaba enterada de cómo funcionan, incluso más que otras personas que sí vivían ahí en el momento de la implementación de los STARD.

En lo que respecta al sistema tres, es necesario mencionar que existen dos líderes de familia núcleo sumamente activos en el proyecto y quienes prácticamente llevaban la mayor parte de la carga de la construcción del sistema. Esto ocasionó que el proceso fuera muy pesado porque no contaban con el apoyo de los demás miembros de su familia que también formaban parte del sistema.

En el sistema número cuatro, el líder de su familia núcleo asistió a todas las reuniones y participó mucho en ellas, así como en la implementación de los STARD. Esta persona asistió a todas las reuniones, compartió la información y organizó a su familia para trabajar en la construcción. A pesar de que los demás miembros de su familia no asistían a las reuniones o talleres informativos, sí se involucraron en la construcción, por lo tanto, se apropiaron del proyecto como familia.

Diferencias en la participación por motivo de roles de género.

Se identificó que los roles de género jugaron un papel crucial en cuanto al proyecto en general, ya que, al ser una comunidad rural con tradiciones y costumbres muy arraigadas, los roles de las personas por género están muy definidas.

Las actividades relacionadas al STARD van desde la toma de decisiones, la asistencia a los talleres, la organización, construcción, cuidados diarios hasta el mantenimiento del sistema. Las personas entrevistadas identificaron que las actividades eran tareas para los hombres con excepción del cuidado diario que corresponde a un rol de las mujeres, ya que son quienes se encargan del uso de jabones recomendados para la limpieza del hogar.

Hombres y mujeres por igual mencionaron que realizar la construcción de los STARD era un trabajo de hombres, y era muy pesado para que las mujeres lo hicieran: en estos comentarios prácticamente no mencionan que una forma de participación pudiera ser la asistencia a los talleres, el acompañamiento durante el proceso de construcción, o el facilitar las condiciones para que se concluyera el proyecto.

Por todo lo anterior, se identificó una clara diferencia entre las respuestas de hombres y mujeres entrevistados, siendo los hombres los que tenían mucha más claridad en cuanto a la construcción, funcionamiento, reparaciones y mantenimiento a largo plazo, pero no están al tanto de cuáles son los cuidados diarios, tarea que recae principalmente en las mujeres, la limpieza del hogar.

Aspectos generales sobre la adopción y el impacto de los STARD

Se identificó que a mayor nivel de adopción es porque existe mayor participación en la planeación, la asistencia a los talleres y reuniones, así como en la implementación (construcción) de los STARD. Esta participación está condicionada por el género ya que los hombres son quienes asisten a las reuniones, espacios de toma de decisiones, y quienes llevan a cabo la construcción. Ambas actividades son asumidas y reconocidas socialmente como un trabajo de hombres en esta localidad.

Por otro lado, se observó que quienes tuvieron una mayor adopción, no necesariamente tuvieron un mayor impacto. Es decir, hombres que fueron muy activos en todas las fases del proyecto no están utilizando los baños porque muchos de ellos, en especial los varones de edad avanzada, están acostumbrados a ir al monte para hacer sus necesidades.

También se observó que el nivel de impacto está determinado por el género, ya que las mujeres son las que se sienten más cómodas y contentas, debido a que los STARD permitieron la construcción de baños de tipo inglés dentro de sus hogares, así que ya no deben compartir el baño con miembros de la familia extensa o ir al

monte. En este sentido, la implementación de los STARD ha permitido a las mujeres tener un espacio privado para poder ir al baño, esto se traduce en la dignificación de una acción tan cotidiana y elemental para un ser humano, a la que ellas no tenían acceso. Además, las mujeres son quienes más utilizan el STARD, al hacer uso del agua para la limpieza del hogar, aguas que terminan siendo dispuestas adecuadamente en el STARD.

El alto impacto del uso de STARD en las mujeres, no está determinado por su participación en el proceso de implementación o de toma de decisiones en las reuniones, sino más bien por el uso cotidiano del mismo.

Ejercicio de búsqueda de patrones en los cuatro sistemas.

Se intentó analizar si existían coincidencias para cada una de las equivalencias de adopción e impacto, es decir, si las personas que tuvieron el mismo valor en impacto o adopción tenían respuestas similares, de manera que se pudiera identificar un patrón. Después de realizar este ejercicio de análisis, se observó que no existe un patrón, ya que lo que le da el valor al índice es un promedio de diferentes respuestas. Es decir, para las personas que obtuvieron el mismo valor en impacto o adopción, sus respuestas eran diferentes entre sí, por ejemplo, unos obtuvieron un valor muy alto en algunas preguntas y bajo en otras preguntas, y viceversa.

Dar seguimiento para asegurar el éxito del proyecto de los STARD.

Durante las entrevistas se identificó que a los usuarios les surgieron dudas del sistema, respecto al funcionamiento, las reparaciones y la calidad del agua tratada. Cabe mencionar que dichos temas se abordaron en los talleres previos a la implementación y en las capacitaciones durante la construcción. Pero no fue hasta que ya tenían años de uso los STARD que los usuarios empezaron a tener esas dudas y las externaron durante el periodo de seguimiento y evaluación que se llevó a cabo con la presente investigación.

Esta experiencia nos dice que el acompañamiento posterior a la implementación de una ecotecnología es indispensable para que exista mayor nivel de adopción e impacto ecotecnológico. A pesar de que las dudas que tenían los usuarios fue conocimiento que se compartió durante el proceso de implementación de los STARD, les dio sentido hasta que empezaron a utilizarlo, sin embargo, en algunos casos era algo que ya se había olvidado, pues al no estar en uso los STARD no lograron apropiarse de ese conocimiento durante la implementación del proyecto. La evaluación, monitoreo y acompañamiento posterior a la implementación es vital para que dicho conocimiento técnico en cuanto a uso y mantenimiento pueda ser aplicado y apropiado.

