

INFORME TRIMESTRAL NARRATIVO

(ABRIL-JUNIO) 2025

• Proyecto

– Monitoreo in situ de la calidad del agua en bahías cubanas: creando y promocionando el uso de herramientas científicas

• Instituciones que participan

– Universidad de La Habana (UH).
– Universidad Libre de Bruselas (Bélgica).

• Instituciones que cooperan

– Centro de Investigación y Manejo Ambiental del Transporte (CIMAB).
– ESPOLETA Tecnologías (MiPyMe).

• Otras Instituciones que colaboran

– Universidad Tecnológica de La Habana José Antonio Echeverría (Cujae).
– Grupo Estatal de manejo de la Bahía de La Habana.
– Universidad Católica de Lovaina.

• Coordinadores del Proyecto

Por la parte cubana: Dr. C. Ernesto Altshuler Álvarez

Por la parte extranjera: Dr. Denis Terwagne

• Participantes

– Dra. Geydis Fundora Nevot, Dra. Florence Degavre, Dr. Stamatios Nicolis, Dr. Alexandre Campo, Lic. Daniela Martínez Ortiz, Ing. Alex Rivera Rivera, MSc. Luis Abel Rodríguez de Torner, Dra. Aramis Rivera Denis, Ing. Orestes Chávez Linares.

• Duración

– Cinco años

• Objetivo General

– Proveer al ecosistema científico-social cubano de una colección de herramientas que permita el monitoreo in situ y continuo de parámetros de calidad del agua en bahías cubanas, con carácter sostenible y vinculado a las comunidades locales.

- **Objetivos específicos**

- Diseñar y construir un canal de olas en la facultad de Física de la UH
- Diseñar y construir un modelo de boya
- Montaje de un servidor con un sitio web de recepción de datos desde las boyas y desde la comunidad
- Establecimiento de una metodología para el uso de las boyas
- Entrenamiento de los recursos humanos correspondientes

- **Cumplimiento de los objetivos trimestrales:**

- *Objetivo 1. Elaboración de lista de compras del Segundo año y gestiones aduanales*

Se trabajó en los complejos permisos necesarios para extraer de Aduana una caja que contiene un sistema de alarma para instalar en nuestros laboratorios, y que aún se encuentra retenido allí. Uno de los pasos que se llevó a cabo fue la realización del proyecto de colocación de alarmas por un especialista de la institución autorizada, para lo cual visitó nuestras instalaciones, y discutió con nosotros las mejores opciones de colocación de dispositivos de seguridad.

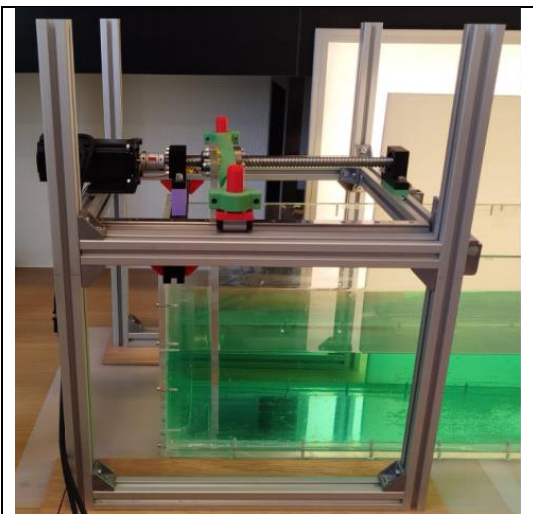
Durante el último trimestre, se continuó llevando a cabo una negociación constante con proveedores y suministradores de equipos especializados, como un espectrofotómetro UV-visible, una cámara rápida, sistemas asociados a la recirculación de agua para el canal de olas, y otros.

- *Objetivo 2. Continuación de instrumentalización de las boyas, y del diseño canal de olas*

A lo largo del período, se realizaron múltiples pruebas alrededor del sistema de comunicación de las boyas, basado en el protocolo LoRa, en los que participaron los doctorantes Alex Rivera y Daniela Martínez.

En especial, se comprobó en tierra la resiliencia del sistema de comunicación con baterías de 12 volts para minimizar el efecto de los apagones sistemáticos que sufre el país.

Durante su segunda estancia en la Universidad Libre de Bruselas a partir de febrero de 2025, el doctorante Luis Abel Rodríguez realizó pruebas sobre formas más efectivas de construir canales medianos, investigando una variedad de pegamentos y sistemas de ensamblaje. Además, realizó experimentos relevantes, que culminaron en un seminario de discusión de resultados que realizó el día 27 de junio de 2025, en el que participaron, además de Luis Abel, las contrapartes belgas y E. Altshuler en modo tele-conferencia.



Detalle del generador dentro del canal de olas construido por el doctorante Luis Abel Rodríguez durante su estancia en la ULB en los primeros meses de 2025

Un esfuerzo paralelo al de Luis Abel en términos de procesamiento de imágenes en el canal (específicamente asociadas al seguimiento de latas vacías de bebida que contaminan las aguas marinas cubanas) se realizó por parte del estudiante de Física Jean Rafael López, que le valió el segundo lugar en la comisión de Electrónica y Computación de la Jornada Científica Estudiantil de la Facultad de Física de la Universidad de La Habana.

