

## **APROVECHAMIENTO DEL PET COMO ESTRATEGIA DE MEJORAMIENTO SOCIO AMBIENTAL**

**Marisa Biéc<sup>1</sup>, Hugo Curzel<sup>1</sup>, Luis Martorelli<sup>2</sup>, Evelyn López<sup>1</sup>, Gerardo Piedrafita<sup>1</sup>, Claudio Fioretti<sup>1</sup>**

<sup>1</sup> EDESA – Universidad Nacional del Comahue

<sup>2</sup> Universidad Nacional de la Plata

Equipo de Extensión e Investigación Energía Desarrollo Sustentable y Alimentación (EDESA)

Reconquista y 25 de Mayo 8336. Villa Regina -Río Negro

[edesa@facta.uncoma.edu.ar](mailto:edesa@facta.uncoma.edu.ar)

(54)2984393535 / E mail: [hugocurzel@hotmail.com](mailto:hugocurzel@hotmail.com)

(54)2984208460 / E mail: [eve\\_lopz@live.com.ar](mailto:eve_lopz@live.com.ar)

**RESUMEN:** El presente trabajo, plantea la necesidad de dar solución a la gran cantidad de plásticos que se aglomeran en la ciudad de Villa Regina- Río Negro. Se describe el alcance de la campaña, los objetivos propuestos y la metodología empleada en el mismo para la separación de RSU, desde EDESA-UNCo y el Municipio de esta ciudad. Partiendo de un estudio de referencia demográfico y de concentración local de RSU, se planteó, en principio, colocar una serie de puntos limpios, cuya finalidad fue tener perfectamente identificados por color y/o carteles, recipientes para VIDRIOS, CARTON Y PLASTICOS. El acopio de estos RSU se llevó a cabo durante catorce meses.

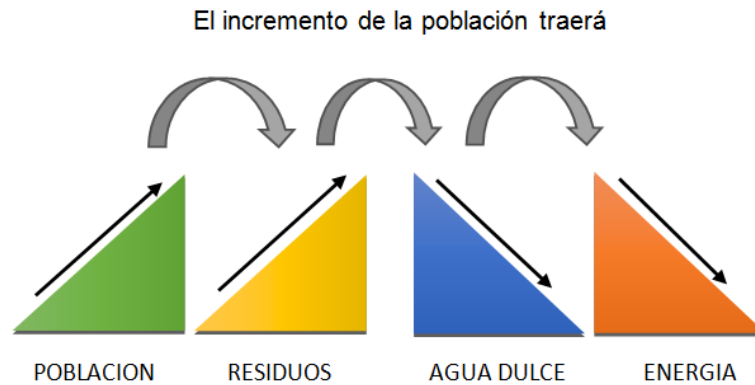
El proyecto propone una forma de trabajar y reutilizar el sector Plásticos de estos RSU. El grupo de investigación de Energías Desarrollo Sustentable Alimentación EDESA de la Universidad Nacional del Comahue fue quien desarrolló la metodología de uso y aprovechamiento de los mismos. Se describe el diseño, desarrollo y construcción de dos máquinas necesarias, con material de rezago, una extrusora y una chipeadora con diseño del grupo EDESA- Se describen los juegos construidos, el uso del producto procesado, la capacitación y difusión del tema en la sociedad de Villa Regina.

**Palabras clave:** RSU- PET- Reciclado-Juegos- Ambiente

### **INTRODUCCIÓN**

#### **APROVECHAMIENTO RECICLADO DE PET (ARPET)**

Si partimos de los datos demográficos de todo el mundo, que indican que la población va en aumento, podemos estimar sin ninguna duda que, como muestra la Fig. 1, el incremento de la población y de los RSU, traerá aparejado dos crisis determinantes a corto plazo, faltante de agua dulce, y de energía suficiente para planificar los procesos básicos de mejora de la calidad de vida.



*Figura 1: Datos demográficos*

Podemos afirmar también, que dentro de los Residuos, los plásticos son una de las problemáticas que urge solucionar en cada ciudad y centro urbano. A partir de la década del 40 del siglo pasado el descubrimiento del PET como sustituto del algodón, demandó más usos y aplicaciones y en 1976 se lo comienza a utilizar para elaborar botellas rígidas de este polímero. En la fig. 2 se observa el enorme incremento en los últimos 50 años (Planta embotelladora).



