

*UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN LUIS
DEPARTAMENTO DE GEOLOGÍA*



GEOLOGÍA ESTRUCTURAL

2020

Profesor Responsable: Dr. Carlos Costa

GEOLOGÍA ESTRUCTURAL

1. HORARIOS

TEORÍA: LUNES Y MIÉRCOLES 10-11:30 HS, AULA 60

PRÁCTICA: MARTES Y JUEVES 10-13 HS, AULA 60

2. PARCIALES: 2 Parciales, con recuperatorios

3. PROGRAMA

4. BIBLIOGRAFÍA

4. VIAJES DE CAMPO

P. de los Funes-Los Puquios

Precordillera de San Juan

5. REGIMEN DE CURSADO



GEOLOGÍA ESTRUCTURAL - PROGRAMA-

MODULO I: EL INTERIOR DE NUESTRO PLANETA Y ASPECTOS TEORICOS DE LA DEFORMACION

TEMA 1. Introducción: Definiciones, objetivos, métodos de estudio, relaciones con otras disciplinas, aplicaciones.

TEMA 2. Caracterización geológica y geofísica del interior del planeta. Concepto de litosfera, astenósfera y mesósfera. La corteza terrestre. Tipos corticales y sus características. Zonas estables y móviles. Deriva continental . Diferentes tipos de evidencias para las reconstrucciones continentales. Expansión del fondo oceánico. Tectónica de placas. Tipos de bordes de placas. Fallas transformantes.

TEMA 3. Aspectos teóricos de la deformación: Conceptos de fuerza, esfuerzo y deformación. Representaciones gráficas. Tipos de deformaciones (clasificación descriptiva). Propiedades reológicas de cuerpos ideales. Etapas de la deformación. Factores que influyen el comportamiento de los materiales. Conceptos de cizalla simple y cizalla pura. Mecanismos de la deformación continua. Mecanismos de la deformación discontinua. Criterios de Coulomb, Griffith y Bott. Círculo de Mohr.

MODULO II: ESTRUCTURAS PRINCIPALES

TEMA 4. Estructuras primarias. Distinción entre techo y base de estratos. Discordancias: Clasificación. Discordancias progresivas. Términos afines. Criterios para el reconocimiento de discordancias.

TEMA 5. Pliegues: Terminología de los elementos de un pliegue. Clasificación descriptiva de pliegues según simetría, actitud del plano y el eje, curvatura de la charnela, morfología, espesor de los estratos, posición de las isogonas, dimensiones. Reconocimiento de pliegues a escala macro y mesoscópica. Plegamiento superpuesto y estructuras de interferencia. Estructuras diapíricas y domos salinos. Importancia del reconocimiento de pliegues en tareas de prospección. Mecanismos genéticos del plegamiento: Pliegues generados por flexodeslizamiento, flujo flexural, aplanamiento, deslizamiento pasivo, flujo y mecanismos combinados.

TEMA 6. Diaclasas. Clasificación descriptiva según: forma, tamaño, importancia relativa, orientación respecto a las estructuras mayores y rasgos superficiales. Clasificación genética: Diaclasas de contracción, tensión y cizalla. Importancia de las diaclasas en problemas geológicos.

TEMA 7. Fallas. Definiciones. Terminología de los elementos de una falla. Clasificación descriptiva de fallas según rake del desplazamiento neto, posición respecto a los estratos adyacentes, ángulo de inclinación del plano, diseño del plano. Mecánica del fallamiento. Clasificación genética. Fallas de empuje, gravitacionales, transcurrentes y transformantes. Ley de Anderson. Reconocimiento de fallas. Evidencias a escala macro y mesoscópica. Distinción entre fallas y discordancias. Zonas de cizalla: Diferentes tipos y características. Determinación del sentido de desplazamiento. Importancia de las fallas en geología aplicada.

TEMA 8. Relaciones entre pliegues y fallas. Pliegues relacionados con fallas. Pliegues por flexión y propagación de fallas, pliegues por despegue, pliegues originados por "trishear". Fallas asociadas a pliegues: Fallas tipo flexo-deslizantes, bending-moment y oblicuas a la estratificación.

GEOLOGÍA ESTRUCTURAL

MODULO III: ASOCIACIONES ESTRUCTURALES Y PROCESOS FORMADORES DE MONTAÑAS.

TEMA 9. Tectónica extensional. Geometría de las principales fallas normales. Estructuras características: fallas tipo dominó, pliegues roll-over. Zonas de transferencia. "Core complexes". Extensión continental y oceánica. Características de márgenes pasivos. Ejemplos argentinos.

TEMA 10. Tectónica compresiva. Sistemas de fajas plegadas y corridas Tectónica "thin skinned",. Estructuras características.. Tectónica "thick skinned". Tectónica compresiva de bloques. Ejemplos argentinos.

TEMA 11. Tectónica transcurrente. Mecánica del fallamiento transcurrente. Transcurrencia paralela, transtensión y transtensión. Morfologías características. Reconocimiento de fallas transcurrentes. Ejemplos argentinos.

TEMA 12. Estructuras de inversión tectónica. Criterios para su identificación. Elementos descriptivos. Inversión tectónica positiva y negativa. Estructuras resultantes. Orígenes de la inversión tectónica. Ejemplos argentinos.

TEMA 13. Contextos orogénicos en el marco de la tectónica de placas. Orógenos tipo andino, himalayo y arco de islas.

TRABAJOS PRÁCTICOS

Práctico 1: Orientación de planos. Rumbo y buzamiento real y aparente. Distintas formas de obtener el rumbo y buzamiento de un plano. Ejercitación del manejo de la Brújula en gabinete y trabajo de campo

Práctico 2: Técnicas geométricas auxiliares. Espesor y profundidad de estratos.

Práctico 3: Problema de los tres puntos. Reconstrucción del diseño de afloramiento de estratos.

Práctico 4 : Interacción entre planos y topografía. Regla de la "V".

Práctico 5: Reconocimiento de un pliegue en perfil y en planta. Construcción de perfiles de pliegues. Pliegues y Topografía. Reconocimiento y análisis de pliegues en imágenes aéreas.

Práctico 6: Reconocimiento de fallas en perfil y en planta. Relaciones entre el fallamiento y la morfología pre y post erosivas. Resolución de problemas geométricos. Reconocimiento y análisis de fracturas en imágenes aéreas.

Práctico 7: Tratamiento gráfico y estadístico de datos. Aplicaciones de la proyección estereográfica. Tratamiento de datos recopilados en trabajo de campo. Análisis cinemático de fallas por computadora.

Práctico 8: Perfiles balanceados



**GUIA DE ESTUDIO
PARA LAS CLASES TEÓRICAS DEL CURSO**

GEOLOGÍA ESTRUCTURAL

2018

Dr. Carlos H. Costa

<http://geoestructural.unsl.edu.ar/>
USUARIO: estructural
CONTRASEÑA: estruct15geo
CONTRASEÑA PDF: precordillera

