Origen del Lago Ifni

Assif n´Moursayne, Alto Atlas, Marrakech

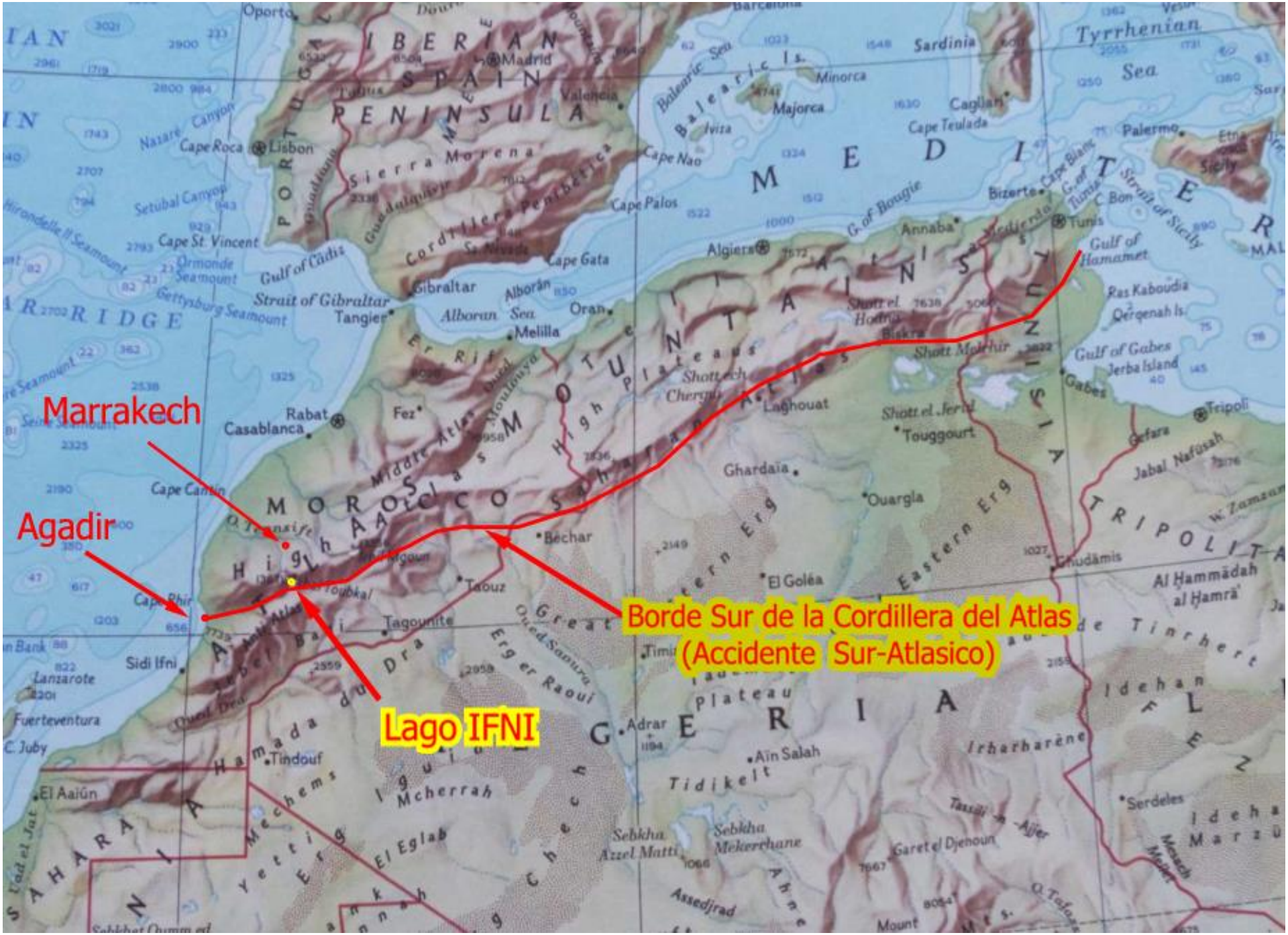
Carlos Manera Bassa
(Geosen)

Facultad de CC. Geológicas (UCM) 16 Febrero 2022 a las 14 h -Aula 3101B-

El Atlas es una cordillera intracratónica situada entre Agadir, Marruecos al oeste, y el golfo de Gades Tunez, al este. Su borde sur está definido por una importante estructura regional el Accidente Sur-Atlásico.

El sector de la cordillera denominado "Alto Atlas de Marrakech", zona donde se encuentra el lago, está definido por montañas de fuerte pendiente y cumbres de alrededor de 4.000 m,

El lago de Ifni es el lago natural de agua dulce de mayor tamaño de la cordillera del Atlas. Está situado a una altura de 2.300 m. en la vertiente sur de la cordillera. Se encuentra en el pequeño valle del "assif n' Moursayne", al pie del Jebel Toubkal; la montaña más alta del norte de áfrica, 4.147 m. Dicho valle forma parte de la cabecera del río "assif n'Tifnoute"; como se denomina en su zona alta al rio Sous; que desemboca en la costa atlántica en Agadir.

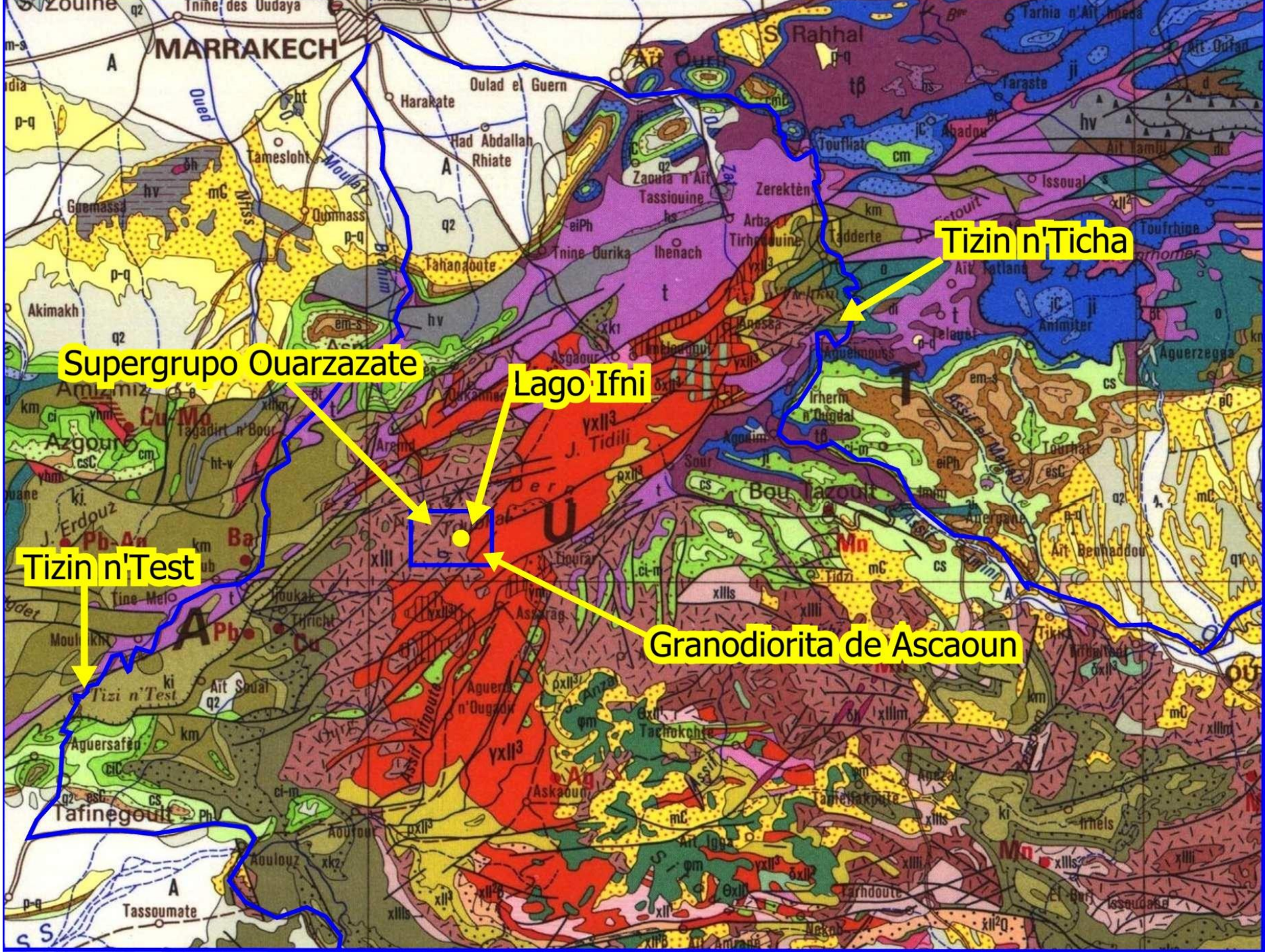

Marrakech
Agadir
Borde Sur de la Cordillera del Atlas
(Accidente Sur-Atlasico)
Lago IFNI
IBERIAN
PENINSULA
SPAIN
PORTUGAL
MEDITERRANEAN
Tyrrhenian
Sea
Sardinia
Minorca
Majorca
Ibiza
Balearic Is.
Balearic Sea
Cagliari
Palermo
Sicily
Cape Teulada
Cape Nao
Cape Palos
Cape Gata
Cape Roca
Lisbon
Cape St. Vincent
Gulf of Cádiz
Strait of Gibraltar
Gibraltar
Tangier
Alboran Sea
Alboran
Melilla
Oran
Algiers
Annaba
Bizerte
Tunis
Gulf of Hammamet
Strait of Sicily
Ras Kaboudia
Gulf of Gabes
Jerba Island
Gabes
Tripoli
Rabat
Casablanca
Fez
Cape Cantin
Cape Ghir
Sidi Ifni
Lanzarote
Fuerteventura
C. Juby
Tindouf
El Aaiún
Laghouat
Touggourt
Ghardaia
Ouargla
Bechar
El Goléa
Tabuz
Tagounite
Adrar
Ain Salah
Tidikelt
Serdeles
Ghudamis
Al Hammadah al Hamra
Irharharène
Sebkha Azzel Matti
Sebkha Mekerrhane
Garet el Djenoun
Assedjrad
Mount
Great Erg Oriental
Great Erg Occidental
Erg er Raoui
Hamada du Dra
Hamada de Tinrhert
Plateau
Middle Atlas
High Atlas
Sierra Morena
Cordillera Penibética
Sierra Nevada
Cape Cantin
Cape Ghir

Desde Marrakech, en la llanura de Haouz, el Alto Atlas se presenta al SE, como una línea continua de montañas que se elevan a favor de varios escalones; definidos por las fallas de su vertiente atlántica.

El acceso al lago puede realizarse por el este, carretera a Ouarzazate, cruzando la cordillera por el puerto del Tizi n' Ticha, o por el oeste, carretera a Taroudannt por el puerto del Tiz n' Test. Ambos puertos (tizi) puntos únicos de paso con vehículo, desde Marrakech a la vertiente sur.

