



BOLETÍN

INSTITUTO DEL MAR DEL PERÚ

ISSN 0458 - 7766

Volumen 26, Números 1 y 2

CONCIMAR Perú



II Congreso de Ciencias del Mar del Perú

Piura, Perú. Del 24 al 28 de mayo 2010



Enero - Diciembre 2011

Callao, Perú

Sedimentos marinos superficiales del litoral de Tacna, Perú, 2004

Shallow marine sediments off the coast of Tacna, Peru, 2004

FEDERICO VELAZCO

JUANA SOLÍS

FREDY CÁRDENAS

Área de Geología Marina. UIOQ. DIO. IMARPE

Resumen

VELAZCO F, SOLÍS J, CÁRDENAS F. 2011. *Sedimentos marinos superficiales del litoral de Tacna, Perú, 2004*. *Bol Inst Mar Perú* 26 (1-2): 83-91.- Los sedimentos submarinos colectados a fines de setiembre 2004 a profundidades <50 m, al sur de la desembocadura del río Sama (18°10'S), fueron predominantemente arenosos (>60%). El mayor contenido de la fracción fina, de limo y arcilla ($\pm 35\%$), se ubicó en las zonas más profundas del área en estudio y en los extremos norte (frente a Cerro Cortado) y al sur (Los Palos), que incluyen también zonas de menor profundidad. En la zona central, la pendiente tiene la mayor inclinación de toda la zona estudiada, y el tamaño promedio del grano del sedimento es más grande; estas condiciones constituyen un reflejo de la mayor energía hidrodinámica que existe. En la zona central también se observa la típica disminución del tamaño de grano, según se incrementa la profundidad y la lejanía de la línea de costa. La distribución de materia orgánica mostró tendencia similar a la de fracción fina, con un máximo de 5,02%.

PALABRAS CLAVE: sedimentología, morfología del fondo marino, sur del mar peruano.

Abstract

VELAZCO F, SOLÍS J, CÁRDENAS F. 2011. *Shallow marine sediments off the coast of Tacna, Perú, 2004*. *Bol Inst Mar Perú* 26 (1-2): 83-91.- The marine sediments collected in late September 2004 at depths <50 m south of the mouth of the river Sama (18°10'S), were predominantly sandy (>60 %). The highest content of the fine fraction, silt and clay ($\pm 35\%$), was located in the deepest parts of the study area and in the extreme north (off Cerro Cortado) and south (Los Palos), including also shallower areas. In the central area, the slope is steeper throughout the study area, and the average grain size is larger sediment; these conditions are a reflection of the higher hydrodynamic energy that exists. In the central area there is also the typical grain size decreased as the depth increases and the distance from the coastline. The distribution of organic matter showed a trend similar to the fine fraction, with a maximum of 5.02%.

KEYWORDS: sedimentology, morphology of the seafloor, south of the Peruvian sea

Introducción

La costa sur del Perú es árida con cerros escarpados y acantilados próximos al litoral, constituidos por rocas metamórficas más antiguas a las que se les ha denominado Cordillera de la Costa, esta zona está cortada esporádicamente por algunos valles. En su extensión presenta subdivisiones denominados sectores, definidos en función a sus características morfo-estructurales, el sector sur comprende desde Caravelí hasta Arica y tiene una historia de hundimiento y posterior elevamiento (SCHWEIGGER 1947, MACHARÉ et al. 1986).

La zona submarina estudiada es adyacente a la unidad geomorfológica definida por INGEMMET como Faja Litoral (JAÉN y ORTIZ 1963), que comprende un área angosta de terreno llano entre la ribera del mar y el pie de la cadena costanera; está desprovisto de vegetación y cubierto por arenas eólicas; su ancho varía desde pocos metros en Morro Sama hasta 5 km a la altura de los cerros La Yarada. Desde este punto hacia el sur se halla el cono aluvial. Desde el río Sama hacia el sur, se extiende una zona playera que llega hasta los balnearios de Arica, Chile.

La mayor parte de estudios sedimentológicos marino costeros se han llevado a cabo en la costa norte y central, algunos trabajos han sido desarrollados en la zona sur. IMARPE ha realizado investigaciones a nivel de estudios granulométricos, geoquímicos, morfología del fondo marino y procesos biogeoquímicos y de sedimentación de materia orgánica en la bahía Independencia, (VELAZCO y SOLÍS 2000), Callao (VELAZCO 2001), San Juan y San Nicolás (VELAZCO et al. 2004). En la sección sur, DELGADO et al. (1987) han registrado la presencia de texturas sedimentarias de arcilla limosa para la plataforma continental. En la zona costera se han llevado a cabo algunos trabajos como parte de los estudios de impacto ambiental solicitados por Southern Perú a compañías consultoras extranjeras.

El presente estudio realizado a pedido de IMARPE Ilo, cuyo personal realizó el trabajo de campo a fines de setiembre 2004, trata de aspectos sedimentológicos y morfológicos del fondo marino de la zona denominada Playa Tacna (18°10' a 18°20'S), con principal proyección a la investigación y manejo de recursos bentónicos, sobre todo del bivalvo macha. Esta información

básica puede ser de utilidad también en estudios ambientales y obras de infraestructura costera.

Material y métodos

Las muestras fueron colectadas del 26 al 28 setiembre 2004 por el personal de IMARPE Ilo, en coordinación con el Área de Geología Marina, de la Unidad de Investigación en Oceanografía Química (UIOQ), Dirección de Investigaciones en Oceanografía (DIO) de la Sede Central. Las muestras e información se obtuvieron entre los 18°10' a 18°12'S, (entre la desembocadura del río Sama y la zona frente a Pampa del Hospicio en Tacna).

