

221

INFORME RELATIVO AL CUMPLIMIENTO DEL PLAN DE ESTUDIOS
CORRESPONDIENTE A UNA BECA OTO GADA EN LOS ESTADOS UNIDOS
DE AMERICA

Por Roberto L. Caminos

1967

INFORME RELATIVO AL CUMPLIMIENTO DEL PLAN DE ESTUDIOS
CORRESPONDIENTE A UNA BECA OTORGADA EN LOS ESTADOS UNIDOS
DE AMERICA

Por Roberto L. Caminos

El objeto del presente informe es referir a la Superioridad las actividades del suscripto relacionadas con la beca que le fuera otorgada en los Estados Unidos de America durante el año 1966.

Actividades Preliminares

La partida de la ciudad de Buenos Aires se efectuó el día 6 de enero de 1966, llegando a Washington D.C. al día siguiente. La semana del 7 al 14 del mismo mes transcurrió en esta ciudad, donde tuvieron lugar las presentaciones y trámites oficiales con A.I.D. (Agency for International Development), entidad patrocinadora de la beca, y el U.S.G.S. (United States Geological Survey), organismo a cuyo cargo estaría la instrucción del becario.

Allí se puso al suscripto en conocimiento de los detalles de su programa de estudios, preparado de acuerdo a lo solicitado oportunamente según nuestros propios intereses y las materias ofrecidas por el plan de becas. El señor Theodore Wilson, de A.I.D., quedó a cargo del becario en categoría de consejero y persona encargada de resolver toda dificultad que tuviera durante su permanencia en el país, y con quien éste se comprometió a remitirle un informe sobre la marcha de sus actividades.



Al mismo tiempo, el suscripto debió asistir a un curso de "Introducción a los Estados Unidos", dictado en el Washington International Center, consistente en una serie de conferencias, charlas, películas, giras, etc., destinadas a familiarizar a los becarios con la historia, leyes, instituciones, usos y costumbres del país.

El programa de estudios, de una duración de 49 semanas, constaba de dos partes, la primera dedicada a Fotogeología y la segunda a Petrología de rocas metamórficas. El centro de instrucción estuvo en Denver, Colorado, ciudad a la que arribamos el día 16 de enero.

Fotogeología

El U.S. Geological Survey estima conveniente que, a los fines de una enseñanza más integral y didáctica, la instrucción en Fotogeología se realice en la compañía privada Doerinsfeld, Arzede and Ivey geólogos consultores especialistas en dicha materia que ha organizado cursos especiales dedicados a estudiantes extranjeros. El curso del que tomó parte el suscripto estaba formado por cuatro personas, incluido él mismo, teniendo como instructor al señor Robert W. Hickman, geólogo de la compañía.

Los estudios se desarrollaron de la siguiente manera:

Primera parte (etapa teórica). 17 de enero - 5 de febrero

Estuvo dedicada a brindar una orientación general sobre el propósito y los alcances de la Fotogeología, materia sobre la cual ninguno de los participantes tenía ningún conocimiento previo. Se leyeron y comentaron los distintos puntos del programa y luego se analizaron y discutieron diferentes tipos de trabajos fotogeológicos, así como la forma de encararlos considerando los resultados deseados, el tiempo



MINISTERIO DE ECONOMIA Y TRABAJO
SECRETARÍA DE ESTADO DE ENERGÍA Y MINERÍA
SUBSECRETARÍA DE MINERÍA Y COMBUSTIBLES
INSTITUTO NACIONAL DE GEOLOGÍA Y MINERÍA

- 3 -

y los fondos disponibles. A esto siguió una breve introducción a la Estereoscopia y una demostración de las características y usos de diversos tipos de instrumentos, mosaicos y fotografías, complementada con el estudio y discusión de los cuatro primeros capítulos del "Manual of Photographic Interpretation" obra publicada en 1960 por la American Society of Photogrammetry.

Segunda parte (etapa teórico-práctica) 6 de febrero - 2 de mayo

1) Se estudió el texto del U.S.G.S. Profesional Paper 373, "Aerial Photographs in Geologic Interpretation and Mapping", por R.G. Ray, y se observaron y discutieron los 77 pares estereoscópicos que éste contiene.

2) Se estudió el texto de la obra "Photogeology", por V.C. Miller y se efectuaron los ejercicios correspondientes a sus 78 pares estereoscópicos.

3) Se observaron e interpretaron 57 pares estereoscópicos pertenecientes a la colección de D.A.I., que muestran una gran variedad de rasgos geológicos. Este trabajo tuvo el carácter de prueba para constatar lo asimilado por los participantes hasta la fecha.

