

# EVALUACIÓN Y CARACTERIZACIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS EN PLAYA GRANDE, HUACHO, REGIÓN LIMA

## EVALUATION AND CHARACTERIZATION OF SOLID WASTE IN PLAYA GRANDE, HUACHO, LIMA REGION

Rafael Gonzales<sup>1</sup>Francisco Ganoza<sup>1</sup>Rosmery Corasma<sup>1</sup>Edwin Pinto<sup>1</sup>Jesús Barreto<sup>2</sup>

### RESUMEN

GONZALES, R., GANOZA, F., CORASMA, R., PINTO, E. & BARRETO, J. (2023). *Evaluación y caracterización de residuos sólidos en Playa Grande, Huacho, Región Lima, Inf Inst Mar Perú, 50(3), 428-443.*- El estudio se realizó con la finalidad de determinar abundancia, distribución, composición de los residuos sólidos y su influencia en el medio ambiente de Playa Grande. El 21 de septiembre 2019, se efectuó la recolección de datos durante la jornada de limpieza denominada "Salvemos las Playas de Huacho", se evaluaron 3 zonas de muestreo, cada una con 6 transectos perpendiculares a la línea costera de aproximadamente 90 metros y en cada transecto se realizaron 3 estaciones; las muestras se tomaron dentro de una unidad de muestreo de 3x3 m (9 m<sup>2</sup>), para catalogación, recolección y peso de los residuos sólidos; se realizó 51 estaciones de muestreo debido a la geomorfología de la zona. La abundancia en peso se estimó en 1828,6 t, distribuidas en 4140 artículos de residuos sólidos; estuvo compuesta por madera, plástico, vidrio, papel y cartón, metal y tela. Por artículos, fueron plásticos (70,99%), madera (27,82%), vidrio (0,70%), papel y cartón (0,24%), metal (0,14%) y tela (0,1%). Por zonas de muestreo se distribuyó en playa Punta Lachay (243,9 t y 4,82 artículos/m<sup>2</sup>), playa La Partida (1145,5 t y 16,22 artículos/m<sup>2</sup>) y playa Zigzag (439,2 t y 5,31 artículos/m<sup>2</sup>). Los resultados permitieron concluir, que el residuo sólido más abundante en Playa Grande, fue plástico; las fuentes de residuos se originan en: el descarte de basura efectuada desde las embarcaciones en alta mar, por la actividad de la pesca artesanal de orilla y por las desembocaduras de los ríos más cercanos, como Chancay, Chillón y Rímac.

PALABRAS CLAVE: basura marina, residuos sólidos, Playa Grande, Huacho, Región Lima

### ABSTRACT

GONZALES, R., GANOZA, F., CORASMA, R., PINTO, E. & BARRETO, J. (2023). *Evaluation and characterization of solid waste in Playa Grande, Huacho, Lima Region, Inf Inst Mar Perú, 50(3), 428-443.*- This study aimed to determine the abundance, distribution, and composition of solid waste and its impact on the environment of Playa Grande. On September 21, 2019, data collection was carried out during the cleaning campaign titled "Saving Huacho's Beaches." Three sampling zones were evaluated, each with six transects perpendicular to the coastline, approximately 90 m long, and within each transect, three stations were established. Samples were collected within a 3x3 m sampling unit (9 m<sup>2</sup>) for cataloging, collection, and weighing of solid waste. A total of 51 sampling stations were established due to the geomorphology of the area. The estimated weight abundance was 1828.6 tons, distributed among 4140 solid waste items, including wood, plastic, glass, paper and cardboard, metal, and fabric. By item, plastics accounted for 70.99%, wood 27.82%, glass 0.70%, paper and cardboard 0.24%, metal 0.14%, and fabric 0.1%. Concerning sampling zones, the distribution was as follows: Punta Lachay Beach (243.9 tons and 4.82 items/m<sup>2</sup>), La Partida Beach (1145.5 t and 16.22 items/m<sup>2</sup>), and Zigzag Beach (439.2 t and 5.31 items/m<sup>2</sup>). The findings pointed to a predominant presence of plastic as the primary solid waste in Playa Grande, with its sources stemming from diverse origins such as marine vessel waste disposal, artisanal coastal fishing operations, and the adjacent river mouths of Chancay, Chillón, and Rímac.

KEYWORDS: marine pollution, solid waste, Playa Grande, Huacho, Lima Region

## 1. INTRODUCCIÓN

La basura marina, se encuentra a lo largo y ancho del planeta y son amenaza para espejos de agua, tanto marinos como continentales. Actualmente, esta basura está ampliamente distribuida en todos los océanos, en aguas abiertas y en zonas costeras; los materiales que conforman la basura marina son vidrio, papel, cartón, metal, tela,

residuos relacionados con la pesca, madera, filtros de cigarrillos, residuos sanitarios provenientes de aguas residuales, cuerdas, juguetes, etc.; sin embargo, múltiples estudios han constatado que los plásticos representan más del 80 % de la basura marina. Según Naciones Unidas, cada minuto, se vierte al mar el equivalente a un camión lleno de plásticos. Al menos 7 trillones de partículas de plástico invaden los océanos,

1 IMARPE, Laboratorio Costero de Huacho. rgonzales@imarpe.gob.pe

2 Facultad de Ingeniería Pesquera. Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión – UNJFSC

las que terminan siendo más peligrosas cuando se degradan y por ello las consecuencias son alarmantes: Naciones Unidas prevé que para el 2050 habrá más plásticos que peces en el océano y el Perú no está libre (ALFARO, 2006).

Alfaro, A. (2018<sup>3</sup>) durante una conferencia mencionó que los impactos que genera la basura en el mar, están relacionados con la salud pública, degradación de ambientes costeros, que causan disminución del valor estético y recreativo del perfil costero, así como mortalidad de fauna (animales que se enredan o tragan pedazos de plástico), así como impactos en las actividades de pesca artesanal e industrial y en los deportes náuticos.

MARNOBA (2015) señala que, la basura marina está compuesta de todo lo anteriormente señalado por los autores mencionados, pero que esta definición no incluye objetos ni material semisólido o viscoso como aceites vegetales o minerales, parafina u otras sustancias químicas.

Para BERGMANN, GUTOW y KLAGES (2015) la basura marina es una amenaza principal para la vida silvestre, los hábitats y las redes alimentarias en todo el mundo y CONAMA (2016) además de considerar que las basuras marinas están compuestas por muchos materiales, también incluyen los derivados o desechos de las actividades pesqueras. CHESHIRE *et al.* (2009) señalan que se excluyen de la definición de basura marina la materia orgánica (heces o residuos de alimentos) y materiales de origen natural como hierbas o algas marinas.

La situación actual de la basura marina en las zonas costeras, tiene estrecha relación con la pobreza, debido al arrojado de residuos sólidos al mar que, al degradarse con el ambiente, se convierten en microplásticos, que generan impacto sobre la biodiversidad, los ecosistemas y se pescan recursos contaminados que pueden afectar al ser humano.

GALGANI, HANKE y MAES (2015) mencionan que la basura marina varada en las playas se encuentra a lo largo de la costa y es un motivo de preocupación permanente. Los datos de basura

en la playa son derivados de enfoques basados en mediciones de cantidades, considerando muestreos en transectos de ancho variable y longitud paralela o perpendicular a la orilla.

PURCA y HENOSTROZA (2017, pág. 105), indican que en el 2014 y 2015, en cuatro playas arenosas, se colectaron fragmentos de plástico duro mayores a 1 mm en más del 80 % de cada muestra; la playa Costa Azul (Ventanilla) presentó 463,33 partículas/m<sup>2</sup> (2,6 g/m<sup>2</sup>) de plástico duro; la playa Albufera de Medio Mundo, presentó el menor número y peso de microplásticos (4,67 ítems/m<sup>2</sup> y 0,50 g/m<sup>2</sup>), concluyendo que nuevos tipos de plásticos estarían conformando los microplásticos que serían nuevas vías de contaminación en los hábitats marinos.

En la Región Lima, 30 km al suroeste de la ciudad de Huacho, entre Punta Salinas y Punta Grita Lobos, se ubica una playa de más de 20 millas de largo denominada "Playa Grande", que muestra un gran problema ambiental como es la acumulación de basura, formada por restos orgánicos y diferentes artículos de residuos, que ocupan una extensa área debido a malas prácticas de disposición final de basura, que llegan al mar siendo dispersados por acción de las corrientes marinas, llegando a varar en Playa Grande por la configuración de su geomorfología, donde la mar presenta apreciables corrientes de resaca y fuertes rompientes. La Autoridad Marítima de Capitanía del Puerto de Huacho DICAPI-HUACHO (2019) realizó una evaluación aérea y terrestre de toda la zona afectada (de sur a norte, 50 km, aproximadamente) editando un video informativo que es difundido por los medios de información de la Región Lima, en el que se observa gran cantidad de basura acumulada.

