

Análisis comparativo de sanitarios secos y baños tradicionales: sostenibilidad y costo-efectividad en el templo del Sagrado Corazón de Jesús, El Tule, Zacatecas.

Comparative analysis of dry toilets and conventional restrooms: sustainability and cost-effectiveness at the Sagrado Corazón de Jesús Church, El Tule, Zacatecas.

Chávez Valencia, Luis Elías*, Tiscareño Aranda, María Isabel**,
Martínez Molina, Wilfrido***

*Doctor en Administración y Gestión Empresarial. Departamento de Ingeniería Civil y Ambiental, División de Ingenierías, Campus Guanajuato, Universidad de Guanajuato. México. Email: lechavez@ugto.mx. <https://orcid.org/0000-0003-0830-7747>.

**Especialista en Economía de la Construcción. Departamento de Ingeniería Civil y Ambiental, División de Ingenierías, Campus Guanajuato, Universidad de Guanajuato. México. Email: mi.tiscarenoaranda@ugto.mx <https://orcid.org/0009-0005-9550-2285>.

***Doctor en Ingeniería. Facultad de Ingeniería Civil, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. México. Email: wilfrido.martinez@umich.mx, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3301-4949>.

Correo para recibir correspondencia:

Luis Elías Chávez Valencia
lechavez@ugto.mx

RESUMEN

OBJETIVO: Analizar la ventaja comparativa entre sanitarios secos y baños tradicionales en el templo del Sagrado Corazón de Jesús, El Tule, Zacatecas, empleando el método de valoración contingente y el costo-efectividad de las propuestas.

MATERIAL Y MÉTODO: Se aplicó una encuesta de 19 ítems a 41 usuarios sobre conocimiento y conciencia ambiental, uso de recursos naturales, de sanitarios secos y disposición a pagar (DAP). Se desarrollaron anteproyectos arquitectónicos y presupuestos paramétricos para ambas alternativas.

RESULTADOS: Se encontró que la mayoría de los encuestados tiene conocimiento del medio ambiente, pero la disposición a pagar varía según el nivel educativo, y que la conciencia sobre el cuidado de los recursos naturales y el conocimiento sobre los sanitarios secos son bajos en todos los niveles educativos. El índice de costo-efectividad se determinó con el costo paramétrico y considerando 3710 usuarios por año, encontrando que, para sanitarios secos por usuario en el primer año, es de \$230 MXN, mientras que para baños tradicionales es de \$280 MXN, lo que representa una diferencia del 18%.

CONCLUSIONES: Los sanitarios secos son una opción más sostenible y económica inicial y menor demanda hídrica, pero requieren de estrategias de educación y sensibilización ambiental para su aceptación.

PALABRAS CLAVE: ventaja comparativa, sanitarios secos, análisis costo-efectividad, valor económico total, valoración contingente.

ABSTRACT

OBJECTIVE: To analyze the comparative advantages of dry toilets and conventional restrooms at the Sagrado Corazón de Jesús Church in El Tule, Zacatecas, using the contingent valuation method and a cost-effectiveness analysis of the proposed alternatives.

MATERIAL AND METHOD: A 19-item survey was administered to 41 users to assess environmental knowledge and awareness, natural resource use, familiarity with dry toilets, and willingness to pay (WTP). Preliminary architectural designs and parametric cost estimates were developed for both alternatives.

RESULTS: The findings indicate that most respondents demonstrate general environmental awareness; however, willingness to pay varies according to educational level. Awareness regarding natural resource conservation and knowledge of dry toilets were low across all educational levels. The cost-effectiveness index was calculated using parametric cost estimates and an annual user base of 3,710 individuals. In the first year, the cost per user was MXN \$230 for dry toilets and MXN \$280 for conventional restrooms, representing an 18% difference.

CONCLUSIONS: Dry toilets constitute a more sustainable and initially more cost-effective alternative, with lower water demand. However, their successful implementation requires environmental education and awareness strategies to promote user acceptance.

KEYWORDS: dry toilets, sustainability, cost-effectiveness, contingent valuation, environmental awareness.

Desde que el informe Brundtland (Brundtland, 2025) mostró la importancia de generar una política internacional de desarrollo social y crecimiento económico de los humanos bajo una perspectiva del cuidado del medio ambiente, el factor de producción tierra recobró su preponderancia; es decir, que los factores de producción capital y trabajo son importantes, pero también es importante el ambiente. Dicho informe señala la importancia del cuidado de todos los factores de producción con la meta de que la habitabilidad del planeta no se viera amenazada, es decir, que el desarrollo humano sea sostenible.

Bajo esta perspectiva es que las actividades de la industria de la construcción resultan ser contrastantes y hasta contradictorias, lo anterior debido a que muchas actividades de la industria de la construcción tienen base en la económica depredadora. Por lo anterior, en México los Gobiernos han venido regulando la modificación del ambiente a través de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA, 2025) y cuya administración recae en la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT) para lo cual se emplea una manifestación de impacto ambiental (MIA) que es un instrumento de la política ambiental mexicana que tiene como objetivo: “Prevenir, mitigar y restaurar los daños al ambiente, así como la regulación de obras o actividades para evitar o reducir sus efectos negativos en el ambiente y en la salud humana” (LGEEPA, 2025, p. 5).

Otro aspecto no favorable de la industria de la construcción es que las obras son proyectos de inversión productiva con el objetivo de la generar ganancias, cuidando y respetando las condiciones laborales de los trabajadores, pero no siempre el ambiente. La teoría de valor por preferencia subjetiva es la base para la segmentación del mercado, a menos que exista una cliente con la solicitud del desarrollo de un anteproyecto ejecutivo, así mismo el resto del proyecto de inversión se basa en aspectos técnicos y de aplicación de la teoría del valor de costo-producción con la finalidad de optimizar las utilidades desde un análisis de costo-beneficio.

Por otro lado, se ha venido desarrollado una disciplina con la meta de entender la economía de los recursos naturales, ya que a las generaciones sucesivas se imponen límites y restricciones para aprovechar el factor producción tierra, no solo en escasez sino también en calidad. Así pues, las necesidades y las limitaciones de los recursos naturales son la base de análisis de la importancia del binomio económico-ambiental (Osorio, 2002) desde un pensamiento económico neoclásico. Diversos autores de la época neoclásica aportaron avances que permitieron la inclusión del medio ambiente y el desarrollo de la economía ambiental como “una forma de internalizar las externalidades en la función de producción o de utilidad de los agentes afectados” (Osorio, 2002, p. 6), es decir, se trata de incorporar los costos y beneficios que las acciones ambientales que pueden afectar a terceros en términos monetarios.

