

ANEXO I  
MATRIZ CURRICULAR (Resolución de Aprobación)

RD NAT 2011-581  
Exp. 10.208/2011-



1. CARACTERIZACIÓN DEL ESPACIO CURRICULAR					
1.1 Nombre	GEOLOGIA ESTRUCTURAL			1.2 Carrera y Plan de estudio	2010
1.3 Tipo <sup>i</sup>	CURSO OBLIGATORIO			1.4 N° estimado de alumnos	100
1.5 Régimen	Anual	<input checked="" type="checkbox"/>	Cuatrimestral	1er cuatrimestre 2do cuatrimestre	Otros
1.6 Aprobación	Por Promoción		Por Examen final <input checked="" type="checkbox"/>		
2. CARGA HORARIA					
HORAS TEORICAS: 2 hs. semanales			HORAS PRACTICAS: 3 hs. semanales		
3. EQUIPO DOCENTE					
	Apellido y Nombres			Categoría y Dedicación	
Profesores	SEGGIARO RAUL EUDOCIO			P. Ad. semidedicacion	
Auxiliares	GALLARDO EDUARDO FELIPE			J.T.P. dedicacion exclusiva	
4. OBJETIVOS GENERALES <sup>ii</sup>					
Alcanzar los conocimientos básicos de la asignatura y despertar actitud investigativa y crítica en los estudiantes.					
5. PROGRAMA					
5.1 Introducción y justificación	ANEXO				
5.2 Analítico con objetivos particulares para cada unidad					
5.3 De Trabajos Prácticos con objetivos específicos					
5.4 De Prácticos de campo					
6. ESTRATEGIAS METODOLÓGICAS (Marcar con X las utilizadas) <sup>iii</sup>					
	Clases expositivas	X	Trabajo individual	X	
	Prácticas de Laboratorio	X	Trabajo grupal	X	
	Práctica de Campo	X	Exposición oral de alumnos	X	
	Prácticos en aula	X	Debates	X	
	Aula de informática		Seminarios		
	Aula Taller		Docencia virtual		
	Visitas guiadas	X	Monografías		
	OTRAS (Especificar):				
7. PROCESOS DE EVALUACIÓN					
7.1 De la enseñanza <sup>iv</sup>	Grado de cumplimiento de programa y objetivos		7.2 Del aprendizaje <sup>v</sup>	Parciales y coloquios	
8. BIBLIOGRAFÍA <sup>vi</sup>					
ANEXO					
9. REGLAMENTO DE CÁTEDRA					
ANEXO					

- 10208/2011 -

## 5. PROGRAMA DE GEOLOGIA ESTRUCTURAL

### 5.1 INTRODUCCION Y JUSTIFICACION

*El dictado de la asignatura se propone brindar los conceptos básicos sobre los cuales se apoya la Geología Estructural y su inserción en el contexto de las Ciencias Geológicas.*

*Para lograr este objetivo:*

*-se analizarán los conceptos de fuerza y esfuerzo como factores que provocan la deformación de las rocas*

*-se mostrarán de manera esquemática los mecanismos de deformación y las estructuras resultantes en los diferentes niveles de la corteza*

*-se brindarán las bases para reconocer las características y la asociación de elementos geométricos que componen los distintos tipos de estructuras desde el punto de vista descriptivo.*

*-se abordarán criterios y métodos para el análisis cinemático de las estructuras.*

*-a partir del conocimiento individual de las diferentes estructuras, se buscare 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.*

## 5.2 PROGRAMA ANALITICO

### TEMA I

#### I. 1 - 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. Observaciones y representación de estructuras en mapas y perfiles geológicos
- Aplicaciones prácticas de la Geología Estructural

*En este tema se plantearán los conceptos básicos sobre los cuales se apoya la Geología Estructural y su inserción en el contexto de las Ciencias Geológicas. Se harán algunas consideraciones sobre la metodología de estudio y se mostrarán ejemplos concretos de aplicación de la Geología Estructural a los fines de lograr una mejor comprensión de los objetivos de estudio de la asignatura.*

### TEMA II

#### II. 1 - 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 medio y desviatorio.
- Estados de esfuerzos en las rocas.