Durante las entrevistas realizadas en el marco de este proyecto, se observó que los usuarios tenían una alta disposición a asistir a más talleres informativos para esclarecer estas dudas, por lo que se les orientó respecto al cuidado y mantenimiento apropiado de los STARD a las personas. Paralelamente, se les brindaron lirios acuáticos para que el biofiltro pudiera funcionar adecuadamente, ya que como se compartió en los resultados, sólo un STARD tenía plantas para la purificación de agua tratada.

Fortalezas y debilidades de los STARD en la localidad El Laurelito.

Se identificaron mediante las entrevistas diversas fortalezas entre las que se encuentran:

- Los STARD cubren la necesidad que existía en la localidad para disponer de las aguas residuales domésticas.
- Hubo una amplia promoción del proyecto antes de la implementación; esta promoción contempló diversas estrategias para asegurar la mayor participación posible, estrategias como: talleres participativos, asambleas, reuniones, invitación abierta a todos los miembros de la comunidad sin importar su género o si eran ejidatarios o avecindados.
- El proyecto se realizó mediante un enfoque participativo, al involucrar a los habitantes en las diferentes fases, las cuales a grandes rasgos son: 1) identificar que existe una necesidad sentida de disponer adecuadamente las aguas residuales domésticas, y así seleccionar de manera informada una estrategia ecotecnológica para cubrir la demanda de la población; 2) la construcción del STARD corrió a cargo de los habitantes con el acompañamiento de un técnico especialista y los promotores del proyecto; 3) la evaluación del proyecto al término de la construcción.
- Se identificó que facilitarles materiales de construcción y asesoría del experto en bioconstrucción, fue una de las estrategias que hicieron que las personas se comprometieran más con el proyecto.
- Otro de los aciertos percibidos durante las entrevistas fue el acompañamiento en el proceso, tanto en las asesorías técnicas, como en la resolución de problemáticas entre los equipos cuando de organizarse se trataba.

Las debilidades que se percibieron mediante las entrevistas a los usuarios son:

- Se observó que los usuarios tienen huecos de información acerca de cómo es el funcionamiento del STARD.
- Las personas no identifican que existen diferentes formas de participación, por lo que sólo expresan haber o no participado dependiendo de su involucramiento en el proceso de construcción, sin tomar en cuenta que la

asistencia a los talleres y facilitar medios o herramientas,¹ para lograr concluir el proyecto, es una forma de participación, por lo que al preguntarles su nivel de contribución mencionan que es muy poco.

- La participación no fue equitativa ya que hay personas que participaron más que otras dentro de un mismo sistema, esta participación también se vio afectada por diversas circunstancias entre las que podemos mencionar, los roles de género, ya que era visto como un trabajo de hombres, las relaciones familiares, ya que se identificó que lazos familiares fuertes llevaron a concluir el sistema más rápido y con mejores resultados.
- También se observó que los usuarios de los STARD comenzaron la construcción sin tener completamente claro su funcionamiento, asumiendo que durante el proceso de construcción y uso se aclararían sus dudas. Las personas lograron construir los STARD con el apoyo del personal técnico, sin embargo, al momento de empezar a usarlo no tenían claro su funcionamiento. Conocer el funcionamiento es importante ya que, si ellos pueden recomendar o replicar el sistema en condiciones similares, se puede decir que el nivel de adopción e impacto es muy alto.

Por todo lo anterior se considera de crucial importancia realizar la evaluación del nivel de adopción de los proyectos ecotecnológicos, ya que esta es una estrategia para conocer en este caso si los STARD están funcionando adecuadamente, si las aguas residuales están siendo encausadas al sistema, si ya no se perciben problemas gastrointestinales y si se ha anulado la contaminación por materia fecal expuesta en los caminos y los malos olores. Por otro lado, el nivel de impacto permite conocer si los STARD están siendo utilizados adecuadamente, si las personas perciben beneficios o mejoras en su calidad de vida y si han realizado cambios en sus vidas con respecto a prácticas anteriores.

En este estudio se hace una propuesta de evaluación desde una perspectiva cualitativa, que nos permite comprender las razones por las cuales las ecotecnologías se adoptan o tienen un impacto en las vidas de las personas.

Además, el proceso de evaluación permite dar acompañamiento mientras se obtiene información que permite tomar decisiones sobre estrategias asertivas para la implementación de ecotecnologías.

Sugerencia para futuras evaluaciones

Durante el análisis de los resultados y las conclusiones, se reflexionó que en la construcción del índice de adopción, no se incorporó el indicador de frecuencia de uso o uso sostenido, el cual sí fue incorporado en el índice de impacto. Por este

¹ “Medios” se refiere a que las mujeres se encargan de preparar alimentos para que los hombres pudieran ir a trabajar en la construcción y “herramientas” se refiere a que las personas utilizaban instrumentos propios para realizar el proceso de construcción.

motivo se sugiere para futuras investigaciones si se retoma esta metodología, incorporar el indicador de uso para construir el índice de adopción ya que no se puede hablar de adopción si no se está usando el artefacto ecotecnológico.

BIBLIOGRAFÍA.

