

INSTITUTO DE CIENCIAS POLARES, AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES

Año: 2018



Universidad Nacional de Tierra del Fuego,
Antártida e Islas del Atlántico Sur.

PROGRAMA DE LA ASIGNATURA:
Geología Estructural (ABG33)

CÓDIGO: ABG33
AÑO DE UBICACIÓN EN EL PLAN DE ESTUDIOS:
3 año
FECHA ULTIMA REVISIÓN DE LA ASIGNATURA:
2018-03-08
CARRERA/S: Licenciatura en Geología v4,

CARÁCTER: CUATRIMESTRAL (1ro)
TIPO: OBLIGATORIA
NIVEL: GRADO
MODALIDAD DEL DICTADO: PRESENCIAL
MODALIDAD PROMOCION DIRECTA: SI
CARGA HORARIA SEMANAL: 8 HS
CARGA HORARIA TOTAL: 136 HS

EQUIPO DOCENTE

Nombre y Apellido	Cargo	e-mail
Oyarzábal Julio	Profesor Asociado	joyarzabal@untdf.edu.ar
Cao Sebastián	Asistente Principal	scao@untdf.edu.ar
Mauricio Giambastiani	Profesor visitante	maugiam@hotmail.com

1. FUNDAMENTACION

La Geología Estructural es una de las ramas principal de la Geología. Su temática involucra aspectos propios y una profunda interacción con otras ramas básicas tales como la Petrología, la Sedimentología y la Geomorfología. El estudio de la deformación de las rocas se focaliza en la descripción de las profundas modificaciones geométricas y texturales que ocurren en los materiales rocosos, y la interpretación de los procesos que dieron lugar a las mismas durante su historia. La asignatura transita por conceptos básicos de geometría descriptiva, fuerza, esfuerzo y mecanismos de deformación, las propiedades físicas de los materiales y su respuesta a las fuerzas internas del planeta, y el análisis de procesos físicos y químicos durante los tiempos geológicos. A partir del conocimiento individual de las diferentes estructuras se busca integrar dichos conocimientos en ambientes geodinámicos regionales con el énfasis puesto en las asociaciones estructurales que los caracterizan y las interrelaciones con otras disciplinas de la geología. Se trata de una rama del conocimiento geológico imprescindible en la formación básica y esencial para la comprensión de fenómenos ligados a la investigación geológica y a la búsqueda de los recursos naturales.

2. OBJETIVOS

a) OBJETIVOS GENERALES

Conocer los principales tipos de estructuras frágiles y dúctiles presentes en la corteza terrestre, la relación entre fuerzas, esfuerzos y deformación, los contextos geodinámicos en que se dan estas relaciones y los estilos estructurales resultantes. Conocer en particular la historia tectónica de Tierra del Fuego y la península Antártica.

b) OBJETIVOS ESPECIFICOS

Adquirir capacidades para reconocer y describir estructuras de deformación frágiles y dúctiles en el campo

y al microscopio.

Adquirir la capacidad de entender la distribución geométrica de las estructuras en tres dimensiones.

Reconocer y entender los procesos que pueden dar origen a dichas estructuras.

Adquirir la capacidad de reconocer el estilo estructural pertinente a las diferentes estructuras y de interpretar posibles ambientes geotectónicos a partir de los mismos.

3. CONDICIONES DE REGULARIDAD Y APROBACION DE LA ASIGNATURA

Metodología de evaluación:

La materia podrá ser aprobada por régimen Promocional, con examen teórico final para alumnos regulares o con examen teórico - práctico para alumnos libres.

Régimen Promocional

La Promoción total de la asignatura será por medio de promedio de las notas obtenidas en los 2 exámenes parciales teóricos y prácticos (A), de los trabajos prácticos (B), presentación de un seminario en la última semana de clases (C) e informe del trabajo de campo (D). La nota promedio de cada uno de los 4 ítem de evaluación deberá ser igual o superior de de 7 sobre 10 puntos.

$$(A+B+C+D)/4 > 7$$

El alumno deberá acreditar una asistencia mínima del 90% a los trabajos prácticos.

