

HERRAMIENTA DE POLÍTICAS PÚBLICAS PARA LA GESTIÓN DE RESIDUOS DOMICILIARIOS

Marchionni, Pablo Gabriel¹; Piesciorovsky, Emilio Carlos²; Lacaze, María Victoria³

Universidad Tecnológica Nacional, Facultad Regional La Plata, Argentina
Oak Ridge National Laboratory, Oak Ridge, Tennessee, USA
Universidad Nacional de Mar del Plata, Facultad de Ciencias Económicas y Sociales, Mar del Plata, Argentina

¹ pablogabrielmarchionni@gmail.com; ² piesciorovec@ornl.gov; ³ mvlacaze@mdp.edu.ar

RESUMEN

En todo el mundo se busca cuál debe ser la gestión de los residuos domiciliarios más eficaz y eficiente para beneficio de la población y del medio ambiente. El objetivo es primero conocer, para luego medir, comparar y relacionar, y por último poder estimar y proyectar. Con esta metodología se pueden establecer políticas públicas para mejorar el medioambiente. Este trabajo confirma que la evolución histórica de la variación en la disposición de residuos, depende de las variaciones en las ventas de productos de consumo masivo. A tal fin, se utilizan datos de ventas en supermercados, publicados por la Dirección Provincial de Estadística de la Provincia de Buenos Aires, y de volúmenes de disposición de residuos sólidos urbanos, gestionados por la Coordinación Ecológica Área Metropolitana Sociedad del Estado, para el período comprendido entre los meses de enero y diciembre de 2014. Tomando como base los resultados del pasado, se establece un modelo predictivo con el fin de poder conocer de manera anticipada los volúmenes de residuos que se van a producir en el futuro y establecer planificaciones de políticas públicas en el sistema de gestión de residuos. Contrastado el modelo de predicción con la situación real, las estimaciones tienen un grado de certeza que asegura que se cumplen los supuestos necesarios para que el modelo sea válido.

Palabras Claves: Consumo, Regresión, Residuos domiciliarios

ABSTRACT

Throughout the world, there is a search for the most effective and efficient management of Household Waste for the benefit of the population and the environment. The objective is first to know, to then measure, compare and relate, and finally to be able to estimate and project. With this methodology, public policies can be established to improve the environment. This work confirms that the historical evolution of the variation in waste disposal depends on the variations in the sales of mass consumption products. For this purpose, supermarket sales data, published by the Provincial Directorate of Statistics of the Province of Buenos Aires, and solid urban waste disposal volumes, managed by the State Metropolitan Area Ecological Coordination Society, are used for the period between the months January and December 2015. Based on the results of the past, a predictive model is established in order to be able to know in advance the volumes of waste that will be produced in the future and establish public policy planning in the system waste management. Contrasting the prediction model with the real situation, the estimates have a margin of error that ensures that the necessary assumptions are met for the model to be valid.

Keywords: Consumption, Regression, Urban Waste,

1. INTRODUCCIÓN

“Una buena gestión de residuos empieza previniendo la generación de residuos porque, si no se producen, no tienen que eliminarse. Por consiguiente, la prevención y la reducción de residuos deben ser las máximas prioridades de todo plan de gestión. Cuando se producen materiales de desecho, los planificadores y gestores tienen que optar siempre por el mejor método de tratamiento que suponga los riesgos más bajos para la salud humana y el medio ambiente.” (Comisión Europea, 2000).

Conocer de antemano la proyección que tendrá la basura en el futuro, en el corto y en el largo plazo, permitirá ir generando acciones paliativas de esta gran preocupación general.

¿Cuál es la relación que existe entre el Consumo (C) de la población y las cantidades de disposición de Residuos Sólidos Urbanos (RSU)?

Siguiendo el esquema del modelo económico de la “Economía Lineal” (Fundación Ellen Mac Arthur, Enero de 2014), el C depende de la producción de bienes, para luego de ser consumidos, parte de ellos se desechan como basura.



Figura 1 Modelo de Economía Lineal
Fuente: (Petroche, 2019)

En la relación de oferta y demanda, donde las empresas interactúan con los consumidores, los bienes producidos se entregan a las familias por intermedio de una operación de compra-venta. Este formato, denominado “Economía Lineal” es aquel que sigue un proceso de extraer, procesar, fabricar, usar y desechar, que hace pensar acerca de que este modelo en los comienzos del siglo XXI ya es insostenible, ya que el ideal de que los recursos son ilimitados son preceptos de otra época.

1.1. ANTECEDENTES DEL PRESENTE TRABAJO

Como ya se ha estudiado (Garriga, M. y Mangiacone, N., 2020), la cantidad de residuos (Re) de los países que componen la Unión Europea muestra una evolución estrechamente vinculada a las variaciones del Producto Bruto Interno (PBI). En el gráfico de la Figura 2, se ve que la curva de evolución de la generación de Re va siguiendo el mismo sentido que la curva de la evolución del PBI europeo, tomando ambos valores en porcentajes de variación con respecto al año anterior.

