Capítulo 6: Caracterización sedimentológica

El análisis de los sedimentos de playa Palmeras incluyó la caracterización granulométrica y composicional. Igualmente, se establecieron posibles sectores fuentes, sumideros y reservorios de sedimentos, que afectan la evolución espacio-temporal de la morfodinámica del sistema.

Para el análisis granulométrico se utilizó la totalidad de las muestras, para el análisis composicional sólo se trabajaron 16 muestras de sedimentos, conservando dos muestras centrales como referencia de variación temporal (época seca y húmeda) de la composición de los sedimentos en playa Palmeras.

6.1 Análisis granulométrico

Los sedimentos de la playa fueron recolectados y analizados para las dos épocas climáticas del año, húmeda (octubre de 2010) y seca (febrero de 2011). Los sedimentos del fondo marino en la zona costera aledaña fueron muestreados solamente en la época seca.

En la Figura 6-1se muestra la distribución espacial del tamaño medio de grano (D_{50}) sobre la playa, calculado a partir de las curvas de distribución granulométrica, para las condiciones húmedas caracterizadas por el mes de octubre de 2010. Los sedimentos de la zona de rompiente presentaron los mayores tamaños de grano, desde guijarros en el sector suroeste de la playa, hasta gravas finas y arenas gruesas en el sector noreste.

Los sedimentos más finos se presentaron en la zona seca del perfil, con un promedio de 0.53 mm, el tamaño promedio en la zona húmeda fue de 0.67 mm, en la zona de lavado de 1.41 mm y en sector de rompientes de 2.04 mm.

Longitudinalmente, el extremo noreste de la playa tiene los sedimentos más finos (0.59 mm en promedio); el tamaño aumenta hacia el suroeste, hasta alcanzar dos máximos, uno en el centro de la playa con 1.39 mm en promedio y otro en el extremo suroeste, con un D_{50}promedio de 1.35 mm (Tabla 6-7).

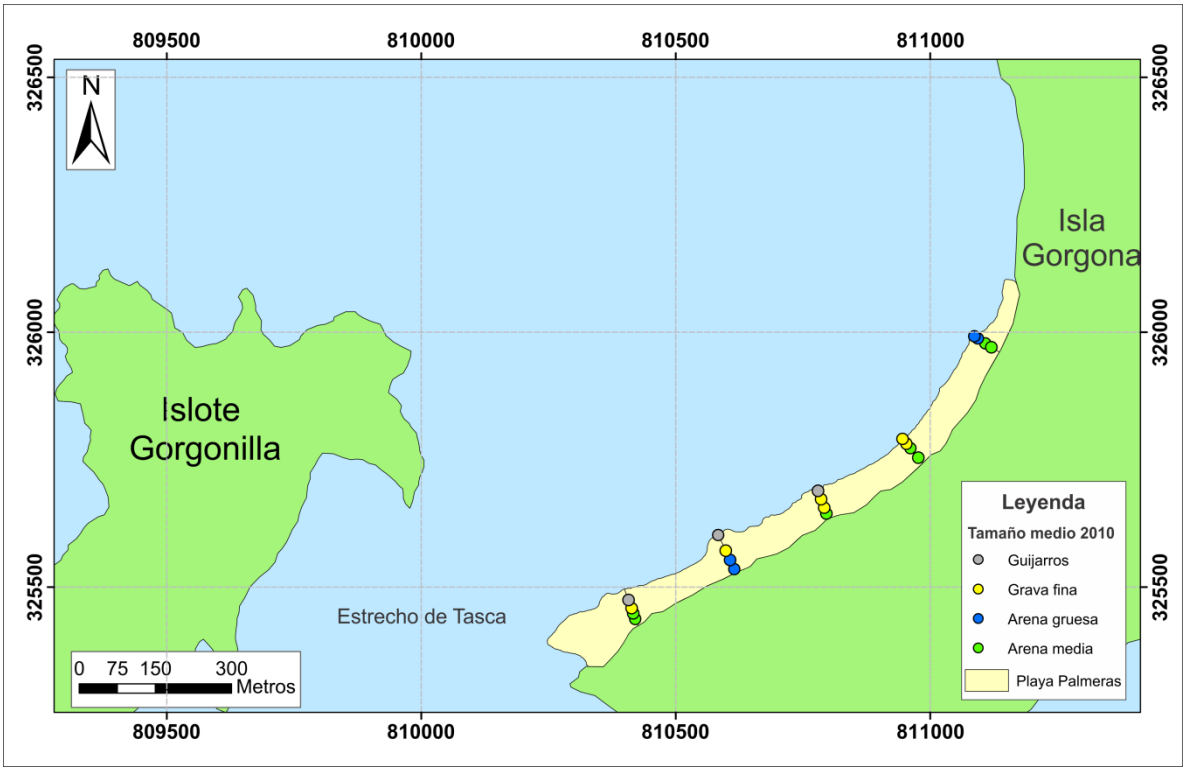

Figura 6-1Tamaño medio de grano para las muestras de playa recolectadas en la época húmeda (octubre) del año 2010.

La variabilidad espacial de los tamaños medios de grano para la época seca (febrero) del año 2011 se muestra en la Figura 6-2. Los sedimentos del fondo son más que los sedimentos de la playa, siendo en su mayoría arenas finas que varían entre 0.14 mm y 0.27 mm. Sin embargo, esta selección se hace menos clara en los sedimentos del Estrecho de Tasca, donde se presentan desde gravas finas hasta arenas finas.

Las muestras de la playa presentan variaciones significativas con relación a las obtenidas para la época húmeda del año 2010. En general existe la tendencia a disminuir el D_{50} en la época seca, pasando de un promedio de 1.16 mm en la época húmeda a 0.5 mm en la seca. La zona seca del perfil es la que presenta menores variaciones temporales, preservando los mismos rangos de tamaños para ambas épocas climáticas.

Tabla 6-7. Tamaños de grano medios para cada zona de la playa. E.S: Época seca. E.H: Época húmeda.

