

The logo for DAM (Depuración de Aguas del Mediterráneo) features the letters 'DAM' in a bold, blue, sans-serif font.

Depuración de Aguas
del Mediterráneo



LYNX
Simulations

Sesión I+D+i

"Detección de vertidos industriales
en las EDAR mediante visión
e inteligencia artificial"

Ponentes:

Cristian Trigo - DAM

Francisco Sánchez – Lynx Simulations

The background of the poster is a collage of images related to wastewater treatment. It includes two large circular tanks at the top right, showing mechanical scrapers. Below them is a vertical strip of images showing different stages of water treatment, from raw sewage to clearer water. The design is accented with large blue geometric shapes (triangles and polygons) on the left and bottom right.

MEMBRESÍA

de AGUASRESIDUALES.INFO



01

DAM-LYNX

Presentación de las empresas

02

EDAR de A POBRA DO CARAMIÑAL

Situación de la EDAR

03

**DETECCIÓN DE VERTIDOS MEDIANTE VISIÓN
ARTIFICIAL**

04

CONCLUSIONES

Conclusiones y posibles aplicaciones

05

OTRAS APLICACIONES

DAM

Depuración de Aguas
del Mediterráneo

DAM

Depuración de Aguas
del Mediterráneo

www.dam-aguas.es



OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO

EDAR, ETAP, desaladoras,
tratamientos terciarios...



VALORIZACIÓN DE RESIDUOS

Aplicación directa,
compostaje y codigestión



CONSTRUCCIÓN

Instalaciones de
saneamiento y depuración,
obra hidráulica en general



INNOVACIÓN

3 proyectos europeos
6 proyectos nacionales
+15 líneas de investigación
en EDARs



Operación y mantenimiento

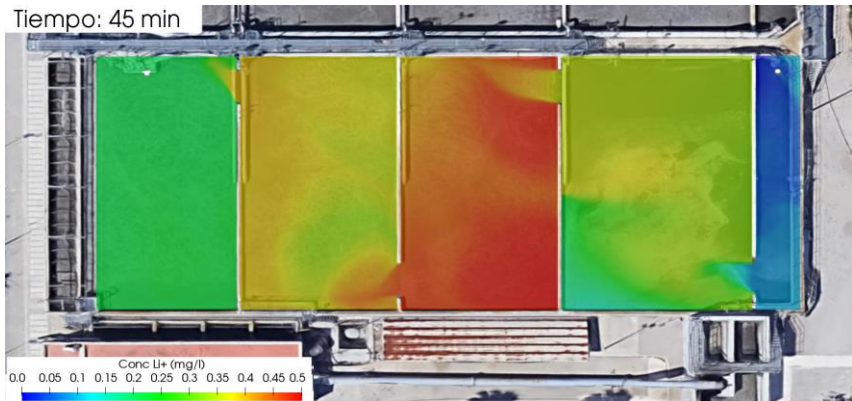


- 221 instalaciones gestionadas
- 48 instalaciones en la Comunidad Valenciana



Ingeniería con amplia experiencia en el sector de tratamiento de aguas

Tiempo: 45 min



DISEÑO, ANÁLISIS Y OPTIMIZACIÓN DE PROCESOS

Simulación CFD,
técnicas
experimentales...

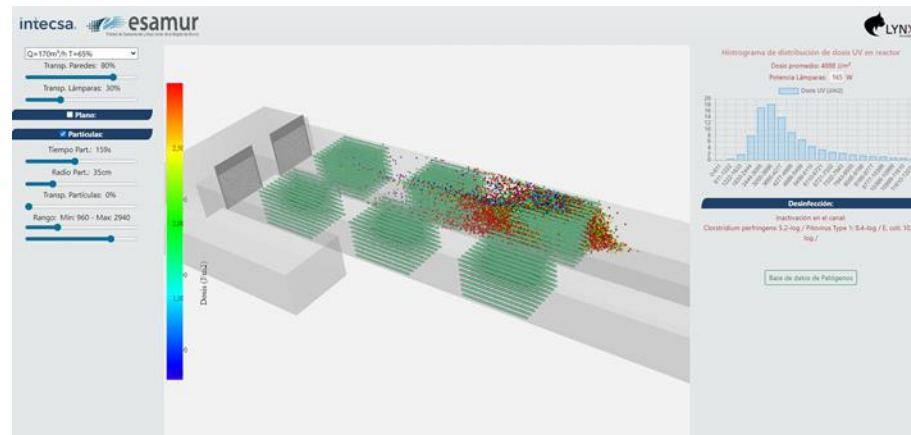
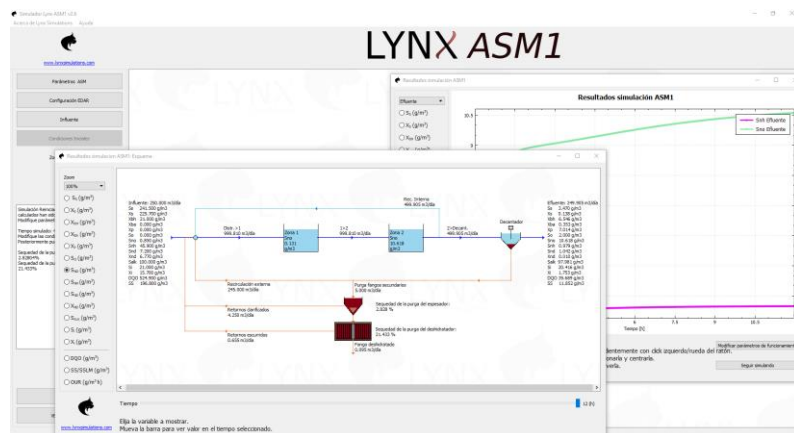
DESARROLLO DE SOFTWARE

CFD, hidráulica, procesos
Adaptado a las necesidades del
cliente

APLICACIONES DE VISIÓN e IA

Control y optimización de
procesos, aviso de
anomalías

Ingeniería con amplia experiencia en el sector de tratamiento de aguas



DISEÑO, ANÁLISIS Y OPTIMIZACIÓN DE PROCESOS

Simulación CFD,
técnicas
experimentales...