Las montañas que rodean el lago están formadas por rocas del Ediacadiense, Proterozoico, originadas en las fases distensivas finales de la orogenia Panafricana, Proterozoico. Rocas plutónicas graníticas, granodiorita de Ascaoun y rocas volcánicas, y subvolcánicas, Supergrupo Ouarzazate, 580-550 Ma.

ALTO ATLAS DESDE LA LLANURA DE MARRAKECH


Tizin n'Ticha
Supergrupo Ouarzazate
Lago Ifni
Tizin n'Test
Granodiorita de Ascaoun
MARRAKECH
Oulad el Guern
Harakate
Had Abdallah Rhiate
Tameslohte
Guemassa
Qumnass
Tahanaoute
Tnine Ourika
Ihenach
Zaouia n'Ait Tassiouine
Zerektèn
Arba Tirhedouine
Tadderte
Toufliat
Issoual
Toufrhine
Aguerzegga
Akimakh
Amizmiz
Azgour
Tagadirt n'Bou
J. Tidili
J. Erdouz
Bou Tazoult
Tourhat
Ait Bennaddou
Tizi n'Test
Aguersafou
Tafinegoult
Aoufour
Aoulouz
Tassoumate
Aguerd n'Ougadir
Tachrokchte
Askaoun
Tarhdoute
Nekob
Ait Amzane
Irhels
Tikka
Tidzi
Tioura
Asgaouz
Aguelmous
Irherm n'Ougdal
Ait Souai
Tine Melo
Tijricht
Toukak
Moulikh
Ait Ouirn
Rahhal
Tarhia n'Ait Mneda
Taraste
Abadou
Ait Tamlil
Ait Ourgan
Ait Ketlane
Animiter
Telaout
Aguerzegga
Tnine des Oudaya
Zouine
Oued
Moulay
Nfiss
Brahim
Assif Tifnoute
Assif el Melah
Assif Ifni
Assif Tizi n'Test
Assif Tizi n'Tichka
Assif Ait Ouirn
Assif Ait Ignan
Assif Tarhdoute
Assif Nekob
Assif Ait Amzane
Assif Irhels
Assif Issouane
Assif Issoual
Assif Ait Tamlil
Assif Ait Ketlane
Assif Ait Ourgan
Assif Ait Souai
Assif Ait Bennaddou
Assif Tikka
Assif Tourhat
Assif Aguerzegga
Assif Aguersafou
Assif Tafinegoult
Assif Aoufour
Assif Aoulouz
Assif Tassoumate

Ya en la vertiente sur, tras cruzar por un pequeño puente el assif n´Tifnout, se entra en el valle del assif n' Moursayne hacia el lago de Ifni por una pista de tierra. El valle es de laderas escarpadas, la derecha norte, en sus 3 km iniciales con cultivos de frutales; nogales, manzanos, pequeñas huertas y tres aldeas a favor de un canal a media ladera.

Al final de la zona habitada, cota 2.000 m, desaparecen los cultivos y la vegetación. El fondo del valle es muy estrecho y las laderas N y S son de fuerte pendiente. El frente está obstruido transversalmente de forma completa por un relieve que impide visualizar la continuidad del valle más allá.

Tras 400 m de ascenso, ya desde la zona alta de dicha obstrucción, se visualiza el lago de Ifni. Sorprendentemente, el valle, continúa varios kilómetros hacia el Oeste con cumbres de montañas en ambas laderas de alturas entre 3.000 y 4.000 m.

Acceso por el Oeste Tizi n’ Tes. Cabecera del assif Sous (assif TIFNOUT)

PUENTE SOBRE EL ASSIF TIFNOUT

ALDEA EN LA LADERA NORTE

Relieve transversal, que cierra el valle.
Los bloques a la izquierda, centro y
fondo del valle, están aproximadamente
en la cota 2.000 m

VALLE DEL ASSIF n' MOURSAYNE DESDE EL ESTE DEL LAGO

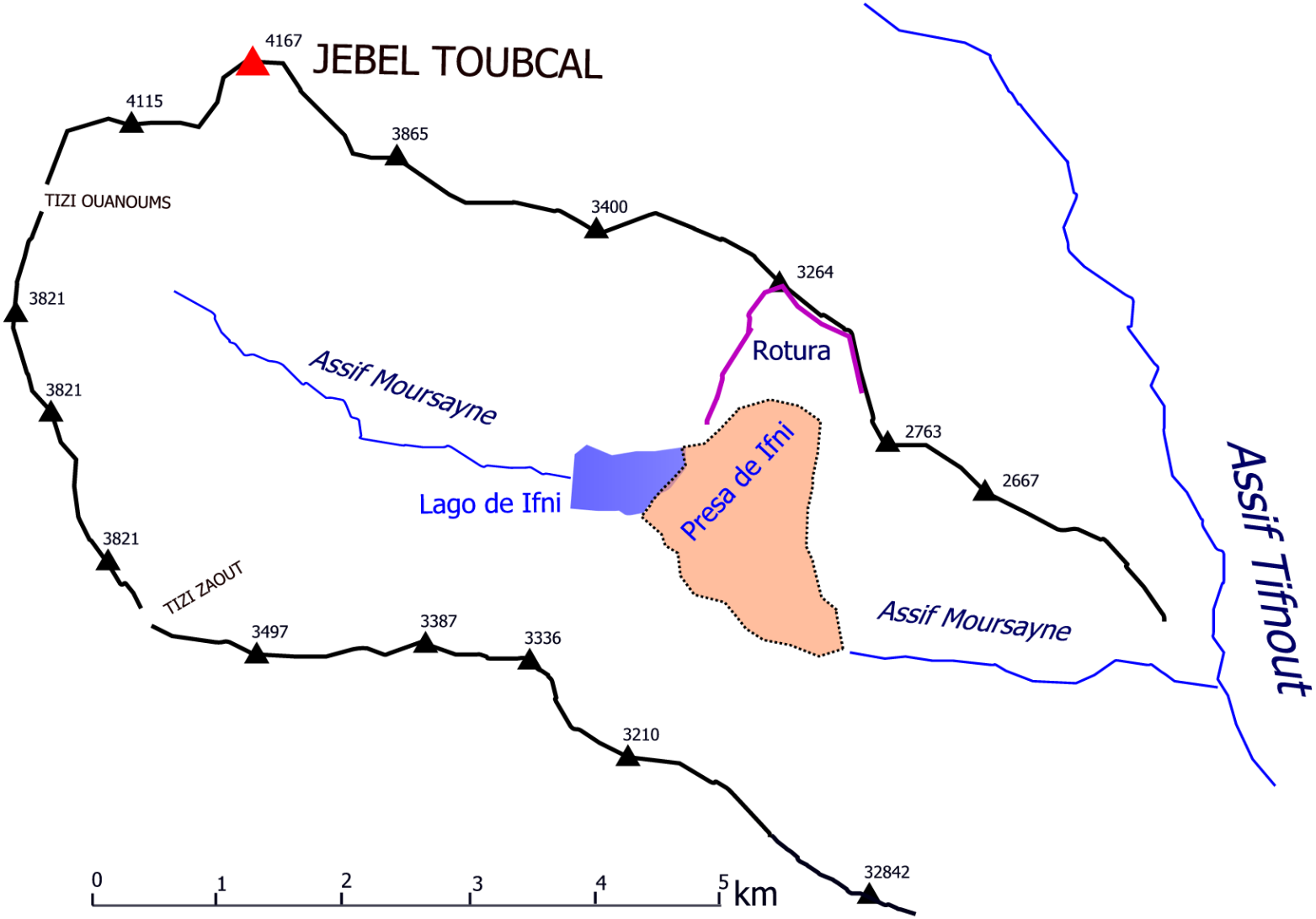
OBSTRUCCIÓN DEL VALLE (DESLIZAMIENTO) DESDE AGUAS ARRIBA

La coronación del cierre del valle se encuentra entre las cotas 2.420-2.450 m.

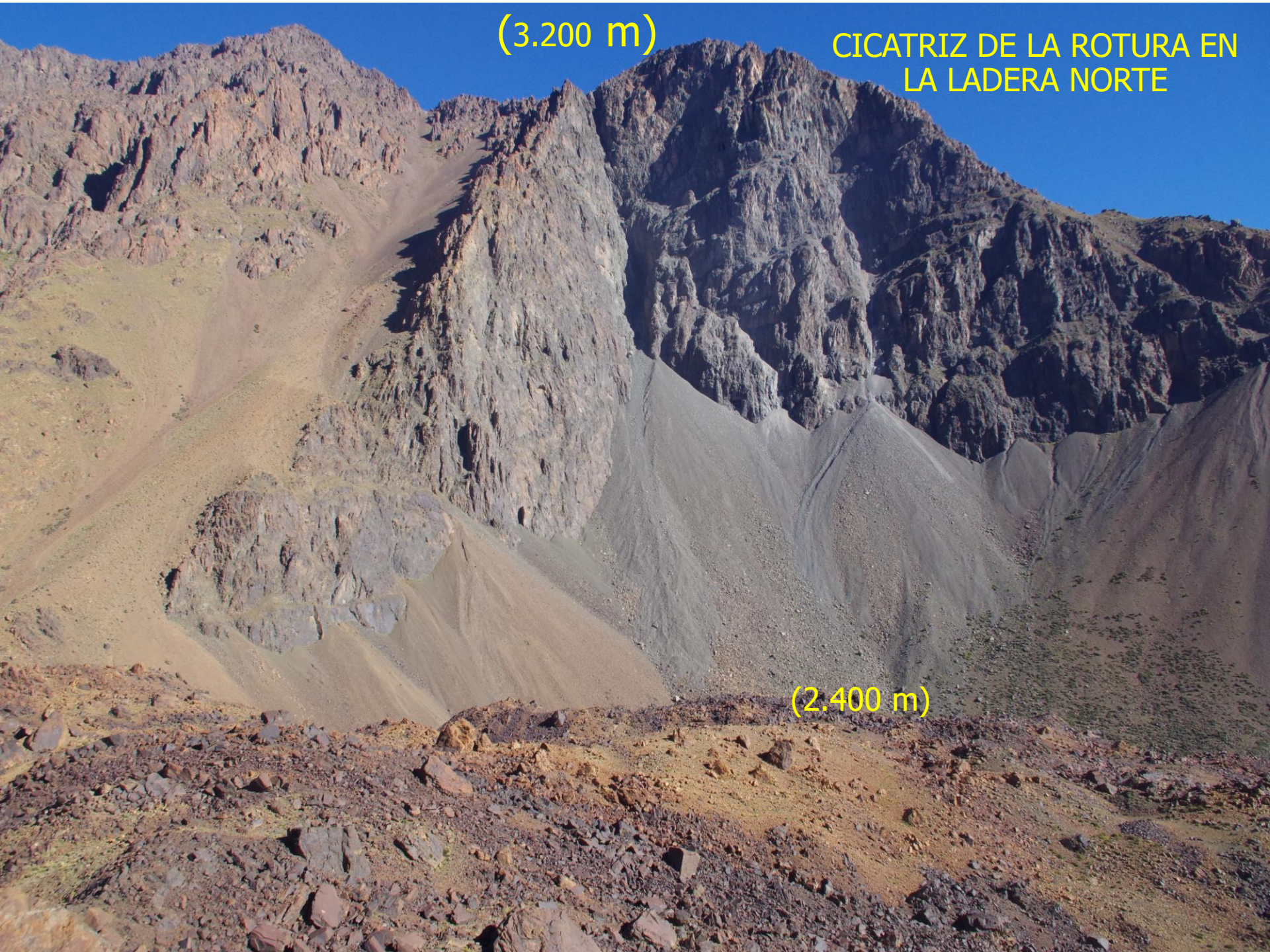
Al norte de ella, la ladera presenta un fuerte entrante de casi un kilómetro de fondo por 800 m de anchura, con un frente muy escarpado de altura superior a los 500 m.