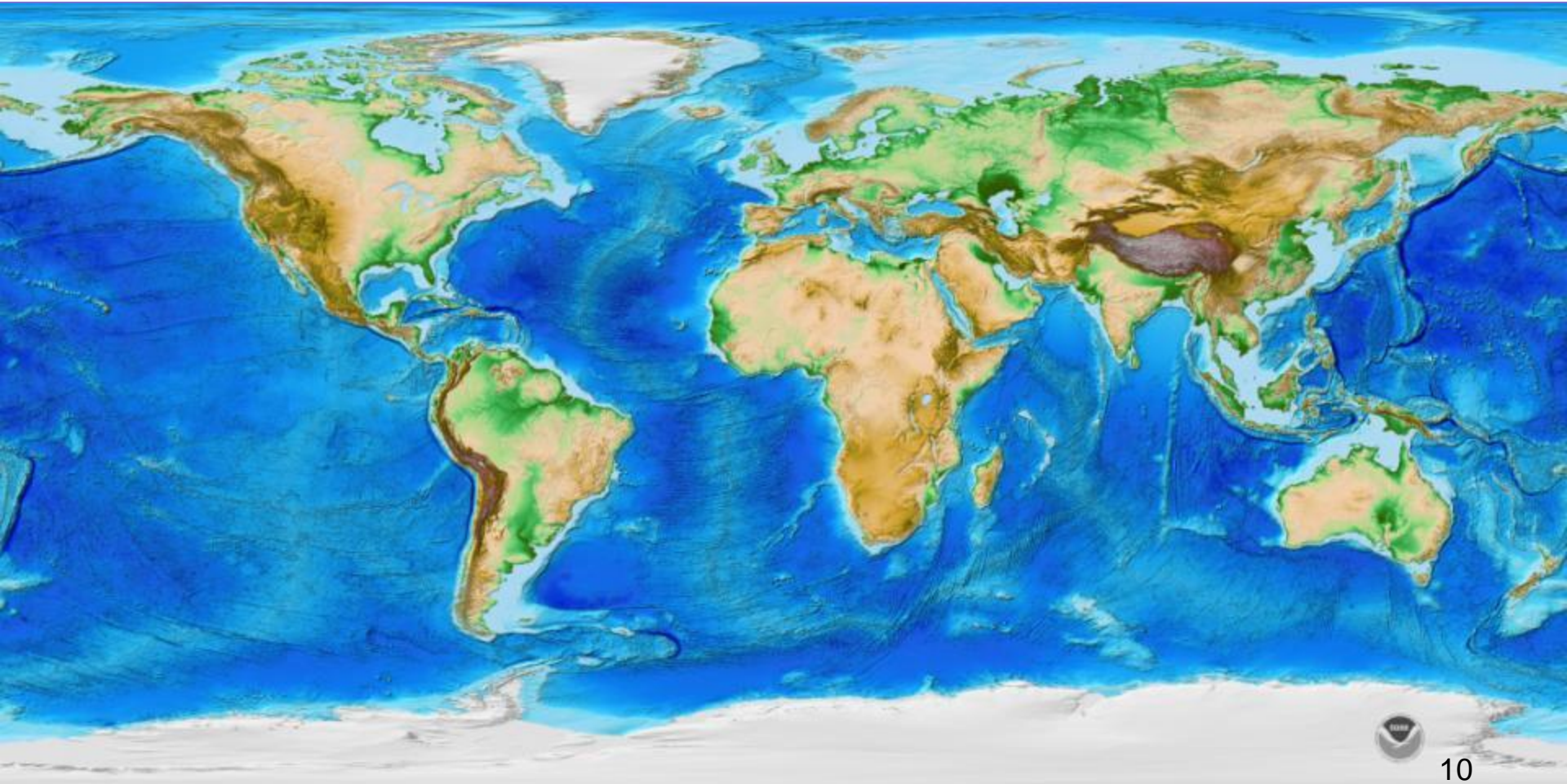
IMPORTANTE

La presente guía ha sido diseñada para reunir el material gráfico principal que se presenta en las clases teóricas, junto con conceptos fundamentales y definiciones de diferentes temas del programa teórico del curso. En ese sentido, representa un material de estudio orientativo y complementario que **no reemplaza** a la consulta bibliográfica de los textos que se sugieren al final de cada tema

TEMA 1
INTRODUCCIÓN

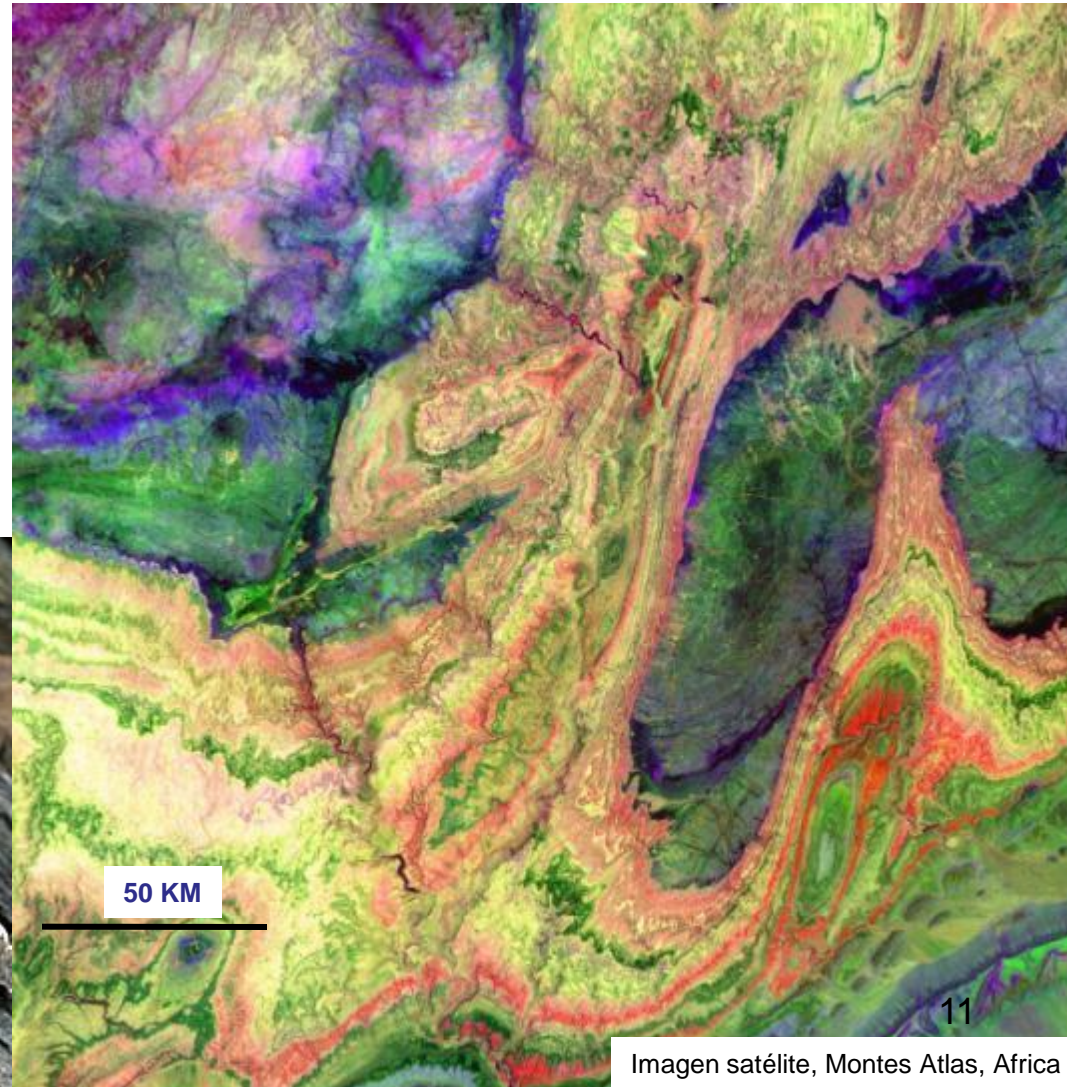
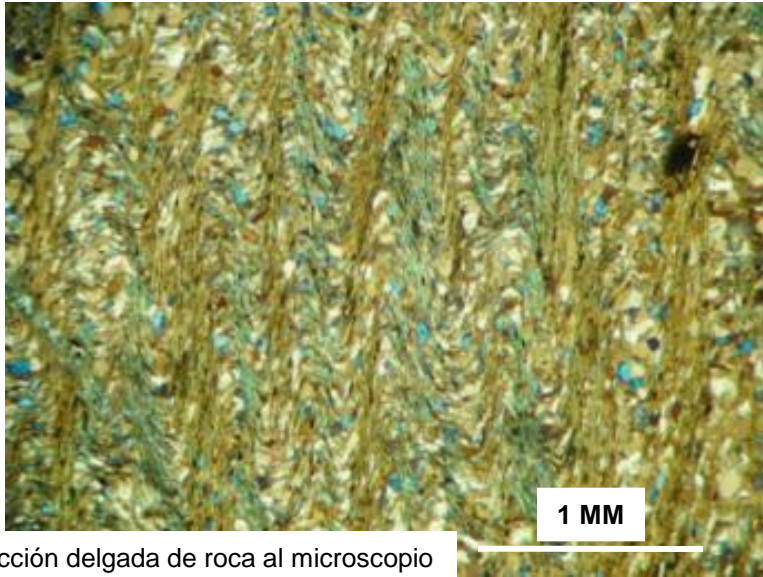
Introducción: Definiciones, objetivos, métodos de estudio, relaciones con otras disciplinas, aplicaciones.