La evaluación de residuos sólidos, se realizó dentro de la campaña de limpieza de Playa Grande, denominada "Salvemos las Playas de Huacho", organizada por la Capitanía del Puerto de Huacho, cuyo objetivo fue determinar abundancia, distribución y composición de residuos sólidos totales y por áreas de acumulación; identificar las fuentes de ingreso de los residuos sólidos en la zona marino costera y establecer una guía con

3 Alfaro, A. (2018). Esta declaración fue revelada por el consultor en gestión ambiental durante su ponencia en el Primer Congreso de Reciclaje Plástico (mayo 2018, Lima), evento en donde participó con el tema: "El problema de la basura marina en el Perú y el reciclaje como una alternativa de solución"

pautas para recoger los datos asociados a las limpiezas de playas de manera estandarizada, para que dicha metodología pueda ser utilizada por: Gobierno Regional, Local, Instituciones y Asociaciones. La toma estandarizada de datos permitirá una recopilación sistematizada de los mismos, poniéndolos a disposición de las distintas entidades, para elaborar y ejecutar programas de seguimiento de acuerdo a las normas de Protección del Medio Marino, entre otros.

En la campaña de Limpieza de Playa Grande, se lograron convocar, a través de los medios de prensa e invitaciones, a instituciones Regionales, Locales, universidades, colectivos civiles, iglesias, empresas, pescadores y ciudadanía en general, comprometidos con el cuidado del ecosistema, lográndose la presencia de 600 personas, facilitando la logística de transporte y alimentos, que fueron distribuidos en tres áreas de limpieza en las zonas costeras de Playa Grande: Punta Lachay, la Partida y Zigzag, el 21 de setiembre 2019. El Laboratorio Costero de IMARPE de Huacho en coordinación con Capitanía, desarrolló actividades de evaluación y caracterización de los residuos sólidos, de acuerdo a la metodología internacional de AMETEC (APEC Marine Environmental Training and Education Center).

## 2. MATERIALES Y MÉTODOS

### Área de estudio

La zona de estudio Playa Grande, se encuentra ubicada entre 11°18'42,13"S, 77°37'36,09"W y 11°26'21,07"S, 77°23'48,46"W, tiene una exten-

sión de 32,4 km, con ancho de playa de 100 metros, en la que se incluyen tres playas de sur a norte: Punta Lachay, La Partida y Zigzag (Fig. 1).

La evaluación de residuos sólidos y campaña de limpieza, se efectuó en 18 transectos, con una línea de muestreo de 3 estaciones, generando 54 estaciones, distribuidas en las tres playas.

### Zonas de muestreo

El personal científico del Laboratorio Costero de IMARPE de Huacho, se distribuyó en tres grupos de muestreo, que se desplazaron a cada una de las playas.

**Punta Lachay.-** Ubicada entre 11°18'42,13"S, 77°37'36,09"W y 11°20'28,86"S, 77°34'04,62"W, es una playa de 10,8 km de largo, con ancho de más de 800 m por el lado norte y 150 m por el lado sur. Desde la zona de baja marea hasta el inicio de las dunas, se muestrearon 5 transectos con 3 estaciones de muestreo, cada una perpendicular a la línea costera, totalizando 15 estaciones, con sus respectivas réplicas (Tabla 1, Figs. 2, 3).

Tabla 1.- Transectos en la playa de Punta Lachay, 2019

Estación	Latitud	Longitud
T1	11°18'42,13"S	77°37'36,09"W
T2	11°19'8,60"S	77°36'43,19"W
T3	11°19'35,23"S	77°35'50,33"W
T4	11°20'1,97"S	77°34'57,18"W
T5	11°20'28,86"S	77°34'04,62"W



Figura 1.- Áreas de muestreo de prospección en Playa Grande, 21/9/2019



Figura 2.- Distribución de transectos en la playa, Punta Lachay, 2019

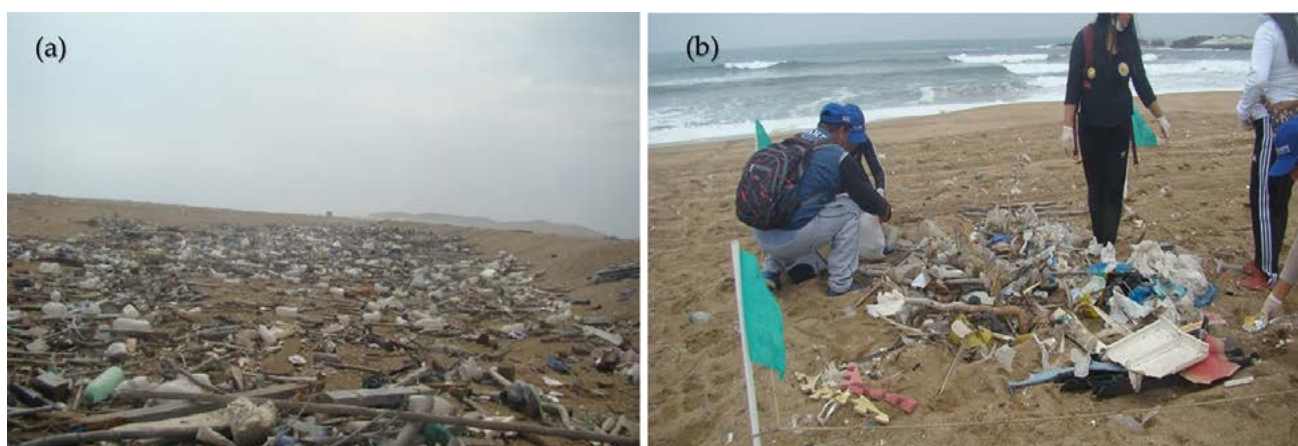


Figura 3.- Distribución de residuos sólidos, (a) zona de depresión, entre dunas, (b) zona de baja marea, Punta Lachay, 2019

La morfología dinámica de la zona entre Punta Lachay y La Partida, corresponde a una playa con características reflectiva, de fuerte resaca y oleaje. Desde la zona de baja marea, se extiende unos 40 m, con una leve pendiente, presenta pequeñas dunas y depresiones, donde quedan depositados los residuos sólidos que son transportados, cuando las mareas son muy altas y fuertes; desde esta depresión, se observa hacia el este una gran planicie, que se va estrechando hacia el sur, conforme se acerca hacia la zona denominada “La Partida”, mencionada así por los pescadores recurrentes de la zona, porque en esta zona, la playa se estrecha y se limita por la formación de un extenso acantilado de formación arenisca, que incrementa su altura hasta unos 180 m de altura aproximadamente, conforme se extiende hacia el sur (HIDRONAV, 2001).

**Playa La Partida.-** Zona ubicada en  $11^{\circ}23'45,51''S$ ,  $77^{\circ}33'12,18''W$ , es una playa amplia de 10,8 km de largo y ancho entre 150 a 120 m desde la línea de costa hasta el inicio del acantilado de arena. Se muestrearon 6 transectos con 3 estaciones, cada uno perpendicular a la línea costera, en 18 estaciones con sus respectivas réplicas (Tabla 2, Figs. 4, 5).

Tabla 2.- Transectos en playa La Partida, 2019

Estación	Latitud	Longitud
T1	$11^{\circ}20'56,04''S$	$77^{\circ}33'12,18''W$
T2	$11^{\circ}21'23,53''S$	$77^{\circ}32'19,72''W$
T3	$11^{\circ}21'51,27''S$	$77^{\circ}31'27,44''W$
T4	$11^{\circ}22'19,04''S$	$77^{\circ}30'34,85''W$
T5	$11^{\circ}22'46,95''S$	$77^{\circ}29'43,02''W$
T6	$11^{\circ}23'16,01''S$	$77^{\circ}28'51,26''W$



Figura 4.- Distribución de transectos en Playa La Partida, 2019



Figura 5.- Distribución de residuos sólidos en playa La Partida, 2019

La morfología dinámica de la zona entre La Partida y Zigzag, corresponde a una playa con características disipativas, con suave pendiente desde la línea de baja marea, hasta el borde e inicio del acantilado de arena; la zona de deslizamiento desde la línea de baja marea se desplaza unos 120 a 150 metros. El oleaje frente a esta zona se caracteriza por su altura y el amplio recorrido de la zona de rompiente (HIDRONAV, 2001).

