



VOL. 6, N° 3

SEPTIEMBRE 1990

SELPER

REVISTA TECNICA INFORMATIVA DE COOPERACION IBEROAMERICANA
Y MUNDIAL DE LA SOCIEDAD DE ESPECIALISTAS LATINOAMERICANOS
EN PERCEPCION REMOTA (SELPER)

SEMINARIO REGIONAL SOBRE APLICACIONES DE LOS SATELITES SPOT Y ERS-1

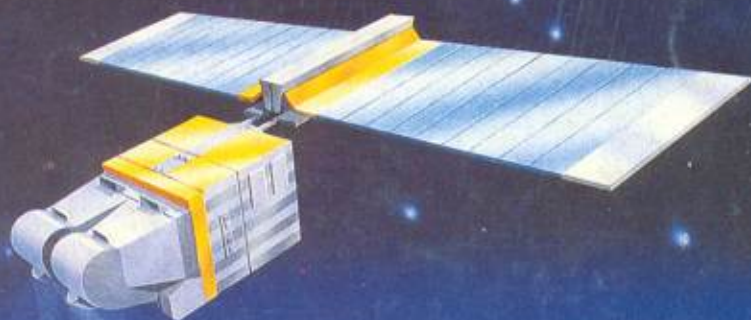
ORGANIZADO POR LA AGENCIA ESPACIAL EUROPEA (ESA)
Y EL CENTRO ESPACIAL DE FRANCIA (CNES), CON EL PATROCINIO
Y COLABORACION DE VARIAS ENTIDADES NACIONALES E INTERNACIONALES



centro
nacional
de estudios
spaciales



SELPER



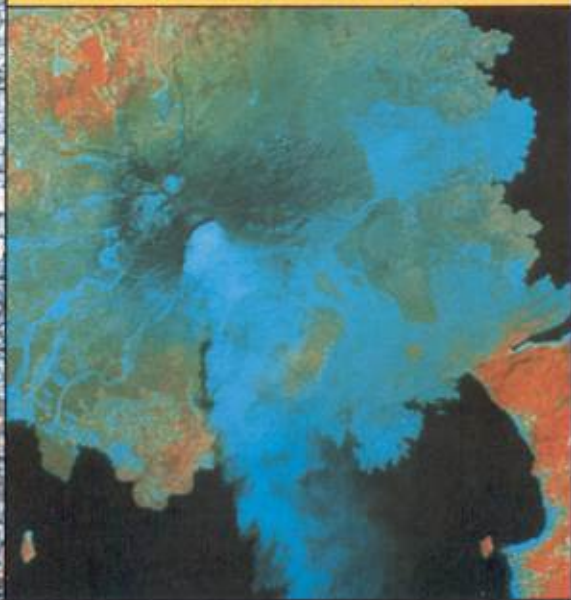


SECTOR DE IMAGEN SPOT SOBRE EL CENTRO DE PARIS,
FRANCIA (CNES/SPOT IMAGE, 1987)



IMAGEN SPOT (CNES, MARZO 1986) SOBRE LA COSTA COROMANDEL, INDIA, MOSTRANDO AMPLIOS DETALLES DE LA SUPERFICIES OCEANICAS (SUBESCENA DE 5X5 KM.)

IMAGEN SPOT (CNES, AGOSTO 1986) SOBRE EL VOLCAN SAKURAJIMA, JAPON, MOSTRANDO DETALLADAMENTE EL PENACHO DE HUMO DE SU CRATER (SUBESCENA DE 10X10 KM.)



CENTRE NATIONAL D'ETUDES SPATIALES
2, Place Maurice Quentin, 75039 PARIS Cedex 01.
FRANCIA. Tel: 45087568. Tlx: 214674 CNESP
Fax: 45087773

LANCEMENT **SPOT 2**

OUR L'OBSERVATION DE LA TERRE SATELLITE POUR L'OBSERVATION DE LA TERRE SATELLITE



PORTADA:

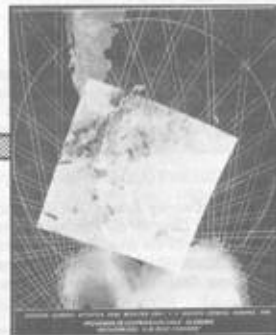
*Curso Regional sobre Satélites SPOT y ERS-1,
Chile, Oct. 1990 (Fotografía: CNES y ESA)*

CONTRAPORTADA:

*Radio de acción de la Estación Antártica ERS/VLBI
Base O'Higgins (Fotografía DLR/IFAG/AWI,
Alemania)*

REVISTA SELPER

DIRECTOR EDITORIAL: Ing. Mauricio ARAYA Figueroa
(Vice-Presidente 1980-83, Presidente SELPER 1983-86,
Vice-Presidente 1986-89)
Presidente Madero 795 (Ñuñoa), Santiago, Chile. Fono: 6967583,
Télex: 240501 - BOOTH CL. Fax: 0056-2-6981474



DIRECTORIO SELPER, SEDE ARGENTINA 1989 - 1991

Av. del Libertador 1513 (1638) - Vicente López - Buenos Aires - Argentina

Teléfono: 795-0652 - TELEX: 17511 LANBA-AR - FAX: (541) 804-1021 24117 - AGEZA-AR y (541) 322-9828

PRESIDENTE**Ing. MIGUEL SANCHEZ-PEÑA**, Argentina**VICE-PRESIDENTE****Dr. ANTONIO GAGLIARDINI**
Argentina**VICE-PRESIDENTE****Dr. ROBERTO PEREIRA DA CUNHA**
Brasil**VICE-PRESIDENTE****Ing. WALTER DANJOY ARIAS**
Perú**SECRETARIA GENERAL****Ing. MARIA CRISTINA SERAFINI**
Argentina**TESORERA****Ing. OLGA FLORENCIA CASAL**
Argentina**COORDINADORES NACIONALES EN ARGENTINA****Prof. NATALIA MARLENKO**(suplente) **Ing. SATURNINO LEGUIZAMON****DIRECTOR EDITORIAL****Ing. MAURICIO ARAYA FIGUEROA**
Chile**CAPITULOS NACIONALES SELPER - COORDENAÇÕES NACIONAIS SELPER****CAPITULOS CONSTITUIDOS****ARGENTINA:****Prof. Natalia Marlenko**, Coordinadora Nacional, Comisión Nacional de Investigaciones Espaciales, CNIE, Centro de Telescopios, Avda. del Libertador 1513 (1638), Vicente López, Prov. de Buenos Aires. Teléf: 795-0652/0250 - Télex: 17511 LANBA-AR - FAX (541) 322-9828**BRASIL:****Ing. Paulo Roberto Martini**, Coordinador Nacional, Instituto de Pesquisas Espaciais, INPE, Avda. Dos Astronautas 1758 - P. O. Box 515 12201, São José dos Campos, Teléf.: (0123) 22-9977**CHILE:****Ing. Roberto Richardson V.**, Coordinador Nacional, Comando Logístico, Pedro Aguirre Cerda 8815, Casilla 67, Aeropuerto Los Cerrillos, Santiago, Chile. Fono: 5570011 anexo 283**COLOMBIA:****Ing. Luis Carlos Molina**, Coordinador Nacional, Presidente Soc. Colombiana de Fotointerpretación y Sensores Remotos, IGAC, Instituto Geográfico Agustín Codazzi, Carrera 30, NR 48-51, Apartado Aéreo 53754, Bogotá. Teléf: 2680190. FAX (571) 2680004.**ECUADOR:****Cnel. Jaime Mora Vega**, Coordinador Nacional, CLURSEN, Seniergues S/N y Gral. Paz y Miño, 4° piso, Edificio IGM, Aptdo. 8216, Quito, Teléf: 549-472, Télex: 2775, CLURSEN ED, FAX 593-2-581-066**MEXICO:****Dr. Román Álvarez**, Coordinador Nacional, Instituto de Geografía, Universidad Nacional Autónoma de México, UNAM, Apartado Postal 20-850, 01000, México, D.F. Teléf: 548-40-85 - 550 - 5215, Ext. 4302, FAX: 548-40-86**PERU:****Ing. Walter Danjoy Arias**, ONERN, Coordinador Nacional, Director de Percepción Remota, Oficina Nacional de Evaluación de Recursos Naturales, Calle 17 N° 355, Urb. El Palomar, San Isidro, Lima. Teléf: 410424, ext. 38. FAX: 5114-423572**CAPITULOS EN FORMACION****BOLIVIA:****Grat. Ing. Antonio Zelaya S.**, Coordinador Nacional (P), Director de Ciencia y Tecnología, Avda. Arce 2147, Casilla 3116, La Paz. Télex: 3280, MINCORD-BV. Teléf: 374914**COSTA RICA:****M. Sc. Carlos L. Elizondo**, Coordinador Nacional (P), Instituto Geográfico Nacional, Aptdo. Postal 2272, 1000 San José de Costa Rica, Teléf: (506) 272128, ext. 26. Télex: 2493 MOPT.**EL SALVADOR:****Ing. Jorge García Escobar**, Coordinador Nacional (P), Ministerio de Agricultura y Ganadería, Rep. Los Rosales Pte. 2 N° 14-C San Salvador, El Salvador.**GUATEMALA:****Ing. Carlos Lemmerhoffer A.**, Coordinador Nacional (P), Supervisor Técnico, Instituto Geográfico Nacional (IGN), 23 Avenida 31-60, Zona 12, Guatemala 01012. Teléf: (502-2) 764071. FAX: (502-2) 343412**PANAMA:****Sr. Hernán Ortega G.**, Coordinador Nacional (P), Instituto Geográfico Nacional "Tommy Guardia", Panamá 5**PARAGUAY:****Ing. Fecundo S. Recalde Ramos**, Coordinador Nacional (P), IGN, Tacuarí y 25 de Mayo, Edificio Patria 4, 6° piso, Asunción. Teléfonos: 93793 (Oficina) y 443357 (Res)**REP. DOMINICANA:****Ing. Orlando Adams I.**, Coordinador Nacional (P), Instituto Geográfico Universitario, Calle El Vergel 57, Santo Domingo, Rep. Dominicana. Teléf: 567823.**URUGUAY:****Cap. Edilberto Viar**, Coordinador Nacional (P), Servicio Geográfico Militar, 8 de Octubre 3255, C.P. 11600, Montevideo. Teléfonos: 816668 - 816810**VENEZUELA:****Ing. Gustavo Ruiz**, Coordinador Nacional (P), Jefe Centro Procesamiento Digital de Imágenes, CPDI, Apartado 40.200, Caracas 1040 A. Teléf: 962-1124. FAX: 962-1025.**CAPITULOS ESPECIALES****ALEMANIA:****Dr. Ubrich Böhm**, Head, Surveying and Mapping Section, DSE (ZWS), Reichenwerder, D - 1000 Berlin 27. Telefon: (030) 4307 - 222. Tk: 181405 dsead. Deutschland.
Dr. Peter Selge, Institute Führ Optoelectronics, DLR, 8031 Oberpfaffenhofen, Deutschland.**CANADA:****Dr. Fritz P. Dubois**, 25 Midland CRS, Nepean ONTARIO K2H - 8N2. Teléf: (613) 596-4164. FAX: (613) 723-9626. Canadá.**ESPAÑA:****Dr. Juan María Cienfuegos S.**, Jefe Sección Investigación, Instituto Nacional de Meteorología, Ministerio de Transportes, Turismo y Comunicaciones de España, Apartado Postal 285, Ciudad Universitaria, Madrid 3-España. Teléf: 244 3500. Télex: 22427 LEMMC**USA:****Dr. Luis Bartolucci**, Mid. America Remote Sensing Center (MARC), Murray State University, Murray, Kentucky 42071, U.S.A. Teléf: (502) 762-2591-2085. FAX: (502) 762-4417**FRANCIA:****Dr. Jean-Luc Devynck**, Centre National d'Etudes Spatiales (CNES), Chef Dpt. Coopération et Développement, 2, Place Maurice Quentin, 75039 Paris Cedex 01, Francia. Télex: 214674 F CNESP. Teléfono: 45087568. FAX: (1) 45087773.**HOLANDA:**

Desde hace veinte años Holanda (ITC) apoya la formación de profesionales iberoamericanos a través de IGAC (ex-CIAF), Colombia.

PORTUGAL:

Actualmente en formación.

COMITE EDITORIAL

DIRECCION EDITORIAL

DIRECTOR EDITORIAL

Ing. Mauricio Araya F.

Coordinadora Publicaciones

SELPER-Argentina

Ing. Olga Florencia Casal

Coordinador Publicaciones

SELPER - IGM/Chile

TCL - Jorge Tapia C.

COMITE PUBLICACIONES
(SELPER-CHILE)

Editor Técnico

Sr. Hernán Figueroa R.

Arte y Dibujo

Sr. Roberto Piña O.

Traducción e Interpretación

Sr. Rodrigo Whipple C.

Sra. Adriana Vidaurre O.

Diagramación y Fotocomposición

Coordinador

Sr. Gilberto Cruz A.

Secretaría

Sra. M. Angélica Triviño O.

Diagramación Electrónica

Sr. A. Freddy Riquelme R.

IGM (CHILE)

Director Instituto Geográfico Militar

Brig. Gral. Carlos Carvallo Y.

COMITE DE EXPERTOS

ARGENTINA

Ing. Miguel Sánchez-Peña

Presidente SELPER

Ing. Marcelo Campi

Comisión Nacional de Investigaciones

Espaciales (CNIIE)

BRASIL

Dr. Roberto Pereira Da Cunha

(INPE) Vice - Presidente SELPER

Ing. Paulo Cesar Gurgel de Albuquerque

Instituto de Pesquisas Espaciais (INPE)

CANADA

Ing. Fritz P. Dubois

DATACAP/CIDA

COLOMBIA

Ing. Luis Carlos Molina

Instituto Geográfico Agustín Codazzi

IGAC (ex CIAF), SCFR

CHILE

TCL Lautaro Rivas González

TCL Jorge Tapia Castillo

Instituto Geográfico Militar (IGM)

ECUADOR

Ing. Patricio Toledo

Centro de Levantamiento Integrados

de Recursos Naturales por Sensores

Remotos (CLIRSEN)

EE. UU.

Dr. Luis Bartolucci

Murray State University (MARC)

MEXICO

Dr. Jorge Lira

Universidad Nacional Autónoma

de México (UNAM)

PERU

Ing. Walter Danjov Arias

Oficina Nacional de Evaluación

de Recursos Naturales (ONERN), APAFA

INDICE TEMATICO

PRESENTACION

SECCION ACTIVIDADES LATINOAMERICANAS

- SEMINARIO REGIONAL SOBRE SPOT Y ERS-1 (Chile, Octubre 1990)	5
- IV SIMPOSIO LATINOAMERICANO/X PLENARIA SELPER (Argentina, Nov. 1989)	6
- TALLER ONU/ESA DE PERCEPCION REMOTA DE MICROONDAS (Brasil, Nov. 1990)	7
- CONGRESO ONU/FAO DE MANEJO DE CUENCAS HIDROGRAFICAS (Chile, Oct. 1990)	7
- VII CONGRESO NACIONAL DE FOTOGRAMETRIA (Argentina, Sept. 1990)	8
- UNIVERSIDAD DE LUJAN: PRINCIPALES ACTIVIDADES (Argentina)	9
- NOTICIAS VARIAS	9
II Encuentro Nacional SELPER/Chile (Los Angeles, Concepción, Chile, Nov. 1990)	

SECCION ACTIVIDADES INTERNACIONALES

- THE WORLD SPACE CONGRESS: XXIX Plenaria COSPAR, ICSU/XLIII Congreso IAF (Washington, D. C., EE. UU., Agosto 1992)	
- IX MAN IN SPACE SYMPOSIUM (IAA): Living and Working in Space (Köln, Nordrhein-Westfalen, Alemania, Junio 1991)	
- XXIV INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON REMOTE SENSING OF ENVIRONMENT (ERIM) (Rio de Janeiro, Brasil, Mayo 1991)	
- CURSO INTERDISCIPLINARIO DE PERCEPCION REMOTA (GDTA) (Toulouse, Francia, Febrero 1991)	

SECCION ARTICULOS TECNICOS Y CIENTIFICOS

- ESTADO Y PERSPECTIVAS DE LA ESTACION DEL COTOPAXI CLIRSEN, Ecuador	11
- USO DE DATOS DE SATELITE PARA LEVANTAMIENTO DE REFLORESTAMENTO Pedro Fernández Filho, INPE, Brasil	15
- USO DE IMAGENES DE RADAR DE ALTA RESOLUCION EN LEVANTAMIENTOS TROPICALES DE CATIVO Isabel Corredor de Molina y Luis Carlos Molina Mariño, IGAC, Colombia	30
- EARLY WARNING ON AGRICULTURAL PRODUCTION WITH SATELLITE DATA AND SIMULATION MODELS IN ZAMBIA (168) M. Monenti, J. Huygen y S. Azzail, Holanda	36
- ESTADO Y PERSPECTIVAS DE LA ESTACION "ERS/VLBI BASE O'HIGGINS". UNA COOPERACION ALEMANA / CHILENA H. Kohnen, K. Nottarp y K. Reiniger, AW/IFAG/DLR, Alemania	43
- POTENCIALIDAD OPERATIVA Y CIENTIFICA DE LA ESTACION ANTARTICA ERS/VLBI BASE O'HIGGINS M. Araya F., A. Mazzei F., A. Sepúlveda, J. Tapia C., SELPER/INACH/IGM, Chile	47

APOYO IBEROAMERICANO E INTERNACIONAL

CNES (Francia), ESA (Europa), DLR (Alemania), INTERA (Canadá), EOSAT (EE. UU.), INT/CNIE/AACE/U.N. Luján/AGEZA (Argentina), SETER (España), CHOAPA (Chile), INPE (Brasil), IGM (Chile).



Fotocomposición: G.C.A. PUBLICIDAD LTDA.

Catedral 1063, Local 1053. FAX: 6967340 - Fono: 6994851 Santiago

Separación de Colores: MACHADO,

Rafael Prado 403. Fono 2740530. Fax: 2254133 (Ñuñoa), Santiago, Chile

Impreso en los Talleres Gráficos del INSTITUTO GEOGRAFICO MILITAR

Nueva Santa Isabel 1640 - Teléfono: 6968221

TLX: 441677 IGMCH. - Fax: 6968278 - Santiago, Chile

PRESENTACION

Ing. Miguel Sánchez Peña

Presidente de SELPER



a SOCIEDAD DE ESPECIALISTAS LATINOAMERICANOS EN PERCEPCION REMOTA, tiene el gran placer de presentar éste el tercer número del año 1990 de la REVISTA SELPER como una manera de continuar

un más estrecho contacto entre nuestros asociados, Instituciones de la especialidad, patrocinadores y "sponsors" a quienes van dirigidas estas palabras y nuestro agradecimiento por el continuo apoyo recibido. Es nuestro deseo que los informes, artículos técnicos, reseñas de actividades pasadas y noticias de acciones futuras sirvan de aliciente a los socios y Coordinadores Nacionales de los diferentes Capítulos para desarrollar una mayor actividad de promoción y acciones concretas a través de conferencias, simposios, cursos, coloquios, proyectos de investigación y desarrollo en sus respectivos países.

Varios Capítulos Nacionales han realizado o están por realizar en este año reuniones nacionales, conferencias, seminarios o simposios como una manera de continua actividad de SELPER, entre los que podemos mencionar a México, Costa Rica, Brasil, Chile, Argentina y otros; vayan a ellos nuestras sinceras felicitaciones. Asimismo les recordamos que envíen con la mayor antelación posible al Directorio Ejecutivo y a la Dirección Editorial estas u otras noticias de interés a ser publicadas en nuestra REVISTA.

Queremos destacar la realización en Chile, entre el 17 al 30 de Octubre, del Seminario Regional sobre las aplicaciones de SPOT y ERS-1 organizado por la ESA y el CNES, con el patrocinio de numerosas Universidades e Instituciones de Chile, el DLR, la Embajada de Francia y SELPER. Allí participarán profesionales de Argentina, Bolivia, Chile, Paraguay, Perú y Uruguay; algunas de las conferencias o cátedras serán dictadas por miembros del Directorio de SELPER. Informamos que la X Reunión Plenaria de SELPER se realizará en Quito en la segunda semana de Abril de 1991.

Quedamos atentos a vuestras sugerencias e ideas y dispuestos a colaborar con nuestros asociados.

CORDIALES SALUDOS

NOTA DEL EDITOR

Ing. Mauricio Araya Figueroa

Director Editorial SELPER



e recordará que durante 1989 se realizó un Plan Editorial de Emergencia, destinado a ponerse al día con nuestra Revista, mediante la publicación de cuatro números de enlace para los años anteriores, lo que permitió enfrentar 1990 con una situación

editorial al día. Como todo tiene una inercia para su reactivación, se visualizó en Bariloche que, si bien existía el compromiso de editar trimestralmente la Revista SELPER, con cuatro números durante 1990, los dos primeros (correspondientes a Marzo y Junio) estarían listos para Julio, fecha inicial de la X Reunión Plenaria SELPER, a realizarse en Quito, Ecuador, bajo el principal auspicio de CLIRSEN. Considerando la postergación de esta Reunión, se aprovechó de introducir algunas mejoras en las Revistas, lo que derivó en su impresión final en Agosto 1990. Sin embargo, este número de Septiembre, de acuerdo a lo programado en este Plan de Transición para 1990, ya estará distribuyéndose durante Octubre y el número de Diciembre, ojalá antes de Navidad. De esta forma, será posible trabajar normalmente durante 1991, con cuatro números producidos y distribuidos en el período nominal correspondiente. Para la realización de estos esfuerzos ha sido muy importante el apoyo de nuestros patrocinadores, en especial la Agencia Espacial Europea (ESA) y el Centro Espacial de Francia (CNES), como así del Instituto Geográfico Militar de Chile (IGM), con quien se ha realizado un valioso convenio de impresión y distribución de esta Revista. También se debe agradecer el inestimable apoyo de la Sede Editorial de SELPER en Argentina y anteriormente de la Sede SELPER en Brasil, como así de los Coordinadores Nacionales, Comité Editorial y Socios, sin cuyo respaldo hubiese sido imposible salir adelante exitosamente con esta ambiciosa tarea.