El origen de dicho entrante, es una gran rotura en la ladera: un gran deslizamiento de roca.

Los materiales deslizados, procedentes de la rotura, originaron una violenta avalancha de fragmentos de roca. Deslizamiento que obstruyó el valle transversalmente, y lo cerró aguas abajo, creando la presa de Ifni.



CROQUIS DEL VALLE: Situación del lago de Ifni, la rotura en la ladera (rock slide) y la avalancha o deslizamiento (presa de Ifni).

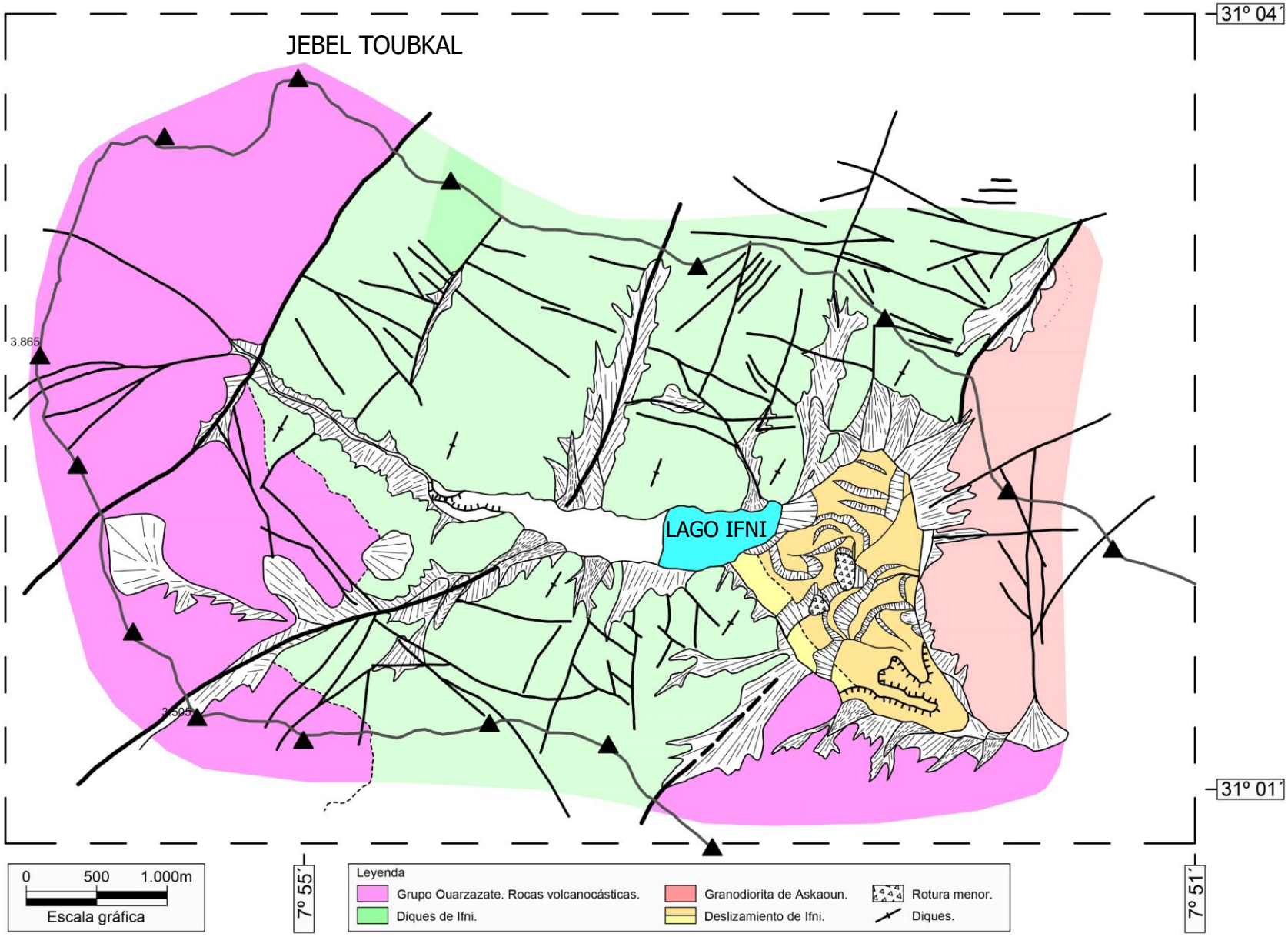

(3.200 m)
CICATRIZ DE LA ROTURA EN
LA LADERA NORTE
(2.400 m)

Las montañas en la cabecera del valle, al oeste y gran parte de la ladera derecha sur, están formadas por rocas de la unidad *Super Grupo Ouarzazate*. Rocas volcánicas, tobas, aglomerados volcánicos, coladas, igminbritas, de coloraciones muy obscuras, basaltos andesitas, o tonos algo más claros, pardos morados o granate, riolitas.

En el extremo este del valle, ladera norte, afloran rocas plutónicas, la *granodiorita de Askaoum,* y en la ladera sur de nuevo las rocas volcánicas del *Super Grupo Ouarzazate*.

La zona central del del valle, está ocupada por un enjambre de diques paralelos y subverticales -*Diques de Ifni*- de potencias de hasta 35 m. Configuran ambas laderas, desde el fondo del valle hasta las cumbres de las montañas. La potencia total de esta unidad, entre la falla situada al Este del Jebel Toubkal a la granodiorita de Askaoum, es de 5 km.

ESQUEMA GEOLOGICO DEL VALLE ASSIF MOURSAYNE

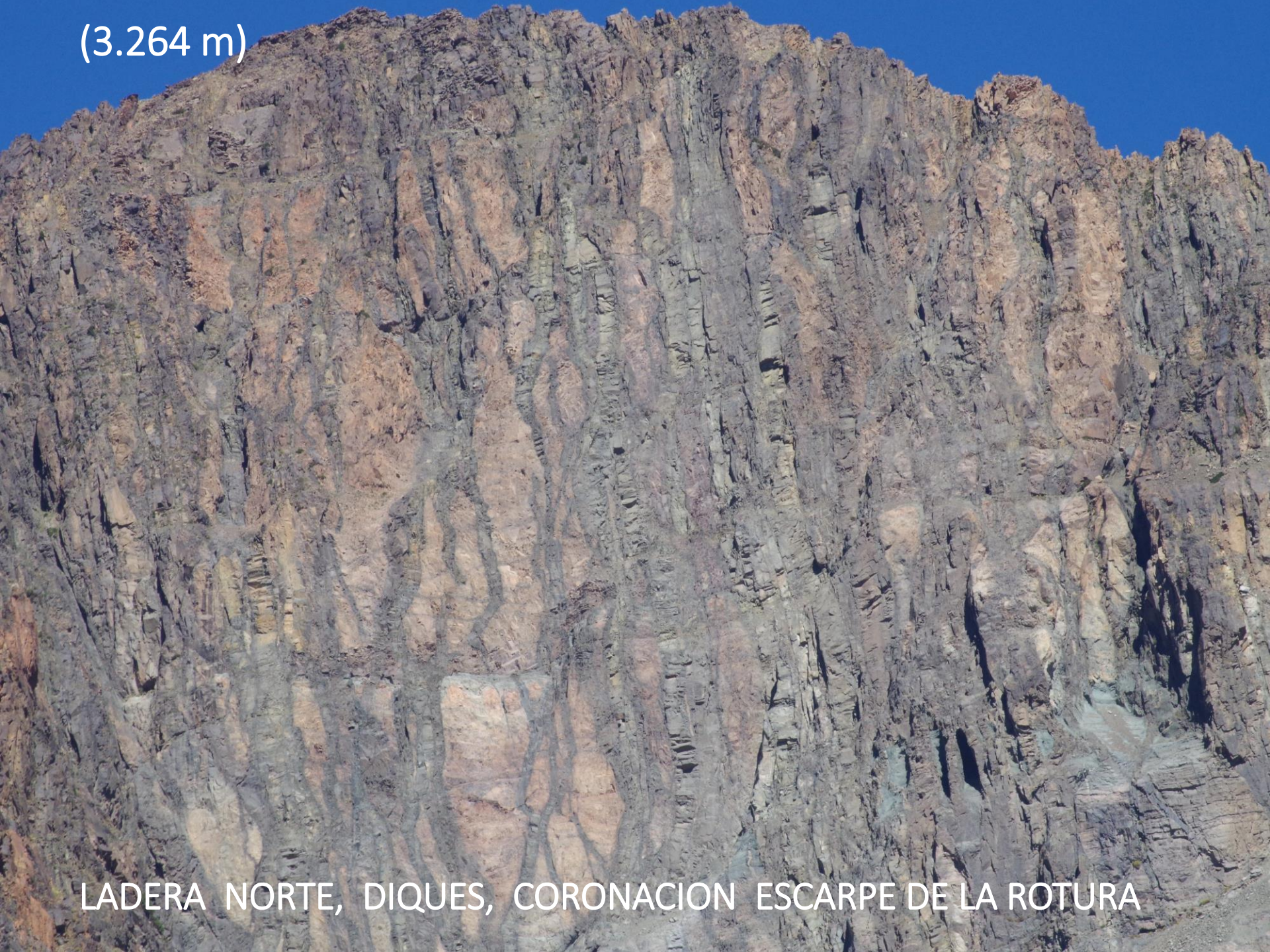


LADERA SUR (Adrar Bou Ouzzal 3.860 m.)
Supergrupo OUARZAZATE

Ladera Sur (Igger n’ Abdeli 3.821 m.)
Supergrupo OUARZAZATE

LADERA SUR. (cumbre 3.684 m.)
SUPERGRUPO OUARZAZATE

LADERA SUR (CUMBRE 3.336 m.)
ENJAMBRE DE DIQUES DE IFNI


(3.264 m)
LADERA NORTE, DIQUES, CORONACION ESCARPE DE LA ROTURA

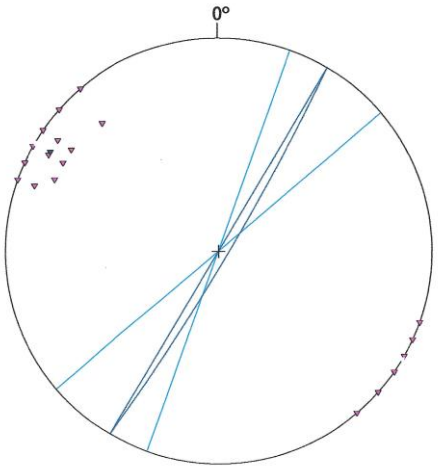
(3.264 m)
LADERA NORTE, DIQUES DE INFI EN TODA LA ALTURA