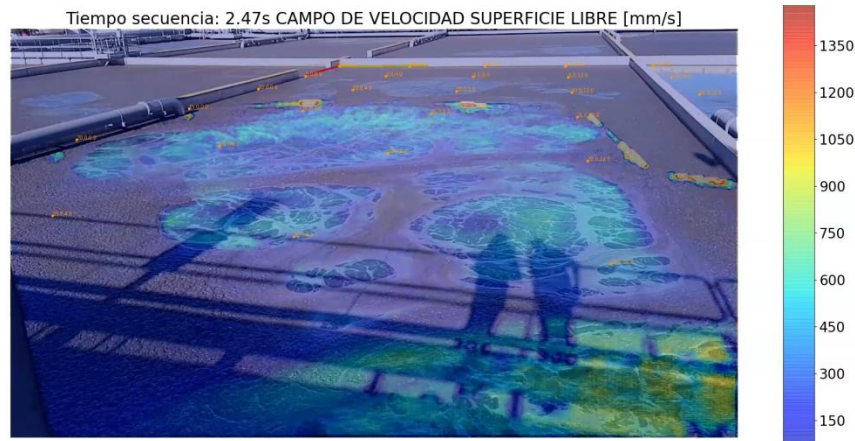
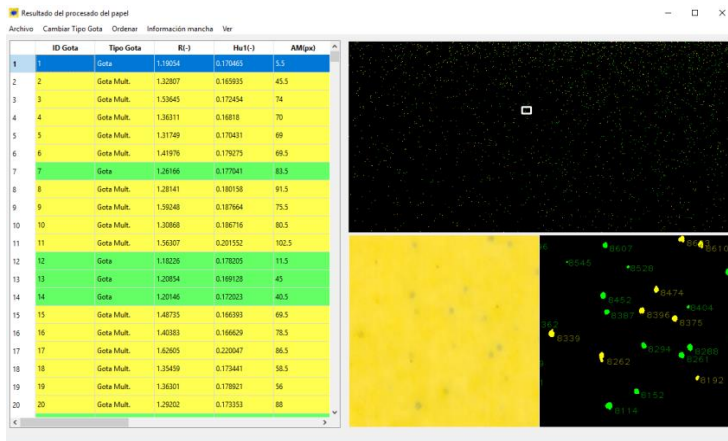
DESARROLLO DE SOFTWARE

CFD, hidráulica, procesos
Adaptado a las necesidades del
cliente

APLICACIONES DE VISIÓN e IA

Control y optimización de
procesos, aviso de
anomalías

Ingeniería con amplia experiencia en el sector de tratamiento de aguas



DISEÑO, ANÁLISIS Y OPTIMIZACIÓN DE PROCESOS

Simulación CFD,
técnicas
experimentales...

DESARROLLO DE SOFTWARE

CFD, hidráulica, procesos
Adaptado a las necesidades del
cliente

APLICACIONES DE VISIÓN e IA

Control y optimización de
procesos, aviso de
anomalías

01

DAM-LYNX
Presentación de las empresas

02

EDAR de A POBRA DO CARAMIÑAL
Situación de la EDAR

03

DETECCIÓN DE VERTIDOS MEDIANTE VISIÓN
ARTIFICIAL

04

CONCLUSIONES
Conclusiones y posibles aplicaciones

05

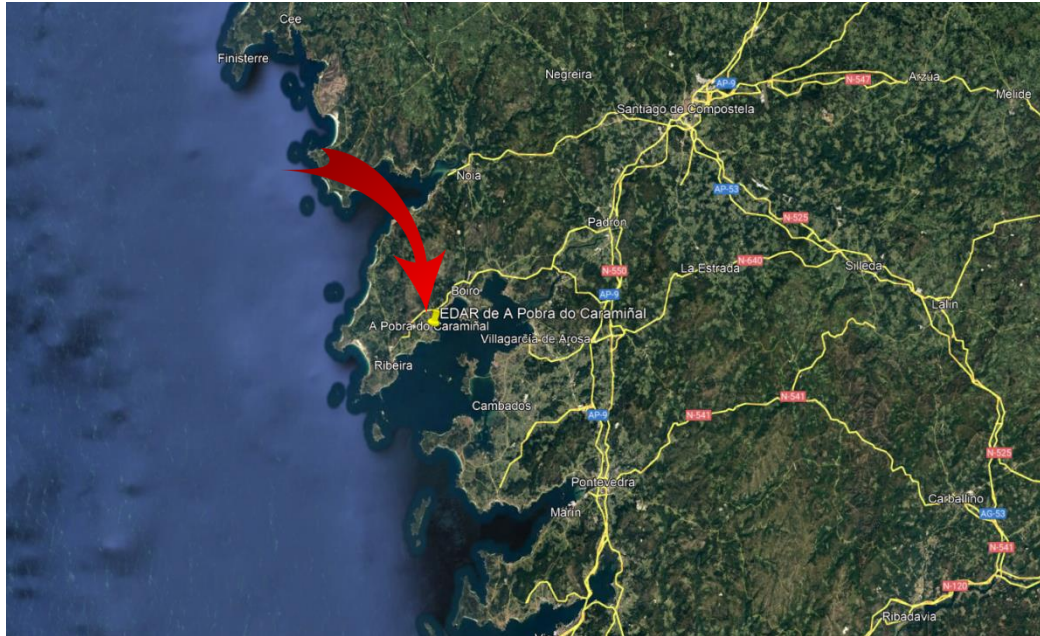
OTRAS APLICACIONES

02

EDAR de A POBRA DO CARAMIÑAL Situación de la EDAR

- Ubicación
- Características de la instalación
- Principal problemática
- Ejemplos de vertidos
- Oportunidad del estudio

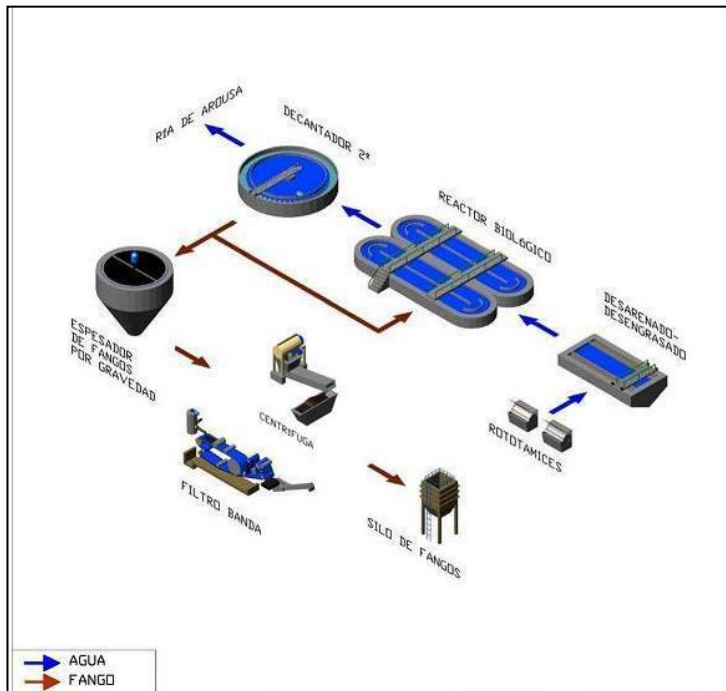
EDAR de A POBRA DO CARAMIÑAL. Ubicación



RÍA DE AROUSA



EDAR de A POBRA DO CARAMIÑAL. Características



- **Q tratado:** $5.500 \text{ m}^3/\text{d}$
- **Límites de vertido:**
 - D.E. 91/271/CEE + $N_T < 15 \text{ mg/l}$
 - *E. Coli* + *Enterococos intestinales* $< 100 \text{ UFC}/100 \text{ ml}$
- **Diseño convencional de EDARu**
 - *Bombeo de cabecera*
 - *Tamizado de finos*
 - *Desarenado – desengrasado*
 - *Tratamiento biológico de fangos activos*
 - *Decantación secundaria*
 - *Desinfección por luz UV*
 - *Bombeo a emisario*
 - *Deshidratación de fangos*