LA CORTEZA TERRESTRE: GRAN DIVERSIDAD EN GEOFORMAS Y DEFORMACIONES



LAS DEFORMACIONES DE LA CORTEZA TERRESTRE:

Se observan distintos tipos... en distintas distintas escalas.... El objetivo de la Geología Estructural es sistematizar su estudio



1. DEFINICIONES

GEOLOGÍA ESTRUCTURAL

ES LA DISCIPLINA QUE SE OCUPA DEL ESTUDIO Y ANÁLISIS MORFOLÓGICO Y GEOMÉTRICO DE LAS DEFORMACIONES QUE SUFREN LOS MATERIALES DE LA CORTEZA TERRESTRE. (**ANÁLISIS DESCRIPTIVO**)

TECTÓNICA

DISCIPLINA QUE SE OCUPA DEL ANÁLISIS CINEMÁTICO Y DINÁMICO DE LAS DEFORMACIONES CORTICALES. ESTO IMPLICA EL ESTUDIO DE LAS FUERZAS INVOLUCRADAS, HISTORIA EVOLUTIVA, GÉNESIS, PROCESOS Y MECANISMOS QUE GOBIERNAN EL DESARROLLO DE UNA ESTRUCTURA. (**ANÁLISIS GENÉTICO**).

SE RESERVA EL TÉRMINO "**GEOTECTÓNICA**" PARA LOS PROBLEMAS TECTÓNICOS QUE INVOLUCRAN ESCALAS REGIONALES O CONTINENTALES. (**OJO**: HAY MÚLTIPLES DEFINICIONES)

ESTRUCTURA: DISPOSICIÓN ESPACIAL SEGÚN UN DETERMINADO ARREGLO GEOMÉTRICO DE: LÍNEAS, PLANOS, CUERPOS DE ROCA U OTRAS DISCONTINUIDADES GEOLÓGICAS. REFLEJAN LA INTERACCIÓN DE LOS ESFUERZOS Y LAS LITOLOGÍAS PREEXISTENTES.

ESTRUCTURAS PRIMARIAS: ARREGLO GENERAL DE LÍNEAS Y PLANOS POSTERIOR A SU DEPOSITACIÓN, QUE NO HAN SIDO SOMETIDOS A ESFUERZOS (ONDULITAS, ESTRATIFICACIÓN DIAGONAL ETC.).

ESTRUCTURAS SECUNDARIAS: TODA AQUELLA ESTRUCTURA QUE HA SIDO AFECTADA POR UNA O VARIAS FASES DEFORMACIONALES (PLIEGUES, FALLAS).

OBJETIVOS

1. DE LA "GEOLOGÍA ESTRUCTURAL": RECONOCER, ANALIZAR Y SISTEMATIZAR ESTRUCTURAS. ESTABLECER CRONOLOGÍAS.
2. DE LA "TECTÓNICA" ESTUDIO DE LAS ESTRUCTURAS PARA CONOCER LOS ESFUERZOS QUE LA GENERARON, CON LA DISTRIBUCIÓN ESPACIO-TEMPORAL DE LOS MISMOS Y EL ESTADO FÍSICO DE LOS MATERIALES QUE SON AFECTADOS.

ANÁLISIS DE LAS DEFORMACIONES: ORGANIZACIÓN DEL ESTUDIO DE LAS ESTRUCTURAS

- EL ESTUDIO DE LAS ESTRUCTURAS ESTA DADO EN FUNCIÓN DE SUS ELEMENTOS PLANARES Y LINEARES
- EL ANÁLISIS DESCRIPTIVO Y GENÉTICO ES LA BASE DE TODA CLASIFICACIÓN ESTRUCTURAL

• **ANÁLISIS DESCRIPTIVO (GEOLOGÍA ESTRUCTURAL):** TRATA SOBRE LA FORMA Y GEOMETRÍA DE LAS ESTRUCTURAS.

PUEDEN DESCRIBIRSE EN BASE A CRITERIOS A) GRÁFICOS Y/O B) ESTADÍSTICOS.

A) PROYECCIÓN PLANAR DE LAS CARACTERÍSTICAS TRIDIMENSIONALES DE LAS ESTRUCTURAS (MAPAS, SECCIONES, FOTOS ETC.)

B) ANÁLISIS DE GRAN POBLACIÓN DE DATOS - ROSAS, PROYECCIONES ESTEREOGRÁFICAS, HISTOGRAMAS.

• **ANÁLISIS GENÉTICO (TECTÓNICA):** TRATA SOBRE LOS ASPECTOS CINEMÁTICOS Y DINÁMICOS DE LAS DEFORMACIONES. –

MECANISMOS Y PROCESOS (ANÁLISIS TECTÓNICO) (PERSISTENCIA EN EL TIEMPO DEL CAMPO DE ESFUERZO, CONDICIONES FÍSICO-QUÍMICAS ETC.).

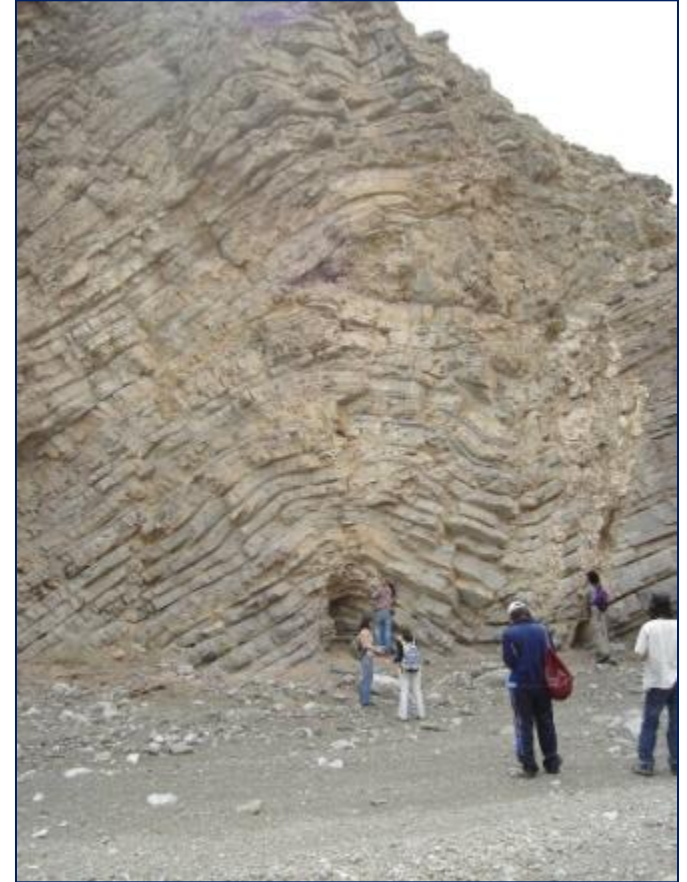
ENTONCES, EL ESTUDIO DE LAS DEFORMACIONES PASA POR UNA **APROXIMACIÓN DESCRIPTIVA** O ESTRUCTURAL PROPIAMENTE

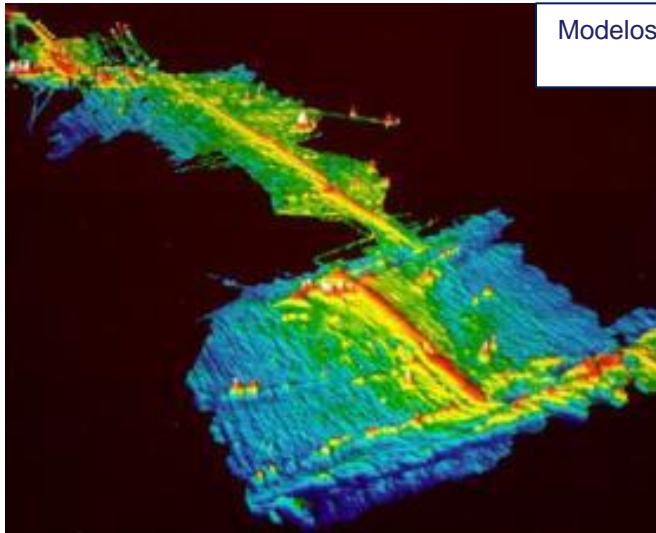
DICHA QUE ES BASE DE LA **APROXIMACIÓN GENÉTICA** O TECTÓNICA.

SIEMPRE DEBEN ENCARARSE PRIMERO LOS ASPECTOS DESCRIPTIVOS DE UNA ESTRUCTURA ANTES DE INTENTAR ANALIZAR SU GÉNESIS.

2. MÉTODOS DE ANÁLISIS:

MÉTODOS DIRECTOS: TRABAJOS DE CAMPO, MICROSCOPIO, LUPA.

