

Metodología

Área de estudio

La Bahía de Samaná se ubica en la plataforma Norte de la República Dominicana. Tiene una longitud aproximada de 23.2 millas, desde su extremo occidental hasta la boca de la bahía a la altura de Punta Palometa, y un ancho aproximado de 9.2 millas, medidos en línea recta desde Punta Palometa hasta su costa Sur. En el occidente de la bahía existe un complejo sistema de manglares, donde desembocan los Ríos Yuna y Barracote, cuyo importante aporte de agua dulce ha conferido históricamente a la Bahía de Samaná el carácter del mayor estuario de la República Dominicana.

Precisamente, la característica más sobresaliente de la región es el marcado contraste entre condiciones estuarinas altamente fluctuantes hacia el occidente, en el interior de la bahía, y condiciones de mayor estabilidad al Este, en dirección al océano. La interacción entre la influencia terrígena y la oceánica,

determinada por el régimen hidrológico en la muy particular fisiografía de la región, genera un gradiente de condiciones ecológicas en la zona costera y el océano adyacente, que convierte a Samaná en un mosaico de ambientes, donde descansa la elevada diversidad de su biota (Herrera-Moreno, 2005). El área de estudio se ubica en el extremo Este de la Bahía de Samaná y su área oceánica colindante (Fig. 1), considerada como el área tradicional de observación de ballenas jorobadas, desde que comenzó esta modalidad turística en la región en el año 1985 (Hoyt, 1999).

Colecta de datos

Los datos fueron obtenidos entre mediados de enero y finales de marzo de los años 2004, 2005 y 2006, a bordo de diferentes tipos de embarcaciones turísticas comerciales de observación de ballenas jorobadas, que durante estos meses realizan salidas diarias al área de observación (Tabla 1).

Tabla 1. Número de salidas realizadas al área de observación de ballenas jorobadas, por año y por mes.

Período de estudio	Años			Total
	2004	2005	2006	
Enero	32	42	30	104
Febrero	85	119	114	318
Marzo	64	103	78	245
Total	181	264	222	667

