دانشگاه شهید باهنر کرمان
دانشکده فنی



Advanced Rock Slope Stability Course-
1397Kariminasab

بسمه تعالی

دانشگاه شهید باهنر کرمان

دانشکده فنی و مهندسی

بخش مهندسی معدن

مهندسی دیواره های شیبدار پیشرفته

ترم دوم ۱۳۹۷

(۱)

سعید کریمی نسب

بسمه تعالی

دانشکدهٔ فنی و مهندسی - بخش مهندسی معدن

نام درس: مهندسی دیواره های شیب دار پیشرفته

نام مدرس: سعید کریمی نسب

ساعت، روز و محل کلاسها: سه شنبه ها ۱۲-۱۰، در کلاس ۴۲۲

ساعت، روز مشاوره: شنبه ها و چهارشنبه ها با وقت قبلی دوشنبه ها ۸ تا ۹/۳۰

مشاورهٔ همه روزه از طریق:

S_karimin@yahoo.com

لینک عضویت در گروه درس مهندسی دیواره‌های شیبدار پیشرفته در نرم‌افزار iGap:

@ASlope_972
iGap.net/join/izwuFaKp5XUCUFoDPcPQikHAt

KGMC.ir

اهداف درس:

آگاهی از علل و فرآیند گسیختگی شیب‌های سنگی به کمک تحلیل‌های تعادل حدی محور اصلی این درس می‌باشد. امید می رود که دانشجویان با فراگیری این مبانی بتوانند به صورت دستی و سپس به کمک نرم افزارهای متداول در پایداری شیب به تجزیه و تحلیل علمی لغزش‌های خاکی و سنگی بپردازند. پایداری شیب با توجه به توسعهٔ معادن روباز و وجود دیواره‌های با ارتفاع چندین ده متر وحتی چندصد متری، تکیه گاه‌های سدهای آبی و باطله، توسعهٔ فعالیت‌های عمرانی در فعالیت‌های تعیین مسیر شبکه های لوله راه، راه آهن و تعیین محل سازه‌ها و...، از جمله زمینه‌های فعالیت و بکارگیری مباحث پایداری شیب می‌باشند.

دانشگاه شهید باهنر کرمان
دانشکده فنی

مراجع:

در تهیهٔ این برنامهٔ درسی از مراجع زیر استفاده شده است:

1.- Anderson, M. G., and Richards, K. S., "Slope Stability", John Wiley & Sons, 1989.
2.- Bromhead, E. N., "The Stability of Slopes", Blackie Academic & Professional, 1992.
3.- Chowdhury, R. N., "Slope Analysis", Elsevier Scientific Publishing Co., 1982.
4.- Duncan C. Wyllie, Christopher W. Mah, Rock Slope Engineering, Civil and mining, 2004.
4. - Giani, P. G., "Rock Slope Stability", A. A. Balkema, Rotterdam, Brookfieled, 1992.
5.-Hoek, E., Bray, J. W., "Rock Slope Stability" Institution of Mining and Metallurgy, London, 1981.
6- Hustrulid W. A., McCarter M. K. and Van Zyl D.J. A., "Slope Stability in Surface Mining", SME, 2000.
7.- Kliche, C. A., "Rock Slope Stability", Society for Mining, Metallurgy, and Exploration, Inc., 1999.
8- Simons Noeal, Menzies Bruce, Matthaws Marcus," A Short Course in Soil and Rock Slope Engineering", Thomas Telfored publishing, 2001
9.- Sjöberg, J., "Large Scale Slope stability in open pit Mining- a Review", Technical Report, Division of Rock Mechanics, Luleå University of Technology, Sweden, 1998.
10.- Turner, A. K., Schuster R. L., "Landslids, Investigation and Mitigation", Transportation Research Board Special Report 247, National Academy of Science, 1996
11- Simons, N., Menzies, B. and Matthews, M., "A Short Course in Soil and Rock Slope Engineering", Published by Thomas Telford Publishing, 2001.

مرجع اصلی

- Hoek, E., Bray, J. W., "Rock Slope Engineering" Institution of Mining and Metallurgy, London, 1981.

- Duncan Wyllie, "Rock Slope Engineering " Spon Press, 2004.

مهندسی شیروانی های سنگی

برای پروژه های عمرانی و معدنی

ترجمه: دکتر مهدی امینی

هفته	تاریخ	موضوع درس: مهندسی دیواره های شیبدار پیشرفته
اول	۹۷/۱۱/۲۳	مقدمه، پیامدهای اقتصادی ناپایداری شیبها، بررسیهای مورد نیاز در پایداری شیب، اصول مهندسی شیبهای طبیعی و مصنوعی
دوم	۹۷/۱۱/۳۰	بررسی‌های ساختگاهی، جمع آوری داده های زمین شناسی ناپیوستگی وروشهای اندازه گیری، تصاویر استروئوگرافیک
سوم	۹۷/۱۲/۷	بررسی های هیدرولوژی و هیدروژئولوژیکی، ارزیابی فشار آب زیرزمینی، روش های اندازه گیری قابلیت هدایت هیدرولیکی
چهارم	۹۷/۱۲/۱۴	مبانی تحلیل پایداری شیب ها در حالات کوتاه مدت، دراز مدت، کاهش سریع آب، زلزله
پنجم (پنج شنبه) ۸ صبح	۹۷/۱۲/۱۶	تحلیل پایداری به روش تعادل حدی (گسیختگی با کنترل ساختاری) ریزش صفحه ای، و ریزش گوه ای
ششم	۹۷/۱۲/۲۱	تحلیل پایداری به روش تعادل حدی (گسیختگی با کنترل ساختاری)– ریزش واژگونی ودیگر ریزشها
هفتم	۹۸/۱/۲۰	تحلیل پایداری به روش تعادل حدی (گسیختگی با کنترل غیر ساختاری) [۱]
هشتم	۹۸/۱/۲۷	تحلیل پایداری به روش تعادل حدی (گسیختگی با کنترل غیر ساختاری) [۲]
پنج شنبه ۹۸/۱/۲۹ ساعت ۱۰ صبح		امتحان میان ترم
نهم	۹۸/۲/۳	تحلیل پایداری به منظور شیب پله، تعیین شیب پایدار دیواره نهائی، تعیین شیب بین پله ای
دهم	۹۸/۲/۱۰	مبانی تحلیل پایداری شیب ها به صورت سه بعدی
یازدهم	۹۸/۲/۱۷	روش تحلیل برگشتی
دوازدهم (پنج شنبه) ۱۰صبح	۹۸/۲/۱۹	روش های پایدار سازی شیب ها) [۱]: عملیات خاکی، دیوارهای حائل، کلیدهای برشی، انواع پیچ سنگ ها
سیزدهم	۹۸/۲/۲۴	روش های پایدار سازی شیب ها) [۲]: انواع زهکشی سطحی و زیر سطحی
چهاردهم	۹۸/۲/۳۱	روش های پایدار سازی شیب ها) [۳]: انفجارهای کنترل شده
پانزدهم	۹۸/۳/۷	اصول تحلیل دینامیکی شیب ها به روش استاتیک و نیومارک
شانزدهم	۹۸/۲/۲۱	ریسک و قابلیت اعتماد در پایداری شیب

دانشگاه شهید باهنر کرمان
دانشکده فنی

نکات قابل توجه:

- در ابتدای هر جلسه از دروس جلسه قبل کوئیز گرفته می شود. که مجموعاً ۲ نمره از کل را در بر خواهد داشت.
- در هر جلسه تعدادی سئوال برای جلسهٔ بعد مطرح می گردد، دانشجویان لازم است که از طریق آدرس پیام رسان به ارسال پاسخ های خود اقدام کنند.
  - ❖ نکته مهم: هربسته تمرین با فرمت Aslope-972-A-Student Number به جای حرف A شماره جلسه درس می بایستی نوشته شود. پیام هائی که این فرمت رعایت نشده باشد مورد توجه قرار نمی گیرند و حذف می شوند. نمره هر تکلیفی بر حسب کیفیت مطلب ارسالی تعیین خواهد شد. مجموع نمرات تکلیف ۲ نمره از کل نمره خواهد بود. افرادی که در هر جلسه غیبت کنند تکالیف آن جلسه محسوب نخواهد شد.
- کلاس تمرین درس پس از هماهنگی با آقای دکتر بهاءالدینی تشکیل خواهد شد. نمره کلاس های تمرین ۴ نمره از کل خواهد بود.
- کلاسهای همزمان با تعطیلات رسمی کشور، مطابق برنامه داده شده جبران خواهند شد.
- غائبین درکلاس‌های درس، به نسبت تعداد غیبت از امتیازات درسی محروم خواهند شد، ۳ جلسه غیبت برابربا حذف درس خواهد بود.
- کلیهٔ امتحانات کتاب باز (هر نوع کتاب وجزوه ای) و غالباً بصورت تستی می باشد.
- امتحان میان ترم که ۵ نمرهٔ کل را در بر خواهد داشت
- نمرهٔ پایان ترم ۱۰ نمره از کل را در بر خواهد داشت.
- نمرهٔ نهائی برای غائبین در امتحان نهائی صفر منظور خواهد شد.

تاریخ های مهم

- امتحان میان ترم: رو ز پنج شنبه ۲۹ فروردین ماه ۱۳۹۸
- امتحان پایان ترم: بر اساس برنامهٔ تعیین شده در هنگام ثبت نام نهائی

ضروریات اولیه

در تحلیل

پایداری شیب:

- آگاهی و دانش کافی در مکانیک سنگ و مکانیک خاک

– هیدرولوژی

مینرالوژی و سنگ شناسی

-زمین شناسی

زمین شناسی ساختمانی

دانشگاه شهید باهنر کرمان
دانشکده فنی

زمین شناسی مهندسی –

- آشنایی کافی با کامپیوتر و پردازش داده ها

خطر!!!!!!!

تحلیل به کمک کامپیوتر بدون داشتن زمینه علمی مناسب در پایداری شیب خطری است که تازه واردان به این عرصه را تهدید می کند.

Garbage in garbage out

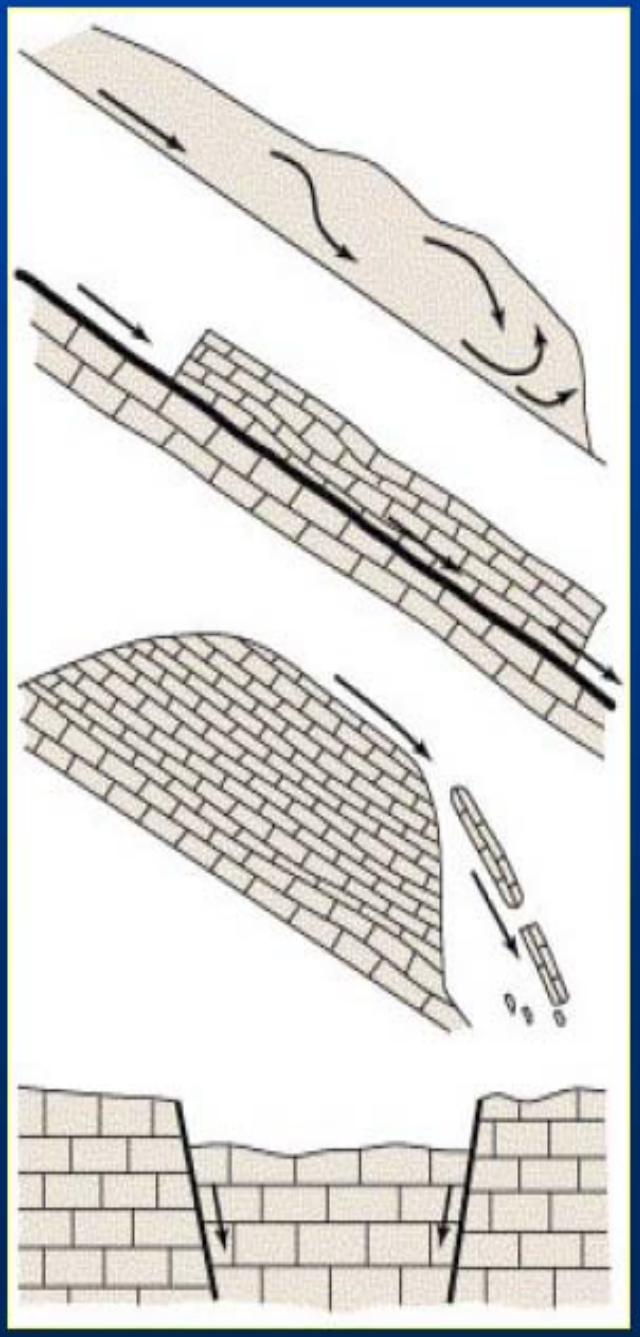
Landslides

Flowage, or flow = downslope movement of unconsolidated material. Particles move around and mix with the mass.

Sliding = downslope movement of a coherent block of earth material.

Falling = free fall of earth material, as from a cliff, the free face of a slope.

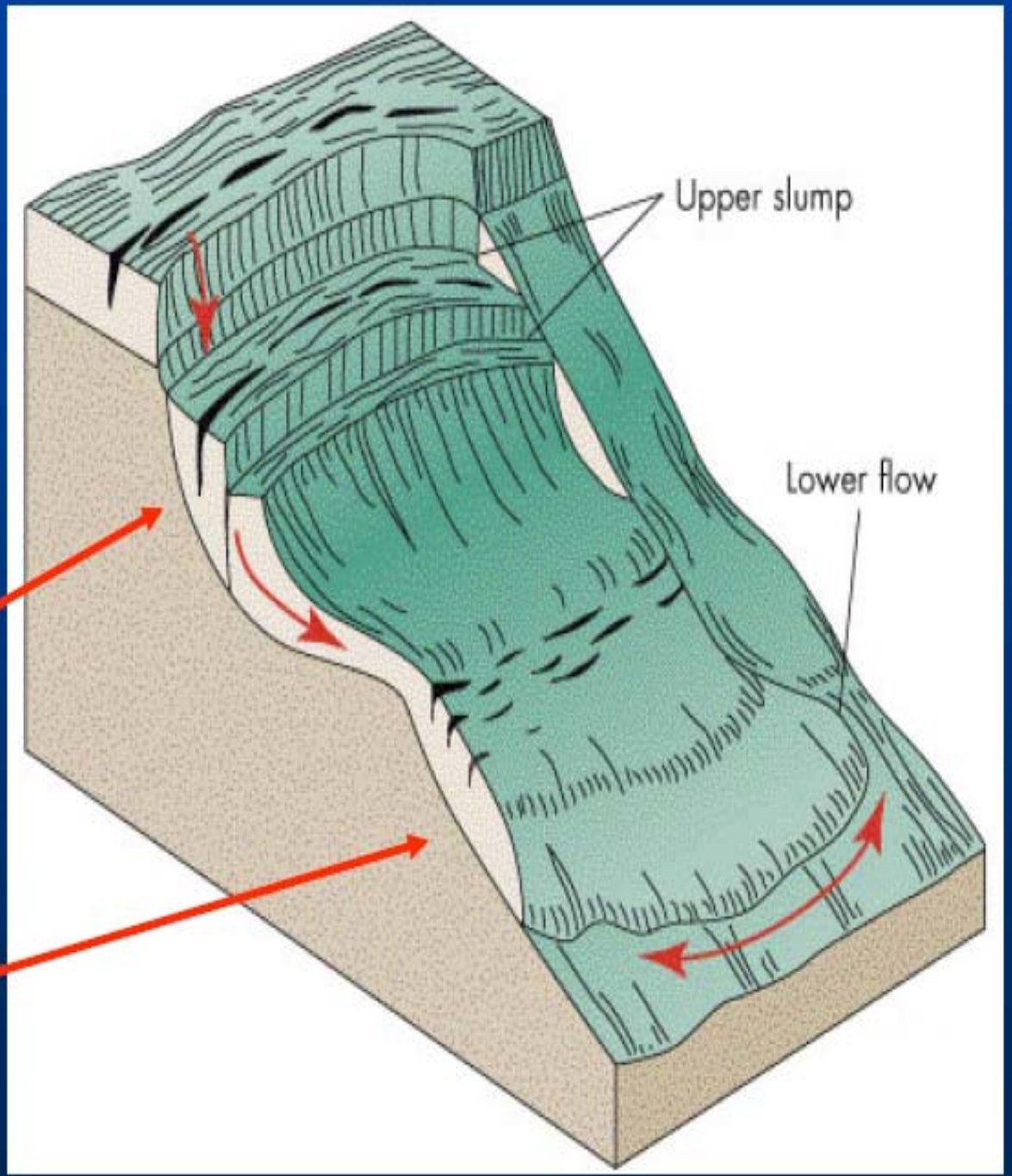
Subsidence = sinking of a mass of earth material below the surrounding ground level; can occur on slopes or on flat ground.



Common type of landslide consisting of an upper slump motion and a lower flow.