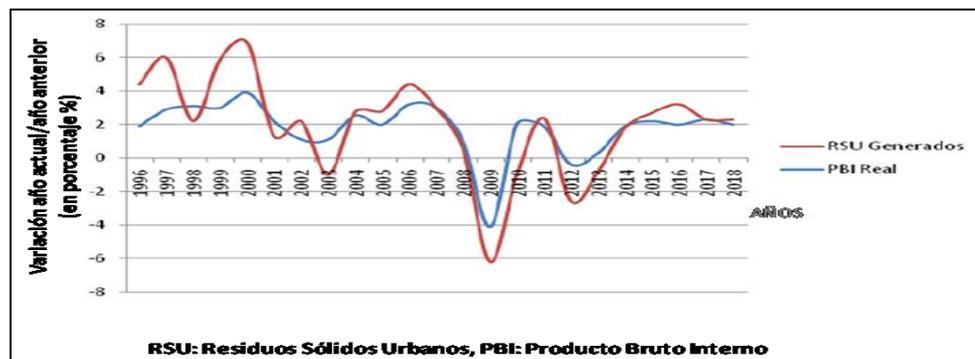


Figura 2 Crecimiento Económico y generación de RSU en la UE. 1995-2018 (var y/y%)
Fuente: (Garriga, M. y Mangiacone, N., 2020)

En la Figura 3 podemos ver que la mayoría de los países del mundo siguen el modelo de “Economía Lineal” (Organización Panamericana de la Salud, Banco Interamericano de Desarrollo, 2010) y continúan desarrollándose según un modelo intensivo de C de recursos y generación de Re .

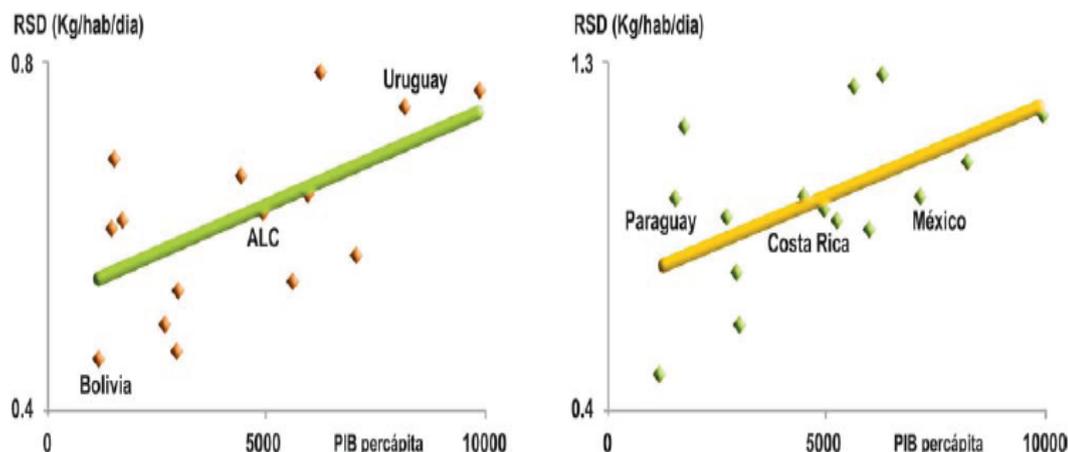


Figura 3: Relación de la generación de Re con el PBI per cápita

Fuente: (Organización Panamericana de la Salud, Banco Interamericano de Desarrollo, 2010)

Como se puede apreciar, los países con mayor PBI per cápita, generan un mayor volumen de RSU per cápita. Esto implica que el PBI tiene una relación directa con la producción de Re . Ante una variación en el PBI , se traslada en una variación en los Re .

1.2. LOS CAMBIOS EN LOS VOLÚMENES DE DISPOSICIÓN DE Re ANTE LOS CAMBIOS EN EL C DE LA POBLACIÓN

Viendo las dos últimas etapas del modelo de “Economía Lineal”, el C deriva en el Re . Si tomamos esta relación en forma matemática, lo veremos en la Ecuación (1):

$$C \Rightarrow Re \quad (1)$$

Ecuación (1): el C deriva en la Disposición de Re

Si a estos dos conceptos los relacionamos en función de sus variaciones, la relación sería que la variación en el C implica una variación en la disposición de los Re . La fórmula matemática, sería la siguiente Ecuación (2):

$$\Delta C \Rightarrow \Delta Re \quad (2)$$

Ecuación (2): la variación en el C implica una variación en la disposición de Re

Teniendo en cuenta todos los estudios y análisis realizados por Organismos Internacionales expresados anteriormente y por el modelo de la Economía Lineal, se puede confirmar que existe una relación de causalidad entre el C y los Re .

2. METODOLOGÍA

En el ciclo del C de la población, los desechos se irán generando a medida que se realice la etapa previa de consumir. Si el proceso de producción-consumo-basura es que el C se realiza a través de la compra de bienes por parte de la población, que surge de las operaciones de compra-venta

entre fabricantes/revendedores y consumidores, se considerará que la mejor forma de establecer los valores de *C* será a través de algún índice que mida las variaciones en las Ventas en Centros de Compras o por la evolución de Ventas en Supermercados, ya que este estudio se centrará específicamente en los *RSU*.

