

CONTAMINACIÓN POR RESIDUOS SÓLIDOS EN EL POLO TURÍSTICO TARARÁ

MSc. Ing. Félix Palacios, Ing. Ernesto García

Centro de Ingeniería y Manejo Ambiental de Bahías y Costas, Cimab
Carretera del Cristo No. 3, Tiscornia, Casablanca.

A.P. 17029 C.P. 11700. La Habana, Cuba.

Teléfono: (537) 862 3051 ext. 260; (537) 862 4387 Fax: (537) 866 9681

Email: palacios@cimab.transnet.cu

RESUMEN

Los polos turísticos con marinas y costa de playas requieren de una gestión racional de los residuos sólidos procedentes del conjunto habitacional, yates y los residuos presentes en la línea de costa (desechos marinos). El sector marino-costero de Tarará y su zona residencial están ubicados en el litoral Este de la Ciudad de La Habana y tiene una extensión de 1500 metros. Los desechos marinos presentes en la línea de costa durante los 12 meses de muestreo fueron en su mayoría procedentes de fuentes terrestres. El tramo de costa rocosa resultó el más contaminado por desechos marinos con micro vertederos clandestinos mientras la zona de la marina, incluido la playita Tarará, fue el tramo costero menos comprometido. El análisis conjunto de los residuos sólidos procedentes del conjunto habitacional, yates y desechos marinos muestra que los materiales combustibles representan el 45% en peso, inertes el 31%, fermentables el 16% y forestales el 8%. El bajo contenido de materiales fermentables está asociado a los bajos períodos de permanencia de los residentes en las casas y yates. La densidad de los residuos sólidos presentó valores entre 100-120 kg.m⁻³ lo que hace factible su compactación con equipos recolectores-compactadores. El análisis de la granulometría mostró la adecuación de contenedores de 100 litros para los residuos de yates y 1000 litros para el conjunto habitacional y los desechos marinos, mientras que el poder calorífico encontrado en la basura osciló entre 1850-1945 kcal.kg⁻¹. La producción actual de residuos sólidos en Tarará es 3.4 t.día⁻¹ con un índice de producción de 1.62 kg.habitante⁻¹.día⁻¹ pero la producción proyectada se estima en 9 toneladas diarias (3.2 t.día⁻¹ de basura húmeda y 5.8 t.día⁻¹ de basura seca). La ruta de recogida propuesta tiene una extensión de 7 km y es menor que la ruta actual de 10 km por la disminución de las distancias muertas, con un importante ahorro económico y la reducción del tiempo de recogida. Se discute una recogida diferenciada de los residuos en basura seca y húmeda, así como un esquema integral de gestión, incluido el reciclaje.

Palabras claves: Contaminación, playas, residuos sólidos, recogida diferenciada, gestión, reciclaje.

ABSTRACT

The tourist zone with marine and beaches requires of a suitable solid waste management coming from the residents, yachts and marine debris. The Tarara littoral and their residential area are located in the East littoral of Havana City with 1500 meters of extension. Marine debris was coming from land-based sources during the sampling of 12 months. The rocky coast tract was the most polluted by marine debris with unlawful micro drains while the Marine Tarara -included the beach- was the less polluted. The combined analysis of the solid waste coming from the residents, yachts and marine debris showed that the combustible wastes represent 45% in weight, inert 31%, fermentable 16% and forest 8%. The fermentable contained low in the solid waste is associated to the low periods of the residents' permanency in the houses and yachts. The solid waste density was 100-120 kg.m⁻³ and it can be compacted with recollect-compacto equipments. The analysis of solid waste grain suggested the use of containers of 100 liters of capacity for the yachts solid waste and containers of 1000 liters for municipality solid waste and marine debris, while the low heating power found in the garbage was 1850-1945 kcal.kg⁻¹. The total garbage production at present in Tarara is 3.4 t.day⁻¹ and 1.62 kg.inhabitant⁻¹.day⁻¹ of index of production. However, the solid waste production is projected in 9 t.day⁻¹ belong to 3.2 t.day⁻¹ of humid garbage and 5.8 t.day⁻¹ of dry garbage. The proposal collection route will have 7 km of extension and it is smaller than the current collection route (10 km) because of the dead distances decrease with an important saving and the collection time reduction. The garbage differentiated collection in dry and humid garbage is discussed, as well as a solid waste integral management, included the recycle.