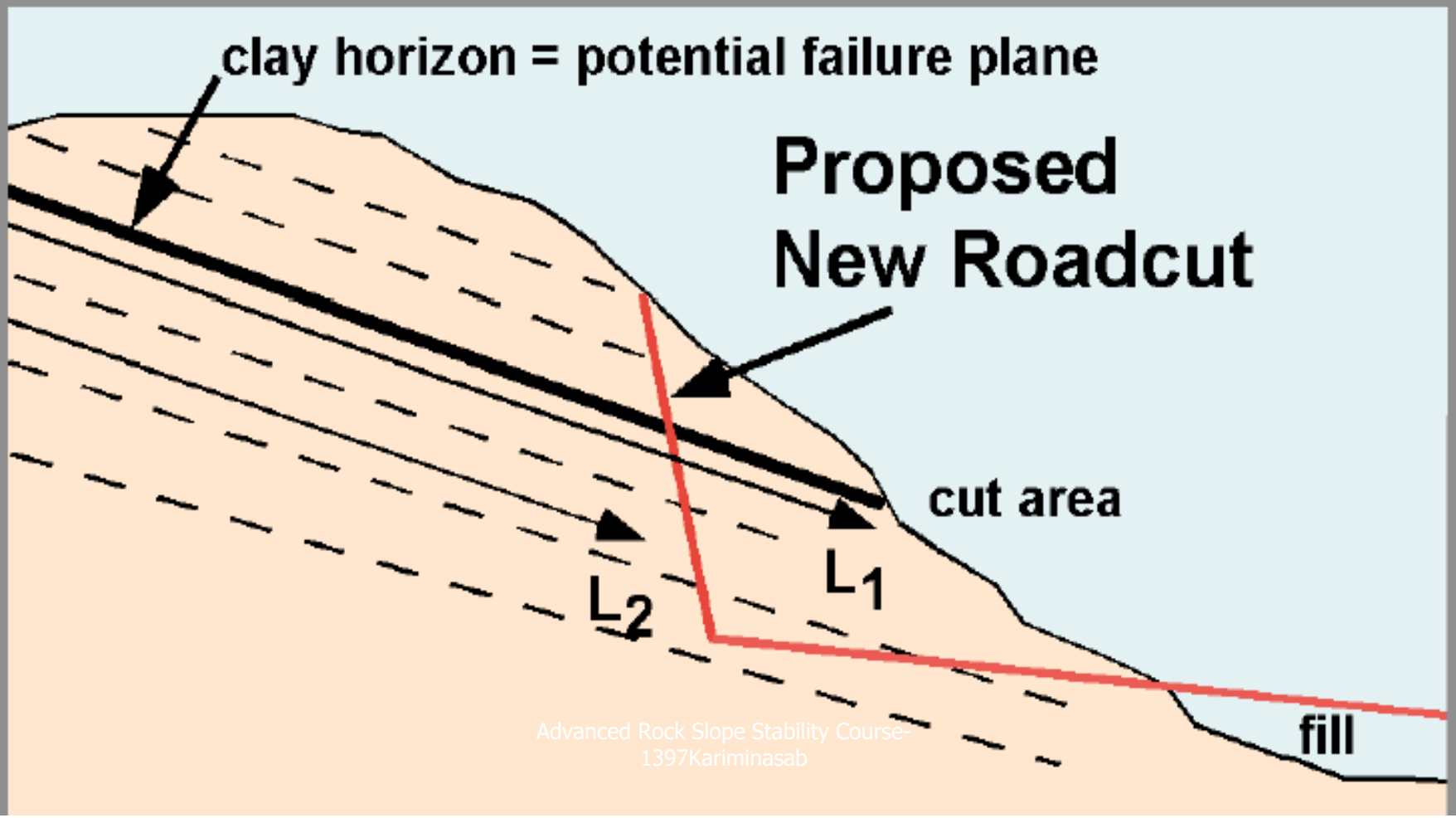
Upper slump

Lower flow



SLOPE STABILITY

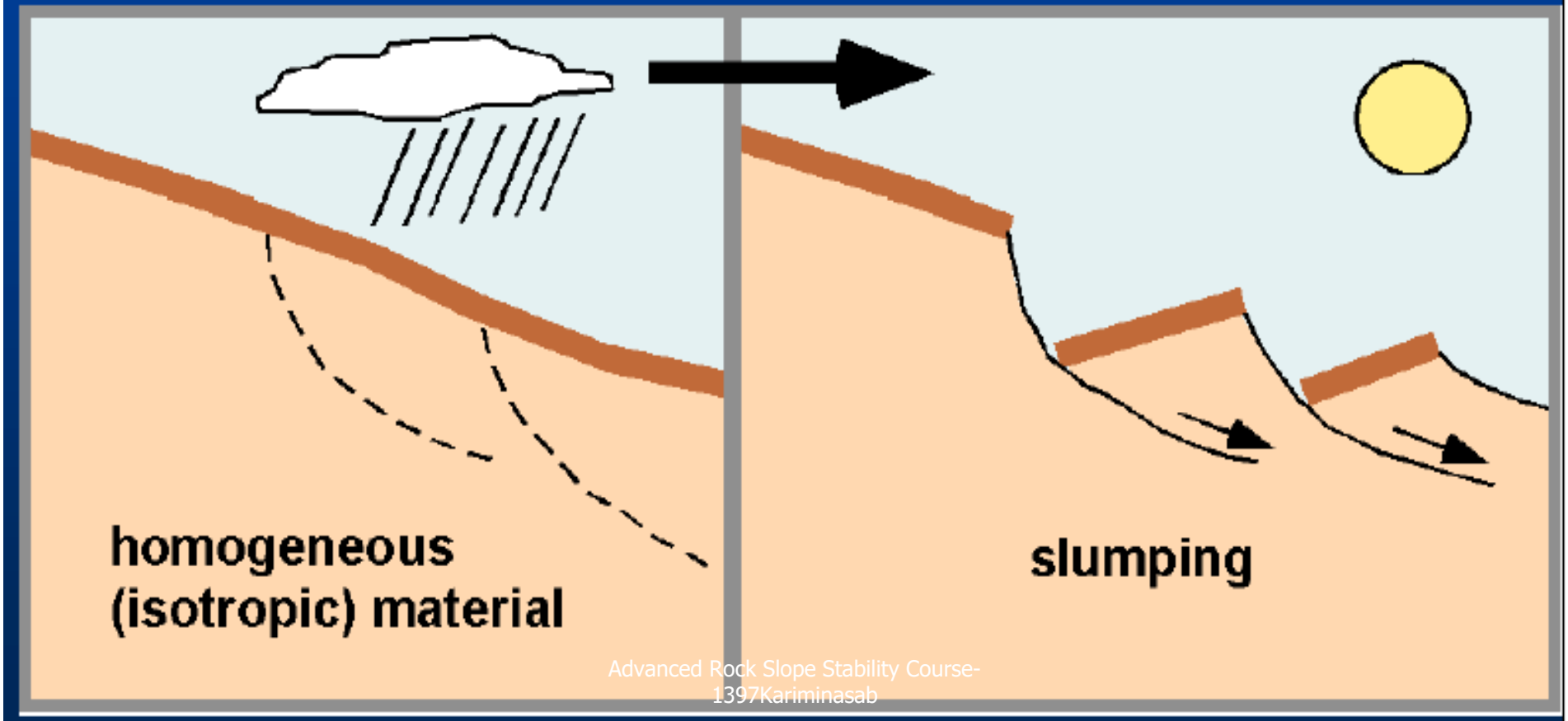
L_1 = length along clay horizon BEFORE roadcut
L_2 = length along clay horizon AFTER roadcut



Advanced Rock Slope Stability Course-
1397Kariminasab

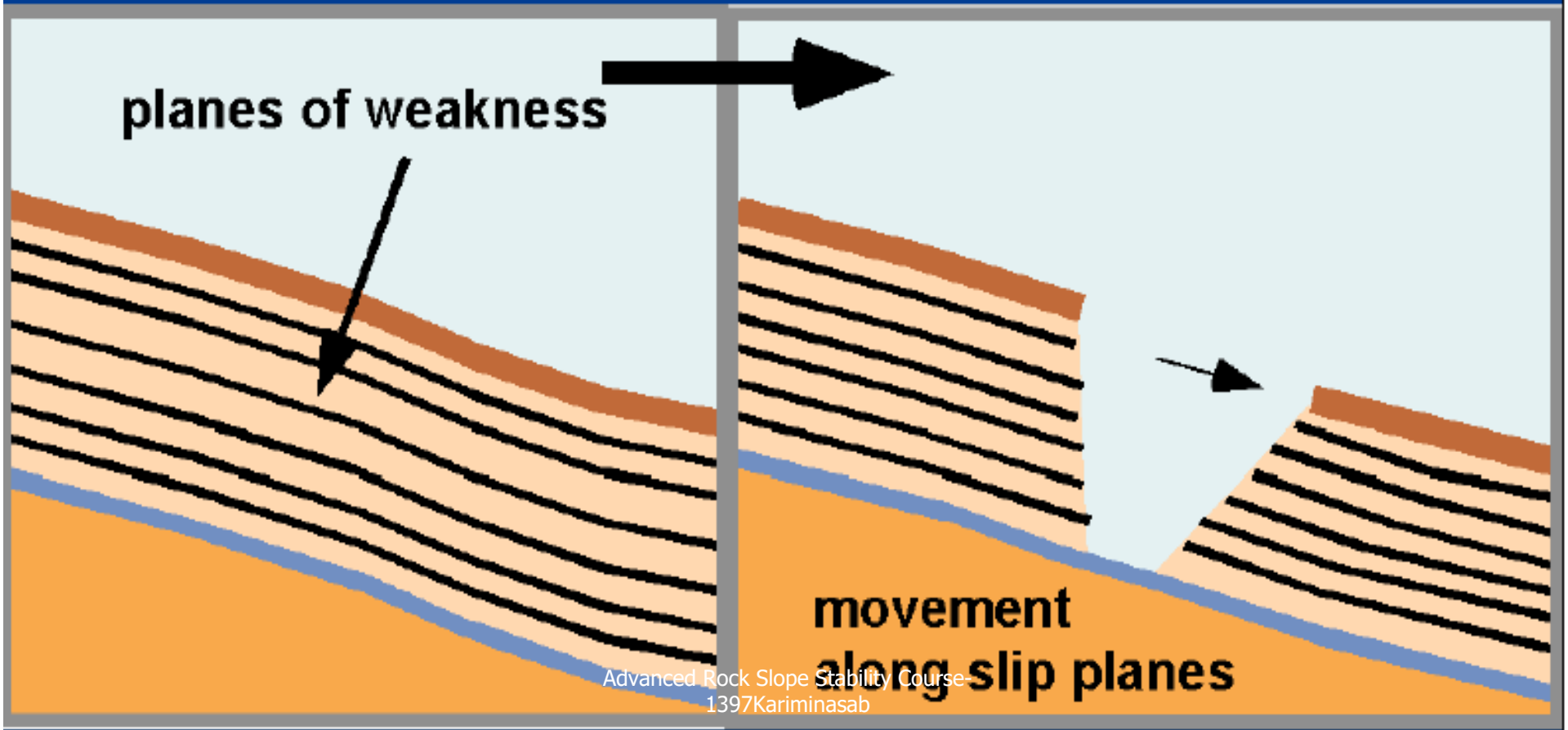
Ground material affects the pattern of slope failure:

Type # 1 → Homogeneous material leads to rotational failure.



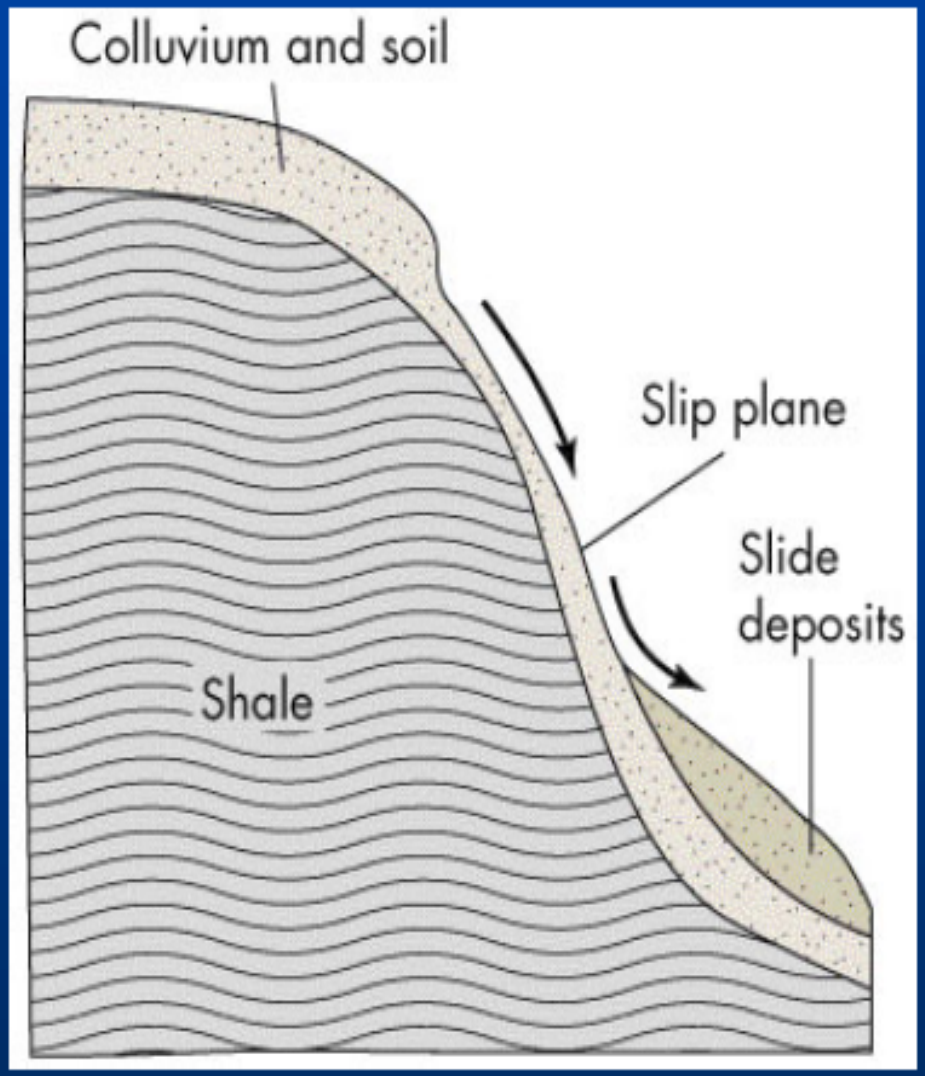
Ground material affects the pattern of slope failure:

Type # 2 → Material with planes of weakness leads to translational failure.



Ground material affects the pattern of slope failure:

Type # 3 → Rock and colluvium slope leads to soil slip failure.



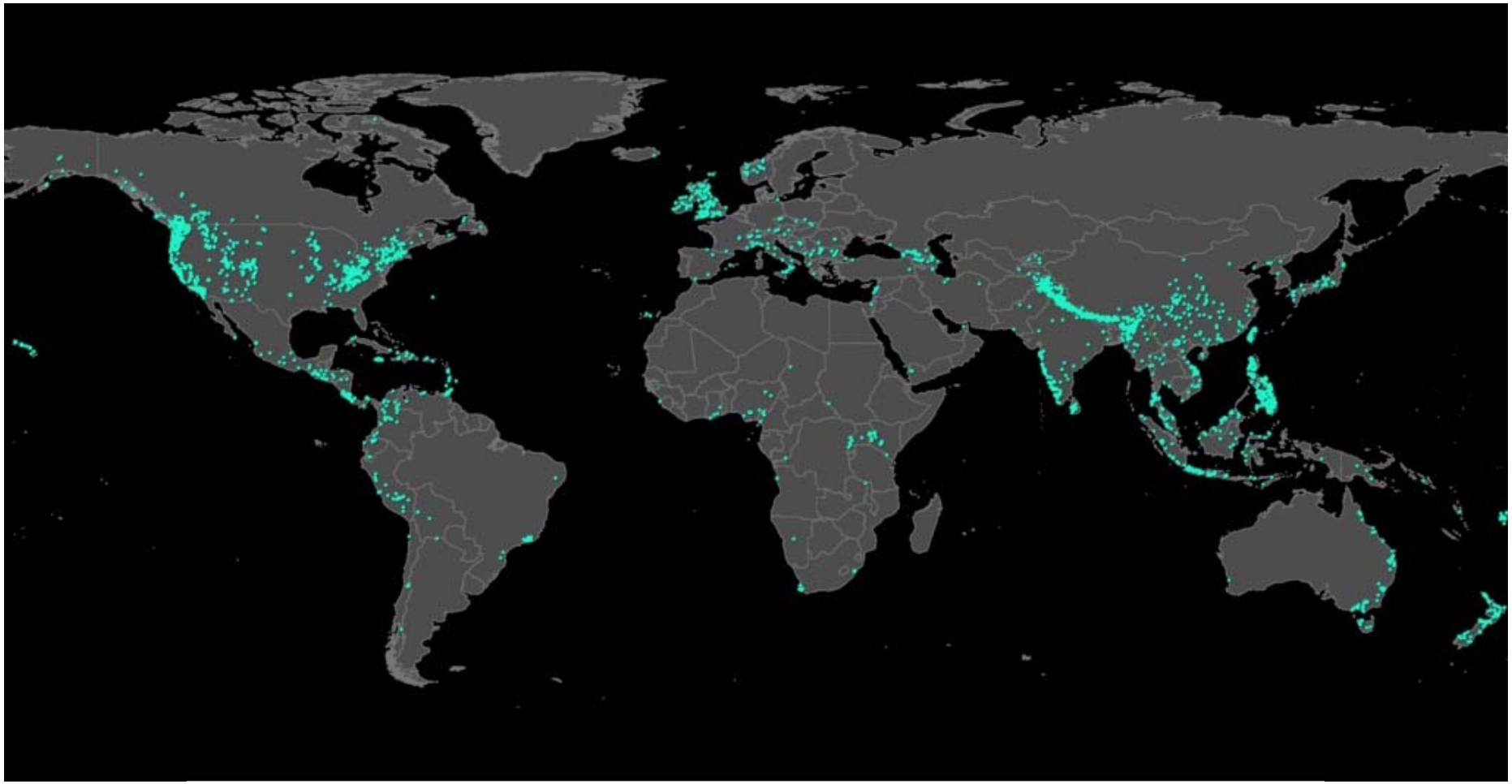
NOTE: There are actually only two types of failure patterns, rotational and translational. Shallow soil slip is also a type of translational movement.

Landslide on Road



A 1994 landslide near McClure Pass, Colorado. This area of the Rocky Mountains has chronic problems where roads cross landslide areas. Consequently, repairing the road is a never ending problem. This photo was taken by Terry Taylor, Colorado State Patrol. USGS, Geohazards.

