



**Mondragon
Unibertsitatea**

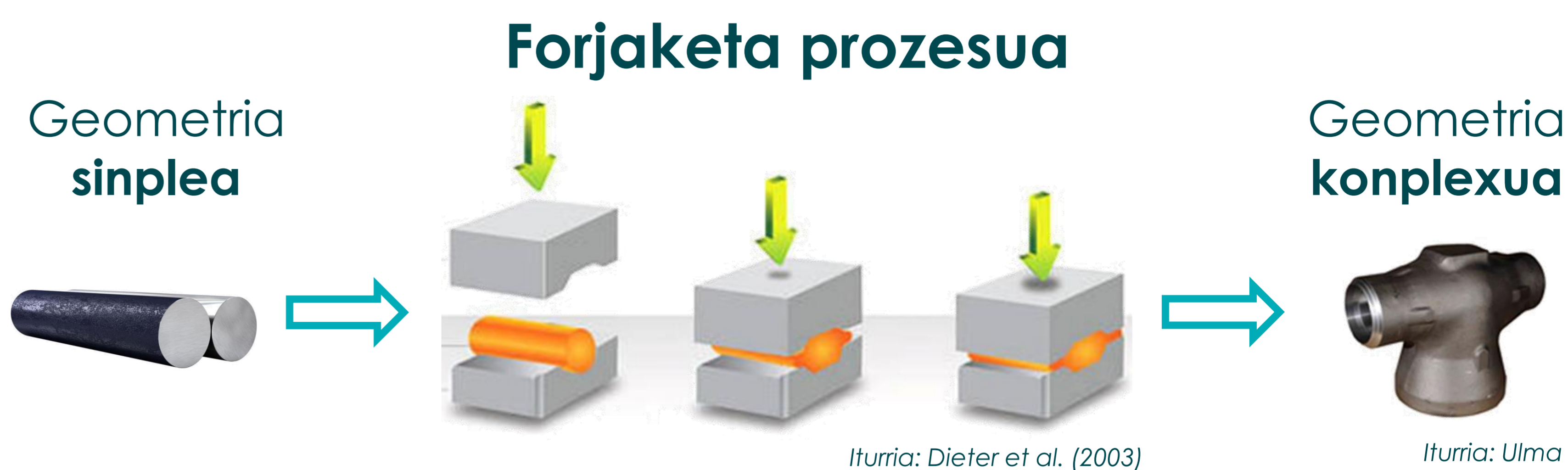
Abiadura handiko entseguak egiteko forjaketa-mailu baten garapena

Julen Agirre^a, Peio Arrese^a, Nagore Otegi^a, Lander Galdos^a

^aMondragon Unibertsitatea, Goi Eskola Politeknikoa, Mekanika eta Produkzio Industrialak, Loramendi 4, Arrasate 20500, Gipuzkoa, Espainia

Sarrera eta motibazioa

- Forjaketa prozesua propietate mekaniko altuko piezak lortzeko erabiltzen den fabrikazio prozesua da, automozio eta aeronautika sektoreetan asko erabilia, besteak beste.
- Gehien erabiltzen diren prentsa motak: prentsa mekaniko eta hidraulikoak (abiadura baxua), eta mailuak (abiadura altua).
- Mailu-forjaketa prozesuen diseinurako gehien erabiltzen den erreminta elementu finitu bidezko simulazioa da. Jakina da simulazioen emaitzen zehaztasuna simulazioko sarrera-datuaren araberakoa dela.
- Abiadura altuko deformazioetan (mailu-forjaketan) materialek duten portaera aztertzeko entsegu-makina komertzial oso gutxi daude, laborategi-makina arruntek abiadura baxuetan lan egiten baitute.
- Hutsune hori betetzeko, ikerketa honetan abiadura altuko entseguak egiteko makina berri bat aurkezten da: laborategiko forjaketa-mailua.
- Behin laborategiko forjaketa-mailua garatuta, ikerketa honen helburu nagusia entsegu-makina berrian egindako entseguen fidagarritasuna aztertzea izan da.



