

CIDAI

Centre of Innovation
for Data tech
and Artificial Intelligence

Promotors



Membres



Millora de l'eficiència i la fiabilitat de sistemes industrials
a través de la implementació de Digital Twins
Pol Torres Alvarez - EURECAT (AAI)

Data: 11 maig 2023

www.cidai.eu

OUTLINE

Introducció i objectius

Descripció dels reptes

Implementació de la solució

Resultats

Conclusions

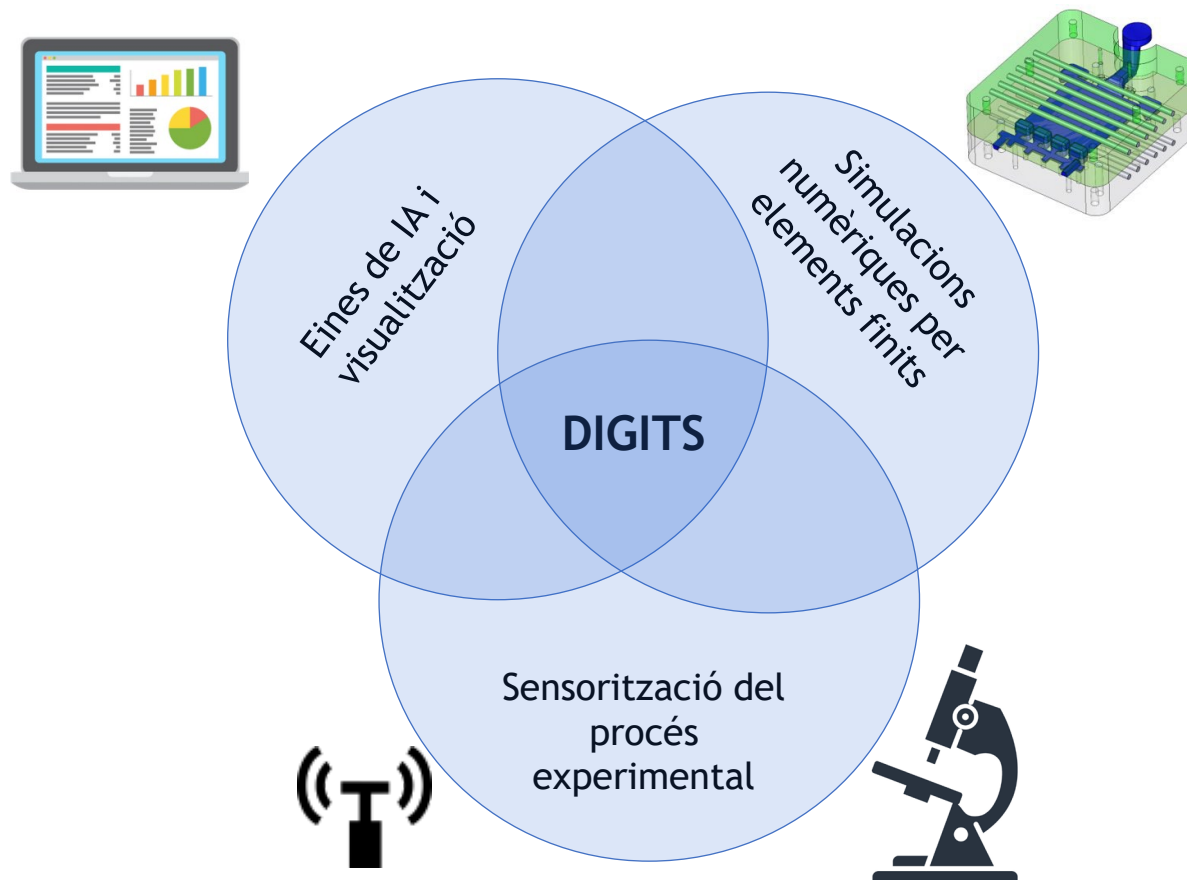
INTRODUCCIÓ

➤ Indústria 4.0

Projecte interdisciplinari per a desenvolupar un bessó digital (*digital twin*) d'un procés industrial



INJECCIÓ DE FOSA D'ALUMINI



OBJECTIUS

OBJECTIUS TECNOLÒGICS

- Implementar un digital twin d'un procés industrial
- Desenvolupar eines competitives amb l'estat de l'art actual

OBJECTIUS CIENTÍFICS

Adquisició de **nou coneixement** combinant IA i simulació:

- Nous algoritmes basats en les necessitats del prototip.
- Millora contínua dels algoritmes de IA.
- Millores en sensorització degut al feedback de simulació i IA.
- Millores en la modelització per EF degut a l'accés directe de dades i interacció amb IA

