

GEOLOGIA DE COMBUSTIBLES

Descripción de la materia: El objetivo principal de la materia es otorgar al alumno los conceptos y técnicas necesarios para su óptimo desempeño en la exploración y explotación de Recursos Energéticos como el petróleo, gas natural, carbón, energía geotérmica y otras fuentes de energía. Para ellos se analizan el origen y la forma de yacer de los distintos combustibles, sus técnicas de exploración geológicas y geofísicas, las condiciones estratigráficas y estructurales del subsuelo que favorecen su localización y los métodos de explotación.

Finalmente

Se estudiarán las cuencas petroleras de la Argentina, su marco geológico y estructural, su producción y reservas y el tipo de hidrocarburos que producen. Y se darán los lineamientos generales para la exploración y explotación de otros recursos energéticos convencionales como el carbón, el uranio y la energía geotérmica en la Argentina y el mundo.

Integrantes de la cátedra:

Profesor Adjunto: Dr. Carlos Martín Falcón

Jefe de trabajos prácticos: Geóloga Graciela Rodríguez

Colaboradores:

Profesor Adjunto Full (Hidrogeología): Dr. Jorge Walter García

Jefe de Trabajos Prácticos (Hidrogeología): Geólogo Carlos Humberto D'Urso (

Programa de estudio:

Geología de Combustibles

Programa teórico

1.- La Geología del Petróleo y Gas natural y su aplicación. La vinculación con las diversas ramas de la Geología y Ciencias afines. Antecedentes históricos. Importancia actual de los hidrocarburos. El concepto de cuencas petrolíferas. El petróleo en el marco mundial. Consumo y producción por regiones. Reservas, producción, número de pozos y rendimiento por pozo en los principales países productores. La producción Argentina, la producción de cada yacimiento.

- 2.- **Hidrocarburos.** Principales estructuras moleculares. Composición química y propiedades físicas. Compuestos y elementos que acompañan a los hidrocarburos. Densidad, viscosidad, fluorescencia e índice de refracción.
- 3.- **Génesis de los Hidrocarburos Naturales.** Principales teorías. La teoría del origen orgánico: sus fundamentos. Rocas madres. Procesos naturales en la transformación de la materia orgánica. Sus factores críticos. Kerógeno y Protopetróleos. Maduración de los carburos naturales. Hábitat de las rocas madres. Geoquímica orgánica y palinología aplicados a génesis de petróleo y gas. Índices Tiempo-Temperatura, de Alteración Térmica y otros. Geoquímica y su aplicación a la tarea exploratoria. Posibilidades de generación de hidrocarburos en Cuencas Argentinas.
- 4.- **Rocas Reservorios.** Propiedades desde el punto de vista petrolero: Porosidad, Permeabilidad. Clasificación de rocas reservorios. Reservorios clásticos y no clásticos. Porosidad en rocas detríticas y carbonáticas. Porosidad y permeabilidad secundarias. Solución, Dolomitización y Fracturación.
Porosidad y permeabilidad en reservorios no clásticos. Tipos especiales de reservorios. Importancia relativa de los distintos grupos de rocas recipientes. Medición y unidades de permeabilidad y porosidad. Sus valores críticos. Porosidad, permeabilidad y profundidad del reservorio.
- 5.- **Migración de Hidrocarburos.** Migración primaria. Distintos procesos de migración primaria y factores que la condicionan. Migración secundaria y terciaria; problemática de la migración: migraciones tempranas y tardías; migración a corta y larga distancia. Experiencia de Van Tuyl. Teoría anticlinal y experiencia de Gilman Hill. Correlación de crudos.
- 6.- **Entrampamiento de Hidrocarburos.** Concepto de trampa. Rocas protectoras, cierre, sello o cobertura. Sistemática de trampas. Trampas estructurales. Distintos tipos.
- 7.- **Trampas Estratigráficas.** Distintos tipos. Factores estratigráficos y estructurales. Trampas mixtas y combinadas. Distintos tipos. Causas especiales de entrampamiento.
- 8.- **Evaluación de Cuencas.** Métodos de superficie. Geología de campo. Información mediante sensores remotos. Manifestaciones superficiales. Prospección geoquímica. Rol de los laboratorios. Empleo y utilización de la investigación palinológica. Análisis de antecedentes.

Mapas de superficie. Procesamiento de la información: en mapas, diagramas panel, planos isopáquicos y litofaciales, planos isolíticos, cortes y planos estructurales. Mapas de yacimientos.