El muestreo se efectuó en transectos equidistantes y perpendiculares a la línea de costa con longitud y separación de aproximadamente una milla náutica (Fig. 1). Todas las muestras geológicas fueron descritas y los sedimentos guardados inmediatamente en congelación.

El estudio del relieve del fondo marino se basó en los datos acústicos obtenidos durante la ejecución de la

operación, que tuvo una trayectoria en zig-zag frente a la línea de costa (Fig. 2), los datos se agruparon según su posición y profundidad. Para obtener una mejor representación de la distribución latitudinal de las profundidades y su interpolación con esta zona, dada la estrecha franja de estudio, en la zona norte se agregó, en la malla de datos, información de cruceros, para la zona sur se obtuvieron sondajes georreferenciados de la Carta Hidronav 2394, a fin de obtener una mejor proyección de las profundidades e interpolación con datos obtenidos en la operación de mar de setiembre del 2004.

Se empleó el software Surfer para obtener las isolíneas de datos granulométricos; para materia orgánica (MO) se empleó el Krigging como método de interpolación; en el caso del relieve del fondo marino se empleó el método de Mínima Curvatura.

Para determinar la granulometría y contenido de MO, se analizaron muestras de sedimentos de 56 estaciones. Los análisis se realizaron con tamices para las fracciones de grava y arena según INGRAM (1971). Las

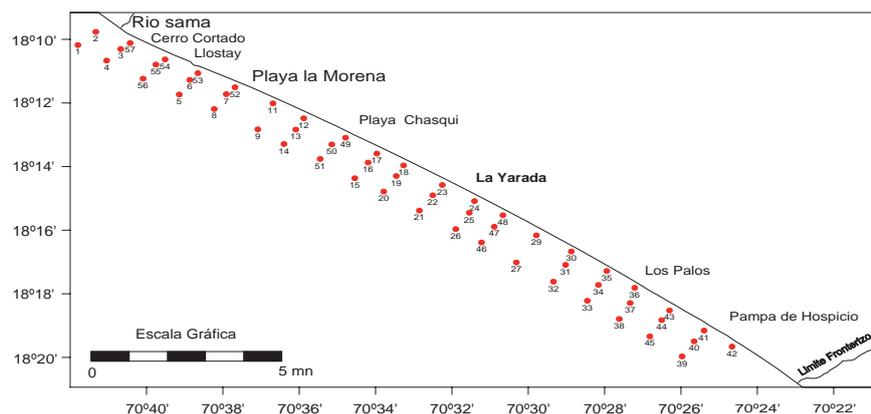


Figura 1.- Ubicación de estaciones de muestreo en sedimentos de Playa Tacna. Setiembre 2004.

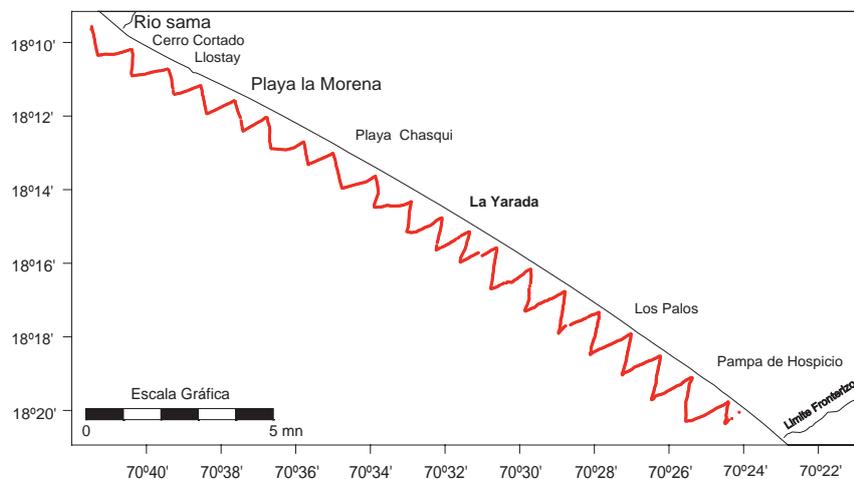


Figura 2.- Trayectoria recorrida para obtención de datos de profundidad y datos complementarios frente a Playa Tacna. Setiembre, 2004.

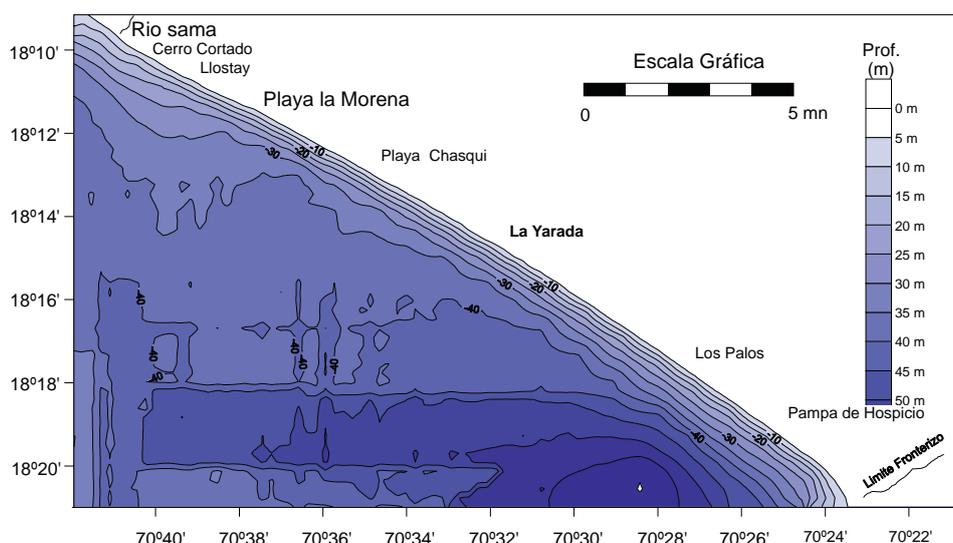


Figura 3.- Distribución de isóbatas en el fondo marino frente a Playa Tacna. Setiembre 2004.

