

SARRERA



Esekidura elementuak bibrazioak xurgatzeko erabili ohi dira.

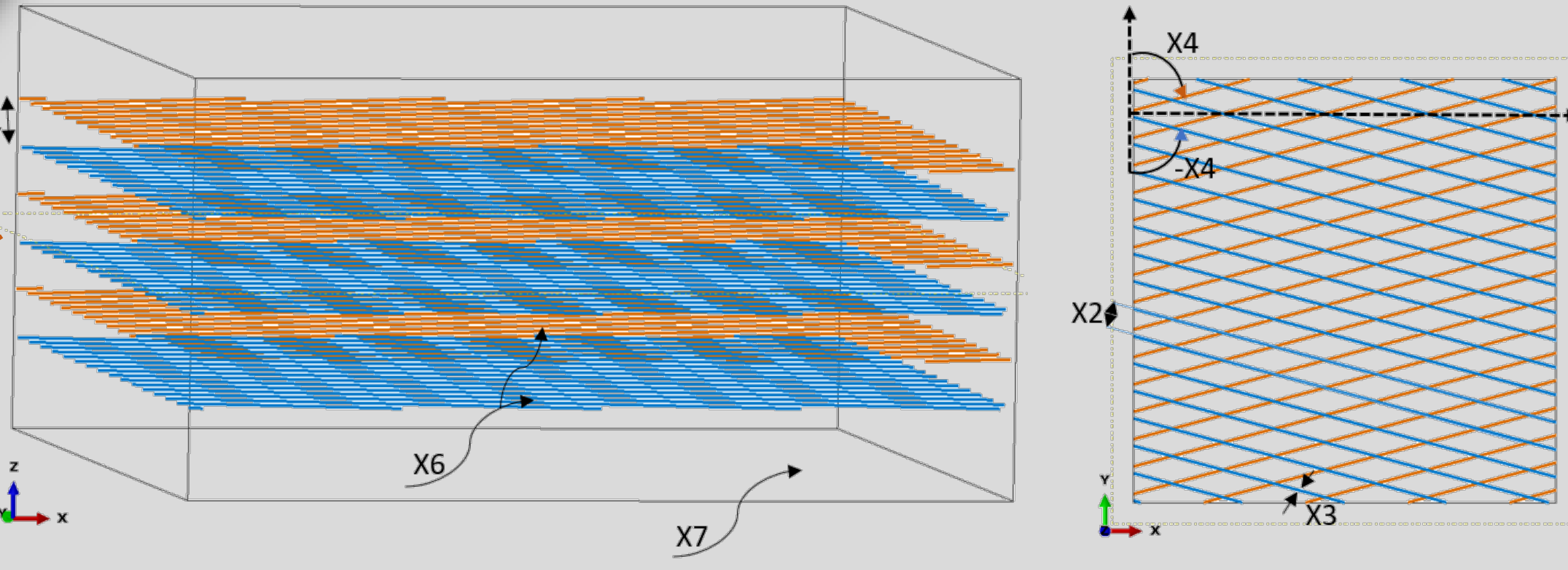
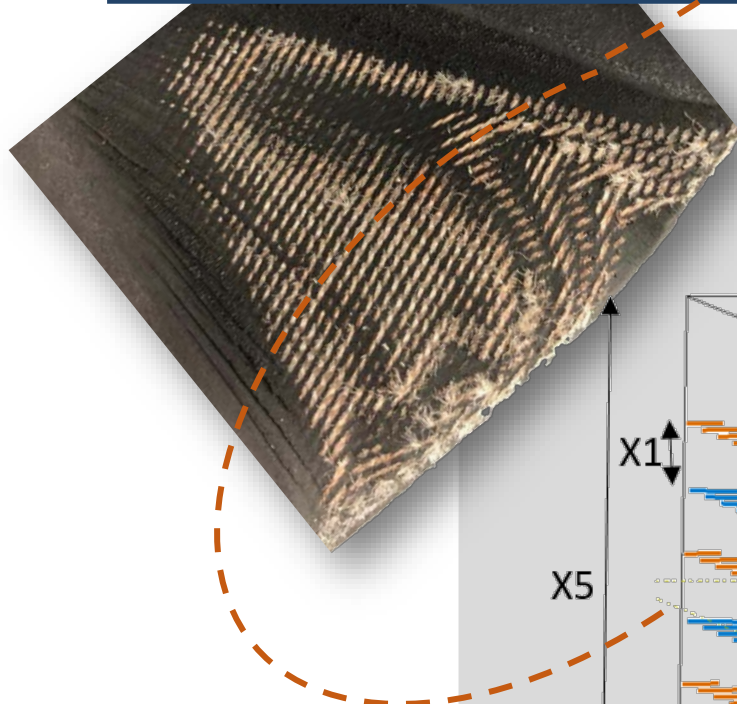
Ibilgailu ugarik, bidaiari trenak kasurako, baloi pneumatikoak darabiltzate. Hauek, zuntzez irmoturiko globo elastomeriko batzuk dira, non bere barneko presioa aldatuz bibrazioak xurgatzeko gai diren.