DESCRIPCIÓ DELS REPTES

➤ DIGITALITZACIÓ DELS PROCESSOS INDUSTRIALS



➤ ESTUDI AVANÇAT DE L'ESTAT DEL PROCÉS



➤ IMPLEMENTACIÓ D'EINES INTEL·LIGENTS

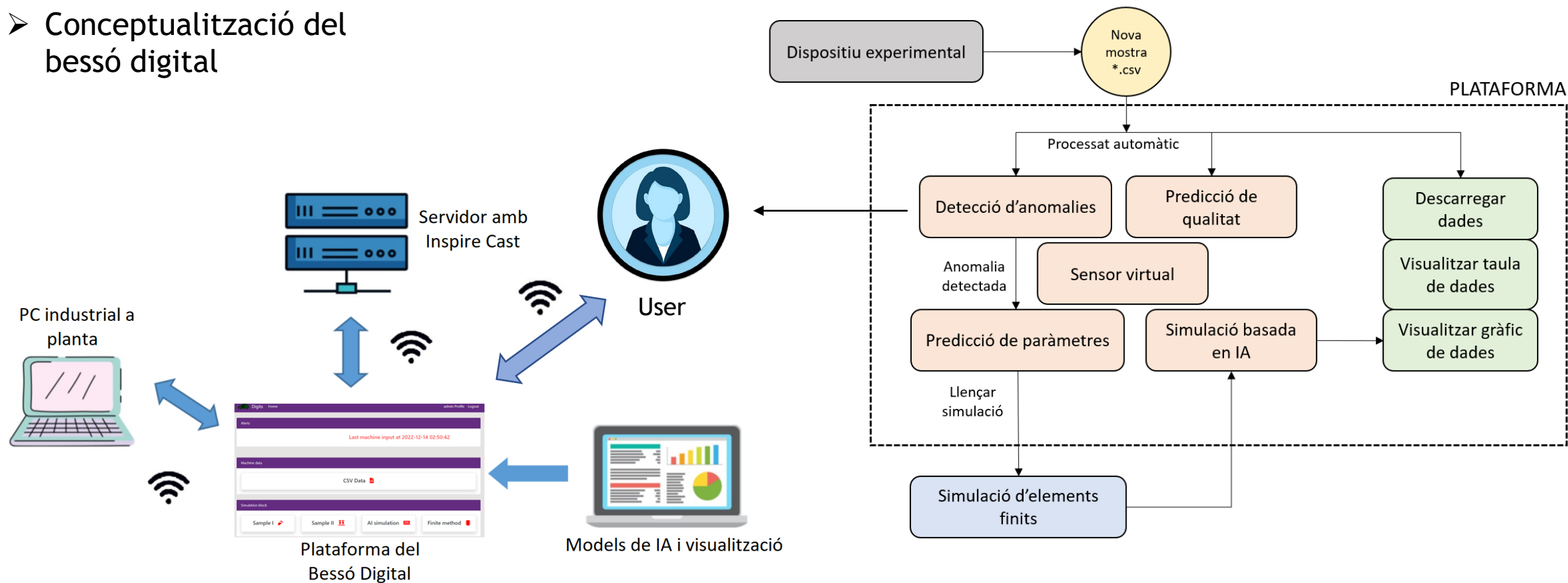


➤ DETERMINACIÓ DE L'ESTAT DE LES PECES AMB MÈTODES NO INVASIUS



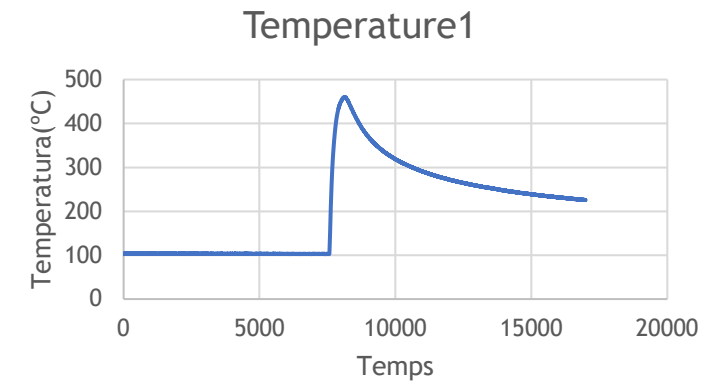
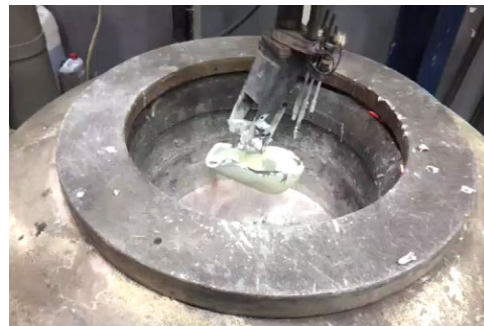
IMPLEMENTACIÓ DE LA SOLUCIÓ

➤ Conceptualització del bessó digital



IMPLEMENTACIÓ DE LA SOLUCIÓ

- Estudi de les dades experimentals per varies configuracions i 2 mostres (safata i placa plana)

