

Impacto económico y ambiental de las externalidades durante la construcción de obras para lograr el saneamiento de las aguas residuales en Chetumal, México

Economic and environmental impact of externalities during the construction of works to achieve wastewater sanitation in Chetumal, Mexico

DOI: 10.53499/sfjeasv3n2-002

Received in: Jan 5nd, 2023

Accepted in: Mar 31th, 2023

Roberto Mena Rivero

Maestro en Evaluación Social de Proyectos
Tecnológico Nacional de México, Campus Chetumal
Ave. Insurgentes No. 330, Colonia David Gustavo Gutiérrez, C.P. 77013
Chetumal, Quintana Roo, México
E-mail: roberto.mr@chetumal.tecnm.mx

Candelario Cruz Ramírez

Estudiante de la Carrera de Ingeniería Civil
Tecnológico Nacional de México, Campus Chetumal
Ave. Insurgentes No. 330, Colonia David Gustavo Gutiérrez, C.P. 77013
Chetumal, Quintana Roo, México
E-mail: 118390359@chetumal.tecnm.mx

Ronald Arturo Heredia Vázquez

Estudiante de la Carrera de Ingeniería Civil
Tecnológico Nacional de México, Campus Chetumal
Ave. Insurgentes No. 330, Colonia David Gustavo Gutiérrez, C.P. 77013
Chetumal, Quintana Roo, México
E-mail: 118390356@chetumal.tecnm.mx

Mario Vicente González Robles

Maestro en Liderazgo de la Gestión Educativa
Tecnológico Nacional de México, Campus Chetumal
Ave. Insurgentes No. 330, Colonia David Gustavo Gutiérrez, C.P. 77013
Chetumal, Quintana Roo, México
E-mail: director@chetumal.tecnm.mx

Gabriela Rosas Correa

Maestra en Arquitectura
Tecnológico Nacional de México, Campus Chetumal
Ave. Insurgentes No. 330, Colonia David Gustavo Gutiérrez, C.P. 77013
Chetumal, Quintana Roo, México
E-mail: gabriela.rc@chetumal.tecnm.mx

RESUMEN

Disponer del servicio de alcantarillado representa un paso importante para lograr el saneamiento de las aguas residuales; sin embargo, para lograrlo se incurren en molestias durante la construcción; que en los manuales y guías para los estudios costo beneficio no son detallados. Por lo que en este trabajo de investigación se presentan los resultados de la identificación, cuantificación y valoración de costos que se presentan durante la construcción del alcantarillado sanitario, en un sector de la ciudad de Chetumal, con el objetivo de estimar cuánto representan respecto al costo de la obra y disponer de algunos parámetros para considerar en los estudios costo beneficio. La afectación más importante fuera del predio es en tránsito vehicular, mientras que en el interior del predio es el incremento en el número de veces que se realiza la limpieza de la vivienda. Se concluye que las afectaciones identificadas, cuantificadas y valoradas representan el 65.37% del importe de la obra.

Palabras clave: Impacto económico, externalidades por alcantarillado, daños por construcción del drenaje, efectos de las construcciones, valoración daños por alcantarillado, daños por obras.

ABSTRACT

Having the sewage service represents an important step to achieve the sanitation of wastewater; however, to achieve this, inconvenience is incurred during construction; which are not detailed in the manuals and guides for the cost benefit studies. Therefore, in this research work, the results of the identification, quantification and valuation of costs that are presented during the construction of the sanitary sewer system are presented, in a sector of the city of Chetumal, with the objective of estimating how much they represent with respect to the cost. Of the work and have some parameters to consider in the cost-benefit studies. The most important affectation outside the property is in vehicular traffic, while inside the property is the increase in the number of times the house is cleaned. It is concluded that the identified, quantified and valued affectations represent 65.37% of the amount of the work.

Keywords: Economic impact, sewerage externalities, damage from drainage construction, effects of construction, sewer damage assessment, damage from works.

1 INTRODUCCIÓN

El alcantarillado sanitario está integrado por una red de conductos, principalmente tuberías, por medio de los cuales se evacua de manera eficiente y segura las aguas residuales, para conducirse hacia una planta de tratamiento y posteriormente son vertidas en un sitio destinado para ello (CONAGUA, 2015). Sin embargo, para disponer de ese servicio; tanto en zonas de crecimiento de una localidad en las que no existen asentamientos humanos, como en otras en las cuales ya hay viviendas habitadas; es necesario realizar obras que suelen propiciar molestias. Esos efectos externos al proyecto son denominados externalidades (Morín Maya, 2018) y no solo impactan a la población, sino también a las actividades económicas (CONAGUA, 2015).