- 9.- **Métodos de Subsuelo.** Geofísica aplicada a la prospección de los hidrocarburos. Gravimetría, Magnetometría. Sísmica de Refracción y Reflexión. La sección sísmica: interpretación estructural y estratigráfica. Sismo-estratigrafía. Equipos. Exploración "costa afuera".
- 10.- **Perforación de Pozos.** El pozo de exploración. Aspecto operativo. Principales elementos, equipos y materiales. Secuencias y descripción de operaciones. Control geológico de pozos. Muestras, recortes, testigos coronas y testigos laterales. Lodos de perforación. Funciones. Propiedades. Revoque. Distintos tipos de inyección. Control de lodos. Control de la perforación. Maniobras especiales.
- 11.- **Explotación de Petróleo y Gas.** Evaluación de Formaciones. Manifestaciones. Análisis de coronas. Muestras de fluidos. Perfilaje de pozos: principales tipos de registros a pozo abierto y a pozo entubado. Eléctricos. Sónicos. Radiactivos. Mecánicos. Inducción. Resistividad. Sus fundamentos, utilidad y limitaciones. Registros especiales. El perfilaje desde el punto de vista geológico. Ensayos y terminación de pozos. Programa de punzado. Interpretación de resultados. Distintos tipos de pozos. Programas de perforación de pozos.
- 12.- **Producción.** Energía y movilización de fluidos. Condiciones de producción. Formas de extracción. Caudal. Estimulación de pozos. Reservorios independientes. Declinación. Recuperación primaria, secundaria, terciaria y cuaternaria. Clasificación de Reservas.
- 13.- **Cuencas.** Cuencas sedimentarias. Cuencas primarias u originales, actuales y útiles. Cuencas superpuestas. Análisis regional y estratigráfico aplicado a la prospección de hidrocarburos. Investigación paleoambiental y paleogeográfica aplicada. Distintos sistemas deposicionales y su relación con la Geología del Petróleo. Evaluación de rocas generadoras.
- 14.- **Las Cuencas Sedimentarias Petrolíferas Argentinas.** La ubicación geográfica y extensión. El concepto de riesgo minero. Las reservas de petróleo "in situ" y recuperable. La productividad por pozo de las distintas cuencas. Las principales provincias productoras. Las cuencas Paleozoicas y Mesozoica del Noroeste. La sucesión estratigráfica de cada una. Las rocas madres y recipientes. Las características geológicas de los yacimientos. El

yacimiento Palmar Largo. Tipos de hidrocarburos. Producción de cada cuenca.

- 15.- **Las Cuencas Cuyana y Neuquina.** Las columnas litológicas. Las rocas madres y recipientes. La estructura dominante. Las variaciones faciales en la Cuenca Neuquina y la complicación en la nomenclatura estratigráfica. Las características geológicas de los yacimientos. Los yacimientos Puesto Hernández y Puesto Rojas. Tipo de hidrocarburos. Producción.
- 16.- **Las Cuencas del Golfo de San Jorge y Austral.** Las principales características litológicas. Rocas madres y recipientes y sus rasgos sobresalientes. Los factores de entrapamiento y ejemplos. Tipos de hidrocarburos. Producción.
- 17.- **Otros tipos de Energías.** Carbón y clases de carbones. Los yacimientos de carbón. Origen, ambientes y época de formación. El carbón en la República Argentina. Asfaltitas. Génesis y yacimientos de combustibles nucleares. Exploración y explotación. Otros tipos de energía.
- 18.- **Energía Geotérmica.** Clasificación de las aguas termominerales. Origen de la temperatura. Gradiente geotérmico. Geotermómetros. Características hidrogeológicas de los acuíferos termales. Quimismo de las aguas. Areas geotérmicas en Argentina y en el mundo. Energía geotérmica. Aplicaciones. Contaminación físico-química de las aguas termales.

Programa de trabajos prácticos

Año 2011

- TP N° 1. Mapas del subsuelo. Tipos de mapas. Construcción e interpretación.
- TP N° 2. Preparación de un diagrama estratigráfico en panel. Utilidad. Procesamiento e interpretación de los resultados.
- TP N° 3. Variaciones faciales: Correlación de unidades litoestratigráficas interdigitadas y su implicancia en la nomenclatura estratigráfica y en la búsqueda de yacimientos de hidrocarburos.
- TP N° 4. Palinología: Distintos grupos de organismos que estudia. Usos y aplicaciones de los palinomorfos; su valor en la prospección

petrolera. Técnicas de obtención, procesamiento y descripción de palinomorfos.

