

TRABAJO 4

HISTORIA DE LA SUBSIDENCIA DE LA CUENCA DEL GOLFO DE SAN JORGE. ARGENTINA

Antonio D. Nocioni*

(*) Departamento de Geología; F.C.E.F.Y.N. Universidad Nacional de Córdoba. C.O.N.I.C.E.T.

ABSTRACT. Time - depth graphics were prepared with well data (lithology - thicknesses - porosity - density and formation ages). Such graphics allow to study the total subsidence history of the San Jorge basin with the changes through time.

The load effects and the thermotectonism have been considered separately which permitted to demonstrate that the basin was thermally subsident.

Tree phases of increase in the subsidence rate were recognized and related with:

- a) Expansion pulses of the Central Atlantic Ridge for the period between 112 My. and the 102 My.
- b) The Maastrichtian - Paleocene Atlantic ingression for the period between the 70 My. and the 65 My.
- c) The Oligocene Atlantic ingression for the period between 40 My. and the 20 My.

INTRODUCCION

La subsidencia en una cuenca sedimentaria puede englobar o ser consecuencia de uno o varios mecanismos que posibilitan su inicio y desarrollo. Estos mecanismos tendrán mayor o menor importancia en función de la génesis de la cuenca, según el estado evolutivo de la misma y en relación a los cambios geodinámicos que afecten al área que la contiene.

La subsidencia puede ser causada por atenuación cortical térmica o mecánica, termotectonismo, flexura de la litosfera o por una combinación de estos fenómenos en el espacio y en el tiempo (Dickinson, W., 1983). La visualización de la subsidencia total de una cuenca en distintos intervalos del tiempo geológico se puede realizar mediante el empleo de los gráficos tiempo - profundidad. Para la confección de estos gráficos es necesario contar con datos tales como: litología, espesores y edades de las formaciones que integran la columna estratigráfica en estudio.

Bajo estos conceptos se estudió la cuenca del Golfo de San Jorge.

PRINCIPALES CARACTERISTICAS GEOLOGICAS

La cuenca del golfo de San Jorge es la principal productora de hidrocarburos del país. Se encuentra ubicada en el golfo homónimo de la Patagonia Argentina. (ver Fig. 1).

Lesta, P. (1968; 1974), señaló que por sus características de cuenca totalmente continental sin episodios marinos hasta el

Cretácico superior - Terciario inferior, sería una cuenca típicamente intracratónica. Su génesis responde a un estilo netamente extensional.

Petrarca, G. (1984), consideró que la cuenca se originó a partir de una megafactura de dirección este - oeste relacionada genéticamente con la deriva continental. Sostuvo además que la subsidencia de la cuenca podría estar relacionada con efectos térmicos de la litosfera (enfriamiento).

Uliana *et al* 1985, sostuvieron que la disipación del evento térmico asociado a la extensión y vulcanismo mesojurásicos del extremo meridional de Sudamérica, condicionó el inicio de la subsidencia posterior al rifting no solo en la cuenca de San Jorge sino también en las cuencas de Magallanes, Malvinas y Neuquén.

Nocioni e Introcaso (1987); Nocioni, A. (1988) e Introcaso *et al* (1989), destacaron que entre los múltiples factores que intervinieron en el proceso genético y evolutivo de la cuenca se encuentran: El ascenso de materiales anómalos calientes sublitosféricos hasta niveles corticales inferiores, la atenuación cortical, la disipación térmica de dichos materiales anómalos y la posterior subsidencia.

La columna estratigráfica en términos generales, esta representada por un basamento metamórfico - granítico de edad precámbrica - eopaleozoica, el cual se encuentra fracturado escalonadamente. Sobre este se asienta un complejo efusivo porfirítico del Jurásico medio - superior, a continuación suprayacen sedimentos continentales clásticos y clásticos - volcánoclasticos del Jurásico superior - Cretácico y sedimentitas continentales y marinas Cenozoicas (Lesta *et al*, 1980).

METODOLOGIA DE TRABAJO

La subsidencia de la cuenca se analizó por medio de la construcción de 45 gráficos tiempo - profundidad, los cuales se elaboraron a partir de los datos estratigráficos suministrados por las perforaciones realizadas por Yacimientos Petrolíferos Fiscales. Las edades formacionales se obtuvieron principalmente de los trabajos de Lesta *et al* 1980, y de Barcat *et al*, 1989.