LADERA NORTE, DIQUES EN EL BORDE DEL LAGO

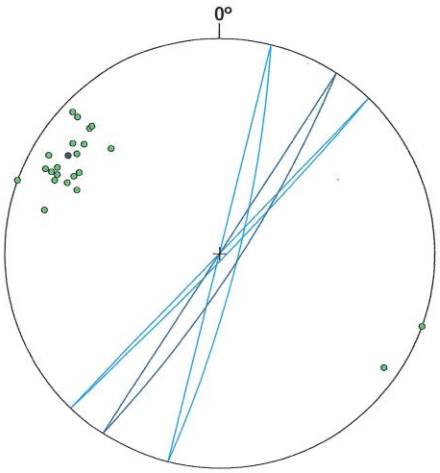
LADERA NORTE, DIQUES DE IFNI

DIQUES POTENTES EN LA CABECERA DEL VALLE
DOS CABRAS EN LA SOMBRA
(BLANCA Y NEGRA)

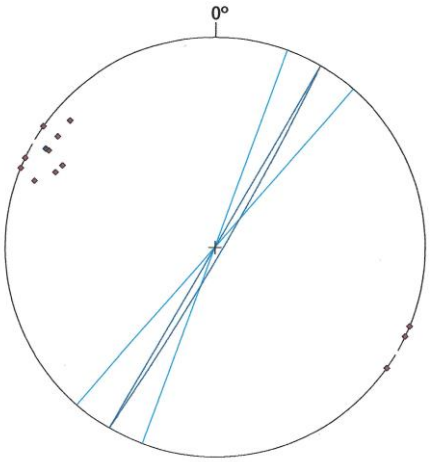
MARGEN IZQUIERDA

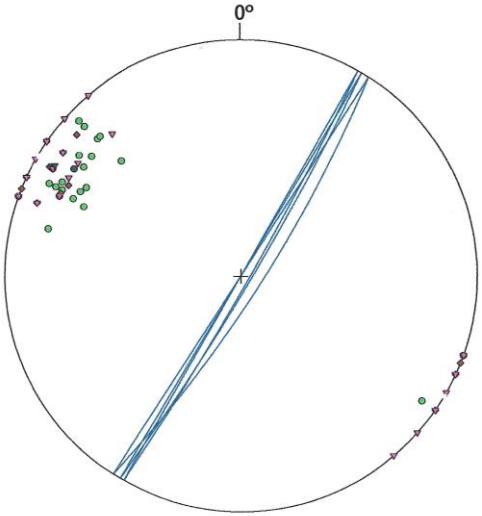


MARGEN DERECHA



CABECERA DEL VALLE





DIRECCIONES MEDIAS Y TODAS LAS MEDIDAS

DIRECCION DE LOS DIQUES MEDIDOS EN EL VALLE

Los diques del "Enjambre de Ifni", presentan grupos de fracturas menores, juntas "Jb" transversales a los diques, con buzamientos bajos (0º a 20º) al exterior de las laderas. Su espaciado en la vertical y dimensión horizontal, es muy variable. Se dan dos situaciones extremas:

- Espaciando de cm-dm, dimensión limitada a la anchura de un dique. En tramos de ladera de muy fuerte pendiente originan un vaciado de la "caja" del dique, por desprendimiento de fragmentos de roca del dique afectado, que deja un surco o entrante muy evidente en la ladera.
- Espaciados de 5 m a 100 m, dimensiones de 30 m a 500 m. En combinación con juntas subverticales, o con buzamientos altos, dan origen a formas escalonadas de las laderas. Escalones que acumulan o retienen caídas de piedras y quedan total o parcialmente cubiertas de derrubios. Estos escalones son los únicos caminos practicables, longitudinalmente, en las laderas para personas y ganado.

JUNTAS TRANSVERSALES A LOS DIQUE
CON BUZAMIENTO BAJO AL SUROESTE

JUNTAS TRANSVERSALES A LOS DIQUES CON
BUZAMIENTO BAJO

JUNTAS TRANSVERSALES A LOS DIQUES CON
BUZAMIENTO BAJO

EN ESQUEMA, LA ESTRUCTURA DEL VALLE ES LA SIGUIENTE

Las rocas del Super Grupo Ouarzazate, "*buzan*" al SW con inclinaciones bajas. La rotura en la ladera norte no afecta a estos materiales.

Los diques del Enjambre de Ifni, son subverticales con dirección media N31º, presentan grupos de fracturas transversales con buzamientos bajos (0º a 20º); en la ladera N buzando al S-SW.

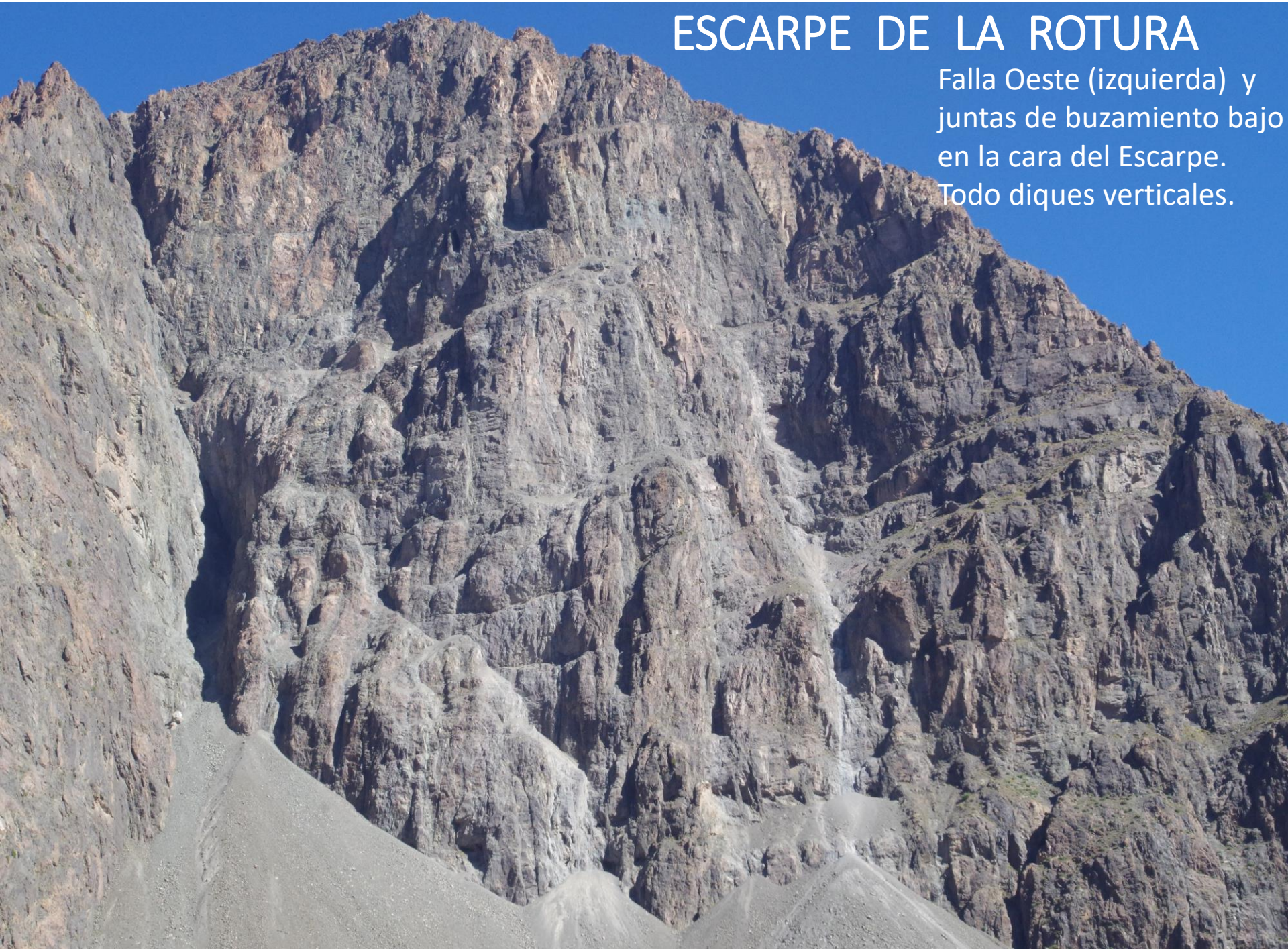
Las fallas que existen pueden agruparse en tres conjuntos de direcciones: N-NE (10º-50º); E-SE (100º-120º); SE (130º-150º).

Existen tres fallas de dimensiones kilométricas con direcciones N-NE y buzamientos altos al E-SE: una al este del Toubkal, en la zona media del valle y otra al oeste de la granodiorita de Askaoum.

Los mecanismos de las roturas en laderas con rocas de resistencias medias a muy altas, están controladas por la presencia de discontinuidades mecánicas con orientaciones desfavorables respecto a la geometría de la ladera. Estas estructuras son siempre determinantes en la estabilidad general o local.

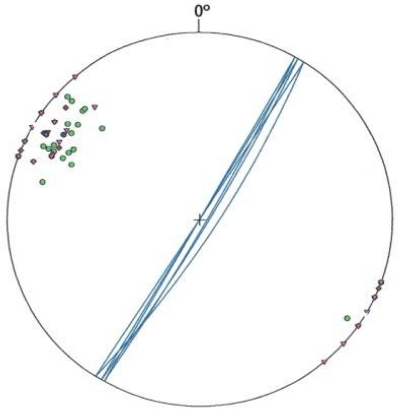
En el deslizamiento de rocas de Ifni la estructura de la ladera norte es la que marca los límites de la rotura.

- Sistemas de fallas regionales transversales a la ladera, definen lateralmente la rotura; falla W y falla E.
- Juntas Jb con bajo buzamiento hacia el exterior de la ladera, definen el plano de deslizamiento.
- Juntas de fuerte buzamiento Je, paralelas al sistema de fallas N 100º-120º, y juntas de bajo buzamiento Jb configuran, como superficie de despegue, el escarpe de la rotura.


ESCARPE DE LA ROTURA
Falla Oeste (izquierda) y
juntas de buzamiento bajo
en la cara del Escarpe.
Todo diques verticales.