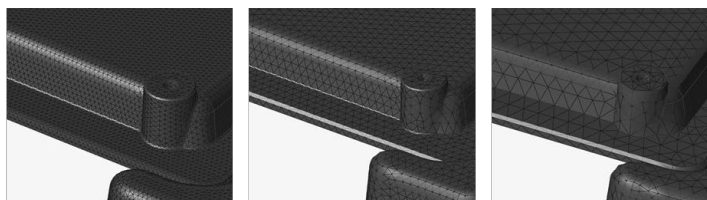
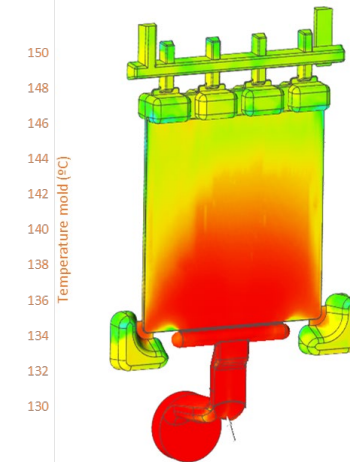
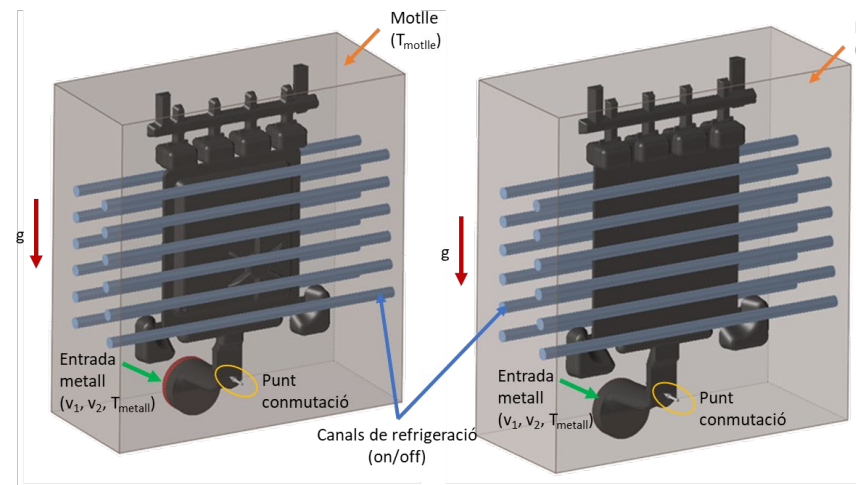


Cas	Condicions d'assaig						Resultats de simulació		
	Tmeta II(°C)	Tmottle(°C)	1stPhase (m/s)	2ndPhase (m/s)	Velocitychange(mm)	Watercooling	Coolingrate(°C/s)	Microporosity(%)	
1278	730	90,5	0,3	2,5	240	1, 4, 5, 6, 8, 11	93,190	0,2550	1
1164	720	80,5	0,3	2,5	240	1, 4, 5, 6, 8, 11	91,691	0,2530	1
1224	740	142,8	0,3	2	260	No	89,755	0,2737	2
1312	720	142,2	0,4	2	260	No	83,246	0,2748	2
1118	720	182,5	0,5	2,5	280	No	82,705	0,2887	3
1098	720	186,3	0,3	1,5	280	No	82,217	0,2897	3
1128	720	184,4	0,5	2,5	240	No	78,633	0,2894	3
1088	720	180,4	0,3	2,5	280	No	73,208	0,3044	4

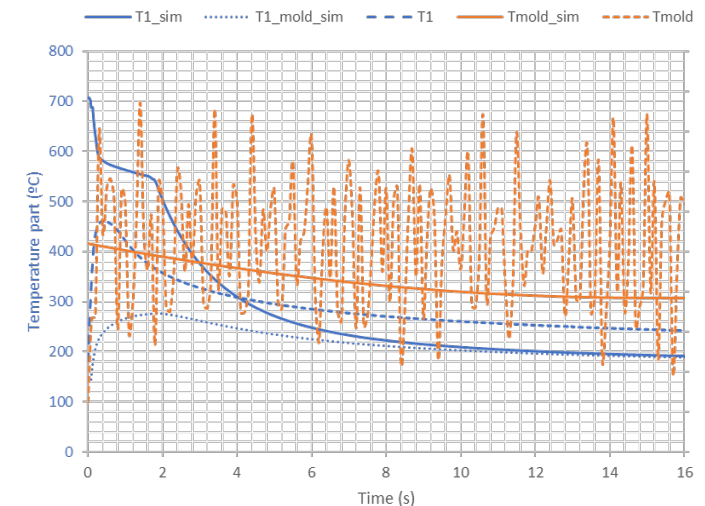
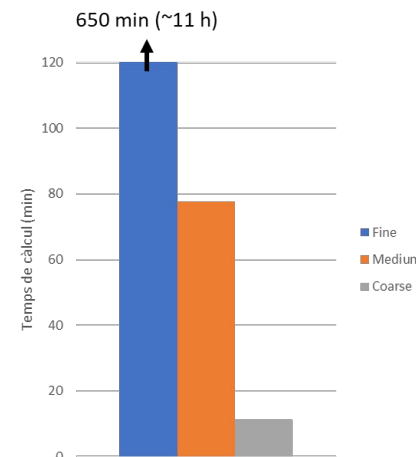
Paràmetre	MIC	Pearson
Quality_level	1	1
Temperature_increase	0.905603864	-0.696020453
Initial_temperature	0.808308926	0.766472202
Max_temperature	0.764551981	0.753704621
Cooling_exponent	0.731693386	0.654273853
Press2_increase	0.580354174	0.410509188
Max_press2	0.573014317	0.410844895
Press1_increase	0.35602062	0.151858739
Max_press1	0.354160602	0.151480297
Injection_time	0.291177629	-0.103507136
Max_inject_vel	0.247469602	0.013157107
Eff_press_increase	0.18998999	0.21390522
Max_eff_press	0.128258522	0.252105751