- Alvarado Ramos Luis Fernando, Mijangos Betanzos Alejandro, García Ruiz Gilberto Federico, Fuentes Junco José de Jesús Alfonso (s. f.) "Política de ordenamiento Territorial en México: de la teoría a la práctica. Capítulo: Inventarios Participativos de fauna para el Ordenamiento Territorial Comunitario del ejido de Tumbisca: importancia para la toma de decisiones".
- Bofill Sinaí, Reyes Rafael, Torres-Carmona Félix, Sánchez Díaz Elier (2009) "Desarrollo Local Sostenible a partir del manejo integrado en el parque nacional caguanes de Yaguajay", Revista DELOS Desarrollo Local Sustentable: Vol. 2 N° 4 febrero 2009.
- Carabias J., Landa R., Collado J. & Martínez P. (2005). Agua medio ambiente y sociedad. México D.F.: UNAM.
- Carvajal, C. (2005). Sistematización de Experiencias Comunitarias "Fortalecimiento de organizaciones pertenecientes a la asociación de proyectos comunitarios APC. Popayán, Colombia: Asociación de proyectos comunitarios.
- Centro para la promoción y la preservación del medio ambiente y sustentabilidad A.C. CEPPMAS (s. f.) "Manual de Ecotecnias y Prácticas Sustentables".
- Comisión Nacional del Agua CONAGUA (2010), Estadísticas del agua en México, edición 2010, México D. F., SEMARNAT.
- Comisión Nacional del Agua CONAGUA (2016) Situación del Subsector Agua Potable, Drenaje y Saneamiento.
- Consejo Nacional de Evaluación de la Política de Desarrollo Social CONEVAL, 2013 "Manual para el Diseño y la Construcción de Indicadores. Instrumentos principales para el monitoreo de programas sociales de México". México, DF.
- Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología. CONACYT (2016) "Entrevista a la Doctora Ilse Ruiz Mercado Adopción Ecotecnológica en México".
- Consejo Nacional de Población CONAPO (2003) La Situación Demográfica en México.
- Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos artículo 4° fracción cinco adicionado, d.o.f. 8 de febrero de 2012 <http://www.ordenjuridico.gob.mx/Constitucion/cn16.pdf> consultado el 31 de mayo de 2018.
- Departamento de Asuntos Económicos y Sociales de Naciones Unidas DAES (2000-2015). http://www.un.org/spanish/waterforlifedecade/human_right_to_water.shtml fecha de consulta: 22 de junio 2018, última modificación 7 de febrero de 2014.

- Díaz Bravo Laura; Torruco García Uri; Martínez Hernández Mildred; Varela Ruiz Margarita. Metodología de investigación en educación médica; “La entrevista, recurso flexible y dinámico” Departamento de investigación en Educación Médica, Facultad de medicina, Universidad Nacional Autónoma de México, México D.F. mayo 2013.
- Díaz-Cuenca, E., & Alvarado-Granados, A., & Camacho-Calzada, K. (2012). El tratamiento de agua residual doméstica para el desarrollo local sostenible: el caso de la técnica del sistema unitario de tratamiento de aguas, nutrientes y energía (SUTRANE) en San Miguel Almaya, México. *Quivera*, 14 (1), 78-97.
- Espejel, R. A. y Castillo R. M. I. 2008. Educación ambiental para el nivel medio superior: propuesta y evaluación. *Revista Iberoamericana de Educación*. Universidad Autónoma de Tlaxcala, Organización de Estados Iberoamericanos para la Educación, la Ciencia y la Cultura (OEI). México. 46(2).
- Hansen Jeef Bech, Brandt Mette., Houe Nicolai, y Secretaria del Servicio de Asesoría y Capacitación en Proyectos (SACPD), 2009 Klosterport 4A, DK-8000 Aarhus C, Dinamarca https://www.academia.edu/41492364/GU%C3%8DA_PARA_LA_FORMULA_CI%C3%93N_DE_PROYECTOS_DE_ONG.
- Lahera Ramón, V., (2010). INFRAESTRUCTURA SUSTENTABLE: LAS PLANTAS DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES. *Quivera. Revista de Estudios Territoriales*, 12(2),58-69. [fecha de Consulta 25 de Enero de 2023]. ISSN: 1405-8626.<https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=40115676004>
- NGO-IDEAs Manual “Monitoreo de la eficacia Propia” septiembre 2011 version2.2 Organización de Naciones Unidas ONU (1987), Informe Brundtland “Nuestro Futuro Común”.
- Organización Mundial de la Salud (OMS) AGUA: Publicado el 7 de febrero de 2018 pág. oficial <http://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/drinking-water> consultado el 8 de mayo de 2018.
- Organización Mundial de la Salud (OMS) SANEAMIENTO: 19 de Julio 2017 pág. oficial. <http://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/sanitation> consultado el 8 de mayo de 2018.
- Ortiz Moreno Jorge A., Masera Cerutti Omar R., Fuentes Gutiérrez Alfredo F., (2014): “LA ECOTECNOLOGÍA EN MÉXICO” Unidad de Ecotecnologías del Centro de Investigaciones en Ecosistemas de la Universidad Nacional Autónoma de México, Campus Morelia. <http://ecotec.unam.mx/Ecotec/wp-content/uploads/La-Ecotecnolog--a-en-M--xico-ENE-2015-BR.pdf>
- Ortiz Moreno Jorge, Salazar Solís Vanessa, Arroyo Zambrano Tania (2015) “La ecotecnología en Michoacán” Unidad de Ecotecnologías del Centro de Investigaciones en Ecosistemas de la Universidad Nacional Autónoma de México, Campus Morelia.

Sánchez Sepúlveda Héctor Ulises 2011: Calidad del agua y contexto social como base para la planeación y gestión en cuencas periurbanas. El caso del río Chiquito, Morelia, Michoacán.

Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales “¿Sustentable o sostenible? publicado el 13 de noviembre 2017 pág. oficial en línea <https://www.gob.mx/semarnat/articulos/sustentable-o-sostenible?idiom=es> consultado el 5 de julio 2018.

