

Evolución de la línea de costa de Tzacorte entre 1964 y 2015 (La Palma, Islas Canarias).

Coastline evolution at Tzacorte between 1964 and 2015 (La Palma, Canary Islands)

N. Marrero¹, I. Montoya² e I. Alonso²

¹ Facultad de Ciencias del Mar, Universidad de Las Palmas de Gran Canaria. nestor.marrero.riguez@gmail.com

² Instituto de Oceanografía y Cambio Global IOAG, Universidad de Las Palmas de Gran Canaria

Resumen: Durante las cinco décadas comprendidas entre 1964 y 2015, la línea de costa de Tzacorte (La Palma, Canarias) ha experimentado cambios muy significativos. La principal intervención antrópica en la zona fue la construcción del puerto de Tzacorte en la década de los 70. Los procesos naturales determinantes en la zona son el oleaje y la escorrentía que se produce a través del barranco de Las Angustias. Se han utilizado tres fuentes de datos diferentes: fotografías aéreas de los años 1964, 1983 y 1989 y ortofotos de 2002 y 2015, datos pluviométricos para caracterizar la escorrentía y datos de oleaje. Las fotografías aéreas fueron georeferenciadas y en todos los casos se digitalizó la línea de costa mediante el uso de ArcGIS 10.4 (ESRI). De este modo se ha cuantificado la evolución de la superficie de la playa a lo largo del tiempo, y se han relacionado los cambios espaciales observados con la creación de infraestructuras antrópicas. Los principales resultados muestran un crecimiento en la superficie de playa de aproximadamente 61000 m² en el periodo de tiempo considerado lo que representa un volumen de unos 585000 m³ de sedimentos acumulados en 50 años. El avance producido en la costa de Tzacorte evidencia dos hechos principales: la dependencia de las infraestructuras humanas para la retención de los sedimentos y la importancia de la escorrentía en el aporte de material a la playa. Todo ello ha determinado que la estrecha playa de cantos y bloques heterométricos existente haya pasado a ser una amplia playa de arena y grava.

Palabras clave: Pluviometría, SIG, Geomorfología litoral, Barranco de Las Angustias, Puerto de Tzacorte.

Abstract: During the five decades between 1964 and 2015, the coastline of Tzacorte (La Palma, Canary Islands) has suffered some significant changes. The main anthropic intervention was the construction of the port of Tzacorte in the 70's. The determining natural processes in the area are the waves and the runoff that occur through the Las Angustias ravine. Three different data sources have been used: aerial photographs from 1964, 1983 and 1989 and orthophotos from 2002 and 2015, rainfall data to characterize the runoff and wave data. Aerial photographs were georeferenced and in all cases the coastline was digitized using ArcGIS 10.4 (ESRI). Thus, the evolution of the surface of the beach has been quantified and the spatial changes have been related to the creation of anthropic infrastructures. The main results show an increase in the beach surface of approximately 61000 m² in the considered time period which represents a volume of accumulated sediments around 585000 m³ in 50 years. The progress made in the coast of Tzacorte shows two main facts: the dependence of the human infrastructures for the retention of the sediments and the importance of the runoff in the contribution of solid material to the beach. Those facts have determined that the boulder beach has become a wide sandy and gravel beach.

Key words: Pluviometry, GIS, Coastal Geomorphology, Las Angustias ravine, Tzacorte port.

INTRODUCCIÓN

La construcción del puerto de Tzacorte en la isla de La Palma en la década de los setenta supuso un obstáculo para los sedimentos aportados por el barranco de Las Angustias. Esto dio lugar a la génesis de la playa de arena que se extiende a lo largo de la costa de Tzacorte (Fig. 1) y que previamente estaba constituida únicamente por cantos y bloques heterométricos que la dinámica marina era incapaz de redistribuir hacia el sur. Posteriormente, se construyeron dos nuevos espigones el primero, situado al norte de la playa que limita la influencia del oleaje dominante y el segundo en la desembocadura del barranco de Las Angustias.