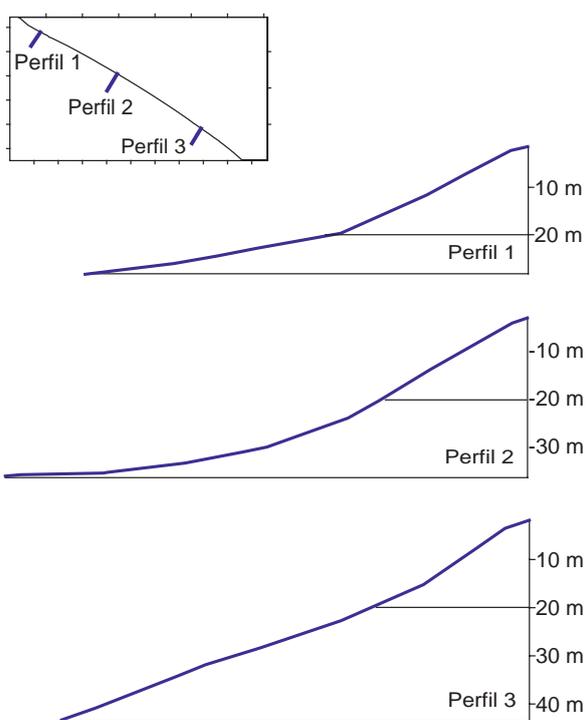


Figura 4.- Perfiles comparativos en tres zonas del área de estudio: Perfil 1 (zona norte), Perfil 2 (zona centro), Perfil 3 (zona sur) Setiembre, 2004.

fracciones limo y arcilla, se reportaron como una sola. La MO se determinó mediante la pérdida de peso por ignición según DEAN (1974). Para la clasificación textural se empleó el diagrama ternario grava-arena-fango. El tamaño de grano se anota en unidades Phi, de acuerdo a la escala de WENTWORTH (1922), donde $\Phi = -\log_2$ (tamaño de grano en mm). Se determinó la media y selección (parámetros estadísticos del tamaño de grano), según el método de los momentos (KRUMBEIN y PETITJOHN 1938).

Resultados

MORFOLOGÍA DEL FONDO MARINO

El relieve del fondo marino (Fig. 3), permite apreciar una distribución de isóbatas paralelas (de orientación NW-SE) muy próximas entre sí que reflejan una marcada pendiente hasta los 30 m aproximadamente, haciéndose más suave hacia mayores profundidades.

En la Fig. 4 se representan los perfiles estudiados: Perfil 1 (zona norte, de mínima pendiente), Perfil 2 (centro, máxima pendiente) y Perfil 3 (zona sur, pendiente media).

SEDIMENTOS SUPERFICIALES

Descripción de muestras.- Las observaciones y descripción de las características físicas del sedimento (color, olor, textura y otros), realizadas en el campo y en el laboratorio, luego del descongelamiento de las muestras, denotaron que en su mayor parte corresponden a fondos arenosos (Tabla 1), y muy pocas presentaron olor sulfhídrico, excepto las correspondientes a zonas más profundas y alejadas de la costa.

Observaciones al microscopio de muestras tamizadas.- Las muestras están compuestas en la fracción arena por minerales terrígenos (cuarzo y feldespatos principalmente) y minerales ferromagnesianos (micas y otros), también se observaron componentes biogénicos (fragmentos calcáreos), aunque en menor proporción.

GRANULOMETRÍA

Fracción grava.- Los contenidos de grava (2 mm - 6,4 cm) son muy bajos, alcanzan como máximo 0,65%, existen en muy pocas estaciones, son principalmente

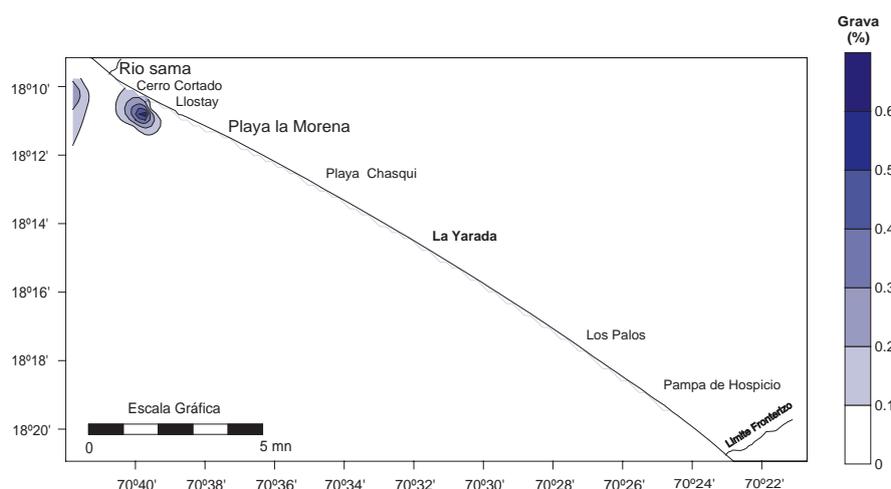


Figura 5.- Contenido de la fracción grava en sedimentos superficiales de Playa Tacna Setiembre 2004.