Es importante recordar la estructura general de nuestra Revista, para canalizar en la mejor forma posible la valiosa información relacionada con congresos, cursos, seminarios, proyectos de investigación y otras actividades que se realizan en Nuestra América y el mundo, para lo cual es imprescindible recibir a tiempo el material a ser publicado. Dentro de lo normal, la Portada estará dedicada al evento de mayor trascendencia en que participe SELPER durante ese trimestre, semestre o año. La Contraportada reflejará el suceso de mayor importancia mundial en el período. El interior de Portada y Contraportada se dedicará a nuestros patrocinadores, como así algunas de las diez últimas páginas de nuestra Revista: en ellas también se dedicará una página a las instituciones latinoamericanas que apoyaron la Sede anterior (Brasil, en este caso) y la actual Sede SELPER Argentina, estando destinada la última página al evento futuro de mayor trascendencia en que participe SELPER, al que normalmente se le dedicará después una Portada. Las Secciones Actividades Latinoamericanas y Actividades Internacionales estarán dedicadas a conocer mejor a nuestras instituciones latinoamericanas, principalmente, y también a informarse de importantes actividades como congresos, seminarios, cursos, proyectos, etc., que se desarrollen en América Latina y el mundo. Para la Sección Artículos Técnicos y Científicos, es importante tomar conciencia que el material recibido debe ser sometido a una rutina de revisión y aprobación y, en ese caso, preparación para su publicación, lo que implica normalmente actividades de traducción (sólo cuando hay tiempo), confección de dibujos y tablas, preparación fotográfica (B/N y Color) y reescritura o fotocomposición en el formato de la Revista, todo ello previo al proceso de impresión. De ahí la importancia de recibir anticipadamente todo el material, en lo posible con figuras y fotografías nítidas y estéticas. Es vital recordar a las personas e instituciones que desean colaborar enviando artículos, noticias u otro material, que el costo de inclusión de fotografías B/N es el mismo de las páginas que van a texto llano o con dibujos de línea y tablas, por lo que agradeceremos ilustrar sus comunicaciones adecuadamente, para una mejor comprensión por parte de los lectores y para una mejor presentación de la Revista. Incluso, si se hace el trámite a tiempo, es posible llegar a un acuerdo para incluir material a color. Agradeciendo desde ya la valiosa colaboración de la comunidad latinoamericana e internacional para el apoyo y envío de información a tiempo, les expresamos nuestros más cordiales saludos.



SEMINARIO REGIONAL SOBRE LAS APLICACIONES DE SPOT Y ERS-1

SANTIAGO DE CHILE Y VALPARAISO

17-30 DE OCTUBRE 1990

PROGRAMA PRELIMINAR



ORGANIZACION Y PATROCINIO

Organizado por la ESA (Agencia Espacial Europea) y el CNES (Agencia Espacial de Francia).

Con el patrocinio de:

- la Embajada de Francia en Santiago
- el DLR (Agencia Espacial Alemana).
- la Universidad de Santiago de Chile (USACH)
- la Pontificia Universidad Católica de Chile
- la Universidad de Chile
- la Universidad Católica de Valparaíso
- el Instituto Geográfico Militar (IGM)
- el Servicio Agrícola y Ganadero (SAG)
- el Ministerio de Vivienda y Urbanismo
- el Proyecto EULA de la Universidad de Concepción
- la Sociedad de Especialistas Latinoamericanos en Percepción Remota (SELPER)

PRESENTACION GENERAL

Este Seminario está destinado a los profesionales que poseen conocimientos de base en teledetección y que desean profundizarlos en el campo de las aplicaciones de los datos de los satélites SPOT y ERS-1.

Los dominios siguientes serán tratados:

- Recursos naturales renovables
 - Agricultura
 - Bosques
 - Manejo del litoral
 - Desertificación y medio ambiente
- Recursos naturales no-renovables
 - Geología
 - Prospección minera
 - Riesgos naturales
 - Hidrología
- Cartografía
- Urbanismo
- Meteorología
- Oceanografía

Se han previsto también dos jornadas de introducción a la utilización de los datos de los satélites SPOT (visible e infrarrojo cercano) y ERS-1 (microondas) para los participantes que deseen perfeccionar sus conocimientos de base o para los no especialistas en teledetección.

PROGRAMA PRELIMINAR

El programa más abajo detallado comprende:

- 1.- Una jornada de información general destinada a los ejecutivos y a los responsables de los ministerios relacionados con los diferentes dominios de aplicación de los datos SPOT y ERS-1 para los proyectos de desarrollo. Esta jornada está abierta tanto a los participantes al Seminario como a un público más amplio.
- 2.- Dos jornadas de introducción a la utilización de los datos de los satélites de observación de la tierra, en particular SPOT y ERS-1 para los no especialistas en teledetección.

- 3.- Cuatro días en el curso de los cuales serán expuestos, a través de ejemplos concretos tomados en América Latina, ilustrados por trabajos prácticos (especialmente con ayuda de sistemas de tratamiento de imagen) los dos temas: Recursos Naturales Renovables y Recursos Naturales No Renovables. Estos dos temas serán desarrollados paralelamente.

- 4.- Una jornada consagrada a los temas siguientes:

- Estaciones de recepción de datos y redes de distribución de los datos.
- Interés económico de la teledetección.
- Proyectos de interés para la región y posibilidad de financiamiento con la intervención de diferentes organismos nacionales e internacionales.

- 5.- Una jornada de salida en el terreno.

- 6.- Dos jornadas específicas destinadas:

En Santiago

A las aplicaciones de SPOT a Cartografía y a Planificación Urbana (con la participación del IPGH).

En Valparaíso

A las aplicaciones de ERS-1 a Meteorología y Oceanografía

EXPOSICIONES

Una exposición de imágenes de los satélites Franceses y Europeos (ESA) será organizada a partir del miércoles 17 de Octubre en el Centro de Extensión de la Universidad Católica.

Una exposición ESPACIAL, será inaugurada el Domingo 21 de Octubre en el Planetario de la Universidad de Santiago.

Lugares de trabajo

Las reuniones del día 17 de Octubre se realizarán en el Centro de Extensión de la Universidad Católica de Chile en Santiago. Las presentaciones de los días 18, 19, 22, 23, 24, 25 y 26, se realizarán en la Universidad de Santiago, en Santiago. El Sábado 27 de Octubre está programada una visita a terreno. El Lunes 29 y Martes 30 de Octubre, se realizarán sesiones específicas sobre aplicaciones de SPOT en Cartografía y Urbanismo (Universidad de Santiago, en Santiago) y de Aplicaciones de ERS-1 en Meteorología y Oceanografía (Universidad Católica de Valparaíso, Valparaíso).

Direcciones de Contacto:

- Sr. Alain Siberchicot (Embajada de Francia en Santiago)
- Sra. Valérie Hood (ESA, París, Francia)
- Sr. Jean-Luc Devynck (CNES, París, Francia)
- Sr. Gonzalo Arrau (Universidad de Santiago)
- Sr. Carlos Pattillo (Universidad Católica de Chile, Santiago)
- Sra. Angela Barbieri (Universidad Católica de Valparaíso)

IV Simposio Latinoamericano de Percepción Remota

IX Reunión Plenaria SELPER

San Carlos de Bariloche, Argentina. 20-24 Noviembre 1989

LISTADO DE PARTICIPANTES



Por un lamentable error en el listado provisorio, fueron omitidas las Direcciones de los siguientes participantes en la Revista SELPER, Marzo 1990:

ARAYA FIGUEROA, MAURICIO, ING. CIVIL, SELPER (VICEPTE/DIRECTOR, EDITORIAL), PDTE. MADERO 795 (ÑUÑO), SANTIAGO, CHILE, TLX 0240501 BOOTH CL TE 6987194, FAX (0562) 6981474

ARBEX, MARIA E., INPE, C. P. 515, 12201, S. J. CAMPOS, SP, BRASIL, TX 1233530 T. 0123-229977

ARETS, JEAN, HEAD, INTERN. AFFAIRS, ESA, 8 - 10 HARIO NIKIS, PARIS 15, FRANCIA, 75738 ESA202746 TE 931/42737459

ARKING, ALBERT, FISICO, NASA, GODDARD SPACE FLIGHT CENTER, CODE 613, GREENBELT, MD 20771, USA, 7401441 NASAU TC 301-286-7208

ARRAU RAURICH, GONZALO, DIRECTOR DE LABORATORIO SEN. REM., UNIVERSIDAD DE SANTIAGO, AV. ECUADOR 3964 - SANTIAGO, CHILE, TEL: 05602-2310891

ARRIETA, MARIO OSCAR, ING. AGRIMENSOR, UNIV. NAC. DE SAN JUAN, ABERASTAIN 124 SUR, SAN JUAN, ARGENTINA, TE 224108

ARROYO, BYRON, INGENIERO, CLIRSEN, SENIERGUES S/N - 4 P. IGM - QUITO, ECUADOR, TLX 2775 CLIRSN ED

ASCARRUNZK, RAUL, ING. GEOLOGO, HOCOL SA, APARTADO AEREO 0083 - CARTAGENA, COLOMBIA, 57953-656727 TE 53656770 DS

AYESA, JAVIER, ING. AGRONOMO, INTA, CC 277, BARILOCHE, R. NEGRO, ARGENTINA, TE 24990/91

BACKIT GUTIERREZ, JAIME, INGENIERO, JMO INTERNACIONAL, MELCHOR CONCHA N° 15, SANTIAGO, CHILE, TE DS

BAHR, HANS PETER, PROFESOR UNIVERSITARIO, UNIV. KARLSRUHE, ENGLERST 77, ALEMANIA F., 721166 UNIKAR T. 9769608

BARBIERI BELLOLIO, M. ANGELA, INGENIERO PESQUERO, UNIV. CATOLICA DE VALPARAISO, AV. ALTAMIRANO, 1480, C.C. 1020, VALPARAISO, CHILE, 230389UCVAL CL TE 56-32-214631 DS

BARBOSA RIBEIRO, LUIS CARLOS, ESTUDIANTE, INST. TECNOL. AERONAUTICO, CENTRO TEC. AEROSP., S. JOSE DOS CAMPOS, BRASIL, 12200 TE

BARRENA ARROYO, VICTOR, ING. FORESTAL, UNIV. LA MOLINA, FCF, AV. A RAZURI 243, MARANGA, LIMA, PERU, TE 352035-233 DS

BARRETO NEVES, JOSE CARLOS, MILITAR, CTRO. TECNOL. AERON., SON-204 H-108 BRASILIA DF, BRASIL, TE 061 313-2408

BARTHE, ROSA, TRADUCTORA, SOJUSKARTA, SARMIENTO 1206 8° BS. AS., ARGENTINA, TE

BARTOLUCCI, LUIS A., GEOFISICO, MARC. MURRAY ST. UNIV., MURRAY, KY 42071, USA, 42071 TE 502-762-2085 DS

BASILE, JUAN CARLOS, ING. AGRONOMO, INV. INT. NAC. DE VITICULTURA, 25 DE MAYO 3136, DEPTO. 5, MENDOZA, ARGENTINA, TE 301060

BASTOS LAGE, LORENE, ESTUDIANTE, SON 308, BL K AP 503, BRASILIA, BRASIL, 70000 TE 274-5806

BATISTA, GETULIO TEIXEIRA, INGENIERO, INST. DE PESQUISAS ESPACIAIS (INPE), AV. DOS ASTRONAUTAS, 1758, S. J. CAMPOS, SP, BRASIL, 12201 TE 0123-229977 DS

BAZGAN, SANDRA, CNIE, DORREGO 4010, CAPITAL, ARGENTINA, TE 771-5255

BENITEZ, ADRIAN EDMUNDO, ING. AGRONOMO, CNIE, GAUCHO CRUZ 5157, VILLA BOSCH, BS. AS., ARGENTINA, TE

BENNENITZ, ROLANDO, INGENIERO FORESTAL, INSTITUTO FORESTAL, HUERFANOS 554 - SANTIAGO, CHILE

BERINGUER, JEAN-MARC, INFORMATICIEN, EUROPEAN SPACE AGENCY, 8-10 RUE MARIO NIKIS, PARIS CEDEX 15, FRANCIA, 75738 ESA 202746 TE 331-42737654

BERNABE, MARIA ANGELICA, LIC. EN GEOGRAFIA, UNIV. NAC. DEL CENTRO DE LA PROV. B. A., PINTO 399, TANDIL, BS. AS., ARGENTINA, 7000 TE 0293-22062 DS

BEZERRA ITO ISAIA, ENISE MARIA, ING. FORESTAL, PROYECTO PNUD/FAO/BAMA-BRASIL, AV. ALEXANDRINO DE ALVEAR 1399, TRIUN, RN, BRASIL, 084-2356 TE 084-2229589 DS

BIEL GAYE, FERNANDO, LIC. CS. QUIMICAS, SETER CONSULT S.A., CONDESA DE VENADITO, 19, MADRID, ESPAÑA, 28027 TE 34-1-2683700

BLAHA, CHARLES A., INGENIERO GEOLOGO, TECNICA GUA SA, CC. 70 - GODOY CRUZ - MENDOZA, ARGENTINA, TE 228500

BLASCO, FRANÇOIS, PROFESOR, UNIV. PAUL SALAKE, TOULOUSE, 39 ALLEES JULES GUESDE, TOULOUSE, FRANCIA, 31270 TE 61530235

BOF, BENJAMIN, PERIODISTA CIENTIFICO, CRONISTA COMERCIAL, AV. DE MAYO 860, BUENOS AIRES, ARGENTINA, 1084 TE

BORBA, ENRIQUETA, INGENIERA, INST. PESQUISAS ESPACIAIS, P.O. BOX 515, SAO JOSE DOS CAMPOS, SP, BRASIL, 1233530 TE 0123-229977 DS



Aprovechamos la oportunidad para incluir un documento gráfico de tan trascendental evento:
(Izq.): Dr. Roberto Pereira da Cunha, Presidente SELPER 1986-89 (Sede Brasil). (Der.): Ing. Miguel Sánchez Peña, Presidente SELPER 1989-91 (Sede Argentina)



NACIONES UNIDAS (UN/FAO)- AGENCIA ESPACIAL EUROPEA (ESA)



TALLER DE TECNOLOGIA DE PERCEPCION REMOTA DE MICROONDAS ORGANIZADO EN COOPERACION CON EL GOBIERNO DE BRASIL

Sao José dos Campos, INPE, Brasil. 19-23 Noviembre 1990

ANTECEDENTES

En su Sesión XLIV, realizada en 1989, la Asamblea General de las Naciones Unidas, en su Resolución 44/46, respaldó las actividades del Programa de Aplicaciones Espaciales de Naciones Unidas para 1990. Como parte de estas actividades, las Naciones Unidas y la Agencia Espacial Europea, en cooperación con el Gobierno de Brasil, están organizando un Taller de Tecnología de Percepción Remota de Microondas, para beneficio de profesionales de países miembros de la Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL/ECLAC). El Taller se realizará en las dependencias del Instituto de Pesquisas Espaciais (INPE) de Brasil.

OBJETIVOS

Los objetivos de este Taller son exponer a los participantes los actuales y futuros Sistemas de Percepción Remota de Microondas, incluyendo la adquisición, procesamiento, archivo y aplicaciones de la información generada por tales sistemas. El Taller examinará vías por las cuales las agencias planificadoras y administradoras de recursos de la región (CEPAL) pueden prepararse para hacer uso de los Sistemas Espaciales de Microondas que serán lanzados en los próximos cinco a diez años. Se dará énfasis a la aplicación de la tecnología a problemas de desarrollo económico y también se considerarán asuntos de infraestructura de apoyo técnico para adquisición y procesamiento de la información.

PROGRAMA GENERAL DEL TALLER

Se incluirán los siguientes temas:

- Revisión de los Sistemas de Percepción Remota de

Microondas y sus capacidades.

- Adquisición y procesamiento de la información de microonda.
- Aplicaciones de los datos de microonda a Recursos Naturales Terrestres.
- Aplicación de los Datos de Microonda a Recursos Marinos.
- Aplicaciones Oceanográficas y Climáticas de la Información de Microonda.
- Actuales y futuros Sistemas Sensores de Microonda.

PARTICIPACION

Las personas interesadas en participar deberán tener un Grado Universitario relacionado con Cartografía, Administración de Recursos Naturales (Terrestres o Marinos), Meteorología o Sistemas de Ingeniería. Deberán tener experiencia en estos campos y se dará énfasis a personas que estén o vayan a trabajar en Programas que se benefician de la Tecnología de Microondas. **El idioma de trabajo será el inglés.**

Los participantes serán seleccionados de entre los candidatos nominados y respaldados por organizaciones pertenecientes a la Región de la CEPAL. Existirán posibilidades de becas parciales o totales, en forma limitada, que cubra pasajes aéreos y estadía. Deberán enviarse solicitudes de participación, con dos copias, a través del Representante de Naciones Unidas para el Programa del Desarrollo (UNDP) en cada país. Estas solicitudes deberán llegar antes del 30 de Septiembre de 1990 a las oficinas del **Experto de Naciones Unidas en Aplicaciones Espaciales**, ubicadas en "United Nations Headquarters, Room S-3260A, New York, N.Y. 10017, U.S.A."

PRIMER CONGRESO LATINOAMERICANO DE MANEJO DE CUENCAS HIDROGRAFICAS

21-26 OCTUBRE 1990. CONCEPCION, CHILE

UNIVERSIDAD DE CONCEPCION, TEL: (056-41) 242465, TLX: 260004 TEUCO CL, FAX: (056-41) 242546.

ORGANIZADO POR:



Red Latinoamericana de
Cooperación Técnica en
Manejo de Cuencas
Hidrográficas



ORGANIZACION DE LAS NACIONES UNIDAS
PARA LA AGRICULTURA Y LA ALIMENTACION
OFICINA REGIONAL PARA AMERICA LATINA
Y EL CARIBE

Ministerio de Agricultura de Chile,
Corporación Nacional Forestal



y con la colaboración de: CEPAL - BANCO MUNDIAL - UNESCO - BID - OEA - CATIE - Servicio Forestal, EE.UU.

VII CONGRESO NACIONAL Y REUNION HISPANO LATINOAMERICANA DE FOTOGRAMETRIA Y CIENCIAS AFINES

Entre el 17 y 21 de Septiembre 1990 se realizó en Mendoza (Argentina) el VII CONGRESO DE FOTOGRAMETRIA, junto con la Reunión HISPANO LATINOAMERICANA de la especialidad y que contempla además los temas de Percepción Remota dentro de la Comisión Séptima; estos eventos fueron organizados por la Dirección Provincial de Catastro y la Sociedad Argentina de Fotogrametría y Ciencias Afines.

Contó con el auspicio de SELPER y de la Sociedad Española de Cartografía, Fotogrametría y Teledetección (S.E.C.F. y T.), cuyos presidentes respectivos Ing. M. Sánchez Peña e Ing. Rodolfo Nuñez de la Cuevas formaron parte del Comité del Congreso.

Participaron especialistas de varios países Iberoamericanos: Chile con una numerosa delegación, Uruguay, Brasil, Ecuador, Bolivia y Argentina entre otros. Además estuvo presente una numerosa delegación de diferentes entidades y empresas de España. Participaron dos Vicepresidentes de la sociedad española S.E.C.F. y T., los Ingenieros Manuel Moya Rodríguez y Jaime Miranda i Canals, directivos de varias empresas, de la Universidad Politécnica de Madrid y de otras organizaciones.

SELPER concurrió con una importante delegación, presentó un stand dentro de la muestra, el cual fue muy visitado por los asistentes y además participó a través de sus asociados con numerosos trabajos sobre Percepción Remota. Entre ellos uno titulado "Estado de la Teledetección en la década del 90".

Fue una activa semana con las Conferencias

invitadas, presentaciones técnicas, trabajos en Comisiones y muestra técnico-comercial.

Nuestra sociedad SELPER, participó activamente en diferentes comisiones de trabajo en especial la N° 6 y la N° 7, esta última dedicada a temas de Percepción Remota.

Algunas de las conclusiones del congreso serán de importancia para continuar desarrollando y promoviendo las actividades, la capacitación y la enseñanza de la teledetección en Iberoamérica. A título de ejemplo la resolución 4 de las conclusiones dice: "Considerando:

- que la Percepción Remota ha demostrado ser una eficaz tecnología para la detección y manejo de los recursos naturales, con una buena relación costo-beneficio;

- que en esta década se dispondrá de información continuada con diferentes resoluciones y bandas espectrales, la cual podrá ser procesada en sistemas de bajo costo;

- que la cooperación internacional es necesaria con los países industrializados y entre países en desarrollo a nivel horizontal, existiendo en Iberoamérica organizaciones profesionales eficaces para promover tal cooperación: SE RECOMIENDA a las autoridades de los Gobiernos Provinciales y Nacionales, Centros de estudios profesionales y otras entidades oficiales o privadas

- 1) Apoyar y fomentar el crecimiento de Centros y Grupos de aplicaciones en Teledetección.

- 2) Utilizar y apoyar los organismos internacionales y en especial los regionales profesionales de Iberoamérica para que la cooperación internacional permita un desarrollo rápido de la teledetección y sus aplicaciones.



STAND DE SELPER EN EL CONGRESO



El Gobernador de Mendoza, Licenciado Octavio Bordón, en el Stand de SELPER, recibiendo un Diccionario SELPER.

CONFERENCIAS

Con el auspicio de la Sociedad IEEE-Argentina, la Sociedad de Especialistas Latinoamericanos de Percepción Remota (SELPER), organiza dos conferencias a cargo del Dr. Charles Bostater del "Center for Remote Sensing" de la Universidad de Delaware U.S.A.

Las mismas se desarrollarán en idioma inglés en el salón de SADE, Maipú 1, 2° Subsuelo, Capital Federal, Argentina. La asistencia será libre y gratuita.

Las fechas, horarios y tópicos de las mismas son:

Lunes 1 de Octubre, 16 horas.