Tabla 3.- Transectos en playa Zigzag, 2019

Estación	Latitud	Longitud
T1	11°23'45,51"S	77°28'00,16"W
T2	11°24'16,27"S	77°27'09,66"W
T3	11°24'46,69"S	77°26'18,64"W
T4	11°25'17,47"S	77°25'28,34"W
T5	11°25'49,00"S	77°24'38,18"W
T6	11°26'21,07"S	77°23'48,46"W

**Playa Zigzag.-** Zona ubicada en 11°26'43,40"S, 77°28'00,13"W, es una playa amplia de 10,8 km de largo, con ancho promedio de 100 m desde la línea de baja marea hasta el inicio del acantilado de arena, en esta zona, se distribuyeron y muestrearon 6 transectos con 3 estaciones de muestreo, cada uno perpendicular a la línea costera, con 18 estaciones con sus respectivas réplicas (Tabla 3, Figs. 6, 7).

La morfología dinámica de la zona entre la playa Zigzag y Río Seco, corresponde a una playa con características disipativas, con suave pendiente ligeramente perceptible, por las marcas de mareas (Fig. 7). Los residuos sólidos en esta zona, se encontraron dispersos, desde la línea de baja marea, hasta el borde e inicio del acantilado de arena, indicativo que cuando se producen fuertes mareas, el oleaje las desplaza y acumula a lo largo del ancho de la playa, denominada zona de deslizamiento (HIDRONAV, 2001).



Figura 6.- Distribución de transectos en playa Zigzag, 2019



Figura 7.- Distribución de residuos sólidos en Playa Zigzag, 2019

## METODOLOGÍA

Durante la campaña de limpieza en Playa Grande, se siguió a AMETEC (2014) y LEYTON Y THIEL (2018). Se evaluaron los residuos sólidos caracterizados por categoría. Para georreferenciar las áreas de muestreo, se utilizó un GPS. El área prospectada de Playa Grande, se dividió en tres zonas con 6 transectos y 3 réplicas por cada playa. En cada estación de muestreo se colocó un cuadrante de  $3 \times 3$  metros ( $9 \text{ m}^2$ ). La primera estación se localizó en la zona alta de la playa (cerca de la carretera, acantilados, terraplén, duna y vegetación), la segunda estación en el punto medio y la tercera estación cerca del borde del agua.

En cada estación, dentro del cuadrante, se procedió al conteo, clasificación y pesaje de los residuos sólidos, que se anotaron en fichas técnicas. Se registraron los elementos iguales o mayores a

25 mm (diámetro o longitud). Elementos mayores a 50 cm (mega residuos) se registraron por separado. Todo el material se guardó en bolsas de polietileno, para ser procesados en el Laboratorio Costero de Huacho.

La biomasa total y clasificación de residuos sólidos se determinó extrapolando el área de las estaciones de muestreo al área total de la zona estudiada.

Toda la información se procesó usando los programas: Excel, Primer 6 para análisis estadístico, Surfer 13 para las cartas de distribución y también se utilizaron los mapas de Google Earth.

Se tomó en cuenta las características geomorfológicas e hidrodinámicas de la zona de estudio, régimen de vientos predominantes, condiciones meteorológicas durante el muestreo; los factores antrópicos considerados estuvieron referidos

a la proximidad a puntos de vertimiento como desembocaduras de los ríos, vertederos costeros, pescadores de la zona, turística, ausencia de servicios de limpieza, etc. (Fig. 8).

La clasificación, el número y masa de los residuos sólidos, se registraron en fichas de datos (Tabla 4) y además se fotografiaron.

Los criterios tomados en cuenta para las características de los residuos fueron: si más del 50% del volumen original de un artículo está intacto se considera "completo", de lo contrario es considerado "fragmentado". Si un artículo está conformado por más de un tipo de material, se consideró el predominante.



Figura 8.- Muestreo de residuos sólidos, Playa Grande, 2019

Tabla 4.- Sistema de clasificación de residuos sólidos en playas

Tipo	Material y estructura	Estado del elemento	Código	Ejemplos de uso predispuesto
Polímero	Plástico duro	Completo	A	Botellas, juguetes
		Fragmento	Af	
	Película	Completo	B	Bolsas plásticas, guantes
		Fragmento	Bf	
	Fibras	Completo	C	Redes, trapos, colillas de cigarro
		Fragmento	Cf	Sogas, paños
	Espuma de poliestireno	Completo	D	Boyas de poli estireno
		Fragmento	Df	
	Otras espumas plásticas	Completo	E	Otros elementos de espuma
		Fragmento	Ef	
Otros polímeros	Completo	F	Globos de goma	
	Fragmento	Ff	Elementos quemados	
Pellet	Completo	G		
	Fragmento	Gf		
No polímeros	Vidrio y cerámicas	Completo	H	Botellas, jarras
		Fragmento	Hf	
	Metal	Completo	I	Latas de aluminio
		Fragmento	If	
	Papel y cartón	Completo	J	Libros, papeles
		Fragmento	Jf	
	Madera	Completo	K	Trampas de pesca, palizada
		Fragmento	Kf	
	Otros materiales	Completo	L	Trapos de algodón
		Fragmento	Lf	

### 3. RESULTADOS

Se estimó 1828,7 t de residuos sólidos en el área estudiada de Playa Grande (Tabla 5).

#### Composición de residuos sólidos

Al desagregar los residuos recolectados, se determinaron 4140 artículos (Tabla 6), en número predominó el plástico (70,99%) seguido de madera (27,83%). De acuerdo al peso, predominó la madera (64,45%), seguido del plástico (33,16%).

#### Abundancia

La abundancia de residuos sólidos fue de 9,02 artículos/m<sup>2</sup>, predominando plástico 6,40 ±1,86 artículos/m<sup>2</sup> y madera 2,51 ±3,03 artículos/m<sup>2</sup>, seguidos por vidrio 0,06 artículos/m<sup>2</sup>, papel 0,02 artículos/m<sup>2</sup>, metal 0,01 artículos/m<sup>2</sup> y tela 0,01 artículos/m<sup>2</sup> (Fig. 9).

#### Peso por playas

El peso total en Playa Grande fue de 1828,7 t. Los resultados de sur a norte fueron: Punta Lachay con 243,9 t de residuos sólidos y abundancia promedio de 4,82 artículos/m<sup>2</sup>, La Partida en donde se encontró la mayor concentración de residuos sólidos, con 1145,5 t y 16,22 artículos/m<sup>2</sup> y Zigzag con 439,2 t de residuos sólidos y 5,31 artículos/m<sup>2</sup> (Fig. 10).

#### Distribución

En el grafico (Fig. 11), se observa que la mayor distribución se dio en la estación E3 donde se encuentra la línea superior de la playa con abundancia de 12,86 ± 12,93 artículos/m<sup>2</sup>, seguido de la estación E2, en la línea de marea alta, con 10,11 ± 11,48 artículos/m<sup>2</sup> y en menor abundancia la estación E1, donde inicia la línea del agua, 3,33 ± 2,95 artículos/

Tabla 5.- Residuos sólidos en Playa Grande, 2019 (toneladas)

Residuos sólidos	toneladas	%
palizada (madera)	595,3	32,55
fragmentos de espuma de poliestireno	558,3	30,53
fragmentos de papel y cartón	137,5	7,52
botellas-jarras de vidrio	136,4	7,46
botellas-juguetes	122,1	6,68
fragmentos de plástico duro (tuberías)	62,5	3,42
fragmentos de vidrio o cerámica	50,7	2,77
elementos quemados	42,2	2,31
redes	33,8	1,85
bolsas plásticas-guantes	30,5	1,67
sogas, paños	24,1	1,32
boyas de poliestireno	11,5	0,63
fragmentos de madera	10,2	0,56
globos de goma	4,8	0,26
otros elementos de espuma	4,7	0,26
trapos algodón	2,0	0,11
papeles-cartón	0,7	0,04
latas de aluminio	0,6	0,03
pellets	0,5	0,03
fragmentos de películas de plástico	0,2	0,01
boyas de poliestireno	0,1	0,01
	1828,7	100

Tabla 6.- Composición de los residuos sólidos, Playa Grande. Setiembre 2019

Nro.	Composición	Nro. artículos	%	Peso (g)	%
1	Plástico	2939	70,99	98816,6	33,16
2	Madera	1152	27,83	192061,0	64,45
3	Vidrio	29	0,70	4631,3	1,55
4	Papel y cartón	10	0,24	1520,0	0,51
5	Metal	6	0,14	680,0	0,23
6	Tela	4	0,10	290,0	0,10
		4140		297998,9	

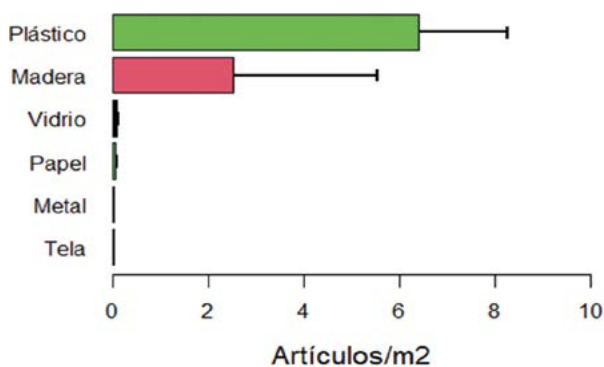


Figura 9.- Abundancia de residuos sólidos (artículos/m<sup>2</sup>), Playa Grande, 2019

m<sup>2</sup>. En la (Fig. 12), se observan 3 grupos que generó el clúster, el primer grupo está compuesto por plástico, el segundo por madera y el tercer grupo conformado por vidrio, papel, metal y tela.

