

Análisis satelital y herramientas de IA para predecir la calidad de los embalses

ANGEL FREIXÓ
CTO en Createch360º

Intelligent control solutions
for the water industry



Càtedra **ATL**
de l'**aigua potable**

Universitat
de Girona

ATL
Consorci d'Aigües Ter-Llobregat

Generalitat
de Catalunya

Empowering your assets and your teams.
Everywhere. Every second.

Createch
360º

Líder en **sistemas de control inteligente** para el sector de tratamiento de aguas

EXPERIENCIA

- Plantas Urbanas & Industriales
- Más de 285 instalaciones a nivel global
- Presencia en más de 24 países

ALCANCE

- AGUA POTABLE
- AGUA RESIDUAL
- AGUA REGENERADA



Referencias plantas de tratamiento de **aguas residuales**



La Farfana
(Chile)
760.320 m³/d



**Barcelona
B. Llobregat**
(España)
420.000 m³/d



Lodz
(Polonia)
215.000 m³/d



Rouen
(Francia)
150.000 m³/d



Honghu
(China)
50.000 m³/d



Samra
(Jordania)
364.800 m³/d



Agra I-II
(Portugal)
44.336 m³/d



Jebel Ali
(Dubai)
293.000 m³/d

References

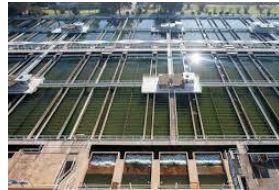
Referencias plantas de tratamiento de **aguas potables**



La Toma
(Ecuador)
18,0 m³/s



Contraparada
(España)
0,6 m³/s



Ter
(España)
8,0 m³/s



Llobregat
(España)
3,2 m³/s



**St. Joan
Despí**
(España)
6,2 m³/s



L'Ampolla
(España)
4,2 m³/s



Manresa
(España)
0,5 m³/s



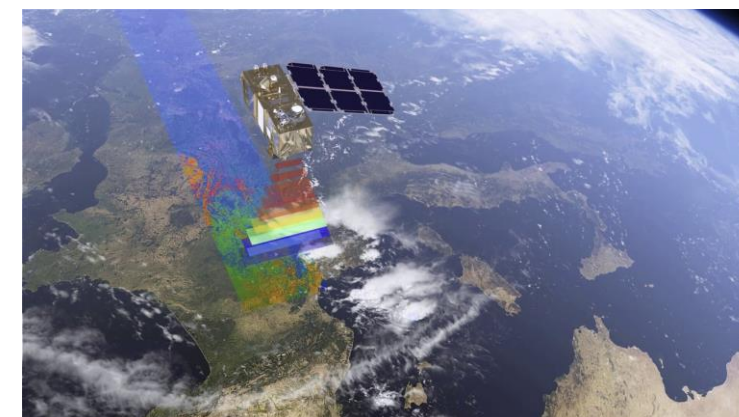
**Gral. San
Martín**
(Argentina)
35,9 m³/s

Proyecto de monitorización satelital de las masas de agua

SatWater es la herramienta diseñada para la monitorización de las masas de agua, basada en técnicas de remote sensing y análisis de imagen satélite mediante IA integrada en la Plataforma de inteligencia operacional **CREApro®**.

- ✓ Adaptada para diferentes tamaños de masas de agua (desde lagos artificiales hasta grandes embalses)
- ✓ Analiza la tendencia de la calidad del agua y anticipa cambios que pueda haber en el tratamiento posterior (ETAP)
- ✓ Anticipa riesgos relacionados con el crecimiento de algas y otros eventos relacionados con la calidad del agua superficial
- ✓ Parámetros analizados: Turbidez, Materia orgánica (fDOM), Clorofila.