*Figura 2: Crecimiento de la utilización de PET*

En el año 2018 se produjeron 200.000 toneladas de envase PET en la Argentina y se recuperó solo el 30% aproximadamente; principalmente de PVC (Policloruro de Polivinilo) y PET (Polietileno de Tereftalato) el primero se encuentra en los envases de alimentos, marcos y ventanas y el segundo en los recipientes y/o botellas de gaseosas, agua, artículos de limpieza. (Datos de la Cámara Argentina de la Industria de Reciclados plásticos (CAIRPLAS)) (2).

El poli etilen tereftalato (PET) es una resina sintética termoplástica producido a partir de dos compuestos principales: ácido tereftálico (PTA) y etilenglicol (EG), aunque también puede obtenerse utilizando dimetil tereftalato (DMT) en lugar de PTA. Este material tiene una baja velocidad de cristalización y puede encontrarse en estado amorfo-transparente o cristalino.

El PET en general se caracteriza por su elevada pureza, alta resistencia y tenacidad. De acuerdo a su orientación presenta propiedades de transparencia y resistencia química. Este polímero no se estira y no es afectado por ácidos ni gases atmosféricos, es resistente al calor y absorbe poca cantidad de agua, forma fibras fuertes y flexibles, también películas. Su punto de fusión es alto, lo que facilita su planchado y, es resistente al ataque de polillas, bacterias y hongos.

El PET es ampliamente utilizado en aplicaciones tan diversas como fibras textiles, películas, botellas y otros productos moldeados. La mayoría es para la fabricación sintética (por encima del 60%) y la producción de botellas que representa alrededor del 30% de la demanda mundial. Las principales ventajas de este material son su precio, poco peso, facilidad de ser soplado en casi cualquier molde, entre otras características. (Igua & Gil)

Mientras que para fabricar una tonelada de PET convencional se consumen 3,8 barriles de petróleo, si el material es reciclado sólo se usan botellas que están en el suelo, ríos, cunetas y basurales. El reciclado requiere un 70% menos de energía y emite un 59% menos de gases de efecto invernadero, responsables en gran medida del cambio climático. Por otra parte, el reciclado reduce el volumen y los costos de disponer residuos en rellenos y basurales, y crea empleos destinados a la recolección, acopio, separación y recuperación (2).

Este proyecto, permite aplicar una metodología de enseñanza y difusión de puntos limpios en la ciudad de Villa Regina para el acopio de los RSU con una primera selección realizada por los ciudadanos, incorporar el armado de una extrusora y de una chipeadora, y obtener los resultantes de PET en esos puntos limpios, para que se reconstruyan en Juegos y elementos lúdicos, didácticos y sin peligros potenciales asociados.

Teniendo en cuenta las siguientes estadísticas, que muestran que cada habitante utiliza aproximadamente 150 botellas de PET y unos 35 kilos de plásticos (Ortega, 2011), en general, en el año, y considerando que en esta región de Villa Regina, habitan unas 100.000 personas, podemos intuir que este proyecto, permite visualizar un enorme potencial de materia prima disponible; si los RSU que se descargan en el BCA (Basurero a Cielo Abierto) (Fig. 3) conforman 40 % fracción orgánica, 25 % plásticos, 20 % cartón y papel, 5% Vidrio, 3% metales y 7% otros, y que además varía de acuerdo a los barrios, franja etaria, situación socio económica, época del año entre otras, el procesamiento y actuación de los RSU garantiza como veremos en las conclusiones y resultados un paradigma de modelo novedoso para poblaciones de alrededor de 100 a 150 mil habitantes.



*Figura 3- BCA donde se trasladan los residuos en Villa Regina.*

## **METODOLOGÍA**

- A) El proyecto plantea cuatro etapas.
- Definir e implementar los puntos limpios de la ciudad,
  - Capacitar e informar a la población sobre las ventajas de estos puntos,
  - Desarrollar las maquinas extrusora y chipeadora y
  - Obtener por moldeo, los productos lúdicos terminados.

El proyecto se inició con la etapa de ubicar los puntos limpios, como se muestra en la Fig. 5 de Villa Regina, aprovechando la estructura de la UNCo y la Municipalidad, se concientizó a la población sobre la importancia de las 5R (Reducir, Reparar, Recuperar, Reciclar, Reutilizar) para contar con el compromiso vecinal en la recolección de los envases vacíos con el objetivo de reducir progresivamente y de manera considerable la contaminación en ríos, arroyos, desagües y basurales a cielo abierto. Esta concientización se realizó mediante charlas en colegios de nivel primario y secundario, en centros de Jubilados, centros Comunitarios barriales y luego, cuando comenzó la pandemia por situaciones ya conocidas se siguió concientizando a través de redes sociales del grupo EDESA V.R, mediante videos y posteos a lo cual tuvimos muy buenas respuestas; pese al aislamiento la sociedad siguió comprometida con el cuidado del ambiente.