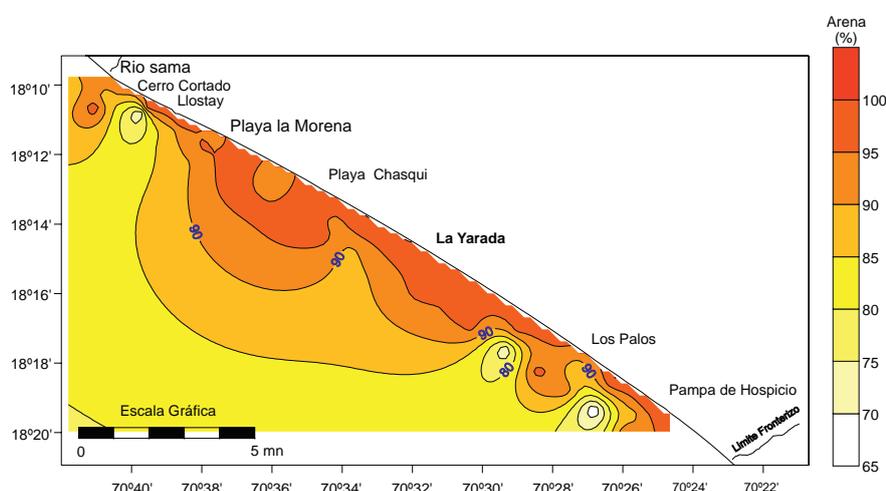


Figura 6.- Contenido de la fracción arena en sedimentos superficiales de Playa Tacna Setiembre 2004.

fragmentos de roca y algunos restos de caparzones calcáreos. Esta fracción se ubica en pequeños núcleos de muy bajo contenido en las estaciones más profundas frente a Cerro Cortado y Llostay (Fig. 5).

Fracción arena.- La fracción de arena (tamaño de grano de 0,063 a 2 mm) está conformada por minerales terrígenos y fragmentos calcáreos (Tabla 1) con valores que fluctúan de 65,19% a 99,88%; con promedio 92,99%. La distribución >90% abarca toda la extensión más cercana a la orilla; en la parte central se distribuye ampliamente hacia zonas más profundas; a los extremos de la zona de estudio disminuyeron, aunque manteniendo siempre la mayoritaria proporción en el sedimento (Fig. 6).

Fracción limo+arcilla.- La fracción limo+arcilla (fango, tamaño de grano <0,063 mm) es menos abundante en las muestras (0,12% a 34,81%) y se distribuye en forma contraria a los contenidos de arena y grava, localizándose a mayores profundidades, ubicadas en

los extremos de la zona de estudio (Tabla 1, Figura 7).

Tamaño de grano promedio.- La media, o tamaño promedio de grano, fluctúa entre 1,92 y 3,91 unidades Phi. Los mayores valores corresponden a tamaños de grano fino y se ubican en los extremos norte y sur del área de estudio y en reducidas zonas, separados entre sí, como a 2 mn, a modo de pequeños núcleos cerca de la costa. Los menores valores de tamaño de grano (de mayores unidades Phi), están presentes frente a la línea litoral al sur de la desembocadura del río Sama y entre los Palos y Pampa de Hospicio (Fig. 8).

Selección

La selección o clasificación de los sedimentos mostró variaciones de 0,82 (moderada) a 0,12 (muy buena). La clasificación es mejor cercana a la línea de costa y en los extremos de la zona de estudio. Alejándose de la orilla se presentan intercalaciones de buenas a moderadas (Fig. 9).

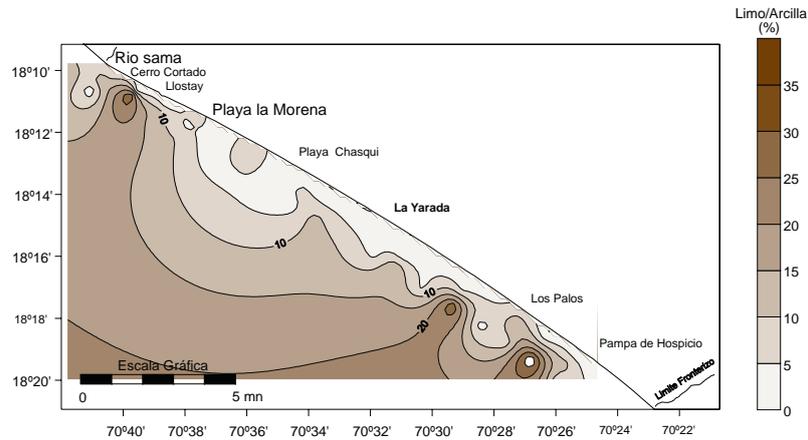


Figura 7.- Contenido de la fracción limo+arcilla en sedimentos superficiales de Playa Tacna. Setiembre 2004.

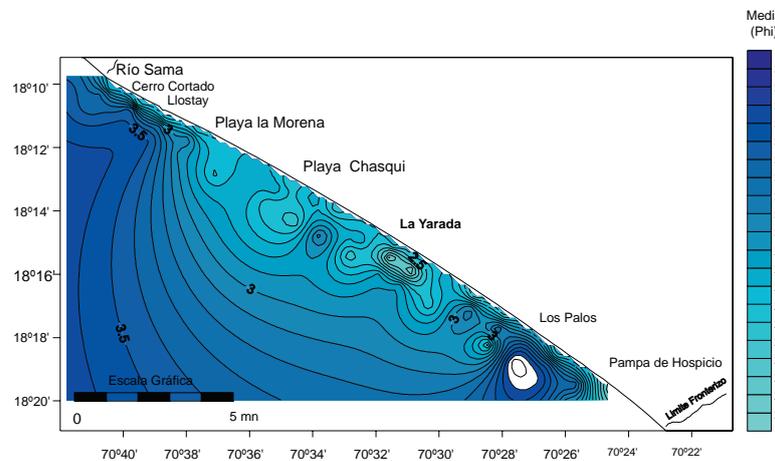


Figura 8.- Distribución del tamaño medio de los sedimentos superficiales de Playa Tacna Setiembre 2004.

