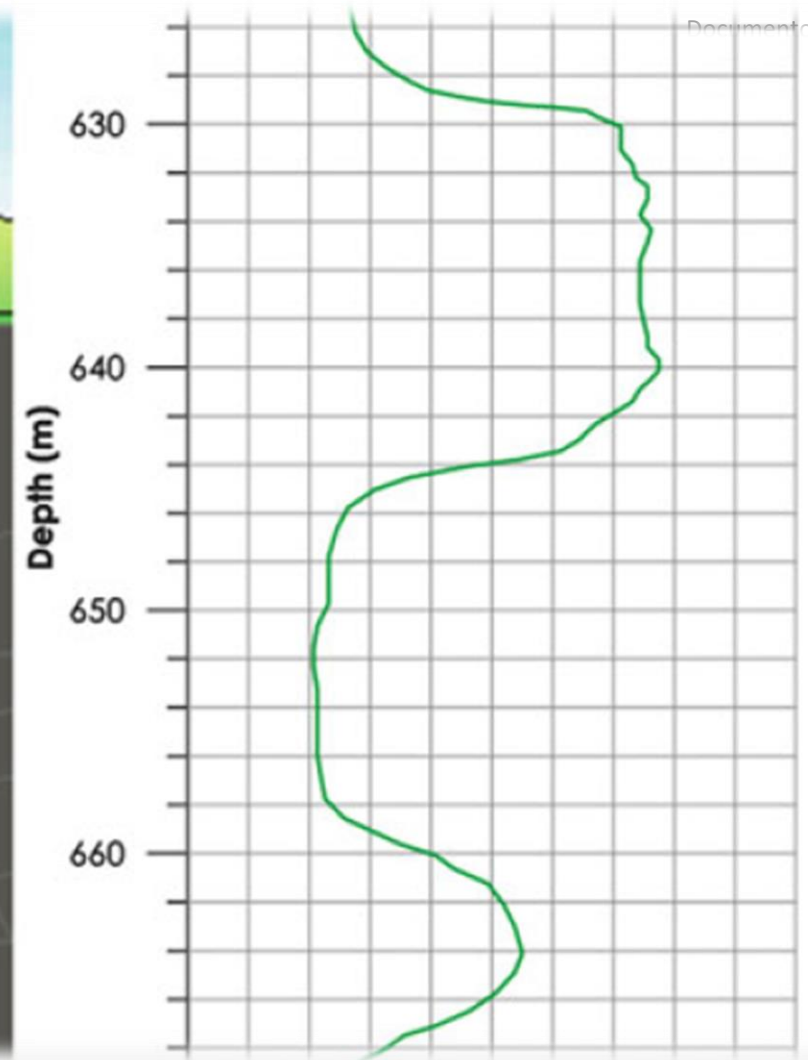
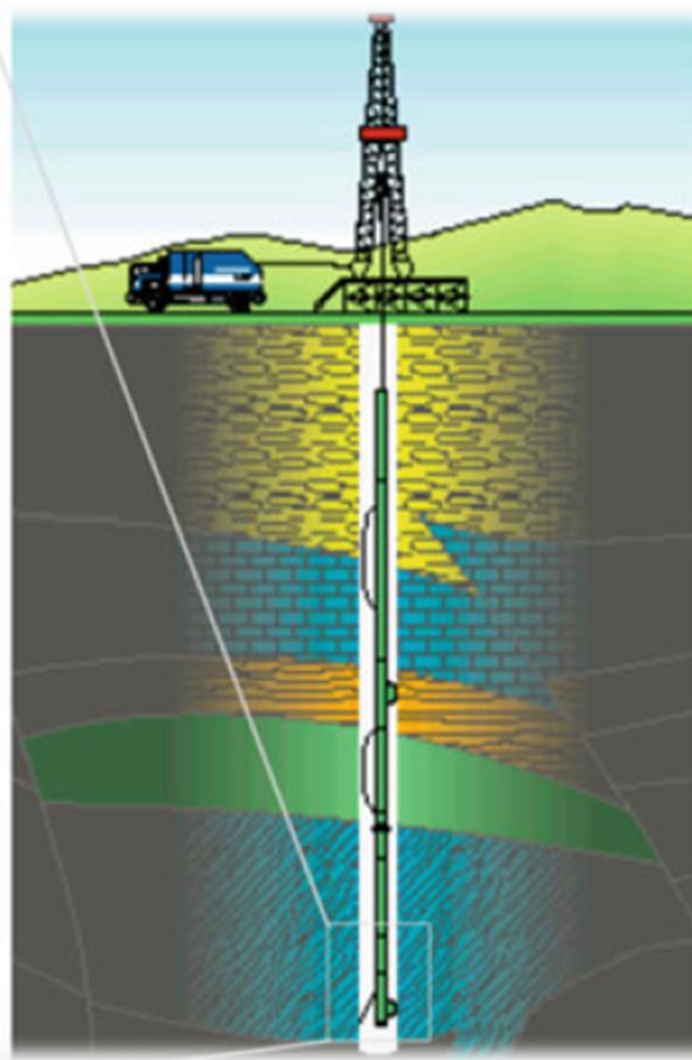
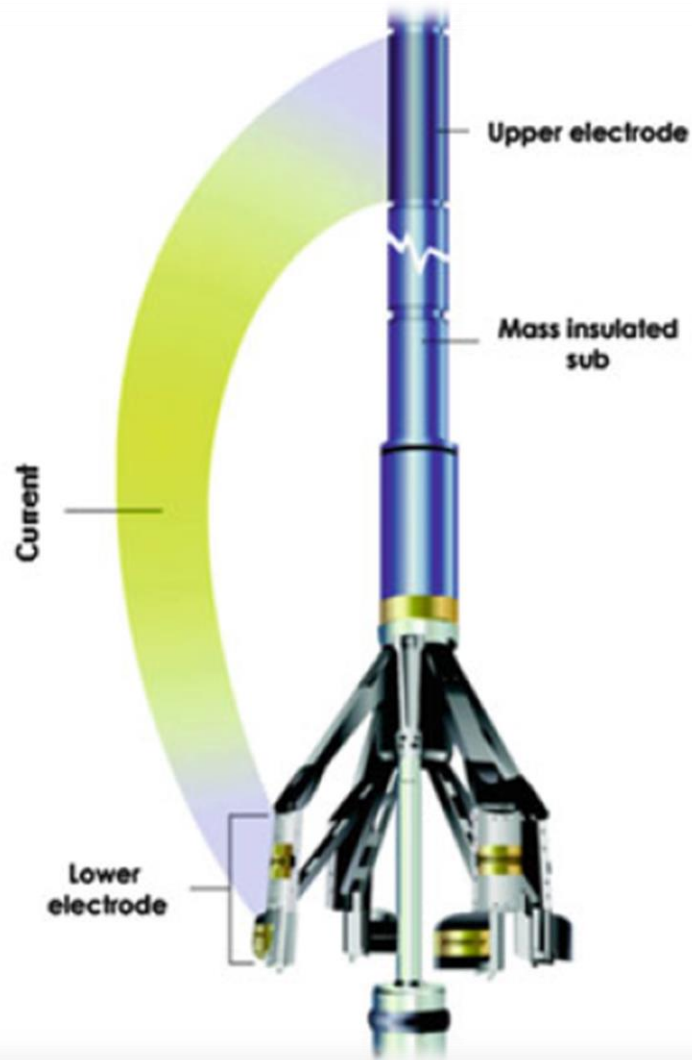
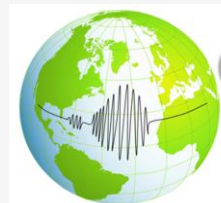