Para una mejor interpretación y visualización regional se sectorizó las perforaciones analizadas en 3 regiones: flanco norte, zona centro y flanco sur. Con posterioridad se elaboró una columna estratigráfica representativa de cada región. (ver Fig. 2; 3 y 4).

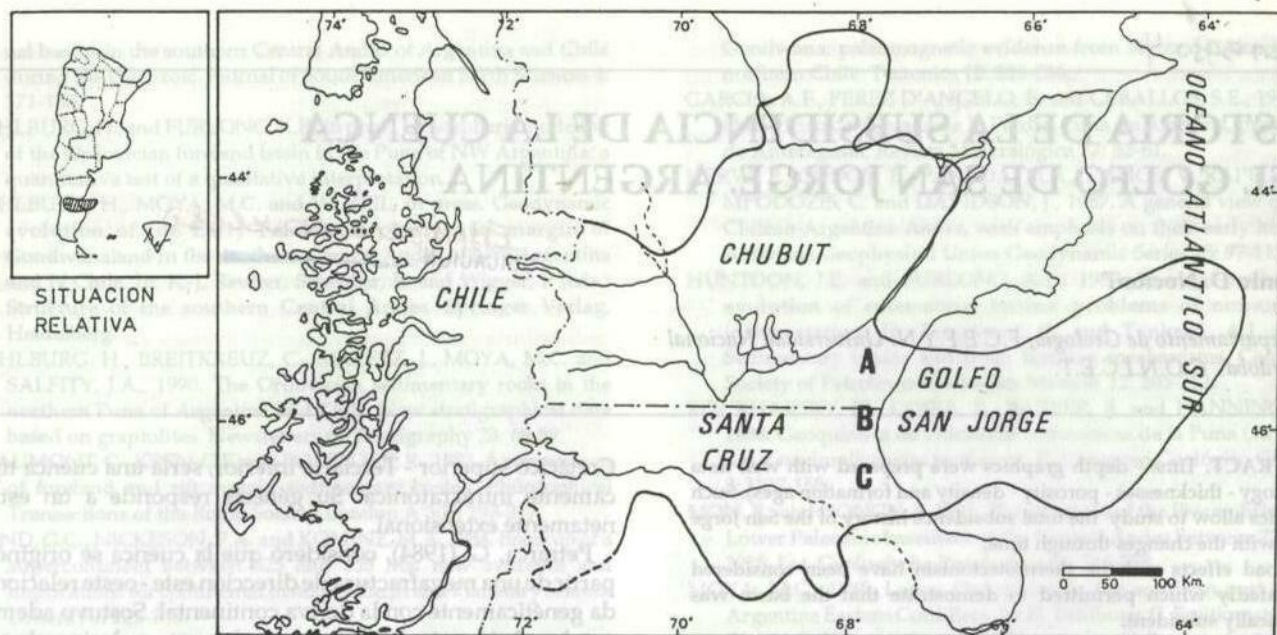


FIG. 1: MAPA DE UBICACION DE LA CUENCA DEL GOLFO DE SAN JORGE.

REFERENCIAS

- A : FLANCO NORTE.
- B : ZONA CENTRAL.
- C : FLANCO SUR.
- ~ : BORDE DE CUENCA.

a.) Corrección por Compactación

La descompactación de las distintas formaciones se realizó en función de la variación de la porosidad que sufre un sedimento desde el momento de su depositación hasta la actualidad. Esta técnica también fue adoptada por Fraga y Nocióni (1987), para el estudio de la subsidencia en las cuencas de Santa Lucía (Uruguay), Laboulaye y Macachín. Se emplearon las ecuaciones de Horowitz (1960) para pelitas; Horowitz (1980) en Handerbol *et al.* (1981) para arenas; Schmoker y Halley (1982) para calcáreos y la posterior corrección por compactación de acuerdo a Watts y Steckler (1981).