IMPLEMENTACIÓ DE LA SOLUCIÓ

- Simulacions numèriques realitzades amb Inspire Cast



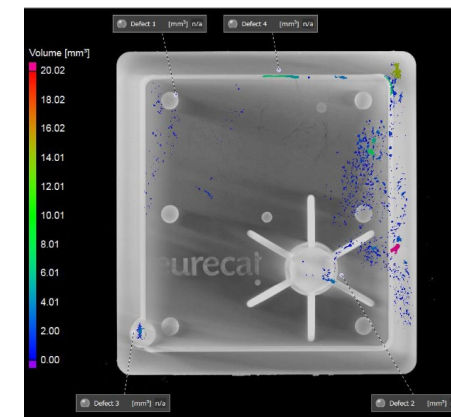
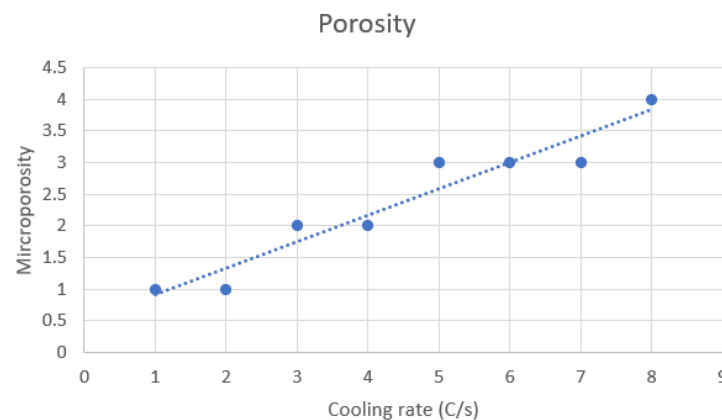
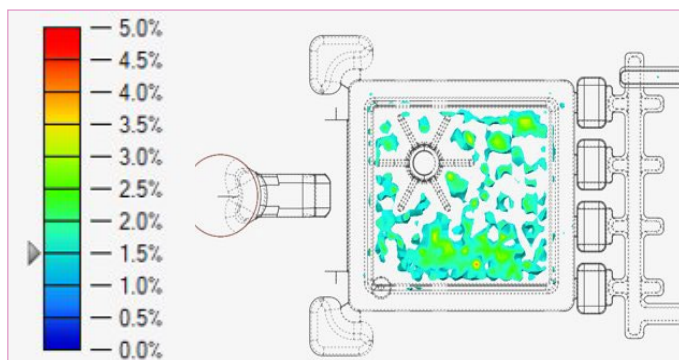
	Fine	Medium	Coarse
Nº elements	2.30 M	0.94 M	0.50 M
Temperatura peça (a 2.2 s)	525.9 °C	508.8 °C (3.26%)	489.3 °C (6.97%)
Temperatura motlle (a 0.5 s)	278.0 °C	253.9 °C (8.67%)	231.8 °C (16.62%)
Temps de càlcul	650.7 min	77.7 min (88.06%)	11.3 min (98.27%)



RESULTATS

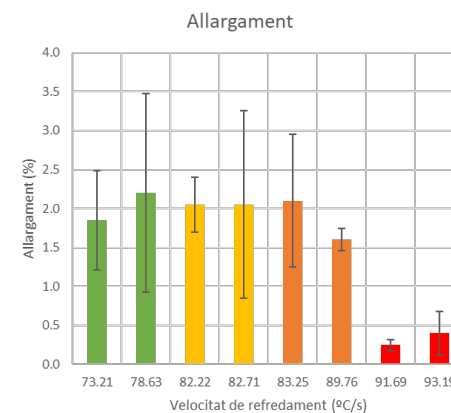
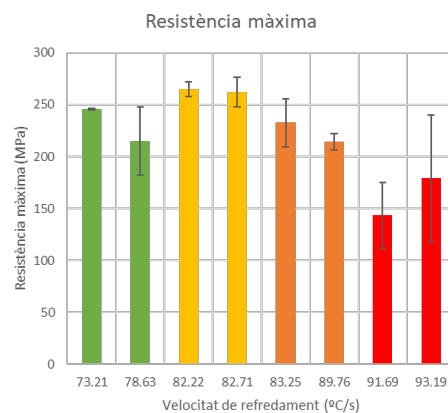
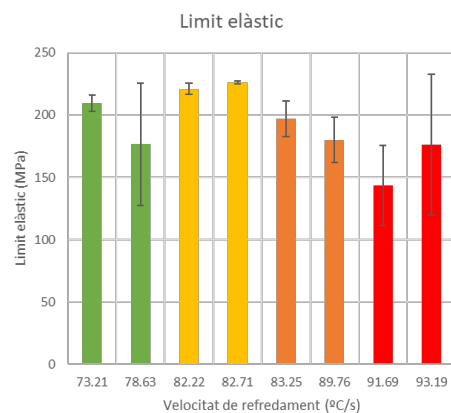
➤ Estudi de propietats mecàniques