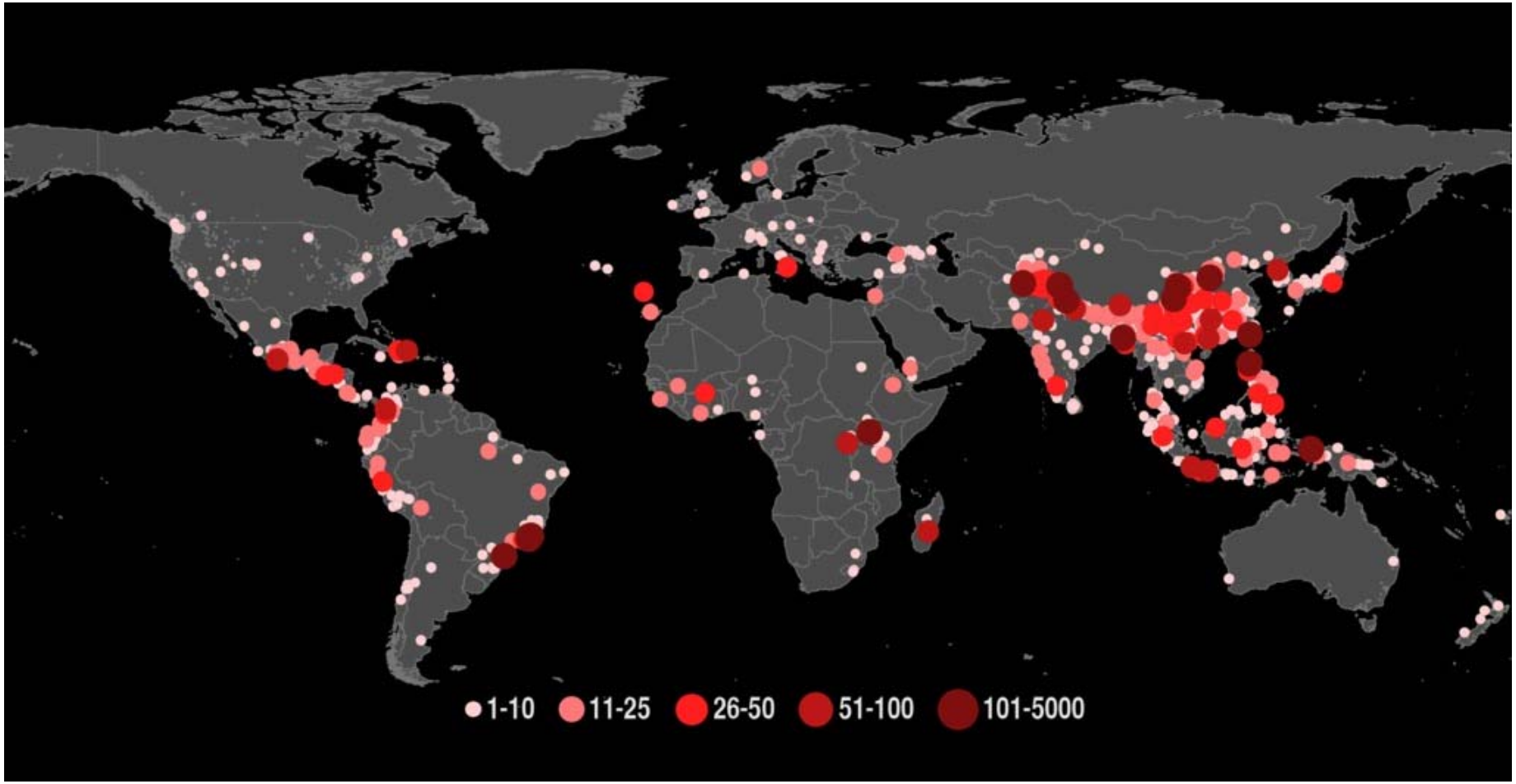
Global Landslides



Location of 5741 rainfall-triggered landslides (2007-2013).

(https://svs.gsfc.nasa.gov/11854, 2016)

Global Landslides



Distribution and number of fatallities associated with 5741 rainfall-triggered landslides (2007-2013).

(https://svs.gsfc.nasa.gov/11854, 2016)

Landslides in Europe

Country	No. of landslides	Complete-ness	Date creation
Albania	210	<25%	2008
Andorra (IAE)	274	n.a.	2006
Austria	25,000	25–50%	2000
Bosnia and Herzegovina	1500	25–50%	2008
Bulgaria	1107	<25%	1999
Czech Republic	14,178	25–50%	2007
Former Yugoslav Rep. of Macedonia	150	50–75%	1979
France	10,000	75–100%	1994
Greece	2200	25–50%	2008
Hungary	400	50–75%	1971
Iceland	5000	<25%	1999
Ireland	422	25–50%	2004
Italy (IFFI)	485,004	75–100%	1999
Italy (AVI)	21,159	n.a	1990
Norway	31,500	<25%	2001
Poland	12,150	<25%	2007
Portugal	163	<25%	2008
Slovakia	21,190	75–100%	2006
Slovenia	6602	25–50%	1990s
Spain	569	<25%	1987
Sweden (MSB)	17	50–75%	2007
Sweden (SGI)	550	50–75%	1999
Switzerland	317	<25%	1996
United Kingdom	15,210	n.a.	2000

Some of the main parameters included in national landslide databases in Europe (n.a. question not answered by contact person).

There are two different national landslide databases for Italy:
IFFI is a geomorphological database containing mainly landslides identified during field work and from analysis of aerial photographs.
AVI is a historical database containing landslide events reported in historical documents and scientific/technical reports.

(Van Den Eeckhaut and Hervás, 2012)

Landslides



1995 La Conchita landslide, California.

Landslides



2005 La Conchita landslide, California.

(Photograph by Mark Reid, U.S. Geological Survey)

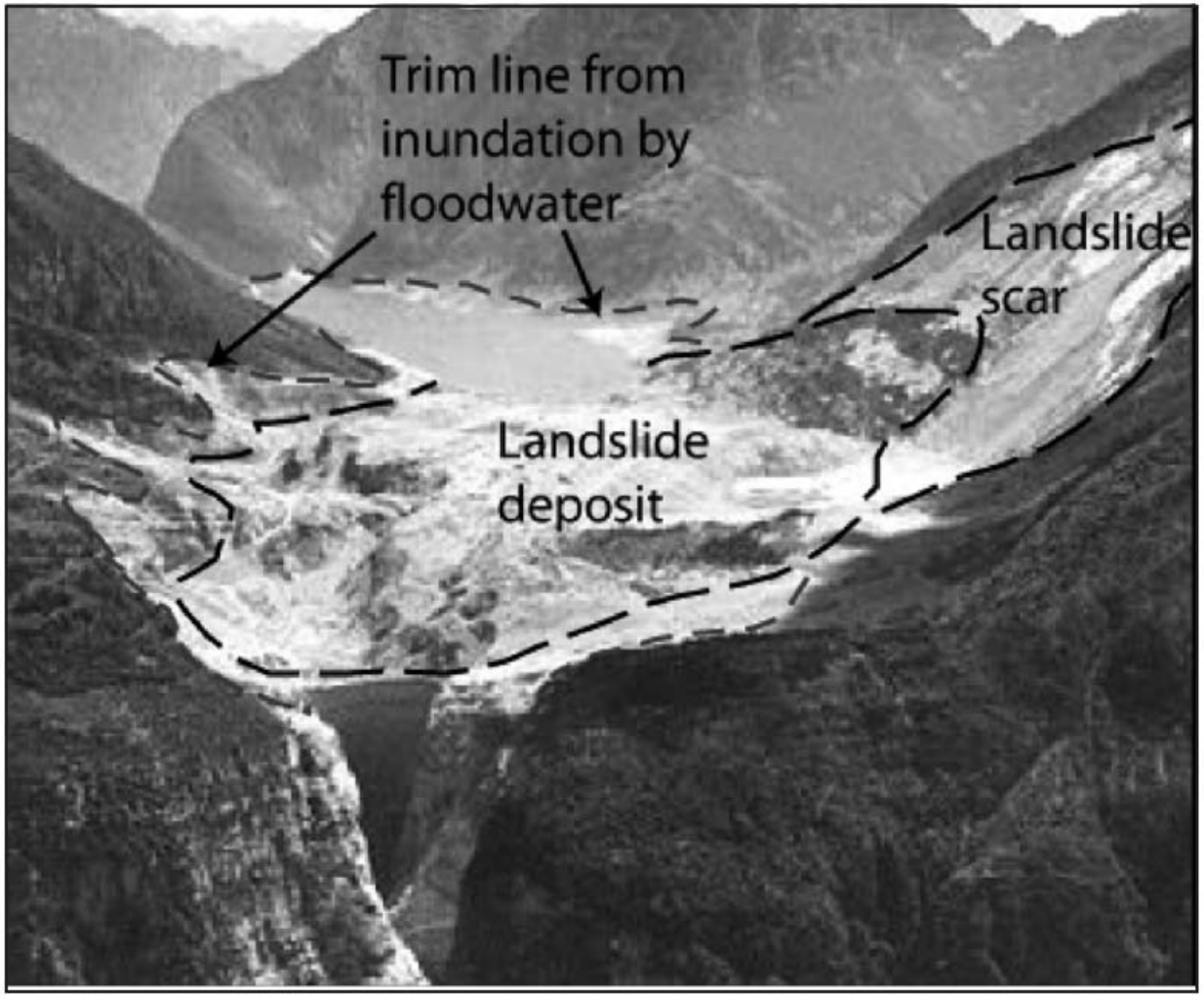


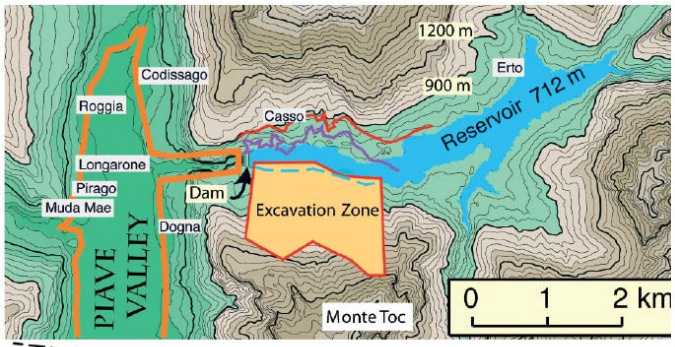


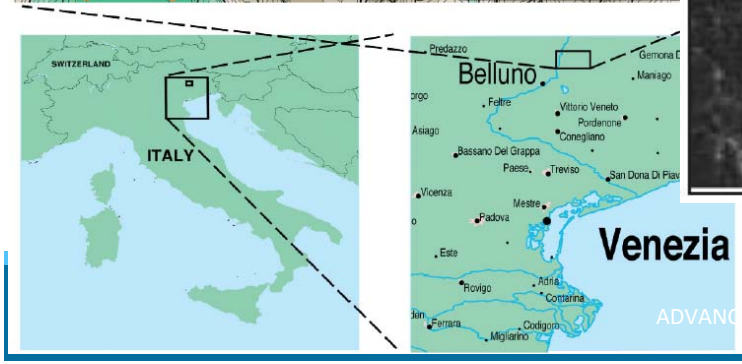
Landslides

The 1963 Vaiont slide, Italy.

Post-slide view looking east.







(Ward and Day, 2011)

Rockfalls



Rockfall in Yosemite National Park (August 2006).

Landslides

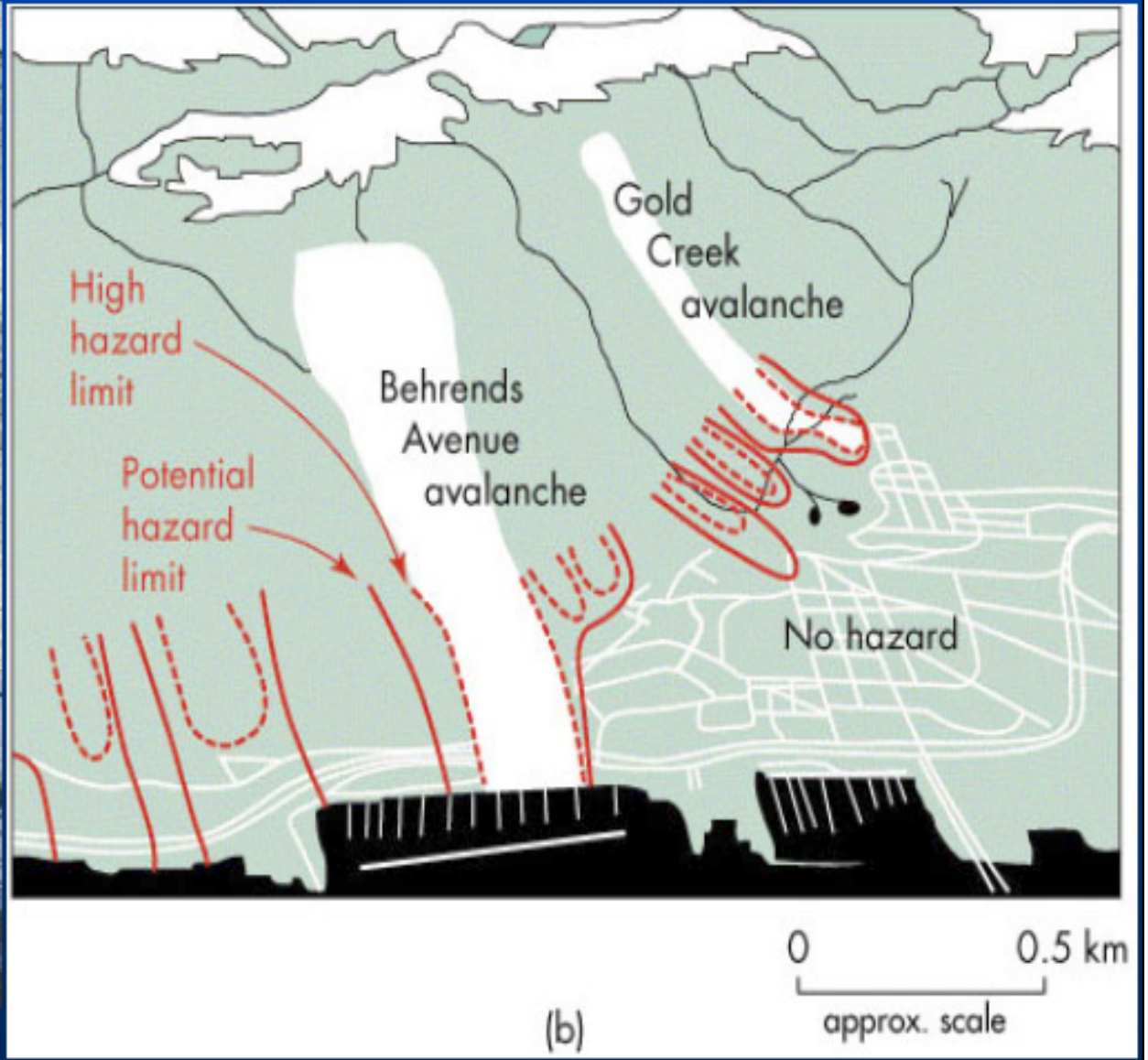


Landslide on the Pan American Highway in El Salvador, Central America, 2001.

(Photograph by Ed Harp, U.S. Geological Survey)

Avalanche




Gold
Creek
avalanche
High
hazard
limit
Behrends
Avenue
avalanche
Potential
hazard
limit
No hazard
0
0.5 km
approx. scale
(b)

Open Pit Mines



Massive landslide at the Bingham Canyon open pit copper mine, Utah (April 2013).

Embankment Dams

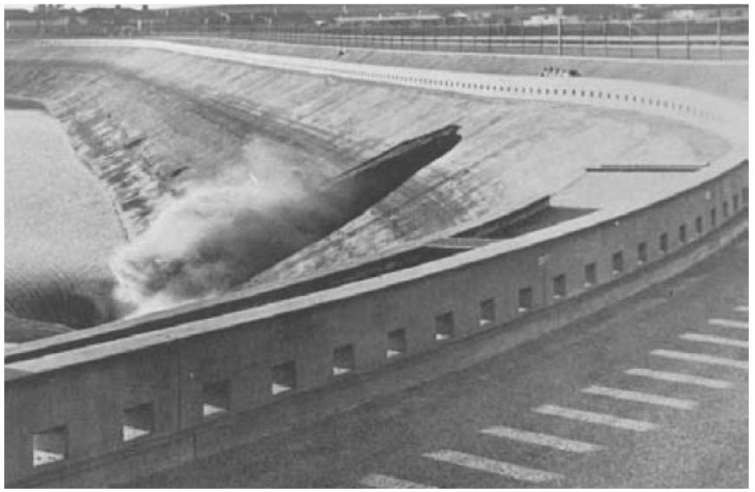
Failure of earth embankment dams contribute to a majority of dam failures.

The most common worldwide causes of embankment dam failures are:

Overtopping ***Internal erosion***



Banqiao earthfill dam after failure due to overtopping during Typhoon Nina in August 1975.