En América latina, las obras por la introducción del alcantarillado sanitario generan afectaciones a los trabajadores de la construcción, por el ruido de las máquinas y el polvo (Li X., 2010); así como por las fuertes vibraciones de la maquinaria empleada y el humo liberado por los escapes de los motores a gasolina, además de estar expuestos a riesgos relacionados con las obras, destacando el sepultamiento por desprendimientos de tierra, electrocución y asfixia (OIT, 2012). Esas afectaciones perjudican también a la población del área en donde se realizan esas obras (Li X., 2010), sobre todo en el aspecto de la salud (Enshassi, Kochendoerfer, & Rizq, 2014), propiciando incluso que algunos sectores de la población tengan una visión negativa respecto al desarrollo de las obras (CEPAL, 2018).

En México, las obras de alcantarillado sanitario también originan afectaciones y molestias, tanto a los trabajadores como a los habitantes que se encuentran alrededor (Sánchez Aguilar, Pérez Manrique, González Díaz, & Peón Escalante, 2017); provocadas por humos, gases, polvo, ruido y fuertes vibraciones generadas en las obras de construcción (SEMARNAT, 2007) y (SAPAL, 2022).

En Quintana Roo, de acuerdo con (Cabrera Trinidad, 2023), cada obra para introducir el alcantarillado sanitario puede tener acciones específicas por realizar; sin embargo, de manera general, el proceso constructivo suele incluir acciones como: trazo y nivelación, excavación de zanjas, colocación de plantilla o cama, instalación de tubería, construcción de pozos de visita y de caída, relleno de zanjas y construcción de estructura de descargas; y en todas esas actividades se genera polvo, el cierre de vialidades y banquetas; así como afectaciones en la circulación vehicular; ya que se utilizan maquinaria y equipo.

Adicionalmente, en las guías y manuales para la evaluación socioeconómica de los proyectos de alcantarillado sanitario, en América Latina no profundizan respecto a esas afectaciones. En Perú, Nicaragua, Bolivia y Costa Rica, se asume que existen beneficios por ese tipo de proyectos y se hace énfasis en los costos por inversión, operación y mantenimiento; pero no detalla sobre las afectaciones durante las obras (SNIP, 2015), (SNIP, 2012), (Resolución BI-Ministerial N° 082, 2000) & (MIDEPLAN, 2012).

En México, “los lineamientos para la elaboración y presentación de los análisis costo y beneficio establecen los requerimientos de información en cuanto a la presentación de la evaluación socio económica de los programas y proyectos de inversión”, publicados por la Secretaría de Hacienda y Crédito Público (SHCP), en el año

2013 señalan los aspectos que deben contener ese tipo de estudios; estableciendo una definición de externalidad, sin profundizar (SHCP, 2013). En complemento, la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA), publicó el libro “Manual de Evaluación Socioeconómica de Proyectos de Agua Potable, Alcantarillado Sanitario, Saneamiento y Protección a Centros de Población”; en el que se establecen las pautas para realizar la evaluación socioeconómica de ese tipo de proyectos; se indican los beneficios y costos de los proyectos de alcantarillado sanitario y se sugiere considerar las externalidades por el daño causado (CONAGUA, 2015).

Ante la presencia de externalidades en los proyectos de alcantarillado sanitario, se han realizado algunos trabajos; como es el caso de (Neville, 2017) que identificó que durante la construcción del alcantarillado sanitario existen afectaciones directas sobre las viviendas y negocios en: la salud, equipos electrónicos, la limpieza y las estructuras, servicios públicos, el tránsito vehicular, el traslado de casa al trabajo, esta última junto con las afectaciones en las estructuras, fueron las de mayor impacto. Sin embargo, no realiza una cuantificación ni valoración para conocer su impacto económico. Por su parte, (Kaushal, Serajiantehrani, Najafi, & Malek Mohammadi, 2022) también abordaron el tema de afectaciones causados por la construcción del alcantarillado sanitario, aunque tampoco las cuantifican y valoran, únicamente sugieren la manera de cómo llevarlo a cabo.

Por lo expuesto anteriormente y considerando que la cobertura de alcantarillado sanitario en el estado de Quintana Roo es del 75.4% (Gobierno de Quintana Roo, 2021) y en la Ciudad de Chetumal es del 55% (CAPA, 2020); propiciará que se realicen inversiones anuales en ese rubro para mejorar la cobertura y contribuir al cuidado del medio ambiente. Para ello se requerirá que previamente se realicen los estudios costo beneficio de los proyectos, tal como lo establecen los lineamientos de SHCP y en apego al manual de la CONAGUA y podrán incorporarse los efectos ocasionados durante la introducción del alcantarillado sanitario para determinar su impacto económico.