*Se analizarán los conceptos de fuerza y esfuerzo como factores que provocan la deformación de las rocas. Se partirá del análisis de los esfuerzos en dos dimensiones y su representación gráfica mediante el círculo de Mohr, para arribar al significado del elipsoide de esfuerzos.*

*Se analizarán también en forma bidimensional los diferentes estados de esfuerzos en las rocas con ejemplos en los que se visualizarán distintos diseños y situaciones del elipsoide de esfuerzo.*

#### II. 2 - 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

*Se discutirán los principales tipos de materiales y su comportamiento ante los esfuerzos. Se impartirán nociones de las medidas de la deformación interna los cuales serán aplicados a la cuantificación de la deformación finita.*

*Se introducirán conceptos básicos de deformación progresiva coaxial y no coaxial, de deslizamiento incremental y de trayectorias de deformación.*

*Se analizarán los mecanismos que actúan sobre la deformación plástica tales como defectos intracristalinos, dislocaciones, maclado mecánico, etc.*

*Las relaciones entre esfuerzo y deformación se discutirán sobre la base de una serie de gráficos en los que se pone en evidencia la dependencia del tiempo, la temperatura, la presión y la asistencia de fluidos en la deformación de un mismo tipo de roca y la variante producida por los cambios litológicos bajo las mismas condiciones físicas.*

*Se mostrarán de manera esquemática los mecanismos de deformación y las estructuras resultantes en los diferentes niveles de la Litósfera con el objeto de exponer en forma sucinta el orden y las características esenciales de las estructuras que se estudiarán a lo largo del curso.*

## TEMA III

### FRACTURAS

#### III. 1 - DIACLASAS

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

*Se tratarán los criterios para clasificar las diaclasas. Las relaciones entre diferentes tipos de diaclasas y de las diaclasas con otras estructuras y los métodos estadísticos para tratar y representar las diaclasas. Se verán también aplicaciones prácticas de estudios de diaclasas en minería y obras civiles.*

#### III. 2 - FALLAS

- Elementos geométricos.
- Tipos de fallas. Relación con los esfuerzos principales.
- Rocas de fallas y su distribución espacial.
- Expresión morfológica de fallas.
- Criterios para su reconocimiento. Indicadores cinemáticos de fallas.
- Influencia de la profundidad y la litología en las fallas.

*Con este tema se brindarán las bases para reconocer y analizar una región fallada. Se discutirán aspectos puramente descriptivos, geométricos, litológicos y morfológicos para abordar un primer análisis de las fallas.*

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

## TEMA IV



## PLIEGUES

- Elementos geométricos y partes de un pliegue.
- Criterios de clasificación y tipos de pliegues.
- Parámetros y propiedades físicas que gobiernan el tipo de plegamiento en una capa y en multicapas.
- Pliegues y fallas asociados: plegamiento por flexión de fallas, por propagación de fallas y por despegues (detachment).
- Estructuras menores producidas a partir de pliegues.
- Concepto de polaridad de estratos. Estructuras primarias como evidencia de polaridad

*El aspecto central de este tema es la descripción geométrica de una superficie o capa plegada. A partir de los rasgos geométricos y genéticos de los pliegues existen diversas clasificaciones. En la Cátedra se discutirá acerca de las ventajas e inconvenientes para recurrir a una u otra clasificación. Se analizarán los mecanismos de formación y la evolución de pliegues asociados a fallas como también las estructuras menores que se producen en los pliegues relacionadas a variaciones locales del elipsoide de esfuerzos.*

*El análisis de superficies plegadas a escala regional requiere conocer la posición de la capa en diferentes afloramientos. Con esta finalidad se presentarán los criterios prácticos más difundidos que permitan definir la polaridad de los estratos estudiados.*

## TEMA V

### CABALGAMIENTOS

- Tipos de cabalgamientos
- Características geométricas y expresión cartográfica.
- Mecanismos de emplazamientos.
- Sistemas de cabalgamientos.