POROSITAT



TOMOGRAFIA

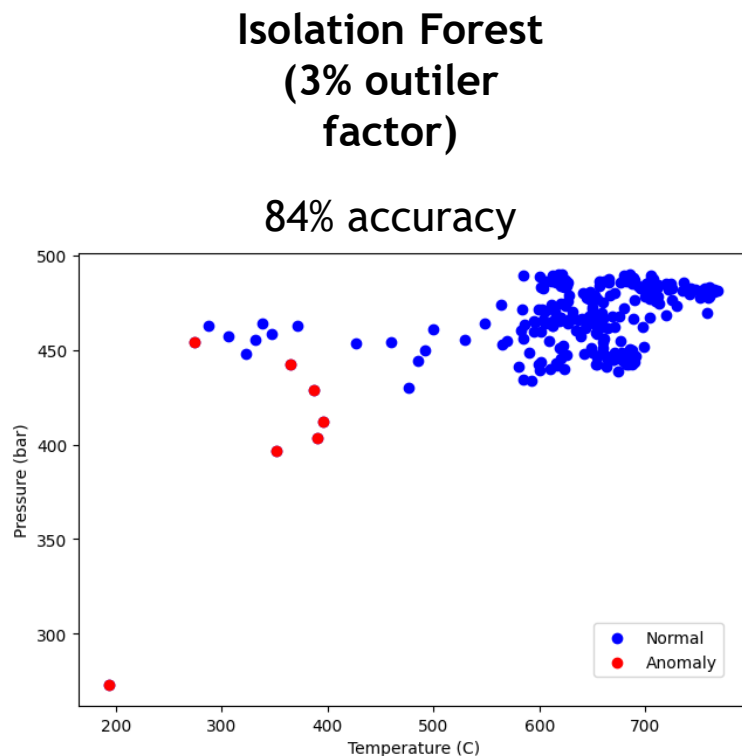
ASSAJOS DE TRACCIÓ



RESULTATS

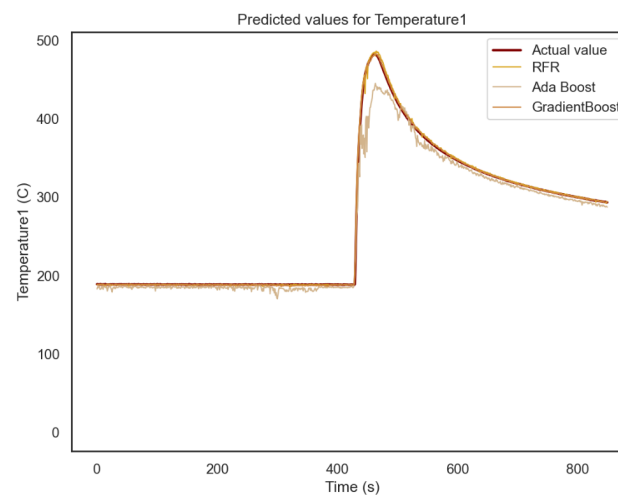
➤ Models predictius i detecció d'anomalies