Cabe aclarar que la recolección de los residuos de los puntos limpios se realiza con vehículo municipal destinado exclusivamente a esa tarea.



Figura 5- Ubicación de los distintos puntos limpios en la ciudad de Villa Regina.

Datos extraídos de la recolección de los puntos limpios en Villa Regina muestran que se recuperan, mensualmente por el Municipio, unos 5.000 kg de cartón, papel, 700 kg de PET, 300 Kg vidrio, 60 kg de latas de aluminio (1). En una primera experiencia, se tomaron 300 kg de botellas PET, se las clasificó por color, se sacaron etiquetas, tapas y linke, se lavaron, se secaron de manera artesanal, para ser introducidas en una chipeadora artesanal.

El desarrollo y construcción de los equipos se realizó de la siguiente manera: la chipeadora fue diseñada por integrantes del grupo EDESA y fue construida por personal del municipio de la ciudad, siempre con el asesoramiento del grupo. Se trató de utilizar la mayor cantidad de material recuperado en la construcción de la misma donde gran parte fue donado por corralones, así es que consta de una carcasa, un eje recuperado que se hizo tornear, unas hojas cortadoras realizadas a partir de hojas de elásticos que llevan los automóviles también recuperados y tratados para darle el filo correspondiente. Con ella se logran escamas de PET de un tamaño aproximado a 4 milímetros.



*Fig. 6 y 7- Chipeadora artesanal*



*Figura 8- Chips de PET a granel.*



*Figura 9- Aproximación de medida de chips.*

Bajo las mismas condiciones, la extrusora, de material recuperado por el grupo EDESA consta de un tubo de acero inoxidable de 1 ¼" buen trasmisor de calor, resistente, no se deforma; en el extremo inferior lleva una tapa a rosca con un orificio central (permite la salida del PET en estado líquido y/o en estado plástico) de un  $\phi= 8\text{mm}$ . Se determinó que este diámetro de orificio, después de varios ensayos con otros diámetros, permitía una velocidad adecuada para que el PET fundido llenara los moldes (ya que una velocidad menor hacía que el PET se enfriara en el molde y no se formara una masa homogénea si no que lo hacía de manera estratificada). Se compraron 10 resistencias circulares colocadas según la figura N° 13, cuyas características son de  $\phi= 30\text{mm}$  de ancho y una potencia de 100 o 200 WATT, se colocaron 8 resistencias que nos aseguran alcanzar la temperatura calculada para que el PET fluya correctamente, se tomó aproximadamente en un rango de 180 a 210°C donde el PET se comporta de acuerdo a nuestros requerimientos (Budynas, 2008). Se adquirió un motoreductor **MEC BP 63 2-4** y además se le agregó una polea que permite reducir a 10 rpm las revoluciones a las que gira el helicoidal (construido de manera artesanal, con un material SAE 1010).

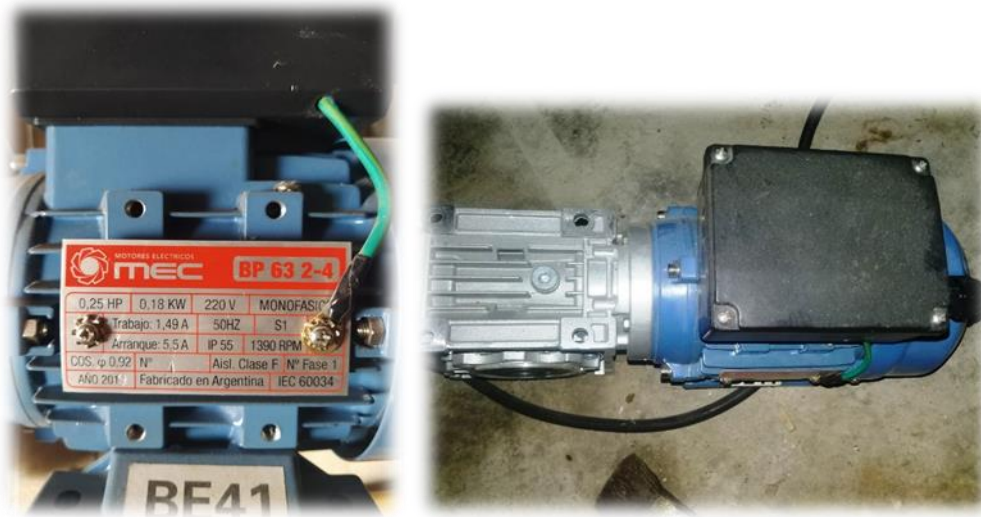


Figura 10 y 11- Moto reductor MEC BP 63 2-4.



