

# más Azul

Lago Llanquihue

PROGRAMA  
TERRITORIAL HITO  
Sede De la Patagonia



# Lago LLANQUIHUE

*El espejo azul de la Patagonia*

*El Llanquihue es el lago más grande de la Región de Los Lagos, y es el segundo de mayor tamaño del país después del lago General Carrera (Región de Aysén), con una superficie de 870,5 Km<sup>2</sup>.*



Este cuerpo lacustre goza de buena salud, encontrándose en un estado oligotrófico, presentando aguas cristalinas y con buena oxigenación, bajas concentraciones de nutrientes y por consecuencia baja producción de algas, gracias a su gran volumen de agua y al pequeño tamaño de su cuenca.

Sin embargo, el buen estado en que se encuentra, podría deteriorarse severamente debido a la creciente escasez hídrica que enfrenta el país y particularmente esta cuenca, como consecuencia de los efectos del cambio climático y el impacto de las actividades antrópicas asociadas a ella, como la agricultura,

la ganadería, la silvicultura, el turismo y las presiones propias de los asentamientos humanos.

Un creciente deterioro ambiental podría condicionar los múltiples servicios ecosistémicos que el lago entrega, los cuales generarían severos déficits de disponibilidad de agua en los diferentes centros urbanos, afectando los ecosistemas y el desarrollo de los sectores económicos más importantes del territorio.

Para abordar esta problemática, la Sede De la Patagonia, ha trabajado mancomunadamente con organizaciones del ámbito público, privado, cientí-

fico y comunitario, para desarrollar el **Programa Territorial Hito: Más Azul Lago Llanquihue.**

*“Este programa es una iniciativa estratégica de la Sede, que además de impactar en el territorio, permite una vinculación más estrecha con las comunidades, ampliar las redes de apoyo, y generar oportunidades de desarrollo sostenible en esta zona del país”.*



**Sergio Hermosilla, vicerrector de Sede De la Patagonia.**



# DESAFÍO

*Convertir al lago Llanquihue en un modelo de gestión de cuerpos lacustres de clase mundial en materia de conservación, ciencia aplicada, tecnología y educación ambiental, en equilibrio con el desarrollo sostenible del territorio y las comunidades.*

## CONTRIBUCIÓN

A partir de la combinación de conocimiento y experiencia local, este Programa impulsa la innovación para contribuir al uso sostenible del lago a través del trabajo universitario, organizaciones de la sociedad civil, servicios públicos y empresas privadas, todo esto por medio de tres líneas de acción:

**1** **Ciencia y Tecnología:** generar a través de la tecnología disponible y la investigación aplicada, propuestas de sistemas complementarios que permitan aportar al monitoreo ambiental de lago.

**2** **Educación Ambiental:** promover la conservación fomentando el pensamiento crítico, el reconocimiento e integración del conocimiento e iniciativas de las organizaciones civiles y de la comunidad local.

**3** **Política Pública:** fomentar el análisis de políticas públicas vigentes, impulsando el estudio y la generación de propuestas para promover el manejo sostenible de cuencas lacustres, mediante el reconocimiento de sus valores ecosistémicos.



