

IV OGÓLNOPOLSKA KONFERENCJA FOTOINTERPRETACJI PTG
KRAKÓW 24-25.X.1969 r.

Fotointerpretacja w geografii z.8

Warszawa 1970

Andrzej Kęsik, Jerzy Mościbroda
Lublin

PRZEGLĄDOWA MAPA HYDRO-GEOMORFOLOGICZNA
KOTLINY SAN FELIPE /CHILE/ WYKONANA W OPARCIU
O ZDJĘCIA LOTNICZE

Wstęp

W czasie wyprawy Polskiego Towarzystwa Geograficznego jachtem "Śmiały" w latach 1965-66, jej uczestnicy prowadzili przez okres jednego miesiąca terenowe badania hydrograficzne w górnej części dorzecza Rio Aconcagua. W czasie tych badań posługiwano się dostępnymi mapami topograficznymi w skalach 1:100 000 oraz 1:250 000 jak również zdjęciami lotniczymi w skali 1:70 000. Materiał zdjęciowy przywieziony do kraju obejmuje 144 fotografie formatu 23x23 cm dających pokrycie dla powierzchni 5 000 km².

Posiadanie zdjęć małoskalowych rejestrujących odrębne od polskich stosunki morfologiczne, fitosocjologiczne i ekonomiczne /użytkowanie ziemi stało się bodźcem dla podjęcia tematycznych opracowań fotointerpretacyjnych. Pierwsze próby takiego opracowania zostały już opublikowane /5/. Zgromadzone wstępne doświadczenie jak również zachęta ze strony Kolegów - uczes -

ników wyprawy, skłoniły nas do podjęcia kolejnego opracowania fotointerpretacyjnego, którego celem była kartograficzna prezentacja rezultatów studiów fotointerpretacyjnych przeprowadzonych na 29 zdjęciach obejmujących obszar o powierzchni 1215 km². Opracowaniem końcowym jest Przeglądowa Mapa Hydro - Geomorfologiczna Kotliny San Felipe w skali 1:100 000.

W tym miejscu autorzy pragną wyrazić podziękowanie Prof.dr T.Wilgatowi oraz dr K.Wojciechowskiemu za udostępnienie materiałów zdjęciowych i zgromadzonej literatury jak również za wszelkie informacje rady i dyskusje, które były istotne i cenne w realizacji naszego zamierzenia.

Fizjografia Kotliny San Felipe

Kotlina San Felipe stanowi obniżenie śródgórskie położone pomiędzy zamykającym Kotlinę od wschodu głównym łańcuchem Andów, pasmem Kordyliery Nadbrzeżnej od zachodu i północnego zachodu oraz Grzbietem Chacabuco występującym na południu. Grzbiet Chacabuco oddziela Kotlinę San Felipe od położonej na południe Kotliny Santiago. Położenie wzajemne głównych jednostek orograficznych ilustruje fig.1.

Łańcuch głównego pasma Andów stanowi najwyższą jednostkę orograficzną. Jej kulminacje w obrębie mapy sięgają 3234 m na szczycie C^oEl Retamo w NE narożniku mapy, oraz 2770 m C^o Las Ollas w narożniku SE. Kordyliera Nadbrzeżna reprezentowana jest przez kulminacje sięgające 1600-1800 npm. Grzbiet Chacabuto, którym biegnie dział wodny dorzecza Rio Acancagua i Rio Maipo osiąga kulminację na szczycie Cobre de Chacabuco - 2367 m.