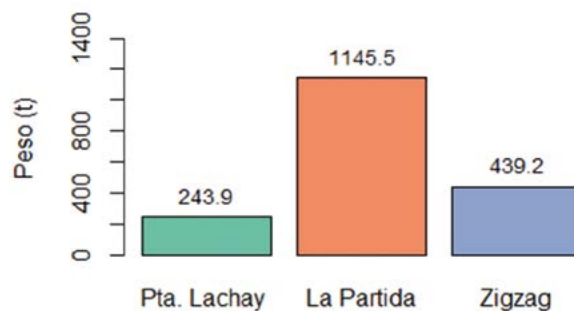


Figura 10.- Abundancia de residuos sólidos (t) por área, Playa Grande, 2019



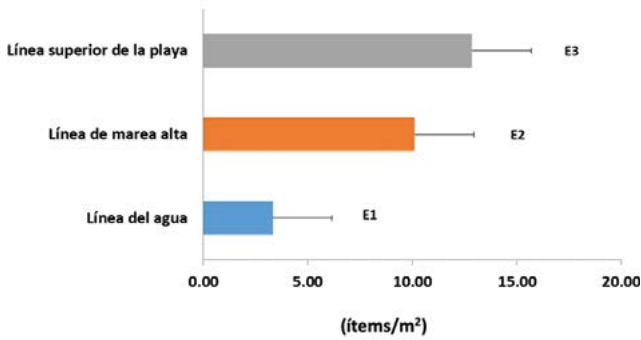


Figura 11.- Abundancia de residuos sólidos (artículos/m²) y distribución de estaciones en la playa, 2019

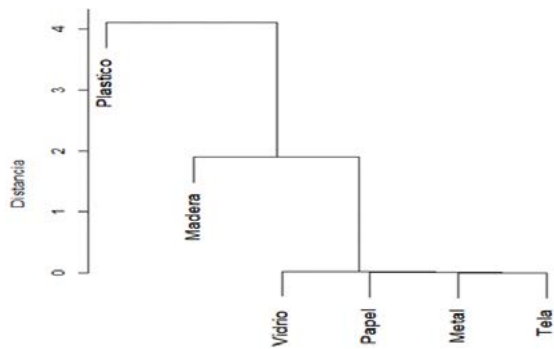


Figura 12.- Análisis de clúster para tipos de residuos sólidos, Playa Grande, 2019

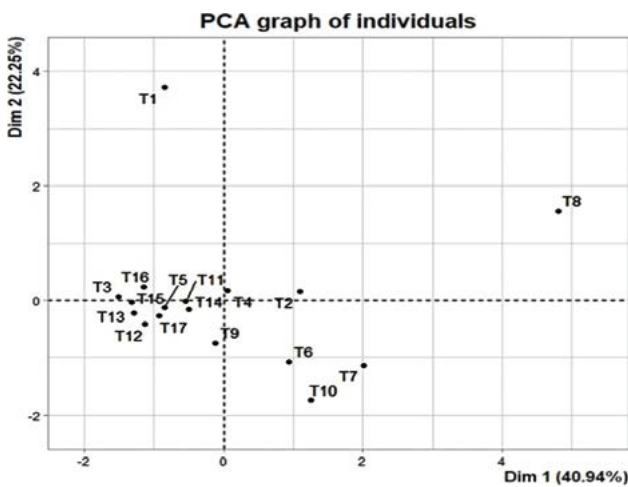


Figura 13.- Abundancia de residuos sólidos (artículos/m²), Playa Grande, 2019

### Análisis de componentes principales (ACP)

El análisis exploratorio de ACP en R, indica que, a lo largo de la zona en estudio, las mayores concentraciones de residuos sólidos se ubican en la zona central (64,5%) conformada por los transectos T5, T6, T7, T8 y T10, mientras que en el conglomerado de los demás transectos sus abundancias son menores, pero con distribuciones y densidades casi similares (Fig. 13).

En el círculo de correlaciones (Fig. 14), se observa que tanto los plásticos como las maderas (palizada), presentan alta correlación, las longitudes de las flechas para estas variables, están muy cercanas a "1"; el análisis de las densidades, tanto para plásticos como para maderas, permite observar, que una de estas se van incrementando de sur a norte (por efecto de las corrientes y característica geomorfológica de la zona), la distribución de plásticos se ubica a lo largo de todo el litoral, el de madera se distribuye igualmente de sur a norte pero desaparece del lado norte de la zona, ante el desarrollo de duna desde la playa La Partida hasta Punta Lachay.

### MUESTREOS POR PLAYAS

#### PUNTA LACHAY

Se estimó 243,9 t de residuos sólidos (Tabla 7).

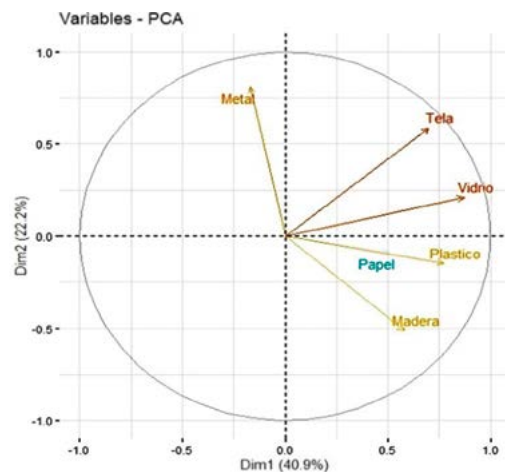


Figura 14.- Correlación de residuos sólidos (t) por área, Playa Grande, 2019

Tabla 7.- Residuos sólidos en Punta Lachay, 2019 (toneladas)

Residuos sólidos	toneladas	%
películas de plástico	56,5	23,17
fragmentos de espuma de poliestireno	48,4	20,01
botellas-juguetes	40,2	16,48
fragmento de plástico duro (tuberías)	31,7	13,00
botellas jarras de vidrio	17,5	7,18
fragmentos de papel y cartón	10,2	4,18
bolsas plásticas-guantes	8,1	3,32
globos de goma	8,1	3,32
palizada (madera)	7,2	2,95
redes	5,7	2,34
latas de aluminio	4,2	1,72
otras fragmentos de espuma	4,1	1,68
trapos algodón	1,5	0,62
sogas-paños	0,1	0,04
<b>Total</b>	<b>243,9</b>	<b>100</b>

**Abundancia:** fue de 4,82 artículos/m<sup>2</sup> y por composición más abundante fue plástico (4,56 ± 2,85 artículos/m<sup>2</sup>) seguido de madera (0,11 artículos/m<sup>2</sup>), vidrio (0,07 ± 0,09 artículos/m<sup>2</sup>), metal (latas de aluminio) 0,04 ± 0,02 artículos/m<sup>2</sup>, papel (0,04 ± 0,05 artículos/m<sup>2</sup>) y tela (0,01 artículos/m<sup>2</sup>). Por unidades se contabilizó en plásticos 615 ítems, madera 15, vidrio 10, metal 5, papel y cartón 5 y tela 1 artículo. El análisis de clúster, para tipos de residuos sólidos, muestra tres grupos con diferenciación y predominancia: plásticos (primer grupo) seguido del segundo grupo conformado por madera y el tercer grupo por papel, vidrio, metal y tela (Fig. 15).

