

UNIVERSIDAD DE SONORA

FACULTAD INTERDISCIPLINARIA DE INGENIERÍA

DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

ACEPTACIÓN DE SISTEMAS DE TRATAMIENTO Y
REUTILIZACIÓN DE AGUAS GRISES DOMÉSTICAS

TESIS DE LICENCIATURA

TODO • LO • ILUMINAN

Que para obtener el TÍTULO de
Licenciado en Sustentabilidad

Presenta:

Juan Manuel García Ramos

Directora de Tesis:

Dra. Alma Angelina Ayala Moreno

Codirector de Tesis:

Dr. Luis Eduardo Velázquez Contreras

HERMOSILLO, SONORA

Enero de 2024

Universidad de Sonora

Repositorio Institucional UNISON



**"El saber de mis hijos
hará mi grandeza"**



Excepto si se señala otra cosa, la licencia del ítem se describe como openAccess



"El saber de mis hijos
hará mi grandeza"

UNIVERSIDAD DE SONORA

FACULTAD INTERDISCIPLINARIA DE INGENIERÍA



COORDINACIÓN DE PROGRAMA DE LICENCIATURA EN SUSTENTABILIDAD

Hermosillo, Sonora, a 3 de enero de 2024

Dr. Agustín Brau Avila
Jefe del Departamento de Ingeniería Industrial
P R E S E N T E . -

Por este conducto, hago de su conocimiento que estoy de acuerdo que se realice el siguiente examen de licenciatura:

Programa:	Licenciatura en Sustentabilidad
Alumno (a):	Juan Manuel García Ramos
Expediente:	219212890
Fecha:	4 de enero de 2024
Hora:	17:00
Edificio y Aula:	Aula Virtual

Relación de Jurados:

	NOMBRE	FIRMA
PRESIDENTE:	Dra. Alma Angelina Ayala Moreno	<i>Alma Ayala</i>
SECRETARIO:	Dr. Juan Pedro Ayala Moreno	<i>Juan Ayala</i>
VOCAL:	Dr. Luis Eduardo Velázquez Contreras	<i>QVC</i>
SUPLENTE:	Dr. Javier Esquer Peralta	<i>[Firma]</i>

A T E N T A M E N T E

MIEMBROS DEL JURADO

ÍNDICE

ACEPTACIÓN DE SISTEMAS DE TRATAMIENTO Y REUTILIZACIÓN DE AGUAS GRISES DOMÉSTICAS.....	0
INTRODUCCIÓN.....	6
OBJETIVOS	7
MARCO TEÓRICO	8
1. Características y tratamiento de las aguas grises	8
2. El mercado pontecial.....	10
3. La sustentabilidad y su dimensión social, económica y ambiental.....	11
METODOLOGÍA.....	13
1. Tipo de estudio.....	13
2. Diseño metodológico.....	13
3. Alcance	14
4. Preguntas de investigación	15
5. Objeto de estudio	15
6. Lugar que ubica al objeto de estudio.....	15
7. Selección y tamaño de la muestra.....	15
8. Instrumento de recolección y manejo de datos.....	17
9. Definición de las variables.....	18
RESULTADOS	20
1. Perfiles generales.....	21
2. Percepción del tema	24
3. Aceptación de la implementación de un sistema de tratamiento y reutilización de aguas grises	26
4. Identificación de los factores de influencia.....	30
DISCUSIÓN E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS	35
CONCLUSIONES	43
RECOMENDACIONES.....	46
REFERENCIAS	48
ANEXO 01	50
ANEXO 02	54

INTRODUCCIÓN

La gestión del agua enfrenta múltiples desafíos especialmente por las condiciones climáticas y por el incremento mundial de la población (Cosgrove y Loucks, 2015). De acuerdo con el Programa Mundial de Evaluación de los Recursos Hídricos –WWAP por sus siglas en inglés–, se prevé que la demanda de agua aumente hasta en un 55% para el año 2050 (UN, 2015).

Las actividades humanas son uno de los impactos que mayor presión ejercen en la utilización y desperdicio del agua potable. El mayor consumidor de este recurso es la agricultura, que representa el 69% de la extracción anual de agua, la industria con un 19% y la doméstica con el 12% (FAO, 2015). Las descargas de aguas residuales sin tratar en aguas superficiales, subterráneas y en el medio ambiente, provocan la contaminación de elementos naturales y un aumento en los riesgos para la salud y el deterioro de los ecosistemas (Flörke et al., 2013). De acuerdo con las Naciones Unidas (UN, 2018) en el planeta solo se tratan el 20% de las aguas residuales que regresan a los ecosistemas.

La reutilización de las aguas grises es una práctica que se ha realizado por muchos años en áreas donde este recurso es limitado, con el fin de reducir la dependencia excesiva del agua potable y reducir la contaminación causada por estas descargas (Oteng-Pepurah, Acheampong y deVries, 2018). La producción de aguas grises representa entre el 50% y el 80% del consumo total de agua de una vivienda (Jamrah et al., 2008). Su tratamiento genera una serie de beneficios económicos, ambientales y sociales a corto y largo plazo (Alexander y Clark, 2016).

Debido a todos los beneficios, el tratamiento y reutilización de aguas grises domésticas debe convertirse en una práctica habitual, por lo que es importante su divulgación y promoción. Para ello, las estrategias de marketing pueden ser de gran ayuda, pero previo al diseño de una estrategia se debe conocer el mercado potencial al que irá dirigida. El propósito de este estudio es evaluar la existencia de un mercado potencial que aceptaría la implementación de un sistema de tratamiento y reutilización de aguas grises (STRAG) en el hogar.

OBJETIVOS

Objetivo estratégico

Identificar el mercado potencial para la implementación de un sistema de tratamiento y reutilización de aguas grises (STRAG) domésticas en vivienda unifamiliar en la ciudad de Hermosillo, Sonora.

Objetivos específicos

1. Elaborar un marco teórico en el que se definan los principales conceptos y teorías que sirven de base para el desarrollo del estudio.
2. Definir variables que influyen en la toma de decisiones sobre la implementación de un sistema de tratamiento y reutilización de aguas grises (STRAG) domésticas en vivienda unifamiliar.
3. Analizar la influencia de esas variables definidas en la toma de decisiones sobre la implementación de un sistema de tratamiento y reutilización de aguas grises (STRAG) domésticas en vivienda unifamiliar en la población de estudio.

MARCO TEÓRICO

En este apartado se presentan de manera breve los principales conceptos y teorías que sirven de base para el desarrollo del estudio. La información se presenta en tres secciones. En la primera se tratan las generalidades del tema principal del estudio que son las aguas grises domésticas, su definición y algunos datos relevantes. En la segunda sección se presentan los conceptos relacionados con el objeto de estudio que es el mercado potencial para la implementación de un sistema de tratamiento y reutilización de aguas grises (STRAG) domésticas. En la tercera sección se presentan los principios de la sustentabilidad que son los que guían el enfoque de este estudio.

1. Características y tratamiento de las aguas grises

Las aguas residuales son aquellas en las que “el hombre introduce materias contaminantes, formas de energía o inducir condiciones en el agua de modo directo o indirecto; implica alteraciones perjudiciales de su calidad con relación a los usos posteriores o con su función ecológica” (Díaz, Alvarado y Camacho, 2012, p. 81).

Las aguas grises se definen como las aguas residuales con excepción de las descargas de los inodoros, es decir, las que provienen de descargas producidas en bañeras, duchas, lavabos, lavadoras y fregaderos, en oficinas, escuelas, hogares, etc. (Eriksoon et al., 2002). La producción de aguas grises representa entre el 50 y el 80% del consumo total de agua de una vivienda (Jamrah et al., 2008).

La producción de aguas grises esta definida por las actividades desarrolladas en el hogar y por la cultura en cuanto al manejo del agua. Su composición suele estar determinada por las características locales como el suministro de agua, la infraestructura y por el estilo de vida de los habitantes (Diaper et al., 2008).

La reutilización y reciclaje de las aguas grises se ha practicado en varios países del mundo debido a los beneficios en términos de ahorro de agua y gestión del recurso hídrico (Jamrah et al., 2008). Este proceso permite reducir contaminantes en el medio

ambiente y contribuye a la gestión sustentable de la demanda de agua ya que busca remplazar parte de la demanda de agua no potable (Liu et al., 2010).

Teniendo en cuenta la composición del agua y el tipo de tratamiento que esta reciba, se puede reutilizar para diversos usos como lo son: las descargas de muebles sanitarios el cual permite reducir hasta un 30% el consumo de agua en el hogar (Eriksson et al., 2002), el riego de áreas verdes, el lavado de vehículos y ventanas, limpieza en general, etc. Para esto, es necesario que las aguas tratadas cumplan ciertas características para su uso y que se ajusten a una normatividad vigente.

Las aguas grises tratadas son aquellas aguas que han recibido algún tipo de tratamiento o han sido sometidas a algún proceso para mejorar su composición y condición inicial (Diaper et al., 2008). Las experiencias en el tratamiento de aguas grises domésticas han mostrado que el éxito de la remoción no se debe exclusivamente a la disponibilidad de las técnicas, sino a la interacción de diversos aspectos económicos, sociales y ambientales que comprende un territorio (Díaz, Alvarado y Camacho, 2012).

El tratamiento del agua se caracteriza por eliminar los componentes físico-químicos mediante un conjunto de procesos que permiten remover sólidos suspendidos y objetos como arenas y grasas transportadas en el agua. El proceso de tratamiento está enfocado en reducir la materia orgánica disuelta o coloidal y reducir la concentración de patógenos y nutrientes presentes en el agua mediante procesos físicoquímicos y procesos biológicos (Rojas, 2018).

Las aguas grises son descargas fáciles de tratar y de reciclar debido a los bajos niveles de contaminantes que estas poseen.

El reciclaje de aguas grises puede aumentar la capacidad de una ciudad para reducir el consumo de agua potable, además de reducir el suministro de agua y la demanda de energía relacionada (Yu et al., 2015). De acuerdo con un estudio realizado por Yu et al. (2015) en la ciudad de Los Ángeles, el reciclaje de aguas grises puede reducir el consumo de agua potable de la ciudad en un 27% para viviendas unifamiliares y un 38% en viviendas multifamiliares.

2. El mercado potencial

El mercado potencial es un concepto que se desprende de las teorías de marketing. El mercado potencial se evalúa por medio de un estudio de mercado. El estudio de mercado es el conocimiento exacto y completo de los factores cualitativos y cuantitativos que caracterizan el comportamiento de los clientes reales, actuales y potenciales (Pérez y Pérez, 2006).

En lo que se refiere a las características del mercado, existen dos tipos: el mercado real actual que es el conjunto de personas que constituyen en un periodo determinado los clientes de un producto –a estos se les refiere como los consumidores y compradores efectivos– y el mercado potencial –en el que se enfoca este estudio– y que es el conjunto de personas que podría adquirir un producto o servicio, si se dan las circunstancias idóneas para ello, serían los compradores futuros de algún producto, idea y servicio en un periodo previamente determinado (Pérez y Pérez, 2006).

Una persona puede formar parte de un mercado potencial al presentar una serie de cualidades y necesidades específicas, además de tener los recursos económicos para poder adquirir un producto o servicio (Ollague, 2018).

Esta tendencia de la población de convertirse en el objetivo de un servicio o producto solo puede ser detectada con técnicas de marketing e investigación de mercados, que pondrán de manifiesto cuál es la probabilidad de que este público deje de ocupar el mercado potencial y se convierta en cliente real (Pérez y Pérez, 2006).

Para realizar una investigación de mercado, se emplean herramientas básicas que permiten conocer la información necesaria que determinará el tipo de clientes al que estará dirigido un producto (Pérez y Pérez, 2006). La investigación deberá diseñar preguntas estratégicas que permitan obtener la información requerida y, una vez aplicados, analizar los datos y cerrar una conclusión para el estudio de mercado (Núñez, 1997).

Se debe tomar en cuenta que las decisiones de compra de un consumidor o usuario están siempre influenciadas por una serie de elementos que se denominan factores de influencia y se dividen en culturales, sociales, personales y psicológicos. Los factores culturales comprenden la cultura, subcultura y la clase social como entidad que

comparte valores e intereses. Entre los factores sociales está la influencia de pequeños grupos de referencia y ésta varía según los roles y estatus que se juegue dentro de los grupos. Los factores personales son la edad y la etapa del ciclo de vida, la ocupación, la situación económica, el estilo de vida y la personalidad y el autoconcepto. Dentro de los factores psicológicos se encuentra la motivación, la percepción, el aprendizaje y las creencias y actitudes (Kotler y Armstrong, 2013).

3. La sustentabilidad y su dimensión social, económica y ambiental

En 1987, la Comisión Brundtland de Naciones Unidas, en su informe “Nuestro futuro común” definió el desarrollo sustentable como: “aquel desarrollo que permite cubrir las necesidades presentes sin comprometer la habilidad de las generaciones futuras para cubrir sus necesidades”, (ONU, 1987 citado en Álvarez, 2009, p. 677). Esta definición establece vínculos entre las dimensiones sociales, económicas y ambientales.

En la década de los ochenta se introduce en la literatura ecológica el término de “sustentabilidad” para calificar el desarrollo y el crecimiento económico, especialmente referido a los países en vías de desarrollo, sensibles a los problemas ambientales. Una de las definiciones más conocidas de tal concepto es “la habilidad de lograr una prosperidad económica sostenida en el tiempo y proveyendo una alta calidad de vida para las personas, protegiendo paralelamente los sistemas naturales del planeta” (Olmos y González, 2013, p. 92).

La sustentabilidad abarca tres dimensiones: la ambiental, que se refiere al ecosistema y sus principales características y componentes que son esenciales para una sobrevivencia a largo plazo con un énfasis particular en las especies, poblaciones y ecosistemas; la social (valores e impactos sociales) que se refiere al proceso en el cual los costos y beneficios se distribuyen de manera adecuada, tanto entre el total de la población actual como con la población futura, y la económica (aspectos económicos, gestión, partes interesadas y política) que se refiere al manejo y gestión adecuada de los recursos naturales que permiten que sea atractivo para el sistema económico vigente (Hanning et al., 2012).

