



EL RECICLAJE DE LOS RESIDUOS PLÁSTICOS Y SUS OPORTUNIDADES PARA CUBA

MSc: José E Sánchez Abreu

Esteban@fec.uh.cu

Profesor Auxiliar del Departamento de Ciencias Empresariales de la Facultad de Economía de la Universidad de La Habana.

Abstract

Recycling of plastic waste represents an important alternative to develop by the Cuban Government; environmental sanitation; the development of an industry capable of exporting products and replacing exports with significant acquisition and foreign exchange savings is an important goal for the Cuban economy. On the other hand, is right now a source of employment for our society.

The policy these days implements the Cuban government is giving opportunities to other productive ways to participate in the development of the recycling activity. These new forms of management are demonstrating their ability to increase the efficiency of this task. The potential of plastic waste in the country is considerable, but it is necessary to post it and have them all properly located to develop measures that contribute to their proper exploitation.

Keywords: waste plastics, polymers, mechanical recycling, chemical recycling, economic guidelines, biodegradable waste.

Introducción

El reciclaje de los residuos plásticos representa una importante alternativa a desarrollar por parte del Gobierno Cubano; el saneamiento ambiental; el desarrollo de una industria capaz de exportar productos y de sustituir exportaciones con una importante captación y ahorro de divisas, resulta una priorizada meta para la economía cubana. Por otra parte, es en estos momentos se convierte en una significativa fuente de empleo para nuestra sociedad.

La política que en estos tiempos pone en práctica el Estado Cubano, está dando oportunidades a otras formas productivas para que participen en el desarrollo de la actividad recicladora. Estas nuevas formas de gestión están demostrando su capacidad para elevar la eficiencia de esta tarea.

El potencial de residuos plásticos en el país es considerable, pero se hace necesario contabilizarlo y tenerlos debidamente localizado para desarrollar todas las medidas que contribuyan a su adecuada explotación.

Palabras claves: residuos plásticos, polímeros, reciclado mecánico, reciclado químico, lineamientos económicos, residuos biodegradables.

I) Características de los materiales plásticos¹

Los plásticos son materiales orgánicos constituidos por macromoléculas que se producen por transformaciones de sustancias naturales, o mediante síntesis directa a partir de derivados del petróleo, del gas natural, del carbón o de otras sustancias minerales.

Los plásticos tienen un alto peso molecular que se sintetizan a partir de compuestos de bajo peso molecular, también pueden obtenerse por modificaciones químicas de materiales naturales de alto peso molecular, especialmente de la celulosa; la mayoría de los compuestos denominados plásticos son polímeros sintetizados a partir de compuestos orgánicos.

Los plásticos se caracterizan por una alta relación resistencia – densidad, que resultan propiedades excelentes para el aislamiento térmico y eléctrico y una buena resistencia a los ácidos, álcalis y solventes. Las enormes moléculas que conforman estos materiales pueden ser lineales, ramificadas o entrecruzadas, dependiendo del tipo de material plástico específico. Se puede hacer referencia a dos grandes grupos en función de su comportamiento ante el calor: los termoplásticos y los plásticos termoestables, los primeros están formados por moléculas lineales con poco o ningún enlace cruzado; se reblandecen al calentarse y comienzan a fluir, y al enfriarse se vuelven sólidos nuevamente (www.foroconsultivo.org.mx).

Con los plásticos termoestables ocurre todo lo contrario, están formados por moléculas lineales que debido al calentamiento forman irreversiblemente una red de enlaces cruzados, dando como resultado un producto final generalmente más duro, fuerte y resistente al calor con respecto a un material termoplástico.

La diversidad de materiales que se pueden crear a partir del plástico; así como la amplia gama de características en que se pueden presentar en cuanto a su color, resistencia y rigidez; dificulta el proceso para su reciclaje. Los materiales plásticos presentan un amplio uso en el sector de los envases y embalajes, generalmente se pueden encontrar un gran número de envases plásticos, pero los más significativos aparecen en el envasado de bebidas como refrescos, jugos, zumos, etc.

El plástico es difícilmente biodegradable, por esta razón se convierte en un producto altamente contaminante, más aún si se tiene en cuenta que al quemarse produce gases altamente tóxicos (RECIPLAST)

El plástico es uno de los materiales más empleado en el mundo, lo utilizamos para envasar productos de consumo, en las tarjetas de crédito, para envasar comidas y bebidas, para construir juguetes y para fabricar prendas de vestir. Existen más de 10 000 tipos diferentes de plásticos, es un material muy versátil y puede mezclarse con otros elementos, de tal manera que su empleo es ilimitado.

La mayoría de las botellas plásticas están marcadas con un número dentro del símbolo de reciclaje, en la parte inferior de los mismos. El número nos indica la clasificación a la que pertenecen de acuerdo a la resina utilizada para su fabricación y el símbolo indica que es un envase que puede ser reciclado.

Para facilitar la identificación de los polímeros más usados, y para ayudar a implementar sistemas de reciclaje, se ha instituido el Código Internacional SPI, el cual permite identificar con facilidad de que material está elaborado un producto determinado, por lo que el proceso de reciclaje y el material que se obtenga dependerá del tipo de plástico que se recicle².

¹ Díaz Adenso. Logística Inversa y Medio Ambiente. Mc Graw Hill, 2004

² Juan M Joa. El reciclaje: Principio, fin y resurrección de los materiales, página 91

Tabla #1 Identificación de los polímeros más usados.

Código	Siglas	Nombre	Usos
1	PET	Tereftalato de polietileno	Envases de bebidas gaseosas, jugos, jarabes, aceites comestibles, bandejas, artículos de farmacia y medicamentos
2	PEAD (HDPE)	Polietileno de alta densidad	Envases de leche, detergentes, champú, baldes, bolsas, tanques de agua, cajones para pescado, etc.
3	PVC	Policloruro de vinilo	Tuberías de agua, desagües, aceites, mangueras, cables, usos médicos (catéteres, bolsas de sangre, etc.)
4	PEAD (LDPE)	Polietileno de baja densidad	Bolsas para residuos, usos agrícolas, etc.
5	PP	Polipropileno	Envases de alimentos, industria automotriz, artículos de bazar y menaje, bolsas de uso agrícola y cereales, tuberías de agua caliente, películas para protección de alimentos, pañales desechables, etc.
6	PS	Poliestireno	Envases de alimentos congelados, aislantes para heladeras, juguetes, rellenos, etc.
7		Resina epoxídicas	Adhesivos e industria plástica. Industria de la madera y carpintería. Elementos moldeados (enchufes, asas de recipientes)
	OTROS	Resinas felónicas, resinas acídicas, poliuretano	Espuma de colchones, rellenos de tapicería, etc.