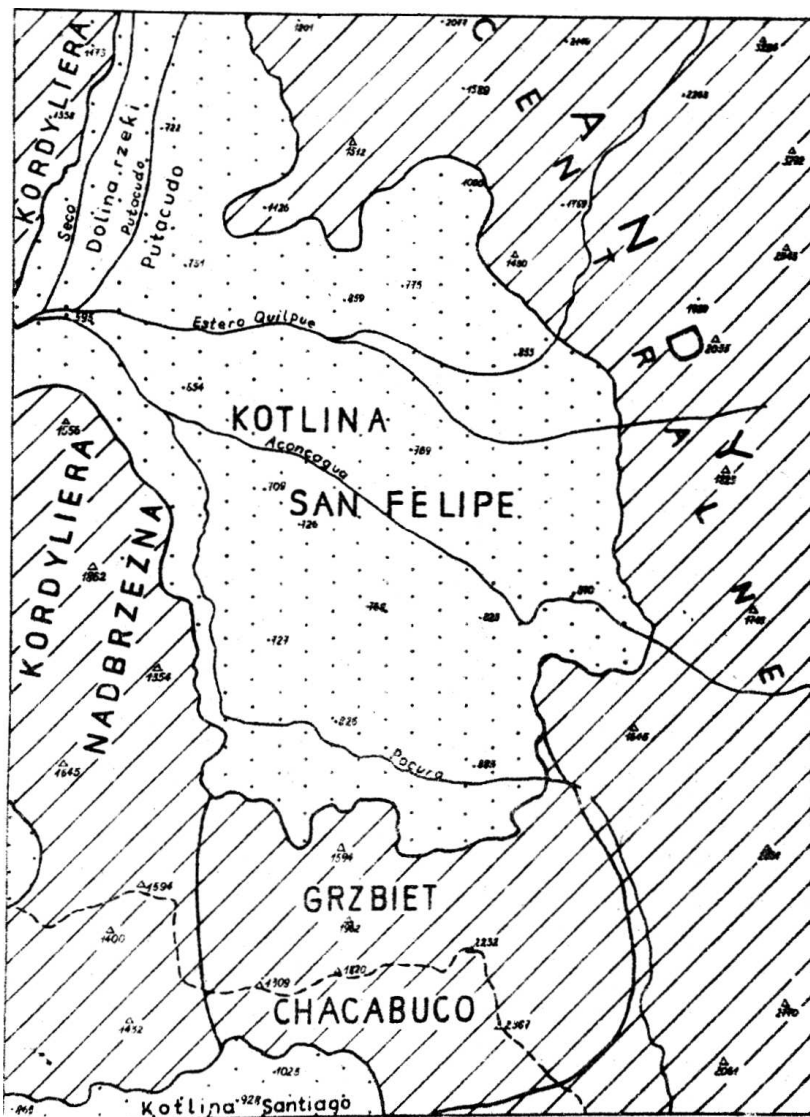


Fig.1

Szkic fizjograficzny terenu objętego mapą hydro-geomorfologiczną

Physiographical outline of terrain showed on hydro-geomorphological map

Kotlina San Felipe ma płaskie, akumulacyjne dno, którego powierzchnia obniża się od około 870 m do 590 m w kierunku NW zgodnie z biegiem Rio Aconcagua. Akumulacyjne dno fragmentu Kotliny Santiago i uchodzącej do Kotliny San Felipe doliny rzeki Putaendo, leżą na wysokościach 600-1000 m. n.p.m. Osobliwością orograficzną dna Kotliny San Felipe są sterczące ponad poziom pokrywy aluwialnej pagóry wyspowe stanowiące kulminacje grzbietów schodzących do Kotliny i zanurzających się pod pokrywą osadów aluwialnych. Pagóry wyspowe mają deniwelacje rzędu 50 - 100 m.

Ogólna budowa geologiczna terenu objętego mapą jest znana. Opracowania geologiczne /1;2/ pozwalają na wyróżnienie szeregu jednostek litologicznych i strukturalnych /fig.2/ Autorzy opracowań geologicznych wyróżnili następujące serie skał, zaczynając od najstarszych:

1. Serię klastycznych, lądowych sedimentów pochodzenia wulkanicznego /andezyty, bazalty, tufy, brekoje, piaskowce/ tworzących formację Abanico /cenoman, turon?/ o miąższości około 4000 m.