SEDESOL Secretaria de Desarrollo Social, Catálogo de Localidades (2013) <http://www.microrregiones.gob.mx/catloc/contenido.aspx?refnac=160530217>

Troncoso K, Armendáriz C, Alatorre S (2013). Global Alliance For Clean Cookstoves: Guía para el desarrollo de índices de Adopción e impacto; Improved Cookstove Adoption and Impact Assessment: a proposed methodology. *Energy Policy* 62: 637-645. <http://dx.doi.org/10.1016/j.enpol.2013.07.074>

ANEXOS

Anexo1: Formato de evaluación física de los STARD.

Número de sistema:

Personas que estuvieron presentes en la revisión:

Fecha:

Entrevistador: Dalia Estefania Tinoco Jaramillo.

	Excelente	Bueno	Medio	Malo	Notas extras
¿Está completo el sistema?					
¿Las conexiones están completas y bien instaladas?					
¿Tiene fisuras?					
¿Estado del impermeabilizante?					
¿Están bien separadas las aguas negras y grises?					
¿En qué condiciones se encuentra el biofiltro?					

Casas beneficiadas: casas Familias beneficiadas: familias Personas beneficiadas: personas aprox.

Baños conectados al sistema: baños Baños con separación de aguas negras y grises: baños.

Anexo 2: Formato de evaluación de aspectos cualitativos de los STARD.

	Nada	Poco	Regular	Mucho	Notas
Cuidan los sistemas					
Sienten que son útiles los sistemas					
Les gustan los sistemas				😊	
Les gusta el trabajo que realizan los sistemas				😊	
Los consideran bonitos				😊	
¿Frecuentan los sistemas?		😞			
¿En qué condiciones se encuentra el biofiltro?	😞				
¿Qué uso le dan al agua que sale?	😞				

Anexo 3: Planeación del taller de seguimiento y monitoreo.

HORA	ACTIVIDAD
6:30 pm	Llegada al Laurelito, preparación de material: colocar los rotafolios para que vean la matriz de recomendaciones para cada sistema
7:00pm	Presentación con los asistentes: se presentará el grupo de trabajo por su nombre y a que se dedica
7:20 – 7:30 pm	Actividad rompe hielo: los asistentes dirán su nombre y como están hoy, los facilitadores deberán recordar la información y darán media vuelta para que los asistentes cambien de lugar, y cuando los facilitadores den otra media vuelta ubicar a cada uno de ellos por nombre o por la información antes dada
7:30 – 8:00 pm	Dalia mencionara que es lo que pretende realizar en la comunidad, (tema de tesis) y una pequeña explicación, además presentara la matriz de recomendaciones y preguntara a los asistentes cuales de estas ya fueron resueltas y se hará el llenado
8:10 – 8:30 pm	Cierre de las actividades y despedida

PREGUNTAS GUIA PARA EL GRUPO FOCAL

Preguntar cómo están los asistentes - Cómo están los sistemas - Cómo les funcionan - Sí les gustan los sistemas - Sí son útiles.

Anexo 4: Lista de asistencia a los talleres participativos.



LISTA DE ASISTENCIA: TALLER PARA LA EVALUACIÓN Y MONITOREO DE SISTEMAS DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DOMESTICAS EN EL LAURELITO




Fecha: ^{28 marzo 19} ~~24 de noviembre de 2018~~

Lugar: El Laurelito Ejido de Tumbisca, Michoacán.

Responsables del Proyecto: M. en G. Carla Noemí Suárez Reyes; Dra. Ilse Ruiz Mercado
 Responsables del taller: Dalia Estefanía Tinoco Jaramillo

#	Nombre del participante	Ocupación del participante	Firma
1	IRMA LUNA VENCES		IRMA LUNA V
2	M. Restuyio Diaz Tinoco		Restuyio
3	Guillermina Diaz Montañez		Guillermina Diaz M.
4	Leopoldo Diaz mas Jaramillo		Leopoldo Diaz
5	Isidro Diaz Luna		Isidro Diaz Luna
6	MARTIN DIAZ CRUZ		MARTIN DIAZ CRUZ

18 marzo 2019

7	Ismael Diaz Olive		Ismael Diaz Olive
8	GAVINO P R		GAVINO P R
9	Arturo Diaz V.		
10	angel Diaz timote		
11	de Jorge Doming		
12	juvencio ALVAREZ REYES		
13	ADAN DIAZ CRUZ		
14			
15			
16			
17			



LISTA DE ASISTENCIA: TALLER PARA LA EVALUACIÓN Y MONITOREO DE SISTEMAS DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DOMESTICAS EN EL LAURELITO

Fecha: 14 de marzo de 2019 Lugar: El Laurelito Ejido de Tumbisca, Michoacán.

Responsables del Proyecto: M. en G. Carla Noemí Suárez Reyes; Dra. Ilse Ruiz Mercado

Responsable del taller: Dalia Estefanía Tinoco Jaramillo

#	Nombre del participante	Ocupación del participante	Firma
1	José Jorge Rivera		
2	GUENCIO ALVAREZ REYES		
3	Isidro Diaz Luna		Isidro Diaz Luna
4	Adam Diaz cruz		Adam Diaz cruz
5	Miguel Angel Reyes Ramirez	SECRETARIO DE CALIDAD AMBIENTAL DE TUMBISCA	M.A.R.
6	Martin Diaz cruz		

14 marzo 2019

7	M. Betujio Diaz, No co		M. Betujio
8	IRMA Luna Venegas		Luna Venegas
9	angel dias tinoco		F. ...
10	Tosca Diaz Oliva		
11	GUDALUPE Ramirez Castro		G. r. a.
12			
13			
14			
15			
16			
17			

Anexo 5: Guión para entrevistas.