Fuente: Reciclaje: Principio, fin y resurrección de los materiales

Algunos de los productos fabricados con materiales plásticos que comunmente pueden ser sometidos al proceso de reciclaje, son los siguientes:

- Botes y garrafones de agua purificada
 - Botellas de limpiadores, de refrescos, de cloro, champú y enjuagues
 - Botes de leche y jugos
 - Botes de detergentes y limpiadores de ropa
 - Bolsas de plástico
 - Cestas y cajas
 - Mangueras
 - Juguetes
-

Debido a la creciente demanda de PET, su reciclaje ha ido en aumento, este material cuyo nombre técnico es Polietileno Tereftalato, fue patentado como un polímero para fibras por J.R Whinfield y J.T Dickinson en 1941, y diez años más tarde comenzó la producción comercial de esta fibra poliéster. Desde entonces hasta hoy la fabricación del PET ha venido teniendo un continuo desarrollo tecnológico, aparejado a un alto nivel de calidad y una gran diversidad de empleos.

A partir de 1976 el PET se comienza a emplear en la fabricación de envases ligeros, transparentes y resistentes, principalmente para bebidas; que al principio se envasaban en botellas gruesas y rígidas, pasando hoy en día a envases mucho más ligeros. De manera general este material se utiliza para fabricar botellas de refresco, jugos, agua, salsas y próximamente se utilizará en la producción de botellas de cervezas.

El PET ofrece una serie de cualidades que aseguran para él varias opciones efectivas de reciclaje. Entre sus cualidades desde el punto de vista del reciclaje podemos mencionar las siguientes: al ser una resina de condensación, su costo es mayor que el de las resinas de consumo masivo, por lo que cada día el PET recuperado tiene un mayor valor en el mercado del reciclaje, él puede ser reciclado con propiedades mecánicas que son superiores a la de cualquier otro material desechado, debido a la naturaleza de las reacciones de polimerización que le dan origen.

La reacción de condensación del PET es reversible y por lo tanto, en el proceso de reciclaje se puede someter a condiciones de tratamiento que favorecen la reacción de polimerización sobre la de degradación. Particularmente, el vacío aplicado a una alta temperatura produce la polimerización de la resina en "estado sólido", por efecto de la extracción del agua. Esta propiedad no la tiene la resina de consumo masivo convencional, por lo que se incrementa el valor de este material reciclado (Empresa Reciclados Plásticos, S. A: RECIPLAST)

II) Técnicas de fabricación de los envases plásticos (Díaz Adenso. Logística Inversa y Medio Ambiente)

Para la elaboración de los envases plásticos se utilizan fundamentalmente dos técnicas:

- **Inyección / soplado:** El material en estado fundido se inyecta en un primer molde a través de una o varias boquillas formando un primer hueco denominado "preforma", quedando así definido el cuello del envase y su peso. Después se somete a un proceso de enfriamiento hasta alcanzar temperaturas en las cuales el material es aún moldeable. Esta preforma se encierra en un segundo molde que dará lugar a la forma definitiva del envase. Se sopla con aire a presión y se estira, de modo que cuando el material toca el molde se enfría adquiriendo la forma buscada. Las ventajas de aplicar este método se asocian a la precisión en el peso y el volumen del envase, la rigidez conferida al envase y la resistencia a la compresión, la estabilidad dimensional que se logra y la ausencia de rebabas una vez fabricado el envase.
- **Extrusión / soplado:** Representa la técnica más antigua de moldeo. La extrusión comienza con un tubo continuo que es cortado y aprisionado por un molde refrigerado. Seguidamente en la etapa de soplado, mediante la introducción de aire comprimido en su interior, se consigue que el material adquiera la forma del molde que lo contiene. Posteriormente se procede al desbordado de los envases, momento en que se desprende el material sobrante, este proceso se puede realizar de forma automática o manual. Al aplicar este método se logra simplicidad y versatilidad en el proceso y un bajo costo de los recursos que intervienen en el proceso de fabricación.

La mayoría de los plásticos sintéticos no pueden ser degradados por el entorno, situación que no se presenta con la madera, el papel, las fibras naturales e incluso los metales y el vidrio. Los plásticos

no se oxidan ni se descomponen con el paso del tiempo. Se han desarrollado algunos plásticos biodegradables, pero ninguno han demostrado ser válidos para las condiciones requeridas en la mayoría de los vertederos. Es por esta razón que su eliminación resulta un problema ambiental de considerable magnitud.³

Un método práctico para resolver esta problemática resulta el reciclaje, que es muy utilizado con las botellas de bebidas gaseosas fabricadas con tereftalato de polietileno, el cual resulta un proceso bastante sencillo.

III) Procesos y tecnologías para el reciclaje del plástico.

En el plano internacional existen tres alternativas para el tratamiento de los plásticos recuperados: reciclado mecánico, reciclaje químico y recuperación energética.⁴

Reciclado mecánico:

El reciclado mecánico es el sistema de valorización más habitual para los plásticos en general, y particularmente para el PET. Consiste en una serie de etapas o procesos a los que el material recuperado se somete primeramente a una fase de limpieza y procesamiento sin que exista un cambio químico en su estructura. Se debe tener presente antes de iniciar este tipo de trabajo, el origen del residuo (procedencia industrial o post consumo) y cual será su aplicación o destino (fibra, lámina, botella, bidón, fleje ...)

La calidad del producto resultante dependerá de la separación previa de los distintos materiales plásticos y de la ausencia de impurezas, resulta muy importante acometer de manera correcta todos los procesos necesarios: separación, lavado en frío, lavado en caliente y secado en cada caso.

Etapas que por lo general se presentan al aplicar el reciclado mecánico:⁵

Selección / separación.

Esta etapa tiene como objetivo eliminar las impurezas que puede existir en el material recuperado, este proceso se puede realizar de forma automática o manual, y se realiza sobre la base de un conjunto de criterios: eliminación de colores críticos como el amarillo, el marrón, el rojo o el negro; eliminar otros materiales plásticos como el PE, PP y el PVC; y la eliminación de materiales metálicos. Los procesos de separación de impurezas se pueden realizar a lo largo de toda la línea de reciclado, pudiendo ser más o menos exhaustivos en función de la aplicación prevista y de las condiciones en las que el residuo llega a la planta recicladora.

Triturado.

Los envases son reducidos de tamaño normalmente mediante molinos de cuchilla. El tamaño puede variar de una instalación a otra, aunque lo habitual es obtener una escama menor de 10 milímetros y libre de polvo.