En el presente caso tomaremos el Índice de ventas en comercios minoristas en la ciudad de La Plata - DPE PBA - (Ministerio de Hacienda y Finanzas de la Provincia de Buenos Aires, 2014), que se detalla en la Tabla 1. En la misma tabla se exponen los datos de los volúmenes de disposición de *Re* generados en la ciudad de La Plata, publicados por la CEAMSE (CEAMSE, 2014).

En este caso de estudio, se tomarán los siguientes parámetros: Definición temporal: Periodos desde enero 2014 hasta diciembre 2014 – depende de la disponibilidad de información, ya que la publicación de este indicador fue discontinuada –; Muestra: 12 meses; Frecuencia: Mensual; Definición territorial: Ciudad de La Plata, Partido de La Plata, Provincia de Buenos Aires, Argentina.

El presente trabajo se realiza tomando este caso, con el fin de demostrar la relación de causalidad que existe entre las variables, con la sola interpretación que se trata de una situación determinada, y que la misma podrá ser tenida en cuenta como un modelo replicable en otros momentos y en otras localizaciones.

2.1. RECOLECCIÓN DE DATOS

Los datos del *C* ya se tomarán expresados en formato de índice, estandarizados a un nuevo periodo de base, de acuerdo al plazo temporal que ya fuera definido.

Para reflejar las variaciones en los volúmenes de disposición de *Re*, se tendrán en cuenta los valores en unidades nominales de acuerdo a la actividad, y con el listado de todos los periodos tomados para el estudio, se realizarán los cálculos para llevarlos a un formato de índice.

2.1.1. DATOS DEL *C*

Los datos que se tomarán en cuenta en este trabajo, surgen de las publicaciones de los organismos oficiales pertinentes, que se detallan en la Tabla 1, y que fueran referenciados en el punto 2. En la columna 1 se muestran los Índices de variación de ventas en comercios minoristas para la ciudad de La Plata (para los periodos desde enero hasta diciembre 2014), que se encuentran publicados con el periodo inicial (periodo base) el mes de agosto de 2005. Como nuestro estudio se limitará, de acuerdo a lo expresado en el punto 2., a los periodos comprendidos entre el mes de enero y diciembre de 2014, se deberá modificar el periodo de inicio de los datos, tomando como base=100,00.- al primer periodo del plazo establecido en el presente estudio. Los índices representativos del *C* para este estudio de caso con el cambio de base a enero de 2014, se encuentran expresados en la columna 2 de la Tabla 1.

2.1.2. DATOS DE DISPOSICIÓN DE *Re*

Para el presente capítulo utilizaremos los datos publicados por la CEAMSE, organismo que se encarga de la gestión de *Re* en la Ciudad Autónoma de Buenos Aires y de algunos partidos de la Provincia de Buenos Aires, incluida la recolección en la ciudad de La Plata y su posterior disposición en el Relleno Sanitario Ensenada. En la columna 3 de la Tabla 1, se detallan las toneladas (Tn) de disposición de *Re* para el periodo de estudio. Para poder calcular la variación ocurrida entre cada uno de los periodos de la muestra con respecto al periodo base, tomando como periodo base igual a 100,00 al mes de enero de 2014, los índices de cada periodo mensual se obtiene del cálculo del cociente entre las Tn de cada periodo sobre las Tn del período base, multiplicados por el valor de estandarización de 100,00. Los índices representativos de la variación en la disposición de *Re* para este estudio de caso, se encuentran expresados en la columna 4 de la Tabla 1.

Tabla 1 Índices de variación del C y de la disposición de Re

Fuente: Elaboración propia en función de los datos de (Ministerio de Hacienda y Finanzas de la Provincia de Buenos Aires, 2014) y (CEAMSE, 2014).

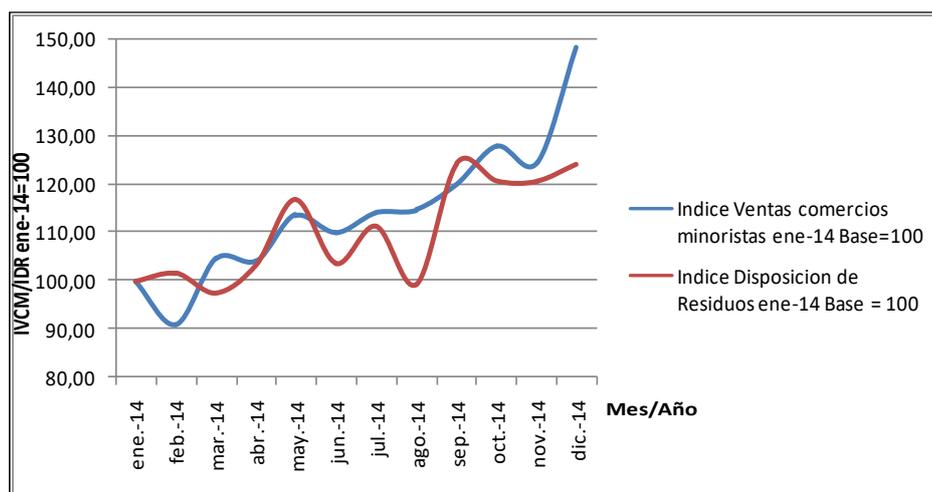
Mes/Año	Índice Ventas comercios minoristas ago-05 Base=100 (Columna 1)	Índice Ventas comercios minoristas ene-14 Base=100 (Columna 2)	Disposición de Residuos (Tn) (Columna 3)	Índice Disposición de Residuos ene-14 Base = 100 (Columna 4)
ene-14	520,97	100,00	13.083,8	100,00
feb-14	473,16	90,82	13.280,3	101,50
mar-14	544,80	104,58	12.740,0	97,37
abr-14	542,75	104,18	13.503,1	103,20
may-14	591,88	113,61	15.208,2	116,24
jun-14	573,39	110,06	13.558,6	103,63
jul-14	594,52	114,12	14.579,4	111,43
ago-14	597,11	114,61	12.997,1	99,34
sep-14	624,92	119,95	16.258,6	124,27
oct-14	665,64	127,77	15.783,2	120,63
nov-14	648,40	124,46	15.775,2	120,57
dic-14	772,89	148,36	16.263,5	124,30