Régimen de alumno regular

Los alumnos que no reúnan las condiciones establecidas para el régimen promocional y cuya nota promedio sea mayor a 4/10 (equivalente al 60% de los contenidos), se considerara como alumno regular.

Para regularizar la materia se deberá cumplir con los siguientes requisitos:

- 1) La asistencia a los trabajos prácticos es obligatoria.
- 2) Se tomarán dos parciales teórico prácticos. Los parciales se aprobarán con un mínimo de 4/10.
- 3) Los exámenes parciales que no sean aprobados tendrán un examen recuperatorio, el cual se

aprobará bajo las mismas condiciones que el respectivo parcial.

4) El alumno que apruebe ambos parciales y acredite una asistencia mínima del 70% obtendrá la regularización de la materia.

5) Se tomará al alumno regular un examen final de carácter oral, que se aprueba con nota mínima de 4/10.

4. CONTENIDOS DE LA ASIGNATURA

TEMA I: INTRODUCCION

- La Geología Estructural: objetivos y niveles de aplicación.
- Relación con otras disciplinas.
- Conceptos de análisis geométrico, análisis cinemático y análisis dinámico.
- Métodos de estudio y escalas de observación.
- Análisis de orientaciones
- Aplicaciones prácticas de la Geología Estructural

Práctico. Observación de las principales estructuras en mapas geológicos. Medición y orientación de planos y líneas de interés estructural. Introducción al uso de red estereográfica. Técnicas de representación de planos, líneas, líneas sobre un plano, polo de un plano. Determinación del rake de una línea, del hundimiento y bearing. Problemas con buzamiento aparente y verdadero. Determinación de la intersección de dos planos.

TEMA II: ESFUERZO.

- Tipos de fuerzas que actúan sobre las rocas.
- Concepto de esfuerzo. Componentes de esfuerzo. Diagrama de Mohr para los esfuerzos.
- Elipsoide de esfuerzo. Esfuerzo litostático y desviatorio.
- Estados de esfuerzos en las rocas.

Práctico. Esfuerzo: Cálculo de presión litostática. Representación del estado de esfuerzo sobre el diagrama de Mohr. Representación del criterio de fractura sobre el Diagrama de Mohr. Relación entre fallas y orientación del elipsoide de esfuerzo. Ensayos de corte en laboratorio.

TEMA III: DEFORMACION.

- Comportamiento elástico, plástico y viscoso. Relaciones entre estado deformado y no deformado.
- Medidas de la deformación interna.
- Elipsoide de deformación.
- Deformación interna finita, infinitesimal y progresiva.
- Mecanismos de deformación.
- Relaciones entre esfuerzo y deformación
- Gráfico esfuerzo deformación.
- Influencia del tiempo, temperatura, presión y asistencia de fluidos en la deformación.
- Niveles estructurales.

Práctico. Medida y representación de la deformación interna; deformación longitudinal (elongación o extensión, estiramiento y elongación cuadrática), deformación angular (ángulo de cizalla y valor de cizalla). Simulación de cizallamiento simple.

TEMA IV: DIACLASAS

- Clasificación.
- Método de estudio.
- Aplicaciones prácticas.

Práctico. Diaclasas: ejercicios de representación de datos de diaclasas. Uso de la red estereográfica para determinación de diaclasas.

TEMA V: FALLAS

- Fallas: definición y elementos geométricos. .
- Clasificación de las fallas: relación con los esfuerzos principales (Ley de Anderson)
- Fallas normales: Características. Geometría y cinemática. Fallas en dominó y lítricas.
- Fallas inversas: geometría y cinemática.
- Fallas transcurrentes: geometría, cinemática y asociaciones de estructuras menores (fallas R, R', P. Pliegues echelon. Grietas. Fallas normales e Inversas) Estructuras en flor positiva y
- Rocas de fallas y su distribución espacial. Criterios de reconocimiento: estructurales, estratigráficos y geomorfológicos. Escarpas de falla - Determinación de la dirección y sentido de desplazamiento a lo largo de un plano de falla: indicadores cinemáticos de fallas (estrías, escalones, minerales fibrosos). Influencia de la profundidad y la litología en las fallas.