Participantes:



Satélite Sentinel-2

Colaboración:



Monitorización satelital de las masas de agua

Casos de estudio de sistemas complejos con diversas configuraciones



RÍO LA MUGA



ETAP Figueres



AIGÜES MANRESA
GESTIÓ PÚBLICA DE L'AIGUA

RÍO LLOBREGAT



Canal de la Sequia



Llac de l'Agulla



ETAP Manresa



ATL
Ens d'Abastament
d'Aigua Ter-Llobregat

RÍO TER



Embalse de Sau



Embalse de Susqueda



Embalse del Pasteral

ETAP Ter



RÍOS GUDALTEBA, TURÓN Y GUADALHORCE



Embalse de Guadalupe

Embalse de Guadalhorce



Embalse Conde de
Guadalhorce



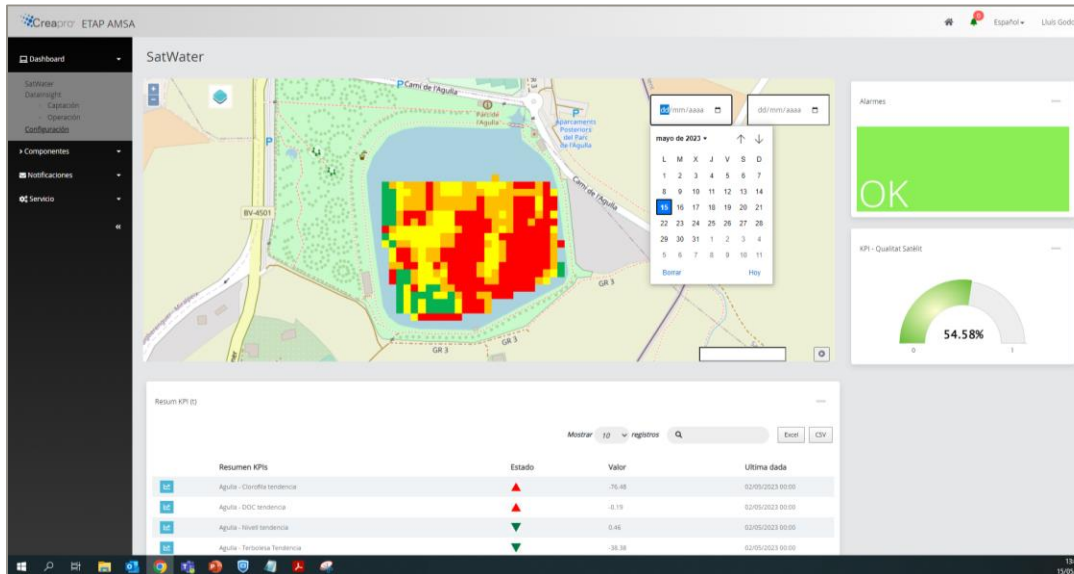
La Encantada



ETAP Atabal

Monitorización satelital de las masas de agua

Casos de estudio de sistemas complejos con diversas configuraciones



Sau-Susqueda-Pasteral

400 hm³
990 ha



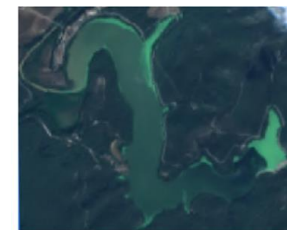
Boadella

61 hm³
363 ha



Llac de l'Agulla

0,19 hm³
6 ha