El objetivo del presente trabajo es analizar la evolución histórica de la línea de costa de la playa de

Tzacorte en el periodo comprendido entre el año 1964 y 2015 a partir de fotografías aéreas. Pues en este espacio de tiempo se puede observar la génesis y el crecimiento por periodos de la playa. La fotografía aérea ha permitido relacionar los cambios en la playa con la construcción y las modificaciones en el puerto de Tzacorte.



FIGURA 1. Estado actual de la playa de Tzacorte.

Asimismo, se pretende conocer las perspectivas de futuro de la playa por lo que, a tal fin, es necesario atender a la dinámica marina, los aportes fluviotorrenciales y las diferentes actuaciones antrópicas.

ÁREA DE ESTUDIO

Tazacorte se encuentra localizado en el extremo occidental en el norte del Valle de Aridane en la Isla de La Palma. La playa de Tazacorte (Fig. 2) constituye un punto singular en la costa ya que, por lo general, es acantilada y son las desembocaduras de los barrancos de Las Angustias y Tenisca las únicas zonas dónde los escarpes desaparecen para dar paso a una línea de costa de topografía llana. Se trata de una playa encajada por un espigón al norte y las infraestructuras del Puerto de Tazacorte al sur.

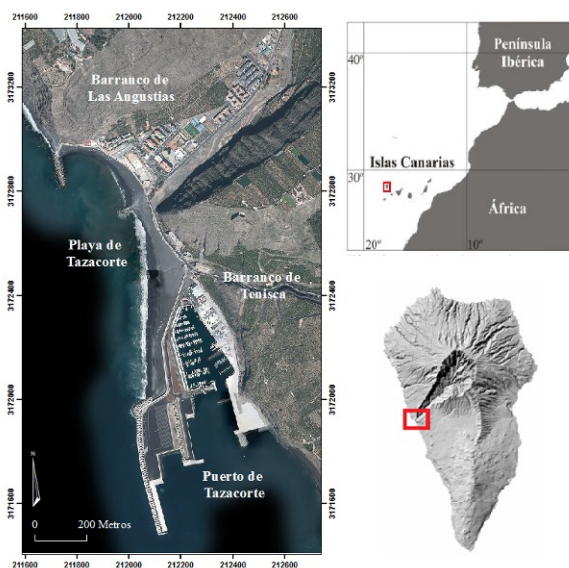


FIGURA 2. Localización del área de estudio. Fuente de la ortofoto: GRAFCAN.

Debido a la ubicación de la zona de estudio se hace necesario atender, por una parte, a las características de la costa y, por otra parte, a la dinámica de la cuenca hidrográfica de Las Angustias. Este barranco tiene su cabecera en las cumbres de la isla a 2426 m.s.n.m. en el Roque de Los Muchachos, abarcando zonas donde la precipitación llega a superar los 900 mm/año y existiendo registros en los que la precipitación superó los 200 mm en 24 horas (Máyer et al, 2016). El barranco posee una morfología en embudo caracterizada por una cabecera muy ancha con un cauce que se estrecha de forma paulatina hacia la desembocadura. Las intensas precipitaciones de escasa amplitud horaria ligadas a las borrascas del frente polar (Máyer y Marzol, 2014) que acontecen en el barranco, el fuerte desnivel y su morfología provocan que en los meses de invierno puedan presentarse avenidas súbitas (Díez-Herrero et al, 2012). La otra cuenca que desemboca en el área de estudio es la del barranco de Tenisca; no obstante, se trata de un barranco de dimensiones más reducidas en lo que al aporte de sedimentos se refiere, aunque en los meses de invierno

llega a producir una escorrentía capaz de abrir canales en la playa.

METODOLOGÍA

En el presente trabajo se ha realizado la digitalización de la línea de costa a partir de las fotografías aéreas de 1964, 1983, 1989, 2002 y 2015 obtenidas de GRAFCAN e IGN. Con ello se pretende conocer las variaciones en la línea de costa generadas por la construcción del puerto.