Práctico. Fallas: determinación de la línea de corte (cut-off line) y punto de corte (cut-off point). Deslizamiento y separación, rechazo vertical y rechazo horizontal. Mapas de fallas en estratos planares y mapas de pliegues fallados. Uso de la red estereográfica para fallas. Determinación del deslizamiento de una falla.

- Corrimientos Elementos geométricos. Pliegues relacionados con corrimientos y fallas inversas: pliegues de flexión de fallas (fault-bend folds), pliegues de propagación (fault-propagation folds) y pliegues despegados (detachments o décollement folds). Asociaciones o sistemas de cabalgamientos: abanicos imbricados y duplex Secuencia de emplazamiento de cabalgamientos.

Práctico. Construcción de secciones balanceadas: principios, restricciones. Métodos de Suppe, balanceo por exceso de área y por longitudes estratales. Restauración palinspástica de secciones balanceadas.

TEMA VI: PLIEGUES

- Elementos geométricos y partes de un pliegue. Criterios de clasificación y tipos de pliegues. Estructuras menores producidas a partir de pliegues. Concepto de polaridad de estratos. Estructuras primarias como evidencia de polaridad
- Mecanismos de plegamiento. Tipos de pliegues desde el punto de vista mecánico. Parámetros y propiedades físicas que gobiernan el tipo de plegamiento en una capa y en multicapas
- Pliegues relacionados con fallas: Pliegues relacionados con despegues extensionales y fallas normales: roll over. Pliegues relacionados con fallas de desgarre.
- Tipos especiales de pliegues: "kink" y "chevron". Análisis geométrico. Mecánica de la formación de los pliegues.
- Superposición de pliegues: Geometría. Modelos de interferencia de Ramsay.

Práctico. Pliegues. Métodos de Busk y Kink para reconstrucción geométrica de pliegues en secciones transversales. Clasificación de Ramsay de las capas plegadas: ¿espesor ortogonal?. isógonas de buzamiento. Pliegues en mapas geológicos. Uso de la red estereográfica para pliegues. Diagramas de polos (o diagramas Pi) y Diagramas Beta, eje del pliegue y plano axial. Construcción e interpretación de mapas de curvas estructurales.

TEMA VII: ESTRUCTURAS METAMÓRFICAS: FOLIACIONES, LINEACIONES Y ZONAS DE

CIZALLA DÚCTIL

- Foliaciones: Concepto de fábrica. Fábricas planares: foliaciones y clivajes. Clasificación de clivaje. Relaciones geométricas de clivajes con pliegues. Mecanismos de deformación

- Lineaciones tectónicas. Tipos y utilidad en la interpretación estructural

Práctico. Clivaje y Lineaciones. Ejercicios: en los que se establece la relación entre clivaje y estratificación y su vinculación con el plano axial de pliegues. Determinación y orientación de lineaciones de intersección y de estiramiento. Uso de la red estereográfica para clivaje y lineaciones

- Zona de cizalla dúctil: Forma y dimensiones de una zona de cizalla dúctil. Elementos geométricos de una zona de cizalla dúctil. Tectonitas y metamorfitas. Diagrama de Flinn. Milonitas características y clasificación. Criterios e indicadores cinemáticos. Mecanismos de la deformación dúctil: difusión, presión - disolución, deformación intracristalina, recuperación, recristalización dinámica y estática.

Práctico. Obtención de muestras orientadas para análisis cinemático- Observación de indicadores cinemáticos en muestras de mano y secciones delgadas de milonitas.

TEMA VIII: ESTRUCTURAS ASOCIADAS AL EMPLAZAMIENTO DE CUERPOS INTRUSIVOS, APARATOS VOLCANICOS Y DIAPIROS SALINOS

- Geometría de los diapiros salinos. Generación de estructuras asociadas a diapiros.

- Emplazamiento de cuerpos plutónicos globosos y tabulares. Reconocimiento de cuerpos pre, sin y postectónicos. Calderas y aparatos volcánicos relacionados a estructuras.