2 MATERIALES Y MÉTODOS

El tipo de investigación es aplicada, al abordar un problema de la sociedad y tratar de dar solución a este, al mismo tiempo que se busca aportar nuevos hechos (Baena Paz, 2017).

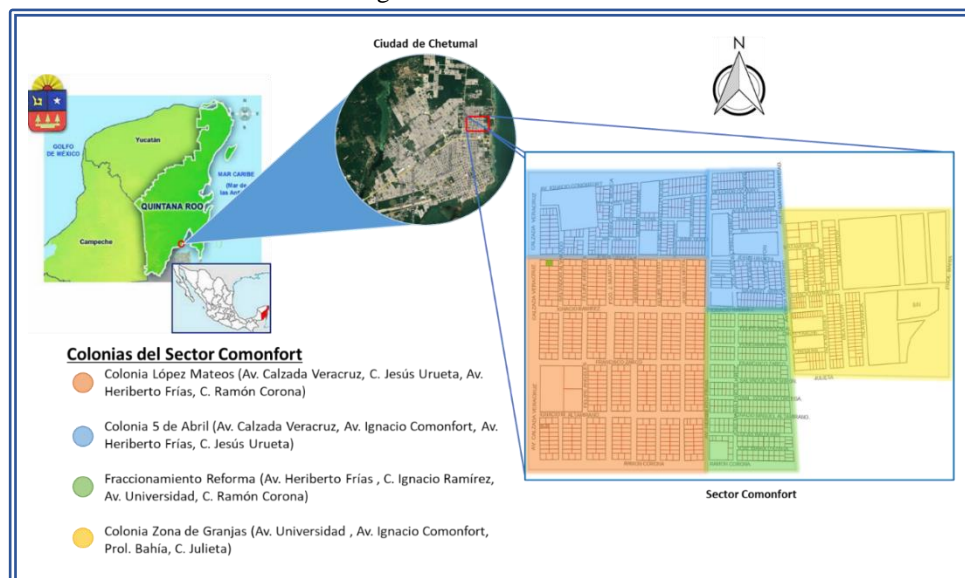
El nivel de profundidad de este estudio es descriptivo, partiendo más allá de la exploración al describir cuantitativamente las características fundamentales del fenómeno estudiado (SEMAR, 2016).

El alcance de la investigación es cuantitativo, siendo esta secuencial y probatoria, siguiendo un riguroso orden en las etapas que la conforman. Las investigaciones con este enfoque pretenden generar a través de un procedimiento deductivo conocimiento objetivo, mediante la medición numérica y el análisis estadístico (Hernández Sampieri, Fernández Collado, & Baptista Lucio, 2014), con el propósito de estimar los costos de las afectaciones presentadas durante la construcción del alcantarillado sanitario.

La investigación se desarrolló en la Ciudad de Chetumal, la cual se ubica en el municipio de Othón P. Blanco, siendo cabecera municipal de este y a al mismo tiempo es capital del estado de Quintana Roo, con una población de 169,028 habitantes y un total de 61,739 viviendas, cuyo hacinamiento resulta de 3.26 habitantes por vivienda (INEGI, 2020).

La Comisión de Agua Potable y Alcantarillado del Estado de Quintana Roo (CAPA) es la Institución responsable de proporcionar los servicios de agua potable, alcantarillado y saneamiento; así como de la construcción de las obras que se necesiten para garantizar esos servicios. Chetumal se ha dividido en diferentes sectores. La zona de estudio es denominada sector Comonfort, que abarca colonia Adolfo López Mateos, 5 de abril, Zona de Granjas y fraccionamiento Reforma; cuenta con un total de 1482 viviendas (INEGI, 2020) y (SEDATU, 2018).

Figura 1. Zona de estudio.



Fuente: Elaboración propia a partir de (SEDATU, 2018), (INEGI, 2020) y (Google Earth, 2020)

En el año 2019, en el sector de estudio se invirtieron en alcantarillado sanitario 37.2 millones de pesos (MDP), cifra que hoy día, considerando la inflación representa 44.3 MDP. El proyecto consistió en la colocación tubería de diferentes diámetros con una longitud total de 11.7 km y la obra tuvo una duración de 6 meses, en beneficio de todos los habitantes de esa zona (Cabrera Trinidad, 2023). Se realizó un cuestionario para aplicar mediante entrevistas. Para determinar el tamaño de muestra se utilizó la ecuación que considera una población finita (Martínez Bencardino, 2012).