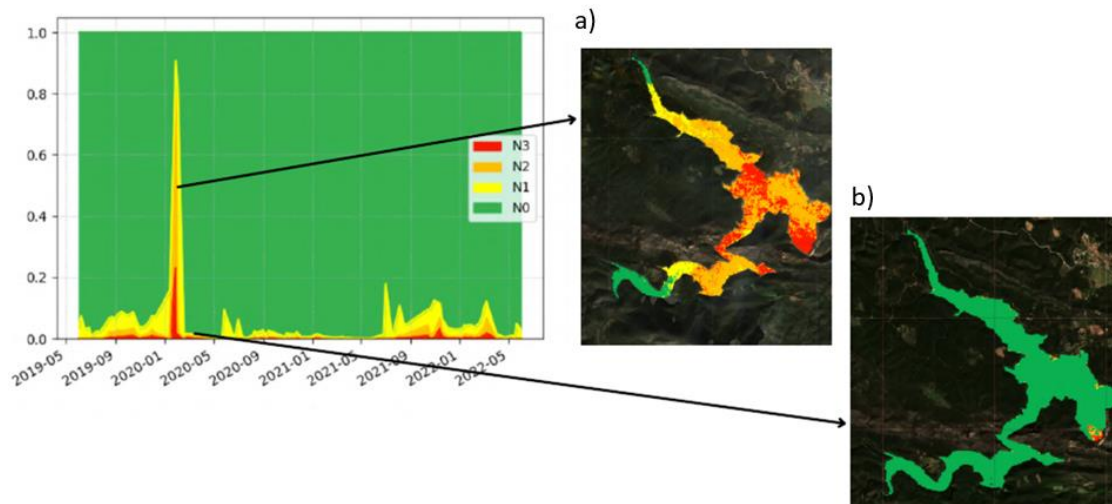


Monitorización satelital de las masas de agua

Casos de estudio de sistemas complejos con diversas configuraciones

SIN DATOS “IN SITU” : ANÁLISIS CUALITATIVO

Turbidez, Embalse de Boadella



Enero 2020 – Ocurrió un evento meteorológico “Gloria” causando elevados niveles de turbidez en toda la superficie del embalse.

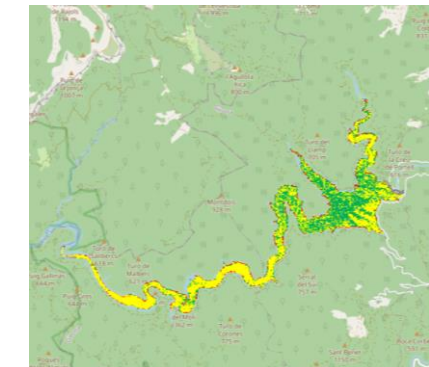
CON DATOS “IN-SITU” : ANÁLISIS CUANTITATIVO

Clorofila-a, Embalse de Susqueda, 7/1/2023



➔ $KPI_{\text{Clorofila-a}} = 0,87$
Clorofila-a (in-situ) $\approx 3-4 \mu\text{g/L}$

Clorofila-a, Embalse de Susqueda, 12/5/2022



➔ $KPI_{\text{Clorofila-a}} = 0,63$
Clorofila-a (in-situ) $\approx 11-12 \mu\text{g/L}$

Monitorización satelital de las masas de agua

Limitaciones de la imagen satélite

Frecuencia de las imágenes

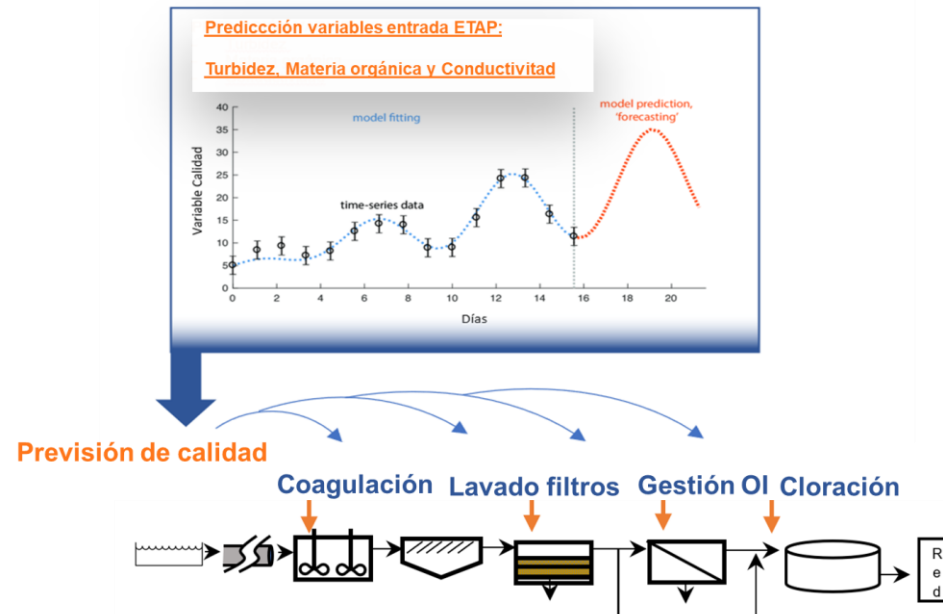
4-5 días

Condiciones ambientales (nubolidad)