No obstante, la perspectiva crematística de la economía ambiental no permite tener un valor del ambiente que no esté relacionado con el dinero, y es ahí donde la economía ecológica propone que el costo-beneficio ambiental se analice desde las necesidades y limitaciones para las nuevas generaciones; es decir evaluar fuera de precio natural (Hurtado, 2003) ya que los bienes libres son externos al mercado, son bienes no mercadeables (Mendieta, 1999) desde el enfoque preferencias declaradas y preferencias reveladas, que son integradas en el valor económico total (VET) como valor de no uso.

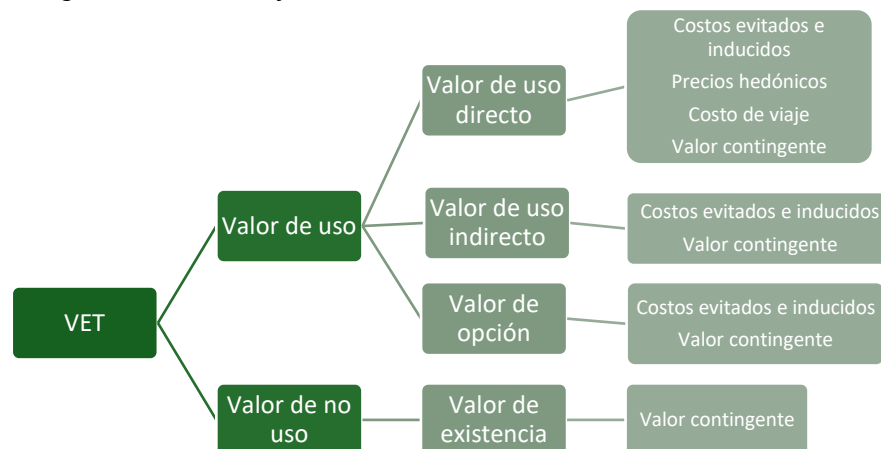
Así pues, la evaluación del impacto ambiental que tienen las actividades humanas y en el caso de la industria de la construcción cuando se realizan obras, es un objeto de estudio aun no abordado de forma integral con el factor de producción capital y el de trabajo. Por lo anterior, en esta investigación se abordó desde lo económico bajo un análisis de costo-efectividad, pero también se analizó desde la variación compensatoria (VC) asociado al cambio ambiental por uso de baños públicos tradicionales y sanitarios públicos secos, en el templo del Sagrado Corazón de Jesús, en el Tule, del municipio del General Pánfilo Natera, en Zacatecas, México.

MATERIAL Y MÉTODO

El VET es la integración de los valores de uso y no uso de los servicios ambientales, el primero está compuesto por valor de uso directo, valor de uso indirecto y valor de opción, mientras que el valor de no uso está relacionado con el valor de existencia. Para cada uno de los criterios de valor existen técnicas de evaluación (Figura 1), destacándose la valoración contingente, ya que es la más empleada.

Figura 1

Integración del VET y técnicas de evaluación



Nota. Adaptado de métodos de valoración económica de los servicios ambientales (p. 9) por Cristeche y Penna, 2008.

Los métodos de preferencias declaradas (valoración contingente y costos evitados e inducidos) son complementarias a los métodos de preferencias reveladas (coste de viaje, precios hedónicos) y se usan para determinar la valoración de los aglomerados sociales sobre el impacto de las actividades humanas sobre el medio ambiente y que no son valorados en plenitud, ya que son bienes sin mercado (Mogas, 2004). Los costos evitados son los ahorros por la prevención de los impactos ambientales negativos y los inducidos son los costos generados por el cambio en el medio ambiente. El coste de viaje es el gasto de visitar un entorno natural para apreciar el recurso ambiental. El método de precios hedónicos es utilizado para calcular el valor económico de bienes y servicios del ecosistema que afectan de manera directa a los precios de mercado (Cristeche y Penna, 2008).

Asimismo, la valoración contingente permite conocer, a través de encuestas, el valor de bienes y servicios ambientales, por lo que en esta investigación se aplicó un cuestionario a los usuarios de los baños tradicionales y sanitarios secos para evaluar su disposición a pagar por la mejora en los cambios ambientales (h), en el entendido que los sanitarios secos tienen menor impacto ambiental (h1) con respecto a los baños tradicionales (h0), por lo que la medida de bienestar es el valor de la VC. Lo anterior se da bajo tres supuestos (Cardozo et al., 2023): el agregado social debe estar completamente enterado de los costos/beneficios de los sanitarios secos, la toma de decisión de los usuarios ante el proyecto de obra debe ser similar a su vida diaria, y el usuario maximiza su utilidad (bienestar) con una restricción presupuestal.

La metodología de valoración contingente emplea cuatro pasos (Cardozo et al., 2023): 1. Construcción de un modelo hipotético, 2. Aplicación de encuesta, 3. Analizar los resultados, aunado se propone un análisis económico de las propuestas de los proyectos de baños tradicionales y sanitarios secos considerando como indicador el costo-efectividad; y 4. Evaluación de los resultados que presentados en el apartado de resultados de esta publicación.

Construcción de un modelo hipotético

El H. Ayuntamiento de General Pánfilo Natera, Zacatecas, tiene un anteproyecto de construcción de unos sanitarios con (funcionamiento) desagüe convencional en el Templo del Sagrado Corazón de Jesús (Figura 2) y el área del proyecto de obra de 82.5 m² se presenta en la Figura 3. De igual manera, el edificio de sanitarios se divide en baños para mujeres, equipado con cinco W.C., 4 con medidas estándar y 1 con medidas extraordinarias para personas con discapacidad; los baños de hombres cuentan con tres W.C., dos con medidas estándar y uno con medidas extraordinarias para personas discapacitadas, además de cuatro mingitorios, según lo estipulado en el Reglamento General de la Ley de Construcción para el Estado y Municipios de Zacatecas

(Reglamento_Construcción, 2018), esta propuesta de obra se realizó considerando un aforo de 70 personas por semana para los tres tipos de eventos religiosos.