4) Con el objeto de refrescar las nociones de Geomorfología se observó y discutió la colección de "One hundred topographic maps illustrating specific physiographic features", publicada por el U.S.G.S., considerando especialmente cómo estos mismos accidentes morfológicos pueden en las fotografías aéreas.

5) Se leyeron y comentaron informes sobre estudios realizados por la Compañía en comarcas de California (San Joaquín Valley), Texas (East Texas Basin), Arizona Nuevo México, etc. poniendo atención en ciertos detalles surgidos por el análisis geomórfico (anomalías de la red de drenaje, por ejemplo) que pueden ser claves para la interpretación



de estructuras del subsuelo cuando no existen afloramientos, o éstos son muy reducidos y las capas presentan muy bajo ángulo de inclinación.

Tercera parte (etapa práctica) 5 de mayo - 14 de octubre

Lo fundamental en este período de la instrucción consistió en una tarea individual de interpretación y levantamiento foto-geológico de un área de 360 millas cuadradas situada a unas 50 millas al norte de Denver, poco al oeste de la pequeña localidad de Loveland. Se utilizaron para esto fotografías aéreas verticales en escala 1:37.000, empleándose como auxiliares para resolver problemas locales pares estereoscópicos en escala 1:20.000.

La zona seleccionada para este trabajo comprende una faja montañosa situada en las vertientes orientales de las Montañas Rocosas, constituida geológicamente, a grandes rasgos, por un basamento cristalino de edad precámbrica (Big Thompson Series) formado por esquistos metamórficos, migmatitas, granitos y pegmatitas, sobre el que se apoya una sucesión de sedimentos marinos neríticos y continentales de edad carbónica superior a cretácica superior, que alcanza 3.000 m de espesor y ha sido dividida en diez unidades litoestratigráficas (Formaciones). El basamento cristalino fué fracturado por la tectónica terciaria en bloques separados por un sistema de fallas en escalón de rumbo sudeste-noroeste; este desplazamiento afecta también a la cubierta sedimentaria, produciendo una serie de pliegues fallados de rumbo general norte-sur, sinclinales y anticlinales asimétricos que tienen como núcleo bloques de basamento.



Como ejercicio previo al estudio de las fotografías aéreas se examinaron los mapas topográficos de la zona, de excelente calidad, con la intención de reconocer, sin otra información, las estructuras y unidades aflorantes en el área, con lo que se obtuvo un conocimiento de su litología y tectónica. Luego, utilizando un par estereoscópico en escala 1:20.000, correspondiente a un sector del área elegido por el instructor, se distinguieron y marcaron todos los cambios litológicos que sugirieran unidades mapeables, confrontando e identificando después, mediante consultas bibliográficas, los resultados obtenidos del estudio de las fotografías aéreas con las formaciones diferenciadas por geólogos que trabajaron previamente en la región. Identificadas y establecidas las distintas unidades geológicas, los contactos interformacionales fueron trasladados a las fotografías en escala 1:37.000, donde, de aquí en adelante, se continuaría con el trazado de las líneas geológicas. Hecho esto, se realizó una breve excursión a la zona, con el propósito de comparar el "aspecto" que ésta presenta vista en el campo con el que ofrece observada estereoscópicamente en los pares fotográficos.

A continuación, insumiendo 49 días de tarea de gabinete (27 de mayo-5 de agosto), se reconocieron y anotaron sobre las fotografías todos los rasgos litológicos y estructurales de las unidades sedimentarias, ígneas y metamórficas que incluía el área, labor que estuvo bajo la constante supervisión del instructor principal R.W. Hickman, con quien colaboraron en ocasiones W Doerinsfeld, C. Amado y A. Myers.

Finalizada la interpretación de gabinete se procedió a confeccionar el mapa correspondiente, tarea que se realizó en 27 días (6 de agosto-19 de septiembre). Comenzamos por transferir, con lápiz de color y utilizando un proyector Kail, los datos geológicos anotados



MINISTERIO DE ECONOMIA Y TRABAJO
SECRETARÍA DE ESTADO DE ENERGÍA Y MINERÍA
SUBSECRETARÍA DE MINERÍA Y COMBUSTIBLES
INSTITUTO NACIONAL DE GEOLOGÍA Y MINERÍA

- 6 -

sobre las fotogrametrías a un mapa topográfico del área (mapa base), dibujado previamente, con tinta china, en escala 1:31.680, sobre una película de papel transparente "Cronaflex" (1). Realizado este trabajo se obtuvo una copia heliográfica del transparente, sobre papel común, que constituyó el primer mapa geológico preliminar. (2).