Lavado.

Se suele realizar sobre el triturado, aunque inicialmente puede hacerse un lavado previo del envase, se puede emplear agua, **tensioactivos** y/o sosa diluida a una temperatura que puede variar: lavado en frío a temperatura ambiente, lavado medio a unos 40°C o lavado en caliente de 70°C a 90°C. Puede emplearse un único equipo de lavado o varios equipos dispuestos, normalmente en línea.

³ www2.inecc.gob.mx

⁴ Díaz Adenso. Logística Inversa y Medio Ambiente. Mc Graw Hill, 2004

⁵ www.anarpla.com. Idoneidad del uso del PET reciclado en contacto con alimentos

Mediante el proceso de lavado se eliminan contaminantes orgánicos, residuos de cola, arena y tierra, presentes en la superficie de las escamas. Los **tensioactivos** y la sosa empleada son eliminados mediante lavados sucesivos con agua, en el caso de que el enjuague no fuese el adecuado, quedarían restos de estas sustancias que contaminarían las escamas finales. Para eliminar otras impurezas tales como poliolefinas, papeles y otros tipos de residuos, se efectúan una serie de lavados que posibilitan eliminar las impurezas por diferencia de densidad y flotación.

En ocasiones se utilizan métodos de fricción, centrifugación y ciclón para mejorar el lavado y la eliminación de elementos extraños.

En ocasiones el proceso seguido por el reciclador exige un triturado más limpio, libre de impurezas y un secado a una temperatura que fluctúa entre 150 y 180°C, con vistas a su almacenamiento y posterior extrusión, o para otra fase de descontaminación en forma de granza o escamas.

En cuanto al proceso de secado de las escamas, este puede sufrir variaciones con respecto al tiempo de duración, el cual puede durar desde unos minutos hasta varias horas, dependiendo de si se produce o no al vacío.

Extrusión / granceado.

En este proceso, las escamas ya limpias y secas son sometidas a un proceso de extrusión, sobre la base de temperatura y presión, para la obtención del producto final o granza.

Este es un procedimiento principalmente térmico que produce la modificación de ciertas características de las escamas, provocando la eliminación de ciertos contaminantes que aparecen debido a la elevada temperatura a la cual es sometido el producto.

Las tres primeras operaciones o fases de este tipo de reciclado, se producen de manera alternativa según el tipo de tecnología que se posea, y la última fase, es opcional, se producirá en dependencia del resultado final que se persigue; escama o granza, y depende de las solicitudes del transformador final y de la demanda de un proceso de superlimpieza.

Es bueno acotar que los procesos de separación, lavado y trituración son de suma importancia, ya que permiten la eliminación de suciedades, adhesivos, etiquetas y otros polímeros; permitiendo además una homogenización del material (PET) que permite alcanzar cerca de un 100% de pureza con un cierto grado de humedad que por lo general no sobrepasa el 0,7%, lo que indica o supone una reducción considerable de los contaminantes iniciales presentes en el material recuperado. La eficiencia en cuanto a la limpieza al aplicar el método de reciclado mecánico, oscila entre un 20 y un 80%, pudiendo alcanzar de un 89 a un 99% al aplicar un proceso posterior de extrusión.

Podrían aplicarse procesos especiales, para eliminar contaminantes, provocados por un mal uso del envase. Esta descontaminación tendría que ejecutarse mediante tratamiento químico / físico.

Reciclado químico.

El reciclado químico, conocido como feedstock o reciclado terciario, consiste en el tratamiento químico o tratamiento térmico del residuo o material plástico recuperado, con la finalidad de obtener productos químicos de interés industrial; se trata en este caso de **monómeros**⁶ de partida o mezcla de compuestos con posibles aplicaciones como combustibles o materias primas para la industria química.

Los procesos de reciclado para los residuos plásticos se clasifican en dos grandes grupos: termólisis y quimiólisis o despolimerización química.

⁶ Monómero: compuesto que puede reaccionar para formar un polímero.

Mediante la termólisis, el residuo plástico es convertido por efecto del calor en las refinerías en un producto de alto valor, tal es el caso de la nafta e hidrocarburos o gas de síntesis. Este tipo de reciclado se emplea fundamentalmente para **polímeros de adición**.⁷

Quimiólisis o despolimerización química, permite a través de reactivos químicos, despolimerizar los plásticos completamente, obteniéndose monómeros o parcialmente oligómeros para posteriormente volver a sintetizar el polímero original u otros polímeros. Este método se aplica fundamentalmente a los polímeros de condensación como el PET.

De esta manera partiendo de residuos PET, se puede obtener los precursores necesarios para que mediante un proceso de síntesis, se pueda volver a obtener un PET que resulte indistinguible y con las mismas características del material virgen.

Resumiendo, podemos plantear que aunque el reciclado mecánico se encuentra en estos momentos más desarrollado que el reciclado químico. Este método únicamente no basta para resolver los problemas que provocan los residuos plásticos, en el caso de los plásticos, se debe tener en cuenta que se trabaja con hidrocarburos, un recurso no renovable proveniente del petróleo y mediante el proceso de reciclaje químico se podrían generar futuras fuentes de energía, de esta manera los plásticos post consumo de hoy pueden representar los combustibles y materias primas del mañana. El reciclaje químico puede ser la garantía para la obtención de una materia prima semejante a la resina virgen, ya que no necesita de grandes cantidades de residuos limpios, separados y homogéneos para garantizar la calidad del producto final, de esta manera, el reciclaje químico resolvería las limitaciones del reciclaje mecánico.

Recuperación energética⁸.

Diversos son los estudios de ecoeficiencia que demuestran que existen límites al reciclado material para determinados flujos de residuos plásticos, esta situación unida a la creciente demanda energética actual, obliga a buscar otras fuentes alternativas de energía, se ha dirigido entonces la mirada hacia los residuos plásticos debido a su extraordinario poder calorífico, por lo que es posible explorar en estos materiales vías de reciclado energético. Como ejemplo podemos citar su empleo como combustible alternativo y complementario en plantas de cemento. Muchas instituciones que investigan el tema, consideran esta alternativa prioritaria con respecto a la opción del vertedero.

En España existen 11 plantas de reciclado energético de residuos plásticos que alcanzaron un 13% de reciclado en el año 2008; esta cifra se ha mantenido invariable en los años siguientes y está por debajo de otros países como Dinamarca, que alcanza un 79%; Suiza 76%; Alemania 62% y Francia con un 38%. En Europa se ha aplicado una estrategia integrada que combina el reciclado energético con reciclado mecánico. Debe destacarse que los países que se encuentran liderando el reciclado energético, también obtienen altas cifras de reciclado mecánico. A favor del reciclado energético se debe plantear que un kilogramo de plástico produce la misma energía que un kilogramo de fueloil o de gas natural (Logística Inversa y Medio Ambiente. Página 287)

IV) Principales fuentes generadora de residuos plásticos en Cuba.