Key words: Pollution, beaches, solid waste, differentiated collection, management, recycle.

INTRODUCCIÓN

El sector marino-costero de Tarará y su zona residencial están ubicados a 15 kilómetros al Este de la Ciudad de La Habana y tiene una extensión de 1500 metros desde el Río Tarará hasta la Playa El Mégano. El trabajo forma parte de un estudio de manejo integrado del litoral de Tarará con vistas a incrementar el valor real de la costa para el uso turístico-habitacional e incluye la evaluación de los desechos marinos y la caracterización de los residuos sólidos procedentes de los yates y el sector residencial con soluciones tecnológicas viables para el reciclaje de los componentes de la basura en el marco de un desarrollo sostenible.

Por desechos marinos entendemos a los residuos sólidos que se depositan en la línea de costa procedentes de fuentes marinas y terrestres. Estos desechos constituyen uno de los contaminantes más agresivos que afectan la zona litoral de las islas de la Región del Gran Caribe por su influencia negativa en la actividad turística según PNUMA (1994) y proceden de las fuentes terrestres, la actividad marítima y pesquera y el turismo. Los programas de gestión de residuos sólidos están dirigidos a equilibrar los costos técnicos y el beneficio económico mediante estrategias apropiadas, facilitan la introducción de prácticas ambientales responsables a nivel local y favorecen el desarrollo sostenible del territorio a partir de la introducción de tecnologías

adecuadas y económicamente viables, incorporando la dimensión ambiental en su concepción y desarrollo según Flintoff (1994).

MATERIALES Y MÉTODOS

Para la colecta y clasificación de los desechos marinos se realizaron 12 muestreos a lo largo del litoral con una frecuencia mensual en el período 2001-2003, incluido el estudio de los residuos sólidos procedentes del sector residencial y los yates que visitan la Marina Tarará. El litoral fue dividido en 6 tramos localizados entre el Río Tarará y la Playa El Mégano (Figura 1). Los residuos sólidos se clasificaron en inertes (vidrio, latas), combustibles (papel, plástico, cartón, madera) y fermentables (orgánicos y forestales). Se utilizó la técnica de cuarteo para calcular el porcentaje en peso de los diferentes componentes en la basura y una escala de gradación visual de 0 a 3 para cuantificar la presencia de los residuos y la calidad del tramo costero de playa. Esta escala fue utilizada en la Playa Casino, Brasil por Fillmann & Wetzel (1996) y en las Playas del Este, Cuba por Palacios *et al.* (1997).

Escala de gradación

0 = Costa limpia: < 2 residuos / 10 metros de playa

1 = Presencia: 2-3 residuos / 10 metros de playa

2 = Concentración media: 8-10 residuos / 10 metros de playa

3 = Concentración alta: >15 residuos / 10 metros de playa

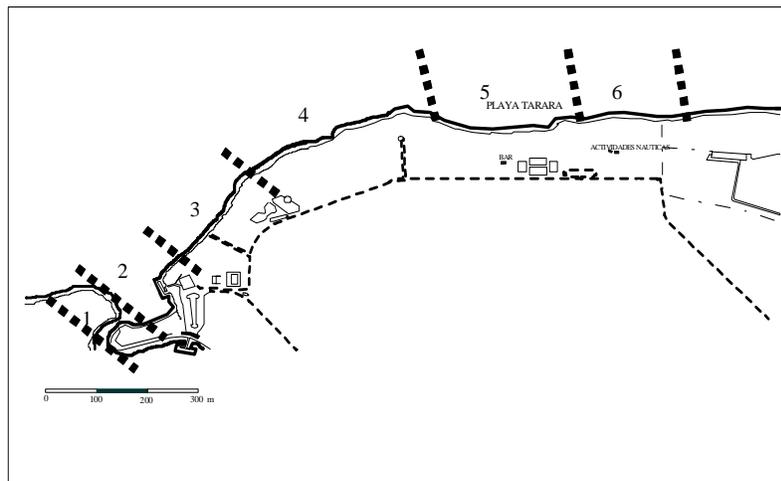


Figura 1. Litoral de Tarará dividido en 6 tramos costeros

Los muestreos de residuos sólidos en el sector residencial se realizaron en un período de 12 meses para evaluar su impacto ambiental en la alta y baja temporada turística.

