

Evaluación de impacto del retiro de papeleras en plazas de Montevideo

Fernando Rosenblatt *

Emiliano Tealde †

Nicolás Valenzuela ‡

En este documento evaluamos el efecto de retirar las papeleras de plazas sobre la cantidad de residuos y sobre las percepciones ciudadanas respecto a infraestructura, áreas verdes, limpieza, y estado general de las plazas. Para identificar el efecto causal de esta intervención, a partir de una línea de base se emparejaron plazas similares. Luego se definió por aleatorización la plaza de cada par que sería intervenida. A partir de la comparación de los resultados de la evolución de las medidas pre y pos tratamiento en cada plaza se estimó que la intervención tiene producido una reducción del 40% de los residuos en las plazas. Este efecto se observa tanto en residuos tanto grandes como pequeños y en la presencia de concentración puntual de residuos. La intervención no tiene efectos significativos sobre la percepción de las personas sobre la limpieza de las plazas, sin embargo, sí presenta efectos negativos sobre la percepción respecto a la calidad de la infraestructura de las plazas.

*Universidad Diego Portales, Chile. E-mail: fernando.rosenblatt@mail.udp.cl

†Universidad Católica del Uruguay. E-mail: emiliano.tealde@ucu.edu.uy

‡Universidad Técnica Federico Santa María, Chile. E-mail: nicolas.valenzuela@usm.cl

I. Introducción

La Intendencia de Montevideo (IM) busca mejorar el mantenimiento de las plazas de la ciudad. La IM ha observado que las papeleras de las plazas son objeto de hurgado y disposición incorrecta de residuos. Esto genera que se esparzan residuos fuera de las papeleras afectando el mantenimiento de la limpieza general de las plazas. Por este motivo, la IM decidió aplicar un plan piloto que consiste en retirar las papeleras de las plazas pequeñas y medianas de la ciudad. La IM espera que con esta medida las personas dispongan de los residuos que generan en las plazas en lugares más controlados, es decir, en su hogar o en otros contenedores de basura disponibles en toda la ciudad. Para la IM, esta medida reduciría las oportunidades para el hurgado y disposición incorrecta en las papeleras de las plazas de Montevideo y por ende en su limpieza.

Retirar las papeleras de las plazas es una medida en principio contraintuitiva, porque aumenta los costos en los que incurren las personas para desechar correctamente sus residuos. Las personas podrían optar por arrojar sus residuos en las plazas dado que podrían no estar dispuestos a pagar el costo de tener que disponer en un lugar más lejano los residuos que generan allí. Si las personas no están dispuestas a pagar el costo adicional de disponer sus residuos fuera de la plaza, esto aumentaría la cantidad de residuos en las plazas.

Colaboramos con la IM para diseñar un estudio para evaluar el efecto de retirar las papeleras sobre el mantenimiento de la limpieza de las plazas. Diseñamos junto a la IM una evaluación de impacto por aleatorización de este piloto. Utilizamos un experimento de campo para evaluar el impacto de retirar las papeleras sobre el mantenimiento de la limpieza de las plazas pequeñas y medianas de Montevideo.

Los resultados indican que la intervención causa una reducción de los residuos en las plazas intervenidas. Esta reducción es del 43.5% del número de residuos. La intervención tiene efectos tanto sobre residuos pequeños como sobre residuos grandes. También

impacta sobre la existencia de concentraciones de residuos en las plazas. El retiro de las papeleras no parece tener efecto sobre las percepciones de los ciudadanos respecto a calidad y mantenimiento de áreas verdes, estado general y limpieza de las plazas. Sin embargo, la intervención parece causar una leve reducción en la percepción de calidad de la infraestructura.

En este documento presentamos en primer lugar una breve revisión de la literatura que da soporte a la intervención. En segundo lugar, se describe el diseño de investigación y la estrategia de recolección de datos. En tercer lugar, se describen las variables de resultado, las hipótesis y la forma de estimar el efecto de la intervención. En cuarto lugar, se presentan datos descriptivos del fenómeno y el análisis de los resultados. En quinto lugar, se detallan las conclusiones de este estudio.

II. Revisión de literatura

La mayor parte de la literatura considera que la densidad de receptáculos para residuos (el número de receptáculos por unidad geográfica) está positivamente correlacionada con la limpieza de los espacios públicos (ver, por ejemplo, Bator, Bryan y Wesley Schultz 2010; Burgess, Clark y Hendee 1971; Cope et al. 1993; Finnie 1973; Liu y Sibley 2004; O'Neill, Blanck y Joyner 1980). La evidencia experimental y observacional de estos estudios proviene principalmente del análisis del comportamiento de los fumadores que desechan colillas de cigarrillos, aunque existe también evidencia sobre otros entornos y sobre otros tipos de residuos. Por ejemplo, Muñoz-Cadena et al. (2012) encuentran que la falta de papeleras está asociada con más basura en las calles. Del mismo modo, Santos et al. (2005) observan que más contenedores se asocian con menos contaminación en las playas.

Otros factores interactúan con la densidad de los contenedores para explicar el comportamiento de disponer residuos en lugares inadecuados. Berger y Hevenstone (2016) estudiaron el castigo altruista y descubrieron que en contextos de mayores niveles de lim-

pieza las personas están más dispuestas a sancionar a quienes depositan residuos fuera de las papeleras. Moqbel, El-tah y Haddad (2020) argumentan que la motivación extrínseca auto reportada más eficaz para usar un receptáculo de basura es la presencia de niños en el entorno, seguida de una mayor densidad de papeleras.