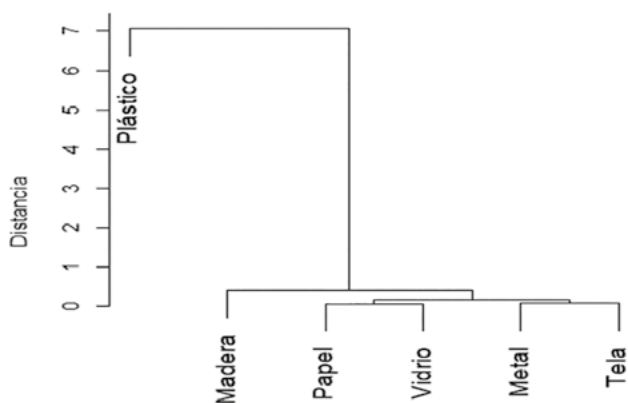


Figura 15.- Análisis de clúster: abundancia de residuos sólidos, Punta Lachay, 2019

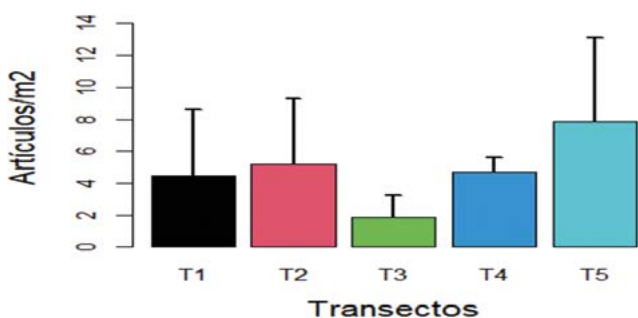


Figura 16.- Distribución de residuos sólidos (artículos/m<sup>2</sup>) por transectos, Punta Lachay, 2019

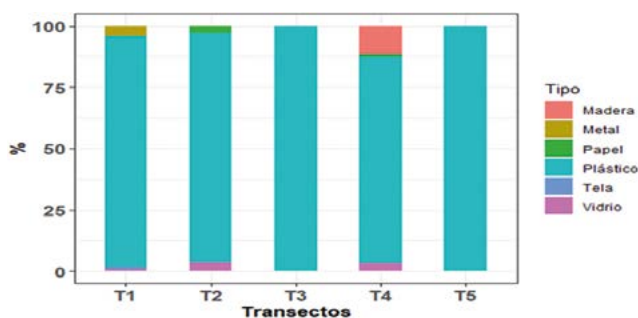


Figura 17.- Distribución porcentual de residuos sólidos por transectos, Punta Lachay, 2019

**Distribución**

**Transectos.-** La distribución de residuos sólidos promedio en unidades/m<sup>2</sup>, mostró predominancia en el T5 (7,85 ± 5,29 artículos/m<sup>2</sup>) mientras que, el T3 presentó menor abundancia (Fig. 16).

La predominancia del plástico fue notoria en T1 (94,21%), T2 (93,57%), T3 (100%) T4 (85,25%) y T5 (100%). En el T1 se encontró metal (4,13%), vidrio (0,83%) y tela (0,83%); en T2 vidrio (3,57%), papel (2,86%), en T4, la madera representó 11,81% y se registró vidrio (3,15%) y papel (0,79%) (Fig. 17).

**Estación.-** La distribución mostró mayor abundancia en las estaciones 3, línea superior de la playa (6,53 ± 4,13 artículos/m<sup>2</sup>) y 2, línea de marea alta (6,29 ± 2,60 artículos/m<sup>2</sup>), mientras que la estación 1, línea del agua presentó menor abundancia (1,64 ± 1,72 artículos/m<sup>2</sup>) (Fig. 18).

En la estación 1, se encontró plástico (77,03%), madera (20,27%), papel (1,35%) y vidrio (1,35%); en la estación 2, predominó el plástico (95,05%) seguido de vidrio (2,83%), papel (1,41%) y metal (0,71%); en la 3, se encontró plástico (98,30%) seguido de metal (1,02%), vidrio (0,34%) y tela (0,34%) (Fig. 19).

**PLAYA LA PARTIDA**

Se estimó 1.145,5 t residuos sólidos en la playa La Partida (Tabla 8).

Tabla 8.- Residuos sólidos en La Partida, 2019 (toneladas)

Residuos sólidos	toneladas	%
Fragmentos de madera	479,5	41,86
Palizada de madera	431,4	37,66
bolsas plásticas-guantes	98,4	8,59
botellas-juguetes	71,8	6,27
redes	19,1	1,67
boyas de poliestireno	11,5	1,00
botellas, jarras de vidrio	11,0	0,96
fragmentos de plástico duro-tuberías	9,3	0,81
globos de goma	7,5	0,65
fragmentos de espuma de poliestireno	2,9	0,25
otros elementos de espuma	0,7	0,06
otros fragmentos de espuma	0,6	0,05
papeles-cartón	0,6	0,05
pellets	0,5	0,04
trapos algodón	0,5	0,04
fragmentos de vidrio o cerámica	0,2	0,02
elementos quemados	0,1	0,01
	1145,6	100

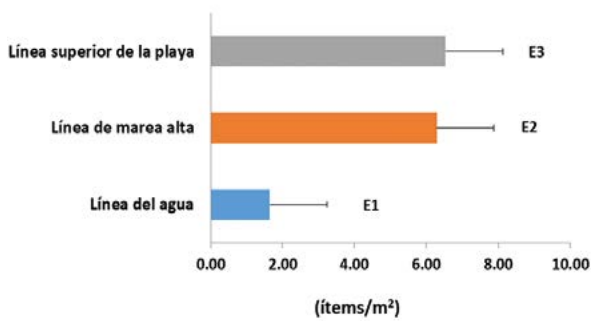


Figura 18.- Distribución de residuos sólidos (artículos/m²) por estaciones, Punta Lachay, 2019

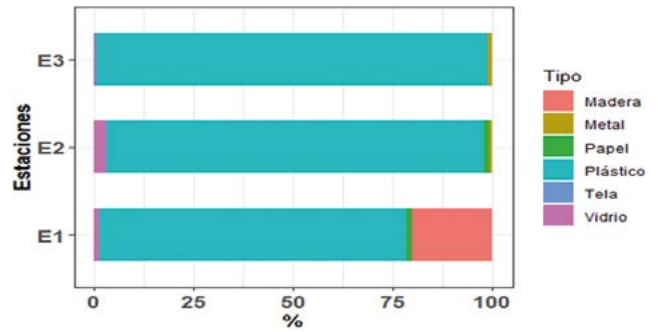


Figura 19.- Distribución porcentual de artículos de residuos sólidos por estaciones, Punta Lachay, 2019

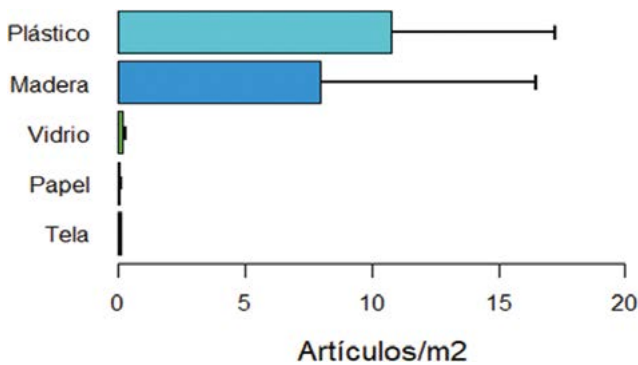


Figura 20.- Abundancia de residuos sólidos, La Partida, 2019

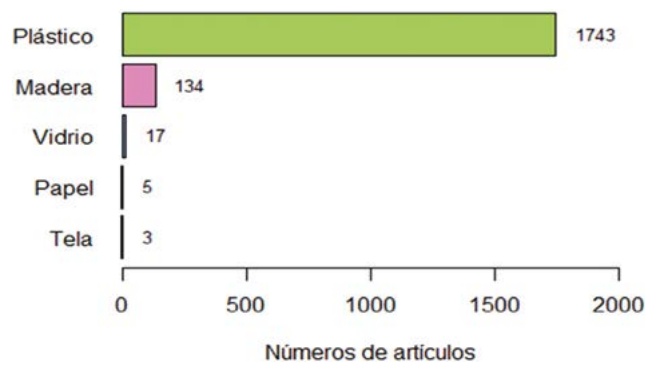


Figura 21.- Artículos de residuos sólidos, La Partida, 2019

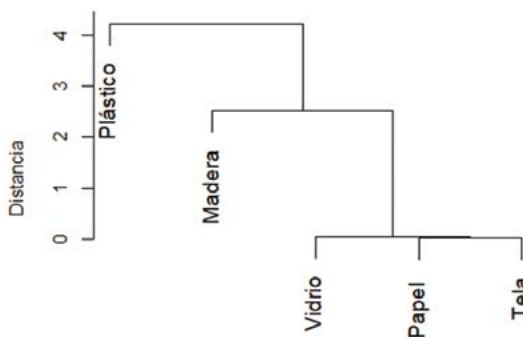


Figura 22.- Análisis de clúster para tipos de residuos sólidos, La Partida, 2019

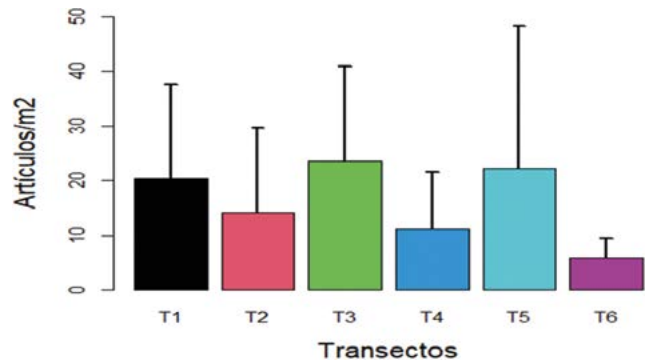


Figura 23.- Distribución de residuos sólidos (artículos/m²) por transectos, La Partida, 2019

**Abundancia:** fue de 16,22 artículos/m². Por composición más abundante fue plástico (10,76 ± 6,46 artículos /m²; seguido de madera (5,31 ± 8,51 artículos/m²); vidrio (0,10 ± 0,12 artículos/m²); papel (0,03 ± 0,04 artículos/m²) y tela (0,02 artículos/m²) (Fig. 20). Por artículos, se contabilizó en plásticos 1743 ítems, madera 860 ítems, vidrio 17, papel y cartón 5 y tela 3 ítems (Fig. 21).