CONTRIBUCION DE LA TELEOBSERVACION AL ESTUDIO DE ESTUARIOS Y MEDIO AMBIENTE COSTERO

Martes 2 de Octubre, 16 horas

PROCESAMIENTO DIGITAL DE DATOS DE SATELITE, SISTEMAS DE BAJO COSTO



UNIVERSIDAD NACIONAL DE LUJAN

Departamento de Ciencias Básicas

Cruce de rutas nacionales 5 y 7 - Luján (6700) Pcia. de Buenos Aires - ARGENTINA

Con el fin de reforzar las actividades de teledetección en la Universidad Nacional de Luján, se ha formado un grupo de especialistas en Sensores Remotos, los cuales reúnen una capacitación científico-académica, con experiencia en el análisis visual y en el procesamiento digital interactivo de imágenes satelitarias, aplicadas al monitoreo de los recursos naturales.

En el marco de la actividad docente, se desarrollan actividades ligadas tanto en la enseñanza de grado como de postgrado. En el primer caso, se ha puesto en marcha la Orientación en Teledetección dentro de la Licenciatura en Sistemas de Información. Asimismo la Asignatura Sensores Remotos forma parte de la curricula de las siguientes carreras: Ingeniería Agronómica, Licenciatura en Geografía, Profesorado Universitario en Geografía, Técnico Ambiental y Licenciatura en Ciencias Biológicas. Con respecto al nivel de postgrado, se dictan Cursos de Teledetección de corta y mediana duración, con aplicación a diversas disciplinas.

Las tres áreas de principal interés son:

1.- Área de Investigación: Tiene por objeto desarrollar proyectos relacionados con la evaluación de recursos naturales renovables, mediante técnicas de teledetección.

2.- Área de formación de recursos humanos: Tiene por objetivo intensificar la actividad docente relacionada principalmente a la enseñanza de postgrado, organizando y desarrollando cursos de corta y media duración.

3.- Área de Servicios: Tiene por objetivo prestar servicios, asistencia técnica y ejecutar trabajos solicitados por organismos, instituciones o particulares que necesiten apoyo en esta materia.

CARRERAS

- ADMINISTRACION DE EMPRESAS
- ANALISTA DE SISTEMAS
- CIENCIAS BIOLOGICAS
- CIENCIAS DE LA EDUCACION
- CONTADOR PUBLICO NACIONAL
- DEMOGRAFIA SOCIAL
- DESARROLLO SOCIAL
- GEOGRAFIA
- HISTORIA
- INGENIERIA AGRONOMICA
- INGENIERIA DE ALIMENTOS
- NIVEL INICIAL
- SISTEMAS DE INFORMACION

AREAS DE INVESTIGACION

- ACUICULTURA
- AVICULTURA
- ALIMENTOS
- ECOLOGIA
- ECONOMIA
- GEOGRAFIA
- HISTORIA
- NUTRICION
- TECNOLOGIA EDUCATIVA

- FITOPATOLOGIA
- DEMOGRAFIA
- MICROBIOLOGIA
- GERONTOLOGIA SOCIAL
- MICOTOXINAS
- INTELIGENCIA ARTIFICIAL
- TELEDETECCION

CURSO DE POSTGRADO

Percepción Remota Aplicada al Estudio de los Recursos Terrestres

LUGAR DE REALIZACION:

Departamento de Ciencias Básicas
Universidad Nacional de Luján
Cruce Rutas Nac. 5 y 7 (6700) Luján (B)

DURACION DEL CURSO: Todos los días Viernes a partir del 9 de Noviembre hasta el 7 de Diciembre de 1990.

HORARIO DE CLASES: de 9:00 a 18:00 hrs.

CARGA HORARIA: 40 horas.

AUSPICIA: SELPER

II ENCUENTRO NACIONAL EN PERCEPCION REMOTA SELPER - CHILE

LOS ANGELES - PROVINCIA DE BIO-BIO - CHILE
08 al 10 de NOV. de 1990

- Coordinador Regional SELPER - Chile
II Encuentro Nacional de Sensores Remotos

Casilla 555
Provincia de Bio-Bio - VIII Región
Los Angeles - Chile

MANAUS 90- BRASIL



VI SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO
INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON PRIMARY DATA ACQUISITION

El Presidente de SELPER junto al Presidente de la Sociedad Brasileira de Cartografia y el Presidente de la ISPRS (Internacional) Profesor Señor Kenner Torlegård

24th International Symposium on Remote Sensing of Environment Rio de Janeiro, Brazil • 27-31 May 1991



ISERIM

P.O. Box 8618
Ann Arbor, MI 48107-8618

Abstract Due Date: 10 December 1990 • Summary Due Date: 18 March 1991*

Final Manuscript Due Date: 15 April 1991

** Published summaries will be available for distribution at the Symposium.*

9th IAA MAN IN SPACE SYMPOSIUM



International Academy of Astronautics (IAA)
BP 1268-16
F-75766 Paris Cedex 16

CURSO INTERDISCIPLINARIO DE PERCEPCION REMOTA (CIPER)

Toulouse, Francia. Febrero 1990

PARA INFORMACIONES COMPLEMENTARIAS Y REGISTRO,
DIRIGIRSE AL:

GDTA

18 avenue Edouard Belin -
31055 Toulouse Cedex

(33) 61-27-42-90 ou (33) 61-27-42-88

Télex 531 081F

Téléfax: (33)-61-28-14-98

LIVING AND WORKING IN SPACE

**Köln, Nordrhein-Westfalen, Germany
June 17-21, 1991**

International Academy of Astronautics (IAA)

together with the International Astronautical Federation (IAF)
and the following German Institutions:

- German Space Agency (DARA)
- German Aerospace Research Establishment (DLR)
- German Society for Astronautics and Astronautics (DGLR)
and support of national Space Agencies

THE WORLD SPACE CONGRESS

WASHINGTON DC. AUGUST 28 - SEPTEMBER 9, 1992

29th Plenary Meeting of the Committee on Space Research • COSPAR
43rd Congress of the International Astronautical Federation • IAF

UNDER THE AUSPICES OF THE US NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES, NASA, AND AIAA
c/o American Institute of Aeronautics and Astronautics 370 L'Enfant Promenade, SW Washington, D.C. 20024-2518 USA

CENTRO DE LEVANTAMIENTOS INTEGRADOS DE RECURSOS NATURALES POR SENSORES REMOTOS

ESTACION TERRENA DEL COTOPAXI, ECUADOR

CLIRSEN

OFICINA DE QUITO

Edificio del Instituto Geográfico Militar, Cuarto Piso, Calle General Paz y Miño y Seniergues.
Teléfonos 520-905 y 545-090. Casilla Postal: 8216, Télex: 2775, CLIRSN - ED - FAX 5932 581066

UNIDAD DE COORDINACION DE GUAYAQUIL

Edificio del Ministerio de Agricultura y Ganadería. Teléfonos: 286-426 y 286-427 - Casilla Postal: 10247

ESTACION DEL COTOPAXI

Teléfonos: 581-062, 581-063 y 581-064

Presentación

A partir de la presente publicación, el CLIRSEN, organismo público de la República del Ecuador, pone a consideración de la comunidad científica nacional e internacional, las acciones que la institución viene desarrollando, particularmente en lo relacionado con la puesta en operación de la Estación del Cotopaxi para recepción y procesamiento de información de los satélites para estudios de recursos terrestres y oceanográficos: LANDSAT, SPOT Y ERS-1.

Por otra parte, en una visión resumida, se intenta presentar una serie de estudios técnicos, con la aplicación de productos satelitarios, varios de los cuales se han realizado en el país, cubriendo diferentes temas de investigación.

Nuestra aspiración es mantener el diálogo permanente entre organismos públicos y privados y ofrecer el mejor de los servicios a través de los productos de teledetección para el desarrollo de diferentes investigaciones sobre recursos naturales y el medio ambiente.

LA ESTACION DEL COTOPAXI

Es un proyecto que ejecuta el Gobierno de la República del Ecuador, a través del CLIRSEN, para recibir, procesar y distribuir información satelitaria, apta para efectuar estudios relacionados con los recursos naturales renovables y no renovables, oceanográficos, meteorológicos y del medio ambiente, de una amplia región latinoamericana, en un radio de acción de aproximadamente 2.500 kilómetros.

En una primera fase, la cual entrará en operación a partir de enero de 1990, esta Estación, receptorá información en tiempo real de los satélites norteamericanos LANDSAT-4 y 5 y del futuro LANDSAT 6, sensor Mapeador Temático (T.M.); del francés SPOT, sensor Alta Resolución en el Espectro Visible (H.R.V.) y del próximo satélite europeo ERS-1, a ser puesto en órbita el segundo semestre de 1990 sensor Radar de Apertura Sintética (SAR).



VOLCAN COTOPAXI (5.987 METROS)

Una segunda etapa prevé la recepción directa de información de los satélites meteorológicos y

oceanográficos GOES, TIROS y otros con fines investigativos sobre la corteza terrestre y la atmósfera.

La primera fase iniciada en 1987, se encuentra en plena ejecución, bajo un contrato suscrito entre el Gobierno Ecuatoriano y la Cia. MacDonald Dettwiler del Canadá. Luego de concluida la fase de integración "en fábrica" de los equipos, éstos han sido transportados desde el Canadá al sitio de la Estación, ubicada en la Provincia del Cotopaxi, a sesenta kilómetros al sur de la Ciudad de Quito.

CARACTERISTICAS GENERALES DE LA ESTACION

La Estación está dividida en tres grandes subsistemas, cada uno de ellos con igual importancia para el funcionamiento de la misma:

- Subsistema de Recepción.
- Subsistema de Grabación y Reproducción.
- Subsistema de Procesamiento de Datos.

SUBSISTEMA DE RECEPCION

Está compuesta por una antena de diez metros de diámetro y toda la electrónica (convertidor reductor), de moduladores, etc.), que hace posible la recepción de la señal enviada desde el satélite hacia la Tierra.

SUBSISTEMA DE GRABACION Y REPRODUCCION

Recoge la señal enviada por el subsistema de recepción para que, a través de sincronizadores de formatos específicos para cada sensor, sea posible grabar datos enviados desde los satélites, sobre las unidades de cassette, llamadas DCRSIS (DATA CASSETTE RECORDING SYSTEM INCREMENTAL), bajo un formato (escena x, escenas dentro de un PATH). Además de permitir este subsistema, la grabación de los datos enviados por el satélite también nos permite repetir estos datos a fin de poder procesarlos, o con sólo el propósito de verlos en un monitor que, para la visualización del pase, dispone el subsistema.

SUBSISTEMA DE PROCESAMIENTO DE DATOS

Permite procesar los datos grabados en los DCRSIS (cassettes de tecnología muy avanzada, capaces de



almacenar varios pases de satélites 45 Gbytes). Esta actividad de procesamiento comprende, según se solicite en el período de información del usuario, correcciones con otro tipo de precisión, a fin de poder elaborar productos distribuibles a los usuarios de datos de sensores remotos.

MONITOREO OPERACIONAL DEL USO DE LA TIERRA EN LA REGION AMAZONICA ECUATORIANA

Durante los últimos años, la Región Amazónica Ecuatoriana, ha sufrido una severa alteración ocasionada por la exploración y explotación petrolera que ha generado un importante sistema vial, propiciando asentamientos humanos y la expansión colonizadora.

Vastas zonas de gran potencial forestal no han sido debidamente aprovechadas, por el contrario, la colonización espontánea ha llevado a la destrucción del bosque natural y el uso indebido de los suelos.

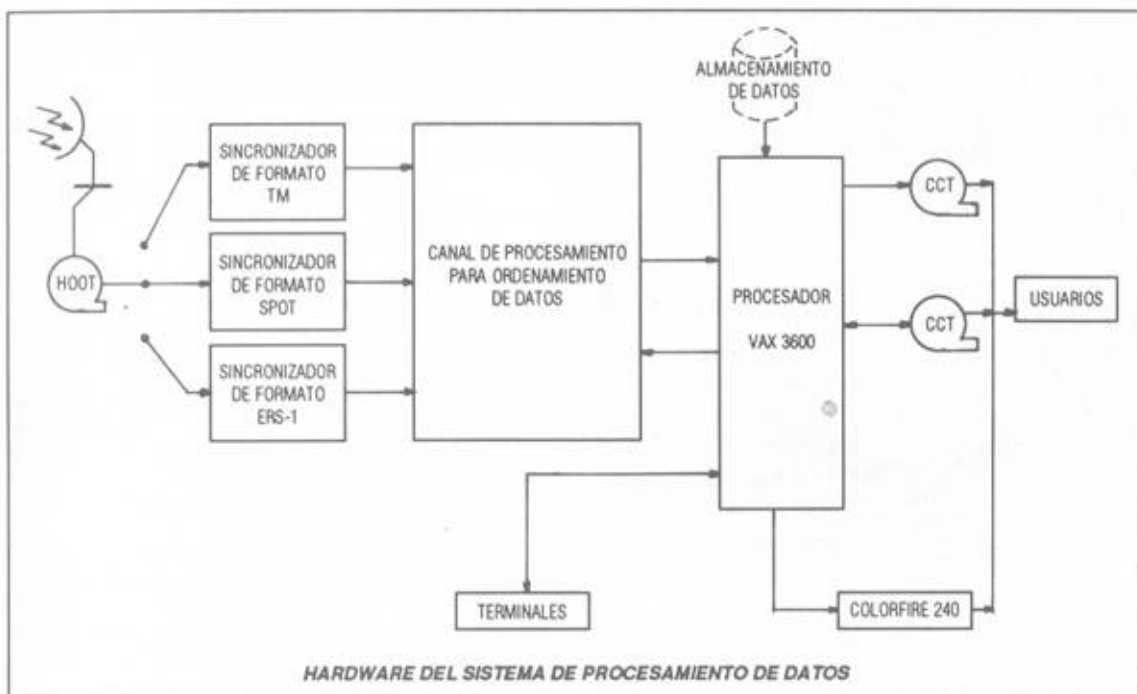
Estos cambios significativos no habían podido ser evaluados por la falta de información y por las dificultades de acceso a la región.

En base a estas consideraciones el CLIRSEN, en convenio con la FAO, llevaron adelante el estudio denominado "Monitoreo Operacional del Uso de la Tierra en la Región Amazónica Ecuatoriana", cuyos objetivos principales fueron la elaboración de una metodología de monitoreo en base a información satelitaria y la obtención de cartografía temática, relacionada con los procesos de deforestación.

Para el efecto se efectuó el análisis multitemporal y multispectral de tres imágenes del satélite LANDSAT, (MSS y TM), correspondientes a los años 1977, 1985 y 1986.



ESTACION DEL COTOPAXI



Se utilizaron los métodos de análisis visual y digital de las imágenes, obteniéndose como productos finales, mapas de cobertura y uso de la tierra a escalas 1: 100.000 y 1: 50.000, respectivamente.

Los resultados de este estudio han demostrado las ventajas del uso de la información satelitaria en regiones de difícil acceso y condiciones adversas, por las características de gran cobertura y multitemporalidad de la información.

"Acuicultura", orientada particularmente a la producción de camarones. Esta situación ha dado lugar a un proceso rápido de construcción de "piscinas", asentadas en su mayoría, dentro de áreas de bosque manglar, sin responder a un proceso racional de uso, provocando consecuentemente alteraciones en el ecosistema las cuales, si no se toman las precauciones del caso, pueden afectar las diferentes formas especiales de vida que se desarrollan en su medio, con repercusiones importantes en la economía y en la sociedad.

Con el propósito de conocer el estado actual de los bosques de manglar en el Ecuador, el CLIRSEN conjuntamente con la Dirección Nacional Forestal, realizó el estudio "Inventario de Manglares del Ecuador Continental", con la ayuda de productos de Percepción Remota.

Se utilizaron principalmente:

- Imágenes de RADAR de apertura sintética, en la banda X, para la diferenciación de la cobertura y distribución del manglar.
- Imágenes del satélite LANDSAT (TM), combinación coloreada de las bandas 1, 3 y 7 para discriminar los bosques adultos de los jóvenes y determinar las áreas potenciales de expansión de dichos bosques; y
- Fotografías aéreas infrarrojo, en blanco y negro.

Este estudio, constituye un primer trabajo de ayuda para la ubicación de nuevos sitios para la explotación camaronera y un diagnóstico de la situación actual de los bosques de manglar y áreas destinadas a piscinas de camarones, obtenida gracias a la visión sinóptica y regional de la información satelitaria, la cual ha permitido reducir además, tiempos y costos de operación.



**IMAGEN DIGITAL LANDSAT
AREA CON BOSQUE TROPICAL HUMEDO Y
MONOCULTIVO DE PALMA AFRICANA.**

INVENTARIO DE MANGLARES DEL ECUADOR CONTINENTAL

Al igual que en zonas costeras de diferentes países tropicales, el Ecuador ha incursionado en la



**IMAGEN POR RADAR:
DISTRIBUCION DE MANGLARES**

SEGUIMIENTO DEMOGRAFICO EN AREAS URBANAS. APLICACION EN LA CIUDAD DE QUITO

Las poblaciones urbanas, principalmente de los países en vías de desarrollo, generalmente presentan ritmos de crecimiento muy altos, complicando y modificando rápidamente la estructura de las ciudades.

Los métodos tradicionales para conocer la dinámica de las poblaciones urbanas, que se ejecutan a través de censos y encuestas, cartografía, etc., requieren de medios técnicos, financieros y humanos costosos, lo cual hace que se pueda disponer de información con una periodicidad inferior a diez años. Debe destacarse que en la explotación de los censos, los resultados obtenidos a menudo están desactualizados en el momento de su publicación.

Dentro del "Atlas Informatizado de Quito", proyecto ejecutado por el Instituto Geográfico Militar, el Instituto Panamericano de Geografía e Historia, el Ilustre Municipio de Quito y la ORSTOM, se ha desarrollado un método de colección de datos, rápido y a bajo costo, para la observación del comportamiento demográfico de la ciudad de Quito.

La herramienta básica constituye la imagen satelitaria (SPOT o LANDSAT TM), tanto como base de muestreo,

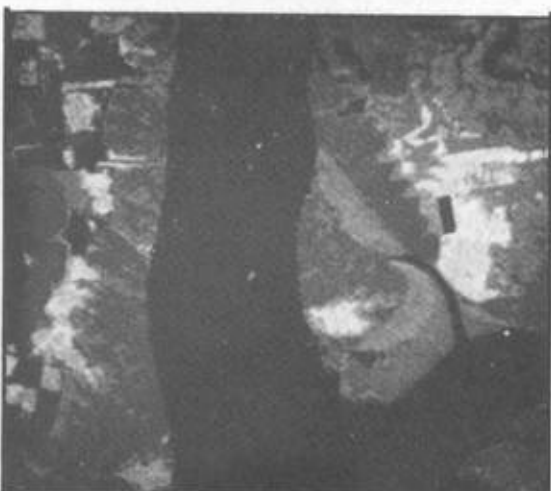
como para la explotación de la información morfológica relativa al medio urbano, para optimizar en plan de sondeo espacial aplicable a una encuesta demográfica.

El método de sondeo se fundamenta en dos criterios:

- El primero se basa en la definición de la unidad primaria de información (manzanas) y en la selección sistemática de éstas, lo que asegura una buena repartición espacial.
- El segundo criterio considera la distribución de unidades secundarias (edificios, viviendas).

La información satelitaria permite definir el trazado del límite urbano (área total de estudio) y la estratificación urbana, en base a la densidad de construcción. Esta información relacionada con datos de población, obtenida por consultas directas e investigaciones estadísticas, dió como consecuencia resultados altamente confiables (hubo una reducción de aproximadamente el 40% de errores inherentes a los sondeos convencionales).

En definitiva, la utilización de la información satelitaria ha permitido desarrollar un sistema de muestreo básico, eficiente y rápido para realizar una encuesta demográfica. Estudios como el de Quito, pueden ser aplicados en ciudades que no tienen a su disposición ninguno de los marcos de muestreo clásico.



**IMAGEN SATELITARIA LANDSAT (TM)
IDENTIFICACION DE TIPOS DE
BOSQUE DE MANGLAR**

NOTA:

Este artículo fue obtenido del Reporte Bimestral N° 1 de Octubre de 1989, editado por CLIRSEN. Las personas e instituciones interesadas en mantenerse actualizadas sobre las importantes actividades desarrolladas por CLIRSEN, pueden contactarse a las direcciones indicadas al comienzo de este artículo.

USO DE DADOS DE SATELITE PARA LEVANTAMENTO DE REFLORESTAMENTO

Pedro Hernandez Filho

Instituto de Pesquisas Espaciais - INPE
Caixa Postal 515-12201- São José dos Campos, SP, Brasil

Introdução

O Instituto de Pesquisas Espaciais (INPE) através do Departamento de Pesquisa e Aplicações (DPA) tem realizado pesquisas e desenvolvimento de metodologias de aplicação da técnica de sensoriamento remoto para fins de conhecimento dos recursos naturais, contando para isso, com um grupo de pesquisadores, especialistas em ciências da terra. Desde 1973, na área de vegetação têm sido realizados vários trabalhos com o propósito de melhor conhecer a cobertura vegetal natural e também reflorestamentos, com base em dados de satélite e aeronave complementados com observações no campo.

Uma das áreas que tem sido feito um estudo minucioso foi em reflorestamento, que apresenta estudos a nível de caracterização e mapeamento, a nível de gênero (*Pinus* e *Eucalyptus*), de idade e de densidade (degradação) e também, em inventário de madeira, utilizando o modelo de múltiplos estágios.

O setor de reflorestamento no Brasil representa um peso importante na economia do país, tornando-o no maior produtor mundial e exportador de papel e celulose proveniente de fibra curta de *Eucalyptus*.

1. REFLORESTAMENTO

A atividades do reflorestamento no Brasil praticamente teve sua efetivação no início deste século quando a Companhia Paulista de Estradas de Ferro, face a necessidade de provê-la de matéria prima para produzir dormentes, lenha e eletrificação de suas linhas. Nesta época, verificou-se que o reflorestamento com *Eucalyptus*, diante o seu crescimento rápido em relação as essências nativas, permitiu o seu incremento de forma muito expressiva no Estado de São Paulo e posteriormente também no Brasil. Durante vários anos fez-se uma investigação profunda sobre o comportamento de centenas de espécies de *Eucalyptus* quanto a sua adaptabilidade e o seu rendimento. Simultaneamente, verificou-se que a possibilidade de utilizá-lo para outras aplicações, tais como, produção de celulose e papel, carvão vegetal, postes, moirões, chapas, óleos, etc.