Sin lectura

Datos para calibración cuantitativa

Datos cualitativos

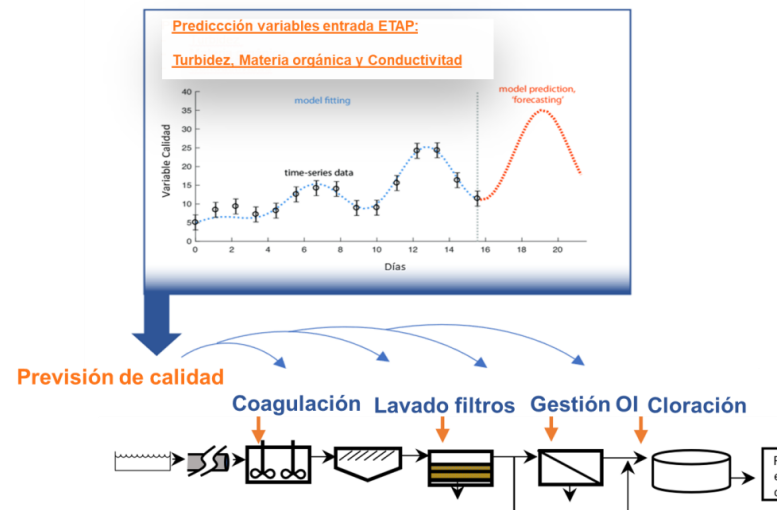


Monitorización satelital de las masas de agua

Limitaciones de la imagen satélite

Frecuencia de las imágenes	⇒	4-5 días	⇒	Modelo de predicción de calidad (Forecasting)
Condiciones ambientales (nubolosidad)	⇒	Sin lectura	⇒	Imputación de imágenes “Relleno de huecos”
Volumen datos para calibración cuantitativa	⇒	Resultados cualitativos	⇒	Calibración modelo entrada ETAP

Aplicación IA para interpolación de imágenes y modelos de predicción y calibración



Monitorización satelital de las masas de agua

Aplicación IA modelos de predicción y calibración PROGNOSIS

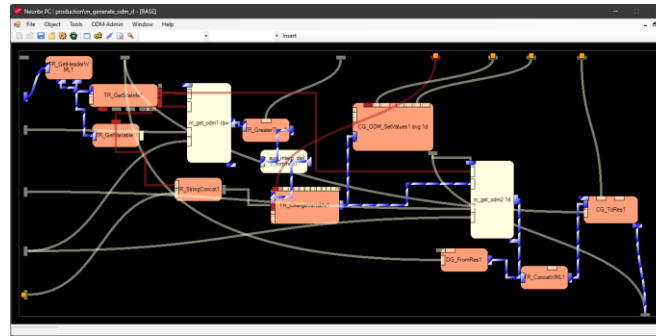
• MODELOS ANALIZADOS

- Regresión multivariante (Autoregresivo)
- ARIMA (Autoregressive integrated moving average)
- LSTM (Recurrent Neural Network: Long-Short Term Memory)

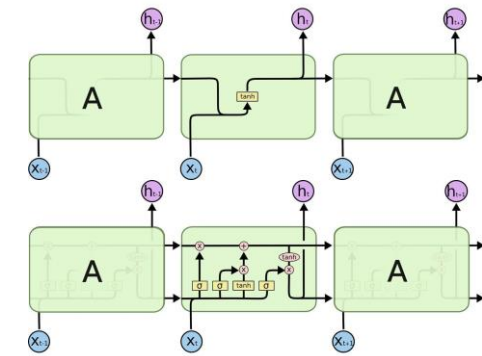
• ERRORES

- MAPE: Error relativo absoluto (o porcentual) medio
- MAPE_NAIF: MAPE de la “prognosis naif”: “hoy igual que ayer”
- SS: “Skill Score” o “puntuación de habilidad”: **Mejora respecto al naif:**
 - $SS_MAPE = 1 - MAPE / MAPE_NAIVE$
(a mayor SS mejor ajuste respecto al naif)