Algunos estudios minimizan la importancia de la densidad de papeleras en la reducción de residuos esparcidos en el entorno. Por ejemplo, Byrne y O'Regan (2014) encontraron que la conducta de tirar al suelo colillas de cigarrillos es inelástica, incluso en el contexto de la presencia ubicua de papeleras. Sin embargo, señalan que, "...cambiar el aspecto visual de los recipientes y su ubicación puede mejorar las tasas de reciclaje y reducir la disposición inadecuada de residuos" (96).

Las autoridades de la IM creen que la presencia generalizada de hurgado y disposición incorrecta produce acumulación de residuos fuera de las papeleras en las plazas, independientemente de la densidad de las papeleras y de la intensidad de la recolección. La acumulación de residuos producida por el hurgado y la disposición incorrecta también podrían crear un efecto de "ventana rota" (Wilson y Kelling 1982), animando a otros a disponer residuos en las plazas fuera de las papeleras. Por lo tanto, desde esta perspectiva, es relevante considerar factores contextuales, tales como los altos niveles de hurgado y disposición incorrecta de residuos en las papeleras de las plazas, además de la densidad de las papeleras, para evaluar el efecto de posibles intervenciones estructurales. En consecuencia, la eliminación de las papeleras de las plazas podría reducir directamente la cantidad y la acumulación de residuos producidas por el hurgado y la disposición incorrecta, e indirectamente, reducir el nivel general de residuos en las plazas al disminuir el efecto de ventana rota.

III. Diseño de Investigación

III.1. Experimento de campo

Diseñamos un experimento de campo para evaluar si la eliminación de las papeleras de las plazas reduce la presencia de acumulación puntual de residuos y la cantidad de residuos en las plazas. Colaboramos con la IM para diseñar una intervención estructural en las plazas, en concreto, el retiro de papeleras.

La IM determinó que la intervención fuera piloteada en dos municipios, B y C. La IM seleccionó plazas pequeñas y medianas. En total, hubo 60 plazas elegibles. Sin embargo, de las 60 plazas visitadas inicialmente, solo 36 de ellas tenían papeleras. En consecuencia, en nuestro grupo de estudio sólo incluimos esas 36 plazas (ver en apéndice el listado de plazas y su ubicación).

Recopilamos datos para determinar una línea de base de limpieza (cantidad y tamaño de residuos por metro cuadrado) y la existencia de acumulaciones puntuales de residuos en las 36 plazas. Como parte de nuestra medida de línea de base, también encuestamos la percepción de los usuarios sobre la limpieza y el estado general de las plazas. Asimismo, recogimos información sobre las condiciones estructurales y contextuales de las plazas.

Para recolectar la información para la línea base de las plazas formamos cinco grupos de dos observadores cada uno. Las plazas fueron visitadas tres veces cada una por un grupo diferente cada vez en diferentes días de la semana, entre el 20 de junio y el 10 de setiembre de 2022. Los observadores completaron un cuestionario sobre las condiciones estructurales y contextuales de la plaza. Tomaron fotografías de cada residuo observado en la plaza y encuestaron a tres personas sobre su percepción respecto al mantenimiento de la limpieza de la plaza (ver formulario de cuestionario y encuesta a usuarios en el apéndice). Un codificador revisó todas las fotos e ingresó en una base de datos la información sobre el tamaño (menos de un pie, entre uno y dos pies y más de dos pies) y material (papel, cartón, plástico, orgánico, colillas de cigarrillos, otros) de cada residuo encontrado.

Después de la evaluación inicial de las fotos, dos codificadores adicionales verificaron la codificación de los residuos en la medición pretratamiento. Estos últimos codificadores corrigieron en la base de datos cualquier error en las evaluaciones del codificador inicial sobre el número y tipo de residuo observado en cada foto.

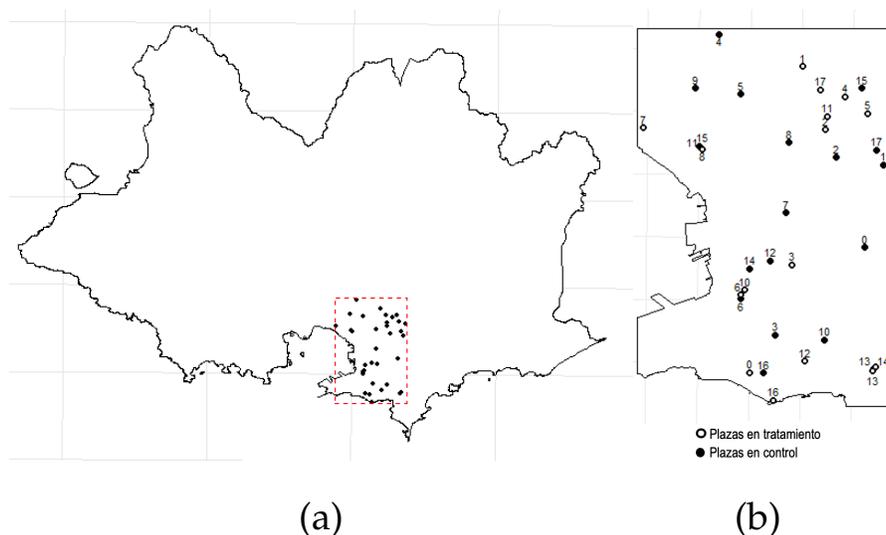
Después de la intervención (retiro de papeleras) se volvieron a visitar todas las plazas tres veces cada una. El diseño escogido (ver apartado III.2) generó pares de plazas (una en tratamiento, a la que se le quitaron las papeleras y otra en control, a la que no se le retiraron). Cada par de plazas fue visitado el mismo día. El protocolo de recolección de información después de la intervención fue el mismo que en la medición pretratamiento (línea de base). Esta etapa se llevó adelante entre el 15 de noviembre de 2022 y el 19 de enero de 2023. En la segunda medición (post-tratamiento), una de las tres visitas, se realizó durante fines de semana. La codificación de las fotos tanto de las visitas pre-tratamiento y pos-tratamiento fue realizada por dos nuevos codificadores siguiendo las pautas de codificación. Para el análisis se tomó el promedio de residuos por metro cuadrado identificado por los dos codificadores.¹

