



## SOLICITUD DE BUQUE OCEANOGRÁFICO PLAN DE LA CAMPAÑA BLUE HARVESTING

### DATOS DEL INVESTIGADOR PRINCIPAL:

Coordinador del Proyecto: Rudy Helmons (Delft University of Technology)  
Responsable de la campaña oceanográfica (WP5): Albert Palanques  
Organismo: Consejo Superior de Investigaciones Científicas  
Centro: Instituto de Ciencias del Mar  
Dirección: Passeig Marítim de la Barceloneta, 37-49  
Teléfono: 932309500  
E-mail: albertp@icm.csic.es

### DATOS DEL PROYECTO:

Blue Harvesting. Hydraulic Collector for Polymetallic Nodules from the Deep Sea.  
Specific Grant Agreement No. [EIT/RAW MATERIALS/SGA2019/1]

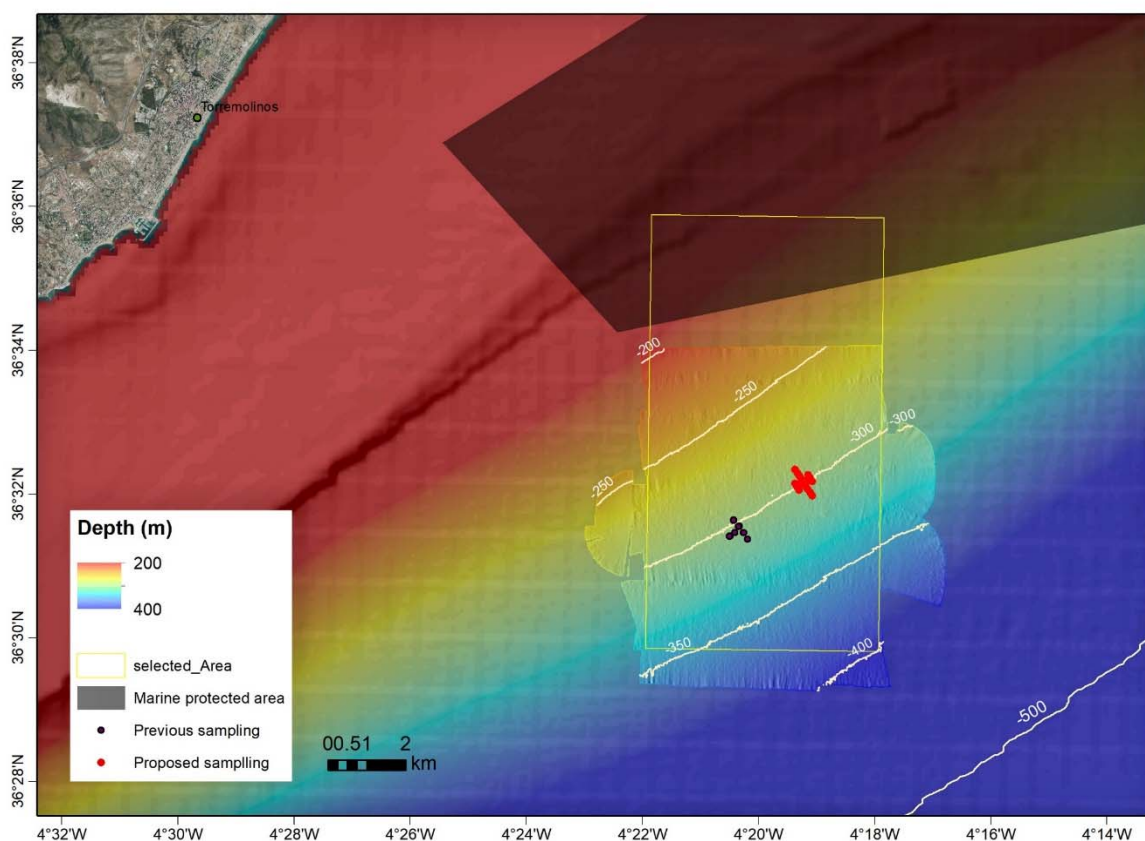
El objetivo estratégico del proyecto Blue Harvesting es proporcionar un avance en el desarrollo de la tecnología para la explotación de materias primas críticas en fondos marinos. Está dirigido a la recolección de nódulos polimetálicos de una manera ambientalmente responsable. El proyecto desarrolla un nuevo colector hidráulico para la recolección de nódulos polimetálicos del fondo marino más eficiente y con menor impacto ambiental que los anteriores. El colector es uno de los componentes esenciales para permitir el desarrollo de la minería en aguas profundas. Los depósitos minerales de nódulos polimetálicos contienen cantidades apreciables de cobalto, níquel y cobre que son metales clave necesarios para acomodar la transición energética de los combustibles fósiles a las energías renovables y son de importancia estratégica para el suministro de materias primas de la Unión Europea.

