

Capítulo 3

Los testigos sedimentarios extraídos en el Lago de Sanabria

Contenido:

- 7. Testigos sedimentarios extraídos en el Lago de Sanabria*
- 8. Extracción de los testigos sedimentarios mediante la técnica de pistón ('piston coring')*

Subcapítulo 7. TESTIGOS SEDIMENTARIOS EXTRAÍDOS EN EL LAGO DE SANABRIA.

7.1. Testigos sedimentarios: situación en el lago.

En el Lago de Sanabria han sido obtenidos un total de 6 testigos sedimentarios. Los testigos están distribuidos en diferentes ambientes deposicionales del sistema lacustre, y han sido denominados como sigue: SAN270W, SAN135E, SAN235E, SAN38E, SAN434, y SAN42. La localización de los testigos en el lago se muestra en la **Fig. 7.1**; la localización de los testigos en los perfiles batimétricos se muestra en la **Fig. 7.2 a y 7.2 b**.

La denominación de los testigos estudiados se ha efectuado preferentemente según los siguientes criterios: a) nombre del lago al cual pertenecen los testigos (Lago de Sanabria; SAN), b) longitud de la secuencia sedimentaria (p. ej., 270 cm, entonces, 270), y c) localización del testigo dentro del Lago de Sanabria (p. ej., Cubeta W, entonces, W).

7.2. Testigos sedimentarios: características en el proceso de extracción.

Las diferentes secuencias sedimentarias han sido obtenidas mediante sucesivas campañas de extracción, llevadas a cabo en mayo-1998, julio-1999 y mayo-2000. Los testigos han sido extraídos mediante la técnica de pistón (*piston coring*) y la técnica de gravedad (*gravity coring*). La primera técnica ha facilitado los testigos más largos disponibles (de hasta 273 cm de longitud), mientras que la segunda (*gravity coring*) ha facilitado los testigos más cortos (38-42 cm) (los testigos obtenidos mediante *gravity coring* han sido extraídos para comprobar la validez paleolimnológica del lago). La profundidad de la columna de agua ha sido de 42 m (Cubeta W), 48 m (Cubeta E), y 22 m (plataforma distal). Las características de extracción se muestran en la **Tabla 7.1**.

Situación en el lago	Nombre del testigo	Técnica de extracción	Fecha de extracción	Coordenadas geográficas	Profundidad de la columna de agua (m)	Longitud del testigo (cm)	Diámetro del tubo PVC (mm)
Cubeta W	SAN270W	<i>Piston coring</i>	mayo 2000	42°07'25"N 6°42'10"W	42	270	50
	SAN135E	<i>Piston coring</i>	julio 1999		48	134	63
Cubeta E	SAN235E	<i>Piston coring</i>	julio 1999	42°07'20"N 6°41'20"W	48	235	50
	SAN38E	<i>Gravity coring</i>	mayo 1998		48	38	30
	SAN42	<i>Gravity coring</i>	mayo 1998		48	42	30
Plataforma distal	SAN434	<i>Piston coring</i>	mayo 2000	42°07'35"N 6°41'10"W	22	273	50

Tabla 7.1. Características en el proceso de extracción de cada uno de los testigos sedimentarios estudiados. Las técnicas de extracción han sido dos: *piston coring* (testigos SAN270W, SAN135E, SAN235E, y SAN434), y *gravity coring* (testigos SAN38E y SAN42).