Baloi pneumatikoaren FEM (finite element method) simulazio eredu sinplifikatu bat garatu da. Eredu honek, materialaren parametro eta propietateen arabera, esekidura elementuaren portaeraren analisi azkarra egitea ahalbidetu du.

Ordenagailuz lagunduriko diseinuen funtsa, aztergai dauden parametroen konbinaketa ezberdinen emaitzak elkar alderatzean datza. Esperimentalki eginez gero, konbinazio bakoitzerako baloi berri bat fabrikatu eta esperimentatu beharko litzateke. Hori ekiditeko, baloi pneumatiko jakin baten biki birtuala eraikiz eta balioztatuz, konbinaketa bakoitzerako simulazio bana gauzatu da.

IKERKETAREN MUINA

1. Baloiaren diagragma osatzen duten egituratze parametro nagusien definizioa:



- X1: Bi geruza albokideren arteko distantzia (mm)
- X2: Geruza bereko bi zuntz albokideren arteko distantzia (mm)
- X3: Zuntz diametroa (mm)
- X4: Zuntz orientazio angelua (°)
- X5: Diafragmaren lodiera (mm)
- X6: Zuntzen materialaren Young-en modulua (GPa)
- X7: Matrizen materialaren Young-en modulua (MPa)

2. FEM eredu balioztatua:

ABAQUS softwarean garatutako *shell* eredua. Materialak linealki definitu dira. Zuntzak *rebar* elementu uniaxial giza gehitu dira. Baloiaren barneko airea fluidoazko barrunbe gisa modelizatu da.

CAF eta CEIT-en elkarlanean sorturiko Air Spring Test Bench (ASTB) baloi pneumatikoen entsegu makinan baloia testatu da.

