



**Zero-emission  
hydrogen power for  
research vessels**

**Energía de hidrógeno  
de cero emisión para  
buques de  
investigación**

Dr. Bruce Appelgate  
Associate Director  
*Director asociado*  
Scripps Institution of Oceanography



## Presentation Overview

Fleet renewal at Scripps

Why zero-emission ships?

Feasibility of ZeroV

Zero-emission hybrid vessel

## Resumen de la presentación

Renovación de flota en Scripps

¿Por qué barcos de cero emisiones?

Viabilidad de ZeroV

Buque híbrido de cero emisiones



**Solar power**  
*energía solar*



**Hull coatings**  
*Recubrimientos de casco*



**Electric Vehicles**  
*Vehículos eléctricos*



**Stormwater**  
*aguas pluviales*



**ROGER REVELLE**  
SAN DIEGO

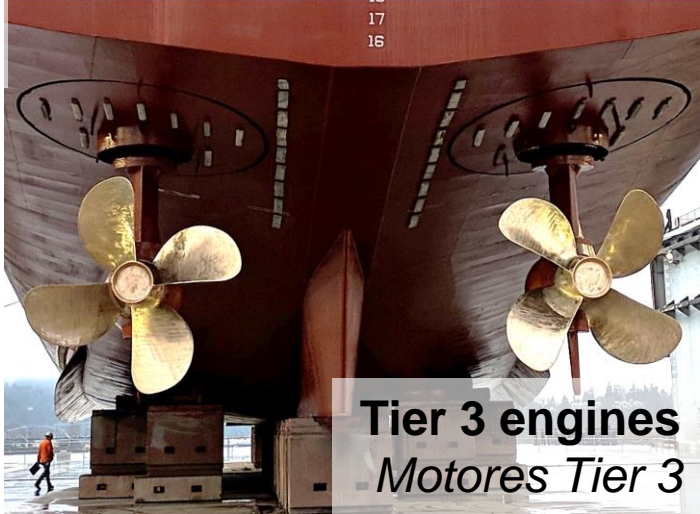
18  
17  
16



**Marine hydrogen fuel cell**  
*Pila de combustible de hidrógeno marino*



**Ballast water Treatment**  
*Agua de lastre tratamiento*



**Tier 3 engines**  
*Motores Tier 3*

## R/V Robert Gordon Sproul

Built: 1981

Length: 125 feet (38 m)