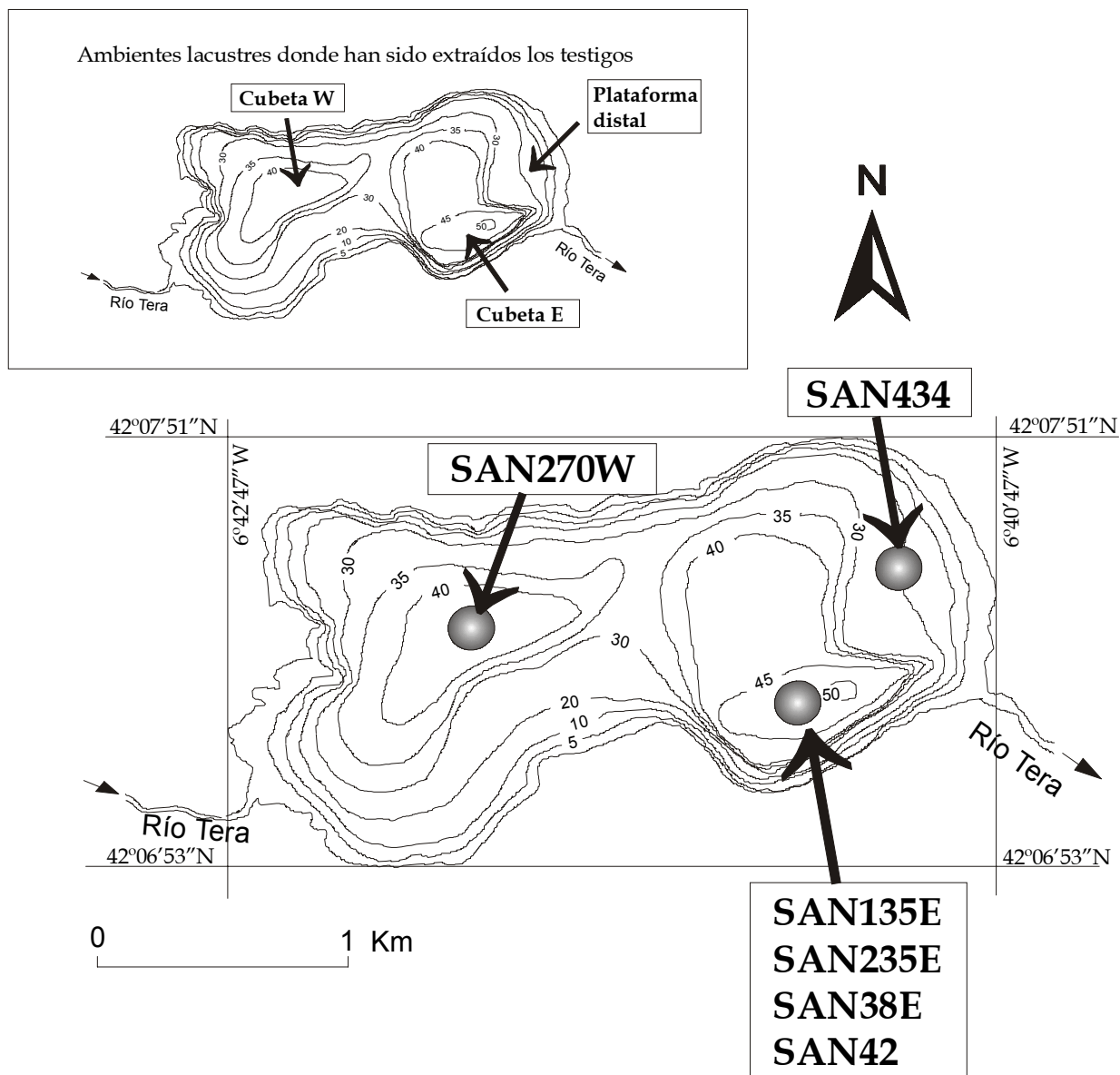


Fig. 7.1. Situación de los testigos sedimentarios extraídos del fondo lacustre del Lago de Sanabria. Los testigos han sido extraídos de la Cubeta W (testigo SAN270W), de la Cubeta E (testigos SAN135E, SAN235E, SAN38E, SAN42), y de la plataforma distal (testigo SAN434).

