

Santiago, 8 - 12 Agosto de 1988

Departamento de Geología y Geofísica
Universidad de Chile

EL SISTEMA JURASICO (FM. LIVILCAR) EN EL CURSO SUPERIOR DE LA QUEBRADA DE AZAPA, I-REGION: IMPLICANCIAS PALEOGEOGRAFICAS.

Nelson Muñoz*, Sara Elgueta*, Salvador Harambour*

*Empresa Nacional del Petróleo, Chile, Compañía 1085, piso 12, Santiago.

RESUMEN

Al interior de Arica, en el curso superior de la Quebrada de Azapa, aflora una secuencia de rocas sedimentarias clástico terrígenas y carbonatadas con intercalaciones menores de piroclastitas, que contiene fauna marina que permite asignarle una edad Lias-Neocomiano Inferior. En este trabajo se propone denominar "Formación Livilcar" a esta sucesión litológica. Un análisis preliminar de facies indica que la mayor parte de los sedimentos de la secuencia expuesta se habrían depositado en ambientes de plataforma marina intermedia e interior de una cuenca de trasarco. El evento volcánico sincrónico con la cuenca de sedimentación es inicialmente ácido y contrasta con los flujos lávicos, andesíticos, característicos de las formaciones estratigráficamente equivalentes de la Cordillera de la Costa entre Iquique y Arica. Durante el Dogger y Malm, la influencia de la actividad volcánica, se restringió al dominio del arco magmático.

ABSTRACT

Inland from Arica, in the upper reaches of the Quebrada de Azapa, a sequence of terrigenous clastic and carbonate sedimentary rocks with minor pyroclastic intercalations is exposed; this sequence contains marine fauna of Lias to lower Neocomian age. In this paper the name of "Livilcar Formation" is proposed for this lithological succession. A preliminary facies analysis suggests that the major part of the sediments were deposited in the middle and inner marine shelf environments of a shallow back-arc basin. The volcanic event contemporaneous with the initial phases of sedimentation was acid; this contrasts with the andesitic volcanism characteristic of stratigraphically equivalent formations of the Coastal Range between Iquique and Arica.

INTRODUCCION

La Empresa Nacional del Petróleo, ENAP, en una nueva etapa de exploración en el Norte de Chile consideró importante evaluar en más detalle el potencial en hidrocarburos de la cuenca de sedimentación marina que se desarrolló principalmente durante el período Jurásico. El presente trabajo forma parte del Proyecto Pampa del Tamarugal y es el resultado del levantamiento geológico regional realizado en el área del curso superior de la Quebrada de Azapa (Fig. 1).

El estudio del sistema Jurásico en la I Región ha tenido énfasis principalmente, en la Cordillera de la Costa entre Iquique y Arica, siendo conocidos, entre otros, los trabajos de Salas et. al (1966), García (1967), Tobar et. al (1968), Vila (1976), Silva (1977), Vogel y Vila (1980) que tratan de acuerdo a distintos objetivos, la estratigrafía de este período. Hacia el oriente, se conocen los trabajos de Montecinos (1963) y Henríquez (1963) realizados en la Provincia de Arica, los cuales indicaron la existencia de sedimentitas marinas jurásicas en el Cuadrángulo Campanani, al norte de Socoroma, Livilcar y quebrada Cordones, en el sector prealtiplánico. En las nacientes de la quebrada de Azapa, área del presente estudio, se conocía anteriormente la existencia de sedimentitas marinas del Oxfordiano (Montecinos op.cit.), que sin embargo no habían sido estudiadas con detención.

El presente trabajo pretende ser una contribución preliminar al conocimiento de la estratigrafía y paleogeografía del Sistema Jurásico en la I-Región, particularmente a la latitud de Arica.

Fig. 1 MAPA GEOLOGICO DEL CURSO SUPERIOR DE LA QDA. DE AZAPA
(Segun Muñoz., 1987)