III.2. Asignación de tratamiento

Dado que el número de unidades en el estudio es relativamente pequeño (36 plazas), decidimos utilizar un diseño de emparejamiento por pares (matching) para mejorar el equilibrio entre los grupos de control y de tratamiento. Seleccionamos un conjunto de características observadas pretratamiento para realizar el pareo de plazas: (1) el área de la plaza (en metros cuadrados), (2) la cantidad de residuos por metro cuadrado en línea de base, (3) el municipio en el que se encuentra la plaza, (4) si hay personas sin techo viviendo en la plaza, (5) si se vende comida en la plaza o en sus cercanías, y (6) si hay un contenedor de residuos domiciliarios ubicado en el perímetro de la plaza. Todas las variables se normalizaron para tomar valores entre 0 y 1 como $x' = (x - \min(x)) / (\max(x) -$

¹En el apéndice presentamos los resultados del análisis con cada una de las codificaciones. Los resultados no cambian para ambas codificaciones.

Figura 1: Ubicación de las plazas



Notas: En la subfigura (a) se muestra, en un mapa de la ciudad de Montevideo, la ubicación de las plazas incluidas en el estudio. En la subfigura (b) se indica cuáles plazas son asignadas a tratamiento y cuáles a control, así como el par al que pertenecen.

$\min(x)$).

Se seleccionaron los pares minimizando la suma de las distancias al cuadrado entre unidades, donde la distancia entre unidades se calcula como la distancia euclidiana en el espacio de características normalizadas 1-6. Luego, se aleatorizó el tratamiento con una probabilidad de 0,5 de forma independiente dentro de cada par (ver Cuadro 6 en el apéndice con las unidades pareadas y la asignación al tratamiento).

La Figura 1 muestra la ubicación de las plazas incluidas en el experimento. En la subfigura (a), se muestra las plazas en un mapa de la ciudad de Montevideo. En la subfigura (b), se recorta la zona en la que se ubican las plazas y se indica cuáles han sido asignadas a tratamiento y cuáles a control. También se señala a que par pertenece cada plaza.

IV. Medidas de resultado

El objetivo del estudio es determinar si la eliminación de las papeleras de las plazas reduce el nivel de residuos esparcidos en ellas. Evaluamos el impacto de esta medida en

tres resultados diferentes:

- Concentración puntual de residuos. Este es un indicador del número de concentraciones puntuales de residuos que presenta una plaza determinada. Medimos este resultado en cada plaza tres veces antes de la intervención y tres veces después de la intervención.
- Densidad de residuos. Esta variable mide el mantenimiento de la limpieza (número y tamaño de los residuos por metro cuadrado). Sumamos los residuos encontrados ponderados por su tamaño y lo dividimos por el área de la plaza (en metros cuadrados).
- Limpieza. Esta variable capta la percepción de los usuarios sobre el mantenimiento de la limpieza de la plaza. Medimos este resultado por el puntaje promedio de limpieza que los encuestados asignan a la plaza (en una escala de 1 a 7, donde 1 es "muy malo" y 7 es "muy bueno").

V. Hipótesis

Las siguientes son las hipótesis relativas a cada una de las tres medidas de resultado.

H1. La eliminación de las papeleras reduce la presencia de concentración puntual de residuos.

H2. La eliminación de las papeleras aumenta el mantenimiento de la limpieza.

H3. La eliminación de las papeleras afecta positivamente la percepción de los usuarios sobre el mantenimiento de la limpieza de la plaza.

VI. Estimación de resultados

Nuestro conjunto de datos es un panel, con observaciones antes y después de la intervención, tanto para las unidades en control como para las unidades en tratamiento.

Explotamos la estructura de datos de panel de nuestro conjunto de datos y estimamos el efecto por diferencia en diferencias. La especificación econométrica para estimar el efecto de la intervención es la siguiente:

$$Y_{it} = \alpha + \beta * Tratamiento_{it} + PT_t + RB_i + \varepsilon_{it} \quad (1)$$

donde Y_{it} es el valor de la variable de resultado para la plaza i en el período t . La variable $Tratamiento$ toma el valor 1 para los valores recogidos en plazas tratadas en la segunda ola (visitas pos-tratamiento), y 0 en cualquier otro caso; la variable PT toma el valor 1 para los valores recogidos en el período de tratamiento, en la segunda ola, y 0 en cualquier otro caso; la variable RB toma el valor de la cantidad de residuos en la plaza en en la primera ola. Esta variable, por un lado, controla por efectos fijos, es decir, características propias de las plazas que se mantienen constantes en el tiempo. Por otro, controla por cualquier diferencia en la cantidad de residuos en línea de base que exista entre las plazas. El coeficiente de interés, que brinda el efecto del tratamiento por diferencia en diferencias, es β . Este coeficiente se puede expresar de la siguiente manera:

$$\beta = Y_{11} - Y_{10} - (Y_{01} - Y_{00}) \quad (2)$$

donde Y es el valor promedio de la variable de resultado. El primer subíndice representa el grupo, 1 para tratamiento y 0 para control, y el segundo subíndice representa el período, 1 para tratamiento y 0 para control. De esta manera, Y_{11} es el valor promedio de la variable Y para el grupo de tratamiento en el período de tratamiento. El coeficiente de interés representa la magnitud de la diferencia, entre plazas tratadas y no tratadas, en la evolución de la cantidad de residuos.