2. Serię lądowych sedimentów pochodzenia wulkanicznego tworzących formację Farellones i odpowiadającą jej w części Kordyliery Nadbrzeżnej formację Lo Valle /koniak i częściowo santon/ o miąższości około 2800 m.

3. Serię skał intruzywnych i wylewnych /andezyty, bazalty, granity/.

4. Serie osadów aluwialnych wypełniających Kotlinę /miąższość miejscami powyżej 86 m/.

Pomiędzy osadami formacji Abanico i Farellones występuje niezgodność ułożenia warstw skalnych, która jest odbiciem Sub-hercyńskiej fazy orogenicznej jaka wystą-

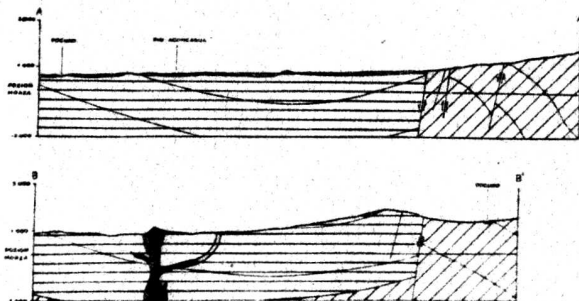
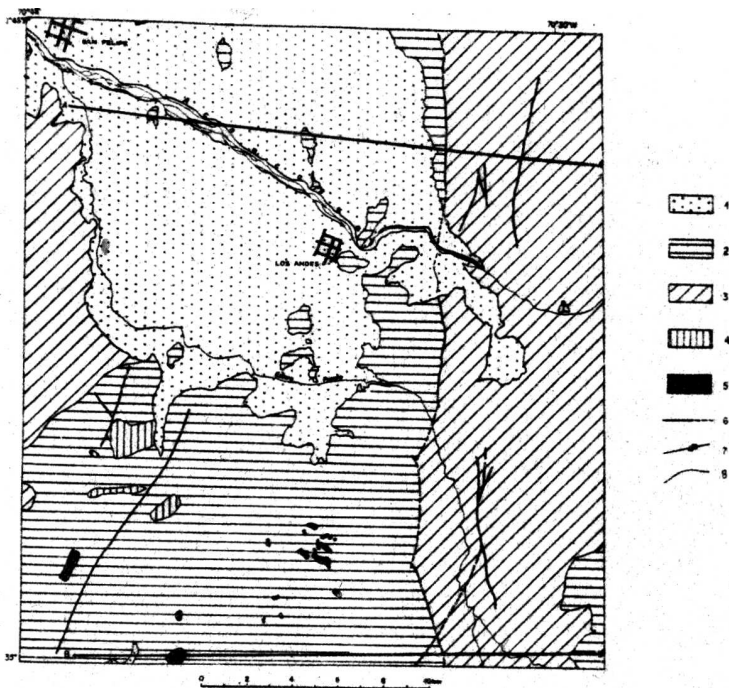


Fig.2

Budowa geologiczna Kotliny San Felipe i obszarów przyległych
 1- osady aluwialne, 2- skały formacji Farello, 3- skały formacji Abanico, 4- skały magmowe głębinowe, 5- skały magmowe wylewne, 6- uskoki, 7- uskoki z zaznaczeniem kierunków przesunięć bloków skalnych, 8- rzeki

Geological structure of San Felipe Basin and adjacent terrain
 1- alluvial deposits, 2- rocks of Farello formation, 3- rocks of Abanico formation, 4- plutonic rocks, 5- intrusive rocks, 6- fault, 7- strike fault, 8- rivers

piła w koniaku. W czasie późniejszej fazy ruchów górotwórczych /dolny santon?/ osady facji Farellones uległy sfałdowaniu.

