# ANALISIS GEOMORFOLOGICO DE LA COSTA CENTRAL SUR DE CHILE EN IMAGENES DE SKYLAB 3 - EXPERIMENTO 190 A

Por

JOSE F. ARAYA- VERGARA

Departamento de Geografía - Universidad de Chile

*SUMMARY*

GEOMORPHOLOGICAL ANALYSIS OF THE SOUTH-MIDDLE COAST OF CHILE IN SKYLAB IMAGES

The material from SKYLAB 190 A was examined in positive transparences of 1 1/4 x 2 1/4 in., which belong to 6 bands. It was observed the better bands that are those of 0.6 - 0.7 microns (panchromatic black and white), 0.5 - 0.88 microns (infrared colour) and 0.4 - 0.7 microns (high resolution colour). The analysis furnishes four groups of coastal individuals: A. Related to the structure, B. Formed by subaerial processes little changed by the sea, C. Formed under action of factors other than waves, and D. Formed by wave action. As regional individuals were detected two types of associations: A. Connected with the structure and tectonics and B. Connected with the external geodynamics. The regional systematization gibs two tectonic styles between Mataquito River (35º S) and Arauco (37-38º S.): A. Oblique structure in the North, and B. Longitudinal structure in the South.

The dynamic notion obtained from the images teaches: A. that the coast has evolved with two different tectonic styles, B. that the river sedimentation has been important for the coastal regularization, C. that de marine sedimentation is more important than the abrasion in these regularization, and D. that there is a combinate action between the tectonics and the sea on the cliffs origin.

Therefore, the comparative study of the multispectral camera images is a good method for regional studies. Some better bands may be selected and complementarily used. The bands colour infrared and conventional, as well as the black and white panchromatic are revealed as being practical in coastal morphology.

## 1. MATERIAL

Aprovechando un Seminario de Evaluación de Imágenes del Proyecto ERTS, organizado por el Instituto Geográfico Militar, se pudo disponer también de imágenes SKYLAB, pertenecientes a la colección del Instituto Hidrográfico de la Armada de Chile y puestas a disposición del Seminario gentilmente por el Sr. Reinaldo Aldunate.

Con el fin de poner a prueba la utilidad de estas imágenes satélicas para los estudios de morfología litoral, se prefirió las imágenes SKYLAB, porque abarcan la costa de Chile Central desde la desembocadura del Mataquito hasta Lebu, en Arauco, mostrando hechos de bastante interés.

El material de SKYLAB 190 A permitió usar un conjunto fotográfico repartido espectralmente en 6 canales (4 en blanco y negro y 2 en color). Los lentes de la cámara multibanda tienen un enlace focal de 6 pulgadas y abertura de f/2.8. La película es de 70 mm y las transparencias negativas y positivas son de formamato 2 1/4 por 2 1/4 pulgadas.

El cuadro 1 permite identificar las características de la banda en cada uno de los canales.

