
APLICACIÓ AL PIRINEU CATALÀ DELS NOUS MÈTODES D'AVALUACIÓ DE L'ESTABILITAT

**Ivan Moner¹, Jordi Gavalrà¹, Carles Garcia², Glòria Martí²,
Montserrat Bacardit³**

1 Dept. Tècnic, Conselh Generau d'Aran, Pg. dera Libertat 16, 25530 Vielha

2 Institut Geològic de Catalunya, c/Balmes, 209-211 08006 Barcelona

3 Centre de Recerca d'Alta Muntanya, Ctra. N-230, Km.152 25530 Vielha e Mijaran



3eres JORNADES DE NEU I ALLAUS

APLICACIÓ AL PIRINEU CATALÀ DELS NOUS MÈTODES D'AVALUACIÓ DE L'ESTABILITAT

- **Desencadenament accidental de plaques**
 - Inestabilitat mecànica vs estructural
- **Mètodes aplicats**
 - Qualitat del cisallament
 - Sistema Suís pel test del salt
 - Test de la columna estesa (ECT)
 - Mètodes dels llindars (*Lemmons i Yellow Flags*) → Llimones
- **Conclusions**
- **Futurs treballs**

Desencadenament accidental de plaques



- Longitud cicatriu: 250 m

- Gruix mig cicatriu: 50 cm

- Amplada placa: 100 m

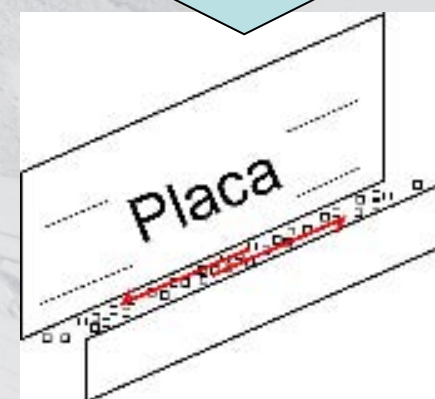
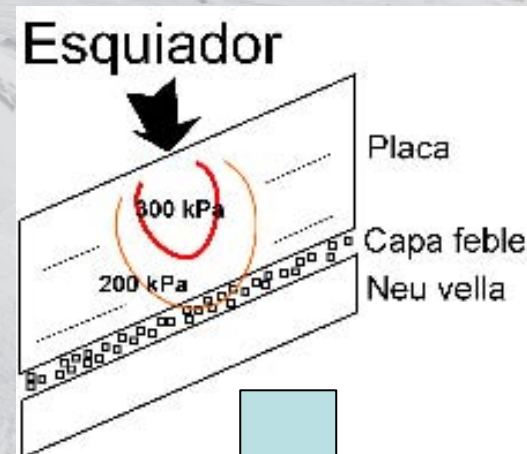
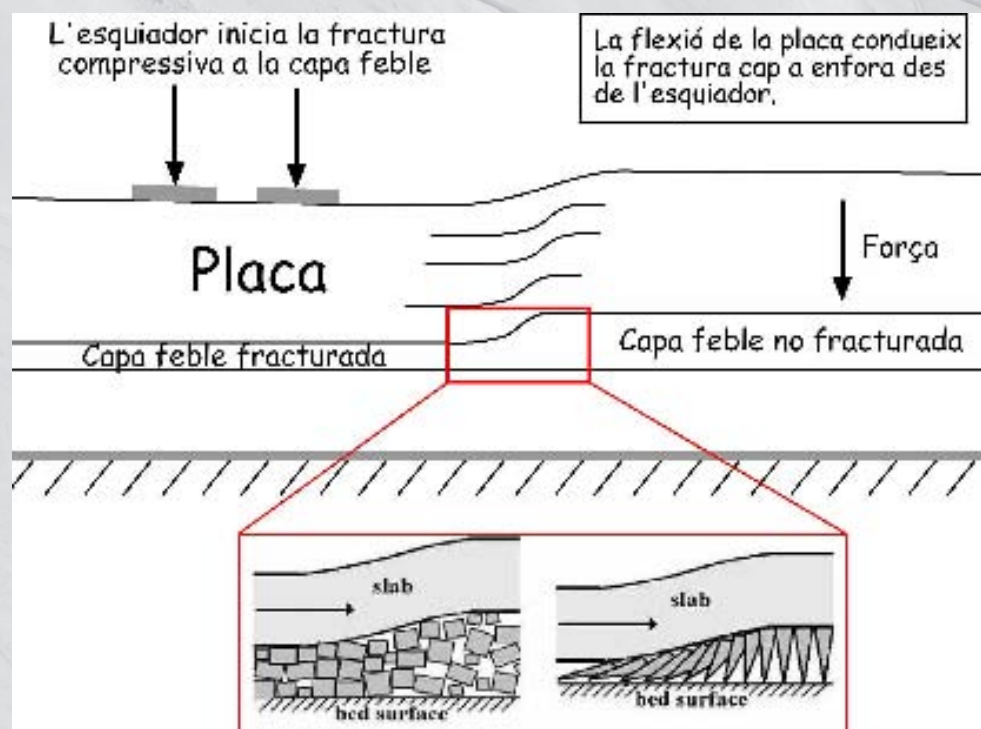
- Densitat aprox: 250 kg/m³