Ao longo da década de 60, a economia brasileira alcançou um elevado nível de industrialização e, em consequência da política de expansão e consolidação dos setores que demandam matéria - prima florestal, foram introduzidas modificações de vulto na estrutura governamental encarregada da formulação de política e administração dos recursos florestais (Siqueira, 1986).

Nesta época, a progressiva transformação da cobertura florestal no centro-sul do país em áreas destinadas a agricultura e pecuária, para atender à crescente exigência de produção de alimentos - para uma população em rápido processo de urbanização - fortaleceu a importância assumida pelo suprimento florestal (Siqueira 1986).

Durante muitos anos, a floresta de Araucária, situada na região sul e sudeste do Brasil, foi utilizada de forma expressiva, até a década de 50. Em decorrência da diminuição desta reserva florestal, em 1950 o Instituto Florestal do Estado de São Paulo, iniciou um estudo

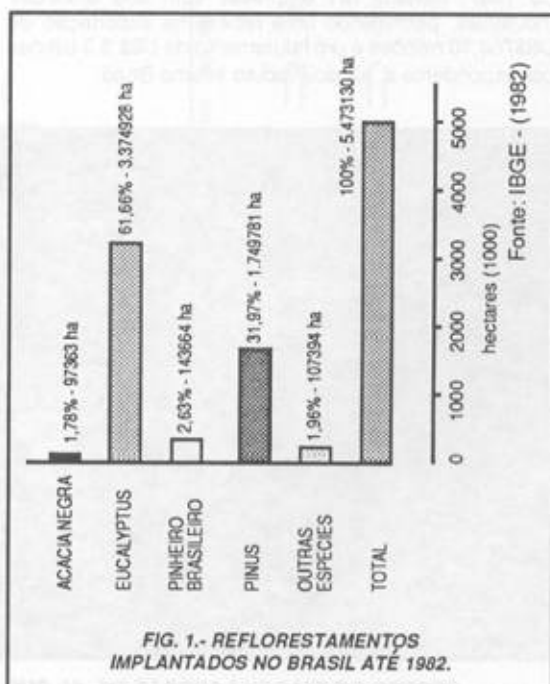


FIG. 1.- REFLORESTAMENTOS IMPLANTADOS NO BRASIL ATÉ 1982.

experimental com o gênero *Pinus*, com o objetivo de selecionar as espécies que apresentassem os melhores rendimentos e, com isto, substituir o Pinheiro Brasileiro nas regiões de consumo desta matéria-prima.

Em decorrência dessa nova realidade florestal, criou-se em 1965, um Código Florestal e em 1966 promulgou-se a política de incentivos fiscais ao reflorestamento. Em 1967, criou-se o Instituto Brasileiro de Desenvolvimento Florestal objetivando a promoção de ações do poder público para formular, coordenar e executar, a nível nacional a utilização racional e preservação dos recursos naturais renováveis.

A partir destas medidas, a área de reflorestamento no Brasil aumentou significativamente, principalmente, na região sul e sudeste. Em 1982, o total de áreas reflorestadas era de 5.473.130,00, com uma predominância dos gêneros *Pinus* e *Eucalyptus* (Figura 1).

Nesta época, havia uma concentração de reflorestamentos de *Pinus* e *Eucalyptus* nas regiões sudeste (56%) e sul (25%) de um total de 5.124.337ha (Tabela 1 e Figura 2).

Uma parte do reflorestamento é direcionada para a produção de celulose e papel, predominantemente de *Pinus* e *Eucalyptus*, com a finalidade de atender a demanda interna externa destes produtos.

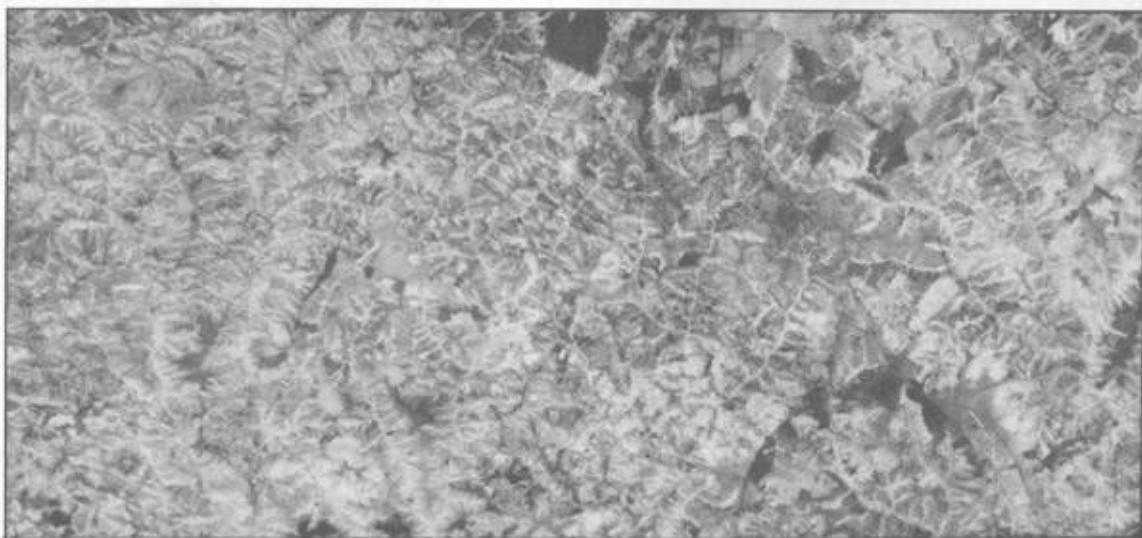
Na Tabela 1, verifica-se que em 1988, o Brasil apresentava reflorestamentos com *Pinus* (451.684ha) e *Eucalyptus* (647.327ha) distribuídos por 12 unidades da federação.

Os reflorestamentos de *Eucalyptus* tinham maior ocorrência nos Estados de São Paulo (260.131ha), Minas Gerais (98.248ha), Bahia (92.699ha) e Espírito Santo (87.029ha), sendo que as áreas reflorestadas com *Pinus* apresentavam-se mais expressivamente nos Estados do Paraná (146.985ha), Santa Catarina (120.000ha) e Amapá (79.251ha).

O setor de celulosa e papel representa um segmento importante para a economia do Brasil, sendo que no ano de 1987, haviam 191 empresas com 236 unidades industriais, permitindo uma receita na exportação de US\$764,10 milhões e um faturamento de US\$ 3,3 bilhões correspondente a 1,2 do Produto Interno Bruto.

TABELA 1
REFLORESTAMENTOS EXISTENTES ATÉ 1982
POR REGIÕES E UNIDADE DE FEDERAÇÃO

	EUCALYPTUS	PINUS	TOTAL
RONDÔNIA	66	191	257
RORAIMA	200	-	200
PARÁ	23264	27727	51351
AMAPÁ	38	37032	37070
REGIÃO NORTE	23928	64950	88878
MARANHÃO	2664	3429	6093
R. GRANDE DO NORTE	89	4	93
PARAÍBA	171	5	176
PERNAMBUCO	7277	-	7277
ALAGOAS	382	-	382
SERGIPE	898	1	899
BAHIA	120000	194052	314052
REGIÃO NORDESTE	131481	197491	328972
MINAS GERAIS	1479525	200277	1679802
ESPIRITO SANTO	149230	3642	152872
RIO DE JANEIRO	28143	1088	29231
SÃO PAULO	728093	266302	994395
REGIÃO LESTE	2384991	471309	2856300
PARANÁ	88446	534247	622693
SANTA CATARINA	49599	275274	324873
R. GRANDE DO SUL	201349	123905	325254
REGIÃO SUL	339394	933426	1272820
MATO GROSSO DO SUL	406810	68610	475420
MATO GROSSO	4232	961	5193
GOIÁS	67994	7891	75885
DISTRITO FEDERAL	15526	5343	20869
REGIÃO CENTRO OESTE	494562	82805	577367
TOTAL	3374356	1749981	5124337



SECTOR DE IMAGEN LANDSAT TM, AL SUR DE BRASILIA, BRASIL. (Fuente: INPE / BRASIL).

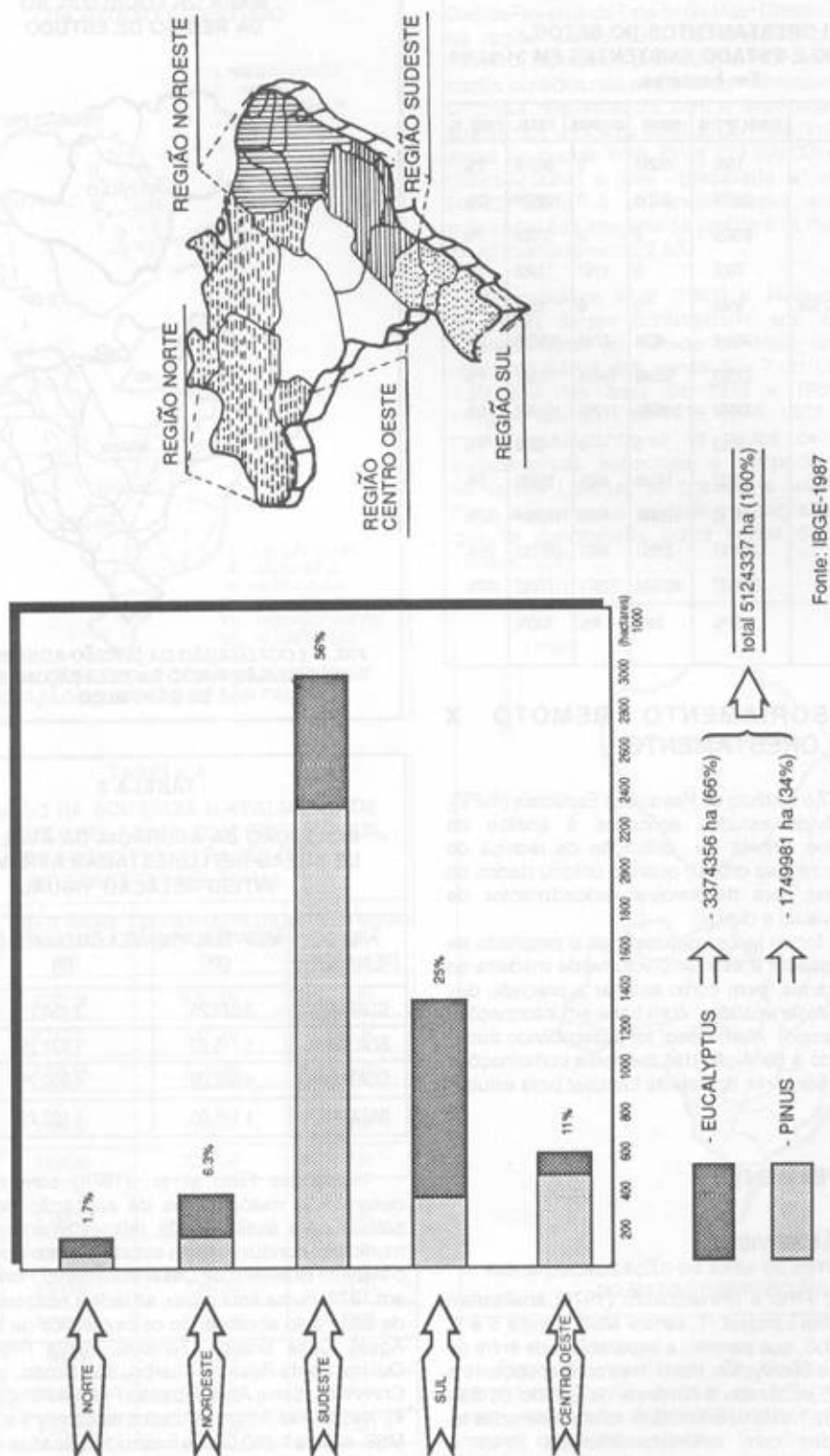


FIG. 2. - REFORESTAMENTO POR GÊNERO E REGIÃO DO BRASIL ATÉ 1982

TABELA 2

REFLORESTAMENTOS DO SETOR,
POR GÊNERO E ESTADO EXISTENTES EM 31/12/88
Em hectares.

ESTADO	EUCALYPTUS	PINUS	OUTROS	TOTAL	PART. %
AMAPÁ	1665	79251	0	80916	7%
BAHIA	92699	28235	0	120934	10%
ESPÍRITO SANTO	87029	0	0	87029	7%
MARANHÃO	7801	0	4167	11968	1%
MATO GROSSO DO SUL	8589	0	0	8589	1%
MINAS GERAIS	98248	4034	2788	105070	9%
PARÁ	22529	35348	20474	78351	7%
PARANÁ	33662	146985	11260	191907	16%
RIO DE JANEIRO	6812	0	0	6812	1%
RIO GRANDE DO SUL	40432	14346	4821	59599	5%
SANTA CATARINA	14730	120494	4600	139824	12%
SÃO PAULO	260131	22991	3861	286983	24%
BRASIL	674327	451684	51971	1177982	100%
PART. %	57%	38%	4%	100%	

2. SENSORIAMENTO REMOTO X REFLORESTAMENTO

Desde 1977 o Instituto de Pesquisas Espaciais (INPE), tem desenvolvido estudos aplicados à análise de reflorestamentos através da utilização da técnica do sensoriamento remoto orbital, quando utilizou dados do satélite Landsat para desenvolver procedimentos de interpretação visual e digital.

Com isso, foram feitos estudos com o propósito de caracterizar, mapear e estimar o volume de madeira de áreas reflorestadas, bem como estimar a precisão das metodologias desenvolvidas, com base em informações colhidas no campo. Além disso, foi desenvolvido trabalhos objetivando a definição das melhores combinações de bandas de sensores do satélite Landsat para estudar reflorestamento.

2.1- MAPEAMENTO

2.1.1- ANÁLISE VISUAL

Hernandez Filho e Shimabukuro (1978) analisaram dados do satélite Landsat -1, sensor MSS, canais 5 e 7, escala 1:250.000, que permitiu a separabilidade entre os gêneros Pinus e Eucalyptus, numa área correspondente a 36.608.00Km², localizada a nordeste de Estado do São Paulo (Figura 3). Nesta oportunidade foram estimadas as áreas ocupadas com reflorestamento de Pinus e Eucalyptus bem como a diferença relativa dos resultados encontrados e os observados no campo, selecionado para essa finalidade, 4 áreas de treinamento (Tabela 3).

MAPA DA LOCALIZAÇÃO
DA REGIÃO DE ESTUDO

FIG. 3- LOCALIZAÇÃO DA DIVISÃO ADMINISTRATIVA
DE RIBEIRÃO PRETO EM RELAÇÃO AO ESTADO
DE SÃO PAULO.

TABELA 3

INDICAÇÃO DA ACURÁCIA DA AVALIAÇÃO
DE ÁREAS REFLORESTADAS ATRAVÉS DA
INTERPRETAÇÃO VISUAL

ÁREA DE TREINAMENTO	ÁREA "REAL" (ha) (A)	ÁREA CALCULADA (ha) (B)	(B-A)100 A
GUARANI	3.075,25	3.456,25	+12,21
BOA SORTE	1.775,00	1.931,25	+ 8,80
GUATAPARÁ	4.652,00	4.956,25	+ 6,54
BATATAIS	1.135,00	1.193,75	+ 5,18

Hernandez Filho et al., (1978) com o intuito de desenvolver metodologias de aplicação de dados do satélite para avaliação de reflorestamento, a nível de município, conduziram um estudo promovido pelo INPE e o Instituto Brasileiro de Desenvolvimento Florestal (IBDF), em 1978, numa área piloto, situada a nordeste do Estado de São Paulo abrangendo os municípios de Mogi Graçu, Aguai, Casa Branca, Tambau, Santa Rita do Passa Quatro, Santa Rosa do Viterbo, São Simão, Luiz Antonio, Cravinhos, Serra Azul, Ribeirão Preto e Altinópolis (Figura 4). Nesta área, foram utilizados os canais 5 e 7 do sensor MSS, escala 1:250.000, e foram identificadas e mapeadas as áreas reflorestadas com Pinus e Eucalyptus, em cada município, bem como a diferença relativa destes resultados e os dados de campo (Tabela 4).

MAPA DA LOCALIZAÇÃO DA REGIÃO DE ESTUDO



FIG. 4- LOCALIZAÇÃO DOS 12 MUNICÍPIOS EM RELAÇÃO DO ESTADO DE SÃO PAULO.

TABELA 4

INDICAÇÃO DA ACURÁCIA E AVALIAÇÃO DE ÁREAS REFORESTADAS COM EUCALYPTUS, POR MUNICÍPIO, ATRAVÉS DA INTERPRETAÇÃO VISUAL

MUNICÍPIO	ÁREA DE VERDADE TERRESTRE (ha)	ÁREA DE EUCALYPTUS DA INTERPRETAÇÃO VISUAL (ha)	DIFERENÇA RELATIVA (%)
Mogi-Guaçu	9.182,18	9.322,00	+1,52
Aguaí	2.313,22	2.437,50	+5,37
Casa Branca	8.696,68	9.236,00	+6,20
Santa Rosa do Viterbo	1.339,57	1.387,50	+3,58
Tambaú	2.030,43	2.087,50	+2,81
Santa Rita do Passa Quatro	8.139,36	8.287,50	+1,82
São Simão	9.688,50	9.404,75	-2,93
Luiz Antonio	2.800,40	2.937,50	+4,90
Serra Azul	2.787,74	3.150,00	+12,99
Cravinhos	500,00	543,75	+8,75
Altinópolis	7.155,34	7.256,25	+1,41
Ribeirão Preto	4.233,75	4.387,50	+1,21

Hernandez Filho et al (1980) conduziram um estudo sobre reflorestamento a nível de propriedade rural,

utilizando dados do satélite Landsat, sensor MSS, canais 5 e 7, escala 1:250.000, numa área correspondente ao Distrito Florestal do Estado do Mato Grosso do Sul, situado na região centro-oeste do Brasil. (Figura 5). Neste trabalho, promovido pelo INPE e IBDF, foram levantados dados contidos nos projetos de reflorestamento de cada empresa reflorestadora com a finalidade de auxiliar a análise dos dados do satélite. Com isto, foram mapeadas áreas ocupadas com Pinus (13.593,00ha), Eucalyptus (229.532,00ha) e área preparada ao reflorestamento (48.827,50ha). A diferença relativa entre as áreas mapeadas nas imagens de satélite e os dados de campo foi aproximadamente 2,5%.

Shimabukuro et al (1981) e Hernandez Filho et al (1982) deram continuidade aos estudos sobre reflorestamento no Estado do Mato Grosso do Sul, utilizando dados dos canais 5 e 7 do Landsat, escala 1:250.000 dos anos de 1979 e 1980, e também imagens dos anos de 1975, 1976, 1977 e 1978. Deste modo considerando-se os dados de campo e as características espectrais e temporais dos dados do satélite Landsat, foi possível a separabilidade de Pinus e Eucalyptus, a idade e a degradação do plantio que foi denominada como Índice de Exposição do Terreno (IET).



FIG. 5- LOCALIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO (ESTADO DO MATO GROSSO DO SUL)

Figura 6. As classes de idade 0 e 1 não foi considerado o IET porque o reflorestamento com esta idade não cobriu totalmente o solo. Considerando o gênero, idade e IET, foi possível uma legenda com 54 classes de reflorestamento. O total da área reflorestada em ha, por classe, é apresentado na Tabela 5.

CLASSIFICAÇÃO DO REFLORESTAMENTO

N X Z

IDADE

ESPÉCIE

EXP DO SOLO

0 - Área preparada para REFLORESTAMENTO

1 - 0 a 1 ANO

2 - 1 a 2 ANOS

3 - 2 a 3 ANOS

4 - 3 a 4 ANOS

5 - 4 a 5 ANOS

6 - > 5 ANOS

E - EUCALYPTUS SPR

P - PINUS SPP

A - 0 a 20 %

B - 20 a 40 %

C - 40 a 60 %

D - 60 a 80 %

E - 80 a 100 %

FIG. 6- CLASSES DO REFLORESTAMENTO POR GÊNERO, IDADE E ÍNDICE DE ESPOSIÇÃO DO TERRENO.