EDAR de A POBRA DO CARAMIÑAL. Problemática



- **Agua residual urbana e industrial**
- **Procedencia de los vertidos industriales:** principalmente del tratamiento de materia prima de procedencia marina e industria de packaging.
- Su ubicación hace **imprescindible evitar alivios de agua bruta** al medio receptor

EDAR de A POBRA DO CARAMIÑAL. Problemática

- Desde un punto de vista del proceso, los problemas generados por los vertidos en las distintas líneas de tratamiento son los siguientes:
 - **Pretratamiento:** *aumento de la gestión de aceites y grasas.*
 - **Tratamiento biológico:** *sobrecarga orgánica y nitrogenada, proliferación de especies filamentosas y toxicidad para la biomasa.*
 - **Tratamiento terciario:** *empeoramiento de la calidad del efluente de planta y mayor dificultad de cumplimiento en parámetros microbiológicos.*
 - **Línea de fangos:** *Dificultad de deshidratación del fango biológico.*
- Todo esto supone un **incremento de los costes de explotación** por:
 - **Aumento de la gestión de residuos.**
 - **Incremento de las necesidades de aireación** y por tanto, de los **costes energéticos**, en el tratamiento secundario.

EDAR de A POBRA DO CARAMIÑAL. Ejemplo vertidos

- Vertidos de grasas



- Vertidos de tintes



EDAR de A POBRA DO CARAMIÑAL. Oportunidad

➤ Base del estudio

- Presentación de propuestas de I+D+i en el contrato de explotación
 - E.P.E. AUGAS DE GALICIA
 - UTE CIVIS GLOBAL – DAM.
- Problemática y aspecto visual de los vertidos recibidos, fundamentalmente el COLOR.
- Avance de las técnicas de visión artificial.
- Disponibilidad de poco personal en la EDAR.

➤ Correlación de los vertidos detectados mediante la cámara de visión artificial

- Sensor espectral de DQO total en la arqueta previa a los reactores biológicos.
- Ensayos de OUR y AUR generados por respirómetro online.

01

DAM-LYNX
Presentación de las empresas

02

EDAR de A POBRA DO CARAMIÑAL
Situación de la EDAR

03

DETECCIÓN DE VERTIDOS MEDIANTE VISIÓN
ARTIFICIAL

04

CONCLUSIONES
Conclusiones y posibles aplicaciones

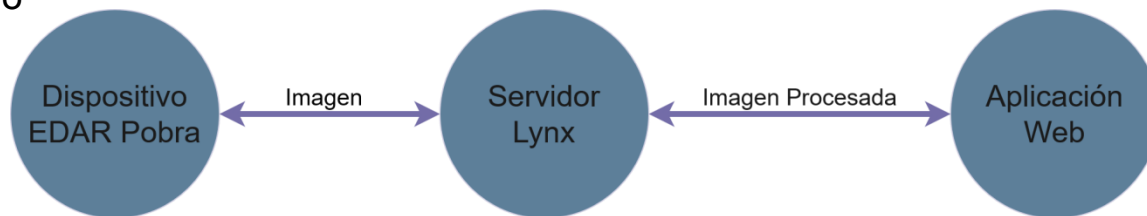
05

OTRAS APLICACIONES

DETECCIÓN DE VERTIDOS MEDIANTE VISIÓN ARTIFICIAL

Fases del trabajo

- 1) Diseño y montaje de un sistema de adquisición de imágenes
- 2) Desarrollo de un software para la adquisición y envío de imágenes al servidor de Lynx
- 3) Configuración de un servidor web para la recepción, almacenamiento y procesado de las imágenes
- 4) Desarrollo de un software de procesado y clasificación de vertidos
- 5) Desarrollo de una aplicación web para la visualización de resultados, verificación y control del estado del dispositivo



DETECCIÓN DE VERTIDOS MEDIANTE VISIÓN ARTIFICIAL

Sistema de adquisición de imágenes

- El equipo se compone de una fuente de alimentación, un PC embebido, una tarjeta micro SD, dos ventiladores, una cámara, un relé y un foco LED.
- Componentes adecuados para funcionamiento continuo en el ambiente de la EDAR
- Su función es capturar y enviar las imágenes y vídeos para el análisis de detección de vertidos. También tiene la capacidad de procesar, clasificar las imágenes y hacer de servidor para la aplicación web (en red local).
- Se instala en enfocando en la entrada del agua a la EDAR.



DETECCIÓN DE VERTIDOS MEDIANTE VISIÓN ARTIFICIAL

Software para la adquisición y envío de imágenes

- Software, de desarrollo propio, para adquisición y envío de imágenes y vídeos por parte del dispositivo, cada cierto intervalo de tiempo.
- Este software, instalado en el PC embebido, contiene otras funcionalidades como la conexión a la red wifi de la EDAR, preprocesado de imágenes y la comunicación (SSH encriptado) con el servidor de Lynx Simulations.
- Otras funcionalidades como encendido del foco ante falta de luz o gestión de errores.



DETECCIÓN DE VERTIDOS MEDIANTE VISIÓN ARTIFICIAL

Software para la adquisición y envío de imágenes

- Software, de desarrollo propio, para adquisición y envío de imágenes y vídeos por parte del dispositivo, cada cierto intervalo de tiempo.
- Este software, instalado en el PC embebido, contiene otras funcionalidades como la conexión a la red wifi de la EDAR, preprocesado de imágenes y la comunicación (SSH encriptado) con el servidor de Lynx.
- Otras funcionalidades como encendido del foco ante falta de luz o gestión de errores.

Servidor para la recepción, almacenamiento y procesamiento de imágenes

- Servidor de Lynx recibe las imágenes, realiza procesamiento y clasificación, y genera base de datos con las imágenes procesadas.
- Aplicación web de visualización y control de resultados

DETECCIÓN DE VERTIDOS MEDIANTE VISIÓN ARTIFICIAL

Software de detección de vertidos

– Procesado de imágenes mediante visión artificial:

- 1) Determinar si la imagen es válida
- 2) Determinar si está entrando agua
- 3) Evaluar riesgo de vertido

DETECCIÓN DE VERTIDOS MEDIANTE VISIÓN ARTIFICIAL

Software de detección de vertidos

- Procesado de imágenes mediante visión artificial:

- 1) Determinar si la imagen es válida

Limitaciones con baja calidad de las imágenes

Comprobar que la imagen tomada es correcta.