⁷ Polímero: Compuesto orgánico de alto peso molecular, natural o sintético cuya estructura puede representarse por una unidad pequeña repetida, el monómero (polietileno, caucho, celulosa). Los polímeros sintéticos son formados por suma o polimerización de la condensación de monómeros. Si dos de los monómeros más diferentes están envueltos, se obtiene un polímero.

⁸ www.interempresas.net

Las principales fuentes generadoras de residuos plásticos en Cuba provienen de los siguientes lugares:

- ✓ Consumo doméstico de la población relacionados con productos comercializados en envases plásticos que se distribuyen a través de la red de comercio nacional.
- ✓ Consumo de productos contenidos en envases plásticos por parte de las industrias, entidades recreativas y del turismo.
- ✓ Bienes elaborados a partir de materiales plásticos que han llegado al final de su vida útil (equipos, aparatos electrónicos, muebles, etc.)
- ✓ Desmantelamientos y reparaciones de edificaciones.
- ✓ Desmantelamientos de medios de transporte.
- ✓ Residuos de las industrias que emplean materias plásticos en sus producciones.

Para hablar de la reducción de los residuos plásticos, hay que hacer referencia en primer lugar a la reducción de estos residuos en la fuente; la reducción en la fuente significa elaborar productos plásticos con el mayor ahorro posible de materia prima, y esta premisa comienza con un diseño efectivo del bien en el proceso productivo. En el caso específico de los residuos plásticos, la responsabilidad recae en la industria petroquímica, por ser suministradora de materia prima a la industria transformadora, responsable de la fabricación de envases y otros productos donde intervienen los plásticos, y de los diseñadores de los productos. También el consumidor final es responsable, ya que tiene el deber de exigir productos que cumplan con los requisitos ambientales vigentes y que contribuyan a la reducción de los residuos.

Principales ventajas de la reducción de residuos en las fuentes generadoras:

- ✓ La mejor manera de resolver el problema que provocan los residuos, consiste en no producirlos; por lo tanto la alternativa radica en producir la menor cantidad de residuos posibles.
- ✓ Contribuye a que los rellenos sanitarios no se saturen rápidamente.
- ✓ Ahorro de energía, materias primas y recursos financieros.
- ✓ Disminuye la polución y el efecto invernadero, además, se reduce la energía al transportar materiales menos pesados; mientras que al quemar menos combustible, menos contaminación al medio ambiente.

Debemos señalar que desde hace algunos años diferentes organizaciones, instituciones científicas y determinadas empresas, han estado trabajando en la obtención de materiales plásticos denominados polímeros biodegradables o bioplásticos de nueva generación. Estos materiales son capaces de mantener sus propiedades fisicoquímicas termoplásticos a lo largo de su ciclo de vida, lo cual le permite garantizar la calidad de los productos que contienen. Una vez que estos materiales son depositados en condiciones de compostaje o mecanización, se biodegradan completamente de la misma manera que lo hacen los residuos orgánicos; es decir, son transformados por microorganismos en agua, dióxido de carbono y/o metano a un ritmo equivalente al de la celulosa.

Ejemplo de algunos productos fabricados actualmente con estos materiales son los siguientes⁹:

- a) Bolsas de basura: Disponibles en cualquier dimensión y grosor convencional. Presentan propiedades fisicoquímicas semejantes a las de polietileno, pero se biodegradan en menos de 35 días bajo condiciones de compostaje. Resultan ideales para la recogida selectiva de las fracciones orgánicas de los residuos domésticos y comerciales, restos de poda y jardinería.
- b) Filme para la agricultura: Transparente, traslúcido u opaco, disponible en diversas formulaciones para adaptarse a las necesidades de temporalidad del cultivo en cuestión.
- c) Filme retráctil: Transparente para envases y embalajes.
- d) Filme postal: Transparente y termosellado, ideal para proteger periódicos, revistas y comunicados institucionales.

⁹ Juan M Joa. El reciclaje: Principio, fin y resurrección de los materiales. Página 94

- e) Cucharas, tenedores, cuchillos y cucharillas que soportan elevadas temperaturas y que se degradan en 120 días en condiciones de compostaje.
- f) Platos y vasos fabricados en papel laminado con filmes biodegradables o en ácido poliláctico (transparente).
- g) Bandejas similares a las fabricadas en la actualidad a partir de poliestireno, producidas con piedras calizas y fibras celulósicas recicladas y laminadas con filmes plásticos biodegradables.
- h) Material de relleno fabricado mediante soplado en una extrusora especial, soluble en agua y que presenta unos períodos de biodegradación inferiores a los 15 días en condiciones de compostaje.

V) **El flujo de productos plásticos a nivel internacional¹⁰.**

El consumo y producción de plástico a nivel mundial ha experimentado un enorme incremento en los últimos 60 años. Según Plastic Europe¹¹, la producción mundial de plásticos era de 1,5 millones de toneladas, mientras que para el 2007 alcanzó una cifra cercana a los 260 millones de toneladas. Esta producción representó el 4% del consumo de petróleo global. En este contexto, China concentra el 30% de la producción internacional, mientras que Estados Unidos, Canadá y México participan con un 23%; teniendo como otros productores destacados a Alemania y Japón.

Tabla #2. Comportamiento del comercio mundial de productos plásticos en el año 2007

Agregado	Producto	US\$ millones	% del comercio	Crecimiento 2003-2007
Formas primarias	Polímeros de etileno, polímeros de propileno, polímeros de estireno, polímeros de cloruro de vinilo, polímeros de acetato de vinilo, polímeros acrílicos, etc.	217,269	51,5%	21,3%
Manufacturas	Monofilamentos, varillas y perfiles de plástico, tubos y accesorios para tuberías, placas, láminas, hojas, cintas, tiras, artículos sanitarios, artículos para el envasado, vajillas, artículos para la construcción, etc.	199,988	47,4%	16,0%
Residuos	Desechos, desperdicios y recortes	4,325	1,0%	33,3%
	TOTAL	412,582		

Fuente: Unidad Técnica de Estudios para la Industria. (UTEPI) Paraguay

Se observa en la tabla anterior, que el comercio global de los distintos agregados se incrementó en el período analizado, principalmente, la producción a partir de residuos plásticos.