*Conoce + del PTH  
Más Azul*

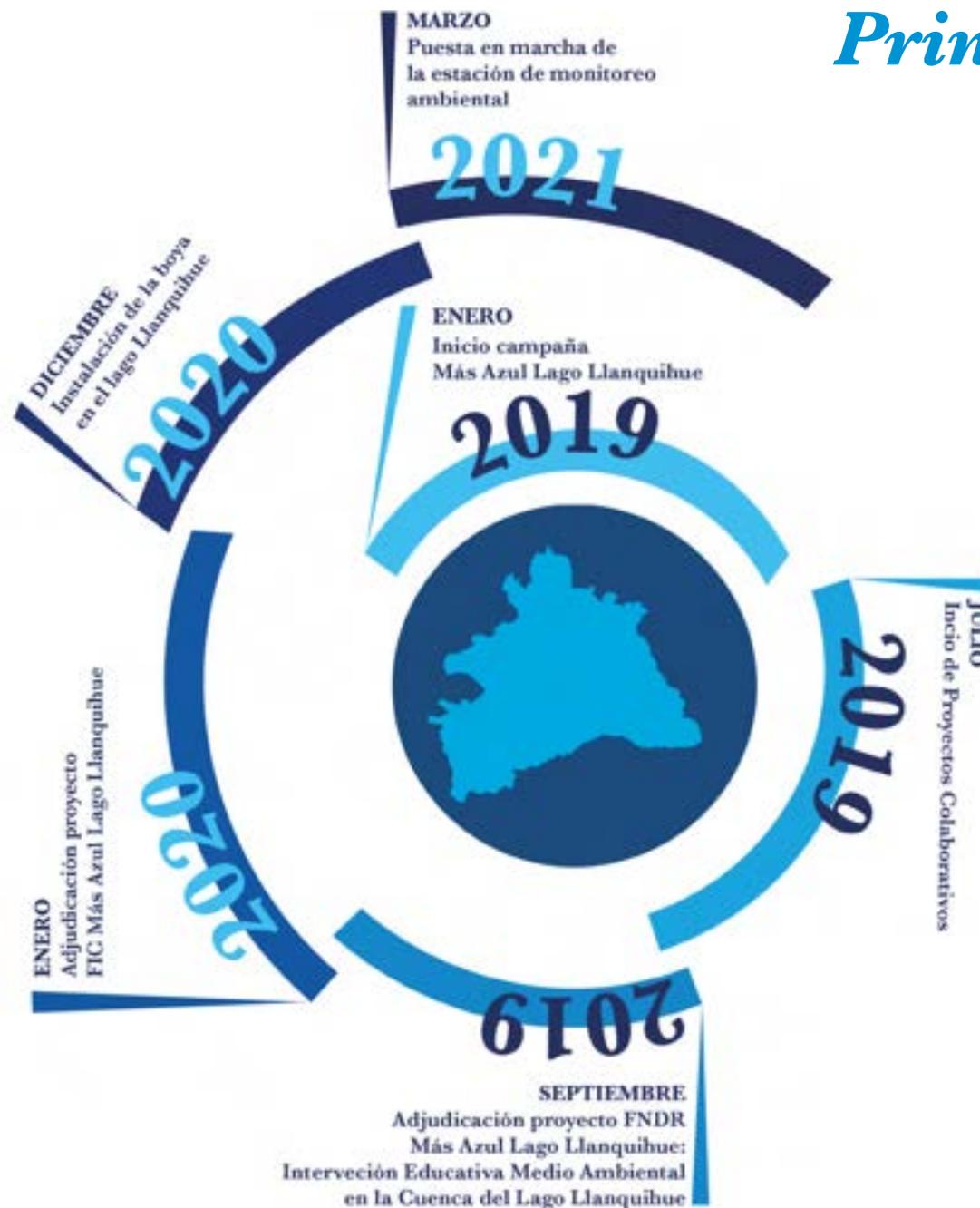


*“Uno de los aspectos más relevantes en la formación de un ingeniero, es su capacidad para abordar temas de impacto nacional, dentro de los cuales están los ambientales. Más Azul, es un Programa que va a ir monitoreando distintas variables del lago Llanquihue, permitiendo tomar decisiones asociadas a este cuerpo lacustre, sentando las bases para replicar lo mismo en otros cuerpos lacustres, generando un impacto positivo a nivel nacional”.*

Federico Casanello, decano de la Facultad de Ingeniería y Tecnología.



## Principales Hitos del PROGRAMA



El Programa se estructura a partir de un conjunto de proyectos colaborativos asociados y otros con fondos externos. Estos concurren desde distintas áreas del conocimiento para responder al compromiso y los objetivos.

Por su relevancia, proyectan el foco de trabajo de mediano y largo plazo, logrando articular la docencia, y la investigación aplicada, en un abordaje multidisciplinario amplificando de esta forma la contribución a la sociedad, al mismo tiempo que impulsa la pertinencia del proyecto USS en la región.