2.2. ANÁLISIS DE LA RELACIÓN C-Re

Previamente a iniciar con los cálculos de correlación, con el objetivo de conocer si el modelo es consistente, veremos gráficamente el comportamiento que tienen ambos índices.

2.2.1. ANÁLISIS PREVIO

En la Figura 4 vemos gráficamente el comportamiento que tienen los índices expresados en las columnas 2 y 4 de la Tabla 1, pudiendo observarse que ambas curvas siguen una similar evolución a través del tiempo.



IVCM: Índice de Ventas en Comercios Minoristas
IDR: Índice de Disposición de Residuos

Figura 4 Relación Ventas en Comercios Minoristas - Disposición de Re
Fuente: Elaboración propia, en función de los datos de la Tabla 1

Tomando los valores detallados en la Tabla 1, se realiza el Análisis de Correlación, determinando como variable independiente al Índice de Variación de Disposición de Re – generados en la ciudad de La Plata - para los periodos desde enero hasta diciembre de 2014 (columna 4) (CEAMSE, 2014), y como variable dependiente al Índice de Variación de Ventas en Comercios Minoristas, para el mismo territorio y para el mismo espacio temporal (columna 2) (Ministerio de Hacienda y Finanzas de la Provincia de Buenos Aires, 2014).

2.2.2. RESULTADOS DEL CÁLCULO DE CORELACIÓN

En la Figura 5 se observan los resultados obtenidos a través del cálculo de correlación con el programa Eviews®12. (Eviews®, Octubre 28 2020)

Dependent Variable: RE Method: Least Squares Date: 08/12/23 Time: 17:38 Sample: 2014M01 2014M12 Included observations: 12				
Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
CO	0.560291	0.133654	4.192095	0.0019
C	46.12290	15.40571	2.993883	0.0135
R-squared	0.637335	Mean dependent var		110.2075
Adjusted R-squared	0.601069	S.D. dependent var		10.46894
S.E. of regression	6.612287	Akaike info criterion		6.766748
Sum squared resid	437.2234	Schwarz criterion		6.847566
Log likelihood	-38.60049	Hannan-Quinn criter.		6.736826
F-statistic	17.57366	Durbin-Watson stat		2.789386
Prob(F-statistic)	0.001852			

Figura 5 Reporte de cálculo de ecuación del programa Eviews®12
Fuente: Elaboración propia, en función de los datos de la Tabla 1

El coeficiente R -cuadrado (R^2) en porcentaje es igual al 63,7335% y determina un indicador lo suficientemente alto como para interpretar que los Re tienen una relación ante el comportamiento del C . De acuerdo a nuestro campo de aplicación, el valor mínimo razonable de R^2 , en estudios econométricos utilizando variables macro o microeconómicas debe estar en un rango entre 0,6 y 0,7.

El coeficiente de determinación R -cuadrado ajustado (R^2 ajustado) en porcentaje es del 60,1069%, siendo un valor alto que hace que en este estudio la variable independiente elegida para determinar la variable dependiente se elige correctamente. El R^2 ajustado, es indicativo de un buen ajuste del modelo propuesto.

El Estadístico F indica si todos los coeficientes de la regresión, conjuntamente, son distintos de cero. Es decir, indica si el coeficiente que acompaña al C , y el coeficiente que acompaña a los Re son distintos de cero, que es lo mismo que decir que son conjuntamente significativos. En general, queremos que el estadístico F sea lo más grande posible, o también que el "Valor crítico de F " sea lo más pequeño posible. En este caso, tenemos que el estadístico F es 17,57366 y que su valor crítico es prácticamente cero, por lo que sí podemos decir que los coeficientes son conjuntamente significativos.

Se buscan estadísticos t que sean grandes en valor absoluto, es decir, muy positivos o muy negativos. Con un estadístico t grande (en general mayor a 2), podemos decir que el coeficiente estimado es distinto de cero, es decir, que es significativo. En nuestro estudio, el estadístico t para el coeficiente de intercepción es 2,993883 y para la pendiente 4,192095. Por lo tanto, estamos en presencia de un indicador que nos revela que los datos correlacionados son significativos.