→ Pes de la placa:
3125 Tm

→ Pes esquiador:
0.080 Tm

Desencadenament accidental de plaques

➤ **Cisallament:** el desencadenament accidental d'una placa de vent seca s'inicia amb la **ruptura per cisallament o compressió d'una fina capa feble** (o d'una interfase) subjacent una placa relativament gruixuda i cohesiva (McClung & Schaerer, 1993).



Inestabilitat estructural vs mecànica

Indicadors

Tests d'estabilitat
(RB, TP, TC...)

Mètodes dels lindars
TEST COLUMNA
ESTESA (ECT)

Qualitat del cisallament /
Caràcter de la fractura



DADES

Vessants estables / vessants inestables

Vessants inestables				
	2006		2008	
	Pirineu Oriental	Pirineu occidental	Pirineu Oriental	Pirineu occidental
Estratigrafia	7	14	7	42
Qualitat del cisallament	0	0	0	23
“Sistema suís”	0	0	0	13
ECT	/	/	0	18

DADES



DADES



Qualitat del cisallament – Caràcter de la Fractura

Qualitat del cisallament		Caràcter de la fractura
Superfície de cisallament inusualment neta, planar, llisa i <i>ràpida</i> .	Q1	SP (Planar sobtada)
		SC (Col·lapse sobtat)
Cisallament “mitjà”. La superfície és més o menys llisa, però el bloc no llisca tan ràpidament com en Q1.	Q2	RP (Planar resistent)
La superfície de cisallament és no-planar, irregular, desigual i rugosa.	Q3	PC (Compressió progressiva)
		B (Trencament no planar)