En todos los casos se utilizaron modelos simplificados. Se aplicó una hipótesis de masa constante y se consideró a las formaciones de manera unitaria es decir, con características y propiedades uniformes.

b.) Subsidencia por Carga

Es debida al aumento de la carga litostática como consecuencia de la depositación de las distintas capas sedimentarias. Representa una importante porción de la subsidencia total (aproximadamente un 55% a un 65%).

Para calcular dicha subsidencia, se utilizó un modelo isostático cortical tipo Airy y se aplicaron las ecuaciones empleadas por Introcaso y Gerster (1985).

c.) Subsidencia Termotectónica

Cuando la subsidencia total de una cuenca de margen pasivo es corregida por compactación y carga de los sedimentos, se obtiene la subsidencia termotectónica. Dicha subsidencia es debida al enfriamiento de la corteza y manto, contaminado

en diferentes grados por efectos tectónicos. Representa aproximadamente un 35% a un 45% de la subsidencia total.

Si se compara esta curva con una serie de curvas de subsidencia para distintos grados de inyección litosférica propuestas por Royden *et al.* (1980) y Handerbol *et al.* (1981), se puede separar los efectos exclusivamente térmicos de los tectónicos superpuestos.

d.) Velocidades de Subsidencia

Con el fin de destacar las distintas velocidades de subsidencia en el flanco norte, zona centro y flanco sur de la cuenca, se ajustaron las curvas de subsidencia total corregida de las Fig. 5, 6 y 7, con polinomios de tercer grado. Mediante la derivación de dichos polinomios, se obtuvieron las velocidades de subsidencia a distintas edades.

RESULTADOS

La subsidencia de la cuenca comenzó aproximadamente a los 138 Ma. momento en que se produce la aceleración del movimiento traslacional de la placa sudamericana (Le Pichon, 1968) el que se correspondería con la Fase Araucánica, indicando el inicio del ciclo magmático patagónico reconocido por Ramos E. y Ramos V. (1979).

Se observaron incrementos en la velocidad de subsidencia, los cuales se podrían relacionar con:

a) Pulsos de expansión de la dorsal centro-Atlántica para el período comprendido entre los 112 Ma. y 102 Ma. reconocido por Ramos *et al.* (1982).

PERIODO	EDAD	FORMACION	LITOLOGIA	DESCRIPCION
TERCIARIO	OLIGOCENO	PATAGONIA		ARENISCAS ROSADAS CON NIVELES LUTITICOS
	EOCENO	SARMIENTO		TOBAS SEMICOMPACTAS ARCILLOSAS
	PALEOCENO	RIO CHICO		ARENISCAS CONGLOMERADICAS; ARCILLAS GRISES
CRETACICO		SALAMANCA		ARENISCAS VERDOSAS GLAUCONITICAS; ARCILLAS
	SENONIANO	YACIMIENTO EL TREBOL		ARCILLAS Y LIMOLITAS GRIS VERDOSAS CON INTERCALACIONES DE ARENISCAS SEMICOMPACTAS
	TURONIANO CENOMANIANO	COMODORO RIVADAVIA		ARCILLAS TOBACEAS AZULADAS Y TOBAS GRISES; ARENISCAS GRIS BLANQUESINAS.
	ALBIANO APTIANO	MINA EL CARMEN		TOBAS ARCILLOSAS Y ARENOSAS GRISACEAS SEMICOMPACTAS CON INTERCALACIONES DE NIVELES ARENOSOS.
	APTIANO BARREMIANO	POZO D.129		TOBAS ARENOSAS GRISACEAS CON INTERCALACIONES DE LIMOLITAS Y ARCILLAS BITUMINOSAS; CALIZAS GRIS VERDOSAS.
JURASICO	OXFORDIANO	Gr.LONCO TRAPIAL		PORFIDOS CUARCIFEROS GRISACEOS ROJIZOS

