
DISPOSICIÓN A PAGAR POR MEJOR CALIDAD DE AIRE ANTE LA CONTAMINACIÓN POR EMISIONES INDUSTRIALES EN VENEZUELA

Gioberti Morantes Quintana
Gladys Rincón Polo
Narciso Perez Santodomingo

Morantes Quintana, G., Rincón Polo, G., & Perez Santodomingo, N. (2020). Disposición a pagar por mejor calidad de aire ante la contaminación por emisiones industriales en Venezuela. *Cuadernos de Economía*, 39(79), 191-217.

Esta investigación tuvo como objetivo obtener la disposición a pagar (DAP) para mejorar la calidad del aire a partir de la reducción de emisiones de material particulado producidas por industrias en la costa nororiental de Venezuela. Se relacionó

G. Morantes Quintana

Universidad Simón Bolívar, Departamento de Procesos y Sistemas, Laboratorio de Carbón y Residuales de Petróleo, Caracas, Venezuela. E-mail: gmorantes@usb.ve

G. Rincón Polo

Escuela Superior Politécnica del Litoral, ESPOL, Facultad de Ingeniería Marítima y Ciencias del Mar (FIMCM), Guayaquil, Ecuador. E-mail: grincon@espol.edu.ec

N. Perez Santodomingo

Universidad Simón Bolívar, Departamento de Procesos y Sistemas, Laboratorio de Carbón y Residuales de Petróleo, Caracas, Venezuela. E-mail: naperez@usb.ve

Sugerencia de citación: Morantes Quintana, G., Rincón Polo, G., & Perez Santodomingo, N. (2020). Disposición a pagar por mejor calidad de aire ante la contaminación por emisiones industriales en Venezuela. *Cuadernos de Economía*, 39(79), 191-217. doi: <https://doi.org/10.15446/cuad.econ.v39n79.73765>

Este artículo fue recibido el 27 de julio de 2018, ajustado el 09 de Octubre de 2018, y su publicación aprobada el 11 de octubre de 2018.

la contaminación con efectos adversos sobre la salud. Se diseñó, validó y aplicó un cuestionario de valoración contingente y se usó el modelo logístico (LOGIT) para estimar la DAP. El modelo LOGIT resultó ser confiable, con una tasa holística de éxito del 91,7%. La DAP fue de 1,5 USD (mes.persona)⁻¹, para un costo atribuible a la contaminación atmosférica de 57,3 MM USD.año⁻¹.

Palabras clave: disposición de pago, valoración contingente, contaminación atmosférica, salud, material particulado, Venezuela.

JEL: Q20, Q00, C83, C42.

Morantes Quintana, G., Rincón Polo, G., & Perez Santodomingo, N. (2020). Willingness to pay for better air quality in the face of industrial emissions pollution in Venezuela. *Cuadernos de Economía*, 39(79), 191-217.

This research aimed to obtain the willingness to pay (WTP) to improve air quality from the reduction of emissions of particulate matter produced by industries in the northeastern coast of Venezuela. Pollution was related to adverse health effects. A contingent valuation questionnaire was designed, validated and applied and the logistic model (LOGIT) was used to estimate the WTP. The LOGIT model proved to be reliable, with a holistic success rate of 91.7%. The WTP was 1.5 USD (month.person)⁻¹, for a cost attributable to air pollution of USD 57.3 MM.year⁻¹.

Keywords: willingness to pay, contingent valuation, air pollution, health, particulate matter, Venezuela.

JEL: Q20, Q00, C83, C42.

Morantes Quintana, G., Rincón Polo, G., & Perez Santodomingo, N. (2020). Disposition à payer pour une meilleure qualité de l'air face à la pollution due aux émissions industrielles au Venezuela. *Cuadernos de Economía*, 39(79), 191-217.

Cette investigation a eu pour objet d'évaluer la disposition à payer (DAP) pour améliorer la qualité de l'air à partir de la réduction d'émissions de matières particulaires produites par les industries sur la côte nord-est du Venezuela. On a mis en relation la pollution avec des effets néfastes pour la santé. On a conçu, validé et utilisé un questionnaire d'évaluation contingente et suivi le modèle logistique (LOGIT) pour évaluer la DAP. Le modèle LOGIT s'est révélé fiable, avec un taux holistique de succès de 91,7%. La DAP fut de 1,5 USD (Mois/Personne)⁻¹, pour un coût attribuable à la pollution atmosphérique de 57,3 millions d'USD/an⁻¹.

Mots-clés: disposition à payer, évaluation contingente, pollution atmosphérique, santé, matières particulaires, Venezuela.

JEL: Q20, Q00, C83, C42.

Morantes Quintana, G., Rincón Polo, G., & Perez Santodomingo, N. (2020). Disposição a pagar por melhor qualidade de ar diante da contaminação por emissões industriais na Venezuela. *Cuadernos de Economía*, 39(79), 191-217.

Esta pesquisa teve como objetivo obter a disposição a pagar (DAP) para melhorar a qualidade do ar a partir da redução de emissões de material particulado produzidas por indústrias na costa do nordeste da Venezuela. Relacionou-se a contaminação com efeitos adversos sobre a saúde. Foi elaborado, validado e aplicado um questionário de valorização contingente e usou-se o modelo logístico (LOGIT) para estimar a DAP. O modelo LOGIT resultou ser confiável, com uma taxa holística de sucesso de 91,7%. A DAP foi de 1,5 USD (mês/pessoa)⁻¹, para um custo atribuível à contaminação atmosférica de 57,3 MM USD.ano⁻¹.

Palavras-chave: disposição de pagamento, valorização contingente, contaminação atmosférica, saúde, material particulado, Venezuela.

JEL: Q20, Q00, C83, C42.

INTRODUCCIÓN

La contaminación del aire por material particulado (PM, por sus siglas en inglés, *particulate matter*) se refiere a la presencia de partículas en estado sólido/líquido de tamaños submicroscópicos/microscópicos que se encuentran en la atmósfera a niveles que superan los umbrales considerados seguros para la salud (Seinfeld y Pandis, 1998).

El material particulado (PM) es una mezcla compleja de partículas extremadamente pequeñas y gotas líquidas suspendidas en el aire, las cuales solas, o en combinación con otros contaminantes atmosféricos, pueden tener efectos adversos en la salud respiratoria y cardiovascular. Las enfermedades relacionadas con este contaminante incluyen alergias respiratorias, asma, enfermedad pulmonar obstructiva crónica, bronquitis y enfermedades coronarias (OMS, 2005). La combinación del PM con otros contaminantes puede hacer que las partículas adquieran atributos tóxicos, cancerígenos, mutagénicos y teratogénicos por contener metales, ácidos (nitratos y sulfatos), productos químicos orgánicos o alérgenos (US EPA, 2018).

En Venezuela, en la costa nororiental de Anzoátegui existe gran actividad industrial que compromete la calidad del aire. Es por ello que el objetivo de esta investigación es obtener la disposición a pagar para mejorar la calidad del aire, reduciendo las emisiones del material particulado producido por las industrias en la costa nororiental de Anzoátegui, Venezuela. Para este fin, en este estudio se aplica el método de valoración contingente (VC) para determinar la disposición a pagar (DAP) por una reducción en la contaminación atmosférica industrial ocasionada por este contaminante en esta región venezolana.

Entre los autores que han investigado la valoración económica del aire usando el método de la VC se encuentran Ortúzar y Rodríguez (2002), quienes diseñaron un experimento para estimar la DAP en Chile por disminución de la contaminación de PM_{10} , y encontraron que la DAP por reducir la contaminación un solo día por año representó aproximadamente el 1% del ingreso familiar. Caulfield y O'Mahony (2007), a través de un estudio de preferencias reveladas, examinaron el impacto económico de la contaminación y el ruido generado por el transporte terrestre en Irlanda comparando dos áreas; los autores demostraron que los individuos cuya vivienda se encontraba más próxima a una avenida con alto flujo vehicular valoraban la calidad del aire dentro de las escalas más bajas y, expresaban una mayor DAP por reducir la contaminación atmosférica y el ruido.

Vlachokostas *et al.* (2011) determinaron la DAP para reducir el riesgo de mortalidad prematura atribuida a la contaminación del aire en Grecia; la media de la DAP para salvar un año de pérdida de vida fue aproximadamente 76,7 USD.mes⁻¹. Lera-López, Faulin y Sánchez (2012) aplicaron una encuesta de valoración contingente en España para determinar la DAP por reducir las principales externalidades atribuidas al transporte terrestre (ruido y contaminación); como resultado, obtuvieron una DAP igual a 12,00¹ USD.mes⁻¹ para una reducción leve de la contaminación

¹ Tasa de cambio promedio anual para 2012 a partir de la tasa de cambio histórica mostrada por el Banco de España (1,2907 Euro/USD): <https://www.bde.es/webbde/es/estadis/infoest/tipos/tipos.html>

atmosférica y 12,39 USD.mes⁻¹ para una reducción severa. Filippini y Martínez (2016) estiman la DAP por mejorar la calidad del aire en el Área Metropolitana de la Ciudad de México asociada a variables ambientales, actitudes sociales y preocupaciones familiares (salud); la DAP para individuos que consideran la contaminación del aire como un problema muy importante fue de 302 USD.año⁻¹.