CUADRO 1

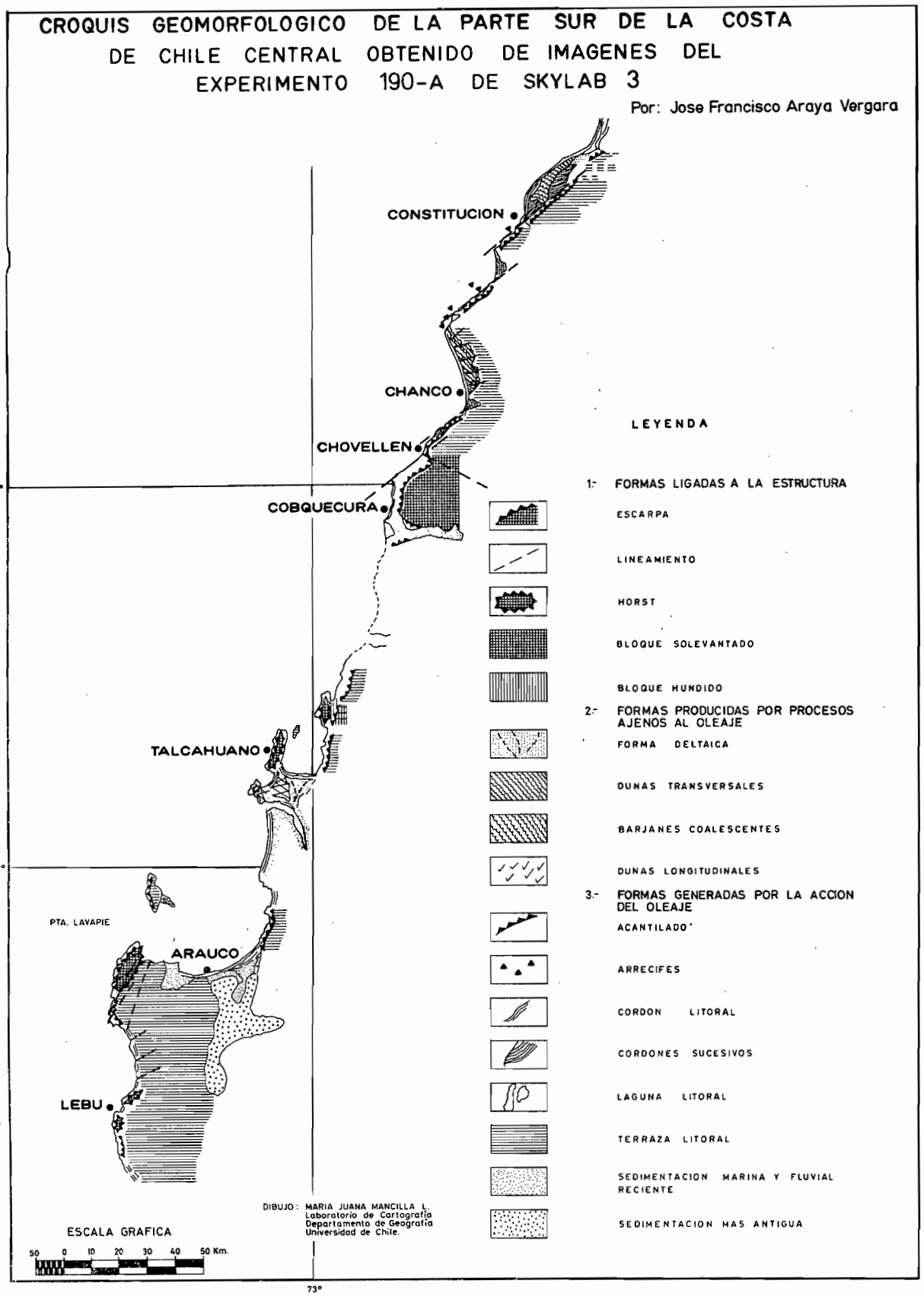
| Nº de serie de cuadrícula | Nº de cámara | Ancho de Banda micrones | Película | Filtro |
|---|---|---|---|---|
| 15 | 1 | 0. 7 - 0.8 | Infrarrojo Blanco y negro | CC |
| 08 | 2 | 0.8 - 0.9 | Infrarrojo Blanco y negro | DD |
| 11 | 3 | 0.5 - 0.88 | Infrarrojo Color | EE |
| 02 | 4 | 0.4 - 0.7 | Color alta resolución | FF |
| 06 | 5 | 0.6 - 0.7 | ıncromático - X Blanco y negro | BB |
| 10 | 6 | 0.5 - 9.6 | Pancromático-X Blanco y negro | AA |

Además de las transparencias, se dispuso de copias en papel con escala 1 1.000.000, una pancromática y otra infrarroja (ambas en blanco y negro).

## 2. METODOS

Las transparencias fueron observadas en un lector de microfilm del Departamento de Geografía de la Universidad de Chile, que las amplía unas 12 veces, o sea, aproximadamente, al 250.000, escala cómoda por estar cubierto el país a ella con la Carta Preliminar en proceso de regularización. Conjuntamente, se hizo un calco en las copias en blanco y negro con escala aproximada al millonésimo, lo que permitió obtener una visión de conjunto y aglomerar más compactamente la información. La combinación de la observación en transparencia ampliada y en copias en papel se apreció como un buen método de trabajo. Siguiendo la interesante experiencia del geólogo A. Tobar del Instituto de Investigaciones Geológicas, se probó la observación de "falsas estereoscopías" con dos fotos de la misma banda y de distintas bandas, constatándose que en realidad es posible mejorar la imagén de la copia en blanco y negro.

