

Composición, características físicas y generación per cápita de los residuos sólidos en la playa Las Sombrillas, Lima

Composition, physical characteristics and per capita generation of solid waste at Las Sombrillas beach, Lima

Gabriel Enrique De-la-Torre^{1,*}; Rosa Pilar Laura¹

Resumen

Los residuos sólidos en ambientes marinos son un problema de alta relevancia e incidencia a nivel global. En el presente estudio se describió la composición, características físicas y determinó la generación per cápita de los residuos sólidos en la playa Las Sombrillas, Lima. Se contabilizó la afluencia de bañistas en 3 puntos de y procedió a recoger y caracterizar los residuos generados por los bañistas contabilizados durante el día. La categoría de otros residuos no reciclables fue la más abundante, con un 33,22% de la masa total promedio y 44,97% del volumen total promedio. Ingresaron 2616 persona.día⁻¹ en promedio, y generaron 0,014 kg.persona⁻¹.día⁻¹ en términos de masa y 0,000226 m³.persona⁻¹.día⁻¹ en términos de volumen. Los resultados difieren con la bibliografía citada. Las limitaciones del estudio se mencionaron en las discusiones.

Palabras clave: residuos sólidos; Lima; caracterización; generación; per cápita.

Abstract

Solid waste in marine environments is a problem of high relevance and global impact. In this study, we determine the composition, physical characteristics and per capita generation of solid waste at Las Sombrillas beach, Lima. The influx of bathers was counted in 3 points of and proceeded to collect and characterize the waste generated by bathers during the day. The "other non-recyclable" waste category was the most abundant, with 33.22% of the average total mass and 44.97% of the average total volume. An average of 2616 people.day⁻¹ entered the beach, and generated 0.014 kg.person⁻¹.day⁻¹ in terms of mass and 0.000226 m³.person⁻¹.day⁻¹ in terms of volume. The results differ with the cited bibliography. The limitations of the study were mentioned in the discussions.

Keywords: solid wastes; Lima; characterization; generation; per capita.

¹ Universidad San Ignacio de Loyola, Lima, Perú.

*Autor correspondiente: gabriel.e.dltp@gmail.com (G.E. De-la-Torre).

G.E. De-la-Torre  <https://orcid.org/0000-0002-0268-2784>

Recibido: 09-04-2019
Aceptado: 22-05-2019

Introducción

La contaminación y deterioro de la calidad de los ecosistemas costeros a raíz de las actividades antropogénicas es de conocimiento global (Ariza *et al.*, 2008). La presencia de contaminación con desechos y basura marina se encuentra en todos los océanos, desde los polos hasta el Ecuador y desde las costas hasta las profundidades del mar (Thompson *et al.*, 2009); lo cual ha generado preocupación a nivel mundial por las diversas consecuencias que esto significa (Ariza *et al.*, 2008; Gall y Thompson, 2015). Galgani *et al.* (2010) define la basura marina como los elementos fabricados o utilizados por las personas que han sido desechados deliberadamente o involuntariamente perdidos en el mar y playas, incluyendo los materiales transportados hacia el ambiente marino desde tierra a través de ríos, alcantarillado, drenaje o vientos. Varios estudios realizados en cuanto a la caracterización de residuos en zonas costeras de diferentes partes del mundo suelen categorizarlos principalmente en plásticos, metal, madera, vidrio, papel y otros (Corbin y Singh, 1993; Debrot *et al.*, 1999; Madzena y Lasiak, 1997; O'Hara y Younger, 1990; Silva-Iñiguez y Fischer, 2003; Slip y Burton, 1991) y a su vez, los plásticos pueden ser categorizados por tamaño, micro- meso- y macrolásticos (Ryan *et al.*, 2009), o por su origen, tales como bolsas, botellas y contenedores, redes de pesca, cuerdas de polipropileno, flotadores de pesca y otros (Slip y Burton, 1991).