No procesar escenarios con lente sucia o iluminación inadecuada (reflejos o sombras).

Clasificada como **mal imagen** si la **iluminación** o el parámetro **nitidez son bajos**. Avisos sobre limpiar lente o adecuar iluminación



DETECCIÓN DE VERTIDOS MEDIANTE VISIÓN ARTIFICIAL

Software de detección de vertidos

- Procesado de imágenes mediante visión artificial:

- 1) Determinar si la imagen es válida

Limitaciones con baja calidad de las imágenes

Comprobar que la imagen tomada es correcta.

No procesar escenarios con lente sucia o iluminación inadecuada (reflejos o sombras).

Clasificada como **mal imagen** si la **iluminación** o el parámetro **nitidez son bajos**. Avisos sobre limpiar lente o adecuar iluminación



DETECCIÓN DE VERTIDOS MEDIANTE VISIÓN ARTIFICIAL

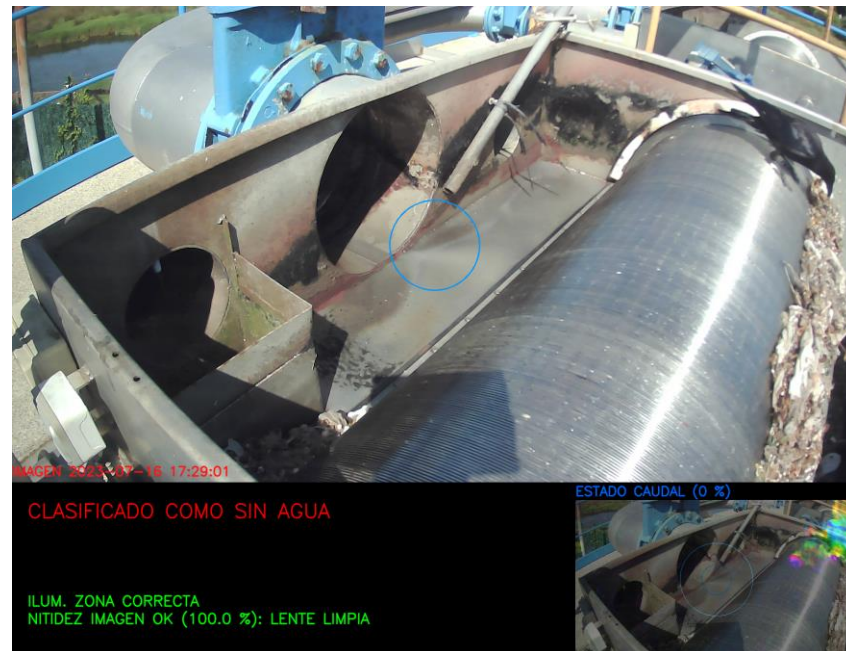
Software de detección de vertidos

– Procesado de imágenes mediante visión artificial:

- 1) Determinar si la imagen es válida
- 2) Determinar si está entrando agua

Comprobar que llega agua a la EDAR. No procesar escenarios en donde no haya agua en el tamiz

Clasificada como **sin agua** si el **flujo óptico** en la **región de interés** es demasiado **bajo**



DETECCIÓN DE VERTIDOS MEDIANTE VISIÓN ARTIFICIAL

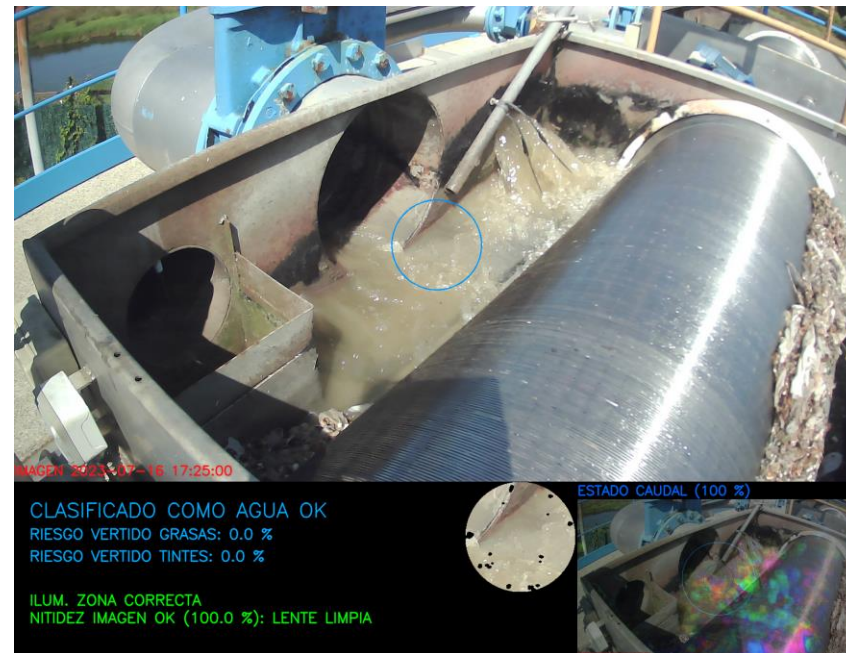
Software de detección de vertidos

– Procesado de imágenes mediante visión artificial:

- 1) Determinar si la imagen es válida
- 2) Determinar si está entrando agua

Comprobar que llega agua a la EDAR. No procesar escenarios en donde no haya agua en el tamiz

Clasificada como **sin agua** si el **flujo óptico** en la **región de interés** es demasiado **bajo**



DETECCIÓN DE VERTIDOS MEDIANTE VISIÓN ARTIFICIAL

Software de detección de vertidos

- Procesado de imágenes mediante visión artificial:
 - 1) Determinar si la imagen es válida
 - 2) Determinar si está entrando agua
 - 3) Evaluar riesgo de vertido
- Clasificar como agua OK, grasa, tinte o lavado de red.
- Clasificador desarrollado a partir de imágenes de vertidos (entrenamiento con jefe de planta).
 - Evaluación inicial (2 meses, ~3 000 fotografías, positivos relevantes)
 - Dos ajustes posteriores (correcciones)

DETECCIÓN DE VERTIDOS MEDIANTE VISIÓN ARTIFICIAL

Software de detección de vertidos

- Procesado de imágenes mediante visión artificial.
- Clasificar como agua OK, grasa, tinte o lavado de red.
- Clasificador desarrollado a partir de imágenes de vertidos (entrenamiento con jefe de planta).
 - Evaluación inicial (2 meses, ~3 000 fotografías, positivos relevantes)
 - Dos ajustes posteriores (correcciones)
- Creación de un patrón de **colorimetría** para cada tipo de vertido (baja correlación con textura, forma y otros parámetros).
- Dos modalidades de clasificador:
 - Desarrollo de una red neuronal para evaluación riesgo de vertido
 - Intersección de los histogramas con patrones de vertido