El croquis en que se presenta la información al millonésimo es el resultado del calco directo sobre las imágenes en papel con coordenadas provisorias y no del calco del mapa de Chile al millonésimo (Mapa fuera de texto).


CROQUIS GEOMORFOLOGICO DE LA PARTE SUR DE LA COSTA DE CHILE CENTRAL OBTENIDO DE IMAGENES DEL EXPERIMENTO 190-A DE SKYLAB 3
Por: Jose Francisco Araya Vergara
CONSTITUCION
CHANCO
CHOVELLEN
COBQUECURA
TALCAHUANO
PTA. LAVAPIE
ARAUCO
LEBU
36°
37°
73°
LEYENDA
1.- FORMAS LIGADAS A LA ESTRUCTURA
ESCARPA
LINEAMIENTO
HORST
BLOQUE SOLEVANTADO
BLOQUE HUNDIDO
2.- FORMAS PRODUCIDAS POR PROCESOS AJENOS AL OLEAJE
FORMA DELTAICA
DUNAS TRANSVERSALES
BARJANES COALESCENTES
DUNAS LONGITUDINALES
3.- FORMAS GENERADAS POR LA ACCION DEL OLEAJE
ACANTILADO
ARRECIFES
CORDON LITORAL
CORDONES SUCESIVOS
LAGUNA LITORAL
TERRAZA LITORAL
SEDIMENTACION MARINA Y FLUVIAL RECIENTE
SEDIMENTACION MAS ANTIGUA
DIBUJO: MARIA JUANA MANCILLA L.
Laboratorio de Cartografía
Departamento de Geografía
Universidad de Chile.
ESCALA GRAFICA
50 0 10 20 30 40 50 Km.

Las operaciones descritas más arriba fueron realizadas cotejando las diferentes bandas para ver los rasgos del terreno que se podían destacar en cada una. obteniendo los siguientes resultados:

*Cámara 1 (0.7 - 0.8 micrones), banda infrarrojo blanco y negro:*

En general los rasgos del relieve aparecen confusos, pero los cursos de agua se ven muy bien delimitados, claros y nítidos. Se puede trabajar bien el drenaje.

*Cámara 2 (0.8 - 0.9 micrones), banda infrarrojo blanco y negro:*

Confusa. Sirve para distinguir entre sedimentos móviles y áreas consolidadas. Se pierde el drenaje, pero la noción de divisoria y cuenca se esclarece. Tiende a eliminar el efecto de la nieve, lo que es una ventaja para el estudio de estructuras.

*Cámara 3 (0.5 - 0.88 micrones), banda infrarrojo color:*

Interferencia muy grande por causa de la vegetación, que refleja infrarrojo (excelente para estos fines), pero resultan bien algunos tipos litológicos y, sobre todo, los sedimentos recientes y móviles, que se aprecian en tonos celeste azulados.

*Cámara 4 (0.4 - 0.7 micrones), banda color de alta resolución:*

Presenta contraste moderado, pero bueno. Drenaje suficientemente resaltado. Buen canal para estudios generales.

*Cámara 5 (0.6 - 0.7 micrones), banda pancromático blanco y negro:*

El contraste es moderado, pero bueno. Claro el drenaje. La diferencia entre materiales sedimentarios modernos se establece bien.

*Cámara 6 (0.5 - 0.6 micrones), banda pancromático blanco y negro:*

Da diferencia de tonalidad en distintos materiales sedimentarios. Se ve claro el drenaje. Las aureolas de turbidez en el mar aparecen bien delimitadas.