HACIA EL MAR ↓

ZONA PLAYA	D_{50} (mm) - Sedimentos de playa época seca									
	PERFIL 5		PERFIL 4		PERFIL 3		PERFIL 2		PERFIL 1	
	E.S	E.H	E.S	E.H	E.S	E.H	E.S	E.H	E.S	E.H
Seca	0.44	0.38	0.53	0.42	0.26	0.48	0.35	0.92	0.47	0.43
Húmeda	0.34	0.47	0.31	0.49	0.84	1.37	0.605	0.53	0.45	0.49
Lavado	0.404	0.56	1.01	1.07	0.43	1.50	0.63	1.94	0.34	1.99
Rompiente	0.16	0.94	0.15	1.71	0.79	2.21	0.99	2.87	0.49	2.48
PROMEDIO	**0.33**	**0.59**	**0.50**	**0.92**	**0.58**	**1.39**	**0.64**	**1.57**	**0.44**	**1.35**

→ SUR

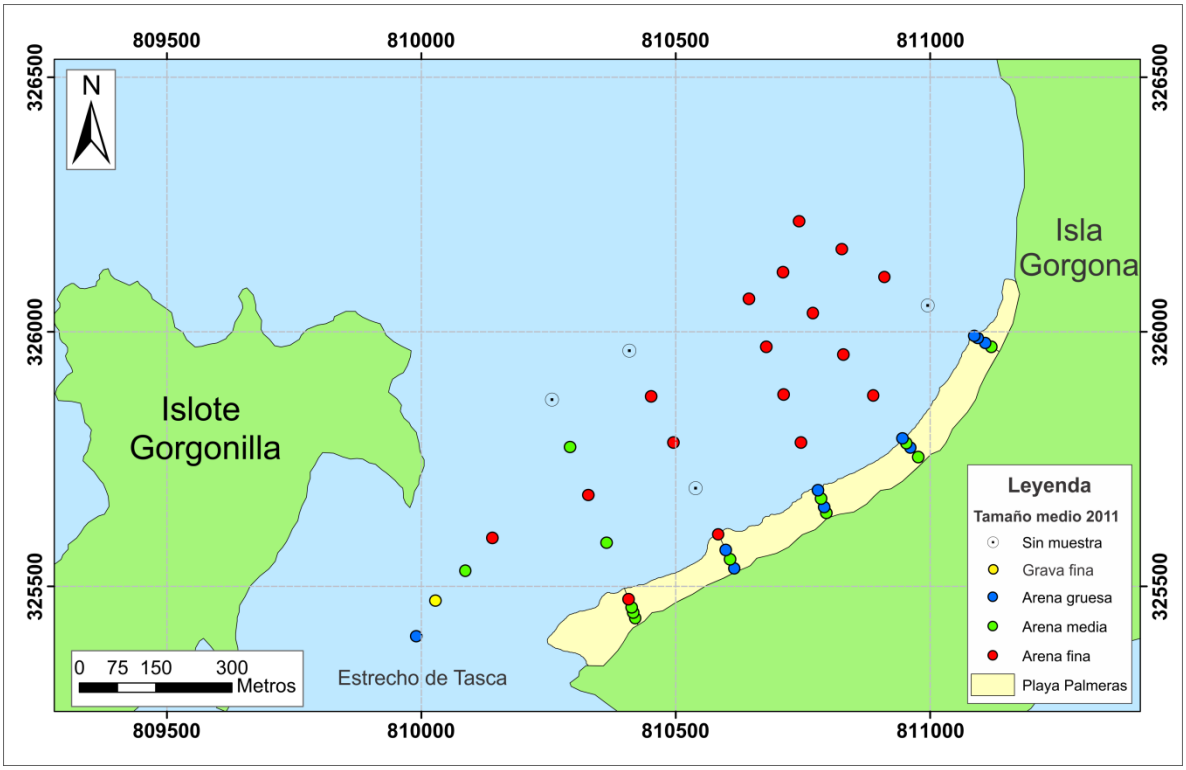

Figura 6-2 Tamaño medio de grano para las muestras de playa y del lecho marino recolectadas en la época seca (febrero) del año 2011.

La bimodalidad de las muestras se concentró en dos sectores principales, el Estrecho de Tasca y en el centro de playa Palmeras (Figura 6-3). Estas muestras se pueden separar en tres grupos a partir de las modas que presentaron, así, se tiene un grupo en el centro de la playa con modas de -0.4 y 2.4 phi, siendo la primera la más frecuente. El segundo

grupo son las muestras de fondo de la zona exterior al norte de Tasca, que tienen -3 y 3.4 phi como las modas representativas, siendo la segunda la más frecuente. Finalmente, se tiene el grupo de muestras sobre el estrecho, cuyas modas fueron-1 y 3.4 phi, con la primera moda más frecuente.

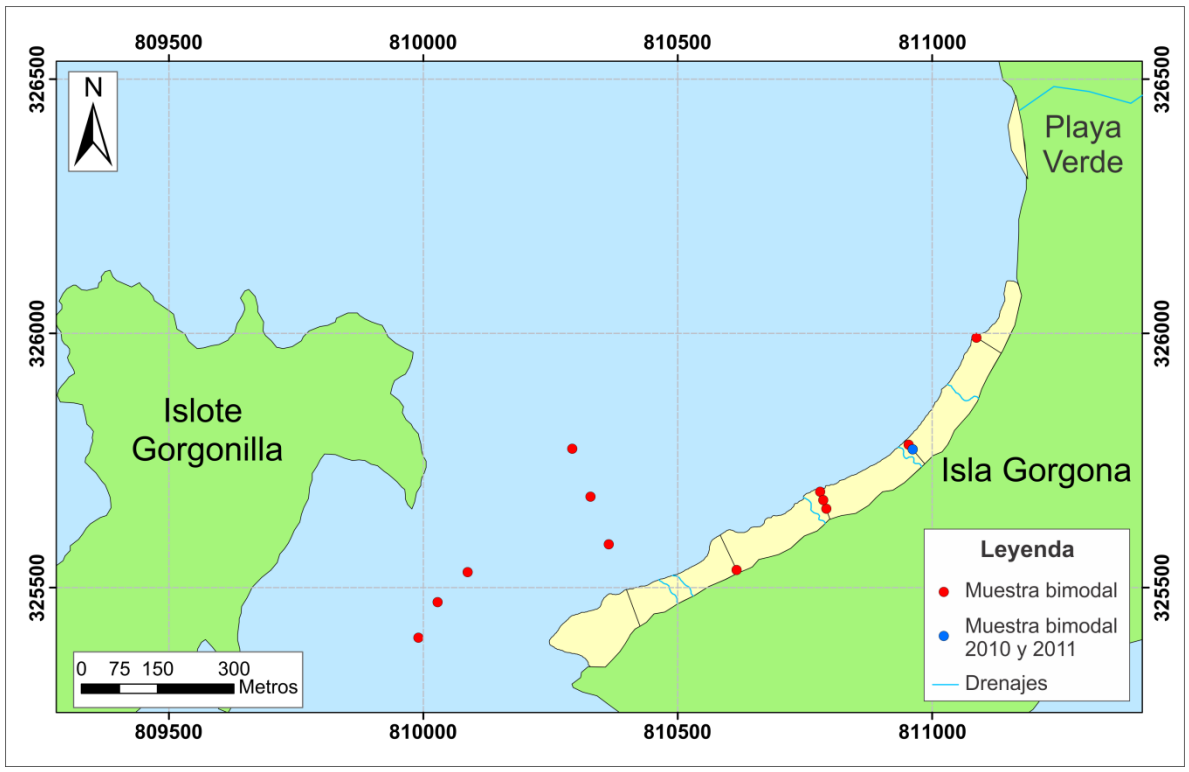

Figura 6-3 Muestras bimodales para playa Palmeras y el fondo marino aledaño. Por la diferencia en las modas se pueden clasificar en tres grupos: centro de playa (modas -0.4 y 2.4 phi), parte exterior de Tasca (modas -3 y 3.4 phi) y sobre el Estrecho de Tasca (modas -1 y 3.4 phi).