En general, queremos que el p -valor sea lo más pequeño posible, específicamente menor a 0,05, ya que utilizamos un nivel de confianza del 95%. Aquí tenemos el p -valor para la Intercepción C y para la pendiente CO . Para el coeficiente estimado de la pendiente, el p -valor es 0,0019 y para la intercepción a la ordenada al origen es de 0,0135, siendo estos menores a 0,05. Por lo tanto, para

cualquier nivel de significatividad (α) mayor que 0 se rechaza la hipótesis nula de que el coeficiente es cero.

Estos cálculos que surgen de la incorporación al modelo, nos brindan tanto el valor de la variable independiente en su intersección con la ordenada al origen. También nos brinda el valor de la pendiente.

Se expresa el resultado del caso de correlación en la Ecuación (3):

$$Re = Co + m C \quad (3)$$

Ecuación (3): la Disposición de Re es igual a la suma del C autónomo y el C variable (m pendiente)

Con los resultados de la correlación de la Figura 5, en la columna de Coeficiente, para la Intercepción C y la Pendiente CO , la fórmula con los datos de nuestro caso, se expresan en la Ecuación (4):

$$Re = 46,12290 + 0,560291 * C \quad (4)$$

Ecuación (4): se calculan los valores de Re como la suma de la intercepción sobre la ordenada al origen más la pendiente multiplicada por la variable dependiente, según los valores calculados en el cálculo de correlación detallados en la Figura 5

En la Tabla 2 se muestran comparativamente los valores de los índices de disposición de Re en sus valores reales, los mismos que fueran expresados en la columna 4 de la Tabla 1, y los índices de disposición de Re que surgen del cálculo de correlación según la Ecuación (4). También, para cada periodo, se muestra el resultado de los residuales en porcentaje de variación con respecto a su valor real.

*Tabla 2 Comparación de resultados de disposición de Re de acuerdo al cálculo de correlación.
Fuente: Elaboración propia según los datos de la Tabla 1, calculados en función de la Ecuación (4).*

Mes/Año	Índice Disposición de Residuos ene-14 Base = 100 Real (Columna 1)	Índice Disposición de Residuos ene-14 Base = 100 Estimado (Columna 2)	Residuales (%) (Columna 3)
feb-14	101,50	97,11	-4,33%
mar-14	97,37	104,80	7,63%
abr-14	103,20	104,58	1,33%
may-14	116,24	109,85	-5,49%
jun-14	103,63	107,87	4,09%
jul-14	111,43	110,14	-1,16%
ago-14	99,34	110,41	11,15%
sep-14	124,27	113,40	-8,75%
oct-14	120,63	117,77	-2,37%
nov-14	120,57	115,92	-3,86%
dic-14	124,30	129,28	4,01%

2.3. ESTUDIO DE REGRESIÓN

El primer tópico que se debe tener en cuenta cuando se realizan predicciones, es que las mismas deben ser confeccionadas de una manera muy precisa, con el rigor que exigen los cálculos matemáticos, que las mismas puedan ser comprobadas empíricamente y que además puedan ser revisadas y recalculadas a medida que se van conociendo datos nuevos.

Las predicciones nunca serán perfectas, todas tendrán un error que cada método deberá ser tal que pueda minimizarlos, y que los resultados sean lo suficientemente flexibles como para que puedan ser corregidos a medida que se vaya conociendo datos reales.

2.3.1. DATOS UTILIZADOS EN LA HERRAMIENTA DE PREDICCIÓN

Se utilizan como input de datos a los resultados de la correlación presentados en el punto 2.2.2. Como ya se pudo establecer que, la relación entre las ΔC y las ΔRe tienen una correlación positiva, y que en el estudio de caso presentado es altamente representativo para considerar que la variable dependiente Re puede ser explicada a través del conocimiento de la variable independiente C . La evolución de estas variables durante el pasado, utilizando estimaciones acerca del comportamiento de la variable independiente, se puede determinar la evolución que tendrá la variable dependiente en un periodo futuro. Repasando el postulado básico del presente trabajo que fuera expresado en la Ecuación (2), si la ΔC ha implicado una ΔRe en el pasado, entonces se puede establecer que van a tener el mismo comportamiento en el futuro. Si se toman los valores que fueron evolucionando históricamente, basándose en estimaciones de escenarios probables de ocurrencia, se podrán establecer las predicciones de la evolución de los Re durante un horizonte probable de programación de todo el sistema de gestión. Poder conocer de manera anticipada, con un grado de certidumbre alto, sirve a los fines de poder gestionar de una manera con mayor planificación y previsibilidad.

2.3.2. HERRAMIENTA DE PREDICCIÓN DE LOS Re

Tomando el resultado de la correlación entre las variables de C y Re para la ciudad de La Plata para el periodo anual 2014, se podrán utilizar como datos de la presente metodología predictiva de la cantidad de Re .

2.3.2.1. DATOS DEL MODELO PREDICTIVO

Para pronosticar las Ventas en comercios minoristas para un periodo futuro – 2015 -, se toman los datos reales del año actual – 2014 -, teniendo en cuenta que tendrán un comportamiento similar en cuanto a la estacionalidad, estimando que sufrirán variaciones de acuerdo a la influencia que tendrán aquellas variables relacionadas con los indicadores macroeconómicos.