A raíz de la puesta a prueba de las diferentes bandas, se decidió trabajar con las bandas de las cámaras 3, 4 y 5, o sea entre 0.4 y 0.88 micrones, integrando el color infrarrojo y visible y el pancromático blanco y negro. La no presentación de muestras de imágenes junto a este texto, se debe a que el mejor provecho de ellas sólo se saca al mirar las transparencias muy ampliadas en un lector de microfilm. ( Ver mapa fuera de texto )

## 3. ANALISIS

**En estas imágenes se puede distinguir individuos morfológicos costeros que permiten efectuar un aceptable análisis de las características regionales del litoral. Ellos pueden ser agrupados en cuatro categorías, que serán nominadas más adelante, pero también pueden ordenarse en conjuntos regionales, apareciendo como *especies regionales*.**

### 3.1. Individuos geomorfológicos costeros

**Se pueden dividir en cuatro grupos:**

**A. *Los ligados a la estructura:* escarpas, lineamientos, horsts, drenaje.**

B. *Los ligados a procesos subaéreaos poco cambiados por el mar:* bahías.

C. *Ligados a procesos ajenos al oleaje:* formas deltaicas, dunas.

D. *Ligados a la acción de oleaje:* acantilados, arrecifes, cordones litorales, lagunas litorales.

Estos rasgos se detectan como sigue:

A. *Individuos ligados a la estructura:*

A 1: *Escarpas:* Sólo se perciben con claridad las mayores, Cambiando banda se pueden descubrir otras menores por efectos de sombra o diferencias de tonalidad. El contraste moderado de la banda pancromatica de 0.6 -0:7 micrones basta para mostrar satisfactoriamente algunas grandes escarpas.

A 2 : *Lineamientos:* Los principales se ven bien en el mismo pancromático y en color de alta resolución. De los infrarrojos, el que puede ayudar para esto es el de color.

A 3 : *Horsts:* Como están ligados a las escarpas y a los lineamientos, pueden ser encontrados los principales, como el de Tumbes, el de Lavapié o el de Lebu.

A 4 : *Drenaje:* Resulta bien en la banda pancromática blanco y negro de 0.6 a 0.7 micrones y puede dar buena cuenta de los rasgos estructurales, especialmente en la región de Arauco.

B. Individuos costeros ligados a procesos subaéreos poco cambiados por el mar:

B 1 : *Babías:* En las bandas del infrarrojo es posible establecer hasta que punto las pequeñas bahías han sido transformadas por el mar, ya que permiten detectar con nitidez los depósitos recientes. El espectro visible da poca luz al respecto. Esto es de particular interés en la costa entre Constitución y Dichato.

C. Individuos costeros producidos por procesos ajenos al oleaje:

C 1 : *Formas deltaicas:* Es posible distinguir rasgos deltaicos en la planicie de Concepción y Talcahuano, insinuándose restos de los posibles canales distributarios. Los colores infrarrojo y convencional son ilustrativos al respecto.

C 2 : *Dunas:* Son distinguibles con facilidad sobre todo en el espectro visible, que permite distinguir con nitidez los tipos de dunas. Como depósitos sedimentarios móviles pueden ser separados claramente con el infrarrojo. La ampliación de la transparencias desde su escala original, más o menos 1: 3.000.000, a aproximadamente 1: 250.000, resuelve muy bien los conjuntos dunarios según las especies si se usa infrarrojo color.

D. Individuos costeros generados por la acción del oleaje:

D 1 : *Acantilados:* No siempre se pueden notar con facilidad, por lo que conviene hacer pruebas con las bandas infrarrojo blanco y negro y sus distintas tonalidades. Por ejemplo, sólo así es posible detectar el acantilado de Quivolgo, al Norte de Constitución.

D 2 : *Arrecifes:* Se distinguen más que todo por las rompientes circunscritas, tal como en las aerofotos corrientes.

D 3 : *Cordones litorales:* Basta el espectro visible para detectarlos bien, pero el infrarrojo color da buenos resultados cuando abundante vegetación psamófila corona los cordones, reflejando tonalidades distintas al azul celeste. La ampliación al 250.000 permite estudiar ciertos detalles sobre estos cordones.

D 4 : *Lagunas litorales:* El infrarrojo blanco y negro de 0.7 a 0.8 micrones las hace resaltar bien, dando la posibilidad de encontrar las lagunas que están al Sur del Bío-Bío.