Vista general de la caja de la roturra
* Falla Oeste (izquierda).
* Escarpe, con juntas de bajo ángulo.
* Falla Este, lado derecho bajo el coluvión.
Falla Este

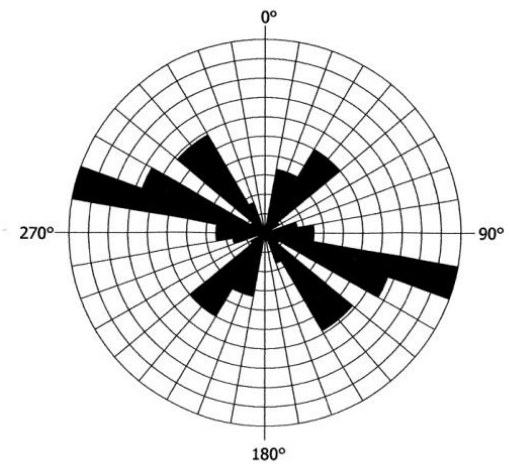
Diques		
Ladera	Dir.Buz (º)	Buz. (º)
Izquierda	121 110 - 140	86 78 - 90
Derecha	122 108 -134	80 70 - 90
Cabecera Valle	120 110 -125	86 79 - 90
Todos	121	83
	110 - 140	70 - 90

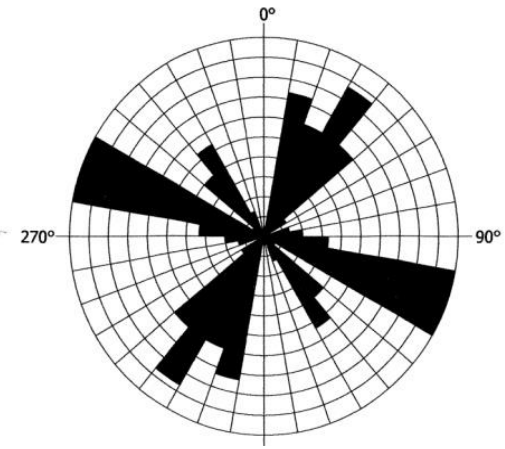


PLANOS MEDIOS DE LOS DIQUES

Fallas Ladera Izquierda		
	Dirección (º)	
Falla	Por Numero	Por Longitud
A	21,5	16,9
	11 - 29	11 - 29
B	38,9	37,7
	30 - 49	30 - 49
C	108	109,4
	101 - 118	101 - 118
D	139,5	140,4
	129 - 149	129 - 149

FALLAS LADERA IZQUIEDA

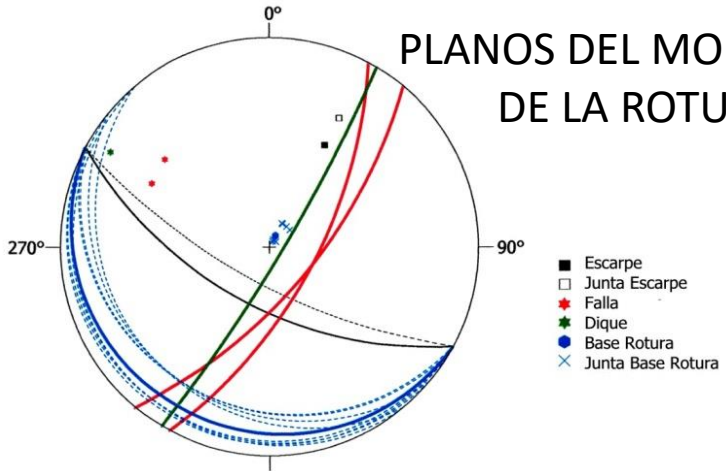




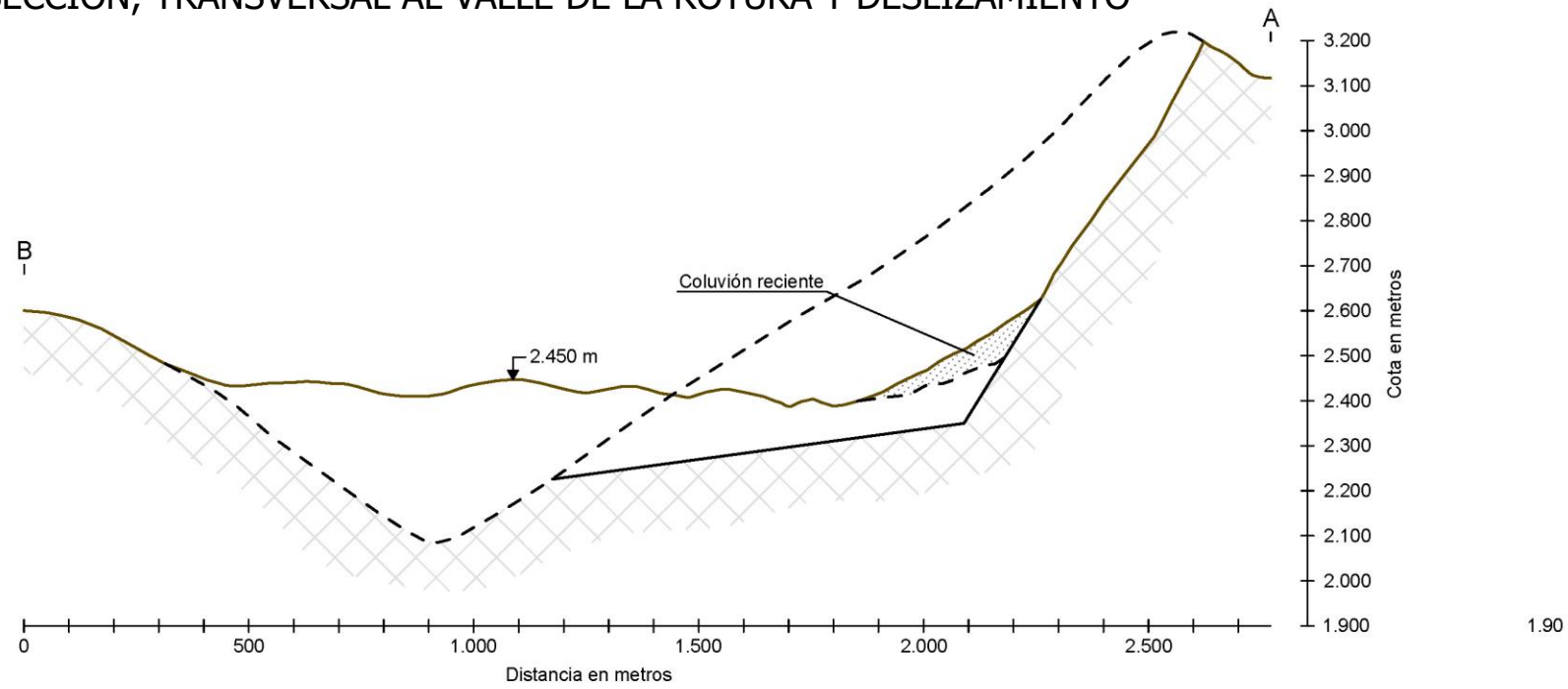
PLANOS DEL MODELO DE CALCULO

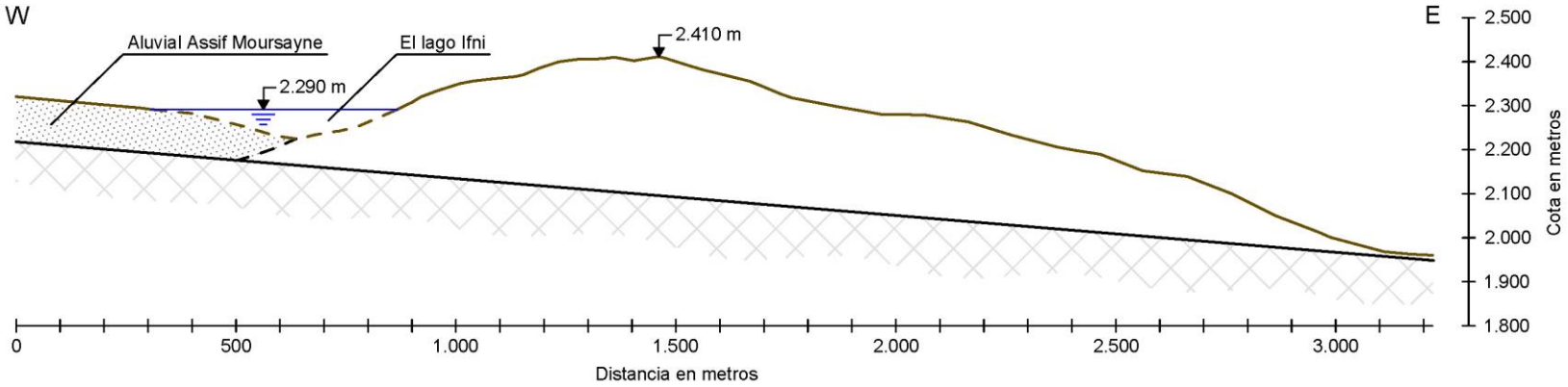
Denominación	Dir.Buz	Dir.	Buz.
T Escarpe	208,5	118,5	58,0
W Falla Oeste	130,0	40,0	66,0
E Falla Este	118,5	28,5	68,0
B Base Desli.	208,5	118,5	7,5
JE Junta Escarpe	208,5	118,5	70,0