Este primer preliminar fué coloreado con lápices para verificar la continuidad y precisión de los contactos, y luego comparado cuidadosamente con las fotografías para advertir posibles omisiones de símbolos surgidos durante el traslado de los datos con el proyector Kail. Se trazaron además, sobre papel transparente, las líneas de forma estructurales (2a), que tienen por finalidad: 1) controlar inclinaciones erráticas; 2) localizar con precisión rasgos estructurales tales como ejes y fallas inferidas; 3) localizar y explicar, si es posible, cualquier estructura anómala. Finalmente se efectuó una recorrida de la zona, de no más de tres días, visitando únicamente localidades señaladas entre aquellas cuya interpretación suscitó dudas durante el estudio de gabinete, lo que dió lugar al ajuste y modificación de varios accidentes geológicos erróneamente interpretados.

Todas las correcciones y adiciones surgidas de los controles precisados quedaron indicadas en el primer preliminar. A continuación, los contactos interformacionales y las líneas tectónicas fueron trasladados, esta vez con tinta china, a un segundo mapa base, dibujado, lo mismo que el primero, sobre "Cronaflex". En cuanto a los símbolos geológicos, no fueron dibujados, sino marcados sobre el "Cronaflex" según el método de "stick up" que consiste en la aplicación

(1) Números correspondientes a los mapas que se adjuntan para ilustrar sobre la marcha del proceso.



de transparencias de papel adhesivo con los símbolos previamente impresos. Hecho esto se sacó una copia heliográfica de este segundo transparente (3), obteniéndose así el segundo mapa geológico preliminar (4).

Este fué a su vez coloreado con lápices con el propósito de controlar la precisión del dibujo final y aún posibles defectos y omisiones. Estas últimas correcciones fueron introducidas en el segundo transparente (3), que quedó así en condiciones de brindar, mediante copiado heliográfico, todos los ejemplares que se deseen del mapa geológico final (5). Una copia sobre papel tela del mismo, fué pintada con tintas litográficas (6).

A continuación se inició el estudio fotogeológico de dos nuevas áreas, una situada en Canon City, unas 120 millas al sur de Denver, y la otra en Glenwood Springs, unas 80 millas al oeste, ya en la vertiente occidental de las Montañas Rocosas. La zona de Canon City es estratigráficamente similar a la de Loveland, pero distinta estructuralmente, mientras la de Glenwood Springs es distinta estratigráfica y estructuralmente a cualquiera de las dos zonas estudiadas anteriormente.

Por otra parte, mientras el trabajo de Loveland fué una tarea individual, la fotointerpretación de las zonas de Canon City y Glenwood Springs fué efectuada entre los cuatro integrantes del curso, con el fin de habituarnos al trabajo en equipo. Cada participante estudió una parte del área y luego coordinó su trabajo con el de los otros. Esto demandó 16 días de tarea, incluidos 4 días de control de campo, levantándose una superficie de 480 millas cuadradas.

Los mapas correspondientes a este trabajo, que tiene categoría de preliminares en escala 1:41.000 y 1:31.000 se adjuntan con los de Loveland.



Finalmente se practicó el uso de templetes, herramientas utilizables en levantamientos fotogeológicos de regiones carentes de mapas base, y W. Doerinsfeld, como epílogo al curso de Fotogeología, dictó una breve clase sobre organización y análisis de costos de un plan de levantamiento fotogeológico.

Petrología de rocas metamórficas

Los estudios sobre esta materia, que se alternaron con los de Fotogeología, y a los cuales el becario dedicó de lleno toda su atención durante los últimos meses de su estadía en Denver, estuvieron a cargo del U.S. Geological Survey. Consistieron en observaciones de campo y gabinete de rocas y formaciones metamórficas y en la discusión y cambio de ideas sobre problemas relativos al metamorfismo regional con geólogos especializados en dicho tema.

Consecuentemente, tuvo la oportunidad de observar mapas y colecciones de cortes delgados de las fajas metamórficas paleozoicas del norte de los Apalaches (Maine) y del ambiente ígneo-metamórfico precámbrico de las Montañas Rocosas de Colorado (Front Range). En compañía de los doctores Robert Moench y Douglas Sheridan, del U.S. G.S. efectuamos también trabajo de campo en esta última región, recorriendo las localidades de Idaho Springs, Mount Vernon, Central City, Mount Evans, etc. donde los procesos de metamorfismo de alto grado e invasión magmática (Idaho Springs Series) ofrecen un panorama petrológico similar al de ciertos sectores de las Sierras Pampeanas argentinas. Las observaciones enfocaron, además del estudio de las asociaciones mineralógicas, aspectos macro y microestructurales del fenómeno, como ser, sucesivas etapas de plegamiento y desarrollo de clivajes y lineaciones.