3.2 Especies geomorfológicas regionales

Posiblemente la mayor parte de los individuos detectados en las imágenes son "intrarregionales", pero la modalidad en que se presentan algunos es claramente regional. Esto es más notable en las formas ligadas a la estructura y la tectónica, donde es posible notar estilos característicos. Pero también se puede ver en las formas exógenas deposicionales, las cuales concurren en asociaciones determinadas. Los grupos de individuos que tienen muchos caracteres en común en la región, forman *especies regionales.*

A. Asociaciones ligadas a la estructura y la tectónica :

*A 1. Escarpas coincidentes con lineamientos de la costa configurada en zig-zag :*

Ellas son características entre el Mataquito y el Itata. En el mapa estos lineamientos son: el de Cabo Humos - Constitución - Putú, el de Cabo Carranza - Las Cañas y los de Punta Nugurue y Chovellén. En estos casos, los lineamientos estructurales están condicionado la configuración en zig-zag de la costa. Es común que los lineamientos coincidan también con acantilados, aunque esto es difícil derivarlo sólamente del análisis de las imagenes. En cambio, es efectiva la coincidencia con las escarpas.

*A 2. Lineamientos coincidentes con bloques costeros:*

Esto es característico desde el Itata hasta el Sur de Arauco. Se trata de bloques antepuestos y delimitados por lineamientos paralelos a la costa. En el mapa, estos bloques son: el de Dichato, el de península de Tumbes (Talcahuano), el de Lavapié y los de Lebu. Este hecho refleja un estilo tectónico distinto, condición "sine quanon" para la génesis de las grandes bahías cerradas que existen en esta parte. La *configuración en zig-zag* del sector anterior da paso entonces a una *configuración en ganchos.*

B. Asociaciones ligadas a la geodinámica externa

*B 1. Campos de dunas*

Los más importantes son dos: el de Quivolgo - Putú y el de Chanco. Con anterioridad a las imágenes de satélites no se captaban en forma clara sus dife-

rencias de estructuración. Por su escala la imágen satélica resalta estas diferencias estructurales. En el caso de Quivolgo - Putú, la base de la costa arenosa es un sistema de cordones litorales sucesivos con inflexiones que tienden a ser paralelas a la configuración actual de la costa. Sobre ellos, hay un sistema de barjanes coalescentes con distintos grados de asociación y de evolución. Hay también dunas transversales y longitudinales, pero que no tienen cabida a la escala del croquis. Esto ayuda a comprender más efectivamente la génesis de esta costa arenosa. Ya que la dirección de los barjanes tiende a ser paralela a la línea de costa. En la costa de Chanco, en cambio, fuera del cordón ribereño, no se detectan cordones litorales sucesivos, y toda la superficie está cubierta por dunas transversales, sobre las que reposan algunas longitudinales. Las crestas de las dunas transversales formas un pequeño ángulo con la línea de costa.

*B 2. Cordones litorales*

Al Norte del Itata, los cordones están característicamente asociados con los sistemas de dunas, Al Sur, más bién sólos o con dunas de escasa importancia que no se alcanzan a percibir en la imagen, cumpliendo un papel más definido en la configuración regional de la costa, ya que su dirección coincide con la forma de las bahías lobuladas. Importantes cordones se observan en las bahías de Concepción y Arauco. En las bahías de San Vicente y Concepción los cordones litorales están asociados con el delta del Bío-Bío, pasando esta asociación a ser propia de la región.

## 4. SINTESIS

### 4.1. Sistematización regional

Seleccionando a las especies regionales, se puede separar al tramo de la costa analizado en dos sectores bien diferentes:

A. Al Norte del río Itata domina una configuración en zig-zag en que las escarpas coinciden con lineamientos y existen los grandes campos de dunas asociados a cordones litorales. *Es la estructura tectónica oblícua* de Guilcher.

B. Al Sur del río Itata destacan los lineamientos coincidentes con bloques costeros antepuestos, ligados a grandes bahías lubuladas, cuya combinación de una configuración en ganchos, donde los cordones litorales tienen gran desarrollo. Es la *estructura tectónica longitudinal* de Von Richthofen.