6.2 Análisis composicional

Este análisis fue realizado a un subconjunto de 16 muestras de sedimentos, 8 de fondo y 8 de playa, obtenidas en época seca y húmeda respectivamente. Se seleccionaron las dos muestras de playa centrales para realizar el control temporal (época seca y época húmeda) de la variabilidad composicional de los sedimentos.

Finalmente, se definieron sólo siete tipos diferentes de minerales, que se consideraron como los más significativos en la composición de las muestras. Estos minerales fueron utilizados en la técnica del conteo para el análisis de composición (ver Capítulo 3).

La relación entre aportes biogénicos (carbonatos) y terrígenos se muestra en la Figura 6-4. En general existe una tendencia en las muestras de fondo a tener mayor contenido de material biogénico, pues la mayoría de las relaciones son mayores a 1. Las muestras con alto contenido de carbonatos (>1) se pueden dividir en dos grupos, el primero las cercanas al Estrecho de Tasca, que incluye la playa de Gorgonilla y las muestras de fondo del sector sur; y el segundo grupo, ubicado en el lecho marino del sector norte de playa Palmeras, con valores entre 1.08 y 1.44.

La muestra de playa Verde es la que presenta menor contenido de material carbonatado (sólo 0.003), restringiendo este tipo de aportes al sector de playa Palmeras. Todas las muestras sobre la playa tienen una relación biogénicos/terrígenos (B/T) menor a 1, estableciendo los aportes terrígenos como los más importantes para la playa. Las diferencias estacionales en la relación B/T y las variaciones en la zona seca y húmeda de la playa no son significativas.

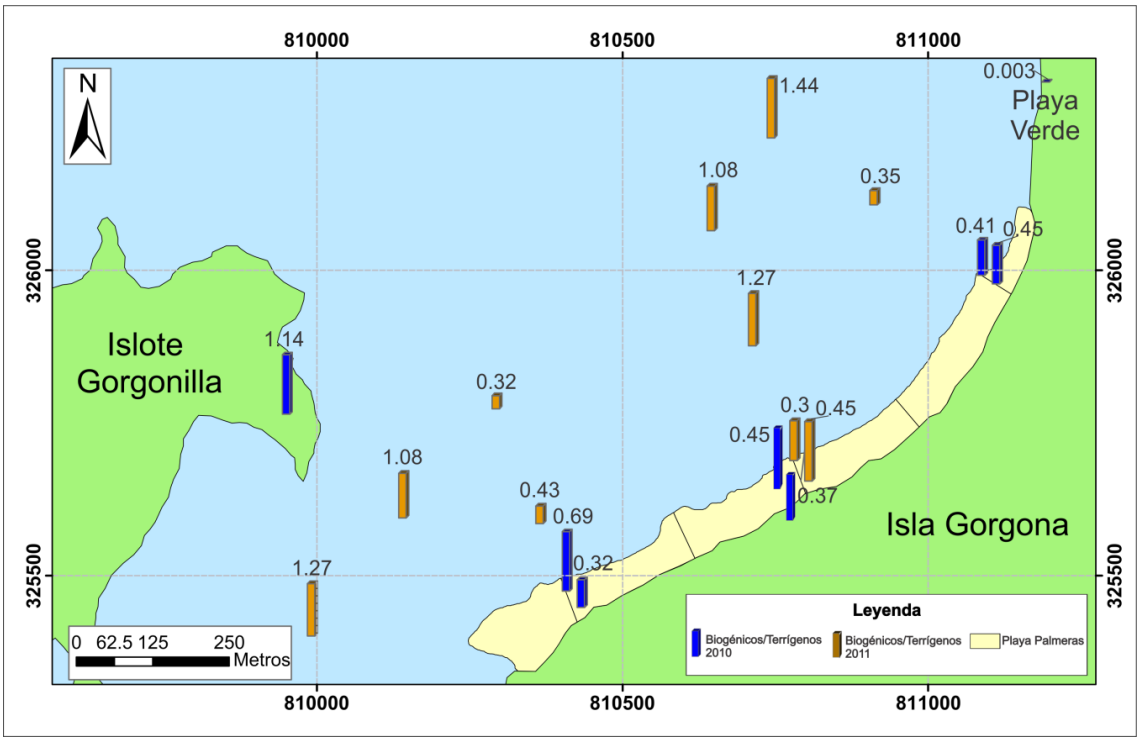

Figura 6-4 Mapa de la relación de contenido de biogénicos sobre el contenido de terrígenos, promediados para todas las fracciones de sedimentos.

Igualmente, se determinó la relación entre minerales densos (peso específico mayor a 2.8 gcm^{-3}) y livianos. Para ello se agrupó el contenido de olivino, piroxeno, magnetitas y espinelas en el grupo de densos y el contenido de vidrio, cuarzo, turmalina y carbonatos

en el de livianos. En la Figura 6-5 se muestra el mapa de la relación densos/livianos (D/L).

En general, el sector noreste de la zona de estudio es el que presentó mayores contenidos de minerales pesados (relación >1), siendo de mayor concentración la muestra de playa Verde, con un valor D/L de 9.Otro punto de altas concentraciones de densos se encuentra en la parte alta del extremo sur de playa Palmeras, que presenta una relación de 1.46.

Es importante resaltar la diferencia existente entre las muestras de fondo y las muestras de playa. Las primeras tienen en promedio una relación de0.33 D/L, mientras que las últimas tienen un promedio de 0.76 D/L, indicando un contenido mucho mayor de material denso sobre la playa.

En este caso si existe una diferencia significante entre las muestras de época seca y húmeda. Durante la época seca hay una disminución en el porcentaje de minerales densos en la zona central de la playa, pasando de 0.57 (época húmeda) a 0.41 (época seca) en promedio.