Se han calculado la superficie y el volumen del material acumulado en la playa. La superficie se ha obtenido a partir de la elaboración de polígonos usando el software ArcGis 10.4. El volumen se ha calculado usando el dato de superficie, anteriormente estimado y la profundidad de cierre según la fórmula de Hallermeier (1981) mediante el cálculo de la profundidad de cierre ($H_c = 2.28H_{sx} - 68.5 (H_{sx}^2 / gT_e^2)$) donde H_{sx} es la altura de ola significativa que sólo se excede 12 horas al año y T_e es el periodo de ola asociado. Los diferentes parámetros marinos se han obtenido de los datos facilitados por Puertos del Estado del punto SIMAR (4006017) desde el 3 de enero de 1958 hasta el 20 de diciembre de 2016.

Los datos de pluviometría han sido obtenidos de las estaciones ubicadas en el interior de la Caldera de Taburiente gestionadas por la AEMET. Se analizan solo las precipitaciones acontecidas a partir de 1980, momento en el que las series comienzan, en unos casos, o tienen más continuidad, en otros; no obstante, en la estación C106U-Caldera de Taburiente se produce una ausencia de datos entre octubre de 1981 y agosto de 1984 y varios meses aislados entre 1998 y 2008. Los restantes pluviómetros (C104G Mirador de las Chozas, C104K, C107A Hacienda del cura, C108U Hoya Campanario y C140U Roque de los Muchachos) son totalizadores mensuales cuyos registros comienzan en la década de 1980, pero sus series tampoco son continuas.

RESULTADOS

La fotografía aérea muestra los numerosos cambios que ha sufrido el litoral del término municipal de Tazacorte (Fig. 3). En la fotografía de 1964 se muestra una costa en la que predominan cantos y bloques al pie de paleo acantilados, aunque en años posteriores el hombre comienza a imprimir ciertos cambios sobre el territorio como la construcción de la carretera y la canalización del cauce del barranco de Las Angustias. En la década de los setenta comienza la edificación del muelle principal del puerto y ya en la fotografía aérea de 1983 se observa un avance de la línea de costa, aunque mayor importancia tendrá el acontecido en el periodo 1983-1989. Entre estos dos años se produce el crecimiento más espectacular, observándose que para 1983 se ha calculado una superficie de playa de 18500

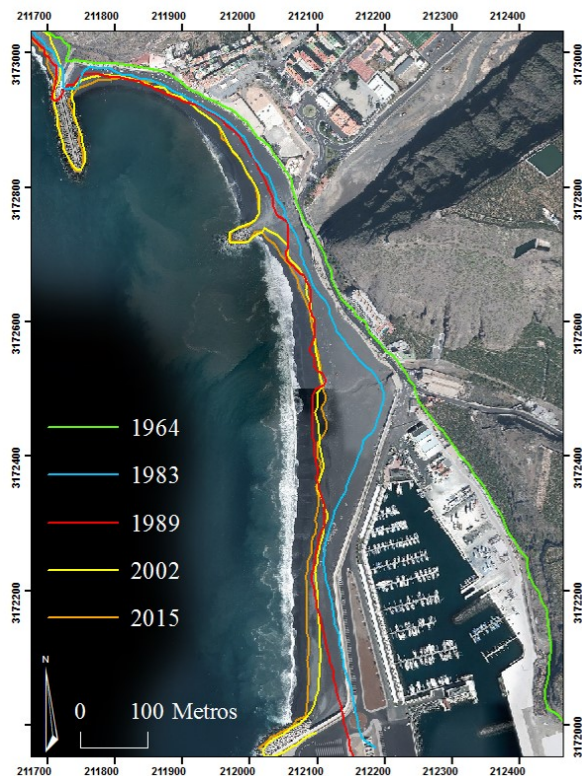


FIGURA 3. Digitalización de las líneas de costa. Fuente de la ortofoto; GRAFCAN.

m² y en 1989 la superficie se ha incrementado en 29700 m², alcanzando así los 48200 m².