El análisis de clúster, para tipos de residuos sólidos, muestra diferenciación de plásticos y madera, con respecto al resto de residuos, seguida del tercer grupo conformado por vidrio, papel y tela (Fig. 22).

**Distribución**

**Transecto:** la distribución promedio en unidades/m², mostró mayor acumulación de basura en T1 (20,37 ± 17,05 artículos/m²), T3 (23,56 ± 17,37 artículos/m²) y T5 (22,30 ± 26,02 artículos/m²); los transectos 2 (14,07 ± 15,59 artículos/m²) y 4 (11,15 ± 10,36 artículos/m²) también presentaron alta acumulación de residuos sólidos, mientras que el T6 (5,89 ± 3,56 artículos/m²) tuvo menor abundancia (Fig. 23). Porcentualmente, en T1 hubo predominio de plástico (75,27%) siguiendo madera (24,55%) y vidrio (0,18%); en el T2 se encontró la madera en mayor abundancia

(50,00%), seguido de plástico (47,89%), papel (1,05%) y vidrio (1,05%); en el T3 se encontró plástico (75,31%) seguido de madera (20,44%), tela (2,83%) y vidrio (1,26%); en T4 predominó plástico (58,47%), madera (41,20%) y vidrio (0,33%); en T5 predominó plástico (57,31%), seguido de madera (42,52%) y vidrio (0,17%); en T6 predominó plástico (83,02%), seguido de madera (15,72%) y vidrio (1,26%) (Fig. 24).

**Estación:** muestra tendencia a mayor abundancia en la estación 3 línea superior de la playa (25,00 ± 16,34 artículos/m<sup>2</sup>) y 2 línea de marea alta

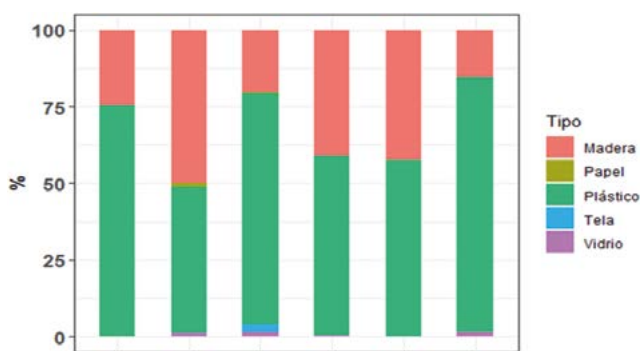


Figura 24.- Distribución porcentual de residuos sólidos por transectos, La Partida, 2019

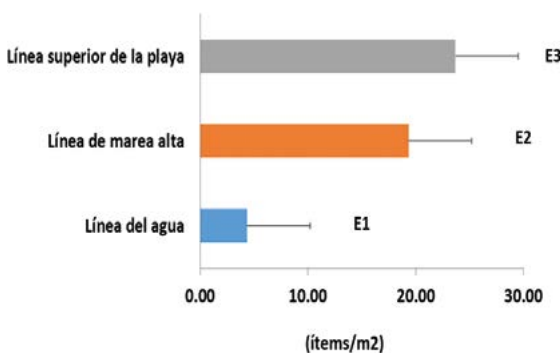


Figura 25.- Distribución de residuos sólidos (artículos/m<sup>2</sup>) por estaciones, La Partida, 2019

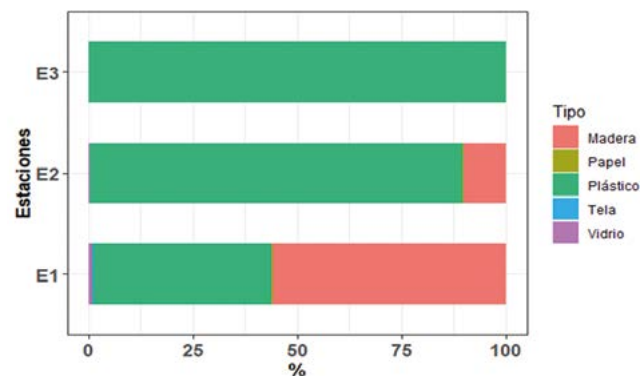


Figura 26.- Distribución porcentual de residuos sólidos por estaciones, La Partida, 2019

(19,33 ± 15,8 artículos/m<sup>2</sup>), la estación 1 línea del agua, presentó menor abundancia (4,33 ± 3, 12 artículos/m<sup>2</sup>) (Fig. 25). En la estación 1 predominó madera (55,93%), seguida de plástico (42,81%), vidrio (0,96%), tela (0,22%) y papel (0,07%); en la estación 2 se encontró plástico (89,18%) madera (10,06%), vidrio (0,38%) y papel (0,38%); en la estación 3 se encontró solo plástico (100,00%) (Fig. 26).

**PLAYA ZIGZAG**

Se estimó un total de 439,2 t residuos sólidos en toda el área de playa Zigzag (Tabla 9).

**Abundancia:** fue de 5,31 artículos/m<sup>2</sup> y por composición, más abundante fue el plástico (3,59 ± 1,51 artículos/m<sup>2</sup>), madera (1,71 ± 0,87 artículos/m<sup>2</sup>), vidrio (0,01 artículos/m<sup>2</sup>) y metal 0,01 artículos/m<sup>2</sup> (Fig. 27). Por artículos se contabilizó: plásticos 581 artículos, madera 277 artículos, vidrio 2 y metal 1 (Fig. 28).

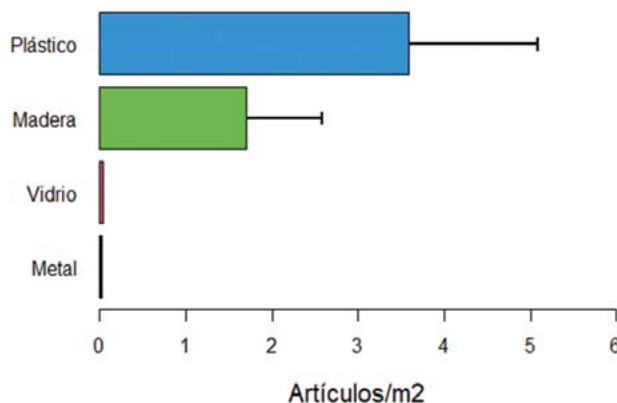


Figura 27.- Abundancia artículos/m<sup>2</sup> de Residuos sólidos en playa Zigzag, 2019

Tabla 9.- Residuos sólidos en playa Zigzag, 2019 (toneladas)

Residuos sólidos	toneladas	%
fragmentos de palizada (madera)	156,7	35,67
fragmento de películas de plástico	81,0	18,44
fragmentos de madera	78,8	17,94
globos de goma	35,1	7,99
botellas-juguetes	24,4	5,55
sogas-paños	24,0	5,46
bolsas plásticas-guantes	15,6	3,55
fragmentos de espuma de poliestireno	10,8	2,46
redes	9,0	2,05
botellas-jarras de vidrio	2,1	0,48
fragmento de plástico duro (tuberías)	1,2	0,27
latas de aluminio	0,6	0,14
<b>Total</b>	<b>439,3</b>	<b>100</b>