Baldwin Hills earthfill dam during failure due to piping after retaining a flood in December 1963

(Zhang et al., 2007)

Forms of Mass Wasting

Earth Slump

- hillsides in humid regions
- soil saturates
- materials rich in clay and silt



Kobe Japan



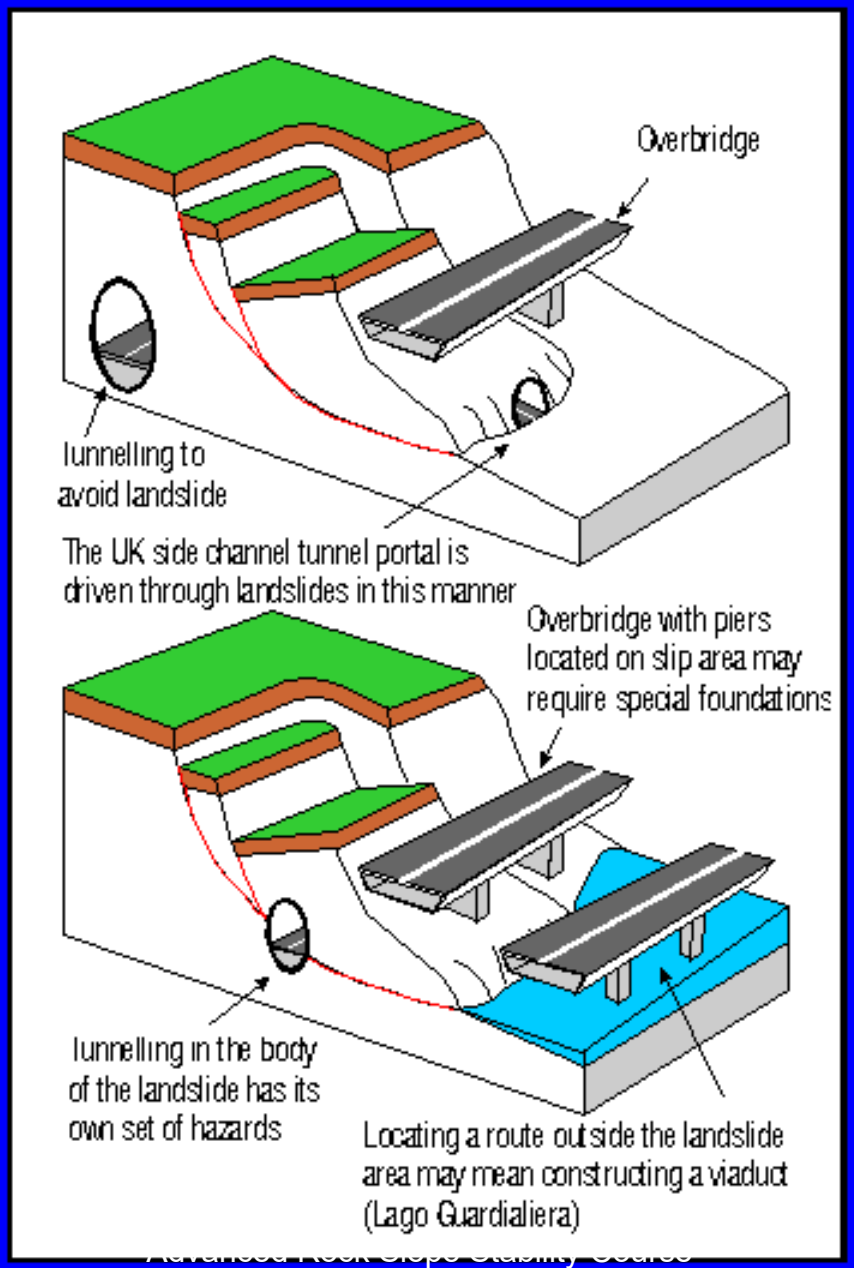

Advanced Rock Slope Stability Course-
1397Kariminasab

پایداری شیب در مهندسی عمران

- مبتنی بر اصول مکانیک خاک تحلیل می گردد
- زمینه های مورد کاربرد:
- – پی سازی، ساختمان سازی، محل سدها
- – ترانشه های جاده ها
- – تونل ها به روش Cut &Cover
- – کانالهای آبیاری
- – سدهای باطله
- – دامپهای معدنی



A view down Sau Mau Ping Road in Kowloon showing apartment blocks across the road from the steep rock slopes


Overbridge
Tunnelling to avoid landslide
The UK side channel tunnel portal is driven through landslides in this manner
Overbridge with piers located on slip area may require special foundations
Tunnelling in the body of the landslide has its own set of hazards
Locating a route outside the landslide area may mean constructing a viaduct (Lago Guardialiera)

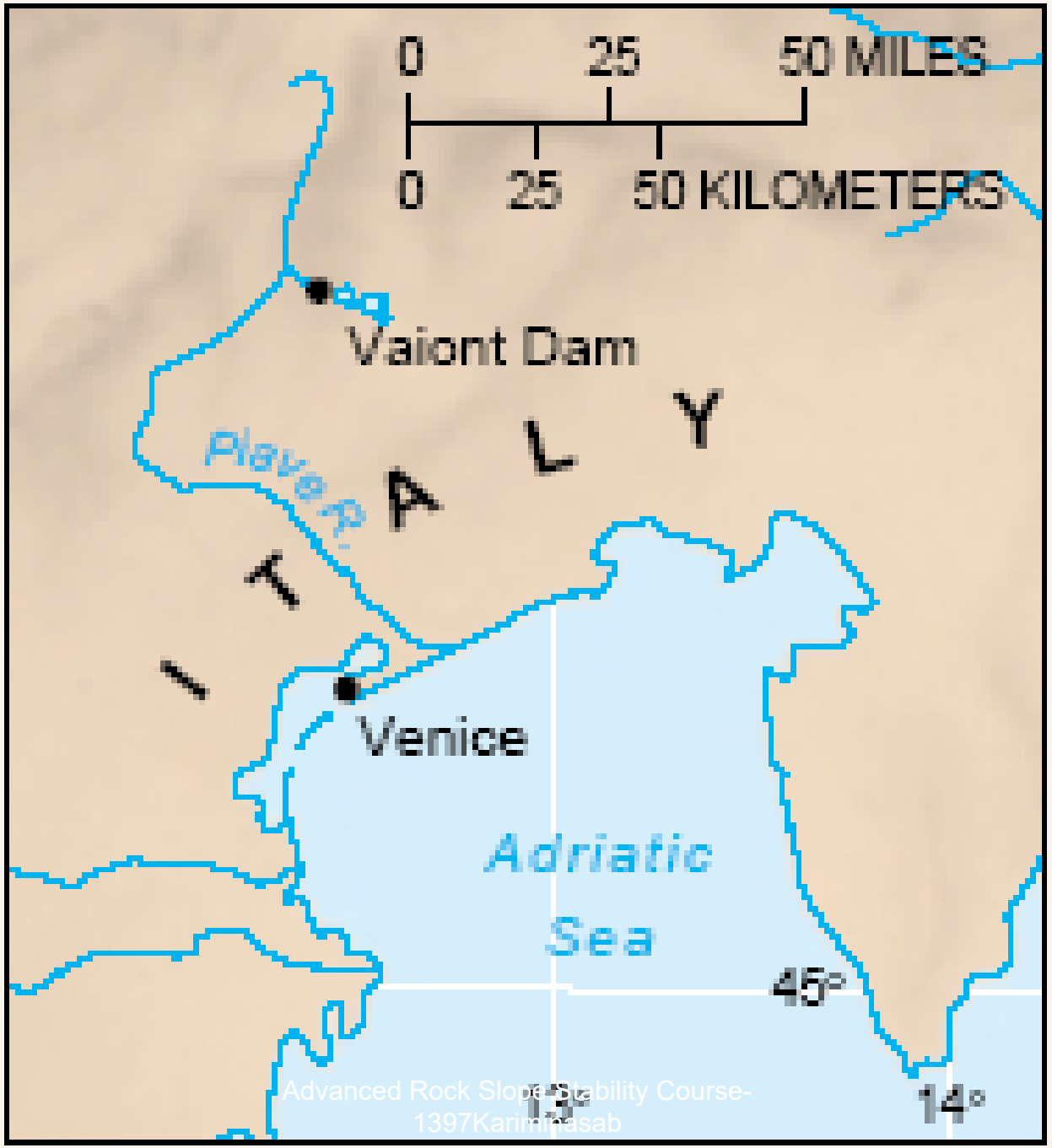

Advanced Rock Slope Stability Course-
1397Kariminasab


Advanced Rock Slope Stability Course-
1397Karaminasab

History of the 1963 Vaiont slide: the importance of geological factors

The Vajont landslide looking from upstream



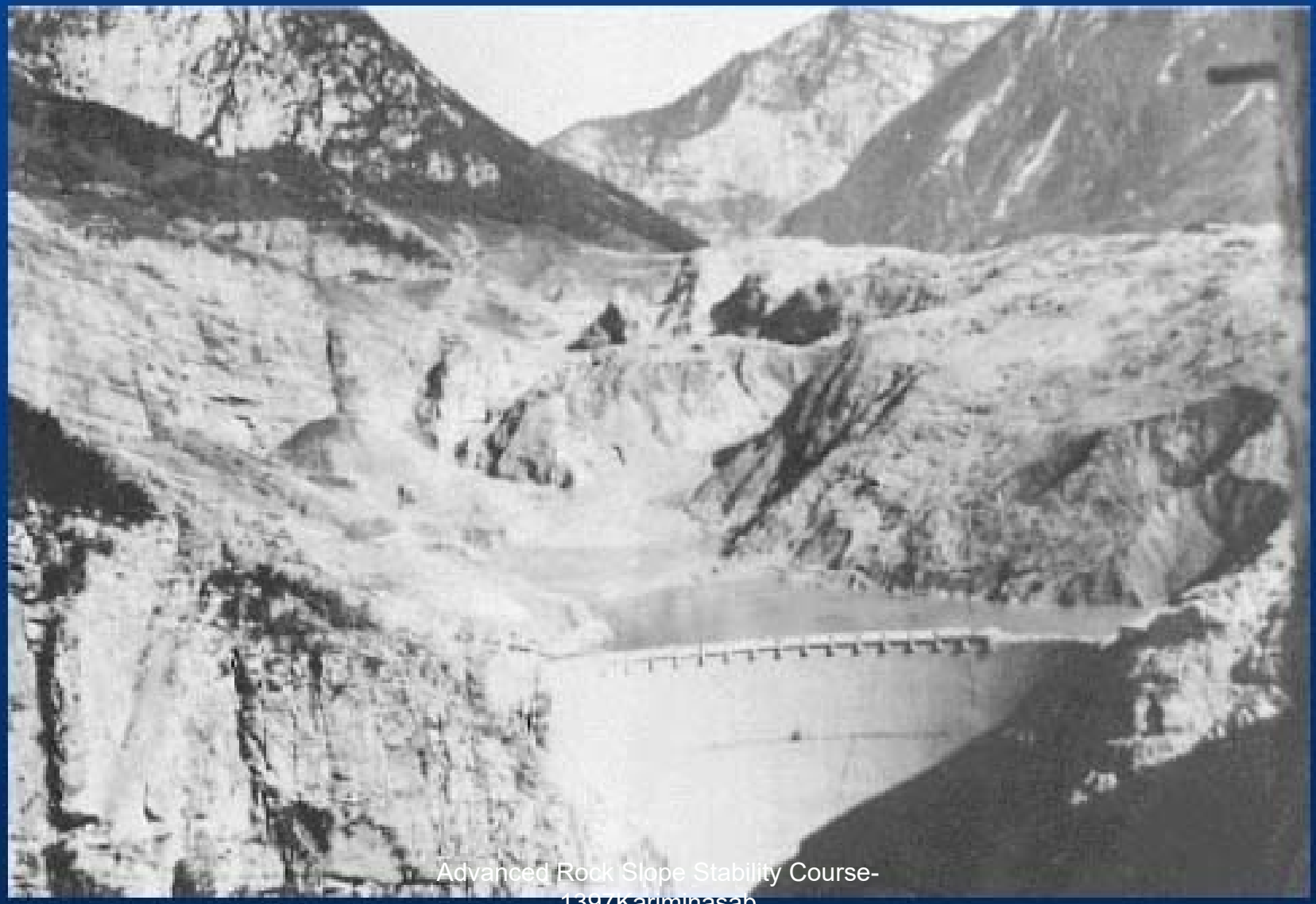


Advanced Rock Slope Stability Course-1397Karimnasab

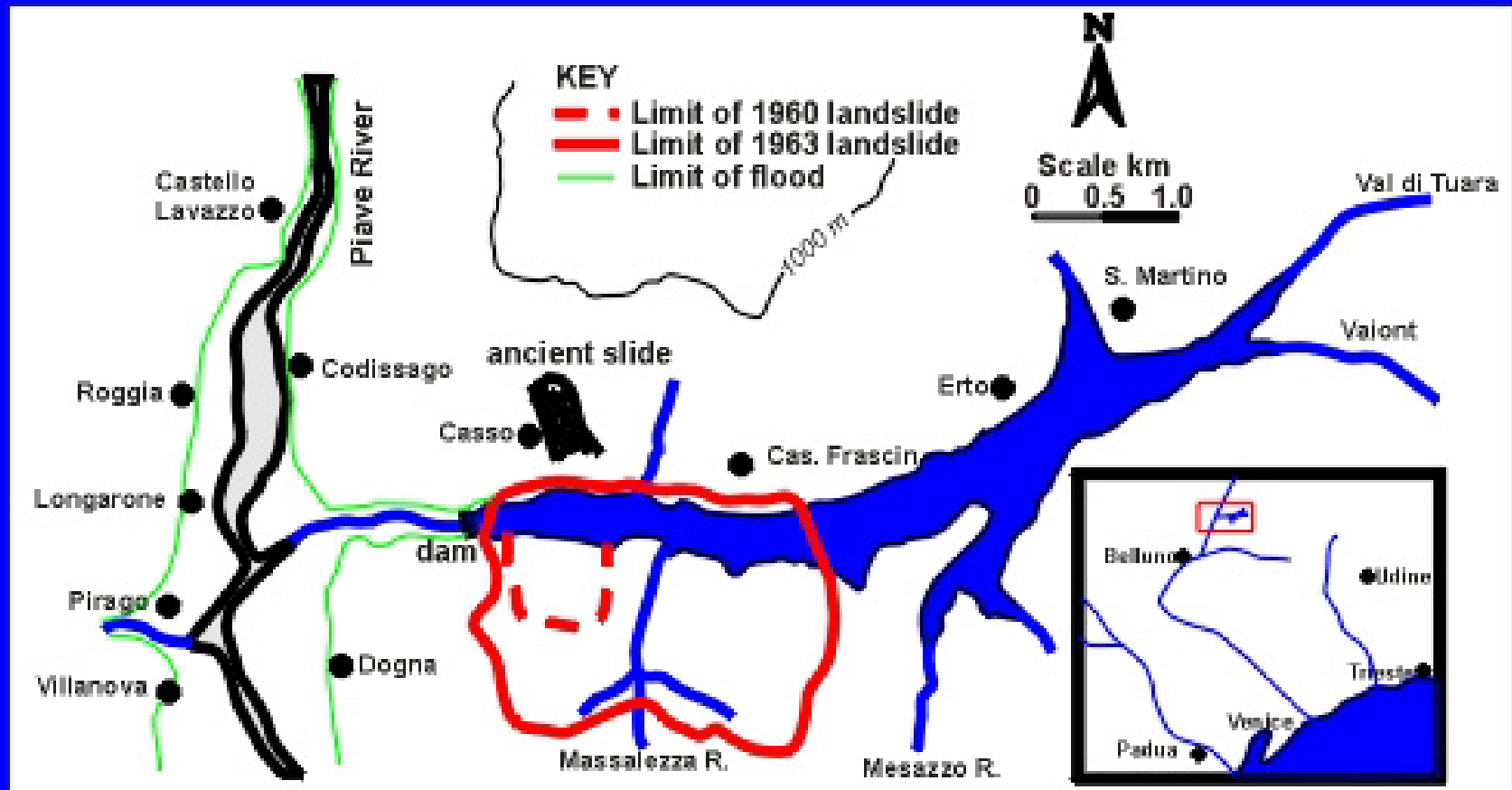
The Vaiont dam, at the time the tallest concrete arch dam in the world at some 260 m high, was built at the entrance to a very narrow and deep valley tributary to the Piave river valley in the Tyrolean Alps of NE Italy.

- The purpose of the dam was to impound water for a hydroelectric power station. As the valley filled with water after completion of the dam in 1960, an ancient landslide on its upper southern side, adjacent to the dam, began to move again, in episodes of slow creeping movement.

Landslide near Dam



Schematic map of the location of the Vajont dam and reservoir



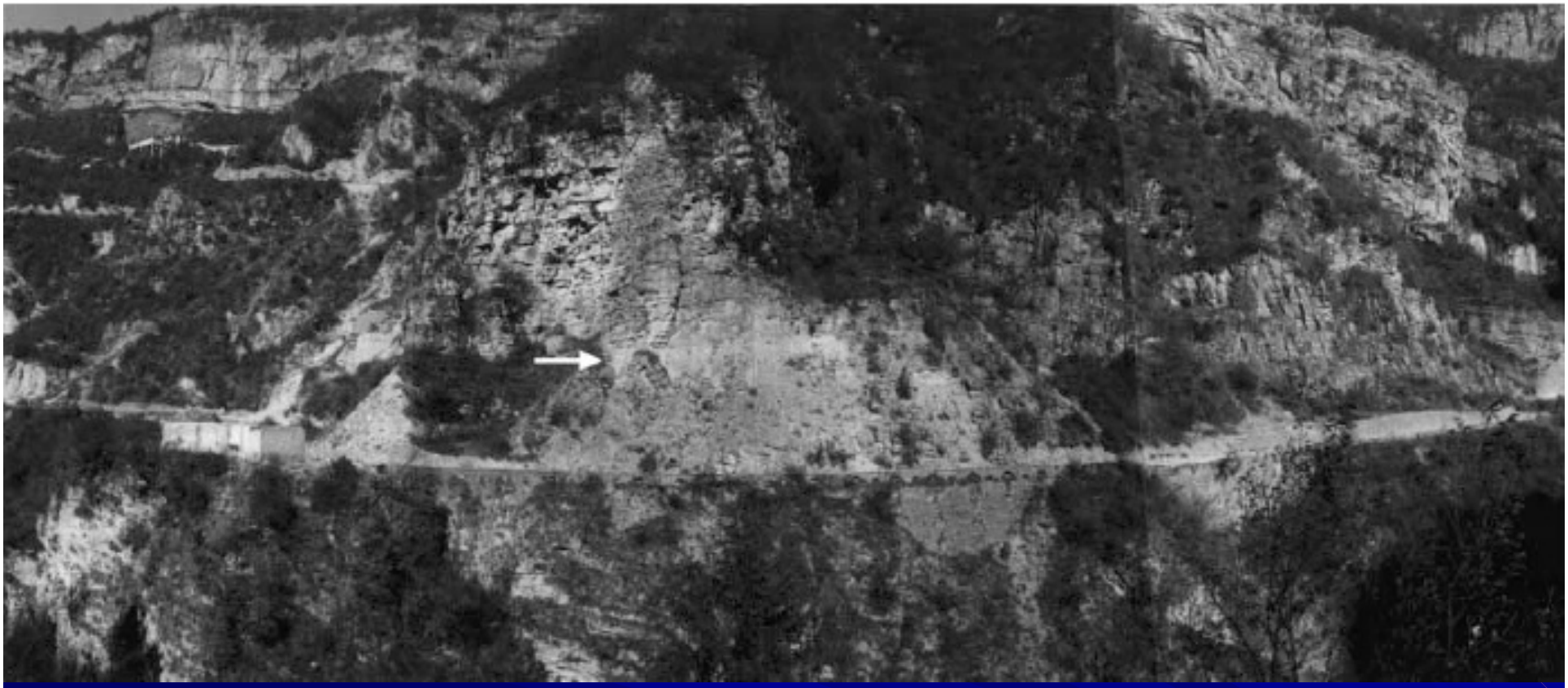
After Jaegar 1980

University of Portsmouth

- It was later established that this was due to groundwater, unable to escape into the floor of the now - flooded valley, saturating a layer of clay within the rocks beneath it.