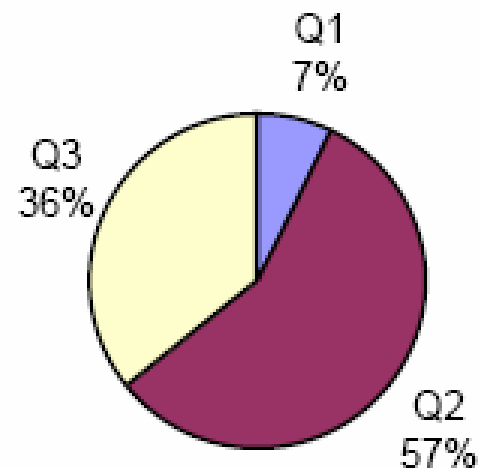
Qualitat del cisallament



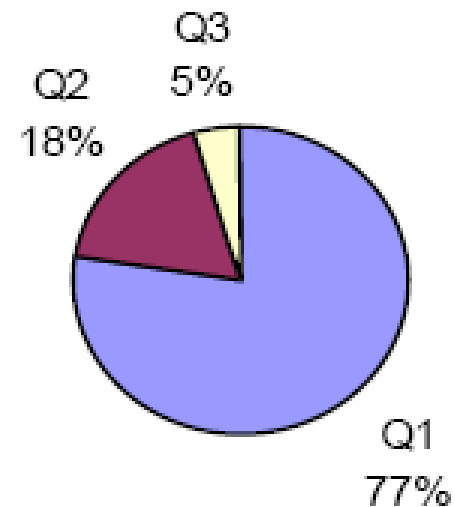
Qualitat del cisallament

Resultats al Pirineu

Vessants Estables
(n=37)



Vessants Inestables
(n=23)



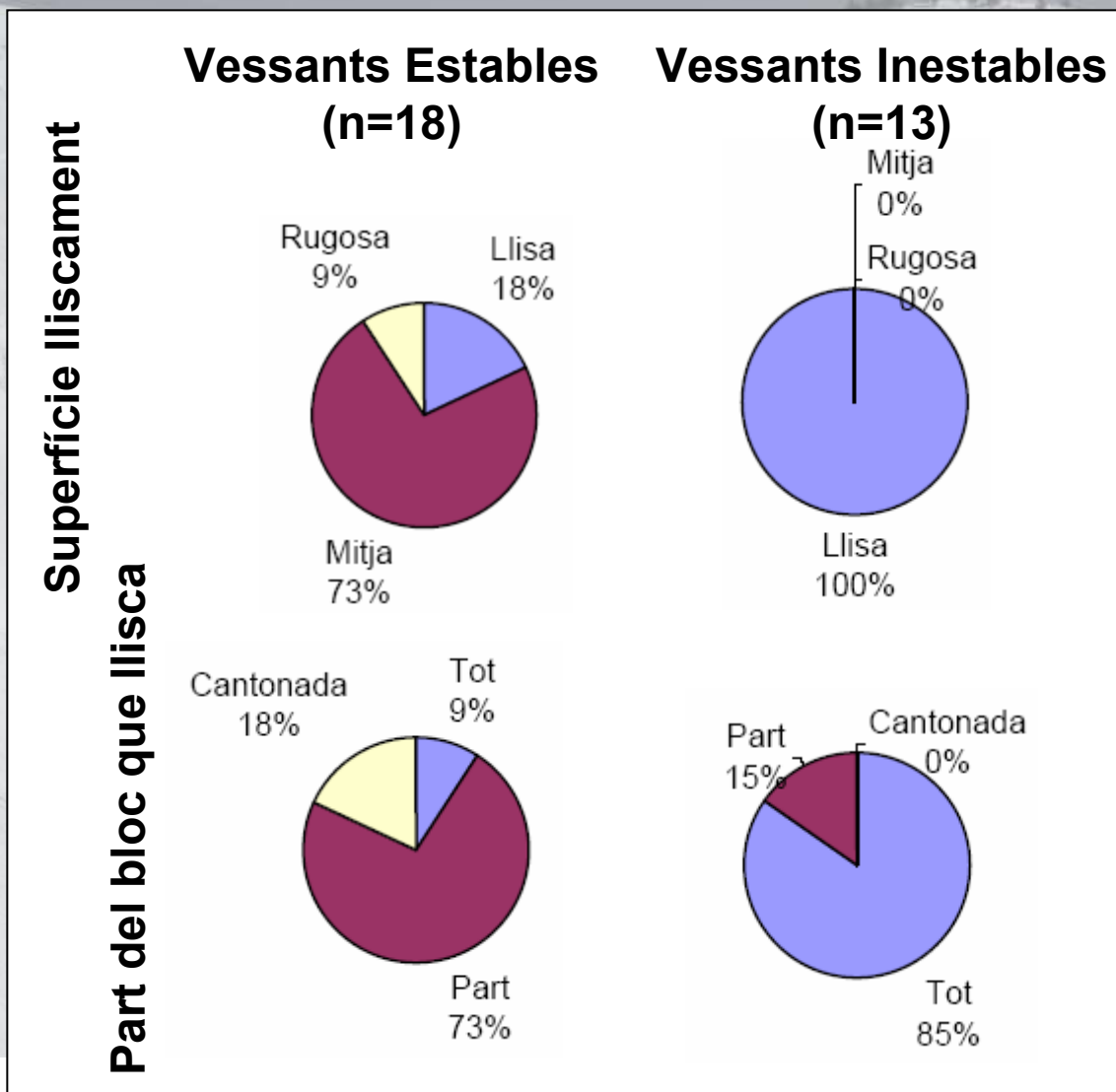
Anotació de la part del bloc que llisca i de la qualitat del pla de lliscament en el test del salt