PLANOS DEL MODELO DE LA ROTURA



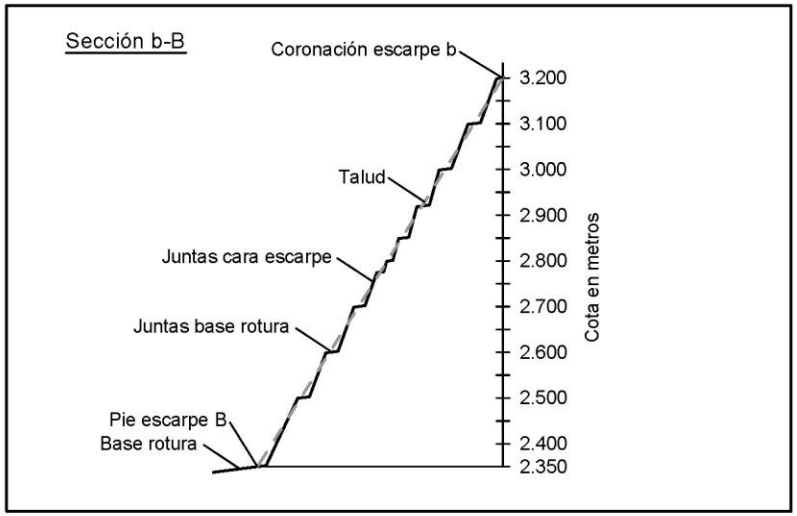
SECCIÓN, TRANSVERSAL AL VALLE DE LA ROTURA Y DESLIZAMIENTO

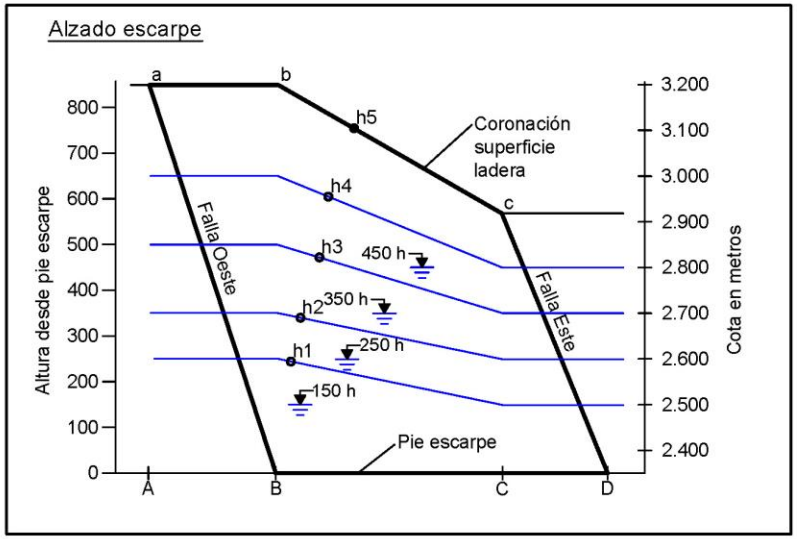


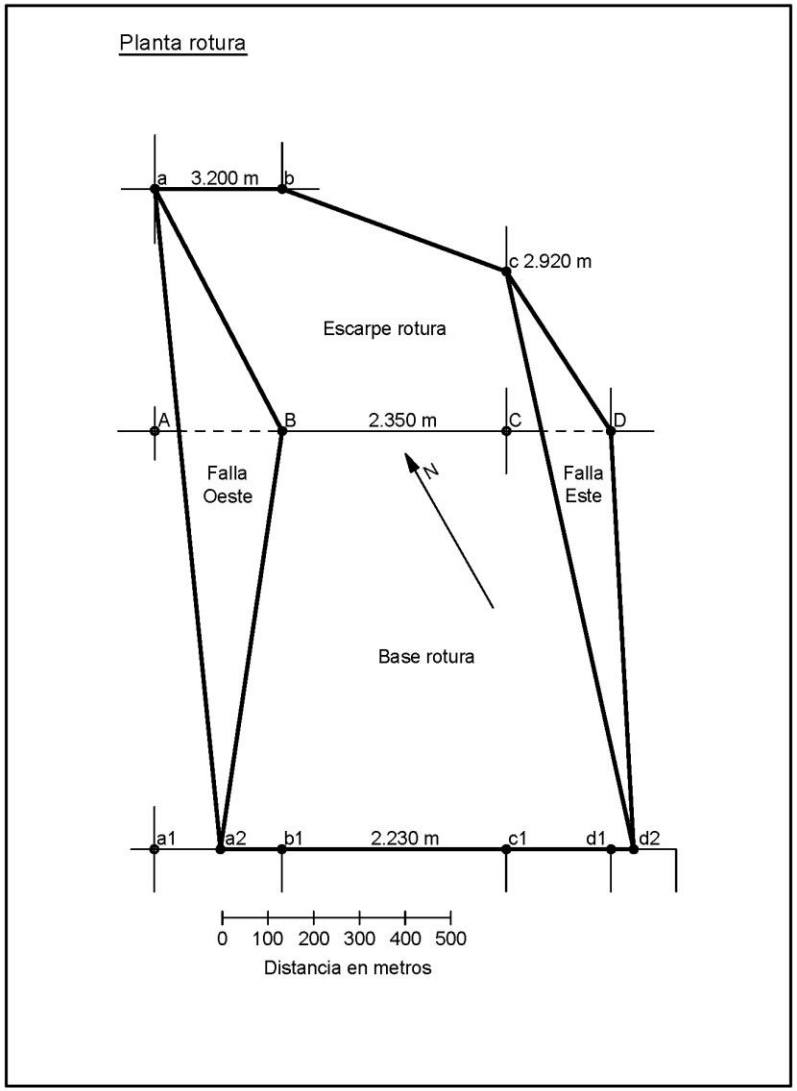


SECCIÓN DEL DESLIZAMIENTO SEGÚN EL VALLE

Geometría de la rotura. Planta. Alzado del escarpe con indicación de los niveles piezométricos en cálculos de estabilidad. Sección del escarpe.







Deslizamiento del lago de Ifni.

Volumen de la rotura en roca	234.500.000	m3
Volumen del deslizamiento.	289.860.000	m3
Longitud del deslizamiento según el valle	2.400	m
Máximo espesor del deslizamiento	310	m
Altura del deslizamiento aguas arriba	240	m (*)
Altura del deslizamiento aguas abajo	460	m

(*) 120 m sumergidos bajo el agua del lago

Realizando un análisis retrospectivo de la rotura como un bloque monolítico deslizando sobre un plano, es evidente que: la inclinación del plano de deslizamiento de la rotura de Ifni (7,5º) es muy inferior al intervalo de valores *esperables* del ángulo de fricción de discontinuidades en rocas subvolcánicas (30º-50º).

La rotura se ha producido. Luego se precisan fuerzas adicionales para que el bloque sea inestable. La primera consideración que puede realizarse son fuerzas debidas al agua.

En esta vertiente del Atlas la nieve es un meteoro anual en alturas superiores a 2.000 m. Su fusión es la base de la recarga de los manantiales y las aportaciones de agua al lago y valle.

Se consideran niveles piezométricos a diferentes alturas en la ladera y el escarpe de la rotura, subparalelos a la superficie del terreno (h1 a h5) y también horizontales (h150 a h450).

Figura 1

FUERZAS QUE ACTÚAN SOBRE EL BLOQUE

W. Peso de la roca.

U. Subpresion <u>total</u> del agua

FUERZA RESULTANTE **R** Y SUS COMPONENTES

R. Resultante, suma de W+R

N. Normal al plano de deslizamiento

S. Fuerza desestabilizadora

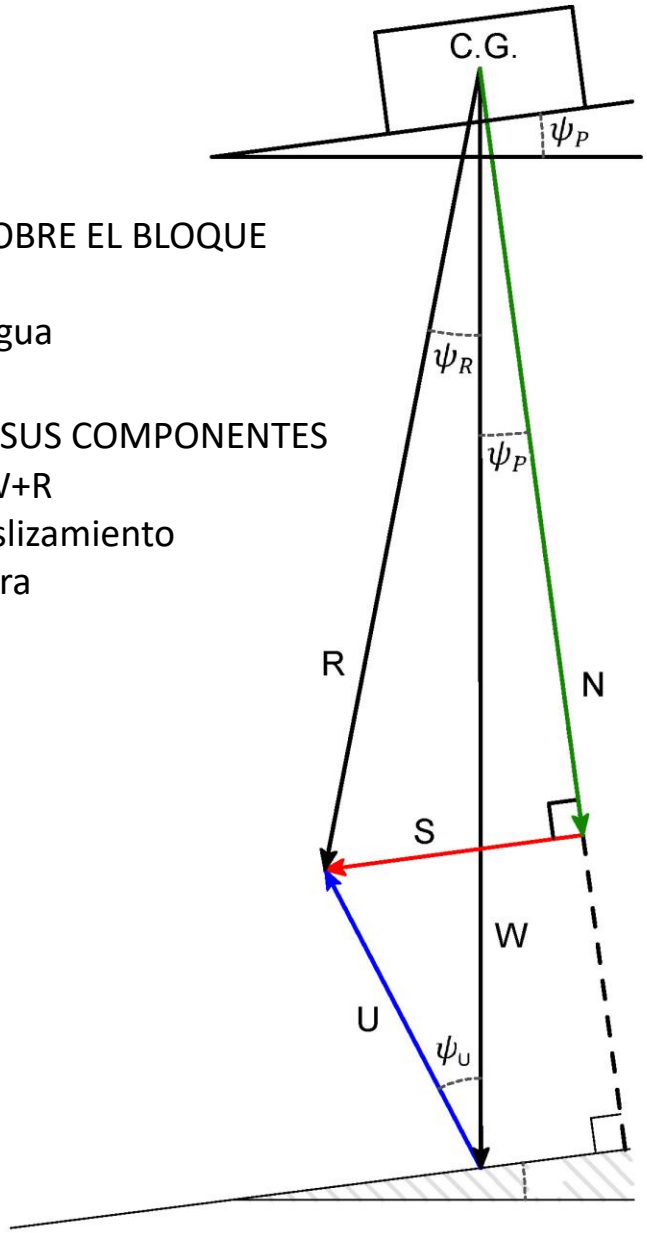


Figura 2

INFLUENCIA DE NIVELES PIEZOMETRICOS
EN EL ESCARPE CADA VEZ MÁS ALTOS
FUERZA DEL AGUA U1 a U5

1) Aumento de la fuerza desestabilizadora **S**
2) Reducción de la fuerza normal **N**