Principales exportadores de manufacturas de plástico: Bobonas, botellas, frascos y artículos similares de plástico.

¹⁰ Unidad Técnica de Estudios para la Industria (UTEPI). Paraguay. Perfil Sectorial No VIII. Junio 2009

¹¹ Plastic Europe: Asociación conformada por más de 100 empresas europeas que garantizan más del 90% de la producción europea de plásticos.

En el año 2007 el comercio mundial de bobinas, botellas, frascos y artículos similares de plástico, superó los 6 287 millones de dólares. Luxemburgo, Alemania y Estados Unidos resultaron los exportadores más competitivos de acuerdo al ICE (índice de competitividad exportadora, que tiene como función medir la competitividad relativa de un país en un segmento específico de la cadena de valor de un producto y lo hace mediante a combinación de dos indicadores: exportaciones per cápita y participación en el mercado mundial)

A nivel latinoamericano, Uruguay ocupó el lugar 15, resultando el más competitivo de la región, seguido de Argentina, Paraguay y Brasil en los puestos 25, 40 y 47 respectivamente.

Tabla #3 Exportadores más competitivos en la manufactura de productos de plástico

Ranking	Mercado	ICE
1	Luxemburgo	0,581
2	Alemania	0,518
3	Estados Unidos	0,403
4	Austria	0,343
5	Bélgica	0,336
6	Francia	0,287
7	Lituania	0,257
8	Canadá	0,243
9	Holanda	0,222
10	Reino Unido	0,186

Fuente: (UTEPI), Paraguay

ICE: Índice de Competitividad Exportadora. Mide la competitividad relativa de un país en un segmento específico de la cadena de valor de un producto, a través de la combinación de dos indicadores; exportaciones per cápita y participación en el mercado mundial.

VII) Situación del PET a nivel internacional.

La capacidad de producción mundial de resinas PET ascendió a 15 millones de toneladas en el año 2006, de esta cifra 2,6 millones de toneladas se consumieron en Europa del Oeste (Anual Report 2006, Plastics Europe)

Tabla#4 Producción y demanda de PET en la Unión Europea. UM: millones de toneladas

Año	2004	2005	2006
Producción	2	2,3	2,5
Demanda	2,5	2,6	2,8

Fuente: Elaboración propia a partir de datos suministrados por Anual Report 2006, Plastics Europe

Las aplicaciones de esta materia prima son muy variadas y pueden dividirse en dos grupos fundamentales: fibras para el sector textil y láminas y botellas para el sector de los envases y embalajes. Aunque a nivel mundial el primer grupo constituye el 65% de las aplicaciones, de manera general, estas aplicaciones presenta una distribución geográfica muy variable. Por ejemplo, en Asia la proporción es de 5:1, mientras que en Europa la mayor aplicación se produce en el sector de los envases.

Tabla#5 Aplicaciones del PET reciclado en contacto con alimentos. UM: Millones de toneladas. Año 2005

Naciones	Asia	Europa	América
Fibras textiles	20	1,8	1,5
Envases y embalajes	3	2,1	2,5

Fuente: Elaboración propia a partir de datos suministrados por Anual Report 2006, Plastics Europe

Tabla#6 Recogida y reciclado del PET en Europa. UM: Toneladas

	2005	2006
Recogida	-	943 900

Reciclaje	56 749	622 300
------------------	--------	---------

Fuente: Anual Report 2006, Plastics Europe

*De las toneladas de Pet recicladas en el año 2006, 129 400 toneladas se exportaron y 192 200 toneladas fueron pérdidas durante el proceso de reciclaje.

Para ahondar un poco más en la producción y reciclaje del plástico, según el Instituto Nacional de Estadística Geográfica e Informática, durante el 2006 se fabricaron 4 332 millones de toneladas de productos plásticos en Méjico, de los cuales solamente el 14% se reciclaron o enviaron a China, India o Italia para su reutilización¹².

Una información más reciente, bajada del sitio www.interempresas.net, nos dice que en el año 2008 en España se produjeron 500 000 toneladas de plástico correspondientes a todas las aplicaciones, recuperándose un 20% de esta cifra, indicador que se encuentra dentro de la media exigida por la legislación europea para este año. El 54% de esta recuperación correspondió al polímetro de mayor consumo, el poliestireno de alta y baja densidad. El reciclado de los envases plástico encabezó la proporción del reciclaje con un 77%, y fueron reutilizados unas 289 000 toneladas de envases plásticos que se lograron mediante recogida selectiva en los puntos verdes del sistema ECOEMBES. La implantación de unos 300 000 contenedores amarillos en las calles españolas para el depósito de envases plásticos que cubren las necesidades de aproximadamente un 90% de la población pretende elevar la efectividad de esta importante actividad.

En este país existen 92 plantas para la selección de envases ligeros y cerca de 30 recicladores homologados que realizan el proceso de reciclado para la obtención de nuevos productos.

En España el 70% de las botellas plásticas que se venden diariamente; 51 millones, solamente se reciclan unas 15 millones para un pobre indicador de un 15%. Entrevistas realizadas a una muestra de 2006 entrevistados mayores de edad de todas las autonomías españolas, consideran que el Sistema de Depósito Devolución y Retorno (SDDR) significa un avance para el medio ambiente y el 62% opina que aporta más ventajas que inconvenientes. El SDDR establece un valor de 25 centavos euro para cada envase de bebida, cristal o plástico, cuando sea devuelto al punto de venta, lugar donde se clasificaran y entregaran para su reciclaje¹³.

Según la misma fuente, en los países en que se ha establecido el SDDR, se recupera el 98,5% de los envases que se venden. Un ejemplo de esta recuperación la tiene Alemania, país destacado en esta actividad en el ámbito europeo.

La situación en el área latinoamericana, la refleja Ecología y Compromiso Empresarial, informando que los residuos de botellas PET en Méjico, oscilan entre 650 000 y 670 000 toneladas sin recolectar y reciclar en el año 2006. Por otra parte, en el 2006 se recogieron 90 000 toneladas de envases pagando un precio de 2 pesos por kilogramo del producto. Este material después de ser transportado, seleccionado, compactado y molido, incrementó su valor entre un 200 y un 300%; es decir, un equivalente de 500 000 pesos. Por último, el Instituto Mejicano del Plástico Industrial, suministra los siguientes datos: el precio de la materia prima fue de 20 pesos por kilogramo en el 2006 y la materia prima reciclada alcanzó un 20% de esta cantidad¹⁴.