Superfície lliscament	Rugosa	Intermèdia	Llisa
Part del bloc que llisca	Només cantonada	Part (típicament dels esquís en avall)	Tot

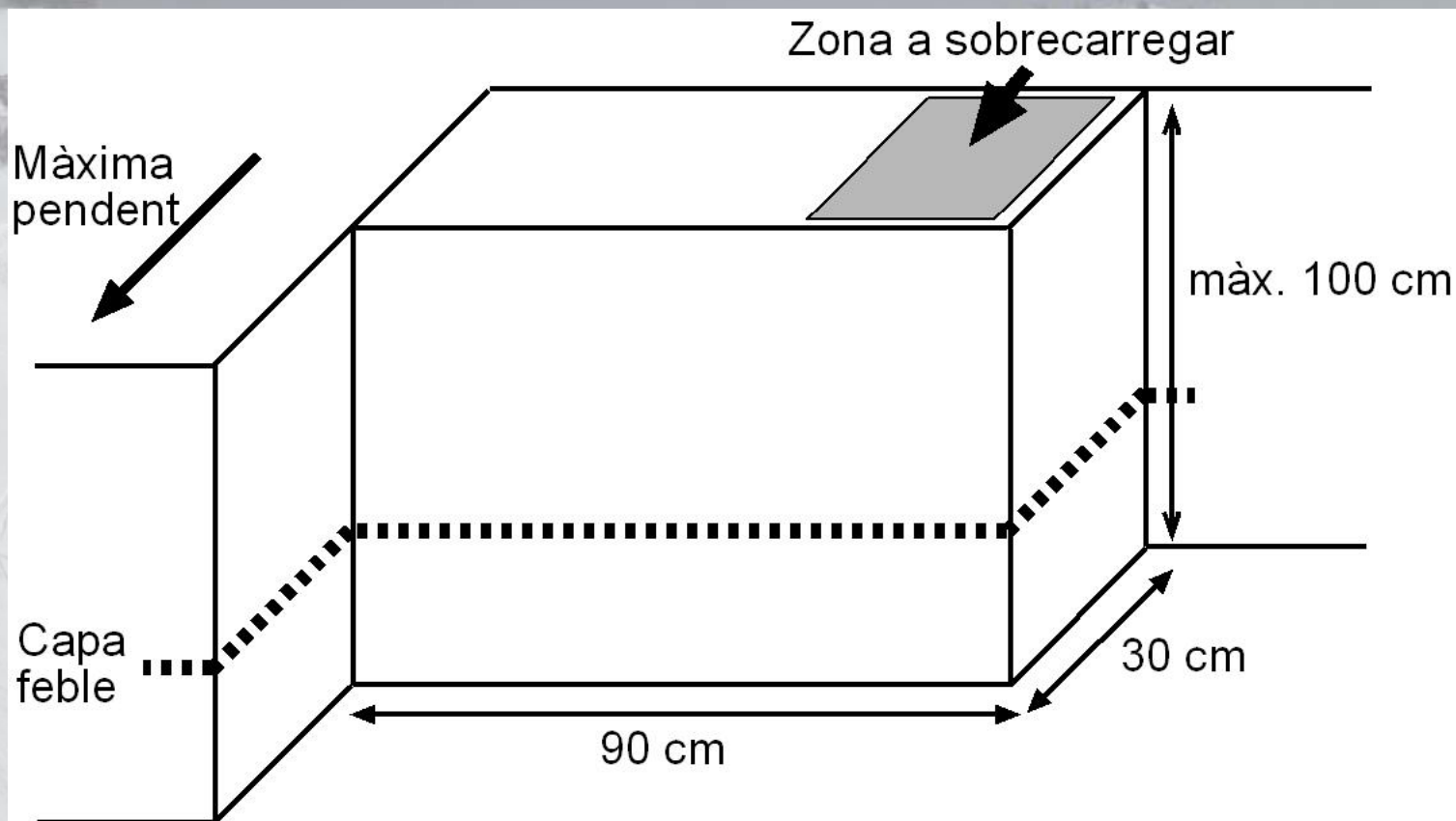
Anotació de la part del bloc que llisca i de la qualitat del pla de lliscament en el test del salt