Para esto se han desarrollado iniciativas que, en los últimos años y con el apoyo de las comunidades del entorno del lago, se han dedicado a abordar diferentes problemáticas bajo la mirada local, pero utilizando diversas tecnologías y conocimientos.

## Información AMBIENTAL

La falta de información sobre el estado ambiental de los ecosistemas lacustres limita la capacidad de conocer y reaccionar ante cambios e impactos que estos puedan sufrir, pero también impide identificar las oportunidades que nos ofrecen para el desarrollo integral del territorio. Satisfacer esta demanda de información es clave para la toma de decisiones correctas y oportunas.

Adicionalmente, el auge de las tecnologías de la información abre un camino, antes insospechado, que entrega la posibilidad de generar información actualizada, confiable y de fácil acceso, poniendo a disposición del sector público, privado y la ciudadanía, conocimiento relevante para la toma de decisiones informadas.

Por ello resulta de suma relevancia este Programa para la región, ya que permitirá contar con herramientas sólidas que asistirán a la toma de decisiones en materia de planificación de la cuenca del lago.

*“Para la Universidad, la vinculación con el medio resulta trascendental, puesto que no solo nos permite ser actores claves en la generación de nuevo conocimiento, sino también aportar a la generación de políticas públicas y fomentar el desarrollo sostenible de las comunidades y los territorios frente a una problemática”*



**Alberto Fernández, líder del Programa Territorial Hito: Más Azul Lago Llanquihue.**

# Proyecto FIC MÁS AZUL

El proyecto del Fondo para la Innovación y la Competitividad; FIC: *Evaluación de Tecnologías de la Información y Herramientas Biotecnológicas para el Monitoreo Ambiental del Lago Llanquihue*, ejecutado por la Universidad San Sebastián y financiado por el Gobierno Regional de Los Lagos, es un esfuerzo interdisciplinario para evaluar herramientas de monitoreo ambiental.

Contar con datos específicos y en tiempo real de los diferentes ecosistemas de nuestro país, abre una oportunidad única no solo para anticipar y abordar oportunamente las problemáticas que estos puedan presentar, sino que también, es una oportunidad para una planificación sostenible de los territorios y mejorar la calidad de vida de las comunidades asociadas.

En este sentido el FIC Más Azul Lago Llanquihue, *“es un esfuerzo por aportar desde la academia a la institucionalidad pública y la comunidad, generando conocimiento acorde a las demandas”* señala Alberto Fernández, Líder del Pro-

grama Territorial Hito: Más Azul Lago Llanquihue.

El proyecto tiene por objetivos determinar la factibilidad técnica y económica de utilizar la teledetección, la metagenómica y el monitoreo remoto, como herramientas para la generación de información y elaborar una plataforma digital integrada, que permita almacenar y desplegar información ambiental histórica y en tiempo real de los cuerpos de agua de la región, facilitando la toma de decisiones para la inversión privada, promoviendo el monitoreo ciudadano, la generación de nuevo conocimiento y elaboración de políticas públicas.



## Tecnologías ASOCIADAS



Conoce + del  
Sistema de Monitoreo

El factor tecnológico es sin duda una de las variables que permiten el éxito de este proyecto, tanto para facilitar la el trabajo de monitoreo, así como para resolver diferentes complicaciones propias de un entorno natural.

*“Instalarlo en un lago tiene sus complicaciones; debido a la exposición al viento, el oleaje pequeño es dañino para cualquier estructura flotante, por lo tanto hay que considerar que el hardware que se diseña especialmente para esta boya, tiene que tener condiciones de humedad mínima, que sea resistente a los golpes, y que el sof-*

*ware, sea amigable para que entregue la información en tiempo real”*, comenta Gonzalo Santamarina, gerente de operaciones de Innovex.

**Teledetección**, el uso de imágenes satelitales para el estudio de la calidad del agua en base a parámetros como la clorofila, la transparencia, los sólidos suspendidos, o la materia orgánica disuelta.