- This accumulation of water high in the slope was most marked during periods of heavy rain, although the association of heavy rainfall and creep went unnoticed.

However, the presence of the impermeable clay layer in the bedrock was also not recognized at the time.



left slope of the Vaiont valley.

A thin horizontal band of white mylonite (*arrow*) separates in-situ rock
from subhorizontal layers of overlying ancient landslide

- It was assumed that the movement was due to local saturation of the rocks below the level of water in the reservoir, at the toe of the creeping landslide.

It was therefore proposed to regulate the movement of the landslide, and thus allow it to settle to a new equilibrium, by lowering the level of water in the lake when an episode of creep was in progress, until the toe of the landslide was no longer saturated and the creeping stopped .

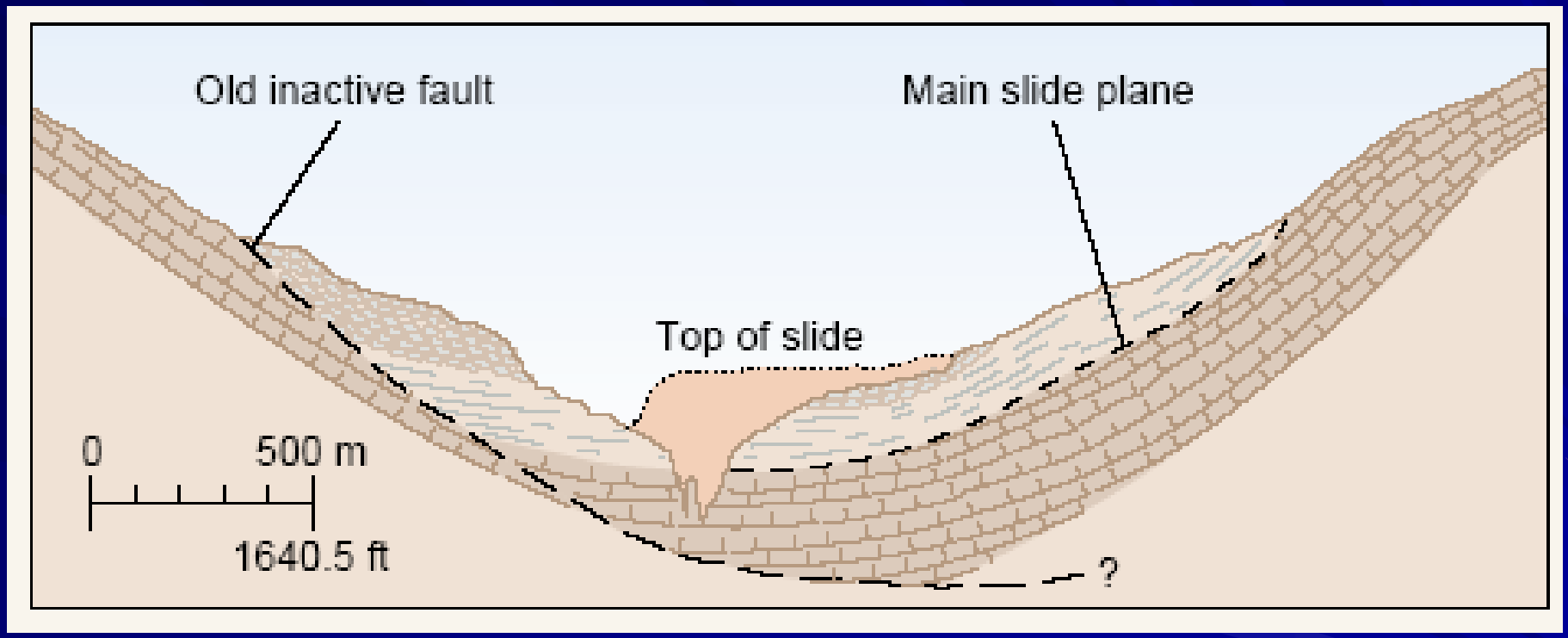
On 8 October, after ten days of heavy rain, the dam engineers attempted to arrest the creeping motion of the landslide by partially draining the reservoir again.

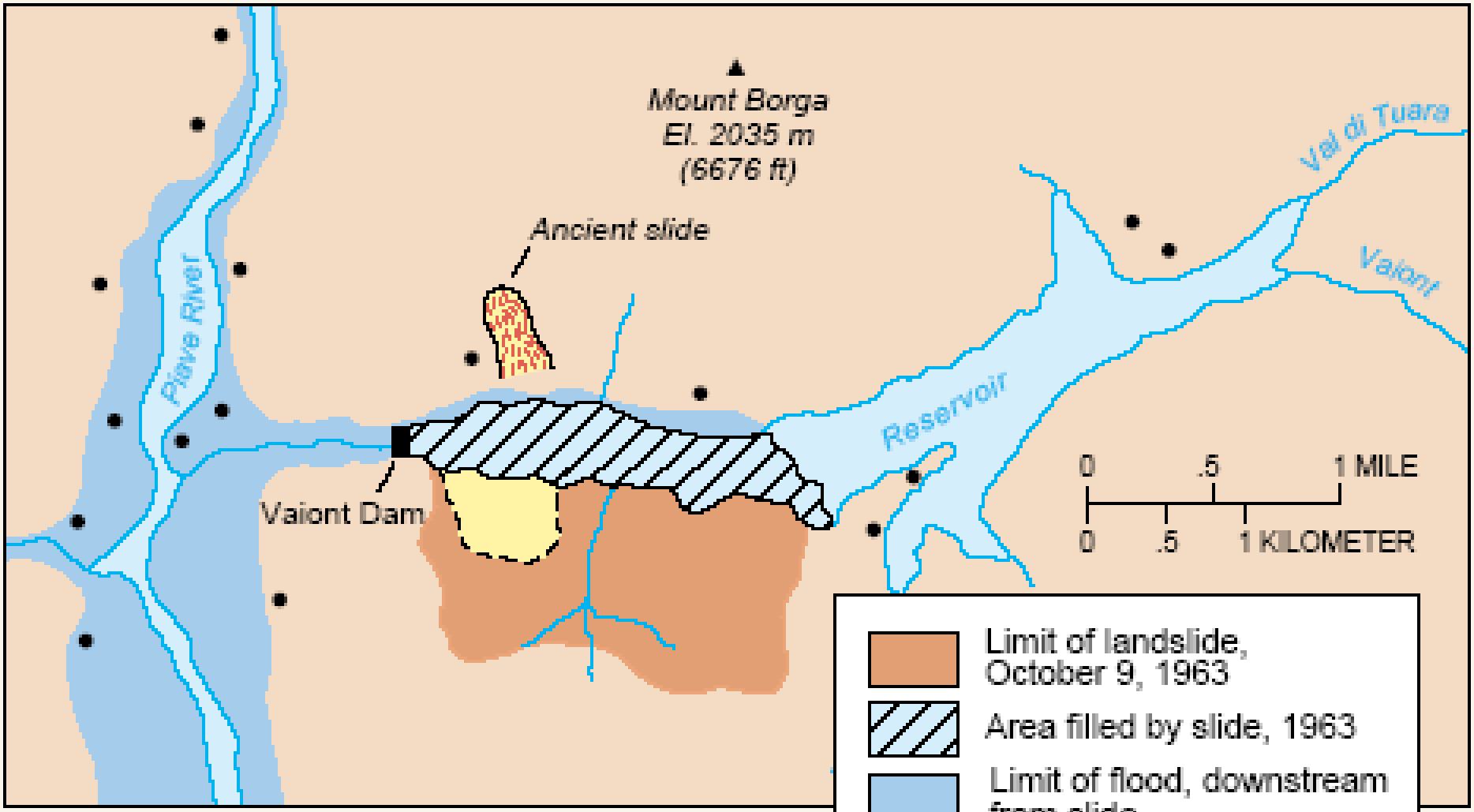
- However, because lowering the level of the lake immediately removed a stabilizing force, that of the weight of water in the lake pushing against the toe of the landslides, whilst not immediately draining water from the upper part of the mountain because of the barrier to flow represented by the clay layer, the net effect of their action was actually to destabilize the landslide rather than stabilize it.

The movement accelerated through 9 October, as the engineers continued to attempt to arrest movement of the slide by lowering the reservoir level (although in fact their efforts merely served to remove the arresting buttress provided by the weight of water on the toe of the slide).

Late that evening, the moving rock mass, with a volume of 240 million cubic metres, failed catastrophically and slide into the reservoir within about 30 seconds, at an average velocity of 20-30 metres per second, or up to 110 km/h.

Schematic cross-section through the Vajont valley



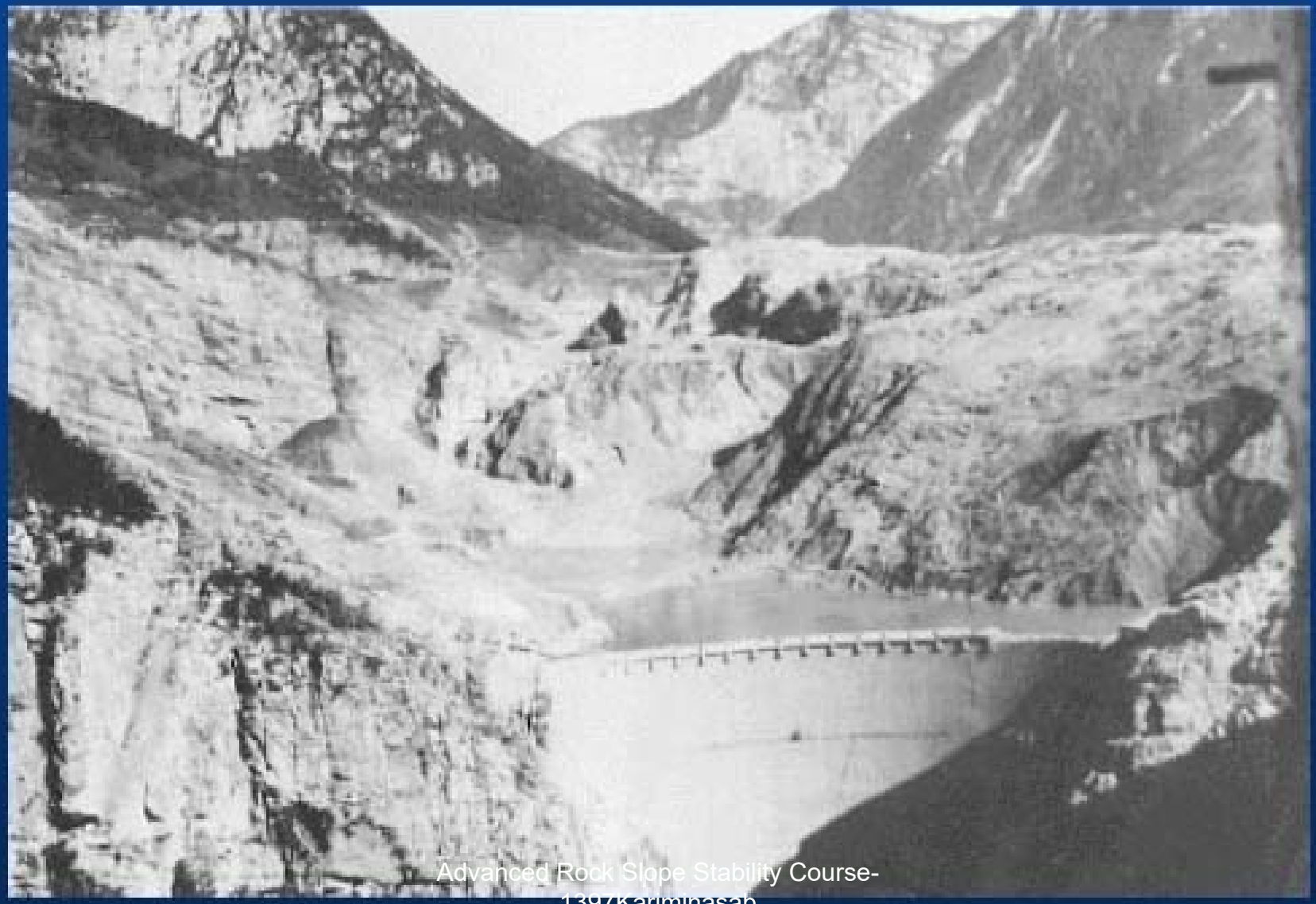


Advanced Rock Slope Stabil
1397Kariminasab

Remarkably, the dam withstood the weight of rock piling up behind it and it remains largely intact to this day.

- However, the landslide displaced as much as 50% of the water within the lake: a tsunami wave traveled east up the reservoir, destroying two villages, whilst to the west tsunami-like surges of water swept up the valley sides to heights of 300 m above the reservoir level and over the top of the dam.

Landslide near Dam



A flood wave 70 m high swept over the town of Longarone and both up and down the Piave valley.

- A total of 2600 people were killed; economic losses have never been definitively assessed, as a result of the litigation mentioned above.

پایداری شیب در مهندسی معدن

- غالباً مبتنی بر اصول مکانیک سنگ است.
- مکانیک سنگ بعلل زیر پیچیده تر از مکانیک خاک است لذا تحلیل پایداری در محیطهای سنگی نیز پیچیده تر است.
- سنگ یک ماده هتروژن و آنیزوتروپ است.
- خصوصیات مقاومتی توده سنگ بشدت متغیر است.
- ارائه یک مدل کلی برای رفتار سنگ بسیار پیچیده است.
- شرایط صحرایی بسیار متفاوتند و غالباً کپی سازی آن در آزمایشگاه غیرممکن است.
- آزمایشات صحرایی پیچیده، گران و وقت گیر است.

نگاهی به ریزشهای رخ داده در معادن دنیا


Advanced Rock Slope Stability Course-
1397Kariminasab


Advanced Rock Slope Stability Course-
1397Kariminasab


Advanced Rock Slope Stability Course-
1397Kariminasab


Advanced Rock Slope Stability Course-
1397Kariminasab


9 9:43AM


Advanced Rock Slope Stability Course-
1397Kariminasab

Advanced Rock Slope Stability Course-
1397Karimpasab


mining benches
500 m
N

Kennecott Utah Copper




scarp
165Mt
toe
500 m
N

Kennecott uses different monitoring systems to measure slope movement trends. The proactive monitoring allowed taking preemptive measures to keep employees safe.

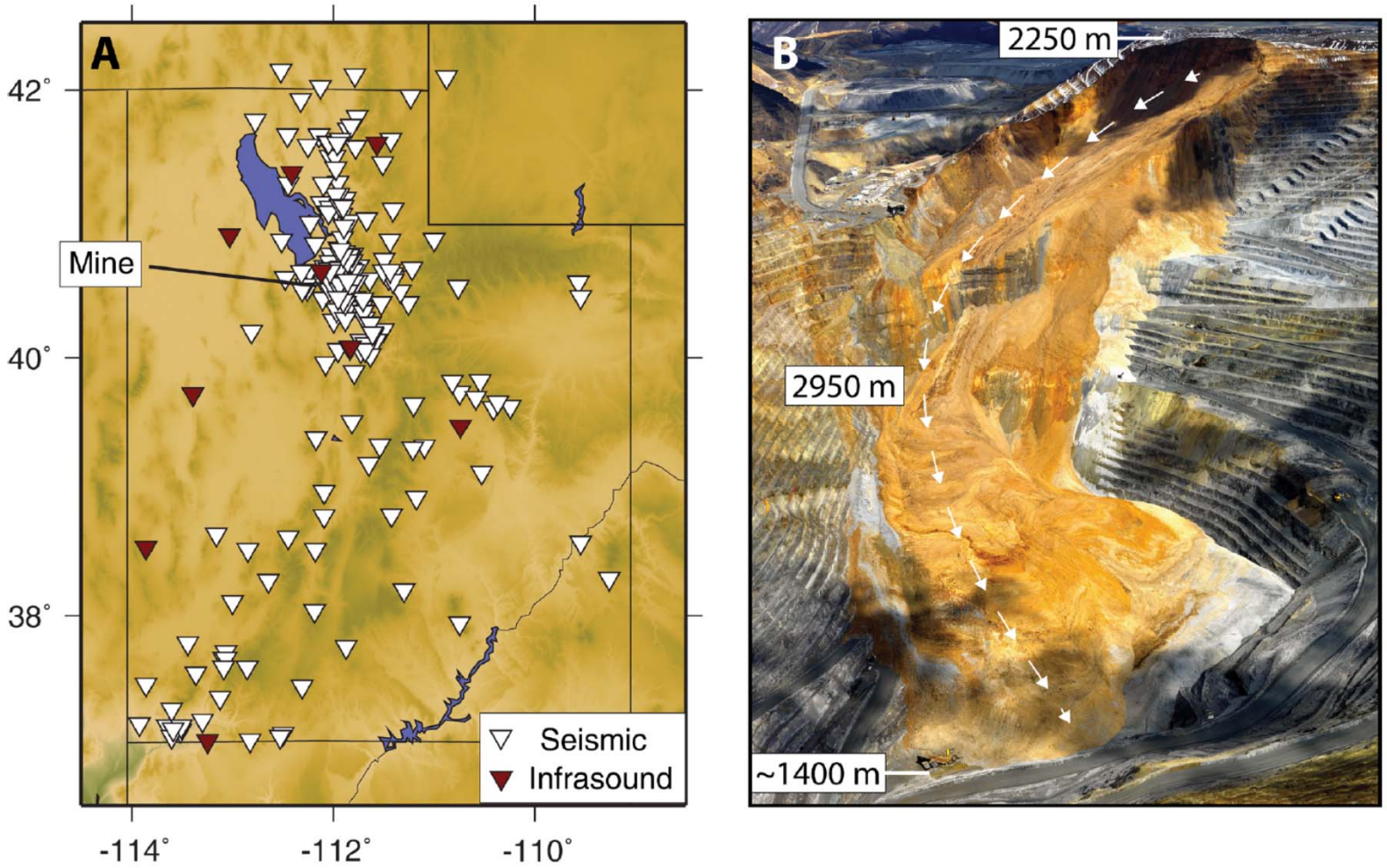
IDS **radar system for identifying hotspots of instability.**

GroundProbe **radar to keep a closer watch on potentially unstable slopes.**

Some older monitoring techniques.