Cálculo de muestra para población finita.

$$n = \frac{N * Z^2 * p * q}{e^2 * (N - 1) + Z^2 * p * q}$$

donde:

- n:** Tamaño de la muestra: 65 viviendas
- N:** Tamaño de la población: 1482 viviendas
- Z:** Valor de Z crítico de 90% (1.645)
- e:** Error de estimación máximo aceptado de 10%
- p:** Proporción aproximada del fenómeno en estudio en la población de referencia de 50%
- q:** Proporción de la población de referencia que no presenta el fenómeno en estudio (1 - p)

Para identificar, cuantificar y valorar las molestias que se presentan durante la construcción de la obra de alcantarillado sanitario; se aplicó el cuestionario, tal como sugiere (Hernández Sampieri, Fernández Collado, & Baptista Lucio, 2014). Ese instrumento de recopilación de información se fundamentó en las afectaciones identificadas por (Kaushal, Serajiantehrani, Najafi, & Malek Mohammadi, 2022) y (Neville, 2017). Las secciones en las que se estructuró se presentan en la tabla 1.

Tabla 1. Secciones de la encuesta.

Sección	
1.	Duración de las molestias
a)	Dentro del Predio
b)	Fuera del predio
2.	Afectaciones del cambio temporal de vivienda
a)	Cantidad de viviendas
b)	Costo de renta de la vivienda
c)	Duración del cambio temporal de vivienda
3.	Afectaciones en la salud
a)	Tipo de afectación
•	Enfermedades en vista
•	Enfermedades en piel

•	Enfermedades en las vías respiratorias
•	Lesiones
•	Costo de consulta
•	Costo de medicamentos
4.	Afectaciones de la limpieza general de la vivienda
a)	Incremento en la limpieza general de la vivienda
b)	Incremento en la compra de productos de limpieza y aromatizantes
5.	Afectaciones en el lavado de ropa
a)	Incremento en el lavado de ropa
b)	Incremento en la compra de productos
6.	Afectaciones del aseo personal
a)	Incremento en el tiempo dedicado a bañarse
b)	Incremento en la compra de productos para bañarse
7.	Afectaciones en aparatos electrónicos y electrodomésticos
a)	Reparación de aparatos
b)	Pérdida total de aparatos
8.	Identificación y valoración de las afectaciones en el tiempo de traslado
a)	Incremento en el tiempo de traslado de casa al trabajo y viceversa
9.	Afectaciones en el lavado de automóviles
a)	Incremento en el lavado del automóvil
10.	Afectaciones en los ingresos
a)	Pérdida de ingresos
11.	Otras afectaciones

Fuente: Elaboración propia.

Premisas valoración de molestias

En la valoración de las afectaciones se consideró una duración de 5 meses y el valor del tiempo empleado se obtuvo como el cociente del salario promedio mensual y las horas promedio laboradas al mes (INEGI, 2022).

El cambio temporal de vivienda se valoró considerando el costo de la renta mensual por la duración de esta acción.

Las afectaciones en la salud consideraron los costos por consulta y medicamentos en los que incurrieron durante la construcción.

En las afectaciones por limpieza de la vivienda y aseo personal, se valoraron tanto el incremento en tiempo por el número de veces que se realizó esa actividad, como el incremento en el consumo de los materiales al costo de mercado.

La afectación por incremento en la cantidad de veces que se lava la ropa se valoró al costo de mercado la docena de ropa.

La afectación por el lavado de autos se valoró considerando el valor de mercado por el número de veces que se llevó a cabo esa acción.

La pérdida de los ingresos se valoró con los importes de los ingresos que dejaron de percibir las personas que manifestaron esa afectación.

3 RESULTADOS

Duración de las molestias durante la obra

La duración promedio de las molestias por la construcción del alcantarillado sanitario fue de 5 meses dentro del predio y de 6 meses fuera de este; la duración percibida por los habitantes se observa con detalle en la tabla 2.

Tabla 2. Duración de las molestias.

Duración	Dentro del predio	Fuera del predio
Menos de 3 meses	37.9%	21.2%
De 3 a 5 meses	31.8%	33.3%
De 5 a 7 meses	18.2%	25.8%
De 7 a 9 meses	4.5%	9.1%
Más de 9 meses	7.6%	10.6%
Promedio ponderado	5 meses	6 meses

Fuente: Elaboración propia.

Afectaciones

Las afectaciones fuera del predio fueron principalmente, en el tránsito vehicular, tránsito de las personas y deterioro de las vialidades, como se detalla en la tabla 3.

Tabla 3. Principales afectaciones identificadas fuera de los predios.