Los componentes de los residuos sólidos se evaluaron mediante muestreos estratificados y la técnica de cuarteo. Se determinó la composición y características de las basuras procedentes de la línea de costa, yates, domicilios, áreas verdes y comercios a través del porcentaje en peso de los materiales combustibles, inertes, orgánicos y forestales. Además, se determinó el contenido de humedad, la densidad aparente y la producción actual y proyectada de los residuos sólidos. En el tratamiento de los residuos sólidos se evaluó el tratamiento de la basura en plantas de reciclaje y compost, la disposición final en los vertederos del territorio y la cremación en unidades incineradoras como medio alternativo para los residuos clínicos y los residuos procedentes de los

yates extranjeros que visitan la marina, con el fin de minimizar la introducción de vectores y patógenos de alto riesgo para la salud humana.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los desechos marinos encontrados en la línea de costa durante los 12 meses de muestreo fueron en su mayoría procedentes de fuentes terrestres, aunque se encontraron residuos procedentes de fuentes marinas durante los meses de enero a marzo. La tabla 1 muestra la distribución media de los residuos sólidos encontrados en la línea de costa de acuerdo a la escala de gradación visual. Se observa que los tramos más fuertemente contaminados son el 3 y 4, mientras que los tramos 1 y 2 y en menor medida el tramo 6, constituyen son los menos comprometidos por desechos marinos.

Tabla 1. Distribución media de residuos sólidos según su clasificación

Categorías	Tramo 1	Tramo 2	Tramo 3	Tramo 4	Tramo 5	Tramo 6
Combustibles	0	1	3	3	3	1
Inertes	1	1	3	3	3	2
Fermentables	0	1	2	3	2	2
Media / tramo	0.33	1	2.66	3	2.66	1.66

La figura 2 muestra el porcentaje de abundancia de los diferentes tipos de residuos encontrados en los tramos de costa de playa más importantes de Tarará; la playita de la marina (tramo 2) y la playa colindante con la Playa el Mégano (tramo 6). Se utilizó la técnica de *cuarteo* para evaluar los porcentajes en peso de los componentes combustibles, inertes y fermentables.

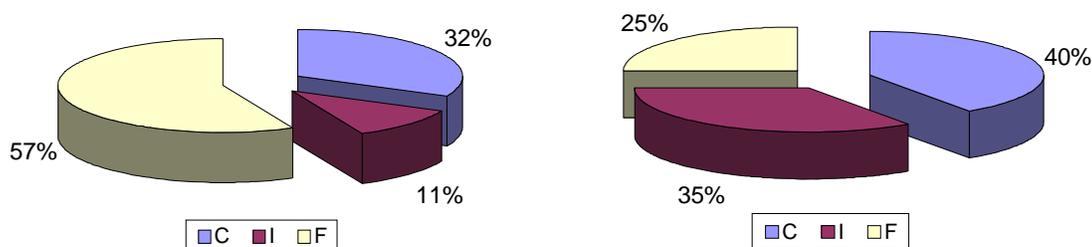


Figura 2. Porcentaje de abundancia en el tramo 2 (izquierda) y el tramo 6 (derecha)

En el tramo 2 se observó un predominio de los residuos fermentables (57% en peso) por la alta presencia de sargazos durante el período de muestreo debido probablemente a la morfología de la playita Tarará. En el tramo 6 los residuos inertes y combustibles constituyen en su conjunto el 75% de los residuos sólidos presentes en la línea de costa, a diferencia del tramo 2 que ocupa el 43% y aunque el tramo 6 también es afectado por el arribo a la costa de sargazos, la presencia de residuos sólidos procedente de la actividad turística constituye la causa principal de la diferencia en los porcentajes de abundancia de los diferentes componentes de la basura. Los plásticos y las

latas predominan en las categorías de combustibles e inertes respectivamente en ambos tramos costeros.