• *Objetivo 3. Primeros pasos en el desarrollo de un sensor inalámbrico para la conductividad del agua de mar.*

El licenciado en Física Marlon-Mederos continuó pruebas tanto en el laboratorio

como en las aguas de la bahía de la Habana, sobre la posibilidad de utilizar la intensidad de recepción de la señal LoRa como parámetro de medición de la conductividad/salinidad del agua en forma inalámbrica. El objetivo es evitar el método standard consistente en el uso de electrodos metálicos en contacto directo con el agua, ya que éstos requerirían un elevado nivel de mantenimiento. Las pruebas preliminares no han ofrecido aún resultados concluyentes.

• *Objetivo 4. Realización de ejercicios académicos por parte de los doctorantes involucrados en el Proyecto*

Se realizaron gestiones formales para la inscripción formal de los doctorantes Luis Abel Rodríguez y Alex Rivera en el programa de doctorado **me dicen el nombre?** De la Universidad Libre de Bruselas.

Además, se dieron los primeros pasos en la escritura de un artículo de revisión sobre el uso de la inteligencia artificial para la detección de contaminantes marinos de tipo biológico, cuya autora principal es la Lic. Daniela Martínez.

• *Objetivo 6. Seguir avanzando en la investigación dentro de las ciencias sociales*

Uno de los ejes de la investigación es la evaluación de las expectativas y necesidades de los actores sociales respecto al desarrollo de herramientas científicas que permitan monitoreo continuo de la calidad del agua; así como el acceso a datos e información relevante para la gestión ambiental.

Para ello, en este trimestre se efectuó el primer encuentro con los pescadores radicados en la base de pesca recreativa de Casablanca. Se expusieron las generalidades del proyecto y la importancia de la participación de ellos, así como

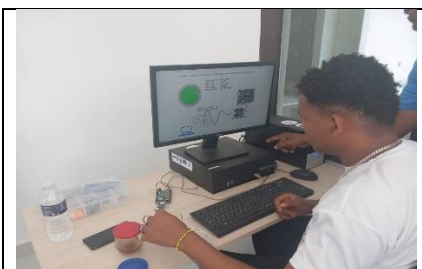
los beneficios de la nueva tecnología para su actividad. Los pescadores expresaron que es la primera vez que se realiza un proyecto que los involucre directamente.



Primer encuentro con pescadores radicados en la base de pesca recreativa de Casablanca, realizado el 9 de abril de 2025. Al centro en la foto, la Lic. Mayelín García Remus.

Otras experiencias aportadas por los pescadores, fueron (a) Utilizan para conocer las variables meteorológicas la aplicación Windin, que le permite tener información sobre la altura de las olas, la dirección del viento, entre otras (b) Consideran importante contar con una nueva tecnología que le permita conocer parámetros sobre el agua de la bahía, haciendo mención a subida y bajada de las mareas, dirección del viento, salinidad, temperatura del agua, nivel de contaminación.

Con relación a este último indicador, plantean la necesidad de saber el grado de contaminación por el petróleo (c) La contaminación fundamental de la bahía se asocia al petróleo y a la basura que proviene de los ríos, fundamentalmente cuando llueve mucho. Debido a la contaminación, muchos peces ya no vienen a la bahía (d) Ellos no pescan en las aguas de la bahía, pues está prohibido; salen a pescar mar afuera, aproximadamente entre 4 y 7 millas. Los que pescan en la bahía son los pescadores ilegales; es decir, quienes no están acreditados en la base de pesca (e) Sugieren poner las boyas cerca de un lugar donde ellos puedan vigilarlas.



Intercambio con el proyecto de robótica del Centro Sociocultural "La Colina". Demostración de la medición de la calidad de agua potable.

Se continuó el mapeo de actores para la técnica de informantes clave, el diseño del Mapa Verde y de los talleres comunitarios a desarrollar el próximo trimestre. Para ello se presentó a los actores clave el proyecto en general, con énfasis en las actividades y objetivos que implican a la Comunidad de Casablanca. Dentro de los informantes contactados y sensibilizados en este trimestre se encuentran el Intendente del municipio Regla, la Directora de la Oficina de Desarrollo Local, la Capitanía del puerto con la Subestación

de Casablanca, y el Centro Sociocultural La Colina que alberga el proyecto de robótica con estudiantes de secundaria básica, donde se incluye la fabricación digital y el diseño de sensores para medición de calidad del agua potable, lo que complementa este proyecto más enfocado en las aguas de la Bahía de La Habana.