IMAGEN 2023-12-26 10:40:09

CLASIFICADO COMO AGUA OK

RIESGO VERTIDO GRASAS: 0.0 %

RIESGO VERTIDO TINTES: 0.0 %

RIESGO LAVADO RED: 0.0 %

ILUM. ZONA CORRECTA

NITIDEZ IMAGEN OK (100.0 %): LENTE LIMPIA



ESTADO CAUDAL (100 %)

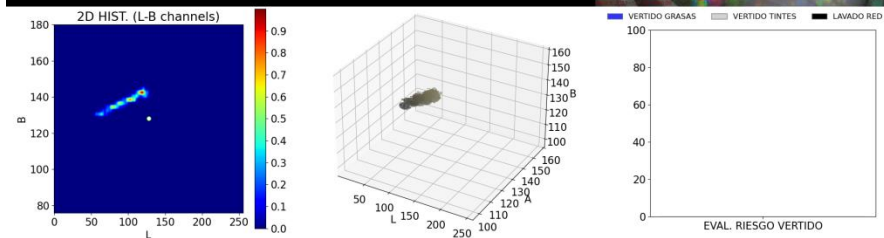


IMAGEN 2023-12-24 05:48:01

CLASIFICADO COMO AGUA OK

RIESGO VERTIDO GRASAS: 0.0 %

RIESGO VERTIDO TINTES: 0.0 %

RIESGO LAVADO RED: 0.0 %

ILUM. ZONA CORRECTA

NITIDEZ IMAGEN OK (100.0 %): LENTE LIMPIA



ESTADO CAUDAL (78 %)

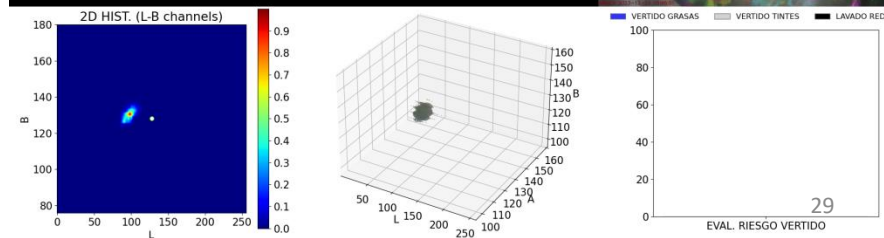




IMAGEN 2023-06-03 09:32:35

CLASIFICADO COMO VERTIDO GRASAS

RIESGO VERTIDO GRASAS: 99.3 %

RIESGO VERTIDO TINTES: 0.0 %

ILUM. ZONA CORRECTA

NITIDEZ IMAGEN OK (100.0 %): LENTE LIMPIA



ESTADO CAUDAL (99 %)

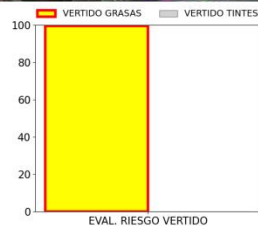
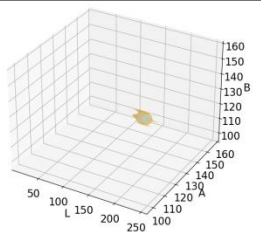
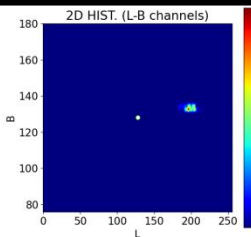


IMAGEN 2023-06-03 09:33:39

CLASIFICADO COMO VERTIDO GRASAS

RIESGO VERTIDO GRASAS: 97.0 %

RIESGO VERTIDO TINTES: 0.0 %

ILUM. ZONA CORRECTA

NITIDEZ IMAGEN OK (100.0 %): LENTE LIMPIA



ESTADO CAUDAL (100 %)

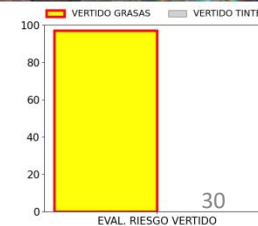
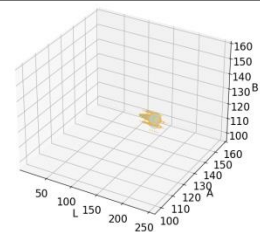
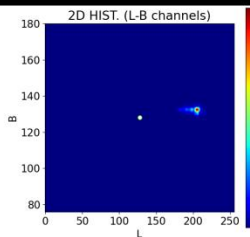
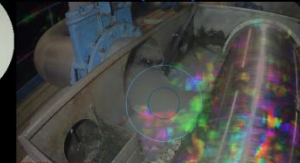




IMAGEN 2023-10-13 07:37:50

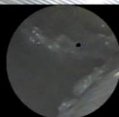
CLASIFICADO COMO VERTIDO TINTES

RIESGO VERTIDO GRASAS: 0.0 %

RIESGO VERTIDO TINTES: 72.3 %

ILUM. ZONA CORRECTA

NITIDEZ IMAGEN OK (100.0 %): LENTE LIMPIA



ESTADO CAUDAL (100 %)