Figura 2

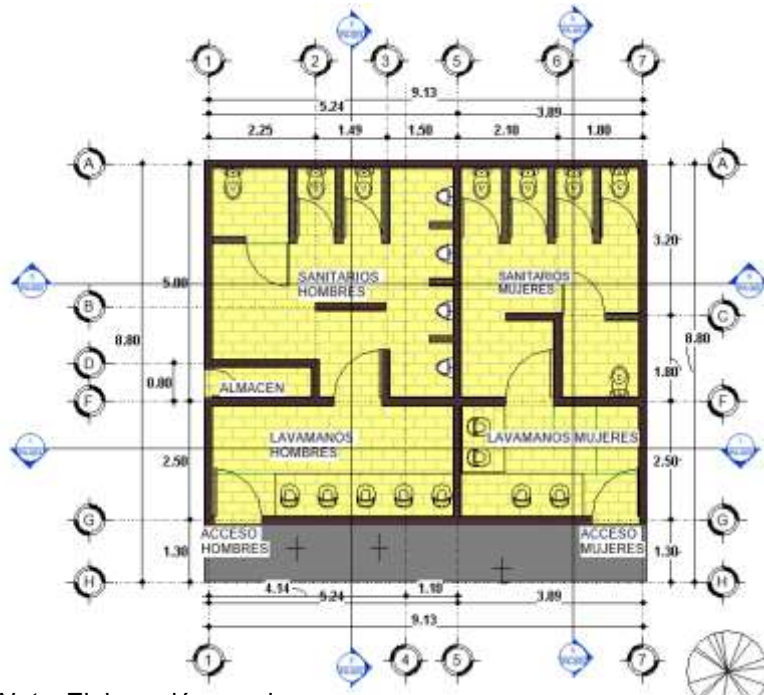
Templo del Sagrado Corazón de Jesús



Nota. Elaboración propia.

Figura 3

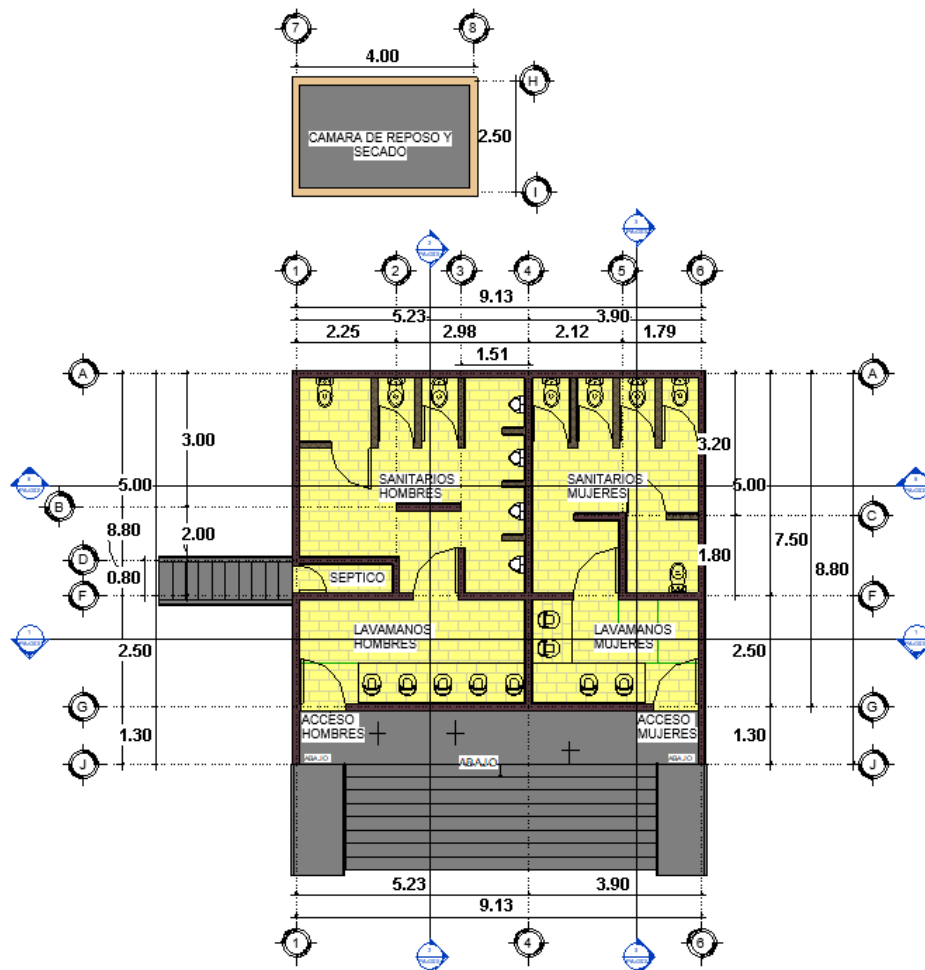
Planta arquitectónica de baños tradicionales



Nota. Elaboración propia.

Así mismo, en esta investigación se propuso un anteproyecto de sanitarios secos, cuyo diseño y operación se basó en el manual de instalación de sanitario ecológico (Instituto Mexicano de la Tecnología del Agua [IMTA], 2017), la distribución de espacios se muestra en la Figura 4. En el diseño de los baños secos se consideró que no se emitieran olores, que los desechos estuvieran ocultos, que la limpieza fuera sencilla, que fueran baratos y con un diseño arquitectónico agradable a la vista (Zita-Lagos et al., 2017). En ese sentido se generó un nuevo modelo arquitectónico adaptado al modelo principal en el que se ha elevado 1.50 m sobre el nivel cero o nivel del suelo para generar los depósitos de desechos, así como la cámara de reposo y secado, que se encuentra enterrada; por ello, se han incorporado escaleras para llegar a los accesos de los baños y al séptico. En la nueva propuesta se observa la planta arquitectónica de los sanitarios de mujeres y de hombres, así mismo la cámara de reposo y secado, este proyecto consta de 120.00 m², que resulta de mayores dimensiones que la propuesta original.

Figura 4
Planta arquitectónica de sanitarios secos



Nota. Elaboración propia.

Con la finalidad de que los usuarios tuvieran la información suficiente sobre los proyectos propuestos, los Figuras 3 y 4 se acompañaron de render 3D, detalles constructivos e información técnica del funcionamiento de los baños tradicionales y sanitarios secos, de tal forma que los participantes en este estudio tenían información suficiente para tener una perspectiva completa que les habilitó para poder opinar de forma acertada.