(A) University of Utah seismic and infrasound network. (B) Photograph of the rock avalanche.

Seismic signals from the Bingham Canyon landslide were recorded at distances ranging from ~6 to over 400 km, while infrasound signals were recorded at seven arrays at distances from 13 to 400 km.

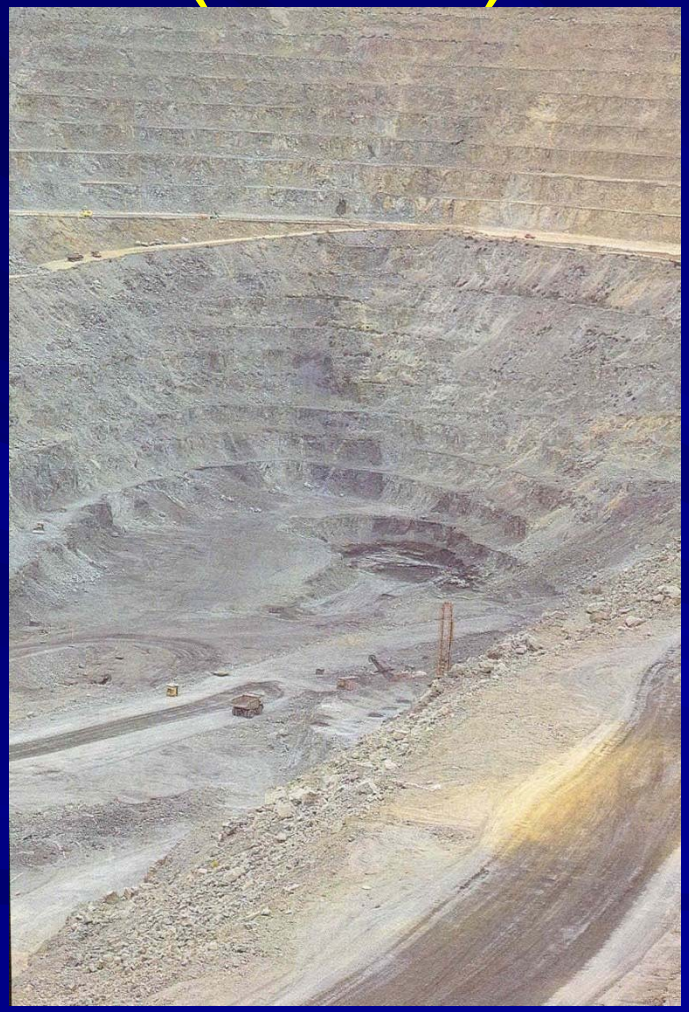
Wedge Failure



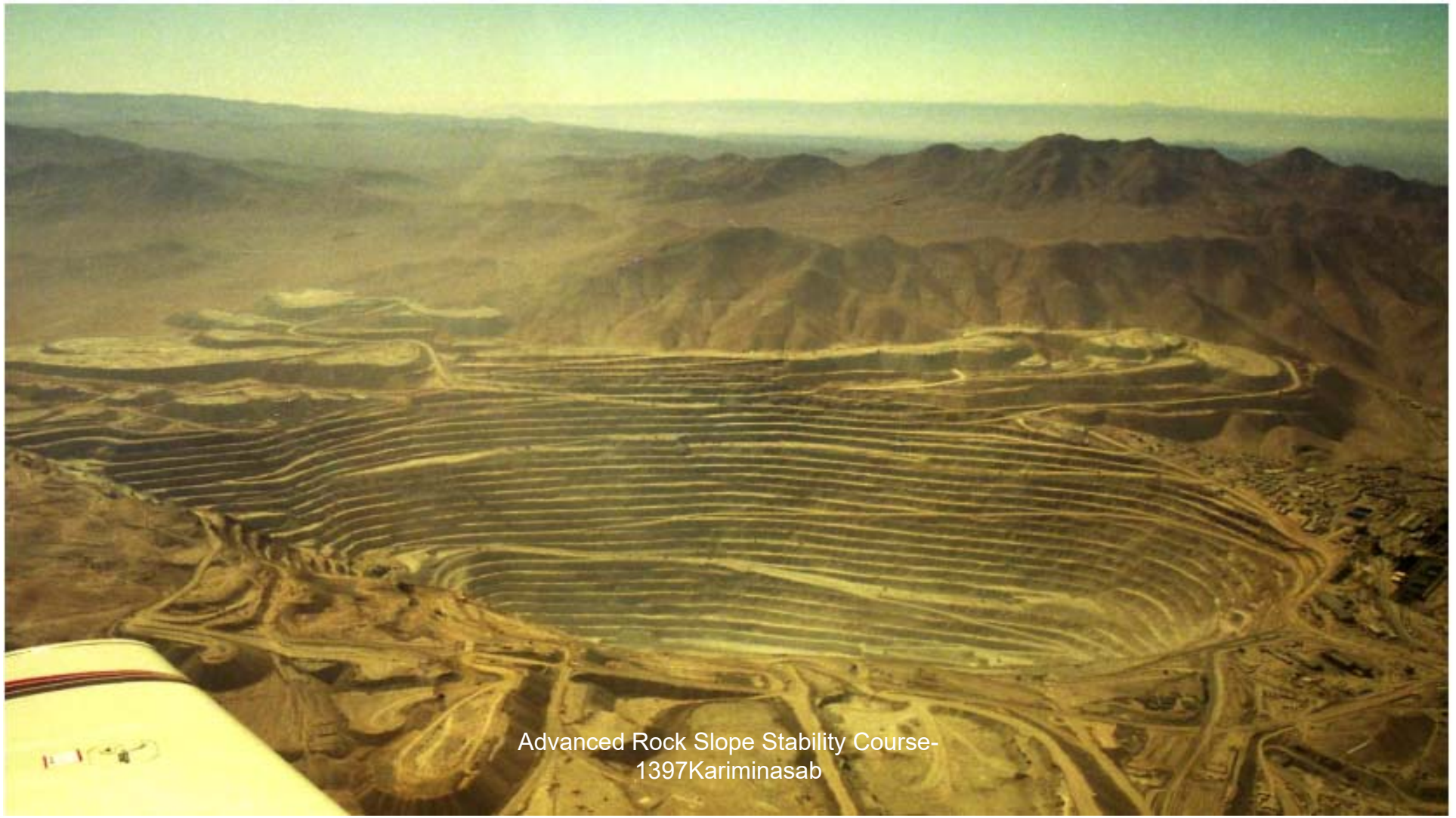
Bingham Canyon Mine (1978)
1.2 mile Deep



Chuquicamata Copper Mine (Chilie)



Arial view of the Chuquicamata open pit copper mine in northern Chile



Chuquicamata Copper Mine (Chilie)

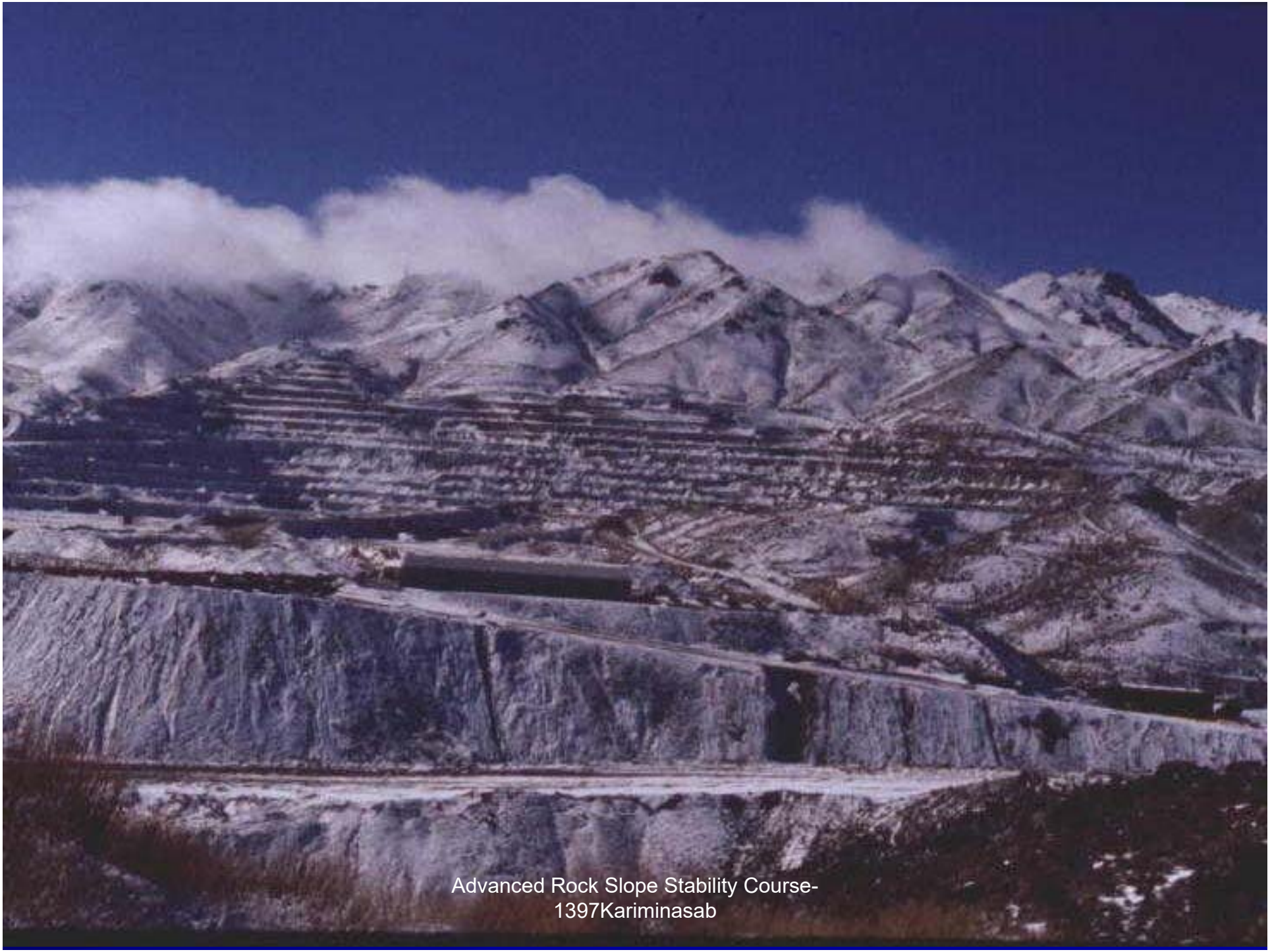


Copper Mine in Sonoran Desert, Arizona (1000m longe, 750 m wide)



Bingham Canyon Mine (1978)
1.2 mile Deep




Advanced Rock Slope Stability Course-
1397Kariminasab

Angouran

- **زمان دقیق اولین ریزش دیواره معدن انگوران در ساعت ۲۰، شنبه شب(۸۵/۷/۲۲) می باشد،**

- **ریزش تا پایان روز یکشنبه (۸۵/۷/۲۳) هم ادامه داشته است.**

- **میزان استخراج خاک از معدن انگوران روزانه ۳ تا ۴ هزار تن می باشد.**
- **از این میزان حدود ۶۰۰ تن روی استحصال می‌شود که دارای عیار و قیمت‌های متفاوتی است..**

- **در زمان ریزش حدود ۲۰۰ تا ۳۰۰ هزار تن خاک روی استخراج شده از این معدن قابل فروش به صنایع موجود بوده است که تا حدی نیاز آنها را برطرف کرد.**
- **با ۷ برابر شدن قیمت خاک روی طی چند ماه بعد از ریزش و عدم وجود نقدینگی لازم در شرکت‌های مصرف‌کننده خاک روی، باعث دپو شدن خاک معدن شد.**

- **ریزش دیواره معدن انگوران باعث افزایش قیمت خاک روی و کاهش ارزش سهام شرکت‌های روی شد؛ زیرا صنعت روی به این معدن وابسته است.**

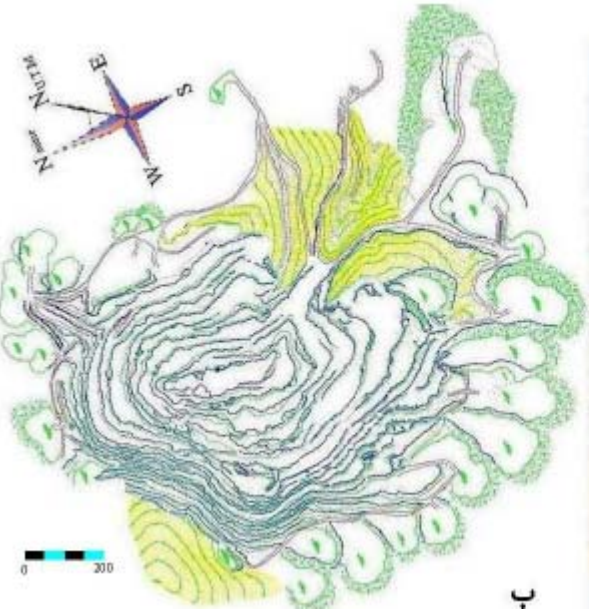
- **۳۵سال پیش، کارشناسان خارجی با تجهیزات و ادوات دوران خود، کار مطالعاتی معدن انگوران را انجام و در اختیار بهره بردار قرار دادند .**

- **بعد از پیروزی انقلاب اسلامی مطالعات جدیدی در معدن صورت نگرفت و استخراج ماده معدنی بر اساس همان مطالعات اولیه انجام شد.**

- **یک سوم کف کاواک توسط ریزش اشغال شده است.**

- **اولین نشانه شکاف مهرماه سال قبل در معدن مشاهده شد، درست زمانی که شرکت توسعه معادن روی ایران پیمانکار معدن بوده است.**
- **بعد از مشاهده شکاف، شرکت تهیه و تولید مواد معدنی ایران (ایمپاسکو) برای بررسی علت آن، یک تیم خارجی را به معدن آورد و در مطالعات مشخص شد قسمتی از معدن روی لایه رسی قرار گرفته است.**

- تیم خارجی پیشنهاد داده بود برای جلوگیری از حرکت دیواره، قسمتهای بالا و پایین دیواره به هم دوخته شود که متاسفانه بارندگیهای اول سال آب شدن برفها حرکت این شکاف را بیشتر کرد و نهایتا تمهیداتی که برای مهار ریزش دیواره پیش بینی شده بود، موثر واقع نشد.