Prentsa motak

Abiadura baxu edo ertaina

Abiadura altua

- Prentsa **mekanikoa**

- **Mailua**

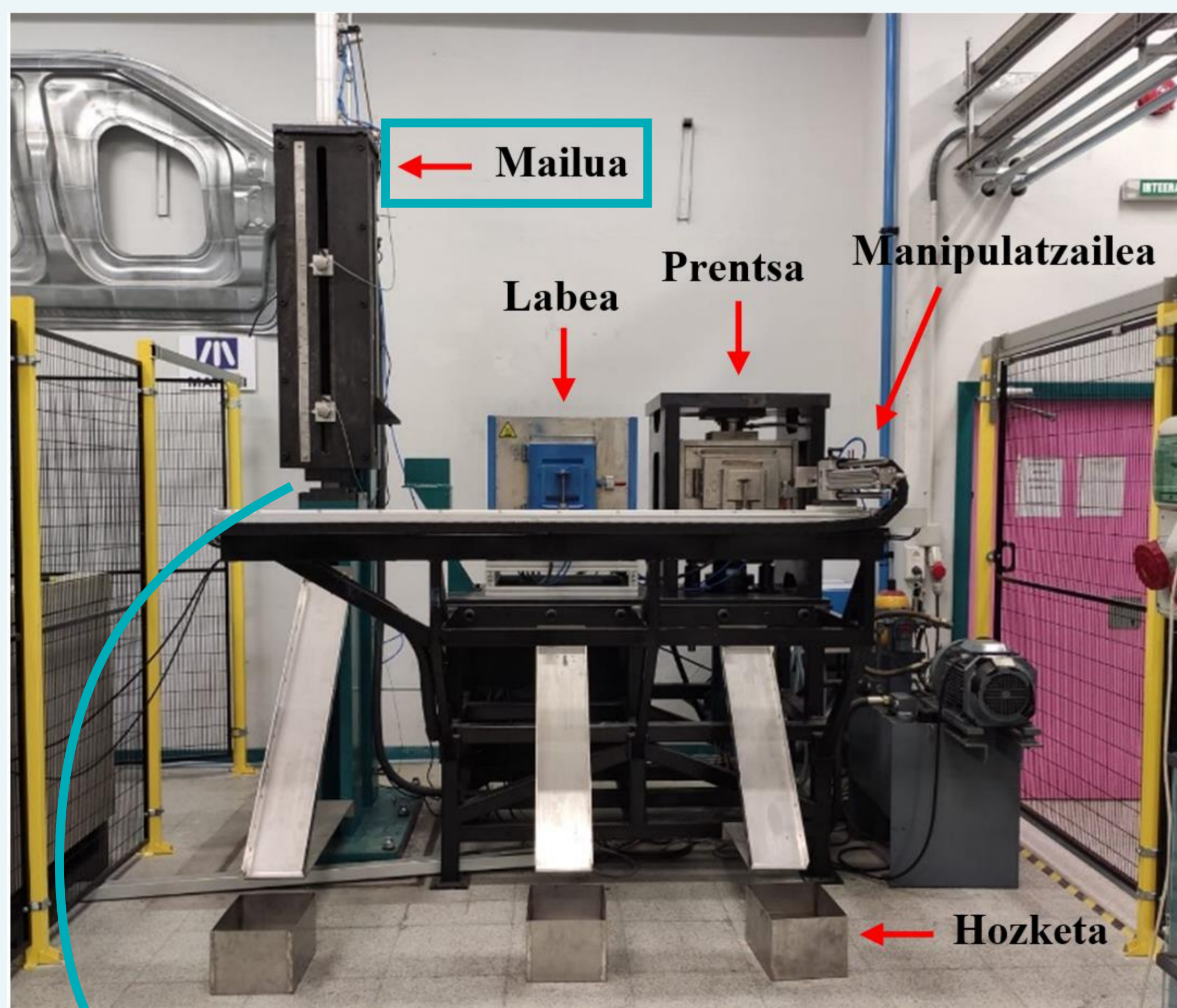
- Prentsa **hidraulikoa**