La producción y composición de los residuos costeros dependen de las características naturales y sociales del lugar (Ariza *et al.*, 2008), al igual que la proximidad de industrias pesqueras y de transporte marítimo (Gregory y Ryan, 1997). Sin embargo, los resultados de muchos estudios concuerdan que el plástico (en diversas formas) es el contaminante más abundante (Corbin y Singh, 1993; Debrot *et al.*, 1999; Frost y Cullen, 1997; Gabrielides *et al.*, 1991; Galgani *et al.*, 1995; Madzena y Lasiak, 1997; O'Hara y Younger, 1990; Slip y Burton, 1991), presumiblemente porque es un elemento muy común y de material persistente en el

ambiente (Frost y Cullen, 1997), contemplando entre 60% y 80% de todos los residuos marinos (Allen, 2011; Golik, 1997). En algunos pocos casos, otros elementos como la madera suelen ser más abundantes (Corbin y Singh, 1993; Silva-Iñiguez y Fischer, 2003); esto reafirma que la composición de los residuos depende del entorno y la sociedad.

El daño ocasionado a los ambientes costeros y marinos se puede dividir en tres categorías (Galgani *et al.*, 2010): ecológico (mortalidad o impactos subletales a plantas y animales por enredo, daño físico e ingesta, incluyendo la absorción de microplásticos, acumulación de sustancias químicas provenientes de plásticos, facilitación de la invasión de especies exóticas o alteración de la estructura de la comunidad bentónica), económico (costos para el turismo, daños a los buques, equipo de pesca e instalaciones, pérdidas en las operaciones pesqueras, costos por limpieza) y social (pérdida del valor paisajístico y seguridad pública). Actualmente se sabe que por lo menos 260 especies han sido afectadas por residuos marinos a través de la ingesta o enredo (Gregory, 2009; STAP, 2011; Teuten *et al.*, 2007), considerando 86% de todas las especies marinas, 44% de todas las especies de aves marinas, 43% de todos los mamíferos marinos y numerosas especies de peces y crustáceos (Laist, 1997). Algunos casos específicos son los estudiados por Fry (1987), quien encontró que el contenido de residuos plásticos intestinales en *Phoebastria immutabilis* y *Ardenna pacifica* ocasionó la aparición de ulceraciones proventriculares y lesiones inflamatorias crónicas; Boerger *et al.* (2010), a través de un muestreo de peces con manta de arrastre en el norte del pacífico, se encontró que 35% de los peces ingirieron plásticos, promediando 2,1 piezas por pez; y Murray y Cowie (2011), quienes demostraron la presencia de plásticos intestinales en 83% de los crustáceos (*Nephrops norvegicus*) muestreados alrededor de las islas de Cumbrae, Escocia. En cuanto al aspecto económico, los residuos flotantes afectan negativamente al sector pesquero debido al tiempo perdido en la limpieza de basura en

la redes, hélices y entradas de agua bloqueadas (STAP, 2011), así como el gasto anual por parte de las autoridades en algunas localidades por la limpieza de playas asciende a millones de dólares (Ryan y Swanepoel, 1996; Hall, 2000) y continúa en crecimiento (Brink *et al.*, 2009). Finalmente, en cuanto al aspecto social, los residuos marinos afectan gravemente la estética y aspecto visual de las playas para los turistas y visitantes locales (Gregory, 1999), al igual que causan problema de salud relacionados con lesiones (cortes e ingesta) y enfermedades micóticas (Ivar do Sul y Costa, 2007), por lo que los turistas tienden a evitar playas con altas concentraciones de residuos marinos (Galgani *et al.*, 2010).

En Lima, la generación de residuos sólidos se ha mantenido en crecimiento continuo

durante los últimos años (INEI, 2016), aunque se desconoce al detalle la composición de dichos residuos. Con el desarrollo urbano en zonas costeras, las actividades pesqueras, agrícolas, civiles y turísticas han aumentado considerablemente, lo cual indica una mayor generación de residuos marinos en el mar peruano (Purca y Henostroza, 2017). Sin embargo, todavía hay muy escasa información sobre la composición de dicho residuos y casos específicos de daños ecológicos, económicos o sociales en el litoral peruano.