Hasta la fecha, se sabe que los equipos de recolección submarina (o colectores) generan grandes plumas de partículas en suspensión, que impactarán fuertemente en los ecosistemas de las zonas de explotación minera y las áreas que las rodean. Este proyecto se centra en el desarrollo y la mejora del colector ya empleado en el proyecto Blue Nodules (H2020), para reducir su impacto ambiental y optimizar su tasa de producción y eficiencia. Las mejoras del diseño se están probando primero en el laboratorio y después se comprobarán en un entorno completamente operativo, como la Bahía de Málaga, en la misma zona donde se probó el colector Blue Nodules, durante dos campañas a bordo del Sarmiento de Gamboa (Figura 1).

### ***Objetivos de la campaña***

La campaña está diseñada para analizar los efectos ambientales directos sobre el fondo marino y la columna de agua que surgen del despliegue y operación del

colector de nódulos. El estado del fondo marino antes y después del paso del vehículo colector de nódulos se investigará mediante un video de alta definición instalado en un ROV, que registrará las estructuras del fondo marino. Los estudios de video se complementarán con la extracción de muestras de sedimentos para determinar su composición, el tamaño de grano, la porosidad y la resistencia de cizalla. La ecosonda multihaz registrará la morfología del lecho marino del área de estudio. La dispersión de la pluma de material resuspendido por el colector de nódulos se monitorizará mediante un conjunto de anclajes desplegados alrededor de la zona de circulación del colector de nódulos. Los anclajes incluirán turbidímetros, correntímetros puntuales y perfiladores de corriente. Así mismo se realizará una malla de CTDs en varias ocasiones y se realizará un seguimiento de la pluma realizando yo-yos con el CTD detrás del colector. También se hará un seguimiento de la pluma con el ROV detrás del colector. El impacto sonoro subacuático producido por el colector de nódulos se grabará con un hidrófono de aguas profundas situado en uno de los anclajes.