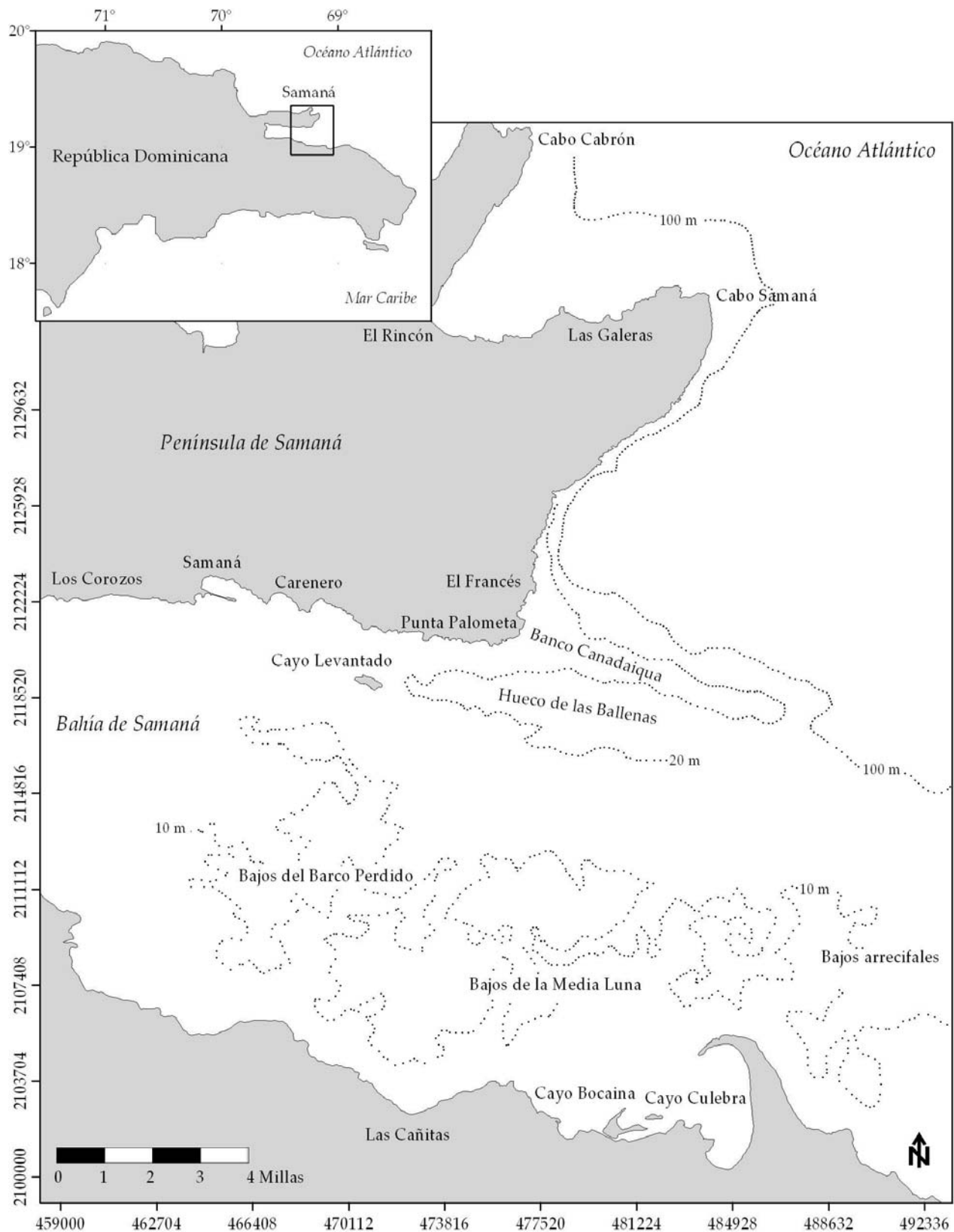


Figura 1. Región Este de la Bahía de Samaná donde tiene lugar, cada año, la observación de ballenas jorobadas entre enero y marzo. La isobata de 100 m indica el límite aproximado entre la plataforma somera en el interior de la bahía y el área profunda en la región oceánica colindante.

El esquema típico de un día de observación incluye la salida del puerto en horas tempranas de la mañana, un recorrido por el área de observación y posteriormente se regresa a Cayo Levantado y/o al puerto de origen, en horas del mediodía o la tarde. Todos los datos fueron colectados por monitores previamente entrenados o por los propios autores. Se realizaron en total 667 salidas de observación: 181 salidas en el 2004, 264 en el 2005 y 222 en el 2006, con entre 2 a 4 salidas diarias, durante las tres temporadas.

De las 667 salidas, 315 fueron efectuadas en barcos, 267 en lanchas y 85 en yolas (Tabla 2). Los diferentes tipos de embarcaciones difieren en su tamaño, capacidad de turistas y velocidad, lo cual influye en el tiempo y la distancia de las observaciones que realizan y por tanto, en la calidad y cantidad de la observación. Estos elementos deben tenerse en cuenta cuando se desea obtener información de valor científico desde estas plataformas comerciales. Los barcos son embarcaciones tipo yate de 46 a 70 pies de eslora y capacidad para unos 50 a 75 pasajeros. Parten del Puerto de

Samaná y como tienen mayor autonomía realizan recorridos de observación pausados que pueden durar entre 1 a 5 horas, con unas 3 horas como promedio, cubriendo distancias entre 5 a 35 millas, a velocidades que no sobrepasan los 15 nudos. Al permanecer más tiempo en el área de observación y cubrir una mayor distancia, a menor velocidad, los barcos tienen mayor capacidad de realizar avistamientos múltiples.