El presente estudio tiene como objetivo el aporte teórico sobre la composición y magnitud de los residuos marinos en las playas de Lima por medio de caracterizaciones de residuos sólidos periódicas en una playa altamente concurrida, así como determinar la generación de residuos per cápita.

Materiales y métodos

Área de estudio

El área de estudio fue la playa Las Sombrillas, ubicada en el distrito de Barranco y Chorrillos, Lima. Se encuentra a una latitud 12.15°S, longitud 77.02°W, comprende un área de aproximadamente 25000 m² y un litoral de 290 m (Figura 1).

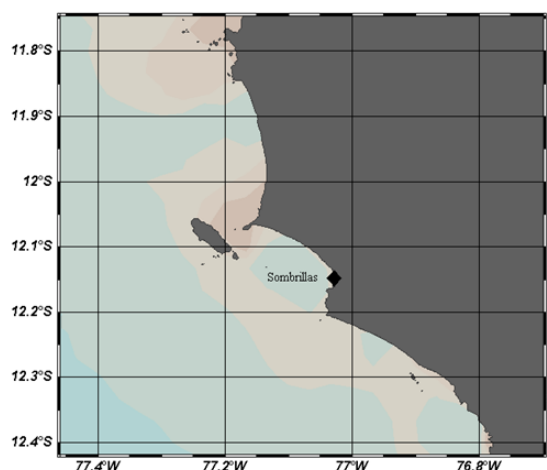


Figura 1. Ubicación de la playa mediante el programa Ocean Data View 4 - NOAA.

Muestreo y obtención de datos

Se realizó una limpieza general durante la madrugada y primeras horas de la mañana en los 16000 m² de zona recreacional, previa a la llegada de los bañistas al área de estudio, con el propósito de no alterar la

muestra con residuos previos a los generados por los bañistas durante el transcurso del día.

Estando la playa limpia, se procedió al conteo de la afluencia de bañistas con el fin de determinar la cantidad de residuos sólidos generados por personas durante el día, al igual que la composición de dichos residuos. El conteo se llevó cabo por medio de tres puntos de monitoreo (Figura 2).



Figura 2. Playa Las Sombrillas. Δ: puntos de monitoreo, 1: zona de uso recreacional, 2: zonas de otro uso (estacionamiento y zonas no arenosas).

Una vez recolectado los residuos desechados durante el día, se procedió a caracterizar los mismos considerando las categorías: plásticos (reciclables), madera, vidrio, papel y cartón, metal, orgánico y otros residuos no reciclables. Se determinó la masa de los residuos por categoría utilizando una balanza romana digital y el

volumen por medio de un recipiente cónico de dimensiones conocidas.

Software estadístico

Se utilizó el software estadístico Minitab 17 para calcular los errores estándar de la media y la regresión lineal.

Resultados y discusión

Durante el periodo de estudio se recolectó un total de 109,36 kg de residuos, los cuales representan 1,94 m³. Se contabilizó un total de 7848 personas que ingresaron a la playa. En promedio, ingresaron 2616 ± 209 personas.día⁻¹, se generaron $36,45 \pm 2,35$ kg.día⁻¹ de residuos y $0,68 \pm 0,102$ m³.día⁻¹. De tal forma, la generación media per cápita de residuos en la playa Las sombrillas fue de 0,014 kg.persona⁻¹.día⁻¹ en términos de masa y 0,000226 m³.persona⁻¹.día⁻¹ en términos de volumen.

Tabla 1. Categoría de los residuos en términos de masa y volumen. MM: Masa promedio (Kg); M%: Porcentaje de la masa promedio (%); VM: Volumen promedio (m3); V%: Porcentaje del volumen promedio (%)

Categoría	MM	M%	VM	V%
Otros residuos	12,11	33,22	0,30	44,97
Orgánico	9,42	25,85	0,03	4,70
Plástico	7,02	19,26	0,24	35,16
Vidrio	4,87	13,35	0,02	2,67
Metal	2,34	6,41	0,05	7,46
Papel y cartón	0,53	1,46	0,03	5,05
Madera	0,17	0,46	0,00	0,00
Total	36,45	100	0,68	100