*Se realizará una revisión de las características geométricas de los cabalgamientos como un tipo particular de falla inversa. Las características de estas estructuras se analizarán como superficies aisladas y como sistemas de cabalgamientos. Finalmente se comentarán los procesos orogénicos y los factores geológicos que favorecen la formación y el emplazamiento de los cabalgamientos.*

## TEMA VI

### VI. 1 - FOLIACIONES {TC VI 1 "VI. 1 - FOLIACIONES"}

- Concepto. Tipo de foliaciones
- Relación geométrica con estructuras mayores.

*Los términos foliación, esquistosidad y clivaje son utilizados en la literatura como sinónimos para designar las fábricas planares que se originan en las rocas como consecuencia de la deformación. Su importancia en la Geología Estructural, radica en conocer las condiciones bajo las cuales se produjo la deformación, y obtener conclusiones acerca de la evolución temporal y la distribución espacial de la misma. Constituyen además una herramienta*

*fundamental en la reconstrucción de la geometría de las estructuras mayores.*

## **VI. 2 - LINEACIONES.**

- Concepto.
- Clasificación morfológica. Lineaciones estructurales y minerales.
- Asociación de lineaciones con otras estructuras. Lineaciones y foliación, lineaciones y pliegues.

*Se describen los distintos tipos de lineaciones y las relaciones geométricas de las lineaciones con otras estructuras, principalmente con los pliegues. Se plantearán también algunos criterios de análisis cinemáticos a partir de lineaciones.*

## **TEMA VII**

### **ESTRUCTURAS NO DIASTROFICAS**

#### **VII.1 - DIAPIRISMO**

- Concepto de halocinesis.
- Geometría de los diapiros salinos
- Generación de estructuras asociadas a diapiros
- Interés económico.

*Se analizará la forma de los diapiros y las familias diapíricas y se revisará las modificaciones estructurales que experimenta la cobertura sedimentaria destacando el papel de las fallas. Por último, se presentarán ejemplos mundiales de diapiros con interés en la industria petrolera.*

#### **VII. 2 - ESTRUCTURAS ASOCIADAS A MAGMATISMO**

- Emplazamiento de rocas plutónicas. Estructuras de flujo.
- Estructuras volcánicas primarias y aparatos volcánicos.
- Estructuras de fracturación.

*Bajo este título se describirán las características elementales de estructuras primarias plutónicas y volcánicas y su relación con estructuras tectónicas.*

## **TEMA VIII**

### **DISCORDANCIAS**

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

*Se tratará el tema de discordancia en relación a su importancia en la investigación de rocas deformadas. Los criterios para reconocer distintos tipos de discordancias son de suma utilidad para realizar una correcta interpretación de la evolución tectónica de una región. Se discutirá también el concepto de discordancia progresiva y sus variantes en cuanto a su implicancia en la evolución de cabalgamientos.*

## **BLOQUE II**

*Los temas incluidos en este bloque están relacionados con la Geotectónica como campo de la Geología Estructural a escala regional o planetaria.*

*A partir del conocimiento individual de las diferentes estructuras expuestas en el Bloque I, se proponen temas que integran dichos conocimientos en **ambientes geodinámicos regionales**. Cada tema aborda uno de estos ambientes con el énfasis puesto en las asociaciones estructurales que los caracterizan y su interrelación con otras disciplinas pertenecientes al campo de la Geología. El abordaje de estos temas pretende ejercitar la lectura crítica y generar, a partir de la discusión, una mayor versatilidad en el manejo de los conceptos adquiridos durante el curso.*

### **TEMA IX**

#### **AMBIENTES GEODINAMICOS.**

- Estructura interna de la Tierra.
- Teorías del movimiento de placas.
- Tectónica asociada a sedimentación, magmatismo y metamorfismo.
- Clasificación de estilos estructurales.