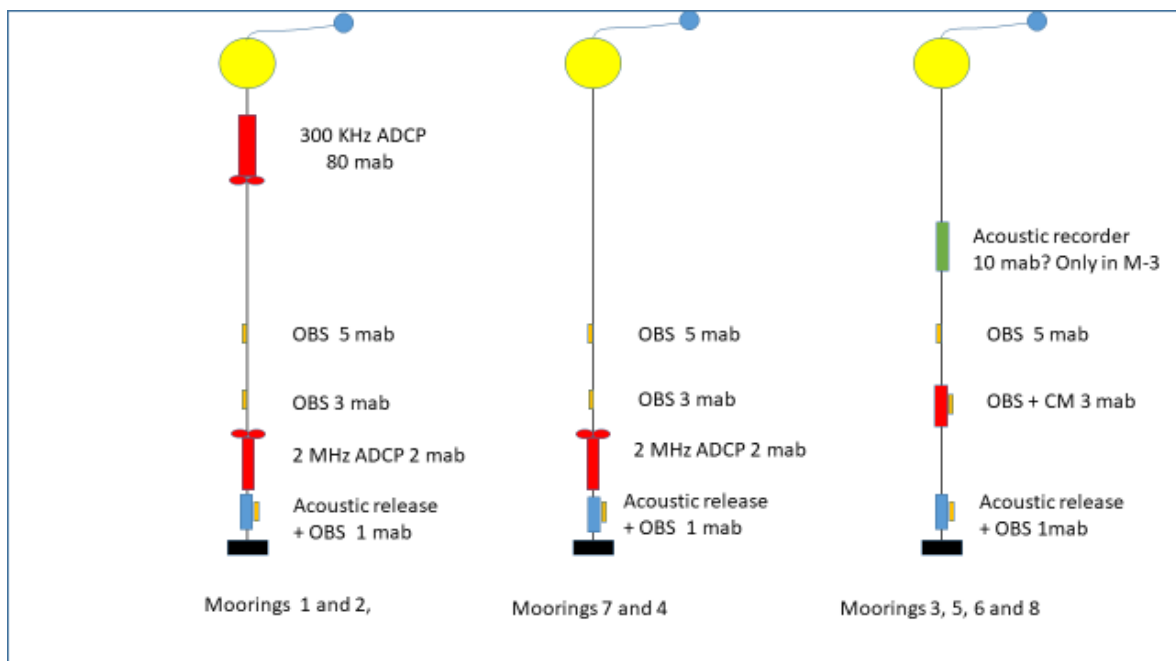


**Figura 1:** Mapa del área de estudio en el talud continental frente a la bahía de Málaga que muestra la distribución de anclajes en la campaña Blue Nodules del 2019 y la distribución de anclajes y estaciones que se realizará en la campaña Blue Harvesting.

La figura 2 muestra la circulación del colector y la situación de los anclajes y estaciones a desarrollar durante la campaña y la figura 3 la composición de los anclajes



**Figura 2:** distribución de estaciones y anclajes y circulación del colector



**Figura 3:** composición de los anclajes

***Plan de trabajo diario de campaña, con el detalle de las maniobras y operaciones previsto.***

Día 0: Prueba del colector en el puerto.

Día 1: ROV + malla de CTD con muestreo de agua + ADCP (durante todas las noches).

Día 2: Testigos de caja + sonda multihaz.

Días 3 and 4: Instalación de anclajes.

Días 5 and 6: Prueba del colector con nódulos.

Día 7: Colector seguido con yo-yos de CTD.

Día 8: Colector seguido con ROV + malla de CTD.

Día 9: Circulación del colector + malla de CTD con muestras de agua.

Día 10: Circulación del colector + Repetición de CTD en una estación sobre la huella del colector + perfiles con la EK60 + muestreo de agua.

Día 11: malla de CTD con muestras de agua.

Día 12: Recuperación de anclajes.

Día 13: ROV y testigos de caja sobre las huellas del colector.