De acuerdo a la media de los datos obtenidos, la categoría de otros residuos no reciclables fue la más representativa, con un 44,97% del volumen y 33,22% de la masa total de los residuos; esta categoría estuvo conformada principalmente por piezas de recipientes de poliestireno (no reciclable), bolsas y pañales. Los residuos plásticos (reciclables) fueron los segundos más relevantes en términos de volumen, con un 35,16% y 19,26% de la masa total. En términos de masa, los residuos orgánicos tuvieron un 25,85% de representatividad,

pero un 4,70% en términos de volumen. El resto de los residuos independientes representan menos del 15% del total en masa y volumen, como se observa en la **Tabla 1.**

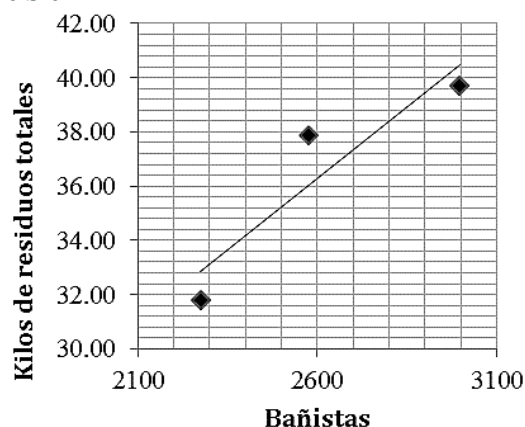


Figura 3. Regresión lineal de los kilos de residuos totales en función de la afluencia de bañistas.

Las categorías de residuos de mayor densidad fueron los orgánicos y de vidrio, con 295,87 kg.m⁻³ y 269,28 kg.m⁻³ respectivamente. Asimismo, las categorías de menor densidad fueron el papel y cartón y plástico, con 15,59 kg.m⁻³ y 29,45 kg.m⁻³ respectivamente. La densidad de las categorías otros residuos no reciclables y metal son mínimas en comparación con los residuos orgánicos y vidrio.

La cantidad de los residuos generados está en función al número de bañistas que ingresan a la playa diariamente.

En la **Figura 3** la regresión lineal obtenida a partir de la cantidad de residuos en kilogramos y el número de personas que ingresan a la playa nos resulta en la siguiente regla de correspondencia:

$$Y = 0,00105 \cdot X + 8,8882 \quad (1)$$

El índice de correlación (r^2) es de 0,8537, siendo esta una correlación muy alta. Con los resultados obtenidos se puede hacer una

aproximación de la cantidad de residuos que se generan dependiendo de la afluencia de bañistas.

Conclusiones

A pesar de que generalmente los plásticos constituyen la mayor parte de los residuos marinos (**Galagni et al., 2015**), los resultados indican que los recipientes y piezas de poliestireno (categoría: otros residuos no reciclables) son las más abundantes. Puesto que la producción y composición de residuos dependen de las características naturales y sociales (**Ariza et al., 2008**), en este caso específico, se observaron 12 puestos vendedores de comida, los cuales sirven sus productos en recipientes de poliestireno. De acuerdo a las observaciones realizadas, comprar alimentos de estos puestos e ingerirlos mientras se encuentran en la playa es un hábito común entre los bañistas, lo cual justifica la composición de los residuos recolectados. Otra categoría de interés son los residuos metálicos, los cuales estuvieron conformados principalmente por latas de aluminio y tapones corona o comúnmente llamados "chapas". El 100% de las latas de aluminio recolectadas son de marcas de bebidas

alcohólicas, al igual que la mayoría de las chapas. Adicionalmente se pudo observar la venta ambulatoria de bebidas alcohólicas dentro del balneario y el consumo de éstas de forma natural, pese a las señalizaciones que expresan su prohibición. De acuerdo a la Ley N° 28681, Artículo 12°, la venta, distribución y consumo de bebidas alcohólicas en vía pública se encuentra prohibida sin excepción (**El Peruano, 2009**). Esto es un indicador de la falta de fiscalización en los balnearios públicos de Lima.