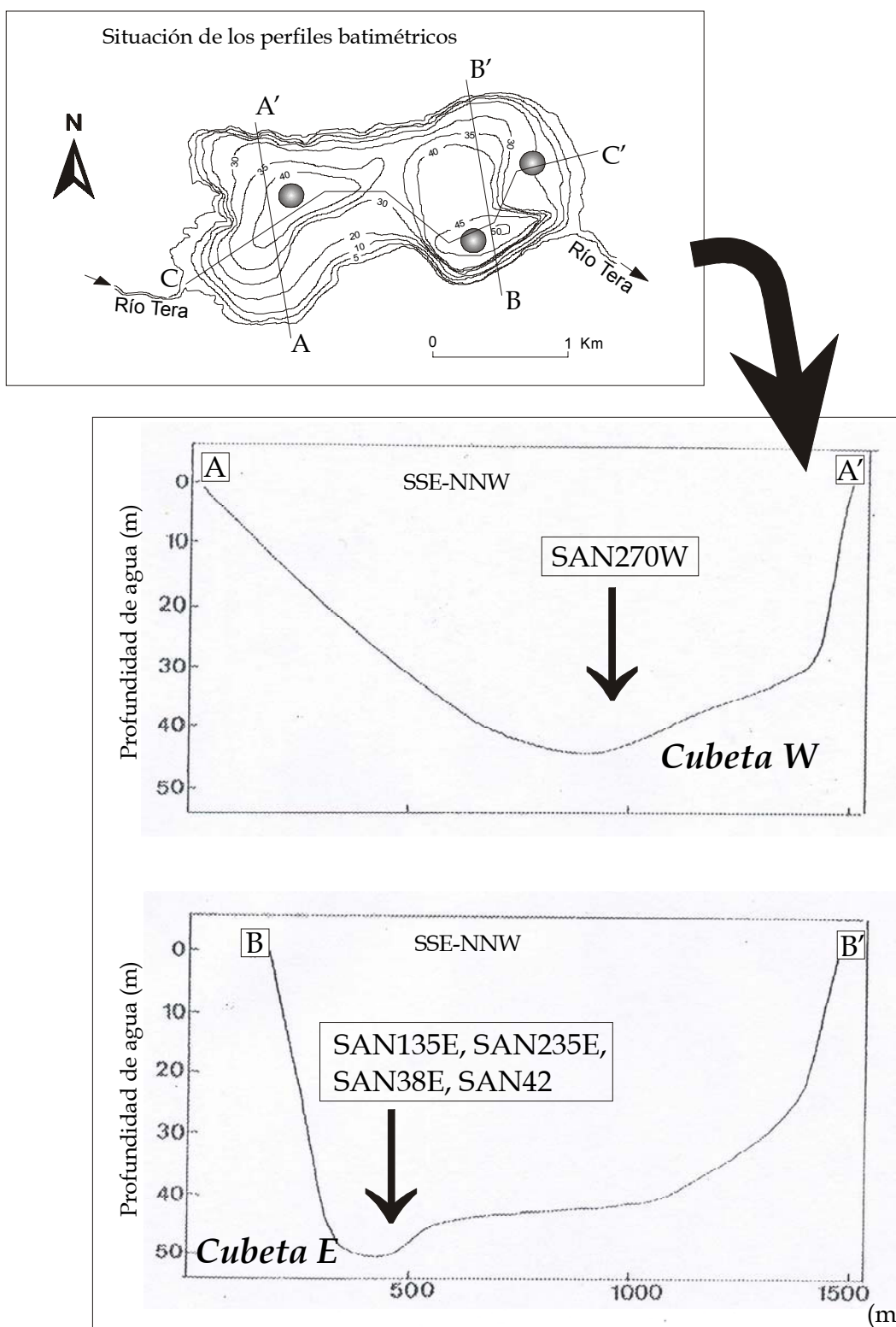


Fig. 7.2 a. Localización de los testigos sedimentarios en los perfiles batimétricos transversales pertenecientes a las dos cubetas del Lago de Sanabria. Perfiles batimétricos extraídos de De Hoyos (1996). Escala vertical exagerada.



Fig. 7.2 b. Localización de los testigos sedimentarios en el perfil batimétrico longitudinal del Lago de Sanabria. Los testigos han sido obtenidos en la Cubeta W, en la Cubeta E, y en la plataforma distal. La situación del perfil se encuentra ilustrada en la Fig. 7.2 a. Perfil batimétrico extraído de De Hoyos (1996). Escala vertical exagerada.

7.3. Parámetros paleolimnológicos analizados en los diferentes testigos.

El estudio de las características paleolimnológicas del sedimento del Lago de Sanabria ha sido realizado mediante la determinación de todo un conjunto de parámetros descriptivos. Estos han sido: a) contenido en agua, b) LOI (*Loss on ignition*), c) análisis elemental de C y N (TOC (*Total Organic Carbon*) y TN (*Total Nitrogen*)), d) granulometría, e) mineralogía, f) geoquímica, g) contenido en diatomeas, h) contenido polínico, y i) descripción del sedimento mediante láminas delgadas e imágenes SEM (*Scanning Electron Microscope*). Los modelos cronoestratigráficos y las tasas de sedimentación de las secuencias sedimentarias han sido determinadas mediante datación radiométrica (C-14, Pb-210 y Cs-137). Todos estos parámetros paleolimnológicos han sido aplicados en los testigos según se especifica en la **Tabla 7.2**.