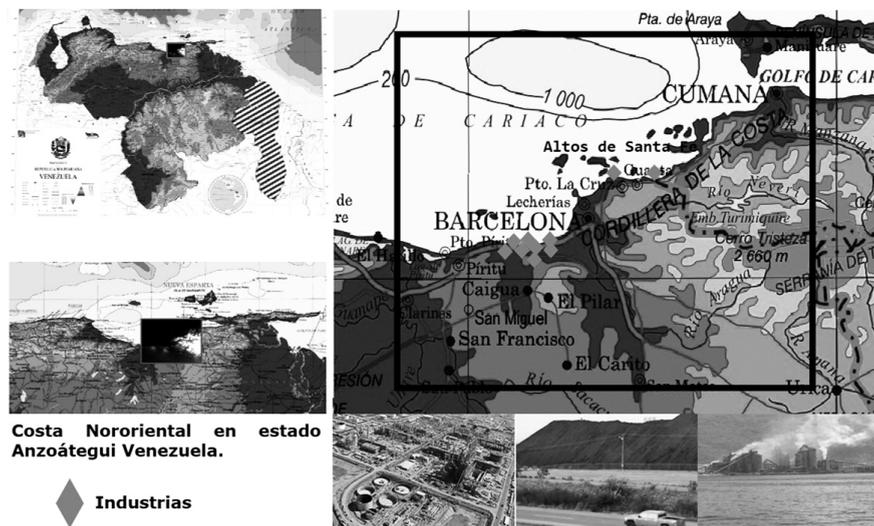
La revisión de marcos conceptuales y antecedentes sobre la metodología de la VC indica que este método ha sido aplicado en la valoración económica del aire en diferenciados contextos, aunque haya sido criticada por autores como Diamond y Hausman (1994) y Hausman (2012). De igual manera, esta metodología cuenta con nuevos desarrollos dentro del tema de valoración de bienes y servicios ambientales como lo mostrado por McFadden y Train (2017).

REGIÓN DE ESTUDIO

La región de estudio ocupa unos 100 kilómetros de franja costera, en la cual once industrias pesadas (petroleras, petroquímicas y cementera) conviven con siete ciudades que concentran 552 173 habitantes (Instituto Nacional de Estadística, 2018a). De oeste a este, las ciudades que conforman esta zona geográfica son: Píritu, Puerto Píritu, Caigua, Lechería, Barcelona, Puerto La Cruz y Guanta, a las cuales se le incorpora los Altos de Santa Fe, usado como un referente por ser un pueblo de montaña no contaminado. Nueve de las industrias están localizadas dentro del complejo industrial ubicado entre Puerto Píritu y Barcelona, la industria de refino de petróleo está ubicada en Puerto La Cruz y la cementera en Guanta. La Gráfica 1 muestra la región de estudio señalando la localización de las ciudades e industrias.

Gráfica 1.

Región de estudio señalando localización de ciudades e industrias



Fuente: elaboración propia.

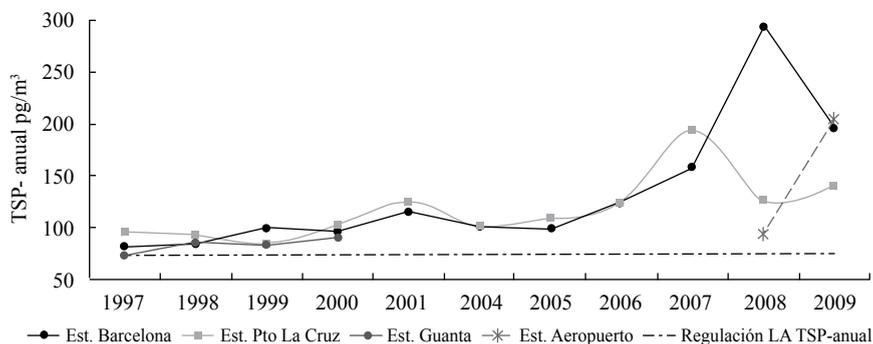
Un inventario de emisiones industriales para el año 2007 estimó que las emisiones de PM eran 4 790 t.año⁻¹, las cuales provenían de 83 fuentes fijas y 3 fuentes de área: pilas de coque de petróleo, pilas de azufre en pastillas (localizadas en el complejo industrial) y trasiego del cemento (Cremades y Rincón, 2011). Estas fuentes emiten polvos de coque, de azufre y de cemento resuspendidos por el viento. Se destaca que para la fecha del inventario el sistema de almacenaje al aire libre de coque y azufre cumplía con las normas de ingeniería (Sánchez y Rondón, 2007; US EPA, 1992). Sin embargo, diferentes medios de comunicación social (Venezuela Verde, 2014; Teran, 2016; Jurado, 2016) informan que desde el 2011, las pilas de coque de petróleo desbordan el área destinada para tal fin, amontonándose en lugares que no fueron diseñados para almacenamiento de minerales al aire libre y, posiblemente, sin cumplir las respectivas normas de almacenamiento y de ingeniería

Para la costa nororiental de Anzoátegui, se analizaron las concentraciones anuales de partículas totales en suspensión (TSP, por sus siglas en inglés, *total suspended particles*) $\leq 100\mu\text{m}$, por ser el único tamaño de partícula regulado por Venezuela. Las TSP están reguladas por trece de dieciocho países latinoamericanos; en Estados Unidos, la Agencia de Protección Ambiental de ese país (USEPA, por sus siglas en inglés) dejó de regularlas en 1987 (Morantes, Pérez, Santana y Rincón, 2016).

La Gráfica 2 muestra las concentraciones anuales de TSP para cuatro estaciones de muestreo ubicadas en Barcelona, Puerto La Cruz y Guanta. El valor empleado como referente corresponde al umbral regulado de TSP-anual en las legislaciones latinoamericanas ($< 75 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$). Se observa que, desde 1997, el nivel anual de TSP ha venido sobrepasando el umbral regulado. No se cuenta con datos de calidad de aire medidos en Lechería, pero por colindar con Barcelona y Puerto La Cruz y, considerando las características del aire y olores que se perciben, se afirma que está igualmente contaminado.

Gráfica 2.

Concentración de TSP-anual en Barcelona, Puerto La Cruz y Guanta

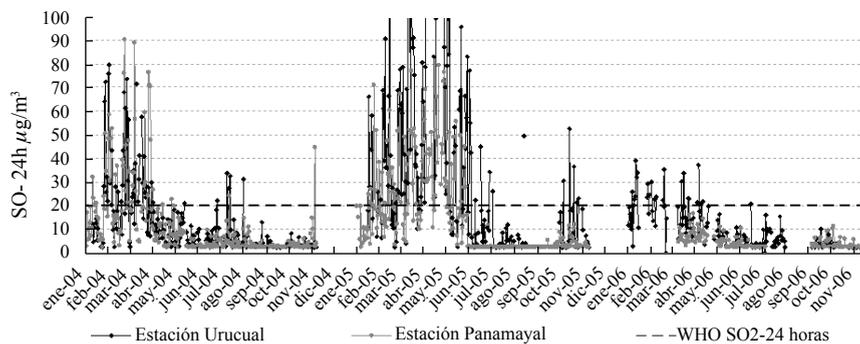


Fuente: elaboración propia.

El dióxido de azufre (SO_2) es uno de los contaminantes que se emite junto con el TSP durante la quema de combustibles fósiles. Este constituye la mayor fracción en masa de partículas finas, lo que lo convierte en un indicador de contaminación por partículas (Pope *et al.*, 1995). La Gráfica 3 muestra los niveles de concentración de SO_2 -24 horas en $\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ para 2004-2006, en dos estaciones ubicadas en Caigua. En la gráfica se observa que la concentración de SO_2 supera con frecuencia el umbral recomendado, por ser considerado seguro, por la Organización Mundial de la Salud (OMS).

Gráfica 3.

Concentración de SO_2 -24 horas en Caigua



Fuente: elaboración propia.

Ahora bien, para las ciudades de Píritu, Puerto Píritu y Altos de Santa Fe no se cuenta con mediciones de estos contaminantes; sin embargo, Píritu y Puerto Píritu, por ser ciudades adyacentes al complejo industrial y por las quejas constantes de la población, se consideran regiones contaminadas (MARNR, 2006; Venezuela Verde, 2014; Teran, 2016; Jurado, 2016). Los Altos de Santa Fe se tipifica como lugar no contaminado por ser una zona rural montañosa sin industrias adyacentes.