**Total: 16 días (3 días para incidencias)**

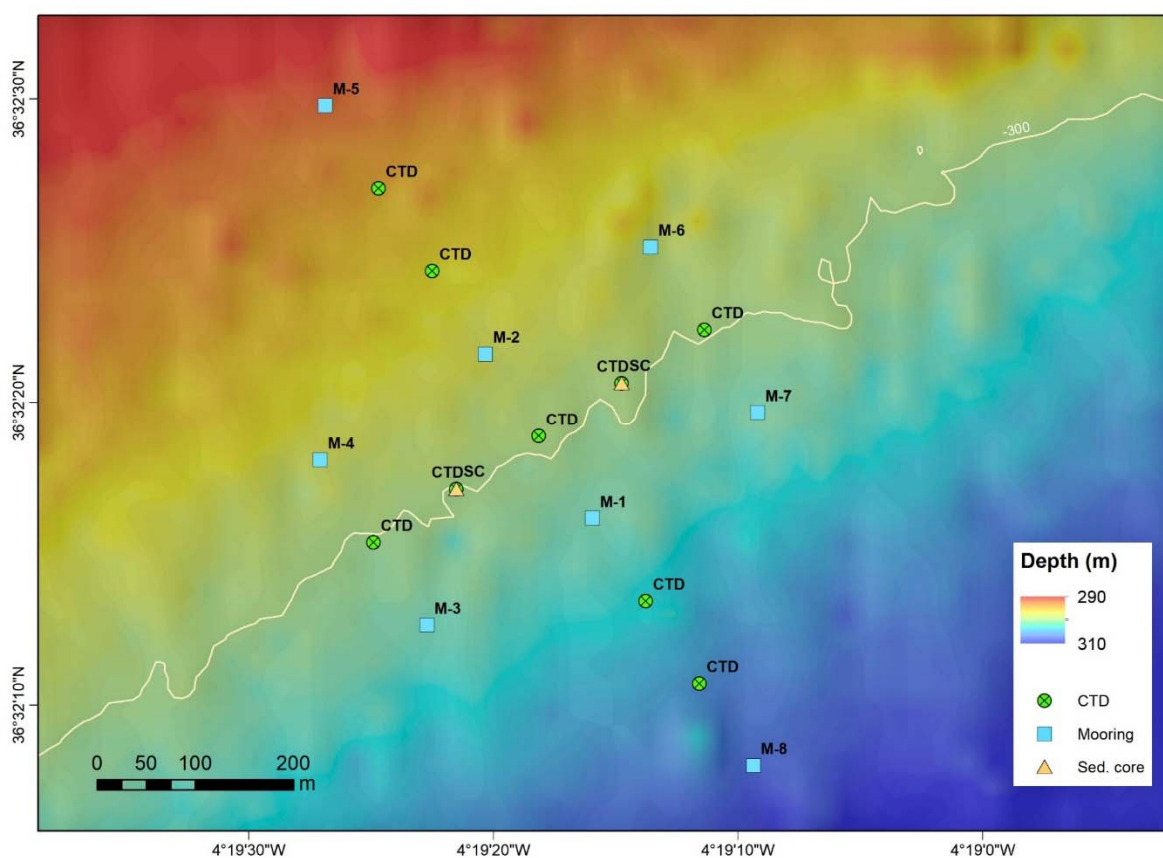
El ROV y el colector Apollo necesita entre 1 y 2 dos días de movilización para ser instalado en la cubierta y probarse con el barco en puerto.

El primer día de campaña se hará un reconocimiento de la zona con el ROV y se hará una malla de CTDs con muestreo de agua en niveles seccionados. Por las noches se hará ADCP. El segundo día se tomarán testigos de caja y se hará batimetría con sonda multihaz. El tercer y cuarto día se instalarán los anclajes. El quinto y sexto días se operará en colector con un módulo de nódulos experimentales. El séptimo día se operará el colector seguido por el CTD en modo yo-yo. El octavo día se operará el colector seguido por el ROV. El noveno día se circulará el colector y se hará una malla de CTDs con muestreo de agua en niveles seleccionados. El décimo día se circulará el colector y se realizarán CTDs en una estación seleccionada encima de la huella del colector repetidamente para ver la dispersión de la pluma. También se tomarán muestras de agua en niveles seleccionados y se harán perfiles con la sonda EK60. El onceavo día se hará una malla de CTDs con muestreo de agua en niveles seleccionados. El doceavo día se

recogerán los anclajes. Y el treceavo día se hará un reconocimiento con el ROV y se extraerán testigos de caja sobre las huellas del colector.

Respecto a los anclajes, dependiendo de lo que se decida, podrían instalarse algunos de los exteriores del “hipódromo” el 3er día de campaña y el resto después de hacer el seguimiento del colector por el CTD y el ROV.

La situación y las coordenadas de los anclajes y de las estaciones a realizar se muestran en la figura 4 y en la tabla 1



**Figura 4:** Situación de los anclajes y de las estaciones. M: anclajes. SC: testigos de caja.

Sampling	Longitude	Latitude
M-1	-4.32111	36.53789
M-2	-4.32235	36.53939
M-3	-4.32297	36.53690
M-4	-4.32421	36.53840

<b>M-5</b>	-4.32421	36.54164
<b>M-6</b>	-4.32049	36.54039
<b>M-7</b>	-4.31925	36.53889
<b>M-8</b>	-4.31924	36.53565
<b>SC-1</b>	-4.32080	36.53914
<b>SC-2</b>	-4.32266	36.53815
<b>CTD-1</b>	-4.31987	36.53639
<b>CTD-2</b>	-4.32049	36.53714
<b>CTD-3</b>	-4.32173	36.53864
<b>CTD-4</b>	-4.32297	36.54014
<b>CTD-5</b>	-4.32359	36.54089
<b>CTD-6</b>	-4.31987	36.53964
<b>CTD-7</b>	-4.32080	36.53914
<b>CTD-8</b>	-4.32266	36.53815
<b>CTD-9</b>	-4.32359	36.53765