La presencia de residuos por metro de playa (unidades.m⁻¹ de playa) es un indicador que visualiza el grado de contaminación por residuos sólidos en el litoral de Tarará y los tramos más afectados (Figura 3). Los datos graficados representan los valores medios obtenidos durante todo el período de muestreo. Los tramos 3 y 4 son los más contaminados por desechos marinos, mientras que los tramos 1 y 2, y en menor medida el tramo 6, resultaron los espacios menos comprometidos.

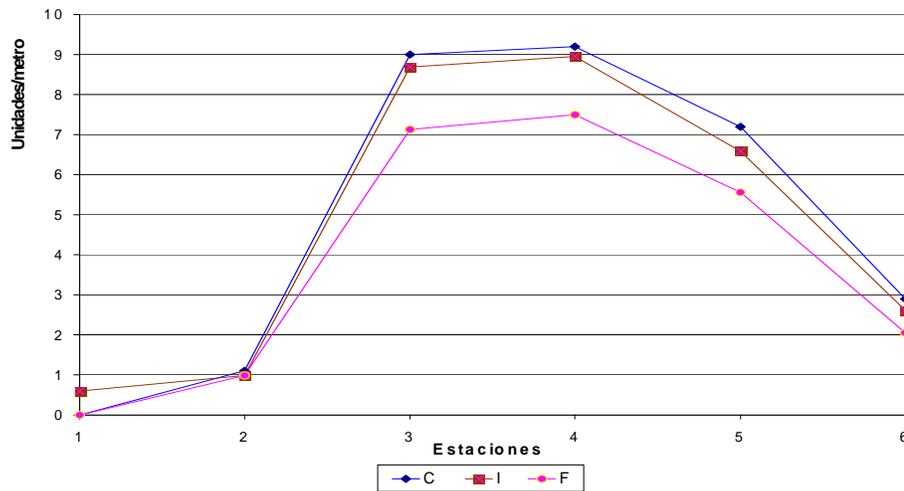


Figura 3. Residuo por metro de playa en los tramos costeros de Tarará

En general, los residuos fermentables resultaron los componentes menos abundantes en el período de muestreo, mientras que los inertes, en particular las latas y botellas de bebidas, tuvieron la mayor presencia lo que indica que prácticamente no existe *vida a bordo* en las casas y yates que visitan la marina. La composición de los residuos sólidos fue de un 45 % en peso de combustibles -con un predominio de plásticos y cartones- inertes el 31 % -con una mayor presencia de latas y botellas de bebida-, en menor cuantía los orgánicos con el 16 % y los residuos procedentes de la poda de áreas verdes y el segado del césped con el 8 %. La densidad aparente presentó un valor entre 100-120 kg.m⁻³ lo que hace factible su compactación. El contenido de humedad de los residuos estuvo entre 26-34 %. El valor estimado del poder calorífico osciló entre 1850-1945 kcal.kg⁻¹ lo que hace factible su incineración. La granulometría es un análisis esencial en el dimensionamiento de los contenedores de basura. En Tarará las mayores dispersiones se localizaron en las áreas verdes y los centros comerciales. La tabla 2 muestra el orden de tamaños con que se presentan las mayores dispersiones, en particular los residuos forestales, el papel, cartón y los plásticos.