En este sentido, es importante la inclusión de las tres dimensiones de la sustentabilidad en todo proyecto: la ambiental, con el fin de mantener la base productiva de los recursos naturales y el sistema de soporte de la vida; la social, en el sentido de una equidad distributiva y respetando los valores culturales y de la sociedad, y la económica, en el sentido de mantener un flujo de beneficios para satisfacer las necesidades humanas (Kammerbauer, 2001). Estos principios son los que guían el enfoque de este estudio.

METODOLOGÍA

En este apartado se presentan los detalles de las técnicas metodológicas seleccionadas para llevar a cabo el proceso de la presente investigación.

1. Tipo de estudio

Se realizó un estudio de tipo mixto. Es un estudio descriptivo, que se encuentra entre los estudios de tipo observacional, puesto que solamente se observó el fenómeno para identificar y describir sus características, y fue no experimental, puesto que no se intervino en él, es decir, no se manipuló ninguna variable (Hernández, Fernández y Baptista, 2014). Además, es de carácter transversal porque se recopilan datos en un solo momento (Hernández, Fernández y Baptista, 2014).

2. Diseño metodológico

A continuación se describen los pasos que se llevaron a cabo para desarrollar el estudio.

Primeramente se realizó un marco teórico en el que se definieron los principales conceptos relacionados con las aguas grises, su tratamiento y reutilización y algunos datos que sirven de apoyo para informar a los participantes a través del cuestionario. Se definieron también algunos conceptos de las teorías de marketing, principalmente los relacionados con el mercado potencial y los factores que influyen en las personas para formar parte de un mercado potencial, que también ayudan a estructurar el cuestionario e identificar las variables para este estudio. Y, por último, se definieron los conceptos relacionados con la sustentabilidad, que son los que guían el enfoque del estudio.

El segundo paso fue delimitar una población de estudio. Esta delimitación obedeció a diversos factores. La primera limitante fue la situación de pandemia que se estaba viviendo al momento de inicio de la investigación. Esta limitante restringió las técnicas de recolección de datos. Podía resultar complicado recolectar datos vivienda por vivienda en una colonia o fraccionamiento, pues era exponerse al rechazo por gran parte de la población a estudiar. Se decidió hacer la recolección de manera digital, pero esto impidió

estudiar una zona de la ciudad en específico por la complejidad de hacer llegar el cuestionario solamente a los habitantes de esa zona, por lo que el universo tuvo que abrirse a cualquier habitante de la ciudad, solamente de la ciudad de Hermosillo. Al ser de manera digital el acercamiento a la población de estudio, otra limitante fue que se tenían los prerrequisitos de contar con internet, con correo electrónico y con la habilidad de responder un cuestionario en Forms de Microsoft Office. La selección de los participantes se realizó por invitación en cadena. Los detalles del muestreo se detallan en un apartado posterior.

El tercer paso fue definir las variables del estudio. A partir de un cuestionario ya validado que se utilizó en una investigación de referencia (Soto, 2012) y del contenido del marco teórico, se establecen las variables en las que se enfoca el estudio. La definición de las variables se detalla en un apartado posterior.

El cuarto paso, que se realizó a la par de la definición de las variables, es la definición del instrumento de recolección de datos. Como ya se mencionó, se tomó de base un cuestionario ya validado, pero éste fue sometido a adecuaciones teóricas, estructurales, técnicas y de actualización económica y de mercado, para ajustarse al planteamiento del estudio.

El paso siguiente fue la recolección y procesamiento de los datos. La recolección se realizó a través del cuestionario en línea en la plataforma Forms. El procesamiento de los datos se realizó en el programa Microsoft Excel. Los datos se procesaron en la búsqueda de frecuencias, tendencias, medias, modas y asociaciones cualitativas por medio de tablas de contingencia.

El sexto paso fue el análisis de los datos en la búsqueda de las asociaciones cualitativas estadísticamente significativas que marcaran la influencia de las variables (o factores de influencia) sobre la aceptación de los sistemas. Partiendo de este análisis se realizó la discusión e interpretación de los resultados.

3. Alcance

El alcance de este estudio se delimita temporalmente al año 2021 –para el diseño metodológico, la recolección de datos y su procesamiento– durante la situación de

pandemia por el COVID-19. La delimitación espacial se hace a la ciudad de Hermosillo, Sonora, México.

4. Preguntas de investigación

1. ¿Cuál es el porcentaje de aceptación de la población de estudio hacia la implementación de un sistema de tratamiento y reutilización de aguas grises (STRAG) en el hogar?
2. El mercado potencial para un sistema de tratamiento y reutilización de aguas grises (STRAG) ¿puede identificarse, como para cualquier otro producto o servicio, aplicando las teorías de marketing sobre los factores que influyen al consumidor?
3. ¿Qué variables influyen en la percepción de la sociedad respecto a la aceptación de un sistema de tratamiento y reutilización de aguas grises (STRAG) en su hogar?

5. Objeto de estudio

El objeto de estudio es el mercado potencial para la implementación de un sistema de tratamiento y reutilización de aguas grises (STRAG) domésticas en vivienda unifamiliar.

6. Lugar que ubica al objeto de estudio

El objeto de estudio antes descrito se acota a la ciudad de Hermosillo, Sonora, México.

7. Selección y tamaño de la muestra

Debido a las limitaciones por la pandemia por la COVID-19 y tomando en cuenta el tipo y alcance del estudio, los participantes que conformaron la población de estudio se seleccionaron de manera no probabilística a través de la técnica de bola de nieve, de tipo exponencial. La selección consistió en distribuir el cuestionario por correo electrónico a 16

participantes seleccionados por conveniencia y que estos lo compartieran a cinco posibles participantes más y se abriera el rango de distribución hasta lograr un tamaño de la muestra estadísticamente aceptable para poder visualizar tendencias en los resultados. Como ya se mencionó, los prerrequisitos para los participantes, además de la condición de vivir en la ciudad de Hermosillo, eran que debían contar con internet, con correo electrónico y con la habilidad de responder un cuestionario en Forms de Microsoft Office.

El tamaño de la muestra se determinó por conveniencia debido, principalmente, a las limitaciones de tiempo. Se consideró primeramente la amplitud del universo, que corresponde a la cantidad de viviendas de la ciudad de Hermosillo que es de aproximadamente 273 000 (IMPLAN, 2018), que, como es mayor a 100 000, se considera infinita. Cabe señalar que los individuos participantes representan al conjunto de habitantes de una vivienda. El siguiente parámetro considerado para la selección a conveniencia del tamaño de la muestra fue la varianza o desviación típica, que para este caso se estimó por proporción (P) de 50% puesto que no se tenía una estimación previa. Entonces la varianza es igual a $P \times Q$ –donde $Q=1-P$ –. El siguiente parámetro fue el nivel de confianza que, para este caso, se tomó del 95.5% –correspondiente a $z=2$ – por proporcionar un alto nivel de confiabilidad de resultados y ser el criterio habitual que se sigue en este tipo de estudios. Con estas consideraciones, se recurrió a unas tablas para la determinación del tamaño de la muestra (López-Roldán y Fachelli, 2015, p. 28), seleccionando a conveniencia un tamaño de 200, lo que implica un error muestral (e) del 7.1%.

La fórmula a la que hace referencia la tabla utilizada (López-Roldán y Fachelli, 2015, p. 28) es:

$$e = z \sqrt{\frac{PQ}{n}}$$

Donde:

e = error muestral

z = número de unidades de desviación que indica el nivel de confianza adoptado

n = tamaño de la muestra

P = proporción (o porcentaje) de individuos que tienen una característica

Q = proporción (o porcentaje) de individuos que no tienen la característica

Al distribuir el cuestionario a través de la técnica de bola de nieve, de tipo exponencial, al cabo de 2 meses se superó ligeramente el tamaño de la muestra logrando la participación de un total de 212 individuos.

8. Instrumento de recolección y manejo de datos

Para la recolección de datos se tomó de base un instrumento ya existente (ver Anexo 01) y validado por otra investigación realizada por Soto (2012) para la ciudad de Tijuana. Dicho instrumento, a su vez, está basado en Pombo (2004), por lo que, para esta investigación, se realizó una adecuación del instrumento utilizado por Soto (2012) siguiendo la línea teórica de Pombo (2004), que gira en torno al concepto de voluntad de pago, y lo planteado en el marco teórico sobre la sustentabilidad y el mercado potencial, además de una adecuación económica al mercado local según precios y disponibilidad de productos.

También se realizaron adecuaciones en la estructura reordenando las preguntas y agrupando varias en una sola, además de cambiar, donde fue necesario, las opciones de respuesta a una escala de Likert de 5 puntos.

El instrumento es un cuestionario que quedó estructurado en dos secciones. La primera sección sirve para recolectar los datos generales de los participantes, estos ayudan a definir su perfil y el de sus viviendas. La segunda sección se compone de 10 preguntas para conocer su percepción sobre el tema. En el anexo 02 se presenta el cuestionario base que, para su distribución y aplicación en línea, fue elaborado en el programa Microsoft Forms.

Se realizó una prueba piloto de aplicación del cuestionario del día 17 al 23 de junio con el fin de corroborar el fácil entendimiento por parte de los participantes. Dicha prueba se aplicó a un pequeño grupo de personas correspondiente al 5% de la muestra. Habiendo confirmado con la retroalimentación que el lenguaje utilizado era accesible y no generaba dudas, se procedió a iniciar la recolección de datos.

Se inició la distribución del cuestionario de manera digital el día 24 de junio de 2021 a una cantidad de 16 participantes quienes a su vez compartieron el cuestionario por invitación en cadena. La recolección de datos se completó el día 24 de agosto de 2021, logrando la muestra de 212 participantes.

9. Definición de las variables

Del análisis del cuestionario de referencia (Soto, 2012), de la teoría de Pombo (2004) sobre la voluntad de pago y de las teorías de marketing acerca de los factores que influyen al consumidor (Kotler y Armstrong, 2013), se realizaron los ajustes al cuestionario y se definieron las variables dependientes e independientes para este estudio. En las Tablas 1 y 2 se detallan dichas variables.

Tabla 1. Variables independientes definidas para el estudio.

Nombre de la variable independiente	Unidad o categoría de medición
Edad	Años (en número)
Sexo	Hombre/Mujer
Grado de estudios	Primaria/Secundaria/Preparatoria/Carrera técnica/Licenciatura/Especialidad/Maestría/Doctorado
Profesión	Respuesta abierta (texto)
Ocupación	Respuesta abierta (texto)
Nivel de ingreso familiar mensual	Entre 4,250 y 8,500 pesos/Entre 8,500 y 12,750 pesos/Entre 12,750 y 17,000 pesos/Más de 17,000 pesos
Número de habitaciones de la vivienda	Número
Número de baños de la vivienda	Número
Número de habitantes de la vivienda	Número
Colonia de la vivienda	Respuesta abierta (texto)
Gasto mensual en consumo de agua	Entre 100 y 200 pesos/Entre 200 y 350 pesos/Entre 350 y 500 pesos/Más de 500 pesos
Estrategia para ahorrar agua	Sí/No
Educación ambiental	Sí/No
Conocimiento sobre las aguas grises	Sí/No
Conocimiento sobre tratamiento y reutilización de aguas grises	Sí/No
Motivación para implementar un STRAG	Las condiciones locales de escasez de agua/La conciencia ambiental/Estar a la moda con las tendencias sustentables/Las malas condiciones del servicio de agua potable en la ciudad/La convicción de que puedo poner un buen ejemplo a quienes me rodean y a las futuras generaciones/El ahorro económico a largo plazo/Otra
Obligatoriedad de implementar un STRAG	Sí/No

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 2. Variables dependientes definidas para el estudio.

Nombre de la variable dependiente	Unidad o categoría de medición
Probabilidad de aceptación de un STRAG	Totalmente probable/Muy probable/Medianamente probable/Poco probable/Nada probable
Probabilidad de aceptación de un STRAG en nueva construcción	Totalmente probable/Muy probable/Medianamente probable/Poco probable/Nada probable
Disposición a gastar en un STRAG	No dispuesto/Alrededor de 8,000 pesos/Alrededor de 15,000 pesos/Alrededor de 26,000 pesos/Alrededor de 30,000 pesos/Más de 30,000 pesos
Probabilidad de aceptación de un STRAG a crédito	Totalmente probable/Muy probable/Medianamente probable/Poco probable/Nada probable

Fuente: Elaboración propia.

RESULTADOS

En este apartado se presentan los resultados obtenidos. Como se ha mencionado anteriormente, los datos se analizaron primeramente en la búsqueda de frecuencias, tendencias, medias y modas, y posteriormente se analizaron asociaciones cualitativas por medio de tablas de contingencia. A continuación se describen los resultados más relevantes obtenidos en esta investigación y su análisis cuantitativo respecto a frecuencias, tendencias, medias y modas. En la última sección se presenta el análisis de las asociaciones cualitativas.

Antes de mostrar los resultados, cabe aclarar que, debido a las limitaciones previamente comentadas, el tamaño de la muestra se determinó a conveniencia y la selección se realizó de manera no probabilística. Por ello, previamente al análisis de los datos se realizó un mapa en el que se analiza la dispersión de los participantes según la colonia en la que habitan. Esto con el fin de corroborar que la muestra resulta representativa de la ciudad de Hermosillo. Como puede verse en la Figura 1, la muestra no se concentra en una zona sino que se dispersa por gran parte de la ciudad.