### 4.2. Adición de conocimientos previos

Los dos sectores distinguidos se diferencian también casualmente por la cantidad de información que existe sobre ellos. El sector al Norte del Itata es poco conocido en la bibliografía. Aparte de algún material inédito, se conocen dos trabajos que se refieren más que todo a los problemas de dunas (ALBERT, F., 1900; CONTRERAS H. & A. TRUJILLO, 1960), que más bién inciden en los problemas de acondicionamiento que en la geomorfología de los campos de dunas, de manera que esa información puede ser incuestionablemente enriquecida con los

aportes que entregan las imágenes, que revelan las diferencias morfológicas anotadas más arriba. Con respecto a la historia de las terrazas costeras y a la elaboración de los acantilados estabilizados y muertos aportes útiles entregó TRICART (1971 - 2), al probar las dislocaciones tectónicas de las terrazas, detectando bien la falla de Chovellén, al sur de Chanco, y su papel en la diferenciación altitudinal en la plataforma de terraza. Este conocimiento "a priori" permite distinguir un bloque solevantado en el área con un salto de falla entre Chovellén y Cobquecura y relacionado con el estilo en zig-zag de los lineamientos costeros.

El sector al Sur del Itata, en cambio, ha sido objeto de varias publicaciones geológicas de las cuales se pueden sacar antecedentes geomorfológicos (BRUGGEN, J., 1950; VEIL, C., 1960; MARTINEZ, R., 1968 a y b; MUÑOZ CRISTI, J., 1946; TAVERA, J., 1948). Con estos antecedentes y otros de carácter personal, ha sido posible establecer en el mapa formas como horsts, bloque hundido, el delta del Bío-Bío o la diferencia entre sedimentación reciente y antigua.

### 4.3. Noción dinámica obtenida de las imágenes

*A. Evolución tectónica*

Se ve que los dos tipos de configuración de esta parte de la costa, a partir del río Itata, se deben a dos estilos tectónicos distintos: a) Las fallas oblícuas a la dirección general de la costa al Norte del Itata constribuyen a diferenciar altimétricamente las plataformas de terrazas. b) Las fallas paralelas a la dirección general de la costa al Sur del Itata producen horsts paralelos a ella, cerrando bahías lobuladas.

*B. Evolución por geodinámica externa continental*

La importancia de las formas derivadas de sedimentaciones modernas asociadas a la desembocadura de los grandes ríos (en el caso del Itata los nublados impidieron estudiar su condición), revela que la acción continental ha sido indispensable en el proceso de regularización litoral. Esto es bien claro al norte del Itata y en Concepción. No así en Arauco, a raíz de los conocimientos previos que se tienen del Terciario de Arauco, que es capaz de proporcionar sedimentos finos debido a los materiales retomados.

Las imágenes permiten deducir el relleno sedimentario moderno de los valles que desembocan en la costa y, en el caso del Bío-Bío, sugieren más o menos netamente un delta. Comparando la interpretación con las determinaciones de facies hechas por R. MARTINEZ (1968), se llega a la conclusión de que se trata de relleno de un estuario en ambiente fluviomarino, lo que conduce a fenómenos deltaicos.

*C. Evolución por la geodinámica externa marina*

Los conocimientos que se tienen del área de Constitución y de Arauco, permiten asegurar que comunmente las escarpas que están junto a la línea de costa son acantilados. Pero los trabajos realizados en el Laboratorio de Geomorfología indican que las rocas costeras no son las productoras de los materiales de las costas arenosas, debido a la composición de las arenas y los rodados. Entonces, la interpretación dinámica del litoral se facilita con esta noción previa. Como las formas litorales de sedimentos sueltos a veces están defasadas en ubicación con respecto a las desembocaduras de los ríos y, como coinciden con formas de regularización, es natural pensar que ésta principalmente se ha realiza-

do sobre la base de fenómenos deposicionales. Esto es claro en Chanco y al Norte de Constitución, e incluso en la región de Arauco y Concepción, donde la regularización se restringe a los ensenamientos. El patrón común de este fenómeno lo demuestra el hecho de que las curvaturas de los cordones litorales son bien regulares y parecidas, lo que demuestra la influencia oceanográfica del oleaje y la deriva litoral ( ARAYA, 1967 ).