GEOFÍSICA DE POZO: Espectrometría de Pozo

JTP: Germán Guerra guerragerman01@gmail.com

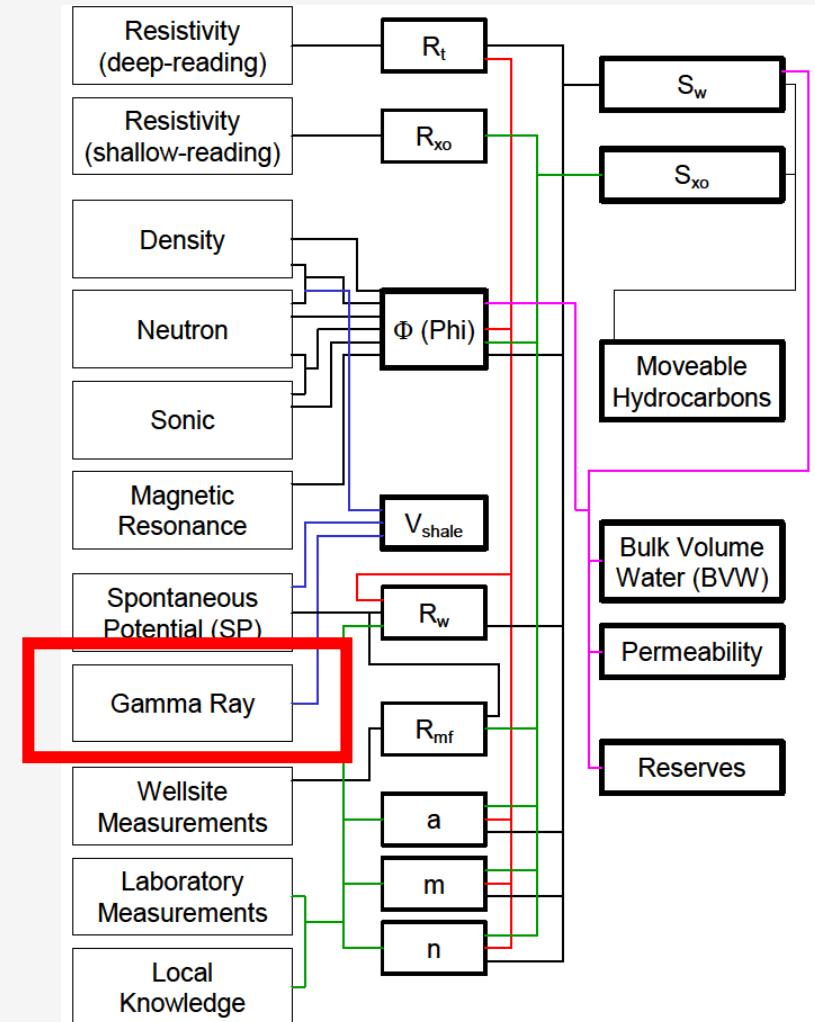
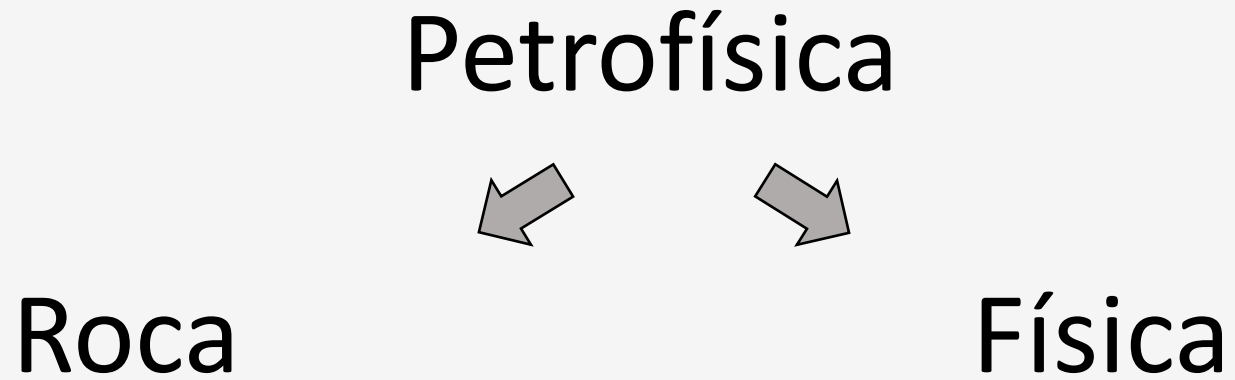


**Geofísica
UNPSJB**

Agenda

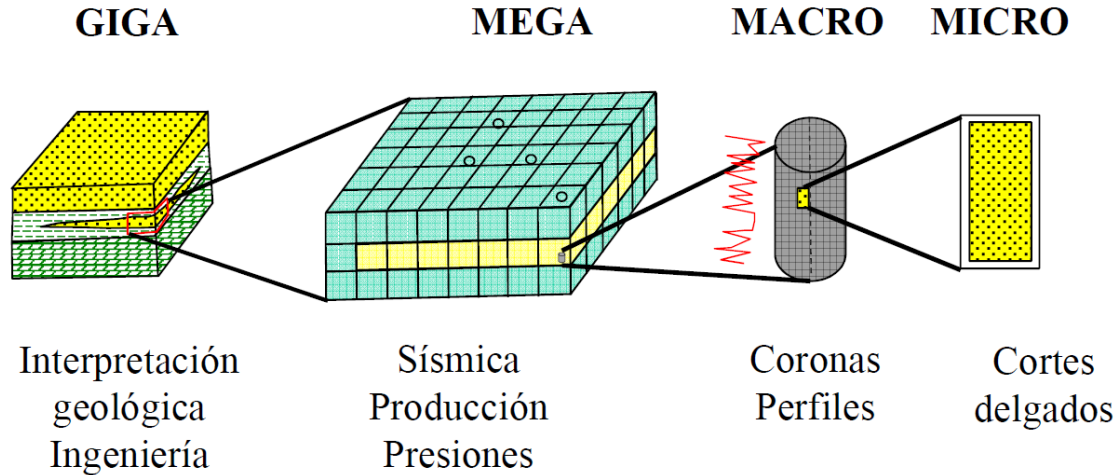
- Introducción
- Escalas de Estudio de Subsuelo
- Que es un registro de pozo
- Herramientas de pozo
- Espectrometría de Pozo: Conceptos Básicos
- Aparatos detectores
- Perfil Gamma Ray y Gamma Ray Espectral
- Aplicaciones
- Ejercicios Prácticos.

Espectrometría de Pozo: Introducción

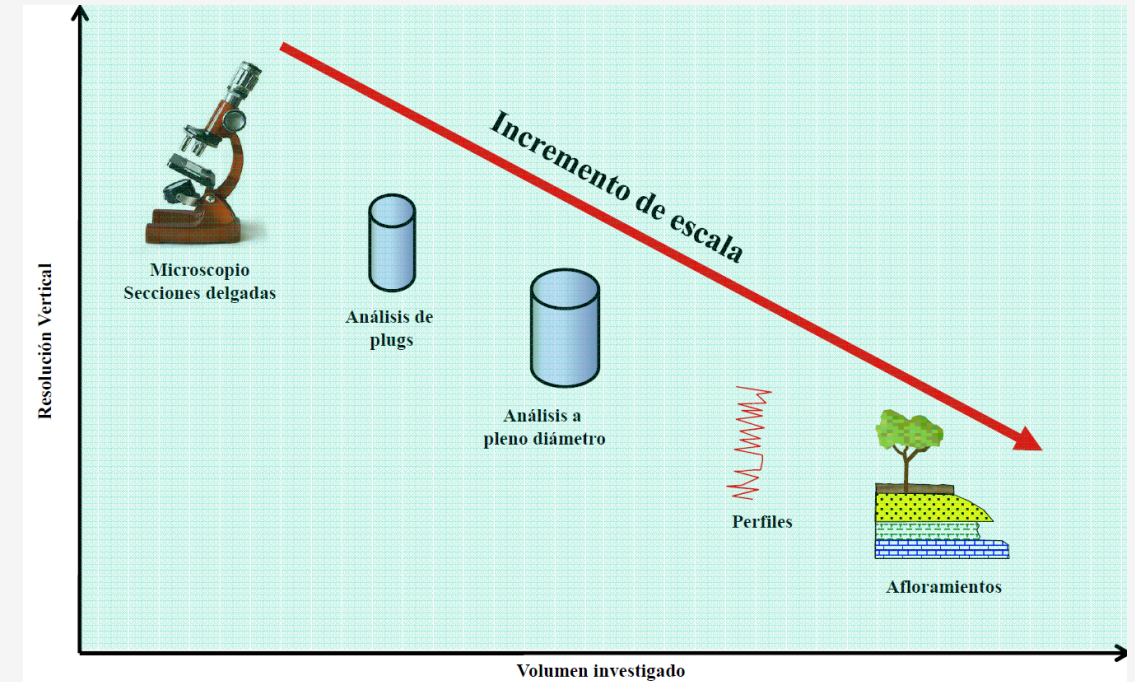


Espectrometría de Pozo: Escala de Estudio del Subsuelo

Tipos y escalas de datos de reservorio

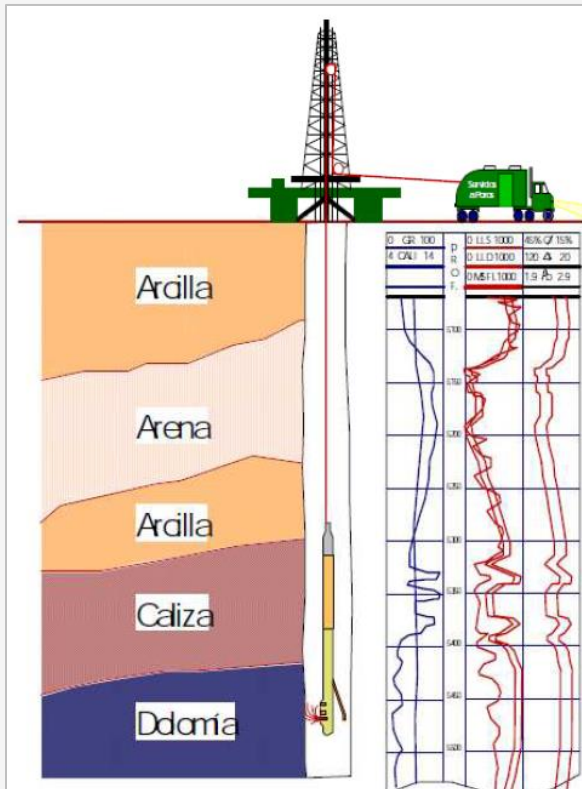


Objetivo: integración temprana de todos los datos



Espectrometría de Pozo: ¿Qué es un registro de pozo?

El perfilaje de pozo, también conocido como well logging es una manera de obtener un registro detallado de las formaciones geológicas a partir de distintos principios físico.

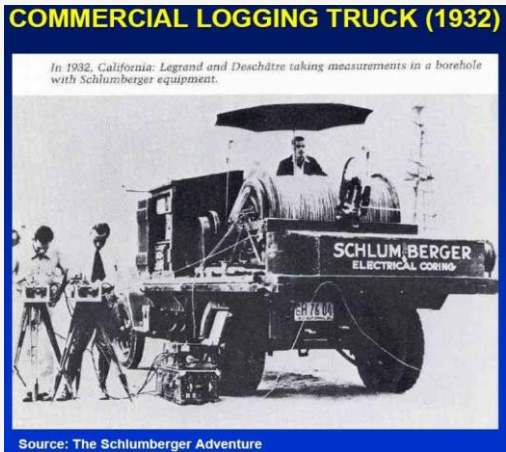


Estos registros se pueden realizar a:

- Pozo Abierto (Open hole Logging)
- Pozo Entubado (Case hole Logging)

Estos registros se realizar a partir de distintos *principios físicos*
En esta Clase nos centraremos en los perfiles radiométricos.