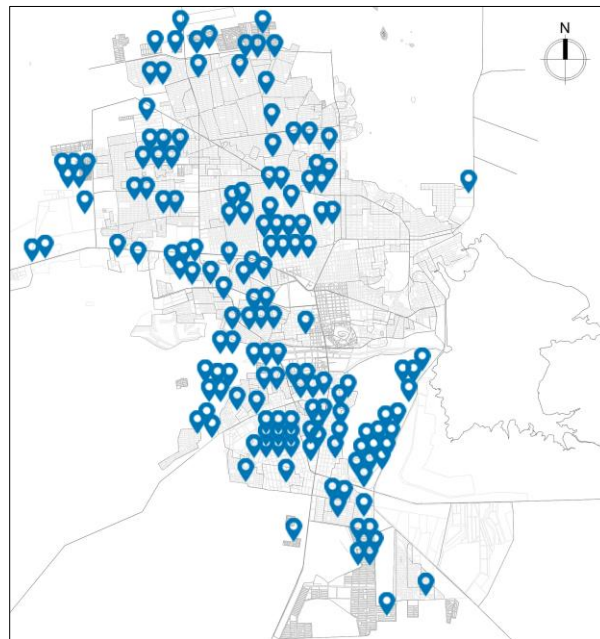


Figura 1. Gráfico que muestra la dispersión por la ciudad de Hermosillo de los participantes que conformaron la muestra.

Fuente: Elaboración propia.

1. Perfiles generales

La primera sección del cuestionario permitió obtener las características generales de los participantes e identificar el perfil general de la muestra. Primeramente, en la Figura 2, se presenta el porcentaje de hombres y mujeres que conformaron la muestra.

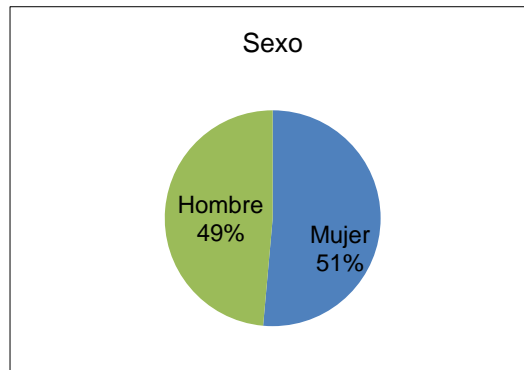


Figura 2. Gráfico que muestra el porcentaje de hombres y mujeres que conformaron la muestra.

Fuente: Elaboración propia.

La relación de los encuestados muestra que el 51% corresponde a mujeres y el 49% a hombres.

En cuanto a los grupos etarios que participaron en la presente investigación, el promedio de edad de los participantes fue de 39 años, mientras que la moda fue de 28 años. El detalle de estos datos se encuentra ilustrado en la Figura 3.

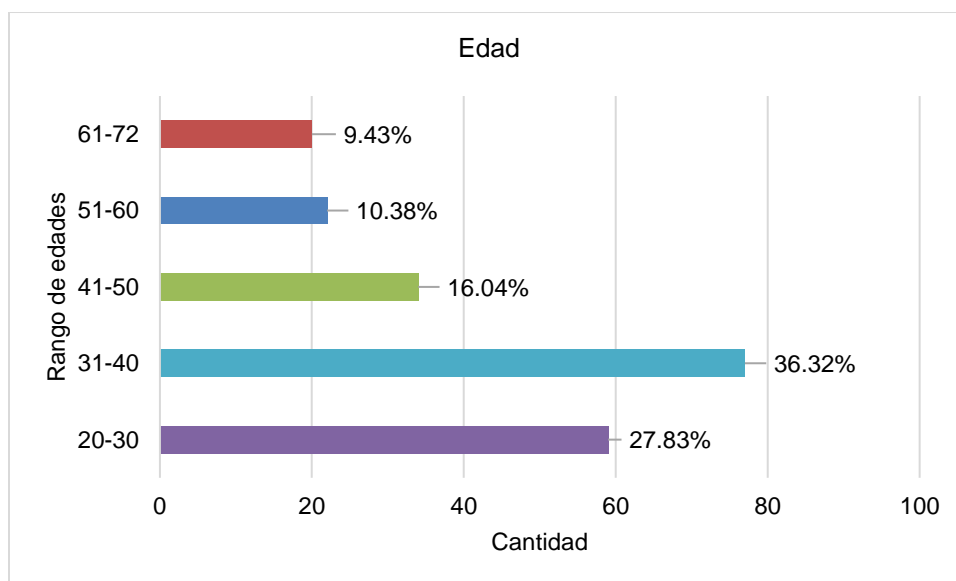


Figura 3. Gráfico que muestra los grupos de edad de los participantes.

Fuente: Elaboración propia.

En cuanto al nivel de ingreso familiar mensual, este corresponde al total de percepciones de los miembros de una familia. De acuerdo con lo expresado en las respuestas, el 39.62% de los participantes perciben más de \$17,000 MXN al mes, seguido del 25.94% con un ingreso mensual entre \$12,750 y \$17,000 MXN. En general el nivel de ingreso familiar de los participantes es de medio a alto tal como se puede apreciar en la Figura 4.

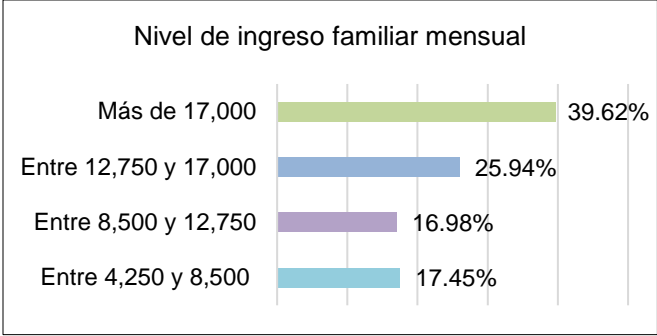


Figura 4. Gráfico que muestra el nivel de ingreso familiar mensual de los participantes.
Fuente: Elaboración propia.

Otro criterio general de la muestra es el gasto de agua por vivienda. La moda es entre \$200 y \$350 MXN y representa el 46.70% del total de los encuestados, seguido del 34.43% que gasta entre \$100 y \$200 MXN. Esto representa un gasto monetario muy bajo por elpreciado líquido (véase la Figura 5).

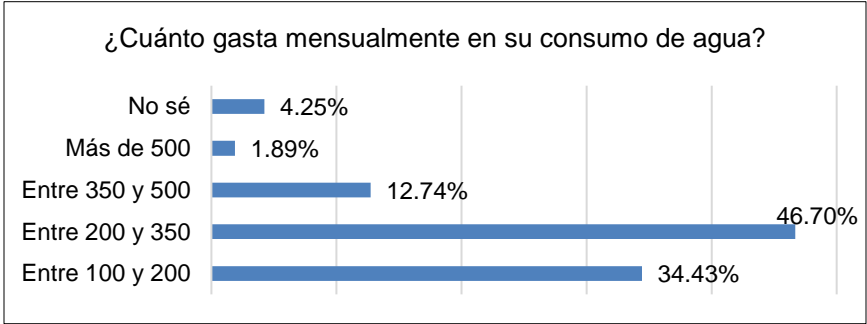


Figura 5. Gráfico que muestra el gasto mensual por consumo de agua por vivienda.
Fuente: Elaboración propia.

La siguiente característica de la muestra alude al grado de estudios de los participantes de la muestra. La investigación arrojó que la moda del nivel de escolaridad de los encuestados es de licenciatura. Los encuestados con nivel licenciatura representan el 51.42%, seguido de nivel maestría con el 14.62% y carrera técnica con el 12.74%. Esto se detalla en la Figura 6.

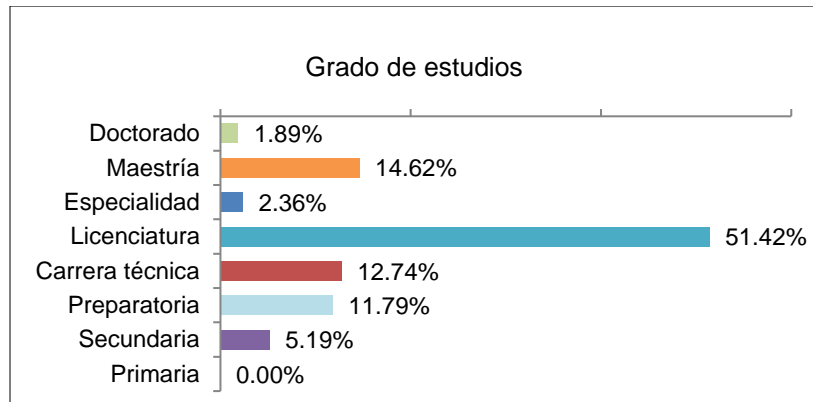


Figura 6. Gráfico que muestra el grado de estudio de los participantes.
Fuente: Elaboración propia.

Continuando con la formación escolar de los participantes, se les cuestionó si tenían específicamente algún tipo de educación ambiental, a lo cual el 32% respondió sí contar con dicha formación y el 68% restante que no tuvo ese tipo de educación (véase la Figura 7).

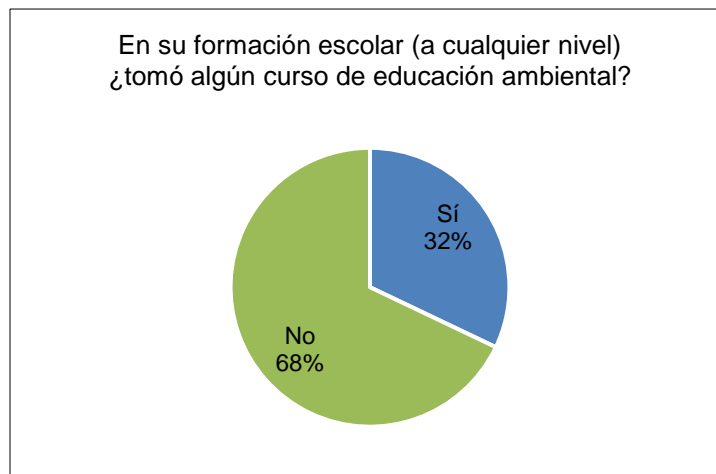


Figura 7. Gráfico que muestra la formación ambiental de los participantes.
Fuente: Elaboración propia.

Por último, de acuerdo con los datos, el 66% de las personas encuestadas no utilizan alguna estrategia para ahorrar agua en sus viviendas y solo el 34% de los participantes aplica algún método, tal como se ilustra en la Figura 8.

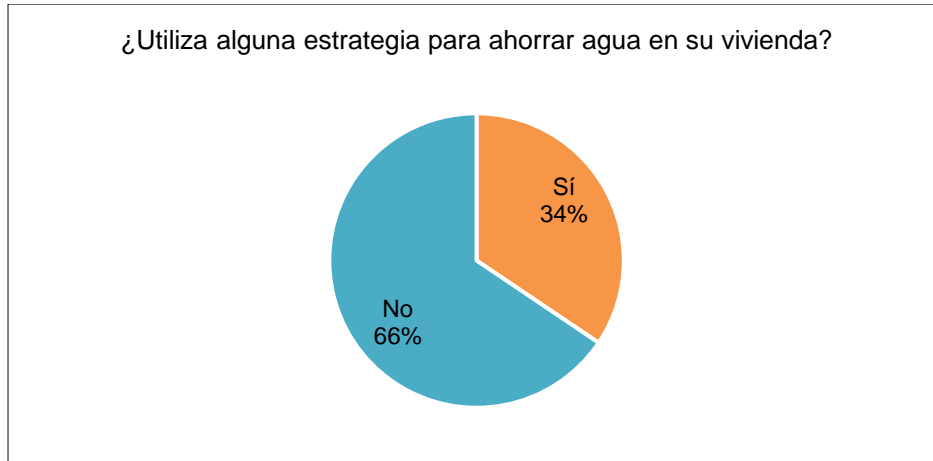


Figura 8. Gráfico que muestra si se utiliza alguna estrategia para ahorrar agua.
Fuente: Elaboración propia.

2. Percepción del tema

La primera parte del segundo apartado del cuestionario permite identificar la percepción de los participantes sobre el tema de los sistemas de tratamiento y reutilización de aguas grises.

En esta parte se explora el nivel de conocimiento que tienen los encuestados acerca del tema. El 77% de las personas que respondieron la encuesta conocían la definición del término de aguas grises. Sin embargo, el 64% de los participantes desconocían que al menos el 50% del agua sucia que se genera en su vivienda es agua gris (Figura 9 y 10).

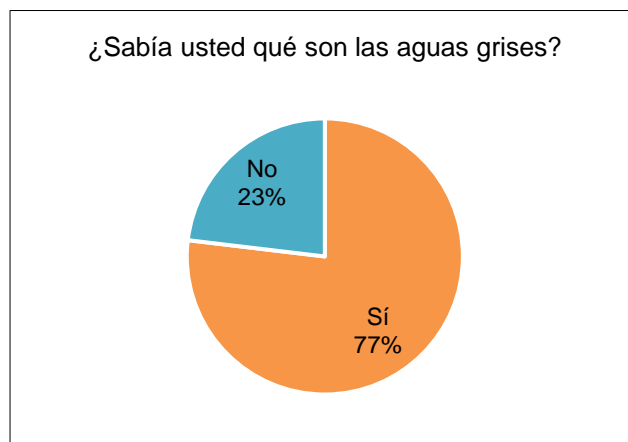


Figura 9. Gráfico que muestra el conocimiento de las aguas grises.
Fuente: Elaboración propia.

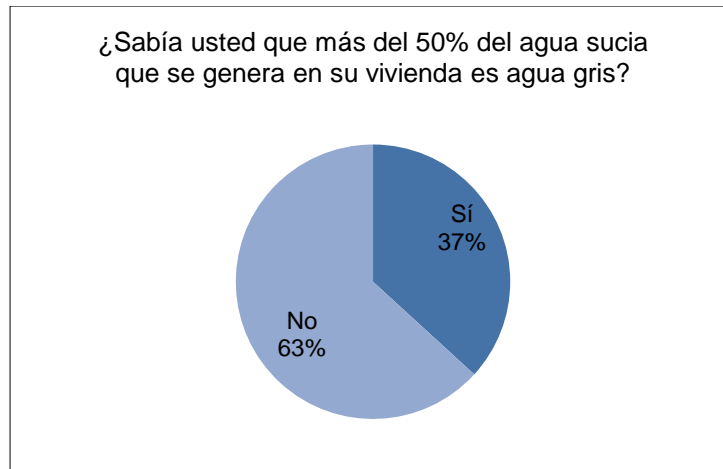


Figura 10. Gráfico que muestra el conocimiento del porcentaje de aguas grises que genera una vivienda.