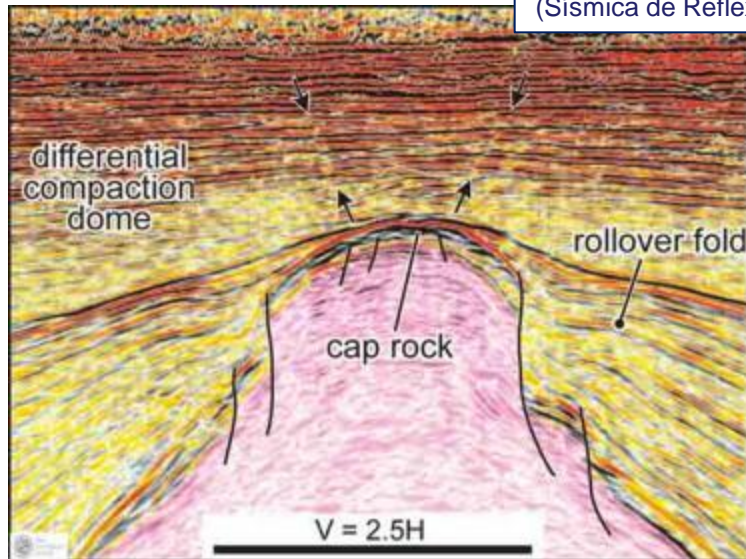




Modelos Digitales de Elevación del Terreno (DEM)



<http://www.geo.cornell.edu/geology/faculty/RWA/>



Técnicas geofísicas (Sísmica de Reflexión)



Fotografías aéreas y otras imágenes del terreno

TECTÓNICA GEODÉSICA

<<<

http://www.unavco.org/community_science/science_highlights/2010/M8.8-Chile.html

Figure 2 - A map showing interseismic velocities (yellow) and Maule co-seismic displacement (red) for the M8.8 Chile earthquake, 2010.

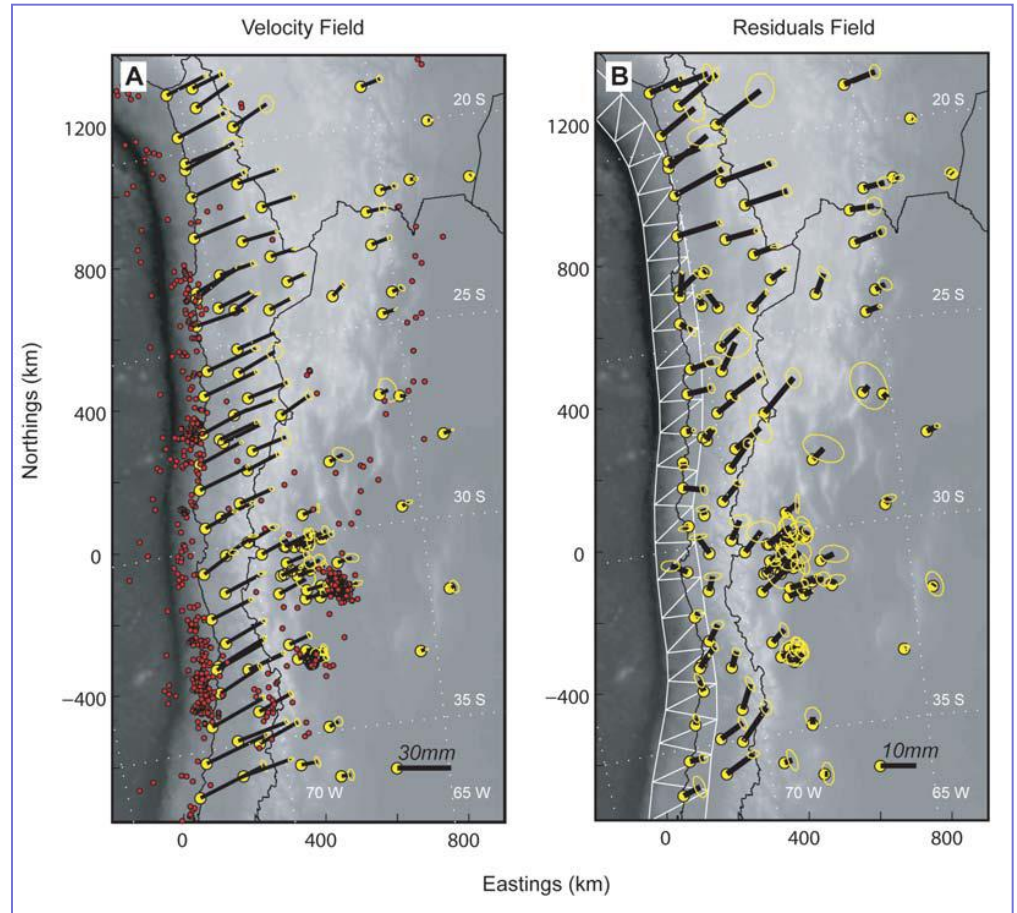
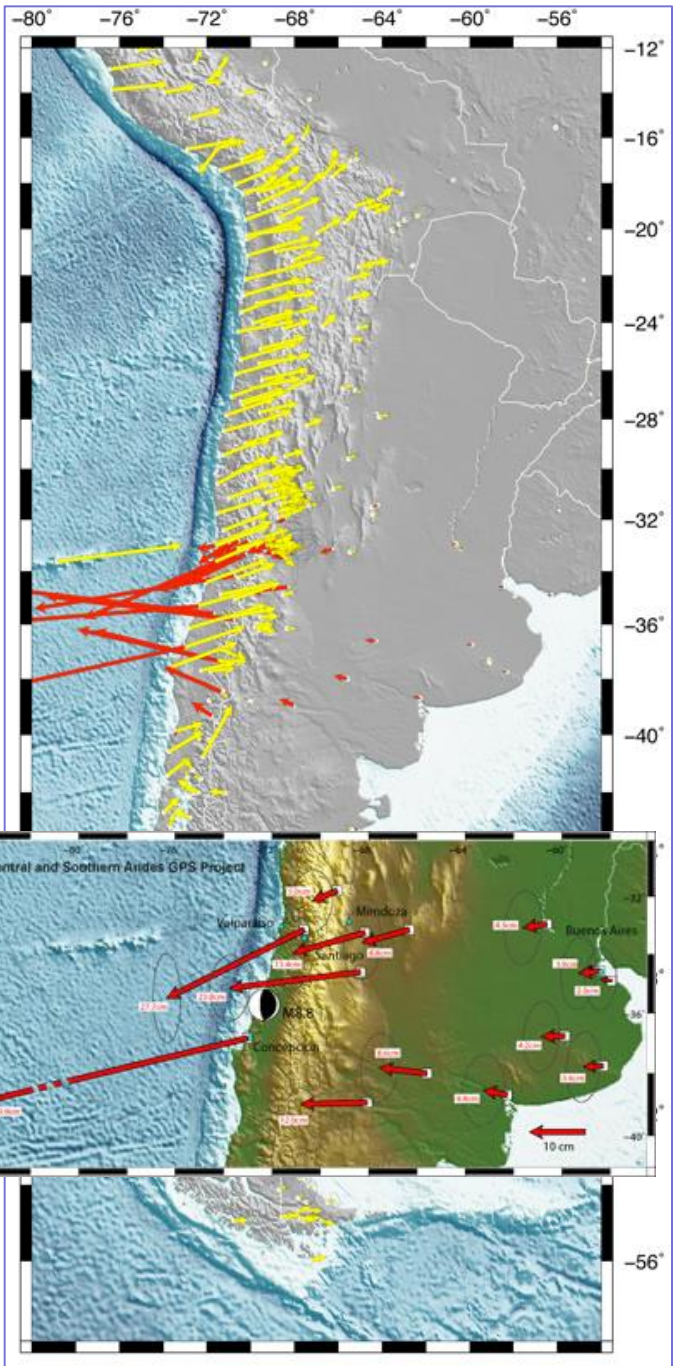
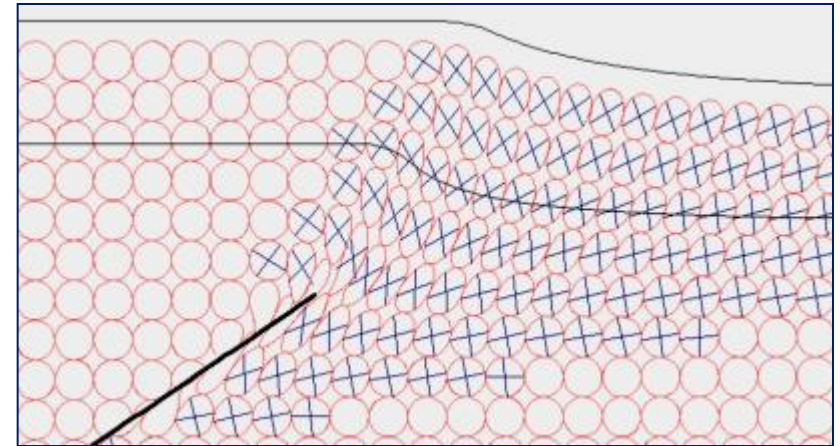
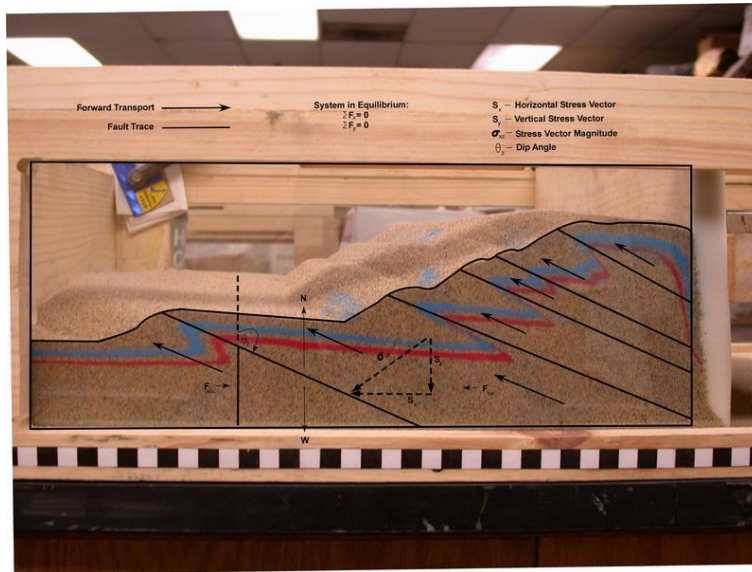
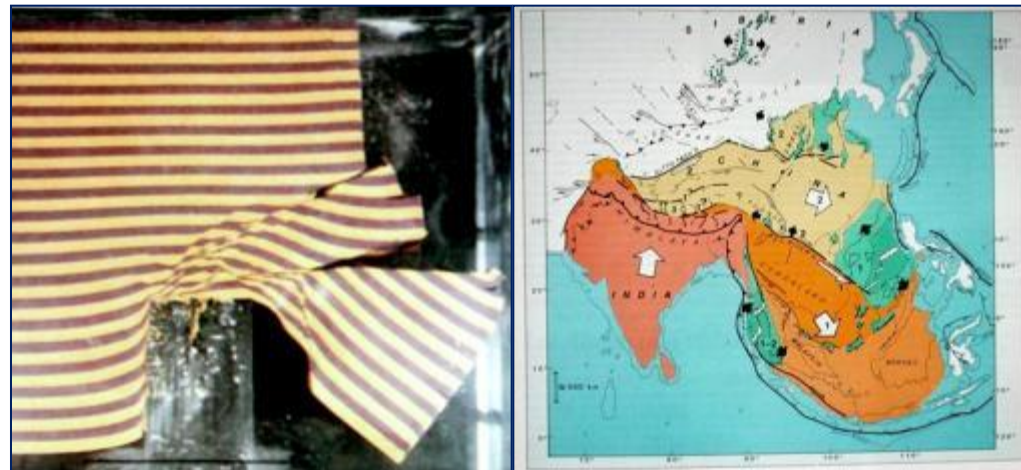