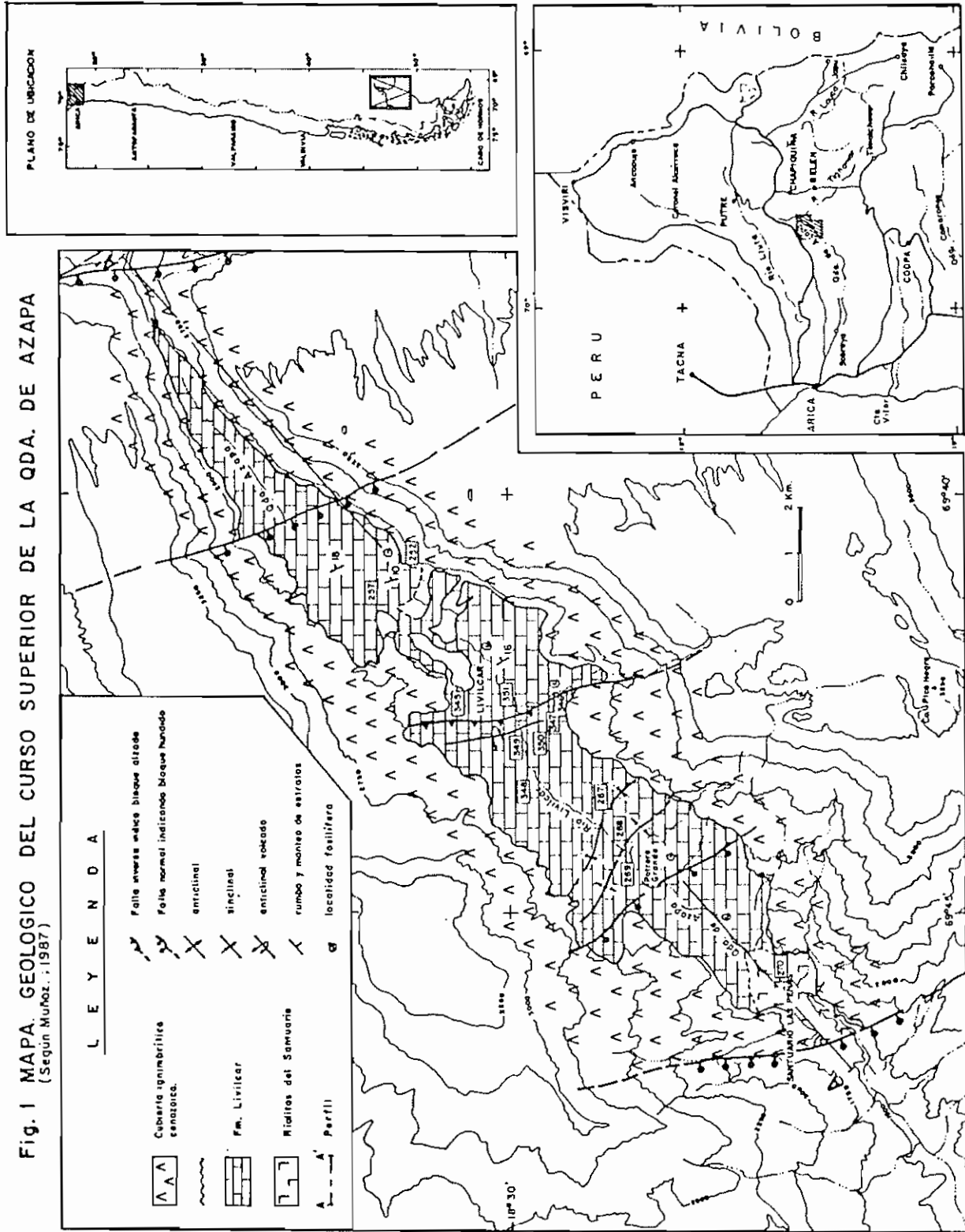
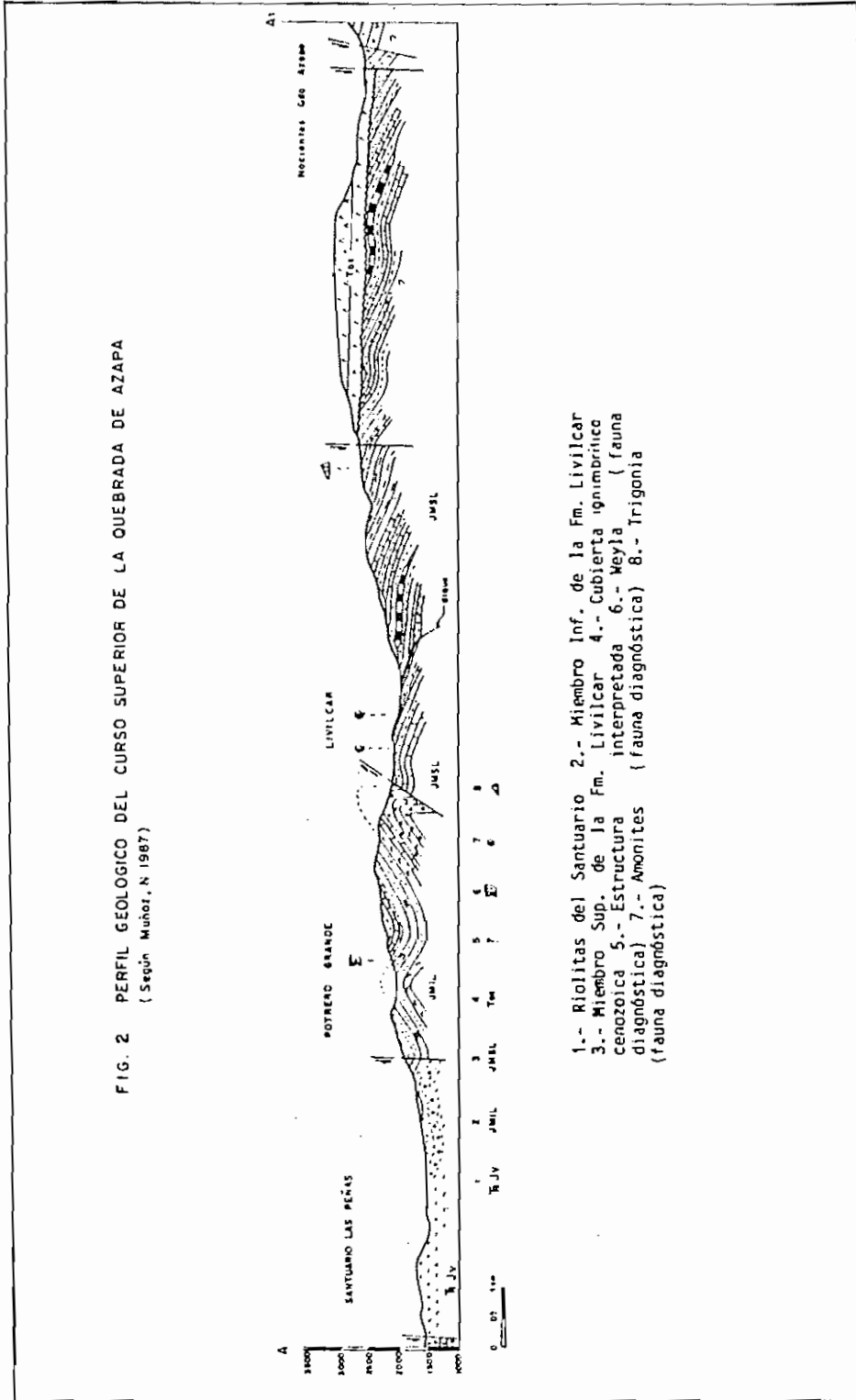