Las lanchas son ante todo embarcaciones de velocidad (entre 15 a 30 nudos), de 29 a 56 pies de eslora, donde se combina la observación con la sensación de aventura del paseo rápido. Parten del Puerto de Samaná transportando entre 22 a 84 turistas sentados, realizan recorridos de entre 1 a 3 horas, con 2 horas como promedio, en distancias entre 9 a 30 millas. Algunas lanchas poseen una torre de mando que ofrece una posición elevada muy favorable para el trabajo del monitor. Las lanchas cubren una distancia y un tiempo solo ligeramente menor que los barcos, pero su tasa de avistamientos/ salida es generalmente menor que la de éstos.

Tabla 2. Número de salidas por quincenas y meses, según el tipo de embarcación donde se realizaron las observaciones de ballenas jorobadas cada año. E. Enero, F. Febrero, M. Marzo, Q. Quincena.

Tipo de embarcación	Año	Salidas					Total
		E(Q2)	F(Q1)	F(Q2)	M(Q1)	M(Q2)	
Barcos	2004	26	26	32	18	19	121
	2005	18	31	26	46	20	141
	2006	10	14	12	11	6	53
	Total	54	71	70	75	45	315
Lanchas	2004	3	9	9	15	11	47
	2005	24	32	29	24	11	120
	2006	18	18	30	25	9	100
	Total	45	59	68	64	31	267
Yolas	2004	3	2	7	1	0	13
	2005	0	1	0	1	1	3
	2006	2	19	21	14	13	69
	Total	5	22	28	16	14	85

Las yolas realizan sus salidas desde el Puerto de Carenero. Son botes de 19 a 23 pies de eslora, con motores fuera de borda, una capacidad máxima de 12 personas y hacen recorridos cortos, de entre media hora a 3 horas, cubriendo distancias de 3 a 14 millas, con prácticamente un solo avistamiento/salida. Por su menor capacidad de pasajeros y su menor autonomía, las yolas generalmente planifican excursiones cortas y rápidas que le permitan regresar a tierra para tomar más turistas e incrementar sus ganancias diarias.

La distancia y la dirección de los viajes es determinada por el capitán de la embarcación y no sigue un patrón establecido, sino que se ajusta cada día, sobre la base de su experiencia, atendiendo a factores como el tipo de embarcación, la presencia y abundancia de ballenas y el estado del tiempo. Por ello, no es posible diseñar un plan de muestreo con recorridos previamente establecidos, sino ajustarse a los trayectos que siguen las diferentes embarcaciones (Fig. 2).

En cada una de las salidas, al tener lugar un avistamiento, se anotó inicialmente la hora y se georeferenció la posición inicial de la ballena o grupos de ballenas, empleando un GPS Magellan 315. Las posiciones corresponden al punto más cercano de la embarcación a las ballenas. La ballena o grupo de ballenas eran observadas durante un tiempo, como parte de la rutina de la oferta turística, y una vez finalizada la observación se anotaba nuevamente la hora y la posición final. Cada avistamiento consta, por tanto, de dos posiciones, que siempre que fueron diferentes se consideraron ambas en los mapas de distribución.

Durante la observación, se identificaron los grupos sociales considerando las categorías de Mattila *et al.* (1994) ampliadas (Tabla 3). Las condiciones climáticas en cada salida se



Barco Victoria II



Lancha Skilldoc



Yola Playa Honda

indicaron empleando la Escala de Beaufort. A partir de la temporada 2005 se comenzó a tomar fotografías de la parte ventral de las colas y las aletas dorsales de algunas ballenas, para iniciar un catálogo de referencia, el cual se complementó con fotos de Kim Beddall desde el año 2004.