7.3.1. Testigos obtenidos mediante 'piston coring'.

Los testigos obtenidos mediante la técnica de pistón (*piston coring*) son: SAN270W, SAN135E, SAN235E, y SAN434. Todos los parámetros paleolimnológicos de estas secuencias sedimentarias han sido determinados cada 1 cm de profundidad, a excepción de la geoquímica y el contenido polínico (**Tabla 7.2**). La geoquímica ha sido determinada cada 5 cm de profundidad, mientras que el contenido polínico ha sido determinado cada 5 y 10 cm de profundidad.

7.3.2. Testigos obtenidos mediante 'gravity coring'.

Los testigos obtenidos mediante la técnica de gravedad (*gravity coring*) son: SAN38E y SAN42. El testigo SAN38E presenta un muestreo cada 3 mm, 6 mm y 12 mm (dependiendo del parámetro considerado) (**Tabla 7.2**). El testigo SAN42 ha sido utilizado únicamente para establecer un modelo cronoestratigráfico de los dos testigos cortos obtenidos por *gravity coring* (mediante la datación radiométrica por C-14).

7.4. Estrategia en la elección de los testigos sedimentarios a extraer.

La estrategia en la elección de los testigos sedimentarios a extraer ha sido limitada por la imposibilidad económica para realizar un estudio geofísico del relleno sedimentario del lago.

Los testigos sedimentarios han sido extraídos en varias localidades del Lago de Sanabria (Cubeta W, Cubeta E, y plataforma distal), con el objetivo de obtener secuencias sedimentarias continuas y significativas de los cambios paleoambientales regionales. Por lo tanto, la elección de las ubicaciones de los testigos ha tenido en consideración los subambientes lacustres que cumplan las siguientes premisas:

- a) Elegir las secuencias sedimentarias situadas en las zonas más profundas del lago (depocentro lacustre). Las zonas más profundas de un lago se encuentran en subambientes lacustres menos susceptibles de experimentar procesos de perturbación de carácter local. En el Lago de Sanabria, las zonas más profundas del sistema lacustre se encuentran en las dos cubetas (Cubeta W y Cubeta E).
- b) Elegir las secuencias sedimentarias que garanticen una tasa de sedimentación suficientemente importante (secuencias de alta resolución) para establecer de forma adecuada las características paleolimnológicas estudiadas. Las dos cubetas (Cubeta

Situación en el lago	Nombre del testigo	Contenido en agua	LOI	TOC y TN	Granulometría	Mineralogía	Geoquímica	Diatomeas	Polen	Imágenes SEM	Lámina delgada	Datación radiométrica	
												C-14	Pb-210 y Cs-137
Cubeta W	SAN270W	Sí (1 cm)	Sí (1 cm)	No	No	No	No	No	No	No	No	Sí	Sí
	SAN135E	Sí (1 cm)	Sí (1 cm)	Sí (1 cm)	Sí (1 cm)	Sí (1 cm)	Sí (5 cm)	Sí (1 cm)	No	No	No	Sí	Sí
	SAN235E	Sí (1 cm)	No	No	No	Sí (1 cm)	No	No	Sí (5 y 10 cm)	No	Sí	No	No
	SAN38E	Sí (3 mm)	No	Sí (6 mm)	Sí (6 mm)	Sí (12 mm)	No	No	No	Sí	No	No	No
Plataforma distal	SAN42	No	No	No	No	No	No	No	No	No	No	Sí	No
	SAN434	Sí (1 cm)	Sí (1 cm)	No	No	No	No	No	No	No	No	Sí	Sí

Tabla 7.2. Parámetros paleolimnológicos analizados en los diferentes testigos sedimentarios del Lago de Sanabria. El intervalo de muestreo se indica entre paréntesis. Sí significa que el parámetro paleolimnológico especificado ha sido analizado en el testigo; NO significa que el parámetro especificado no ha sido analizado.

- W y Cubeta E), así como la plataforma distal, garantizan la obtención de un marco cronoestratigráfico adecuado para el estudio paleolimnológico efectuado.
- c) Elegir los subambientes lacustres que garanticen la extracción de un testigo donde la optimización de los factores *profundidad de la columna de agua* y *tasa de sedimentación* permitan la obtención de un marco cronoestratigráfico lo más amplio posible. Además, es recomendable que el subambiente lacustre se encuentre en una zona distal (alejada de la entrada del río Tera). El subambiente que mejor garantiza estas condiciones es la plataforma distal (testigo SAN434).
 - d) Elegir un conjunto de secuencias sedimentarias que constituyan una distribución lo más representativa y espaciada posible dentro del sistema lacustre. De esta forma, se obtiene una visión general del relleno sedimentario de la cuenca deposicional. Los subambientes del lago que garantizan esta condición son la Cubeta W (zona profunda y próxima a la entrada del río Tera), la Cubeta E (zona profunda y cercana a la salida del río Tera), y la plataforma distal (zona relativamente somera y cercana a la salida del río Tera).