Afectación	Porcentaje
Interrupción del tránsito vehicular	89.4%
Movimiento lento del tránsito vehicular por calles alternas	81.8%
Interrupción del tránsito de peatones	69.7%
Generación de baches	63.6%
Daños a las tuberías del servicio de agua potable	62.1%
Hundimientos de calles	54.5%
Otras (daños al servicio de energía eléctrica, daños estructurales a viviendas por las fuertes vibraciones, daños mecánicos en automóviles, desfonde de calles, generación de baches, presencia de accidentes viales, derrumbes en zanjas excavadas)	Menos de 40%

Fuente: Elaboración propia.

Las afectaciones, en los predios, que se extendieron a más de la mitad de las viviendas fueron: la limpieza general de la vivienda con el 79.63%; seguido del incremento de tiempo de traslado de la casa-trabajo-casa, con un 58.31% y en tercer lugar el aumento en la compra productos para limpieza y aromatizantes con 52.63%. Ver Tabla 4 en la que se presentan también otras afectaciones.

Tabla 4. Principales afectaciones identificadas en los predios.

Afectación	Porcentaje de viviendas	No. de viviendas
Incremento en el número de veces que se realiza la limpieza general de la vivienda	79.63%	1180
Incremento en el tiempo de traslado de casa al trabajo y viceversa	58.31%	864
Incremento en la compra de productos de limpieza y aromatizantes	52.63%	780
Incremento en el número de veces del aseo personal	49.77%	738
Incremento en la compra de productos para lavar ropa	35.55%	527
Incremento en el número de veces que se lava la ropa	29.86%	443
Otras (cambio temporal de vivienda, enfermedades en la vista, enfermedades en la piel, enfermedades en las vías respiratorias, lesiones, incremento en la compra de productos para bañarse, reparación de aparatos electrónicos y electrodomésticos, pérdida total de aparatos electrónicos y electrodomésticos, incremento en el número de veces que se lava el automóvil y pérdida de ingresos)	Menos de 25%	Menos de 371

Fuente: Elaboración propia.

Incremento en número de veces que se realiza la limpieza general de la vivienda

En la tabla 5 se presentan el incremento en el tiempo dedicado a la limpieza general de la vivienda que ascendió a 160 horas, con un costo unitario de 6,560 pesos y un total para el sector de estudio de 7.74 MDP.

Tabla 5. Costo por incremento en tiempo de limpieza de vivienda.

Concepto	Unidad	Cantidad
Sin obra	No. día/semana	4
	Horas/día	3
Con obra	No. día/semana	5
	Horas/día	4
Incremento por obras	Horas/semana	8
Duración afectación	Semanas	20
Total de horas de afectación	Horas	160
Valor del tiempo	\$/hr	41
Valor unitario de afectación	\$	6,560
No. De viviendas	1,180	
Daño total	7.74	MDP

Fuente: Elaboración propia.

Incremento en el tiempo de traslado de casa al trabajo y viceversa

El tiempo de traslado de casa al trabajo y viceversa, se incrementó en media hora por día, representando un costo por vivienda de 410 pesos y 0.35 MDP en total como se detalla en la Tabla 6.

Tabla 6. Costo por incremento en tiempo de traslado.

Concepto	Unidad	Cantidad
Sin obra	No. día/semana	6
	Horas/día	0.20
Con obra	No. día/semana	6
	Horas/día	0.28
Incremento por obras	Horas/semana	0.50
Duración afectación	Semanas	20
Total de horas de afectación	Horas	10
Valor del tiempo	\$/hora	41
Valor unitario de afectación	\$	410
No. De viviendas	864	
Daño total	0.35	MDP

Fuente: Elaboración propia.

Incremento en la compra de productos de limpieza y aromatizantes

Durante las obras de construcción del alcantarillado sanitario se incrementó la compra de productos y materiales de limpieza en 370 pesos por semana, con un costo total por afectaciones de 5.77 MDP. Ver tabla 7.

Tabla 7. Costo por incremento de compra de productos de limpieza y aromatizantes.

Concepto	Unidad	Cantidad
Sin obra	No. Día/semana	2
	\$/día	172
Con obra	No. Día/semana	3
	\$/día	238
Incremento por obras	\$/semana	370
Duración afectación	Semanas	20
Valor unitario de afectación	\$	7,400
No. De viviendas	780	
Daño total	5.77	MDP

Fuente: Elaboración propia.

Incremento en el número de veces del aseo personal

En la tabla 8 se presenta el incremento en el tiempo dedicado a bañarse que fue de 1.98 horas por semana, arrojando un valor total de las afectaciones, por este concepto, de 1.20 MDP.

Tabla 8. Costo por incremento de aseo personal.

Concepto	Unidad	Cantidad
Sin obra	No. Veces/día	2
	Horas/vez	0.23
Con obra	No. Veces/día	3
	Horas/vez	0.25
Incremento por obras	Horas/día	0.28
	Horas/semana	1.98
Duración afectación	Semanas	20
Total de horas de afectación	Horas	40
Valor del tiempo	\$/ hora	41
Valor unitario de afectación	\$	1,626
No. De viviendas	738	
Daño total	1.20	MDP

Fuente: Elaboración propia.