¹² www.foroconsultivo.org.mx

¹³ www.efeverde.com

¹⁴ www.eleconomista.com.mx

La industria del reciclado del PET en Méjico asciende a los 3 000 millones de dólares. En este país se producen aproximadamente 800 000 toneladas de PET, de los cuales solamente se reciclan 55 000 toneladas, mientras que el volumen recolectado anualmente es de 150 000 toneladas.

Alrededor de 100 empresas mejicanas se dedican a la producción, acopio, lavado y reciclado del PET. De esta actividad viven 27 000 trabajadores de manera directa y otros 150 000 empleos indirectos.

El consumo per cápita de botellas PET en Méjico es de 200 envase por habitantes al año, lo que equivale aproximadamente a 8 kilogramos.

VI) La gestión de los residuos reciclables en Cuba¹⁵.

La entidad rectora de los residuos reciclables en Cuba es la Unión de Empresas para la Recuperación de Materias Primas. Esta organización fue fundada por el Comandante Ernesto Che Guevara de La Serna el 7 de noviembre de 1961.

Las Empresas para la Recuperación de Materias Primas están encargadas de la recuperación, procesamiento y comercialización de los residuos reciclables que se generan en el sector residencial y estatal.

La organización emplea actualmente más de 7 000 trabajadores distribuidos en 25 empresas radicadas en todo el país, pero en estos momentos esta tarea también es llevada a cabo por 5 800 trabajadores por cuenta propia. Actualmente se acomete un proceso de reordenamiento que tiene como objetivo la reducción gradual de la cantidad de trabajadores estatales, para posibilitar la creación de nuevas formas de gestión en esta esfera productiva.

La recuperación de los residuos reciclables en las fuentes generadoras pertenecientes al sector estatal se efectúa mediante relaciones contractuales entre estas fuentes generadoras y las empresas provinciales encargadas de la actividad recuperativa. Existe un cuerpo legal para garantizar la efectiva recuperación en este sector; la Ley 1288/1975, pero en estos momentos el cumplimiento de este cuerpo legal no ha podido contribuir al logro de una oportuna y efectiva recuperación.

La gestión recuperativa en el sector comunitario se realiza a través de 312 casas de compra encargadas de adquirir los residuos en poder de la comunidad, en manos de los recuperadores por cuenta propia y los que recuperan las cooperativas de reciclaje creadas recientemente.

La gestión recuperativa por parte de las empresas para la recuperación de materias primas ha obtenido resultados significativos en el año 2013, los cuales tienen que ver con la venta de residuos reciclables por un valor de 317 millones de pesos, de los cuales 156 millones fueron en divisas y de ellos 55 millones correspondieron a la exportación. Estos resultados hicieron posible el ahorro de 224 millones de dólares al país.

También en el 2013, se realizaron ventas de 439 500 toneladas de residuos reciclables, las que representaron 4 500 toneladas más que las comercializadas en el 2012, cifra que representa las ventas más significativas de los últimos 10 años.

A continuación presentamos un análisis del comportamiento de las ventas correspondientes a los principales residuos reciclables en los últimos cinco años.

Tabla#6 Venta de residuos reciclables en los últimos cinco años

Residuo	UM	2009	2010	2011	2012	2013
Chatarra Ferrosa	Mt	289,9	305,6	315,1	317,0	316,9
Chatarra no Ferrosa	Mt	31,0	35,6	35,6	35,9	39,4

¹⁵ Unión de Empresas para la Recuperación de Materias Primas. Información del año 2014

No Metálicos	Mt	65,0	69,3	78,6	82,1	83,2
TOTAL	Mt	385,9	410,5	429,3	435,0	439,5

Fuente: Elaboración propia a partir de datos suministrados por la UERMP

Tabla#6 El comportamiento de los precios promedios de los residuos reciclables en el mercado internacional se plantea a continuación:

Residuo	Precio promedio usd/ tonelada
Níquel	14 079,32
Cobre	7 294,89
Bronce	3 938,76
Aluminio	1 726,48
Plomo	2 148,89
Zinc	2 038,41
Plástico	750,00
Plata	700 000,00
Vidrio	60,00
Residuos de papel	100,00
Acero	450,00
Hierro Fundido	400,00

Fuente: Elaboración propia a partir de datos suministrados por la UERMP

Las principales deficiencias detectadas según las inspecciones realizadas al cumplimiento de la Ley 1288/75.

Esta Ley establece la obligatoriedad por parte de las empresas estatales de la clasificación de los residuos reciclables en su fuente de origen, y de velar por su protección y entrega a las empresas que se ocupan de la recuperación de las materias primas. Anualmente se ejecutan más de 400 inspecciones al cumplimiento de las normas jurídicas por parte de las entidades estatales subordinadas a los diferentes Organismos de la Administración Central del Estado y los Consejos de Administración Provinciales, obteniendo la mayoría de estas empresas deficientes resultados asociados a los siguientes problemas:

- 1) Incumplimiento de las normas técnicas de conservación y acondicionamiento de los desechos reciclables.
- 2) Lento proceso de aprobación de las bajas técnicas de los equipos en desuso.
- 3) Insuficiente logística para llevar a cabo la recuperación en las diferentes fuentes generadoras de residuos reciclables.
- 4) Ineficiente política de precios para los residuos reciclables que no tiene en cuenta el valor de estos materiales en el mercado internacional.
- 5) Falta de uniformidad en las normas jurídicas para fijar los precios de los productos reciclables.
- 6) Falta de estimulación para elaborar productos con mayor valor agregado a partir de materia prima reciclada.
- 7) Existencia de contratos no actualizados entre las partes, falta de seguimiento al cumplimiento de las cláusulas pactadas y ausencia de reclamaciones legales para los incumplimientos.
- 8) Existen empresas y organismos que no tienen definido el potencial y los planes de generación y entrega de los residuos reciclables.
- 9) Se envían a los vertederos residuos reciclables.
- 10) Incumplimiento en la entrega de los residuos reciclables.
- 11) Existen entidades que desconocen por completo la existencia de esta ley
- 12) Entidades que no cuentan con un registro de entrega de los residuos reciclables que generan.
- 13) En la mayoría de las entidades y organismos no se cuenta con el personal seleccionado y preparado para cumplir con la tarea recuperativa.

Resumen de los artículos de la Ley 1288/75

Artículo 1. Los organismos y demás dependencias del Estado están obligados a recolectar los residuos de materias primas, productos y materiales utilizables que no son aprovechados por estas organizaciones en los procesos de producción o de servicios, con el objetivo de ser recuperados de acuerdo a los fines que se determinan en esta Ley.