Considerando los puntos arriba descritos, los subambientes lacustres elegidos para extraer los testigos sedimentarios han sido los ya mencionados: Cubeta W, Cubeta E, y plataforma distal (**Fig. 7.1**).

Subcapítulo 8. EXTRACCIÓN DE LOS TESTIGOS SEDIMENTARIOS MEDIANTE LA TÉCNICA DE PISTÓN (PISTON CORING).

Las secuencias sedimentarias estudiadas han sido extraídas mediante la técnica de pistón (*piston coring*): sólo una de ellas ha sido extraída mediante la técnica de gravedad (*gravity coring*). Los testigos sedimentarios extraídos son los siguientes: SAN38E, SAN135E, SAN235E, SAN270W y SAN434.

SAN38E. Obtenido mediante la técnica de gravedad en la cubeta E. La longitud del testigo es de 38 cm. Profundidad de la columna de agua: 50 m

SAN135E. Obtenido mediante la técnica de pistón en la cubeta E. La longitud del testigo es de 134 cm. Profundidad de la columna de agua: 50 m

SAN235E. Obtenido mediante la técnica de pistón en la cubeta E. La longitud del testigo es de 235 cm. Profundidad de la columna de agua: 50 m

SAN270W. Obtenido mediante la técnica de pistón en la cubeta W. La longitud del testigo es de 270 cm. Profundidad de la columna de agua: 40 m

SAN434. Obtenido mediante la técnica de pistón en la plataforma distal del lago. La longitud del testigo es de 273 cm. Profundidad de la columna de agua: 22 m

Se ha utilizado un *piston corer* para sedimentos lacustres recientes, adaptado a lagos relativamente profundos (40-50 m). La operación se realiza mediante la técnica de inca. Los estudios relacionados con los *piston corer* lacustres son numerosos (Blomqvist, 1991).

8.1. Equipo de extracción.

Se describe a continuación los diferentes componentes que integran el equipo de sondeo utilizado.

8.1.1. Plataforma flotante.

La obtención de los cores sedimentarios ha requerido la instalación de una plataforma estable que garantice la flotabilidad del sondeo en la columna de agua (**Fig. 8.1**). Esta plataforma consta principalmente de tres partes.

- Base flotante: constituida por dos embarcaciones acuáticas que garantizan la flotabilidad del sistema. Las embarcaciones constituyen un sistema rígido, estando unidas mediante una plataforma metálica.
- Plataforma metálica: aporta rigidez al sistema de embarcaciones. Sobre esta superficie se instala el trípode.
- Sistema de anclaje: garantiza la estabilidad y fijación de la plataforma en la superficie del lago.