Para la estimación de β , reportamos p-valores de un testeo a dos lados de inferencia por aleatorización. La hipótesis nula del testeo es que el efecto del tratamiento es igual a cero. El testeo consiste en reasignar, dentro de cada par, el estatus de tratamiento y control va-

rias veces.² Bajo la hipótesis nula de efecto de tratamiento igual a cero, la proporción de β s reestimados que son más grandes, en valor absoluto, que los verdaderos β , proveen un p-valor para la hipótesis nula. Este procedimiento tiene la ventaja de brindar una inferencia estadística correcta independientemente del tamaño de la muestra, lo que la diferencia de métodos más comunmente utilizados en estimaciones econométricas que asumen muestras grandes y acientan su validez en las propiedades asintóticas de los estimadores. Los datos obtenidos de experimentos aleatorizados, como el que utilizamos en este trabajo, usualmente no alcanzan los requisitos de las propiedades asintóticas debido al tamaño reducido de sus muestras, por lo que la inferencia por aleatorización es pertinente (Young 2019; Leamer 2010).

VII. Descripción de datos y balance

Los resultados de la codificación de los registros fotográficos de residuos en las plazas en las visitas pre y pos-tratamiento se resumen en el Cuadro 1. Los resultados están expresados en número de residuos por metro cuadrado. Residuos totales es la cantidad de residuos registrados sin importar su tamaño. Residuos ponderados es el número de residuos ponderando cada uno de ellos por su tamaño. Se pondera con 1 a los residuos menores a un pie (pequeños), con 2 a los residuos entre 1 y 2 pies (medianos) y con 3 a los residuos de más de 2 pies (grandes). En nuestra muestra de plazas existieron plazas que no presentaron residuos y también plazas con residuos. La mayoría de los residuos encontrados son residuos pequeños y los residuos grandes son excepcionales. También se registró en alguna de las visitas presencia acumulación de residuos.

Durante el trabajo de campo se hicieron 340 encuestas en 160 de las 218 visitas a las plazas realizadas. En promedio se realizaron aproximadamente 2 entrevistas por visita, si tenemos en cuenta solamente las visitas en las que se pudo hacer al menos una entrevista. Las encuestas tenían por objetivo recoger las percepciones de quienes estaban en la plaza.

²En todos los testeos que realizamos en este trabajo, el estatus se reasigna 1.000 veces.

Cuadro 1: Descripción de residuos encontrados en las plazas

	Media (1)	Desvío estándar (2)	Mínimo (3)	Máximo (4)
Residuos totales	0.03	0.06	0	0.56
Residuos ponderados	0.04	0.07	0	0.61
Residuos pequeños	0.02	0.05	0	0.51
Residuos medianos	0.01	0.02	0	0.17
Residuos grandes	0.002	0.004	0	0.03
Concentración de residuos	0.13	0.43	0	3.00

Notas: Residuos totales es residuos por metro cuadrado, donde residuos es la suma simple de residuos pequeños, medianos y grandes. Residuos ponderados es residuos ponderados por metro cuadrado, donde los residuos pequeños se multiplican por 1, los medianos por 2, y los grandes por 3. Residuos pequeños, medianos, y grandes, son los residuos de los respectivos tamaños, por metro cuadrado. Concentración de residuos es la cantidad de concentraciones de residuos..

A los encuestados se les preguntó su edad y una serie de consultas sobre sus percepciones respecto al estado de la plaza y los motivos por los que la visitaba. También se registró el sexo del encuestado.

En el Cuadro 2 se presentan las estadísticas descriptivas de la información obtenida en las encuestas. En el Panel A se observan los datos relativos a la edad y sexo de los encuestados. En 11 encuestas el entrevistado no reportó su edad y en 2 el encuestador no registró el sexo, por lo que para estas variables no tenemos datos para las 340 entrevistas. El promedio de edad es de algo más de 39 años; el encuestado más joven tenía 17 y el más adulto, 82. En cuanto al sexo, el 51 % de los encuestados fueron hombres.

A los entrevistados se les solicitó que calificaran, en una escala de 1 a 7, donde 1 era "muy malo" y 7 "muy bueno", algunas características de la plaza. La calificación promedio que los encuestados dieron a la cantidad y calidad de la infraestructura de las plazas fue de 4,79. De los datos sobre percepciones, lo más destacable es que el estado general de la plaza tiene una calificación promedio de 4,96 en un máximo de 7, este resultado es

Cuadro 2: Descripción de las encuestas

	Observaciones	Media	Desvío estándar	Mínimo	Máximo
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
Panel A. Composición de la muestra					
Edad	329	39,57	15,51	17	82
Hombre	338	0,51	0,50	0	1
Panel B. Percepciones					
Cantidad y calidad de la infraestructura	340	4,79	1,33	1	7
Mantenimiento de la infraestructura	340	4,69	1,51	1	7
Cantidad y calidad de las áreas verdes	339	4,66	1,58	1	7
Mantenimiento de las áreas verdes	340	4,60	1,59	1	7
Limpieza de la plaza	340	4,64	1,66	1	7
Estado general de la plaza	340	4,96	1,66	1	7
Panel C. Motivaciones					
Descansar	340	0,31	0,46	0	1
Encontrarme con amigos	340	0,16	0,36	0	1
Traer a mi hijo o hija	340	0,10	0,30	0	1
Hacer ejercicio	340	0,23	0,15	0	1
Otro	340	0,40	0,49	0	1

Notas: En la columna Observaciones se presenta el número de encuestas con respuestas para el ítem correspondiente a cada fila. La variable Hombre toma el valor 1 cuando el encuestado es hombre, y 0 cuando es mujer. Las variables sobre percepciones de los encuestados varía de 1 a 7, dónde 1 es Muy malo y 0 es Muy bueno. Las variables sobre las motivaciones de los encuestados para concurrir a la plaza son binarias y toman el valor 1 si se satisface el motivo indicado en la fila correspondiente y 0 en cualquier otro caso.