Figura 12- Hélice dentro de la extrusora.

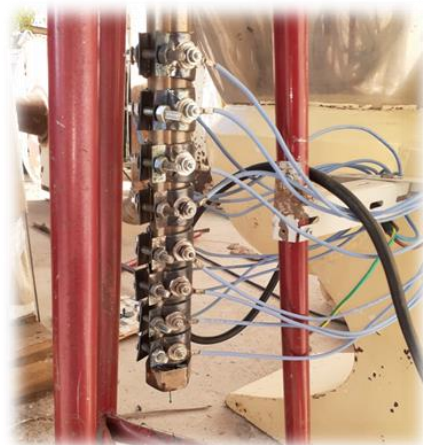


Figura 13- Extrusora

Se determinó, mediante varias experiencias, la temperatura y tiempo en que la maquina extrusora alcanza el régimen aceptable de funcionamiento, así también el tiempo para que el volumen de escamas de PET sea el necesario para realizar las piezas que se querían obtener.

El volumen aproximado de la extrusora es:

$$V = \pi * r^2 * L$$

Donde:

r: Radio de la extrusora (cm)

L: Largo de la extrusora (cm)

V: Volumen de la extrusora ( $cm^3$ )

$$V = \pi * R^2 * L = \pi * 3^2 * 280 = 252 \text{ cm}^3$$

Tiempo (minutos)	R1 (°C)	Molde (°C)
0	16	18
10	50	28
15	120	30
25	202	30
30	Fluye	30
35	Termina	40

*Tabla 1- Tiempos y temperaturas de la extrusora*

## RESULTADOS

Los resultados del proyecto después de catorce meses de trabajo, se pueden resumir en:

Reducción del tiempo ocupado y la distancia recorrida por los camiones recolectores municipales, debido a la implementación de los puntos limpios.

Reducción de los RSU provenientes de PET al haberle encontrado un nuevo destino para nuevos productos.

La reutilización de PET sumado a la venta, no solo de plásticos, sino también de vidrios, cartones y papel redujo el volumen del BCA de la localidad.

La internalización de la propuesta de separación de residuos domiciliaria (en cartón, vidrio y PET) para los puntos limpios; y el intercambio que se ha tenido con referentes de algunos barrios de la ciudad, permite augurar que será mayor la cantidad de sectores que se sumarán a esta propuesta.

El trabajo permitió además integrar al grupo con la ONG ambientalista Regina Sustentable y con las juntas vecinales logrando así una mejor coordinación para realizar la tarea de campo en el objetivo de concientización.

El trabajo previo durante los meses mencionados, con instituciones educativas, de nivel primario y secundario en temáticas ambientales (forestación, cambio climático, concurso de fotografías y de reciclaje), permitió una buena recepción de la propuesta por parte de las comunidades educativas de cada nivel.

Desde la economía tradicional o de mercado el proyecto tiene resultados aceptables.

Desde la óptica de la economía ambiental es sustentable y rentable; brinda la posibilidad de incorporar conceptos y prácticas de la economía circular en todos los sectores sociales, empresas públicas y/o privadas.

Este proyecto promovió el reciclado de los RSU vaciados en el BCA, y no solo el PET sino también el cartón de empresas industriales de la zona, promoviendo así su responsabilidad social empresaria.

Actualmente se está trabajando en los juegos de ajedrez proyectados, buscando mejorar el material de los moldes que permitan una terminación superficial adecuada. Mientras se hacen pruebas y se investiga para poder realizar las piezas de ajedrez, se hicieron piezas más sencillas como las fichas para el juego de Tejo, que resultaron de calidad aceptable y se destinaron a una de las escuelas primarias con la que se trabajó.



Figura 14- Molde en cerámica esmaltada.



Figura 15- Producto final de PET a modo de prueba.

## CONCLUSIONES

La reutilización de los plásticos es una industria que no tiene techo, ya que la materia prima se obtiene del consumo de los productos de la sociedad. Y debe ser un trabajo coordinado entre los distintos actores, que se debe lograr aplicando los conceptos de trazabilidad, recolectar datos estadísticos actuales para poder planificar una política de estado ambiental para la Micro Región Comahue y que pueda ser repicada, según las adaptaciones correspondientes, en otras zonas del País.