Para 2011, en Anzoátegui, 50,2% de la población eran hombres y el restante 49,8%, mujeres, con media de edad de 26 años. Las características educativas mostraron una tasa de alfabetismo del 96%, con 27% de hombres y 26% de mujeres graduados de educación media. El nivel de ingreso en la región (zona petrolera) estaba entre 322 y 573 USD.mes⁻¹ con un salario promedio ~417 USD.mes⁻¹, cuando el ingreso medio nacional per cápita era ~407 USD.mes⁻¹ (± 63 USD.mes⁻¹) y el salario mínimo nacional 292 USD.mes⁻¹ (Instituto Nacional de Estadística, 2018a).

El estrato social es una variable más compleja que el salario y nivel educativo; en Venezuela, esta clasificación se divide en cinco categorías: desde la letra A (mayor estrato socioeconómico) a la letra E (menor estrato socioeconómico) (Méndez y Méndez, 1994). Para 2015, la descripción de las clases sociales venezolanas muestra que 17,7% de la población pertenecen a los Estratos A y B; 27,5% al Estrato C; 27,5% al Estrato D y 27,5% al Estrato E (UCAB, 2018).

METODOLOGÍA

Para medir la DAP para mejorar la calidad del aire al reducir las emisiones industriales de PM en la costa nororiental de Anzoátegui, se elaboró un cuestionario exponiendo los efectos nocivos sobre la salud de la contaminación por PM. La consulta fue aplicada en aquellas ciudades en donde se comprobó la afectación del aire por emisiones industriales; se incluyó Altos de Santa Fe como referente dada su condición de lugar no contaminado.

La muestra estuvo conformada por adultos de ambos sexos, con edades entre 18 y 76 años, que viven/trabajan en el sector de aplicación del cuestionario o transcurren en él por lo menos 4 horas al día. El número de cuestionarios repartidos en cada ciudad fue proporcional a la población de esta. El tamaño de la muestra quedó establecido en 384 individuos para asegurar un 95% de nivel de confianza, un margen de error del 5% y una heterogeneidad de la población de 50% (Netquest, 2018). El cuestionario se diseñó para ser aplicado de forma presencial y se aplicó en el 2015, mayoritariamente asistido. El tipo de muestreo fue no-probabilístico propositivo².

Cuestionario de valoración contingente

El diseño del cuestionario se llevó a cabo a través de cuatro etapas: diseño del pre-cuestionario, validación del pre-cuestionario, aplicación de prueba piloto y diseño del cuestionario final.

Una vez diseñado el pre-cuestionario, este fue enviado a un grupo de expertos para su validación, el cual estuvo conformado por siete especialistas en diferentes áreas: economía ambiental, contaminación atmosférica, valoración contingente, metodología de investigación, sociología y salud respiratoria. Los expertos validaron el cumplimiento del objetivo de la investigación, el contenido del cuestionario, la coherencia en formulación de preguntas, estructura, realismo y comprensión del mercado hipotético, capacidad narrativa para obtener la disposición de pago, lo apropiado y oportuno del lenguaje y el cumplimiento del código de ética en las ciencias sociales. Como resultado se obtuvo el cuestionario piloto.

El lugar escogido para aplicar el cuestionario piloto fue un sector industrial con uso del suelo mixto (industrial/residencial), en donde tienen presencia 700 empresas entre medianas y pequeñas (Corpocentro, 2006), con 209 987 habitantes en 182 km². La concentración promedio anual de TSP era 60 $\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ (Instituto Nacional de Estadística, 2018b). El tamaño de la muestra de la prueba piloto fue de 50 personas. Las respuestas se analizaron por medio del coeficiente de correlación de Pearson, para establecer si había preguntas redundantes, y con el coeficiente Alfa de Cronbach, para conocer si el instrumento tenía consistencia interna. El cuestionario final se estructura en cuatro secciones que se presentan a continuación.

² Se caracteriza por el uso de juicios e intenciones deliberadas para obtener muestras representativas al incluir áreas o grupos que se presume son típicos en la muestra.

Sección A

El objetivo de esta sección es medir la percepción del encuestado sobre la calidad del aire, las posibles fuentes de emisión y contaminantes atmosféricos y establecer qué enfermedades podrían estar relacionadas con esos contaminantes. Luego de las preguntas, se presenta un texto informativo sobre el material particulado atmosférico, sus consecuencias sobre la salud respiratoria/cardiovascular, e informa sobre la concentración esperada de PM en sectores industriales. Se finaliza indagando sobre si el encuestado percibe la presencia de PM y la importancia que este le otorga al medio ambiente. La Tabla 1 muestra, para el cuestionario final, las variables medidas en la sección A, la hipótesis que sustenta cada variable y la razón de esta hipótesis.

Tabla 1.

Variables de la Sección A del cuestionario final

Sección A: Percepción sobre calidad del aire			
Variable	A1. Incidencias	A2. Causas Contaminación	A3. Mejora Contaminación
Hipótesis	Seleccionar mayor cantidad de incidencias aumenta la DAP.	Señalar mayor cantidad de fuentes aumenta la DAP.	Seleccionar más cantidad de acciones aumenta la DAP.
Razón de hipótesis	Identificar mayor cantidad de incidencias implicaría mayor conocimiento del tema, lo que con lleva a una DAP positiva (Ortúzar y Rodríguez, 2002).	Identificar mayor cantidad de fuentes de emisión implicaría mayor conocimiento del tema, lo que con lleva a una DAP positiva (Ortúzar y Rodríguez, 2002; Caulfield y O'Mahony, 2007; Lera-López <i>et al.</i> , 2012).	Estar dispuesto a llevar a cabo mayor cantidad de acciones para mejorar la calidad del aire conlleva a una DAP positiva (Carlsson y Johansson-Stenman, 2000).
Variable	A4. Ident Enfermedades	A5. Posible Contaminante	A6. PresenciaMP
Hipótesis	Identificar más enfermedades aumenta la DAP.	Identificar más contaminantes aumenta la DAP.	Percibir la presencia de MP aumenta la DAP (disminuye puntaje).
Razón de hipótesis	Identificar mayor número de enfermedades relacionadas con contaminación implicaría DAP positiva (Carlsson y Johansson-Stenman, 2000; Vlachokostas <i>et al.</i> , 2011).	Identificar mayor número de contaminantes implicaría DAP positiva (Ortúzar y Rodríguez, 2002; Caulfield y O'Mahony, 2007; Lera-López <i>et al.</i> , 2012).	Identificar la contaminación de MP implicaría DAP positiva (Ortúzar y Rodríguez, 2002).

(Continúa)

Tabla 1.

Variables de la Sección A del cuestionario final

Sección A: Percepción sobre calidad del aire	
Variable	A7. ImportAmbiente
Hipótesis	Un menor puntaje aumenta la DAP (1-muy importante; 4-nada importante).
Razón de hipótesis	Otorgar mayor importancia al ambiente implicaría DAP positiva (Carlsson y Johansson-Stenman, 2000; Filippini y Martínez, 2016).

Fuente: elaboración propia.

Sección B

Se introduce el escenario contingente bajo la siguiente argumentación: se propone mejorar la calidad del aire reduciendo las emisiones industriales de material particulado (PM), por medio de dispositivos de control de emisiones de partículas en las chimeneas industriales que las emiten. Así mismo, se especifican los beneficios de esta reducción para la sociedad y, por consiguiente, para la salud. La instalación de estos dispositivos será subvencionada a través de la creación de un “Fondo” que contará con el aporte de la industria y la sociedad civil (de la cual el encuestado forma parte). Si la mayoría de la sociedad civil está de acuerdo con aportar dinero al Fondo, las industrias contaminadoras obligatoriamente tendrán que pagar el porcentaje establecido por consenso en el cuestionario. Además, se nombra el ente administrador, el cual fue definido por consenso a través de la prueba piloto.

El formato de la pregunta sobre la DAP en el cuestionario final es dicotómico abierto, también llamado formato mixto: primero, se pregunta si el encuestado está dispuesto a pagar una cantidad prefijada de dinero -valor que corresponde al BID (en inglés “oferta”), y luego, se pregunta la disposición máxima a pagar (DAP_{máx}), independientemente del BID ofertado. Se usa el formato mixto para controlar el sesgo de las no-respuestas al indicar un valor guía de la DAP a través de los BID (Riera, 1994). Los BID corresponden a la DAP_{máx} ofrecida por el encuestado en el cuestionario piloto. Seguidamente, se pregunta sobre el aporte porcentual de la industria al Fondo y sobre quién debería ser el ente recaudador.