Zjawiska intruzji wulkanicznych i wylewów skał głębinowych zachodziły na terenie Kotliny San Felipe dwukrotnie. Pierwszy ważniejszy cykl miał miejsce u schyłku kredy po sfałdowaniu osadów facji Farellones. Z tego okresu pochodzą skały granitowe i granodiorytowe. Drugi cykl, w czasie którego miały miejsce intruzje bazaltowe i andezytowe wystąpił prawdopodobnie w pliocenie. Kulminacje na Grzbiecie Chacabuco są przeważnie intruzjami bazaltowymi i andezytowymi /Patrz profil geologiczny B/.

Struktury geologiczne wykazują wyraźną orientację południkową. Sama Kotlina San Felipe położona jest na głównej osi strukturalnej jaką stanowi zapadliskowy rów tektoniczny oddzielający Andy Centralne od Kordyliery Nadbrzeżnej. Kotlina San Felipe leży w części północnej strefy zapadliskowej, która ku południowi przedłuża się w Kotlinę Santiago. Ogólny kierunek północny posiadają wszystkie uskoki, fałdy i spękania. Główny uskok biegnący na wschód od Los Andes ma zrzut rzędu 2000 m. Jest to najważniejsza dyzlokacja uskokowa która znajduje odbicie w rzeźbie terenu tworząc krawędź głównego pasma Andów.

Czwartorzędowe osady aluwialne wypełniające Kotlinę San Felipe składają się ze słabo wysegregowanych utworów piaszczystych i zwirowych ze znaczną domieszką części ilastych. Analogiczne osady w położonej na południe Kotlinie Santiago określił Tricar i jego współpracownicy /3/ jako osady fluwioglacjalne. Produktem osadzonym przez wody glacialne był zdaniem tych

autorów materiał pochodzący z rozmywania i spłukiwania pyłów i tufów wulkanicznych. Transport materiału odbywał się w formie potoków błota.

Koryta współczesnych rzek rozcinają pokrywę osadów aluwialnych do głębokości 2-3 m. Dna koryt zajęte są przez kamienie gładzowo-żwirowy. Zmienny nurt wody, płynącej często tylko okresowo, żłobi w obrębie kamieńca liczne przegłębienia, kanały i wyrwy.

Prezentowana mapa obejmuje fragment środkowej części dorzecza Rio Aconcagua, oraz na południu niewielki skrawek dorzecza Rio Maipo. Główne rzeki stanowią dopływy Rio Aconcagua. Są to, od północy Estero Seco i Rio Putaendo, zaś od NE, E i SE, Estero Quilpue i Estero de Pocuro.

Reżim wód powierzchniowych kształtowany jest przez warunki klimatyczne. Osłonięta od oceanu przez Kordylierę Nadbrzeżną Kotlina San Felipe ma małe opady. Średnia roczna dla San Felipe wynosi 250 mm, dla Los Andes 319 mm. Klimat charakteryzuje się upalnymi latami i łagodnymi zimami. Średnia temperatura roku wynosi w San Felipe 14,8 °C średnia stycznia 21,5° a lipca 8,7°. Najwięcej opadów /ponad 80%/ spada w miesiącach jesienno-zimowych. Małej sumie opadów rocznych, niekorzystnej kulminacji opadów w porze jesienno-zimowej, towarzyszy wielka ich nieregularność. Okres bezdeszczowy może przeciągać się na wiele miesięcy, trwając niekiedy od listopada do kwietnia. Występujące rzadko deszcze mogą być jednak dość wydajne. W San Felipe notowano opad dzienny 82 mm.