FIG. 2 PERFIL GEOLOGICO DEL CURSO SUPERIOR DE LA QUEBRADA DE AZAPA
 (Según Muñoz, N. 1987)



- 1.- Riolitas del Santuario
- 2.- Miembro Inf. de la Fm. Livilcar
- 3.- Miembro Sup. de la Fm. Livilcar
- 4.- Cubierta ignimbólica cenozoica
- 5.- Estructura interpretada (fauna diagnóstica)
- 6.- Weyla (fauna diagnóstica)
- 7.- Amonites (fauna diagnóstica)
- 8.- Trigonía (fauna diagnóstica)

FORMACION LIVILCAR (Nueva Unidad). Lías - Neocomiano Inferior

- Definición, distribución y relaciones de contacto.

Se propone el nombre de Formación Livilcar para la secuencia de rocas sedimentarias marinas clástico-terrágenas y carbonatadas, que afloran a través del curso superior de la quebrada de Azapa desde el santuario Las Peñas hasta unos 8 kms. aguas arriba de la localidad de Livilcar, lugar este último, con la mejor exposición de afloramientos.

Como se observa en el Perfil de la figura 2, la Formación Livilcar sobreyace concordantemente a tobas riolíticas que denominaremos informalmente Riolitas del Santuario, e infrayace con discordancia angular a piroclastitas cenozoicas.

- Litología, edad y correlaciones

La Formación Livilcar está formada por aproximadamente 1.700 m. de conglomerados, areniscas, limolitas, calizas, coquinas y subordinadamente, tobas. Sus características litológicas permiten subdividirla en dos miembros (Fig. 3).