Si la respuesta a la *disposición de pago* es “no” (DAP_{negativa}), la razón del no-pago se mide mediante 9 opciones para discriminar entre respuestas protesta y respuestas justificadas. Las respuestas protestas ocurren cuando la razón de “no pagar” se centra en la desconfianza ante la administración (o recaudación), por no mostrar ningún sentido de responsabilidad o apego ante el bien por valorar o por la falta de recursos o desconocimiento del tema (Riera, 1994). La Tabla 2 muestra para el cuestionario final, las variables medidas en la sección B, la hipótesis que sustenta cada variable y la razón de esta hipótesis.

Tabla 2.

Variables de la Sección B del cuestionario final

Sección B. Disposición a pagar por mejorar calidad del aire		
Variable	B1. BID	B2. DAP máx
Hipótesis	Al aumentar el BID se incrementa la DAP negativa.	n/a
Razón de hipótesis	Sustentado por bibliografía en el tema.	

Fuente: elaboración propia.

En esta sección se incluyen tres preguntas que no son consideradas variables independientes en el modelo de regresión para el cálculo de disposición de pago.

- Pregunta B3 -%Fondo: el objetivo es asignar la cantidad que debe aportar la industria contaminadora al Fondo; se usa para el cálculo del monto total por pagar para la mejora de la calidad del aire (DAP agregada).
- Pregunta B4 -Ente Recaudador: el objetivo es fijar por consenso el ente recaudador del dinero del Fondo.
- Pregunta B5 -Declaración DAPneg: su objetivo es controlar las respuestas protesta.

Sección C

El objetivo de esta sección es conocer las condiciones sociodemográficas de los encuestados y categorizarlos socioeconómicamente. Para ello, se utiliza el cuestionario de Graffar-Méndez Castellano (Méndez y Méndez, 1994); las respuestas se procesan siguiendo las indicaciones del método de Graffar. La Tabla 3 muestra las variables medidas en la sección C, la hipótesis que sustenta cada variable y la razón de esta hipótesis para el cuestionario final.

Sección D

El objetivo de esta sección es conocer el estado de salud del encuestado (o allegado, que vive en el entorno inmediato) indagando sobre padecimientos de enfermedades relacionadas con la salud respiratoria/cardiovascular y, en caso de que la persona encuestada (o allegado) sufra de alguna de estas enfermedades, saber si fuma y si trabaja en alguna de las industrias contaminadoras. Finalmente, se solicita que el encuestado autocalifique su salud respiratoria. La Tabla 4 muestra, para el cuestionario final, las variables medidas en la sección D, la hipótesis que sustenta cada variable y la razón de esta hipótesis.

Tabla 3.
Variables de la Sección C del cuestionario final

Sección C. Factores socioeconómica del encuestado			
Variable	C1. Salario	C2. Estudios	C3. SinPareja
Hipótesis	Mayor ingreso se asocia con DAP positiva.	Mayor nivel educativo se asocia con DAP positiva.	Tener pareja implica DAP positiva.
Razón de hipótesis	Quienes tengan mayores ingresos ofertarán una DAP positiva (Carlsson y Johansson-Stenman, 2000; Ortúzar y Rodríguez, 2002; Vlachokostas <i>et al.</i> , 2011).	Personas con mayor nivel educativo otorgan mayor importancia a la calidad del aire y ofertarán una DAP positiva (Carlsson y Johansson-Stenman, 2000).	Con base en la prueba piloto, se obtiene la tendencia a que las personas con pareja ofertarán una DAP positiva.
Variable	C4. TiempoRegEstudio	C5. Género	C6. Edad
Hipótesis	Mayor número de horas en la zona se asocia con DAP positiva.	Ser mujer se asocia con DAP positiva.	Personas jóvenes se asocian con DAP positiva.
Razón de hipótesis	Con base en la prueba piloto, se obtiene que al pasar mayor tiempo en la zona ofertarán una DAP positiva.	Con base en la prueba piloto, se obtiene que las mujeres ofertarán una DAP positiva.	Con base en la prueba piloto, se obtiene que las personas jóvenes ofertarán una DAP positiva.
Variable	C7. Hijos	C7. NúmHijos	C8-C11. EstratoSocioEcon^a
Hipótesis	Tener hijos se asocia a una DAP positiva.	Tener más hijos se asocia a una DAP positiva.	Menor estrato social se asocia a DAP negativa.
Razón de hipótesis	El tener hijos hace que se razone en función del bienestar de la familia: DAP positiva (Valera, 1998).		Menor estrato socio económico se asocia con DAP negativa (Maloma y Sekatane, 2014).

^a se usan las cuatro variables del cuestionario Graffar-Méndez Castellano (1994).

Fuente: elaboración propia.

Análisis de la disposición a pagar

Los análisis de regresiones logísticas (modelo LOGIT) son apropiados cuando se intenta modelar una variable dependiente (VD) dicotómica -ausencia o presencia puntuada con valores cero/uno- con un conjunto de variables independientes (VI) (Pardo y Ruiz, 2001; Rojo, 2007). Se aplicó LOGIT por ser el modelo más común en análisis de elección discreta en estudios de valoración contingente (Breidert, 2005).

Tabla 4.
Variables de la Sección D del cuestionario final

Sección D. Estado de Salud y hábitos		
Variable	D1. RiesgoSalud	D2. Percepción EdoSalud
Hipótesis	Un mayor puntaje se asocia con una DAP positivo (1-No; 4-Si).	Un mayor puntaje se asocia con DAP positivo (1-Muy buena; 4-Muy mala).
Razón de hipótesis	Quien percibe la contaminación del aire como un riesgo ante la salud ofertará una DAP positiva (Ortúzar y Rodríguez, 2002; Filippini y Martínez, 2016; Vlachokostas <i>et al.</i> , 2011).	Con base en la prueba piloto se obtiene que personas con salud delicada ofertan una DAP positiva
Variable	D3. PadeceEnfermedades	D4. NumVecesEnfermedades
Hipótesis	Declarar padecer (o allegado) mayor cantidad de enfermedades se asocia con una DAP positiva.	
Razón de hipótesis	Sufrir enfermedad(es) (o allegado) se asocia con DAP positiva (Ortúzar y Rodríguez, 2002; Filippini y Martínez, 2016; Vlachokostas <i>et al.</i> , 2011)	
Variable	D6. Trabaja IndsCont.	
Hipótesis	Trabajar (o allegado) en industrias contaminadoras se asocia con DAP positiva	
Razón de hipótesis	Con base en la prueba piloto, se tiene que las personas que trabajan en esas industrias ofertan una DAP positiva	

Fuente: elaboración propia.

En esta sección, se incluye una pregunta que no es considerada como variable independiente en el modelo de regresión para el cálculo de disposición de pago: pregunta D5 -Fumador: el objetivo es controlar eventos externos a la contaminación sobre las respuestas relacionadas con enfermedades respiratorias/cardiovasculares.

La función de distribución logística es del tipo exponencial y su transformación logarítmica (LOGIT) la convierte en una función lineal (ecuación 1) (Hosmer y Lemeshow, 2000; Rojo, 2007).

$$gi = \log \frac{pi}{1 - pi} = \beta_0 + \beta'_1 xi \tag{1}$$

Donde:

gi. Función de densidad acumulativa de valores máximos de la DAP.

pi. La probabilidad de que *gi* tome el valor de 1 en presencia de las covariables *xi*.

xi. Conjunto de VI.

β . Coeficientes estandarizados de VI.

A la izquierda de la igualdad de la ecuación 1, se encuentra LOGIT que representa el logaritmo de la razón de proporciones de presencia o ausencia de una característica (e.g. posibilidad de pagar frente no pagar). El término a la derecha es la expresión de una recta, que resulta idéntica a la del modelo general de regresión lineal (Peña, 2002; Rojo, 2007).

Las VI que se pueden escoger y la selección de las herramientas de análisis de datos para el método de VC son discrecionales, pero siempre basadas en información de investigaciones anteriores que buscaban determinar cuáles variables influyen sobre la DAP. Los supuestos que aplican para una regresión con una VD dicotómica son: escala de medida (dicotómica o categórica), cantidad de variables independientes, multicolinealidad, tratamiento de datos atípicos y tamaño de muestra. La solución puede ser más estable si las VI tienen una distribución normal; cuando estas variables no tienen una distribución normal, se transforman por medio de alguna función matemática para conseguir una distribución próxima a la normal. El supuesto de normalidad no se aplica para variables cualitativas (i.e. dicotómicas). Para comprobar el efecto de la transformación, se usan las gráficas Q-Q normal y el cálculo de contrastes de asimetría y curtosis (Pardo y Ruiz, 2001).