DETECCIÓ D'ANOMALIES



Random Forest Regressor

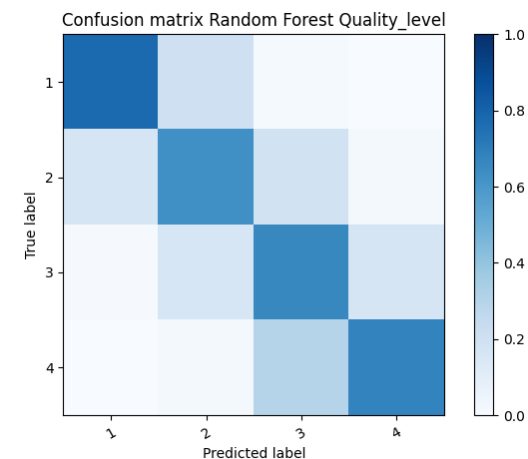
RMSE = 6°C



SENSOR VIRTUAL DE T

Gradient Boosting Classifier

72% accuracy

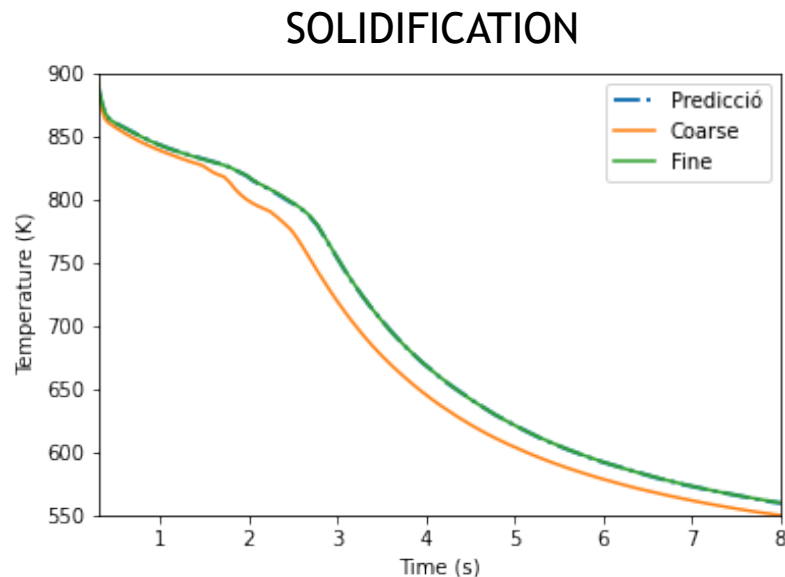


CLASSIFICACIÓ DE QUALITAT

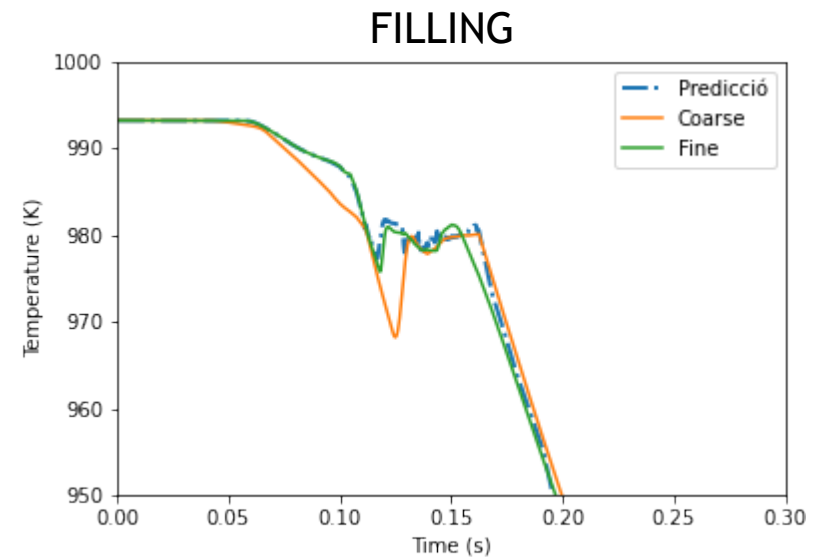
RESULTATS