FIG. 2: COLUMNA ESTRATIGRAFICA REPRESENTATIVA DEL FLANCO NORTE DE LA CUENCA DEL GOLFO DE SAN JORGE

PERIODO	EDAD	FORMACION	LITOLOGIA	DESCRIPCION
TERCIARIO	OLIGOCENO	PATAGONIA		ARENISCAS DE GRANO MEDIO; ARCILLAS GRISES
	EOCENO	SARMIENTO		TOBAS ARCILLOSAS SEMICOMPACTAS.
	PALEOCENO	RIO CHICO		ARENISCAS Y ARCILLAS COMPACTAS GRISES.
CRETACICO		SALAMANCA		ARENISCAS GLAUCONITICAS GRIS VERDOSA.
	SENONIANO	YAC. MESETA ESPINOSA		ARCILLA GRIS VERDOSA TOBACEA CON DELGADAS INTERCALACIONES ARENOSAS
	TURONIANO CENOMANIANO	CAÑADON SECO		ARCILLA TOBACEA CON INTERCALACIONES DE NIVELES ARENOSOS
	ALBIANO APTIANO	MINA EL CARMEN		TOBAS Y TUFITAS GRIS VERDOSA CON INTERCALACIONES DE NIVELES ARENOSOS
	APTIANO BARREMIANO	POZO D.129		TOBAS ARENOSAS Y ARCILLOSAS GRISACEAS; ARCILLAS BITUMINOSAS; CALCAREOS OOLITICOS.
JURASICO	OXFORDIANO	Gr.BAHIA LAURA		PORFIDOS CUARCIFEROS Y TOBAS ASOCIADAS

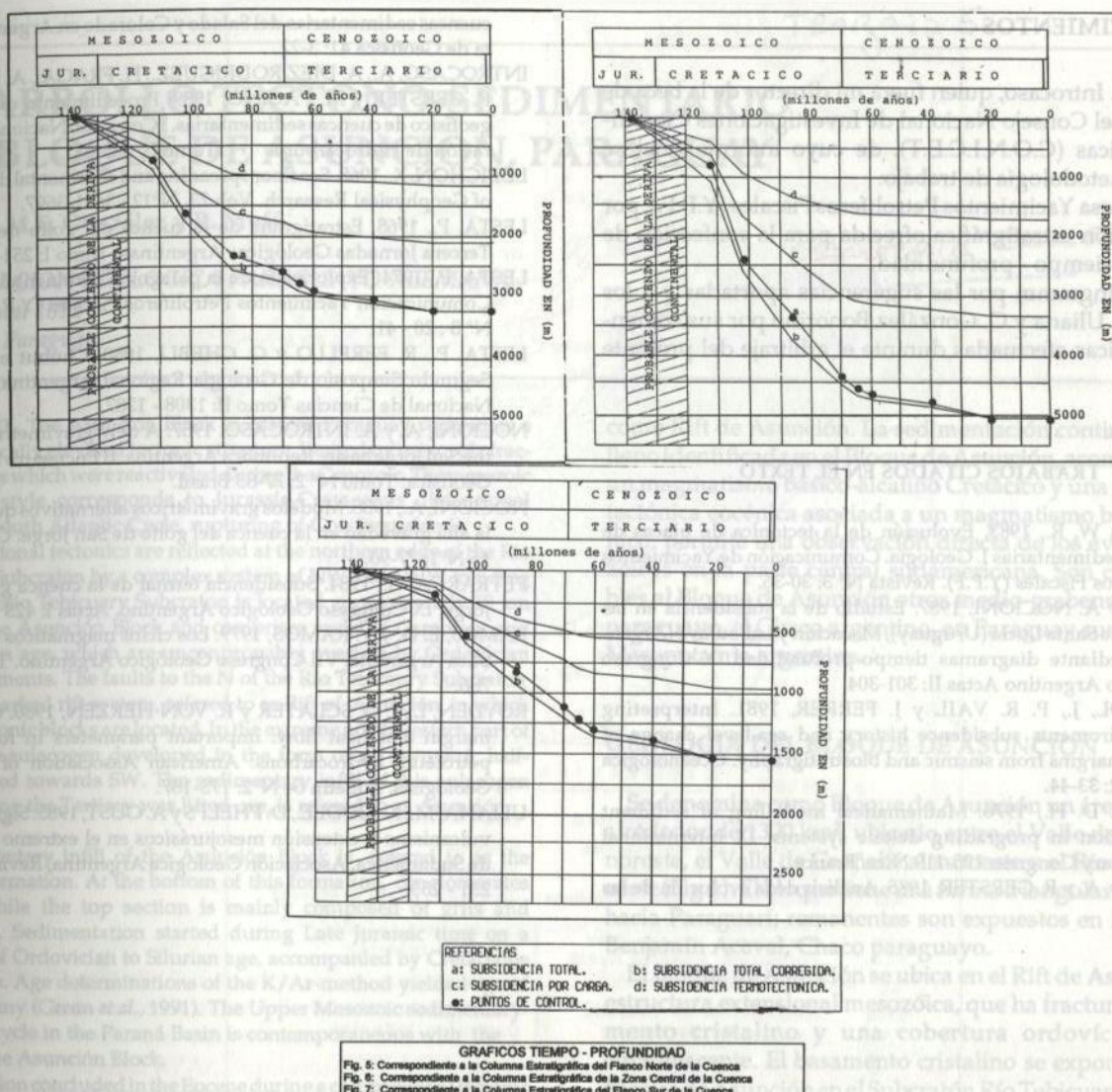
FIG. 4: COLUMNA ESTRATIGRAFICA REPRESENTATIVA DEL FLANCO SUR DE LA CUENCA DEL GOLFO DE SAN JORGE