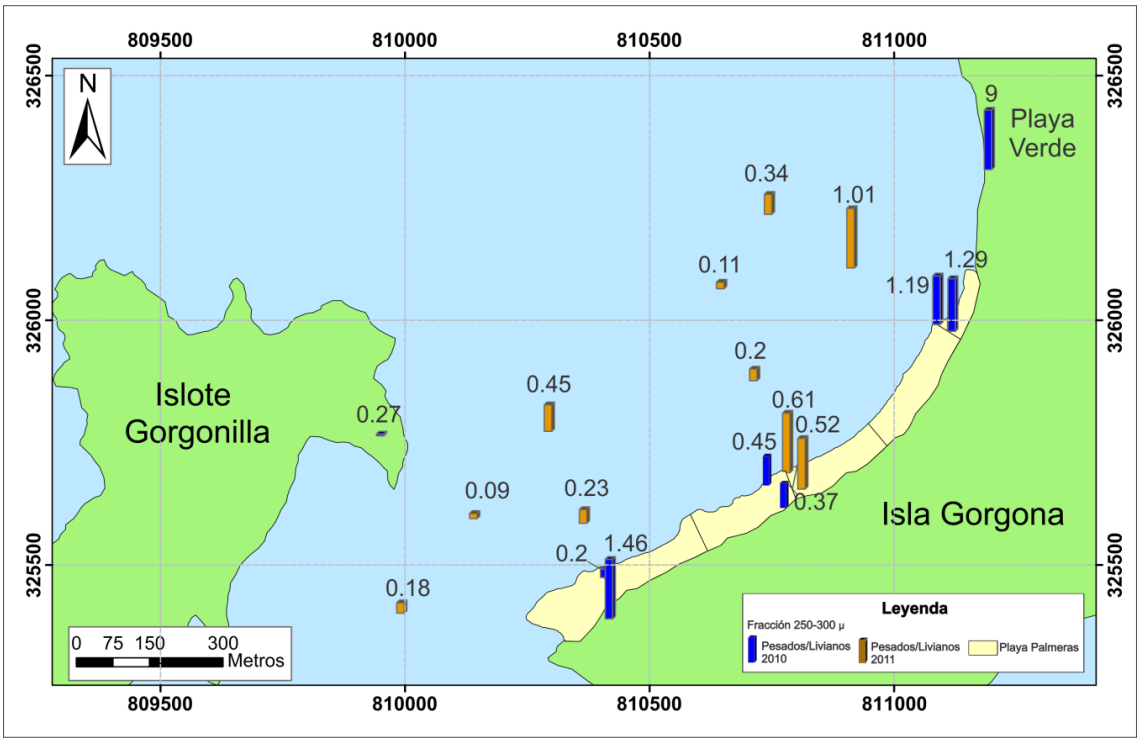

Figura 6-5 Mapa de relación entre minerales pesados y livianos, para el contenido en la fracción 250-500 µ.

El olivino es el mineral más abundante en los sedimentos del sistema, y se encuentra especialmente en el sector norte y noreste de las muestras de playa Palmeras, donde alcanza un máximo de 52%, limitado por playa Verde, que tiene un máximo de 59%.

Al igual que en la relación D/L, existe un parche de alta concentración de olivino en el extremo sur, zona alta de la playa. También se puede distinguir entre en contenido de olivino en las muestras de fondo, con un promedio de 16.9%, y el contenido de las muestras de playa Palmeras con un promedio de 35.8%.

No existe una diferencia significativa entre las concentraciones de olivino en época seca y época húmeda, así como para los contenidos en la zona seca y húmeda de la playa.

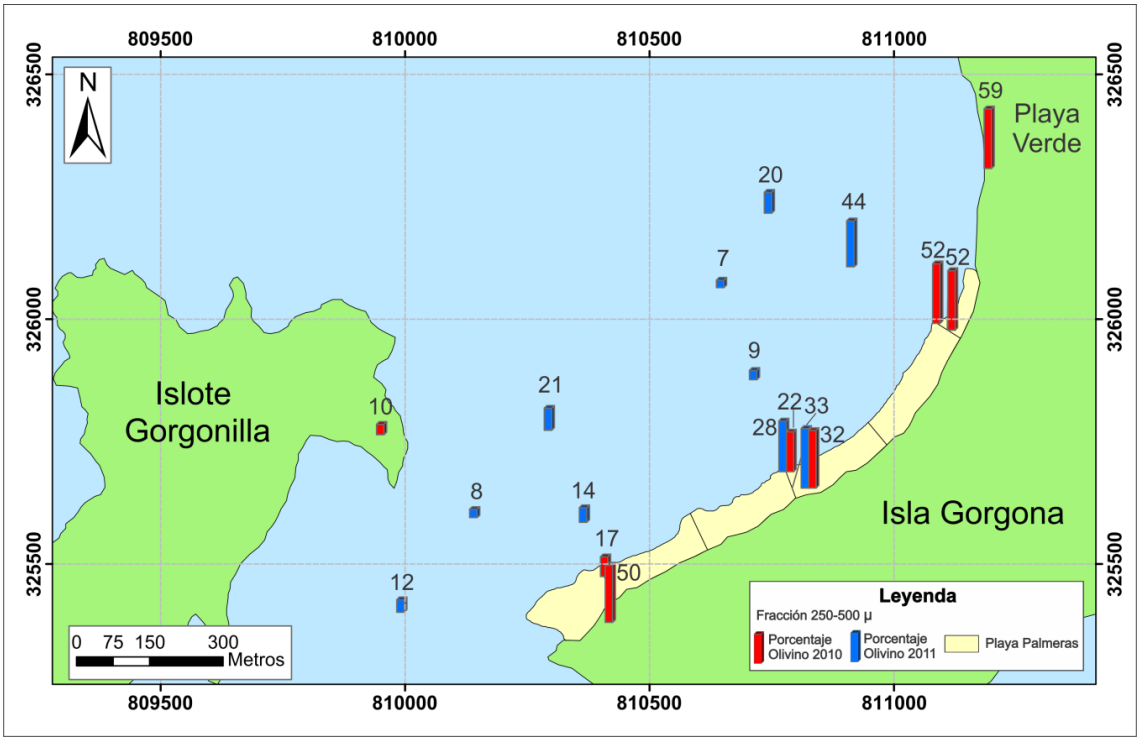

Figura 6-6 Mapa de contenido (porcentaje) de olivino en la zona de estudio para la fracción 250-500 µ.

El análisis de distribución espacio-temporal del vidrio (Figura 6-7), muestra una tendencia de mayor contenido en el sector sur del sistema, que disminuye cuando se acerca más el norte, hasta llegar a no tener este tipo de mineral en la muestra de playa Verde. En general se observa una tendencia a que este mineral se presente en mayor cantidad en la parte baja del perfil (zona húmeda) a lo largo de playa Palmeras.