Los resultados de este estudio expresan datos correspondientes a una época del año en específico (verano) y no toman en cuenta las posibles variaciones de la composición de los residuos sólidos en otras épocas del año más frías, en las cuales la afluencia de bañistas puede variar significativamente. De tal modo, los resultados obtenidos son indicadores de la generación de residuos sólidos per cápita, su composición y características física en la playa Las Sombrillas durante la época de verano.

Agradecimientos

Agradecemos a la Red Universitaria Ambiental – RUA nodo Usil y los voluntarios

que participaron de las actividades que permitieron la elaboración de este estudio.

Referencias bibliográficas

- Allen, J.I. 2011. Marine Environment and Human Health: An Overview. En: Hester, R.E.; Harrison, R.M. (Comp.). Marine pollution and human health. Cambridge. Reino Unido. Pp. 1-24.
- Ariza, E.; Jiménez, J.A.; Sardá, R. 2008. Seasonal evolution of beach waste and litter during the bathing season on the Catalan coast. *Waste Management* 28(12): 2604-2613.
- Boerger, C.M.; Lattin, G.L.; Moore, S.L.; Moore, C.J. 2010. Plastic ingestion by planktivorous fishes in the North Pacific Central Gyre. *Marine Pollution Bulletin* 60(12): 2075-2278.
- Brink, P.T.; Lutchman, I.; Bassi, S.; Speck, S.; Sheavly, S.; Register, K.; Woolaway, C. 2009. Guidelines on the Use of Market-based Instruments to Address the Problem of Marine Litter. Bruselas: Institute for European Environmental Policy (IEEP).
- Corbin, C.J.; Singh, J.G. 1993. Marine debris contamination of beaches in St. Lucia and Dominica. *Marine Pollution Bulletin* 26(6): 325-328.
- Debrot, A.O.; Tiel, A.B.; Bradshaw, J.E. 1999. Beach debris in Curaçao. *Marine Pollution Bulletin* 38(9): 795-801.
- Diario El Peruano. 2009. Ley N° 28681. Lima, Perú, 11 de junio de 2009.
- INEI. 2016. Anuario de estadísticas ambientales 2016. Lima, p. 409.
- Ivar do Sul, J.; Costa, M.F. 2007. Marine debris review for Latin America and the Wider Caribbean Region: From the 1970s until now, and where do we go from here? *Marine Pollution Bulletin* 54(8): 1087-1104.