Validación del modelo LOGIT

La validación del modelo LOGIT se hace a través de la significancia del chi cuadrado (X^2) y por medio de una tabla de clasificación que cataloga a los sujetos con respecto a la decisión que se cree que tomarán (pagar o no pagar) (Kutner, Nachtsheim y Neter, 2004; Hosmer y Lemeshow, 2000). Luego, una tabla de clasificación indica las frecuencias absolutas y los porcentajes de clasificación correcta por evento observado y por el total. En ella, se evidencia el porcentaje de casos clasificados correctamente cuando el evento observado es igual al predicho (sensibilidad) y la cantidad de eventos clasificados correctamente cuando el predicho no es el observado (especificidad). La tasa holística de éxito se calcula con la diagonal principal de la matriz (clasificaciones correctas) (Hosmer y Lemeshow, 2000).

Estimación de la media de la DAP

La media de la DAP se puede expresar como lo propone Hanemann (1989):

$$\text{media de la DAP} = -\frac{\alpha}{\beta} \quad (2)$$

Donde:

α . Sumatoria del múltiplo de cada uno de los coeficientes beta multiplicado por su media (sin tomar la variable BID), más el término constante.

β . Coeficiente estandarizado para BID.

ANÁLISIS DE RESULTADOS

Descriptivos de la muestra y tasa de respuesta

En las Tabla 5 se muestra el porcentaje poblacional de cada sector de aplicación del cuestionario en función del total de la población de la región de estudio: se destaca que la cantidad de cuestionarios aplicados por sector es proporcional a la cantidad del total de población en esa ciudad (diseño muestral). En la misma tabla, también se resume el número de cuestionarios aplicados por ciudad y los cuestionarios perdidos. Para el análisis de datos, se contó con 321 cuestionarios de 360 que se aplicaron.

De la descripción socioeconómica de la población encuestada, se establece que el 40% de los encuestados resultaron ser hombres y 60% mujeres, el promedio de edad fue de 38,6 (18-76 años) y el nivel educativo medio alcanzado por hombres y mujeres fue técnico universitario. Para 2015, el nivel de ingreso se encontraba entre 38 y 63 USD.mes⁻¹, con un salario promedio ponderado de ~52 USD.mes⁻¹ y un salario mínimo de ~34 USD.mes⁻¹; mientras en 2011, fecha del último censo nacional, era de 292 USD.mes⁻¹. Usando el método de Graffar, se estableció que la estratificación socioeconómica de los encuestados correspondía a 6,23% Estrato A; 46,11% Estrato B; 24,92% Estrato C; 20,56% Estrato D y 1,56% Estrato E.

Tabla 5.

Cuestionarios de valoración contingente aplicados y perdidos por ciudad

Ciudad	Porcentaje Población	% cuestionarios de VC (cantidad cuestionarios)	Cuestionarios perdidos
Barcelona	52,3%	23% (75)	Por errores de llenado (17) Extraviados (22)
Puerto La Cruz	30,3%	16% (51)	
Puerto Píritu	5,2%	13% (40)	
Lechería	4,1%	11% (35)	
Píritu	3,9%	11% (36)	
Altos de Santa Fe	2,8%	11% (34)	
Caigua	1,1%	09% (26)	
Guanta	0,3%	06% (24)	
<i>Total</i>	<i>100%</i>	<i>89,17% (321)*</i>	<i>10,83%-(39)*</i>
Formas de llenado del cuestionario en campo			
70% Asistidos		30% Autoadministrados (bajo vigilancia del encuestador)	

* Respecto al 100% de los cuestionarios de valoración contingente aplicados [360]

Nota. El tiempo promedio de aplicación del cuestionario fue de 9 minutos, el cual se considera apropiado dada la longitud y complejidad del cuestionario

Fuente: elaboración propia.

Percepción y conocimiento sobre contaminación del aire

En Píritu y Puerto Píritu se perciben altos niveles de contaminación. Los encuestados alegaron que la contaminación provenía de las industrias y declararon percibir altos niveles de contaminación en el aire. Esta respuesta coincide con el hecho de que las mayores fuentes de contaminación para esa zona son las pilas de coque y las chimeneas del complejo industrial (Rincón y Cremades, 2012), el cual colinda con la ciudad de Puerto Píritu y está a unos 25 km de Píritu.

Los encuestados de Caigua, aun cuando viven en una zona rural localizada hacia el continente, a más de 60 km del complejo industrial, indicaron percibir fuertemente la contaminación industrial: se tienen pruebas de que el viento impulsa los contaminantes desde el complejo industrial hacia esa zona (Rincón y Cremades, 2012).

Las respuestas sobre percepción de la contaminación en Barcelona, Puerto La Cruz y Guanta no presentaron tendencia, aun cuando se certifica que son ciudades muy contaminadas (ver Gráfico 2). En Lechería, los encuestados anunciaron una baja percepción de la contaminación, aunque la calidad del aire en esta ciudad es similar a la de Barcelona y Puerto La Cruz, debido a que son ciudades colindantes; la única diferencia entre ellas es la condición socioeconómica de los habitantes de Lechería, quienes mayoritariamente se ubican en los estratos A y B. Los habitantes de los Altos de Santa Fe expresaron respirar un aire de calidad, lo cual corresponde con la realidad.

Percepción del estado de salud respiratoria declarado

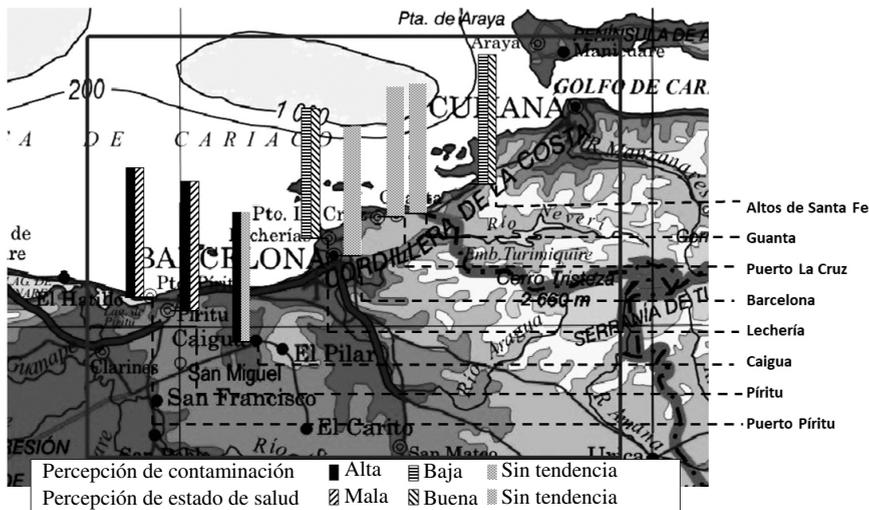
En todas las ciudades, con excepción de Caigua, la percepción sobre el estado de salud respiratoria coincide con la que los entrevistados tienen de la contaminación. Los pobladores de Caigua, aun cuando conocían de manera comprobada la mala calidad del aire del sector y habiendo denunciado mediante quejas formales (MARNR, 2006) padecer de manera reiterativa de enfermedades respiratorias, al momento de responder sobre su estado de salud respiratoria, no mostraron una tendencia definida; con lo cual no hay claridad sobre si el estado de salud era bueno o malo. La Gráfica 4 muestra las respuestas cualitativas sobre percepción de la contaminación y el estado de salud para cada ciudad.

Análisis de la disposición a pagar

El total de cuestionarios válidos fueron 321. El número de individuos que declararon DAP-negativa fue de 62 (19,3%): 57 respuesta protesta (17,8%) y 5 ceros reales (1,6%) (ver Tabla 6 para control de respuestas protesta). Este porcentaje de respuestas protesta es comparable con los obtenidos por García y Álvarez (2013) y Riera (1994). El modelo logístico de la respuesta a la pregunta dicotómica sobre la DAP se realizó a partir de 264 individuos que forman parte del mercado hipotético: 259 con DAP positiva y 5 con DAP negativa. El porcentaje con el cual deben contribuir las industrias al Fondo para la instalación de tecnologías reductoras de emisiones es el valor promedio declarado por los encuestados a la pregunta B3 (82,3%).

Gráfica 4.

Respuestas sobre percepción de la contaminación y estado de salud por ciudad



Fuente: elaboración propia

Tabla 6.

Control de las respuestas protesta

Tipo de respuesta	Opción de respuesta	Totales
Protesta "cero protesta"	No tengo recursos económicos	91,9%
	Desconfío del manejo administrativo	
	Otorgar dinero es responsabilidad de la industria	
	Otorgar dinero es responsabilidad del Estado	
	Es injusto que yo pague	
	No conozco lo suficiente sobre el tema	
Otro		
Justificada "cero real"	No contribuye con la mejora de la calidad del aire	8,1%
	El aire está limpio	

Fuente: elaboración propia.