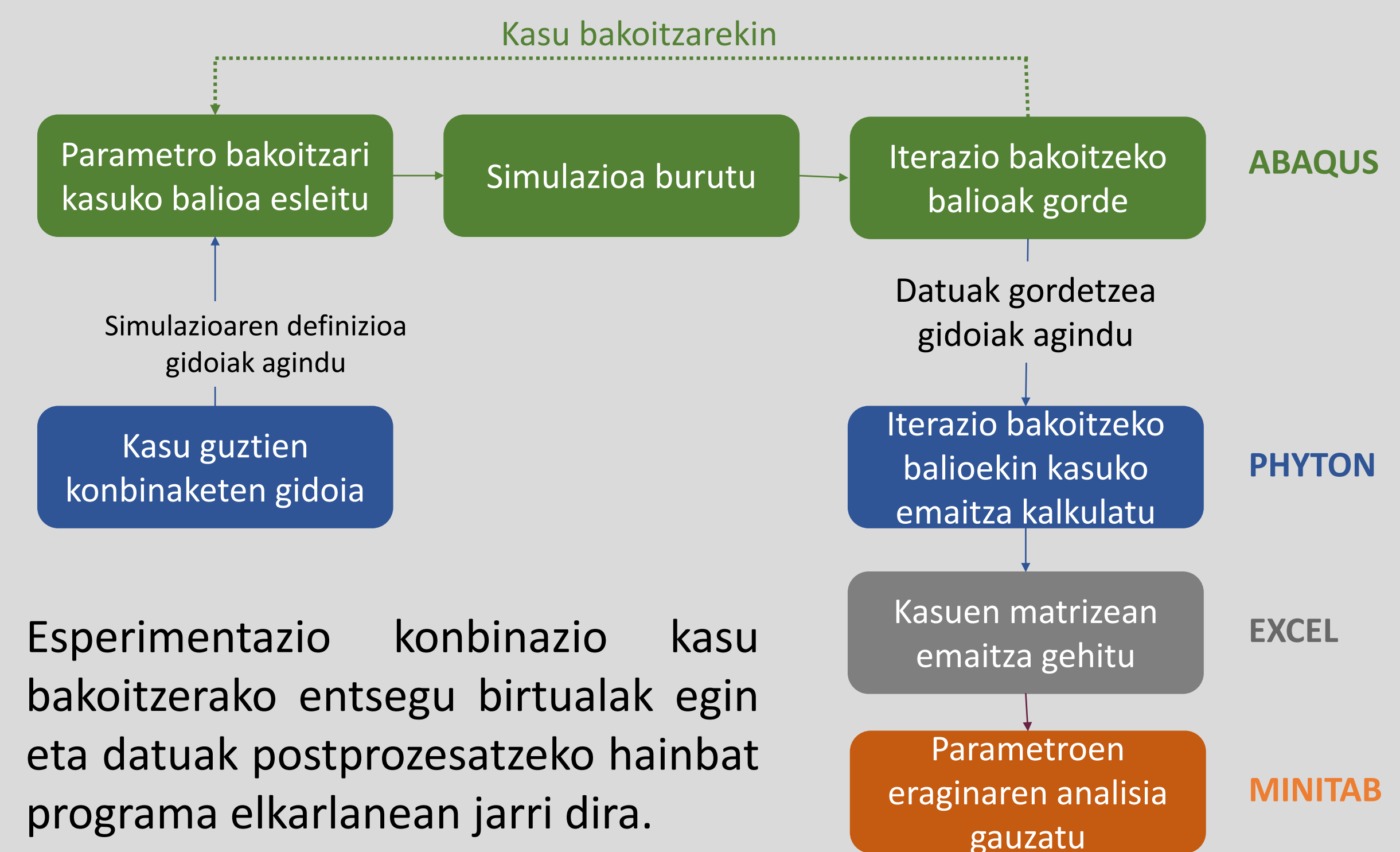
Presioa (bar)	Simulazioa (kN/m)	Fabrikatzailea (kN/m)	Katalogoarekiko akatsa (%)	Esperimentala (kN/m)	Esperimentalekiko akatsa (%)
3,67	633	633	0,0	632	0,1
4,4	707	723	-2,1	703	0,7
5,1	778	774	0,5	787	1,2

Zurruntasun alderaketa norabide bertikalean.

Presioa (bar)	Simulazioa (kN/m)	Fabrikatzailea (kN/m)	Katalogoarekiko akatsa (%)	Esperimentala (kN/m)	Esperimentalekiko akatsa (%)
3,67	238	235	1,5	247	-3,5
4,4	248	242	2,5	262	-5,4
5,1	257	252	1,9	266	-3,5

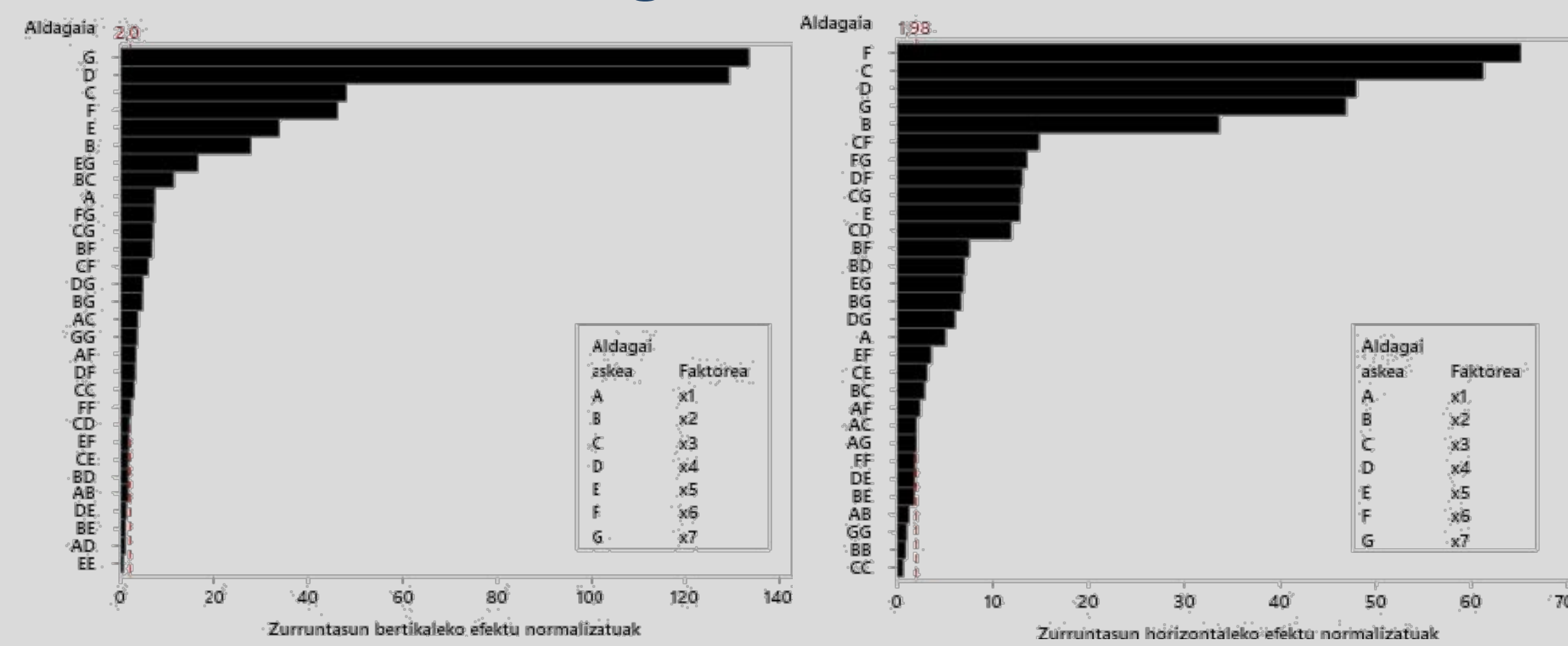
Zurruntasun alderaketa norabide horizontalean.