Crew: 5 Scientists: 12

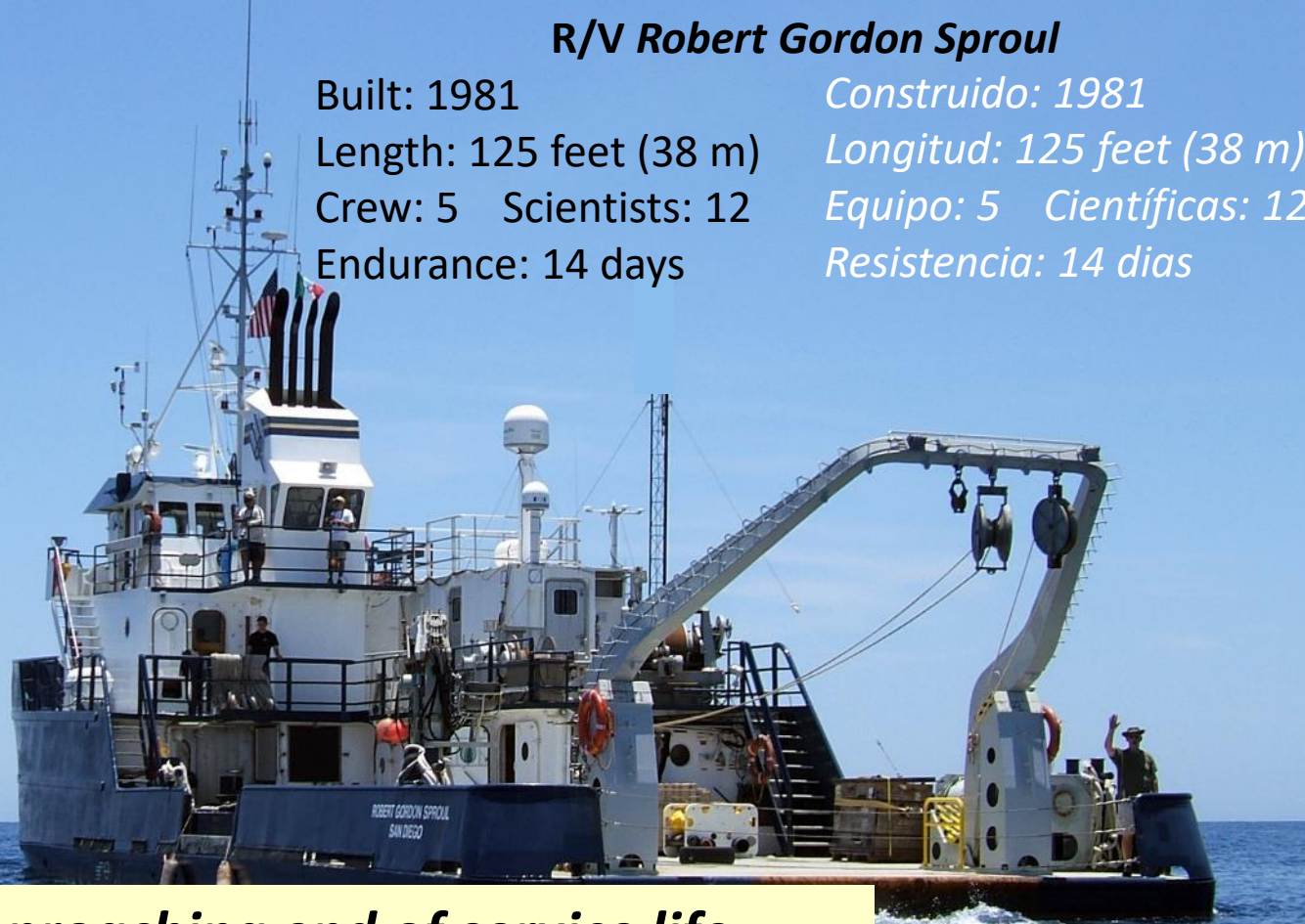
Endurance: 14 days

Construido: 1981

Longitud: 125 feet (38 m)

Equipo: 5 Científicas: 12

Resistencia: 14 días



***Approaching end of service life***  
***Acercándose al final de la vida útil***

## Sally Ride



## Beyster



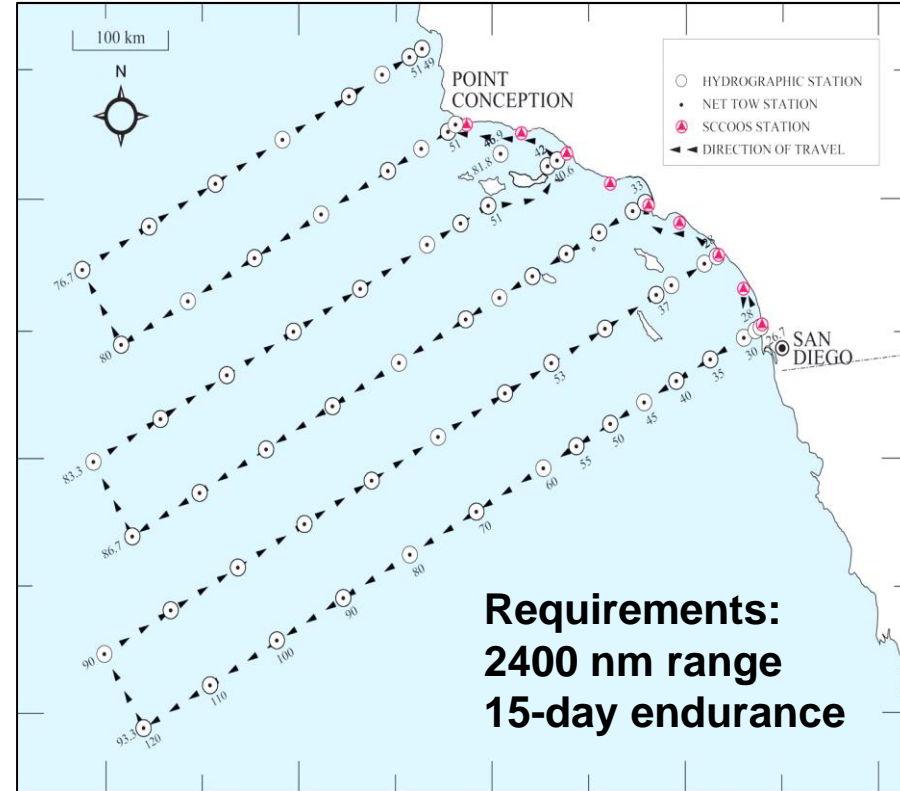
# SCIENCE MISSION REQUIREMENTS

## REQUISITOS DE LA MISIÓN CIENTÍFICA

Cruise	10 kts, calm water	Portable Vans	2 vans
Speed	12 kts, calm water (sprint) 9 kts, SS4 7 kts, SS5	Crew Berths	11 persons
Range	2400 nm	Scientist Berths	20
Dynamic Positioning	2 kts beam current, 25 kts wind at best heading	A-Frame	12,000 Ton Safe Working Load (SWL)
Endurance	15 days	Main Crane	8,000 lbs @ 12' over the side
Main Lab	800 sq ft	Portable Crane	4,000 lbs SWL
Wet Lab	500 sq ft	Side Frame	5,000 lbs SWL
Computer Lab	120 sq ft	Trawl Winch	10,000m 3/8 3x19
Aft Deck	1200 sq ft	Hydro Winch	10,000m 0.322 EM, 10,000m 1/4 3x19

## Scientific missions far offshore

### Misiones científicas en alta mar



# WHAT ABOUT A HYBRID VESSEL?

## ¿QUÉ PASA CON UNA EMBARCACIÓN HÍBRIDA?

Is a H2/diesel **hybrid** vessel feasible as a replacement for *Robert Gordon Sproul*?