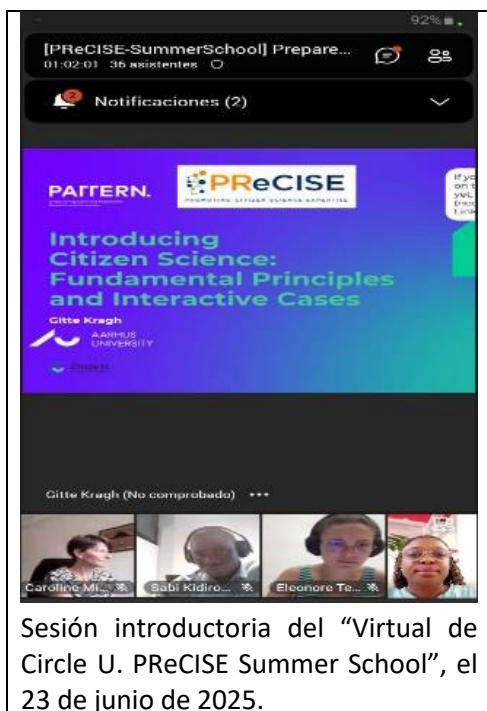
Sobre el intercambio con estos actores, se está elaborando un artículo para el Boletín “Diálogos” del Consejo Latinoamericano de Ciencias Sociales.

Otro de los ejes de investigación en ciencias sociales es la sistematización de prácticas de seguimiento, formación, comunicación y gestión ambiental relacionados con la calidad del agua con el fin de construir una tipología de las prácticas como línea base para identificar las innovaciones sociales estimuladas por la participación en este proyecto. Al respecto, se avanzó en la compilación y análisis de prácticas de investigación sobre monitoreo y saneamiento ambiental en la Bahía de La Habana, realizadas por el Cimab desde la década de 1980 a la actualidad.

Ejemplo de ellos son el Proyecto Regional CUB 80/001 (PNUD-PNUMA-UNESCO) “Investigación y control de la contaminación en la Bahía de La Habana”. 1980-1984; Sistema de monitoreo para la Bahía de La Habana. “Control periódico sobre la calidad del ecosistema de la bahía”. 1986-1995; Proyecto GEF/PNUD. “Planificación y manejo ambiental de bahías y zonas costeras fuertemente contaminadas del Gran Caribe”. Proyecto Regional: Estudio de caso Bahía de La Habana, Cuba”. 1996-1998; Sistema de Vigilancia para la Bahía de La Habana. 1996- hasta la fecha; Solicitud de Licencia Ambiental (SLA) para la Reparación del Muelle en ESP Manuel Porto Dapena (2000); Diagnóstico Ambiental en Prácticos Habana y la Oficina de Prácticos de Cuba (2000); Solicitud de Licencia Ambiental (SLA) para una Solución de Emergencia para el Saneamiento del Río Luyanó, Bahía de La Habana (2001); Diagnóstico Ambiental en ESP Andrés González Lines (2001); Manejo de Residuos Sólidos Urbanos en el Recinto Portuario de La Habana (2001); Gestión de residuos sólidos urbanos en municipios contiguos a la Bahía de la Habana (2003); Manejo de Residuos Sólidos Industriales Peligrosos que afectan la Bahía de La Habana (2003); Monitoreo de la Calidad Ambiental y aporte de las Fuentes Terrestres de Contaminación al litoral de la Ciudad de La Habana (2004 y 2009); Diagnóstico Ambiental en la Empresa Productora de Alimentos PRODAL (2004); Estudio de Impacto Ambiental (EsIA) de la Planta de Tratamiento de Residuales Luyanó. I Etapa (2005); Diagnóstico Ambiental en ESP Sierra Maestra (2005); Solicitud de Licencia Ambiental (SLA) para el Dragado Canal de acceso, área de maniobra y caja de atraque de la Terminal de Contenedores Habana, TCH (2006); Diagnóstico Ambiental en la Empresa de Astilleros, ENA (2009); Evaluación del sistema de canalización en la Refinadora de Aceites Alberto Álvarez (2010).

Con los resultados de esta sistematización está en proceso de redacción la ponencia “El monitoreo y la gestión ambiental en la transformación comunitaria: experiencias desde Casablanca” que se presentará en el XVI Taller Internacional “Comunidades: Historia y Desarrollo 2025” Comunidades 2025, en el marco de la V

Convención Científica Internacional UCLV 2025 Universidad Central “Marta Abreu” de Las Villas.



Sesión introductoria del “Virtual de Circle U. PReCISE Summer School”, el 23 de junio de 2025.

Otro avance es el trabajo de diseño metodológico de los talleres de Mapa Verde temáticos (gestión ambiental, actores y procesos de innovación en la Comunidad de Casablanca) que se realizarán en septiembre de 2025. En función de su preparación, se organizó la postulación de dos personas del proyecto para participar en una experiencia formativa. Se elaboró la ficha de caso de estudio de Casablanca y se participó en la sesión introductoria de la Escuela de verano sobre Ciencia Ciudadana de la Universidad Católica de Lovaina “Circle U. PReCISE Summer School”.

Atentamente,

Dr.C Ernesto Altshuler.

Jefe del Laboratorio de Sistemas Complejos,
Centro de Sistemas Complejos, Facultad de Física,
Universidad de la Habana