Tabla 2. Granulometría en los componentes de los residuos sólidos en Tarará

Componentes	Rango (mm)
Comestibles y vegetales	10 - 80
Papel y cartón	80 - 900
Plásticos densos	40 - 220
Plásticos ligeros	100 - 1000
Vidrio	30 - 300
Metales	40 - 450

Forestales	10 - 1600
Otros	50 - 700

La producción de residuos sólidos en el período de estudio fue de 3.1 t.día^{-1} ($28 \text{ m}^3 \text{ .día}^{-1}$) con un índice de producción de $1.62 \text{ kg.habitante}^{-1} \text{ .día}^{-1}$ sin considerar los residuos de la construcción pero la producción proyectada se estima en 9 t.día^{-1} ($82 \text{ m}^3 \text{ .día}^{-1}$) considerando un mayor nivel de ocupación en el conjunto habitacional, la rehabilitación de la infraestructura vial e inmobiliaria y la construcción de tres hoteles en el territorio. La producción proyectada de basura húmeda es de 3.2 t.día^{-1} ($30 \text{ m}^3 \text{ .día}^{-1}$) y la basura seca de 5.8 t.día^{-1} ($53 \text{ m}^3 \text{ .día}^{-1}$).

Los puntos de presentación de los residuos sólidos generados en Tarará con contenedores plásticos de 1000 L y 100 L, se muestran en la figura 4, así como la ruta óptima de recogida. En la recogida se utilizará un recolector-compactador y se transportarán directamente, sin estación de transferencia, al vertedero no controlado de Guanabacoa situado a 2-3 km.