Materia orgánica total (MOT)

Los contenidos de materia orgánica total varían de 0,26% a 5,02%, los valores más altos se obtuvieron en las estaciones E-20 y E-26 ubicados frente a las zonas de la Yarada y Segundo Valle, respectivamente. Los valores mantienen la misma tendencia en relación a la profundidad y distancia a la costa (Tabla 1, Fig. 10).

Discusión

La distribución de la granulometría y materia orgánica en ambas bahías, muestra los valores más bajos de materia orgánica asociados a sedimentos con mayor componente de la fracción arena, los cuales se emplazan cercanos a la línea de costa y en una porción central del área de estudio. En general, los contenidos de materia orgánica son bajos al compararlos con zonas de elevada energía hidrodinámica tales como Ventanilla-Callao (VELAZCO 2001), Samanco (VÁSQUEZ et al. 2001) y Paracas (VELAZCO y SOLÍS 2000).

Hacia el norte y sur de la zona central, donde se encuentra la mayor acumulación de arena y la pendiente más elevada (Perfil 2), que poseen condiciones de mayor hidrodinámica, se observa decrecimiento de contenidos de la fracción arena e incremento de fracción limo+arcilla. Esto se aprecia, al menos, en cuatro pequeñas áreas, donde existe un decrecimiento gradual del tamaño de grano y que indicaría, a nivel de estas pequeñas áreas, la intervención de corrientes de retorno que trasladan material desde menores profundidades y cercanas a la costa (anteplaya media a superior y de la misma playa), hacia la anteplaya externa con mayores profundidades y, luego, al reducirse la fuerza de estas corrientes, permite una deposición diferencial de material decreciente en tamaño, acorde a la energía que lo transporta.

En los perfiles de fondo, el tipo de sedimentos con contenido de finos (limo y arcilla) y MO, son referencias acerca de que la zona presenta normalmente intenso oleaje, por lo que se define que el área estudiada presenta condiciones morfodinámicas corres-

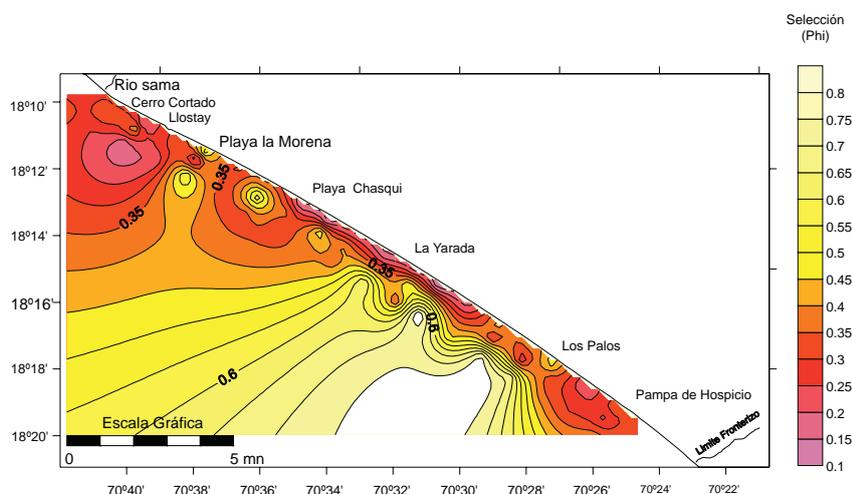


Figura 9.- Distribución de la selección de los sedimentos superficiales de Playa Tacna. Setiembre 2004.

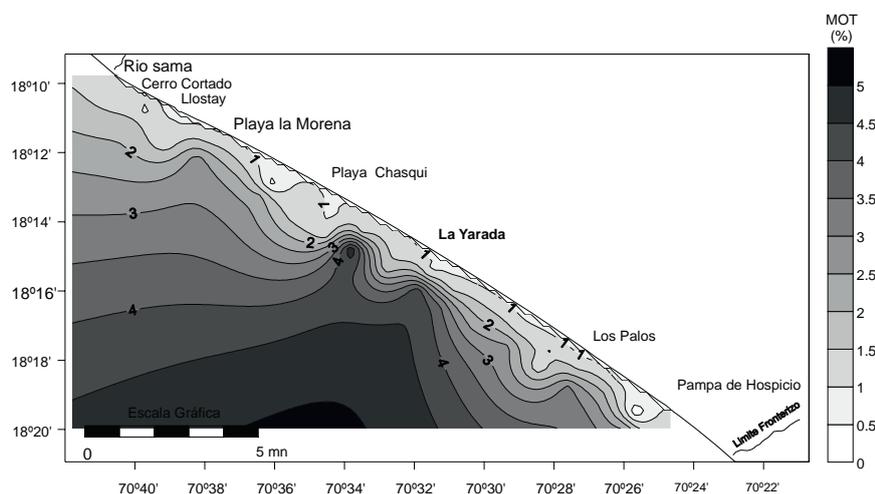


Figura 10.- Contenido de materia orgánica en sedimentos superficiales de Playa Tacna Setiembre 2004.

pendientes a playas abiertas con fondos arenosos de alta energía de transporte, y comprende el ambiente sedimentario de transición (ambiente silicoclástico de aguas someras) y abarca subambientes de anteplaya (Shoreface) externa a media. Los sedimentos estudiados están sometidos a la acción de las mareas, las olas, el viento, las corrientes litorales o las tormentas como fuerzas dominantes de su distribución.