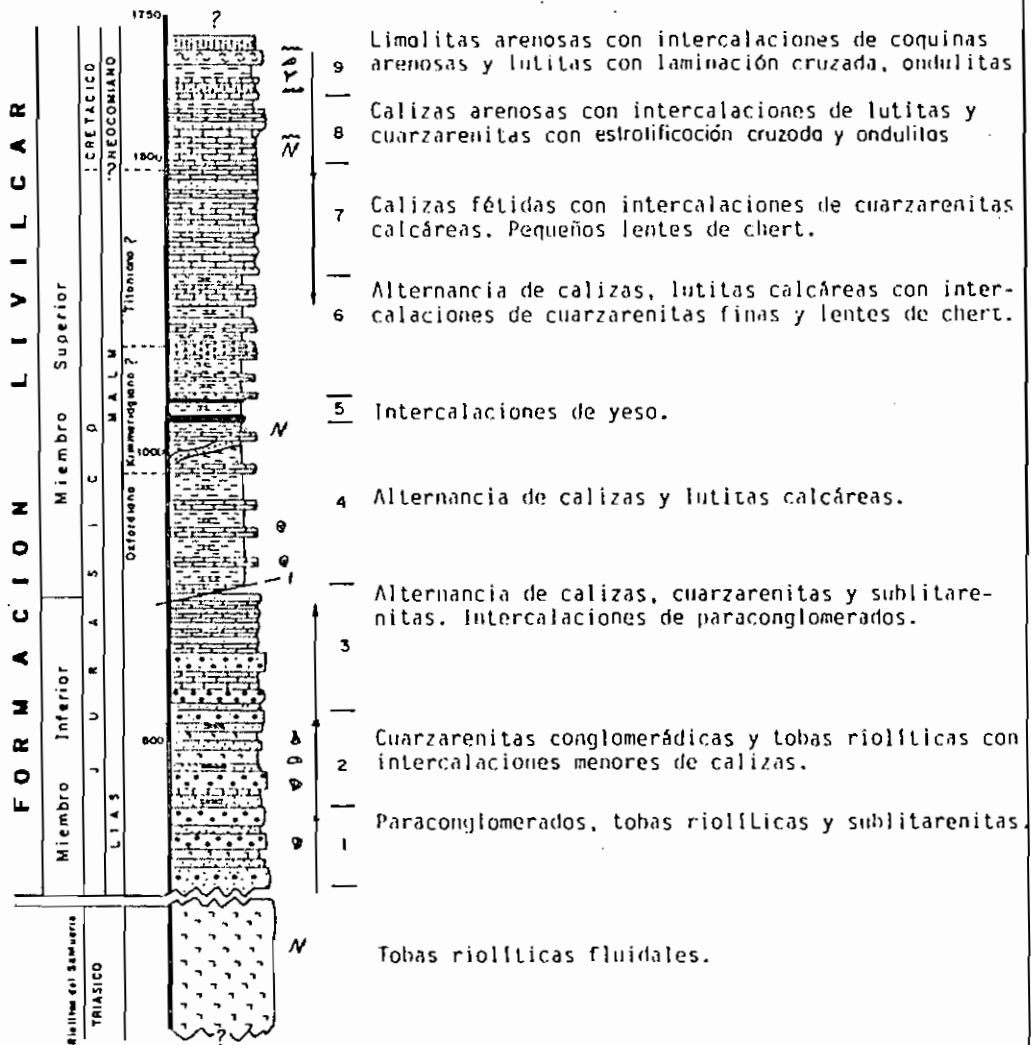
Miembro Inferior: principalmente clástico-terrágeno. Aflora típicamente en las localidades de Umagata y Potrero Grande y está formado por 750 m. de paraconglomerados polimícticos, sublitarenitas, con tobas en su parte basal e intercalaciones de calizas en su mitad superior (Fig. 3).

La fauna fósil existente en este miembro, corresponde a pelecípodos, gastrópodos y braquiópodos con fauna diagnóstica de Weylas sp. (Covacevich, 1987-a) que acusan una edad Lías en el

Fig. 3: Secuencia estratigráfica de la Fm. Livilcar:.