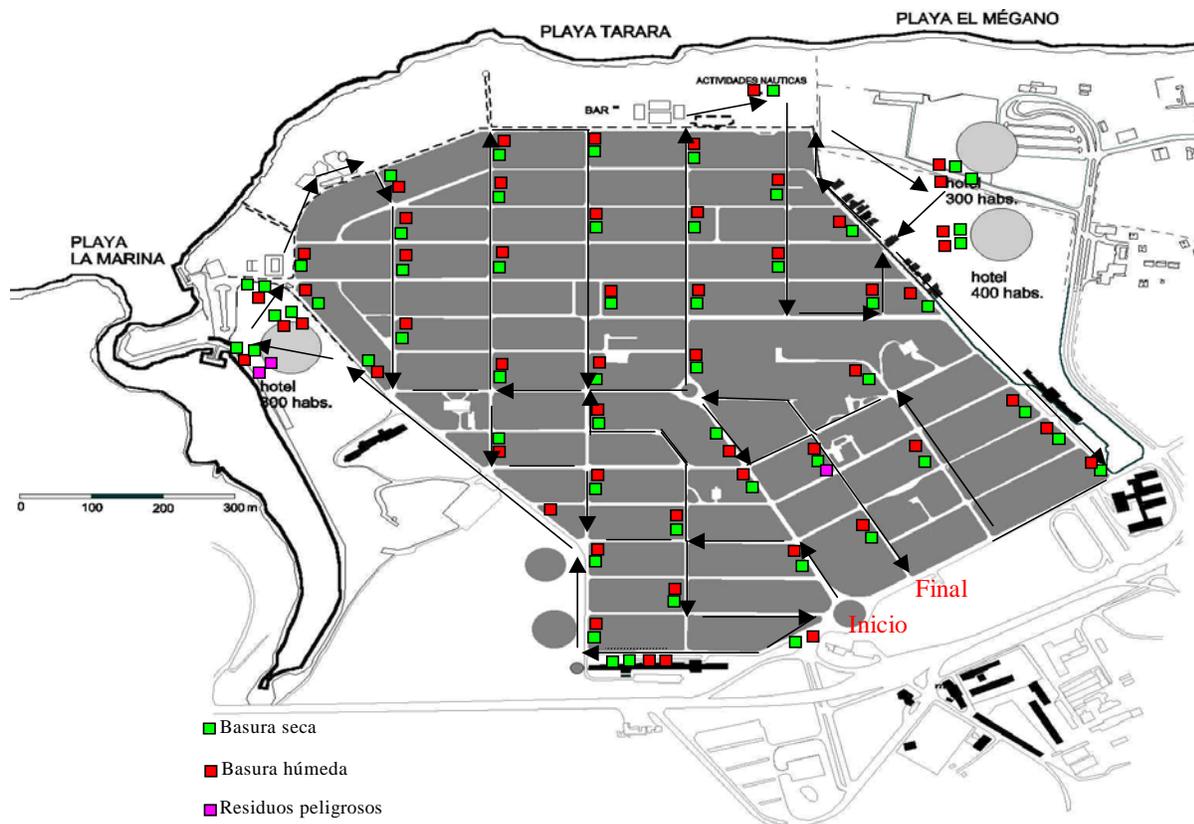


Figura 4. Ruta óptima de recogida de los residuos sólidos en Tarará

La figura 5 muestra el esquema de gestión propuesto para los desechos marinos en Tarará. Se observa la necesidad de una pre-recogida de la basura mediante contenedores y papeleras y la limpieza manual y mecánica de la arena. El uso del tractor con aditamentos permite la recogida y transporte adecuado de los residuos sólidos. Resulta importante el aprovechamiento de las latas y plásticos mediante el reciclaje porque adicionalmente, aumenta la vida útil del vertedero de Guanabacoa por la disminución en los aportes de residuos.

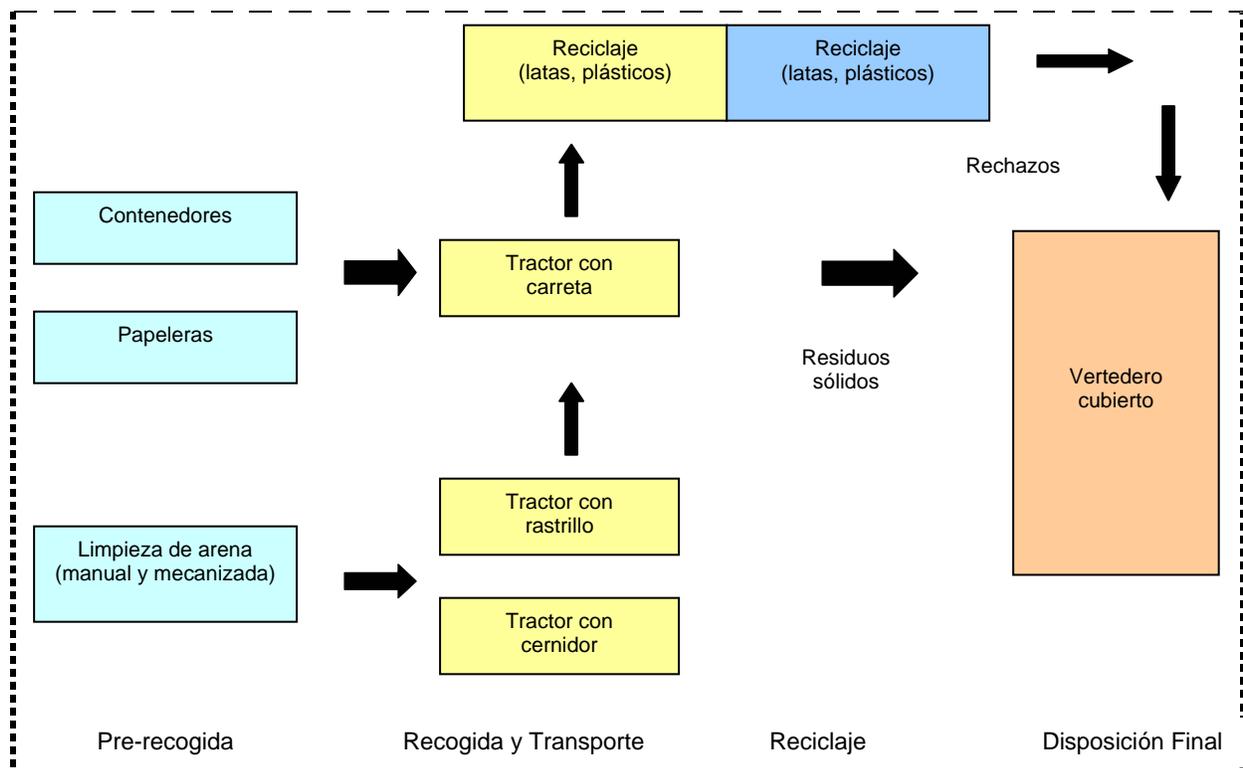


Figura 5. Gestión integral de los desechos marinos en Tarará

La limpieza manual de la playa incluye barridos a lo largo y ancho de la costa con escobillas de alambre y una frecuencia diaria, excepto los domingos y días festivos. La limpieza mecanizada requiere un rastrillo y un cernidor de arena acoplados a un tractor con una frecuencia semanal.