3. Simulazio katearen automatizazioa:



Esperimentazio konbinazio kasu bakoitzerako entsegu birtualak egin eta datuak postprozesatzeko hainbat programa elkarlanean jarri dira.

4.1. Paretoren diagrama:



Termino bakoitzak (faktoreen arteko erlazio lineal, koadratiko eta interakzioak) duten eragina azaltzen da. Horizontalean, gakoa zuntzak dira: nylonaren Young-en modulua (X6) eta zuntzen diametroa (X3). Matrizaren zurruntasunak (X7) eta orientazio angeluak (X4) bertikalean ez ezik, horizontalean ere garrantzia dute.

4.3. Erregresio ekuazioa:

Erantzun azaleraren metodologia-z (RMS) baliatuz faktore bakoitzak duen pisua era kuantitatiboan aztertu da. Honela, erantzuna (zurruntasuna) faktoreen (diafragmaren eraikitze parametroen) ekuazio polinomiko batez adierazi da.

$$K_b = -6,7 + 96,3 \cdot X_3 + 5,608 \cdot X_4 + 11,33 \cdot X_6 + 10,617 \cdot X_7 - 6,61 \cdot X_3 \cdot X_6 + 0,437 \cdot X_6 \cdot X_7 \quad (\text{Zurruntasun bertikalaren erregresio ekuazioa})$$

$$K_h = -623,2 + 236,1 \cdot X_3 - 9,196 \cdot X_4 + 7,9 \cdot X_6 + 8,2 \cdot X_7 + 74,2 \cdot X_3 \cdot X_6 + 3,69 \cdot X_6 \cdot X_7 \quad (\text{Zurruntasun lateralaren erregresio ekuazioa})$$

Faktoreen mailaketaren erdiko kasurako, FEM eredu eta ekuazioaren arteko akats erlatiboa %12 eta %-0,2 da.

ONDORIOAK

Nagusia, balio pneumatikoen diafragmaren eraikitze parametroek esekidura elementuaren zurruntasunean duten eraginari kuantitatiboki mugak jarri izana.

Norantza bakoitzean eragin nabarmena duten faktoreak:

- Bertikalean: matrizearen materiala > angelua > zuntzen diametroa > zuntzen materiala > lodiera > zuntzen arteko distantzia.
- Horizontalean: zuntzen materiala > zuntzen diametroa > angelua > matrizearen materiala > zuntzen arteko distantzia > zuntzen diametroa eta zuntzen materiala.
- Giltza zuntzen orientazioa da, alderantziz proportzionala den faktore bakarra da.



Irati Mendia-Garcia¹

Nere Gil-Negrete^{1,2}, Elizabeth Viles¹, Ainara Pradera-Mallabiarrena¹