ب



الف

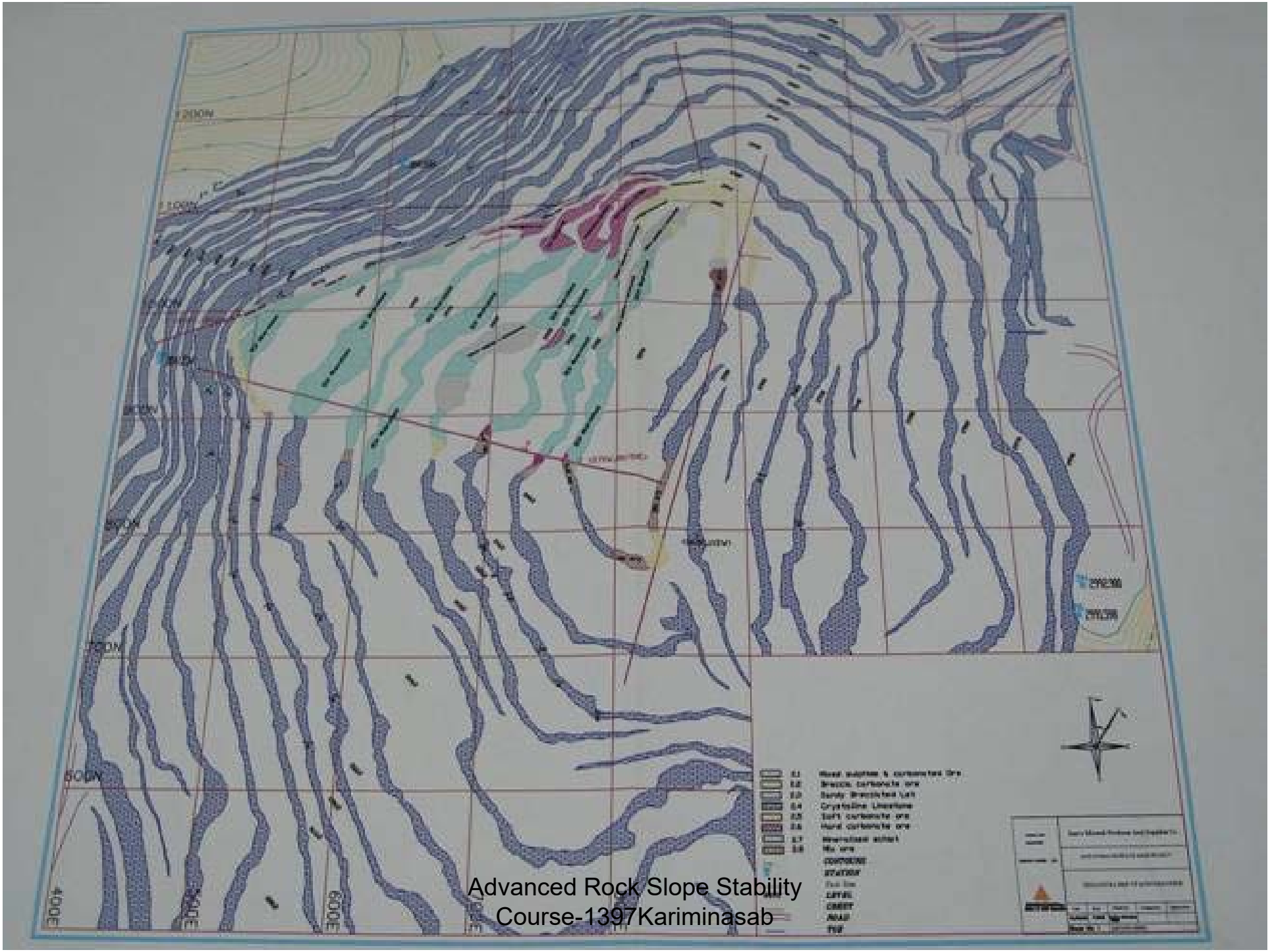
(الف) نمایی از پیت و (ب) ژئومتری پیت معدن سرب و روی انگوران در خرداد ۱۳۸۵