Espectrometría de Pozo: Herramientas de Pozo

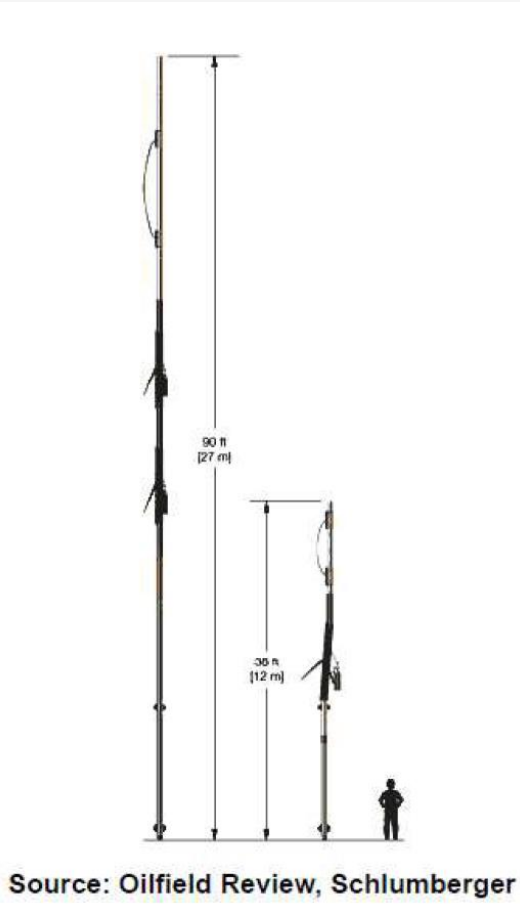


Source: Baker Atlas



Source: Schlumberger Publication "The Way We Are"

Modern Well Logging Trucks



Source: Oilfield Review, Schlumberger

Open Hole Wireline Logging Tools



Espectrometría de Pozo: Conceptos Básico

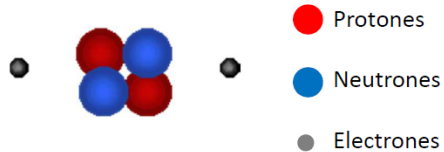
Herramientas Nucleares o Radiactivas

•Fuente natural

- Perfil Rayo Gamma
- Perfil Rayo Gamma Espectral

•Fuente Artificial

- Perfil Densidad/Litodensidad
- Perfil Neutrón



● Protones

● Neutrones

● Electrones

Número Atómico= Z = número de protones

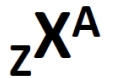
Número Másico Atómico= $A= Z + N$



Masa de un átomo

Z : es característico de un elemento

Isótopos: $= Z, \neq A$



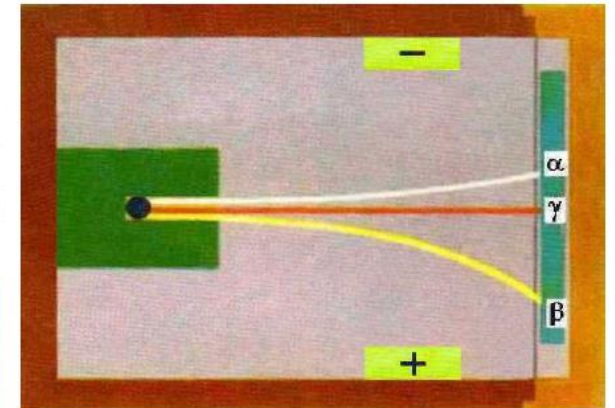
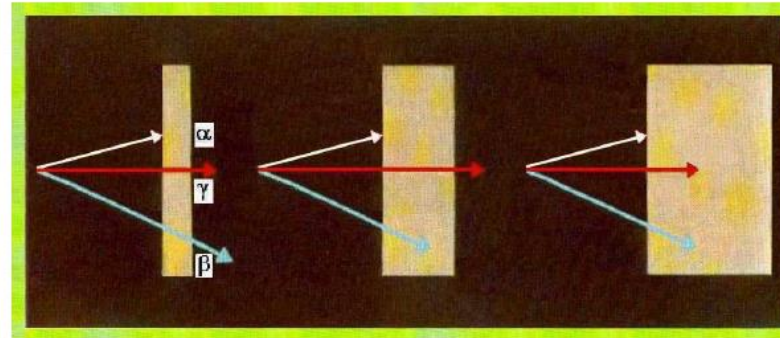
Se llaman Núcleo inestables o radiactivos a núcleos de átomos que tienden a aproximarse a la configuración estable emitiendo ciertas partículas. Todo **núcleo** con más de 84 protones ($Z_{at} > 84$) es inestable. Por ejemplo, ${}^{238}_{92}\text{U}$

Espectrometría de Pozo: Conceptos Básico

Núcleo	Modo de desintegración	Periodo de semidesintegración	Energía desprendida (MeV)	Producto de desintegración
U 238	α	$4.468 \cdot 10^9$ a	4,270	Th 234
Th 234	β^-	24,10 d	0,273	Pa 234
Pa 234	β^-	6,70 h	2,197	U 234
U 234	α	245500 a	4,859	Th 230
Th 230	α	75380 a	4,770	Ra 226
Ra 226	α	1602 a	4,871	Rn 222
Rn 222	α	3,8235 d	5,590	Po 218
Po 218	α 99.98 % β^- 0.02 %	3,10 min	6,115 0,265	Pb 214 At 218
At 218	α 99.90 % β^- 0.10 %	1,5 s	6.874 2.883	Bi 214 Rn 218
Rn 218	α	35 ms	7.263	Po 214
Pb 214	β^-	26.8 min	1.024	Bi 214
Bi 214	β^- 99.98 % α 0.02 %	19.9 min	3.272 5.617	Po 214 Tl 210
Po 214	α	0.1643 ms	7.883	Pb 210
Tl 210	β^-	1.30 min	5.484	Pb 210
Pb 210	β^-	22.3 a	0.064	Bi 210
Bi 210	β^- 99.99987% α 0.00013%	5.013 d	1.426 5.982	Po 210 Tl 206
Po 210	α	138.376 d	5.407	Pb 206
Tl 206	β^-	4.199 min	1.533	Pb 206
Pb 206	-	estable	-	-

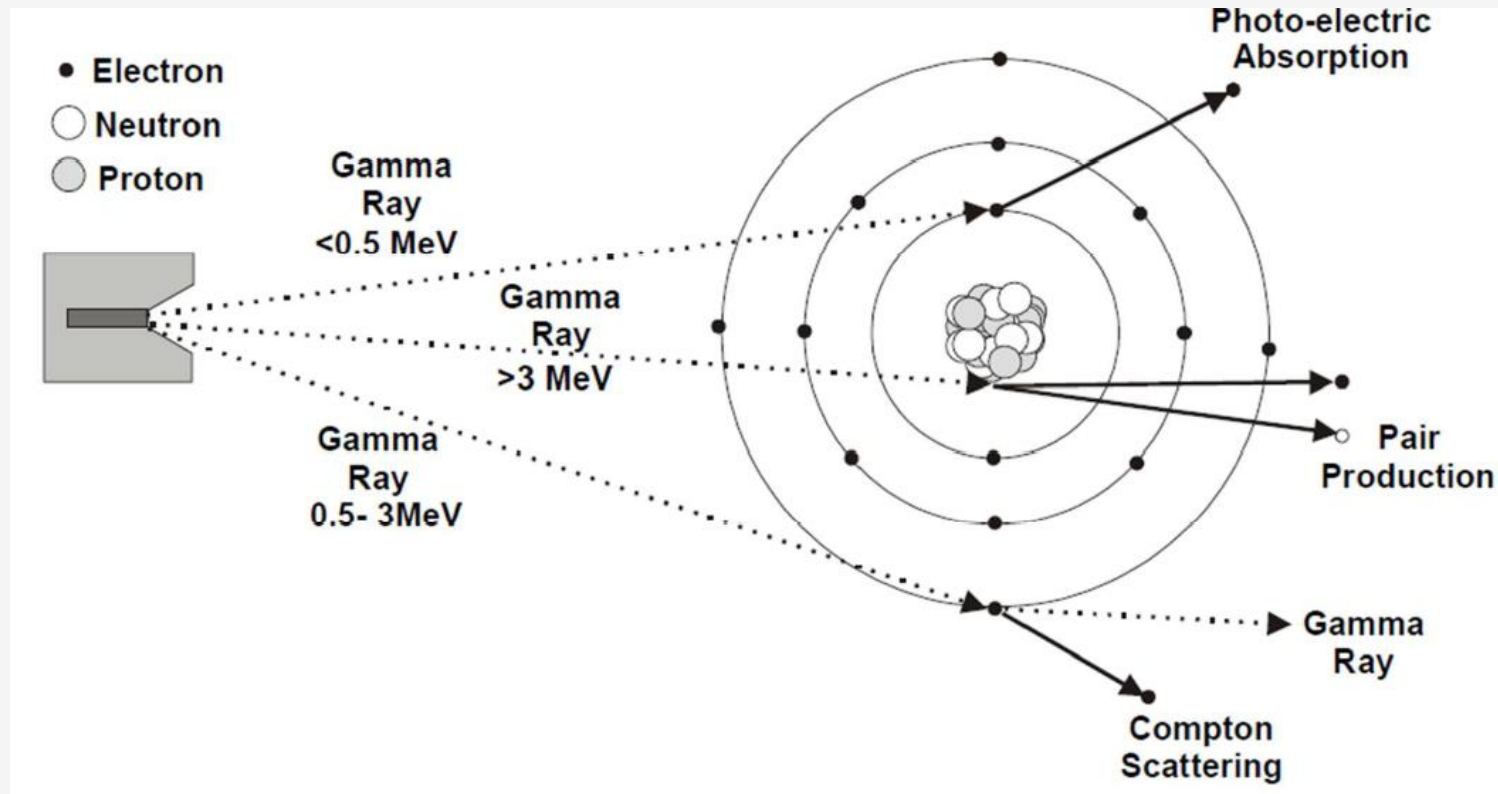
TIPOS DE RADIACIONES

El neocelandés **Ernest Rutherford** (gran jugador de rugby, como debía ser) descubrió en Cambridge en 1900 los tres tipos básicos de radiación *emitidas por el núcleo atómico* (y logró el premio Nobel), por la experiencia de desviación dada por un imán entre la placa fotográfica y el bloque de plomo taladrado donde se situaba el elemento radiactivo (figura a la derecha),



viendo la distinta desviación de las partículas. El gráfico de la izquierda ilustra la capacidad de penetración relativa de las radiaciones a causa de su distinta naturaleza: máxima en las γ , media en las β , mínima en las α .