**Metagenómica**, la secuenciación masiva de ácidos nucleicos (ADN) de los microorganismos presentes en un volumen de agua, que permite, en contrapunto con los sistemas tradicionales

de cultivo de bacterias, caracterizar todos los microorganismos presentes en un ambiente determinado.

**Plataforma de monitoreo in-situ**, el uso de sensores de medición acoplados a un sistema de flotación, almacenamiento y transmisión de datos, que permiten medir variables físicas y químicas del medioambiente en tiempo real y visualizarlas desde un dispositivo con internet.

La información estará disponible en una plataforma digital que integrará mediciones en tiempo real, resultados de las evaluaciones e información relevante para el monitoreo del lago.

## Características de la UNIDAD DE MONITOREO

Este proyecto es único en su tipo en Chile, puesto que combina tres tecnologías de monitoreo de agua; meta-genómica, teledetección y una plataforma de monitoreo in-situ. Esta plataforma permite medir temperatura, oxígeno disuelto y conductividad del agua, y transmitirlo en tiempo real vía satelital (GPRS), garantizando la transmisión de datos aún en condiciones atmosféricas adversas.



-  **Peso de la torre de almacén de controles, 70 kg.**
  -  **Frecuencia de toma de datos de hasta 1 minuto.**
  -  **Permite la transmisión de datos a una plataforma web cada 1 hora.**
  -  **Alimentación con paneles solares.**
  -  **Autonomía de 10 días, sin recibir energía solar.**
- 
-  **Volumen de la boya de 750 litros.**
  -  **Cuenta con 3 sensores.**

## PROBLEMÁTICA

El uso del suelo en la cuenca del lago varía desde zonas de menor impacto, como las que están bajo la protección oficial del Estado como el Parque Nacional Vicente Pérez Rosales y la Reserva Forestal Llanquihue, a otras zonas de mayor impacto asociadas a las concentraciones urbanas y a las actividades antrópicas.

Una de las mayores amenazas que enfrenta, dicen relación con la intensa presión de uso de sus aguas, poniendo en riesgo la calidad del acuífero, debido al potencial impacto de las actividades humanas generadas en el lago mismo o en su ribera in-

mediata, pudiendo transformarse en un cuerpo de agua eutrófico, con baja oxigenación, alta concentración de sedimentos, alta productividad de plantas acuáticas y algas, con aguas poco cristalinas, y hedor por la descomposición del material orgánico.

Hoy, la cuenca del lago alberga una población de aproximadamente 90 mil personas en sus cuatro comunas ribereñas, además las actividades económicas propias de la zona como son la agricultura, ganadería, silvicultura, acuicultura, sumados los más de 300 mil turistas que visitan la zona cada año, ponen en conjunto una enorme presión sobre el recurso.

Al igual que otros cuerpos de agua de la zona, el ecosistema del Llanquihue está siendo doblemente impactado, no solo por las acciones antrópicas propias de la zona, sino también por los efectos del cambio climático. Dentro de las presiones que afectan a la cuenca, se encuentran la descarga de residuos líquidos contaminantes, residuos sólidos, alteración de la biodiversidad, alteraciones hidrogeomorfológicas, extracción de agua, desarrollo económico, y la escasa planificación territorial.

Es necesario tomar conciencia sobre el cuidado, conservación y uso sostenible del recurso, a partir de la generación de nuevo conocimiento y educación,

para conservar su valor ambiental, paisajístico, patrimonial y económico, y evitar deterioro de su ecosistema, el riesgo para la salud de las personas, el daño a la belleza del paisaje, y la pérdida de la reputación turística.



## Cambio Climático y Crisis Hídrica

La *Environmental Protection Agency* ha definido el cambio climático como: cualquier cambio significativo en las medidas del clima durante un período prolongado de tiempo. En otras palabras, incluye cambios importantes en temperatura, precipitación o patrones de viento, entre otros, que se producen durante varias décadas o más.

Aun cuando, es un fenómeno que puede resultar complejo de entender, abarca todos los ámbitos de la vida del planeta y las personas, impactando no

solo en el entorno natural y los ecosistemas, sino toda nuestra forma de vivir, lo que requiere necesariamente un cambio en los valores y la manera de relacionarnos con el entorno.