Nombre del entrevistado:

Edad del entrevistado: Número telefónico: Fecha de la entrevista:

Nivel de asistencia a las reuniones para los STARD: (alta, media o baja)

Entrevistas.

Se realizarán entrevistas abiertas semi estructuradas para facilitar el diálogo entre el entrevistado y el entrevistador, esperando esta conversación sea muy rica en información.

Introducción: Hacer una presentación pequeña con las personas a entrevistar para dar a conocer el objetivo de esta entrevista.

PREGUNTAS

¿Qué puede decir a grandes rasgos de los Sistemas de Tratamiento de Aguas Residuales Domésticas (STARD)? (Le gustaron los sistemas, son funcionales, cómo se ven, (entre otras cosas que pueda opinar el entrevistado a grandes rasgos para poder iniciar una “conversación” y pasar a las siguientes preguntas)

“LA COMUNIDAD ANTES DEL SISTEMA”

1. ¿Antes de instalar los sistemas, a dónde se iban las aguas residuales de su casa? (Señalar en el mapa donde se vertían las aguas antes y es donde se vierten ahora).

CATEGORIA “NECESIDAD SENTIDA DE LA COMUNIDAD”

2. ¿De quién fue la idea de instalar los sistemas? ¿Cuál fue su motivación? (tomar en cuenta la frecuencia con la que asistía a las reuniones el entrevistado).
3. ¿La propuesta provino de agentes externos a la comunidad? ¿Quién y porque se los ofreció? ¿Qué les ofreció?
4. ¿Tuvieron suficiente información para poder decidir instalar los sistemas? (esta pregunta va enfocada a si sabían que era un sistema) (para que sirva).

No yo no supe nada	Hizo falta	Ni mucha ni poca	Buena información	Excelente información
No fui a las reuniones	No entendí algunas cosas	Ya se me olvido	Solo me acuerdo de algunas cosas	Si, entendí casi todo y

				aprendí mucho
--	--	--	--	---------------

PREVIO A LA INSTALACIÓN (PLANEACIÓN DEL PROYECTO).

“PROMOCIÓN DEL PROYECTO”.

5. ¿Usted por qué decidió participar en la construcción de los sistemas?

CATEGORIA “DECISIÓN INFORMADA”.

6. ¿Tuvieron suficiente información de qué es, cómo funciona y para qué sirven los sistemas antes de tomar la decisión de instalarlos? (si se les explico cómo funcionan los sistemas).

No fui a las reuniones	No, hizo falta	Ni mucha ni poca	Buena información	Muy buena información

7. ¿qué tipo de información se les dio? (practica, teórica, esta pudo ser del funcionamiento del sistema, o como funciona).

8. ¿Se les dieron opciones (otros sistemas como baños secos)? ¿Cuáles?

Ninguna opción	No me acuerdo	Pocas opciones	Algunas otras	Muchas otras

“PLANEACIÓN DEL PROYECTO (ORGANIZACIÓN)”.

9. ¿Cómo fue la organización entre los participantes para formar los equipos?
¿Cómo se conformaron los equipos?

10. ¿Cómo decidieron dónde se colocarían los sistemas?

11. ¿Qué les pareció el asesoramiento que se les dio antes de la construcción de los sistemas? ¿Se les explico cómo se realiza la construcción (que es una técnica diferente a lo convencional)?

Totalmente en desacuerdo	En desacuerdo	Ni de acuerdo ni en desacuerdo	De acuerdo	Totalmente de acuerdo
--------------------------	---------------	--------------------------------	------------	-----------------------

--	--	--	--	--

12. ¿Sintieron ausencia por parte de los promotores del sistema en algún momento durante la implementación(construcción)? Aquí dividir entre la UNAM y Don José, que las actividades que hacíamos eran complementarias, pero nos responsabilizábamos de cosas diferentes.

Si mucha	Poca	Ni mucha ni poca	No	Para nada

CATEGORÍA “USO DE LOS SISTEMAS”.

13. ¿Los sistemas son fáciles de usar?

Si, son muy difíciles	Un poco	Casi no	No, están bien	No, son muy fáciles

14. ¿Las aguas grises y negras están separadas? ¿Realizaron modificaciones en los baños para separarlas?

15. ¿Cuántas familias pertenecen a este sistema y cuantas están conectadas? (Anotar los nombres de las familias, hacer el listado de familias y después verificar de esas quienes están conectadas).

16. ¿Se han conectado todos los que participaron en la construcción de este sistema?

17. ¿Hubo familias que no tuvieran baño y que lo hayan construido para conectarse al sistema? ¿A dónde iban al baño las personas que no tenían baño antes de los sistemas?

CATEGORÍA “APROPIACIÓN Y SUSTITUCIÓN”.

18. ¿En la familia había personas que iban al monte al baño, esas personas han dejado de ir al monte desde que existe el STARD?

19. ¿Cómo les ha funcionado el STARD y por qué?

Muy mal, no sirve	No funciona	Más o menos	Bien	Muy bien

20. ¿El sistema es parte de su vida cotidiana?

Totalmente en desacuerdo	En desacuerdo	Ni de acuerdo ni en desacuerdo	De acuerdo	Totalmente de acuerdo

21. ¿Qué tan rápido incluyeron a los STARD en sus vidas diarias, después de haber concluido su construcción? ¿Cómo? ¿Por qué?

No los hemos incluido	Lento lo estamos haciendo (2 años)	Ni rápido ni lento (1.5 años)	Rápido (1 año)	Muy rápido (6 meses)

22. ¿Qué opina del agua que sale de los STARD?

Es de mala calidad	No tengo interés en usarla	Está bien	Si la quiero usar, pero no sé en que	Ya la estamos usando

23. ¿Qué hace con el agua que sale de los STARD?