Anotació de la part del bloc que llisca i de la qualitat del pla de lliscament en el test del salt



Test de la columna estesa (ECT)



Ron Simenhois & Karl Birkeland (ISSW 2006)

Vessants inestables N=68 → 100% ECTP

Vessants estables N=256 → 98.4% ECTNP

Test de la columna estesa (ECT)



ECTP

Test de la columna estesa (ECT)



ECTNP

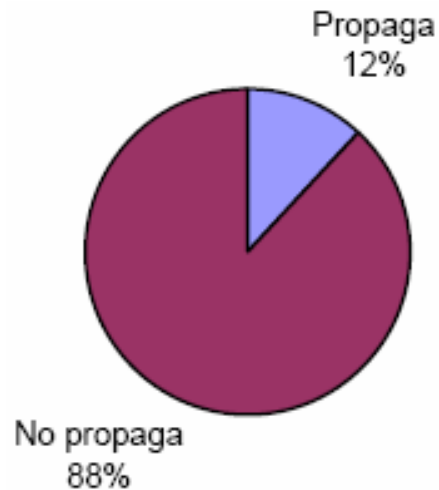
Test de la columna estesa (ECT)



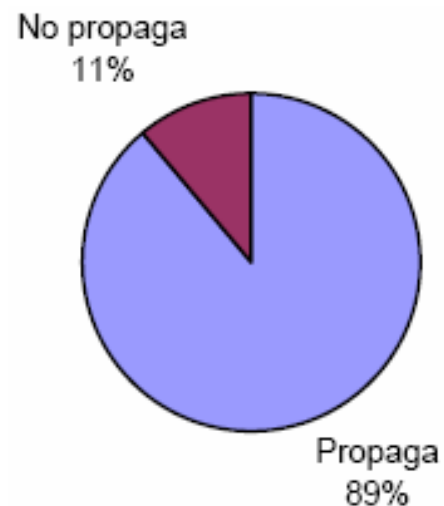
Test de la columna estesa (ECT)

Resultats al Pirineu

Vessants Estables
(n=25)



Vessants Inestables
(n=18)



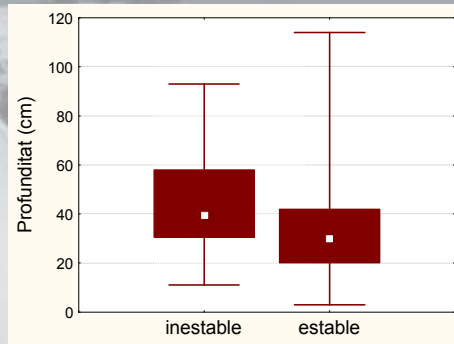
Mètodes de suma de llindars

Lemmons → McCammon & Schweizer ISSW 2002

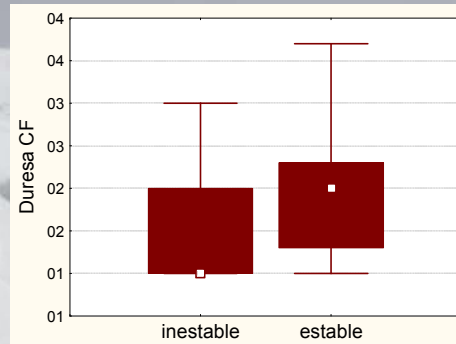
Yellow Flags → Jamieson & Schweizer 2005