Práctico: Estructuras no diastróficas. Mapas de estructuras ígneas: identificación de algunos rasgos principales sobre mapas con afloramientos de rocas ígneas, reconocimiento de diferentes contactos ígneos. Ejemplos de mapas estructurales y perfiles de diapiros de sal y estructuras asociadas.

TEMA IX: DISCORDANCIAS

- Concepto. Tipos de discordancias y criterios para su reconocimiento. Discordancias progresivas. Significado de las discordancias en la evolución tectónica

Práctico: Discordancias: reconocimiento en mapas y confección de secciones geológicas transversales. Uso de la red estereográfica para discordancia.

TEMA X: ESTILOS ESTRUCTURALES Y AMBIENTES GEODINAMICOS

- 1. Tectónica extensional.

Modelos y clasificación de sistemas extensionales.

Objetivo: análisis de las diferentes estructuras y ambientes tectónicos relacionados a zonas de Rift intracontinentales y dorsales oceánicas. Tipos de estructuras relacionadas, geometría y cinemática

- 2. Tectónica compresiva

Modelos de deformación en zonas de Colisión y Subducción

Fajas plegadas y falladas.

Objetivo: Características principales de ambientes relacionados a subducción. Análisis geométrico y cinemática de sistemas de cabalgamientos en ambientes compresivos de subducción y colisión.

- 3. Tectónica transcurrente.

Concepto de transpresión y transtensión.

Fallas transformantes

Objetivo: análisis de asociaciones estructurales en ambientes de fallas transformantes y transcurrentes. Análisis cinemático y orientación de ejes principales de esfuerzos

- 4. Deformación en zonas de corteza media e inferior

Interacción de deformación dúctil y metamorfismo. Fases tectónicas y fases metamórficas.

Práctico. Análisis bibliográfico y elaboración de monografías sobre estilos estructurales relacionados a diferentes ambientes geodinámicos.

TEMA XI: EVOLUCIÓN TECTÓNICA DE TIERRA DEL FUEGO Y PENINSULA ANTARTICA.

- Análisis de los procesos geodinámicos que estructuraron los Andes fueguinos y presentación del modelo tectónico evolutivo.

Práctico. Análisis bibliográfico y elaboración de monografías.

PROGRAMA DE TRABAJOS PRACTICOS

TEMA I: INTRODUCCIÓN

Práctico. Observación de las principales estructuras en mapas geológicos. Medición y orientación de planos y líneas de interés estructural. Introducción al uso de red estereográfica. Técnicas de representación de planos, líneas, líneas sobre un plano, polo de un plano. Determinación del rake de una línea, del hundimiento y bearing. Problemas con buzamiento aparente y verdadero. Determinación de la intersección de dos planos.

TEMA II: ESFUERZOS

Práctico. Esfuerzo: Cálculo de presión litostática. Representación del estado de esfuerzo sobre el diagrama de Mohr. Representación del criterio de fractura sobre el Diagrama de Mohr. Relación entre fallas y orientación del elipsoide de esfuerzo. Ensayos de corte en laboratorio.

Objetivos: Se realizarán cálculos analíticos y gráficos de los conceptos de fuerza y esfuerzo y como influyen en la deformación de las rocas. Se vinculará mediante el círculo de Mohr la relación entre distintos tipos de esfuerzos y las fracturas generadas por éstos.

Mediante ensayos de laboratorio se podrá apreciar la relación entre las componentes del esfuerzo y la deformación.

TEMA III: DEFORMACION.

Práctico. Medida y representación de la deformación interna; deformación longitudinal (elongación o extensión, estiramiento y elongación cuadrática), deformación angular (ángulo de cizalla y valor de cizalla). Simulación de cizallamiento simple.

Objetivos: Se realizarán mediciones lineales y angulares de la deformación con ejemplos sencillos de fósiles deformados y en secciones transversales del noroeste argentino.

TEMA IV: DIACLASAS

Práctico. Ejercicios de representación de datos de diaclasas. Uso de la red estereográfica para determinación de diaclasas.

Objetivos: Mediante métodos estadísticos gráficos se determinaran las orientaciones principales de las diaclasas. También se pretende que conozcan diferentes modos de representaciones gráficas de diaclasas y la importancia de su estudio en la explotación minera, petrolera y en obras civiles.