- 1.- Conglomerado;
- 2.- Arenisca calcárea;
- 3.- Caliza;
- 4.- Lutita calcárea;
- 5.- Caliza arenosa;
- 6.- Lutita;
- 7.- Limolita;
- 8.- Coquina;
- 9.- Yeso;
- 10.- Toba;
- 11.- Arenisca conglomerádica;
- 12.- Arenisca;
- 13.- Dique;
- 14.- Estructura de fluidez;
- 15.- Fósil vegetal;
- 16.- Weyla;
- 17.- Pelecípodo;
- 18.- Gastrópodo;
- 19.- Amonites;
- 20.- Slump;
- 21.- Ondulita;
- 22.- Laminación cruzada;
- 23.- Trigonía;
- 24.- Secuencia grano decreciente;
- 25.- Falla;
- 26.- Secuencia granocreciente.

Fig. 3 Secuencia Estratigráfica de la Formación Livilcar



L E Y E N D A

	1		7		13		22
	2		8		14		23
	3		9		15		24
	4		10		16		25
	5		11		17		26
	6		18		19		27
			19		20		28
			20		21		

Unidades litológicas referidas a tabla I

M. Muñoz (1987)

lapso Sinemuriano Toarciano, para estos afloramientos.

Miembro Superior: principalmente calcáreo. Su mejor exposición se encuentra en la localidad de Livilcar y lo forman 950 m. como mínimo, de calizas fisibles, lutitas calcáreas, cuarzarenitas y limolitas, con dos episodios evaporíticos lenticulares en su parte intermedia y coquinas en la parte superior de la columna (Fig. 3).

Como se desprende de la figura 3, en este miembro se detectaron dos niveles fosilíferos: el inferior contiene fauna diagnóstica de Perisphinctes sp que permiten obtener una edad Oxfordiano Inferior (Covacevich, 1987 a-b) para éstos niveles.

Antecedentes similares a los señalados pueden haber servido a Montecinos (1963) para referir al Oxfordiano los afloramientos del área de Livilcar.

Un segundo nivel fosilífero, en la parte alta de la secuencia, contiene una cantidad apreciable de conchas de trigonias, completas y sin deformación, con ejemplares de Linotrigonia sp. (sp.nov.?) asignándose una edad Neocomiano Inferior (Covacevich, 1987) para estos niveles. En conclusión, se reconoce una edad Lias-Neocomiano Inferior para esta nueva formación.

La Formación Livilcar aquí expuesta se correlaciona cronoestratigráficamente con las formaciones Millune (Montecinos, 1963) Caleta Ligate, Huantajaya, Oficina Viz (Thomas, 1970); Camaraca (Salas y otros, 1968), con la Formación La Negra (García, 1967), y con las formaciones del sur peruano: Pelado y San Francisco (Wilson y García, 1962; Salinas, 1983).

Condiciones de depositación

La tabla I resume las principales características de la sucesión litológica esquematizada en la figura 3 y sintetiza los posibles ambientes sedimentarios en los cuales se habrían depositado las principales unidades observadas.

Las unidades basales que integran el Miembro Inferior se habrían depositado bajo condiciones parálicas, es decir, en ambientes de sedimentación muy próximos a la costa (no determinados), probablemente sobre tierra, pero sujetos a frecuentes invasiones marinas resultando en una íntima interdigitación de sedimentos marinos y continentales. En la parte basal de este miembro (unidad 1) existe un evidente predominio de facies continentales sobre marinas, relación que