Figure 1: a) GPS velocity field superimposed on Andean topography. Yellow dots represent station locations; black lines, velocity vectors; yellow ellipses, 95% confidence ellipses; red dots, shallow crustal seismicity (< 30km) Kendrick et al. Rev. Asoc. Geol. Arg. (2006)

Métodos de laboratorio y experimentales: Ensayos sobre mecánica de rocas, cajas de arena, modelos analógicos, modelos de deformaciones de laboratorio. Tortas de arcilla (problema de tiempo y escala entre otras)



rocktrauma.org



3. ESCALA DE OBSERVACIÓN DE LAS DEFORMACIONES CORTICALES

ESCALA SUBMICROSCÓPICA: UTILIZA LA OBSERVACIÓN DE MEDIOS INDIRECTOS (MICROSCOPIO ELECTRÓNICO, RAYOS X. SE ESTUDIAN DEFECTOS EN ESTRUCTURAS CRISTALINAS.

ESCALA MICROSCÓPICA: OBSERVACIÓN MEDIANTE MICROSCOPIO O LUPA, EN CORTES DELGADOS. SE OBSERVAN CRISTALES DEFORMADOS, SECCIONADOS O CON ORIENTACIONES PREFERENCIALES, PLANOS DE FRACTURAS, ETC.

ESCALA MESOSCÓPICA: ES AQUELLA COMPRENDIDA ENTRE LA MUESTRA DE MANO HASTA EL AFLORAMIENTO CONTÍNUO.

ESCALA MACROSCÓPICA: COMPRENDE LAS ESTRUCTURAS DEMASIADO GRANDES COMO PARA PODER SER OBSERVADAS EN AFLORAMIENTOS MAYORES (10 M - 100 KM).

ESCALA MEGASCÓPICA: INVOLUCRA TODAS LAS ESTRUCTURAS MAYORES DE 100 KM.

ESCALA GIGASCÓPICA: INVOLUCRA RASGOS A ESCALA PLANETARIA.

PORQUÉ ES IMPORTANTE CONOCER LA ESTRUCTURA DE LA CORTEZA TERRESTRE:

4. Aplicaciones de la Geología Estructural

Hidrocarburos. Identificación de trampas y zonas favorables de concentración. Problemas de producción.

Minería. Problemas de desaparición de vetas, Teoría de tectónica de Placas (macrotectónica - metalotectónica). Ej Asociación de porfidos de cobre y las cordilleras circumpacíficas en las márgenes convergentes de placas. Asociación de sulfuros macizos y corteza oceánica generada en las dorsales oceánicas, las que son transportadas a las zonas de subducción y aparecen en las cordilleras plegadas

Geología ingenieril. (geotecnia) Problemas de estabilidad, control estructural de obras civiles, riesgo geológico. El conocimiento detallado de los rasgos estructurales constituye la base de un estudio de factibilidad en proyectos hidroeléctricos, túneles, ferrovías, carreteras, minas.

Peligros Geológicos: Neotectónica, peligro sísmico. Identificación de zonas tectónicamente estables para la disposición de desechos de veneno, residuos nucleares, la construcción de plantas nucleares. Ordenamiento territorial

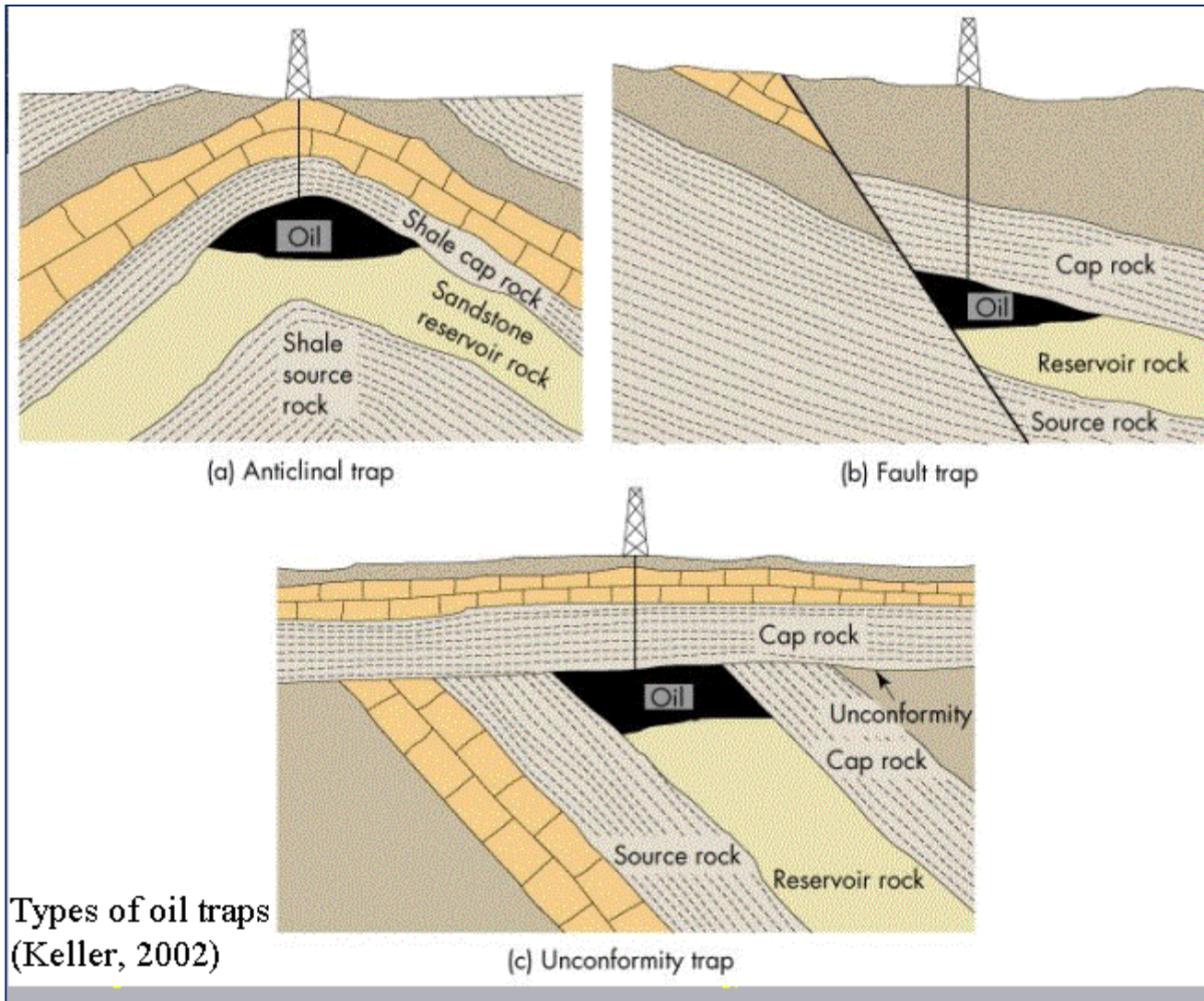
Hidrogeología. Caracterización de estructuras neógenas. El control estructural es de vital importancia en la distribución de agua subterránea, tanto para el abastecimiento de agua en la hidrogeología, como para el control de agua subterránea en las minas.-