Aplicación de encuesta

Para obtener una población se ha tomado en consideración la cantidad de personas que acuden al servicio sanitario, siendo 20 usuarios/semana en las celebraciones dominicales. Además, se consideró el número de personas que acuden a las festividades 120 usuarios/semana; finalmente, se sumaron las personas que acuden a los retiros o encuentros espirituales que son 70 usuarios/semana, así que el promedio de usuarios a la semana resultó de 70 feligreses. Para determinar el tamaño de la muestra, se empleó la Ecuación 1 (Rengifo, 2021) de muestreo aleatorio simple conociendo $N=70$, asumiendo un error de 10%, en una probabilidad binomial y un intervalo de confianza de 95%.

$$n = \frac{N \cdot z^2 \cdot p \cdot q}{e^2 \cdot (N-1) + z^2 \cdot p \cdot q} \dots\dots\dots \text{Ecuación 1}$$

Después de aplicar la Ecuación 1, la muestra resultante fue de 41 usuarios, a los cuales se le aplicó una encuesta tipo Likert que es una escala ordinal de opinión y valoración desde una perspectiva psicométrica en la cual se emite un juicio de valor en un cierto grado de acuerdo o desacuerdo del ítem planteado en un listado que contiene de entre cuatro y siete respuestas posibles; esta condición genera respuestas subjetivas, limitadas y discretas con dificultad para un análisis estadístico preciso. Por lo que es recomendable seccionar el cuestionario, usar escalas de cinco respuestas (impar) que incluyan respuestas de ambos extremos de la postura del entrevistado, y adaptar el lenguaje (Matas, 2018). Asimismo, es importante guiar el escenario hipotético con ayudas visuales y el performance de la entrevista.

Así pues, la encuesta aplicada cuenta con 19 ítems en donde se enfatiza en el conocimiento del medio ambiente en seis ítems (preguntas de 1 a la 6), se indagó sobre la conciencia del medio ambiente y forma de actuar para su cuidado en 5 ítems (preguntas de la 7 a la 11). Así mismo, se cuestionó sobre el uso y desgaste de los recursos naturales en 3 ítems, (preguntas de la 12 a la 14). Además, se preguntó por su conocimiento de sistema de baños ecológicos secos en cuatro ítems, (preguntas de la 15 a la 18). Finalmente, se determinó la disposición a pagar, \$5.00 pesos por el uso de un nuevo sistema de baños secos en un ítem (pregunta 19). En la Tabla 1 se presenta la encuesta realizada a los feligreses en las instalaciones del templo (Figura 5), además se les preguntó sobre su edad, sexo y escolaridad.

Tabla 1

Encuesta aplicada a los feligreses

Ítem	Pregunta	TA	DA	NA	ED	TD
1	El medio ambiente o naturaleza es el espacio fuera de la casa donde se pueden encontrar plantas y animales.	TA	DA	NA	ED	TD
2	Cuando alguien tira basura es deterioro o daño del medio ambiente.	TA	DA	NA	ED	TD
3	Tirar el aceite al drenaje después de cocinar daña a la naturaleza.	TA	DA	NA	ED	TD
4	Los árboles son un recurso o bien natural.	TA	DA	NA	ED	TD
5	Al cerrar la llave mientras te lavas los dientes ayuda a cuidar los recursos o bienes naturales.	TA	DA	NA	ED	TD
6	Los recursos o bienes naturales se pueden agotar si no se emprenden acciones que los conserven.	TA	DA	NA	ED	TD
7	Diana se lava las manos, María lava su ropa, Mónica lava los trastes y mientras lo hacen mantiene el chorro de agua corriendo, ¿consideras que es correcto?	TA	DA	NA	ED	TD
8	En la calle García de la Cadena hay un terreno baldío y los vecinos del lugar han decidido tirar la basura allí, en vez de esperar el camión que recoge la basura, el cual se ha vuelto un foco de infección, ¿Usted considera que es correcto?	TA	DA	NA	ED	TD
9	El baño de la casa de Nelson presenta una fuga de agua ocasionado por la mala condición del sapo del tanque de la taza de baño (W.C), ¿Nelson debería de sustituir el sapo por uno nuevo?	TA	DA	NA	ED	TD
10	Teresa sufre de constantes infecciones respiratorias, a pesar de que no fuma, pero cada vez que sale de su casa nota que el cielo es de color gris y ella se da cuenta que ese color se debe al humo de las fábricas y al humo (CO ₂) que despiden los vehículos. ¿Consideras que la contaminación ocasiona infecciones a Teresa?	TA	DA	NA	ED	TD
11	Manuel está navegando en internet y encuentra una noticia donde explica que cada vez que se usa el baño se descargan entre 10 y 16 litros de agua de los cuales se desperdicia el 60%, ¿crees que eso es verdad?	TA	DA	NA	ED	TD
12	En el Municipio de General Pánfilo Natera; el Ayuntamiento pretende cobrar por el agua que se tira al drenaje, ¿consideras que es justo o injusto?	TA	DA	NA	ED	TD
13	El Municipio ha decidido construir una Planta Tratadora de aguas servidas y se solicita a toda la población aportar una cooperación voluntaria para realizar dicho proyecto, ¿aportarías?	TA	DA	NA	ED	TD
14	Aranza quiere usar los baños públicos del Templo del Sagrado Corazón de Jesús, pero en la entrada se pide una cuota de recuperación. ¿Crees que justo o injusto?	TA	DA	NA	ED	TD
15	Antonio fue a visitar a su amigo Raúl a su casa y se dio cuenta que su amigo tiene baños ecológicos secos y paga mucho menos en su recibo de agua, además no genera aguas negras. ¿Cree que Antonio debería de instalar y usar baños secos?	TA	DA	NA	ED	TD
16	Raúl le dice a Antonio que su baño ecológico seco se ubica dentro de su casa. ¿Crees que eso es verdad?	TA	DA	NA	ED	TD
17	¿Consideras que un baño seco es bueno para el medio ambiente?	TA	DA	NA	ED	TD
18	Un sanitario seco no requiere agua, ni sistema de alcantarillado y los desechos humanos pueden emplearse de fertilizante.	TA	DA	NA	ED	TD
19	¿Usted pagaría \$5.00 pesos por usar un baño ecológico seco?	TA	DA	NA	ED	TD

Nota. Elaboración propia. Donde: TA es totalmente de acuerdo, DA es de acuerdo, NA es ni de acuerdo ni en desacuerdo, ED es desacuerdo y TD es totalmente en desacuerdo.