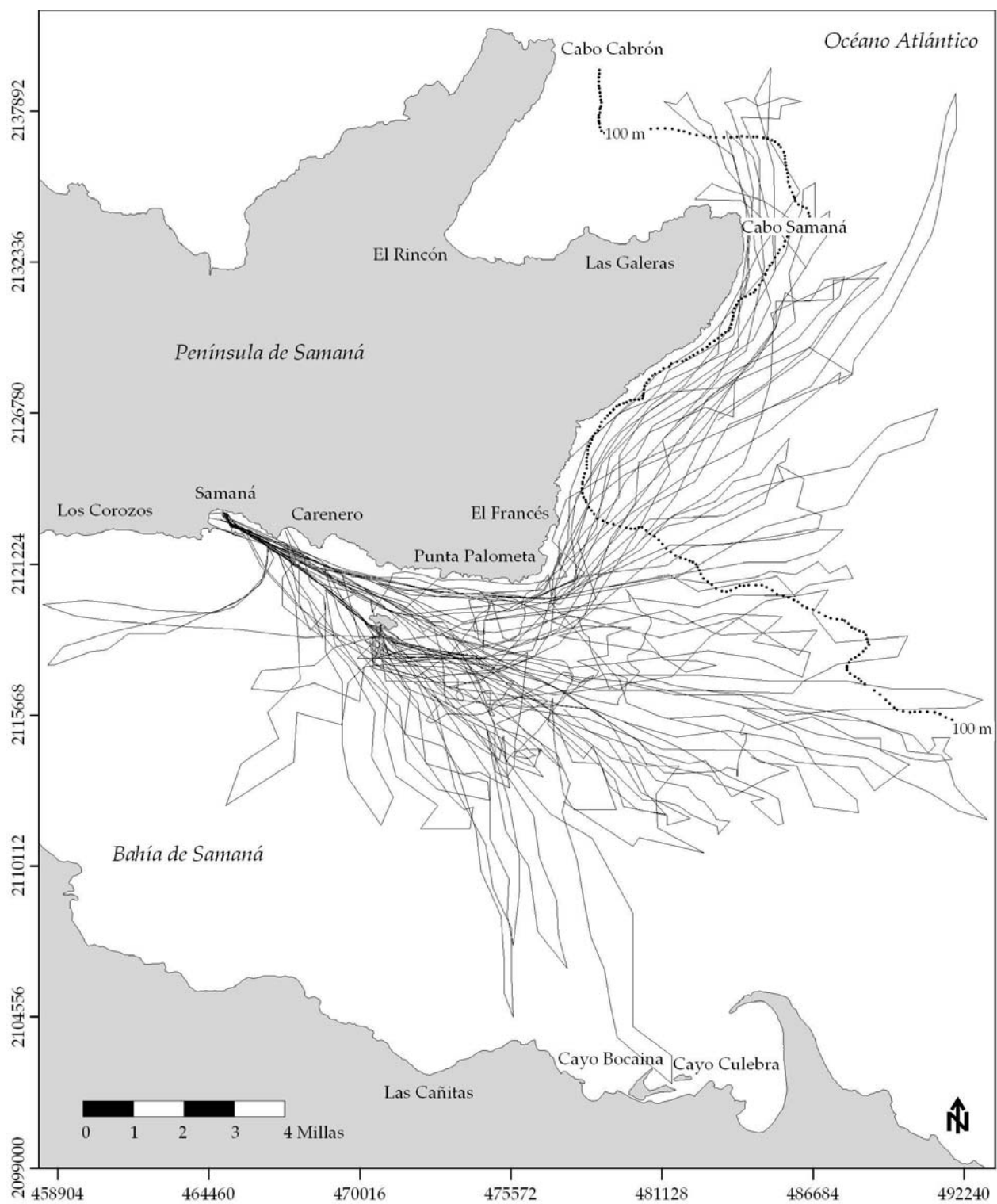


Figura 2. Definición del área de estudio a partir de algunos trayectos de diferentes embarcaciones de observación de ballenas jorbadas que fueron georeferenciados durante los tres años estudiados.

Análisis de los datos

Cartografía.- Se empleó el Sistema de Coordenadas Universales Transversas de Mercator (UTM), referido al NAD-27 para el Caribe. Los mapas se realizaron en el Software Golden Surfer 8, tomando como base la Carta Náutica de la Bahía de Samaná del Instituto Cartográfico Militar en Escala 1:50,000. Se digitizaron 32881 puntos XYZ, con datos de UTM Norte y Este y profundidad, que fueron procesados por el Método de Enrejado Krigging para obtener los modelos de batimetría plana y tridimensional, descriptivos de la topografía submarina del área de observación. Al modelo se incorporaron mediciones de profundidad con Ecosonda SCUBAPRO Modelo PDS-2, con alcance de 100 m.