Nuevos avances:

* Sensores remotos: Imágenes satelitarias (TM, SPOT, Interferometría SAR), Técnicas geofísicas (tomografías sísmicas y eléctricas, sísmica de reflexión profunda, sísmica 3D), Tectónica Geodésica/Posicionamiento satelitario (GPS).

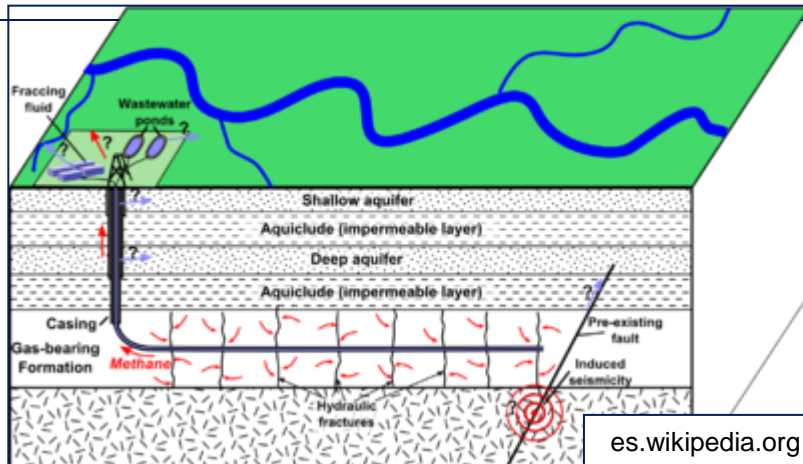
Los mayores progresos producidos en los últimos 40 años han sido en gran parte acelerados por: 1.- Tectónica de Placas; 2.- Desarrollo de los sensores remotos y otras tectónicas indirectas. Contribuciones: Wrench colision en la India, Drenajes en el Sahara, límites de placas, localización de yacimientos y análisis de lineamientos. Avances en los mapeos y comprensión de las megaestructuras. Visión sinóptica.

GEOLOGÍA ESTRUCTURAL Y PROSPECCIÓN DE HIDROCARBUROS



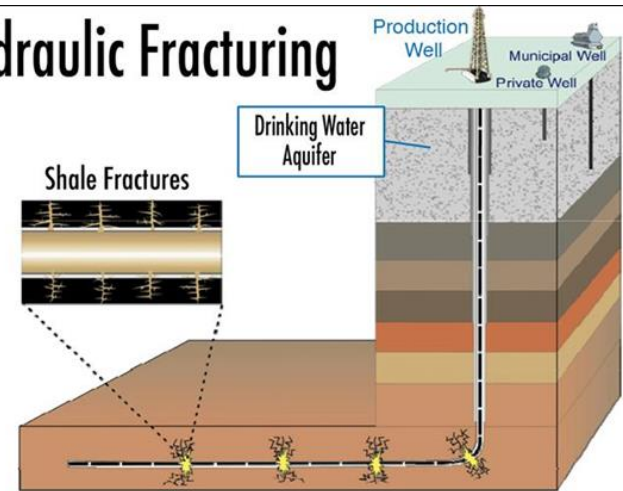
SHALE OIL&GAS: FRACTURACIÓN HIDRÁULICA

EXPLOTACIÓN DE PETRÓLEO Y GAS NO CONVENCIONAL EN LA FM. VACA MUERTA



es.wikipedia.org

Hydraulic Fracturing



Source: EPA

ehsjournal.org

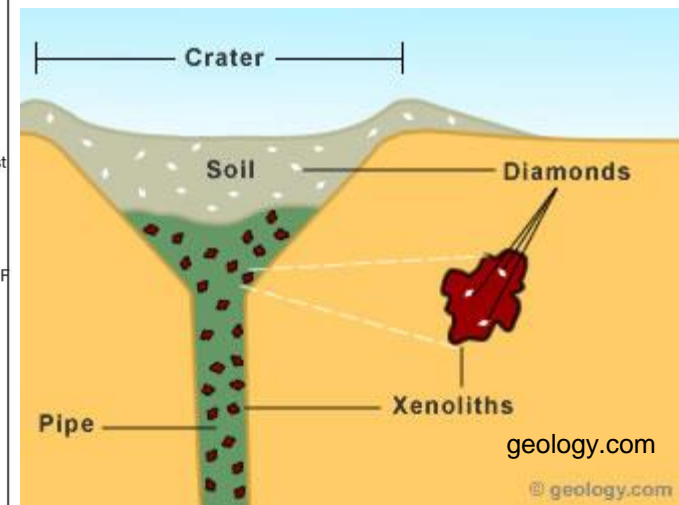
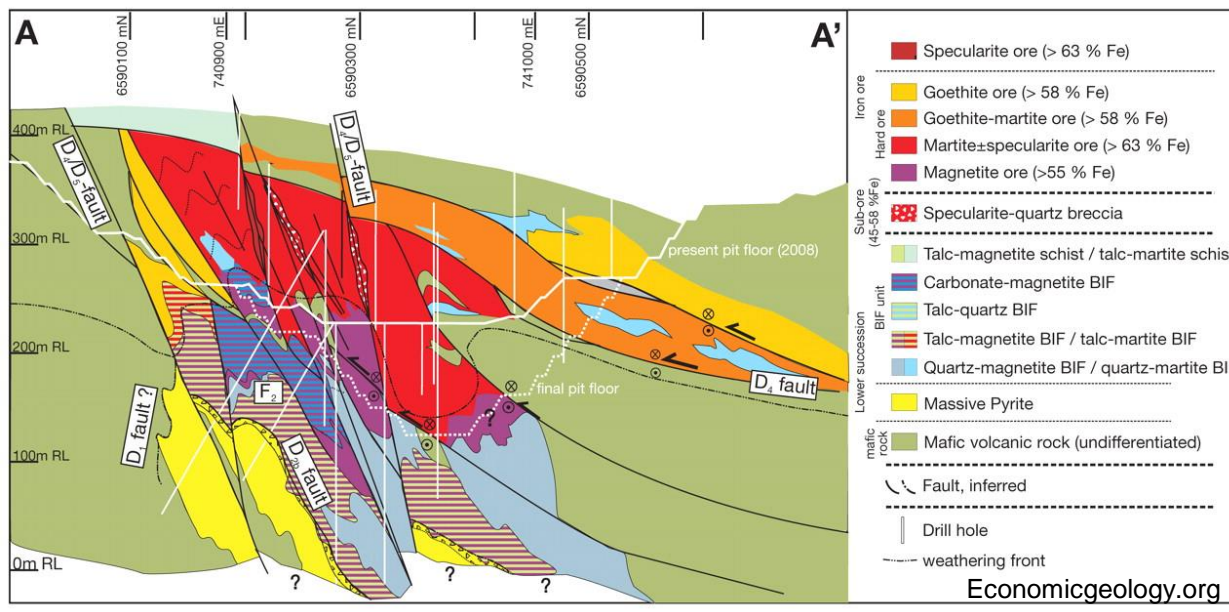