Normalidad y transformaciones de las variables independientes

En la Tabla 7 se señala cuales VI cumplirían con un comportamiento normal. En caso de no cumplir con el supuesto de normalidad, se indica la transformación

matemática aplicada. Se eliminaron aquellas variables que mostraron un comportamiento constante.

Modelo LOGIT completo

El modelo LOGIT estima la probabilidad de una respuesta positiva “Sí” sobre la probabilidad de una respuesta negativa “No” al monto de pago ofertado (BID), en función de la percepción de la contaminación del aire, de las variables socioeconómicas, de la percepción del estado de salud respiratoria y del BID. Inicialmente, se intenta incluir en el modelo LOGIT todas las variables independientes que pudieran influir en la DAP (ver Tabla 8), para luego -valorando la significancia de β - establecer cuáles de estas tienen influencia sobre la variable dependiente: cada VI se interpretó una a una como un modelo univariable (Sperandei, 2014).

Tabla 7.

Variables independientes que cumplen con la normalidad y transformaciones de las que no cumplen

Variables que cumplen^a	Variables que no cumplen	Transformación^b
Incidencias	Mejora Contaminación	Logarítmica Ln
Causas Contaminación	Estrato SocioEcon	
Salario	Padece Enfermedades	
Estudios	Ident. Enfermedades	RaízBase0,7
Tiempo Reg. Estudio	Posible Contaminante	Raíz Cuadrada
Edad	Percepción Edo. Salud	
	Presencia MP	Eliminar Variable
	Import. Ambiente	
	Riesgo Salud	

Nota: La normalidad no se comprobó para variables dicotómicas.

^a Normalidad se verificó aplicando el gráfico de probabilidad P-P acumulada observada/ esperada según la normal, el gráfico Q-Q normal, el estadístico de Kolmogorov-Smirnov (K-S) y los contrastes de asimetría y curtosis.

^b Se aplicaron varias transformaciones matemáticas y se escogió la que dio los mejores resultados de normalidad

Fuente: elaboración propia.

La Tabla 8 muestra un resumen con los resultados del modelo de regresión logística; se resaltan en negrita las variables significativas, las cuales resultaron ser: BID, cantidad de enfermedades que ocurren y tener pareja. La significancia estadística de la prueba de Wald (Chi-cuadrado) permite identificar cuáles variables cumplen con los estándares de significancia estadística. Se obtuvo un gran número de variables no significativas, siendo similar a lo presentado por otros autores

(Valera, 1998; Hosmer y Lemeshow, 2000). El modelo completo tiene un valor de Chi-cuadrado de 45,47 (significancia = 98,6%).

Tabla 8.
Modelo LOGIT completo

Código Variable	Coefficiente β	Test de Wald (X^2)	p (significación)
1. Caigua	25,713	0,000	0,999
2. Puerto la Cruz	23,989	0,000	1,000
3. Barcelona	24,151	0,000	1,000
4. Altos de Santa Fe	26,901	0,000	0,999
5. Puerto Píritu	24,279	0,000	1,000
6. Píritu	44,099	0,000	0,999
7. Lechería	25,680	0,000	0,999
8. Guanta	43,365	0,000	0,999
9. BID***	-0,016	8,442	0,004
10. ViveTrabajaCiudad	-0,306	0,354	0,552
11. CausasContaminación	-0,434	0,207	0,649
12. MejoraContaminación	-0,695	0,475	0,491
13. IdentifEnfermedad**	0,907	5,826	0,016
14. PosibleContaminante	0,355	0,228	0,633
15. Salario	0,259	10,373	0,241
16. Estudios	0,051	0,018	0,892
17. SinPareja**	-1,811	3,868	0,049
18. TiempoRegiónEstudio	-0,282	0,299	0,585
19. Género	-1,017	1,564	0,211
20. Edad	-0,060	2,529	0,112
21. NumHijos	-0,062	0,038	0,846
22. EstratoSocioEcon	2,003	2,003	0,157
23. PercepciónEdoSalud	0,210	0,016	0,899
24. PadeceEnfermedades	-0,939	1,584	0,208
25. TrabajaIndsCont	-0,644	0,674	0,412

(Continúa)

Tabla 8.

Modelo LOGIT completo

Código Variable	Coefficiente β	Test de Wald (X^2)	p (significación)
26. Constante	-20,720	0,000	1,000

N=264; -2loglikelihood = 78,787; Chi-cuadrado(27g.l.) = 45,472 (p=0,014)

Porcentaje de clasificación correcta: 91,7%.

Nota1. Se aplicaron los supuestos de la regresión logística.

Nota2. La transformación matemática aplicada a las variables no influencia la interpretación del signo del coeficiente β de la VI: si el signo es positivo, la variable en su forma normalizada -y no normalizada- se interpreta que influye en una DAP positiva.

Fuente: elaboración propia.

El signo negativo de la variable [BID] indica que a mayores valores del BID disminuye la probabilidad de responder “Sí” a la pregunta de la DAP. El signo positivo de [IdentifEnfermedades] indica que identificar más enfermedades está ligado a responder “Sí” a la pregunta de la DAP. El signo negativo de [SinPareja] indica que las personas con pareja muestran una mayor probabilidad de responder positivamente a la pregunta de la DAP. Para estas tres variables se cumple la hipótesis planteada (ver Tabla 1, Tabla 2 y Tabla 3). El modelo se diseñó para establecer la DAP en la costa nororiental de Venezuela para un tamaño de muestra de 360 cuestionarios para ser aplicados en ocho ciudades, y no para el análisis de la DAP particular de cada ciudad.

Modelo LOGIT reducido

La Tabla 9 muestra el modelo reducido aplicando como punto de corte la prueba de Wald con p-valor de 0,25 (VI significativas en un 75%). El valor del punto de corte es discrecional: se usó 75% con base en el juicio de otras investigaciones (Valera, 1998; Bursac, Gauss, Williams y Hosmer, 2008; Ranganathan, Pramesh y Aggarwal, 2017; Hosmer y Lemeshow, 2000; Sperandei, 2014). Este valor de significancia pretende no obviar aquellas variables significativas que pudieran tener alguna influencia en el modelo, para luego, obtener un modelo con la mayor significancia a partir del menor número de variables independientes.

La tasa de predicción del modelo reducido es 91,7% y presenta una significancia del 99,9% dado que disminuyen las VI no significativas y aumentan las significativas, lo cual mejora la capacidad predictiva del modelo (Kutner *et al.* 2014; Hosmer y Lemeshow, 2000). Las variables que eran significativas para el modelo completo siguen siéndolo en este; se incorpora la variable [PadeceEnfermedades]. El signo negativo indica que haber padecido o conocer a un allegado que haya padecido alguna enfermedad respiratoria/cardiovascular, reduce la probabilidad de responder “Sí” a la pregunta de la DAP. Un resultado similar lo obtuvo Vázquez (2002) en un estudio de valoración económica sobre contaminación atmosférica y salud en la ciudad de Vigo, España.

Tabla 9.

Modelo LOGIT reducido

Código Variable	Coficiente β	Test de Wald -Chi Cuadrado-	p (significación)
1. BID ***	-0,015	13,252	0,000
2. IdentifEnfermedad**	0,567	4,625	0,032
3. Salario	0,198	1,954	0,162
4. SinPareja*	-1,001	2,719	0,099
5. Género	0,013	0,001	0,981
6. Edad	-0,016	0,502	0,479
7. EstratoSocioeconómico	1,622	2,502	0,114
8. PadeceEnfermedad**	-1,129	4,145	0,042
9. Constante	1,104	0,181	0,670

(*) $p < 0,1$; (**) $p < 0,05$; (***) $p < 0,01$ N=264; $-2\log\text{likelihood} = 105,128$; Chi-cuadrado (8g.l.) = 25,669; ($p=0,001$)

Porcentaje de clasificación correcta: 91,7 %

Fuente: elaboración propia.

En casos de enfermedad, los encuestados podrían involucrarse en gastos reactivos (visitas a médicos, compras de medicinas, etc.), preventivos (compra de purificadores o pérdida de ingresos por permanecer en casa) o intangibles (pena y sufrimiento), los cuales también se pueden interpretar como parte de la DAP (Barwick Li, Rao y Zahur, 2017). La población del caso de estudio (población venezolana) estaría disminuyendo su DAP como una respuesta de *rechazo*: el encuestado (o allegado), al estar enfermo, se niega a realizar otros gastos/pagos adicionales a los que ya está incurriendo por sufrir la enfermedad. Las enfermedades producen una serie de efectos negativos sobre los hogares y la sociedad que podrían influenciar negativamente la DAP de los encuestados; por ejemplo, gastos adicionales por visitas médicas podrían obligar a los hogares a cambiar el patrón de consumo, ahorros, inversión o asignación de trabajo; además, peores estados de salud tienden a aumentar la depresión y otros problemas psicológicos que influyen en el hogar (Pervin, Gerdtham y Lyttkens 2008).