Intervalo batimétrico.- Todos los puntos georeferenciados de avistamientos fueron superpuestos con el modelo batimétrico y se estimó un intervalo de profundidades para cada punto. Las clases de profundidad consideradas dentro de la bahía fueron desde menores de 10 hasta 100 m, con intervalos de clases de

10 m. Fuera de la bahía se consideraron clases desde 100 m a mayores de 1000 m, con intervalos de 100 m. La división de los avistamientos por intervalos batimétricos permitió analizar la distribución de los grupos sociales en relación con la profundidad.

Distribución espacial.- Se cartografiaron todos los puntos georeferenciados inicial y final (excepto las coordenadas repetidas), en todas las salidas desde cualquier embarcación con el interés de obtener un mapa de distribución con la mayor cobertura espacial posible. Para determinar el tipo de distribución (agregada, homogénea o aleatoria) se superpuso al mapa obtenido un enrejado con unidades de 1 milla² y se contaron todos los puntos dentro de cada unidad. Los valores de número de avistamientos/milla² se ordenaron en intervalos de clases y se calcularon las frecuencias relativas, ajustándose a éstas el modelo de la binomial negativa, calculando previamente la razón varianza/media como índice de dispersión y el índice de agregación k por el método de máxima verosimilitud. La bondad de ajuste se evaluó por un test de chi cuadrado (χ^2).

Tabla 3. Clasificación y descripción de los diferentes grupos sociales considerados en el presente estudio.

Tipo de grupo	Descripción
Solteros (as)	Una ballena solitaria adulta
Pareja	Grupo de dos ballenas adultas
Trío no competitivo	Grupo de tres ballenas que no muestran conducta competitiva
Madre y ballenato	Dos ballenas donde se identifica un adulto y una cría en su primer año
Madre y juvenil	Dos ballenas donde se identifica un adulto y una cría en su segundo año
Madre, ballenato y escolta	Trío de madre con una cría en su primer año acompañada de otra ballena adulta
Grupo competitivo sin ballenato	Grupo de tres o más ballenas que exhiben conducta competitiva, incluyendo aletazos, coletazos y otros contactos agresivos
Grupo con ballenato	Conjunto de más de tres ballenas donde se identifica además una cría en su primer año
Juveniles	Una ballena demasiado pequeña para ser un adulto pero demasiado grande para ser un ballenato

Para evaluar el uso histórico del espacio por las ballenas se cartografiaron los datos de avistamientos de Mattila *et al.* (1994) y León (2003) y se compararon con nuestro mapa de distribución. Las variaciones estacionales de la distribución espacial se evaluaron agrupando y cartografiando por quincenas todos los puntos georeferenciados del 2004 al 2006.

Grupos sociales. Se calcularon las frecuencias relativas de cada grupo social por años y se compararon con los datos de Mattila *et al.* 1994) y León (2003). Se reconoce que los datos de proporción de grupos tomados desde embarcaciones comerciales pueden estar sesgados por problemas de selectividad. Para evaluar la distribución espacial de los grupos se realizaron los mapas respectivos, con la información de los tres años estudiados.

Abundancia relativa.- Como primera aproximación al estimado de la abundancia relativa, los datos del número de avistamientos y de ballenas se agruparon por quincenas y se estandarizaron por salida, a partir de la información obtenida desde los barcos. Los indicadores resultantes fueron número de avistamientos/ salida y número de ballenas/ salida.