**Tabla 1.** *Coordenadas de los anclajes y de las estaciones. M: anclajes. SC: testigos de caja.*

### **Alternativas en caso de mal tiempo que puedan afectar a los muestreos previstos.**

Se solicitan 3 días adicionales para incidencias y además la planificación se ha hecho considerando períodos de tiempo suficientemente amplios, que dan un cierto margen. En función de las condiciones se pueden intercambiar distintas operaciones e incluso anular alguna de ellas.

***Requerimiento detallado de apoyo por parte de la tripulación para las maniobras de cubierta. En el caso de fondeos, u otras maniobras no habituales, aportar el máximo detalle sobre la instrumentación y sobre la propuesta de maniobra.***

Se requerirá la ayuda del contramaestre y marinero de cubierta de guardia para proporcionar apoyo durante la carga, instalación y descarga del ROV y del colector. También será necesario el apoyo por parte de la tripulación para las maniobras de largado y recuperación del ROV y del colector.

El colector Apollo (figura 5) será similar en cuanto a tamaño y operatividad al empleado previamente en las campañas Blue Nodules, por lo que UTM y la tripulación del barco conocen sus características. Las características exactas del nuevo colector se darán con suficiente antelación.

El ROV que se utilizará pertenece a VLIZ (Bélgica) es un Cherokee de Sub-Atlantic (figura 6). Es un ROV con TMS que ya se utilizó en las campañas anteriores del

proyecto Blue Nodules, por lo que UTM y la tripulación del barco también conocen sus características.



Imagen 3.1-1 Detalle del slip ring

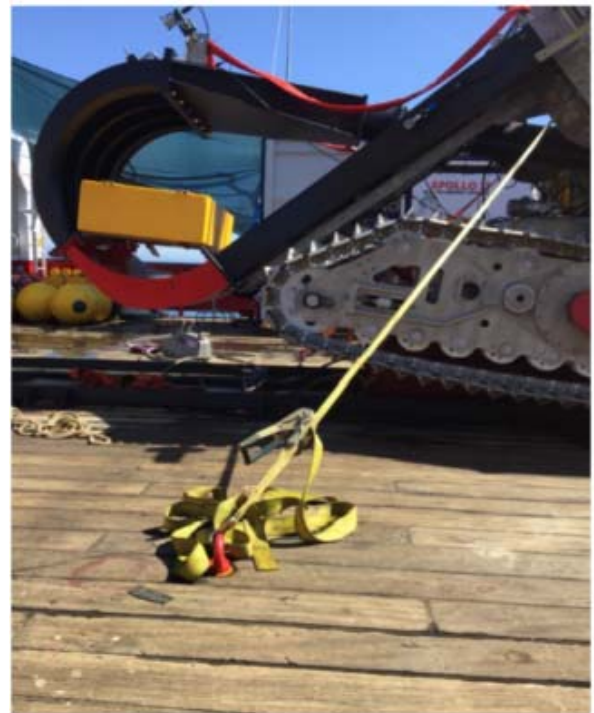


Imagen 3.1- 2 Colector



**Figura 5:** Fotos del colector Apolo extraídas del informe de la campaña Blue Nodules del 2019 (Cortesía de Arturo Castellón y Henko de Stigter)



*Vista ubicación chigre*



*Chigre del ROV*



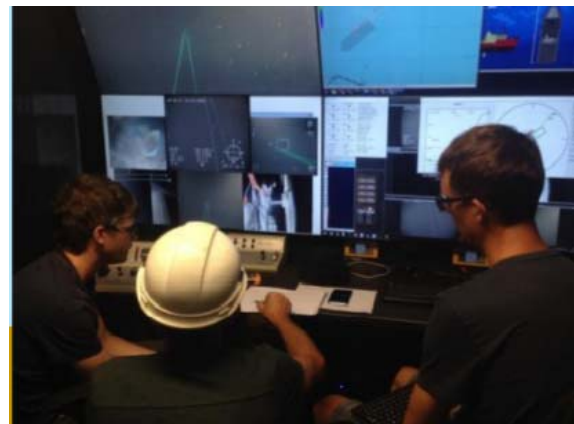
*Detalle del estibador ampliado para poder tomar el ángulo elevado de salida*