TABELA 5

ÁREA (HA) POR CLASSE DE IDADE DE
REFLORESTAMENTO NO ESTADO DO MATO
GROSSO DO SUL

CLASSE	ÁREA TOTAL POR CLASSE (ha)	% POR CLASSE EM RELAÇÃO À ÁREA TOTAL	ÁREA TOTAL POR CLASSE DE IDADE (ha)	% DAS CLASSES DE IDADE EM RELAÇÃO À ÁREA TOTAL
0 E	14.475,00	3,64	14.475,00	3,64
1 E	50.906,25	12,83	50.906,25	12,83
2 E A	53.800,00	13,55	59.831,25	15,07
2 E B	1.700,00	0,43		
2 E C	1.056,25	0,27		
2 E D	3.106,25	0,78		
2 E E	168,75	0,04		
3 E A	31.500,00	7,94	44.112,50	11,12
3 E B	3.931,25	1,00		
3 E C	4.831,25	1,22		
3 E D	2.443,75	0,61		
3 E E	1.406,25	0,35		
4 E A	54.181,25	13,65	73.143,75	18,43
4 E B	8.568,75	2,16		
4 E C	5.956,25	1,5		
4 E D	2.768,75	0,70		
4 E E	1.668,75	0,42		
5 E A	44.393,75	11,18	66.118,75	16,66
5 E B	7.568,75	1,91		
5 E C	6.318,75	1,60		
5 E D	5.568,75	1,40		
5 E E	2.268,75	0,57		
6 E A	20.512,50	5,17	46.568,75	11,73
6 E B	2.412,50	0,61		
6 E C	5.306,25	1,34		
6 E D	8.637,50	2,17		
6 E E	9.700,00	2,44		
0 P	6.675,00	1,68	6.675,00	1,68
1 P	10.262,50	2,59	10.262,50	2,59
2 P A	87,50	0,02	10.968,75	2,76
2 P C	993,75	0,25		
2 P E	9.887,50	2,49		
3 P A	256,25	0,07		
3 P B	75,00	0,02		
3 P C	1.843,75	0,46	2.575,00	0,65
3 P D	112,50	0,03		
3 P E	287,50	0,07		
4 P A	1.487,50	0,37		
4 P B	562,50	0,14		
4 P C	1.562,50	0,40	5.931,25	1,49
4 P D	1.556,25	0,39		
4 P E	762,50	0,19		
5 P A	1.137,50	0,29		
5 P C	237,50	0,06		
5 P D	625,00	0,16	2.537,50	0,64
5 P E	537,50	0,13		
6 P A	2.637,50	0,67		
6 P E	168,75	0,04		
TOTAL	306.912,50	—	306.912,50	—

Novaes et al., 1988 utilizaram imagens TM Landsat, canais 3 e 4, escala 1:100.000, com finalidade de mapear as áreas ocupadas com Pinus e Eucalyptus por departamento (Unidade Federativa) do Uruguai (Figura 7). Os resultados do mapeamento foram apresentados em cartas topográficas na escala 1:100.000. Posteriormente, foi feita a estimativa da precisão de interpretação a fórmula proposta por Kalensky (1976). Desta forma, foram, calculadas:

a) precisão de interpretação geral (K%)

$$K(\%) = (\Sigma N_i / N) \times 100 \quad (3.1)$$

onde,

ΣN_i = número total de pontos classificados corretamente em todas as classes;

N = número total de pontos observados no campo para todas as classes;

b) precisão de mapeamento da classe i (M_i%)

$$M_i(\%) = \frac{N_i}{N_i + E_i} \cdot 100 \quad (3.2)$$

onde,

N_i = número de pontos classificados corretamente para a classe i;

E_i = número de pontos classificados incorretamente na classe i;

c) precisão de mapeamento geral (M%)

$$M(\%) = \frac{\Sigma W M_i}{\Sigma W_i} \cdot 100 \quad (3.3)$$

onde

$$W_i = \frac{N_i}{n_i} = \text{peso da classe } i; \quad (3.4)$$

d) precisão de interpretação de classe i;

$$P_i = \frac{N_i}{n_i} \quad (3.5)$$

onde,

N_i = número de pontos classificados corretamente na classe i;



n_i = número total de pontos da classe i ;

Desta forma, foi possível estabelecer a matriz de confusão de interpretação (Tabela 6).

TABELA 6						
MATRIZ DE CONFUSAO PARA ANÁLISE DE PRECISÃO DE CLASSES DE INTERPRETAÇÃO						
CLASSE			VERIFICAÇÃO DE CAMPO			
			PINUS	EUCALYPTUS	FLORESTA NATURAL	OUTROS
INTERPRETAÇÃO DA IMAGEM	PINUS		267	2	0	0
	EUCALYPTUS		49	276	0	1
	FLORESTA NATURAL		0	0	69	6
	OUTROS		8	11	7	197
	TOTAL	NUMERO	324	289	76	204
		%	36,3	32,4	8,5	22,8
ERRO DE COMISSÃO		NUMERO	2	50	6	26
		%	0,7	15,3	8,0	11,7
ERRO DE OMISSÃO		NUMERO	57	13	7	7
		%	17,6	4,5	9,2	3,4
PRECISÃO DE INTERPRETAÇÃO			82,4	95,5	90,8	96,6
PRECISAO DE MAPEAMENTO			81,9	81,4	84,2	85,7
PRECISÃO DE INTERPRETAÇÃO GERAL (%)						90,6
PRECISÃO DE MAPEAMENTO GERAL (%)						83,3

Finalmente, foram estimadas as áreas ocupadas pela vegetação natural e reflorestamento em cada departamento do Uruguai (Tabela 7).

TABELA 7
ÁREA (HA) OCUPADA POR PINUS E EUCALYPTUS NO URUGUAI

PINUS (ha)	EUCALYPTUS (ha)	TOTAL (ha)
19.884	103.783	123.667
0,1%	0,6%	0,7%

Hernandez Filho et al (1988), realizaram um estudo no município de Mogi-Guaçu-SP (Figura 8), com a finalidade de avaliar o desempenho dos dados MSS e TM/Landsat e HRV/SPOT, na classificação de reflorestamento a nível de gênero (Pinus e Eucalyptus). No resultado deste trabalho, foram feitas estimativas de precisão de classificação e de mapeamento, conforme o modelo proposto por Kalensky e Wightman (1976). Desta forma, foram calculadas:

- a) precisão de classificação da classe i (p_i)

$$p_i (\%) = \frac{T_i}{t_i} \quad (3.6)$$

onde,

T_i = número de pontos classificados corretamente na classe i ;

t_i = número total de pontos da classe i ;

- b) precisão de classificação geral (K)

$$K(\%) = \frac{\sum N_i}{N} \cdot 100 \quad (3.7)$$

onde,

$\sum N_i$ = número de pontos classificados corretamente em todas as classes;

N = número total de pontos de todas as classes;

- c) precisão de mapeamento de classe i (M_i)

$$M_i (\%) = \frac{N_i}{N_i + E_i} \cdot 100 \quad (3.8)$$

onde,

N_i = número de pontos classificados corretamente na classe i ;

E_i = número de pontos classificados incorretamente na classe i (soma dos erros de inclusão e omissão).

- d) precisão de mapeamento geral ($M\%$)

$$M (\%) = \frac{\sum W_i M_i}{\sum W_i} \cdot 100 \quad (3.9)$$

onde,

W_i = peso da classe;

- e) peso da classe (W_i)

$$W_i = \frac{N_i}{N} \quad (3.10)$$

Desta forma, foi possível obter o resultado mostrado na Tabela 8.

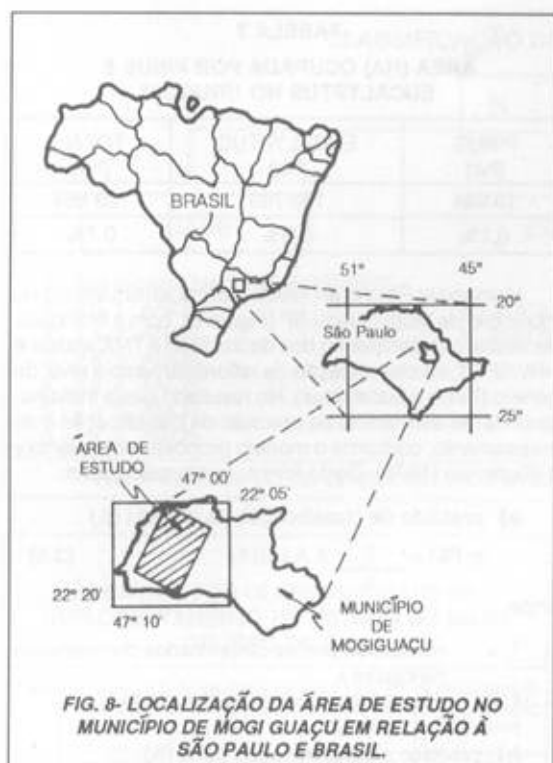


TABELA 8
PRECISÃO DE INTERPRETAÇÃO E
MAPEAMENTO PELO MÉTODO VISUAL

CLASSE	SPOT-HRV		LANDSAT-MSS		LANDSAT-TM	
	PtG %	PMG %	PtG %	PMG %	PtG %	PMG %
Pinus - 1	96,7	86,6	85,0	80,9	96,7	82,8
Pinus - 2	95,0	93,4	96,7	85,2	90,0	88,5
Euca	95,0	90,5	95,0	90,5	95,0	90,5
Outros	86,7	80,0	95,0	90,5	86,7	80,0
Geral	93,3	87,8	92,9	86,9	92,1	85,5
Pinus	98,3	94,4	99,1	98,3	98,3	94,4
Euca	95,0	90,5	95,0	90,5	95,0	90,5
Outros	86,7	80,0	95,0	90,5	86,7	80,0
Geral	94,6	90,1	97,1	94,5	94,6	90,1

PtG = precisão de interpretação geral (%)
PMG = precisão de mapeamento geral (%).

2.1.2- ANÁLISE DIGITAL

Hernandez Filho e Shimabukuro (1978), analisaram imagens MSS/Landsat, canais 4, 5, 6, e 7 correspondentes a seis áreas de treinamento que apresentavam áreas reflorestadas, denominadas Mogi-Guaçu, Batatais, Itirapina, Prudente, Guataporã e Camaquã (Figura 9). Foi utilizado o sistema I-100 (G. E., 1975), como analisador de imagens multiespectrais, onde cada área de treinamento foi ampliada para a escala 1:82.000, correspondente a uma área de 457,6Km². Foi utilizado um procedimento de análise digital denominado método paralelepípedo para proceder a classificação. Em decorrência desse estudo, foi criada uma legenda considerando as espécies e a idade e que foram denominadas de PE (Pinus Elliottii), Pt (Pinus Taeda), E_j (Eucalyptus jovem < 2 anos de idade), E_a (Eucalyptus adulto > 2 anos de idade).

Posteriormente, foram calculadas as porcentagens de classificação correta em uma parte da área de treinamento, denominada de área teste, da seguinte forma:

a) Porcentagem de ocorrência da classe na área teste (PA)

$$PA = \frac{NA}{NT} \quad (3.11)$$

onde,

NA = número de pontos da classe na área teste;
NT = número total de pontos da área teste;

b) Porcentagem de classificação correta (Pa)

$$Pa = \frac{NC}{NA} \quad (3.12)$$

onde,

NC = número de pontos da classe classificados corretamente;

c) Porcentagem de erro de comissão (Pb)

$$Pb = \frac{NE}{NE - NA} \quad (3.13)$$

onde,

NE = número de pontos da classe classificados incorretamente como pertencente à classe.

Em cada área de teste, foram calculadas as porcentagens de classificação correta que foram para a classe E_j (61,04 a 95,12%), E_a (46,85 a 94,12%), PE (56,37 a 80,69%) e PT (26,65 a 81,63%).



Os resultados alcançados para a área de treinamento de Mogi-Guaçu são mostrados na Tabela 9.

TABELA 9
CÁLCULO DA PRECISÃO DA CLASSIFICAÇÃO DA
ÁREA TESTE DE MOGI-GUAÇU

CLASSE	PA (%)	Pa (%)	Pb (%)
PE	25,07	79,73	2,24
PT	3,40	54,93	0,16
E ₁	6,35	94,12	0,61
E ₂	33,02	66,26	4,99

Hernandez Filho et al (1978), estudaram uma região do Estado de São Paulo, localizada a nordeste do Estado de São Paulo, contendo 12 municípios (Figura 4) onde foram analisadas imagens em CCT's, canais 4, 5, 6 e 7 do MSS/Landsat, com a finalidade de classificar reflorestamentos de Pinus e Eucalyptus.

Utilizou-se o algoritmo de classificação "MAXVER" (Máxima Verossimilhança) para a classificação de 5 módulos da área de estudo, onde foram estimadas as áreas ocupadas por Eucalyptus (66.847ha e 13,55% de diferença relativa) e por Pinus (3.555,49ha e 7,62% de diferença relativa). Hernandez Filho et al (1980), estudaram áreas reflorestadas no Estado do Mato Grosso do Sul (Figura 5), onde foi realizada uma análise digital, utilizando o algoritmo de classificação "MAXVER" em cinco propriedades rurais pertencentes à cinco empresas reflorestadas (Itapeva, Transparaná, Estância, Vale do Rio Grande e Uniflora). As imagens foram ampliadas para as escalas 1:250.000 e 1:100.000 e classificadas em cinco desses denominados Eucalyptus, Eucalyptus Novo, Solo Preparado, Solo Exposto e Cerrado. Foram estimadas as acurácias da classificação da seguinte forma:

a) Porcentagem da classificação correta (PA)

$$PA (\%) = \frac{NA}{NT} \quad (3.14)$$

onde,

NA = número de pontos da classe na área teste;
NT = número total de pontos na área teste;

b) Porcentagem de classificação correta (Pa)

$$Pa (\%) = \frac{NC}{NA} \quad (3.15)$$

onde,

NC = número de pontos classificados corretamente;

c) Porcentagem de erro de inclusão (Pb)

$$Pb (\%) = \frac{NE}{NT - NA} \quad (3.16)$$

onde,

NE = número de pontos classificados incorretamente e pertencentes a classe;

Lee et al (1979), realizaram um estudo no município de Buri-SP, (Figura 10), utilizando o Sistema Interativo de Análise de Imagens Multiespectrais (I-100), para analisar digitalmente áreas reflorestadas com Araucária, Pinus e Eucalyptus. Para isso, a área foi ampliada 1:200.000, no vídeo do equipamento e realizada uma classificação utilizando o programa de aquisição de assinaturas denominada célula única (método paralelepípedo). Foi estimada a diferença relativa para as classes de reflorestamento Araucária (+4,24%), Pinus (-7,51%) e Eucalyptus (-32,07%).

Hernandez Filho et al (1988), realizaram um estudo no município de Mogi Guaçu-SP (Figura 8) para avaliar os reflorestamentos de Pinus e Eucalyptus, analisando digitalmente imagens MSS e TM/Landsat, através do Sistema de Tratamento de Imagens (SITIM). As áreas foram ampliadas para as escalas 1:100.000 (MSS) e 1:50.000 (TM), sendo classificada pelo método supervisionado de paralelepípedo (célula única) e também estimadas as precisões de classificações das classes através do mesmo procedimento utilizado no item 3.1.1, fórmula (3.6), (3.7), (3.8), (3.9) e (3.10). Assim, foi possível o estabelecimento da matriz de confusão de classificação mostrado na Tabela 10.

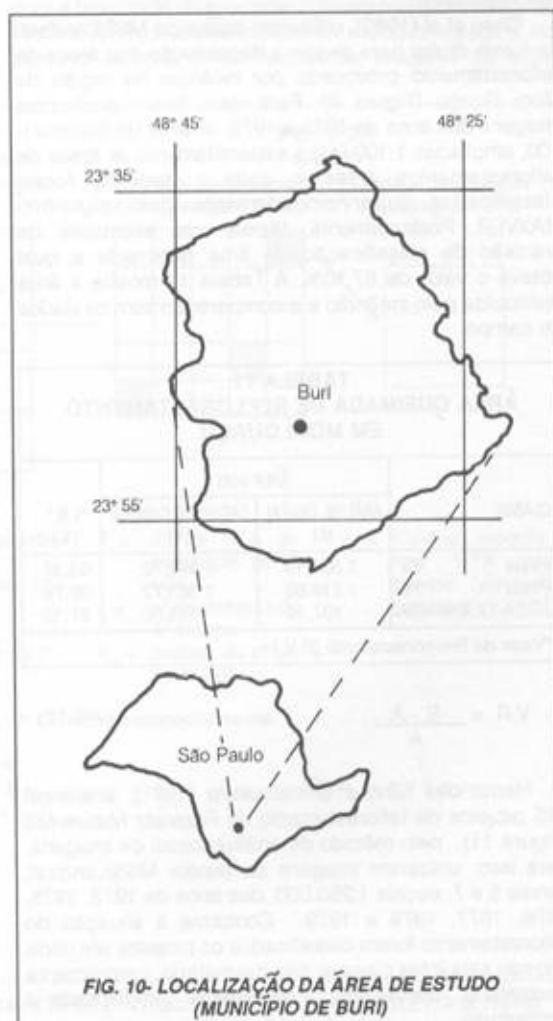


TABELA 10
PRECISÃO DE INTERPRETAÇÃO E MAPEAMENTO
PELO MÉTODO AUTOMÁTICO

CLASSE	LANDSAT-MSS		LANDSAT-TM	
	PIG %	PMG %	PIG %	PMG %
4 Classes	Pinus-1	91,7	68,7	93,3
	Pinus-2	65,0	58,2	48,3
	Euca	66,7	66,7	80,0
	Outros	98,3	73,7	96,7
	Geral	80,4	67,9	79,6
3 Classes	Pinus	95,0	89,7	98,3
	Euca	66,7	66,7	80,0
	Outros	98,3	73,7	96,7
	Geral	88,7	80,9	93,3

PIG = Precisão de interpretação geral (%).
PMG = Precisão de mapeamento geral (%).

2.2 MONITORAMENTO

Alguns trabalhos foram realizados com a finalidade de explorar a característica de repetitividade de obtenção de dados e assim proceder o monitoramento de áreas de reflorestamento.

Chen et al (1989), utilizaram dados do MSS/Landsat, na forma digital para avaliar a degradação das áreas de reflorestamento provocado por incêndio na região de Mogi Guaçu (Figura 8). Para isso, foram analisadas imagens dos anos de 1973 e 1975, através do Sistema I-100, ampliadas 1:100.000 e separadamente as áreas de reflorestamentos antes e após o incêndio foram classificadas supervisionadamente pelo algoritmo MAXVER. Posteriormente, fez-se uma estimativa da precisão de classificação da área queimada a qual obteve o valor de 87,10%. A Tabela 11 mostra a área distribuída pelo incêndio e a comparação com os dados de campo.

TABELA 11
ÁREA QUEIMADA DE REFORESTAMENTO
EM MOGI GUAÇU

CLASSE		ÁREA (HA)		V.R.* (%)
		ANÁLISE DIGITAL (A)	DADOS DE CAMPOS (B)	
Pinus	73	1.388,10	1.486,72	93,37
Pinus	75	1.319,80	1.363,72	96,78
ÁREA QUEIMADA		107,10	123,00	87,10

*Valor de Reconhecimento (R.V.)

$$V.R. = \frac{B - A}{A} \quad (3.17)$$

Hernandez Filho e Shimabukuro (1981), avaliaram 175 projetos de reflorestamento da Fazenda Mutum-MS (Figura 11), pelo método de análise visual de imagens. Para isso, utilizaram imagens do sensor MSS/Landsat, canais 5 e 7, escala 1:250.000, dos anos de 1973, 1975, 1976, 1977, 1978 e 1979. Conforme a situação do reflorestamento foram classificados os projetos em cada ano nas seguintes classes: não desmatado, parcialmente desmatado, desmatado, parcialmente implantado e implantado.



FIG. 11- LOCALIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO
(FAZENDA MUTUM-MS).

Hernandez Filho et al (1981), analisaram a evolução de áreas reflorestadas nos municípios de Ribeirão Preto, Altinópolis, Cravinhos, Serra Azul, Luiz Antônio, São Simão, Santa Rita do Passa Quatro e Santa Rosa de Viterbo (Figura 4).

Para isso, foram utilizadas imagens do MSS/Landsat dos anos de 1977 e 1979, canais 5 e 7, escala 1:250.000, onde foram mapeadas áreas de Pinus e Eucalyptus no período observado. Posteriormente, foi feita a estimativa de área que apresentou 37.776,00ha em 1977 e 38.003ha em 1979.

Lee et al (1989), utilizaram dados do sensor TM/Landsat, da região de Mogi Guaçu-SP (Figura 8) de 1986 e 1987 para avaliar as mudanças verificadas em áreas de reflorestamentos, analisando imagem temporal.

Após a ampliação para a escala 1:50.000, foi realizada uma análise digital em cada uma das filmagens, utilizando o classificador supervisionado (célula única) do Sistema I-100. Após o registro da imagem foi feita a análise de mudanças utilizando o programa intersecção de temas e comparados com dados de referência, gerados a partir de dados de campo (Tabela 12).

TABELA 12
TABELA DE CONTINGÊNCIAS DAS ÁREAS
CLASSES DE MUDANÇAS OCORRIDAS
EM ÁREAS REFORESTADAS

CLASSES 1987	PINUS	EUCALYPTUS	REFLORESTAMENTO CORTADO	TOTAL 1986
CLASSES 1986				
PINUS	1714,7	-	20,9	1735,6
EUCALYPTUS	-	1482,6	423,7	1906,3
REFLORESTAMENTO CORTADO	-	689,2	36,0	725,2
TOTAL 1987	1714,7	2171,8	480,6	4367,1

2.3 - INVENTÁRIO

Utilizando o modelo proposto por Langley (1975), alguns trabalhos foram realizados pelo grupo de floresta do INPE com a finalidade de estimar o volume de madeira de áreas reflorestadas, a nível regional, analisando simultaneamente imagens de satélite, fotografias de avião e dados de campo, conforme mostrado na Figura 12.

Hernandez Filho et al (1983), realizaram uma investigação em áreas de reflorestamento no município de Mogi Guaçu-SP (Figura 8), onde utilizando o método de inventário florestal em múltiplo estágios, com probabilidade proporcional a grandeza, estimaram a quantidade de volume de madeira. A nível orbital, foram analisadas imagens do MSS/Landsat, na forma de CCT, ampliadas para a escala 1:100.000 utilizando o algoritmo de classificação MAXVER, disponível no sistema 1-100. Foram definidas duas classes de Pinus e duas de Eucalyptus em função da idade e qualidade do plantio. Após o estabelecimento de uma grade de forma quadrada sobreposta no resultado da classificação, foram medidas as áreas ocupadas em cada quadrícula, onde após a análise estatística destes dados foram definidas as Unidades Primárias de Amostragem (UPA's). Estas unidades foram transferidas para as fotografias aéreas infravermelhas coloridas, escala 1:10.000, na forma de transparência positiva, onde foram sobrepostas uma grade de forma quadrada e verificado o número de

árvores em cada quadrícula, e assim, após uma análise estatística foram definidas as unidades secundárias de amostragem (USA's). Nestas fotografias, após uma análise em cada USA, também foram observados o número de árvores em cada quadrícula, definindo desta forma, as unidades terciárias de amostragem (UTA's), as quais foram medidas no campo o volume de madeira. Analisando os dados, simultaneamente, nos três estágios, foi possível estimar o volume total e médio das áreas reflorestadas (Tabela 13).