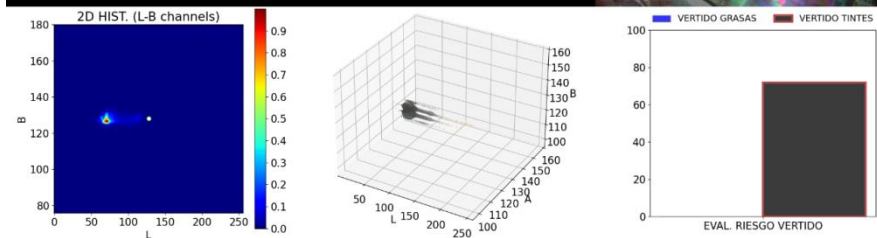


IMAGEN 2023-06-07 16:55:07

CLASIFICADO COMO LAVADO RED

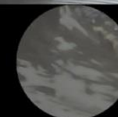
RIESGO VERTIDO GRASAS: 0.0 %

RIESGO VERTIDO TINTES: 0.0 %

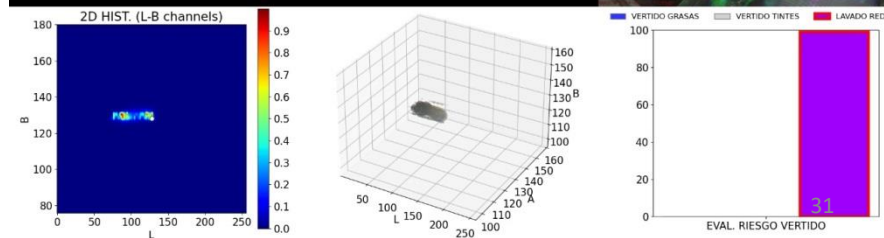
RIESGO LAVADO RED: 99.0 %

ILUM. ZONA CORRECTA

NITIDEZ IMAGEN OK (100.0 %): LENTE LIMPIA



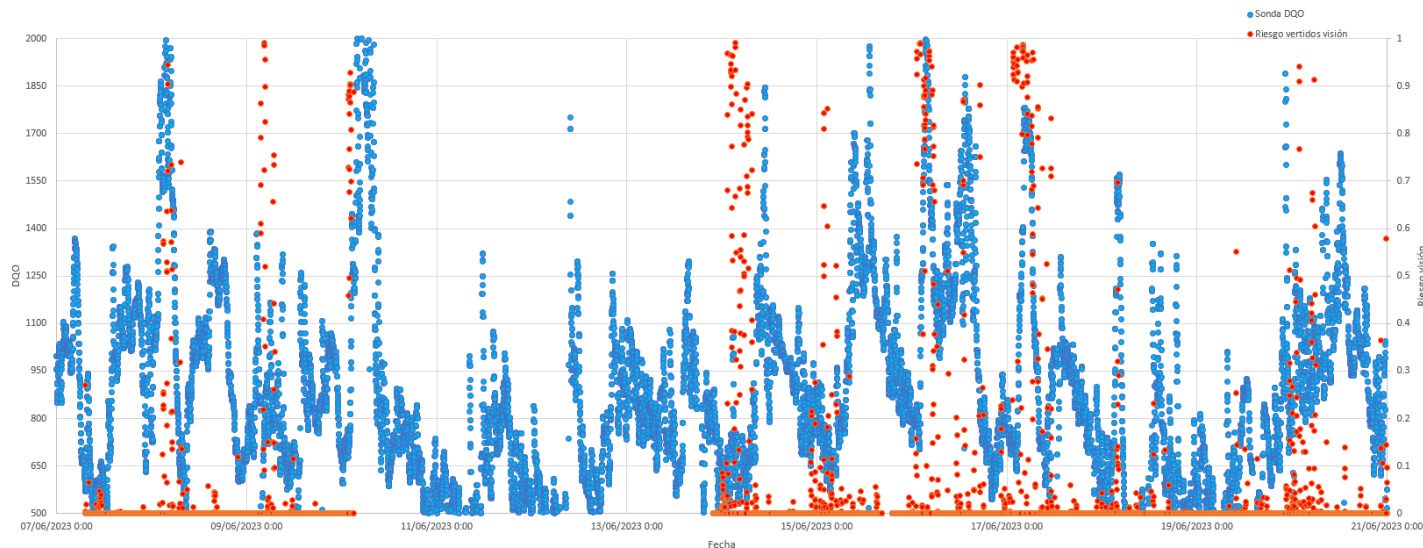
ESTADO CAUDAL (100 %)



DETECCIÓN DE VERTIDOS MEDIANTE VISIÓN ARTIFICIAL

Software de detección de vertidos

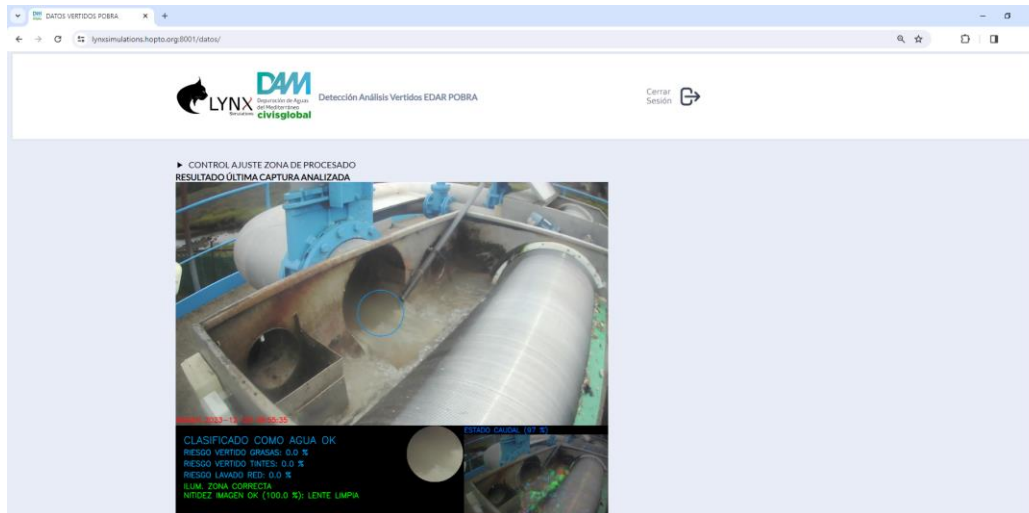
- Comparación de detección de grasas por el dispositivo con lectura de sonda DQO.
- Correlación entre vertidos y súbito incremento de DQO. La sonda no detecta vertidos cortos o diluidos.



DETECCIÓN DE VERTIDOS MEDIANTE VISIÓN ARTIFICIAL

Aplicación web para visualización de resultados

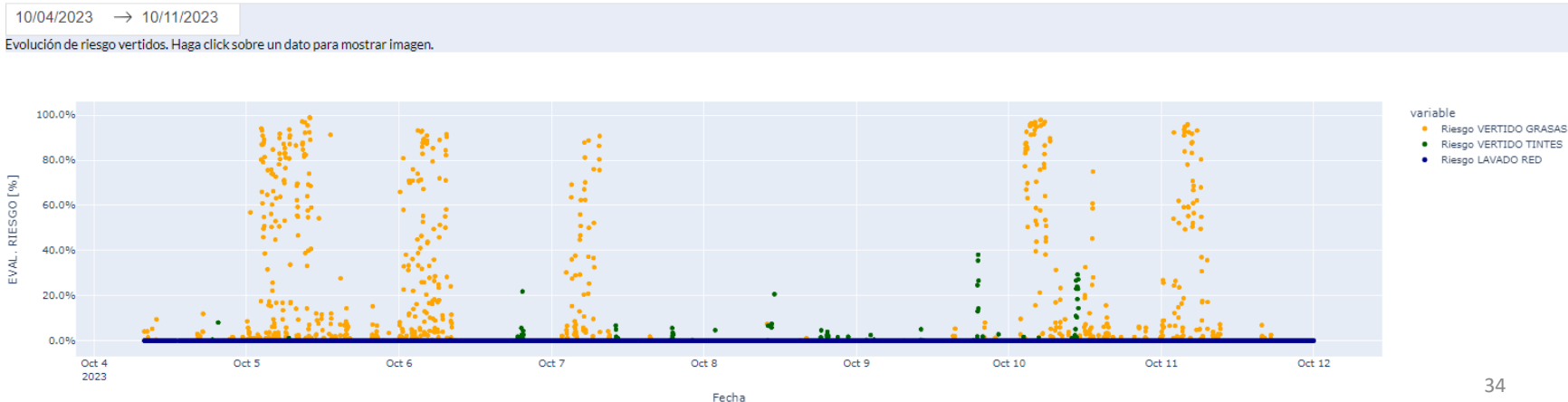
- Alojada en el servidor de Lynx. Accesible desde navegador de cualquier dispositivo y sistema operativo.
- Visualización del estado actual del agua que llega a la planta. Aviso (e-mail) si se detecta vertido.