No tengo interés en usarla	No la uso	No sale agua	No sé en qué usarla	No es mi terreno

24. ¿Planean seguir usando los sistemas? ¿por qué?

25. ¿Ha notado cambios en los alrededores de su casa, a partir de la instalación de los sistemas? ¿Cuáles? (en el ambiente, mejoría en las plantas, árboles o animales).

26. ¿Qué no le gusto de los sistemas? ¿Qué no le gusta?

CATEGORIA "SEGUIMIENTO".

27. Después de que se terminaron de construir los sistemas ¿Hubo seguimiento de la UNAM (Don José o Carla)? ¿Es decir, visitaron sus sistemas? ¿Hubo charlas para saber si ya estaban funcionando los sistemas?

28. ¿Qué les pareció el acompañamiento que se les dio durante y después de la implementación de los sistemas?

29. ¿Sintieron ausencia de los promotores (UNAM) una vez que se entregaron los sistemas?

Totalmente en desacuerdo	En desacuerdo	Ni de acuerdo ni en desacuerdo	De acuerdo	Totalmente de acuerdo

30. ¿Qué fue lo que más le gusto de los sistemas?

31. ¿Qué ha mejorado o no en su vida diaria?

32. ¿Por qué no han terminado su sistema? (por flojera, decidía, falta de tiempo, falta de material, problemas con los integrantes...)

CATEGORIA "CONOCIMIENTO DEL FUNCIONAMIENTO".

33. ¿Sabe cómo funcionan los STARD por dentro? (cuantas cámaras tiene, para que sirven, que por que están separadas las aguas negras y las grises)

34. ¿Le gustaría que hiciéramos otro taller informativo para recordarles cómo funcionan los sistemas?

Totalmente en desacuerdo	En desacuerdo	Ni de acuerdo ni en desacuerdo	De acuerdo	Totalmente de acuerdo

CATEGORIA “CUIDADOS Y MANTENIMIENTO”.

35. ¿Cómo se deben de cuidar normalmente los sistemas? ¿quiénes dan estos cuidados? (cuidado diario, puede ser el uso de jabón especial, la impermeabilización entre otros).

36. ¿Sabe por qué se tienen que hacer esos cuidados?

37. ¿Sabe cuál es el mantenimiento apropiado para los sistemas?

38. ¿Quién hace el mantenimiento del sistema?

39. ¿Han removido los lodos? (no) (si ¿Quién? ¿porqué?)

40. ¿Han impermeabilizado? (no) (si ¿Quién) ¿Por qué?)

41. ¿Han tenido que reparar grietas? (no) (si ¿Quién? ¿porqué?)

“CONFORMIDAD CON EL PROYECTO”.

42. ¿Cómo fue la relación entre los integrantes del equipo?

43. ¿Qué le pareció el proyecto de los STARD?

“CONFORMIDAD CON LOS PROMOTORES DEL PROYECTO”

44. ¿Cómo fue la relación con el técnico de campo (Don José)?

45. ¿Cómo fue la relación con las personas de la UNAM (Yissel y Carla)?

46. Si se tuviera que volver hacer el proyecto ¿Cómo lo mejoraría en cuanto a técnico en construcción, equipo de la UNAM, o los integrantes del equipo de trabajo en la comunidad?

“EVALUACIÓN DE SU DESEMPEÑO.

En general usted diría que participo en el proyecto

Nada	Muy poco	Poco	Más o menos	Mucho

47. ¿A qué cree que se debe que NO participo?

No me gusta o no me interesa el proyecto	No entendía de que hablaban	No tenía tiempo	Asistía otro miembro de mi familia	No me gusto el equipo de trabajo

48. ¿A qué cree que se deba que SI participo en el proyecto?

Me interesa el proyecto	Me gusta el proyecto	Aprendía cosas nuevas	Me gusto mi equipo de trabajo	Otro

49. ¿Le hubiera gustado participar más? (si, no) ¿Por qué?

50. ¿Si hubiera otro proyecto participaría? ¿De qué le gustaría que fuera el siguiente proyecto?

51. ¿Cómo era la participación de hombres y mujeres en el proyecto?

Anexo 6: Tablas de procesamiento de los resultados del índice de adopción.

A continuación se presenta la fórmula utilizada para procesar la información.

$$IA_S = \frac{\Sigma IA_p * v}{Vm}$$

IA = índice de adopción

IA_p = índice de adopción por persona

IA_s = índice de adopción por sistema

V_m = valor máximo que se puede obtener sumando a todas las personas en esa variable

V = variable

Σ = suma

Entonces tenemos que el índice de adopción por sistema se obtiene sumando el índice de adopción por persona que a su vez se multiplica por la variable (este valor lo asigna el evaluador según la importancia de la variable) y se divide entre el valor máximo que se puede obtener en esa variable.

Este procedimiento se replicó en cada uno de los sistemas para obtener el índice de adopción del sistema.