TABELA 13			
VOLUME DE MADEIRA TOTAL E MÉDIO DE CADA CLASSE			
CLASSE	VOLUME TOTAL (M³)	ÁREA TOTAL (HA)	VOLUME MÉDIO (M³/HA)
PINUS	287621,12	1810,48	164,39
EUC-1	206583,73	1402,15	147,33
EUC-2	15980,51	341,07	46,85

Hernandez Filho et al (1985), analisaram áreas reflorestadas no Estado do Mato Grosso do Sul (Figura 5), com a finalidade de proceder o inventário de madeira de Pinus e Eucalyptus pelo modelo em múltiplos estágios. No primeiro estágio, foram analisadas imagens do MSS/

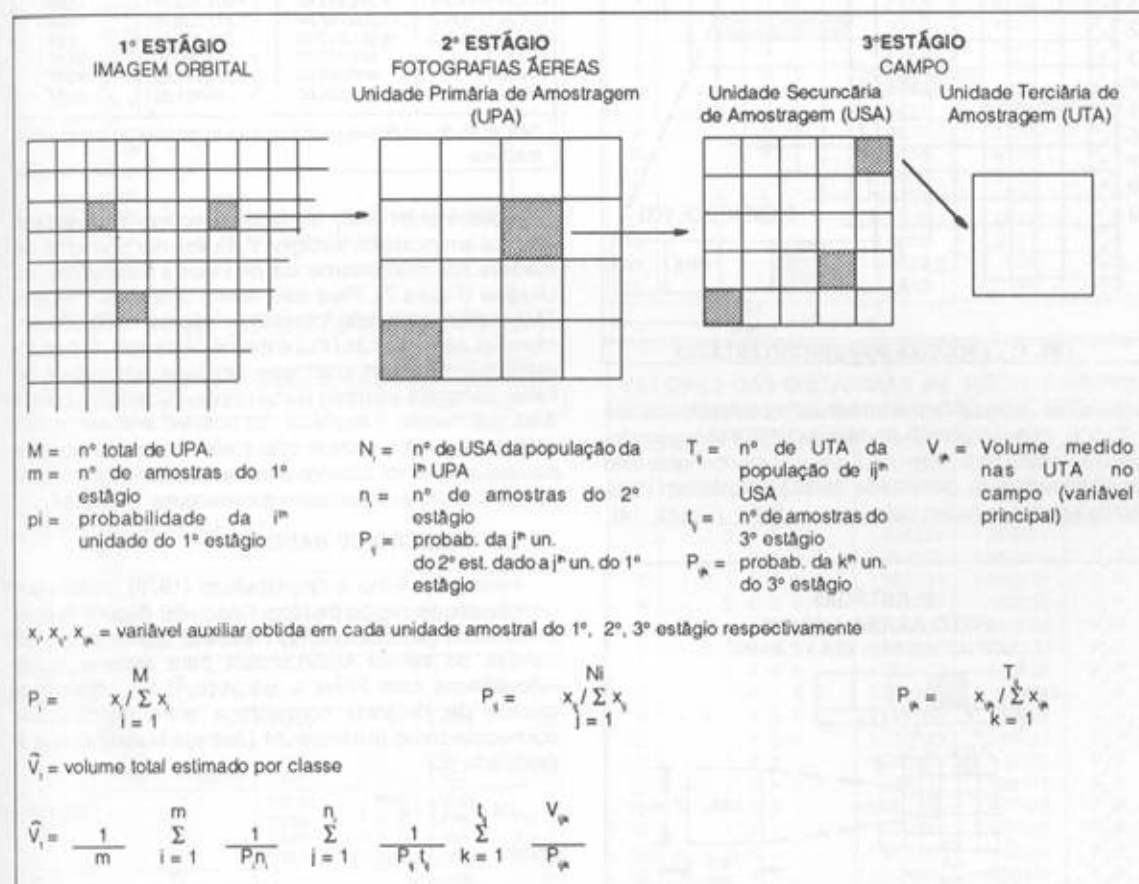


FIG. 12- ESBOÇO DO MÉTODO DE INVENTÁRIO FLORESTAL EM MÚLTIPLO ESTÁGIO PROPOSTO POR LANGLEY, P.G. (1975).

Landsat, escala 1:150.000, onde após a classificação dos reflorestamentos por gênero e idade (Tabela 14) foi

O mesmo procedimento foi feito para a definição das unidades terciárias de amostragem (Figura 15).

TABELA 14
CLASSES DO PRIMEIRO ESTÁGIO

CLASSE	FAIXA DE IDADE (ANOS)
Eucalyptus-A	0-3
Eucalyptus-1	3-5
Eucalyptus-2	5-7
Eucalyptus-3	> 7
Pinus-A	0-3
Pinus-1	3-5
Pinus-2	5-7
Pinus-3	> 7

proposta uma grade com dimensões de 1,0 x 1,0cm (2,5 x 2,5 km.) para estimar a área de cada classe. Após um tratamento estatístico, foram definidas as UPA's e agrupadas em 5 unidades para o sobrevôo conforme mostra na Figura 13. Em cada segmento foram obtidas

1º ESTÁGIO
IMAGEM LANDSAT 1:250.000
UPA 2,5 x 2,5 km (2,5 x 2,5 cm)
SEGMENTO DE VÔO: 2,5 x 12,5 km

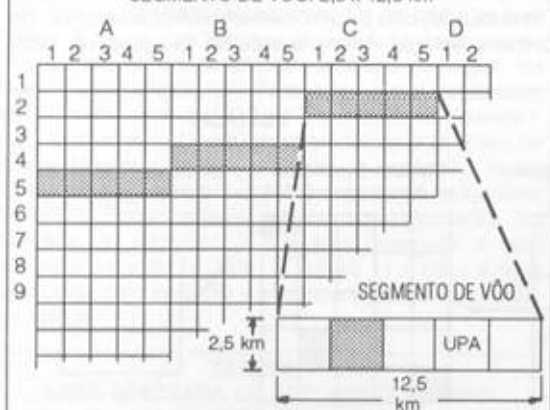


FIG. 13 - ESQUEMA DO PRIMEIRO ESTÁGIO

fotografias aéreas infravermelhas coloridas, escala 1:20.000, onde foram transferidas as UPA's sobrepondo-nas uma grade de 2,5 cm. x 2,5 cm. e posteriormente feito uma estimativa da densidade de copa. Após um tratamento estatístico foram definidas as USA's (Figura 14).

2º ESTÁGIO

FOTO AÉREA 1:20.000

USA 0,5 x 0,5 km (2,5 x 2,5 cm)

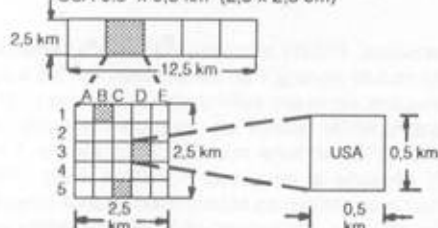


FIG. 14 - ESQUEMA DO SEGUNDO ESTÁGIO

3º ESTÁGIO
CAMPO

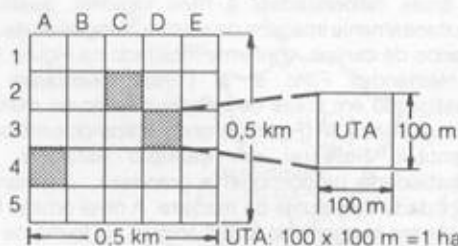


FIG. 15 - ESQUEMA DO TERCEIRO ESTÁGIO

Assim foi possível estabelecer o volume total de madeira em cada classe de reflorestamento em todo o Estado do Mato Grosso do Sul, bem como erro de amostragem verificado nesta estimativa. (Tabela 15).

TABELA 15
VOLUME TOTAL ESTIMADO, ERRO PADRÃO E DE AMOSTRAGEM DAS CLASSES

CLASSE	VOLUME TOTAL (M³)	ERRO PADRÃO (*) (M³)	ERRO DE AMOSTRAGEM (%)
EUCALYPTUS-1	8.371.833,80	± 1.001.303,10	11,96
EUCALYPTUS-2	11.525.722,00	± 1.277.339,70	11,08
EUCALYPTUS-3	8.561.627,30	± 705.465,90	8,24
PINUS-1	548.180,00	± 188.093,50	34,31
PINUS-2	940.382,00	± 291.231,50	30,97
PINUS-3	434.205,00	± 88.461,20	20,37

*Variação de um desvio padrão para a estimativa do volume de madeira.

Novaes et al (1988), utilizaram o modelo de inventário florestal em múltiplos estágios para estimar o volume de madeira dos reflorestamentos de Pinus e Eucalyptus do Uruguai (Figura 7). Para isso, foram utilizadas imagens TM/Landsat, em papel fotográfico, escala 1:100.000, fotografias aéreas (1:25.000) e dados de campo. O país foi dividido em 2 zonas, praticamente iguais, em virtude de haver fotografia somente numa região. Com isso, para a área que haviam fotografais, foi possível analisar os três estágios e para a outra região somente dois (imagem e campo). Assim, foi possível analisar o volume de madeira em todo o Uruguai conforme mostrado na Tabela 16.

2.4- SELEÇÃO DE BANDAS

Hernandez Filho e Shimabukuro (1978), realizaram um trabalho na região de Mogi Guaçu-SP (Figura 8) com a finalidade de selecionar as melhores combinações de bandas do sensor MSS/Landsat para separar áreas reflorestadas com Pinus e Eucalyptus. Foi utilizada a medida de distância normalizada entre distribuições conhecida como distância JM (Jeffreys-Matusita) que é calculada por:

$$JM = 2(1 - e^{-\alpha}), \quad (3.18)$$

onde:

$$\alpha = \frac{1}{8} (U_1 - U_2)^T \Sigma^{-1} (U_1 - U_2) + \frac{1}{2} \log \frac{\det \Sigma}{\det \Sigma_1 + \det \Sigma_2}$$

- U_1 = matriz das médias da classe 1;
 U_2 = matriz das médias da classe 2;
 $(\cdot)^T$ = matriz transposta;
 $(\cdot)^{-1}$ = matriz inversa;
 $\Sigma = \frac{1}{2} [\Sigma_1 + \Sigma_2]$;
 Σ_1 = matriz de covariância de classe 1;
 Σ_2 = matriz de covariância da classe 2;
 $\det \Sigma_1$ = determinante da matriz de covariância da classe 1;
 $\det \Sigma_2$ = determinante da matriz de covariância da classe 2.

Esta fórmula de distância JM assume valores que variam de 0 a 2; quanto mais próximo de 2 for o valor, maior será a separabilidade entre as classes.

A Figura 16 mostra um gráfico de distância JM em relação à porcentagem de classificação correta.

Para selecionar as melhores bandas foram definidas 2 classes representadas pelo gênero Pinus denominado PE (Pinus Elliotti) e PT (Pinus Taeda) e duas classes representadas pelo gênero Eucalyptus denominadas E₁ (Eucalyptus jovem) e E₂ (Eucalyptus adulto).

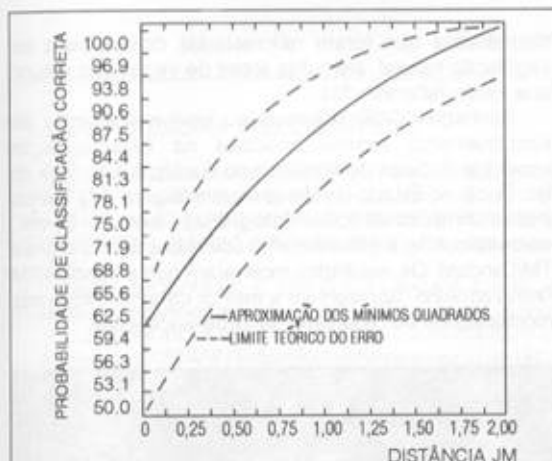


FIG. 16 - GRÁFICO DA PROBABILIDADE DE CLASSIFICAÇÃO CORRETA E DISTÂNCIA JM (SWAIN E KING, 1973).

A Tabela 17 mostra a relação da seleção das melhores combinações de bandas MSS, ordenada pela maximização das médias da distâncias JM média utilizando o sistema I-100.

TABELA 17 DISTÂNCIA JM DAS MELHORES COMBINAÇÕES DE CANAIS - (MOGI GUAÇU)				
CLASSE	PT	E1	E2	
PE	0.10375 (7) 1.7694 (4, 7) 1.7749 (4, 6, 7) 1.7788 (10005)	0.25498 (7) 1.9998 (6, 7) 1.9999 (4, 6, 7) 2.0000 (10005)	0.03218 (5) 1.9789 (5, 7) 1.9843 (5, 6, 7) 1.9863 (10005)	
PT		0.53994 (7) 2.0000 (6, 7) 2.0000 (4, 6, 7) 2.0000 (10005)	0.18245 (7) 2.0000 (6, 7) 2.0000 (4, 6, 7) 2.0000 (10005)	
E1			0.16506 (7) 1.8853 (6, 7) 1.8908 (4, 6, 7) 1.8960 (10005)	

Santiago et al (1986), fizeram um estudo no Estado do Mato Grosso do Sul (Figura 5) com a finalidade de selecionar as melhores combinações de bandas TM/Landsat para separar áreas reflorestadas com Pinus e Eucalyptus, utilizando-se para isso, a distância de separabilidade JM (Fórmula 3.18)

Os resultados indicaram que as melhores combinações para as cinco classes utilizadas nesta análise foram 3, 4, 5 e 4, 5 e 7.

Hernandez et al (1988), realizaram um estudo no município de Mogi Guaçu-SP, com a finalidade de avaliar as melhores combinações de bandas MSS e TM para separar áreas de reflorestamento de Pinus e Eucalyptus. Foram definidas duas classes de Pinus diferenciadas por espécie (P₁ e P₂) e duas classes de Eucalyptus diferenciadas por idade (E₁ e E₂). Para a análise dos dados MSS, feitas no 1-100 os resultados são apresentados na Tabela 18. Para a análise dos dados TM, feitas no SITIM os resultados são apresentados na Tabela 19.

TABELA 18 VALORES DAS DISTÂNCIAS JM MÉDIA ORDENADAS PELA MAXIMIZAÇÃO DAS MÉDIAS - SISTEMA I-100 - 3 CLASSES MSS				
Nº	COMBINAÇÃO DE CANAIS	DISTÂNCIA JM-MÉDIA	DISTÂNCIA JM-MÍNIMA	MÍNIMA ENTRE AS CLASSES
1	4 5 6 7	1,9358	1,8793	P ₂ -P ₁
2	4 5 - 7	1,9138	1,8298	P ₂ -P ₁
3	- 5 6 7	1,9015	1,7945	P ₂ -P ₁
4	4 5 6 -	1,8808	1,7644	P ₂ -P ₁
5	4 - 6 7	1,8703	1,7156	P ₂ -P ₁
6	- 5 - 7	1,8703	1,7202	P ₂ -P ₁
7	4 - - 7	1,8637	1,6966	P ₂ -P ₁
8	- - 6 7	1,8534	1,6736	P ₂ -P ₁
9	- 5 6 -	1,8418	1,6726	P ₂ -P ₁
10	- - - 7	1,8388	1,6515	P ₂ -P ₁
11	4 - 6 -	1,8123	1,5796	P ₂ -P ₁
12	- - 6 -	1,7936	1,5672	P ₂ -P ₁
13	4 5 - -	0,5166	0,2251	P ₂ -P ₁
14	- 5 - -	0,4613	0,1824	P ₂ -P ₁
15	4 - - -	0,1132	0,0196	P ₂ -P ₁

TABELA 19 VALORES DAS DISTÂNCIAS JM MÉDIA E MÍNIMA ORDENADAS PELA MAXIMIZAÇÃO DAS MÉDIAS - SISTEMA SITIM - 4 CLASSES - TM				
Nº	COMBINAÇÃO DE CANAIS	DISTÂNCIA JM-MÉDIA	DISTÂNCIA JM-MÍNIMA	MÍNIMA ENTRE AS CLASSES
1	- 2 3 4 5 6 7	1,994221	1,968577	P ₂ -P ₁
2	1 - 3 4 5 6 7	1,994032	1,967929	P ₂ -P ₁
3	1 2 - 4 5 6 7	1,993733	1,965691	P ₂ -P ₁
4	- - 3 4 5 6 7	1,993651	1,966330	P ₂ -P ₁
5	- 2 - 4 5 6 7	1,993360	1,964096	P ₂ -P ₁
6	- 2 3 4 5 6 -	1,993255	1,963630	P ₂ -P ₁
7	- - 3 4 5 6 -	1,992552	1,960728	P ₂ -P ₁
8	- - - 4 5 6 7	1,992318	1,959250	P ₂ -P ₁
9	- 2 - 4 5 6 -	1,992036	1,966864	P ₂ -P ₁
10	- - - 4 5 6 -	1,990543	1,949422	P ₂ -P ₁
11	- - 3 4 5 - -	1,985281	1,919366	P ₂ -P ₁
12	- - - 4 - 6 7	1,984115	1,924773	P ₂ -P ₁
13	- - - 4 5 - -	1,981445	1,897968	P ₂ -P ₁
14	- - - 4 - - 7	1,970784	1,851638	P ₂ -P ₁
15	- - 3 4 - - -	1,961787	1,862594	P ₂ -P ₁
16	- - - 4 - - -	1,927316	1,790397	E ₂ -P ₁
17	- - - - 5 - -	1,539819	1,046421	E ₂ -E ₁
18	- - - - - 7	0,920765	0,428331	E ₂ -P ₁

2.5- DEGRADAÇÃO

As áreas de reflorestamento no Brasil tem sido alterada principalmente pelo ataque de formigas cortadeiras, e em menor intensidade pela ação do fogo e geadas. Quando os cuidados com a vigilância e combate a ação da formiga são ineficientes, estes insetos destroem em pouco tempo extensas áreas de reflorestamentos provocando severos prejuízos. Da mesma forma, reflorestamentos adjacentes à áreas ocupadas por pastagens correm um enorme risco de serem atingidos pela ação do fogo que são utilizados como forma de renovação dos pastos.

Por outro lado, a técnica de sensoriamento remoto tem proporcionado o acompanhamento dessas alterações principalmente utilizando-se dados do satélite Landsat.

Chen et al (1979), utilizaram dados do satélite Landsat de 1973 e 1975 período onde ocorreu a incidência do fogo em área reflorestadas com Pinus da Fazenda Campininha, pertencente ao Instituto Florestal, localizada em Mogi Guaçu-SP (Figura 8). Foram analisadas separadamente as duas imagens através do sistema 1-100 e verificou-se que foram distribuídos cerca de 123,00 de áreas reflorestadas com 87,10% de valor de reconhecimento.

Medeiros (1987) analisou imagens MSS (1980) e MSS (1984) para avaliar as modificações ocorridas em áreas reflorestadas, provocadas principalmente por ataque de formiga e fogo, na Fazenda Mutum, município de Ribas do Rio Pardo-MS, (Figura 11). Para isso, as imagens foram registradas e manipuladas com a finalidade de resultar na geração de uma imagem diferença de razões entre os canais 7 e 5 das duas épocas analisadas. Assim, foi possível obter as seguintes alterações: 1) alterações devido à redução da fitomassa, representando as áreas reflorestadas que foram destruídas e as áreas de vegetação natural que foram desmatadas; 2) alterações devido ao aumento de fitomassa representando as áreas



**FIGURA 17- LOCALIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO
(VALE DO RIO DOCE - MG).**

desmatadas que foram reflorestadas com rebrota de vegetação natural, além das áreas de vegetação natural que foram reflorestadas.

Santiago (1988) desenvolveu uma metodologia de sensoriamento remoto aplicada na caracterização espectral da Secca de Ponteiros do Eucalyptus do Vale do Rio Doce, no Estado de Minas Gerais (Figura 17). Dados espectrorradiométricos, fotografias aéreas 35mm, colorido normal e infravermelho colorido e dados orbitais TM/Landsat. Os resultados mostraram que a banda 4/TM -infravermelho- apresentam a melhor caracterização das modificações do reflorestamento de Eucalyptus.



SECTOR DE IMAGEN TM, REGION PORTO ALEGRE, RS, BRASIL (Fuente: INPE / BRASIL).

3. PERSPECTIVAS

Nos últimos anos foram desenvolvidos Sistemas de Informações Geográficas (SIG), que é um banco de dados cuja finalidade é coletar, armazenar, atualizar, analisar e processar dados geralmente provenientes de várias fontes e de diversos formatos e produzir informações relacionadas ao espaço através do uso do computador.

O INPE desenvolveu o SIG, versão 2.0, que é baseado em microcomputador de 16 bits e configurado no ambiente SITIM e tem por objetivo a integração numa única base de dados, os tipos de

informações, tais como, imagens de satélite, modelos numéricos do terreno, dados censitários, topográficos, geofísicos e geoquímicos, etc., e permite combinar as várias informações através de algoritmos de manipulação, e também reproduzir, normalizar e plotar o conteúdo da base de dados. (INPE/ENGESPAÇO 1988).