معدن انگوران قبل و بعد از ریزش

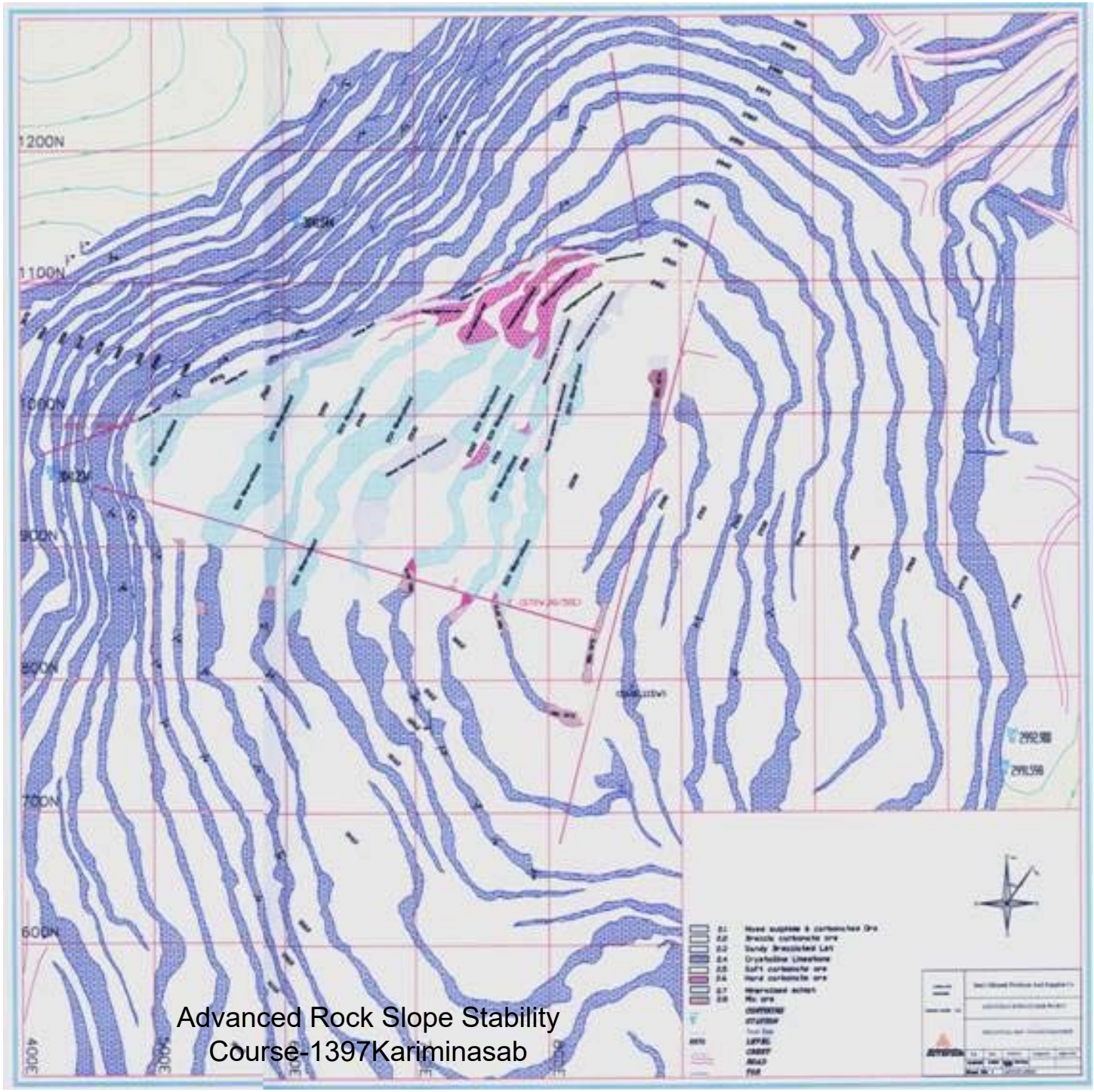




Advanced Rock Slope Stability
Course-1397Kariminasab


Advanced Rock Slope Stability
Course-1397Kariminasab

Scale1:2000



BEFORE FAILURE

Advanced Rock Slope Stability
Course-1397Kariminasab



Advanced Rock Slope Stability
Course-1397Kariminasab

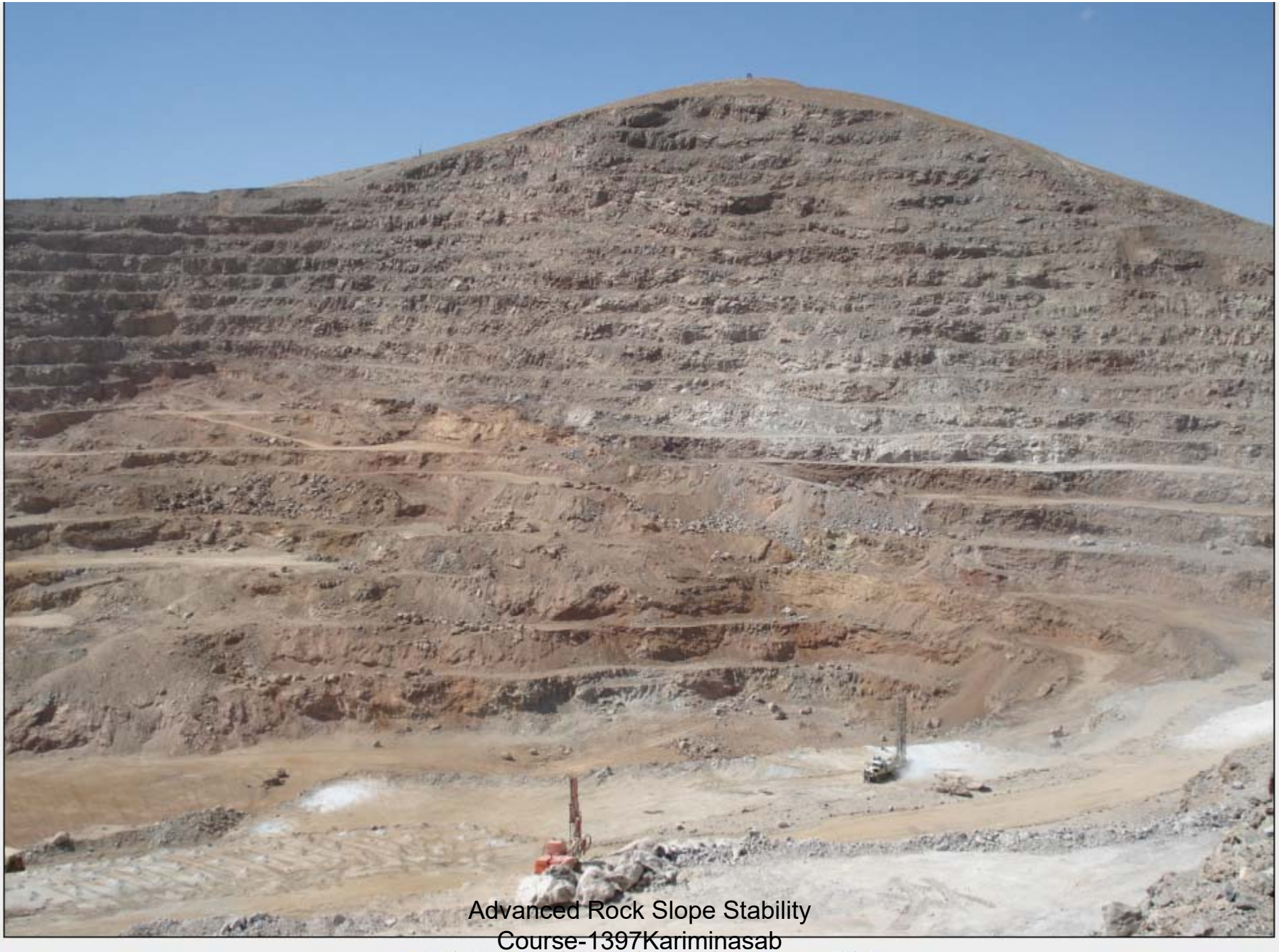

Advanced Rock Slope Stability
Course-1397Kariminasab


Advanced Rock Slope Stability
Course-1397Kariminasab


Advanced Rock Slope Stability
Course-1397Kariminasab

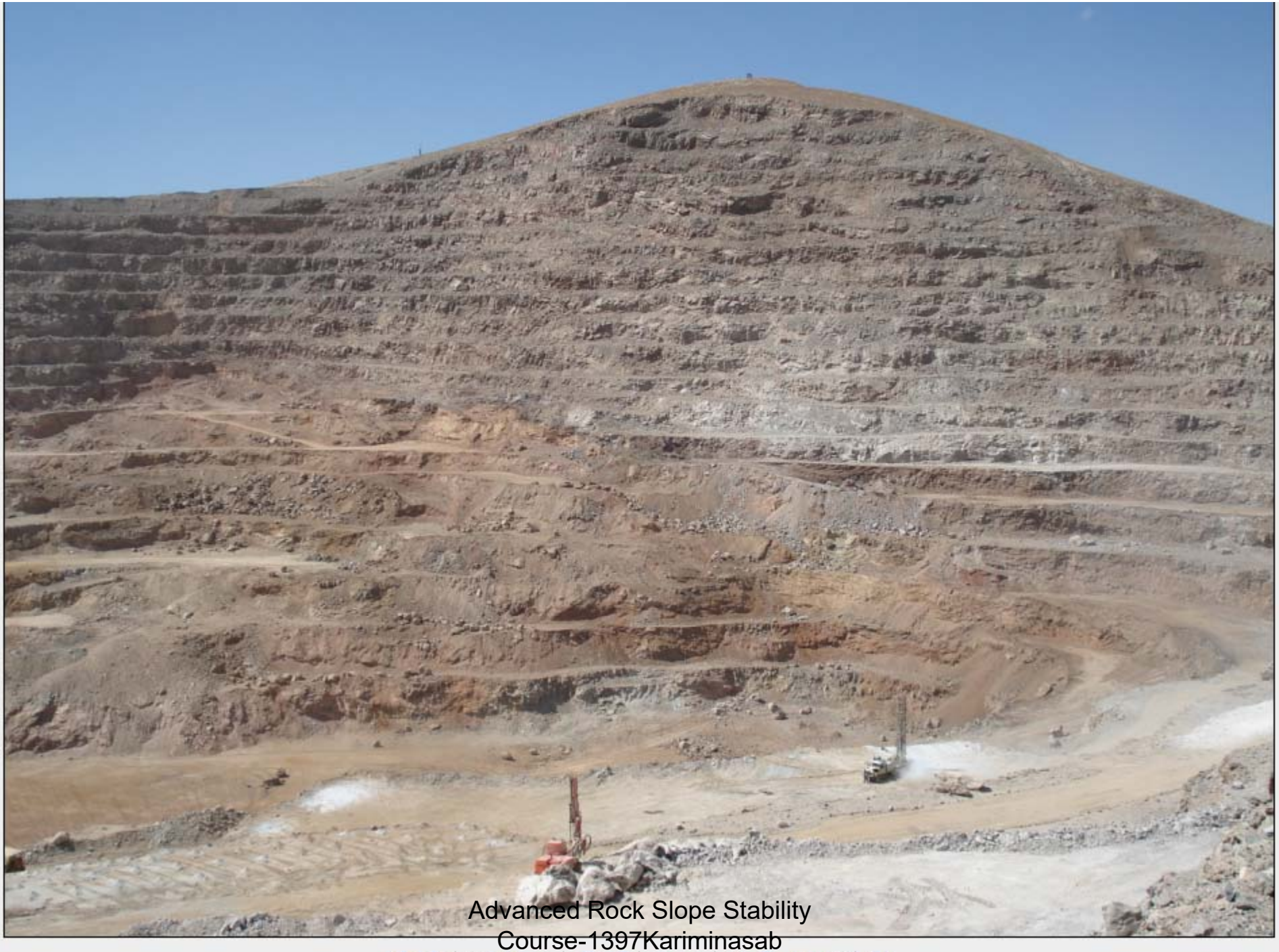

Advanced Rock Slope Stability
Course-1397Kariminasab


Advanced Rock Slope Stability
Course-1397Kariminasab


Advanced Rock Slope Stability
Course-1397Kariminasab

DURING FAILURE

Advanced Rock Slope Stability
Course-1397Kariminasab


Advanced Rock Slope Stability
Course-1397Kariminasab


Advanced Rock Slope Stability
Course-1397Kariminasab



Advanced Rock Slope Stability
Course-1397Kariminasab


Advanced Rock Slope Stability
Course-1397Kariminasab



Advanced Rock Slope Stability
Course-1397Kariminasab


Advanced Rock Slope Stability
Course-1397Kariminasab

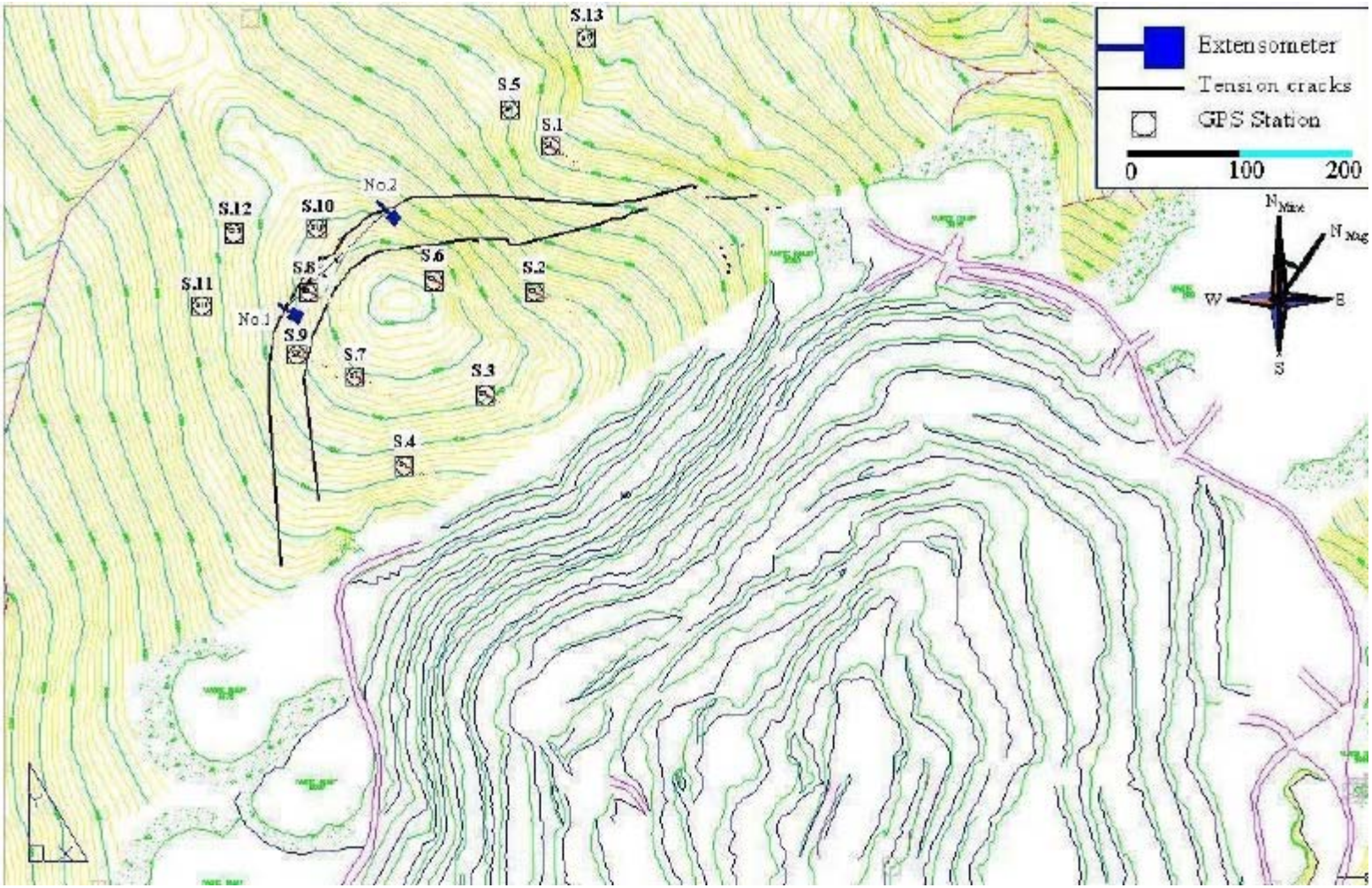

7/15
7/15


Advanced Rock Slope Stability
Course-1397Kariminasab


Advanced Rock Slope Stability
Course-1397Kariminasab

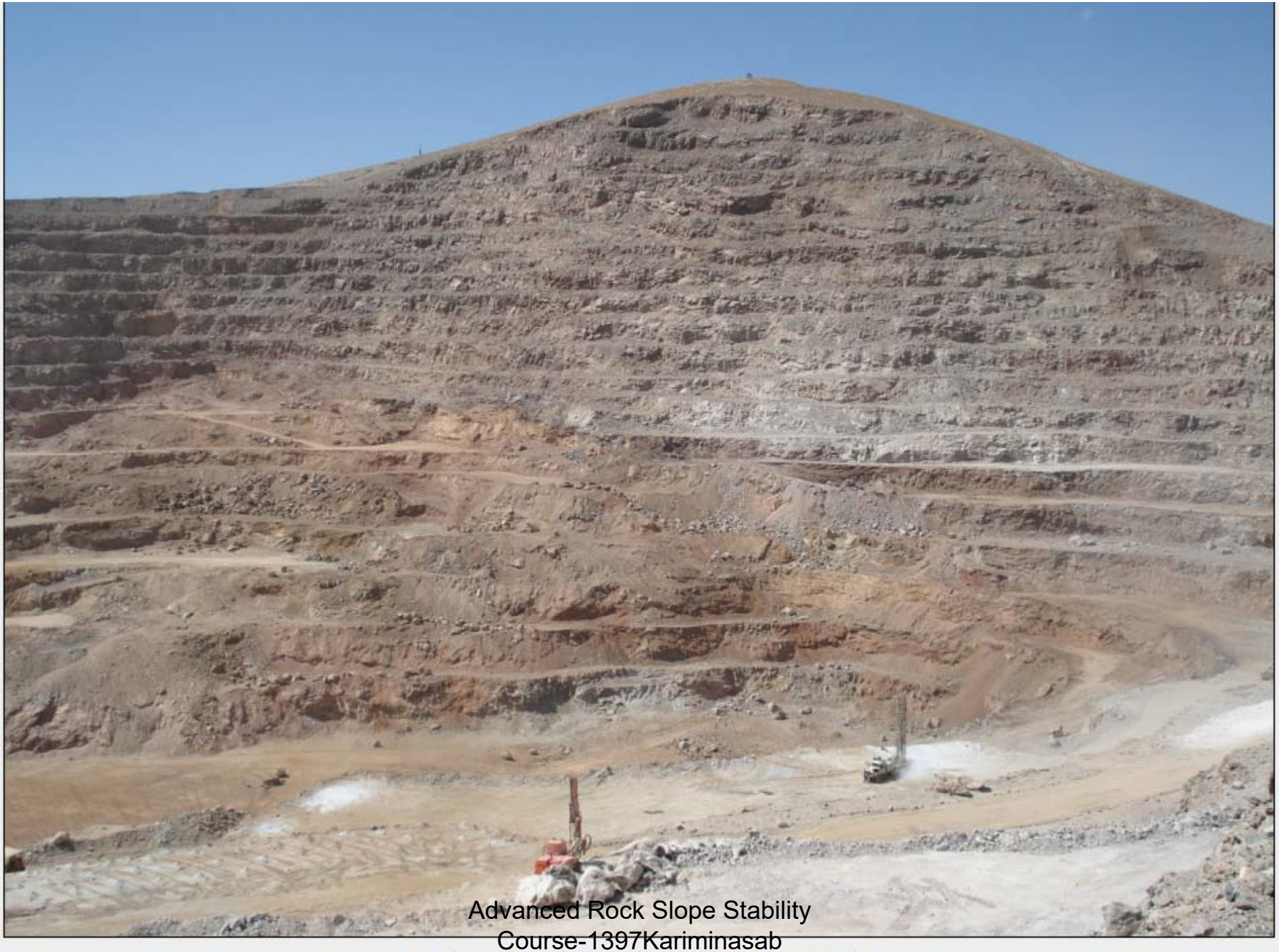


Advanced Rock Slope Stability
Course-1397Kariminasab


S.13
S.5
S.1
No.2
S.12
S.10
S.6
S.2
S.8
S.11
No.1
S.9
S.7
S.3
S.4
Extensometer
Tension cracks
GPS Station
0
100
200
N Max
N Mag
W
E
S

گسترش ترک کششی از تیرماه (سمت چپ) تا مهر ماه ۱۳۸۵ (سمت راست)




Advanced Rock Slope Stability
Course-1397Kariminasab

AFTER FAILURE

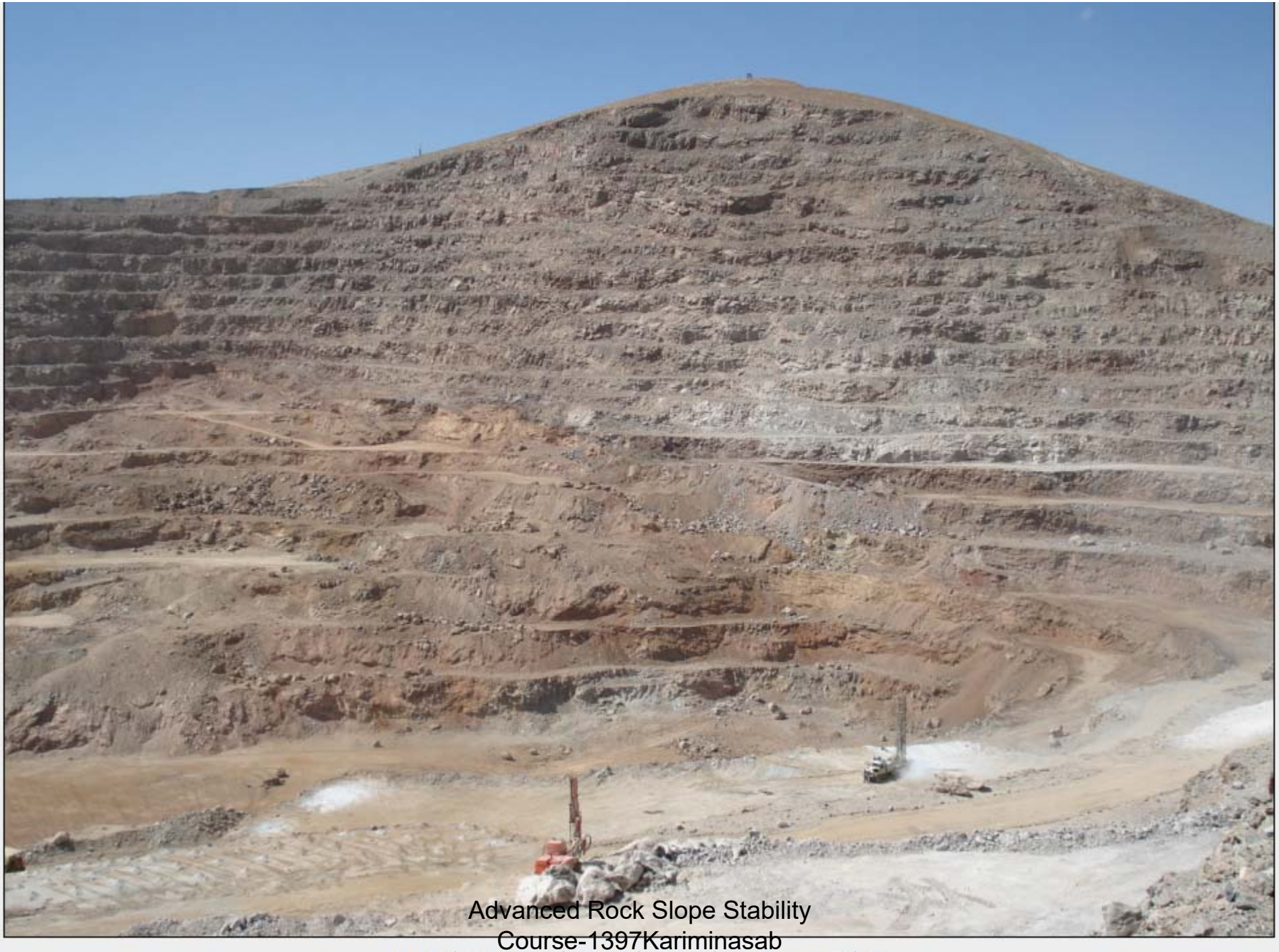
Advanced Rock Slope Stability
Course-1397Kariminasab


Advanced Rock Slope Stability
Course-1397Kariminasab


Advanced Rock Slope Stability
Course-1397Kariminasab


Advanced Rock Slope Stability
Course-1397Kariminasab


Advanced Rock Slope Stability
Course-1397Kariminasab


Advanced Rock Slope Stability
Course-1397Kariminasab


Advanced Rock Slope Stability
Course-1397Kariminasab


Advanced Rock Slope Stability
Course-1397Karimnasab


Advanced Rock Slope Stability
Course-1397Kariminasab


Advanced Rock Slope Stability
Course-1397Karimnasab


Advanced Rock Slope Stability
Course-1397Kariminasab


Advanced Rock Slope Stability
Course-1397Kariminasab


Advanced Rock Slope Stability
Course-1397Karimnasab


Advanced Rock Slope Stability
Course-1397Karimnasab


Advanced Rock Slope Stability
Course-1397Kariminasab

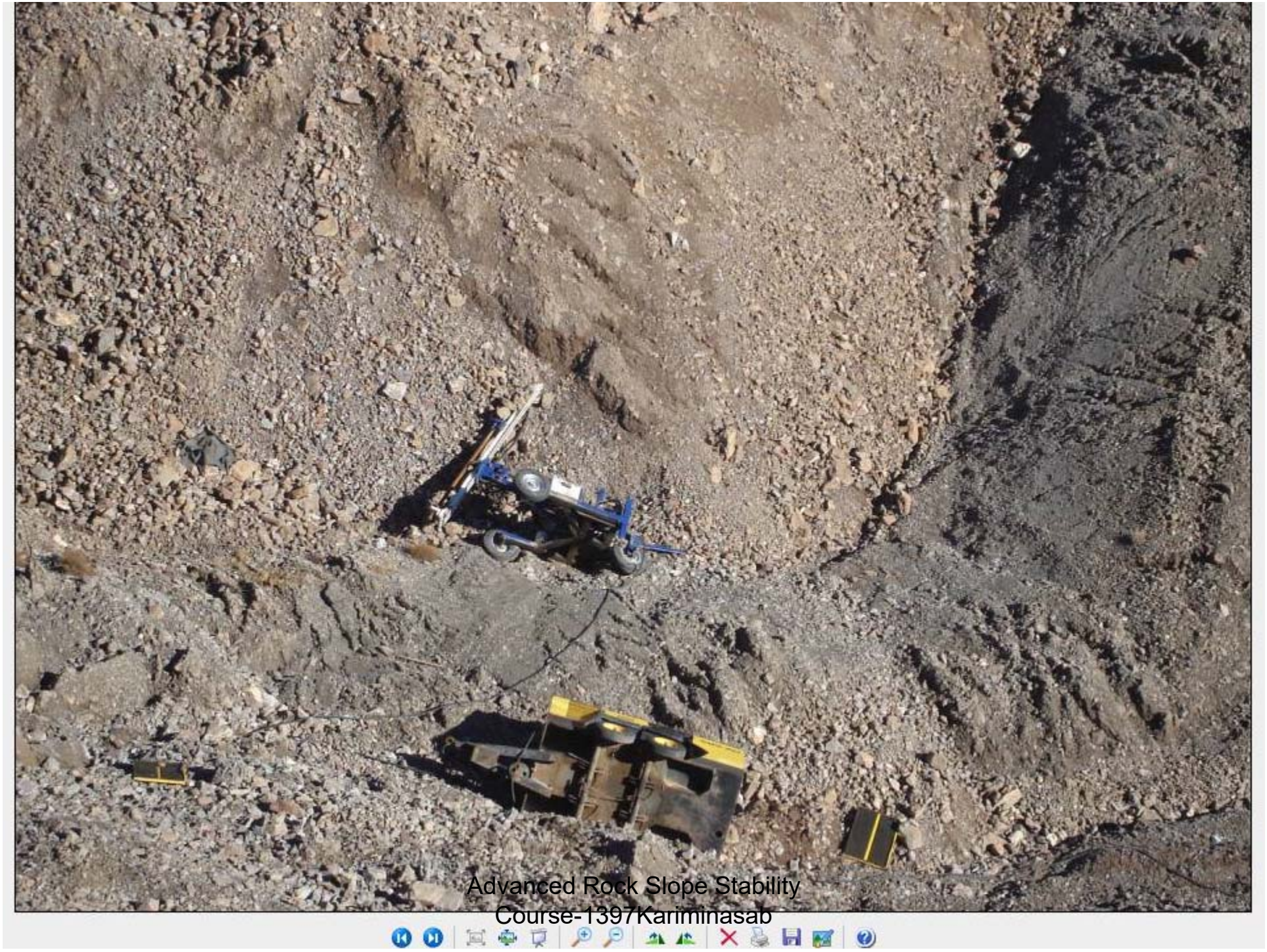

Advanced Rock Slope Stability
Course-1397Karimnasab



Advanced Rock Slope Stability
Course-1397Kariminasab


Advanced Rock Slope Stability
Course-1397Kariminasab


Advanced Rock Slope Stability
Course-1397Kariminasab


Advanced Rock Slope Stability
Course-1397Kariminasab


Advanced Rock Slope Stability
Course-1397Kariminasab


Advanced Rock Slope Stability
Course-1397Kariminasab



Advanced Rock Slope Stability
Course-1397Kariminasab


Advanced Rock Slope Stability
Course-1397Karimnasab


Advanced Rock Slope Stability
Course-1397Kariminasab


Advanced Rock Slope Stability
Course-1397Karimnasab


Advanced Rock Slope Stability
Course-1397Kariminasab


Advanced Rock Slope Stability
Course-1397Kariminasab


Advanced Rock Slope Stability
Course-1397Kariminasab


Advanced Rock Slope Stability
Course-1397Kariminasab

چگونه در مسائل فنی تصمیم گیری می شود!!؟؟

سومین کنفرانس مکانیک سنگ ایران- ۲۴ الی ۲۶ مهر ۱۳۸۶
دانشگاه صنعتی امیرکبیر- تهران- ایران

تحلیل پایداری دیواره شمال غربی معدن سرب و روی انگوران با استفاده از نرم افزار Flac

پرهام خواجه پور*; حسام مقدم علی**

چکیده

معدن سرب و روی انگوران جز معادن بزرگ روباز ایران بوده و در استان زنجان (۱۰۰کیلومتری مسیر دندی) واقع شده است. پس از گزارش جابجایی در نقاط مبنا نقشه برداری و مشاهده شکاف در دیواره شمالغربی معدن انگوران، بررسی هایی بمنظور تشخیص روند جابجایی شکاف صورت گرفت. این بررسی ها از آبان ماه ۱۳۸۴ آغاز شده و بوسیله ۱۴ ایستگاه DGPS و دو عدد کشیدگی سنج صورت گرفته است. پس از قرائت ابزارهای نصب شده و تحلیل داده ها، حداکثر جابجایی ۴۷۰ میلیمتری در ایستگاه S_3 و در سایر ایستگاه نیز اعداد مشابه حاصل گردیده است. این دیواره از دولایه عمده آهک و شیست تشکیل شده است؛ لایه شیستی موجود در این دیواره بدلیل نفوذ آب سطحی، شرایط لغزش را فراهم نموده است. بر اساس شرایط موجود مدلی در محیط Flac ساخته شد؛ پس از مقایسه نتایج مدل با نتایج ابزار و نقشه برداری انجام شده، صحت مدلسازی تائید گردید. پس از بررسی روشهای پایدارسازی سطوح شیبدار، بمنظور ارائه طرح زهکشی و طرح تقویت دیواره بکارگیری شمع و حفر چالهای افقی مناسب ارزیابی شد. پس از نصب شمع طبق الگوی پیشنهادی در مدل مقدار فاکتور ایمنی از ۱/۹ به ۳/۴ ارتقا یافت؛ که مبین صحت روش پیشنهادی می باشد.

Advanced Rock Slope Stability
Course-1397Kariminasab

واژه شناسی

- Slope (شیب)
  - هر سطحی که نسبت به سطح افق، سطحی شیبدار باشد، شیب را به صور زیر تشریح می کنند.
- Ratio
  - مثل 1.5:1 یعنی افزایش یک و نیم واحد ارتفاع در طول یک واحد افقی
- Decimal Fraction
  - مثل 1.5

- درصد
  - مثل 150%
- درجه نسبت به افق
  - مثل 56.31 درجه
- Stability (پایداری)
  - مقاومت سازه در برابر گسیختگی ناشی از لغزش و یا ریزش تحت شرایط عادی که سازه بر اساس آن طرح شده است.
- Slope stability (پایداری شیب)
  - مقاومت هر سطح شیبدار در برابر گسیختگی ناشی از لغزش یا ریزش.