DETECCIÓN DE VERTIDOS MEDIANTE VISIÓN ARTIFICIAL

Aplicación web para visualización de resultados

- Almacena las imágenes procesadas en una base de datos. Acceso a ellas y visualización de los vertidos,
- Presentación gráfica y estadística (histogramas por hora, día, etc.) de los resultados en el rango de fechas seleccionado. Análisis de episodios de vertidos (tendencias, época, hora del día, duración...).



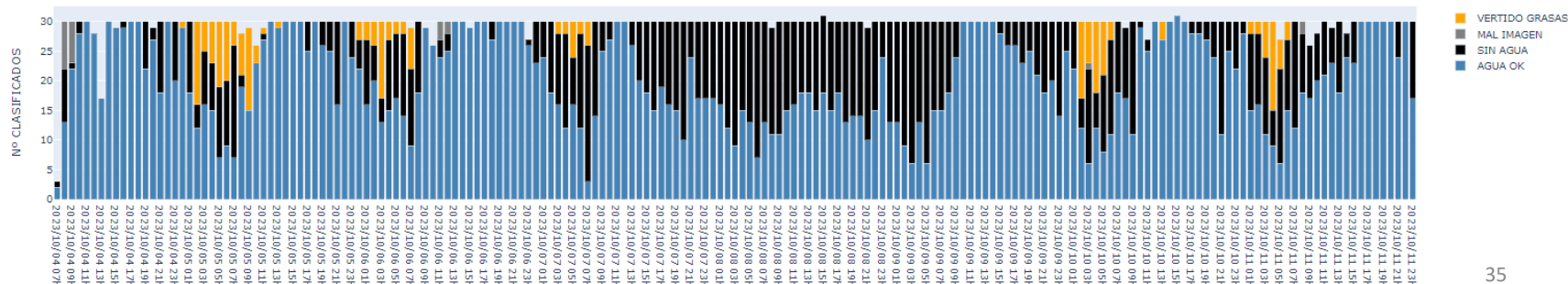
DETECCIÓN DE VERTIDOS MEDIANTE VISIÓN ARTIFICIAL

Aplicación web para visualización de resultados

- Almacena las imágenes procesadas en una base de datos. Acceso a ellas y visualización de los vertidos,
- Presentación gráfica y estadística (histogramas por hora, día, etc.) de los resultados en el rango de fechas seleccionado. Análisis de episodios de vertidos (tendencias, época, hora del día, duración...).

Agrupar por:

HORA



DETECCIÓN DE VERTIDOS MEDIANTE VISIÓN ARTIFICIAL

Aplicación web para visualización de resultados

- Alojada en el servidor de Lynx. Accesible desde navegador de cualquier dispositivo y sistema operativo.
- Visualización del estado actual del agua que llega a la planta. Aviso (e-mail) si se detecta vertido.
- Almacena las imágenes procesadas en una base de datos, permitiendo acceder a las imágenes clasificadas de forma interactiva desde las propias gráficas de evolución de riesgo.
- Otra funcionalidad de la aplicación es la presentación gráfica y estadística (histogramas de clasificaciones por hora, día, etc.) de los resultados en el rango de fechas seleccionado (ver Imagen 5). Esto permite al personal de la EDAR, de una manera intuitiva, ver las horas en donde ha habido episodios de vertidos, analizando los periodos en los que se suelen producir los mismos.

01

DAM-LYNX
Presentación de las empresas

02

EDAR de A POBRA DO CARAMIÑAL
Situación de la EDAR

03

DETECCIÓN DE VERTIDOS MEDIANTE VISIÓN
ARTIFICIAL

04

CONCLUSIONES
Conclusiones y posibles aplicaciones

05

OTRAS APLICACIONES

CONCLUSIONES

Ventajas

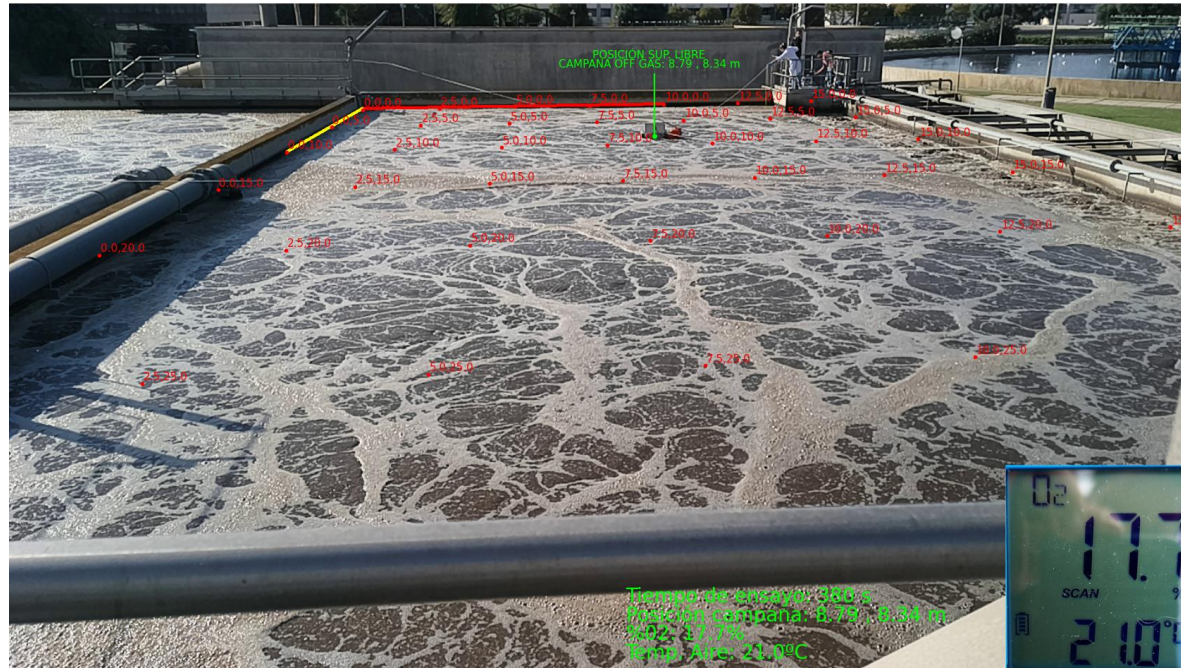
- **Sistema capaz de detectar vertidos** que están llegando a la EDAR:
 - Visualización del estado del agua en cada instante
 - Envío de alarmas para toma de decisiones
- **Aumento de la rapidez de reacción** ante la recepción de vertidos
 - Aviso al concesionario del servicio de saneamiento
 - Medidas de actuación internas (desvío y acumulación del vertido, aumento de los tiempos de aireación, etc)
- **Clasificación robusta** de vertidos (tipo, duración e intensidad)
- **Registro de las imágenes** de vertidos detectados
 - **Evidencia gráfica** del vertido en planta, facilita la **transparencia ante la administración**
 - Evaluación de los episodios (días, horas, intensidad...)
- **Complemento/sustituto a sondas y biosensores**
 - Particularizado para cada tipo de vertido (previo entrenamiento del clasificador).
 - Menor coste