2.3.2.1.1. ESTIMACIÓN DE LA VARIACIÓN DEL C

El pronóstico de las Ventas en comercios minoristas para el periodo 2015, se calcula de acuerdo a la variación prevista en las proyecciones que se estiman de manera anticipada de los agregados macroeconómicos. El Instituto Nacional de Estadísticas y Censos (INDEC), define el PBI (INDEC, Septiembre de 2016) como el valor monetario de todos los bienes y servicios finales que se producen en una economía a lo largo de un período de tiempo determinado. Si se quiere determinar en cuánto se va a modificar el C durante el año próximo, la proyección en la ΔPBI es un indicador que muestra el comportamiento que se estima puede desarrollar.

2.3.2.1.2. CÁLCULO DEL PRONÓSTICO DE LAS VENTAS

En base a los Índices de las Ventas en comercios minoristas para el periodo 2014 y el porcentaje que se pueda estimar para la ΔPBI , se calculan las ventas estimadas para el periodo 2015. Según una publicación periodística del 21 de enero de 2015, el Fondo Monetario Internacional preveía que cerraría el año 2015 con el PBI en retroceso de 1,3% (INFOBAE, 2015).

Tomando el Índice de Ventas en comercios minoristas correspondientes al periodo diciembre de 2014, para poder realizar un empalme en la serie de datos, se van estimando cada uno de los índices para el periodo 2015 tomando el porcentaje de variación intermensual del periodo 2014 (con el fin de establecer la estacionalidad de la serie). Una vez realizado el empalme de la serie, a

los índices corregidos por la estacionalidad se multiplican por la ΔPBI que se estima que se producirá durante el 2015, tomando el porcentual que fuera publicado en la nota periodística.

2.3.2.1.3. CÁLCULO DEL PRONÓSTICO DE LOS VOLÚMENES DE DISPOSICIÓN DE Re

Para calcular la estimación del volumen de disposición de Re que se gestionarán en un periodo futuro, se tomarán en función del C estimado para cada periodo mensual del año 2015.

2.3.2.1.3.1. PRONÓSTICO EN FUNCIÓN DEL C DE CADA PERIODO MENSUAL

Las T_n de Re que se estiman para cada periodo mensual del año 2015, se calculan tomando la Ecuación (4), tal como la Ecuación (5). Las T_n estimadas son función de las T_n reales para los mismos periodos mensuales calculados mediante el cálculo de correlación.

$$T_{n+12} = T_n * (C_0 + (m * C')) \quad (5)$$

Ecuación (5): donde T_{n+12} son las T_n de Re para cada periodo futuro a estimar, T_n son las T_n de Re reales para cada periodo relevado, C_0 es el C autónomo calculado según la correlación, m es la pendiente según el cálculo de correlación y C' es la estimación del Índice de Ventas en comercios minoristas para cada periodo futuro.

Tomando la Ecuación (5), se calculan las T_n de Re estimadas para cada periodo mensual del año 2015, con los resultados de la correlación, como en la Ecuación (6).

$$T_{n+12} = T_n * (46,12290 + (0,560291 * C')) \quad (6)$$

Ecuación (6): donde T_{n+12} son las T_n de Re para cada periodo mensual del periodo 2015 a estimar, T_n son las T_n de Re reales para cada periodo mensual relevado y C' es la estimación del C para cada periodo mensual futuro.

De esta manera, a partir de la variable independiente del modelo (C) se pueden estimar los valores de la variable dependiente (Re) para un periodo futuro, sabiendo que el modelo de correlación histórico es consistente, ya que la cantidad de Re producidos durante un periodo, puede ser explicada por el C realizado. Asimismo, si puede explicarse lo sucedido en un periodo real, el mismo supuesto se puede tomar en cuenta para lo que sucederá en el futuro, estimando un indicador de variación en un horizonte temporal adecuado para el estudio y en uno o varios escenarios probables de realización.

2.3.2.1.3.2. AJUSTE EN FUNCIÓN DEL CAMBIO DE LOS DATOS POBLACIONALES

El Crecimiento Vegetativo o Natural (INDEC, 1914-2018) es el crecimiento de una población por el saldo (o diferencia) entre los nacimientos y las defunciones durante un año o período determinado. Por ello es que, la Tasa de Crecimiento Vegetativo (TCV) permite establecer el valor porcentual que ocurrió en una determinada población de un periodo hacia el siguiente.

La TCV se deberá tener en cuenta para ajustar las T_n de Re que se producirán en el futuro, no solamente en función el estudio de correlación lineal, sino también estimando una probabilidad en la tasa de variación de la población. La estimación de la TCV que se utilizará para el cálculo de ajuste de las T_n de disposición de Re , se obtuvo de acuerdo al promedio de las TCV reales de los 5 años anteriores (2010-2014), siendo del 10,50%. En la columna 2 de la Tabla 3 se detallan los volúmenes de disposición de Re estimados para el periodo anual 2015, de acuerdo al modelo predictivo que fuera desarrollado en los puntos anteriores.