*D. Acción combinada de la tectónica y del mar*

Ella se puede hipotetizar a partir de la observación de los lineamientos de dirección NE - SW asociados a la estructura oblícua al Norte del Itata. Estos lineamientos coinciden con la dirección de los principales acantilados. Ello ocurre concretamente con el acantilado desde Chanquiuque y Putú a Constitución y Cabo Humos, desde Las Cañas a Punta Carranza y desde Pelluhue a Punta Nugurue. El recorrido que de este litoral ha hecho el autor, le ha permitido detectar que las escarpas coincidentes con los lineamientos son también acantilados, como bién lo muestra la morfología típica de acantilado estabilizado que hay entre Putú y Quivolgo-Constitución, detrás de los cordones litorales y dunas. Se trata de un acantilado esquistoso con grutas y circas. En Constitución es granítico y en Pelluhue, nuevamente esquistoso.

Es posible entonces, que las escarpas no se hayan generado solamente como acantilados, sino también como escarpas de falla.

## 5. DISCUSION

Siempre existe interés por saber qué parte de la información proviene únicamente del análisis de las imágenes y que parte, de las prenociones. En esta comunicación se ha separado ambas partes, pero incluso así queda algo difuso. Eso es muy difícil de evitar desde el momento en que el analista debe dominar la disciplina.

Otra duda debe surgir con respecto a la constancia con que cierta banda sea favorable o desfavorable para detectar cierto tipo de fenómenos. En este trabajo se utilizó el espectro entre 0.4 y 0.88 micrones, con las bandas ya señaladas: a 0.5 a 0.88 (infrarrojo color), 0.4 a 0.7 (color alta resolución) y 0.6 a 0.7 (pancromática blanco y negro). Las experiencias de BEHRENS (1974) y de NORSTROM (1974), con imágenes ERTS - 1, revelan como mejores bandas para trabajar en la costa a las de 0.6 a 0.7 micrones y de 0.8 a 1.1 micrones. El primer rango coincide con el de una de las bandas de SKYLAB, pero la apreciación sobre sus propiedades no es exactamente la misma. La banda 0.6 a 0.7 de SKYLAB presenta dificultades para el trazado de la línea de costa, aunque al parecer no grandes. Los fondos someros pueden ser confundidos con playas. Sin embargo, es buena para inventarios de playas y depósitos de arena submarinos. En este caso hay un buen grado de coincidencia con la banda homóloga de ERTS. El segundo rango, 0.8 a 1.1, se presenta en ERTS como el mejor material para trazar los contornos. No tiene equivalente en las bandas de SKYLAB usadas en este trabajo. La banda de ondas más largas revisadas en SKYLAB es la de 0.8 a 0.9 micrones y la que más se le parece (infrarrojo blanco y negro). Se manifiesta como confusa y sirve para establecer áreas de sedimentos móviles con respecto a las consolidadas.

Estas comparaciones indican que no es seguro que en cualquier caso una banda preste una misma utilidad, ya que su eficiencia debe tener que ver bastante con las condiciones de exposición.

## 6. CONCLUSIONES

6.1 La selección de bandas espectrales de la cámara multibanda es un paso indispensable para llegar a un buen análisis.

6.2 Las bandas de colores infrarrojo y convencional, más la pancromática blanco y negro, entre 6 y 7 mil Angstroms, se revelan como prácticas para la geomorfología litoral. Los canales elegidos abarcan un rango espectral parcialmente coincidente con el elegido por otros autores, como LIDMAR - BERGSTROM (1974), en que se aprovecha mejor el cercano infrarrojo.

6.3 Debido a su escala pequeña, las imágenes permjten detectar tanto rasgos geomorfológicos locales como regionales, ya que es posible descubrir asociaciones.

6.4 Desde el punto de vista de la morfología litoral comparada, es posible hacer más rápidamente las correlaciones, como sucedió con el análisis de campos de dunas.

6.5 Además de una noción regional, también es posible obtener una visión dinámica de las costas, que incluso puede llegar a entregar - con ayuda de trabajo de terreno e información bibliográfica - un balance cualitativo de las acciones marinas y las continentales.