### **TEMA X**

#### **TECTONICA EXTENSIONAL.**

- Tipos de tectónica extensional
- Estructuras asociadas a rift simétricos y asimétricos.
- Cuencas sedimentarias asociadas a extensión cortical
- Noción de "core complex".
- Estructuras extensionales asociadas a márgenes pasivos. Estratos de crecimiento. Roll over.

### **TEMA XI**

#### **TECTONICA COMPRESIVA.**

- Modelos de deformación en zonas de Colisión y Subducción
- Fajas plegadas y falladas.
- Principios que gobiernan la generación de fajas plegadas.
- Secciones balanceadas: principios, restricciones y métodos



## TEMA XII

### **INVERSION TECTONICA.**

- Concepto.
- Inversión positiva y negativa.
- Geometría y evolución de fajas plegadas asociadas a inversión positiva.
- Rasgos cartográficos de inversión tectónica.

## TEMA XIII

### **TECTONICA TRANSCURRENTE.**

- Concepto de transpresión y transtensión.
- Fallas transformantes
- Estructuras asociadas a transcurrancia: grietas, fallas de riedel, pliegues en echelon, estructuras en flor.
- Cuencas de pull apart.

## TEMA XIV

### **ZONAS DE CIZALLA DUCTIL E INTERMEDIA.**

- Estructuras y microestructuras
- Mecanismos de la deformación dúctil.
- Bandas de cizalla y zonas miloníticas.



### 5.3 PROGRAMA DE TRABAJOS PRACTICOS

**Tema 1:** Mapeo de estructuras. Observación de las principales estructuras en mapas geológicos. Medición y orientación de planos y líneas de interés estructural. Determinación rumbo, buzamiento aparente y buzamiento verdadero sobre mapas geológicos. Construcción de perfiles geológicos. Mediciones de espesor y profundidad. Regla de la "V".. Determinación de línea virtual de afloramiento

Construcción e interpretación de mapas de curvas estructurales. Mapas isopáquico e isocórico. Mapa de curva de forma.

**Tema 2:** 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 3:** 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 4:** 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 5:** Diaclasas: ejercicios de representación de datos de diaclasas. Uso de la red estereográfica para determinación de diaclasas

**Tema 6:** 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.

**Tema 7:** 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.

**Tema 8:** 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

**Tema 9:** 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.



**Tema 10:** Discordancias: reconocimiento en mapas y confección de secciones geológicas transversales. Uso de la red estereográfica para discordancia.

**Tema 11:** Tectónica extensional. Ejercicios con la aplicación de modelos geométricos y del método Kink extensional para la reconstrucción del colgante de fallas normales; Ejercicio en estructuras extensionales con sedimentación sintectónica.

**Tema 12** Tectónica compresiva. Ejercicios para establecer la validez de una sección transversal. Ejercicios con la aplicación de los métodos de reconstrucción de secciones balanceadas: por longitud de líneas y por área. Ejercicios de restitución de secciones transversales.

**Tema 13:** Tectónica transcurrente. Elementos estructurales asociados a fallas transcurrentes.

**Tema 14:** Zonas de cizalla dúctil. Toma de muestras orientadas. Criterios para analizar indicadores cinemáticos en fajas de deformación dúctil. Observaciones en muestras de mano.

#### *OBJETIVOS ESPECIFICOS DE TRABAJOS PRACTICOS*

En estas clases se desarrollarán técnicas para resolver problemas de Geología Estructural partiendo de casos simples que aumentarán su complejidad a lo largo del curso:

-Los primeros problemas consistirán en una revisión de los conocimientos de geometría descriptiva adquiridos en Matemáticas 1, aplicados a casos específicos de Geología Estructural.

-Se ejercitarán técnicas de análisis de estructuras individuales a diferentes escalas de observación.