A finales de la década de los noventa, ya se ha construido un nuevo espigón situado en el extremo sur del muelle principal que se adentra hacia el oeste ampliando considerablemente el espacio donde los sedimentos son retenidos. Además, también se construyen dos nuevos espigones al norte que salvaguardan la playa de los oleajes dominantes. De esa forma, se calcula un crecimiento de playa para el periodo 1989 - 2002 de aproximadamente 6500 m². En 2015 finalizan las obras del puerto de Tzacorte y la playa alcanza una superficie de 61000 m². El volumen de sedimentos acumulado se ha calculado a partir de la superficie anterior y la profundidad de cierre (-9,60 m) ascendiendo a un total de 585000 m³ en la costa de Tzacorte. La zona de mayor crecimiento corresponde con la que se localiza en la desembocadura del barranco de Tenisca coincidiendo con el sector al norte del espigón principal.

En referencia a las precipitaciones, para el periodo 1983-1989 se localizan un total de dos episodios en los que la precipitación superó los 200 mm en 24 horas. Entre 1989-2002 y 2002-2015 encontramos registros de tres episodios para cada periodo. Siendo estos episodios los que generan, con mayor seguridad, avenidas o escorrentías que aportan cantidades significativas de sedimentos a la playa.

Finalmente, el análisis de los datos del punto SIMAR muestra un clima marítimo caracterizado por la deriva litoral que se produce hacia el sur y con un



FIGURA 4. Desembocadura del barranco de Las Angustias. En rojo se puede observar el desagüe actual del barranco.

oleaje dominante del cuarto cuadrante con alturas de ola que llegan a superar los 2 metros y periodos inferiores a 14 segundos; no obstante esto no es lo habitual, ya que en general las olas no superan el metro de altura y el periodo es inferior a 10 segundos. Los temporales se producen del suroeste con alturas que superan los dos metros. En ambos casos la afección a la playa de los oleajes dominantes y temporales es reducida por la construcción del espigón al norte y el puerto al sur respectivamente.

DISCUSIÓN

Varios son los factores que dan lugar a la génesis de la playa de Tzacorte. Por un lado, los episodios de lluvia intensa en los meses más húmedos que sumados a las características geomorfológicas de la cuenca provocan una importante dinámica erosiva (Máyer et al, 2016). A ello hay que añadir la canalización y el estrechamiento antrópico del barranco en sus tramos finales (Fig. 4), lo que provoca que el agente de transporte no pierda competencia por ensanchamiento del cauce en la desembocadura.

Según Máyer et al. (2016) las descripciones realizadas en la prensa escrita entre 1950 y 2015 apuntan a avenidas con una gran cantidad de sedimentos y restos vegetales; asimismo, destacan los daños habituales en los diques y la destrucción de la carretera y el puente. El *Diario de Avisos* en el periódico del 24 de enero de 1970 recogía la noticia de una fuerte crecida del barranco de Las Angustias que se llevó el puente y una parte de la pista recientemente construida. El *Diario de Las Palmas* en su edición del 22 de enero de 1979 anunciaba que los vecinos de las Angustias estaban aislados hacía 6 días por la crecida del barranco. Este mismo periódico el 10 de diciembre de 1991 publica “otro récord del barranco de Las Angustias cuyo caudal de agua pasó por encima de la carretera en una cantidad estimada de 110.000 l/s”. Por ello, no es de extrañar la rapidez con la que un alto volumen de sedimentos es desplazado hacia la costa.

Por otro lado, debemos tener en cuenta los cambios acontecidos en la costa por la construcción del puerto de Tzacorte que son determinantes para que se produzca la sedimentación. Antes de la construcción del muelle los materiales eran redistribuidos por el oleaje dominante hacia el sur, encontrándose solo cantos y bloques que formaban una playa de escasas

dimensiones. Con la aparición del muelle se genera un obstáculo que será crucial para la aparición de la playa de arena. Sin embargo, parece evidente que la playa alcanza únicamente la situación de equilibrio en lo que a su crecimiento se refiere cuando cesan las obras, y que la acumulación de los sedimentos se produce cuando se realizan nuevas obras tanto al norte de la playa como en el puerto. Hecho que se pone de manifiesto con la construcción del muelle principal, que produce el mayor crecimiento de la playa por el desplazamiento interrumpido hacia el sur de los sedimentos; mientras que, las obras posteriores, siempre de menor envergadura, suponen cambios mucho menos importantes.

