

Desarrollo de tecnologías Digital Twins en diferentes tipologías de granjas porcinas para la mejora de la gestión y eficiencia productiva

Resumen

Este proyecto tiene como objetivo principal desarrollar e implementar tecnologías de Digital Twins (DT) para el sector porcino, centrándose en las fases de reproducción y engorde. Los DT permiten crear una representación virtual del sistema real que se mantiene actualizada con datos en tiempo real. Esta tecnología combina simulación, inteligencia artificial y analítica de datos para mejorar la toma de decisiones, anticipar problemas y optimizar la gestión de las explotaciones.

El proyecto contribuye a mejorar la competitividad del sector agroalimentario mediante la modernización y digitalización de las granjas, integrándolas mejor en la cadena de valor y fomentando la eficiencia energética. La colaboración con empresas ganaderas y la UdL refuerza la conexión entre investigación y prácticas agrícolas, impulsando soluciones innovadoras.

El plan de trabajo incluye la coordinación continua y tres paquetes de trabajo: la recogida de datos, el desarrollo de granjas virtuales y su evaluación. Los esfuerzos de divulgación garantizarán que los avances lleguen a todos los agentes implicados y la comunidad científica.

Objetivos

El presente proyecto tiene como objetivo principal desarrollar e implementar tecnologías DT (Digital Twin) dirigidas al sector porcino, en concreto a las fases de reproducción y engorde, que permitan dar un salto tecnológico significativo a través de herramientas inteligentes para mejorar la toma de decisiones en el sector y acelerar su transformación digital.

Descripción de las actuaciones llevadas a cabo en el proyecto

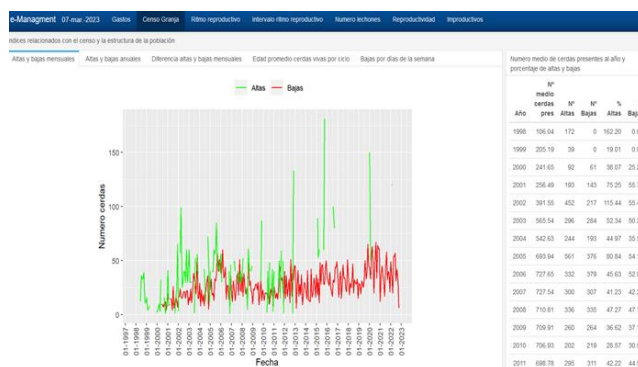
Las principales actuaciones del presente proyecto son las siguientes:

- Actividad 1: Diseño y desarrollo de la tecnología Digital Twins: esta fase consiste en crear un modelo virtual que simule los procesos de reproducción y engorde del sector porcino. Utilizando datos en tiempo real e inteligencia artificial, este modelo ayudará a mejorar la toma de decisiones y optimizar su gestión en las granjas.
- Actividad 2: Validación de la tecnología Digital Twins: la tecnología se validará con pruebas piloto en granjas reales, comparando los resultados del modelo con los datos obtenidos en campo para garantizar su precisión y eficacia en la mejora de los procesos productivos.
- Actividad 3: Divulgación de los resultados: los resultados del proyecto se difundirán mediante seminarios, publicaciones y jornadas divulgativas para compartir los avances con el sector porcino y promover la adopción de la tecnología.

Resultados finales y recomendaciones prácticas

A continuación, se detallan los resultados finales:

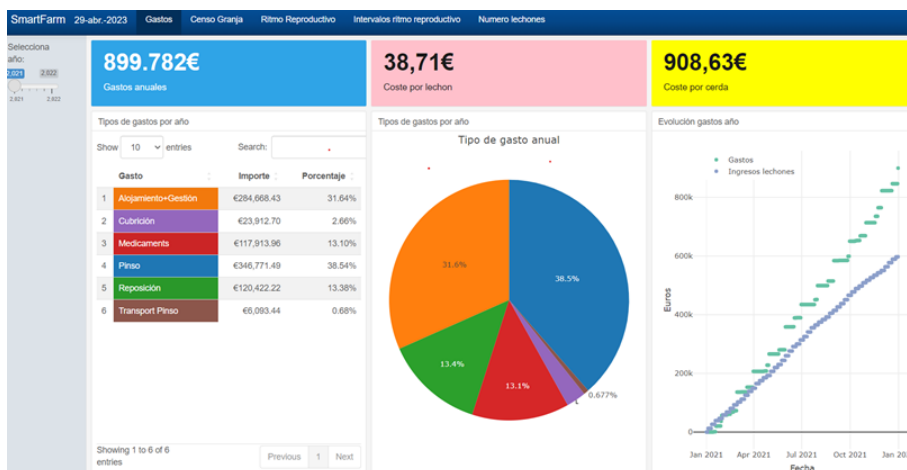
Informe del Digital Twin de la granja en Flexdashboard:



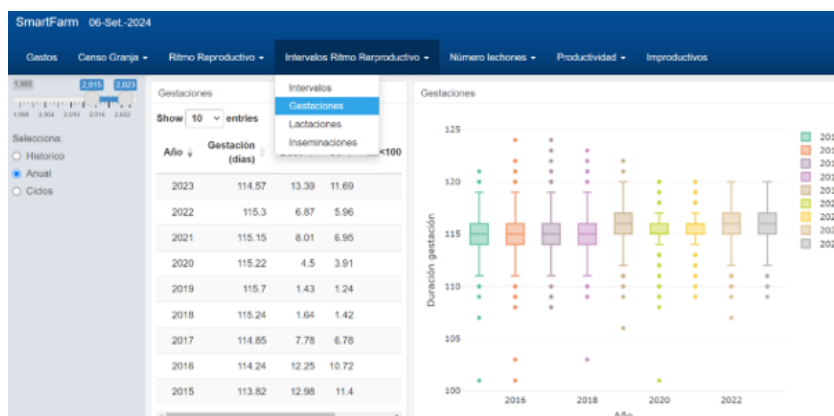
Informe del Digital Twin de la granja en flexdashboard y R Shiny:



Resultados económicos del Digital Twin de la granja en flexdashboard y R Shiny:



Datos técnicos Dashboard Smartfarm:



Dashboard parámetros de simulación:

The screenshot shows the SmartFarm simulation parameters dashboard for 07-Sep-2024. It includes a table with 15 columns representing different parameters and rows for various simulation scenarios.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0	0.01	0.01	0.01	0	0	0	0	0	0
2	0.82	0.81	0.84	0.84	0.83	0.85	0.81	0.78	0.73	0.74	0.65	0.53	0.75	0	0
3	0.38	0.38	0.39	0.37	0.37	0.35	0.31	0.32	0.35	0.22	0.5	0	0	0	0
4	0.19	0.24	0.21	0.19	0.21	0.2	0.08	0.17	0.11	0	0	0	0	0	0
5	0.1	0.18	0.18	0.04	0.12	0	0.06	0	0	0	0	0	0	0	0
6	4.57	6.76	6.1	7.51	8.7	10.83	16.21	22.92	29.83	36.75	42.93	47.99	34.28	59.99	0
7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
8	11.54	11.75	12.21	12.17	12.22	12.15	11.8	11.66	11.37	11.04	11.05	12	9.33	0	0
9	3.06	3.04	2.96	2.93	2.83	2.85	2.87	2.85	2.85	2.93	2.54	1.66	4.51	0	0
10	10.18	10.58	10.59	10.48	10.4	10.24	10.12	10.2	10.1	9.92	10.19	10.11	10	0	0
11	2.44	2.12	1.98	2.01	1.96	2	2.06	1.91	2.01	1.89	1.38	0.93	1	0	0
12	6.91	22.31	38	128.87	0.4	0.42	0.18	115.28	89.91	105.07	0.41	0.59	22.6	10.99	0.01
13	0.07	0.09	-4.31	0.86	88.78	0	289.64	21	7	7	0	0	0	0	0

Digital twin de la granja Medà con monitorització del ganado y los cerdos:

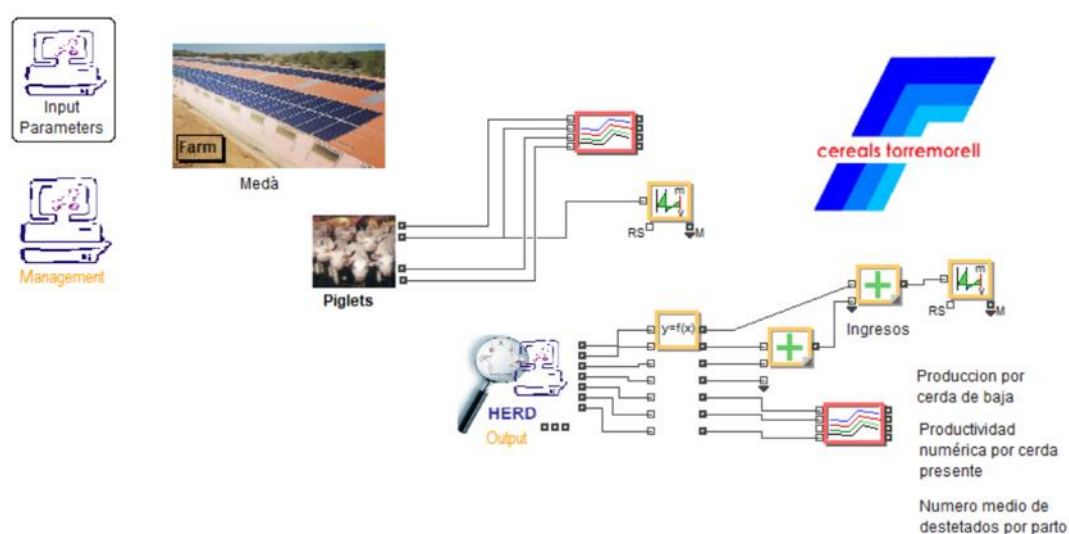
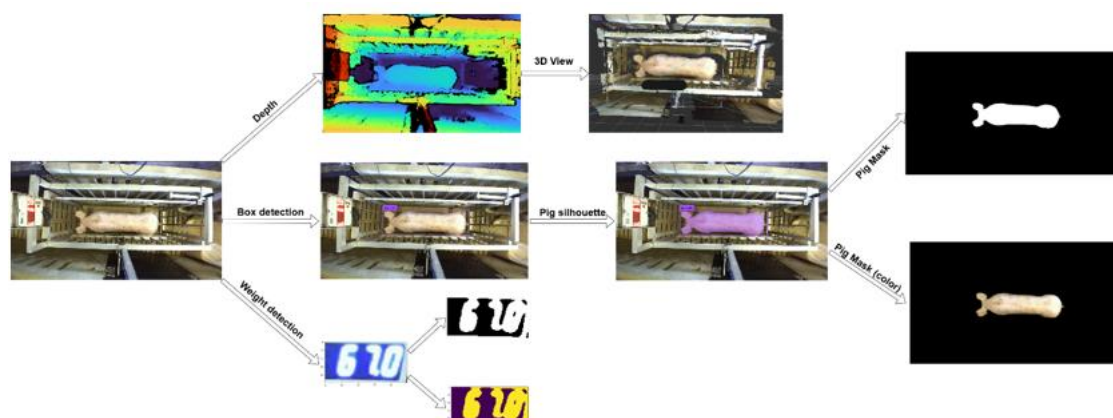


Diagrama de los diferentes procesos llevados a cabo para extraer el data set de entrenamiento por imágenes individuales y de los cerdos:



Resultados de pruebas:

Model	Time (secs)			Model	RMSE	R^2
	Training	Test	Test (per image)			
EfficientNet-B0	1,395.77	11.11	0.0015	EfficientNet B0	4.83	0.94
MobileNet-v2	1,143.85	8.18	0.0011	MobileNet-v2	5.02	0.94
ResNet-18	939.61	5.36	0.0007	ResNet-18	4.92	0.94

Conclusiones

A continuación, se detallan las principales conclusiones obtenidas en el presente proyecto:

1. Análisis y monitorización de datos:

- Cetosa y Selección Batallé, en colaboración con la Universidad de Lleida, estudiaron las variables técnicas y económicas de las granjas para crear y validar gemelos digitales (digital twins).
- Los datos de engorde incluyeron imágenes de cerdos, datos de crecimiento de animales, e información económica para generar un diagnóstico inicial y entender el rendimiento de las granjas.

2. Protocolo de datos y metadatos:

- Se establecieron protocolos para enviar datos técnicos (txt) y económicos (Excel) entre las granjas y los técnicos, especialmente por granjas de reproductoras y granjas de engorde.
- Se empezaron a desarrollar dashboards para visualizar estos datos y facilitar la toma de decisiones.

3. Modelización de las granjas:

- Se empezó la construcción de gemelos digitales por las granjas, tanto de reproductoras como de engorde. Por las reproductoras, se basó en un modelo de eventos discretos, y por el engorde en modelos de crecimiento animal que incluye medidas no invasivas de predicción del peso y peso en el sacrificio.

4. Desarrollo de herramientas de visualización:

- Flexdashboard y RShiny se utilizaron para visualizar y filtrar los datos de forma más intuitiva, facilitando la navegación y el análisis de tendencias. Power BI también se consideró.
- Se crearon bases de datos estructuradas con SQL server para automatizar informes y ahorrar tiempo en el pre-procesamiento.