Figura 5

Momento de aplicación de la encuesta en el templo



Nota. Elaboración propia.

Analizar los resultados

Los resultados se organizaron en cinco jerarquías; en la primera se indagó sobre el nivel de conocimiento del medio ambiente y en la segunda se cuestionó la conciencia del entorno. En la tercera jerarquía se preguntó sobre el cuidado de los recursos naturales y en la cuarta se examinó sobre el conocimiento de sistema de baños ecológicos secos; finalmente, en la quinta jerarquía se determinó la disposición a pagar \$5.00 pesos por el uso de un nuevo sistema de baños secos en el año 2022, y con el cuestionario se recabaron las características socioculturales (edad, género y escolaridad).

Para evaluar la disposición a pagar (DAP) existen diversos métodos, pero uno de los más comunes es la valoración contingente que tiene una alta dependencia del valor percibido por la encuesta aplicada, la escasez del servicio ante un escenario hipotético y las estrategias que emplea el encuestador al ofertar nuevos servicios enfatizando en la calidad nuevo servicio (Cardozo et al., 2023). El método de valoración contingente emplea encuestas que puede ser preguntas abiertas que permiten ilustrar la importancia del servicio de sanitarios secos sobre baños tradicionales, en la cual se incluyó una pregunta sobre un pago por el uso de los sanitarios

secos, no obstante, aunque es un buen acercamiento para este estudio esta forma de evaluación puede representar un sesgo en la DAP (Hofstetter, 2021).

Análisis de costo-efectividad

El análisis de costo-efectividad (ACE) se ha venido empleando para evaluar desde la socioeconomía la efectividad de los proyectos sociales tal como el caso de los baños tradicionales y los sanitarios secos. Aunque el análisis de costo mínimo y el de costo-beneficio presenta una perspectiva más completa requieren el estudio de múltiples variables que cuantifican en bienestar en términos monetarios (Jácome y Carvache, 2017). En contraste, el ACE establece parámetros para realizar comparaciones cualitativas de comparación de productos o servicios como los ambientales presentados en este estudio; el criterio consiste en la relación del costo total de inversión y el número de usuarios beneficiados (Daskalopoulou, 2022), siendo la tasa menor la que presenta mejor efectividad. Para determinar el ACE se tienen tres criterios (Amador, 2004): para este caso se determinó; (criterio 1) el presupuesto base de cada propuesta para una población de 70 usuarios por semana durante las 53 semanas de un año, debido a que no se tiene conocimiento de la cantidad de agua ahorrada (criterio 2), ni del total de la inversión (criterio 3) ya que se trata de un escenario hipotético.

RESULTADOS

Análisis de encuesta

Los resultados de la encuesta fueron registradas y sistematizadas con Excel®. Aunque se recabó edad, género y escolaridad, en esta investigación el análisis de las variables sociodemográficas se centró en el grado de instrucción no solo por el nivel de educación formal sino también en la capacidad de pago que en promedio es de \$5000 MXN para nivel básico, \$8000 MXN para medio superior y \$15000 MXN para superior (INEGI, 2025) ya que a partir de ese nivel de ingresos mensuales se toman decisiones sobre el uso de los recursos económicos desde la hipótesis de efecto riqueza (Arriaga, 2024). En el nivel de instrucción superior la edad promedio es de 24 años y 2 de cada 3 participantes en el estudio son mujeres; para el nivel medio superior la edad promedio es de 21 años y 6 de cada 7 encuestados son mujeres; para el nivel básico la edad promedio es 33 años y 8 de cada 10 entrevistados son mujeres. Así mismo, la escolaridad se relacionó con cinco jerarquías, a saber: conocimiento del medio ambiente, conciencia del entorno, cuidado de los recursos naturales, conocimiento de sanitarios secos y DAP, los resultados en frecuencias absolutas se muestran en las Tablas 2, 3 y 4. Donde: TA es totalmente de acuerdo,

DA es de acuerdo, NA es ni de acuerdo ni en desacuerdo, ED es desacuerdo y TD es totalmente en desacuerdo.

Tabla 2

Nivel de instrucción superior

Jerarquía	TA	DA	NA	ED	TD
Conocimiento del medio ambiente (ítem 1 a 6)	52	0	0	0	2
Conciencia del medio ambiente (ítem 7 a 11)	23	3	0	1	18
Cuidado de los recursos naturales (ítem 12 a 14)	10	9	4	4	0
Conocimiento de sanitarios secos (ítem 15 a 18)	20	7	1	3	5
Disposición a pagar (ítem 19)	9	0	0	0	0

Nota. Elaboración propia. Donde: TA es totalmente de acuerdo, DA es de acuerdo, NA es ni de acuerdo ni en desacuerdo, ED es desacuerdo y TD es totalmente en desacuerdo.

Tabla 3

Nivel de instrucción medio superior

Jerarquía	TA	DA	NA	ED	TD
Conocimiento del medio ambiente (ítem 1 a 6)	42	0	0	0	0
Conciencia del medio ambiente (ítem 7 a 11)	16	4	0	0	15
Cuidado de los recursos naturales (ítem 12 a 14)	8	3	8	0	2
Conocimiento de sanitarios secos (ítem 15 a 18)	14	5	2	0	7
Disposición a pagar (ítem 19)	6	0	0	0	1

Nota. Elaboración propia. Donde: TA es totalmente de acuerdo, DA es de acuerdo, NA es ni de acuerdo ni en desacuerdo, ED es desacuerdo y TD es totalmente en desacuerdo.

Tabla 4

Nivel de instrucción básico

Jerarquía	TA	DA	NA	ED	TD
Conocimiento del medio ambiente (ítem 1 a 6)	136	0	0	0	14
Conciencia del medio ambiente (ítem 7 a 11)	54	9	0	5	56
Cuidado de los recursos naturales (ítem 12 a 14)	25	23	10	13	4
Conocimiento de sanitarios secos (ítem 15 a 18)	30	21	7	9	33
Disposición a pagar (ítem 19)	14	0	0	0	11

Nota. Elaboración propia. Donde: TA es totalmente de acuerdo, DA es de acuerdo, NA es ni de acuerdo ni en desacuerdo, ED es desacuerdo y TD es totalmente en desacuerdo.