Incremento en la compra de productos para lavar ropa

El costo semanal por la compra de productos para lavar ropa ascendía a 340 pesos sin las obras de construcción del drenaje, mientras que, durante estas se elevó a 660 pesos, existiendo un incremento de 320 pesos por semana. Lo que representa 3.37 MDP como se ve en la tabla 9.

Tabla 9. Costo por incremento de compra de productos para lavar ropa.

Concepto	Unidad	Cantidad
Sin obra	No. día/semana	2
	\$/día	170
Con obra	No. día/semana	3
	\$/día	220
Incremento por obras	\$/semana	320
Duración afectación	Semanas	20
Valor unitario de afectación	\$	6,400
No. De viviendas	527	
Daño total	3.37	MDP

Fuente: Elaboración propia.

Incremento en el número de veces que se lava la ropa

En este sentido, se produjo un incremento número de veces que se lleva a cabo el lavado de ropa, en 7 docenas por semana, con un costo total de afectación de 4.34 MD, como se muestra en la tabla 10.

Tabla 10. Costo por incremento en lavado de ropa (docena).

Concepto	Unidad	Cantidad
Sin obra	No. día/semana	2
	Docenas/día	4
Con obra	No. día/semana	3
	Docenas/día	5
Incremento por obras	Docenas/semana	7
Duración afectación	Semanas	20
Total de docenas de afectación	Docenas	140
Costo de la docena	\$/docena	70
Valor unitario de afectación	\$	9,800
No. De viviendas	443	
Daño total	4.34	MDP

Fuente: Elaboración propia.

Costo total de las afectaciones

En la tabla 11 se presenta el resumen de las afectaciones mencionadas, estimadas con una duración de 5.

Tabla 11. Resumen de los costos.

Afectación	5 meses	
	Total (MDP)	Porcentaje
Incremento en el número de veces que se realiza la limpieza general de la vivienda	7.74	26.73%
Incremento en la compra de productos de limpieza y aromatizantes	5.77	19.93%
Incremento en el número de veces que se lava la ropa	4.34	14.99%
Incremento en la compra de productos para lavar ropa	3.37	11.65%
Incremento en la compra de productos para bañarse	2.00	6.90%
Otras (pérdida de ingresos, incremento en número de veces del aseo personal, cambio temporal de vivienda, pérdida total de aparatos electrónicos y electrodomésticos, incremento en el número de veces que se lava el automóvil, incremento en el tiempo de traslado de casa al trabajo y viceversa, reparación de aparatos electrónicos y electrodomésticos, enfermedades en la vista, enfermedades en las vías respiratorias, lesiones y enfermedades en la piel).	5.73	19.80%
Costo total	28.96	100%

Fuente: Elaboración propia.

4 DISCUSIÓN

Las afectaciones duran, en términos porcentuales, el 83.33% del tiempo de la obra. El incremento en: el número de veces que se realiza limpieza general, el tiempo de traslado de casa al trabajo y viceversa, al igual que la generación de enfermedades en la vista, piel y vías respiratorias, lesiones, daños en equipos electrónicos y electrodomésticos, pérdida de ingresos, interrupción del tránsito vehicular, movimiento lento del tránsito vehicular por calles alternas, interrupción del tránsito de peatones, generación de baches, daños a las tuberías del servicio de agua potable, hundimientos de calles, daños al servicio de energía eléctrica, daños estructurales a viviendas por las fuertes vibraciones, daños mecánicos en automóviles, desfonde de calles, generación de baches, presencia de accidentes viales y derrumbes en zanjas excavadas; son afectaciones que ya habían sido manifestadas por (Neville, 2017) y (Kaushal, Serajiantehrani, Najafi, & Malek Mohammadi, 2022). Adicionalmente, se identificó: el cambio temporal de vivienda, incremento en número de veces del aseo personal, incremento en la compra de productos para bañarse, aumento en la cantidad de veces que se lavaba la ropa, incremento en la compra de productos para lavar ropa, incremento en la compra de productos de limpieza y aromatizantes y el aumento en las veces que se lava el automóvil.

Las afectaciones que abarcaron el mayor número de viviendas fueron: la limpieza general de la vivienda, con un 79.63%; seguida del tiempo de traslado de casa al trabajo y viceversa con un 58.31%; y la compra de productos de limpieza y aromatizantes con 52.63%.