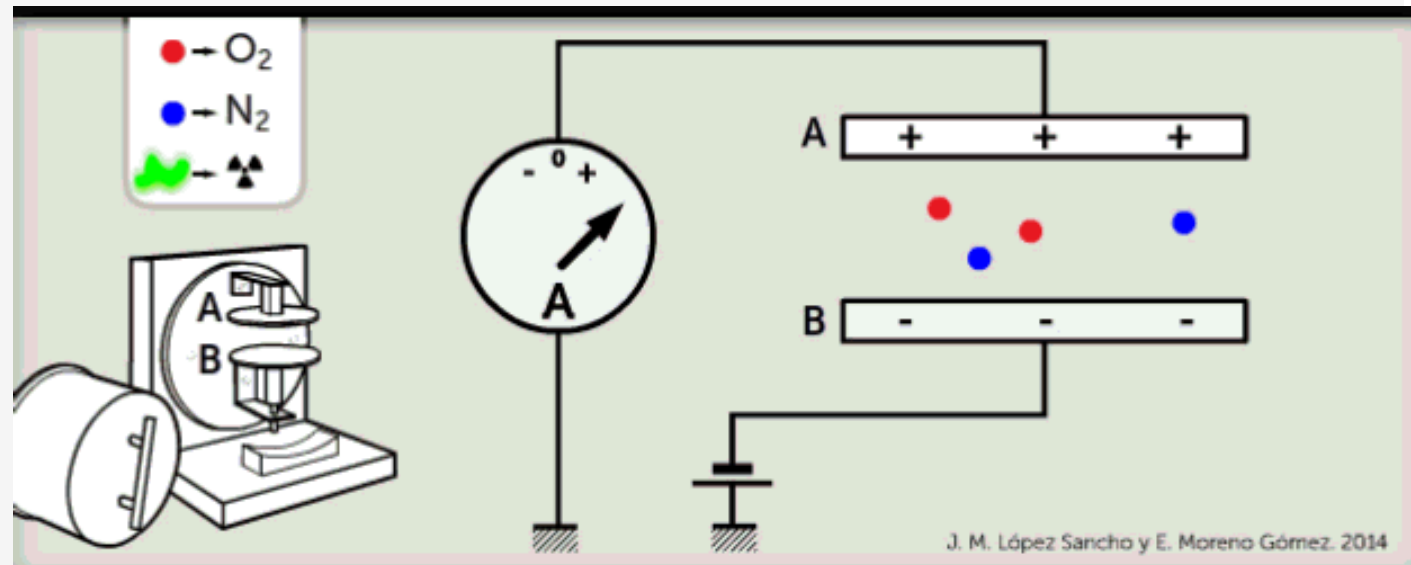
Espectrometría de Pozo: Conceptos Básico



El número de colisiones, la reducción de energía de los rayos γ y el número de rayos γ adsorbidos se relacionan directamente con el número de electrones de los materiales atravesados, en este caso unidades litológicas

Espectrometría de Pozo: Aparatos Detectores

- **Cámara de Ionización:** desarrollada desde 1896 por Wilhelm Röntgen, Henri Becquerel y otros, usada en prospección desde 1913. Es un tubo de vidrio o metal con gas en su interior (aire, metano, argón u otro) donde, si entra radiación ionizante, ocurre desplazamiento de iones creando un camino conductor entre el ánodo

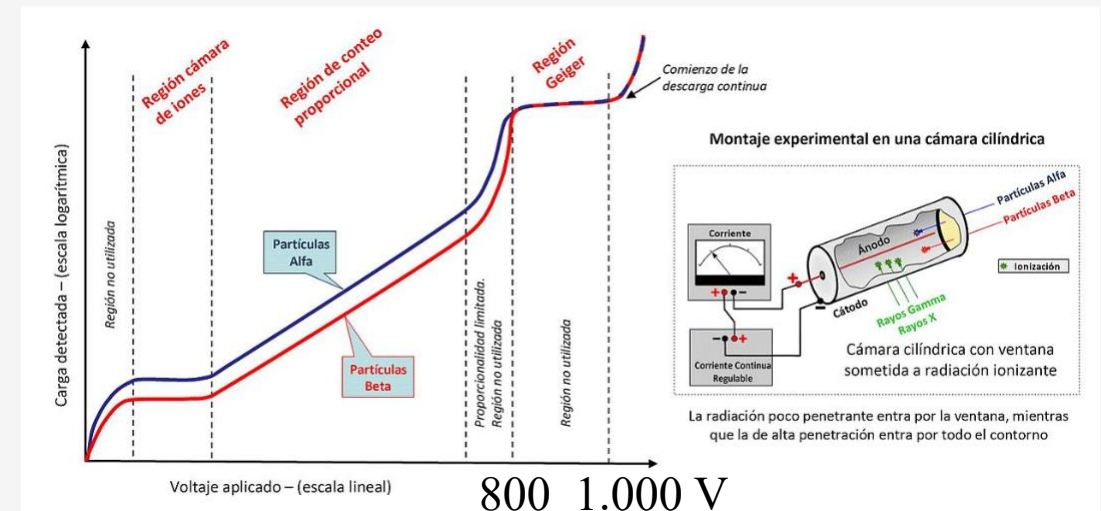
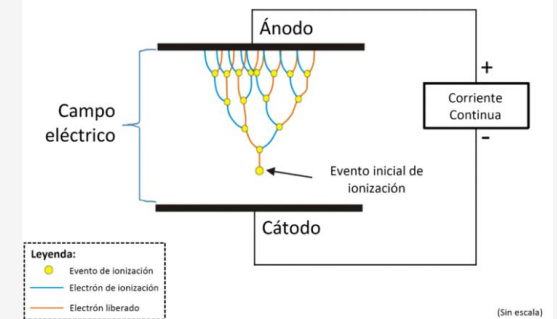


Espectrometría de Pozo: Aparatos Detectores

Contador Geiger-Müller: desarrollado en 1928 por los alemanes **Hans Geiger y Walther Müller** a partir de la cámara de ionización, pero, a diferencia de ésta, trabaja con tensiones más altas, de entre 800 y 1.000 V

Tiene una entrada de radiaciones al tubo (semejante al de la cámara) las cuales colisionan con los átomos del gas allí contenido (metano y argón). Esto genera la **expulsión de electrones en avalancha**, que son ahí registrados como una única pulsación, independientemente de la cantidad de energía inicial de la radiación, no siendo posible la distinción de distintas clases de emisión. Asegura respuestas en presencia de niveles bajos de radiación

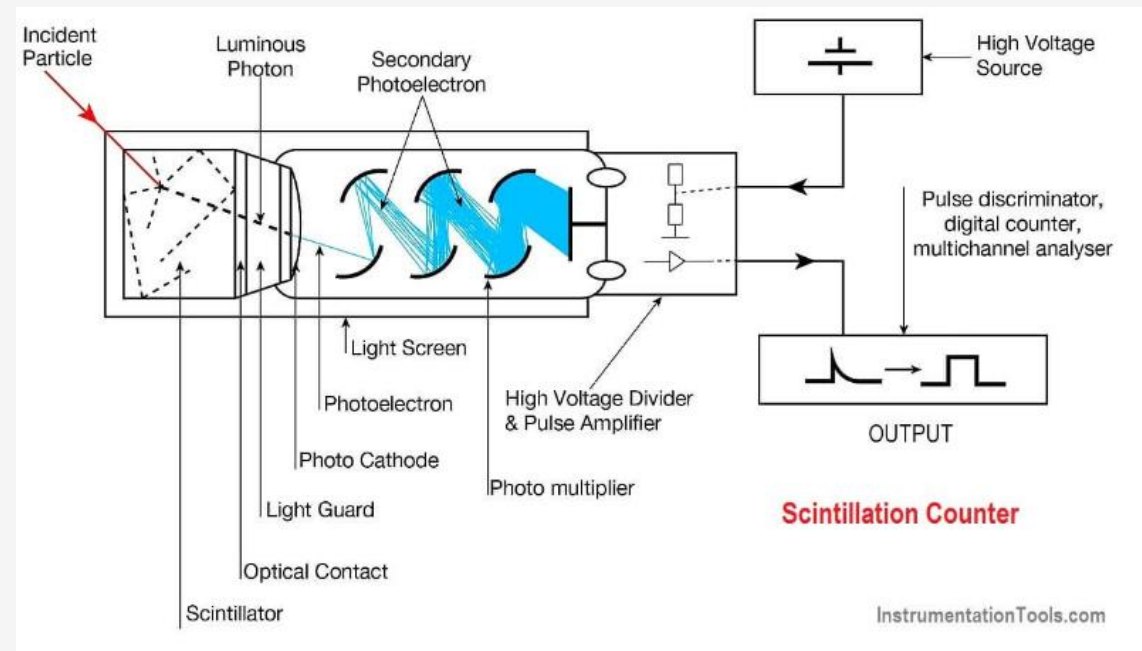
Visualización de una Descarga de Townsend