Interpretacja zdjęć lotniczych dostarcza dostatecznie dużo dowodów na suchość terenu, i niedobór wody. Zbocza i stoki gór są bardzo skąpo porośnięte roślinnością, która tworzy tylko pojedyncze luźne zarośla

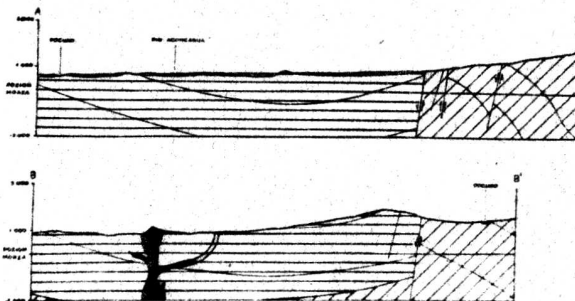
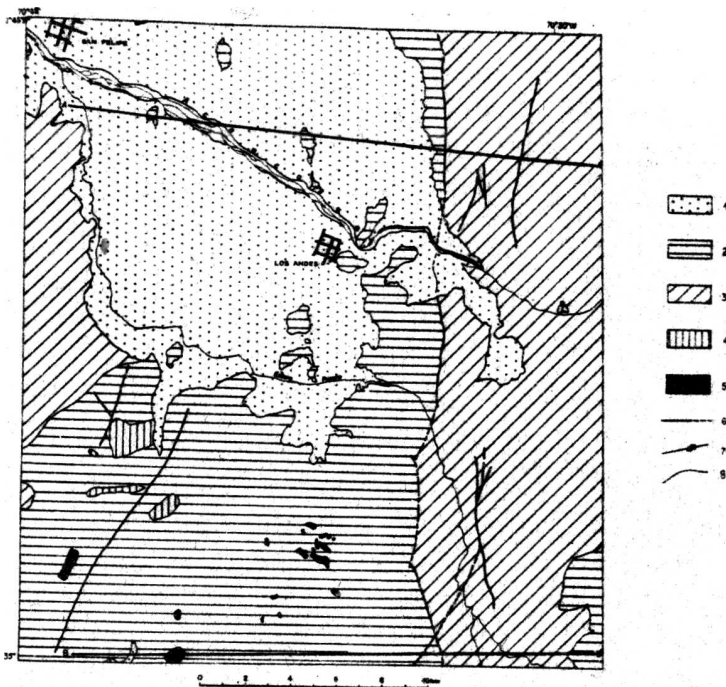


Fig.2

Budowa geologiczna Kotliny San Felipe i obszarów przyległych

1- osady aluwialne, 2- skały formacji Farellones, 3- skały formacji Abanico, 4- skały magmowe głębinyowe, 5- skały magmowe wylewne, 6- uskoki, 7- uskoki z zaznaczeniem kierunków przesunięć bloków skalnych, 8- rzeki

Geological structure of San Felipe Basin and adjacent terrain

1- alluvial deposits, 2- rocks of Farellones formation, 3- rocks of Abanico formation, 4- plutonic rocks, 5- intrusive rocks, 6- fault, 7- strike fault, 8- rivers

nia na mapie dolnej granicy zasięgu stożków, co praktycznie jest niemożliwe do prześledzenia. Wyróżniliśmy natomiast użytkowane rolniczo dno Kotliny zbudowane z aluwii tworzących jakby jedną pokrywę terasy nadzalewowej. Wydaje się, że takie wydzielenie ma większy sens praktyczny, bowiem granica wydzielenia wskazuje na zasięg współczesnych procesów glebotwórczych związanych z użytkowaniem ziemi i nawodnieniem.

W tym miejscu warto wspomnieć, że na terenie Chile od roku 1959 wykonywane są liczne opracowania fotoin-terpretacyjne dotyczące użytkowania ziemi /4/.

Postępowanie fotointerpretacyjne i redakcyjne

Interpretacja zdjęć lotniczych prowadzona była na półmatowych kopiach wykonanych z filmów panchromatycznych. Teren fotografowany był w okresie styczeń-marzec 1955 r. przez US Army Map Service przy użyciu kamery Fairchild T-11 z obiektywem Metrogon o ogniskowej $f=6$ cali. Wysokość fotografowania wynosiła około 10.500 m co określa w przybliżeniu skalę zdjęć na 1:70 000.