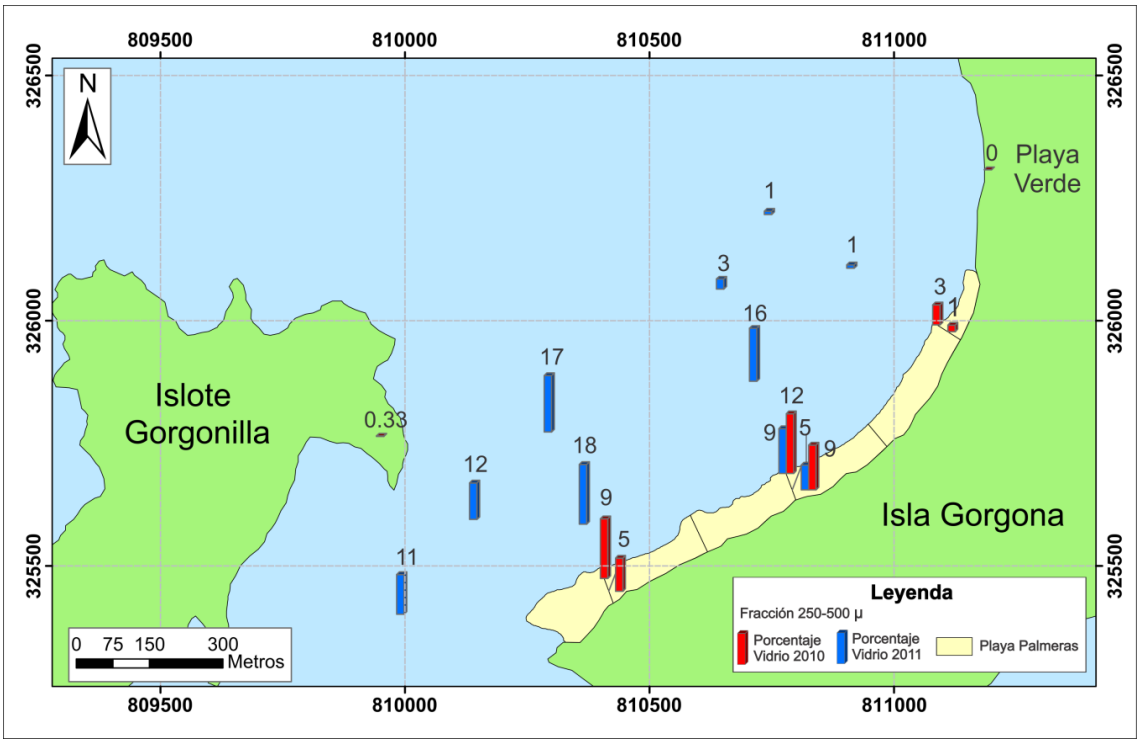

Figura 6-7 Mapa de contenido (porcentaje) de vidrio en la zona de estudio para la fracción 250-500 µ.

El contenido de cuarzo en las muestras oscila entre 4% y 30%, con un promedio de 17%, ubicándolo como el tercer mineral más importante, luego de los carbonatos que se encuentran en un 44% y el olivino, que ocupa el segundo lugar con un 26% (Figura 6-8). Además, su distribución espacial es homogénea.

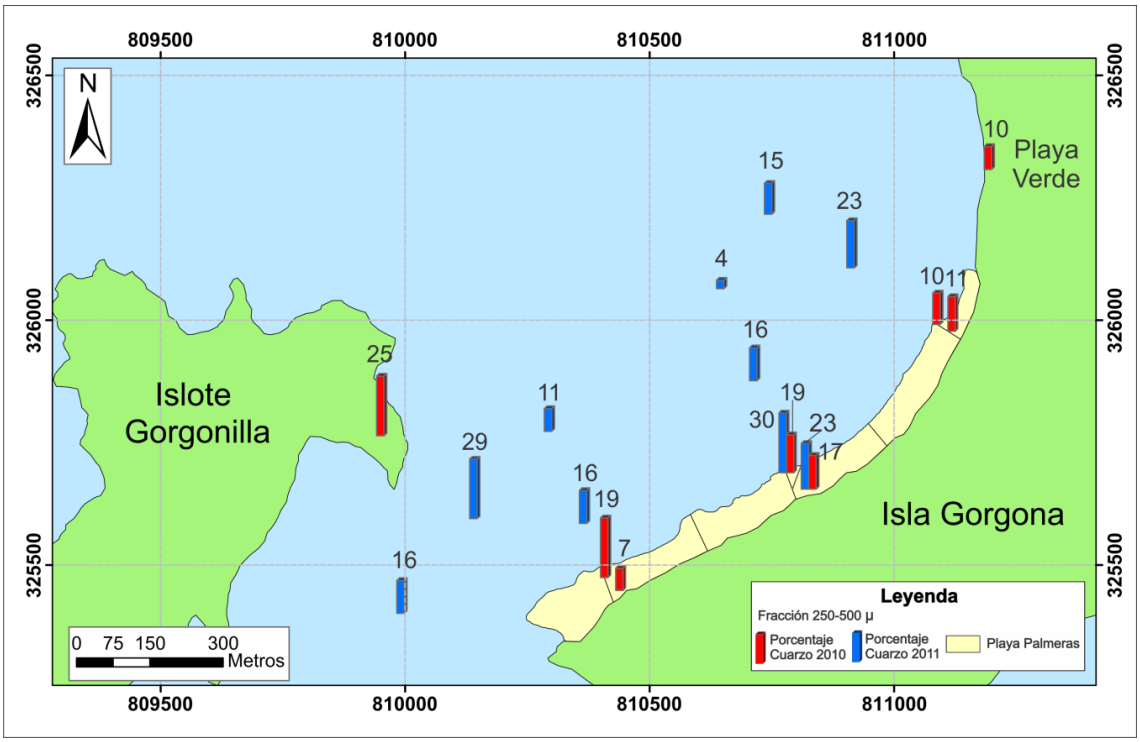

Figura 6-8 Mapa de contenido (porcentaje) de cuarzo en la zona de estudio para la fracción 250-500 µ.

6.3 Fuentes, sumideros y reservorios

Este análisis se llevó a cabo mediante apreciaciones de campo, utilizando los resultados del análisis composicional y por caracterizaciones del lecho marino a partir de buceo y levantamientos de perfiles acústicos con una ecosonda Knudsen a 200 y 28kHz de frecuencia.

Las fuentes de sedimentos biogénicos identificadas en la zona de estudio se deben principalmente a los desarrollos coralinos del costado occidental, a pesar de que las colonias más grandes de la isla se encuentran en el costado oriental.

En el margen occidental se encuentran en el Estrecho de Tasca, donde son reconocidas las colonias de corales de pequeño tamaño. Igualmente, los octocorales del Viudo y los sectores de Montañitas pueden aportar al balance sedimentario del sistema (Figura 6-9).

El material biogénico corresponde en promedio un 44% de la composición de los sedimentos del sistema, siendo de mucha importancia para el sostenimiento de los aportes de la zona de estudio.