- Simulació del procés basada en IA

REDUCCIÓ D'UN 80% DEL TEMPS DE SIMULACIÓ

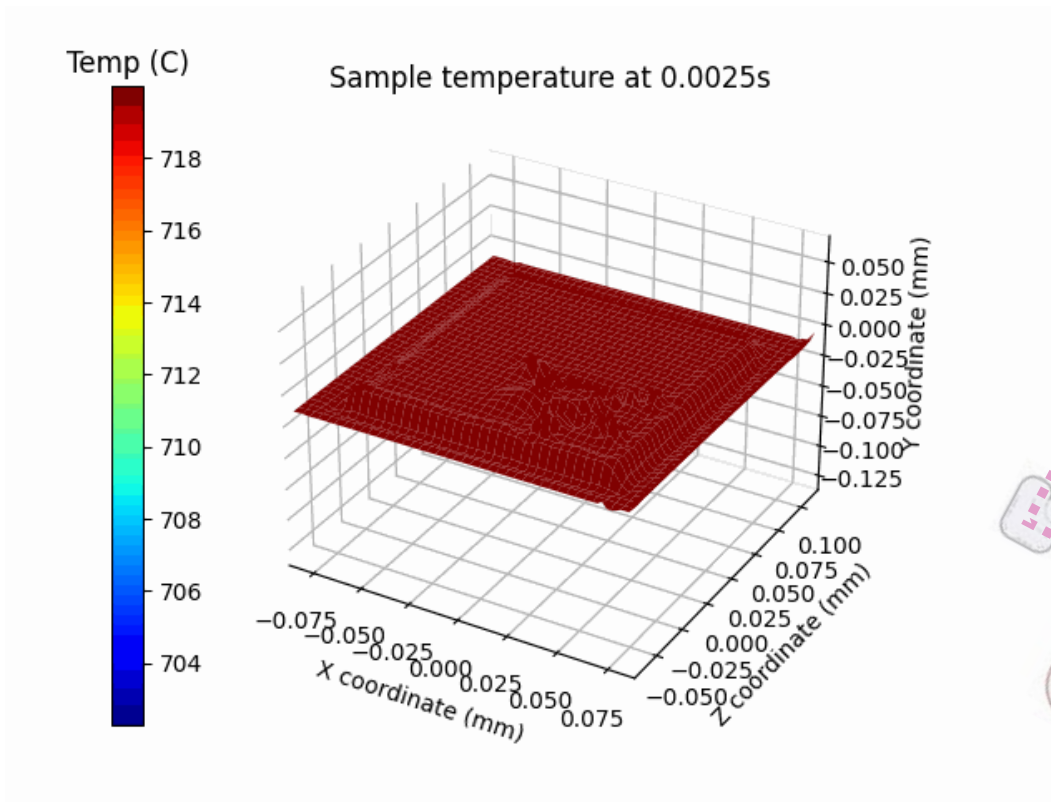


MODEL DE IA PER REPRODUIR RESULTATS DE MALLA FINA A PARTIR DE DADES DE MALLA GRUIXUDA



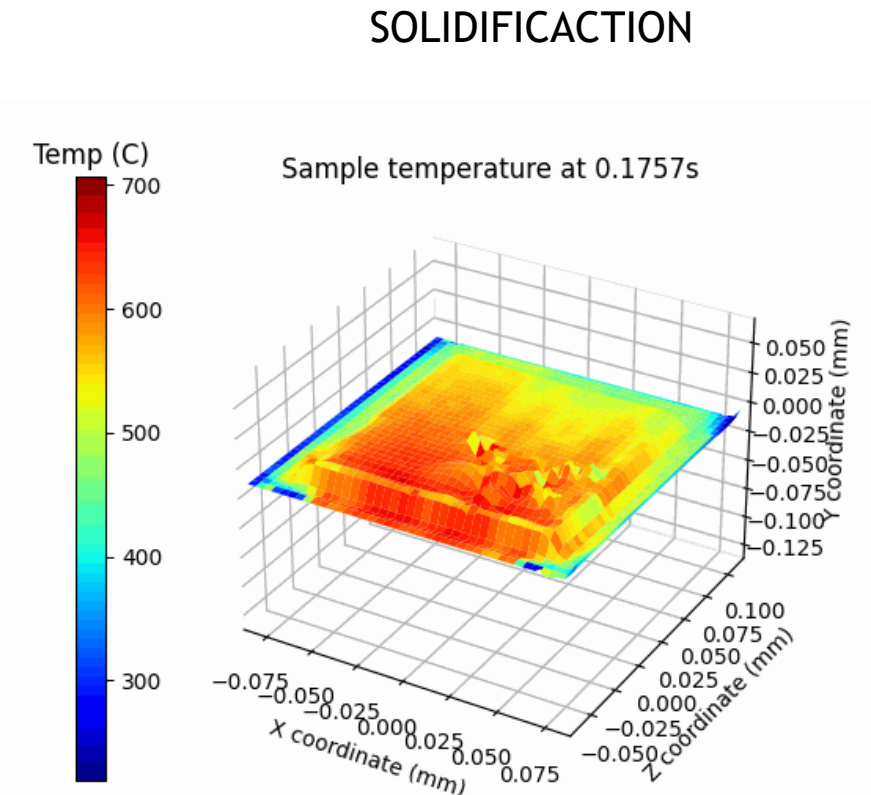
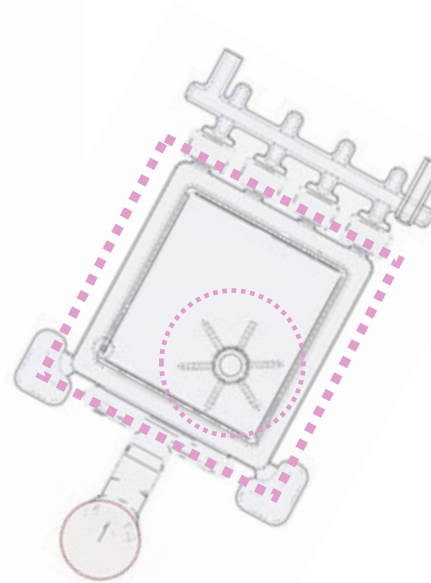
RESULTATS