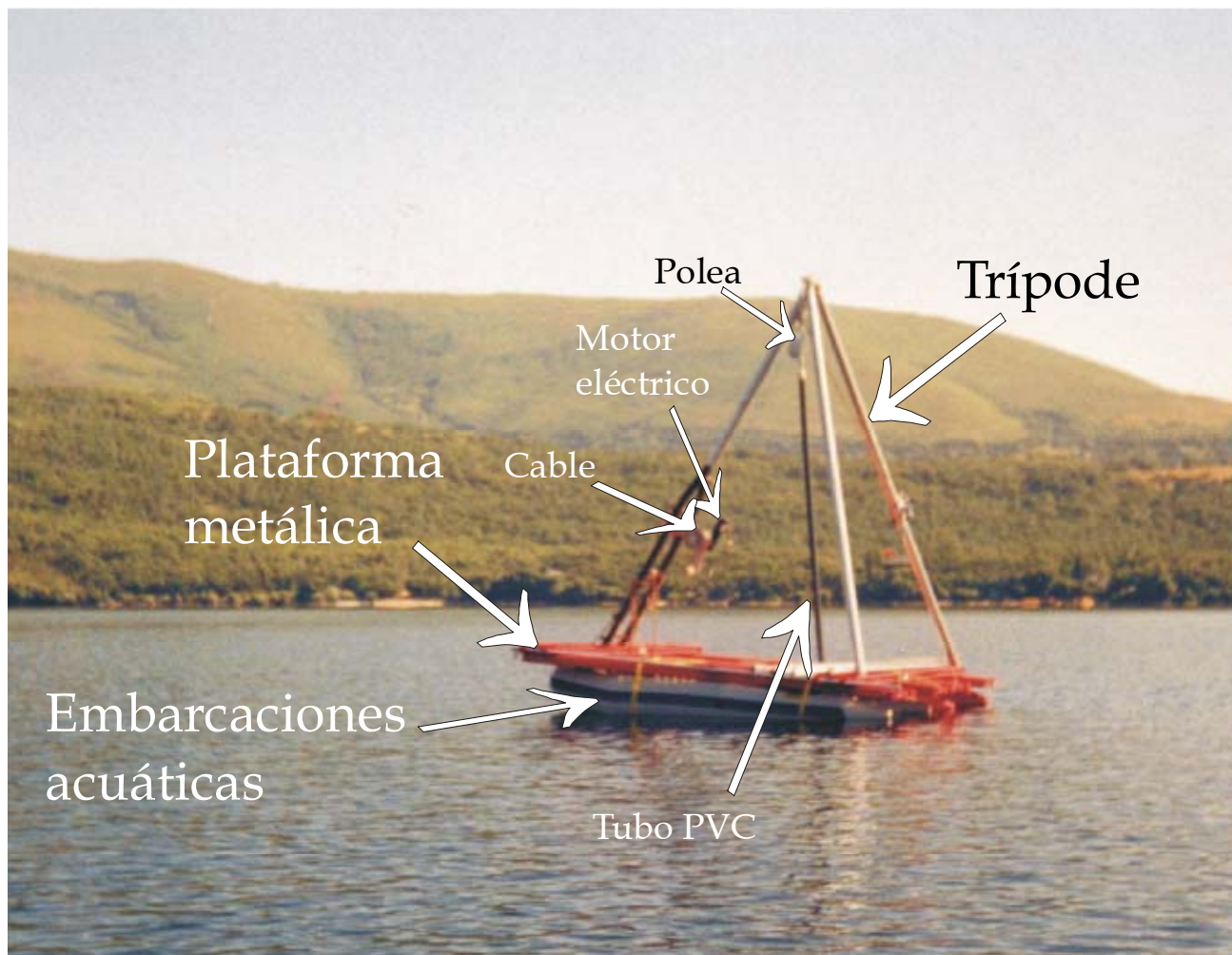


Fig. 8.1. Equipo de sondeo utilizado en la extracción de los testigos sedimentarios del Lago de Sanabria. El equipo está constituido por un sistema de flotabilidad y un sistema de extracción. Se detalla cada uno de los componentes que constituyen el equipo.

8.1.2. Sistema de extracción: componentes del equipo.

El equipo de extracción consta de las siguientes componentes (**Fig. 8.1** y **8.2**).

- *Trípode*: estructura de 3 m de altura que permite desarrollar la actividad de introducción/extracción del varillaje (**Fig. 8.1**). Mediante un conjunto de cuerdas y poleas, el sistema 'varillaje + tubo PVC' permanece sujeto y en posición vertical durante el proceso de extracción.
- *Cable*: compuesto por acero de 4 mm de diámetro, se introduce dentro del sistema 'varillaje + tubo PVC', y está unido a la parte superior del pistón. Los movimientos del cable están determinados por una polea situada en el vértice del trípode. El cable se encuentra asociado a un *winch* impulsado por la fuerza de un motor eléctrico.
- *Pistón*: está unido al cable de acero y se encuentra en el interior del tubo PVC. Se han utilizado pistones de 50 y 60 mm de diámetro, dependiendo del diámetro del tubo a utilizar. Asociado al pistón, se encuentran dos juntas tóricas que facilitan el cierre de espacios entre el pistón y las paredes del tubo, así como facilitar su movimiento a lo largo del interior del tubo (**Fig. 8.2**). El sistema 'cable + pistón' siempre es un sistema solidario (rígido). El pistón experimenta un movimiento relativo a lo largo del tubo PVC durante el proceso de penetración en el sedimento, situándose, al final del proceso, en la parte superior del tubo.
- *Varillaje*: conjunto de varillas huecas, de 3 m de longitud cada una, unibles entre ellas. Están constituidas de acero, y presentan una ranura en toda su longitud para facilitar la introducción del cable en su interior. El proceso de aproximación del tubo PVC a la interfaz agua-sedimento se realiza mediante la sucesiva incorporación de distintas unidades de varillas.
- *Tubo de PVC*: se han utilizado de 50 mm y 60 mm de diámetro interno. El tubo está unido, en su parte superior, al varillaje. El sistema de varillaje y el tubo están unidos entre sí mediante el cabezal.
- *Cabezal*: pieza de unión entre el varillaje y la parte superior del tubo. Esta pieza permite que el sistema 'varillaje + tubo PVC' constituya un sistema rígido en todo momento.
- *Sistema de seguridad*: está constituido por cuerdas que realizan trabajos de sujeción del sistema 'varillaje + tubo PVC'. Las cuerdas están asociadas a un sistema de poleas colocadas en el vértice del trípode. Las maniobras están controladas mediante *winches*.
- *Sistema de poleas*: situadas en el vértice del trípode, facilitan la intervención del cable de acero y las cuerdas de seguridad. El sistema de poleas constituye el punto de origen de la trayectoria de descenso/ascenso de todo el equipo de sondeo (varillaje+tubo+cable+pistón), y representa el punto de apoyo fundamental para soportar todo el peso gravitatorio del sistema.