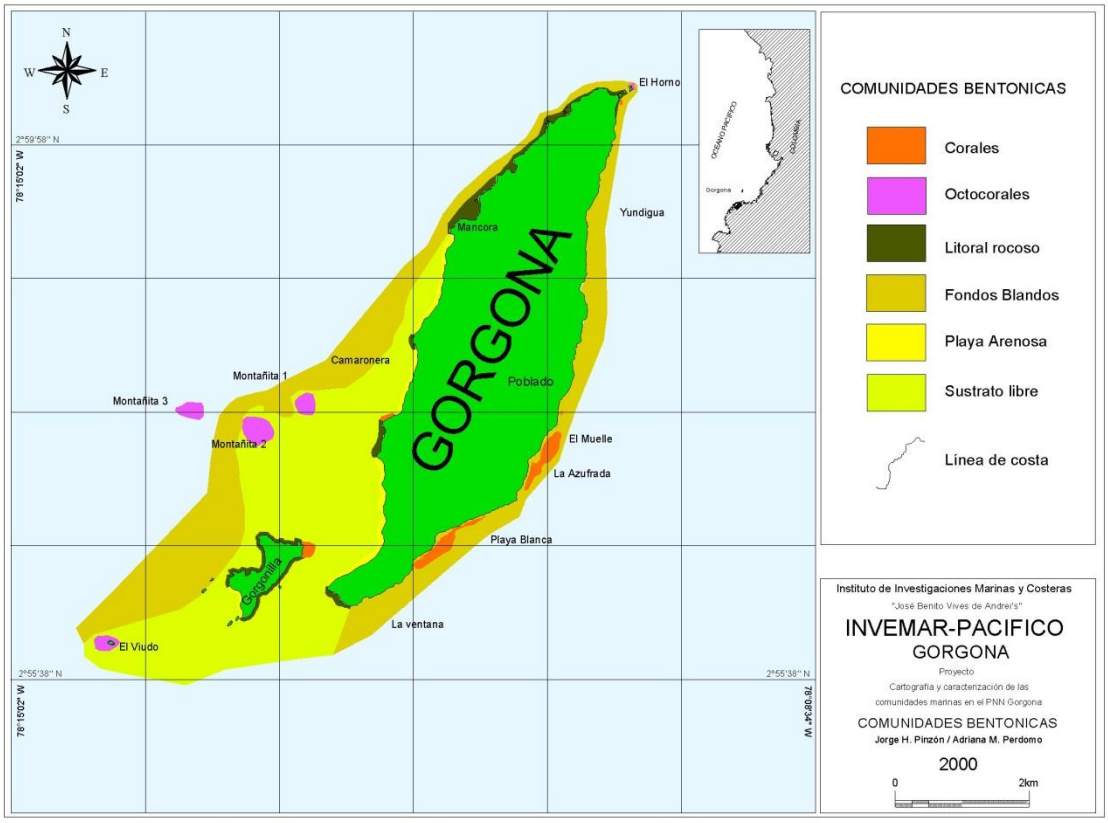

Figura 6-9 Mapa de comunidades bentónicas en la isla Gorgona. Tomado de Invemar (2000).

Los aportes terrígenos, cuyo origen se encuentra en las rocas ígneas y sedimentarias del flanco occidental de la isla, en las rocas del islote Gorgonilla y en el lecho marino rocoso aledaño a playa Palmeras, corresponden al 56% del total de sedimentos de playa y la zona costera aledaña.

El material terrígeno proveniente de las rocas ígneas aporta el mayor porcentaje de minerales encontrados en las muestras, entre estos se incluye el olivino (con un 26% del total de terrígenos) el vidrio (8% del total) y el piroxeno (con sólo 3%). Dichos aportes terrígenos están relacionados con el transporte de fragmentos de roca desde las partes altas de las montañas por las quebradas, que en su mayoría son intermitentes en el sector de playa Palmeras.

En la Figura 6-10 se muestra el mapa de las quebradas alrededor de la isla, y el detalle de los cauces intermitentes que aportan material en playa Palmeras. La quebrada de playa Verde es importante para el transporte de minerales densos como el olivino, que se encuentra en gran porcentaje y que es traído desde las formaciones de brechas tobáceas del centro y occidente del extremo sur de la isla. Esta misma formación puede aportar piroxenos al sistema.

Igualmente, las komatiítas y basaltos del islote Gorgonilla (ver Figura 4-3) pueden aportar vidrio volcánico, olivino, piroxeno, magnetita y espinela, que son minerales comunes en las muestras estudiadas. Así mismo, el cuarzo, los circones y las turmanilas encontradas son aportados por las rocas sedimentarias del extremo sur de la isla.

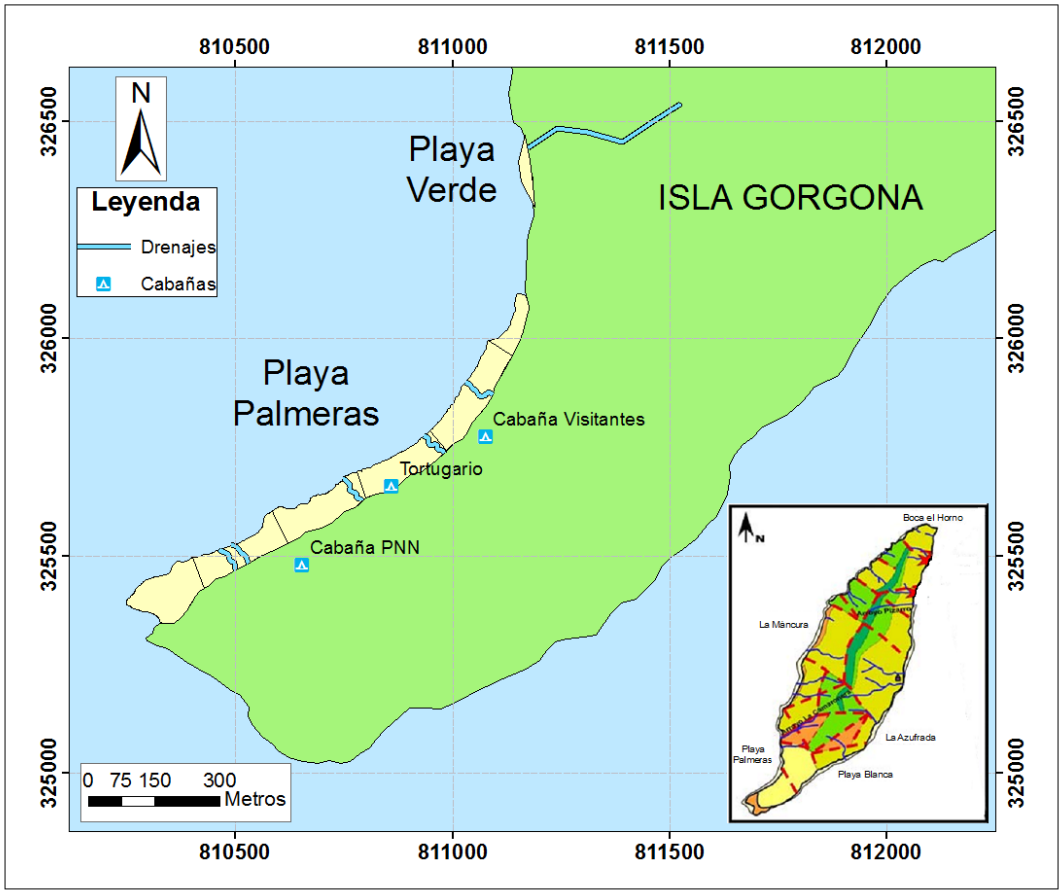

Figura 6-10 Ubicación de las principales quebradas que aportan material a playa Verde y playa Palmeras desde el flanco occidental de la isla. Se muestra también el mapa geológico detallado en el Capítulo 4.