- TP N° 5. Relación Tiempo-Temperatura en la génesis de Hidrocarburos. Construcción de un perfil geohistórico o de soterramiento.
- TP N° 6. Análisis cromatográfico de gases. Método Whittaker: resolución numérica y gráfica. Interpretación de los resultados.
- TP N° 7. Métodos y técnicas para la extracción y estudio litológico de muestras de perforaciones. Cuttings. Su valor informativo. El perfil de control geológico y la metodología empleada.
- TP N° 8. Métodos y técnicas para la extracción y estudio litológico de muestras de perforaciones. Testigos convencionales y laterales. Su valor informativo. Análisis de fluidos de Formación.
- TP N° 9. Interpretación de perfiles sísmicos.
- TP N° 10. La torre de perforación y su equipamiento.
- TP N° 11. Hidráulica de pozo. Cálculo de retorno.
- TP N° 12. Perfiles geofísicos de pozos. Interpretación. Análisis cualitativo y cálculo de parámetros a partir de SP, Resistividad, Rayos gamma, Neutrón, Densidad y Calibre.
- TP N° 13. Análisis de la geología de subsuelo de la Cuenca del Golfo de San Jorge.
- TP N° 14: Visita a las áreas geotérmicas. Lugar: Taco-Ralo, Rosario de la Frontera ó Termas de Río Hondo. Toma de muestras de agua, medición de temperaturas, usos.
- TP N° 15: Visita a una Perforación de Petróleo, según disponibilidad de obra. Se observará el equipo de perforación in situ, las distintas maniobras y la labor del geólogo en cabina de control. Se asistirá a una serie de charlas y conferencias a cargo de personal de empresas petroleras y de servicios. Se visitarán Laboratorios o Institutos dedicados a tareas de la especialidad: visita a empresas de perfilajes de pozos (Schlumberger, Baker Atlas) operaciones especiales (Weatherford) control geológico (Mud Logging Services) y operadoras de petróleo (Pluspetrol Energy, Pan American Energy, Repsol YPF, etc.). Se

visitarán según disponibilidad refinerías de petróleo para observar los distintos procesos para la obtención de subproductos de petróleo: Refinerías de Luján de Cuyo, Pan American Energy o Refinor Campo Durán.

Bibliografía

ALLEN, P. A. & J. R. ALLEN (2002). Basin Analysis. Principles and applications. Blackwell Scientific Publications. 451 pp. London, UK.

AMERICAN ASSOCIATION OF PETROLEUM GEOLOGIST (1970). Plate Tectonics Hydrocarbon Accumulation. Dickinson W.R. & H. Yarborough. Continuing Education Courses Note. Serie N° 1. AAPG. Tulsa, Okla. USA. 7410.

BADLEY, M.E. (1985). Practical Seismic Interpretation. IHRDC. Boston. USA.

BALLY, A.W. (1987). Atlas of Seismic Stratigraphy (3 vols). AAPG. Tulsa, Okla. USA. 7410.

BATEMAN, A. (1957). Yacimientos Minerales de Rendimiento Económico. Ed. Omega. Barcelona.

BEAUMONT E. A. & N. H. FOSTER (2000). Exploring for Oil and Gas Traps. AAPG Treatise of Petroleum Geology. Handbook of Petroleum Geology. 1150 pp. Tulsa, Okla. USA. 7410.

IAPG- BOLETIN DE INFORMACIONES PETROLERAS. Publicación del Instituto Argentino de Petróleo. Edición trimestral.

SECRETARIA DE MINERÍA DE LA NACIÓN. SERVICIO GEOLÓGICO MINERO ARGENTINO. INSTITUTO DE GEOLOGÍA Y RECURSOS MINERALES. (1999). Geología Argentina. Roberto Caminos (Ed.). Anales N° 29. 800 pp. Buenos Aires.

C.I.I.E. (1986). Petróleo y gas en Argentina. Publicación del Centro Internacional de Información Empresaria. Director M. A. Bellera. Presidente Ing. L. Monneret de Villars (Eds.). C.I.I.E. Argentina. Vol. I y II. Buenos Aires.

COMISIÓN DE EXPLORACIÓN DEL INSTITUTO ARGENTINO DEL PETROLEO. ASOCIACIÓN GEOLÓGICA DE MENDOZA (1993). Geología y Recursos Naturales de la Provincia de Mendoza. Parte III: Recursos de Hidrocarburos. Relatorio XII Congreso Geológico Argentino y II Congreso Exploración de Hidrocarburos. V.A. Ramos (Ed.) 117 pp. Buenos Aires.

INSTITUTO ARGENTINO DEL PETRÓLEO Y EL GAS (2009). EL ABeCé del petróleo y el gas natural en el mundo y Argentina. Ed. IAPG. 174 pp. ISBN 978-987-9139-52-3. Buenos Aires.