PERIODO	EDAD	FORMACION	LITOLOGIA	DESCRIPCION
TERCIARIO	OLIGOCENO	PATAGONIA		ARENISCAS GRISACEAS BLANQUESINAS DE GRANO MEDIO CON INTERCALACIONES LUTITICAS.
	EOCENO	SARMIENTO		TOBAS COMPACTAS CON NIVELES DE ARCILLAS.
	PALEOCENO	RIO CHICO		ARENISCAS GRISES; ARCILLAS COMPACTAS.
		SALAMANCA		ARENISCAS COMPACTAS GRIS VERDOSA GLAUCONITICA; ARCILLAS FRAGMENTOSAS.
CRETACICO	SENONIANO	YACIMIENTO EL TREBOL		ARCILLAS GRIS OSCURAS TOBACEAS CON LIGNITO; ARENISCAS DE GRANO FINO A MEDIO FRIABLE.
	TURONIANO CENOMANIANO	COMODORO RIVADAVIA		ARCILLAS TOBACEAS GRIS AZULADO CON INTERCALACIONES DE ARENISCAS BLANQUESINAS.
	ALBIANO APTIANO	MINA EL CARMEN		TOBAS GRIS BLANQUESINAS ARENOSAS COMPACTAS CON INTERCALACIONES DE ARENISCAS LENTICULARES.
	APTIANO BARREMIANO	POZO D.129		TOBAS Y LIMOLITAS CON INTERCALACIONES DE CALIZAS OOLITICAS Y NIVELES CARBONOSOS
JURASICO	OXFORDIANO	Gr. LONCO TRAPIAL		PORFIDOS CUARCIFEROS GRISACEOS

■ : PUNTOS DE CONTROL

0 500 1000 M.





b) La ingresión Maastrichtiana - Paleocena para el período comprendido entre los 70 Ma. y 65 Ma.

c) La ingresión Atlántica Oligocena del mar Patagoniano para el período comprendido entre los 40 Ma. y 20 Ma.

CONCLUSIONES

Los gráficos tiempo - profundidad correspondientes a la cuenca de San Jorge permitieron establecer que:

a) En el Cretácico inferior - medio se produce una importante disipación térmica en los materiales anómalos calientes ubicados en niveles litosféricos superiores, logrando la cuenca el equilibrio térmico en el Terciario superior.

b) En consistencia con el punto (a), la mayor subsidencia de toda la historia de la cuenca se produce en el Cretácico inferior

- medio, con una velocidad máxima promedio de 160 mm/1000 años para la zona central; 89 mm/1000 años para el flanco norte y 40 mm/1000 años para el flanco sur. En tanto, se observa un rápido decrecimiento de la subsidencia en el Terciario superior, con una velocidad promedio de 5,5 mm/1000 años para la zona central y de 4,7 mm/1000 años y 3,2 mm/1000 años para los flancos norte y sur respectivamente.

c) La curva de subsidencia termotectónica correspondiente a la zona central, responde parcialmente a un evento térmico (calentamiento, rifting y posterior enfriamiento), en función de compararla con las curvas de inyección litosférica propuestas por Royden *et al*, (1980).

d) Los movimientos marinos registrados en la región (transgresiones atlánticas del Maastrichtiano "Mar Salamanca" y del Oligoceno "Mar Patagoniano"), estarían relacionados en gran medida con incrementos en los pulsos de subsidencia de la cuenca.