**En el mundo, 3 de cada 10 personas no tienen agua potable, y en Chile 1 de cada 20. La Radiografía del Agua Rural en Chile (DGA), estima que casi el 47% de las viviendas rurales no tiene acceso a este recurso.**

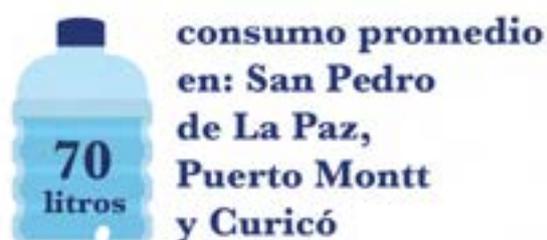
Chile aparece dentro de los 30 países con mayor riesgo hídrico en el mundo (WRI, 2015). En este contexto, el país enfrenta una creciente brecha hídrica que generará serios déficits de disponibilidad de agua en diversos centros urbanos, y frente a este escenario, resulta vital integrar distintas miradas; públicas, privadas, científicas y comunitarias para mitigar los efectos del cambio climático, y adaptarnos a esta nueva realidad, impulsando una serie de medidas sociales, económicas y jurídicas.

**El mayor consumidor de agua del país es el agro, que representa el 88% de la demanda nacional; el agua potable es el 6%.**

Las proyecciones del cambio climático estiman que una de las principales consecuencias para Chile, será la escasez del recurso hídrico. Estimaciones preliminares de la Dirección General de Aguas; DGA, estiman el déficit de disponibilidad del recurso de entre un 10% y un 37%, incluso llegando en algunos sectores al 50%.



## Consumo Doméstico Diario de AGUA POTABLE EN CHILE



Fuente: Superintendencia de Servicios Sanitarios

# Proyectos **COLABORATIVOS**

*Son iniciativas que surgen del diálogo entre académicos y actores del territorio vinculados a una problemática u oportunidad, la cual es enfrentada de manera conjunta reflejando de forma íntegra los principios de co - construcción y bi - direccionalidad.*



## Proyectos Asociados al **PROGRAMA**



# Testimonios de PROYECTOS COLABORATIVOS

*Los Programas Territoriales Hito están conformados por una serie de proyectos concurrentes, que tributan a una sola estrategia y a la búsqueda de soluciones de una problemática común.*

## 1 *Humedales, Cuerpos de Agua, Espacio Público, Desarrollo y Conservación en la Ciudad de Llanquihue. (2019)*

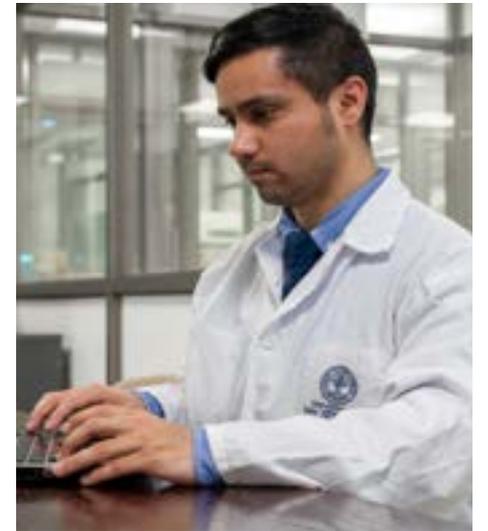
*“Este proyecto liderado por Arquitectura de la sede De la Patagonia, busca desarrollar infraestructura verde en torno a los humedales, entregando a estos ecosistemas, un área de amortiguación como parques y elementos de protección entorno a ellas, para así protegerlas y mitigar el impacto del crecimiento de las ciudades”.*



Cristóbal Noguera, líder de proyecto.

## 2 *Proyecto Embajadores de la Ciencia Más Azul. (2019)*

*“La innovación de este proyecto radica en que involucra la participación de profesores y estudiantes de la Universidad, para que desarrollen actividades junto a los estudiantes escolares. Esto refuerza, tanto en los estudiantes universitarios como en los escolares, un aprendizaje científico significativo”.*



Daniel Medina, líder de proyecto.