Estimación de la media de la disposición de pago

La media de la DAP para la región de estudio se estima a partir de los resultados del modelo reducido y la ecuación (2). El resultado del análisis logístico demuestra que los encuestados en la costa nororiental del estado Anzoátegui están dispuestos a pagar en promedio $1,5 \text{ USD.mes}^{-1}$ ($18,4 \text{ USD.año}^{-1}$)^{3 4} para obtener

³ A partir de la tasa de cambio oficial para Venezuela vigente para 2015: Sistema Marginal de Divisas (SIMADI; 199,87 Bs/USD) [www.cencoex.gob.ve].

⁴ En Venezuela existe un sistema paralelo para el cambio de divisas *no-oficial*, el cual se encontraba para julio de 2015 en 682 Bs/USD: [https://dolartoday.com/historico-dolar/].

mejoras en la calidad del aire, lo que equivale al 2,9% del salario promedio de la población encuestada.

En la Tabla 10 se compara la DAP y el porcentaje que representa la DAP sobre el salario promedio de los encuestados ($\%DAP \cdot \text{salario}^{-1}$) para diferentes investigaciones de valoración contingente. El $\%DAP \cdot \text{salario}^{-1}$ en estos seis estudios se encuentra entre 1,0- 3,3%. Se destaca que las tres investigaciones que tienen un $\%DAP \cdot \text{salario}^{-1}$ mayor al 2,0% relacionan contaminación con salud en ciudades contaminadas (investigaciones de Venezuela, Grecia y México). Ortúzar y Rodríguez (2002) señalan que la DAP relacionada con la contaminación atmosférica podría estar influenciada por los niveles de contaminación del lugar, aumentando la DAP a medida que aumenta la contaminación. Las Gráfica 2 y Gráfica 3 demuestran que la región de estudio está altamente contaminada.

No se descarta que los resultados obtenidos pudieron haber sido influenciados por un aumento salarial del 10% ocurrido días antes de aplicar el cuestionario y por la tasa inflacionaria particular del país entre 2014 y 2015, con inflación de 57,3 y 111,8%, respectivamente (FMI, 2017). La proyección de la inflación para el año 2018 es $\sim 13.860\%$ (IMF, 2018), lo cual es una muestra que Venezuela presenta tasas de inflación en moneda local cada vez más elevadas. Se advierte que los datos obtenidos de la DAP deben ser tomados con cautela, aunque la misma fue calculada en dólares a la tasa oficial del país para la fecha.

Dado que el escenario contingente plantea que la industria obligatoriamente debe aportar el 82,3% del costo de las tecnologías reductoras, el monto total a pagar para la mejora de la calidad del aire sería 57,3 MM USD.año⁻¹.

Tabla 10.

Comparación de la DAP en estudios de mejora de la calidad del aire

País	Estudio	Escenario	DAP [USD/mes]	Porcentaje DAP sobre salarios promedio
Venezuela	<i>Investigación actual</i>	<i>Contaminación atmosférica considerando salud y percepción ambiental</i>	1,5	2,9%
España	Lera-López <i>et al.</i> (2012)	Contaminación atmosférica	11,8	1,9%
Chile	Ortúzar y Rodríguez (2002)	Contaminación atmosférica	-	1,0%
Suecia	Carlsson y Johansson-Stenman (2000)	Contaminación atmosférica con variable salud	23,7	1,0%
Grecia	Vlachokostas <i>et al.</i> (2011)		76,7	3,3%
México	Filippini y Martínez (2016)	Contaminación atmosférica considerando salud y percepción ambiental	25,9	2,4%

Fuente: elaboración propia.

Validación del modelo

La Tabla 11 presenta la clasificación del modelo reducido, donde el grupo observado se encuentra en las filas y el pronosticado en las columnas, con una sensibilidad del 99% y una especificidad del 11,1%. Se observa que el modelo es capaz de clasificar adecuadamente respuestas positivas, pero tiene una baja especificidad en cuanto a las respuestas negativas, lo cual se atribuye a la poca cantidad de ceros (ceros reales) que se obtuvieron en la investigación, comparado con el total de respuestas positivas a la DAP.

Tabla 11.

Clasificación^a para la validación del modelo LOGIT

Observado		Pronosticado		
		DAP (No/Sí) ^b		Porcentaje de clasificación correcto
		No	Sí	
DAP (No/Sí) ^b	No	2	16	11,1%
	Sí	2	198	99,0%
Porcentaje global		4	214	91,7%
Falsos positivos		16/214		7,5%
Falsos negativos		2/4		50,0%

^a El valor de corte resultó ser 0,400

^b Respuesta positiva o negativa sobre la disposición a pagar (DAP).

Nota 1. La muestra disminuye a 218 (214, DAP positiva y 4, DAP negativa).

Nota 2. Tasa holística de éxito = $[198 \text{ sí-sí} (+) 2 \text{ no-no}] / [218 \text{ total}] = 91,7\%$

Fuente: elaboración propia.

La validez del modelo también se obtiene a través de los errores de clasificación, para lo cual se definen dos indicadores: un falso positivo y un falso negativo. El modelo obtenido presenta 7,5% de falsos positivos y 50,0% de falsos negativos, lo que afirma nuevamente la debilidad del modelo en cuanto a las respuestas negativas. De forma global, se tiene que el modelo tiene una tasa holística de éxito del 91,7%.

CONCLUSIONES

La media anual de la disposición de pago para el escenario contingente planteado es de 18,4 USD.año⁻¹ por encuestado (1,5 USD.mes⁻¹) para 2015; al incorporar el aporte obligatorio de la industria, este monto resulta ser 57,3 MM USD.año⁻¹. El modelo LOGIT resultó ser confiable, con una tasa holística de éxito del 91,7%.

Los encuestados reflejan una disposición a pagar positiva, con una tasa de ceros reales muy baja y un alto porcentaje de aceptación a los BID ofertados. Esto

permite describir una población predispuesta al pago de tarifas relacionadas con la mejora de la calidad del aire. La disposición de pago resulta ser un valor asequible para los habitantes de la costa nororiental venezolana expuestos a contaminación industrial, aunque el 3,1% de los encuestados reportaron no tener suficiente dinero para participar en el mercado hipotético (80% pertenecientes a estratos C, D y E). El mayor contribuyente debe ser la industria contaminadora.

La limitación de la investigación fue no contar con datos demográficos ni de contaminación atmosférica para el año de la investigación, aunque la tendencia de la contaminación atmosférica se ha venido manteniendo. La tasa inflacionaria particular del país podría ser otro sesgo ante la DAP declarada; por esta razón, el promedio de la DAP obtenido debe ser interpretado con cautela, aunque la misma fue calculada en dólares a la tasa oficial del país para la fecha.

AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen al Fondo Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación (FONACIT) por el apoyo financiero a través del Proyecto Fonacit 201300110 “Actualización de los espacios de investigación de los laboratorios de procesos químicos del departamento de procesos y sistemas de la USB” y al Proyecto FONACIT N° 2012-000107 “Evaluación del impacto ambiental proveniente de las actividades industriales en las comunidades de la costa nororiental del estado Anzoátegui”; financiamiento dado a través del Centro Nacional de Tecnología Química.

REFERENCIAS

1. Afroz, R., Hassan, M. N., Awang, M., & Ibrahim, N. A. (2005). Willingness to pay for air quality improvements in Klang Valley Malaysia. *American Journal of Environmental Sciences*, 1(3), 194-201. doi:10.3844/ajessp.2005.194.201
2. Barwick, P.J., Li, S., Rao, D., & Zahur, N.B. (2017). Air pollution, health spending and willingness to pay for clean air in china. *SSRN Electronic Journal*. doi:10.2139/ssrn.2999068
3. Breidert, C. (2005). *Estimation of willingness-to-pay. Theory, measurement, and application* (tesis doctoral), Vienna University of Economics and Business, Austria.
4. Bursac, Z., Gauss, C.H., Williams, D.K., & Hosmer, D.W. (2008). Purposeful selection of variables in logistic regression. *Source Code for Biology and Medicine*, 3(17). doi:10.1186/1751-0473-3-17
5. Carlsson, F., & Johansson-Stenman, O. (2000). Willingness to pay for improved air quality in Sweden. *Applied Economics*, 32(6), 661-669.
6. Caulfield, B., & O'Mahony, M. (2007). *Evaluating the economic cost of air and noise pollution generated by transport*. Paper presented at the European Transport Conference, At Leiden. Association for European Transport and Contributors.