		LEMMONS		YELLOW FLAGS	
		Vessants estables	Vessants inestables	Vessants estables	Vessants inestables
Profunditat	≤ 1 m	94%	100%		
	20...85 cm			62%	85%
Gruix capa feble ≤ 10 cm		46%	62%		
Tipus de gra persistent (. v, ^)		62%	75%	62%	75%
Duresa capa feble <3 (1D)				89%	100%
Diferencia de duresa	≥ 1	57%	87%		
	> 1			46%	60%
Mida de gra capa feble > 1mm				19%	46%
Diferència de mida de gra	≥ 1 mm	13%	31%		
	> 0.5 mm			16%	40%
Suma	≥ 4	22%	60%		
	≥ 5			5%	37%

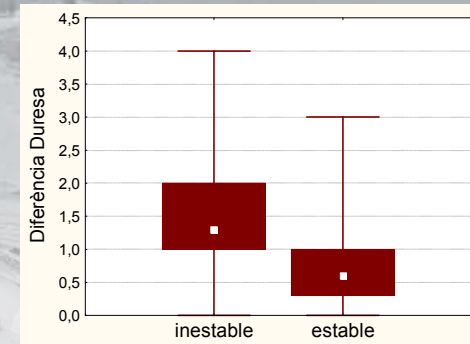
Mètodes de suma de llindars



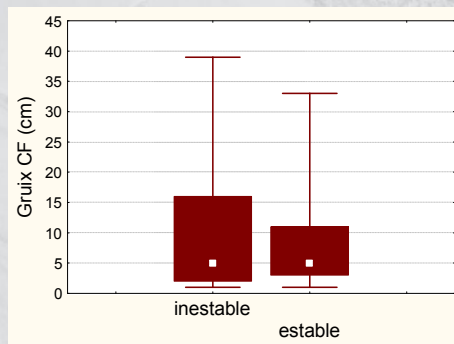
Profunditat $p=0.006$



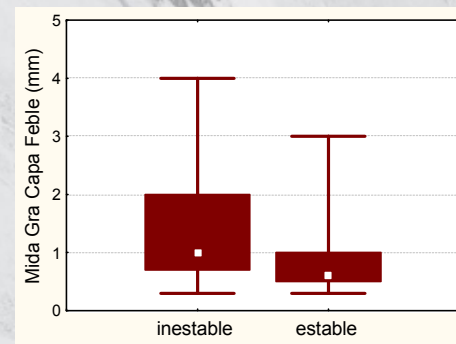
Duresa CF $p<0.001$



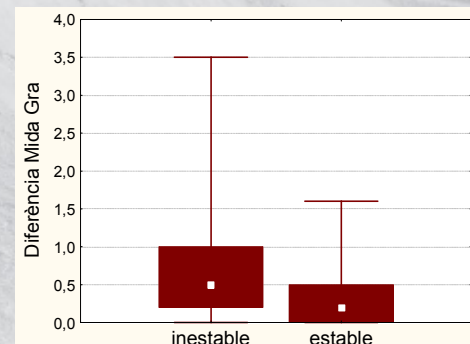
Dif. Duresa $p=0.0026$



Gruix CF $p=0.80$

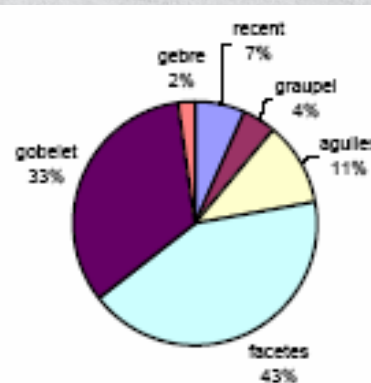


Mida gra CF $p<0.001$



Dif. Mida gra $p=0.012$

Estables $n=49$
Inestables $n=50$



Tipus de gra CF

□, v, Λ → $p=0.15$

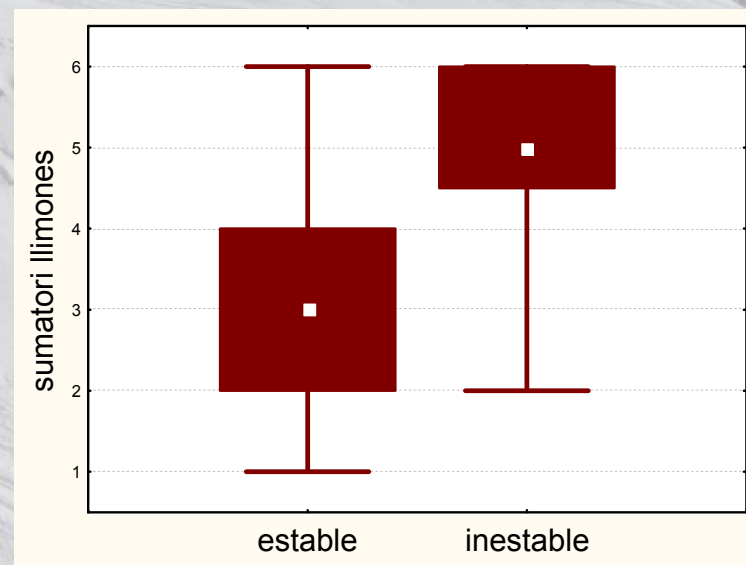
□, v, Λ, / → $p<0.001$

NADES DE NEU I ALLAUS

Mètodes de suma de llindars

LLIMONES

		Vessants estables	Vessants inestables
Profunditat	10...90 cm	86%	98%
Tipus de gra	□, v, Λ, /	63%	85%
Mida gra CF	≤ 0.7 mm	39%	81%
Dif. mida gra	≥ 0.5 mm	56%	81%
Duresa CF	< 2D-	46%	71%
Dif. dureses	≥ 2	46%	79%
Suma	≥ 5	18%	75%



$p < 0.001$

CONCLUSIONS

- **Observació del cisallament en altres tests d'estabilitat:** la inclusió en el resultat del test d'alguna variable que indiqui la manera com es produeix el trencament **fa millorar molt la correlació amb l'estabilitat** del vessant.