En nuestro caso, la extrusora utilizada en una segunda etapa del proyecto, se modificará, por un sistema de cilindro embolo en lugar del sistema moto reductor a hélice, ya que, según experiencias realizadas por algunos integrantes de EDESA, esto permite reducir tiempos, el material fluye de manera más continua, homogénea y se consigue un enfriamiento en el molde de manera más uniforme.

Está claro que la crisis ambiental actual es producto de una crisis socio cultural que tiene orígenes y consecuencias que no es análisis de este trabajo; se vislumbra que, visibilizando, sensibilizando, concientizando y logrando internalizar en los vecinos esta problemática se logra una apropiación que deriva en acciones para su solución en el mediano y largo plazo.

El aporte de las Universidades, empresas públicas y privadas con los organismos gubernamentales genera una sinergia que se potencia si existe un hilo de comunicación claro son la sociedad toda. El objetivo de este proyecto planteado en la metodología antes expuesta, buscar la concientización generar el producto, producir juegos didácticos y placas aislantes, permite ser el efecto disparador para lograr cuidar el ambiente, mitigar efectos del cambio climático, generar una incipiente economía del reciclado, recuperación de materiales que serán insumos de nuevos productos.

Dada la importancia regional del tratamiento de RSU, se presentó este trabajo a los intendentes de los denominados Municipios de la Micro Región Comahue, zona que abarca unos 35 kilómetros, comprendidos entre las localidades de Chichinales, Villa Regina, Gral. E. Godoy, Ingeniero Huergo y Mainque, y empresarios locales para lograr trabajar en conjunto con el fin de minimizar el uso del plástico y/o su aprovechamiento para generar nuevos productos.

El convenio de colaboración será firmado dentro del segundo semestre de 2020 y su implementación de espera a principios 2021.



Vemos que en los tiempos actuales la educación superior debe plantearse la necesidad de actualizarse e introducir conceptos de eco ética, cuidado del ambiente, economía circular significaciones que permitirán el desarrollo, implementación y apropiación de la idea de cuidar la única casa que tenemos que es el Planeta TIERRA.

## REFERENCIAS

- (1) Cámara Argentina de la Industria del Plástico
- (2) Secretaría de Ambiente de la ciudad de Villa Regina.

### **Artículos de revista:**

Budynas, R., & Nisbett, K. (2008). DISEÑO EN INGENIERÍA MECÁNICA DE SHIGLEY (8 ed.). New York: McGraw-Hil Interamericana.

Byron Igua; Isaac Gil: "Planta piloto para la trituración del plástico PET, integrado al sistema de transformación del plástico."

DE MÁQUINAS Y HERRAMIENTAS. (15 de 11 de 2015). [www.demaquinasyherramientas.com](http://www.demaquinasyherramientas.com). Recuperado el 20 de 06 de 2019, de Ortega, M. (2011). El reciclaje de PET está en su mejor momento. Tecnología del plástico, 72. Plastic Waste Management Institut, PWMI. An introduction ta plastic recycling. Virtual-Pro, vol. 1, Julio 2010.

### **Fuente de la web:**

<http://www.plantas-embotelladoras.info/tag/vendo-maquinas-inyectoras-de-plastico-ecuador/>

<http://www.revista-ea.com/espanol-ecuador/yni/inyectoras-plastico-ecuador-p1.htm>

## ABSTRACT

Need was raised to provide a possible solution to the large amount of plastics that are agglomerating in the city of Villa Regina; a campaign was planned for the separation of MSW, together with the local Municipality, determining the clean points for said collection. These consist of three containers identified by color or / and posters, specifying what should be deposited there, namely glass, cardboard, plastics. The first two are left to the Municipality and a part of the plastics are used by the members of the extension and research team Energies Sustainable Development Food EDESA of the National University of Comahue to use them as an input for a new product.

It is planned to make didactic and / or entertainment games that will be donated to initial level educational institutions and retirement centers. For the construction of the plastic extrusion machine and the molds necessary to make the sets, it is planned to use disused material.

In addition, a cycle of talks will be implemented in educational establishments at different levels and in retirement centers, to promote the visibility, awareness and awareness of the damage caused by the excessive consumption of plastics, the consequent use of natural resources and fossil energy that is.

They invest in the massive construction of fixed assets that the USELO and TIRELO concept imposes on us.

**KEYWORDS:** RSU- PET- Recycled- Environment