Los sumideros de sedimentos se consideran como aquellos lugares donde es imposible que una partícula regrese a formar parte de la playa una vez se deposite allí. Dadas las

condiciones morfológicas de la isla, los cambios abruptos de pendiente en el lecho especialmente en el flanco oriental (Figura 6-11yFigura 6-12) implican que en distancias muy cortas se alcancen profundidades superiores a la de cierre (profundidad máxima a la cual una ola es capaz de mover sedimentos del lecho marino).

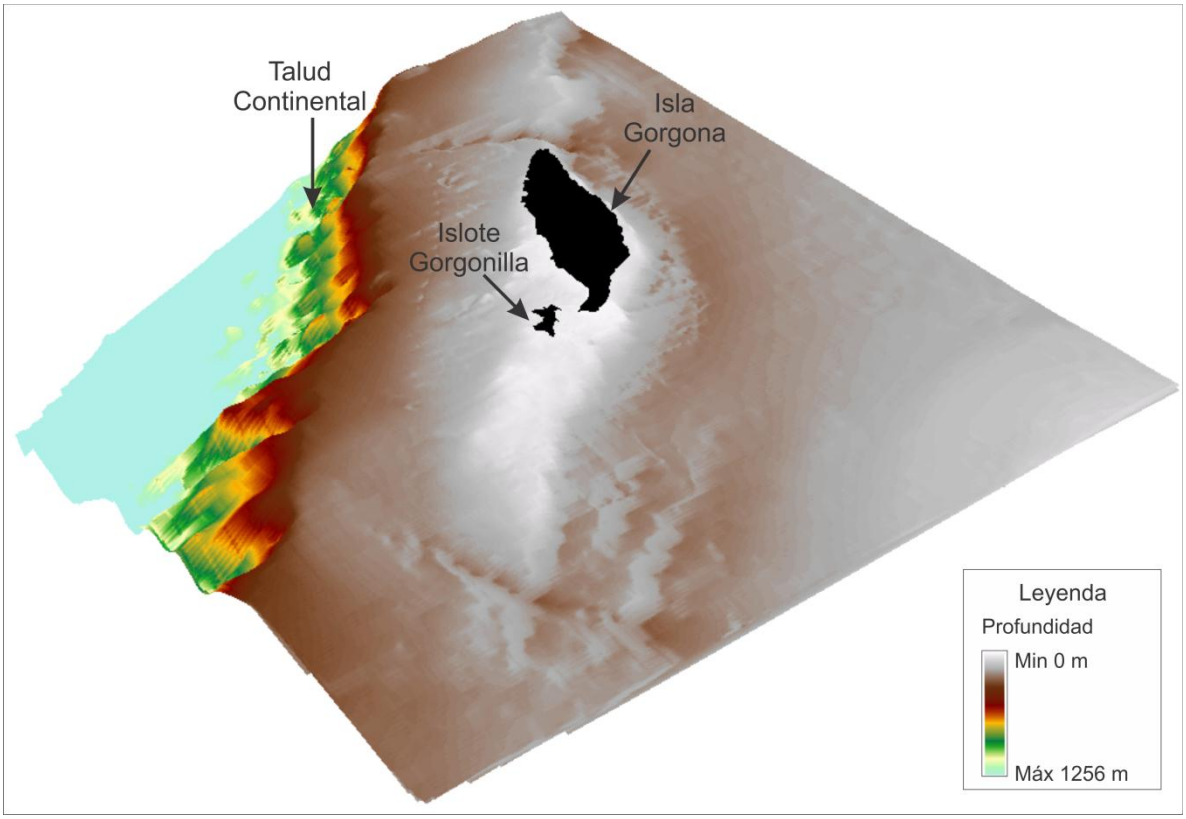

Figura 6-11 Modelo Digital de Elevación (MDE) del lecho marino alrededor de Gorgona. Nótese el cambio abrupto de pendiente en el costado este de la isla.

El sector sur de playa Palmeras está limitado por un cordón de rocas emergentes (Figura 6-12 círculo rojo), que presentan diversas discontinuidades. En la parte exterior (hacia el sur) de este dique natural, se alcanzan profundidades superiores a los 20 metros en marea alta, hasta un máximo de 80 m, y se presentan plataformas estables con bancos de arena asociados, los cuales fueron comprobados con transeptos de buceo en el momento de instalar algunos equipos hidrodinámicos.

Por otro lado, el extremo norte del sistema aunque no es tan inclinado como el sur, si tiene profundidades superiores a 20 m muy cercanas a Palmeras, donde las corrientes por marea y las corrientes por rotura del oleaje en marea baja pueden llevar los sedimentos.

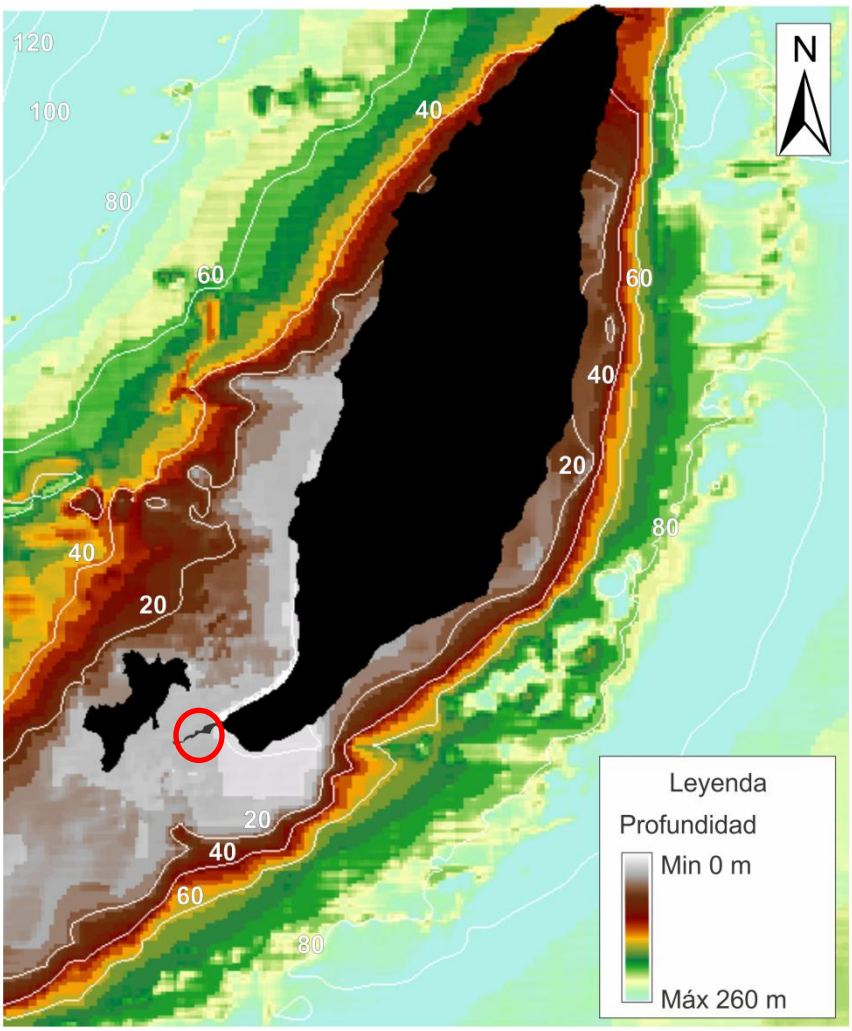

Figura 6-12 Batimetría de la zona costera aledaña a Gorgona. El costado este presenta mayores pendientes. El círculo rojo muestra el afloramiento de rocas que se comportan como un dique natural.