TEMA V: FALLAS

Práctico. Fallas: determinación de la línea de corte (cut-off line) y punto de corte (cut-off point).

Deslizamiento y separación, rechazo vertical y rechazo horizontal. Mapas de fallas en estratos planares y mapas de pliegues fallados. Uso de la red estereográfica para fallas. Determinación del

deslizamiento de una falla.

Objetivos: Se brindarán las bases para confeccionar cortes estructurales a través de fallas y la metodología para realizar las mediciones de los diferentes rechazos.

A partir del conocimiento de las características y la asociación de elementos presentes en planos de fallas, se abordarán criterios para el análisis cinemático.

Cabalgamientos

Práctico. Construcción de secciones balanceadas: principios, restricciones. Métodos de Suppe, balanceo por exceso de área y por longitudes estratales. Restauración palinspástica de secciones balanceadas.

TEMA VI: PLIEGUES

Práctico. Métodos de Busk y Kink para reconstrucción geométrica de pliegues en secciones transversales. Clasificación de Ramsay de las capas plegadas: ¿espesor ortogonal?. isógonas de buzamiento. Pliegues en mapas geológicos.. Uso de la red estereográfica para pliegues.

Diagramas de polos (o diagramas Pi) y Diagramas Beta., eje del pliegue y plano axial.

Construcción e interpretación de mapas de curvas estructurales

Objetivos: Se aprenderán técnicas geométricas para proyectar en profundidad los datos estructurales superficiales de regiones plegadas. También se realizarán representaciones gráficas estadísticas para la medición de planos axiales y ejes de pliegues. Se reconocerá la importancia económica de los pliegues en la industria de combustibles fósiles.

TEMA VII: ESTRUCTURAS METAMÓRFICAS: FOLIACIONES, LINEACIONES Y ZONAS DE CIZALLA DÚCTILES

Práctico. Clivaje y Lineaciones. Ejercicios: en los que se establece la relación entre clivaje y estratificación y su vinculación con el plano axial de pliegues. Determinación y orientación de lineaciones de intersección y de estiramiento. Uso de la red estereográfica para clivaje y lineaciones

Objetivos: Se brindarán conocimientos sobre la importancia del clivaje y lineación en la reconstrucción de la geometría de regiones plegadas con carencia de niveles guías. Aplicar algunos criterios cinemáticos empleando lineaciones.

Práctico. Zona de cizalla dúctil: obtención de muestras orientadas para análisis cinemático-Observación de indicadores cinemáticos en muestras de mano y secciones delgadas de milonitas.

Objetivos: análisis geométrico y cinemático de estructuras desarrolladas en ambientes de corteza media a inferior.

TEMA VIII: ESTRUCTURAS ASOCIADAS AL EMPLAZAMIENTO DE CUERPOS INTRUSIVOS, APARATOS VOLCANICOS Y DIAPIROS SALINOS

Práctico: Estructuras no distróficas. Mapas de estructuras ígneas: identificación de algunos rasgos principales sobre mapas con afloramientos de rocas ígneas, reconocimiento de diferentes contactos ígneos. Ejemplos de mapas estructurales y perfiles de diapiros de sal y estructuras asociadas.

Objetivos: Se reconocerá a través de mapas las características elementales de estructuras primarias plutónicas y volcánicas y su relación con estructuras tectónicas.

Se analizará a través de mapas estructurales la forma de los diferentes diapiros salinos y su vinculación con fallas y estructuras secundarias. Por último, se pretenden mostrar algunos ejemplos mundiales de diapiros vinculados a yacimientos de petróleo.

TEMA IX: DISCORDANCIAS

Práctico: Discordancias: reconocimiento en mapas y confección de secciones geológicas transversales. Uso de la red estereográfica para discordancia.

Objetivos: Reconocer a través de mapas las discordancias y realizar secciones transversales en las que se representen las unidades estratigráficas situadas por debajo de la discordancia. Que

reconozcan las discordancias progresivas y sus variantes en cuanto a su implicancia en la evolución de cabalgamientos

TEMA X: ESTILOS ESTRUCTURALES Y AMBIENTES GEODINAMICOS

Práctico. Análisis bibliográfico y elaboración de monografías sobre estilos estructurales relacionados a diferentes ambientes geodinámicos.