Las afectaciones que presentaron un incremento en el tiempo que se les dedica, fueron: limpieza general de la vivienda, el tiempo de traslado de casa al trabajo y viceversa y en el aseo personal. Mientras que aquellas en las que hubo un incremento en los costos son en la compra de productos de limpieza y aromatizantes, compra de productos para lavar ropa, número de veces que se lava la ropa, lavado del automóvil, compra de productos para bañarse, pérdida de ingresos, cambio temporal de vivienda, reparación de aparatos electrónicos y electrodomésticos, pérdida total de aparatos electrónicos y electrodomésticos, lesiones, enfermedades en la vista; piel y vías respiratorias.

El total de las afectaciones en las viviendas asciende a 28.96 MDP; de los cuales el incremento en el número de veces que se realiza la limpieza general de la vivienda representa el 26.73% del importe, el incremento en la compra de productos de limpieza y aromatizantes el 19.93%, incremento en el número de veces que lava la ropa el 14.99%,

el incremento en la compra de productos para el lavado de ropa el 11.65%, el incremento en la compra de productos para bañarse el 6.90% y el resto de estas representan en conjunto el 19.85% restante.

Las afectaciones ascienden a 28.96 MDP, que representan el 65.37% de la inversión, si se considera una duración de 5 meses. Equivale también a 19,543 pesos/vivienda o 6,930 pesos/habitante.

5 CONCLUSIONES

Durante la etapa de construcción del alcantarillado sanitario en el sector Comonfort, se presentaron molestias que afectaron a los habitantes, cuyo monto es de 28.96 MDP, que representa el 65.37% del monto de la inversión y en los estudios costo beneficio podría considerarse, al menos ese importe, como el valor de las externalidades negativas

Las molestias que afectan a más del 50% de las viviendas son: incremento en el número de veces que se realiza la limpieza general de la vivienda, incremento en el tiempo de traslado de casa al trabajo y viceversa, incremento en la compra de productos de limpieza y aromatizantes, incremento del número de veces que se realiza el aseo personal, incremento en la compra de productos para lavar ropa y el incremento en el número de veces que se lava la ropa.

El costo per cápita de las afectaciones es de 19,543 pesos/vivienda o 6,930 pesos/habitante.

La afectación por incremento en el número de veces que se realiza la limpieza es la mayor afectación, representado el 26.73% del valor total.

6 RECOMENDACIONES

Debido a que el estudio se desarrolló en una zona específica de la ciudad, sería conveniente replicarlo en otras para determinar las afectaciones promedio de la localidad.

Las afectaciones se realizaron sin tomar en consideración las diferentes etapas de la obra, (trazo y nivelación, corte de pavimento, etc.), por lo que pudieran desarrollarse otras investigaciones que identifiquen, cuantifiquen y valoren los daños en cada una de ellas.

Sería conveniente cuantificar y valorar las afectaciones que tienen los trabajadores de la construcción durante la obra, ya también es una externalidad.

Para tener con mayor detalle la totalidad de las afectaciones, pudiera ser conveniente, llevar a cabo estudios para cuantificar y valorar el tránsito lento, corte vehicular, aparición de baches, entre otras; y que tampoco fueron consideradas en este trabajo.

REFERENCIAS

- Baena Paz, G. (2017). Metodología de la investigación. México: Patria.
- Cabrera Trinidad, L. (31 de Enero de 2023). Entrevista a personal de CAPA. (R. A. Heredia Vázquez, & C. Cruz Ramirez, Entrevistadores)
- CAPA. (2020). Construcción de planta de tratamiento de aguas residuales para la Localidad de Calderitas Y Zona Norte de la Cd. de Chetumal Quintana Roo con capacidad de 240 lps (I etapa de 120 lps). Chetumal, Quintana Roo: Comisión de Agua Potable y Alcantarillado.
- CEPAL. (2018). Desarrollo y conflictos asociados a la construcción de infraestructura. Boletín FAL.
- CONAGUA. (2015). Manual de Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento. Datos Básicos Para Proyectos de Agua Potable y Alcantarillado. México: Comisión Nacional del Agua.
- CONAGUA. (2015). Manual de Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento: Metodologías de Evaluación Socioeconómica y Estructuración de Proyectos de Inversión (Agua Potable, Alcantarillado, Saneamiento, Mejoramiento de Eficiencia y Protección a Centros de Población). México: Comisión Nacional del Agua.
- Enshassi, A., Kochendoerfer, B., & Rizq, E. (2014). Evaluación de los impactos medioambientales de los proyectos de construcción. Revista Ingeniería de Construcción, 234-254.
- Gobierno de Quintana Roo. (11 de Septiembre de 2021). En Quintana Roo la gente vive mejor con servicio de agua potable de calidad . Obtenido de qroo.gob.mx: <https://qroo.gob.mx/inicio/index.php/2021/09/11/en-quintana-roo-la-gente-vive-mejor-con-servicio-de-agua-potable-de-calidad/#:~:text=Tenemos%20una%20cobertura%20global%20en,mill%C3%B3n%20598%20mil%20196%20habitantes.>
- Google Earth. (2020). Obtenido de earth.google.com: <https://earth.google.com/web/@18.52911729,-88.29333805,6.92108526a,15905.51297059d,35y,0.00113607h,0t,0r>
- Hernández Sampieri, R., Fernández Collado, C., & Baptista Lucio, M. (2014). Metodología de la investigación. México: McGraw-Hill.
- INEGI. (2020). Censo de Población y Vivienda 2020. Obtenido de INEGI: <https://www.inegi.org.mx/app/areasgeograficas/?ag=23#collapse-Resumen>
- INEGI. (2020). Espacio y Datos de México. Obtenido de Instituto Nacional de Estadística y Geografía : <https://www.inegi.org.mx/app/mapa/espacioydatos/>
- INEGI. (2020). Resumen. Quinatan Roo. Obtenido de Cuentame.inegi.org.mx: <https://cuentame.inegi.org.mx/monografias/informacion/qroo/>
- INEGI. (28 de diciembre de 2022). Encuesta Nacional de Ocupación y Empleo (ENOE), población de 15 años y más de edad. Obtenido de INEGI: <https://www.inegi.org.mx/programas/enoe/15ymas/#Documentacion>