EVALUACION DE FORMACIONES – NUEVAS SOLUCIONES PARA VIEJOS PROBLEMAS (2005). VI Congreso de Exploración y Desarrollo de Hidrocarburos “Ampliando las Fronteras”. Gualter Chebli, Jorge Cortiñas, Luis Spaletti, Leonardo Legarretta y E. Vallejo (Eds.). ISBN 987-9139-33-9. 335 pp. Mar del Plata.

FRONTERA EXPLORATORIA DE LA ARGENTINA (2005). VI Congreso de Exploración y Desarrollo de Hidrocarburos “Ampliando las Fronteras”. Estanislao Kozlowski, Gustavo Vergani y Andrés Boll (Eds.). 539 pp. Mar del Plata.

INSTITUTO ARGENTINO DEL PETRÓLEO Y EL GAS (2007). Centenario del Petróleo Argentino 1907-2007. Horacio Sales (Ed.) Tomos 1 y 2. Buenos Aires.

GEOLOGÍA Y RECURSOS NATURALES DE LA PROVINCIA DE JUJUY (2008). Relatorio XVII Congreso Geológico Argentino. Editor B. Coira y E. Zappettini (Eds.). 642 pp. y CD. ISBN 978-987-22403-25. San Salvador de Jujuy.

COMUNICACIONES de Y.P.F. (1984-2007). Publicación del Instituto Argentino del Petróleo. Edición trimestral. Buenos Aires.

CUNNINGHAM, A. (2004). La Energía. Historia de sus fuentes y transformaciones. Civilizaciones y Termodinámica. Publicación Especial del IAPG. ISBN 987-9139-33-x. pp 115. Buenos Aires.

CUNNINGHAM, A. (2008). Biocombustibles. Una mirada al mundo y en especial a la Argentina. Publicación Especial del IAPG. pp. 108. Buenos Aires.

DRESSER ATLAS (1974). Introducción al perfilaje.
(1981). Metrics Log Interpretation Charts.
(1982). Clay Analysis and Shaly Sand Evaluation. Epilog.
(1986). Perfiles.

GOMEZ OMIL, R. (1982). Estratigrafía del Subgrupo Balbuena - Grupo Salta, en la Subcuenca de Lomas de Olmedo, Provincia de Salta y Jujuy. Tesis Doctoral. Facultad de Ciencias Naturales. UNT. (Inédita).

GUILLEMONT, J. (1971). Geología del Petróleo. Ed. PARANINFO. 389 pp. Madrid.

H.G. SEREDA & E.M. SOLOVIOV (1978). Perforación de Pozos de Petróleo y de Gas Natural. Ed. MIR. 541 pp. URSS.

LANDES, K. (1963). Geología del Petróleo. Ed. OMEGA. 463 pp. Barcelona.

LA SISMICA DE REFLEXION. MAS ALLA DE LAS IMAGENES ESTRUCTURALES (2005). VI Congreso de Exploración y Desarrollo de Hidrocarburos "Ampliando las Fronteras". Daniel Soubies, Marcelo Arteaga y Fernando Fantín (Eds.). ISBN 987-149-42-9. 334 pp. Mar del Plata.

LA EXPLORACION DE PETROLEO Y GAS EN LA ARGENTINA: EL APOORTE DE YPF (1999). M.A. Turic y J.C. Ferrari (Eds.). Yacimientos Petrolíferos Fiscales. ISBN 987-97501-0-1. 177 pp. Buenos Aires.

LA GEOFISICA INTEGRADORA DEL CONOCIMIENTO DEL SUBSUELO (2008). Jorge Enrique, Mario Sigismondi y Juan Soldo (Eds.). VII Congreso de Exploración y Desarrollo de Hidrocarburos "Ampliando las Fronteras". 323 pp. Mar del Plata.

LAS TRAMPAS DE HIDROCARBUROS EN LAS CUENCAS PRODUCTIVAS DE ARGENTINA (2005). VI Congreso de Exploración y Desarrollo de Hidrocarburos "Ampliando las Fronteras". Estanislao Kozlowski, Gustavo Vergani y Andrés Boll (Eds.). 539 pp. Mar del Plata.

LEVORSEN, A.I. (1977). Geología del Petróleo. Editorial Universitaria de Buenos Aires. 452 pp. Buenos Aires.

LOWELL, J.D. (1985). Structural Styles in Petroleum Exploration. OGD. Tulsa. Okla. USA. 7410.

MAGOON, L.B. & G.D. WALLACE (1994). From Sources to Trap. AAPG. Memoir 60. Tulsa, Okla. USA. 7410.