"Vaca Muerta es una de las mejores arcillas capaces de producir hidrocarburos del mundo. El tener este recurso en Argentina es una suerte pues puede cambiar el futuro energético del país y garantizar su autoabastecimiento"

"Se extiende por las provincias de Neuquén, Mendoza y Río Negro"

"Las reservas en Vaca Muerta, en un área ya estudiada de unos 8.071 kilómetros cuadrados, ascienden a 22.807 millones de barriles equivalentes. Pero su potencial es mayor porque se extiende sobre una superficie total de 30.000 kilómetros cuadrados"

"Vaca Muerta, en 10 años Argentina podría duplicar la capacidad de producción de hidrocarburos, con un esfuerzo inversor de 25.000 millones de dólares por año. YPF tenía abiertas negociaciones con una quincena de grandes multinacionales del sector, entre ellas la estadounidense Exxon, sobre acuerdos de asociación para explotar no convencionales en Vaca Muerta."



Hydrothermal solutions: important ore deposits

Hot, metal-rich fluid migration as **vein deposits** or disseminated deposits

Quartz veins





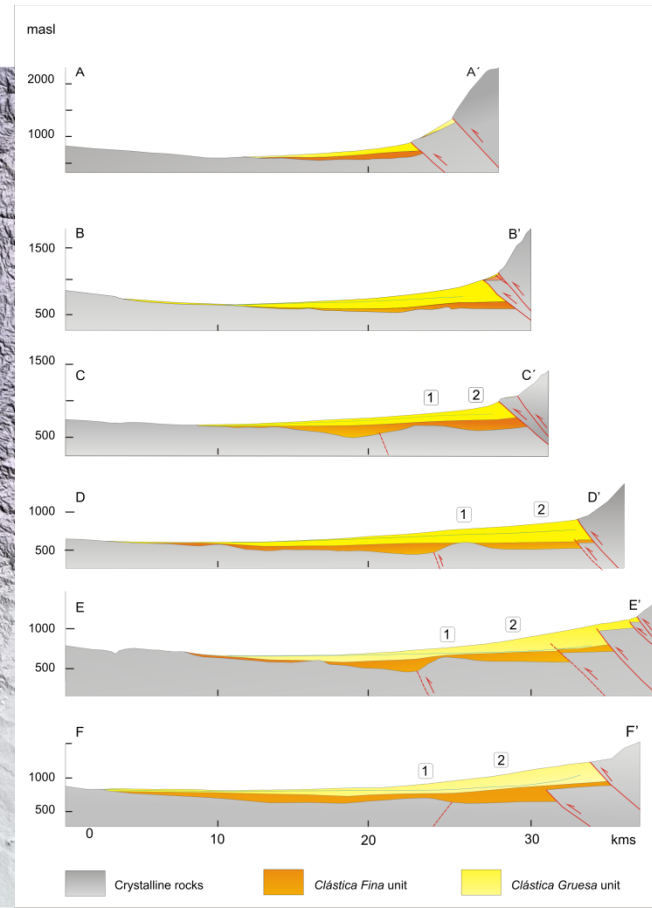
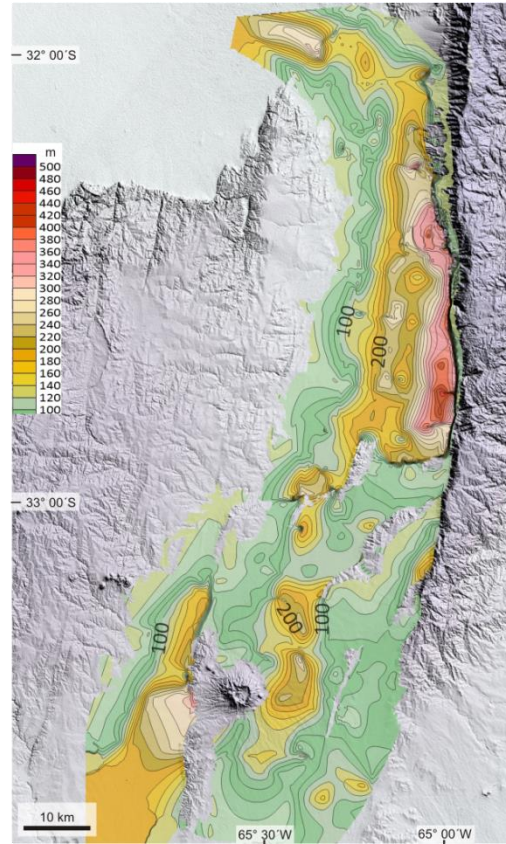
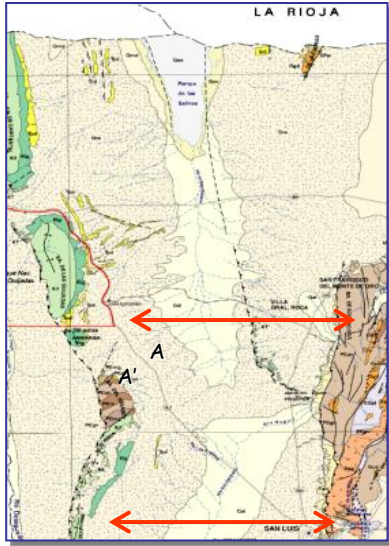
Terremoto de Taiwan, 1999



Terremoto de Armenia, 1988

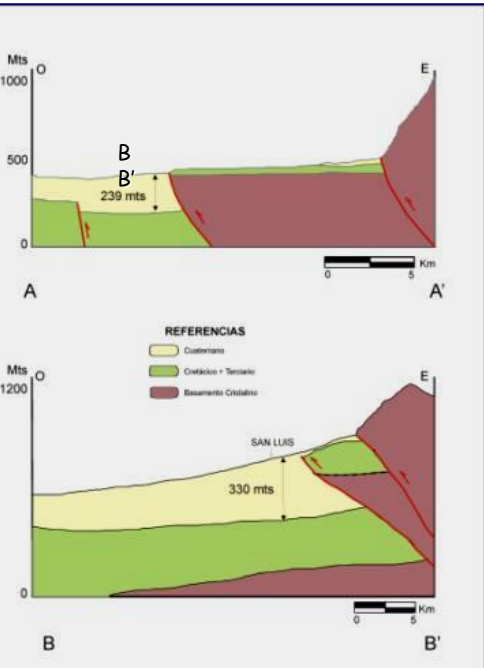


FALLAMIENTO RECIENTE Y PELIGRO SÍSMICO



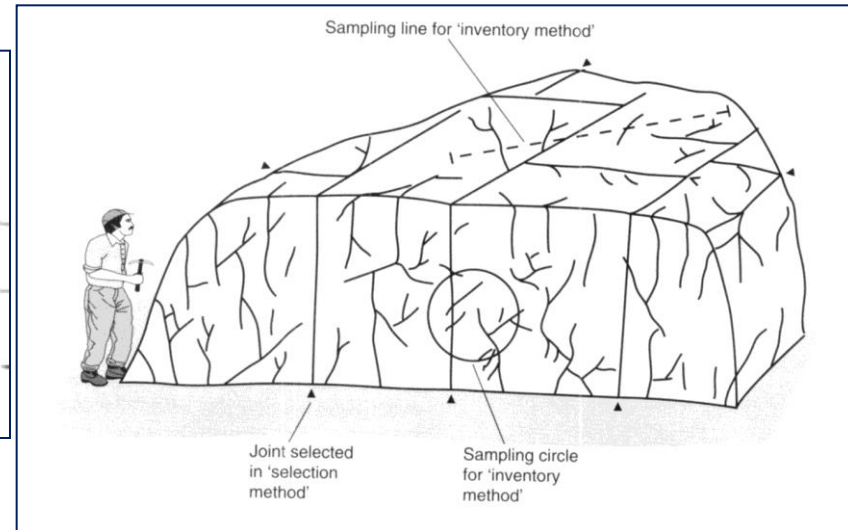
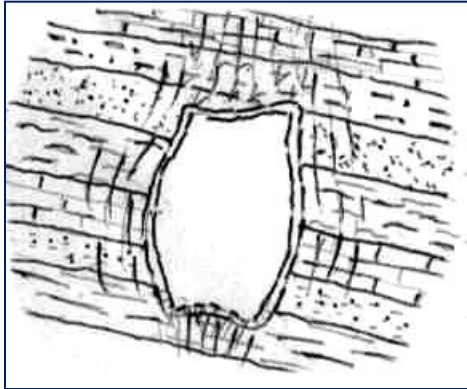
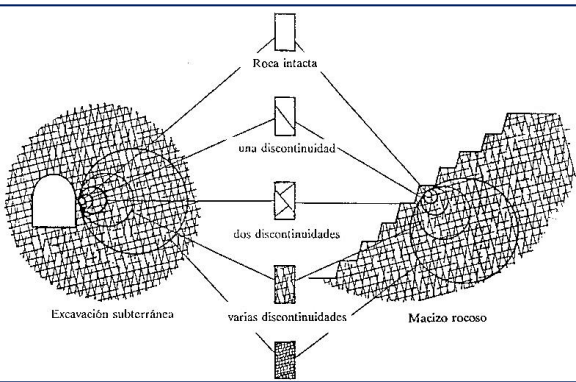
Costa et al. (2019)