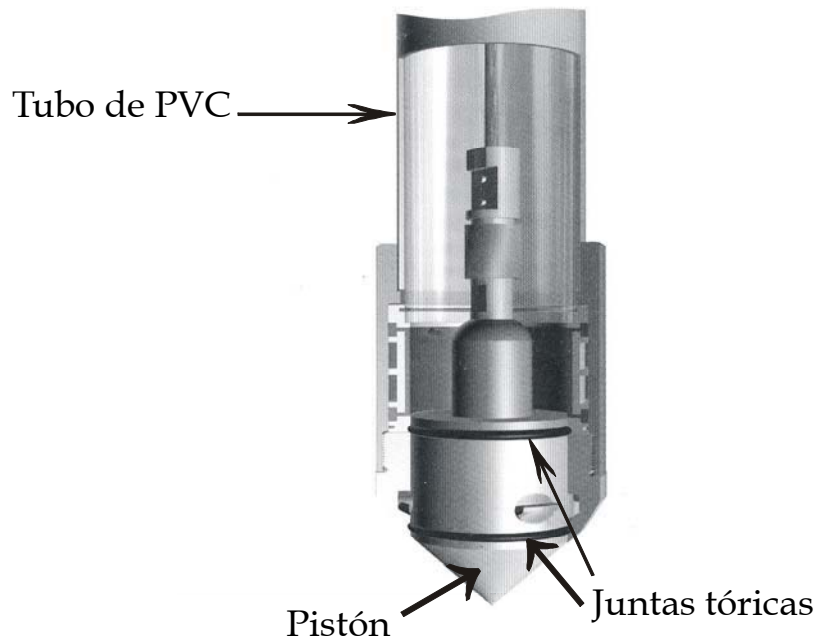


Fig. 8.2. Componentes del equipo de extracción utilizado en la técnica del 'piston coring'. El pistón es una pieza que se desliza por el interior del tubo de PVC y facilita la entrada del sedimento en su interior.

8.2. Proceso de extracción del sedimento.

El sistema de extracción consta principalmente de dos componentes distintos: por una parte, el sistema solidario 'cable + pistón', y por otra, el sistema solidario 'varillaje + tubo PVC' (**Fig. 8.3**). Los diferentes procesos de extracción de la técnica del piston corer son los siguientes:

- A. El primer episodio de extracción consta de la bajada solidaria de ambos sistemas, es decir, todas las componentes (varillaje, tubo PVC, cable y pistón) se comportan como un sistema rígido. El pistón se encuentra en la parte inferior del tubo de PVC (que en estos momentos se encuentra lleno de agua). Este episodio se produce durante la bajada lenta del tubo a lo largo de toda la columna de agua, hasta llegar al fondo del lago.
- B. El pistón entra en contacto con la interfaz agua-sedimento. En este momento, el sistema 'cable + pistón' permanece inmóvil, mientras que el sistema 'varillaje + tubo PVC' continúa con su movimiento de avance, comenzando a penetrar el sedimento y a expulsar el agua del interior del tubo PVC. El pistón no se mueve, pero experimenta un cambio de posición relativa conforme el tubo penetra el sedimento. El sistema 'varillaje + tubo PVC' deja de penetrar cuando la parte

superior del tubo (junto con el cabezal) entra en contacto con el pistón: en este momento, el tubo de PVC se encuentra relleno completamente de sedimento.