Finalmente, se pudieron establecer tres reservorios de material no consolidado, el primero es el lecho marino del Estrecho de Tasca, donde se pudo comprobar a partir de los perfiles acústicos (Figura 6-13) y de rutas de buceo, la presencia de un banco de sedimentos intercalados con corales y rocas; el segundo es la playa del islote Gorgonilla (Figura 6-14), que tiene conexión directa con playa Palmeras gracias a la hidrodinámica del sistema (ver Capítulo 5); y finalmente el lecho marino del sector noreste, donde no fue

posible obtener una evidencia en campo, pero la imagen Ikonos de mayo de 2008 presenta los colores del lecho marino propios de un banco de sedimentos (Figura 6-14).

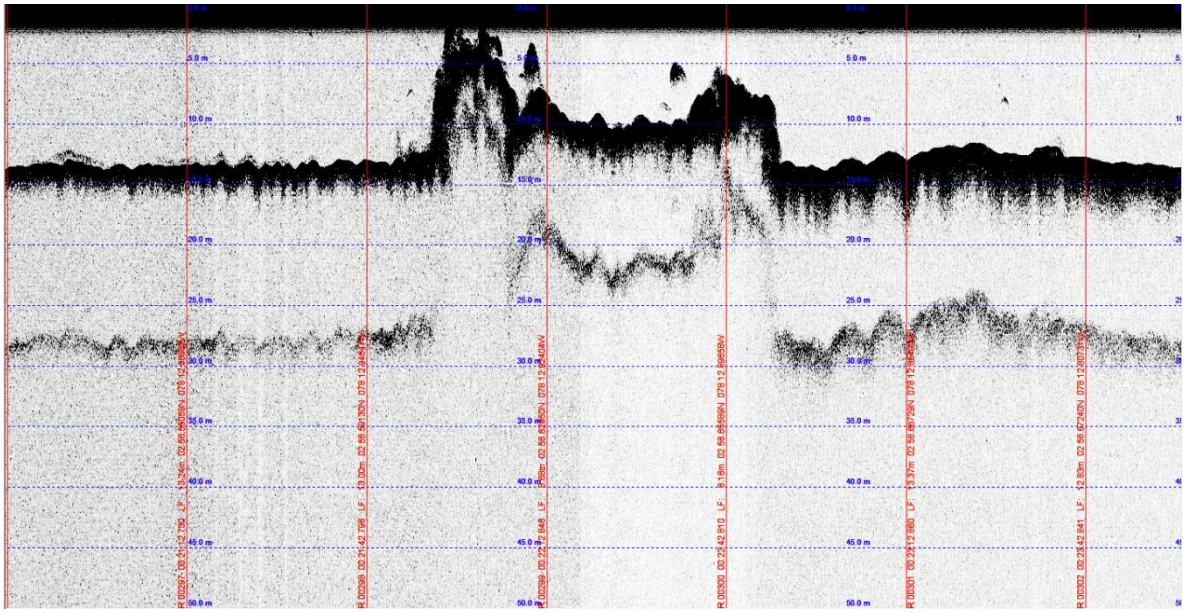

Figura 6-13 Perfil acústico (200 kHz) del sector del Estrecho de Tasca.Se observa un múltiplo de la onda de sonido.

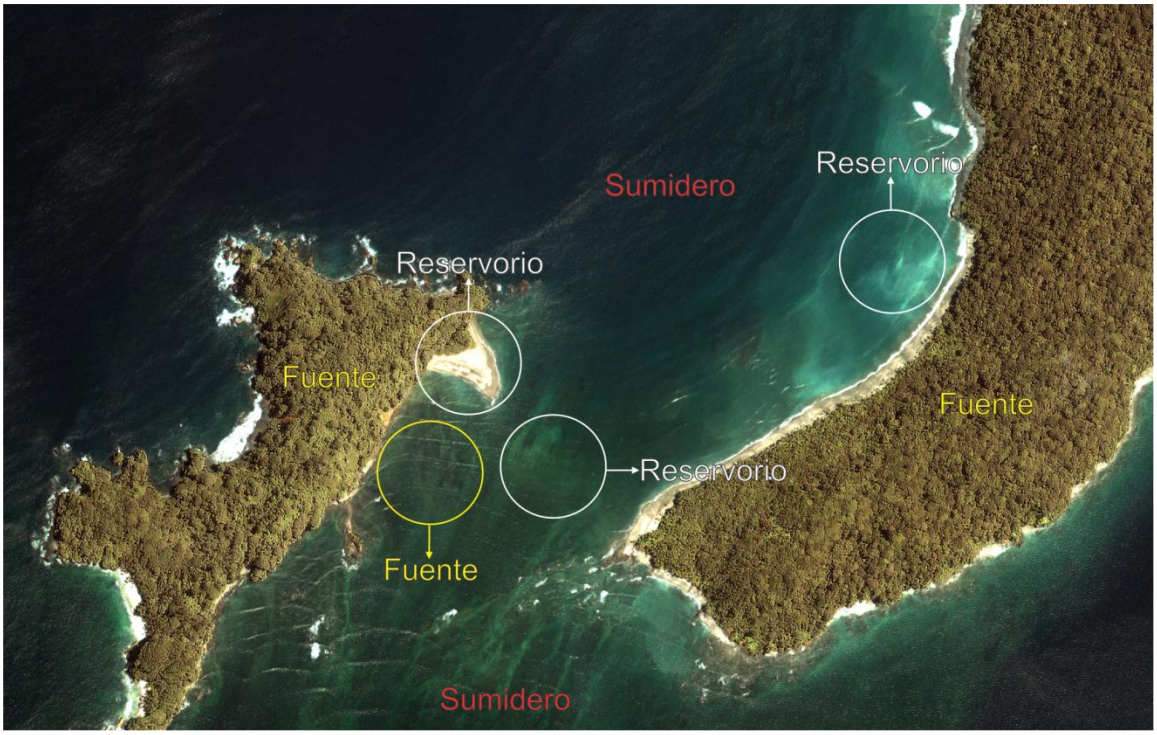

Figura 6-14 Fuentes, sumideros y reservorios de arena para el sistema en estudio. La fuente del Estrecho de Tasca está relacionada con los aportes coralinos del sector.