Limitaciones

- **Trabajo previo** de clasificación manual y **entrenamiento** del dispositivo
- **Pérdida de precisión** ante condiciones adversas de **iluminación**

OTRAS APLICACIONES DE VISION ARTIFICIAL

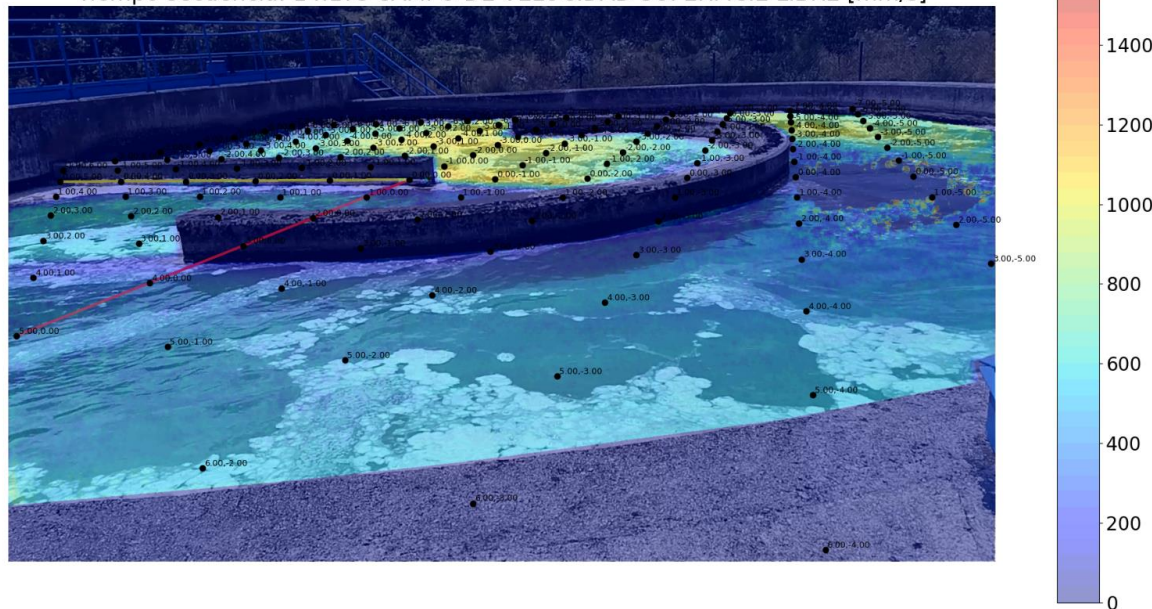
- Cálculo de la posición y trayectorias



OTRAS APLICACIONES DE VISIÓN ARTIFICIAL

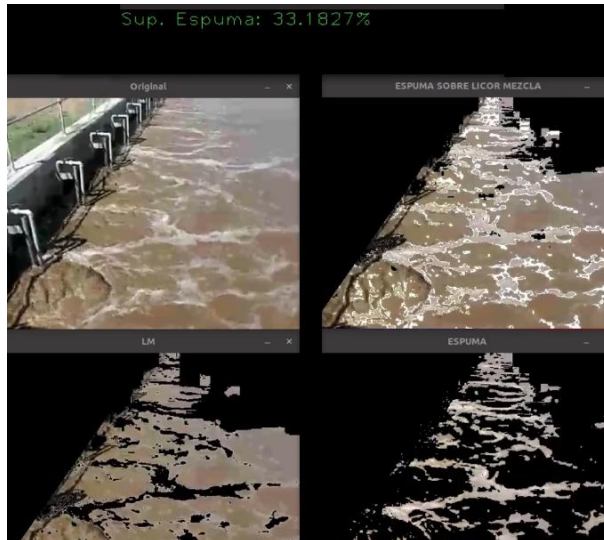
- Cálculo de la posición y trayectorias
- Reconstrucción del campo de velocidad

Tiempo secuencia: 14.17s CAMPO DE VELOCIDAD SUPERFICIE LIBRE [mm/s]



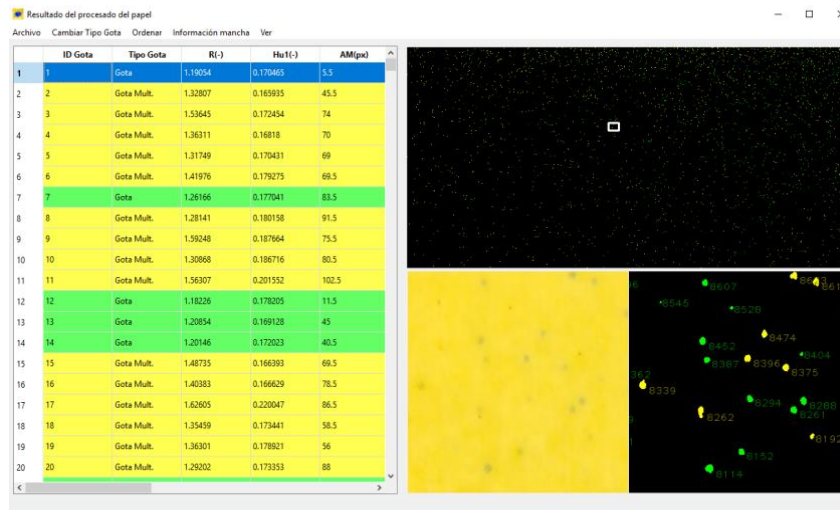
OTRAS APLICACIONES DE VISION ARTIFICIAL

- Cálculo de la posición y trayectorias
- Reconstrucción del campo de velocidad
- Cuantificación aireación y espumas



OTRAS APLICACIONES DE VISION ARTIFICIAL

- Cálculo de la posición y trayectorias
- Reconstrucción del campo de velocidad
- Cuantificación aireación y espumas
- Evaluación de características geométricas



Gracias