La calle, indispensable para la animación de la ciudad de Tarará, necesita un cuidado especial en lo que concierne a su limpieza y a la eliminación de residuos. Es preciso eliminar el polvo, las hojas caídas, las deyecciones de animales, residuos diversos y sobre todo las basuras domésticas de la actividad cotidiana. Todo ello tiene como objetivo mejorar la calidad de vida y el entorno. La limpieza de las vías se plantea mecanizada y manual. En la limpieza mecanizada se utilizará una barredora-aspiradora con agua y se plantea la construcción de contenes en las vías para minimizar el retroceso gradual de la línea de césped. En el barrido manual se utilizarán 6 carros pikets. Las papeleras no deben limitarse a la zona de playas y deben extenderse al resto del sector urbano de Tarará fundamentalmente en las áreas contiguas a los centros comerciales y de servicios, a una distancia de 15-20 m entre papeleras.

Los residuos sólidos generados, incluido los residuos procedentes de la limpieza de arena, se presentarán en bolsas plásticas de 100 L preferentemente con cierre para evitar los malos olores y el derrame de residuos. Los contenedores del conjunto habitacional estarán diferenciados en basura húmeda (rojo) y basura seca (gris). La basura procedente de los yates se dispondrá en contenedores plásticos de 100 L por atraque y un contenedor de 1000 L de color gris para su almacenamiento intermedio.

Los residuos forestales procedentes de la poda de los árboles y el segado del césped, se dispondrán conjuntamente con la basura húmeda en contenedores de 1000 L de color rojo y serán utilizados en la producción de compost para las áreas dedicadas a la siembra y comercialización de las especies forestales utilizadas en los polos turísticos del territorio. Se requieren 54 contenedores de 1000 L para la basura húmeda (orgánicos y forestales) y 55 contenedores de 1000 L para la basura seca (materiales inertes y combustibles). Los residuos procedentes de los hospitales se depositarán en 2 contenedores diferenciados de 1000 L.

Para lograr la sustentabilidad en el territorio se debe trabajar en la utilización de puntos regionales de tratamiento más que tratamientos individuales, que no logran amortizar los costos capitales y de explotación, y producen una dispersión de los focos de contaminación sino se manejan correctamente. La introducción de este esquema de manejo de residuos sólidos permitirá un desarrollo turístico sostenible sin riesgos ambientales importantes, conjuntamente con el establecimiento de programas de educación ambiental en cuanto al uso adecuado y disposición de los desechos, así como la preservación del medio ambiente. Las propuestas de manejo para minimizar el impacto de los residuos sólidos en el polo turístico Tarará son:

- *Educación ambiental;* es una medida esencial para enfrentar la contaminación por residuos sólidos en los polos turísticos e incluye el uso de panfletos, adhesivos y póster relativos a la contaminación ambiental, la promoción de programas educativos comunitarios y campañas masivas de concientización ambiental.
- *Acciones de limpieza;* constituye el elemento más importante en la eliminación de los residuos sólidos y comprende las fases de pre-recogida, recogida, transporte y disposición.
- *Reciclaje;* comprende la recuperación de los componentes de los residuos sólidos, en particular las latas de bebidas y plásticos.
- *Monitoreo;* proporciona una medida de la efectividad de las acciones planteadas en las propuestas de manejo.
- *Investigaciones científicas;* es importante la ejecución de investigaciones piloto en áreas de alto valor ecológico y económico y estudios sobre el impacto negativo en pérdidas para el turismo, costos de limpieza, costo / beneficio de programas de reciclaje, costos por reparaciones y tiempo perdido de embarcaciones y equipos debido a la interferencia de los residuos sólidos.