Análisis de costo-efectividad

Después del desarrollo de los anteproyectos (Figura 3 y 4) se determinó el presupuesto base a precios unitarios actuales para los baños tradicionales y los sanitarios secos. En la construcción de los sanitarios tradicionales se usará el sistema constructivo y materiales comunes en la región, es decir se ejecutaría la obra con piedra y mortero cemento, cal y arena para la cimentación que generarán una zapata corrida; ladrillo asentado con mortero para los muros; concreto, cemento, arena y grava para los elementos estructurales, losa sólida armada con acero y colada con concreto, pisos de concreto y apanados de mortero; para los acabados se usará pintura y piso cerámico. En la Tabla 5 se presenta el resumen del presupuesto por partidas para 82.54 m² de área construida, y un presupuesto de \$1,041,637.14 MXN, teniendo un precio paramétrico de \$12,619.79 MXN por m².

Tabla 5

Presupuesto base de baño de 82.54 m² con sistema tradicional

Partida presupuestal	Monto MXN
Preliminares	\$8,102.15
Cimentación	\$75,544.02
Albañilería	\$124,242.50
Estructura	\$130,360.02
Instalaciones	\$308,383.73
Cancelería	\$68,698.28
Acabados	\$182,632.35
SUBTOTAL	\$897,963.05
IVA= 16%	\$143,674.09
TOTAL	\$1,041,637.14

Nota. Elaboración propia.

Los sanitarios secos son una respuesta ante la necesidad de contaminar menos el medio ambiente, ser sustentable y a la necesidad de ahorrar agua. Este sistema constructivo está elaborado con piedra braza, asentado con barro, generando así una zapata corrida; los muros se construyen con adobes de arcilla asentados con barro, debido a que los adobes se amarran entre sí en las esquinas no se necesita emplear elementos estructurales verticales. Para la losa se ocuparán soleras de madera en las esquinas para reforzar y posterior a eso se colocarán uno tras otro carrizos o cañas de bambú, de esta forma se busca contaminar menos, y al mismo tiempo dar una mejor calidad de vida a los usuarios de estos sanitarios. En la Tabla 6 se presenta el resumen del presupuesto por partidas para la construcción de 120.68 m², y un presupuesto de \$854,336.21 MXN, teniendo un precio paramétrico de \$7,079.35 MXN por m².

Tabla 6

Presupuesto base de baño de 120.68 m² de sanitarios secos

Partida presupuestal	Monto MXN
Preliminares	\$6,770.30
Cimentación	\$48,076.59
Albañilería	\$38,214.66
Estructura	\$176,905.80
Instalaciones	\$241,407.92
Cancelería	\$61,114.68
Acabados	\$164,006.78
SUBTOTAL	\$736,496.73
IVA=16%	\$117,839.48
TOTAL	\$854,336.21

Nota. Elaboración propia.

El análisis de costo efectividad de la propuesta de los proyectos de baños tradicionales y sanitarios secos se muestra en la Tabla 7, en la que se observa que presentan mayores beneficios para los feligreses, ya que optimiza los recursos económicos (Vandepitte et al., 2021).

Tabla 7

Determinación del costo-efectividad

Propuesta	Área (m2)	Presupuesto MXN	Usuarios	Índice ACE
Baños tradicionales	82.54	\$1,041,637.14	3710	280
Sanitarios secos	120.68	\$854,336.21	3710	230

Nota. Elaboración propia.

DISCUSIÓN

Para el análisis de encuesta, los resultados obtenidos se presentan en las Tablas 8 a la 10, en porcentajes por jerarquías analizadas para cada nivel escolar, y se muestran en la Figura 6. Para el nivel escolar superior se puede observar que la mayoría de los entrevistados tienen conocimiento del medio ambiente y están dispuestos a pagar, quizá por su mayor ingreso económico, resultado que es muy similar para el nivel medio superior, pero muy contrastante con el nivel escolar básico ya que, aunque todos conocen el medio ambiente, no todos ellos están dispuestos a pagar, quizá por sus menores ingresos económicos o por la idiosincrasia de ese aglomerado social. Así mismo, de los resultados se observa que la conciencia del medio ambiente y el conocimiento de los sanitarios secos la poseen mitad de todos los feligreses, excepto los participantes del nivel básico. Finalmente, el cuidado de los recursos naturales en cualquier nivel

es sustancialmente bajo, pero si se considera TA y NA en los resultados, la mitad de todos los usuarios de los sanitarios secos cuidan el ambiente.

Tabla 8

Nivel de instrucción superior

Jerarquía	TA	DA	NA	ED	TD
Conocimiento del medio ambiente	96	0	0	0	4
Conciencia del medio ambiente	51	7	0	2	40
Cuidado de los recursos naturales	37	33	15	15	0
Conocimiento de sanitarios secos	56	19	3	8	14
Disposición a pagar	100	0	0	0	0

Nota. Elaboración propia. Donde: TA es totalmente de acuerdo, DA es de acuerdo, NA es ni de acuerdo ni en desacuerdo, ED es desacuerdo y TD es totalmente en desacuerdo.

Tabla 9

Nivel de instrucción medio superior

Jerarquía	TA	DA	NA	ED	TD
Conocimiento del medio ambiente	100	0	0	0	0
Conciencia del medio ambiente	46	11	0	0	43
Cuidado de los recursos naturales	38	14	38	0	10
Conocimiento de sanitarios secos	50	18	7	0	25
Disposición a pagar	86	0	0	0	14

Nota. Elaboración propia. Donde: TA es totalmente de acuerdo, DA es de acuerdo, NA es ni de acuerdo ni en desacuerdo, ED es desacuerdo y TD es totalmente en desacuerdo.