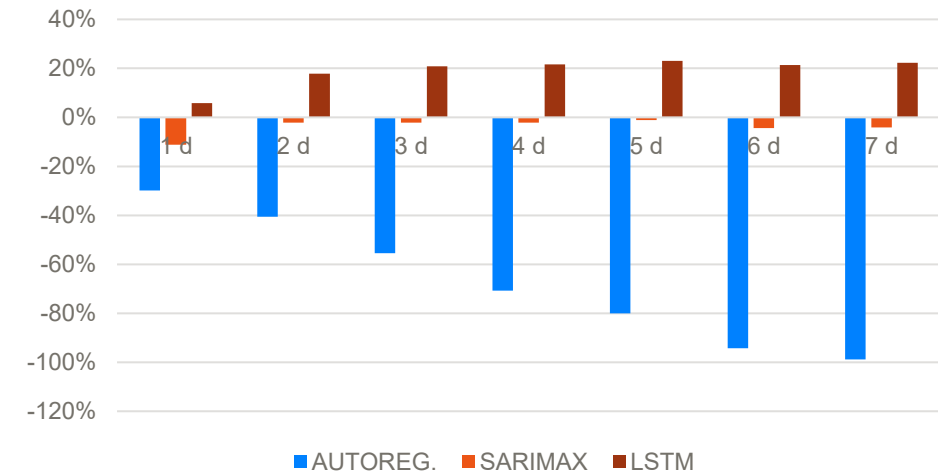
• PLATAFORMA OKB



SatWater

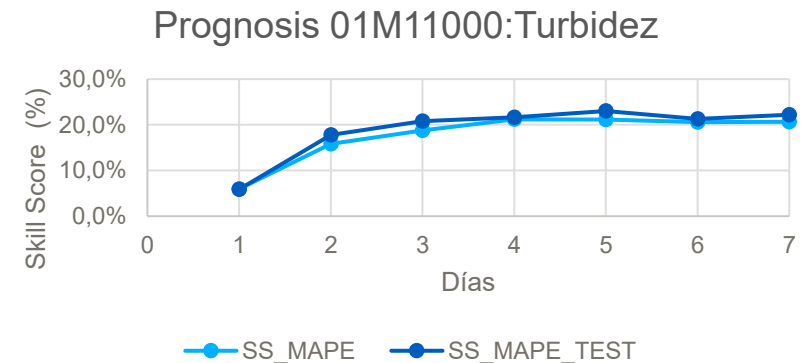
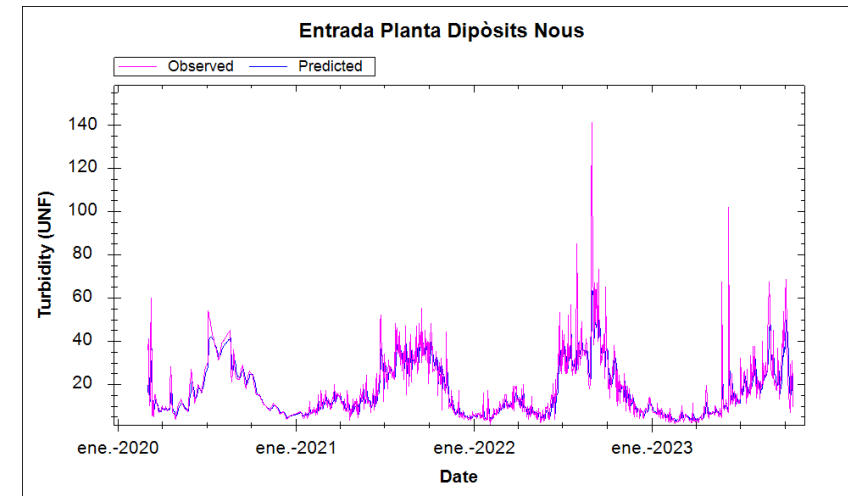
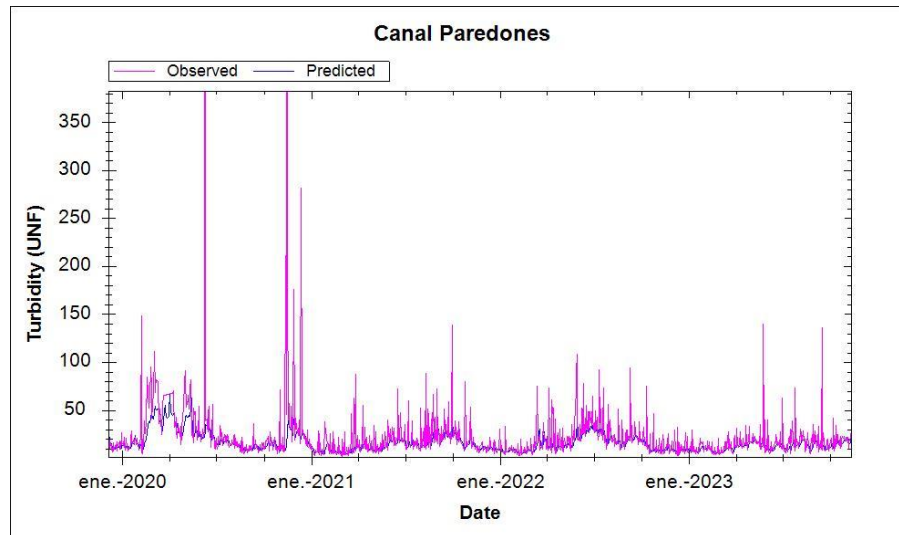