Zdjęcie wchodzące w obręb opracowanego arkusza mapy mają zmienne pokrycie zarówno podłużne jak i poprzeczne. Szczególnie wiele kłopotu sprawiało wiązanie poprzeczne ciągów, które w niektórych przypadkach ledwo się zazębiały. Wydaje się, że przy zakupie zdjęć pominięto pewne ciągi uzupełniające.

Jakość fotograficzna zdjęć jest na ogół dobra. Część środkowa ma dużą rozdzielczość i tonalnie wyrównany obraz. Części brzeżne zdjęć, szczególnie w partiach górskich wykazują miejscami zaciemnienia co utrudniało znacznie pracę przy małych pokrycia poprzecznych.

Zdjęcia zachowują pionowość osi optycznej kamery, co umożliwiło wykorzystanie przenośnika radialnego /Radial Line Plotter/ jako instrumentu służącego do uzyskania ze zdjęć obrazu kartometrycznego. Wahania skali zdjęć przy zachowaniu pionowości nie odgrywały większej roli przy konstrukcji mapy, były bowiem korygowane systemem regulacyjnym przenośnika radialnego.

Zdjęcia interpretowane były pod stereoskopem SLS-2 produkcji PZO oraz stereoskopem lustrzanym Zeiss Jena. Treść odczytywana na zdjęciach była oznaczana barwnymi tuszami na przyklejonych do zdjęć przezroczystych kalkach interpretacyjnych. Zdjęcia z przyklejonymi kalkami interpretacyjnymi zawierającymi linijne wydzielania elementów były następnie umieszczane w przenośniku radialnym. Treść kalek interpretacyjnych wprowadzana była następnie w podkład topograficzny który stanowiło powiększenie mapy topograficznej 1:100 000 mniej więcej do skali zdjęć.

Przyjęcie podkładu istniejącej mapy topograficznej stanowiło w naszym przypadku jedyne rozwiązanie. Podjęte próby sporządzenia odrębnej "mapy bazy" w oparciu o radialną triangulację mechaniczną nie powiodły się ze względu na zbyt małe pokrycie poprzeczne ciągów zdjęć.

Mapa topograficzna 1:100 000 posiada dość gruby i mało dokładny rysunek rzeźby terenu. W wielu miejscach stwierdziliśmy również niezgodność sytuacji. Trzeba jednak stwierdzić, że mapa ta jest bez porównania lepsza od mapy 1:250 000, która jest jedyną mapą topograficzną dla górskich partii dorzecza Rio Aconcagua.

Przy wnoszeniu kanałów na terenie względnie płaskiego dna Kotliny posługiwano się również przenośni -

kiem optycznym Stereosketch. Brudnorys mapy uzyskany w kilku kawałkach był następnie przeniesiony na jedną czystorysową kalkę. Z kalki tej wykonano rozkolorowaną mapę sporządzając 6 oddzielnych matryc, dla kolorów czarnego, szarego, niebieskiego, zielonego, brązowego i czerwonego. Matryce zostały następnie zredukowane fotomechanicznie do skali 1:100.000. Kopie diapozytywowe posłużyły do sporządzenia blach do druku offsetowego. Druk wykonano na płaskiej maszynie offsetowej z ręcznym nakładaniem papieru i pasowaniem kolorów /w załączniku/.

Dla zilustrowania pracochłonności opracowania, co może być z kolei podstawą dla przybliżonego wyliczenia kosztów, podajemy czas zużyty w poszczególnych etapach pracy:

	Godz.
1. Selekcja zdjęć /29 sztuk/ i przygotowanie podkładu topograficznego /powiększenia mapy/	3
2. Interpretacja zdjęć pod stereoskopem	87
3. Przenoszenie treści fotointerpretacyjnej na mapę	140
4. Kontrola mapy oraz sporządzenie czystorysu na kalce	25
5. Przygotowanie do druku /rozkolorowanie, redukcja, kopie diapozytywowe/	70