Atualmente, existe uma proposta de pesquisa no INPE que visa a aplicação do SIG para auxiliar às atividades de manejo de áreas reflorestadas através da integração dos diferentes dados de qualificação, quantificação de sítios, condições de tratos silviculturais e exploração.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- CHEN, S. C.; SHIMABUKURO, Y. E.; HERNANDEZ FILHO, P. *The mapping of burned area in Forest by Image-100 System*. São José dos Campos, INPE, março de 1979. (INPE-1431-RPE/009).
- FUNDAÇÃO INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. *Silvicultura* Rio de Janeiro, v. 5, p. 1-392. 1982.
- GENERAL ELECTRIC COMPANY IMAGE - 100 - *Interactive multispectral Image Analysis System: User Manual*. Dayton, 1975.
- HERNANDEZ FILHO, P.; LEE, D. C. L.; RAMOS, F. S. R.; ALMEIDA, S. A. O. *Avaliação de Dados TM/Landsat e HRV/SPOT, em áreas reflorestadas*. São José dos Campos, INPE, junho de 1988. (INPE-4575-RPE/567).
- HERNANDEZ FILHO, P.; LEE, D. C. L.; SHIMABUKURO, Y. E.; ASSIS, O. R.; MEDEIROS, J. S. *Relatório das atividades do projeto IBDF/INPE (Subprojeto reflorestamento) de 1982 a 1984*. São José dos Campos, INPE, janeiro de 1985 (INPE-3396-RTR/067).
- HERNANDEZ FILHO, P.; SHIMABUKURO, Y. *Estabelecimento de Metodologia para Avaliação de Povoamentos Florestais Artificiais, utilizando-se dados do Landsat*. São José dos Campos, INPE, junho de 1978. (INPE-1271-TPT/089).
- HERNANDEZ FILHO, P.; SHIMABUKURO, Y. E. *Monitoramento de Áreas reflorestadas através dos Dados do Landsat*. São José dos Campos, INPE, junho de 1981. (INPE-2091-RPE/321).
- HERNANDEZ FILHO, P.; SHIMABUKURO, Y. E.; MEDEIROS, J. S.; SANTANA, C. C. *Relatório das Atividades do projeto IBDF/INPE (Subprojeto Reflorestamento), durante o ano de 1979*. São José dos Campos, INPE, janeiro de 1980. (INPE-1664-RPE/104).
- HERNANDEZ FILHO, P.; SHIMABUKURO, Y. E.; MEDEIROS, J. S.; ASSIS, O. R. *Relatório das Atividades do Projeto IBDF/INPE (Subprojeto Reflorestamento) durante o ano de 1981*. São José dos Campos, INPE, junho de 1982. (INPE-2434-RTR/014).
- HERNANDEZ FILHO, P.; SHIMABUKURO, Y. E.; SANTANA, C. C. *Relatório das Atividades do Projeto IBDF/INPE (Subprojeto Reflorestamento) durante o ano 1978*. São José dos Campos, INPE, dezembro de 1978. (INPE-1408-NTE/141).
- HERNANDEZ FILHO, P.; SHIMABUKURO, Y. E.; SANTOS, J. R. *Avaliação de Reflorestamento através de Sensoriamento Remoto*. São José dos Campos, INPE, agosto de 1981. (INPE-2201-PRE/010).
- INPE/ENGESPAÇO. *Sistema de informação geográfica. Manual do usuário, versão 2.0*. São José dos Campos, INPE, 1988. 126.
- KALENSKY, Z.; WIGHTMAN, J. M. *Automatic Forest Mapping using Remotely Sensed Data*. Forest Management Institute, Department of the Environment, Ottawa, Ontario, Canadá, 1976.
- LEE, D. C. L.; HERNANDEZ FILHO, P.; SHIMABUKURO, Y. E. *Avaliação de Áreas Reflorestadas do Município de Burl, através de Análise Automática de Imagens Landsat*. São José dos Campos, INPE, dezembro de 1979. (INPE-1635-RPE/094).
- LEE, D. C. L.; HERNANDEZ FILHO, P.; SHIMABUKURO, Y. E. *Inventário de Floresta Plantada através de amostragem em múltiplo estágio com probabilidade proporcional à grandeza*. São José dos Campos, INPE, setembro de 1983. (INPE-2869-RPE/441).
- LEE, D. C. L.; HERNANDEZ FILHO, P.; SHIMABUKURO, Y. E. *Monitoramento de Áreas Reflorestadas através de Análise Digital de Dados TM*. São José dos Campos, INPE, setembro de 1989. (INPE-4930-PRE/1420).
- MEDEIROS, J. S. *Desenvolvimento Metodológico para Detecção de Alterações da Cobertura Vegetal através da Análise Digital de Dados MSS Landsat*. São José dos Campos, INPE, fev. de 1987. (INPE-4123-TDL/262).
- NOVAES, R. A.; LEE, D. C. L.; HERNANDEZ FILHO, P.; SANTOS, A. P.; PONZONI, F. J. *Nation-wide Forest Mapping and Timber volume Estimation using Landsat-5 TM Imagery*. São José dos Campos, INPE, Agosto de 1988. (INPE-4643-PRE/1354).

USO DE IMAGENES DE RADAR DE ALTA RESOLUCION EN LEVANTAMIENTOS TROPICALES DE CATIVO

Isabel Corredor de Molina (1)

Luis Carlos Molina Mariño (2)

(1) y (2): Ingeniero Forestal M. Sc.
Profesor Asociado

Subdirección de Docencia e Investigación - (CIAF).

Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC)

Apartado Aéreo 53754 y 6721

Bogotá, Colombia

Introducción

Este estudio se realizó en el noroccidente de Colombia, Costa Pacífica, dentro de las llanuras aluviales de los Ríos Atrato y León, donde se desarrolla la especie Cativo (*Prioria copaifera*).

El trabajo consistió en determinar y evaluar las formaciones vegetales y uso actual de la tierra con propósitos de manejo y aprovechamiento forestal utilizando imágenes de radar de alta resolución STAR-1 de INTERA.

Se presenta en forma resumida, el sistema de clasificación utilizado para los bosques húmedos tropicales de Colombia y se analizan las ventajas del sistema de alta resolución considerando la eficiencia para levantamientos forestales en zonas tropicales.

Por último, se compara el sistema de alta resolución INTERA con un sistema de resolución media aerotransportado (Westinghouse) y un sistema radar espacial de baja resolución (SIR-A), desde el punto de vista de la posibilidad de delinear ecosistemas (regiones fisiográficas), tipos, sub-tipos de bosque y vegetación y uso de la tierra en bosques húmedos tropicales homogéneos.

1. OBJETIVOS

El objetivo principal del trabajo consistió en cartografiar, evaluar y determinar mediante interpretación visual, las formaciones vegetales y uso actual de la tierra, con propósitos de manejo y aprovechamiento forestal, utilizando el sistema de radar de alta resolución de INTERA Technologies de Canadá.

Adicionalmente, se hace un análisis comparativo entre el sistema INTERA y otros sistemas de resolución media y baja para delimitar y clasificar biomas, ecosistemas y tipos de bosques. Los sistemas utilizados para este propósito fueron el sistema aerotransportado Westinghouse y el sistema espacial SIR-A.

El análisis comparativo se hizo considerando la reflexión de los diferentes tipos de vegetación y los elementos pictórico-morfológicos que aparecen en las imágenes.

2. METODOS

2.1 Area de estudio

El estudio se realizó en el noroccidente de Colombia, Ríos Atrato y León dentro de la Asociación Cativo, dominada por la especie Cativo (*Prioria copaifera*), la cual

posee características únicas por su homogeneidad, estructura, accesibilidad, potencial de regeneración natural y altos volúmenes de madera aprovechable. Asimismo, es fuente importante de ingresos económicos para la región y de gran valor para la industria transformadora de la madera.

Crece sobre llanuras aluviales, en diferentes paisajes fisiográficos, con mayor o menor grado de inundaciones periódicas anuales, lo que determina varios tipos de bosque de Cativo. Ocurre en las zonas de vida bosque húmedo tropical, bosque muy húmedo pre-montano; transición cálida y bosque muy húmedo tropical; es decir, en medios con precipitación de 2000-4000 mm; alcanza volúmenes por há de hasta 250 m³ y bio-temperaturas medias de 24 a 28°C.

El estudio se realizó sobre un área que cubre aproximadamente 1.350.000 has., de las cuales 370.000 corresponden a la Asociación Cativo y de éstas quedan unas 75.000 hectáreas no intervenidas por la extracción forestal y la colonización espontánea. De las 60 especies que componen el cativo, 15 de ellas completan el 95% del total de la cobertura del bosque (familias: Fabaceae, Caesalpiniaceae, Lecythidaceae, Bombacaceae y Sterculiaceae) y el Cativo participa en el 60% del área basal total.

Las especies comercialmente valiosas, además del Cativo son el Güino (*Carapa guianensis*), Nuanamo (*Virola Sp*) y Olleto (*Lecythis Sp*).

2.2 Imágenes utilizadas

Las imágenes utilizadas para la evaluación y determinación de las formaciones vegetales y uso actual de la tierra fueron imágenes obtenidas por el sistema de radar digital de apertura sintética de alta resolución STAR-1 de INTERA Technologies de Canada. Para el análisis comparativo se utilizaron imágenes de los sistemas AN APQ-96 Westinghouse (resolución media) y el sistema espacial SIR-A (baja resolución). Las principales características de los tres sistemas se presentan en forma comparativa en la Tabla 1. Los tipos de vegetación determinados sobre las diferentes imágenes de radar se ilustran mediante estereogramas elaborados con fotografías aéreas en escala 1:50.000.

2.3 Sistema y método de interpretación

El sistema de clasificación utilizado fue el establecido por el IGAC, (Subdirección de Docencia e Investigación, CIAF), para los bosques húmedos tropicales de Colombia, mediante la utilización de imágenes de sensores remotos, en el cual se jerarquizan las unidades cartográficas iniciando con el bioma como unidad mayor, hasta llegar al sub-tipo de bosque como unidad menor.

La interpretación se hizo en forma visual mediante el análisis combinado de las características fisionómicas de la vegetación, fisiográficas y geomorfológicas del medio ambiente en donde se desarrolla el catival, representadas en las imágenes de radar como diferencias de tono, textura, patrón, forma, tamaño y asociación, utilizadas en forma diferencial de importancia y dominancia en el proceso de interpretación.

Para la interpretación se utilizaron fajas y mosaicos de diferentes escalas de acuerdo a los siguientes propósitos:

Para análisis estereoscópico fajas de escalas 1:100.000 y 1:50.000

Para transferir los detalles delineados estereoscópicamente y completar la interpretación, escalas 1:50.000 y 1:25.000. Estas, finalmente, fueron las escalas de elaboración de los mapas.

3. DESCRIPCION DE LAS REGIONES FISIOGRAFICAS, FORMACIONES VEGETALES Y TIPOS Y SUB-TIPOS DE BOSQUE

Los resultados de la interpretación permitieron cartografiar por regiones fisiográficas las siguientes unidades:

REGION A: LLANURA ALUVIAL

Este ecosistema comprende la zona de relieve plano alrededor de los ríos más importantes con sus geoformas asociadas: diques naturales, complejos de orillares, basines y vegas, encontrándose algunas áreas bajo inundación permanente (ciénagas, pantanos, lagunas semi-lunares y cauces).

En esta vega se diferencian los siguientes tipos de vegetación:

A1-1 Vegetación herbácea

En esta formación vegetal se desarrollan principalmente graminoides y forbias. Las graminoides incluyen todas las plantas semejantes a las gramíneas y las forbias las plantas herbáceas no graminoides. Se encuentra principalmente una vegetación hidrófila flotante entre las cuales se encuentran la Pistia Sp. (Lechuga de agua), Echinodorus grisebachii (Buchón de agua), le siguen Motrichornia arborescens (Arracacho) Striatolotes. Hacia el interior y sobre terrenos anegadizos crecen la Raphia taedigera (Pangana) acompañada de otras palmas.

A1-2 Vegetación arbustiva

Este tipo de vegetación leñosa, más o menos homogénea por lo general, llega a alturas no mayores a los 5 m con presencia de algunos árboles aislados de copas pequeñas.

TABLA 1
CARACTERISTICAS DE LOS SISTEMAS DE RADAR UTILIZADOS

PARAMETROS	SIR - A	WESTINGHOUSE AN-APQ-96	STAR - 1 INTERA
Altitud orbital	260	—	—
Altura de vuelo	—	11 km	10 km
Inclinación orbital	38°	—	—
Angulo de depresión	47 ± 3	16°	5° - 30°
Resolución	40 x 40 m	10 x 22	6 x 6 y 6 x 12 m
Longitud de onda	23.5 cm	0.86 cm	3.2 cm
Banda	L	Ka	X
Frecuencia	1.186 Hz	34.860 MHz	9.375 GHz
Polarización	HH	HH-HV	HH
Escala	1:400.000	1:220.000	1:250.000

A1-3 Palmas

Este tipo de vegetación se presenta en asociaciones casi puras como los panganales (*Raphia taedigera*), Palmiche (*Euterpe* Sp) y otras especies de porte menor, (*Noli*) *Elacis guianensis*.

A1-4 Bosque de pantano

Está caracterizado por un bosque pobre heterogéneo, denso; son árboles de copas pequeñas, mal formados y diámetros delgados mezclado con palmas de porte menor. Algunas de las especies encontradas en este tipo son: *Tabebuia rosea* (Roble), *Pachira acuática* (*Sapotolongo*), *Nectandra* Sp (*Jigüa*), *Ochroma lagopus* (*Balso*), *Ficus* Sp (*Higuerón*), *Cecropia* Sp, (*Yarumo*).

A1-5 Mezcla de bosque de pantano con palmas

Este bosque pobre, heterogéneo, poco denso, presenta árboles pequeños, mezclados irregularmente con palmas o manchas de palmas.

A2 Vega alta inundable

Esta forma se caracteriza por presentar superficies planas hasta cóncavas, con drenaje imperfecto, especialmente durante los períodos de inundación de la vega baja, periódicamente inundable, nivel freático comúnmente superficial. El bosque que crece en esta vega presenta estructura homogénea caracterizada por la especie Cativo (*Prioria copaifera*) con una densidad mayor al 70% de esta especie, pero los árboles no son tan desarrollados como en el A3; algunas veces se encuentra dentro de este tipo, manchas de palmas y/o bosque de pantano.

A1/A2 Bosque de transición (Ecotono)

Dependiendo del predominio de las características geomorfológicas y de la apariencia fisionómica de la vegetación de uno u otro tipo de bosque se establecen transiciones. Este corresponde a una mezcla del tipo de vega baja/vega alta.

Dentro de la vega alta inundable se identificaron los siguientes subtipos de especie *Prioria copaifera* (Cativo):

A2-n Catival no intervenido

Se clasifican bajo este subtipo aquellos cativales caracterizados por una alta densidad y dosel homogéneo y que no presentan en las imágenes señales de intervención de aprovechamiento por colonos o presencia de canales de aprovechamiento.

A2-a Catival parcialmente aprovechado

Está relacionado por aclareos, a cortas hechas por colonos o presencia de canales de aprovechamiento o señales de extracción por el río.

A2-p Catival en aprovechamiento

Este catival está relacionado con presencia de canales y áreas aledañas con manchas de aclareos.

A2 Catival aprovechado o talado

Este catival presenta casi en su totalidad aclareos o talas totales con presencia de rastrojos.

A2-0 Bosque heterogéneo con otras especies

Dentro del bosque de Cativo se encuentran algunas manchas de bosques heterogéneos con otras especies diferentes al Cativo.

A3 Bosque de terraza baja temporalmente inundable

Este tipo de bosque está localizado en la transición de la llanura aluvial inundable, terrazas altas y abanicos aluviales de piedemonte.

Su topografía es plana a ligeramente inclinada, esporádicamente inundable con drenaje imperfecto, los bosques son bien desarrollados con fustes bien conformados, dentro de éstos se encuentran un catival mixto donde la especie *Prioria copaifera* (Cativo) está presente en menos del 70%; sin embargo, es común, en esta zona, encontrar manchas de Cativo puro, las cuales son difíciles de diferenciar.

Se presentan los siguientes subtipos de catival mixto:

A3-2n Catival no intervenido

Este presenta alta densidad y, por lo tanto, su cobertura es casi total, el dosel es homogéneo, pudiéndose diferenciar por el tamaño de sus copas respecto a otras especies.

A3-2a Catival parcialmente intervenido

Se caracteriza por la presencia de canales o intervención por colonos o aclareos de aprovechamiento a lo largo de los ríos.

A3-p Catival en aprovechamiento

Este se caracteriza porque se observan al lado de los ríos o canales, parcelas o claros que muestran los desmontes de los bosques.

A3-t Catival aprovechado

Se caracteriza por mostrar un aprovechamiento masivo y remanentes de bosques y presencia de rastrojos.

A3-p Palmas

Se caracteriza por su homogeneidad, forma típica y baja altura.

A3-y Catival fuertemente intervenido

Esta clasificación se utilizó para diferenciar, dentro de toda la región cartografiada, a la región del Río León, que comprende la trocha que va desde Barranquillita hasta la Loma de Las Aisladas y el Río Súcar, área que se caracteriza porque presenta evidencias de una explotación casi total y porque en ella se observan remanentes de bosque de Cativo mixto.

A3-r Remanente de bosque de Cativo

Se denomina así cuando las manchas de remanentes de bosque Cativo son relativamente pequeñas; además se caracteriza porque se encuentran áreas principalmente bajo pastizales.

REGION B: TERRAZAS ALTAS Y ABANICOS ALUVIALES

Esta región está formada por un conjunto de terrazas altas y abanicos aluviales de piedemonte con predominio de estos últimos. Forman superficies planas o ligeramente inclinadas, disectadas por quebradas y ríos pequeños, presentan un micro relieve ondulado, bien drenadas.

En razón de que el interés es de aspecto forestal, se generalizó y no se separaron las terrazas altas de los abanicos y demás, porque estas terrazas aluviales ocupan superficies muy pequeñas. Se delinearán los siguientes subtipos:

B0 Bosque de vega de río y quebradas permanentes

Este tipo de bosque se presenta en los valles de los ríos pequeños, quebradas o caños, que causan la disección en las terrazas. Estos valles pueden llegar a ser relativamente amplios y algunas veces inundados por aguas estancadas, dando lugar a la formación de pantanos y lagunas.

El bosque que crece en estos valles es de estructura heterogénea en cuanto al tamaño de la copa y altura de los árboles que lo conforman. La vegetación es rala, el sotobosque es bajo y poco denso, con presencia de palmas.

B1-1 Bosque de terraza plana o ligeramente disectada

Crece sobre terrazas planas, fácilmente reconocibles sobre los sensores por su topografía plana o ligeramente ondulada. El suelo presenta drenaje imperfecto, se observan árboles bien conformados, poco abundantes; el bosque es relativamente pobre, heterogéneo en especies.

B1-2 Bosque de terraza disectada

Es reconocible sobre los sensores por la gran cantidad de drenajes secundarios. Los suelos son bien drenados.

El bosque presenta dos estratos bien definidos. El superior caracterizado por la presencia de palmas y árboles de copas amplias e irregulares que determinan un dosel abierto. Los árboles crecen aislados o en grupos; presenta un dosel heterogéneo en cuanto a especies y tamaños de copas.

REGION C: COLINAS

En la región se presentan dos tipos de colinas, las de origen sedimentario, ligeramente redondeadas, de vertientes convexas, cortas y pendientes variables; igualmente se incluyen colinas de origen ígneo/metamórfico con relieve quebrado o escarpado y pendientes complejas. Este tipo de colinas es el predominante en las regiones de Apartadó y Mutatá.

En la región del Salquí se presentan colinas ígneo-metamórficas que son consideradas estrificaciones de la Serranía del Darién, presentan vertientes largas y rectilíneas muy variables.

Las colinas se dividieron, de acuerdo a su altura relativa, en:

C1 Bosque heterogéneo de colina

C1-1 Bosque de colina baja, alturas menores a 200 m

C1-2 Bosque de colina alta, alturas mayores a 200 m

C1-3 Colinas bajas, con otro uso de la tierra, no diferenciables

C1-4 Colinas altas, con otro uso de la tierra, no diferenciables

En la zona de colinas se hace muy difícil diferenciar el uso de la tierra debido a que no se presenta un patrón definido.

4. RENDIMIENTOS

4.1 Adquisición de imágenes

Los rendimientos promedios alcanzados para la adquisición de imágenes, utilizando para operar el sistema STAR-1 un avión turbohélice Cessna Conquest, volado a 10 km de altitud, es de aproximadamente 300 km² por día. Por lo tanto el levantamiento de 1.350.000 há, se hizo en cinco (5) días.

El procesamiento de las imágenes y la elaboración de mosaicos tomó 30 días, lo cual significa que la adquisición de información para poder iniciar la fotointerpretación tomó 35 días.

4.2 Elaboración de mapas temáticos

Los mapas de regiones fisiográficas, formaciones vegetales, tipos y subtipos de bosques se elaboraron en 60 días, los cuales pueden discriminarse así:

- Interpretación de mosaicos escala 1:25.000 (Aprox. 220.000 há) y 1:50.000 (1.100.000 há): 40 días/hombre, incluyendo verificación de la interpretación, utilizando fotografías aéreas de escala 1:40.000 y 1:20.000 de un 30% del área total cubierta con imágenes de radar.
- Dibujo cartográfico y mediciones de áreas: 25 días adicionales a los gastados en la interpretación. La evaluación forestal de 1.350.000 há, se hizo en un total de 100 días, tiempo, que de acuerdo con experiencias anteriores en la misma zona y en áreas de condiciones ecológicas similares, es un tiempo récord para los resultados obtenidos.

Si comparamos el tiempo requerido para obtener información similar utilizando fotografías aéreas de escala 1:40.000, se necesitarían aproximadamente 760 fotografías para cubrir la misma superficie.

El tiempo requerido para la fotointerpretación sería de 180 días, lo cual implica un rendimiento 4,5 veces mayor con imágenes de radar. Si se tiene en mente la transferencia de la fotointerpretación a un mapa base, la preparación de los mapas temáticos tomaría 35 días más, incrementando el rendimiento del radar a 5,4 veces más.

No se tiene en cuenta el tiempo requerido para la toma de fotografías aéreas, por dificultades para estimarlo, debido a las condiciones meteorológicas de la zona, en la que incide una nubosidad casi permanente durante todo el año.

La única posibilidad de obtener fotografías aéreas, con cierta seguridad en el cálculo de tiempo, sería tomarlas por debajo de la cobertura de las nubes, resultando en una escala no práctica para los objetivos del trabajo, pérdida de la visión del conjunto para la interpretación y considerable incremento en el tiempo de fotointerpretación.

Los tiempos estimados para la elaboración, con cualquiera de los sensores, se han hecho teniendo en cuenta que se realizan por un intérprete muy bien entrenado, con vasta experiencia y conocimiento de las condiciones locales.

5. COMPARACION DE LAS IMAGENES DE RADAR

El análisis comparativo que se presenta se refiere solamente desde el punto de las facilidades de interpretación del uso de la tierra, formaciones vegetales y tipos de bosque.

IMAGEN SIR-A, Baja Resolución, Escala 1: 400.000 (imagen 1 y estereogramas 1 y 2). Determinación de regiones fisiográficas. Las unidades fisiográficas contrastantes, como llanura aluvial de inundación, terrazas bajas (A2) y altas (B2) y colinas bajas (Cb) y altas (Ca) y la región montañosa (M), son fácilmente diferenciables en la imagen del SIR-A, a escala 1: 400.000, así como los grados de dirección que presentan las diferentes unidades.

La región de montañas (M) y de colinas (C) son más fácilmente diferenciables por sus características del relieve y pendientes, debido a que en este sistema se presenta menor inversión del relieve y sombras; sin embargo, la vegetación en estas regiones no puede ser diferenciada, ya que los contrastes de reflexión por el sentido de las pendientes con relación a la antena, presentan cambios de iluminación que confunden los patrones de interpretación.