7. Corpocentro. (2006). *Plan estratégico, núcleo de desarrollo endógeno Guarenas-Guatire en el estado Miranda*. Corporación de Desarrollo de la Región Central. Recuperado septiembre 12, 2019, de <https://es.slideshare.net/Oyudina/11-pede-guarenasguatire>
8. Cremades, L., & Rincón, G. (2011). Valoración cualitativa de la calidad de un inventario de emisiones industriales para el modelado de dispersión de contaminantes en la costa nororiental de Venezuela. *Interciencia: Revista de ciencia y tecnología de América*, 36(2), 128-134.
9. Diamond, P. A., & Hausman, J. A. (1994). Contingent valuation: is some number better than no number? *Journal of economic perspectives*, 8(4), 45-64.
10. Filippini, M., & Martínez-Cruz, (2016). Impact of environmental and social attitudes, and family concerns on willingness to pay for improved air quality: a contingent valuation application in Mexico City. *Latin American Economic Review* 25(7). doi:10.1007/s40503-016-0037-y
11. FMI. (2017). *Perspectivas de la economía mundial. En busca del crecimiento sostenible. Recuperación a corto plazo, desafíos a largo plazo*. Fondo Monetario Internacional. Recuperado de <https://www.imf.org/es/Publications/WEO/Issues/2017/09/19/world-economic-outlook-october-2017>
12. García, L., & Alvarez, P. (2013). Valoración económica de un mejoramiento en la calidad del aire en Rancagua, Chile. *Revista Interamericana de Ambiente y Turismo*, 9(2), 108-119.
13. Hanemann, W.M., (1989). Welfare evaluations in contingent valuation experiments with discrete response data: reply. *American Journal of Agricultural Economics*, 71(4), 1057-1061. doi:10.2307/1242685
14. Hausman, J. (2012). Contingent valuation: from dubious to hopeless. *Journal of Economic Perspectives*, 26(4), 43-56.
15. Hosmer Jr, D.W. & Lemeshow, S. (2000). *Applied logistic regression*. New Jersey: John Wiley & Sons.
16. IMF (2018). Inflation rate, average consumer prices {indicator.label}. Recuperado octubre 6, 2018, de https://www.imf.org/external/datamapper/PCPIPCH@WEO/WEO_WORLD/VEN
17. Instituto Nacional de Estadística. (2018a). *Instituto Nacional de Estadística*. Recuperado de <http://www.ine.gov.ve/>
18. Instituto Nacional de Estadística. (2018b). Principales Indicadores Ambientales. Recuperado de http://www.ine.gov.ve/documentos/Ambiental/PrincIndicadores/html/ambien_AireAtmosfera_2.html
19. Jurado, K. (2016, febrero 10). (Anzoátegui) Atribuyen al coque daños a la salud y al ambiente en Caigua. *Noticias Candela*. Recuperado octubre 6, 2018, de <http://www.noticiascandela.informe25.com/2016/02/anzoategui-atribuyen-al-coque-danos-la.html>

20. Kutner, M.H., Nachtsheim, C., & Neter, J. (2004). *Applied linear regression models*. New York: McGraw-Hill/Irwin.
21. Lera-López, F., Faulin, J., & Sánchez, M. (2012). Determinants of the willingness-to-pay for reducing the environmental impacts of road transportation. *Transportation Research Part D: Transport and Environment*, 17(3), 215–220.
22. Maloma, I., & Sekatane, M.B. (2014). Poverty and employment status as determinants of willingness to pay for the improvement of environmental quality in low-income neighbourhood: the case of Bophelong Township (South Africa). *Mediterranean Journal of Social Sciences*, 5(1), 691-696.
23. MARNR (2006). Análisis de los datos 2004 - 2006 de calidad del aire en las comunidades aledañas al complejo petrolero y petroquímico Gral. José Antonio Anzoátegui. Ministerio del Ambiente y de los Recursos Naturales Renovables.
24. McFadden, D., & Train, K. (2017). *Contingent valuation of environmental goods: a comprehensive critique*. Edward Elgar Publishing.
25. Méndez, H. y Méndez, C. (1994). *Sociedad y estratificación. Método Graffar Méndez Castellano*. Fundacredesa.
26. Morantes, G., Pérez, N., Santana, R., & Rincón, G. (2016). Revisión de instrumentos normativos de la calidad del aire y sistemas de monitoreo atmosférico: América Latina y el Caribe. *Interciencia: Revista de ciencia y tecnología de América*, 41(4), 235-242.
27. Netquest., (2018). Calcula qué tamaño de muestra necesitas. Recuperado de <https://www.netquest.com/calculadora-tamano-muestra>
28. OMS (2005). Guías de calidad del aire de la OMS relativas al material particulado, el ozono, el dióxido de nitrógeno y el dióxido de azufre. Actualización mundial 2005. Organización Mundial de la Salud.
29. Ortúzar, J. D. D., Rodríguez, G. (2002). Valuing reductions in environmental pollution in a residential location context. *Transportation Research Part D: Transport and Environment*, 7(6), 407-427.
30. Pardo, A. & Ruiz M. (2001). *SPSS 10. Guía para el análisis de datos*. Madrid: McGraw-Hill.
31. Peña, D. (2002). *Análisis de datos multivariantes*. Madrid: McGraw-Hill.
32. Pervin, T., Gerdtham, U. G., & Lyttkens, C. H. (2008). Societal costs of air pollution-related health hazards: A review of methods and results. *Cost Effectiveness and Resource Allocation*, 6. doi:10.1186/1478-7547-6-19
33. Pope, C.A., Thun M.J., Namboodiri M., Dockery D.W., Evans J.S., Speizer F.E., & Heath C.W. (1995). Particulate air pollution as a predictor of mortality in a prospective study of U.S. adults. *American Journal of Respiratory and Critical Care Medicine*, 151(3), 669-674.
34. Ranganathan, P., Pramesh, C.S., & Aggarwal, R. (2017). Common pitfalls in statistical analysis: logistic regression. *Perspectives in clinical research*, 8(3), 148-151. doi:10.4103/picr.PICR_87_17.

35. Riera, P. (1994). *Manual de valoración contingente*. Instituto de Estudios Fiscales. Madrid.
36. Rincón, G., & Cremades, L. (2012). Assessment of responsibility for pollution from PM10 and sulfur dioxide and application to an industrial area on the northeastern coast of Venezuela. *Aerosol and Air Quality Research*, 12(5), 722-732. doi:10.4209/aaqr.2012.02.0023
37. Rojo, J. (2007). *Regresión con variable dependiente cualitativa*. Instituto de Economía y Geografía.
38. Sánchez, J., & Rondón, A. (2007). *Inventario de Emisiones Atmosféricas*. Informe Final. Complejo Industrial, José Antonio Anzoátegui. PROLYS (Producción Limpia y Segura) y PDVSA.
39. Seinfeld, J.H., & Pandis, S.N. (1998). *Atmospheric chemistry and physics from air pollution to climate change*. New York: John Wiley and Sons, Incorporated.
40. Sperandei, S. (2014). Understanding logistic regression analysis. *Biochemia medica*, 24(1), 12-18. doi:10.11613/BM.2014.003
41. Teran, E. (2016, agosto 5). Complejo Industrial Petrolero José A. Anzoátegui, Venezuela. EJAtlas. Recuperado octubre 6, 2018, de <https://ejatlas.org/conflict/los-impactos-socioambientales-del-complejo-industrial-petrolero-jose-antonio-anzoategui>
42. UCAB (2018). *Encuesta nacional de Condiciones de Vida*. Recuperado octubre 6, 2018, de <https://encovi.ucab.edu.ve/>
43. US EPA. (1992). *Fugitive dust background document and technical information. Document for best available control measures*. U.S. Environmental Protection Agency.
44. US EPA. (2018, septiembre 10). *Particulate Matter (PM) Basics*. Recuperado octubre 6, 2018, de <https://www.epa.gov/pm-pollution/particulate-matter-pm-basics>
45. Valera, V. (1998). *Valoración económica de los recursos hídricos de la cuenca del río grande de tarcoles, Costa Rica* (tesis de maestría), Escuela de Postgrado en Ciencias Agrícolas y Recursos Naturales del CATIE, Costa Rica.
46. Vázquez, M. X. (2002). Estimación económica de los beneficios para la salud del control de la contaminación del aire. El caso de Vigo. *Revista Galega de Economía*, 11(2), 1-18.
47. Venezuela Verde, (2014, octubre 26). *Se acumulan más de 500 millones de toneladas coque en el criogénico José, Anzoátegui*. Recuperado octubre 6, 2018, de <http://venezuelaverde.com/se-acumulan-mas-de-500-millones-de-toneladas-coque-en-el-criogenico-jose-anzoategui/>
48. Vlachokostas, C., Achillas, C., Slini, T., Moussiopoulos, N., Banias, G., & Dimitrakakis, I. (2011). Willingness to pay for reducing the risk of premature mortality attributed to air pollution: a contingent valuation study for Greece. *Atmospheric Pollution Research*, 2(3), 275-282. doi:10.5094/APR.2011.034