Razem godz.: 320

Charakterystyka mapy

Legenda mapy zawiera 16 wyróżnień dotyczących wód powierzchniowych oraz form morfologicznych. Wody płynące oraz źródła przedstawione zostały kolorem niebieskim. Przy wyróżnianiu wód napotkano na szereg kłopotli-

tów. Wiązały się one z tym, że obraz fotograficzny zarejestrował sytuację jaka panowała w lecie i na początku jesieni, to jest w okresie suchym dla Kotliny. Przy oznaczeniu tylko tych wód jakie zostały zarejestrowane na zdjęciach, okazało by się, że płynie tylko Rio Aconcagua i Estero Pocuro. Dlatego też przy wydzieleniu strug płynących opierano się na pośrednich cechach demaskujących okresowy przepływ wody, głównie na skupieniu roślinności, jak również na informacjach uzyskanych z mapy topograficznej czy materiałów obserwacyjnych uczestników wyprawy.

Źródła położone w dolinach lub na zboczach i stokach rozpoznawane były po wyraźnych skupiskach roślinności oraz po ciemnym tonie obrazu. Również odmiennym ciemnym tonem charakteryzował się zabagniony teren u zbiegu doliny Rio Acancagua i Rio Putaendo.

Liczne i bardzo ważne dla gospodarki tego obszaru kanały nawadniające były identyfikowane na zdjęciach i następnie kontrolowane na mozaikach w skali 1:20 000. Ze względu na wielką ilość kanałów mapa przedstawia ich zgeneralizowany obraz.

Elementy morfologiczne wydzielane były na podstawie różnic tonalnych i strukturalnych obrazu fotograficznego oraz efektu plastycznego modelu stereoskopowego. Brak zwartej pokrywy roślinności na grzbietach i stokach umożliwiał obserwację zróżnicowania materiału skalnego. Dlatego też stosunkowo łatwo dało się wyróżnić typy grzbietu /skalisty, ostry z pokrywą wie-trzelinową czy zaokrąglony/, jak również zasięgi pokryw osypiskowych na zboczach i stokach. Warto jednak pamiętać, że klasyfikacja grzbietów w oparciu o obserwację modelu stereoskopowego może zawierać szereg błę-

dów wynikających przede wszystkim z różnej jakości obrazu fotograficznego jak i z subiektywnej oceny prowadzącego obserwację.

Mapa prezentuje dość gęstą sieć rozcięć oznaczonych kolorem czerwonym. Jedna sygnatura obejmuje w tym przypadku zarówno żleby skalne jak i wciosisy czy wąwozy lub debry wycięte w luźnych utworach osypiskowo-napływowych. Obfitość drobnych form dolinnych i rozcięć wskazuje na morfologiczną rolę wód płynących, które choć okresowo to jednak działają wydatnie. Okresy suche są zapewne okresami konserwacji form, które na zboczach i stokach nie ulegają ponadto przekształceniu przez człowieka. Interpretując obraz oznaczonych na mapie na czerwono rozcięć erozyjnych czy korozyjnych warto zdawać sobie sprawę z tego, że przeważnie są to formy drobne, drugo czy trzeciorzędne. Większość z nich modeluje rozległe pokrywy stoków osypiskowych, które na mapie pozostawione są w kolorze białym. Uświadomienie sobie proporcji obu kategorii form jest istotne dla właściwej oceny różnych czynników morfodynamicznych.

Stoki i zbocza modelowane są również przez ruchy masowe. Na mapie wyróżniono duże osuwisko ziemne o wyraźnie zaznaczonej niszy założonej na SE zboczu szczytu C^oEl Cobre, 2443 m n.p.m. Jęzor osuwiska sięga do wys. około 1800 m. Struktura spływowa mas skalnych wyraźnie demaskowała formę morfologiczną.

Na stokach otaczających Kotlinę San Felipe wydzielono w poziomie 1400-1600 m zrównania stokowe. Leżą one na wysokości około 700 m powyżej dna Kotliny.