*Pasteca ROV*



*ROV dentro del TMS*



**Figura 6:** Fotos del ROV de VLIZ, extraídas del informe de la campaña Blue Nodules del 2019 (Cortesía de Arturo Castellón y Henko de Stigter)



Para posicionar el ROV y el colector Apollo, se instalará un posicionamiento submarino USBL de la casa IXBLUE en la quilla de estribor.

También se requerirá la ayuda del contra maestre y marinero de cubierta de guardia para proporcionar apoyo a las maniobras de largado de los anclajes. Estos consisten en un lastre de 500-700 kg, un liberador acústico, instrumentos de medida situados a distintas alturas de la línea y boyas de flotación (Figura 3). La idea inicial es no dejar los lastres en el fondo. La operación de largado se diseñará en función de si se dejan o no los lastres y se comunicará al buque con suficiente antelación. El equipo científico y el personal técnico participante de ICM y NIOZ que embarcarán en la campaña tienen amplia experiencia con las maniobras de largado de anclajes. Asimismo, se requerirá apoyo de la tripulación en las maniobras de obtención de perfiles hidrográficos (CTDs) y de testigos de caja en las que serán necesarias el uso de maquinillas y pórticos del B/O *Sarmiento de Gamboa*.

Se empleará un testigo de caja propiedad del NIOZ que incorpora una cámara en tiempo real por lo que se ha de largar con el cable de redes electrónicas. Este equipo se utilizó en la anterior campaña Blue Nodules en la que se empleó el mismo “pig-tail” que lleva habitualmente el cable.

***Instrumentación del buque o sistemas portátiles que se emplearán, tanto del sistema nacional, como del propio equipo científico así como los requerimientos del personal técnico necesarios para la campaña.***

Se requerirá el uso del ROV Cherokee del VLIZ (Bélgica). Así como de:

- Sonda hidrográfica (CTD) con sensores de temperatura, conductividad, presión, fluorescencia, turbidez, oxígeno disuelto y pH, equipada la roseta de botellas hidrográficas para toma de muestra de agua. También se necesitará que la sonda disponga del perfilador de corrientes (L-ADCP) para medir las velocidades en la columna de agua.
- Las sondas multihaz Atlas Hydrosweep instaladas en el B/O *Sarmiento de Gamboa*.
- La ecosonda EK60 como complemento a la EA600.
- Correntímetro VM-ADCP
- Multicorer
- Unidad liberadora IXSEA

***Requerimiento de apoyo técnico para asegurar el desarrollo de la campaña.***

Además del equipo técnico asociado al ROV, al colector Apollo y al testigo de caja,



se requerirá la presencia de técnicos de apoyo de la UTM para operar la sonda multihaz Atlas Hydrosweep instaladas en el B/O *Sarmiento de Gamboa*, la sonda hidrográfica CTD, el correntímetro VM-ADCP, La ecosonda EK60 y el multicorer.

***Personal científico o técnico que embarcará y, en su caso, referencia a su responsabilidad en relación con las maniobras o sistemas de buque que se emplearán.***

El personal científico del equipo de investigación que solicita este proyecto no ostentará la responsabilidad de las maniobras de largado e izado de los ROVs, y seguirá las indicaciones del equipo técnico vinculado a estos equipos. De la misma forma, los técnicos de la UTM que se embarcarán para operar los equipos instalados en el buque y para realizar los perfiles hidrográficos con la sonda CTD tendrán la responsabilidad de su uso.

El personal científico del equipo de investigación que solicita este proyecto junto al personal técnico de las instituciones participantes tendrá la responsabilidad de las maniobras de fondeo de los anclajes.