En otras giras contó con la guía del doctor W. Braddock, profesor de Petrología en la Universidad de Colorado, que trabaja



MINISTERIO DE ECONOMIA Y TRABAJO
SECRETARÍA DE ESTADO DE ENERGIA Y MINERIA
SUBSECRETARIA DE MINERIA Y COMBUSTIBLES
INSTITUTO NACIONAL DE GEOLOGIA Y MINERIA

- 9 -

además en el levantamiento de hojas geológicas para el U.S.G.S. Las observaciones se efectuaron esta vez sobre una zona de transición de bajo a alto grado de metamorfismo, especialmente apta para el estudio de fenómenos progresivos en el metamorfismo regional, preservación de estructuras sedimentarias tales como estratificación gradada y diques clásticos, génesis de nuevas estructuras, cambios de facies, mi-lonitización, contactos intrusivos, etc. Merece señalarse que esta zona (Big Thompson Series) coincidió con el área metamórfica que era estudiada paralelamente como parte del levantamiento fotogeológico de Loveland, con lo que tuvo ocasión de confrontar lo observado detalladamente sobre el terreno con lo que puede apreciarse a través de las fotografías aéreas.

Otras Actividades

Durante el mes de octubre y parte de noviembre el suscriptor tomó parte en un curso sobre Óptica Cristalográfica dictado en el U.S.G.S. por el doctor Ray Wilcox. La duración de este curso fué de cinco semanas, practicándose sobre todo nuevas técnicas para la identificación de minerales mediante el uso de la "spindle state", instrumento cuyo uso se está expandiendo en aquel país, pues une a su gran simplicidad y bajo costo las ventajas de la platina universal para el estudio de minerales a grano suelto. Asistió asimismo a una serie de seis conferencias que, sobre problemas de Geología Estructural, dictó el doctor J. Crowell en la Rocky Mountains Association of Geologists, de Denver.

En el campo de la Geología Regional pudo relacionar los rasgos geológicos de Colorado con los de los estados de Utah y Wyoming. En Utah realizó observaciones en las unidades paleozoicas de



MINISTERIO DE ECONOMIA Y TRABAJO
SECRETARIA DE ESTADO DE ENERGIA Y MINERIA
SUBSECRETARIA DE MINERIA Y COMBUSTIBLES
INSTITUTO NACIONAL DE GEOLOGIA Y MINERIA

- 10 -

las Wasacht Mountains, visitando además el yacimiento de cobre de Bingham Canyon, uno de los "open pit" más grandes del mundo, y en Wyoming las zonas Yellowstone y Grand Teton, de particular interés por sus fenómenos volcánicos recientes y actuales y por sus rasgos tectónicos y morfológicos respectivamente.

El 11 de noviembre viajó a San Francisco, California, para concurrir a la convención anual de la Geological Society of America. Asistió a las reuniones dedicadas a Petrología y Geocronología; en estas últimas tuvo oportunidad de conversar con el doctor S. Hart, de la Universidad de California, sobre los resultados de recientes determinaciones radiométricas de rocas del Uruguay y la Argentina. Participó además en dos de las excursiones geológicas organizadas por la G.S.A. La primera al valle de Sacramento y la Cadena de la Costa, donde se observaron formaciones sedimentarias y metamórficas mesozoicas, rocas ultrabásicas de la misma edad, vulcanitas terciarias, y los depósitos de mercurio de Clear Lake. La segunda, al valle de Yosemite, donde la atención recayó sobre el batolito compuesto de la Sierra Nevada y su roca de caja y sobre los rasgos glaciares cuaternarios. Posteriormente observó, en Arizona, las características de las series sedimentarias paleozoicas que, en el corte ofrecido por el Gran Cañon del río Colorado, descansan sobre el basamento cristalino precámbrico.

De aquí el suscripto se trasladó a Cantón, Ohio, donde debió asistir a un Seminario sobre Comunicaciones que la Universidad de Michigan organiza para los participantes de los programas de la Agency for International Development al final de su período de entrenamiento en los Estados Unidos. La duración del seminario fué de una semana, al cabo de la cual viajó a Washington para ultimar detalles concernientes al fin de su beca, entre otros, un informe final que debió presen-



MINISTERIO DE ECONOMIA Y TRABAJO
SECRETARIA DE ESTADO DE ENERGIA Y MINERIA
SUBSECRETARIA DE MINERIA Y COMBUSTIBLES
INSTITUTO NACIONAL DE GEOLOGIA Y MINERIA

- 11 -

tar a su consejero de A.I.D.

Partiendo de Nueva York por vía aérea, el suscripto
llegó a Buenos Aires el día 17 de diciembre de 1966.

BUENOS AIRES, Junio de 1967
GS.-

Dr. Roberto L. Caminos