Stosunkowo łatwą sprawą było wydzielenie na dnie Kotliny pagórów wyspowych oraz jak już wspomnieliśmy

powyżej przyjętej granicy dna Kotliny użytkowanego rolniczo.

Mapa przy ilości 18 wydzieleni posiada zdaniem naszym dość obfitą treść. Ograniczenia wynikające ze skali zdjęć, odrębności problematyki hydro- i morfologicznej, oraz pośredniej jedynie znajomości terenu, zdecydowały o przeglądowym charakterze mapy, która rejestruje głównie rozmieszczenie wydzielonych form, bez próby datowania ich wieku.

Naszym zdaniem mapa oddaje charakter powierzchniowych zjawisk hydrograficznych oraz morfologicznych i może być przydatna zarówno do dalszych badań naukowych jak i do opracowań praktycznych.

Opracowanie Przeglądowej Mapy Hydro-Geomorfologicznej Kotliny San Felipe jest drugim polskim kartograficznym opracowaniem fotointerpretacyjnym, pierwszym była mapa geomorfologiczna Deltę Tygrysu opracowana przez A. i E. Tomaszewskich. Zdobyte doświadczenie upoważnia do wyrażenia opinii, że zarówno ze względu na posiadaną już przez nas w kraju aparaturę fotointerpretacyjną jak i opanowanie metodyki postępowania fotointerpretacyjnego, stać nas już w Polsce na podejmowanie opracowań fotointerpretacyjnych o charakterze rekonesansowym czy przeglądowym w terenach gdzie zdjęcia lotnicze są podstawą informacji o środowisku geograficznym.

Literatura

1. Aguirre Le-Bert L. Geologia de los Andes de Chile Central. Provincia de Aconcagua. Instituto de Investigaciones Geologicas, Boletin No.9. Santiago de Chile, 1960.

2. Thomas H. Geologia de la Cordillera de la Costa entre el Valle de la Ligua y la Cuesta de Barriga. Instituto de Investigaciones Geologicas, Boletin No 2. Santiago de Chile, 1958.
3. Tricart J., Hirsch A.R., Griesbach J.C. Géomorphologie et eaux souterraines dans la bassin de Santiago du Chili, Bull. de la Faculté des Lettres de Strasbourg. vol.43, Nr 7, 1965 str.605-673.
4. Wilgat T., Kęsik A., Wojciechowski K. Charakterystyka hydrogeograficzna wybranych fragmentów dorzecza Rio Aconcagua /Chile/, Przegląd Geograficzny. T.XLI, z.1, 1969 str.3-34.
5. Vidal R.S. Land-use mapping in Chile, Photogrammetria. Vol.22, No 5, 1967, str.153-159.

Andrzej Kęsik, Jerzy Mościbroda

PRELIMINARY HYDROMORPHOLOGICAL MAP OF THE UPPER
PART OF RIO ACONCAGUA BASIN /CHILE/

Summary

The hydromorphological map of the upper part of Rio Aconcagua Basin were carried out on the base of aerial photos.

Geological structure of that area is very complicated. Besides of San Felipe Basin it is composed of larger parts of Central Andes, Coastal Cordillera and Chacabuco Range. Each unit differs with natural conditions and economic development. Project of legend was worked out after acquirement from geographical lecture which deals with that region and after preliminary analysis of aerial photos.

Contact panchromatic aerial photos in scale 1:70 000 were interpreted, and constants of overlays were transferred into a map by means of Radial Line Plotter. A final map /6 colours/ was printed in scale 1:100 000.

The legend contains of 16 elements concerning surface water and geomorphological forms. Because of dry season when the aerial photos were taken, it was possible to recognize permanent streams and some of springs. It was very easy to recognize irrigation canals. However the most of legend elements concern geomorphological forms.

In spite of great scale the final map has rather regional than detailed character. Nevertheless that map provide a number details about spatial distribution and character of hydromorphological phenomena and it may be use besides for scientific as well as practical purposes.