Cuadro 3: Testeo de balance

	Tratamiento	Control	Diferencia de medias
	(1)	(2)	(3)
Panel A. Ubicación y características			
Municipio	1.574	1.531	0.042
Personas sin techo	0.241	0.312	-0.071
Negocios de venta de comida	0.278	0.125	0.153
Contenedores en el perímetro	0.389	0.297	0.092
Panel B. Residuos			
Residuos	0.049	0.012	0.037
Concentración de residuos	0.1	0.109	0.009
Panel C. Composición de la muestra de encuesta			
Edad	40,454	39,791	0,664
Hombre	0,507	0,538	-0,031
Panel D. Percepciones de encuestados			
Limpieza de la plaza	4,343	4,533	-0,190
Estado general de la plaza	4,786	4,761	0,025

Notas: Los testeos de balance cuyos resultados se incluyen en el cuadro fueron calculados con datos únicamente de la primera ola. La variable Municipio toma 1 para las plazas del Municipio B y 0 para las plazas del Municipio C. La variable Personas sin techo toma el valor 1 cuando en la plaza había 1 persona residiendo, y 0 en caso contrario. La variable Negocios de venta de comida toma el valor 1 cuando hay negocios de venta de comida en los alrededores de la plaza y 0 en caso contrario. La variable Contenedores en el perímetro toma el valor 1 si hay contenedores en el perímetro de la plaza, y 0 en caso contrario. La variable Residuos son los residuos totales encontrados en la plaza. La variable Concentración de residuos indica el número de concentraciones de residuos. La variable Hombre toma el valor 1 cuando el encuestado es hombre, y 0 cuando es mujer. Las variables sobre percepciones de los encuestados varía de 1 a 7, dónde 1 es Muy malo y 7 es Muy bueno. *** Significativo al 1%, ** significativo al 5%, * significativo al 10%.

mayor a los promedios de cada ítem por separado. Otro dato relevante es que la infraestructura está mejor evaluada que las áreas verdes, tanto en cantidad y calidad como en mantenimiento. También se consultó a los encuestados sobre su principal motivación para visitar la plaza. El descanso y hacer ejercicio fueron los motivos más mencionados, con el 31 y el 23%.

Para estudiar la similitud entre los grupos de tratamiento y de control, se realizó una serie de tests de balance en variables pre-tratamiento. Los resultados de los test de balance se presentan en el Cuadro 3. En este cuadro se presentan variables asociadas a ubicación y características de las plazas, residuos identificados en los registros fotográficos, composición de la muestra de las encuestas (sexo y edad) y de percepciones de los encuestados.

Para evaluar la significación estadística de las diferencias de medias se usó inferencia por aleatorización. En ninguna de las variables existen diferencias estadísticamente significativas entre los grupos de tratamiento y control.

VIII. Resultados

En esta sección analizamos el impacto de quitar las papeleras en las variables de interés (residuos y percepciones). En el Cuadro 4 presentamos los resultados de la estimación de la ecuación (1). En el Panel A se incluye el efecto de la intervención (retiro de papeleras) en los residuos, y en el Panel B el efecto sobre las percepciones.

El coeficiente β se presenta en la columna (1). En la columna (2) se presenta la media de la variable de resultado que consta en la primera columna, para las plazas de tratamiento con los datos de la primera ola de visitas. En la columna (3) presentamos el cociente entre el coeficiente y la media, de manera de obtener una magnitud de la importancia relativa del efecto. Este cociente lo podemos leer como el tamaño del efecto del tratamiento con respecto a la media de la variable de resultado. En la columna (4) se presenta el p-valor calculado por inferencia por aleatorización, y en la columna (5) la cantidad de observacio-

Cuadro 4: El efecto de la intervención

	Coefficiente (1)	Media (2)	Proporción (3)	P-valor (4)	Obs. (5)
<i>Panel A. Residuos</i>					
Total	-0.021***	0.049	-0.435	0.000	218
Ponderados	-0.022***	0.060	-0.368	0.001	218
Pequeños	-0.021***	0.040	-0.537	0.000	218
Medianos	0.000	0.018	0.003	0.980	218
Grandes	-0.001*	0.002	-0.466	0.098	218
Concentración de residuos	-0.195***	0.1	-1.950	0.007	218
<i>Panel B. Percepciones</i>					
Calidad de la infraestructura	-0.307*	4.686	0.065	0.054	340
Mantenimiento de la infraestructura	-0.150	4.743	0.032	0.420	340
Calidad de las áreas verdes	0.015	4.514	0.003	0.930	339
Mantenimiento de las áreas verdes	0.124	4.443	0.028	0.477	340
Limpieza	-0.015	4.343	0.003	0.951	340
Estado general	-0.157	4.786	0.033	0.384	340

Notas: En el Panel A se incluyen las variables de residuos encontrados en las plazas, y en el Panel B las variables de percepciones recogidas en las encuestas. Total es residuos por metro cuadrado, donde residuos es la suma simple de residuos pequeños, medianos y grandes. Ponderados es residuos ponderados por metro cuadrado. Para ponderar los residuos, los residuos pequeños se multiplican por 1, los medianos por 2, y los grandes por 3. Pequeños, medianos y grandes, son los residuos pequeños, medianos, y grandes, respectivamente, por metro cuadrado. Concentración de residuos es el número de concentraciones de residuos. Las variables de percepciones toman valores de 1 a 7, donde 1 es Muy Malo y 7 es Muy Bueno. En la columna (1) se incluye el coeficiente β de la ecuación (1) cuando la variable dependiente es la listada en la columna más a la izquierda de la tabla. En la columna (2) se presenta la media de la variable para las plazas de tratamiento en la primera ola. La columna (3) se calcula como el cociente entre el coeficiente y la media. La columna (4) contiene el p-valor calculado con inferencia por aleatorización. En la columna (5) se presenta la cantidad de observaciones de cada variable en la muestra. *** Significativo al 1%, ** significativo al 5%, * significativo al 10%.

nes.

