

**APLICACION DE TRANSFORMACION DE COMPONENTES PRINCIPALES EN IMAGENES LANDSAT
TM5 SOBRE PENÍNSULA DE MEJILLONES, ANTOFAGASTA, CHILE**

Schneider, H.¹ y Wilke, H.¹

INTRODUCCION

La aplicación de la percepción remota multiespectral en trabajos de campo habitualmente ha estado restringida a una simple interpretación de combinaciones de bandas que normalmente muestran más que una fotografía área pancromática, pero que, en la mayoría de los casos, no son las combinaciones o los procesos más adecuados para un área o trabajo en particular. En este trabajo, se presenta la aplicación de imágenes Landsat TM5 en el mejoramiento e interpretación de diferencias de respuestas espectrales en alternancias de rocas deformadas y no deformadas en el extremo sur de la Península de Mejillones.

AREA ESTUDIADA

El área estudiada se encuentra en el extremo suroeste de la Península Moreno, que se encuentra dentro de la Península de Mejillones a unos 26 km al noroeste de la ciudad de Antofagasta (Fig. 1).

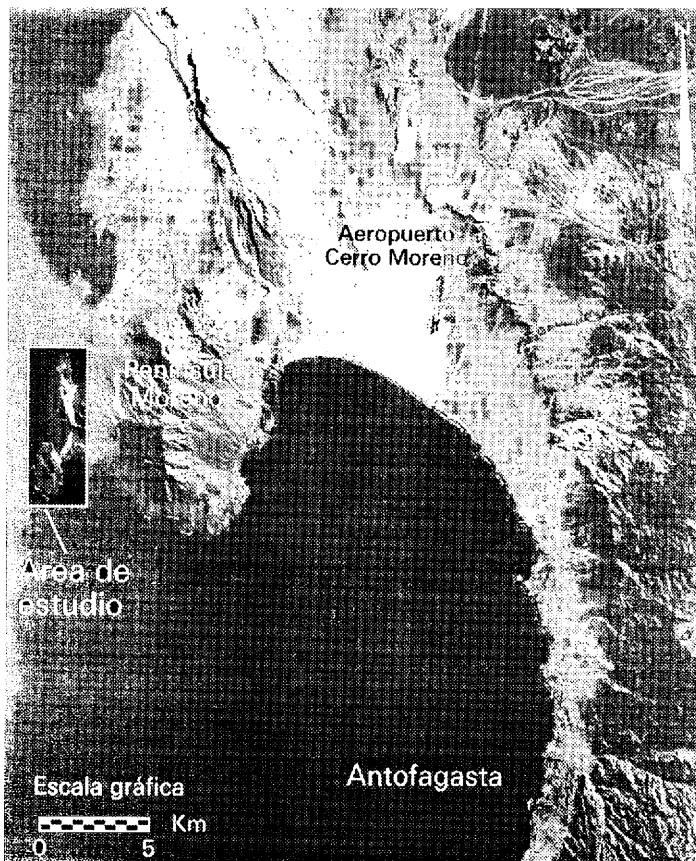
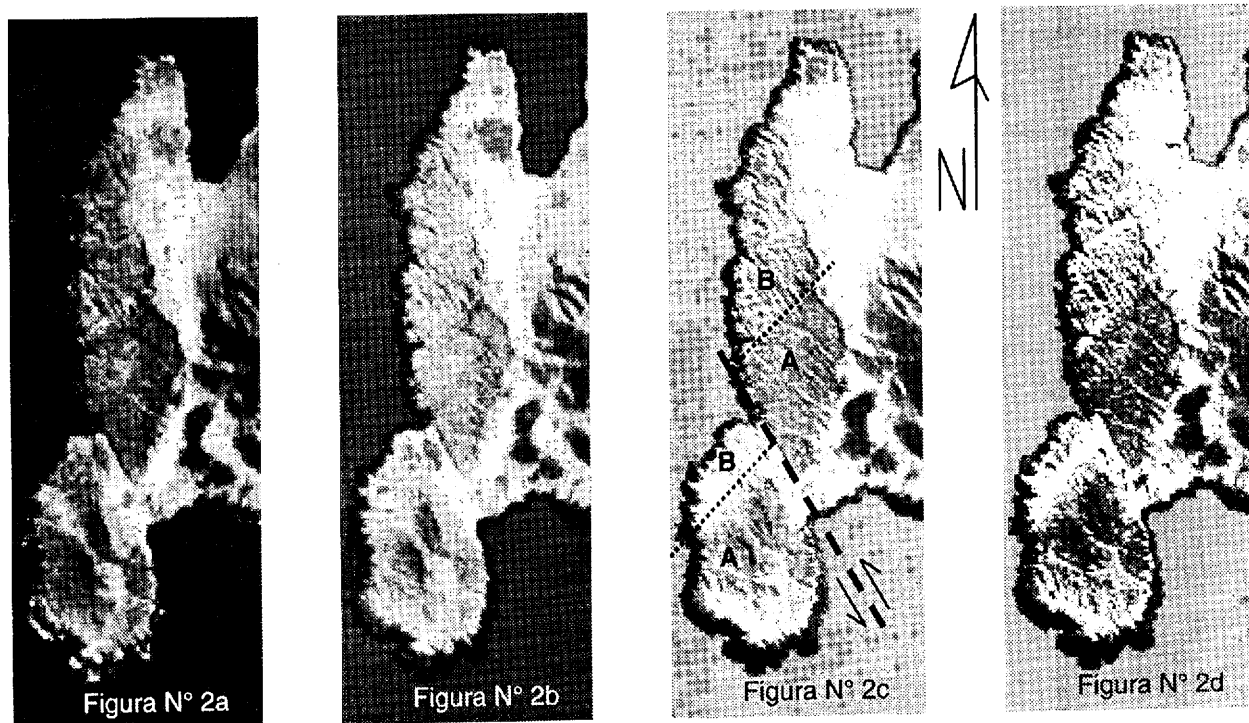