- C. Subida de todo el sistema mediante la fuerza de un motor. Los componentes principales de extracción (varillaje, tubo PVC, cable y pistón) constituyen nuevamente un sistema rígido, pero esta vez el pistón se encuentra en la parte superior del tubo, evitando así la pérdida de sedimento. Resultado final: el tubo está relleno de sedimento.

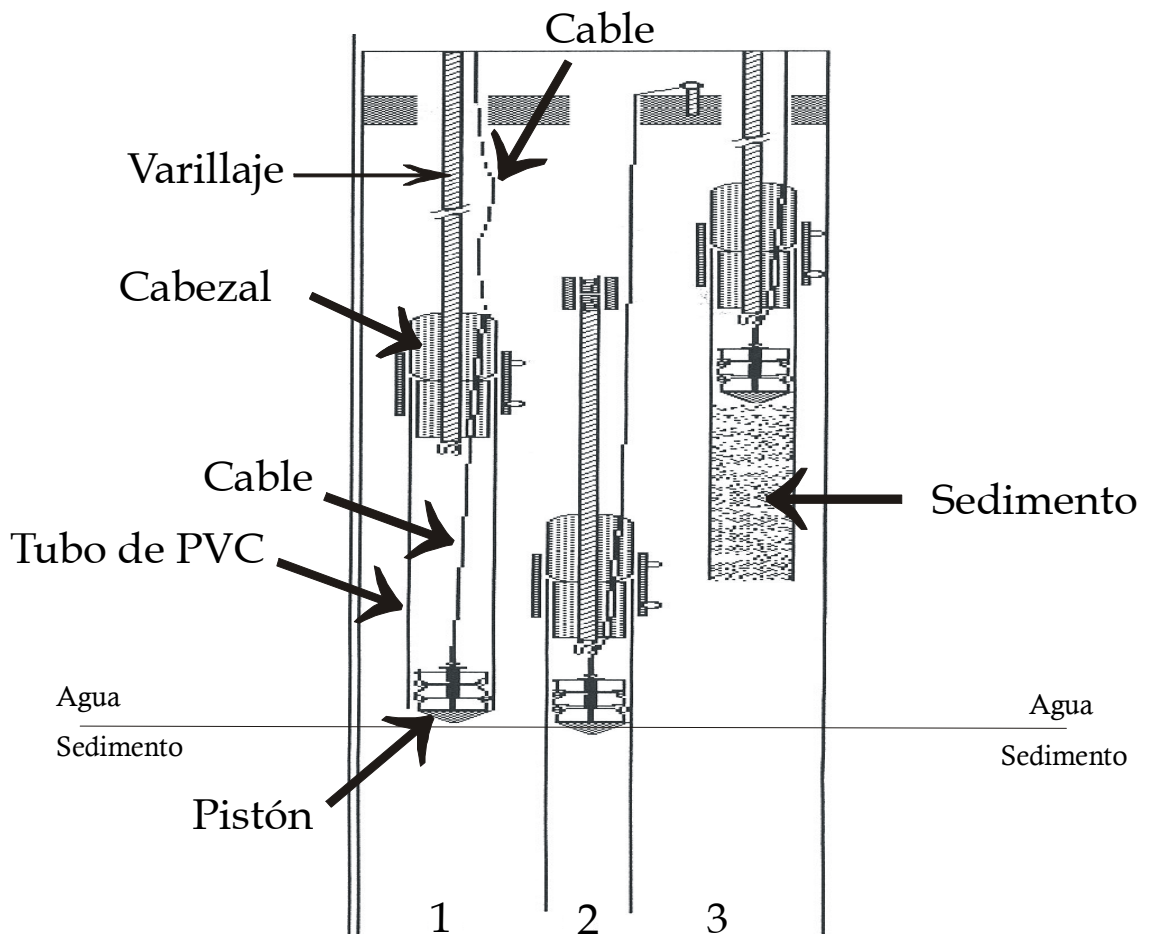


Fig. 8.3. Proceso de extracción del sedimento mediante la técnica del 'piston coring'. 1) Bajada solidaria en la columna de agua de los sistemas "varillaje+tubo" y "cable+pistón"; 2) El pistón entra en contacto con la interfaz agua-sedimento, y el sistema "varillaje+tubo" penetra en el sedimento; 3) Recuperación final de la secuencia sedimentaria (los sistemas "varillaje+tubo" y "cable+pistón" constituyen nuevamente un sistema rígido).