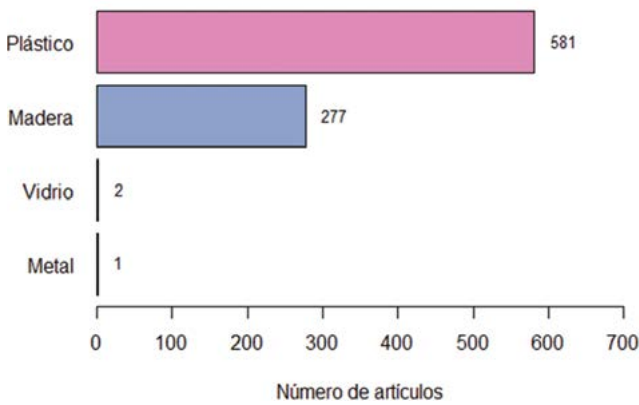


Figura 28.- Artículos de residuos sólidos, playa Zigzag, 2019

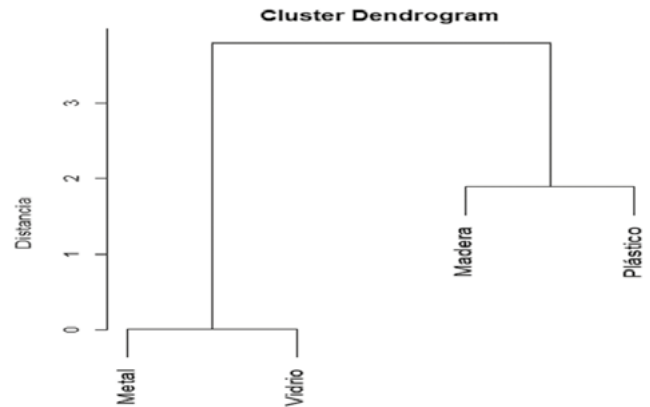


Figura 29.- Análisis de clúster para tipos de residuos sólidos, playa Zigzag, 2019

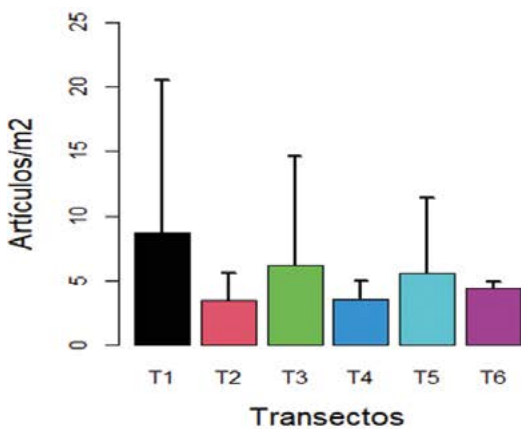


Figura 30.- Distribución de residuos sólidos (artículos/m²) por transectos, playa Zigzag, 2019

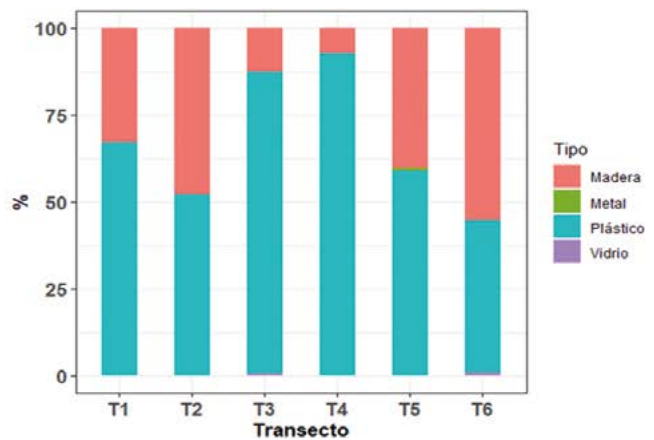


Figura 31.- Distribución porcentual de residuos sólidos por transectos, playa Zigzag, 2019

El análisis de clúster para tipos de residuos sólidos, muestra el primer grupo para plásticos y madera, el segundo grupo estuvo conformado por metal y vidrio (Fig. 29).

**Distribución**

**Transecto:** la distribución presentó mayor acumulación en T1 (8,70 ± 11,80 artículos/m²), T3 (6,15 ± 8,44 artículos/m²) y T5 (5,59 ± 5,84 artículos/m²), se encontró menor acumulación en T2 (3,48 ± 2,12 artículos/m²), T4 (3,56 ± 1,42 artículos/m²) y T6 (4,41 ± 0,53 artículos/m²) (Fig. 30).

En T1, predominó plástico (67,23%), seguido de madera (32,77%); en T2, se encontró plástico (52,13%), madera (47,87%); T3 predominó plástico (86,75%), seguido de madera (12,65%) y vidrio (0,60%); T4, predominó plástico (92,71%) y madera (7,29%), T5 predominó plástico (58,94%), seguido de madera (40,40%) y metal (0,66%), T6 predominó la madera (55,46%), seguida del plástico (43,7%) y vidrio (0,84%) (Fig. 31).

**Estación:** se encontró mayor abundancia en la estación 3 línea superior de la playa (7,31 ± 5,53 artículos/m²) y 2 línea de marea alta (5,72 ± 8,20 artículos/m²). La estación 1 línea del agua (2,91 ± 1,59 artículos/m²) fue la que menor abundancia presentó (Fig. 32).

En la estación 1, predominó el plástico (62,28%), seguido de madera (36,96%), vidrio (0,51%) y metal (0,25%); en la estación 2, se encontró plástico (63,69%), madera (36,31%); en la estación 3, se registró plástico (76,05%), madera (23,95%) (Fig. 33).

**Fuentes de ingreso de residuos sólidos**

Playa Grande (conformada por las playas Punta Lachay, La Partida y Zigzag) es una amplia área arenosa, donde no se observó que anteriormente se haya desarrollado limpieza. Durante la ejecución de limpieza y evaluación de la basura (setiembre 2019), se registró acumulación de gran cantidad de residuos sólidos, que ingresan o son

varados por el movimiento dinámico de las olas del mar, compuestos por productos descartados desde embarcaciones en alta mar tanto de bandera nacional como extranjera, los ejemplos son envases de comidas rápidas (Fig. 34). A lo que se suma lo que es arrojado por los pescadores artesanales de orilla, quienes abandonan residuos de artes de pesca (pañó monofilamento, cabos de polietileno), así como restos de envases plásticos conformados por bolsas, entre otros.

También fue notoria la cantidad de residuos sólidos conformados por palizadas (madera), vidrios y otros, que se encuentran en las desembocaduras de los ríos y que son arrastrados de sur a norte por corrientes y oleajes, terminando varados en las playas. Los ríos más cercanos a esta zona evaluada son Chancay, Chillón y Rímac, que son muy contaminantes debido al arrojado de basura en sus riberas (Fig. 35).

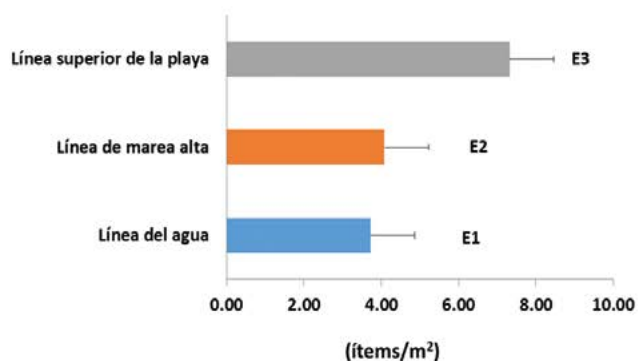


Figura 32.- Distribución de residuos sólidos (artículos/m²) por estaciones, playa Zigzag, 2019

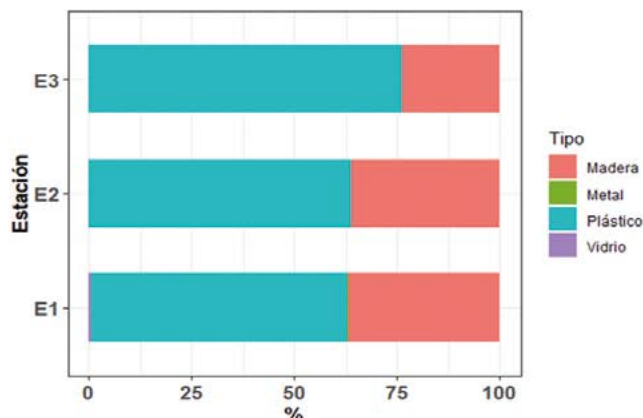


Figura 33.- Distribución porcentual de residuos sólidos por estaciones, playa Zigzag, 2019



Figura 34.- Residuos sólidos de envase de comidas rápidas varadas en Playa Grande, 2019



Figura 35.- Acumulación de basura doméstica en márgenes de los ríos (a) Chillón, (b) Rímac

#### 4. DISCUSIÓN

La contaminación marina y del ámbito costero, está causada por lo que hoy en día se denomina “basura marina” conformada principalmente por plásticos (BERGMANN *et al.*, 2015). Actualmente se vienen desarrollando muchas campañas de limpieza en playas, tanto en Perú como en Chile, donde destaca la labor que está desarrollando un grupo ecológico denominado “Científicos de la basura” cuyos resultados, que involucran un manual metodológico (LEYTON & THIEL, 2018), son similares a lo indicado por BERGMANN *et al.* (2015), como es la preponderancia del plástico. La basura marina, es una amenaza para la vida silvestre, los hábitats y las redes alimentarias en el mundo. Estas incluyen materiales como: plástico, madera, metales, vidrio, caucho, tela, papel y cartón, residuos higiénico-sanitarios, etc., conteniendo los derivados o desechos de la actividad pesquera (MARNOBA, 2015).