Materialak abiadura altuan karakterizatzeko entsegu-makina gutxi

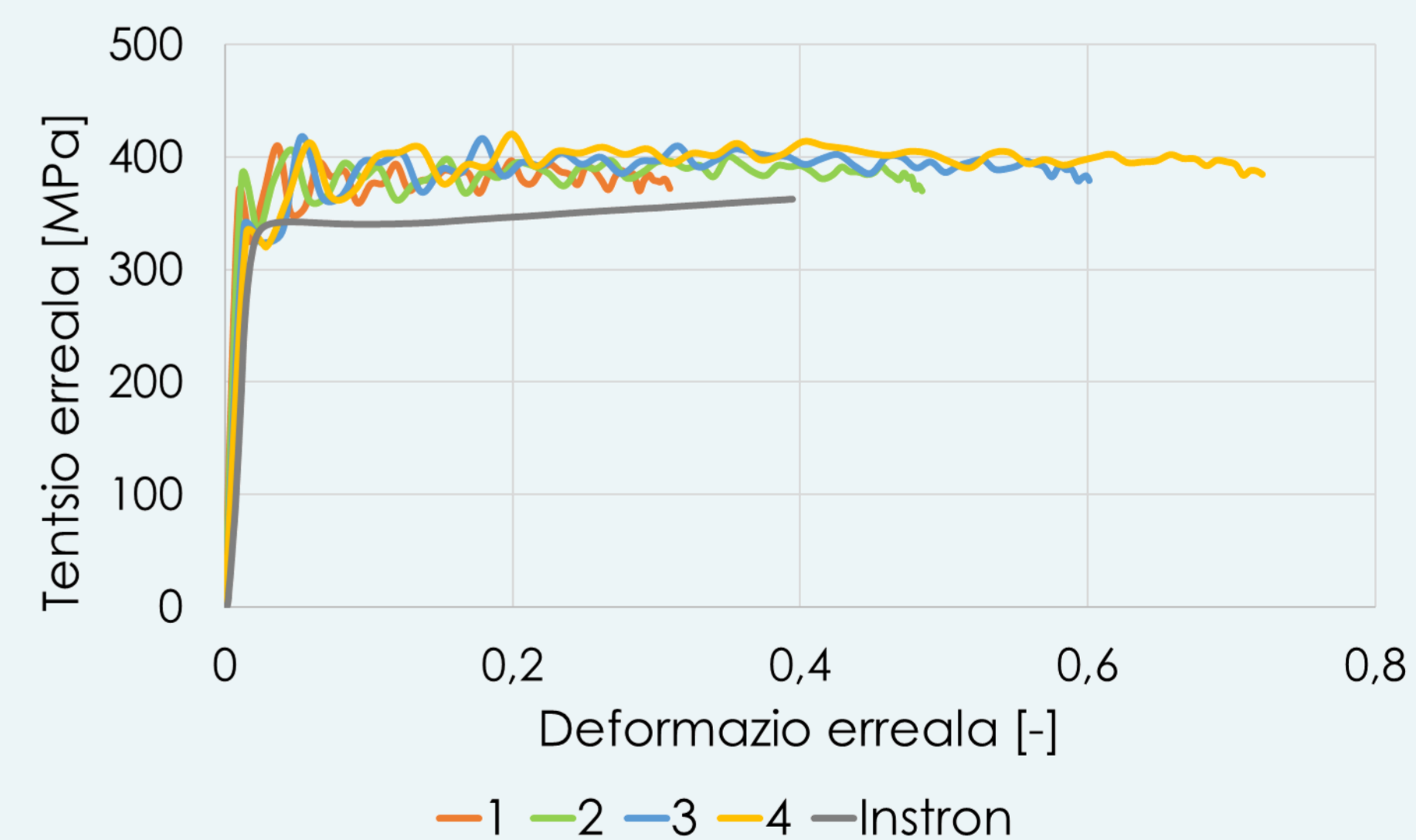
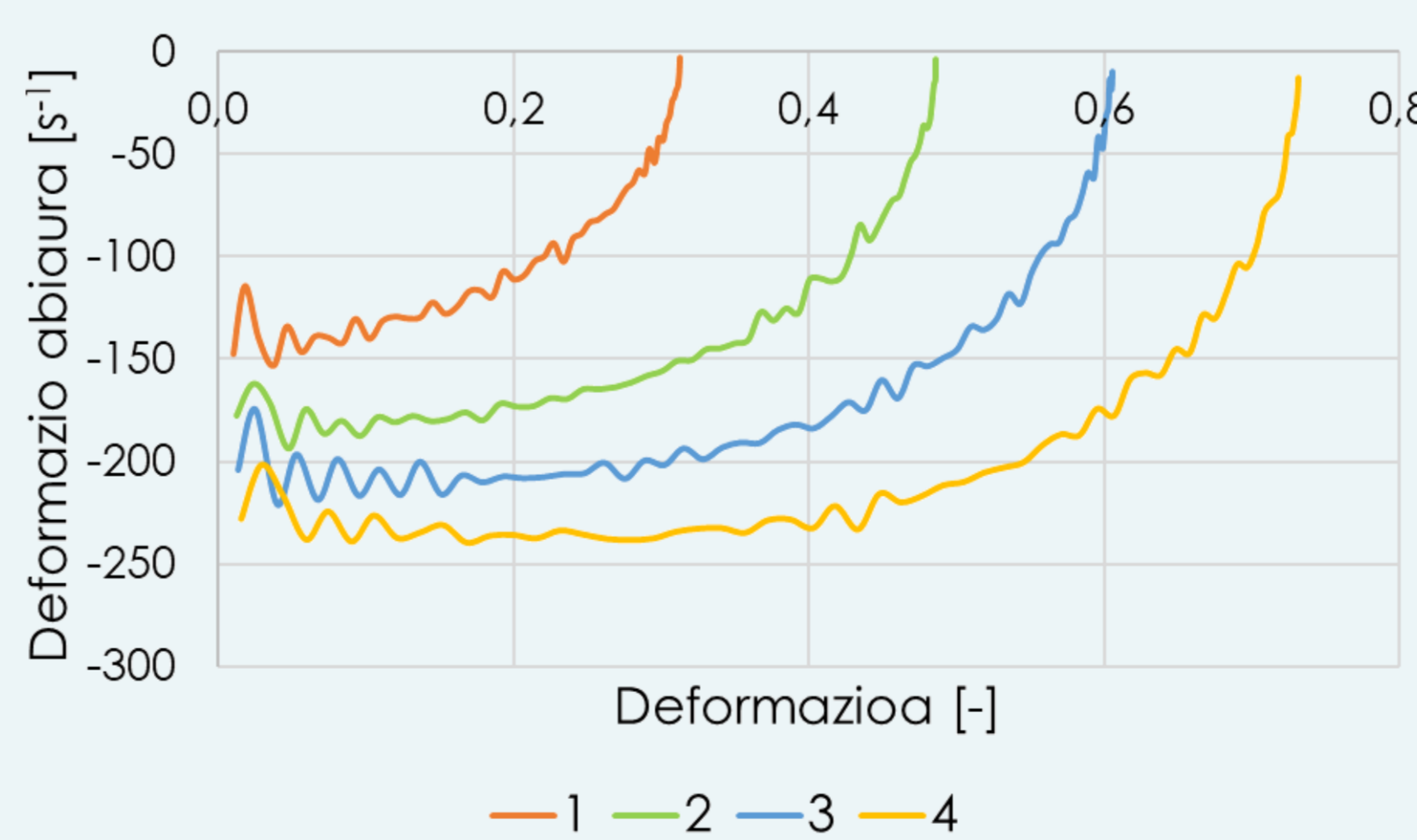
Ikerketaren muina