Estas fórmulas se trabajaron en una Hoja de cálculo en el programa Excel, pero en resultados se compartió la información en un cuadro de manera sintética, por lo que a continuación se muestra de forma extensa

Índice de adopción sistema 1							
variable	Valor de la variable	persona 1	persona 2	persona 3	persona 4	suma de la adopción del sistema	Índice de Adopción (IA) por sistema
Condición en la que se encuentra la ecotecnología (C)	(2)	1	1	1	1		
2		2	2	2	2	8	2
Conoce el mantenimiento mínimo de la ecotecnología (MMF)	(2)	0	1	0	1		
2		0	2	0	2	4	1
Conoce el funcionamiento básico de la ecotecnología (FB)	(1)	0	1	0	1		
1		0	1	0	1	2	0.5
Frecuencia de visitas a la ecotecnología (FV)	(2)	0	1	0	0.75		
2		0	2	0	1.5	3.5	0.875
Nivel de satisfacción de los usuarios (NS)	(2)	1	1	1	1		
2		2	2	2	2	8	2

¿Recomendaría la ecotecnología? (R)	(1)	1	1	1	1		
1		1	1	1	1	4	1
Índice de Adopción (IA) TOTAL por persona		5	10	5	9.5		7.375

Índice de adopción sistema 2							
variable	Valor de la variable	persona 1	persona 2	persona 3	persona 4	suma de la adopción del sistema	Índice de Adopción (IA) por sistema
Condición en la que se encuentra la ecotecnología (C)	(2)	0.75	0.75	0.75	0.75		
2		1.5	1.5	1.5	1.5	6	1.5
Conoce el mantenimiento mínimo de la ecotecnología (MMF)	(2)	0.25	1	0.5	0.75		
2		0.5	2	1	1.5	5	1.25
Conoce el funcionamiento básico de la ecotecnología (FB)	(1)	0.75	1	0.5	0.75		
1		0.75	1	0.5	0.75	3	0.75
Frecuencia de visitas a la ecotecnología (FV)	(2)	0	1	0.25	0.5		
2		0	2	0.5	1	3.5	0.875
Nivel de satisfacción de los usuarios (NS)	(2)	1	1	1	1		

2		2	2	2	2	8	2
¿Recomendaría la ecotecnología? (R)	(1)	1	1	1	1		
1		1	1	1	1	4	1
Índice de Adopción (IA) TOTAL por persona		5.75	9.5	6.5	8.5		7.375

Índice de adopción sistema 3							
variable	Valor de la variable	persona 1	persona 2	persona 3	persona 4	suma de la adopción del sistema	Índice de Adopción (IA) por sistema
Condición en la que se encuentra la ecotecnología (C)	(2)	0.5	0.5	0.5	0.5		
2		1	1	1	1	4	1
Conoce el mantenimiento mínimo de la ecotecnología (MMF)	(2)	0.75	0.75	0.75	0.75		
2		1.5	1.5	1.5	1.5	6	1.5
Conoce el funcionamiento básico de la ecotecnología (FB)	(1)	0.75	0.75	1	1		
1		0.75	0.75	1	1	3.5	0.875
Frecuencia de visitas a la ecotecnología (FV)	(2)	0	0.5	0.75	0.5		
2		0	1	1.5	1	3.5	0.875

Nivel de satisfacción de los usuarios (NS)	(2)	1	1	0.75	1		
2		2	2	1.5	2	7.5	1.875
¿Recomendaría la ecotecnología? (R)	(1)	1	1	0.25	1		
1		1	1	0.25	1	3.25	0.8
Índice de Adopción (IA) TOTAL por persona		6.25	7.25	6.75	7.5		6.925

Índice de adopción sistema 4							
variable	Valor de la variable	persona 1	persona 2	persona 3	persona 4	suma de la adopción del sistema	índice de Adopción (IA) por sistema
Condición en la que se encuentra la ecotecnología (C)	(2)	1	1	1	1		
2		2	2	2	2	8	2
Conoce el mantenimiento mínimo de la ecotecnología (MMF)	(2)	1	0.75	0.75	0.75		
2		2	1.5	1.5	1.5	6.5	1.6
Conoce el funcionamiento básico de la ecotecnología (FB)	(1)	1	1	1	1		
1		1	1	1	1	4	1

Frecuencia de visitas a la ecotecnología (FV)	(2)	1	0.5	0.5	0.5		
2		2	1	1	1	5	1.25
Nivel de satisfacción de los usuarios (NS)	(2)	1	1	1	1		
2		2	2	2	2	8	2
¿Recomendaría la ecotecnología? (R)	(1)	1	1	1	1		
2		1	1	1	1	4	1
índice de Adopción (IA) TOTAL por persona		10	8.5	8.5	8.5		8.85

Anexo 7: Tablas de procesamiento de los resultados del índice de impacto.

A continuación se presenta la fórmula utilizada para procesar la información.

$$II_s = \frac{\sum II_p * v}{Vm}$$

II = índice de impacto

II_p = índice de impacto por persona

II_s = índice de impacto por sistema

V_m = valor máximo

V = variable

∑ = suma

Entonces tenemos que el índice de impacto por sistema se obtiene sumando el índice de impacto por persona que a su vez se multiplica por la variable (este valor

lo asigna el evaluador según la importancia de la variable) y se divide entre el valor máximo que se puede obtener en esa variable.

Este procedimiento se replicó en cada uno de los sistemas para obtener el índice de adopción del sistema.

Estas fórmulas se trabajaron en una Hoja de cálculo en el programa Excel, pero en resultados se compartió la información en un cuadro de manera sintética. Por lo que a continuación se muestra de forma extensa.

índice de impacto sistema 1							
variable	Valor de la variable	persona 1	persona 2	persona 3	persona 4	suma de la adopción del sistema	índice de Impacto (IA) por sistema
Frecuencia de uso de la Ecotecnología (FUE) - STARD	(2)	0	1	1	1		
2		0	2	2	2	6	1.5
Frecuencia de uso de prácticas anteriores a la ecotecnología (FUPA – STARD)	(2)	0	1	1	1		
2		0	2	2	2	6	1.5
Nivel de satisfacción de los usuarios con sus prácticas anteriores (SUPA – STARD)	(1)	0	1	1	1		
1		0	1	1	1	3	0.75