Relación entre espesores de reservóres hidrogeológicos y fallas neotectónicas en el Oeste de la Sierra de San Luis (izquierda) y en el valle del Conlara (derecha)



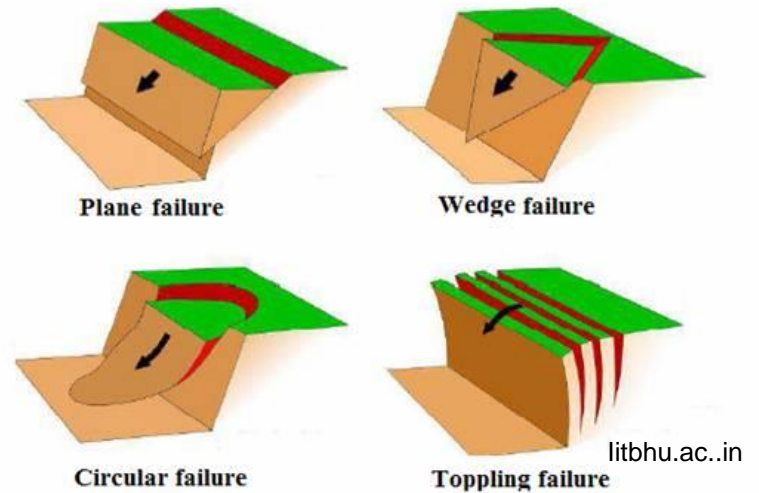
GEOLOGÍA ESTRUCTURAL Y PROBLEMAS INGENIERILES

Caracterización del macizo rocoso



Análisis de fracturas en testigos de perforación, presa Río Claro

Fracturas e inestabilidades de laderas



Fracturas y deslizamientos

Circuito Potrero de los Funes



News.com.au



Deslizamientos planares controlados por fracturas.
Canadian Rockies
Foto J. Shaw

PROYECTO PACHÓN (ALTA CORDILLERA DE SAN JUAN)
Análisis de fallas y fracturas para localización de instalaciones





RIO SAN PEDRO, REGIÓN DE LOS LAGOS, CHILE

Análisis de actividad de fallas para asentamiento de presas



PAGINA WEB DEL CURSO DE GEOLOGÍA ESTRUCTURAL - UNSL:

<http://geoestructural.unsl.edu.ar/>

<http://www.unsl.edu.ar/~bibliogeo/geologiaestructural.html>

LOGIN ALUMNOS:

usuario: estructural ; password: estruct15geo

Password documento pdf: precordillera

Otras páginas: (solo a título de ejemplos...)

<http://folk.uib.no/nglhe/StructuralGeoBook.html> (Libro: Structural Geology, de Haakon Fossen –recomendado-)

<https://courses.eas.ualberta.ca/eas421/lecturepages/thrust.html>

<http://www.structural-geology.org/>

<http://www.uwsp.edu/geo/faculty/hefferan>

[/geol320/mainpage.html](#)

http://www.geo.cornell.edu/geology/classes/RWA/GS_326/

<http://www.see.leeds.ac.uk/structure/learnstructure/index.htm>

<http://www.structural-geology-portal.com/mainframe.html>

<http://www.fault-analysis-group.ucd.ie/>

http://pangea.stanford.edu/projects/structural_geology/using_site/using_site.html

<http://ic.ucsc.edu/~casey/eart150/Lectures/>

<http://www.geosci.usyd.edu.au/users/prey/Teaching/Geol-1002/Geol1002.html>

web.usal.es/~gabi/apuntes.html

www.facebook.com/pages/Structural-geology/111949082153546

www.intute.ac.uk/cgi-bin/browse.pl?id=161

<http://folk.uib.no/nglhe/>

http://ocw.innova.uned.es/cartografia/indice_general.htm^

<http://www.geolsoc.org.uk/template.cfm?name=structural>

<http://darkwing.uoregon.edu/~millerm/slides.html>

http://pangea.stanford.edu/projects/structural_geology/

<http://www.diggles.com/mbonilla/>

<http://serc.carleton.edu/NAGTWorkshops/structure/index.html>

<http://emvc.geol.ucsb.edu/downloads.php>

<http://projects.crustal.ucsb.edu/tectgeomorphfigs/>

<http://www.seaes.manchester.ac.uk/tsg/>

<http://www.uwsp.edu/geo/faculty/hefferan/Geol320/mainpage.html>

http://earthsci.org/processes/pro.html#geological_structures

<http://www.uwsp.edu/geo/faculty/hefferan/geol320/mainpage.html>

http://www.science.smith.edu/departments/Geology/Structure_Resources/

<http://rock.geosociety.org/sgt/index.html>

<http://www.wooster.edu/geology/GEO313/MainPage.html>

<http://www.geology.sdsu.edu/visualstructure/> ANIMACIONES

<http://www.geology.sdsu.edu/visualgeology/geology101/> ANIMACIONES!!

<http://www.soest.hawaii.edu/martel/Courses/GG303/index.html>

<http://serc.carleton.edu/NAGTWorkshops/structure/index.html>

<http://www-personal.umich.edu/~vdpluijm/earthstructure.htm>

<http://www.earthsciences.uq.edu.au/~rodh/index.html>

.... Y muchas más !!

Bibliografía complementaria sugerida

- DAVIS, G. REYNOLDS, S. Y KLUTH., C., 1984, 1997, 2011. Structural geology of rocks and regions. J. Wiley. N.Y., 530 p.
- FOSSEN, H. 2016, Structural Geology. Cambridge.
- HATCHER, R. ,1990, 1994. Structural geology, 531p. Merrill
- HILLS, E. (1977). Elementos de Geología Estructural. Ariel, Barcelona, 579 p.
- HOBBS, B. et.al. (1981). Geología estructural. Omega. Barcelona, 518 p.
- JAROSZEWSKI, W. (1984). Fault and fold tectonics. Ellis, Horwood, 565 p.
- MATTAUER, M. (1976). Las deformaciones de los materiales de la corteza terrestre. Omega, Barcelona, 524 p.
- PARK, R. (1983). Foundations of structural geology. Blackie, London, 135 p.
- POLLARD, D. Y FLETCHER, R., 2005. Fundamentals of Structural geology LISLE, R. (1985). Geological structures and maps. Pergamon.
- RAMSAY, J. (1977). Plegamiento y fracturación de rocas. Blume, Madrid, 568 p.
- SPENCER, E. (1977). Introduction to the structure of the earth. Mc.Graw, N. York, 640 p.
- SUPPE, J. (1985). Principles of structural geology. Prentice Hall, N.J., 537 p.
- TWISS, R. y MOORES, P. (2006) Structural geology. Freeman
- UEMURA, T y MIZUTANI, S. (1984). Geological structures. J. Wiley, 309 p.
- VAN DER PLUIJM, B. Y S. MARSHAK, 1997, 2003. Earth structure, An introduction to Structural Geology and Tectonics. McGraw-Hill, 495p.

Actualizado 12.8.2019

EL EQUIPO DOCENTE:

DR. CARLOS COSTA – DR. OSCAR IBAÑES – DR. ANDRÉS RICHARD

PROYECTO DE INVESTIGACIÓN: ESTRUCTURAS NEOTECTÓNICAS Y PROCESOS ASOCIADOS

Estudio de las deformaciones neotectónicas aplicadas al análisis del peligro sísmico y volcánico