Las estimaciones del efecto de quitar las papeleras de las plazas sobre la cantidad total de residuos por metro cuadrado, indican que hay una reducción en promedio de 43.5% de los residuos esparcidos en las plazas. El efecto estimado sobre los residuos totales por metro cuadrado es una disminución de 0.021 residuos, que representa el 43.5% del promedio de residuos totales por metro cuadrado en el grupo de tratamiento durante la primera ola de visitas, 0.049. El efecto es estadísticamente significativo al 1%. Si tenemos en cuenta los residuos por metro cuadrado ponderados por tamaño, el efecto del tratamiento es de 36.8%.

El efecto de la intervención en el número de residuos pequeños es una disminución del 53.7%, y en los grandes del 46.6%. Ambos efectos son estadísticamente significativos al 1%. No se observa reducción alguna en residuos medianos. El efecto no sólo no es estadísticamente significativo, sino que el coeficiente estimado es igual a 0. La intervención también tiene un efecto sobre la concentración puntual de residuos, significativa al 1% (la concentración puntual de residuos aumenta entre las mediciones pre y pos tratamiento las plazas, pero el aumento es mucho mayor en las plazas en tratamiento).

El impacto de la intervención sobre las percepciones lo podemos ver en el Panel B del Cuadro 4. La intervención parece no tener efecto sobre las percepciones de quienes visitan las plazas respecto a áreas verdes, limpieza, estado general de las plazas, y al mantenimiento de la infraestructura. Para estas variables, los coeficientes representan una muy baja proporción de la media de la variable. En ningún caso son estadísticamente significativos. La variable que sí parece estar afectada por la intervención es la percepción de la calidad de la infraestructura de la plaza. El coeficiente estimado es significativo al 10%, y representa el 6.5% de la percepción de calidad de la infraestructura promedio en las plazas de tratamiento en la primera ola.

IX. Conclusiones

En este trabajo evaluamos el impacto del retiro de papeleras de las plazas de Montevideo. Se evalúa el efecto sobre el mantenimiento de la limpieza de las plazas y sobre la percepción que las personas tienen de la infraestructura, las áreas verdes, el mantenimiento de la limpieza y el estado general de las plazas.

En colaboración con la IM, se seleccionaron 36 plazas de los Municipios B y C. Con los datos recogidos en la línea de base, se construyeron pares de plazas similares. Dentro de cada par, se seleccionó de manera aleatorizada una plaza de tratamiento y otra de control. La IM retiró las papeleras de las plazas de tratamiento. Luego, se realizó la recolección de datos pos tratamiento.

En cada ola de visitas cada plaza fue visitada tres veces. Cinco grupos de visitantes, de dos integrantes cada uno de ellos, fueron los encargados de visitar las plazas y realizar encuestas, que permitieron evaluar las percepciones de las personas, y sacar fotos de los residuos encontrados en las plazas. Dos codificadores, que no integraron ninguno de los grupos de visitantes, observaron cada foto y registraron la cantidad de los residuos y algunas de sus características, como tamaño y material.

Para evaluar el efecto del retiro de las plazas utilizamos un diseño de investigación que combina el emparejamiento de las unidades de observación, la aleatorización y la estrategia de diferencia en diferencias. El emparejamiento de las unidades de observación asegura que los grupos de tratamiento y control son similares, mientras que la estrategia de diferencia en diferencias permite medir el efecto de la intervención como la diferencia, entre plazas tratadas y de control, en la evolución, entre las mediciones pre tratamiento y pos tratamiento, de la cantidad de residuos y de las percepciones de las personas. Las pruebas de hipótesis para evaluar la hipótesis nula de ausencia de efecto se realizó a través de inferencia por aleatorización, ya que el tamaño pequeño de la muestra hace que no se cumplan las propiedades asintóticas de los estimadores más comúnmente utilizados.

Los resultados indican un efecto robusto de la intervención en el número de residuos, que alcanza una reducción de aproximadamente el 43.5% de la cantidad de residuos del grupo de tratamiento respecto a la medida pre tratamiento. El efecto se observa tanto en residuos pequeños como en grandes. Además, disminuye drásticamente la concentración puntual de residuos en las plazas.

La percepción de las personas respecto a infraestructura, áreas verdes, limpieza y estado general de las plazas permanece, en líneas generales, incambiada luego de la intervención. La excepción viene dada por un leve deterioro de las percepciones sobre la calidad de la infraestructura. Aunque este efecto es estadísticamente significativo solo al 10%.

X. Apéndice

En este apéndice se incluye información adicional relacionada a la intervención.

En el Cuadro 5 se presenta información básica sobre las plazas incluidas en la intervención. Para cada plaza, se indica la plaza con la que fue emparejada. Eso se puede observar en la columna Par, que contiene un número identificador para cada par de plazas. La plaza identificada con el número 1, por ejemplo, está emparejada con la plaza cuyo código identificador es el 7. El par que estas plazas componen es el 16. El cuadro también incluye, para cada plaza, el Municipio en el que se encuentra, la dirección, el tamaño medido en metros cuadrados, y sus coordenadas geográficas.