- **Test de la columna estesa:** els bons resultats que acompanyaren l'aparició d'aquest nou test es reforcen amb els resultats d'aquest treball. **L'ECT està cridat a esdevenir el principal test d'estabilitat**, donada la facilitat i rapidesa de realització, i l'objectivitat i precisió del resultat.
- **Mètodes dels llindars:** Tant *Lemmons* com *Yellow Flags*, aplicats amb els llindars que proposen els seus autors, mostren correlacions poc satisfactòries amb l'estabilitat. L'anàlisi estadístic de les dades aporta **nous llindars més adequats a les característiques de la neu del Pirineu Català**.

Futurs treballs

➤ **Millora de la presa de dades manual.**

- Uniformitzar la presa de dades arreu del Pirineu, amb especial atenció a la descripció dels cristalls (tipus de gra, mida de gra) i a les dureses de mà de les capes.

➤ **Objectivació de la mesura de la duresa.**

- Actualment molt subjectiva i depenent de l'observador.
- Penetròmetre clàssic no representa una opció: poca resolució per capes primes.
- Una possibilitat a explorar pot ser la utilització de duròmetres digitals de mà.

➤ **Adquisició d'un major nombre de dades de vessants inestables.**

- La mostra de que es disposa continua sent reduïda.
- Per comprovar si els mètodes testats i les adaptacions proposades són vàlides per la resta del Pirineu (espanyol i francès) cal obtenir dades d'aquestes zones.

MOLTES GRÀCIES!