T A B L A I

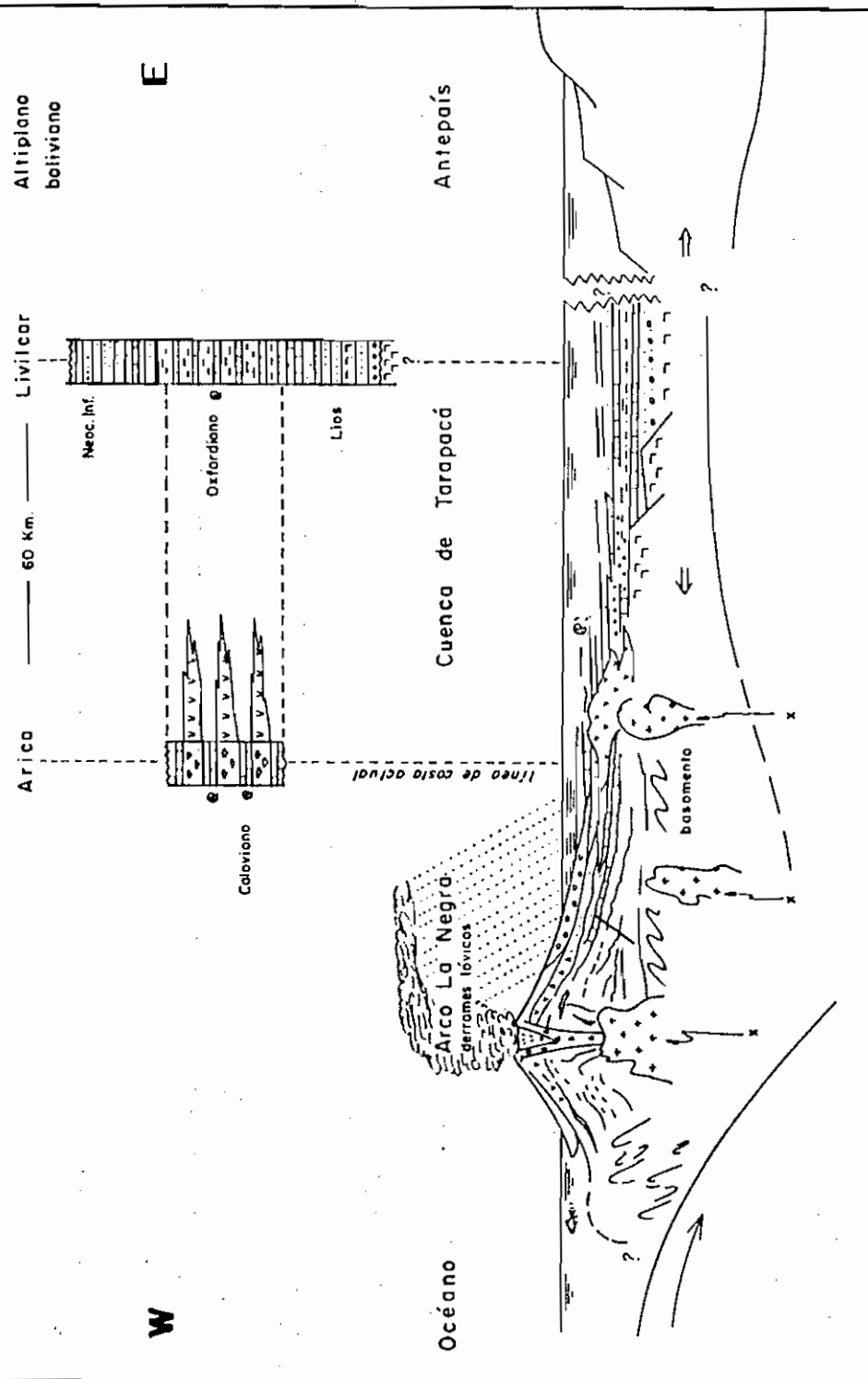
UNIDADES LITOLÓGICAS	LITOLOGIA	CARACTERISTICAS TEXTURALES	FOSILES	ESTRUCTURAS	INTERPRETACION	
						FACIES CONTINENTALES ?
9	Limolitas arenosas con intercalaciones de coquinas arenosas		Gastrópodos, restos vegetales, palecípodos	Laminación Cruzada y ondulitas	Intertidal Condiciones hiposalinas a euhalinas, energía variable.	↑
8	Calizas arenosas con intercalaciones de lutitas y cuarzoarenitas			Estratificación Cruzada y Ondulitas.		
7 y 6	Calizas fértidas con intercalaciones de cuarzoarenitas y lutitas calcáreas y pequeños lentes de chert.	Chert consiste en sílice de remplazo de grainstone de intraclastos provenientes del rebajo de sedimentos carbonatados recubiertos por películas finas de algas y oolitas superficiales.	Contenido fosilífero prácticamente ausente	Láminas criptoalgnares	Intertidal/Supratidal. Condiciones probablemente hipersalinas o hiposalinas; de circulación restringida y baja energía a variable.	FACIES DE PLATAFORMA INTERIOR
5	Intercalaciones de yeso en calizas y lutitas		Contenido fosilífero ausente	Microslumpings y glirones de lutitas en la base		
4	Alternancia de calizas y lutitas calcáreas	Wackestone de pellets fecales	Amoniles	Laminación fina	Condiciones moderadamente profundas pero progradante a condiciones menos profundas, de circulación no restringidas, ambientes de aguas tranquilas.	FACIES DE PLATAFORMA INTERMEDIA
3	Alternancia de calizas, cuarzoarenitas y sublitarrenitas; intercalaciones menores de paraconglomerados.	Calizas consisten en packstone de grano fino bioclástico	Diversidad de fauna: espículas de esponjas, equinodermos, gastrópodos y braquiópodos		Condiciones moderadamente profundas de mar abierto, circulación no restringida y energía variable con influjo importante de sedimentos clástico-terrestres.	FACIES PARALICAS
2	Cuarzoarenitas conglomerádicas y lomas riolíticas con intercalaciones menores de calizas	Calizas consisten en packstone de grano fino bioclástico	Diversidad de fauna en niveles bien diferenciados de calizas.	Estratificación Cruzada	Sedimentación adyacente a la costa probablemente localizada sobre tierra pero sujeta a invasiones marinas frecuentes resultando en una interdigitación de sedimentos marinos y continentales.	
1	Paraconglomerados, lomas riolíticas y sublitarrenitas.		Pelecípodos y braquiópodos en niveles bien diferenciados.			