5. Corrección de errores y validación:

- Se corrigieron errores humanos en los datos, especialmente en registros productivos. Esto permitió una mejor validación del gemelo digital en colaboración con las empresas del GO, CETOSA y Batallé.
- Se probaron y validaron diferentes modelos de crecimiento y estimación de peso con precisión mediante métodos de aprendizaje profundo (redes neuronales convolucionales).

6. Limitaciones y carencias:

- Se identificaron carencias en granjas comerciales de infraestructuras y personal para la recogida y procesamiento eficiente de datos, limitando algunos de los resultados previstos.
- Aunque se desarrolló un digital shadow para las granjas, no se pudo implementar la retroalimentación del modelo digital hacia las granjas reales por falta de infraestructuras (p.e. actuadores).

7. Herramientas de monitorización y predicción:

- Los dashboards creados permiten la visualización y predicción de variables productivas como el crecimiento de los cerdos y el consumo de pienso. Estos sistemas también fueron refinados con datos reales de más de un lote de engorde para mejorar su fiabilidad y precisión.

8. Futuro del gemelo digital:

- Aunque se ha avanzado mucho en la automatización y representación de la réplica digital de los sistemas considerados, se concluyó que el prototipo desarrollado puede mejorar en áreas como la integración de cámaras y sensores para automatizar procesos como el pesaje de los animales por determinar más cuidadosamente el momento de sacrificio.
- Las validaciones en condiciones reales sugieren necesidades de ajustes en las herramientas y metodologías desarrolladas para hacerlas transferibles a otros entornos.

Líder del Grupo Operativo

ENTIDAD: CEREALES TORREMORELL SA

Coordinador del Grupo Operativo

ENTIDAD: UNIVERSITAT DE LLEIDA

Otros miembros del Grupo Operativo (perceptores de ayuda)

ENTIDAD: SELECCION BATALLE SA

Ámbito/s territorial/s de aplicación

PROVINCIA/S	COMARCA/S
Lleida	El Segrià, la Noguera
Girona	La Selva

Difusión del proyecto (publicaciones, jornadas, multimedia...)

Applications of Deep Learning and OR in pig production. Workshop on Artificial Intelligence and Optimization. Benicassim 20-21 Octubre 2022

Artificial Intelligence for pig counting. Decision Science Alliance. International Summer Conference. Valencia 6-7 juny 2024

The inventory routing problem of marketing fattened pigs to the abattoir. IFORS Conference. Santiago de Chile 10-14 juliol 2023

A team orienteering problem for improving the routes of trucks collecting livestock animals for the abattoir Lleidatech 2023 Optimization and Artificial Intelligence. Lleida 26-27 Octubre 2023
Vehicle routing problem to optimize pig deliveries to the abattoir. EURO Conference. Copenague, Dinamarca 30 juny-3 juliol 2024
Desarrollo de gemelos digitales en el sector porcino. Lleidatech 2024 Optimization and Artificial Intelligence 24-25 Octubre 2024

<https://www.batalle.com/es/noticies/batalle-participa-en-el-desarrollo-de-un-gemelo-digital-digital-twin-de-una-granja-de-cerdos-de-engorde.html>

Página web del proyecto

<https://www.cetosa.com/cereals-torremorell-participa-en-el-desarrollo-de-un-gemelo-digital-digital-twin-de-una-granja-cerdas-reproductoras/>
<https://smartfarms.udl.cat/>

Otra información del proyecto

DATOS DEL PROYECTO	PRESUPUESTO TOTAL
Fecha de inicio: Julio 2021	Presupuesto total: 186.283,56 €
Fecha final: Septiembre 2024	Financiamiento DACC: 86.147,36 €
Estado actual: Finalizada	Financiamiento UE: 64.988,36 €
	Financiamiento propio: 35.147,84 €

Con el financiamiento de:

Proyecto financiado a través de la Operación 16.01.01 (Cooperación para la innovación) a través del Programa de desarrollo rural de Catalunya 2014-2020.

Orden ARP/113/2021, de 20 de mayo, por la que se aprueban las bases reguladoras de las ayudas a la cooperación para la innovación a través del fomento de la creación de grupos operativos de la Asociación Europea para la Innovación en materia de productividad y sostenibilidad agrícolas y la realización de proyectos piloto innovadores por parte de estos grupos, y Resolución ARP/1660/2021, de 27 de mayo, por la que se convoca la mencionada ayuda.



Generalitat de Catalunya
Departament d'Acció Climàtica,
Alimentació i Agenda Rural



Fons Europeu Agrícola
de Desenvolupament Rural:
Europa inverteix en les zones rurals