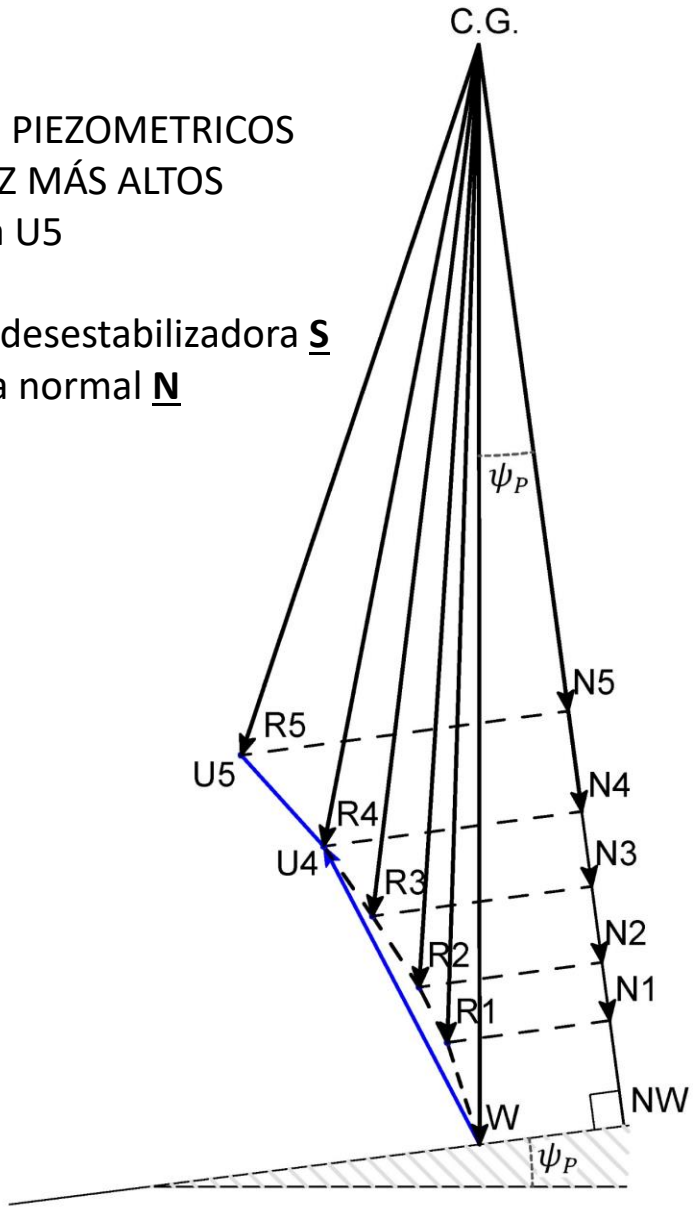
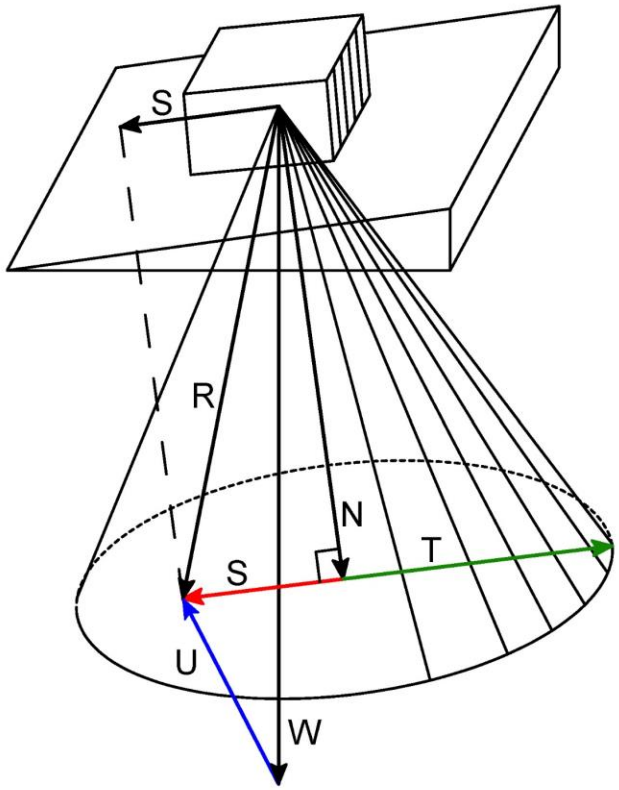
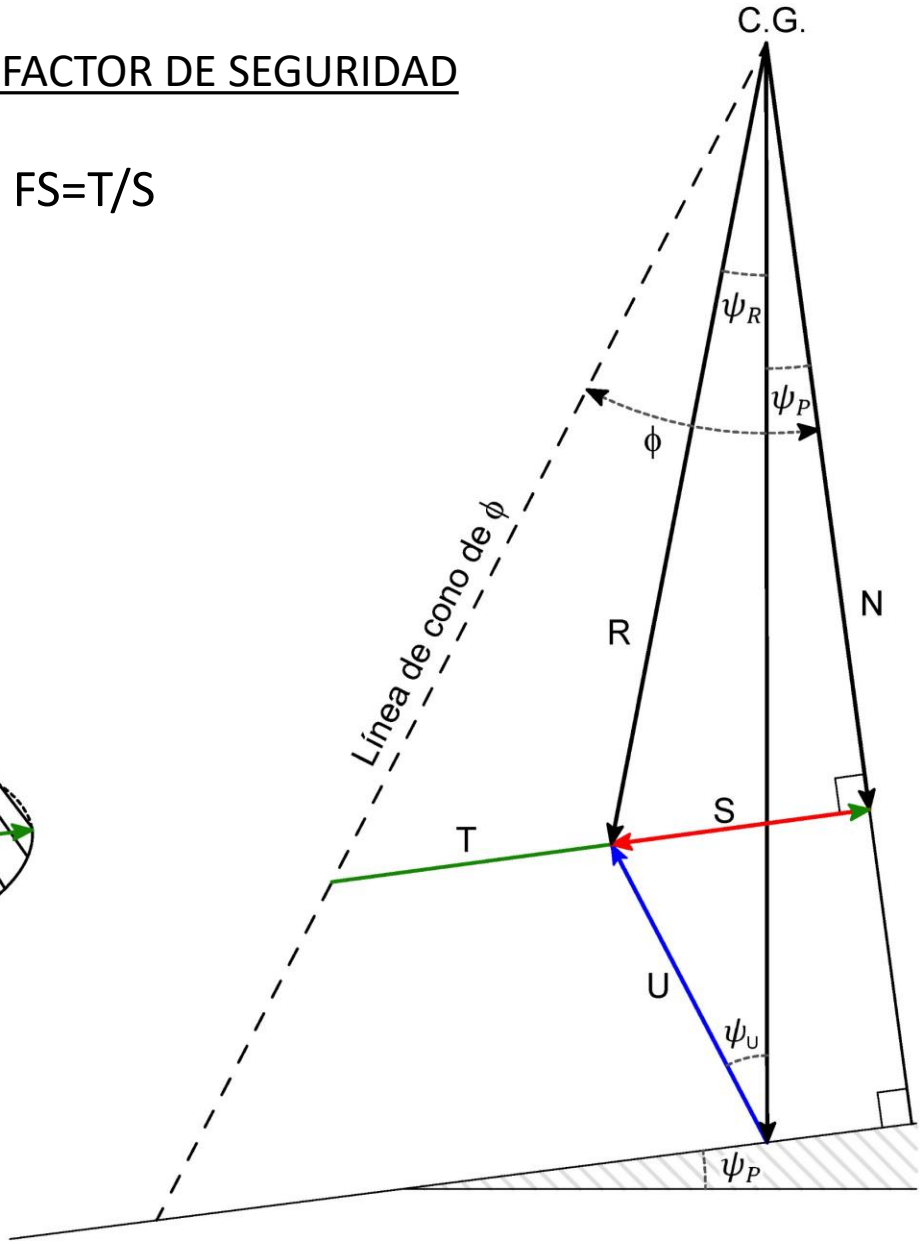


Figura 3

CALCULO DEL FACTOR DE SEGURIDAD

FS=T/S

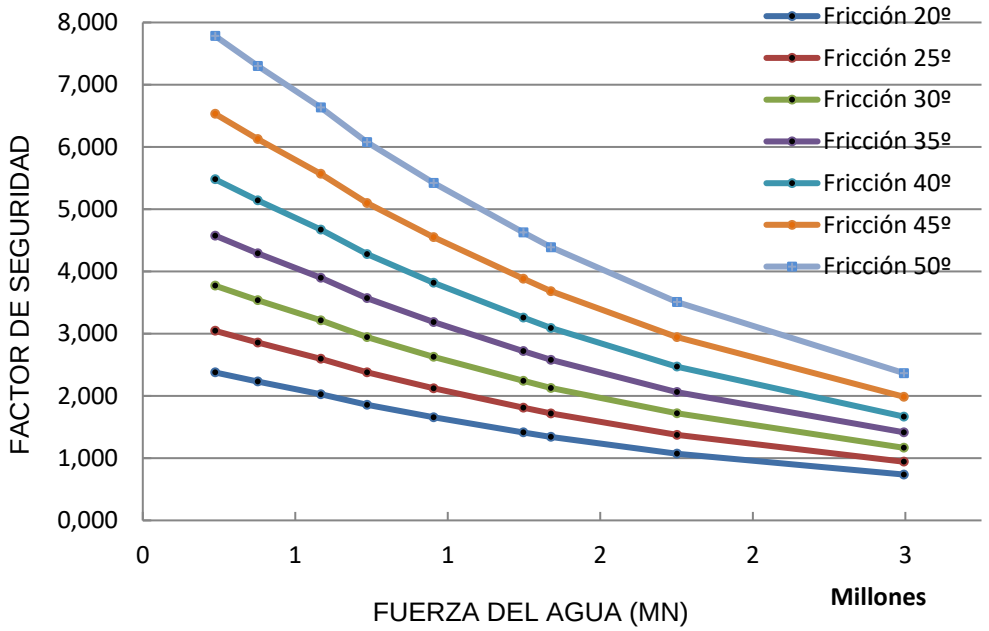




FACTOR DE SEGURIDAD CON DIFERENTES NIVELES PIEZOMETRICOS Y VALORES DEL ÁNGULO DE FRICCIÓN ENTRE 20º Y 50º

Caso	Fuerza Agua (MN)	Factor de Seguridad						
		Fricción 20º	Fricción 25º	Fricción 30º	Fricción 35º	Fricción 40º	Fricción 45º	Fricción 50º
h1 V	2.745.539	0,735	0,942	1,166	1,414	1,666	1,985	2,366
h2 V	2.001.386	1,071	1,372	1,720	2,061	2,469	2,943	3,507
450 V	1.588.244	1,340	1,717	2,126	2,578	3,089	3,682	4,388
h3 V	1.497.873	1,413	1,810	2,241	2,718	3,257	3,882	4,626
350 V	1.203.859	1,656	2,121	2,626	3,185	3,817	4,549	5,421
h4 V	985.291	1,856	2,377	2,944	3,570	4,278	5,098	6,076
250 V	833.655	2,026	2,596	3,214	3,898	4,671	5,566	6,634
h5 V	627.286	2,229	2,856	3,536	4,289	5,140	6,125	7,300
150 V	487.353	2,377	3,045	3,771	4,573	5,480	6,531	7,783

Inestable Rotura
Factor de seguridad < 1,5
Factor de seguridad en el intervalo de fricción considerado



CON LOS VALORES DE CÁLCULO MAS PROBABLES -*FRICCIÓN EN EL PLANO DE DESLIZAMIENTO ENTRE 35º-45º*- Y LOS NIVELES PIEZOMETRICOS ALTOS CONSIDERADOS, LOS FACTORES DE SEGURIDAD OBTENIDOS NO JUSTIFICAN LA ROTURA EXISTENTE.

SE PRECISA UNA FUERZA ADICIONAL PARA PRODUCIR LA ROTURA: UN SISMO.

ES NECESARIO INTRODUCIR EN EL CÁLCULO, UNA FUERZA "*SEUDO-ESTÁTICA*" ADICIONAL ORIGINADA POR UN SISMO, QUE LLEVE LA UNIDAD ANALIZADA A LA ROTURA, LÍMITE DEFINIDO POR UN FACTOR DE SEGURIDAD =1.

EN AUSENCIA DE ENSAYOS DE LABORATORIO, LOS VALORES DEL ÁNGULO DE FRICCIÓN -38º Y 44º- QUE FINALMENTE SE CONSIDERAN EN LOS CÁLCULOS, SE HAN ESTIMADO DE FORMA APROXIMADA POR EL METODO DE BARTON BANDIS, PARTIENDO DE OBSERVACIONES REALIZADAS SOBRE FRACTURAS EN EL TERRENO.

SE CONSIDERA ESA HORQUILLA DE VALORES PARA CALCULAR EL INTERVALO "POSIBLE" DE LAS FUERZAS SÍSMICAS CRÍTICAS, Y LAS ACELERACIÓNES SÍSMICAS CRÍTICAS, EN UNIDADES (g) ACELERACIÓN DE LA GRAVEDAD.