Cuadro 5: Información básica de las plazas

Identificador	Par	Nombre	Municipio	Dirección	Tamaño	Longitud	Latitud
1	16	-	C	Martín C. Martínez entre Gallinal y Enrique Martínez	358	-56,1755383020166	-34,8727446934158
3	1	-	C	Hermógenes Alvarez y Manuel Landeira	541	-56,1765034627166	-34,8663201967859
5	13	-	C	Gral. Flores y Cufre	617	-56,1716500278045	-34,8674228791908
7	16	-	C	Luis Alberto de Herrera y Bvar. Gral. Artigas	479	-56,1672157738507	-34,8700497370186
9	1	Teresa de Calcuta	C	Quijote y Yaguari	838	-56,1654107529277	-34,8759000010903
12	11	Caserío de los negros	C	Solis Grande entre pasaje denis y coraceros	958	-56,2108075597265	-34,8726475582139
15	14	-	C	Ingavi y Canstat	1093	-56,1640947941447	-34,8782381338943
18	12	-	C	Gral. Flores y Bvar. Gral. Artigas	1335	-56,1750580044709	-34,8705814931933
20	2	Pedro Millán	C	Millán y Rodríguez Correa	1398	-56,1919008533539	-34,8672033639139
21	9	Gral. Aparicio Saravia	C	Millán y Luis Alberto de Herrera (proa)	1457	-56,1962803254821	-34,8576412002534
23	10	Del Obispado	C	Lorenzo Fernandez y Carre 3 mts.	1544	-56,1732196626407	-34,8771069740112
24	2	-	C	José L. Terra entre Libres y Amézaga	1629	-56,1828943040588	-34,8860316684974
26	14	Miguel Ángel Pareja	C	Uruguayana y Grito de Asencio	1879	-56,1993863341638	-34,8759460787715
30	0	15 de febrero de 1985	C	Guaaleguay y Quesada	3241	-56,1683868152858	-34,8660928516372
31	12	-	C	Setembrino Pereda entre Tomás Gomensoro y Luis Alberto de Herrera	3404	-56,1627648896934	-34,8714691970793
33	5	Cardenal Antonio Maria Barbieri	C	Garibaldi entre Pando y Marsella	3457	-56,1824844141572	-34,8748474707103
34	8	-	B	Carlos Gardel y Zelmar Michelini	78	-56,1898284140564	-34,9114841792767
38	4	Vladimir Roslik	B	Frugoni y Charrúa	175	-56,1753216146834	-34,9062356575111
40	15	Cap. Justo Germán Bermudez	B	Bacigalupi y Estrella del Norte	331	-56,1816801468433	-34,8942488337571
41	10	Dr. José Ellaury	B	Libertador y Valparaíso	378	-56,1909050072947	-34,8983862376704
44	7	Plaza del Monumento al Gaucho	B	18 de Julio y Constituyente	444	-56,1847940961645	-34,9054800042817
49	9	Anita Garibaldi	B	21 de Setiembre y Julio Herrera y Reissig	596	-56,1659527135749	-34,9111312430442
51	4	Dr. Eduardo Acevedo (Hijo)	B	Acevedo Diaz y 21 de setiembre	712	-56,1657579867283	-34,9108250154712
52	13	-	B	Pasaje de la vía entre Acevedo Diaz y Nicaragua	437	-56,1675271983839	-34,8914012252448
53	6	Gral. Lorenzo Batlle	B	Minas y Nicaragua	811	-56,1859789147525	-34,8936846046511
54	15	-	B	La Paz y Libertador	907	-56,1916657076005	-34,8991388405834
55	5	-	B	Francisco Acuña de Figueroa y Lima	920	-56,1899268359257	-34,8950064204694
56	11	-	B	Minas entre Durazno y Nuestra Sra. de Encina	1085	-56,1790224157037	-34,9095970533345
57	7	Prof. Arq. José P. Carre	B	Bvar. España y Acevedo Diaz	1171	-56,1653829150091	-34,9104110645283
60	3	Alfredo Zitarrosa	B	Aquiles Lanza entre Isla de Flores y Gonzalo Ramirez	1628	-56,1871410913405	-34,9115963349185
64	6	Del Refugiado	B	Rambla (a la altura de Ejido)	2895	-56,1851410544768	-34,915916605137
65	8	Isabel de Castilla	B	Libertador entre Galicia y Paz	3353	-56,1916268165149	-34,8997681052016
66	0	María Josefa Oribe	C	Luis Alberto de Herrera y Guillapi	300	-56,179932	-34,86270
76	3	Soldados de San Martín	C	Uruguayana y Grito de Asencio	3309	-56,199829	-34,87557

Notas: la columna Identificador indica un número identificador de cada plaza. En la columna Par se presenta el par que la plaza integra. En la columna Nombre se incluye el nombre de la plaza. En la columna Municipio se indica el municipio en el que se encuentra la plaza. La columna Dirección presenta la dirección de la plaza. La columna Tamaño indica el tamaño de la plaza medido en metros cuadrados. Las columnas Longitud y Latitud indican las coordenadas geográficas de la plaza.

En el Cuadro 6 se listan los 18 pares de plazas incluidos en el experimento. Para cada par, se indica el código identificador de las plazas que lo integran y el código de la plaza tratada.

Cuadro 6: Pareo de plazas y plazas en tratamiento

Par	Id de plaza	Plaza tratada
1	34, 52	34
2	15, 66	66
3	1, 23	1
4	40, 44	40
5	5, 21	5
6	7, 20	7
7	54, 65	54
8	12, 24	12
9	26, 33	26
10	29, 31	31
11	38, 41	41
12	18, 76	18
13	53, 56	56
14	49, 51	49
15	55, 57	57
16	11, 30	11
17	60, 64	64
18	3, 9	3

Notas: en la columna Par se presenta el código identificador de cada par. En la columna Id de plaza se incluye el código identificador de las plazas que integran el par. En la columna Plaza tratada se indica en cuál de las plazas del par se retiró la papelera.