Kaushal, V., Serajiantehrani, R., Najafi, M., & Malek Mohammadi, M. (2022). A Framework for Evaluation of Social Costs of Open-Cut Pipeline Replacement for Sanitary Sewers.

Li X., Z. Y. (2010). An LCA-based environmental impact assessment model for construction processes. *Building and Environment*, 766-775.

Martínez Bencardino, C. (2012). *Estadística y muestreo*. Bogotá: Ecoe.

MIDEPLAN. (2012). *Guía Metodológica de Identificación, Formulación y Evaluación de Proyectos de Acueducto y Alcantarillado Sanitario en Costa Rica*. San José, Costa Rica.

Morín Maya, E. (2018). *Guía general para la presentación de evaluaciones costo y beneficio de programas y proyectos de inversión*. México: Centro de Estudios para la Preparación y Evaluación Socioeconómica de Proyectos.

Neville, G. (2017). *Social cost factors and their impacts in sewerage pipe laying projects*. University of Moratuwa.

OIT. (2012). *Enciclopedia de salud y seguridad en el trabajo*. En B. Málek, *Riesgos para la salud en obras subterráneas* (pág. 9). Organización Internacional del Trabajo.

Resolución BI-Ministerial N° 082. (2000). La Paz, Bolivia.

Sánchez Aguilar, M., Pérez Manrique, G. B., González Díaz, G., & Peón Escalante, I. (2017). *Enfermedades actuales asociadas a los factores de riesgo laborales de la industria de la construcción en México*. *Medicina y seguridad del trabajo*, 28-39.

SAPAL. (2022). *MIA, Proyecto de rehabilitación de red de alcantarillado sanitario en el cuadrante poniente de la col. Villa Insurgentes formado por las calles j. M. Belauzaran, Tancítaro, Fuente del sombrero, Fuente de los remedios y av. Antonio de silva*. León Gto.: Sistema de Agua Potable y Alcantarillado de León.

SEDATU. (2018). *Plano de zonificación secundaria - usos y destinos del suelo*. Programa de Desarrollo Urbano de Chetumal, Calderitas, Subteniente López, Huay-Pix y Xul-Ha. Secretaría de Desarrollo Agrario, Territorial y Urbano.

SEMAR. (2016). *Metodología de la Investigación*. México: Secretaría de Marina.

SEMARNAT. (2007). *Manifestación de impacto ambiental*. Introducción del drenaje sanitario y saneamiento para la localidad de San José de Mojarras, municipio de Santa María de Oro, estado de Nayarit. México: Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales.

SHCP. (2013). *Lineamientos para la elaboración y presentación de los análisis costo y beneficio de los programas y proyectos de inversión*. México: Secretaría de Hacienda y Crédito Público.

SNIP. (2012). *Metodología de Preinversión para Proyectos de Agua y Saneamiento*. Nicaragua: Dirección General de Inversiones Públicas.

SNIP. (2015). *Guía para la identificación, formulación y evaluación de proyectos de inversión pública de servicios de saneamiento básico urbano, a nivel de perfil*,

incorporando la gestión del riesgo en un contexto de cambio climático. Perú: Dirección General de Inversión Pública.