DE LAS FUERZAS ASÍ CALCULADAS SE DEDUCEN, LA "*ACELERACIÓN CRÍTICA HORIZONTAL*" Y LA "*ACELERACIÓN CRÍTICA MÍNIMA*", INTERVALO DE VALORES DE LA ACELERACIÓN SÍSMICA, QUE PUEDE HABER ORIGINADO LA ROTURA.

Ficción de cálculo según la tensión normal, (Barton-Bandis).

Variación de Øb en publicaciones

Øb (º)	30,000	36,000

Fricción residual Ør=(Øb-20)+20*(r/R)

JCS (MPa)	r	r/R	Ør (º)	Ør (º)
200,000	54	1,000	30,000	36,000
150,000	48	0,889	27,778	33,778
100,000	41	0,759	25,185	31,185
80,000	37	0,685	23,704	29,704
70,000	35	0,648	22,963	28,963
60,000	32	0,593	21,852	27,852
50,000	29	0,537	20,741	26,741

Fricción de cálculo según la tensión normal Ø =Ør+JRC*lg(JCS/σn)

	Øb (º)	30,000	36,000
	JRC	10,000	10,000
	JCS	100,000	100,000
	Ør (º)	25,185	31,185
Nivel Piezom.	σn (MPa)	*Ø (º)*	*Ø (º)*
h5	4,491	38,662	44,662
h4	5,199	38,026	44,026
h3	5,703	37,624	43,624
h2	6,232	37,239	43,239
h1	6,614	36,981	42,981
h 450	5,614	37,693	43,693
h 350	6,003	37,401	43,401
h 250	6,390	37,130	43,130
h 150	6,766	36,882	42,882
Variación de Ø según σn		1,780	1,780
Ø de cálculo (con σn agua h3-h4)		38	44

CÁLCULO DE LA FUERZA CRÍTICA ***Fc*** y ACELERACIÓN CRÍTICA ***Kc***

FUERZA CRÍTICA MÍNIMA (SOLO Ø)

$\psi_S = \phi - \psi_P$

$\alpha_1 = \phi - \psi_R - \psi_P$

$\alpha_2 = 90 - \phi + (\phi - \psi_P) + \psi_P = 90$

$F_{c\phi m} = R * Sen(\phi - \psi_R - \psi_P) = R * Sen(\alpha_1)$

$F_{c\phi m} = K_{cm} * W$

$K_{cm} = \frac{F_{c\phi m}}{W}$

FUERZA CRÍTICA HORIZONTAL (SOLO Ø)

$\psi_S = 0$

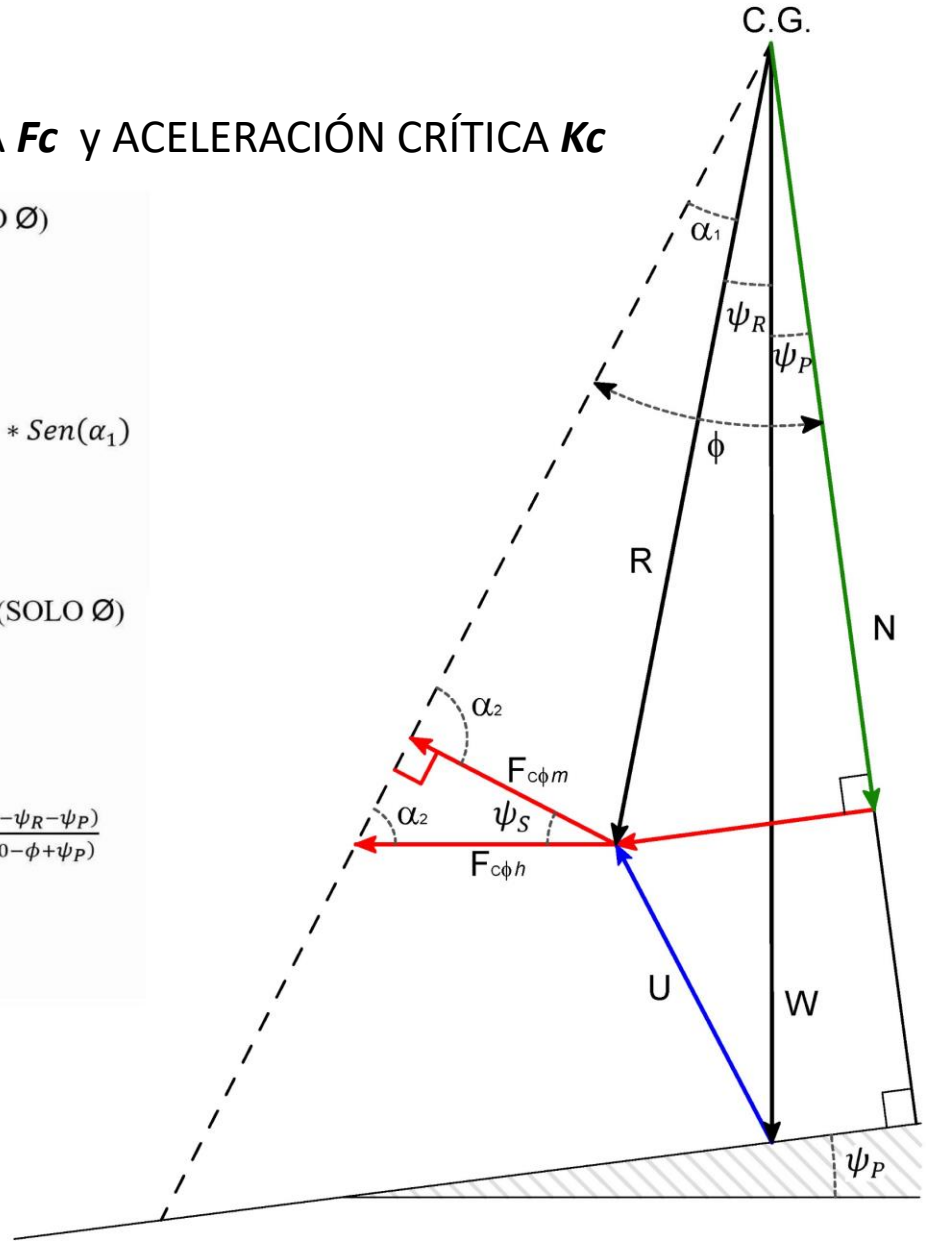
$\alpha_1 = \phi - \psi_R - \psi_P$

$\alpha_2 = 90 - \phi + \psi_P$

$F_{c\phi h} = R * \frac{Sen(\alpha_1)}{Sen(90 - \phi + \psi_P)} = R * \frac{Sen(\phi - \psi_R - \psi_P)}{Sen(90 - \phi + \psi_P)}$

$F_{c\phi h} = K_{ch} * W$

$K_{ch} = \frac{F_{c\phi h}}{W}$



PESO DE LA ROTURA 6.554.000 (MN)

Casos considerados

Ø (agua h3-h4)	38º	44º

Factor de Seguridad (sin sismo)

F.S.	3,033	3,748

Fuerza Sismica Critica Horizontal y Mínima (MN)

F.Sismica.Hor.	2.427.831	3.212.076
F.Sismica.Min.	2.091.893	2.582.047

Aceleración Crítica Horizontal (ach) y Mínima (acm)

ach	0,370	0,490
acv	0,000	0,000
acm	0,319	0,394
acmh	0,275	0,317
acmv	0,162	0,234

LAS ACELERACIONES CRÍTICAS OBTENIDAS, PARA LA HORQUILLA DE VALORES CONSIDERADOS, CORRESPONDEN A UN SISMO DE NIVEL CATASTRÓFICO.

EN SU DESPLAZAMIENTO AL VALLE LA AVALANCHA DE ROCAS MOVILIZADAS EN LA LADERA FRAGMENTÓ LA ROCA, DE TAMAÑOS DE DECENAS DE METROS CÚBICOS A TAMAÑOS ARENA O GRAVA.

LA DINÁMICA DEL DESPLAZAMIENTO CONCENTRÓ LOS BLOQUES MAYORES EN LA SUPERFICIE DEL DESLIZAMIENTO -CAPARAZÓN DE BLOQUES- EL NÚCLEO DE FRAGMENTOS MENORES QUEDO EN LAS ZONAS INFERIORES Y EN SU FRENTE, AL PIE DE LA LADERA SUR.

CON EL CIERRE DEL VALLE, SE INICIA EL LLENADO DEL LAGO. ELLO, UNIDO A LA PRECARIA INESTABILIDAD DEL DESLIZAMIENTO INICIAL, DIÓ LUGAR A DEFORMACIONES EN ÉL DE ACOMODACION. ASENTAMIENTOS GENERALES IMPORTANTES, CON EXHUMACIÓN DE UN GRAN HUMMOCKY CENTRAL, Y ROTURAS TANTO AGUAS ARRIBA COMO AGUAS ABAJO.

* AGUAS ABAJO DOS ROTURAS MAYORES CON ESCARPES DE 80 A 110 m DE ALTURA CON NUMEROSAS DEFORMACIONES MENORES.

* AGUAS ARRIBA, UNA GRAN ROTURA CON UN ESCARPE DE MAS DE 120 m DE ALTURA QUE TRASLADÓ AL FONDO DEL LAGO LA MAYOR PARTE LOS MATERIALES INVOLUCRADOS.

FILTRACIONES DE AGUAS DEL LAGO EROSIONARON -DE FORMA NOTABLE- EL PIE DEL DESLIZAMIENTO AL ESTE; QUE EN LOS MOMENTOS INICIALES DEBIÓ TENER EN ESA ZONA MUY FUERTE PENDIENTE.

Cerro Negro (2.540 m),
hummocky de roca en el
centro del deslizamiento

Cerro Negro. Gran fragmento de diques del escarpe de decenas de metros, punto más alto del deslizamiento.

A la izquierda y centro de la imagen, escarpe de 110 m de altura, en la posrotura interna más alta en el deslizamiento, lado aguas abajo del valle.

Lado aguas abajo del valle.
Posrotura en el deslizamiento.
Escarpe en su zona superior.

Uno de los grandes bloques
en el caparazón de bloques
del deslizamiento.
Bastón y carpeta A4 de escala.

Aspecto de la superficie,
grandes bloques angulosos
y fuertes oxidaciones.

Escarpe de la posrotura del deslizamiento
aguas arriba, altura 140 m.
Materiales deslizados, en el fondo del
lago.

Conclusiones.

*El lago de Ifni se originó por un importante deslizamiento de rocas en la ladera norte del valle Assif n´ Moursayne, que lo cerró transversalmente de forma completa, creando una presa natural de 300 m de altura en el eje.

*El deslizamiento fue provocado por un sismo catastrófico, coincidente con un nivel piezométrico alto en las rocas de la ladera.

*La avalancha de rocas originada, sufrió posteriormente, roturas internas aguas arriba y aguas abajo del valle, e importantes erosiones en su pie (aguas abajo) por filtraciones y salidas de agua procedentes del lago.

MUCHAS GRACIAS
POR SU ATENCIÓN