Fuente: Elaboración propia.

De acuerdo con los resultados, el 61% de la muestra dijo estar enterada de que si se separan las aguas negras de las grises, estas últimas pueden ser reutilizadas, mientras que el 39% contestó que no conocían esta información, tal como aparece en la Figura 11.



Figura 11. Gráfico que muestra el conocimiento de la posibilidad de reutilización de las aguas grises en una vivienda.

Fuente: Elaboración propia.

Después de sondear el nivel de conocimiento de la muestra acerca de las aguas grises, enseguida se pregunta en específico sobre los tratamientos de aguas grises, a lo que el 60% de los encuestados responde no estar enterados acerca de la existencia de sistemas de tratamiento de aguas grises sencillos y sin problemas de malos olores, mientras que el 40% afirma sí conocer esta información (véase Figura 12).

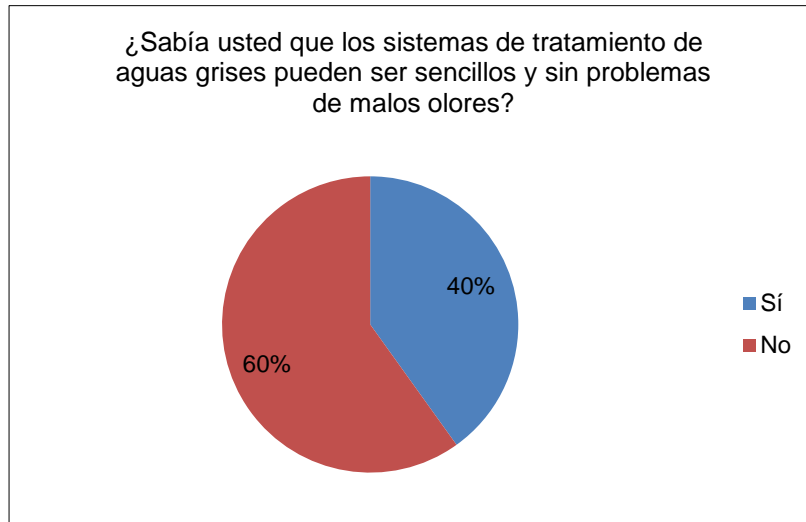


Figura 12. Gráfico que muestra el conocimiento acerca de los sistemas de tratamiento de aguas grises.
Fuente: Elaboración propia.

3. Aceptación de la implementación de un sistema de tratamiento y reutilización de aguas grises

El principal resultado, sobre el cual gira esta tesis, es la probabilidad de que los participantes acepten implementar un sistema de tratamiento y reutilización de aguas grises en sus viviendas.

Al respecto, de acuerdo a los resultados, más del 55% de los participantes estarían altamente dispuestos a implementar un sistema de tratamiento y reutilización de aguas grises en el hogar, correspondiendo este porcentaje a las respuestas entre totalmente probable y muy probable, 29.72% respondió medianamente probable y 14.62% opinó que es poco probable, y nadie expresó que no tendrían disposición de hacerlo. Obsérvese la Figura 13.

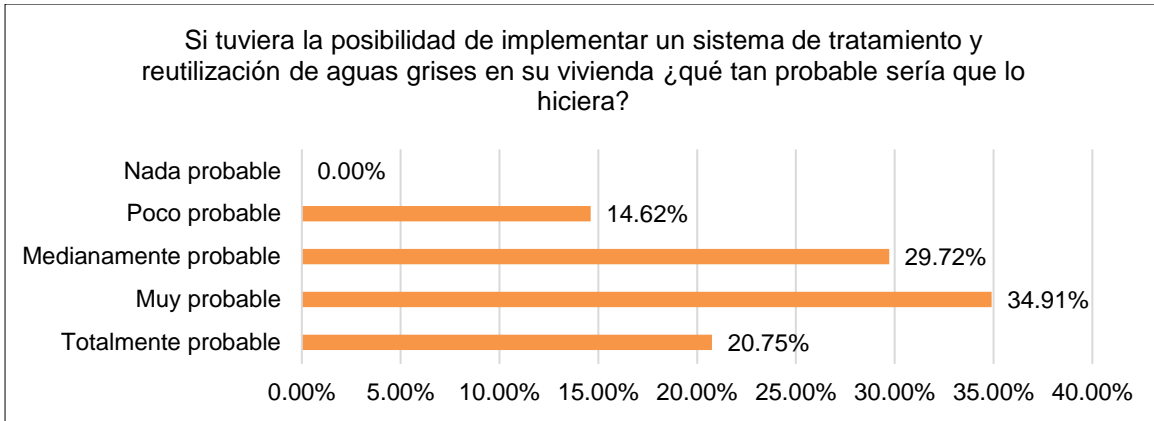


Figura 13. Gráfico que muestra la probabilidad de aceptación de los sistemas de tratamiento y reutilización de aguas grises en vivienda.

Fuente: Elaboración propia.

Por otra parte, el 38.68% de la muestra opinó que sería muy probable que implementaran un sistema de tratamiento y reutilización de aguas grises en un diseño de una nueva construcción debido a su costo bajo. El 29.25% expresó que sería medianamente probable, el 16% que sería totalmente probable, 15.09% que sería poco probable, y el 0.47% que no lo haría, tal como se muestra en la Figura 14.

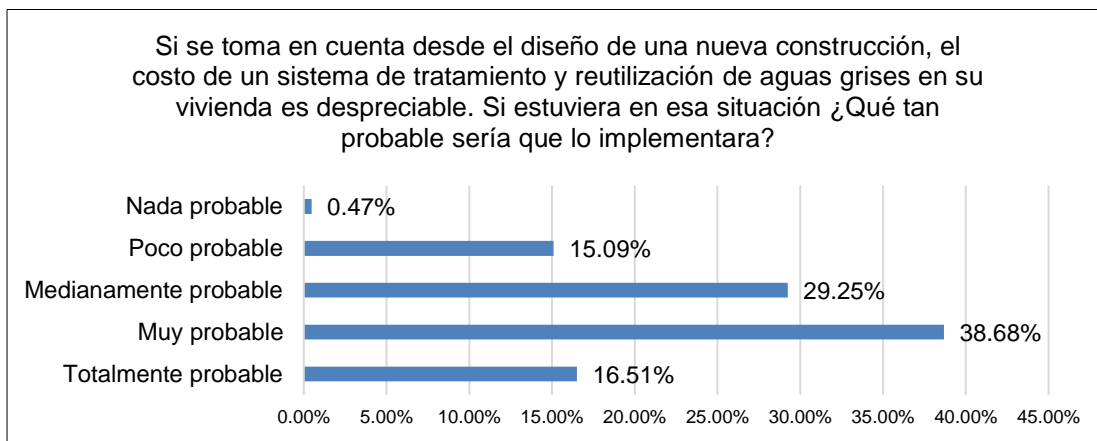


Figura 14. Gráfico que muestra la probabilidad de aceptación de los sistemas de tratamiento y reutilización de aguas grises en nuevas viviendas.

Fuente: Elaboración propia.

También se sondeó cuánto estarían dispuestos a invertir en una solución así. Se encontró que un 49.53% de los encuestados estarían dispuestos a gastar alrededor de \$8,000 MXN por un sistema de tratamiento de aguas grises en sus viviendas, seguido del 23.58% de los encuestados dispuestos a gastar alrededor de \$15,000 MXN. Esto se muestra en la Figura 15.

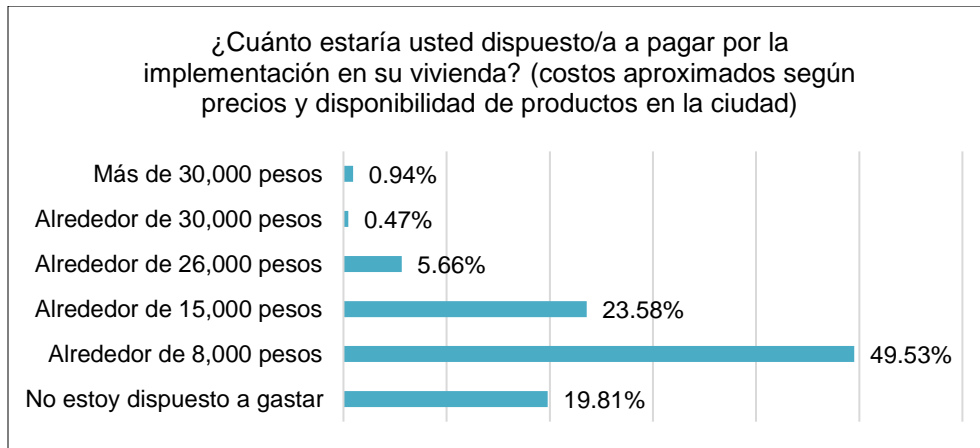


Figura 15. Gráfico que muestra la disposición al pago por la implementación de los sistemas de tratamiento y reutilización de aguas grises en vivienda.
Fuente: Elaboración propia.

Se consideró importante tomar en cuenta la opción de si con facilidades de financiamiento los participantes tenían mayor disposición por implementar un sistema de tratamiento y reutilización de aguas grises en sus hogares. Los resultados de la Figura 16 muestran que el pago a crédito no parece incentivar significativamente a los participantes.

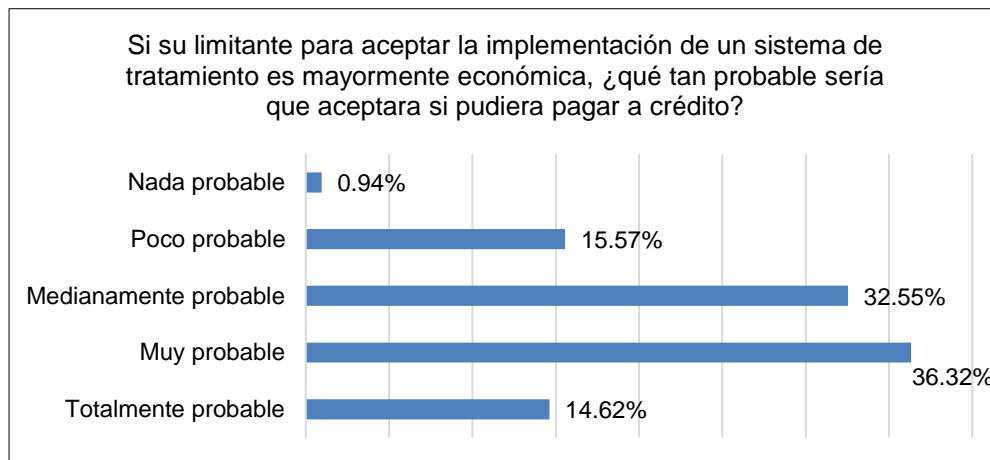


Figura 16. Gráfico que muestra la probabilidad de aceptación de los sistemas de tratamiento y reutilización de aguas grises en vivienda si son a crédito.
Fuente: Elaboración propia.

En la Figura 17 se muestra que el 58% implementaría un sistema de tratamiento y reutilización de aguas grises en su vivienda por motivos de conciencia ambiental, mientras que el 54% considera las condiciones locales de escasez de agua como la principal razón para implementar un sistema así. El 42% de la muestra seleccionó la opción de ahorro económico a largo de plazo, el 33% la convicción de que se puede poner un buen ejemplo, el 21% atribuye una decisión así a las malas condiciones del servicio de agua

potable en la ciudad, y por último, solo el 2% piensa que implementaría un sistema de tratamiento de agua por estar a la moda con las tendencias sustentables.

En esta pregunta los porcentajes no suman 100% debido a que se trata de una pregunta de opción múltiple, en la cual el encuestado podía seleccionar más de una respuesta.

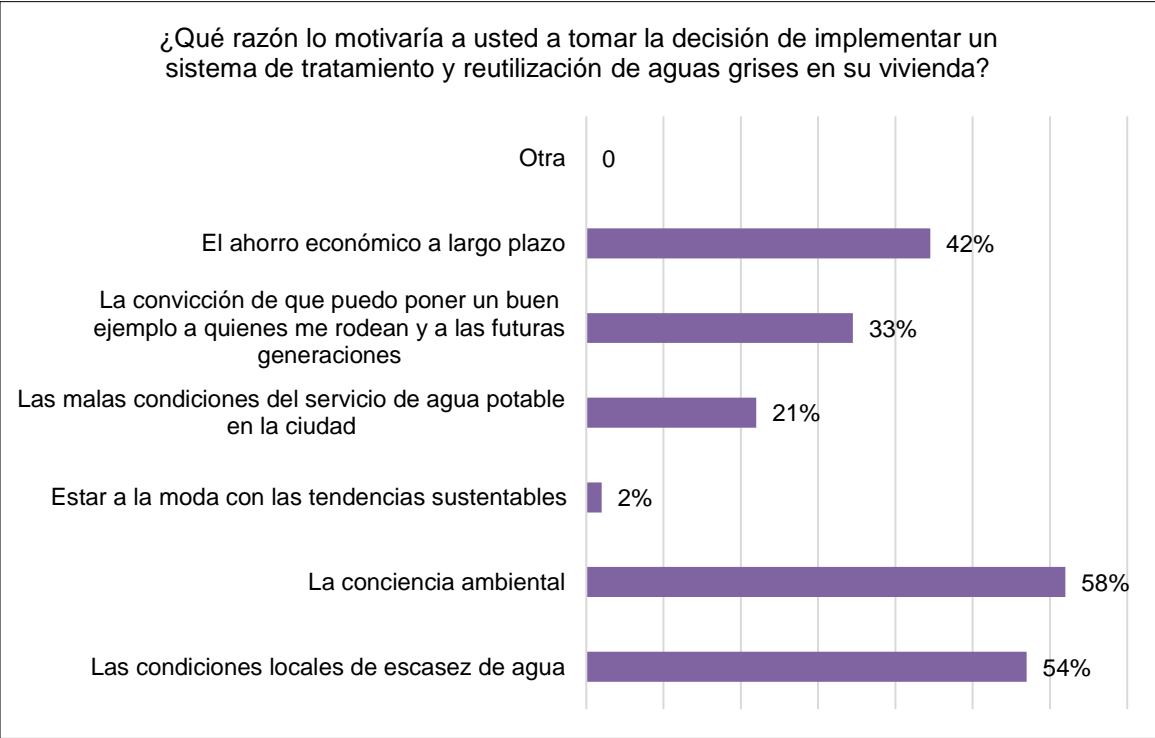


Figura 17. Gráfico que muestra las razones que motivan la aceptación de los sistemas de tratamiento y reutilización de aguas grises en vivienda.