- Frost, A.; Cullen, M. 1997. Marine debris on northern New South Wales beaches (Australia): Sources and the role of beach usage. *Marine Pollution Bulletin* 34(5): 348-352.
- Fry, D.M.; Fefer, S.I.; Sileo, L. 1987. Ingestion of plastic debris by Laysan Albatrosses and Wedge-tailed Shearwaters in the Hawaiian Islands. *Marine Pollution Bulletin* 18(6): 339-343.
- Gabrielides, G.P.; Golik, A.; Loizides, L.; Marino, M. G.; Bingel, F.; Torregrossa, M.V. 1991. Man-made garbage pollution on the Mediterranean coastline. *Marine Pollution Bulletin* 23: 437-441.
- Galgani, F.; Burgeot, T.; Bocquéné, G.; Vincent, F.; Leauté, J.P.; Labastie, J.; Forest, A.; Guichet, R. 1995. Distribution and abundance of debris on the continental shelf of the Bay of Biscay and in Seine Bay. *Marine Pollution Bulletin* 30(1): 58-62.
- Galgani, F.; Fleet, D.; Van Franeker, J.; Katsanevakis, S.; Maes, T.; Mouat, J.; Oosterbaan, L.; Poitou, I.; Hanke, G.; Thompson, R.; Amato, E.; Birkun, A. & Janssen, C. 2010. Marine Strategy Framework Directive, Task Group 10 Report: Marine Litter. En JRC Scientific and Technical Reports (ed.) N. Zampoukas. Ispra: European Commission Joint Research Centre.
- Galgani, F.; Hanke, G.; Maes, T. 2015. Global Distribution, Composition and Abundance of Marine Litter. En: M. Bergmann, L. Gutow; M. Klages (Comp.). *Marine Anthropogenic Litter*. Inglaterra. Pp. 29-56.
- Gall, S.C.; Thompson, R.C. 2015. The impact of debris on marine life. *Marine Pollution Bulletin* 92(1-2): 170-179.
- Golik, A. 1997. Debris in the Mediterranean Sea: Types, Quantities, and Behavior. En J.M. Coe; D.B. Rogers (Comp.). *Marine Debris*. Estados Unidos de América. Pp. 7-14.
- Gregory, M.R.; Ryan, P.G. 1997. Pelagic Plastics and Other Seaborne Persistent Synthetic Debris: A Review of Southern Hemisphere Perspectives. En J.M. Coe; D.B. Rogers (Comp.). *Marine Debris*. Estados Unidos de América. Pp. 49-66.
- Gregory, M.R. 1999. Plastics and South Pacific Island shores: environmental implications. *Ocean & Coastal Management* 42(6-7): 603-615.
- Gregory, M.R. 2009. Environmental implications of plastic debris in marine settings – entanglement, ingestion, smothering, hangers-on, hitch-hiking and alien invasions. *Philosophical Transactions of the Royal Society B* 364(1526): 2013-2025.
- Hall, K. 2000. Impacts of Marine Debris and Oil: Economic and Social Costs to Coastal Communities, KIMO International.
- Laist, D.W. 1997. Impacts of marine debris: entanglement of marine life in marine debris including a comprehensive list of species with entanglement and ingestion records. En J.M. Coe; D.B. Rogers (Comp.). *Marine Debris*. Estados Unidos de América. Pp. 99-141.
- Madzena, A.; Lasiak, T. 1997. Spatial and temporal variations beach litter on the Transkei coast of South Africa. *Marine Pollution Bulletin* 34(11): 900-907.
- Murray, F.; Cowie, P.R. 2011. Plastic contamination in the decapod crustacean *Nephrops norvegicus* (Linnaeus, 1758). *Marine Pollution Bulletin* 62(6): 1207-1217.
- O'Hara, K.J.; Younger, L. 1990. Cleaning North America's beaches: 1989 beach cleanup results. Washington, D.C.; Estados Unidos de América: Center for Marine Conservation.
- Purca, S.; Henostroza, A. 2017. Presencia de microplásticos en cuatro playas arenosas de Perú. *Revista peruana de biología* 24(1): 101-106.
- Ryan, P.G.; Swanepoel, D. 1996. Cleaning beaches: sweeping the rubbish under the carpet. *South African Journal of Science* 92(6): 275-276.
- Ryan, P.G.; Moore, C.J.; van Franeker, J.A.; Moloney, C.L. 2009. Monitoring the abundance of plastic debris in the marine environment. *Philosophical Transactions of the Royal Society B* 364(1526): 1999-2012.
- Silva-Iñiguez, L.; Fischer, D.W. 2003. Quantification and classification of marine litter on the municipal beach of Ensenada, Baja California, Mexico. *Marine Pollution Bulletin* 46(1): 132-138.
- Slip, D.J.; Burton, H.R. 1991. Accumulation of fishing debris, plastic litter, and other artefacts, on Heard and Macquarie Islands in the Southern. *Ocean Environmental Conservation* 18(3): 249-254.
- STAP. 2011. Marine Debris as a Global Environmental Problem: Introducing a solutions based framework focused on plastic. Washington, DC: Scientific and Technical Advisory Panel.
- Teuten, E.L.; Rowland, S.J.; Galloway, T.S.; Thompson, R.C. 2007. Potential for Plastics to Transport Hydrophobic Contaminants. *Environmental Science & Technology* 41(22): 7759-7764.
- Thompson, R.C.; Moore, C.J.; vom Saal, F.S.; Swan, S.H. 2009. Plastics, the environment and human health: current consensus and future trends. *Philosophical Transactions of the Royal Society B* 364(1526): 2153-2166.