Tabla 10

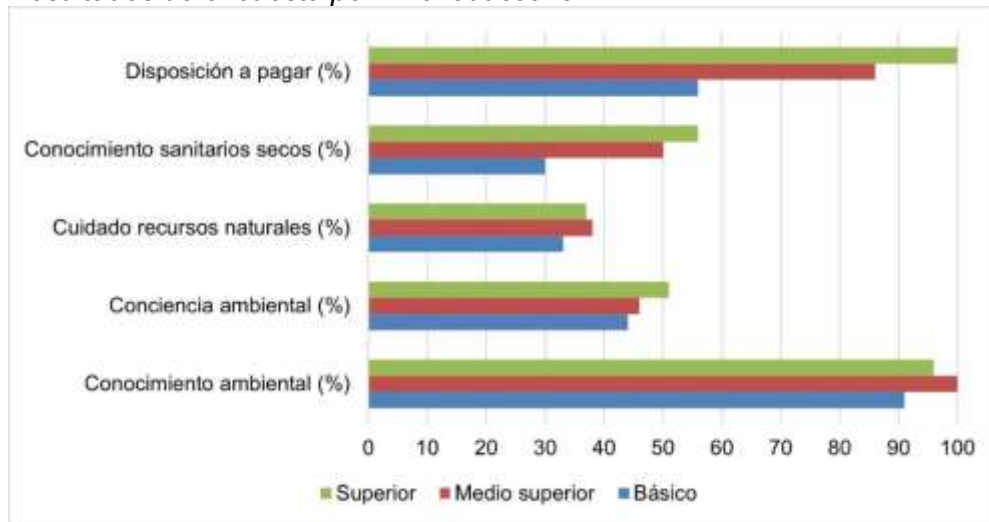
Nivel de instrucción básico

Jerarquía	TA	DA	NA	ED	TD
Conocimiento del medio ambiente	91	0	0	0	9
Conciencia del medio ambiente	44	7	0	4	45
Cuidado de los recursos naturales	33	31	13	17	5
Conocimiento de sanitarios secos	30	21	7	9	33
Disposición a pagar	56	0	0	0	44

Nota. Elaboración propia. Donde: TA es totalmente de acuerdo, DA es de acuerdo, NA es ni de acuerdo ni en desacuerdo, ED es desacuerdo y TD es totalmente en desacuerdo.

Figura 6

Resultados de encuesta por nivel educativo



Nota. Elaboración propia.

Así pues, de la encuesta se observa que el nivel escolar de las personas entrevistadas tiene influencia en el conocimiento, la conciencia y el cuidado de los recursos naturales, así como el conocimiento de los sanitarios secos, y la disposición a pagar tiene influencia por el nivel de ingresos altamente dependiente de la instrucción académica de los feligreses. Los resultados anteriores reflejan una brecha social y cultural con alta influencia en la percepción de las tecnologías sostenibles. La tendencia en los resultados es coherente con los estudios de la economía ambiental, que correlacionan el cuidado del medio ambiente y el nivel de ingresos (ingreso per cápita), así como la causalidad de estas dos variables que es explicada con la curva invertida de Kuznets (Catalán, 2014).

Desde el punto de vista ambiental, los sanitarios secos reducen consumo de agua y evitan descargas de aguas negras, contribuyendo con los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) 6 y 12 de la Organización de las Naciones Unidas (ONU). Esta solución ha sido ampliamente usada donde en una cámara se depositan y tratan las heces en ausencia total del agua; un caso de éxito documentado fue en la ciudad de Oaxaca, Oax., con lo que se evitó el desperdicio y contaminación del agua (Alfaro, 2024).

En el análisis de costo-efectividad de la Tabla 7, se puede observar que los sanitarios secos tienen menor índice ACE con respecto a los baños tradicionales, es decir que los sanitarios secos tendrían un costo de \$230.00 MXN por persona en el primer año, que es menor a los \$280.00 MXN de los baños tradicionales; estos resultados representan un ahorro del 18% y una mayor sostenibilidad por reducción de consumo de agua potable y generación de aguas negras. No

obstante, bajo a un análisis económico a largo plazo el costo disminuirá, quedando pendiente algunas preocupaciones de los usuarios como el manejo de los desechos generados por los baños secos, que podría ser una limitante en la popularización de esta innovación (Zita-Lagos et al., 2017).

Entonces, el desarrollo de obras en la industria de la construcción en general tiene como fundamento la optimización de las ganancias mediante estrategias de la economía de la construcción al evaluar las mejores condiciones de los proyectos de inversión productiva y los riesgos asociados con la ejecución de la propuesta; no obstante, los riesgos ambientales tan solo se evalúan mediante las manifestaciones de impacto ambiental, lo que redundaría en un entorno ambiental sin una valoración con plena justicia; para limitar el impacto ambiental se ha intentado implementar metodologías de valoración como el VET, principios y legislación de economía circular (Conama, 2018).

Bajo un análisis de inversión inicial por usuario beneficiado, los sanitarios secos presentan mayor eficiencia económica. Desde el punto de vista ambiental, la eliminación del consumo de agua por descarga representa una contribución potencial a la gestión sostenible del recurso hídrico (ODS 6). La aceptación social depende de factores culturales y del adecuado manejo de residuos.

CONCLUSIONES

El ACE del servicio de sanitarios secos obtenido como el cociente de la inversión y los beneficiados presentan una tasa menor o mejor efectividad, por lo que se concluye que estos sanitarios pueden ser una opción más económica y sostenible que los baños tradicionales en espacios comunitarios, que para el caso estudiado representa un ahorro económico del 18% en el primer año de funcionamiento, así como una reducción en el consumo de agua; así mismo es importante mencionar que existe dificultad para popularizar el uso de esta innovación entre la población encuestada ya que esta investigación no deja de ser una situación hipotética, aunado al mayor mantenimiento de las instalaciones para ofertar un servicio de calidad, que podría redundar en que la implementación de sanitarios secos requiere de programas y sensibilización para garantizar su aceptación.

De la encuesta aplicada a los feligreses y usuarios potenciales del proyecto sanitarios secos se concluye que todos tienen conocimiento del medio ambiente y son conscientes de su importancia en la vida cotidiana, pero el cuidado de los recursos naturales no es de lo mejor por no saber sobre formas de manejo adecuado; así mismo la disposición a pagar por el uso de los sanitarios

secos se relaciona directamente con el nivel educativo y de ingresos que podría ser un reflejo de manejo financiero que ambiental.

La industria de la construcción en ciertas obras puede llegar a constituirse en un depredador del medio ambiente, con la destrucción de los ecosistemas desde la explotación de los recursos naturales hasta el manejo de los residuos de la construcción, y realizar un cambio conlleva no solo implementar metodologías como el VET, la legislación en economía circular o instrumentos como la MIA, sino también requiere apelar a los juicios de valor y morales de los profesionistas de la edificación, para que el cuidado del medio ambiente cobre su exacta magnitud aunque esta acción llegue a representar cambios de visión en la implementación y fomento de prácticas sostenibles como la resultante de esta investigación.