- Ikerketa honetan laborategi mailako forjaketa simulagailu experimental bat aurkezten da, zeinak abiadura altuko entseguak egiteko mailu bat duen.

Laborategiko forjaketa-mailua



- Forjaketa-mailuaren errepikakortasuna egiaztatzeko, kobrezko probeten konpresio entseguak egin dira abiadura ezberdinetan.
- Konpresio entsegua, forjaketa prozesuetan materialek duten portaera karakterizatzeko laborategi mailan erabiltzen den entsegu ohikoena da.
- Kobre puruzko probetak erabili dira, material honen portaeran deformazio abiadurak duen eragina txikiagoa delako beste materialekin alderatuta. Hori dela eta, asko erabiltzen da forjaketa-mailuen egiaztapenerako.
- Mailuko entseguetan, probetaren deformazioa abiadura handiko kamera eta DIC teknika erabiliz eskuratu da. Deformazioan zeharreko indarra, aldiz, indar sentore baten bitartez neurtu da.
- Mailuko emaitzen fidagarritasuna aztertzeko, hauek Instron laborategi makina komertzialean abiadura baxuan ($0,001 \text{ s}^{-1}$) eginiko entseguen konparatu dira.



Ondorioak eta etorkizuneko ildoak

- Garatutako laborategiko forjaketa-mailua gai da abiadura altuko entseguak egiteko, lortu diren deformazio abiadurak mailu bidezko forjaketan lortzen direnen parekoak baitira.
- Mailuko eta Instron-eko tentsio-deformazio kurbek erakutsi dute mailuko entseguetako emaitzak fidagarriak eta errepikakorak direla.
- Behin mailuko emaitzen fidagarritasuna egiaztatuta, askotariko material metalikoek abiadura handiko deformazioetan duten portaera aztertuko da, bai tenperatura altuetan baita baxuetan ere.

Esker onak eta oharrak

- Eusko Jaurlaritzari OGForge proiektuaren esleipenarengatik.
- ULMA Forja S. Coop.-i eskainitako laguntza ekonomiko zein teknikoarengatik.



HEZKUNTZA, UNIBERTSITATE
ETA IKERKETA SAILA
DEPARTAMENTO DE EDUCACION,
UNIVERSIDADES E INVESTIGACION