En los casos en que los residuos, productos y materiales reutilizables, puedan ser aprovechados por los propios organismos o sus dependencias, estarán obligados a utilizarlos, quedando solo sujetos a lo dispuesto en esta Ley los excedentes que no sean de utilidad para estos organismos.

Artículo 2. Además de los residuos, productos y materiales que históricamente se han reutilizado por la industria, deberá recuperarse cualquier otro producto o residuo reutilizable cuya necesidad sea determinada posteriormente, con la finalidad de su utilización en algún sector de la economía nacional.

Artículo 3. Los organismos y demás dependencias a los cuales hace referencia esta Ley, deberán prever en sus inversiones o instalaciones actuales y las que se planifiquen, las condiciones o medios indispensables que lo requieran para la conservación, preparación, garantía de la calidad y entrega de los residuos reciclables, productos y materiales reutilizables.

Artículo 4. La Junta Central de Planificación mediante disposiciones específicas determinará la inclusión en los planes técnico económico, la entrega de los residuos reciclables, productos y materiales reutilizables para aquellos organismos y dependencias de producción o servicios que lo generen.

Artículo 5. Se responsabiliza a los mencionados organismos y dependencias por la preservación, recolección, selección, acondicionamiento y empaque, de los residuos reciclables, productos y materiales reutilizables, de conformidad a los que se dictamine en el reglamento que a tal efecto emita.

Artículo 6. Las relaciones entre productores y receptores de los residuos reciclables, productos y materiales reutilizables, de acuerdo con los fines de esta Ley, se establecerán mediante convenios suscritos entre las partes, que contendrán las especificaciones referidas a las condiciones de entrega, normas de recolección, preservación y empaque.

Artículo 7. Al incumplimiento de las obligaciones establecidas en los artículos 1, 2, 3 y 5 le son aplicables las disposiciones del Artículo 556 del Código de Defensa Social, y la Industria Básica queda encargada de elaborar un Proyecto de Reglamento que elevará al Presidente de la República para su consideración, y hasta tanto sea promulgado, queda autorizada para dictar cuantas disposiciones sean necesarias para la mejor aplicación de la presente Ley.

Artículo 8. El Vice Primer Ministro para el Sector de la Industria Básica queda encargado de elaborar un Proyecto de Reglamento que elevará al Presidente de la República para su consideración, y hasta tanto sea promulgado, queda autorizado para dictar cuantas disposiciones sean necesarias para la mejor aplicación de la presente Ley.

Como se puede apreciar, esta Ley está muy desactualizada, ya que en primer lugar data del año 1975 por lo que hace referencia a organismos y organizaciones que en la actualidad ya no existen, por lo que no pueden ejercer las atribuciones a las cuales hace referencia el cuerpo legal que en esta Ley aparece. Además, la forma en que la economía cubana se organiza actualmente no tiene nada que ver con la época a la cual se está haciendo referencia.

El reciclaje y la nueva política económica en Cuba.

Los Lineamientos de la Política Económica y Social del Partido y la Revolución, en su capítulo séptimo, referido a la política industrial y energética, recoge los siguientes planteamientos:

Lineamiento 232.

Desarrollar las industrias productoras de envases y embalajes a partir de una concepción integral de la actividad. Priorizar la producción de envases demandados por las actividades exportadoras y el desarrollo agroalimentario.

Lineamiento 235.

Promover la intensificación del reciclaje y el aumento del valor agregado de los productos recuperados, priorizando actividades de mayor impacto económico con menos recursos y su recapitalización, según las posibilidades de la economía.

Para dar cumplimiento a lo planteado por la nueva política económica, en el año 2013, Cuba adquiere una nueva planta de plásticos ubicada en la central provincia de Cienfuegos que permite recuperar algunos tipos de plásticos que hasta estos momentos eran imposible de reciclar con los niveles de calidad requeridos según los estándares internacionales para su exportación.

El programa que fue aprobado en el año 2012, tiene como principios rectores la concentración de la actividad empresarial estatal de la recuperación en las grandes fuentes generadoras de residuos para su procesamiento industrial, trabajando para atraer la participación del capital extranjero con el objetivo de crear nuevas capacidades de reciclaje.

Esta política que ya se encuentra en funcionamiento, será revisada en el 2016, y se reforzará con la puesta en vigor de una nueva Ley para el reciclaje que se encuentra en fase de estudio, también se aplicará una nueva política de precios que persigue estimular desde quienes generan los residuos hasta los recuperadores, algo que acercaría más estos precios a las cotizaciones que funcionan a nivel internacional.

Los datos que a continuación exponemos pueden dar una idea del potencial de residuos plásticos que se pueden estar generando en nuestro país: La industria de envases y embalajes en Cuba durante el año 2013 produjo 1387 millones de bolsas plásticas. Una planta radicada en Santa Clara elaboró 219 millones de preformas PET para botellas plásticas¹⁶.

En estos momentos el per cápita que presenta el consumo de envases por habitantes en el país es de \$33,00, y se proyecta elevar este indicador a \$47,00 por habitantes, muy lejos aún de la cifra que ostentan otros países europeos y Norte América donde el per cápita es de \$300,00 a \$500,00.

El país tiene como meta garantizar la calidad en la producción de envases, con la garantía de estándares internacionales. La prioridad de estos productos se concentra actualmente en el sector de la salud, especialmente en la industria biofarmacéutica, y en el sector agroalimentario.

Para el año 2014, Cuba se propone garantizar la producción de 550 millones de envases, lo cual representa el 59% de las necesidades internas, el resto de la demanda tendrá que ser importada. Elevar la satisfacción de esta demanda requiere de la adquisición de tecnología de avanzada y de la renovación de gran parte de la tecnología existente.

El país invierte aproximadamente 500 millones de dólares para remodelar y modernizar el sector de los envases y embalajes, dedicándose entre un 25 y un 30% de esta inversión a la industria del plástico.

En medio de esta nueva política, se debe mencionar la Cooperativa no Agropecuaria en el Municipio de Fomento, Provincia de Sancti Spíritus, dedicada a la producción y

¹⁶ Mesa Redonda Internacional. ICRT, 5 de julio de 2014

comercialización de elementos plásticos. Esta mini industria emplea a 10 trabajadores y se dedica a la producción de mangueras, tuberías eléctricas y sanitarias, aditamentos para el riego agrícola entre otras producciones¹⁷.

La materia prima para sus producciones proviene principalmente de los residuos plásticos reciclables. Esta pequeña empresa obtiene beneficios anuales ascendentes a 2 millones de pesos y aporta al presupuesto estatal medio millón de pesos.