Fig. 1. muestra la ubicación del área de estudio en el extremo suroeste de la Península de Mejillones y directamente a oeste de la Península Moreno. En la esquina sureste se encuentra ubicada la ciudad de Antofagasta. Esta imagen corresponde a una subescena Landsat TM5 con la combinación 7,4,1 para R,G,B que fue transformada a tonos de grises.

¹ Universidad Católica del Norte, Departamento de Ciencias Geológicas, Av. Angamos 0610, Antofagasta, Chile.
Email: hschneid@socompa.ucn.cl; hwilke@socompa.ucn.cl

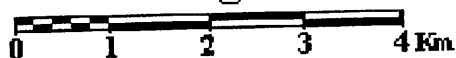
DESARROLLO

Para el análisis se utilizó una subescena Landsat TM5 correspondiente al extremo sur de la Península de Mejillones (001-076) e información de terreno para las características litoestructurales de las rocas que afloran en el área. La información satelital fue corregida por efectos atmosféricos y de errores producidos por el sensor (1; 2; 3; 4; 5), deformaciones producidas por el efecto de rotación terrestre y deformación por proyección oblicua (6; 7), por último se les dio referencia geográfica (8; 9), luego de estas correcciones de rigor, la información satelital fue procesada por una serie de algoritmos para finalmente utilizarse los correspondientes a la Transformación de Componentes Principales (10) para los tres primeros componentes y para los componentes 1,2,4. Además, se utilizó una imagen producto de un *PCT Decorrelation Stretch* (11; 12) para las bandas 7,5,1. Finalmente, fue utilizada la clásica combinación de bandas 7,4,1 (Figs. 2a, 2b, 2c y 2d).



Figs. 2a, 2b, 2c, 2d: se observan los productos finales del procesamiento de la información satelital. Ordenadas de izquierda a derecha las imágenes corresponden a la combinación de bandas 7, 4, 1 (2a); *PCT Decorrelation Stretch* (2b); Transformación de Componentes Principales para los componentes 1°, 2° y 3° (2c) y para los componentes 1°, 2° y 4° (2d). Modificado de 13.