Espectrometría de Pozo: Aparatos Detectores

Centellómetro o destellómetro

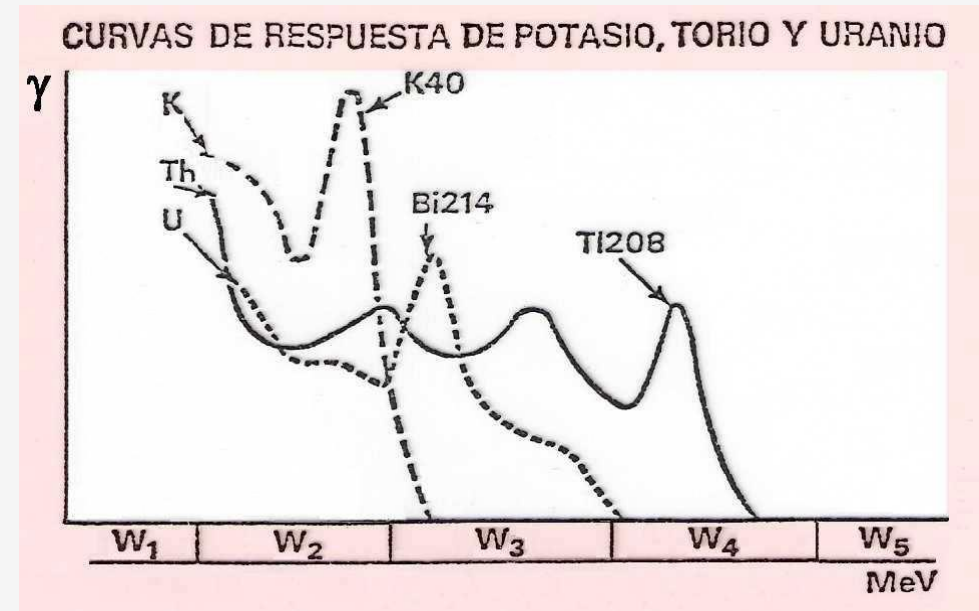
Éste está basado en una propiedad denominada emisión de luz visible, más conocida como luminiscencia. Los ***destellos característicos del efecto Compton***, que pueden visualizarse en la cámara de destellos (figura a la derecha). Pero además ***el fotocátodo emite electrones*** (por efecto fotoeléctrico) ***hacia el interior del tubo fotomultiplicador***. Es el dispositivo que se encarga de la transformación de la intensidad luminosa de un centelleo en una señal eléctrica proporcional.



Fotocátodo: NaI, CsI u otros, casi siempre activados con Tl: Puesto que el centelleo de luz y el número primario de electrones son proporcionales a la energía de GR, la corriente final del escintilómetro es también proporcional a la energía del rayo gamma incidente.

Espectrómetro de rayos γ : Permite identificar los isótopos emisores de los rayos γ midiendo la energía con que éstos arriban al aparato. Actualmente existen dos tipos principales:

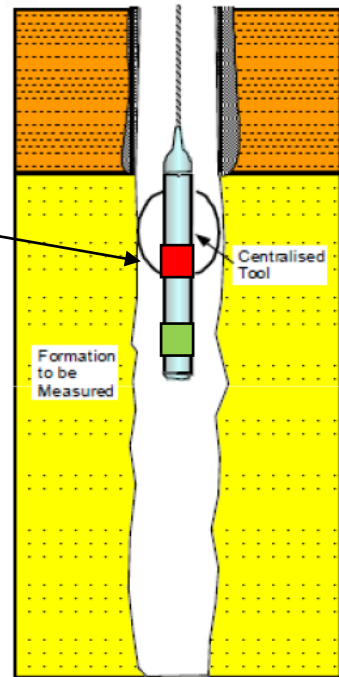
Los más **convencionales** (fotografía adjunta) están contruidos sobre la base de un centellómetro de NaI (Tl) al que se ha acoplado un sistema electrónico de analizador multicanal que formatea la sucesión de pulsos arribados según el número de cuentas/segundo en ordenadas y canales o ventanas W_n de muestreo



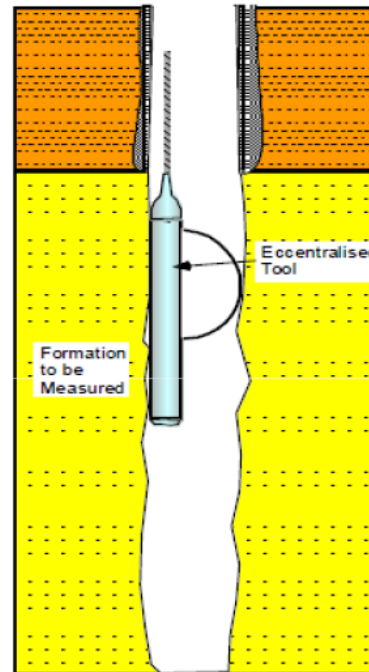
Espectrometría de Pozo: Principios de Medición GAMM RAY

Posicionamiento de la Herramienta de Perfilaje

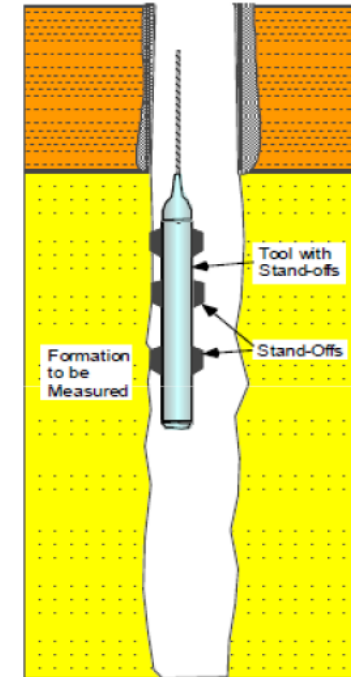
Detectores



Algunas herramientas son corridas centralizadas en el pozo para medir una propiedad determinada (e.g., Laterolog, Sónico)



Algunas herramientas son corridas excentralizadas, apretadas sobre la pared del pozo (e.g., neutrónico).



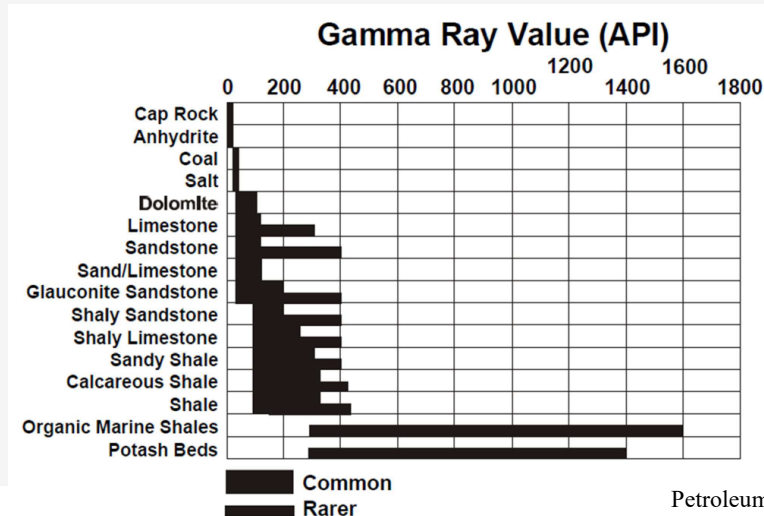
Algunas herramientas son corridas usando 'stand-offs' para posicionarlas a una distancia fija de la pared (e.g., inducción).

Espectrometría de Pozo: Perfil GAMMA RAY

Toda la radiación gamma natural que podemos medir proviene del Potasio, Torio y Uranio que se encuentra en las formaciones geológicas

En la mayoría de los casos las formaciones arcillosas son las mas radioactivas.

Potasio y Torio están muy asociados con arcillas (illitas, kaolinita, montmorillonita) , mientras que el Uranio se puede encontrar en arenas, arcillas y en algunos carbonatos.



Petroleum Geoscience Knut Bjørlykke 2015

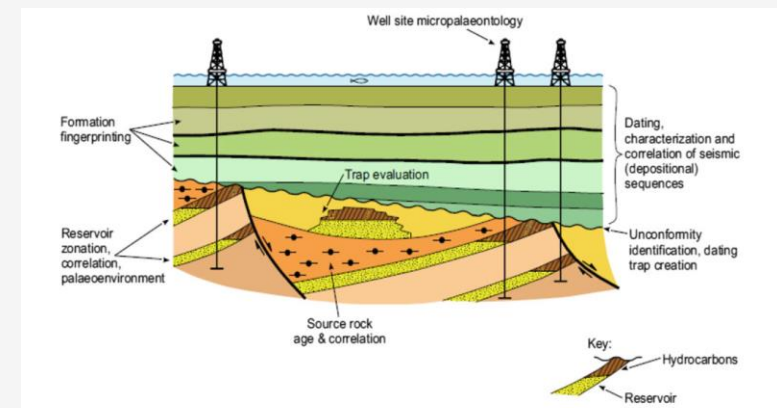
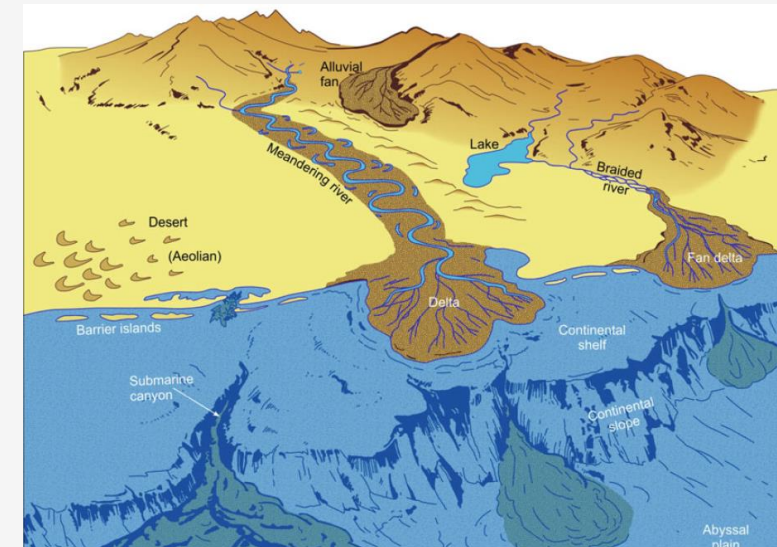
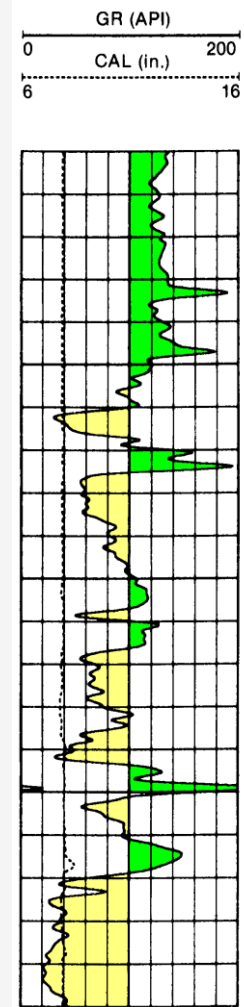