El tamaño de grano y la clasificación de los sedimentos es un reflejo de las condiciones hidrodinámicas. En el fondo, las características de los sedimentos están influenciadas por los efectos de la dinámica marina, que condiciona el transporte de sedimentos por las corrientes y deriva litoral y la morfología del fondo. En las zonas más próximas a la orilla la influencia se da además por el oleaje y viento que aporta material continental. También se debería a la eficiencia en los

procesos de oxidación en el fondo, su asimilación por los organismos bentónicos heterótrofos, resuspensión por las corrientes, o actividad biológica.

Conclusiones

1. Playa Tacna presenta condiciones morfodinámicas correspondientes a playas abiertas, con fondos arenosos de alta energía de transporte y comprende el ambiente sedimentario de transición (ambiente silicoclástico de aguas someras), abarcando subambientes de playa anteplaya (Shoreface) externa a media.
2. El área estudiada posee fondos predominantemente arenosos, con escaso contenido de grava en un núcleo localizado al norte del ámbito estudiado. Hacia zonas de mayor profundidad, tanto al norte como al sur, se incrementa la fracción fina

Tabla 1.- Resultados de análisis geoquímicos y granulométricos de sedimentos. Setiembre del 2004

Est. Nº	Zona de muestreo	Fecha	Posición		Prof. (bz)	Tipo de sedimento	MOT (%)	Fracciones granulométricas		
			Latitud	Longitud				Grava (%)	Arena (%)	Limo+arcilla (%)
1	Boca del río	27/09/2004	18°10' 10,8"	70°41' 47,8"	15,2	Arena compacta, color verde grisáceo oscuro, presencia de restos calcáreos y tubos de poliqueto	1,52	0,31	85,09	14,6
2	Boca del río	26/09/2004	18°09' 45,8"	70°41' 19,7"	7,5	Arena, color negro grisáceo, intenso olor sulfídrico	1,29	0,00	91,37	8,63
3	Boca del río	26/09/2004	18°10' 18,4"	70°40' 40,5"	8,3	Arena compacta, color verde grisáceo oscuro. Presencia de poliquetos	1,14	0,06	85,61	14,33
4	Boca del río	26/09/2004	18°10' 40,1"	70°41' 8,7"	14,2	Arena compacta, color verde grisáceo oscuro, presencia de tubos de poliquetos	1,36	0,00	98,58	1,42
5	Llostay	27/09/2004	18°11' 44,0"	70°39' 8,6"	17,5	Arena, color verde grisáceo oscuro, presencia de restos calcáreos	1,14	0,00	86,74	13,26
6	Llostay	26/09/2004	18°11' 16,6"	70°38' 52,0"	10,5	Arena compacta, color marrón y verde grisáceo oscuro	1,14	0,00	88,39	11,61
7	Cerro Moreno	26/09/2004	18°11' 43,4"	70°37' 54,6"	12,3	Arena fangosa, color verde grisáceo, intenso olor	1,50	0,00	96,46	3,54
8	Cerro Moreno	26/09/2004	18°12' 11,4"	70°38' 13,6"	19,5	Arena fangosa, color verde grisáceo oscuro, intenso olor	2,75	0,00	90,50	9,50
9	Playa la Morena	26/09/2004	18°12' 49,8"	70°37' 5,2"	21,2	Arena, color marrón oliva, abundancia de micas olor y aspecto de presencia de hidrocarburos	2,18	0,00	97,96	2,04
11	Playa la Morena	27/09/2004	18°12' 0,8"	70°36' 41,3"	5	Arena compacta, color verde grisáceo oscuro presencia de tubos de poliquetos	0,98	0,00	99,06	0,94
12	La Curva	27/09/2004	18°12' 29,0"	70°35' 52,9"	1,50	Arena compacta, color marrón olivo oscuro	0,98	0,00	90,18	9,82
13	La Curva	27/09/2004	18°12' 50,3"	70°36' 5,3"	15	Arena, color verde grisáceo, abundancia de micas	0,26	0,00	90,93	9,07
14	La Curva	27/09/2004	18°13' 17,4"	70°36' 24,0"	22,7	Fango arenoso, se observó dos tipos de sedimento, uno de color negro y grisáceo verdusco	2,15	0,00	95,79	4,21
15	Primer Valle	27/09/2004	18°14' 22,0"	70°34' 32,6"	21,8	Arena, color verde grisáceo oscuro, abundancia de micas	1,13	0,00	97,02	2,98
16	Primer Valle	27/09/2004	18°13' 52,4"	70°34' 11,7"	16,6	Arena compacta, color verde grisáceo oscuro, presencia de micas	1,01	0,00	93,04	6,96
17	Primer Valle	27/09/2004	18°13' 35,4"	70°33' 58,0"	5	Arena, color marrón oliva, abundancia de micas	1,09	0,00	99,09	0,91
18	Primer Valle	27/09/2004	18°13' 57,8"	70°33' 16,1"	4,2	Arena, color marrón amarillento, abundancia de micas	1,23	0,00	99,48	0,52
19	La Yarada	27/09/2004	18°14' 17,8"	70°33' 27,5"	13,2	Arena, color verde grisáceo, abundancia de micas	1,30	0,00	95,77	4,23
20	La Yarada	27/09/2004	18°14' 47,2"	70°33' 47,2"	22	Fango con grava, color negro y verde grisáceo	5,02	0,00	88,37	11,63
21	La Yarada	27/09/2004	18°15' 23,0"	70°32' 51,2"	22,8	Arena gruesa, color verde grisáceo oscuro, observa presencia de micas	1,76	0,00	91,79	8,21
22	La Yarada	27/09/2004	18°14' 54,2"	70°32' 30,0"	14,22	Arena, color verde grisáceo, abundancia de micas	1,26	0,00	96,85	3,15
23	La Yarada	27/09/2004	18°14' 34,7"	70°32' 15,1"	4,6	Arena compacta, marrón oscuro grisáceo, presencia de micas	1,16	0,00	99,56	0,44
24	Segundo Valle	27/09/2004	18°15' 5,1"	70°31' 24,5"	4,8	Arena gruesa, color gris oscuro, presencia de micas	1,00	0,00	98,41	1,59
25	Segundo Valle	27/09/2004	18°15' 27,2"	70°31' 32,7"	14,2	Arena gruesa, color verde grisáceo oscuro, presencia de micas	0,93	0,00	97,01	2,99
26	Segundo Valle	27/09/2004	18°15' 58,0"	70°31' 54,0"	22,8	Fango fluido, color negro grisáceo oscuro	4,32	0,00	96,16	3,84
27	Los palos	27/09/2004	18°17' 1,0"	70°30' 18,7"	22,6	Arena compacta, color verde grisáceo, presencia de micas	2,34	0,00	96,05	3,95
29	Los palos	27/09/2004	18°16' 9,8"	70°29' 47,2"	6,5	Arena, color marrón oscuro grisáceo, presencia de micas	1,07	0,00	96,92	3,08
30	Los palos	27/09/2004	18°16' 40,3"	70°28' 52,4"	30	Arena, color marrón oscuro amarillento, presencia de micas	0,92	0,00	99,15	0,85
31	Los palos	27/09/2004	18°17' 5,4"	70°29' 1,30"	13	Arena compacta, color verde grisáceo oscuro	1,26	0,00	96,02	3,98