Escala gráfica



ANALISIS

El análisis de las imágenes resultantes y, en especial, para la Transformación de Componentes Principales (PCT) en los componentes 1°, 2° y 4° dio como resultado un posible movimiento sinistral de una falla con un rechazo horizontal mínimo de 900 m que estaría evidenciado por la presencia de una serie de bandas correspondientes a marcadores litológicos. En la imagen N° 2d, se puede observar el desfase entre las bandas claras y un cuerpo más oscuro ubicado en el extremo sur de las imágenes. Estas diferencias y sus límites, junto con el diagrama de movimientos propuestos, se pueden observar en la figura 2c en que se han delineado con línea segmentada la traza de falla con sus movimientos; con línea punteada se delimitó el límite de un cambio entre bandas claras y oscuras que, además, han sido identificadas con las letras A (oscuras) y B (claras). Respecto a los resultados de la primera imagen (combinación 7,4,1) y los dos

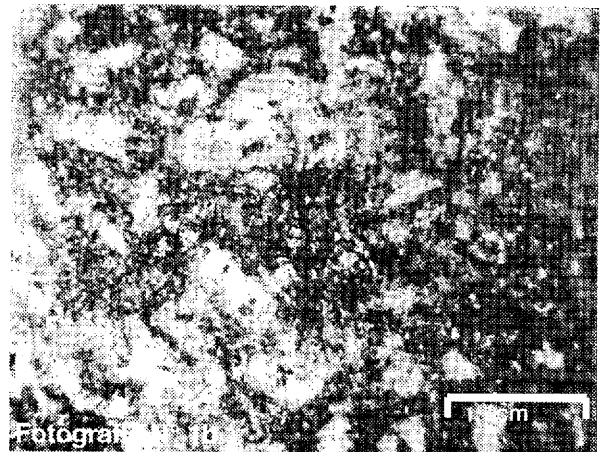
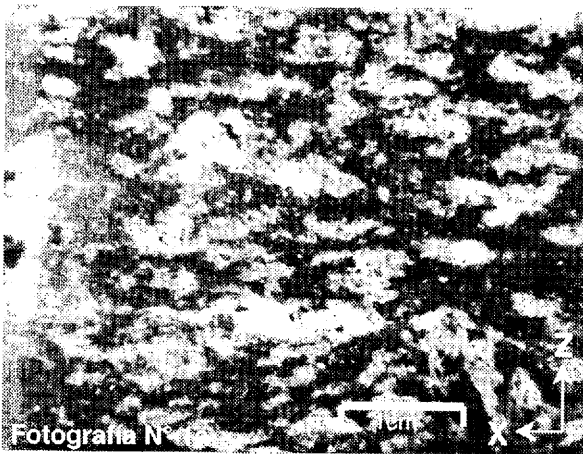
siguientes procesos realizados (PCT Decorrelation Stretch y PCT para 1°, 2° y 3°), éstos fueron prácticamente ciegos frente a las variaciones y contrastes de marcadores, hecho que se puede explicar por la baja correlación que existe entre el componente principal resultante que contiene la información útil (4° componente) y el resto de los componentes principales. Es así como en la tabla N° 1 se pueden ver los valores propios resultantes de los distintos componentes principales en que el valor del cuarto componente principal corresponde al 0,41% del total de la información redundante o correlacionable del área estudiada.

N° de Componente	Datos por Componente	% Total
Primer Componente	2588,89536154103	93,467422644748
Segundo Componente	136,129967205716	4,9147282537749
Tercer Componente	29,3939855265122	1,0612171156986
Cuarto Componente	11,5739461788691	0,4178565635515
Quinto Componente	2,57253442090187	0,0928767402339
Sexto Componente	1,27131872849908	0,0458986819931

Tabla 1. Se presentan los valores propios producto de la transformación de componentes principales. Los tres primeros componentes de estos valores, como es común, abarcan un 99,44% de la información correlacionable, mientras que el cuarto componente sólo abarca el 0,42%.

CORRESPONDENCIA

Las evidencias sobre el bandeamiento encontradas en el área corresponden a franjas alternadas que presentan o no presentan foliación en una roca intrusiva de composición diorítica. En las fotografías N° 1a y 1b, se observa el contraste entre las rocas que presentan foliación (1a) y las que no presentan foliación (1b) que, además, en las imágenes 2a, 2b, 2c y 2d se encuentran indicadas con las letras A (foliadas) y B (no foliadas). Las rocas foliadas presentan una actitud de la foliación promedio de 124°→72°, que corresponde a la orientación de las franjas expuestas en superficie mediante un análisis multiespectral.



Fotografías N° 1a y 1b: a la izquierda en la fotografía N° 1a se pueden observar los minerales como anfíbolos y micas (oscuros) orientadas en forma horizontal, junto con cristales de plagioclasa y cuarzo. La fotografía N° 1b (derecha), en contraste no presenta una orientación preferencial de los minerales. La muestra correspondientes a la fotografía N° 1a corresponde a las franjas oscuras observadas en la figura 2d y que se encuentra marcada con la letra "A" en la figura 2c. Por otra parte, la muestra de la fotografía N° 1b corresponde a las franjas claras observadas en la figura 2d y que se encuentra marcada con la letra "B" en la figura 2c.