## 3 *Proyecto Aguas Lluvias, Saneamiento y Ciudad. (2019)*

*“En la carrera de Derecho, se realizó un análisis dedicado al tratamiento jurídico de las aguas lluvias y su impacto en las ciudades, con la idea de conocer y estudiar la legislación vigente, las autoridades involucradas y los grupos afectados. Asimismo, poder plantear soluciones y cambios desde la perspectiva social y ambiental en situaciones específicas, como las que ocurren actualmente”.*



Tatiana Celume, líder de proyecto.

## 4 *Proyecto Apoyo en la Educación a la Gestión Ambiental en Establecimientos Escolares de la Región de Los Lagos. (2019 - 2020)*

*Aborda necesidades de información en el ámbito de gestión como parte de la matriz ambiental, siendo un instrumento clave en el proceso de certificación ambiental de establecimientos educacionales y debe ser aplicado tanto antes como después de haber iniciado el proceso de transformación de la comunidad educativa.*



## 5 *Proyecto Colaborativo Más Azul, Lago Llanquihue: Intervención Educativa Medioambiental en la Cuenca del Lago Llanquihue. (2021)*

*“Cuando las personas se involucran a temprana edad, asumen con mayor responsabilidad la protección y cuidado de los recursos, y a través ello se convierten en embajadores que llevan estos aprendizajes a sus pares, la familia, y a la comunidad, y en un futuro próximo a las nuevas generaciones”.*



Cecilia González, líder de proyecto.

## Facultades PARTICIPANTES

- Facultad de Arquitectura, Arte y Diseño
- Facultad de Ciencias de la Educación
- Facultad de Derecho y Gobierno
- Facultad de Ingeniería y Tecnología
- Facultad de Medicina y Ciencia
- Facultad de Medicina Veterinaria



*“Este proyecto (FIC Más Azul Lago Llanquihue) financiado por el Gobierno Regional, en unión entre lo público y lo privado, hoy lo vemos in situ y que no terminará solamente en una biblioteca con un informe, sino que es algo que perdurará en el tiempo, de forma dinámica y que irá avanzando e indicándonos como podemos ir cuidando nuestras cuencas hidrográficas, sobre todo en esta región que tenemos sobre el 70% del suelo basado en este tipo de cuencas”.*

Carlos Geisse, intendente de la Región de Los Lagos.

## Organizaciones EXTERNAS PARTICIPANTES



*“Es un hecho significativo, ya que demuestra la puesta en marcha de manera concreta de un proyecto que ya lleva un largo tiempo en desarrollo, lo que es un avance en lo que es la coordinación público - privada a través de un FIC, y en lo cual como ministerio hemos estado altamente atentos tratando de ver otras formas de apoyar, ya que al final lo que necesitamos es generar mayores ciclos virtuosos”.*

Klaus Kosiel, seremi de medio ambiente de la Región de Los Lagos.



Klaus Kosiel, seremi de medio ambiente de la Región de Los Lagos.



*“No podemos olvidarnos jamás de lo que significa nuestro lago Llanquihue. Hasta hace dos años (en Puerto Octay), todo lo que era residuos llegaba al lago, hoy eso se solucionó. Los pasos que hoy damos como municipio con respecto al desarrollo de la comuna involucran la participación de los vecinos, porque la protección del lago, de nuestro medioambiente y nuestros entornos es tarea de todos.”*

María Elena Ojeda, alcaldesa de Puerto Octay.



Ilustre Municipalidad  
Puerto Varas



ILUSTRE MUNICIPALIDAD  
LLANQUIHUE



*“El lago es el mayor patrimonio que tenemos las cuatro comunas lacustres, y debemos responsablemente preocuparnos que no se genere un mayor daño que el actual. Agradezco que podamos, a través del patrocinio y de la idea de la USS, poder estar con las mediciones en línea, que sin duda serán de mucho beneficio”.*

Claus Lindemann, alcalde de Frutillar.



Innovex