TEMA XI: EVOLUCIÓN TECTÓNICA DE TIERRA DEL FUEGO Y PENINSULA ANTARTICA.

Práctico. Análisis bibliográfico y elaboración de monografías.

PRÁCTICOS DE CAMPO

Los trabajos de campo, se proponen para familiarizar a los estudiantes con la observación de diferentes tipos de estructuras y en la toma de datos necesarios para la confección de mapas y perfiles geológicos.

Se realizarán también prácticas de campo cortas, de medio día o un día de duración, en los alrededores de la ciudad de Ushuaia. Con los datos obtenidos en el campo se realizarán tareas de gabinete donde se analizarán e interpretaran las estructuras relevadas y se aplicaran los recursos técnicos adquiridos previamente.

5. RECURSOS NECESARIOS

- Proyector
-

6. PROGRAMACIÓN SEMANAL

Semana	Unidad / Módulo	Descripción	Bibliografía
--------	-----------------	-------------	--------------

7. BIBLIOGRAFIA DE LA ASIGNATURA

- Allmendinger, R. Lectures in Structural Geology. Apuntes. 1990
- Allmendinger, R. Técnicas Modernas de Análisis Estructural. AGA, Serie B, N°16. Buenos Aires. 1987.
- Bennison. An Introduction to Geological structures and Maps. 2005.
- Billings. Geología Estructural Eudeba. Buenos Aires. 1980.
- Biñes, R. y R. Hernández. Perfiles Geológicos Balanceados. Apuntes de Geología Estructural Avanzada. YPF. 1990.
- Blés J.L y Feuga, B. The fracture of rocks. BRGM & North Oxford Academic. 1986.
- Boyer, S. and D. Elliot. Thrust Systems. American Association of Petroleum Geologists, V.66, 1196 – 1230. 1983.
- Butler, B. and J. Belt. Interpretation of geological maps. Logman scientific and technical. NY. 1988.
- Condie, K. Plate Tectonics and Crustal Evolution. Pergamon Press. 1990.

Dahlstrom, C. D. A. Balanced Cross Section. Can. Jour. Earth. Sci. V. 6, 743 – 757. 1968.
 Dahlstrom, C. D. A. Structural Geology in the Eastern Margin of the Canadian Rocky Mountains. Bull. Can. Petrol. Geol. 18, P 332 – 406. 1970.
 Davis, G. H. Structural Geology of rocks and Regions. Ed. John Wiley & Sons, 492 pp. 1984
 Davis and Reynolds. Structural of Rocks and Regions. 1996.
 De Sitter. Geología Estructural. 1990.
 Higgins, M.W. Cataclastic rocks. Geol. Survey Profesional paper 687. 1971.
 G. Mandl. Rock Joints, the mechanical genesis. 2005.
 Marsshak, S. and Mitra, G. Basic Methods of Structural Geology. Prentice – Hall, Inc.2002
 Mattauer. Las Deformaciones de los Materiales de la Corteza Terrestre. 1980
 Passchier and Trouw. Microtectonics. Springer Verlag. 289 pp. 1996.
 Peacock et al. Glossary of Normal Faults. 2000
 Ragan. Structural Geology. An Introduction to Geometrical Techniques. 2004.
 Ramsay y Huber. The Techniques of Modern Structural Geology. Vol. I, Strain Analysis; Vol. II, Folds and Fractures. 1997
 Ramsay. J. Plegamiento y fracturación de las rocas. McGraw-Hill e. Edición española. 1977.
 Suppe, J. Principles of Structural Geology. Prentice – Hall, Englewood Cliffs. 1992.
 Twiss and Moore. Structural Geology. 2008.

 Firma del docente-investigador responsable

VISADO		
COORDINADOR DE LA CARRERA	DIRECTOR DEL INSTITUTO	SECRETARIO ACADEMICO UNTDF
Fecha :	Fecha :	