CONCLUSION

Las variaciones en las respuestas espectrales apreciadas en la imagen producto de la Transformación de Componentes Principales para los componentes 1°, 2° y 4°, corresponden a variaciones en el ordenamiento mineralógico que componen las rocas de composición diorítica (plagioclasa, micas, anfíbolos y cuarzo), variando, de esta forma, el comportamiento de la superficie que refleja la energía con el efecto de una reflectancia no "isotropa" en las rocas foliadas, contrastando con una reflectancia con tendencia "isotropa" en aquellas rocas que no se encuentran foliadas. De esta forma, y teniendo en cuenta lo anterior, se puede deducir con bastante seguridad el sentido y dirección del movimiento de la falla que afecta esta área.

COMENTARIO

En las aplicaciones geológicas normalmente existe la tendencia a la utilización de "fórmulas" de combinaciones espectrales que si bien, en la gran mayoría de las ocasiones, son útiles, no exigen ni presentan una real maximización de la capacidad de análisis del interpretador (geólogo). En este trabajo se ha presentado un pequeño ejemplo de que la buena utilización de la información multispectral puede llevar a buenos resultados, dependiendo del objetivo que se persiga.

AGRADECIMIENTOS

La información de este trabajo fue procesada en los laboratorios que comprende el proyecto FONDEF D97F-1079.

Se agradece a la Universidad Libre de Berlín por la entrega de información satelital.

REFERENCIAS

1. Bernstein, R. 1983. Image Geometry and Rectification. – En: Colwell, R. N. (editor) Manual of Remote Sensing, American Society of Photogrammetry. Falls Church, Virginia.
2. Chávez, P.S. 1988. An improved dark-object subtraction technique for atmospheric scattering correction of multispectral data. - Remote Sensing of Environment, Volumen 24, N° 3, p. 459-479.
3. Crane, R.B. 1971. Preprocessing techniques to reduce atmospheric and sensor variability in multispectral scanner data.- Proc 7th. Int. Symp. on Remote Sensing of Environment, Volumen 2, pp. 1345-1355, Ann Arbor, Michigan.
4. Pan, J.-J.; Chang, C.-I. 1992. Destripping of Landsat MSS images by filtering techniques. - Photogrammetric Engineering and Remote Sensing, Volumen 58, N° 10, p. 1417-1423.
5. Teillet, P.M.; Fedosejevs, G. 1995. On the dark target approach to atmospheric correction of remotely sensed data. - Canadian Journal of Remote Sensing, Volumen 21, N° 4, p. 374-387.
6. Moik, J.G. 1980. Digital Processing of Remotely Sensed Images. - NASA, U.S. Government Printing Office, 330 p., Washington D.C.
7. Showengerdt, R. A. 1997. Remote Sensing. Models and methods for image processing. (2ª edición), 522 p., Academic Press, San Diego.
8. Gilbert, E.N. 1974. Distortion in maps. – Society for Industrial and Applied Mathematics Review, Volumen 16, N° 1, p. 47-62.
9. Snyder, J.P.; Voxland, P.M. 1989. An Album of Map Projections. - U.S. Geological Survey Professional Paper 1453. 249 p., Government Printing Office, Washington, D.C.
10. Mackiewicz, A.; Ratajczak, W. 1993. Principal Components Analysis (PCA). - Computers & Geosciences, Volumen 19, N° 3, p. 303-342.
11. Fung, T.; Ledrew, E. 1987. Application of principal components analysis to change detection. - Photogrammetric Engineering and Remote Sensing, Volumen 53, N° 12, p. 1649-1658.
12. Rothery, D.A.; Hunt, G.A. 1990. A simple way to perform decorrelation stretching and related techniques on menu-drive image processing systems. - International Journal of Remote Sensing, Volumen 11, N° 1, p.133-137.
13. Schneider H. 2000. Aplicación de la Percepción Remota a la Geología de Zonas Áridas del Norte de Chile. - Memoria de Título (Inédito), Departamento de Ciencias Geológicas, Universidad Católica del Norte.