CONCLUSIONES

- El contenido de orgánicos (16%) en los residuos sólidos de Tarará es muy inferior al contenido de combustibles (45%) e inertes (31%), debido a los bajos períodos de permanencia de los residentes en las casas y yates que visitan la marina.
- La recogida selectiva, el reciclado, la producción de compost e incineración en puntos de tratamiento regionales, constituyen las opciones de reducción de residuos en Tarará más conveniente con vistas a lograr producciones más limpias y un aprovechamiento económico de los desechos.
- El reciclaje de las latas de bebidas y plásticos, y la disposición final de los rechazos en vertederos de tipo cubierto -por la escasez de materia orgánica- son las formas de eliminación más apropiadas.
- La ruta de recogida propuesta permite una reducción de la longitud a recorrer durante la fase de recogida y transporte.

BIBLIOGRAFÍA

- Bartone & Bernstein (1993). *Improving municipal solid wastes management in the third world countries*. Resources, Conservation and Recycling. Elsevier Science Publisher B.V. Vol. 8. The Netherlands. 43-54
- Bjorndal, K. et al (1994). *Ingestion of Marine Debris by juvenile sea turtle in Coastal Florida habitats*. Marine Pollution Bulletin. 28 (3). 540-548.
- Caulton, E. & Mocogni, M. (1987). *Preliminary studies of man-made litter in the Firth of Forth, Scotland*. Marine Pollution Bulletin. 18 (8). 446-450.
- EPA (1990). *Characterization of Municipal Solid Waste in the USA: 1990 Update*. T.D. 788. 48.
- Fillmann, G. & Wetzel, L. (1996). *Litter Pollution along Casino Beach, Brazilian Southern Coastline: a primary approach*. Proceeding International Conference. Pollution Process in Coastal Environments. J. Markovecchis. Mar del Plata. 42-45
- Flintoff, F. (1994). *Management of Solid Wastes in Developing Countries*. WHO. Regional Publications South East Asia Series N° 1 New Delhi. India. 231pp
- Golik, A. & Gartner. (1992). *Litter on Israeli Coastline*. Marine Environmental Research. 33. 1-15.
- Holmes, J.R. (1989). *Practical Waste Management*. Ed. Publisher: Wiley T.D. 791. 65.
- IOC-UNESCO. (1994). *Marine Debris: Solid Waste Management Action Plan for the Wider Caribbean*. IOC Technical Series 41. 20.
- Kubota, M. (1994). *A mechanism for Accumulation of Floating Marine Debris North of Hawaii*. Journal of Physical Oceanography. 24 (5) 1059-1064.
- Otero-Peral, Luis (1992). *Residuos Sólidos Urbanos*. MOPU. Centro de Publ. Madrid. 78
- Lentz, S. (1997). *Plastics in the marine environment: Legal approaches for international action*. Marine Pollution Bulletin. 18 (6B) 361-365.
- Nollkaemper, A. (1994). *Land-based discharge of Marine Debris: From local to global regulation*. Marine Pollution Bulletin. 28 (11). 649-652.
- Palacios et al. (1997). *Contaminación por residuos sólidos y petrolíferos en Playas del Este. Propuestas de Manejo*. EMPRESTUR S.A. Informe final CIMAB, 61p.
- Palacios, F. (1996). *Manejo de residuos sólidos en Marina Hemingway*. 119/95. Informe Final. CIMAB. 16.
- Palacios, F. (1995). *Economic Impact of Marine Debris in Cuba*. Memorias del IV Taller de trabajo sobre Manejo de Desperdicios Marinos en el Caribe. República Dominicana. IOC. 6
- PNUMA (1994). *Perspectiva regional sobre las fuentes de contaminación de origen terrestre en la Región del Gran Caribe*. Informe Técnico del PAC No. 33. Caribbean Program, 61p.
- Veenstra. S. (2000). *Management of Solid Waste*. Lectures notes. International Institute for Infrastructural, Hydraulic and Environmental Engineering. IHE. The Netherlands.