¿Es factible una embarcación **híbrida** H2 / diesel como reemplazo de *Robert Gordon Sproul*?

**Sensible:** Hybrids provide a prudent transition to new propulsion technology

### Goals of 2020 study:

Design one hull, and use it to compare four different power systems:

- **Baseline Vessel:** conventional diesel-electric propulsion.



**Sensato:** Los híbridos proporcionan una transición prudente a la nueva tecnología de propulsión.

### Objetivos del estudio 2020:

Diseñe un casco y utilícelo para comparar cuatro sistemas de energía diferentes:

- **Buque basal:** propulsión convencional diesel-eléctrica.

# WHAT ABOUT A HYBRID VESSEL?

## ¿QUÉ PASA CON UNA EMBARCACIÓN HÍBRIDA?

Is a H<sub>2</sub>/diesel **hybrid** vessel feasible as a replacement for *Robert Gordon Sproul*?

¿Es factible una embarcación **híbrida** H<sub>2</sub> / diesel como reemplazo de *Robert Gordon Sproul*?

- **Battery Hybrid Vessel:** diesel-electric plus lithium-ion battery bank.
- **H<sub>2</sub> Hybrid Vessel:** diesel-electric plus H<sub>2</sub>/Fuel Cell
- **All Hydrogen Vessel:** 100% H<sub>2</sub>/Fuel Cell propulsion (**not feasible for this small ship**)



- **Buque híbrido de batería:** banco de baterías de iones de litio diésel-eléctrico más.
- **H<sub>2</sub> buque híbrido:** diésel-eléctrico plus H<sub>2</sub> / Pila de combustible
- **Buque de todo hidrógeno:** Propulsión 100% H<sub>2</sub> / Pila de combustible (**no factible para este barco pequeño**)

# Comparing the Design Variants: Zero Emissions Range

## Comparación de las variantes de diseño: rango de cero emisiones

### Zero Emissions Range

Hydrogen hybrid has about 9 times the zero emissions range as the battery hybrid

### *Rango de cero emisiones*

*El híbrido de hidrógeno tiene aproximadamente 9 veces el rango de cero emisiones que el híbrido de batería.*

Cruise Speed Velocidad de crucero	Zero Emissions Range (NM) <i>Rango de cero emisiones</i>	
	Battery Hybrid <i>Híbrido de batería</i>	Hydrogen Hybrid <i>Híbrido de hidrógeno</i>
9 knots	37	330
10 knots	25	234



# Comparing the Design Variants: Zero Emissions Range

## Comparación de las variantes de diseño: rango de cero emisiones

---

### Hydrogen hybrid is better

Compared to batteries, the Hydrogen Hybrid offers:

- ✓ 9x better zero-emission range & endurance
- ✓ Commensurate reductions in NO<sub>x</sub>, HC, PM and GHGs
- ✓ Better suited for ocean-going ships with long missions

### *El hidrógeno híbrido es mejor*

*En comparación con las baterías, el Hydrogen Hybrid ofrece:*

- ✓ *9 veces mejor autonomía y autonomía sin emisiones*
- ✓ *Reducciones proporcionales de NO<sub>x</sub>, HC, PM y GEI*
- ✓ *Más adecuado para barcos oceánicos con largas misiones*

75% of missions can be zero-emissions using hydrogen --- **fossil free**

El 75% de las misiones pueden ser de cero emisiones utilizando hidrógeno --- **libre de fósiles**

# Comparing the Design Variants: Zero Emissions Range

## Comparación de las variantes de diseño: rango de cero emisiones

---

These advantages are due to the increased volumetric energy storage density of LH<sub>2</sub> and fuel cells compared to batteries

*Estas ventajas se deben a la mayor densidad volumétrica de almacenamiento de energía de LH<sub>2</sub> y celdas de combustible en comparación con las baterías.*

# The San Diego Union-Tribune



Jul 23, 2021

## UC SAN DIEGO RECEIVES \$35 MILLION IN STATE FUNDING FOR NEW CALIFORNIA COASTAL RESEARCH VESSEL

First-of-its-kind hydrogen-hybrid vessel will be vital to education and research

Artistic rendering of conceptual vessel  
*Representación artística de embarcación conceptual*