***Reactivos y materiales peligrosos que se plantea embarcar.***

Las operaciones a realizar en los laboratorios serán:

- Filtración de las muestras de agua extraídas en las estaciones de CTD.
- Pruebas geotécnicas de los testigos de caja.

No se prevé embarcar sustancias peligrosas. Si fuera el caso, se notificaría con la suficiente antelación

### ***Participantes***

El número y los participantes en la campaña se determinará con la suficiente antelación.

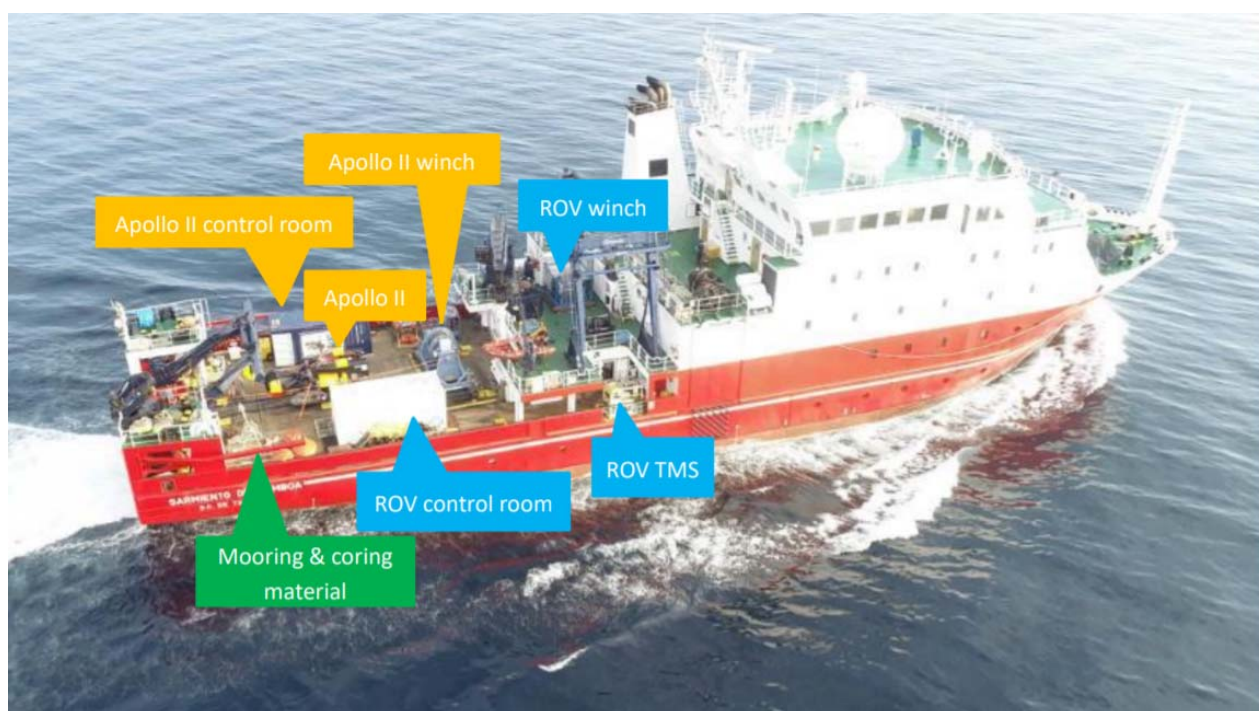
Las instituciones participantes en el proyecto son:

- Technische Universiteit Delft (Delft University of Technology)
- Aarhus University
- Agencia Estatal Consejo Superior de Investigaciones Científicas
- IHC Mining B.V
- Jacobs University Bremen

- Rheinisch-Westfaelische Technische Hochschule Aachen, RWTH Aachen
- Seascope Consultants Ltd
- Stichting Nederlandse Wetenschappelijk Onderzoek Instituten
- Universitat Politècnica de Catalunya (UPC)

### ***Información adicional***

Para dar una idea de la ocupación de la cubierta del barco se suministra la siguiente imagen (Figura 7).



**Figura 7:** Imagen de la ocupación de la cubierta durante la campaña Blue Nodules 2019 (Cortesía Henko de Stigter)