Fuente: Elaboración propia.

Como se observa en la Figura 17, todos los encuestados muestran una actitud positiva hacia la implementación de un sistema de tratamiento de aguas grises, por lo que no sorprende que la mayoría (52%) considera que debería ser obligatorio utilizar un sistema de tratamiento de aguas grises. El 38% no están seguros y 16% está en contra de esta medida. Obsérvese la Figura 18.

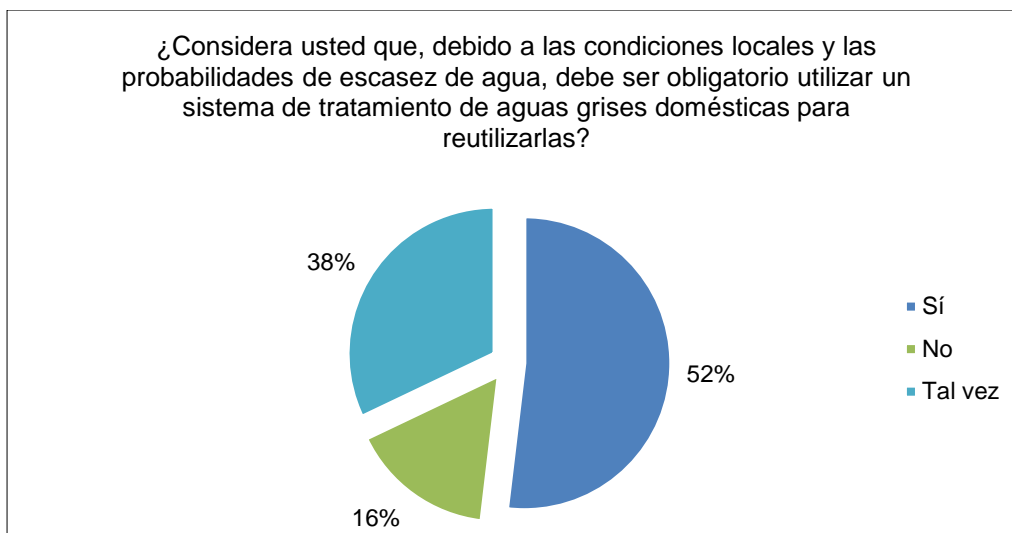


Figura 18. Gráfico que muestra la percepción sobre la obligatoriedad de los sistemas de tratamiento y reutilización de aguas grises en vivienda.

Fuente: Elaboración propia.

4. Identificación de los factores de influencia

Para identificar los factores que influyen sobre la decisión de aceptación de los sistemas de tratamiento y reutilización de aguas grises en el hogar, se recurrió a registrar y analizar los datos por medio de tablas de contingencia. Estas tablas permiten evidenciar la asociación entre la variable de aceptación de los sistemas en combinación con diversas variables para resaltar su influencia sobre la aceptación. A continuación se presentan las tablas de contingencia que presentaron los resultados más significativos. Los valores de las tablas están expresados en porcentajes.

Tabla 3. Asociación entre la aceptación de los STRAG y el sexo de los participantes.

Sexo	Nada probable	Poco probable	Medianamente probable	Muy probable	Totalmente probable	Total
Mujer	0	7	12	19	13	51
Hombre	0	8	18	16	8	49
Total	0	15	30	35	21	100

En la Tabla 3 se resalta que la mayor concentración de respuestas se presenta en las opciones “medianamente probable” y “muy probable”, tanto para mujeres como para hombres, quedando muy parejos, aunque con una ligera tendencia a mayor aceptación por parte de las mujeres.

Tabla 4. Asociación entre la aceptación de los STRAG y el grado de estudios de los participantes.

Grado de estudios	Nada probable	Poco probable	Medianamente probable	Muy probable	Totalmente probable	Total
Primaria	0	0	0	0	0	0
Secundaria	0	1	1	1	2	5
Preparatoria	0	4	4	3	1	12
Carrera técnica	0	2	3	5	3	13
Licenciatura	0	7	18	19	8	51
Especialidad	0	0	1	1	0	2
Maestría	0	1	2	6	5	15
Doctorado	0	0	0	0	1	2
Total	0	15	30	35	21	100

La mayor concentración de nuevo se presenta en la Tabla 4 en las opciones “medianamente probable” y “muy probable”, en esta ocasión coincidiendo en la misma línea de grado de estudios de “licenciatura”, lo que evidencia un alto grado de estudios relacionado con la aceptación.

Tabla 5. Asociación entre la aceptación de los STRAG y el nivel de ingreso familiar mensual de los participantes.

Nivel de ingreso familiar mensual	Nada probable	Poco probable	Medianamente probable	Muy probable	Totalmente probable	Total
Entre 4,250 y 8,500 pesos	0	3	3	8	3	17
Entre 8,500 y 12,750 pesos	0	3	5	5	4	17
Entre 12,750 y 17,000 pesos	0	6	8	7	5	26
Más de 17,000	0	2	14	15	9	40
Total	0	15	30	35	21	100

En la Tabla 5, la mayor concentración se da también en las opciones “medianamente probable” y “muy probable” en relación a un nivel de ingreso familiar mensual de más de 17,000 pesos.

Tabla 6. Asociación entre la aceptación de los STRAG y el gasto mensual por consumo de agua de los participantes.

Gasto por consumo de agua	Nada probable	Poco probable	Medianamente probable	Muy probable	Totalmente probable	Total
Entre 100 y 200	0	4	9	14	7	34
Entre 200 y 350	0	7	16	14	10	47
Entre 350 y 500	0	2	3	6	2	13
Más de 500	0	0	0	0	1	2
No sé	0	2	1	0	0	4
Total	0	15	30	35	21	100

En la Tabla 6 se evidencia el menor gasto por consumo de agua, entre 100 y 350 pesos mensuales, en relación también a las opciones “medianamente probable” y “muy probable”.

Tabla 7. Asociación entre la aceptación de los STRAG y la utilización de alguna estrategia para ahorro de agua en la vivienda de los participantes.

Estrategia para ahorrar agua en su vivienda	Nada probable	Poco probable	Medianamente probable	Muy probable	Totalmente probable	Total
No	0	12	25	20	9	66
Sí	0	3	5	15	11	34
Total	0	15	30	35	21	100

En la Tabla 7 se resalta que la mayor concentración de respuestas se presenta en las opciones “medianamente probable” y “muy probable” en relación a quienes no utilizan actualmente alguna estrategia para ahorrar agua en su vivienda.

Tabla 8. Asociación entre la aceptación de los STRAG y la educación ambiental de los participantes.

Educación ambiental	Nada probable	Poco probable	Medianamente probable	Muy probable	Totalmente probable	Total
No	0	12	22	21	12	68
Sí	0	2	8	14	8	32
Total	0	15	30	35	21	100

Respecto a haber tenido educación ambiental, la mayor concentración de respuestas se presenta en las opciones “medianamente probable” y “muy probable” en relación a quienes no han tenido.

En cambio, en las Tablas 9 y 10, de nuevo la mayor concentración de respuestas se presenta en las opciones “medianamente probable” y “muy probable”, pero en relación a quienes sí sabían qué son las aguas grises y que éstas pueden ser tratadas y reutilizadas.

Tabla 9. Asociación entre la aceptación de los STRAG y el conocimiento de los participantes sobre qué son las aguas grises.

¿Sabía usted qué son las aguas grises?	Nada probable	Poco probable	Medianamente probable	Muy probable	Totalmente probable	Total
No	0	5	4	9	5	23
Sí	0	9	26	26	16	77
Total	0	15	30	35	21	100

Tabla 10. Asociación entre la aceptación de los STRAG y el conocimiento de los participantes sobre que las aguas grises pueden ser reutilizadas.

¿Sabía que las aguas grises pueden ser reutilizadas?	Nada probable	Poco probable	Medianamente probable	Muy probable	Totalmente probable	Total
No	0	8	10	11	9	39
Sí	0	6	19	24	12	61
Total	0	15	30	35	21	100

Tabla 11. Asociación entre la aceptación de los STRAG y la disposición de los participantes a pagar por un STRAG.

Disposición a pagar por un STRAG	Nada probable	Poco probable	Medianamente probable	Muy probable	Totalmente probable	Total
No estoy dispuesto a gastar	0	8	3	5	4	20
Alrededor de 8,000 pesos	0	6	14	19	10	50
Alrededor de 15,000 pesos	0	1	12	7	4	24
Alrededor de 26,000 pesos	0	0	0	4	1	6
Alrededor de 30,000 pesos	0	0	0	0	0	0
Más de 30,000 pesos	0	0	0	0	1	1
Total	0	15	30	35	21	100

En la Tabla 11 se resalta que la mayor concentración de respuestas de nuevo se presenta en las opciones “medianamente probable” y “muy probable” en relación a la disposición a pagar “alrededor de 8,000 pesos” por un STRAG.

Tabla 12. Asociación entre la aceptación de los STRAG y la consideración de los participantes sobre la obligatoriedad de los STRAG.

Obligatoriedad de los STRAG	Nada probable	Poco probable	Medianamente probable	Muy probable	Totalmente probable	Total
Sí	0	3	11	21	17	52
No	0	5	5	5	0	16
Tal vez	0	7	13	8	4	32
Total	0	15	30	35	21	100

Respecto a si deben ser obligatorios los sistemas de tratamiento y reutilización de aguas grises es las viviendas, en la Tabla 12 se resalta que la mayor relación se da entre las opciones “muy probable” y “totalmente probable” con la respuesta positiva “sí”.

Tabla 13. Asociación entre la aceptación de los STRAG en general y la aceptación de los STRAG si se implementan desde el diseño.

Implementar desde el diseño	Nada probable	Poco probable	Medianamente probable	Muy probable	Totalmente probable	Total
Nada probable	0	0	0	0	0	0
Poco probable	0	9	5	0	0	15
Medianamente probable	0	3	14	9	2	29
Muy probable	0	2	9	21	6	39
Totalmente probable	0	0	1	3	12	17
Total	0	15	30	35	21	100

Tabla 14. Asociación entre la aceptación de los STRAG en general y la aceptación de los STRAG si se pagan a crédito.

Pagar a crédito	Nada probable	Poco probable	Medianamente probable	Muy probable	Totalmente probable	Total
Nada probable	0	0	0	0	0	1
Poco probable	0	6	5	3	1	16
Medianamente probable	0	5	15	10	3	33
Muy probable	0	2	9	17	8	36
Totalmente probable	0	1	1	4	8	15
Total	0	15	30	35	21	100

En las Tablas 13 y 14 se resalta que no hay gran diferencia entre la aceptación general de los STRAG y la aceptación desde el diseño o a crédito puesto que las asociaciones que resaltan coinciden entre la misma probabilidad.

En resumen, alrededor de 85% la población estudiada acepta desde medianamente hasta totalmente los sistemas de tratamiento y reutilización de aguas grises para sus hogares. Alrededor del 65% de las respuestas se concentra en “medianamente probable” y “muy probable”. De las tablas se puede concluir que ese 65% de la población estudiada no presenta diferencias significativas en sus respuestas según su sexo, que tiene un grado de estudios alto de licenciatura, que también tiene un nivel de ingreso familiar mensual alto de más de 17,000 pesos, que consume poca agua, que no usa estrategias de ahorro de agua, que no tuvo educación ambiental en específico pero sí sabe qué son las aguas grises y que pueden ser tratadas y reutilizadas, que están dispuestos a pagar alrededor de 8,000 pesos por un STRAG y que consideran que deben ser obligatorios estos sistemas.

DISCUSIÓN E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

Como se mencionó al inicio de la presente investigación, el objeto de estudio es el mercado potencial para la implementación de un sistema de tratamiento y reutilización de aguas grises (STRAG) domésticas en vivienda familiar.

Se adecuó una encuesta como herramienta metodológica, la cual se aplicó a 212 habitantes de la ciudad de Hermosillo, Sonora, para conocer la probabilidad de aceptación de implementar un sistema de tratamiento y reutilización de aguas grises domésticas en sus viviendas.

Los resultados arrojaron que no hay una relación contundente entre ninguno de los factores que se consideraron (e.g. grupo etario, escolaridad, ingreso, etc.) con la posibilidad de ser potenciales consumidores o usuarios de un sistema de tratamiento y reutilización de aguas grises en la vivienda. Es decir, no hay un factor que ejerza una influencia decisiva sobre la aceptación de un STRAG. Sin embargo, los resultados muestran algunas tendencias que permiten identificar algunos de los factores que resultan importantes a considerar para la delimitación del mercado potencial.

Para iniciar el análisis, es importante retomar la distinción entre mercado potencial y un cliente efectivo. Como señalan Pérez y Pérez (2006) el mercado potencial, es el conjunto de personas que podría adquirir un producto o servicio, si se dan las circunstancias idóneas para ello, y en este trabajo se investigan qué características son relevantes para que una persona pueda formar parte de un mercado potencial y posteriormente convertirse en un cliente efectivo. Ollague (2018) comenta que para distinguir quién puede ser un usuario de un producto o servicio, se deben considerar aspectos tanto sociales como económicos.

Por otra parte, Kotler y Armstrong (2013) hacen una distinción entre factores personales, culturales, sociales, y psicológicos que influyen en la decisión de una persona para adquirir un producto o servicio. Dentro de los factores sondeados por el cuestionario están los personales como la edad, la ocupación y la situación económica; los factores culturales y sociales como el entorno educativo y la clase social como entidades que comparten valores, intereses e información que influyen las percepciones, y los

factores psicológicos como la motivación, la percepción, el aprendizaje y las actitudes. Enseguida se discute sobre el análisis de asociación entre estos factores y la disposición para implementar un sistema de tratamiento y reutilización de aguas grises en la vivienda.