SS_MAPE



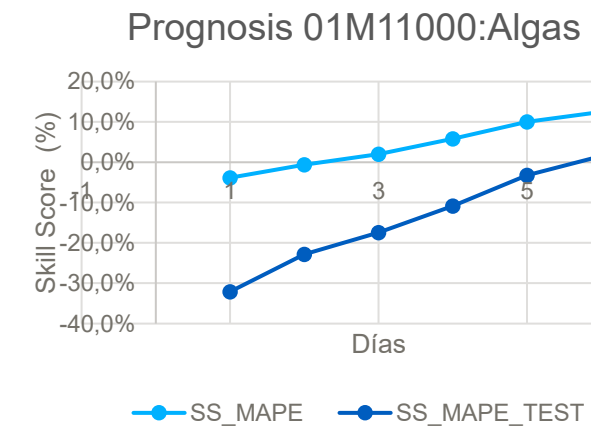
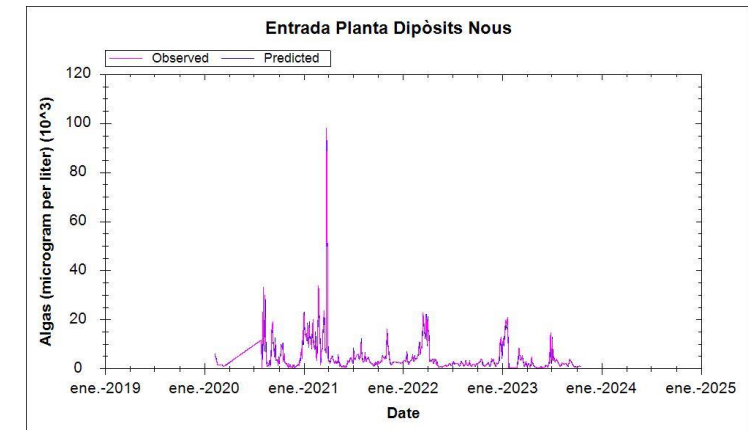
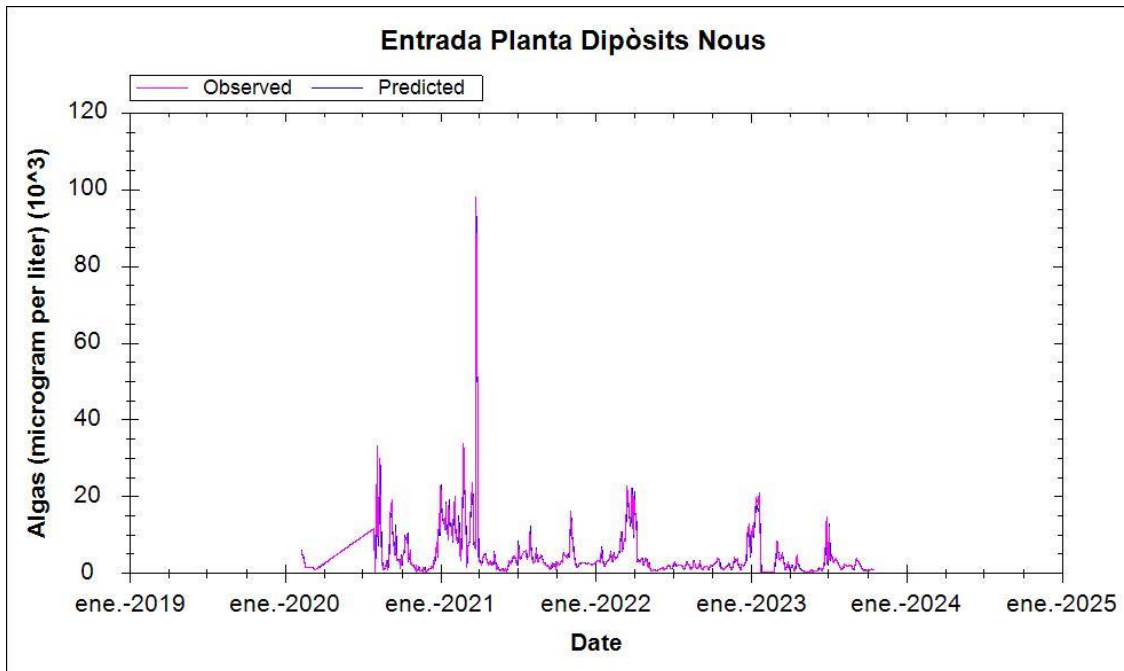
Monitorización satelital de las masas de agua

Aplicación IA modelos de predicción y calibración PROGNOSIS TURBIDEZ



Monitorización satelital de las masas de agua

Aplicación IA modelos de predicción y calibración PROGNOSIS BLOOM ALGAL



Proyecto de monitorización satelital de las masas de agua

Conclusiones

- **SatWater** es capaz de proporcionar información de la calidad del agua superficial de grandes masas de agua sin datos analíticos previos, aunque el potencial de la herramienta es mayor si se dispone de éstos.
- Proporciona la capacidad de análisis y anticipación de eventos de contaminación, la correlación de eventos y parámetros y el análisis de tendencias.
- Mejora la trazabilidad de la calidad de las masas de agua.
- Disponer de herramientas de alerta temprana que permita la adaptación de la operación de las ETAP y la mejora de los *DBPs*.
- Incrementar la resiliencia de los sistemas de abastecimiento y tratamientos de las ETAP.
- Disponer de un gemelo digital que permitirá anticiparse a los eventos de deterioro de la calidad del agua en la captación y simular escenarios de tratamiento conforme la información recibida.

Análisis satelital y herramientas de IA para predecir la calidad de los embalses

ANGEL FREIXÓ
CTO en Createch360º

Gracias, seguimos trabajando!



Càtedra **ATL**
de l'**aigua potable**

Universitat
de Girona

ATL
Chair of Advanced
Technologies in Water

Generalitat
de Catalunya

Empowering your assets and your teams.
Everywhere. Every second.

 **Createch**
360º