Tabla 1.- Resultados de análisis geoquímicos y granulométricos de sedimentos. Setiembre del 2004 (Continuación)

Est. Nº	Zona de muestreo	Fecha	Posición		Prof. (bz)	Tipo de sedimento	MOT (%)	Fracciones granulométricas		
			Latitud	Longitud				Grava (%)	Arena (%)	Limo+arcilla (%)
32	Los Palos	27/09/2004	18°17'37,1"	70°29'20,4"	21,7	Fango arenoso, color negro verde grisáceo oscuro	2,62	0,00	70,52	29,48
33	Santa Rosa	27/09/2004	18°18'13,2"	70°28'27,1"	20,8	Fango, color marrón oliva y verde grisáceo oscuro	1,16	0,00	97,07	2,93
34	Santa Rosa	27/09/2004	18°17'43,3"	70°28'9,7"	13,5	Arena fangosa, color marrón oscuro, presencia de micras	1,55	0,00	91,39	8,61
35	Santa Rosa	27/09/2004	18°17'17,0"	70°27'56,6"	2,9	Arena compacta, color marrón oscuro, presencia de micras.	0,94	0,00	98,28	1,72
36	Balneario Los Palos	27/09/2004	18°17'48,7"	70°27'12,7"	3,4	Arena compacta, color marrón oscuro grisáceo, presencia de micras.	0,93	0,00	91,23	8,77
37	Balneario Los Palos	27/09/2004	18°18'17,4"	70°27'19,8"	13	Arena fangosa, color marrón grisáceo oscuro a verde grisáceo oscuro olor sulfídrico.	1,51	0,00	84,95	15,05
38	Balneario Los Palos	27/09/2004	18°18'47,5"	70°27'37,0"	20,3	Fango, color marrón oliva claro, intenso olor sulfídrico	3,16	0,00	93,02	6,98
39	Santa Rosa	27/09/2004	18°19'58,2"	70°25'58,2"	20,3	Arena fangosa, color gris oliva, presencia de restos calcáreos	2,46	0,00	93,02	6,98
40	Santa Rosa	28/09/2004	18°19'29,8"	70°25'39,3"	1,80	Arena fangosa, color verde grisáceo, presencia de micras.	0	0,00	88,36	11,64
41	Santa Rosa	28/09/2004	18°19'9,4"	70°25'23,7"	5,0	Arena compacta, color marrón verdoso, presencia de micras	1,0	0,00	97,49	2,51
42	Santa Rosa	28/09/2004	18°19'39,6"	70°24'39,6"	4,40	Arena gruesa, color marrón oliva, presencia de micras, restos calcáreos	1,19	0,00	97,95	2,05
43	Santa Rosa	28/09/2004	18°18'31,5"	70°26'18,6"	5,4	Arena compacta, color marrón oscuro grisáceo, presencia de micras	0,99	0,00	99,76	0,24
44	Santa Rosa	28/09/2004	18°19'49,7"	70°26'30,3"	13,2	Arena fina, color marrón amarillento, presencia de micras	1,83	0,00	89,2	10,8
45	Santa Rosa - Faro	28/09/2004	18°17'5,4"	70°26'48,9"	20	Fango gravoso, dos tipos de Sed. color negro y verde grisáceo	2,65	0,00	65,19	34,81
46	Segundo Valle	28/09/2004	18°16'23,2"	70°31'13,5"	22,5	Fango color verde grisáceo oscuro	3,41	0,00	94,87	15,13
47	Segundo Valle	28/09/2004	18°15'53,5"	70°30'53,4"	14,0	Arena gruesa, color verde grisáceo oscuro, presencia de micras y restos calcáreos muy finos	1,21	0,00	99,74	0,26
48	Segundo Valle	28/09/2004	18°15'31,5"	70°30'39,9"	4,2	Arena, color marrón oliva grisáceo oscuro, presencia de micras y restos calcáreos muy finos	1,0	0,00	99,48	0,52
49	La Curva	28/09/2004	18°13'5,6"	70°34'47,1"	20,5	Arena, color marrón oscuro. Se observa, presencia de micras y restos calcáreos muy finos	3,10	0,00	99,88	0,12
50	La Curva	28/09/2004	18°13'18,1"	70°35'8,8"	3,5	Arena mediana, color verde grisáceo oscuro presencia restos calcáreos muy finos y micras	1,38	0,00	98,22	1,78
51	La Curva	28/09/2004	18°13'45,6"	70°35'27,0"	20,5	Arena gruesa, color verde grisáceo oscuro, presencia de micras	1,23	0,00	98,12	1,88
52	Cerro Moreno	28/09/2004	18°11'30,4"	70°37'41,0"	4,2	Arena mediana, color marrón amarillento oscuro, presencia de micras	1,1	0,00	91,81	8,19
53	Llostay	28/09/2004	18°11'3,8"	70°38'39,3"	4,0	Arena gruesa, color marrón grisáceo oscuro, presencia de micras	0,9	0,00	97,38	2,62
54	Boca del río Sama	28/09/2004	18°10'37,9"	70°39'30,8"	3,2	Arena, color marrón grisáceo oscuro, presencia de micras	1,13	0,00	98,7	1,3
55	Boca del río Sama	28/09/2004	18°10'47,5"	70°39'45,3"	9,5	Arena mediana, color marrón amarillento oscuro, presencia de micras	0,9	0,65	70,59	29,41
56	Boca del río Sama	28/09/2004	18°11'14,1"	70°40'5,4"	15,1	Arena fangosa, color marrón grisáceo oscuro, presencia de micras	1,81	0,00	76,71	23,29
57	Boca del río Sama	28/09/2004	18°09'40,9"	70°40'25,8"	4,6	Arena compacta, color marrón oscuro grisáceo, presencia de micras	1,15	0,09	94,14	5,86