La primera asociación entre variables que se intentó fue entre el sexo y la probabilidad de aceptación de los sistemas. En la Tabla 3 se destaca que la asociación entre variables se concentra mayormente entre las respuestas de “medianamente probable” y “muy probable” que se acepte un STRAG. El mayor porcentaje, 19%, corresponde a las mujeres que responden “muy probable” y el 18% corresponde a los hombres que responden “medianamente probable”. Esto se puede interpretar como que el factor personal de sexo quizá no sea determinante para identificar si alguien podría adquirir un sistema de tratamiento y reutilización de aguas grises, pero sí se nota una tendencia a mayor aceptación por parte de las mujeres.

Como se vio en el apartado de resultados, el grado de estudios de la muestra, que es un factor cultural y social, es alto. Como puede verse en la Tabla 4, las convergencias con mayores porcentajes son las de grado de estudios de licenciatura con las respuestas de “medianamente probable” y “muy probable” que se acepte un STRAG, con 18% y 19% respectivamente. Aunque no pueda afirmarse que entre mayor es el grado de estudios corresponde a mayor aceptación, sí puede observarse la correspondencia de la mayor aceptación por quienes tienen grado de estudios de licenciatura o mayor.

Otro de los factores que tiene que ver con el nivel de estudios y que es considerado un factor personal es la ocupación. Aunque las ocupaciones son variadas, se pudieron detectar 5 grupos generales. Así se encuentra que el 28% trabaja como profesional, el 21% trabaja en el ámbito específico de la educación, 8.5% son estudiantes de licenciatura o posgrado, 11% está jubilados o se dedican al hogar y el 31.5% restante son empleados o tienen ocupaciones informales. Según el grupo de ocupación varía el nivel de aceptación de los sistemas de tratamiento y reutilización de aguas grises. En el grupo de los profesionales la aceptación corresponde a la tendencia general con un 53.3% de mayor aceptación y un 46.7% de menor aceptación. Se recuerda que nadie rechaza completamente los sistemas de tratamiento y reutilización de aguas grises, solamente varía en grado de aceptación, con una tendencia a la mayor aceptación con un 55.66%. Por otra parte, el grupo que trabaja en la educación presenta una relación de 67% de mayor aceptación y 33% de menor aceptación. El grupo de los

estudiantes presenta la mayor aceptación con un 78%, seguido del grupo que se ocupa del hogar con un 70% de mayor aceptación, quedando el grupo de empleados y ocupaciones informales con solamente 40% de mayor aceptación.

Dentro de los factores psicológicos se encuentra la motivación, la percepción, el aprendizaje y las actitudes (Kotler y Armstrong, 2013). En la presente investigación, se consideraron la percepción y el aprendizaje en términos del conocimiento del público acerca del tema de las aguas grises domésticas y el potencial para su reutilización en la propia vivienda. Se relacionaron las variables de la formación ambiental y las del conocimiento de qué son las aguas grises y que éstas pueden ser reutilizadas con la variable de aceptación y las respectivas tablas de contingencia se presentan en las Tablas 8, 9 y 10. Al igual que en las asociaciones comentadas anteriormente, en estas tablas se observa que no es enteramente compatible el mayor conocimiento con la mayor aceptación, por lo que no se puede afirmar que el nivel de conocimiento acerca del tema influya completamente en la decisión de aceptar o no el sistema de tratamiento y reutilización de aguas grises. Esto no quiere decir que los factores culturales y sociales como el nivel conocimiento o acercamiento al tema no sean relevantes a la hora de decidir adquirir un sistema de tratamiento y reutilización de aguas grises, puesto que sí se distingue una relación positiva entre las respuestas de “medianamente probable” y “muy probable” que se acepte un STRAG con el conocimiento sobre el tema (ver Tablas 9 y 10). Sin embargo, contrasta con ello los mayores porcentajes presentados entre las respuestas de “medianamente probable” y “muy probable” que se acepte un STRAG con 22% y 21% respectivamente, con quienes no tuvieron una formación ambiental (ver Tabla 8).

Por último, la motivación y actitudes también forman parte de los factores psicológicos que pueden influenciar la disposición de una persona para formar parte de un mercado potencial (Kotler y Armstrong, 2013). En relación a este punto, por una parte, se analizaron las variables de las razones que motivan la decisión y, por otra, mediante tabla de contingencia, se analizó la consideración de la obligatoriedad de estos sistemas con la variable de la aceptación de los STRAG. Las razones más recurrentes seleccionadas por los participantes son la conciencia ambiental, con 58%, las condiciones locales de escasez de agua, con 54%, y el ahorro económico a largo plazo con 42%. Respecto a la obligatoriedad, la Tabla 12 muestra que la mayor aceptación está relacionada con la

respuesta positiva o la duda, en cambio solo en 16% (ver Figura 18) proporciona una respuesta negativa, coincidiendo mayormente con la menor aceptación.

Especialmente con la amplia aceptación que la población estudiada expresa, ya que 55.66% de la muestra expresa un sentir entre totalmente probable y muy probable, 29.72% medianamente probable y 14.62% poco probable, y nadie rechaza la opción del sistema de tratamiento y reutilización de aguas grises, podría esperarse que esta población estuviera ya actuando en pro del cuidado del agua. Sin embargo, es importante considerar que, aunque en el discurso nadie se opone a un sistema de tratamiento de aguas grises, cuando se les cuestionó acerca de sus hábitos actuales para saber si han implementado medidas para mejorar y optimizar el recurso del agua en sus hogares, el 66% de la muestra reconoció no llevar a la práctica ninguna medida. Al analizarse mediante la tabla de contingencia estas respuestas con la aceptación o disposición de implementar un sistema de tratamiento y reutilización de agua en el futuro, se pudo corroborar que no hay correspondencia positiva, puesto que la mayor relación se da entre las respuestas de “medianamente probable” y “muy probable” que se acepte un STRAG con 25% y 20% respectivamente, con quienes no utilizan estrategias para ahorrar agua en su vivienda (ver Tabla 7).

Si bien no se encontraron influencias determinantes entre ninguno de los factores antes mencionados y la aceptación de la implementación de un sistema de tratamiento de y reutilización de aguas grises en la vivienda, esto no debe interpretarse como una ausencia de influencia, sino como que el mercado potencial está determinado por una variedad de características poco precisas que en conjunto pueden propiciar una decisión.

Por otro lado, es importante tomar en cuenta las limitaciones metodológicas del presente estudio. En primer lugar, la herramienta se diseñó para ser enviada y contestada por correo electrónico, por lo tanto, para pertenecer a la muestra se necesitaban los prerrequisitos de contar con internet, con correo electrónico, y con la habilidad de manejar software de Microsoft Office, lo cual ya representa un sesgo en cuanto al nivel educativo y la clase social de los entrevistados, y ello se refleja en los datos obtenidos, con 83.02% de los encuestados con estudios de educación superior, mientras que los de educación media superior representaron el 11.79% y los de educación básica solo el 5.19%.

En segundo lugar, tal como Soto (2012) lo señala, los resultados obtenidos a partir de estudios hechos con cuestionarios solo los contestan quienes están dispuestos a hacerlo, lo cual genera un posible sesgo de auto-selección en la muestra. Esto quiere decir que quienes contestaron la encuesta ya tenían una predisposición a aceptar ya sea en el discurso o en la realidad la implementación de un sistema de tratamiento y reutilización de aguas grises. Es por eso que nadie rechaza la propuesta por completo.

Por otra parte, tal como se mencionó en la descripción del cuestionario, se agregaron unas preguntas para sondear la voluntad de pago. De acuerdo con Soto (2012, p. 48), “en ocasiones, aunque se tenga la voluntad para adoptar una nueva tecnología, es probable que no se cuente con la capacidad económica para adquirirla”. Esto quiere decir también que, aunque una persona cuente con cierta capacidad adquisitiva, esto no necesariamente será concordante con la aceptación y la inversión económica que harían. En ese sentido, Pombo (2004) considera que debe hablarse en términos de voluntad de pago y no solamente capacidad adquisitiva. Al respecto también se realizó un análisis mediante tabla de contingencia entre el nivel de ingresos y la aceptación (ver Tabla 5), obteniéndose porcentajes de asociación más variados, aunque sí con unos porcentajes poco mayores entre las respuestas de “medianamente probable” y “muy probable” que se acepte un STRAG con 14% y 15% respectivamente, con quienes tienen un nivel de ingreso de más de 17,000 pesos. Con esto no puede afirmarse que el nivel de ingresos sea determinante para definir quiénes podrían formar parte de un mercado potencial para la implementación de un sistema de tratamiento y reutilización aguas grises en la vivienda. Esto se debe precisamente a la no correspondencia entre la capacidad adquisitiva y la voluntad de pago.

Por otro lado, hay un dato aparentemente discordante pues al momento de sondear cuánto estarían dispuestos a pagar por implementar un sistema de tratamiento y reutilización de aguas grises para sus viviendas, el 80.19% sí está dispuesto a pagar alguna de las cantidades aproximadas planteadas, aunque no hayan aceptado completamente el sistema. Entonces, la mayoría, el 49.53%, de la muestra está dispuesta a pagar alrededor de \$8,000 MXN por un sistema de tratamiento y reutilización de aguas grises y el 30.66% estaría dispuesto a pagar arriba de \$15,000 MXN por un sistema así. El análisis mediante tabla de contingencia entre la variable del pago y la variable de la aceptación muestra relaciones que indican que no son precisamente correspondientes quienes aceptan el sistema y quienes aceptan pagar por él (ver Tabla 11). Por otra parte,

aún más discordante es el dato del 19.81% que expresó no tener interés en hacer una inversión así, porque el 45% de ellos (del 19.81%) manifiesta una total o muy alta probabilidad de aceptar un sistema de tratamiento y reutilización de aguas grises, además el 38% de ellos (del 45%) tiene un nivel de ingreso de medio a alto, es decir, aunque tengan capacidad adquisitiva aun así no están dispuestos a gastar, pero sí dicen aceptar implementar el sistema. Esto confirma la no correspondencia entre la capacidad adquisitiva y la voluntad de pago.

Otro aspecto económico a analizar se relaciona con el gasto mensual de agua. Se podría hipotetizar que, a mayor consumo de agua, mayor disposición a aceptar un sistema de tratamiento de aguas grises para la vivienda, ya que entre más elevado el pago por el servicio de agua más evidente sería el beneficio por la implementación de un sistema así. Sin embargo, el análisis mediante tabla de contingencia entre la variable del gasto mensual de agua y la variable de la aceptación para implementar un sistema de tratamiento y reutilización de aguas grises muestra que la relación es hasta cierto punto inversa, puesto que la Tabla 6 muestra que el mayor porcentaje de aceptación está mayormente relacionado con quienes tienen un gasto no mayor a 350 pesos mensuales. Por lo tanto, se demuestra que el que se tenga un alto gasto por consumo de agua no representa una influencia positiva en la aceptación de un STRAG, por el contrario, la tendencia muestra que son quienes gastan menos quienes más aceptan, aunque no se pueda afirmar que sea un factor determinante.

Dado que se ha demostrado que la capacidad adquisitiva no es un factor imprescindible para formar parte de un mercado efectivo, se le preguntó a la muestra qué tan probable sería que aceptaran este sistema si pudiera financiarse a través de un crédito, a lo cual la mayoría respondió que sería muy probable (36.32%). Nótese que no representa ni la mitad de los encuestados, por lo que podría pensarse que el financiamiento a crédito tampoco es factor determinante. Esto se comprueba con el análisis mediante tabla de contingencia (ver Tabla 14), donde se puede observar que la tendencia a la aceptación pagando a crédito no aumenta, incluso difiere la aceptación general a la aceptación a crédito. Entonces, tampoco se considera un factor decisivo para que un miembro de la muestra pueda pertenecer a un mercado efectivo.

El hecho de implementar un sistema de tratamiento de aguas grises desde el diseño de una nueva vivienda resolvería dos problemas a la vez, debido a que se

implementaría en una vivienda antes de habitarse, y se haría una inversión más económica. El análisis mediante tabla de contingencia (ver Tabla 13) muestra la mayor correspondencia entre variables, sin embargo, para que sea considerado un factor más relevante tendría que notarse una tendencia de mayor aceptación desde el diseño de una vivienda nueva que la aceptación general, lo cual no sucede.

De esta manera, se puede concluir que no hay una relación contundente entre el ingreso y el gasto de los participantes de la muestra con respecto a su voluntad de pago. Esto quiere decir que no es cierto que a mayor capacidad adquisitiva, mayor disposición a aceptar una inversión para implementar un sistema así y viceversa.

El 19.81% no está dispuesto a invertir en un sistema de tratamiento de aguas grises para la vivienda, a pesar de que el 45% de ellos manifiesta una total o muy alta probabilidad de aceptar un sistema de tratamiento y reutilización de aguas grises. Además, el 38% de ellos (del 45%) tiene un nivel de ingreso de medio a alto, es decir, aunque tengan capacidad económica aun así no están dispuestos a gastar, aunque manifiestan sí aceptar la implementación de un sistema.

En otras palabras, que no haya relaciones de influencia determinantes entre los factores personales, educativos, de ideologías y de hábitos, quiere decir que no hay una o algunas variables específicas que influyan directamente en la aceptación del sistema de tratamiento y reutilización de aguas grises, sino que son diversas las variables que influyen en la decisión. Además, hay una tendencia a aceptar (58% por motivos de conciencia ambiental y 54% por la escasez del agua) al menos en el discurso, pero al momento de enfrentar los costos monetarios hay algunos que dudan, o incluso se retractan.