En este estudio se indicó que la abundancia de residuos sólidos, son mayores en las estaciones de las playas, donde se distribuye entre la línea superior de la playa y la línea de marea alta, similar a los estudios de DE VEER, VILLALOBOS y THIEL (2021), HIDALGO-RUZ, *et al.* (2018). Esto podría ser indicativo del accionar de los viento y corrientes que desplazan los residuos sólidos a las líneas de mayor acumulación.

PURCA y HENOSTROZA (2017) con relación a microplásticos indicaron que:

En cuatro playas arenosas de la costa peruana, se registraron fragmentos de plástico duro mayores a 1 mm que representó en más del 80% de las muestras. En la playa de Costa Azul, presentó 522 artículos/m<sup>2</sup> de microplásticos, de los cuales, 46,33 artículos/m<sup>2</sup> y 2,6 g/m<sup>2</sup> fueron plásticos duros; en la playa Albufera de Medio Mundo, presentó el menor número y peso de microplásticos en 4,67 artículos/m<sup>2</sup> y 0,50 g/m<sup>2</sup>.

En este estudio, aun cuando no trabajamos en la determinación de microplásticos, encontramos que en Punta Lachay el 94,47% de la basura registrada fue plástico, ocurriendo lo mismo en La Partida (66,323%) y en Zigzag (67,48%), demostrando la preponderancia del plástico en la basura de Playa Grande

#### 5. CONCLUSIONES

En Playa Grande, la abundancia en peso de residuos sólidos se estimó en 1828,7 t, conformado por 4140 artículos, distribuidos en tres playas de muestreo: Punta Lachay (243,9 t y 4,82 artículos/m<sup>2</sup>); La Partida (1145,5 t y 16,22 artículos/m<sup>2</sup>) y Zigzag (439,2 t y 5,31 artículos/m<sup>2</sup>).

En peso, la madera representó 64,45% de los residuos sólidos, mientras que 33,16% fue plástico; 1,55% vidrio; 0,51%, papel y cartón; 0,23% fue metal y 0,10% tela. Madera y plásticos se encontraron, principalmente cerca de la costa.

Por artículos: 70,99% de residuos sólidos fue plástico; 27,83% madera; 0,70% vidrio; 0,24% papel y cartón; 0,14% metal y tela 0,1%, coincidiendo con los estudios efectuados en otras localidades.

En Playa Grande, por artículos, la abundancia promedio fue 9,02 artículos/m<sup>2</sup>. Por composición destacó el plástico con 6,40 artículos/m<sup>2</sup>, madera 2,51 artículos/m<sup>2</sup>, vidrio 0,06 artículos/m<sup>2</sup>, papel y cartón 0,02 artículos/m<sup>2</sup>, metal 0,01 artículos/m<sup>2</sup> y tela 0,01 artículos/m<sup>2</sup>.

En el muestreo por estaciones, se determinó que en la E3 línea superior de la playa se registró mayor abundancia con 12,86 artículos/m<sup>2</sup>, seguido de la estación E2 en la línea de marea alta con 10,11 artículos/m<sup>2</sup> y en menor abundancia la estación E1 donde inicia la línea del agua con 3,33 artículos/m<sup>2</sup>.

Los residuos sólidos tienen diversos orígenes, provienen de embarcaciones que al ser arrojados en el mar son varados en las playas; de pescadores artesanales de orilla quienes contaminan al dejar sus residuos de artes de pesca (paños de monofilamento y cabos de polietileno), y provienen de los ríos Chancay, Chillón y Rímac los que al converger en las playas dejan basura que luego es transportada por las corrientes y los movimientos naturales del mar, siendo varadas en las playas.

Los resultados permiten afirmar que los residuos sólidos más abundantes en Playa Grande, fueron plásticos; sin embargo, la presencia de vidrios también fue importante, y se debe tener en cuenta ante presencia y visita de bañistas y pescadores.

## 6. REFERENCIAS

- ALFARO, A. (2006). Problemática de la basura marina en el Perú. Comisión Permanente del Pacífico Sur (CPPS) - Plan de Acción para la Protección del Medio Marino y Áreas Costeras del Pacífico Sudeste. <http://cpps.dyndns.info/cpps-docs-web/planaccion/biblioteca/pordinario/005.Basura%20Marina%20en%20Peru.pdf>
- AMETEC Protocol on beach debris survey? June 30 – July 7 (2014) In: Yong Chang Jang, Jongmyoung Lee, Sunwook Hong, Jong Su Lee(Eds.). South Sea Research Institute (KIOST), Geoje- Korea. Curso de entrenamiento ambiental marino para la cooperación Asia Pacífico. IMARPE, Perú.
- BERGMANN, M., GUTOW, L. & KLAGES, M. (Edits.). (2015). *Marine Anthropogenic Litter*. Springer International Publishing AG Switzerland. DOI:10.1007/978-3-319-16510-3
- CHESHIRE, A. C., ADLER, E., BARBIÈRE, J., COHEN, Y., EVANS, S., JARAYABHAND, S., JEFTIC, L., JUNG, R. T., KINSEY, S., KUSUI, E. T., LAVINE, I., MANYARA, P., OOSTERBAAN, L., PEREIRA, M. A., SHEAVLY, S., TKALIN, A., VARADARAJAN, S., WENNEKER, B. & WESTPHALEN, G. (2009). *UNEP/IOC Guidelines on Survey and Monitoring of Marine Litter*. UNEP Regional Seas Reports and Studies, No. 186.
- CONAMA. (2016). *GT-16 Basuras marinas*. (Documento final del Grupo de Trabajo). CONAMA 2016. [http://www.conama.org/conama/download/files/conama2016/GTs%202016/16\\_final.pdf](http://www.conama.org/conama/download/files/conama2016/GTs%202016/16_final.pdf)
- CPPS. (2007). Basura Marina en el Pacífico Sudeste: Una revisión del problema. Guayaquil, Ecuador: Comisión Permanente del Pacífico Sur. <http://cpps.dyndns.info/cpps-docs-web/planaccion/docs2016/Mayo/programa-regional-manejo-basura-marina.pdf>
- DE VEER, D., VILLALOBOS, V. & THIEL, M. (2021). Primer Muestreo Internacional de Macrobasura en Playas de arena 2021. Red de Científicos de la Basura. [http://www.cientificosdelabasura.cl/archivo/documento/documento/66/InformeResultados\\_Macrobasura\\_Internacional\\_mayo2022.pdf](http://www.cientificosdelabasura.cl/archivo/documento/documento/66/InformeResultados_Macrobasura_Internacional_mayo2022.pdf)
- DIRECCIÓN DE CAPITANÍA DEL PUERTO DE HUACHO. (2019). evaluación aérea y terrestre de la basura marina en la zona de Punta Salinas a Punta Grita Lobos. (Archivo de Vídeo, DC Puerto de Huacho).
- GALGANI, F., HANKE, G. & MAES, T. (2015). Global Distribution, Composition and Abundance of Marine Litter. In: M. Bergmann, L. Gutow, M. Klages, & (Edits.). *Marine Anthropogenic Litter* (págs. 29-56). Springer International Publishing AG Switzerland. DOI 10.1007/978-3-319-16510-3
- HIDALGO-RUZ, V., HONORATO-ZIMMER, D., GATTA-ROSEMARY, M., NUÑEZ, P., HINOJOSA, I. A. & THIEL, M. (2018). Spatio-temporal variation of anthropogenic marine debris on Chilean beaches. *Marine Pollution Bulletin*, 126, 516–524. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2017.11.014>
- HIDRONAV. (2001). Derrotero de la Costa del Perú Zona Norte Golfo de Guayaquil a Callao. Volumen I. <https://es.scribd.com/document/363767851/Derrotero-de-La-Costa-Del-Peru-Volumen-I>
- LEYTON, A. & THIEL, M. (2018). Manual para monitoreo de desechos flotantes y basura en playas. Coquimbo, Chile. Dirección General del Territorio Marítimo y de Marina Mercante (DIRECTEMAR), 40 pp.
- MARNOBA. (2015). Protocolo de caracterización y gestión de basuras marinas en playas. Asociación vertidos ceros. [https://marnoba.vertidosceros.com/ficheros/Protocolo\\_basuras](https://marnoba.vertidosceros.com/ficheros/Protocolo_basuras)
- PURCA, S. & HENOSTROZA, A. (2017). Presencia de microplásticos en cuatro playas arenosas de Perú. *Revista peruana de biología, Nota Científica*, 24(1), 101 – 106. doi: <http://dx.doi.org/10.15381/rpb.v24i1.12724>