Cuba importó en el año 2013, 1500 toneladas de tereftalato de polietileno a un costo de 20 000 cuc, y hasta mayo de 2014 ya se habían importado 2 500 toneladas de este producto a un precio de 28 000 cuc (Departamento de importaciones de productos plásticos. MINCEX)

Para dar una idea de cómo marcha la gestión de los residuos plásticos reciclables en el país, tenemos que en el Municipio La Lisa radicado en la Provincia de La Habana, que cuenta con 133 350 habitantes aproximadamente, se recuperan mensualmente un promedio de 1,5 toneladas de residuos plásticos reciclables (Unidad Municipal para la Recuperación de Materias Primas)

Estudios realizados por la Empresa de Saneamiento (Comunales), estiman que en la Ciudad de La Habana, se recolectan diariamente cerca de 2300 toneladas de residuos sólidos urbanos. Si tenemos en cuenta la composición de los residuos sólidos en países de la Unión Europea y Estados Unidos:

Tabla#7 Composición de los RSU en los países de referencia

Fracción	EEUU	UE	España	Barcelona
Orgánica	30%	37%	44%	39%
Papel	37%	27%	21%	27%
Vidrio	7%	7%	7%	7%
Plástico	9%	8%	11%	11%
Otros	17%	21%	17%	16%

Fuente: Elaboración propia a partir de datos suministrado por la Empresa Provincial de RSU en La Habana.

Los residuos sólidos urbanos representan una fuente importante para la recuperación de residuos plásticos reciclables, si de manera conservadora, asumimos que el 1% de la composición de los residuos sólidos que se recolectan en La Habana corresponden a productos plásticos, entonces se estarían tirando al vertedero en esta ciudad unas 23 toneladas de plásticos reciclables diariamente. Mensualmente esta cifra sería de unas 690 toneladas que divididas entre los 14 municipios de esta provincia estaría dando como promedio unas 49 toneladas por municipios. Entonces, en el caso del Municipio La Lisa, solamente se estaría explotando un 3% de este potencial.

Una investigación realizada en el Municipio Playa en el año 2005, comprobó que en este territorio se recolectaban diariamente unos 3500 m³ de RSU, lo cual equivale como promedio a unas 583 toneladas; entonces, a partir del razonamiento anterior, este municipio estaría generando diariamente unas 5,8 toneladas de este residuo plásticos, y como promedio unas 174 toneladas mensuales.

Otra consideración importante, tiene que ver con la generación de residuos sólidos por habitantes en un país como Cuba. Autores como Juan Joa, consideran que la generación per cápita de residuos sólidos para este tipo de países en vías de desarrollo va desde 0,4 a 1kg, por lo que Cuba con una población promedio de 11 167 325 habitante, podría estar generando

¹⁷ Revista de la mañana. ICRT, 20 de julio de 2014

diariamente unas 7817 toneladas de residuos sólidos urbanos y unas 78 toneladas diarias de residuos plásticos, según la lógica seguida en los dos párrafos anteriores.

Todo lo anteriormente expuesto, nos demuestra que existe un gran potencial de residuos plásticos reciclables que pudieran ser aprovechados de manera más exitosa en el país, pero para alcanzar metas superiores en esta tarea, los residuos deben ser debidamente contabilizado y registrado para realizar las proyecciones pertinentes, que permitan elegir las inversiones acertadas para su adecuada explotación.

Consideraciones finales:

El reciclaje de los residuos plásticos, representa una oportunidad para Cuba, tanto desde el punto de vista ambiental, como desde la perspectiva económica. La nueva política económica cada día crea las bases para que la recuperación de estos residuos ayude al desarrollo sostenible de nuestro país.

Una correcta gestión de los residuos plásticos reciclables hará posible el fomento del empleo, el bienestar social y el aporte al presupuesto del Estado para seguir garantizando los servicios de salud y la educación entre otras atenciones que hoy en día se brindan en Cuba.

La garantía de una mejora en el saneamiento ambiental, el ahorro de petróleo, la disminución en las emisiones de CO₂ y la disminución de la lluvia ácida; representan también importantes contribuciones que hace posible el reciclajes de los residuos plásticos.

El reciclaje de este tipo de materiales incide en el incremento de las exportaciones y la sustitución de importaciones, y contribuye al desarrollo industrial del país mediante las industrias del reciclaje, pero esta realidad solo será posible mediante una probada eficiencia en este tipo de actividad.

Bibliografía revisada:

Del Val Alfonso. El Libro del Reciclaje. Edición Oasis SL, 1993

Díaz Adenso. Logística Inversa y Medio Ambiente. Mc Graw Hill, 2004

Ing. Paraguassú Fernando. Indicadores para el gerenciamiento del servicio de limpieza pública. CEPIS, OPS, OMS. Lima 2001

Joa Rodríguez Juan M. El Reciclaje: Principio, Fin y Resurrección de los Materiales. Editorial Científico Técnica. La Habana 2005

Kawken Paul. La ecología del comercio. Centro Félix Varela. La Habana 1999

Pérez Ana. Logística Inversa. Colección Gestiona, Junio 2003

Valdés Menocal C. Ecología y Sociedad. Editorial Félix Varela. La Habana 2005

Otras referencias bibliográficas

Anuario Estadístico de Cuba. ONEI. Edición 2010

Lineamientos de la Política Económica y Social del Partido y La Revolución. Aprobado el 18 de abril de 2011. "Año 53 de La Revolución"

Panorama Económico y Social. Cuba 2012. ONEI. Edición abril 2013

Programa televisivo CUBADICE, 9 de septiembre de 2014.

Programa Televisivo Mesa Redonda Internacional, 5de julio de 2014.

Programa Televisivo Revista de la Mañana, 20 de julio de 2014.

Resumen adelantado del informe final del censo de población y vivienda 2012. Periódico Juventud Rebelde, viernes 8 de noviembre de 2013.

Sitios Web

<http://www.antad.org.mx>. Consultado el 8 de julio de 2014.

<http://www.cronicanorte.es>. Consultado el 18 de julio de 2014.

<http://www.efeverde.com>. Consultado el 9 de julio de 2014.

<http://www.hggm.es>. Consultado el 9 de julio de 2014.

<http://www.interempresas.net>. Consultado el 8 de julio de 2014.

<http://www.radionuevitas.icrt.cu>. Consultado el 9 de julio de 2014.

<http://www.slideshare.net>. Consultado el 8 de julio de 2014.

<http://www.sustentador.com>. Consultado el 18 de julio de 2014.

<http://www.umne.edu.mx>. Consultado el 8 de julio de 2014.

<http://www.veoverde.com>. Consultado el 9 de julio de 2014.