- Visualització 4D del procés en temps quasi-real



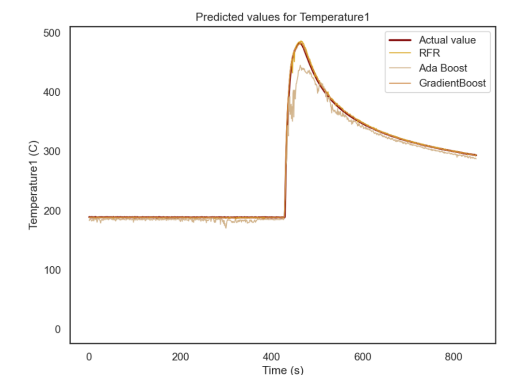
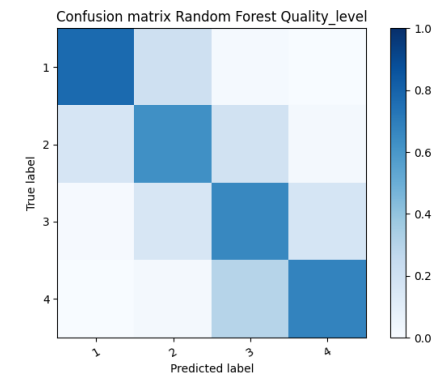
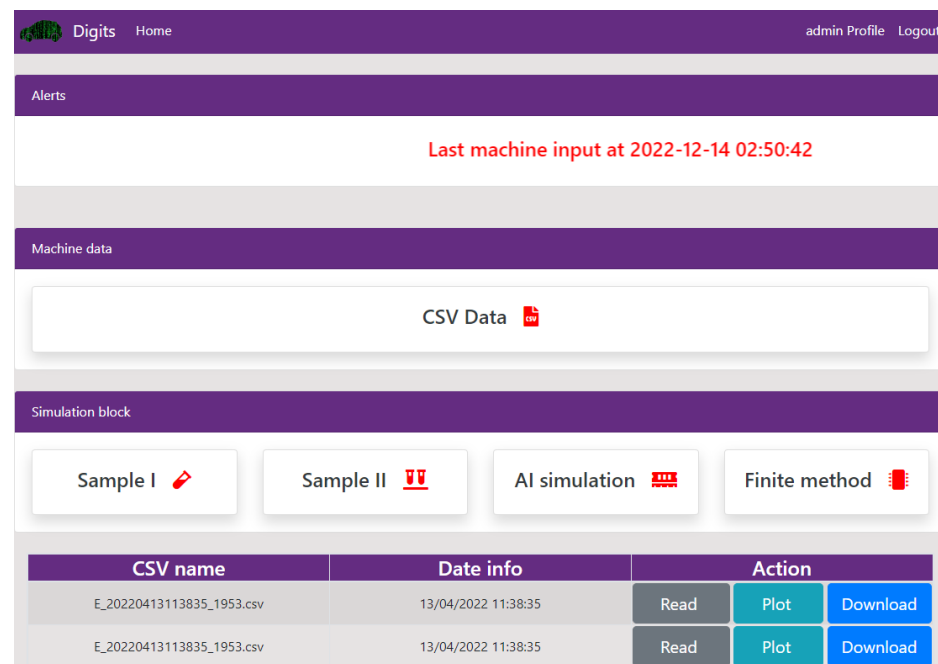
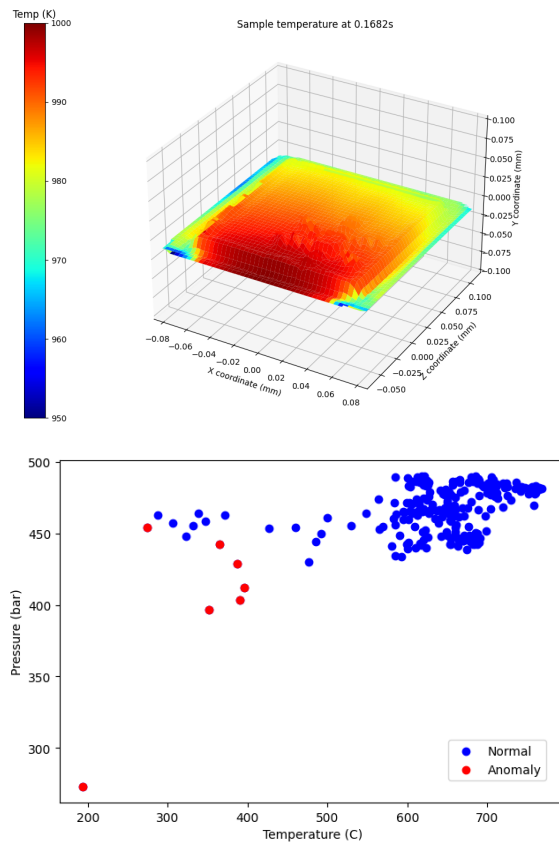
FILLING

T(t) i P(t)



RESULTATS

➤ DIGITAL TWIN



CSV name	Date info	Anomaly	Check Quality	Action
E_20220413113835_1953.csv	13/04/2022 11:38:35		The predicted quality is 3 Accuracy of 75%	Temp VS 4D plot (P) 4D plot (T)
E_20220413111935_1942.csv	13/04/2022 11:19:35		The predicted quality is 3 Accuracy of 75%	Temp VS 4D plot (P) 4D plot (T)

CONCLUSIONS

- ❑ S'ha assolit l'objectiu de crear un bessó digital del procés escollit
- ❑ S'ha avaluat la capacitat d'extrapolació del bessó digital a partir de dues peces de geometries diferents
 - Noves dades experimentals
 - Reentrenar els models de IA
 - Dissenyar la nova geometria simulació d'elements finits
 - Llençar nou set de simulacions
- ❑ L'extrapolació a un sistema molt diferent requeriria un treball més extens
- ❑ La plataforma desenvolupada ja s'està utilitzant al laboratori
- ❑ El bessó digital té una estructura modular que permet la implementació de nous components o la desactivació dels innecessaris
- ❑ S'han identificat limitacions en el software Inspire Cast
 - Impossibilitat de definició manual de la malla
 - Software limitat a processos de fosa

CIDAI

Centre of Innovation
for Data tech
and Artificial Intelligence

Promotors



Membres



info@cidai-catalonia-ai.eu

www.cidai.eu