Para finalizar, es importante resaltar que, aunque no haya influencias determinantes considerables, sí hay ciertas características que marcan algunas tendencias en el grupo (muestra) estudiado. Una de las que más resaltan es el alto grado de estudios, con 83.02% de los encuestados con estudios de educación superior. Esto parece involucrar también un conocimiento previo del tema y un alto grado de conciencia ambiental en general y de la situación local en particular. Otra característica que resalta es el alto nivel de ingreso familiar mensual. Según la Encuesta Nacional de Ocupación y Empleo (INEGI, 2022) solamente el 6% de los sueldos en México es mayor a los \$15,000

MXN. Aunque el dato proporcionado por los encuestados es el ingreso familiar –con varios posibles contribuyentes–, aun así se considera un ingreso alto, por arriba de la media, pues el 25.94% está entre \$12,750 y \$17,000 MXN y el 39.62% es de más de \$17,000 MXN. Otra característica considerable es la edad de quienes conformaron la muestra, pues el 64.15% está en un rango entre 20 y 40 años.

CONCLUSIONES

El objetivo del presente estudio fue identificar el mercado potencial para la implementación de un sistema de tratamiento y reutilización de aguas grises domésticas en vivienda unifamiliar, a través de identificar los factores personales, culturales, sociales, y psicológicos que influyen en la decisión de las personas para adquirir un producto o servicio.

La conclusión a la que se llegó fue que, en este primer acercamiento a la población de Hermosillo, Sonora, para la implementación de un sistema de tratamiento y reutilización de aguas grises domésticas en vivienda unifamiliar, es que no se encontró una determinante clara, estadísticamente contundente o significativa entre ninguno de los factores que se consideraron. Esto quiere decir que tomar la decisión de implementar o no un sistema así en el hogar no está definido exclusivamente por el grupo etario, ni la escolaridad, ni el ingreso, ni la ocupación, ni su conocimiento previo acerca de las aguas grises y su tratamiento, así como motivos personales como autoconcepto y creencias.

Algunas de las limitaciones importantes de esta investigación que pudo influir en este resultado fue el periodo histórico en el que se desarrolló esta investigación. Un evento de pandemia restringe de manera severa el número de personas con el que se podía entrar en contacto físico, por lo que se hicieron adaptaciones tecnológicas para poder llegar a la ciudadanía de Hermosillo, Sonora. El costo de esta adaptación fue que hubo un sesgo importante en la selección de la muestra, en tanto que sólo aquellos que tuvieran ciertas características pudieron participar. A continuación, se enlistan algunos de los sesgos resultantes:

- (i) La muestra debió contar con la suficiente escolaridad para saber leer, comprender y contestar un cuestionario sin intervención de un encuestador.
- (ii) La muestra debía contar con acceso a internet.
- (iii) La muestra debía contar con un correo electrónico.
- (iv) La muestra debía saber utilizar los formularios de Forms.

Estas adaptaciones claramente dejaron fuera a grandes sectores que conforman el tejido social de una ciudad, tales como personas sin escolaridad, sin acceso a internet, personas mayores que no saben utilizar ciertas herramientas en línea, entre otros. Sin embargo, esto no quiere decir que no se hayan encontrado ciertas tendencias que pueden ser un buen punto de partida para futuras investigaciones con muestras más extensas e instrumentos más finos.

La primera pregunta de investigación que se planteó fue cuál es el porcentaje de aceptación de la sociedad hacia la implementación de un sistema de tratamiento y reutilización de aguas grises en el hogar. En este respecto, el 34% de los encuestados reconocieron que sería muy probable, en segundo lugar, el 29.72% dijo que sería medianamente probable, el 20.75% dijo que sería totalmente probable y 14.62% dijo sería poco probable. Debe destacarse que nadie se pronunció totalmente en contra de un sistema de tratamiento de agua doméstico.

La segunda pregunta de investigación fue si el mercado potencial para un sistema de tratamiento y reutilización de aguas grises domésticas en vivienda unifamiliar en el contexto local de Hermosillo puede identificarse, como para cualquier otro producto o servicio, aplicando las teorías de marketing sobre los factores que influyen al consumidor. Para responder a esta pregunta, en los resultados no quedan claramente resaltados algunos factores como para aseverar que los considerados, según las teorías de marketing que se siguieron, son realmente los que están influyendo. Sin embargo, se encontró que la tendencia estadística que mejor podría contestar esta pregunta es que la población que podría adquirir un sistema así son las personas con un alto grado de estudios, dado que 83.02% de los encuestados contaba con estudios de educación superior. Parece ser que este dato se relaciona con el hecho de que poseían conocimiento previo acerca del tema y, por lo menos a nivel de discurso, mostraron un alto grado de conciencia ambiental. Otras características que saltaron fue un alto ingreso familiar mensual, con 39.62% de la muestra con un promedio de ingreso mensual de más de \$17,000 MXN.

Cabe aclarar que tener mayor poder adquisitivo no quiere decir que automáticamente se traduce como que tienen mayor probabilidad de implementar un sistema con las características que se plantean en este estudio, ya que, aunque la mayoría aceptaba una propuesta así, 58% por motivos de conciencia ambiental y 54% por la escasez del agua, cuando se planteó cuánto invertirían en una solución así, la mayoría reculó.

Por último, la tercera pregunta de investigación que guió este estudio cuestionaba las variables que influyen en la percepción de la sociedad con respecto a la aceptación de un sistema de tratamiento y la reutilización de aguas grises en su hogar. En este punto cabe mencionar que el resultado no fue claro, ya que, como se mencionó anteriormente, la mayoría de las personas tiene un discurso determinado y una autopercepción de sus creencias muy definidas, pero a la hora de pensar en costos, incluyendo opciones de financiamiento, la mayoría se mostró inseguro de querer adquirir un sistema así.

Por lo tanto, si bien este estudio no arrojó un resultado determinante acerca de cuál sería el mercado potencial de un sistema de tratamiento y reutilización de aguas grises para la vivienda, sí resultó un ejercicio efectivo para caracterizar algunos factores relevantes para tomar una decisión así. Como se mostró anteriormente, los primeros dos motivantes (conciencia ambiental 58% y escasez del agua 54%) son de naturaleza psicológica, es decir, se basan en una creencia, las cuales pueden o no dirigir las acciones de un individuo. Sin embargo, en tercer lugar se encuentra el ahorro económico a largo plazo con el 42% de votos, por lo que podría concluirse que, de manera real, una oportunidad o vía de desarrollo de un proyecto que quisiera implementar un sistema de tratamiento de aguas grises tendría que considerar en gran manera cómo satisfacer el rubro de la sustentabilidad ecológica, pero también la sustentabilidad económica de una vivienda.

RECOMENDACIONES

Existen varias áreas de oportunidad al abordar el tema de la sustentabilidad en la vivienda en una ciudad como Hermosillo, Sonora, especialmente cuando se trata de uno de los recursos más valiosos en el planeta en general, el agua, y particularmente en esta región árida donde escasea.

Por una parte, a nivel de investigación, se recomienda replantear la manera de aplicar el instrumento. Se podría ampliar la muestra en cantidad de participantes, con un mayor plazo de tiempo para recoger datos y analizarlos, y también se podría mejorar la selección de la muestra para tener muestras más heterogéneas y representativas de los habitantes de la ciudad de Hermosillo.

Por ejemplo, se podría implementar un método de cambaceo o de entrevistas en lugares públicos para asegurar que se tome en cuenta la opinión de personas de sustratos sociales y económicos distintos. Incluso se podría pensar en otras variables como distintos puntos geográficos de la ciudad, ya que hay zonas donde hay problemas con el suministro de agua. No es lo mismo el acceso de este recurso en el centro de la ciudad que en zonas aledañas como La Victoria, la calle 12, o incluso asentamientos irregulares como las invasiones.

Otra recomendación en cuanto a la investigación en sí es el formato de las preguntas. Un instrumento como el del presente estudio, al presentar opciones múltiples, reduce el universo de factores a considerar. Podría ser útil e interesante incluir una o dos preguntas abiertas, para que no haya sesgo de opinión con respecto al tema, ya que podrían surgir opiniones generalizadas que no están contempladas en el formato de encuesta de opción múltiple. Así, un estudio con posibilidades de análisis tanto cuantitativo como cualitativo enriquecería el conocimiento acerca del mercado potencial para implementar un sistema de tratamiento de aguas grises en su vivienda.

En cuanto al tema en general, sería recomendable realizar campañas de difusión de información, tanto del concepto de sustentabilidad integral (ambiental, social y económica), como poner a disposición de la población el conocimiento de diferentes

tecnologías que pueden resolver problemas a corto y largo plazo con un alto grado de eficiencia, tal como lo es la reutilización de los recursos naturales.

A nivel institucional, podrían presentarse proyectos de desarrollo de vivienda en órganos gubernamentales como la Secretaría de Infraestructura y Desarrollo Urbano (SIDUR) y Agua de Hermosillo para trabajar en estrategias de implementación de sistemas de tratamiento de agua desde el inicio de las obras, ya que, como se reveló en este estudio, las personas tienen mayor disponibilidad de adquirir estas tecnologías si se ofrecen desde el principio (ya incluidos en la obra, aunque haya que pagar algo extra al inicio), y hay más resistencia a implementar tecnologías a una infraestructura ya existente. Es importante considerar el financiamiento para poblaciones tanto privilegiadas como vulnerables, ya que en muchas ocasiones uno de los desmotivantes más poderosos es que no están en la posición de poder realizar un gasto inmediato y recuperar la inversión a largo plazo, aunque al final haya ahorros económicos.

REFERENCIAS

- Alexander, S. y Clark, B., 2016. The Benefits, Challenges, and Impediments of Greywater Use in EPA Region 5. Cleveland, OH: Great Lakes Environmental Finance Center/Levin College of Urban Affairs. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.2139/ssrn.2860254> [Consultado el 08/IV/2021].
- Álvarez, I., 2009. Sustainability reports as a tool to manage sustainability. Las memorias de sostenibilidad: Un instrumento para la gestión de la sostenibilidad. *Revista Española de Financiación y Contabilidad*, 38(144), pp. 677–697.
- Cosgrove, W. y Loucks, D., 2015. Water management: Current and future challenges and research directions. *Water Resources Research*, 51(6). pp. 4823-4839. Disponible en: <https://doi.org/10.1002/2014WR016869> [Consultado el 08/IV/2021].
- Diaper, C., Tjandraatmadja, G., Pollard, C., Tusseau, A., Price, G., Burch, L., Gozukara, Y., Sheedy, C. y Moglia, M., 2008. *Sources of critical contaminants in domestic wastewater: contaminant loads from household appliances*. Melbourne: CSIRO: Water for a Healthy Country National Research Flagship. Disponible en: <http://www.clw.csiro.au/publications/waterforahealthycountry/2008/wfhc-AnalysisHouseholdProducts.pdf> [Consultado el 04/III/2021].
- Díaz, E., Alvarado, A. y Camacho, 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). Pp. 78-97. Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=40123894005> [Consultado el 24/III/2021].
- Eriksson, E., Auffarth, K., Henze, M., y Ledin, A., 2002. Characteristics of grey wastewater. *Urban Water* 4, 85-104. Disponible en: [https://doi.org/10.1016/S1462-0758\(01\)00064-4](https://doi.org/10.1016/S1462-0758(01)00064-4) [Consultado el 24/III/2021].
- Flörke, M., Kynast, E., Bärlund, I., Eisner, S., Wimmer, F. y Alcamo, J., 2013. Domestic and industrial water uses of the past 60 years as a mirror of socio-economic development: A global simulation study. *Global Environmental Change*, 23(1). pp. 144–156. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/J.GLOENVCHA.2012.10.018> [Consultado el 07/IV/2021].
- Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO), 2015. *Aquastat - FAO's Global information System on Water and Agriculture. Water Use*. Disponible en: <http://www.fao.org/aquastat/en/overview/methodology/water-use/> [Consultado el 08/IV/2021].
- Hanning, A., Priem Abellsson, A., Lundqvist, U. y Svanström, M., 2012. Are we educating engineers for sustainability? Comparison between obtained competences and industry's needs. *International Journal of Sustainability in Higher Education*, 13(3). Pp. 305-320. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1108/14676371211242607> [Consultado el 24/III/2021].
- Hernández, R., Fernández, C. y Baptista, M. P., 2014. *Metodología de la investigación*, sexta edición. México: McGraw-Hill.
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI), 2022. *Encuesta Nacional de Ocupación y Empleo (ENOE), población de 15 años y más de edad*. Disponible en: <https://www.inegi.org.mx/programas/enoe/15ymas/> [Consultado el 08/III/2022].
- Jamrah, A., Al-Futaisi, A., Prathapar, S., y Al Harrasi, A., 2008. Evaluating greywater reuse potential for sustainable water resources management in Oman. *Environmental Monitorin and Assessment*, 137. pp. 315-327. Disponible en: <https://doi.org/10.1007/s10661-007-9767-2> [Consultado el 24/III/2021].
- Jefferson, B., Palmer, A., Jeffrey, P., Stuetz, R., y Judd, S., 2004. Grey water characterisation and its impact on the selection and operation of technologies for urban reuse. *Water Science and Technology*, 50(2). pp. 157-164. Disponible en: <https://doi.org/10.2166/wst.2004.0113> [Consultado el 24/III/2021].
- Kammerbauer, J., 2001. Las dimensiones de la sostenibilidad: fundamentos ecológicos, modelos paradigmáticos y senderos. *Interciencia*, 26(8). pp. 353-359. Disponible en: http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0378-18442001000800006 [Consultado el 25/III/2021].
- Kotler, P. y Armstrong, G., 2013. *Fundamentos de Marketing*. 11a ed. México: Pearson.
- Liu, S., Butler, D., Memon, F., Makropoulos, C., Avery, L. y Jefferson, B., 2010. Impacts of residence time during storage on potential of water saving for grey water recycling system. *Water research*, 44(1). pp. 267-277. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.watres.2009.09.023> [Consultado el 04/IV/2021].
- López-Roldán, P. y Fachelli, S., 2015. *Metodología de la investigación social cuantitativa*. Barcelona: UAB. Disponible en: <https://ddd.uab.cat/record/129382> [Consultado el 22/IV/2021].
- Núñez, E., 1997. *Guía para la preparación de proyectos de servicios públicos municipales*. México: INAP.
- Ollague, J., 2018. Marketing internacional. En: *El Marketing y su aplicación en diferentes áreas del conocimiento*. Coord. Por Noblecilla, M. y Granados, M. Machala, Ecuador: UTMACH. pp. 166-190. Disponible en: <http://repositorio.utmachala.edu.ec/handle/48000/12484> [Consultado el 24/III/2021].
- Olmos, M. y González, W., 2013. El valor de la sustentabilidad. *Ciencia y agricultura*, 10(1) pp. 91-100. Disponible en: <https://doi.org/10.19053/01228420.2831> [Consultado el 26/IV/2021].