-Se efectuarán aplicaciones de proyecciones estereográficas para la resolución de problemas de fracturas, pliegues, lineaciones y estudios estadísticos.

-Se pondrá especial énfasis en la confección de mapas de contornos estructurales y en la interpretación de mapas y perfiles geológicos seleccionados. En estos prácticos se trabajará utilizando técnicas y criterios que conduzcan a los estudiantes a internalizar la visión tridimensional de las estructuras.

-Se desarrollarán las técnicas correspondientes a los diferentes métodos de construcción y restitución de perfiles sobre la base de mapas geológicos con distintos tipos de complejidad y de la información obtenida en los trabajos de campo.

-Se utilizarán maquetas con paredes de vidrio para realizar observaciones de los elementos geométricos de fallas y pliegues, la evolución y emplazamiento de estructuras en fajas plegadas, la influencia de la litología en el diseño de las estructuras, etc.



#### 5.4 CLASES PRACTICAS DE CAMPO

Los trabajos de campo, se proponen 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.

Las áreas donde se desarrollarán estas clases son los valles Calchaquíes y la Quebrada de Humahuaca debido a que cuentan con excelentes exposiciones de afloramientos y buenos accesos para la realización de cortes geológicos.

Se realizarán también prácticas de campo cortas, de medio día o un día de duración, en los alrededores de la ciudad de Salta.

Con los datos obtenidos en el campo se realizarán tareas de gabinete donde se analizarán e interpretarán las estructuras relevadas y se aplicarán los recursos técnicos adquiridos previamente.



## 8. BIBLIOGRAFIA

- Allmendinger, R. Lectures in Structural Geology. Apuntes. 1990
- Allmendinger, R. Técnicas Modernas de Análisis Estructural. AGA, Serie B, N°16. Buenos Aires. 1987.
- Auboin, J. Tectónica, Tectonofísica, Morfología. Omega. Barcelona. 1980.
- Badgley, P. C. Estructural Methods for the Exploration Geologist. Harper & Brother, New York. 1959.
- 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.
- 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.
- Copper and Williams. Inversion Tectonics. The Geological Society Sp. Pub.
- 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?
- 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
- Park Foundations of Structural Geology. 1983.
- Passchier and Trouw. Microtectonics. Springer Verlag. 289 pp. 1996.
- Ragan. Geología Estructural: Introducción a las Técnicas Geométricas, 1990.
- 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. 2000?
- Rowland and Duebendorfer. Structural Analysis and Synthesis. A Laboratory Course in Structural Geology. 1994.
- Suppe, J. Principles of Structural Geology. Prentice – Hall, Englewood Cliffs. 1992.
- Twiss and Moore. Structural Geology. 2008.



## 9. REGLAMENTO DE LA CATEDRA GEOLOGIA ESTRUCTURAL

Los docentes de la Cátedra deberán efectuar la transmisión de conocimiento a los alumnos mediante **clases teóricas** con duración de 2 horas semanales, **clases prácticas** de 3 horas semanales, **2 horas semanales de consulta** para prácticos y 2 horas semanales para teóricos.

Se realizarán trabajos teórico-prácticos de campo con carácter obligatorio.

**Para regularizar la materia** los alumnos inscriptos deberán:

- tener el 80% de los Trabajos Prácticos aprobados y recuperados el 100%.
- tener el 80% de asistencia a clases prácticas.
- aprobar todos los Exámenes Parciales (con opción a una recuperación por parcial) con un mínimo de 60 puntos sobre 100.

**Para aprobar la materia:**

- los alumnos libres deberá aprobar en primera instancia un examen de resolución de ejercicios prácticos al estilo de los exámenes parciales para acceder luego a un examen global teórico - práctico de la asignatura.
- los alumnos regulares deberán aprobar un examen global teórico-práctico de la asignatura.

En ambos casos los exámenes serán evaluados por un tribunal formado por la Facultad.