Fig. 7.1 Application fields of micropaleontological methods in petroleum exploration and appraisal activities (based on Copestake 1993)

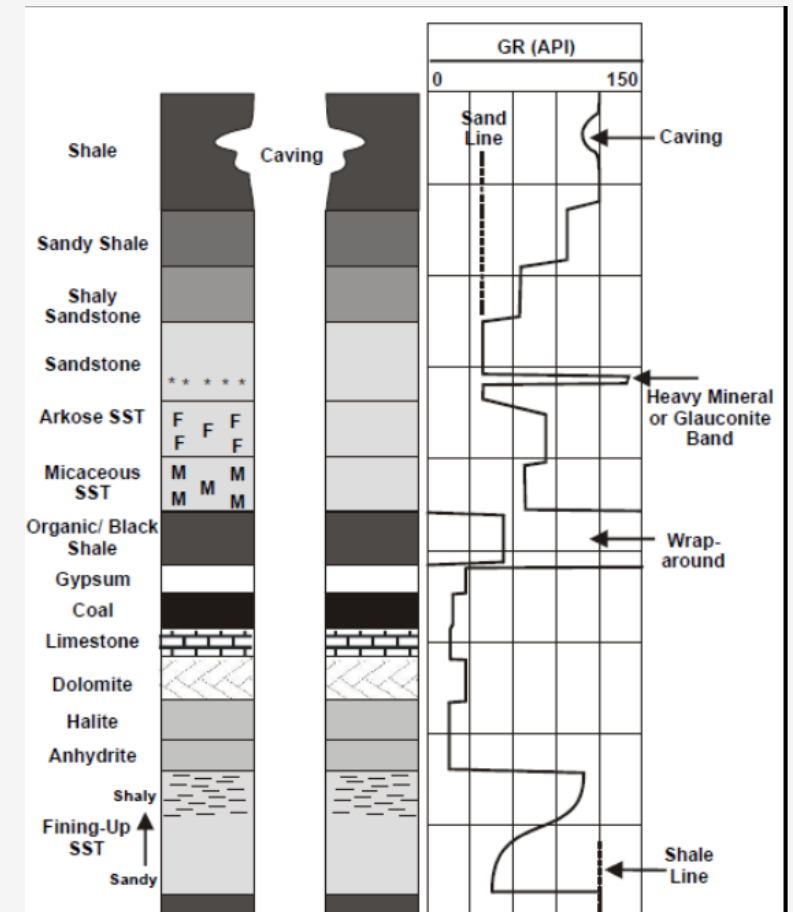


Espectrometría de Pozo: Aplicaciones GAMMA RAY

- Correlación con otros registros
- **Calcular el contenido de arcilla en las formaciones de interés**
- Delinear límites estratigráficos para varios registros de producción
- Usualmente la curva de rayos gamma correlaciona con la curva de SP
- La herramienta de rayos gamma se puede correr en cualquier tipo de líquido o en pozos de aire, también a pozo abierto o entubado, por eso es muy importante para la correlación de servicios de pozo entubado.

Las cuentas por segundo entregadas por la herramienta se a partir de una estandarización realizada por el Instituto Americano de Petróleo (API)

La unidad de rayos gamma API esta definida como la diferencia entre la zona de alta actividad con respecto a la zona de baja actividad dividido por 200, en el patrón de calibración establecido en la Universidad de Houston.



Rider 2004

Profundidad de investigación: $\approx 30\text{-}40\text{ cm}$.

Espectrometría de Pozo: Aplicaciones GAMMA RAY

La evaluación cuantitativa de Vsh asume que están ausentes otros materiales radioactivos que no sean lutitas y arcillas !

$$I_{GR} = (GR_{log} - GR_{clean}) / (GR_{sh} - GR_{clean})$$

Donde

GR_{log} = Valor del registro en la zona de interés

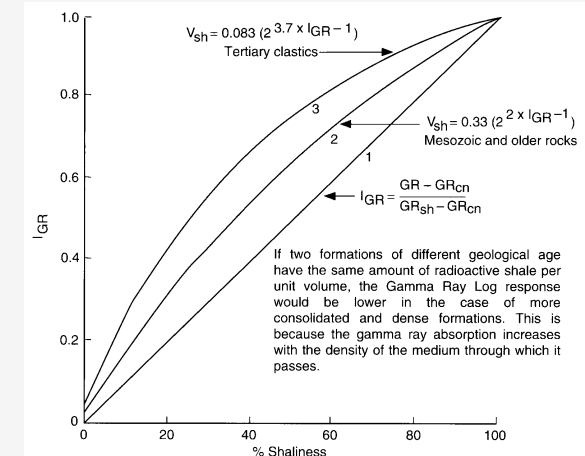
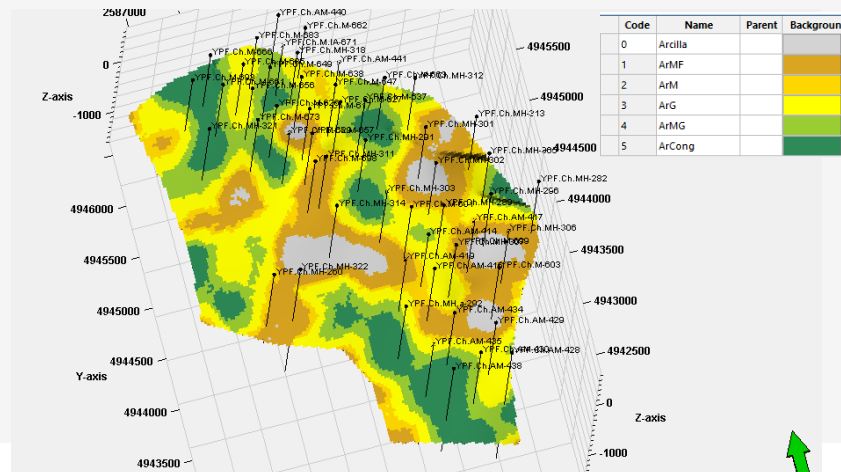
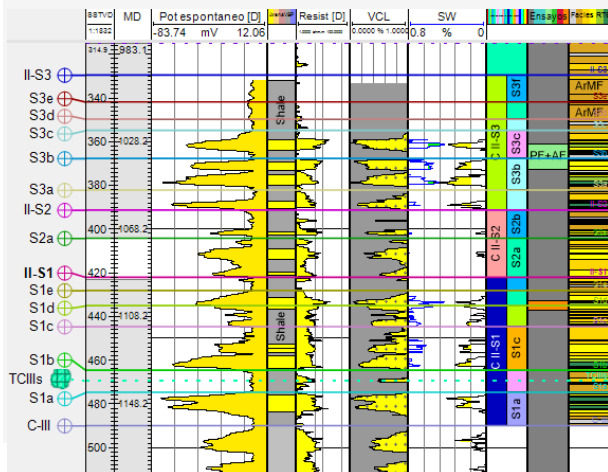
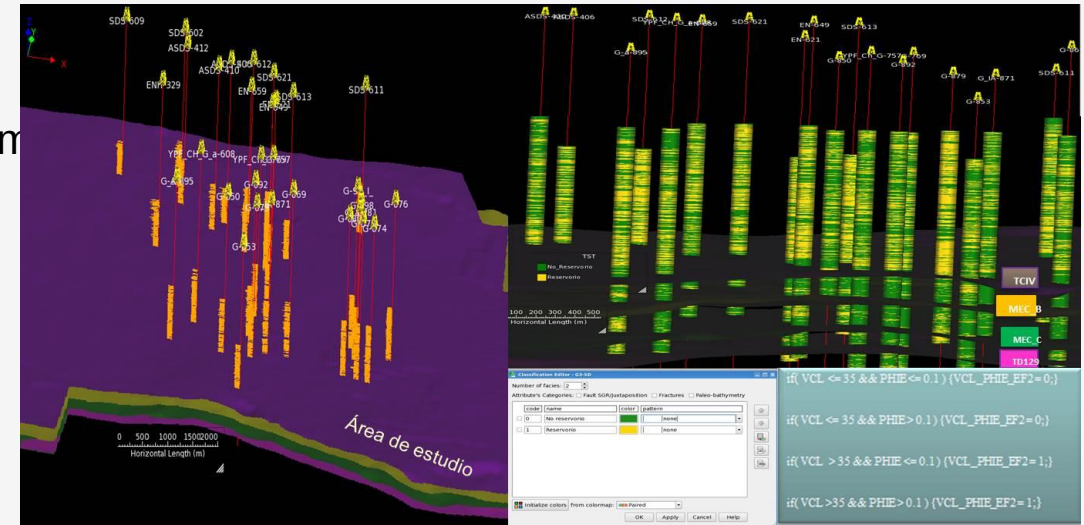
GR_{clean} = Valor del registro en una zona considerada libre de arcilla (unidades API)