El Cuadro 7 contiene información sobre los tamaños y materiales de los residuos. Este cuadro se construye con datos de las dos olas de visitas. Los datos de residuos refieren a residuos absolutos, no por metro cuadrado.

Cuadro 7: Tamaño y material de los residuos

	Media	Desvío estándar	Mínimo	Máximo
	(1)	(2)	(3)	(4)
Total	18,18	14,13	0	99
Tamaño				
Pequeños	12.87	14.13	0	86
Medianos	4.77	5.76	0	32
Grandes	0.54	1.23	0	7
Material				
Cartón	1.96	2.57	0	13
Papel	6.29	8.31	0	59
Plástico	4.07	4.70	0	27
Orgánicos	0.79	1.69	0	11
Colillas	0.94	2.06	0	14
Escombros	0.36	1.06	0	8
Otros	3.77	5.46	0	35

Notas: Total es el total de residuos encontrados en la visita a la plaza. Los datos incluyen las dos olas de visitas. Las distintas categorías de tamaño y material indican la cantidad total de residuos del tamaño o material respectivo.

Cuadro 8: Material de los residuos por tamaño

	Cantidad	Porcentaje
Pequeño	1343	-
Cartón	145	10.80
Papel	489	36.42
Plástico	285	21.19
Orgánico	69	5.10
Colillas	91	6.74
Escombros	26	1.94
Otros	239	17.80
Mediano	537	-
Cartón	50	9.23
Papel	166	30.85
Plástico	142	26.47
Orgánico	15	2.80
Colillas	11	1.96
Escombros	14	2.52
Otros	141	26.19
Grande	103	-
Cartón	19	18.54
Papel	31	30.24
Plástico	18	17.07
Orgánico	3	2.93
Colillas	1	0.98
Escombros	0	0
Otros	31	30.24

Notas: la columna Cantidad contiene el total de residuos encontrados en las visitas a las plazas. Los datos incluyen las dos olas de visitas. En la columna Porcentaje se indica la participación de cada material en el total de residuos para cada tamaño.

El Cuadro 8 presenta información adicional sobre los residuos encontrados en las plazas. Para los residuos de cada tamaño, se discrimina el tipo de material del residuo. Al igual que en el Cuadro 7, los datos se calculan en base a las visitas de las dos olas y los residuos son residuos absolutos.

Referencias

Athey, Susan, and Guido Imbens. 2017. Chapter 3 - The Econometrics of Randomized Experiments. *In Handbook of Economic Field Experiments*, edited by Abhijit Vinayak Banerjee and Esther Duflo, 73-140. North-Holland.

Bator, Renée J., Angela D. Bryan, and P. Wesley Schultz. 2010. Who Gives a Hoot?: Intercept Surveys of Litterers and Disposers. *Environment and Behavior* 43 (3): 295-315.

Berger, Joël, and Debra Hevenstone. 2016. "Norm Enforcement in the City Revisited: An International Field Experiment of Altruistic Punishment, Norm Maintenance, and Broken Windows. *Rationality and Society* 28 (3): 299-319.

Burgess, Robert L., Roger N. Clark, and John C. Hendee. 1971. An Experimental Analysis of Anti-Litter Procedures. *Journal of Applied Behavior Analysis* 4 (2): 71-75.

Byrne, Susan, and Bernadette O'Regan. 2014. Attitudes and Actions towards Recycling Behaviours in the Limerick, Ireland Region. *Resources, Conservation and Recycling* 87: 89-96.

Cope, John G., Kim T. Huffman, Linda J. Allred, and William F. Grossnickle. 1993. Behavioral Strategies to Reduce Cigarette Litter. *Journal of Social Behavior Personality* 8: 607-619.

Finnie, William C. 1973. Field Experiments in Litter Control. *Environment and Behavior* 5 (2): 123-144.

Leamer, Edward E. 2010. Tantalus on the road to asymptopia. *Journal of Economic Perspectives* 24 (2): 31-46.

Liu, James H., and Chris G. Sibley. 2004. Attitudes and Behavior in Social Space: Public Good Interventions Based on Shared Representations and Environmental Influences. *Journal of Environmental Psychology* 24 (3): 373-384.

Moqbel, Shadi, Ziad El-tah, and Assal Haddad. 2020. Anti-littering in Developing Countries: Motivating the People of Jordan. *Waste Management Research* 38 (7): 726-733.

Muñoz-Cadena, Cecilia E., Pedro Lina-Manjarrez, Irma Estrada-Izquierdo, and Eva Ramón-Gallegos. 2012. An Approach to Litter Generation and Littering Practices in a Mexico City Neighborhood. *Sustainability* 4 (8): 1733-1754.

O'Neill, G. W., L. S. Blanck, and M. A. Joyner. 1980. The Use of Stimulus Control over Littering in a Natural Setting. *Journal of Applied Behavior Analysis* 13 (2): 379-81.

Santos, Isaac Rodrigues, Ana Cláudia Friedrich, Mônica Wallner-Kersanach, and Gilberto Fillmann. 2005. Influence of Socio-Economic Characteristics of Beach Users on Litter Generation. *Ocean Coastal Management* 48 (9): 742-752.

Wilson, James Q, and George L Kelling. 1982. Broken Windows. *Atlantic Monthly* 249 (3): 29-38.

Young, Alwyn. 2019. Channeling Fisher: Randomization Tests and the Statistical Insignificance of Seemingly Significant Experimental Results. *Quarterly Journal of Economics* 134 (2): 557-598.