2.3.3. COMPARACIÓN CON LA EXPERIENCIA

Para validar si el modelo es consistente con la situación ocurrida en la realidad, se realizará la comparación entre los valores estimados, utilizando el modelo de predicción, expresados en la columna 2 de la Tabla 3, con los datos reales detallados en la columna 1 de la misma Tabla. A nivel anual del periodo 2015, se puede establecer que el modelo de predicción es válido a los fines de poder estimar anticipadamente los volúmenes de disposición de Re , conociendo de antemano, que es probable un mínimo error. Sin tener una certeza absoluta, sabiendo que cualquier decisión

hacia el futuro posee un grado de incertidumbre, el modelo predijo que el volumen de *Re* que se iban a disponer serían 212.264 Tn. Si se toman las cantidades reales, se produjeron efectivamente en ese mismo periodo 207.813 Tn. El modelo predictivo pudo determinar anticipadamente un valor estimado, que comparado con su valor real, con un margen de error del 2,14%.

Para poder verlo desde un punto de vista optimista, se puede resumir que el Modelo de Predicción de *Re* que se propone en el presente trabajo, permite conocer anticipadamente las cantidades de Tn de *Re* con un 97,86% de certeza.

Tabla 3 Volúmenes estimados de disposición de Re para el año 2015, comparativamente con los valores reales y los errores de estimación

Fuente: Elaboración propia, en función de los datos (CEAMSE, 2014) y la Ecuación (6).

Mes/Año	Volumen de disposición de Re Reales Tn (Columna 1)	Volumen de disposición de Re Estimados Tn (Columna 2)	Residuales (%) (Columna 3)
ene-15	13.722	14.723	7,30
feb-15	15.509	14.142	-8,81
mar-15	17.068	14.720	-13,76
abr-15	17.505	15.567	-11,07
may-15	17.882	18.476	3,32
jun-15	17.477	16.155	-7,56
jul-15	17.800	17.761	-0,22
ago-15	17.170	15.876	-7,54
sep-15	17.567	20.431	16,30
oct-15	17.930	20.645	15,14
nov-15	18.023	20.291	12,59
dic-15	20.159	23.477	16,46
TOTALES	207.813	212.264	2,14

5. DISCUSIONES

El presente trabajo se inició a partir de un análisis a simple vista de los gráficos y relacionando la evolución de los índices que reflejan la variaciones en el C y en la disposición de *Re*, pudiéndose ver que ante un cambio en uno de ellos, automáticamente (no en la misma y exacta proporción) varía el otro indicador en el mismo sentido. Con los datos estadísticos de las variaciones en el C de la población y los volúmenes de disposición de *Re* estandarizados a una serie de índices de variación, se demostró la evolución de ambas variables a partir de un período inicial (período base). Haciéndolas coincidir temporal y territorialmente, se realizaron los cálculos de correlación. Con estos cálculos, realizados a través del programa Eviews®12, se analizaron los resultados para poder comprobar que el modelo es consistente. El análisis desarrollado en torno a la consistencia del modelo, nos permite afirmar que la hipótesis inicial no debe ser rechazada. Se pueden representar gráficamente las curvas de los volúmenes de disposición de *Re* reales y estimados, detallados en las columnas 1 y 2 de la Tabla 3, como se muestra en la Figura 6. Con la comprobación que la relación histórica es válida, la predicción de los volúmenes de *Re* nos permite proyectar los datos que se van a producir en el futuro.



Figura 6 Volúmenes de Disposición de Re reales y estimados
 Fuente: Elaboración propia, según datos de las columnas 1 y 2 de la Tabla 3

Los residuales detallados en la columna 3 de la Tabla 3, ordenados de manera creciente, se muestran en el histograma de la Figura 7. Las medidas de tendencia central de los residuales tendiendo a 0 ($\bar{x}=0,18845$; $\tilde{x} -0.5807$) muestran que la sumatoria de las diferencias de los errores también tiende a 0. Esto demuestra que los resultados son cercanos entre los valores reales y los estimados.

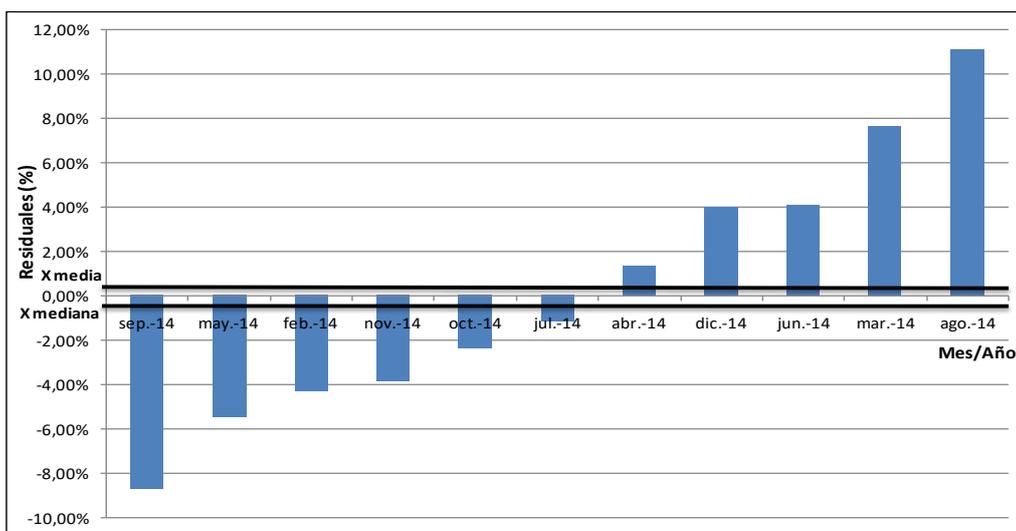


Figura 7 Histograma de Errores, media aritmética y mediana de la serie de datos
 Fuente: Elaboración propia, según datos de la columna 3 de la Tabla 3