- Oteng-Peprah, M., Acheampong, M. y deVries, N., 2018. Greywater Characteristics, Treatment Systems, Reuse Strategies and User Perception-a Review. *Water, air, and soil pollution*, 229, 255. <https://doi.org/10.1007/s11270-018-3909-8> [Consultado el 07/IV/2021].
- Pérez, D. y Pérez, I., 2006. *El conocimiento del mercado: análisis de clientes, intermediarios y competidores*. Material de apoyo MBA. Madrid: Escuela de Negocios, Escuela de Organización Industrial. Disponible en: <https://www.eoi.es/es/savia/publicaciones/20265/el-conocimiento-del-mercado-analisis-de-clientes-intermediarios-y-competidores> [Consultado el 24/III/2021].
- Pombo, A., 2004. Tijuana: Agua y salud ambiental (sus estrategias). Tijuana: El Colegio de la Frontera Norte.
- Rojas, K., 2018. *Diseño y aplicación de un sistema hidráulico de reutilización de las aguas grises, para disminuir el consumo de agua potable en vivienda familiar en el distrito de Japelacio – 2017*. Tesis de ingeniería. Moyobamba, Perú: Universidad Nacional de San Martín - Tarapoto. Disponible en: <http://repositorio.unsm.edu.pe/bitstream/handle/11458/3098/SANITARIA%20-%20Kary%20Rojas%20L%C3%B3pez.pdf?sequence=1&isAllowed=y> [Consultado el 23/III/2021].
- Soto, W. 2012. Sistemas de tratamiento de aguas grises domésticas, como una alternativa para la seguridad hídrica de Tijuana. Tesis de maestría. Tijuana, México: El Colegio de la Frontera Norte. Disponible en: <https://www.colef.mx/posgrado/tesis/2010921/> [Consultado el 4/V/2021].
- United Nations (UN), 2015. *The United Nations world water development report 2015: water for a sustainable world*. Disponible en: <https://www.unwater.org/publications/world-water-development-report-2015/> [Consultado el 08/IV/2021].
- United Nations (UN), 2018. *Sustainable Development Goal 6 Synthesis Report on Water and Sanitation 2018*. Disponible en: https://www.unwater.org/publication_categories/sdg-6-synthesis-report-2018-on-water-and-sanitation/ [Consultado el 08/IV/2021].
- Yu, Z., DeShazo, J., Stenstrom, M. y Cohen, Y., 2015. Cost-Benefit Analysis of Onsite Residential Graywater Recycling – A Case Study: the City of Los Angeles. *Journal AWWA*, 107(9). pp. E436-E444. Disponible en: <https://doi.org/10.5942/jawwa.2015.107.0124> [Consultado el 05 de abril de 2021].

ANEXO 01



ENCUESTA PARA ESTUDIO DE PERCEPCIÓN SOCIAL



"SISTEMAS DE TRATAMIENTO DE AGUAS GRISAS DOMÉSTICO, COMO UNA ALTERNATIVA PARA LA SEGURIDAD HÍDRICA"

FECHA:	
No. DE ENTREVISTA	

ENTREVISTADORA: *Wendy Soto Aguilar*

Esta encuesta es únicamente con fines de investigación, con su participación contribuirá a generar información valiosa para el tema del agua en la ciudad de Tijuana. Toda la información en esta encuesta es confidencial. Agradecemos de antemano su valiosa colaboración.

Las aguas grises domésticas son aquellas aguas que se generan de la regadera, lavamanos, lavadora y lava trastes. Un sistema de tratamiento de aguas grises es aquel que por algún proceso ya sea eléctrico, mecánico o natural, limpiará el agua gris con el fin de reutilizarla en otra actividad o desecharla con menos contaminación.

DATOS GENERALES

Lugar de entrevista: _____

Sexo del entrevistado: _____

Rol en el hogar: _____

Edad: _____

Grado de estudios: _____

Carrera profesional (si aplica): _____

Ocupación: _____

Religión: _____

Tiempo de residencia: _____

No. De habitantes en el hogar: _____



PREGUNTAS DE INTRODUCCIÓN AL TEMA

1. ¿Sabía usted qué son las "aguas grises"?
 - SI _____
 - NO _____
2. ¿Sabía usted qué son lo que son los sistemas de tratamiento de aguas grises?
 - SI _____
 - NO _____
3. ¿Sabía usted que las aguas grises pueden ser reutilizadas?
 - SI _____
 - NO _____

Marque con una X la respuesta que considere apropiada.

NIVEL SOCIOECONÓMICO

1. ¿Qué porcentaje de sus ingresos totales utiliza para cubrir el monto de su consumo mensual de agua?
 Menor a 5% _____ Entre 6 y 20% _____ Más de 21% _____ No sabe _____
2. ¿Cuánto gasta (en pesos) mensualmente en su consumo de agua? (en promedio).
 Entre \$50.00 y \$100.00 _____ Entre \$101.00 y \$500.00 _____ Más de \$501.00 _____ No sabe _____
3. ¿Sabía que casi el 50% del agua sucia que se genera en casa es agua gris?
 SI _____ NO _____
4. Si tuviera la posibilidad de adoptar algún sistema de tratamiento de aguas grises, ¿lo haría?
 SI _____ NO _____ (si su respuesta es NO, pase al a pregunta #9)
5. ¿Pagaría usted \$21,000.00 pesos por un sistema de tratamiento de aguas grises?
 SI _____ NO _____
6. ¿Pagaría usted \$15,000.00 pesos por un sistema de tratamiento de guas grises?



"SISTEMAS DE TRATAMIENTO DE AGUAS GRISAS DOMÉSTICO, COMO UNA ALTERNATIVA PARA LA SEGURIDAD HÍDRICA"

- SI _____ NO _____
7. ¿Pagaría usted \$11,000.00 pesos por un sistema de tratamiento de aguas grises?
 SI _____ NO _____
8. ¿Pagaría usted entre \$3,000.00 y \$7,000.00 pesos por un sistema de tratamiento de aguas grises?
 SI _____ NO _____
9. ¿Sabía usted que el metro cúbico de agua en la ciudad de Tijuana tiene el costo más alto de todo el país?
 SI _____ NO _____
10. ¿Cuántos baños tiene en casa?
 1 _____ 2 _____ 3 _____ Más de 3 _____ Ninguno _____
11. Si tuviera algún sistema de tratamiento de aguas grises en su hogar, ¿tiene alguna forma de almacenar el agua tratada?
 SI _____ NO _____ (si su respuesta es SI, mencione cuál)

PRESIÓN AMBIENTAL

12. ¿De qué modo se abastece usted de agua?
 Redes de agua potable _____ Pipas _____ Comparte de algún vecino _____
 No sabe _____ Otro _____
13. ¿Tiene algún método para ahorrar agua?
 SI _____ (si su respuesta es SI, Mencione cuál) _____ NO _____
14. ¿Qué razón lo motivaría a usted a tomar medidas de reúso de agua gris tratada?
 La escasez futura del agua _____ La suspensión constante del servicio de agua potable en la ciudad _____ Convicción sobre el cuidado del agua _____
 Otro _____

"SISTEMAS DE TRATAMIENTO DE AGUAS GRISAS DOMÉSTICO, COMO UNA ALTERNATIVA PARA LA SEGURIDAD HÍDRICA"

PRESIÓN SOCIAL

15. ¿Existe algún reglamento o condicionante que lo obligue a utilizar algún sistema de tratamiento de aguas grises en su posible vivienda?
 SI _____ NO _____ (si su respuesta es NO pase a pregunta #17)
16. Si no fuese obligatorio, ¿de cualquier modo adoptaría algún sistema de tratamiento de aguas grises?
 SI _____ NO _____
17. Considera que debido a las probabilidades de escasez de agua, ¿debe ser obligatorio usar un sistema de tratamiento de aguas grises para reusar el agua del hogar?
 SI _____ NO _____ No sabe _____

Agregue si desea algún comentario final respecto al tema de la adopción de sistemas de tratamiento de aguas grises para reúso de agua doméstica:

¡AGRADECEMOS SU AMABLE PARTICIPACIÓN!

ANEXO 02

Cuestionario

Presentación

Esta investigación se está realizando para la tesis titulada “Estudio de viabilidad para un sistema de tratamiento y reutilización de aguas grises domésticas en vivienda unifamiliar en la ciudad de Hermosillo, Sonora”, para la Licenciatura en Sustentabilidad de la Universidad de Sonora.

Todos los datos solicitados se tratarán de manera confidencial y únicamente con fines de investigación. Se agradece ampliamente su valiosa colaboración.

Introducción

Las aguas grises domésticas son las que provienen de descargas producidas en bañeras, duchas, lavabos, lavadoras y fregaderos.

La producción de aguas grises representa entre el 50 y el 80% del consumo total de agua de una vivienda.

Las aguas grises son fáciles de tratar y ya tratadas pueden ser reutilizadas mayormente para riego de jardines y para llenado de cisternas de inodoros, lo que ayuda a reducir el consumo de agua potable.

Datos generales

Edad

(respuesta abierta)

Sexo

- Hombre
- Mujer

Grado de estudios

- Primaria
- Secundaria
- Preparatoria
- Carrera técnica
- Licenciatura
- Especialidad
- Maestría
- Doctorado

Profesión (si aplica)

(respuesta abierta)

Ocupación

(respuesta abierta)

Nivel de ingreso familiar mensual

- Entre 4,250 y 8,500 pesos
- Entre 8,500 y 12,750 pesos
- Entre 12,750 y 17,000 pesos
- Más de 17,000 pesos

Número de habitaciones de su vivienda (incluyendo cocina, sala, recámaras, etc., sin incluir baños)

- 1
- 2
- 3
- 4
- 5
- 6
- 7
- Más de 7

Número de baños de su vivienda

- 1
- 2
- 3
- Más de 3

Número de habitantes de la vivienda

- 1
- 2
- 3
- 4

- 5
- Más de 5

Colonia en la que se encuentra su vivienda
(respuesta abierta)

¿Cuánto gasta mensualmente en su consumo de agua? (en promedio)

- Entre 100 y 200 pesos
- Entre 200 y 350 pesos
- Entre 350 y 500 pesos
- Más de 500 pesos
- No sé

¿Utiliza alguna estrategia para ahorrar agua en su vivienda?

- Sí ¿Cuál?
- No

En su formación escolar (a cualquier nivel) ¿tomó algún curso de educación ambiental?

- Sí
- No

Preguntas

1. ¿Sabía usted qué son las aguas grises?

- Sí
- No

2. ¿Sabía usted que más del 50% del agua sucia que se genera en su vivienda es agua gris?

- Sí
- No

3. ¿Sabía usted que en su vivienda si las aguas grises se separan de las negras pueden ser reutilizadas?

- Sí
- No

4. ¿Sabía usted que los sistemas de tratamiento de aguas grises pueden ser sencillos y sin problemas de malos olores?

- Sí
- No

5. Si tuviera la posibilidad de implementar un sistema de tratamiento y reutilización de aguas grises en su vivienda ¿qué tan probable sería que lo hiciera?

- Totalmente probable
- Muy probable
- Medianamente probable
- Poco probable
- Nada probable

6. Si se toma en cuenta desde el diseño de una nueva construcción, el costo de un sistema de tratamiento y reutilización de aguas grises en su vivienda es despreciable. Si estuviera en esa situación ¿qué tan probable sería que lo implementara?

- Totalmente probable
- Muy probable
- Medianamente probable
- Poco probable
- Nada probable

7. Si es una vivienda ya construida, además del sistema de tratamiento y reutilización, se requiere realizar adecuaciones en las instalaciones. ¿Cuánto estaría usted dispuesto/a a pagar por la implementación en su vivienda? (costos aproximados según precios y disponibilidad de productos en la ciudad)
- No estoy dispuesto/a a gastar.
 - Alrededor de 8,000 pesos por un sistema de filtración simple, hecho en casa, solamente para riego de jardín de flujo intermitente, sin tanque de almacenamiento.
 - Alrededor de 15,000 pesos por un sistema de filtración simple, hecho en casa, solamente para riego de jardín controlado, con tanque de almacenamiento.
 - Alrededor de 26,000 pesos por un sistema de biodigestor autolimpiable, con tanque de almacenamiento, para riego de jardín, lavado de automóviles y otros usos.
 - Alrededor de 30,000 pesos por un sistema de biodigestor autolimpiable, con tanque de almacenamiento, para llenado de cisternas de inodoros, riego de jardín, lavado de automóviles y otros usos.
 - Más de 30,000 pesos por agregar más filtros o utilizar otros sistemas más complejos para lograr mejor calidad del agua tratada y con ello más opciones de reutilización.
8. Si su limitante para aceptar la implementación de un sistema de tratamiento y reutilización de aguas grises en su vivienda es mayormente económica, ¿qué tan probable sería que aceptara si pudiera pagar a crédito?
- Totalmente probable
 - Muy probable
 - Medianamente probable
 - Poco probable
 - Nada probable
9. ¿Qué razón lo motivaría a usted a tomar la decisión de implementar un sistema de tratamiento y reutilización de aguas grises en su vivienda? (puede seleccionar más de una opción)
- Las condiciones locales de escasez de agua
 - La conciencia ambiental
 - Estar a la moda con las tendencias sustentables
 - Las malas condiciones del servicio de agua potable en la ciudad
 - La convicción de que puedo poner un buen ejemplo a quienes me rodean y a las futuras generaciones
 - El ahorro económico a largo plazo
 - Otra ¿cuál?
10. ¿Considera usted que, debido a las condiciones locales y las probabilidades de escasez de agua, debe ser obligatorio utilizar un sistema de tratamiento de aguas grises domésticas para reutilizarlas?
- Sí
 - No
 - No sé