GR_{sh} = Valor del registro en una zona de arcilla (unidades API)

I_{GR} = Índice de Arcillosidad de Gamma Ray

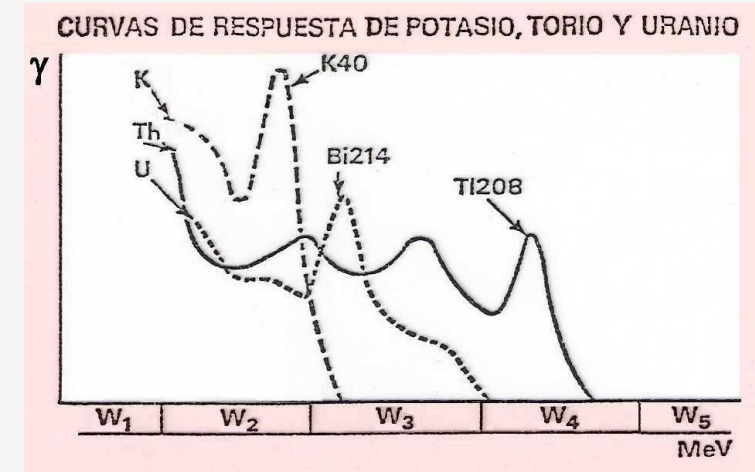
(unidades API)

(unidades API)



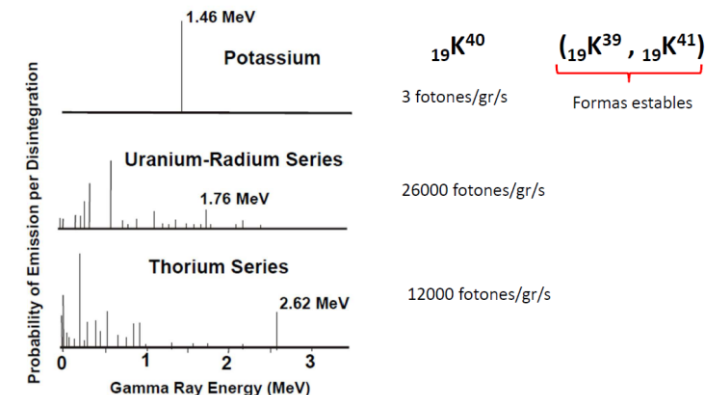
Espectrometría de Pozo: GAMMA RAY ESPECTRAL

- La herramientas de rayos gamma espectral además del total de radiación por unidad de profundidad, miden el nivel discreto de energía de cada rayo gamma detectado.
- Discriminando el total de los rayos gamma en niveles discretos de energía o ventanas, determinan los niveles individuales de Torio, Potasio y Uranio



Espectro de emisión de energía de rayos Gamma.

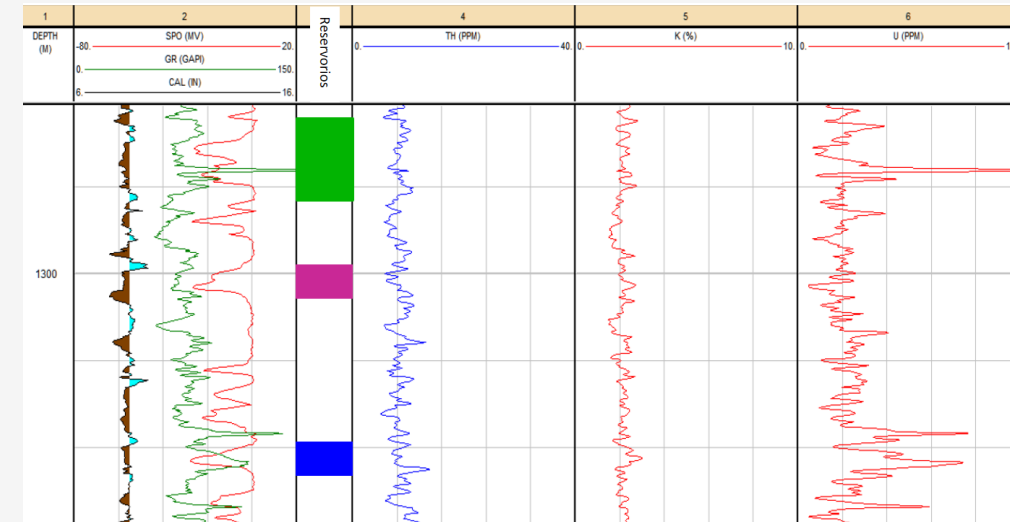
HERRAMIENTAS NUCLEARES



Espectrometría de Pozo: GAMMA RAY ESPECTRAL

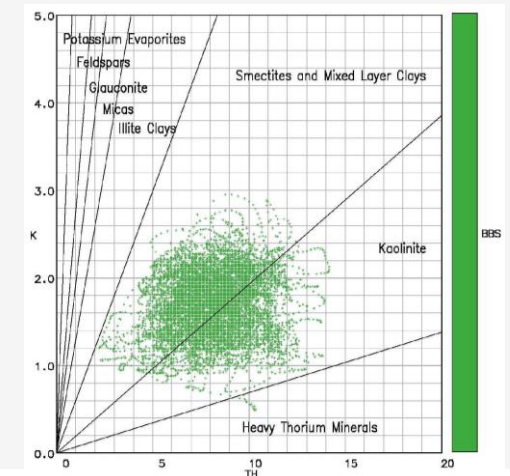
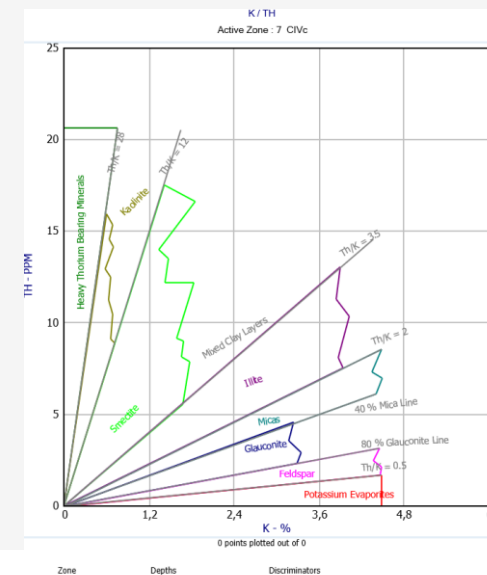
• Curvas

- GR: Rayos Gamma
- THZ: Cuentas de Torio
- UZ: Cuentas de Uranio
- KZ: Cuentas de Potasio
- K: Potasio (%)
- U: Uranio (PPM)
- Th: Torio (PPM)



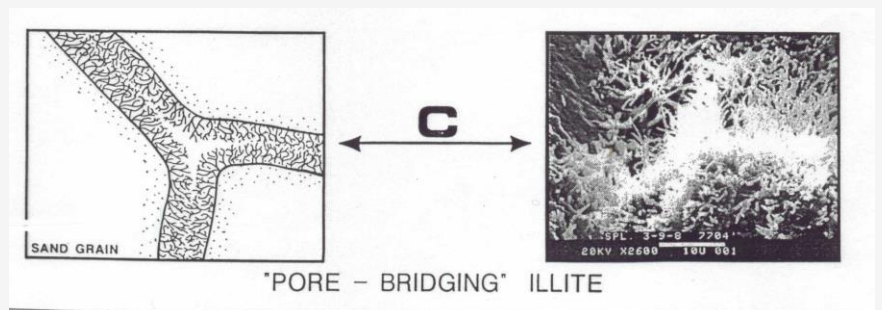
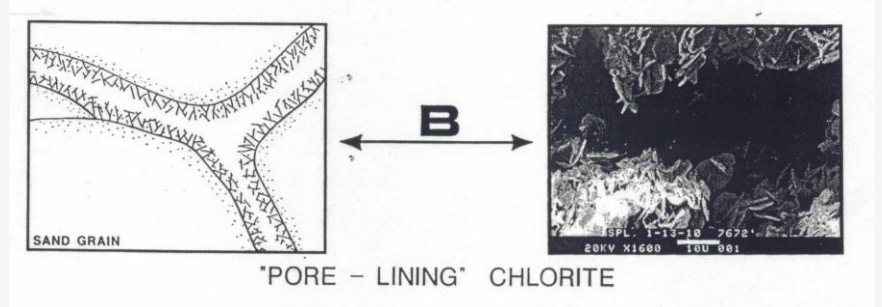
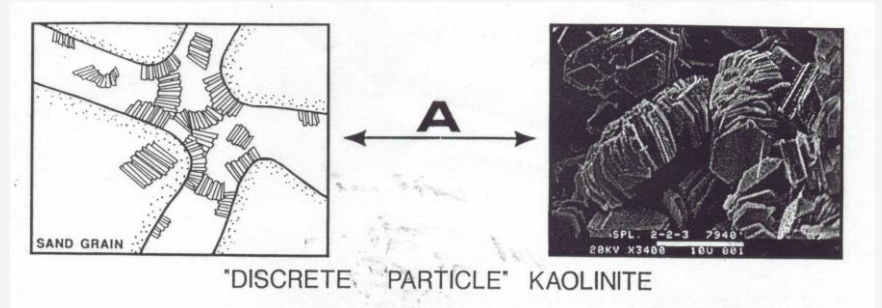
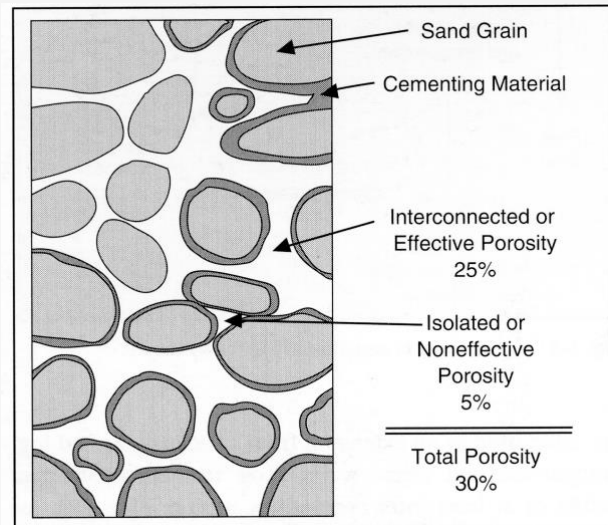
Los minerales de las arcillas mayormente son agrupados en cinco familias y cada familia causa diferentes problemas en el reservorio:

- Grupo de la Caolinita
- Grupo de la Esmeclita
- Grupo de la Illita
- Grupo de la Clorita
- Interestratificados.