6. CONCLUSIONES

Luego de repasar los conceptos de la teoría del C desde el punto de vista económico y la gestión de los RSU, y la relación de causalidad que, desde un primer momento, estimamos que existe entre estas dos variables, a la altura de los resultados de los cálculos de correlación, debemos concluir con las siguientes consideraciones:

- De los cálculos de correlación, se llega a la conclusión que no podemos rechazar la hipótesis que el C tiene una relación estrecha con la disposición de Re.
- Se comprueba que las curvas de Variación en las Ventas de Comercios Minoristas y la de Variación de Disposición de Re, tienen un recorrido conjunto a lo largo del tiempo, habiendo realizado un análisis histórico de ambas variables.

- La relación histórica que existe en la relación *C-Re*, donde el ingreso disponible juega un rol fundamental, siendo este la causa de todo el sistema, ante variaciones en el ingreso disponible de las personas, el *C* varía en el mismo sentido, y por consiguiente nos encontraremos con una variación en los *Re* generados y posteriormente dispuestos.
- Las conclusiones acerca de la relación histórica que tienen ambas variables, permiten realizar las predicciones de los valores en el futuro, teniendo en cuenta las proyecciones estimadas de las variables macroeconómicas que se relacionan con el *C*.
- Se podrán pronosticar los resultados a corto plazo de los *Re* que se producirán, estimando los valores futuros del *C* (utilizando estimadores de acuerdo a los pronósticos que puedan plantearse para la economía en general, o en particular, para ciertos sectores o poblaciones). Debido a que la información pública se realiza de manera anticipada, esta metodología servirá de complemento para estimar con mayor precisión algunas variables del universo de datos que contienen los distintos presupuestos, relacionados con los costos medioambientales.

Sin embargo, y en la medida que se admita la posibilidad que con esta herramienta de acercamiento a la realidad, se puedan proyectar los datos de los *Re*, se podrá cambiar el paradigma de la política de gestión de los *Re*, y de tal manera minimizar la brecha de información para la toma de decisiones medioambientales. Las ventajas de esta metodología superan posibles fallas, como sucede actualmente por no contar con análisis que permita predecir la *Tn* de *Re* en escenarios futuros. Esta metodología será una herramienta fundamental para poder predecir las *Tn* de *Re* en otras ciudades de la provincia de Buenos Aires, ayudando a municipios en la planificación y administración de los *Re* y las políticas de medio ambiente.

7. REFERENCIAS

CEAMSE. (2014). *Disposición de Residuos en el CEAMSE-Ensenada, recibidos desde la ciudad de La Plata. Residuos dispuestos, por Municipio*. Base WEB correcta 2015: CEAMSE, Estadísticas de disposición 1er y 2do Semestre 2014.

Comisión Europea. (2000). La UE apuesta por la gestión de residuos. *Oficina de Publicaciones Oficiales de las Comunidades Europeas*. Luxemburgo.

EvIEWS®. (Octubre 28 2020). *Patente nº Serial Number L1239918 - C053C676 - 3B03196B*. EvIEWS 12 Studente Version Lite, Student Edition.

Fundación Ellen Mac Arthur. (Enero de 2014). *Hacia la Economía Circular: Acelerar la ampliación en las cadenas de suministro globales*. Foro Económico Mundial.

Garriga, M. y Mangiacone, N. (2020). *Los residuos contaminan y su tratamiento no es gratis*. La Plata: Blog Economía del Sector Público UNLP.

INDEC. (Septiembre de 2016). *Cuentas Nacionales. Metodología de estimación Base 2004 y serie a precios constantes y corrientes, Metodología INDEC Nº 21*. Instituto Nacional de Estadística y Censos.

INDEC. (1914-2018). *Tasa de crecimiento vegetativo, Argentina*. Recuperado el 6 de agosto de 2023, de <https://www.indec.gob.ar/indec/web/Institucional-Indec-IndicadoresDemograficos>

INFOBAE. (21 de enero de 2015). Recuperado el 6 de agosto de 2023, de <https://www.infobae.com/2015/01/21/1622237-el-fmi-pronostica-la-argentina-un-2015-recesion/>

Ministerio de Hacienda y Finanzas de la Provincia de Buenos Aires. (2014). *Encuesta Mensual de Ventas Minoristas*. web link (acceso 26/06/2021): en <http://www.estadistica.ec.gba.gov.ar/dpe/index.php/economia/comercio-y-servicios/comercio-minorista>.

Organización Panamericana de la Salud, Banco Interamericano de Desarrollo. (2010). *Organización Panamericana del Informe de la Evaluación Regional del Manejo de Residuos Sólidos Urbanos en América Latina y el Caribe 2010*.

Peltroche, A. (mayo de 2019). *Mi Blog de Economía*. Obtenido de Economía Lineal: <https://miblogdeeconomia1.blogspot.com/2019/05/economia-lineal.html>