Como una segunda aproximación, se consideraron solamente los datos diarios obtenidos desde la embarcación Victoria II de Kim Beddall. La abundancia relativa se expresó en número de avistamientos/hora y número de ballenas/ hora, en salidas de entre 2 a 4 horas. Este enfoque, si bien no elimina el sesgo inherente al uso de embarcaciones comerciales de observación, refina la información con datos diarios pertenecientes a un solo tipo de embarcación, con una rutina similar en sus observaciones. Los valores de estos indicadores para 2004 y 2005 fueron comparados a través de la Prueba U de Mann-Whitney ($p < 0.01$), en busca de diferencias estadística-

mente significativas. Solamente pudieron ser comparados los datos de 2004 y 2005, donde la observación de ballenas siguió un patrón regular en términos de número y tipo de embarcaciones, número de salidas, rutina de los viajes y tiempo de observación. En el año 2006, este patrón se alteró radicalmente con la llegada de Cruceros con exclusividad sobre Cayo Levantado, limitando el número y tiempo de las salidas de las embarcaciones comerciales locales. Se aclara que los valores obtenidos constituyen solo un estimado relativo de la abundancia, pues nuestro objetivo es evaluar si los indicadores de abundancia podrían reflejar alguna tendencia mensual e inter-anual, más que el cálculo de un valor absoluto.

Fotoidentificación.- Se analizaron las fotos tomadas entre el 2004 al 2006 y se identificaron algunas ballenas reavistadas en años diferentes o en distintos días de un mismo año. Para éstas últimas se calculó la ocurrencia, como el número de veces que fue observada la ballena; y la ocupación, como el tiempo total, expresado en días, entre la primera y última observación de la ballena, asumiendo que no necesariamente estuvo todo el tiempo dentro de la bahía (ver Mattila *et al.*, 1994).

Datos oceanográficos.- Se realizó una recopilación de la información oceanográfica disponible sobre la Bahía de Samaná en los trabajos de Kramer (2005) y Herrera-Moreno (2005). De especial interés fueron los muestreos de SEA (2005) en la propia área de observación de ballenas, en marzo de 2005, que ofrece datos de salinidad, temperatura, fosfatos y clorofila en cinco estaciones: dos oceánicas (SS-026 y SS-027A) y tres de plataforma (SS-027B, SS-028 y SS-029). En colaboración con la Asociación de Educación del Mar (SEA) de Woods Hole, Massachusetts se colectaron datos de varios parámetros en la Bahía de Samaná, desde el Velero Escuela Corwith Cramer,

durante su visita en diciembre de 2006. Algunos resultados de estos muestreos aparecen por primera vez en este libro por cortesía de su Coordinador Científico Erik Zettler y son citados como SEA (2006).

En dichos muestreos se realizó un registro minuto a minuto, de temperatura, salinidad y fluorescencia *in vivo* de la clorofila *a* en el estrato superficial, desde la región oceánica hasta el Puerto de Samaná, utilizando el sistema de flujo de agua del mar del laboratorio. La temperatura y salinidad se midieron con un termosalinógrafo SeaBird Electronics

SBE45 y la fluorescencia con un Fluorómetro SeaPoint. También se muestreó una estación oceánica (SS-046) y otra en plataforma (SS-047), donde se hicieron mediciones puntuales de fosfato y clorofila *a* en superficie.

En el Hueco de las Ballenas se empleó un Hydrocast/CTD para tomar muestras de agua (Estación C208-036) en once niveles desde la superficie hasta los 100 m de profundidad, y analizar la distribución vertical de temperatura, salinidad, densidad y fluorescencia. Todas las estaciones y transectos de SEA (2005; 2006) se indican en el mapa de la (Fig. 3).