6.6 Habiéndose notado que el análisis de las imágenes tiende a ratificar la división y clasificación de las costas de Chile propuesta por ARAYA (1971-2) para este sector, se concluye en que su uso con fines taxonómicos es de extrema utilidad, permitiendo hacer subdivisiones no contempladas anteriormente, como aquella de los estilos tectónicos.

6.7. Finalmente, la interferencia humana, las incidencias cataclismáticas en la evolución de la costa y su efecto recíproco en las actividades del hombre, pueden ser mejor previstas con imágenes a esta escala. Se puede completar, por ejemplo, la recopilación de J.M. POMAR (1962) para la costa de Chile, teniendo en cuenta el impacto de las brevezas y la interferencia humana (SO, C.L., 1974). Las imágenes en color permiten ver la influencia de la turbidez en las aguas someras, hecho relacionado con los factores anotados.

## 7. REFERENCIAS

ALBERT, F. 1900. *Las dunas del centro de Chile, etc.* Impr. Cervantes. Santiago

ARAYA, J. F. 1967. *Morfometría de la curvatura de las playas entre Punta de Talca y Punta Toro* (Chile Central). Inform. geogr. (17): 5-30.

ARAYA, J. F. 1971-2 *Bases geomorfológicas para una división de las costas de Chile.* Inform. geogr. (21-22): 5 - 36.

BEHRENS, S. 1974. *Analysis of the Physiography of Scania and Sealand interpreted by means of ERTS* - 1 Images. In: Experiences of ERTS - 1 Imagery in Geogr. Studies. Lund Studies in Geogr. Ser. A. Phys. Geogr. Lund. (55): 139 - 147.

BRUGGEN, J. 1950. *Fundamentos de la geología de Chile.* Ed. I. Geogr. Militar. Santiago.

CONTRERAS, H. & A. TRUJILLO. 1960. *Las dunas de Chanco.* Bol. Cát. Geol. Fac. Agron. U. de Chile. 1. (1): 3 - 6.

LIDMAR -BERGSTROM, K. 1974. *Tectonic analysis of South - Western. Sweden by means of ERTS Images.* In: Experiences of ERTS - 1 Imagery in Geogra-

phical Studies. Lund Studies in Geogr. Ser. A. Phys. Geogr. Lund. (55): 125-133.

MARTINEZ, R. 1968 a. *Principales fases en el desarrollo del conocimiento geológico del Terciario de Arauco - Concepción.* En: CECIONI, G. ed. El Terciario de Chile Zona Central. Soc. Geol. de Chile. Ed. A. Bello. Santiago: 19-24.

MARTINEZ, R. 1968 b. *Foraminíferos y evolución de la línea de costa holocénica en la zona de Concepción.* En: CECIONI, G. Ed. El Terciario de Chile Zona Central. Soc. Geol. de Chile. Ed. A. Bello. Santiago: 211 - 258.

MUÑOZ-CRISTI, J. 1946. *Estado actual del conocimiento sobre la geología de la provincia de Arauco.* An. Fac. Cienc. Fís. y Mat. (3): 30 - 63.

NORDSTROM, S. 1974. *Recording of Coast Line and Depth Conditions at the Falsterbo Peninsula, Southern Sweden, in ERTS - 1 Images.* In: Experiences of ERTS - 1 Imagery in Geogr. Studies. Lund Studies in Geogr. Ser. A. Phys. Geogr. Lund. (55): 147 - 152.

POMAR, J. M. 1962. *Cambios en los ríos y en la morfología de la costa de Chile.* R. Chil. Hist. y Geogr. (130): 318 - 356.

SO, C. L. 1974. *Some coast changes around Aberystwyth and Tanybwlch. Wales.* Trans. Inst. Brit. Geogr. (62): 143 - 153.

TAVERA, J. 1948. *El Plioceno de Arauco.* Minerales. (24): 13 - 21.

TRICART, J. 1971-2. *La cuenca hidrográfica del río Maule: Reconocimiento geomorfológico.* Inform. geogr. (21 - 22): 37 - 70.

VEI L, C. 1960. *Contribución al estudio de la geología regional de provincia de Concepción.* Minerales. (72): 21 - 49.