paulatinamente se invierte hacia la parte alta (unidad 2). Paralelamente se desarrolló una actividad volcánica explosiva que aportó mediante lluvia de cenizas, los piroclastos intercalados en la secuencia. Estos sedimentos registran los primeros eventos de la transgresión marina, durante el Lías, en el área, y dan paso progresivamente a las facies francamente marinas del Miembro Superior.

Los sedimentos del Miembro Superior el cual incluye toda la parte media y alta de la secuencia estudiada se interpretan como depositados sobre una plataforma marina progradacional que se desarrolló después de la transgresión inicial y que tiene en general, características de "upward shallowing". A partir de la unidad 3 e incluso parte superior de la unidad 2 se produce una rápida profundización de la cuenca estableciéndose condiciones marinas normales favorables al desarrollo de organismos variados. La unidad 3 consiste en una alternancia de calizas, cuarzarenitas y sublitarenitas con fauna de equinodermos, gastrópodos, braquiópodos y esponjas que sugieren un ambiente de plataforma intermedia moderadamente profunda de circulación no restringida y energía variable. La unidad 4 está compuesta de una alternancia de calizas de textura de tipo wackestone de pelets fecales y lutitas calcáreas con fauna de amonites. Representa un período de estabilidad en las condiciones de depositación en un ambiente de plataforma intermedia moderadamente profunda de aguas tranquilas de condiciones de mar abierto que prograda hacia la parte superior a condiciones menos profundas. Estas dos unidades representarían el máximo del estado del evento marino en esta zona durante el Dogger (?) y Oxfordiano.

Hacia la parte terminal del Miembro Superior se instalan ambientes marinos muy someros de plataforma interior que evidencian un período de regresión y colmatación de la cuenca en el Neocomiano Inferior, con el término del dominio marino en este sector. La unidad 5 contiene dos horizontes lenticulares evaporíticos y constituiría la primera evidencia de una sedimentación en ambientes de llanuras intermareales de circulación restringida e hipersalinos. Sin embargo, el origen de estos niveles de yeso es incierto. Las unidades 6 y 7 también sugieren depositación en ambientes similares poco propicios al desarrollo de organismos, pero óptimo para la formación de construcciones criptoalgares. Las unidades 8 y 9 constituirían la transición entre los ambientes predominantemente carbonatados de las unidades anteriores hacia posibles ambientes continentales. Los sedimentos son predominantemente clástico terrígenos y sugieren condiciones menos restringidas que las facies carbonatadas.

Fig. 4.- Situación paleogeográfica esquemática en los 18°30' de latitud sur durante el Caloviano y Oxfordiano



IMPLICANCIAS PALEOGEOGRAFICAS

Las características estratigráficas de la Formación Livilcar, en las nacientes de la quebrada de Azapa, permiten, en una primera aproximación, visualizar los elementos paleogeográficos sobresalientes durante el Jurásico, en relación a un margen continental activo dominado por el par paleogeográfico Arco Magmático - Cuenca de Trasarco.

Durante este período, en la región se estableció un sistema de depositación mixto carbonatado terrígeno clástico, en el cual se desarrollaron facies típicas de plataforma marina de aguas moderadas a poco profundas en condiciones probablemente subtropicales a tropicales.