Mc QUILLIN, R.; M. BACON & W. BARCLAY (1981). An Introduction to Seismic Interpretation. Gulf Publishing Company. Leeds, Yorkshire, London.

MODELADO GEOLOGICO (2008). Pablo Agraz, Claudio de Larriestra, Horacio Verdur, Aldo Montagne y José Massaferró (Eds.). VII Congreso de Exploración y Desarrollo de Hidrocarburos "Ampliando las Fronteras". 285 pp. Mar del Plata.

NORTH, F.K. (1985). Petroleum Geology. Allen & Unwin Inc. Winchester. Capítulo 16: 253-341. EUA.

PIRSON, S. (1965). Ingeniería de Yacimientos Petrolíferos. Ed. OMEGA. 786 pp. Barcelona.

QUIROGA CASTAÑOS, A. y L. RODRIGO GAINZA (1990). Curso Sinóptico de Geoquímica del Petróleo. Santa Cruz, Bolivia.

SCALABRINI ORTIZ, J. (1977). Los yacimientos Petrolíferos Argentinos. Serie Didáctica N° 2. Facultad de Ciencias Naturales. UNT. 32 pp. San Miguel de Tucumán.

SISTEMAS PETROLEROS DE LAS CUENCAS ANDINAS (2008). Carlos Cruz, Jorge Rodríguez, Jorge Hechem y Héctor Villar (Eds.). VII Congreso de Exploración y Desarrollo de Hidrocarburos "Ampliando las Fronteras". 383 pp. Mar del Plata.

SCHLUMBERGER (1972). Log Interpretation. Vol. I. Principles.

(1973). Evaluación de Formaciones en Argentina.

(1974). Log Interpretation. Vol. II - Applications.

(1983). Wee Afrique de L'Ouest - Well Conference.

(1984). Evaluación de Formaciones en México.

(1985). Avaliação Formações no Brasil". Schlumberger - Petrobrás.

(1985). Resumen de las principales cuencas sedimentarias Argentinas.

(1986). SWLA-Twenty-seventh Annual Logging Symposium.

(1987). Evaluación de Formaciones en la Argentina.

(1988). Análisis de ambientes sedimentarios mediante perfiles de pozos.

TRABAJOS TECNICOS (2008). Mario Schiumma (Ed.). VII Congreso de Exploración y Desarrollo de Hidrocarburos "Ampliando las Fronteras". 697 pp. Mar del Plata.

PETROLEUM BASINS OF SOUTH AMERICA (1998). A.J. Tankard, R. Suárez Soruco & H.J. Welsink (Eds.). AAPG. Memoir 60. 792 pp. USA.

PETROTECNIA (IAP). Revista de publicación mensual. Argentina.

RAMOS, V.A. y M. TURIC (1996). Geología y recursos naturales de la plataforma continental argentina. Relatorio del XIII Congreso Geológico Argentino y III Congreso de Exploración de Hidrocarburos. AGA y IAPG. 451 pp. Buenos Aires.

RELATORIO: GEOLOGÍA DEL NOROESTE ARGENTINO. CAPÍTULO HIDROCARBUROS (1999). XIV Congreso Geológico Argentino. Comité editor de los Congresos Geológicos Argentinos. ISBN 987-97770-1-x. Salta.

REVUE DE L' INSTITUTE FRANCAIS DU PETROLE. Francia.

ROCAS RESERVORIO DE LAS CUENCAS PRODUCTIVAS DE LA ARGENTINA. (2002). V Congreso de Exploración y Desarrollo de Hidrocarburos. Mar del Plata. Mario Schiuma, Gerardo Hinterwimmer y Gustavo Vergani (Eds.) Publicación Especial del IAPG. 788 pp. Buenos Aires.

ROSSO, M. del R. (1983). Geoquímica: Parte I: El origen del petróleo; Parte II: Su aplicación a la tarea exploratoria". Boletín YPF. Buenos Aires.

SELLEY R. (1998). Elements of Petroleum Geology. Capítulo 7: Trampas y Sellos. Págs. 307-357. Freeman & Co. New York. USA.

SHERIFF, R.E. (1981). Encyclopedic Dictionary of Exploration Geophysics. Geophysical Division of Chevron Oil Company. Society of Exploration Geophysicists. 248 pp. Tulsa, Oklahoma. EUA. 7410.

STINKO, P. (2001). Introducción a la caracterización de reservorios de hidrocarburos. Empleo de técnicas de subsuelo en la evaluación de formaciones. Asociación Geológica Argentina. Serie "B" (Didáctica y Complementaria) N° 25. 127 pp. Buenos Aires.