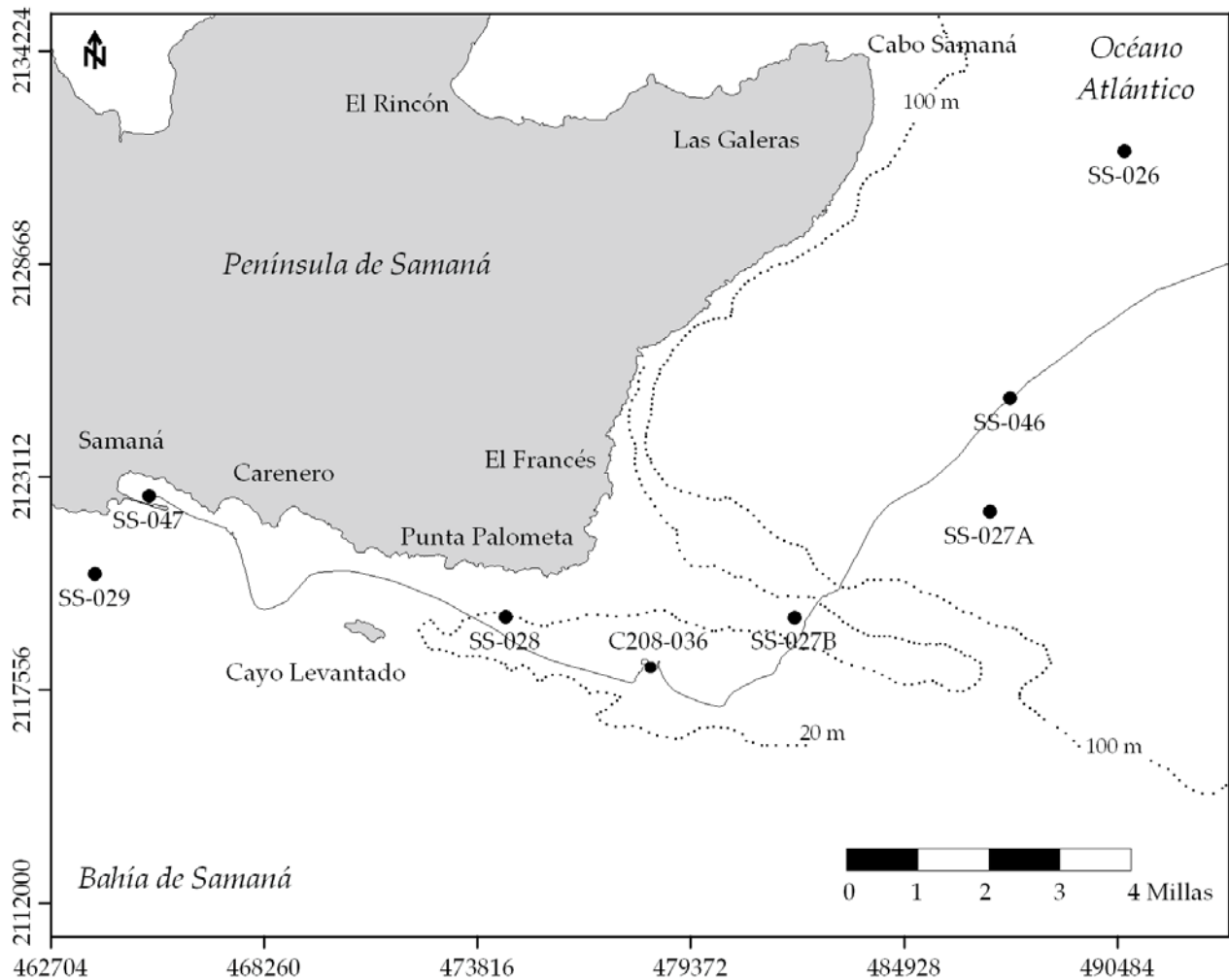


Figura 3. Mapa de las estaciones de muestreo del Corwith Cramer durante los años 2005 y 2006 (círculos negros) y transecto del registro minuto a minuto (línea continua) del 2006, según SEA (2005; 2006).

El presente capítulo ha sido tomado de:

Betancourt Liliana y Alejandro Herrera-Moreno 2007 Datos sobre las ballenas jorobadas (*Megaptera novaeangliae*) de la Bahía de Samaná, República Dominicana. Edición Programa EcoMar, Inc. Impresión Punto Mágico, 56 pp.