limo+arcilla, aunque siempre es menor en abundancia respecto a la fracción gruesa.

3. La elevada pendiente en la zona central y presencia de mayor contenido de arena, indican que corresponde al desarrollo de mayores condiciones de energía de la zona.
4. El tamaño promedio de grano, la selección de los sedimentos, los contenidos de las fracciones de arena y limo+arcilla indican al menos cuatro zonas de corrientes de retorno con material que aporta de la zona costera a la anteplaya externa, y posiblemente a la plataforma y adyacentes zonas donde existen condiciones de oleaje que favorecen el ingreso de material a la zona costera desde anteplaya externa a la playa.
5. Los contenidos de materia orgánica se asocian a las zonas donde se observa decrecimiento gradual del tamaño de grano, desde la orilla a la anteplaya externa, decrecimiento gradual de las condiciones de energía que se asocian a corrientes de retorno.
6. Los valores del contenido de materia orgánica responden a factores del medio ambiente deposicional, físicos, químicos, geológicos y biológicos, como variabilidad de intensidad de corrientes, condiciones oxidantes o reductoras, flujo de materia orgánica hacia el fondo, tamaño de grano, morfología del fondo, actividad del bentos, y otras más.

Recomendaciones

A fin de desarrollar un seguimiento de las condiciones, se recomienda realizar operaciones de muestreo en dos épocas del año: una en invierno (destrucción del perfil de playa) y otra en verano (construcción del perfil de playa).

Durante la obtención de muestras, considerar la participación de personal del Área de Geología Marina,

DIO, que permitirá obtener información adicional de condiciones morfológicas y dinámica del oleaje adicional para un estudio de mayor detalle.

Referencias

- DEAN W. 1974. Determination of Carbonate and Organic matter in calcareous sediments and rocks by loss on ignition: Comparison with others methods. *Jour. Sed. Petrology* 44 (1): 242-248.
- DELGADO C, GOMERO R, SALZWEDEL H, FLORES LA, CARVAJAL G. 1987. Sedimentos superficiales del margen continental peruano: Un mapa textural. *Bol. Inst. Mar Perú* 11(5):178-190.
- INGRAM R. 1971. Sieve Analysis. *Procedures in Sedimentary Petrology*. Eds. Carver, RE, de. Cap. 3. P.49-67. New York.
- JAÉN H, ORTIZ G. 1963. Geología de los cuadrángulos de la Yarada y Tacna. *Boletín* 6. Serie A. Hojas 37u, 37v.
- KRUMBEIN W, PETITJOHN F. 1938. *Manual of sedimentary petrology*. Apletton, Century and Crofts Eds. 249 pp.
- MACHARÉ J, SEBRIER M, HUAMÁN D, MERCIER J.L. 1986. Tectónica Cenozoica de la Margen Continental Peruana. En: *Bol. Soc. Geol. Perú* V. 76:45-77.
- SCHWEIGGER E. 1947. *El Litoral Peruano*. Ed. Cía. Administradora del Guano. 262 pp.
- VÁSQUEZ L, TENORIO J, CRISPÍN M, VELAZCO F, SOLÍS J. 2001. Caracterización física, química y geológica de la Bahía de Samanco. *Inf. Prog. Inst. Mar Perú*. 131. 16 p.
- VELAZCO F, SOLÍS J. 2000. Estudio sedimentológico de la Bahía de Paracas. *Inf Prog Inst Mar Perú* 133.22 pp.
- VELAZCO F. 2001. Geología marina y ambiental de la bahía del Callao y la zona frente a Ventanilla. Tesis de grado. Univ. Nac. Ingeniería.
- VELAZCO F, SOLÍS J, CHÁVEZ G. 2004. Estudio sedimentológico y geoquímico componente de la evaluación ambiental del Área de San Juanito, San Juan de Marcona a San Fernando, Nazca. Informe interno. Área de Geología Marina, UIOQ, DIO. IMARPE
- WENTWORTH C. 1922. A scale grade and class terms for clastic sediments. *Jour. Of Geol.* 30: 377-392.