Las modificaciones posteriores, como la construcción del espigón norte, no suponen un crecimiento destacable en ese sector de la playa, ya que la desembocadura del barranco de Las Angustias se sitúa al sur de este espigón y los sedimentos son desplazados por la corriente longitudinal hacia el sur, aunque si se produce avance de la línea de costa en torno al dique situado en la desembocadura del barranco. El avance de la línea de costa en la playa se relaciona con la aparición de nuevas infraestructuras. Además, a pesar de que existen numerosos eventos en los que se producen precipitaciones intensas en todos los periodos estudiados, la playa crece de forma dispar, siendo el factor que explica el aumento de superficie la ampliación de infraestructuras en el puerto, incrementándose por tanto el espacio en el que se pueden retener las arenas.

Cabe destacar que el dique norte sirve de protección contra la erosión de la playa frente al oleaje dominante y, además, crea una zona de calmas donde los sedimentos más finos (limos y arcillas) quedan en suspensión fuera del alcance del oleaje y se acumulan por decantación. Limos y arcillas también son desplazados hacia el sur repitiéndose el proceso anterior en el interior del muelle, siendo el aterramiento de la bocana del puerto uno de los principales problemas de este (Sánchez, 2002).

CONCLUSIONES

El avance de la línea de costa producido en la desembocadura evidencia dos hechos principales. El primero es la dependencia de las infraestructuras antrópicas para la retención del sedimento; por tanto, si no se generan nuevas infraestructuras al sur de la playa esta alcanzará una situación de equilibrio en referencia a su crecimiento. La segunda, la importancia de la cuenca de Las Angustias en el aporte de sedimentos durante los episodios de precipitaciones intensas, y que, el litoral del oeste de la isla de La Palma se caracteriza por escarpes de gran envergadura fruto de una plataforma litoral reducida que fomenta la erosión por la acción del oleaje y dificulta los procesos de sedimentación. Sin embargo, la construcción de las infraestructuras del puerto de Tazacorte ha generado un obstáculo que impide que los materiales procedentes del barranco de Las Angustias puedan ser

redistribuidos. Los cálculos finales nos dejan con una superficie de playa para 2015 de aproximadamente 61000 m² y un volumen de sedimentos acumulados de 585000 m³.

AGRADECIMIENTOS

Los autores de esta comunicación queremos agradecer al doctor Pablo Lucas Máyer Suárez por facilitarnos los datos de precipitación y los artículos de prensa. Así como, a Puertos del Estado por los datos para la caracterización del oleaje.

REFERENCIAS

- Díez-Herrero, A., Génova, M., Máyer, P., Ballesteros, J.A., Becerril, L., Rubiales, J.M., Hernández-Ruiz, M., Saz, M.A., Bodoque, J.M. y Ruiz-Villanueva, V. (2012): Investigaciones dendrogeomorfológicas aplicadas al estudio de la peligrosidad por avenidas e inundaciones en el Parque Nacional de la Caldera de Taburiente (La Palma, Islas Canarias). En A. González-Díez (coord.), XII Reunión Nacional de Geomorfología (pp. 159-162). Santander: PUBliCan Ediciones, Universidad de Cantabria.
- Hallermeier, R. (1981). A profile zonation for seasonal sand beaches from wave climate. *Coastal engineering*, 4, 253-277.
- Máyer, P. y Marzol, M. V. (2014): La concentración pluviométrica diaria y las secuencias lluviosas en Canarias: dos factores de peligrosidad. *Boletín de la Asociación de Geógrafos Españoles*, (65), 231-247.
- Máyer, P., Marzol, M. V., Heriberto, J., Díez-Herrero, A., Génova, M. y Saz, M. A. (2016): Análisis de los episodios de lluvia torrencial en el Parque Nacional de la Caldera de Taburiente (La Palma, Islas Canarias, España). En *Clima, sociedad, riesgos y ordenación del territorio* (pp. 647-656).
- Sánchez, R. (2002): Ampliación del Puerto de Tazacorte, en la isla de la Palma. *Solidéz escultórica. Cauce 2000: Revista de la ingeniería civil*, (109), 50-58.