El evento volcánico sincrónico con la cuenca de sedimentación marina, es inicialmente ácido (Triásico Sup.-Lías) alcanzando en esta etapa la mayor extensión hacia el oriente y constituyendo, en el área estudiada, el sustrato sobre el cual se instala el evento marino. Los primeros flujos ignimbríticos, contrastan con los flujos lávicos andesíticos subacuáticos y subaéreos característicos de las potentes formaciones volcánicas que afloran en la Cordillera de la Costa entre Iquique y Arica. Durante el Dogger y Malm, la influencia de la actividad volcánica se restringió al dominio del Arco Magmático el cual se habría ubicado a unos 60 km. al occidente del punto en que fue construida la formación Livilcar. Con referencia a esta misma unidad, la cuenca se habría extendido hacia el oriente como un mar epicontinental, cubriendo gran parte de lo que hoy es el Altiplano Chileno Boliviano, como invita a pensar el descubrimiento de fauna jurásica en la región de Cochabamba (Sempere et. al, 1986). Utilizando la base de los esquemas paleogeográficos asumidos por Mpodosis y Ramos (en prensa), la Figura 5 muestra la situación hipotética para los 18° 30' de Latitud Sur durante el Caloviano y Oxfordiano.

REFERENCIAS.

- Covacevich, V. (1987,a). Estudio de faunas fósiles Jurásico-Cretácico de las quebradas de Azapa y Taracapá, Región de Tarapacá. Informe interno ENAP. Julio 1987.
- Covacevich, V. (1987,b). Estudio paleontológico de fósiles jurásico de los alrededores de Livilcar y Chapiquiña, Región de Tarapacá. Informe interno ENAP. Septiembre 1987.

- García, F. (1967). Geología del Norte Grande de Chile. En Simposium sobre el Geosinclinal Andino. Soc. Geol. Chile XI-3, 183 p., Stgo.
- Henríquez, A.,H. (1963). Reconocimiento geológico del extremo norte del Depto. de Arica. Memoria de Prueba para optar al título de Geólogo. Esc. de Geol., U. de Chile.
- Montecinos, P.F., (1963). Observaciones de la geología en el Cuadrángulo Campanani, Departamento de Arica, Provincia de Tarapacá. Esc. de Geol. U. de Chile, Stgo. Memoria de Prueba, 109 p.
- Mpodozis, C.; Ramos, V. (en prensa). The Andes of Chile and Argentina.
- Muñoz, N. (1987). Observaciones geológicas a través de las quebradas Camarones y Azapa. I-Región. Informe preliminar. Inédito, ENAP. Santiago, 16 p. Enero 1987.
- Muñoz, N., (1988). Geología y estratigrafía de los sectores: Chapiquiña - Livilcar - Tignamar; Surire - Ouiburcanca y Río Putani, Provincia de Arica y Parinacota, I-Región. Inédito ENAP. Santiago. Febrero 1988.
- Salas, R.; Kast, R.; Montecinos, F.; Salas, I., (1966). Geología y recursos minerales del Departamento de Arica, Prov. de Tarapacá. I.I.G., Boletín Nº 21.
- Salinas, F., (1983). Paleogeografía y sedimentología de la Etapa de Individualización de la Cuenca Andina Externa (N.E. de Tacna). Tesis de grado en Bachiller en Ing. Geol. U.N. de San Agustín de Arequipa, Perú.
- Sempere, R.; Arnaud, Th.; Lobo, M.; Suárez, J. y Beaudoin (1986). Descubrimiento de fauna jurásica en una nueva formación de la región de Cochabamba. I Simposio Cretácico de América Latina, La Paz, 1986. P. 74.
- Silva, I., (1977). Hojas Pisagua y Zapiga, I Región. Carta Geológica de Chile Nº 24. Esc. 1:100.000. I.I.G.
- Tobar, A.; Salas, I. y Kast, (1968) Cuadrángulos Camaraca y Azapa. Provincia de Tarapacá. Carta Geológica de Chile Nºs. 19 y 20. Escala 1:50.000, I.I.G.
- Vila, T. (1976). Escuencia estratigráfica del Morro de Arica, Provincia de Tarapacá, Chile. Actas I Congreso Geol. Chileno, T.I, p.A1-20.

Vogel, S., Vila, T. (1980). Cuadrángulo Arica y Poconchile. Región de Tarapacá. I.I.G., N° 35.

Wilson, J., García, W. (1962). Geología de los Cuadrángulos de Pachia y Palca. Carta Geol. Nacional. Perú. Vol. II, Hojas 36-V y 36X.