Espectrometría de Pozo: Aplicaciones GAMMA RAY ESPECTRAL

- La caolinita es primariamente responsable de la migración de finos asociados con algunos reservorios.
- La esmectita puede hincharse en presencia de agua dulce
- La illita aumenta la tortuosidad de los poros.
- La clorita puede causar la precipitación de compuestos secundarios de hierro.



Trabajos Prácticos: <http://www.fcn.unp.edu.ar/sitio/geofisica>

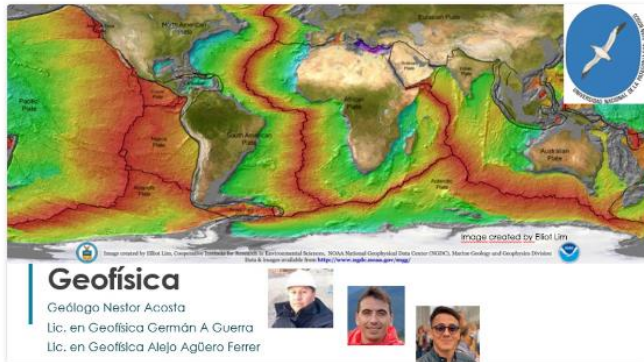
Cátedra de Geofísica UNPSJB

INICIO APUNTES TEÓRICOS CURSOS POSGRADO/EXTENSIÓN GESTIÓN AULA VIRTUAL INSTRUCTIVOS

PRACTICA CAMPO 2022 B CASTELLI PUBLICACIONES TRABAJOS PRÁCTICOS

Entrada destacada

Bienvenidos!



La Cátedra de Geofísica General y Sísmica está integrada por Néstor Acosta (Profesor Adjunto), Germán A Guerra (Jefe de Trabajos Prácticos) y Alejo Agüero Ferrer (auxiliar de primera) junto con los estudiantes que cada año nos acompañan y a quienes nos debemos.

Martín Foster, Mario Ledesma Vallvé, Diego Costantino, Gustavo Petrelli, Marisú Cid de la Paz, Luis Chelotti y otros docentes que nos precedieron también han sido coautores de parte de la información que se presenta en el sitio.

ENLACES

[Clase 0 geofísica](#) Aspectos generales de la materia y de la cursada 2020 0

PRÁCTICA DE CAMPO GEOFÍSICA 2018 SARMIENTO, CHUBUT, ARG.



PRACTICA SÍSMICA DE REFRACCIÓN COM. RIV



TPN5 RADIOMETRIA POZO

Geofísica UNPSJB
Trabajo Práctico N° 7
Radiometría de Pozo

Introducción

El objetivo final de la interpretación de registros de pozo es la localización y evaluación de reservorios de hidrocarburos. Un conjunto adecuado de perfiles básicos suministra importante información respecto a litología y a posibles zonas productoras de hidrocarburos.

Arcillezidad

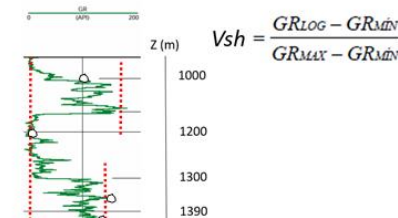
Es el porcentaje del volumen total de una roca que se encuentra ocupado por arcilla.

$$V_{sh} = \text{volumen de arcilla} / \text{volumen total de roca}$$

CÁLCULO DE VSH

Ejercicio N1

Teniendo en cuenta la relación algebraica para calcular el Volumen de arcilla (VSH), calcule dicho parámetro petrofísico para las profundidades mostradas en la imagen.



Geofísica UNPSJB
Trabajo Práctico N° 7
Radiometría de Pozo

Ejercicio N2

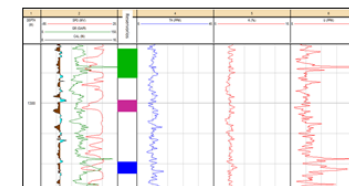
Dada la configuración de Substrato dibuje la respuesta del perfil de pozo gamma ray.

Litología	GR [gr]
Arcilla	
Arena Acuifera (Vsh = 10%)	
Arcilla	
Arena con Gas (Vsh = 20%)	
Arcilla	
Arena con oil (Vsh = 30%)	
Arcilla	

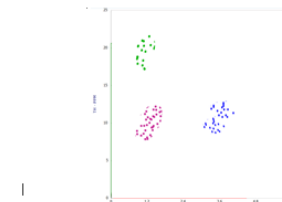
EJERCICIO N3

Evaluación Mineralógica mediante Espectrometría de Pozo

A) Con los datos correspondientes a un pozo perfilado en el Flanco Norte de la Cuenca del Golfo San Jorge con la herramienta de rayos gamma espectral SL. A continuación se visualizan las distintas curvas (Caliper, SP, GR, TH, K, U).

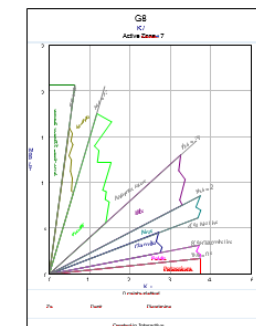


B) Para los reservorios marcados con colores se realizó un Crossplot de la relación de TH-K con el fin de tratar de inferir los tipos de arcillas.



C) Identificar los distintos tipos de minerales de arcillas para cada uno de los reservorios de interés (Ver imagen adjunta al final de este documento)

- Si existieran diferencias en los tipos de minerales de arcillas presentes en los reservorios generar una tabla resumen con los tipos reconocidos.
- ¿Qué aplicaciones operativas vinculadas a la producción de hidrocarburos pueden definirse a partir del conocimiento de los tipos de minerales presentes en el material intersticial fino (arcillas)?
- ¿Cómo influyen en la producción y/o inyección la presencia de minerales de arcilla del tipo caolinita y esmectita en el material intersticial fino de los reservorios?



Bibliografía

- - Anderson, D., 1992. The Earth's interior. En Understanding the Earth (p 45-66); Brown, G., Hawkesworth, C. y Wilson, C. editores. Cambridge University Press. - Baranwal, V., Watson, R., Smethurst, M. y Rønning, J., 2010. Geological mapping using airborne gamma ray spectrometry. Norges Geologiske Undersøkelse, presentation (22 p).
- Coppens, R., 1963. La radiactividad de las rocas (56 p). EUdeBA.
- De Paoli, L., 2011. L'energia nucleare; costi e benefici di una tecnologia controversa (142 p). Edizioni Il Mulino.
- Ford, K. y López, L., 1998. Characterization of leveling problems of Patagonia gamma-ray spectrometry survey, Chubut province, Argentina. X Congreso Latinoamericano de Geología, V.3 (p 448-452).
- Forte, S. y Rottoli, L., 2019. Fisica quantistica (368 p). Zanichelli Editore.
- Flores, E., Moreno, J., y Rosales, N. (2010). Ciencias físicas o filosofía de la naturaleza. Panamá: Imprenta Articsa.
- Serway, A., Jewett, J. (2008). Física para ciencias e ingenierías, tomo II. México: Cengage Learning Editores.
- Howell, B., 1962. Introducción a la geofísica (p 42-60). Ediciones Omega.
- Logan, G., Jones, A., Ryan, G., Wettle, M., Thankappan, M., Grosjean, E., Rollet, N. y Kennard, J., 2008.
- Review of Australian offshore natural hydrocarbon seepage studies. Geoscience Australia, N°17 (246 p).
- Lowrie, W., 1997. Fundamentals of geophysics (p 169-177). Cambridge University Press.
- Lunine, J., 1999. Evolution of a habitable world (p 47-53). Cambridge University Press.
- Petroleum Geoscience Knut Bjørlykke 2015
- Schumacher, D. and Abrams, M., 1996. Hydrocarbon migration and its near-surface expression (446 p).
- American Association of Petroleum Geologists, Memoir 66.
- - Telford, W., Geldart, L., Sheriff, R. y Keys, D., 1976. Applied geophysics (p 736-770). Cambridge University Press.
- - Udías, A. y Mezcua, J., 1997. Fundamentos de geofísica (p 401-415). Alianza Editorial.
- - Walker, M., 2005. Quaternary dating methods (304 p). John Wiley and Sons.

Bibliografía

Flores, E., Moreno, J., y Rosales, N. (2010). *Ciencias físicas o filosofía de la naturaleza*. Panamá: Imprenta Articsa.

Serway, A., Jewett, J. (2008). *Física para ciencias e ingenierías, tomo II*. México: Cengage Learning Editores.