AGRADECIMIENTOS

Al Ing. A. Introcaso, quien fuera mi director de la beca de Iniciación del Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (C.O.N.I.C.E.T.), de cuyo informe final se rescató la metodología de trabajo.

A la empresa Yacimientos Petrolíferos Fiscales (Y.P.F.), por la información estratigráfica ofrecida para la confección de los gráficos tiempo - profundidad.

Al Dr. Mingramm por las sugerencias aportadas y a los doctores M. Uliana y G. González Bonorino por sus comentarios y críticas efectuadas durante el arbitraje del presente trabajo.

TRABAJOS CITADOS EN EL TEXTO

- DICKINSON, W. R., 1983. Evolución de la tectónica de placas de cuencas sedimentarias I. Geología. Comunicación de Yacimientos Petrolíferos Fiscales (Y.P.F.). Revista N° 3: 30-36.
- FRAGA, H. y A. NOCIONI, 1987. Estudio de la subsidencia en las cuencas de Santa Lucia (Uruguay), Macachín y Laboulaye (Argentina), mediante diagramas tiempo-profundidad. X Congreso Geológico Argentino Actas II: 301-304.
- HARDENBOL, J., P. R. VAIL y J. FERRER, 1981. Interpreting paleoenvironments subsidence history and sea-level change of passive margins from seismic and biostratigraphy. Oceanológica Acta N° 2: 33-44.
- HOROWITZ, D. H., 1976. Mathematical modelling of sediment accumulation in prograding deltaic systems. IX International Sedimentary Congress 105-119 Nice. France.
- INTROCASO, A. y R. GERSTER, 1985. Análisis de la evolución de las

- cuencas sedimentarias del Salado y Colorado en Argentina. Revista de Geofísica 41: 3-22.
- INTROCASO, A., A. DIEZ RODRIGUEZ, H. FRAGA, A. NOCIONI, R. GERSTER y M. PACINO, 1989. Procedimiento de modelado geofísico de cuencas sedimentarias. I Congreso Nacional de Exploración de Hidrocarburos Tomo II: 605-631.
- LEPICHON, X., 1968. Sea floor spreading and continental drift. Journal of Geophysical Research. Vol: 73 N°12: 3661-3697.
- LESTA, P., 1968. Estratigrafía de la cuenca del golfo de San Jorge. Tercera Jornadas Geológicas Argentinas. Tomo I: 251-289.
- LESTA, P., 1974. Exploración de la patagonia continental Argentina. Comunicación Yacimientos Petrolíferos Fiscales (Y.P.F.). Revista N° 8: 20 - 41.
- LESTA, P., R. FERELLO y G. CHEBLI, 1980. Chubut extraandino. Segundo Simposio de Geología Regional Argentina. Academia Nacional de Ciencias Tomo II: 1308 - 1387.
- NOCIONI, A. y A. INTROCASO, 1987. A new gravimetric model on the San Jorge basin. Republica Argentina. II Encuentro Regional de Geofísica. Tomo N° 2: 77-83 Brasil.
- NOCIONI, A., 1988. Modelos gravimétricos alternativos que justifican la alta gravedad en la cuenca del golfo de San Jorge. Geoacta Vol. 15 N°1: 77-90.
- PETRARCA, G., 1984. Subsidencia termal de la cuenca golfo de San Jorge. IX Congreso Geológico Argentino. Actas I: 423 - 435.
- RAMOS, E. D. y V. RAMOS, 1979. Los ciclos magmáticos de la República Argentina. VII Congreso Geológico Argentino. Tomo I: 771-786.
- ROYDEN, L., J. G. SCLATER y R. VON HERZEN, 1980. Continental margin and heat flow: important parameters in formation of petroleum hydrocarbons. American Association of Petroleum Geologists. Bulletin 64 N°2: 173-187.
- ULIANA, M., K. BIDDLE, D. PHELPS y A. GUST, 1985. Significado del vulcanismo y extensión mesojurásicos en el extremo meridional de Sudamérica. Asociación Geológica Argentina, Revista XL (3-4): 231 - 253.