REFERENCIAS

- Alfaro, A. (2024). Baños secos, como una estrategia de conservación del agua. *Estudios de la cienega*, 3(7), 61-64.
<https://revistaestudiosdelacienega.com/ojs/index.php/rec/article/view/95>
- Amador, L. (2004). Análisis costo-eficiencia en la promoción de un sistema de indicadores para las empresas de servicios públicos de acueducto y alcantarillado. *Con-texto*, 7, 77-99.
<https://revistas.uexternado.edu.co/index.php/contexto/article/view/1876>
- Arriaga, R. (2024). Efecto riqueza a partir de la revalorización de los activos inmobiliarios: análisis y evidencia empírica para el caso español. *Análisis Económico*, 24(55), 7-28.
<https://analisiseconomico.azc.uam.mx/index.php/rae/article/view/1384>
- Brundtland, R. (27 de 07 de 2025). *Territorial, Oficina Federal de Desarrollo*. ARE.
<https://www.are.admin.ch/are/en/home/media/publications/sustainable-development/brundtland-report.html>
- Cardozo, N., Mena, J. y Villamil, G. (2023). *Manual para evaluar la calidad de los estudios de valoración contingente*. Autoridad nacional de licencias ambientales.
<https://www.anla.gov.co/images/documentos/manuales/2024-02-01-anla-ManualCalidadValoracionContingente.pdf>
- Catalán, H. (2014). Curva ambiental de Kuznets: implicaciones para un crecimiento sustentable. *Economía Informa*, 19-37.
<https://www.economia.unam.mx/assets/pdfs/econinfo/389/02catalan.pdf>
- Conama. (2018). *Economía circular en el sector de la construcción*. Fundación Conama.
http://www.conama.org/conama/download/files/conama2018/GTs%202018/6_final.pdf
- Cristeche, E. y Penna, J. (2008). *Métodos de valoración económica de los servicios ambientales*. INTA.
https://gc.scalahed.com/recursos/files/r161r/w25399w/metodos_de_valoracion_economica.pdf

- Daskalopoulou, I. (2022). Cost-Efficiency Indicators. En F. Maggino, *ncyclopedia of Quality of Life and Well-Being Research* (pág. 224). Springer, Cham. https://doi.org/doi.org/10.1007/978-3-319-69909-7_602-2
- Hofstetter, R. (2021). Un enfoque de pregunta directa sin sesgos para medir la disposición a pagar de los consumidores. *Revista Internacional de Investigación en Marketing*, 38(1), 70-84. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.ijresmar.2020.04.006>
- Hurtado, J. (2003). La teoría del valor de Adam Smith: la cuestión de los precios naturales y sus interpretaciones. *Cuad. Econ*, 22(38), 15-45. http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0121-47722003000100002&lng=en&nrm=iso
- Instituto Mexicano de Tecnología del Agua [IMTA]. (2017). *Sanitario ecológico. Manual de instalación*. Río Arronte Fundación. <https://www.imta.gob.mx/gobmx/DOI/manuales/SanitarioEcologico2022.pdf>
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía [INEGI]. (14 de 09 de 2025). *Cuéntame*. Cuéntame de México. <https://cuentame.inegi.org.mx/explora/poblacion/escolaridad/>
- Jácome, I. y Carvache, O. (2017). Análisis del costo-beneficio una herramienta. *Revista Contribuciones a la Economía*, 1-14. <http://eumed.net/ce/2017/2/costo-beneficio.html>
- Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente [LGEEPA]. (27 de 07 de 2025). *Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente*. Cámara de diputados del H. congreso de la union . <https://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/LGEEPA.pdf>
- Matas, A. (2018). Diseño del formato de escalas tipo Likert: un estado de la cuestión. *Revista Electrónica de Investigación Educativa*, 20(1), 38-47. <https://doi.org/10.24320/redie.2018.20.1.1347>
- Mendieta, J. (1999). *Manual de valoración económica de bienes no mercadeables: aplicaciones de las técnicas de valoración no mercadeables y el análisis costo beneficio y medio ambiente*. Bogotá: Universidad de los Andes. <https://doi.org/10.57784/1992/8056>
- Mogas, J. (2004). Métodos de referencias reveladas y declaradas en la valoración de impactos ambientales. *Ekonomiaz: Revista vasca de economía*, (57), 12-29. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=1373268>
- Osorio, J. D. (2004). Valoración económica de costos ambientales: marco conceptual y métodos de estimación. *Semestre Económico*, 7(13), 160–192. <https://revistas.udem.edu.co/index.php/economico/article/view/1141>
- Osorio, J. D. y Correa, F. J. (2009). Un análisis de la aplicación empírica del método de valoración contingente. *Semestre económico*, 12(25), 11-30. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=4845822>
- Osorio, A. (2002). La economía de los recursos naturales: un asunto de límites y necesidades para la humanidad. *Ecos de Economía*, 45-62. <https://publicaciones.eafit.edu.co/index.php/ecos-economia/article/view/2007>

Reglamento_Construcción. (13 de 08 de 2018). *Periódico Oficial de Zacatecas*. México. Reglamento de construcción para el municipio de Zacatecas. <https://catalogoestatal.zacatecas.gob.mx/archivos/documentos/QT9AjlXrGJWJSFdcTbRbKNFaQlg3dzD0xh0CgBZD.pdf>

Rengifo, E. (2021). *Inferencia básica en muestreo aleatorio simple y estratificado*. Ediciones Popayán Positiva.

Vandepitte, S., Alleman, T., Nopens, I., Baetens, J., Coenen S. y De Smedt, D. (2021). Rentabilidad de las medidas políticas COVID-19: una revisión sistemática. *Valor en Salud*, 24(11), 1551-1569. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.jval.2021.05.013>

Zita-Lagos, M., Figueroa-García, E. y Narváez-Hernández, L. (2017). Impacto de los atributos determinantes de un sanitario seco urbano en la aceptación del consumidor. *Rev. Int. Contam. Ambie*, 33(4), 671-679. <https://doi.org/10.20937/RICA.2017.33.04.10>