¿Dónde vertían las aguas residuales y dónde se vierten ahora? (ARA-STARD)	(2)	0	1	1	1		
2		0	2	2	2	6	1.5
Personas que no tenían baño inglés y que los construyeron debido a la instalación del STARD (CBC)	(2)	0	1	1	1		
2		0	2	2	2	6	1.5
Lugar donde se duchaban (LD-STARD)	(1)	0	1	1	1		
1		0	1	1	1	3	0.75
Total, del índice de Impacto (II) por persona TOTAL		0	10	10	10		7.5

índice de impacto sistema 2							
variable	Valor de la variable	persona 1	persona 2	persona 3	persona 4	suma de la adopción del sistema	Índice de Impacto (IA) por sistema
Frecuencia de uso de la Ecotecnología (FUE) - STARD	(2)	1	1	1	1		
2		2	2	2	2	8	2
Frecuencia de uso de prácticas anteriores a la ecotecnología (FUPA - STARD)	(2)	1	1	1	1		
2		2	2	2	2	8	2

Nivel de satisfacción de los usuarios con sus prácticas anteriores (SUPA – STARD)	(1)	1	1	1	1		
1		1	1	1	1	4	1
¿Dónde vertían las aguas residuales y dónde se vierten ahora? (ARA–STARD)	(2)	1	1	1	1		
2		2	2	2	2	8	2
Personas que no tenían baño inglés y que los construyeron debido a la instalación del STARD (CBC)	(2)	1	1	1	1		
2		2	2	2	2	8	2
Lugar donde se duchaban (LD-STARD)	(1)	1	1	1	1		
1		1	1	1	1	4	1
Total, del Índice de Impacto (II) por persona TOTAL		10	10	10	10		10

Índice de impacto sistema 3							
variable	Valor de la variable	persona 1	persona 2	persona 3	persona 4	suma de la adopción del sistema	Índice de Impacto (IA) por sistema
Frecuencia de uso de la Ecotecnología (FUE) - STARD	(2)	1	1	0	0		
2		2	2	0	0	4	1
Frecuencia de uso de prácticas anteriores a la ecotecnología (FUPA – STARD)	(2)	1	1	0	0		

2		2	2	0	0	4	1
Nivel de satisfacción de los usuarios con sus prácticas anteriores (SUPA – STARD)	(1)	1	1	0	0		
1		1	1	0	0	2	0.5
¿Dónde vertían las aguas residuales y dónde se vierten ahora? (ARA– STARD)	(2)	1	1	1	1		
2		2	2	2	2	8	2
Personas que no tenían baño inglés y que los construyeron debido a la instalación del STARD (CBC)	(2)	1	1	1	1		
2		2	2	2	2	8	2
Lugar donde se duchaban (LD-STARD)	(1)	1	1	1	1		
1		1	1	1	1	4	1
Total, del Índice de Impacto (II) por persona TOTAL		10	10	5	5		7.5

índice de impacto sistema 4

variable	Valor de la variable	persona 1	persona 2	persona 3	persona 4	suma de la adopción del sistema	índice de Impacto (IA) por sistema
Frecuencia de uso de la Ecotecnología (FUE) - STARD	(2)	1	1	1	1		
2		2	2	2	2	8	2
Frecuencia de uso de prácticas anteriores a la ecotecnología (FUPA – STARD)	(2)	1	1	1	1		

2		2	2	2	2	8	2
Nivel de satisfacción de los usuarios con sus prácticas anteriores (SUPA – STARD)	(1)	1	1	1	1		
1		1	1	1	1	4	1
¿Dónde vertían las aguas residuales y dónde se vierten ahora? (ARA–STARD)	(2)	1	1	1	1		
2		2	2	2	2	8	2
Personas que no tenían baño inglés y que los construyeron debido a la instalación del STARD (CBC)	(2)	1	1	1	1		
2		2	2	2	2	8	2
Lugar donde se duchaban (LD-STARD)	(1)	1	1	1	1		
1		1	1	1	1	4	1
Total, del índice de Impacto (II) por persona TOTAL		10	10	10	10		10

Anexo 8: Tablas de equivalencia para obtener el porcentaje del índice de adopción e impacto.

Tabla donde se muestra la equivalencia de adopción de cada una de las personas

Personas	Resultado individual de adopción
1	Mala
2	Muy Buena
3	Mala
4	Buena
5	Mala
6	Buena
7	Mala
8	Regular
9	Mala
10	Regular
11	Mala
12	Regular
13	Muy Buena
14	Regular
15	Regular
16	Regular

Tabla donde se muestra el porcentaje de adopción por equivalencia

Equivalencia	Frecuencia	Porcentaje
Muy Mala Adopción	0	0
Mala Adopción	6	37.5
Adopción Regular	6	37.5
Buena Adopción	2	12.5
Muy Buena Adopción	2	12.5
	16	100

La fórmula queda de la siguiente forma:

$$\% = \frac{\text{total de personas} * 100}{\text{No. Pers. Con la misma equivalencia}}$$

Tabla donde se muestra la equivalencia de adopción de cada una de las personas

Personas	Resultado individual de Impacto
1	Nulo
2	Muy Alto
3	Muy Alto
4	Muy Alto
5	Muy Alto
6	Muy Alto
7	Muy Alto
8	Muy Alto
9	Muy Alto
10	Muy Alto
11	Bajo
12	Bajo
13	Muy Alto
14	Muy Alto
15	Muy Alto
16	Muy Alto

Tabla donde se muestra el porcentaje de impacto por equivalencia

Equivalencia	Frecuencia	Porcentaje
Nulo impacto	1	6.25
Bajo impacto	2	12.5
Impacto medio	0	0
Alto impacto	0	0
Muy alto impacto	13	81.25
	16	100

La fórmula queda de la siguiente forma:

$$\% = \frac{\text{total de personas} * 100}{\text{No. Pers. Con la misma equivalencia}}$$