En los ecosistemas que no presentan textura apreciable, no se pueden observar diferentes tipos de bosque o vegetación, como sucede en las terrazas bajas (A2) y altas (B2). En la llanura de inundación se pueden apreciar y delinear:

- Bosques de pantano (A_1-4), pero no se pueden separar pantanos con gramíneas o herbáceas que se encuentran dentro de este tipo. Pueden diferenciarse los pantanos con vegetación herbácea y ciénagas de la vegetación con gramíneas, que se encuentran dentro de este tipo.
- Pantano con vegetación de gramíneas y ciénagas ($A_{1,3}$)
- Pantano con vegetación herbácea ($A_{1,4}$)

Por la baja resolución del sistema no pueden diferenciarse:

- Tipos de bosque en ninguna de las regiones fisiográficas
- Uso de la tierra
- Drenajes intermedios menores
- Infraestructura, como canales, para el apro-

vechamiento del catival (A_2); solo se aprecia el trazo de una carretera de segundo o tercer orden.

- En el área de influencia humana se pueden apreciar grandes áreas deforestadas por tonalidad oscura ($A2y$), pero en esta no se pueden apreciar los tipos de uso.

IMAGEN WESTINGHOUSE, Resolución media, escala 1: 200.000, Mosaico 2.

Las regiones fisiográficas se observan mejor que en la imagen del SIR-A. En esta imagen las diferencias de tipos de bosque, vegetación, estratos, densidad del bosque, dentro de la misma región fisiográfica, por ejemplo: en el Catival A_2 no pueden ser diferenciadas, a pesar de que se observa la textura dada por las anteriores características. En la llanura aluvial de inundación, se pueden delinear, en términos generales, los mismos tipos de vegetación que en la imagen, del SIR-A, con la diferencia de que, en esta imagen al apreciar mejor el tono y la textura, se pueden hacer otras subdivisiones.

En la región montañosa la inversión por relieve y los contrastes de las sombras, causadas por el no retorno de la energía, son mayores que en las imágenes del SIR-A, de la misma manera, el uso de la tierra, no puede ser diferenciado.

Se aprecian mejor los cortes en el bosque y algunas veces los espacios de áreas ocupadas por pastizales y bosques intervenidos. La posibilidad de delinear los drenajes mejora considerablemente, especialmente en las regiones planas, aún cuando todavía los drenajes menores no son diferenciables.

IMAGENES STAR-1, INTERA Technologies, alta resolución, escalas de 1: 25.000, 1: 200.000, mosaicos 3 y fajas.

Para medir los alcances de estas imágenes en comparación con SIR-A y Westinghouse, ver la descripción de regiones fisiográficas, formaciones vegetales y tipos y sub-tipos de bosque, descritos en el numeral 3 de este artículo. Para facilitar esta comparación, se presentan a continuación, en forma resumida, los resultados obtenidos con estas imágenes.

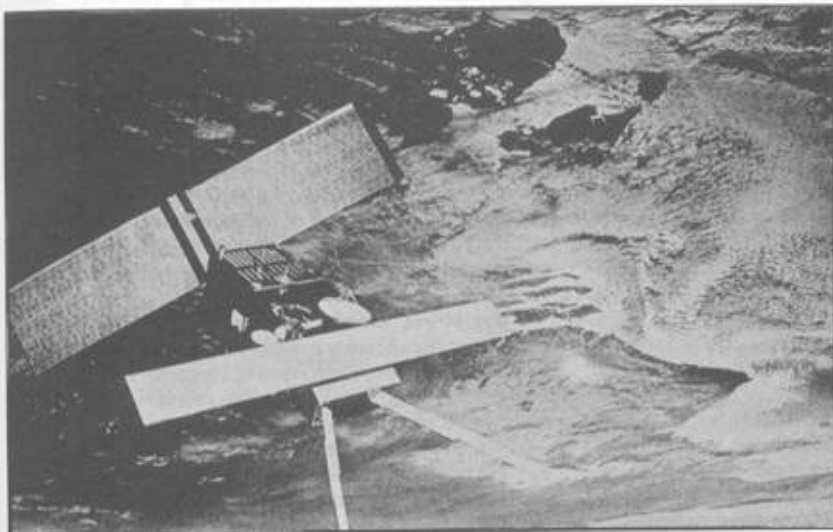
- Las regiones fisiográficas se observaron fácilmente. Dentro de la llanura aluvial se pueden separar claramente la vega baja permanente inundable, de la vega alta inundable y las terrazas bajas temporalmente inundables que no son tan claramente diferenciables en el SIR-A y Westinghouse.
- Se pueden diferenciar tipos y subtipos de bosque de la llanura aluvial (Catival), basados en la altura, densidad, uniformidad del dosel, tamaño de la copa; así como en las obras de infraestructura como canales y áreas de aprovechamiento.
- En el área permanente inundable, se pueden delinear y diferenciar tipos de vegetación, debido a los cambios de textura y tono apreciables.
- En las áreas de influencia humana se pueden observar algunos usos como pastizales, rastrojos, áreas de cultivo, grados de intervención de los remanentes de bosques.
- La infraestructura y el drenaje se observan mucho mejor que en las otras imágenes, aún cuando los drenajes menores en las zonas planas presentan dificultades para su delineación.
- En la zona de colinas es difícil separar tipos de bosque, vegetación y uso de la tierra.

6. CONCLUSIONES

- Por primera vez se pudo obtener un mapa forestal de escalas 1: 25.000 y 1: 50.000, en el cual se pudieron diferenciar tipos y subtipos de bosque, utilizando imágenes de radar de alta resolución, (STAR 1, INTERA), en condiciones del bosque húmedo tropical con características de homogeneidad en cuanto a su composición florística.
- La rapidez en la adquisición de los mosaicos de radar, STAR 1, (30 días), permitió obtener información forestal oportunamente de acuerdo a la urgente necesidad de evaluar y estudiar la disponibilidad de recursos con propósitos de aprovechamiento y manejo forestal, lo cual con otro sensor no hubiese sido posible en tan corto tiempo.
- La eficiencia obtenida con el sistema de radar de INTERA, para la elaboración de mapas forestales, comparada con fotografías aéreas de escala 1: 40.000, que sería la escala adecuada para obtener resultados similares, es 5,4 veces mayor en tiempo.
- La posibilidad de obtener mosaicos de radar del sistema INTERA en un rango de escala variable (1: 50.000 - 1: 200.000), facilitó considerablemente la interpretación, permitiendo correlacionar las variables que intervinieron en este proceso. Igualmente, facilitó un análisis de conjunto y una programación detallada de las actividades forestales de campo.
- La delineación de drenajes pequeños, principalmente en las áreas planas (llanura aluvial) es difícil en el sistema de alta resolución (INTERA), debido principalmente a la densa cobertura boscosa, característica de la zona estudiada.
- La delimitación de uso de la tierra y de tipos de bosque en la región de colinas bajas y altas con radar de INTERA, es muy complicada y a veces imposible, debido a los contrastes de iluminación en las pendientes que se encuentran mirando hacia el radar (áreas muy claras) y las pendientes opuestas (oscuras).
- El retorno de la energía del radar está influenciada por la rugosidad de la superficie vegetal (morfología de la

planta), constante dieléctrica, tamaño, densidad del follaje y configuración del terreno donde se desarrollan las comunidades vegetales. Por consiguiente, con el fin de identificar los diferentes tipos de vegetación sobre las imágenes de radar, el intérprete debe tener conocimientos de la reflexión de la energía sobre la vegetación, vasta experiencia en fotointerpretación, disponer de fotografías aéreas convencionales o de pequeño formato, las cuales serán utilizadas como patrones para clasificar los tipos y además conocer la estructura y fisonomía de éstas.

- Se espera que el mejoramiento de los nuevos sistemas de radar espacial, con mayor resolución y acceso a los usuarios, incrementen el uso de estas imágenes en los levantamientos de los bosques húmedos tropicales especialmente para su monitoreo y vigilancia.
- Las investigaciones adelantadas por el SIR-B, utilizando diferentes ángulos de depresión, han aportado conocimientos que permiten comprender mejor la relación de la reflexión de la energía con la vegetación y longitud de onda.
- Con las imágenes de radar comparadas en este artículo, es posible elaborar mapas de vegetación de tipos y sub-tipos de bosque, los cuales pueden ser utilizados para levantamientos exploratorios, (SIR-A), de reconocimiento, (WESTINGHOUSE), y semi detallados, (STAR-1 INTERA). El uso del radar de visión lateral reduce considerablemente el tiempo de compilación del mapa y costos en los levantamientos de grandes áreas.
- Los sistemas de radar aerotransportados con longitudes de onda menores, permiten la delineación de biomas, ecosistemas, tipos y sub-tipos de bosque. En el radar de resolución media (Westinghouse), los tipos de bosque no pueden ser diferenciados, mientras que algunos sub-tipos de vegetación pantanosa, en especial los de la llanura aluvial de inundación, sí pueden ser determinados.
- Sobre las imágenes del SIR-A, con limitaciones se puede llegar a determinar algunos tipos de vegetación menor, pero no tipos de bosque.



SISTEMAS DE RADAR ESPACIALES DE ALTA RESOLUCION:

Se espera que el Satélite ERS-1, de próximo lanzamiento por la Agencia Espacial Europea (ESA), aporte importantes posibilidades al estudio de zonas de vegetación tropicales, dadas su alta resolución espacial (30x30 ms) y su capacidad de toma de imágenes en condiciones de alta nubosidad.

EARLY WARNING ON AGRICULTURAL PRODUCTION WITH SATELLITE DATA AND SIMULATION MODELS IN ZAMBIA (168)

M. Menenti
J. Huygen
S. Azzali

*The Winand Staring Centre for Integrated
Land, Soil and Water Research,
Wageningen,
The Netherlands*

Abstract

A demonstration project on the use of crop simulation models, in combination with earth observation and meteorological satellite data, on behalf of a National Early Warning system has been completed in Zambia. Earth observation satellite (LANDSAT-TM) data are applied to improve the collection of agricultural statistics by mapping agricultural land use.

Meteorological satellite data have a two-fold role:

1. METEOSAT thermal infrared data, in combination with rainfall observations, are applied to map 10-day rainfall.

The obtained results have shown that the Cloud Cover Duration (CCD) method of rainfall estimation has highly potential despite the calibration of the satellite data which needs additional validation. Beside the CCD method, two alternative methods for rainfall mapping are here analyzed as:

- kriging the ground-based rainfall observations;

- co-kriging CCD-values, derived from METEOSAT-TIR data, and rainfall observation.

2. Normalized Difference Vegetation Index (NDVI) time series, as obtained with NOAA-AVHRR data, are applied to calculate indicators of agricultural production.

In fact remarkable results have been obtained correlating the NDVI indicators of crop production extracted from selected pixels where cultivated land is mostly present, with the crop productivity values obtained from statistical data.

1. INTRODUCTION

The concept of "food security" in the broadest sense can be defined as an integrated plan to provide for sufficient food for the whole population in both the short and the long run.

The food security concept thus provides a concise and consistent framework of the food and agricultural sector with sufficient concern for environmental degradation, the consumption pattern and the nutritional status of the public at large. For the Government to be able to take well-founded decisions with respect to food security issues, it must be provided with relevant information on which to base decisions.

In the short run, food security can only be achieved if an adequately functioning so-called Early Warning System is in place, especially in drought-prone areas. Because actual crop production can only be estimated at the end of the harvest, governments should know well in advance the expected supply of food grains and other crops, in order to take remedial and timely measures.

Under the denomination "Early Warning" rather different activities are grouped together, which share a conceptually similar approach towards operational, real-time, crop yield forecasting.

In the Early Warning practices, the acquisition of data appears to be one of the major bottlenecks. To meet the information requirements of these crop monitoring systems, the application of information systems using remote sensing is regarded as an effective solution. However, the regular use of remotely sensed information, especially in a tropical country as Zambia, requires an assessment of on the one hand the information sources itself and on the other the users.

The MARS project is an application-development project linking up newly available tools (e.g. Geographical Information System, Data Base Management System) and methodology (i.e. crop growth simulation model) with the routine functioning of a National Early Warning System.

The primary objective of the MARS project is to establish a link between the data provided by meteorological satellites and the operational requirements of crop yield forecasting and monitoring at the national

level. The linkages to be provided by MARS involve the use of remote sensing technology through METEOSAT, LANDSAT-TM, MSS or SPOT, crop growth simulation models, and weather, soil, and crop information.

2. THE CROP FORECASTING AND EARLY WARNING UNIT (CFEWU) IN ZAMBIA

Zambia's agricultural production, and in particular its maize production, has fluctuated considerably over the past period, to a large extent due to adverse weather conditions during the growing season. In order to strengthen the country's food security situation, a project has been developed to build a comprehensive Crop Forecasting and Early Warning Unit (CFEWU). Within this system various Ministries and Departments would work closely together to monitor the food situation in the country.

The CFEWU is a unit composed of staff of the following departments:

- Planning Division (MAWD)
- Central Statistical Office (CSO)
- Department of Meteorology (DOM)

Up to date, the CFEWU has emphasized training of local staff and the development of data gathering, processing and analyses techniques. Each one of the three departments has developed an own method and technique in obtaining crop production forecasts. The final official estimates are set as a result of meetings held by the National Committee on Early Warning (NCEW) when the three independent estimates are compared and discussed.

Nationwide forecasts of crop production and marketable surplus are obtained twice a year (February and April) by selecting the most reasonable figures out of the three sets submitted to the NCEW (MAWD, CSO, Meteorology). Such a method can lead to serious misjudgement, as exemplified by the outcome of the 1985-86 agricultural season. The final 1985-86 forecast for maize was 8.5 million bags (= 765,00 tons) of marketable produce against a requirement of 10 million bags (= 900,000 tons).

The expected shortfall of 135,000 tons had to be imported. The actual post-harvest figure for the marketable produce was later determined to be 1,080,000 tons. The resulting surplus of 315,000 tons provided to be serious challenge to the maize storage capacity in Zambia.

3. THE ROLE OF MARS IN THE CROP FORECASTING AND EARLY WARNING UNIT IN ZAMBIA

The currently applied procedure of the CFEWU, requires merging of the information generated by the Planning Division (MAWD), Central Statistical Office (CSO) and the Department of Meteorology (DOM). Because of different statistical methods and survey approaches applied, problems may occur with respect to:

- the estimation of the hectareage of crops grown in Zambia, and
- the estimation of the actual crop yield per ha, especially with reference to the crop yield reduction due to unfavourable weather conditions.

The procedures proposed by the MARS project are expected to improve the currently applied procedure, with respect to:

- the estimation of the actual hectareage of the total cultivable area and the total planted areas under specific crops, making use of high resolution Remote Sensing images, and
- the assessment of yields of the important crops in the distinguished agro-ecological zones in Zambia.

Difficulties due to the low density of agro-meteorological stations will partly be solved with the introduction of the low resolution Remote Sensing procedures and the implementation of a crop specific simulation model. The low resolution satellite data will improve rainfall estimation and the determination of the start of the growing season. The simulation model will take in account the actual weather conditions and the physiological crop conditions.

4. THE MARS DATA STRUCTURE AND GEOGRAPHICAL REFERENCE SYSTEM

MARS aims at the establishment of a linkage between the data provided by meteorological satellites, i.e. METEOSAT and NOAA, and the operational requirements of crop yield forecasting and monitoring at the national level. The operational ARTEMIS system at FAO HQ is an integrated system that is capable of real-time acquisition of METEOSAT data and processing the imagery from METEOSAT and NOAA satellites. The ARTEMIS system gives the following main data products:

- the composite Normalized Difference Vegetation Index (NDVI) map (per decade and month);
- the estimated rainfall map (per decade and month)
- the number of estimated rainfall days map (per decade and month).

An outline of the MARS system is given in Figure 1. The system will improve the real-time information on the crop specific production per major agro-ecological zone in Zambia. This will be achieved by the implementation of the MARS-Agro-Ecological Geographical Information System (MARS-AEGIS) within the framework of the Zambian Crop Forecasting and Early Warning Unit (CFEWU).

The MARS hard-and software configuration has to accommodate the Zambian CFEWU procedures, such as the current data acquisition on the crop yields and cropping areas and the reporting (items 6 and 7). However, the MARS methodology makes use of additional information, comprising:

- already existing information, e.g. available at the agricultural research institutions, such as:
- thematical information, e.g. a soil map, physiographical map, land-use and vegetation map and topographical maps (item 1);

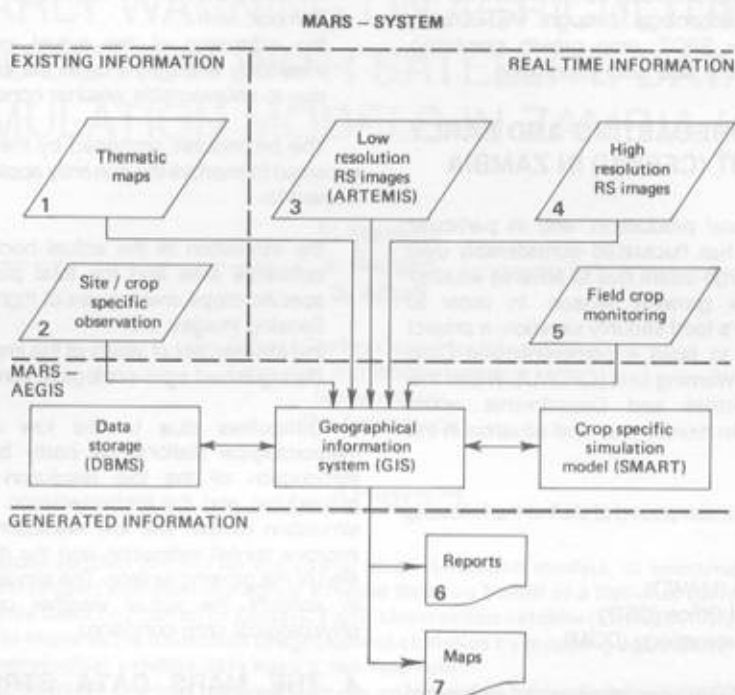


FIGURE 1. INFORMATION FLOW AS FORESEEN BY THE MARS-AGRO-ECOLOGICAL GEOGRAPHICAL INFORMATION SYSTEM (MARS-AEGIS)

- location/site specific information on weather, soils and crops (item 2);

- real-time acquired data using remote sensing, subdivided in:

- low resolution remote sensing images obtained from the meteorological satellites and available via the forthcoming ARTEMIS system at FAO HQ (item 3);
- high resolution remote sensing images (Landsat TM, SPOT) (item 4);
- field observations on crop conditions (item 5).

5. SPECIFIC CONTRIBUTIONS OF SATELLITE DATA TO THE ACTIVITIES OF THE CFEWU

Satellite data can contribute directly to three specific steps of the operational procedures applied by the CFEWU:

- (i) Mapping of 10 day and monthly rainfall to calculate the crop water requirements satisfaction index (DOM);
- (ii) Calculation of the boosting factors, as required to extrapolate the data collected by CSO in the sample area (CSA, SEA);
- (iii) Meetings at provincial level to formulate provisional and definitive forecasts (MAWD).

5.1 Crop water requirement satisfaction index

The Department of Meteorology in Zambia collects meteorological data (a.o. rainfall, temperature, sunshine) in a quasi-real-time mode from some 30 stations.

Some 160 rainfall stations transmit 10-day-total rainfall figures and, in principle, also phenological observations by mail. Upon examination of the data of the 1984-85 and the 1985-86 growing seasons, it appeared that only a small fraction of stations transmit satisfactory phenological reports. Indicative crop yield reductions are estimated by calculating the Frère-Popov water requirements satisfaction index (WRSI) (FRERE and POPOV, 1979). Although the density of stations is considered to be insufficient, the data collection is thought to be sufficiently reliable. However, the detail of rainfall mapping can be improved by means of satellite data. In fact, a promising method to estimate rainfall in tropical areas using METEOSAT-TIR (Thermal InfraRed) images has recently been developed at the University of Reading, UK (MILFORD and DUGDALE, 1984).

The basis of this so called CCD technique of rainfall estimation is that in the tropics most of the rain comes from thunderstorms which extend high in the atmosphere. These convective cells can be recognized on METEOSAT-TIR images by their cold tops. The longer an area is affected by cold clouds, the more rain it will receive. In other words: the longer the Cold Cloud Duration (CCD, hours) over an area, the higher the individual showers, the CCD is determined over minimal a 10-day period, normally long enough to include several rainfall

events. The CCD is determined on a pixel by basis. Pixels showing radiation temperatures below a threshold temperature are given a score corresponding to the time interval between two consecutive METEOSAT images. The scores are added and the CCD for the area is mapped. The choice of the threshold temperature is essential for the method. It must be high enough so that most precipitating clouds are included but low enough to exclude warmer clouds which are not associated with heavy rainfall.

To assess the operational aspects of applying the CCD technique of behalf of Early Warning on Agricultural Resources in Zambia, two months of METEOSAT-TIR data (January, February 1987) have been processed to obtain decadic CCD values for different threshold temperatures of -40, -50 and -60°C respectively. The CCD values have been calibrated with measured decadic rainfall for the 33 stations that comprise the synoptic meteorological network of Zambia by linear regression.

The established relationships between CCD and rainfall are depicted in Table 1. The table shows that the best fit regression lines are associated with a threshold temperature of -40°C, while -60°C seems less promising as threshold temperature. The slope of the lines varies considerably, which means there is as yet no reason to assume a constant relation between CCD and rainfall.

The best results are obtained for the second decade of February and very poor results emerge for the second decade of January. Overall the results don't look very encouraging at first, however in most the stations there is a rather good resemblance between measured and estimated rainfall. Only for a few stations the estimated amount of rain is utterly different from the measured one.

To estimate rainfall for any location, the general trend is the desired one and it can be obtained by eliminating the worst fitting stations. For this purpose an iterative

procedure has been applied: the point with the largest deviation is examined and eliminated if it is outside two times the standard deviation from the regression line. Next the regression line is recalculated and so on.

Table 2 shows the optimized regression equations for threshold temperatures of -40 and -50°C, together with the number of eliminated stations (sometimes a station is eliminated for one threshold value only).

The best fit regression lines are associated with a threshold temperature of -40°C. All of them have a negative intercept which means that some non-precipitating clouds contribute to the final equations. The optimal threshold temperature (zero intercept) is somewhere between -40°C and -50°C for the second decade of January and the first decade of February while it is even lower than -50°C for the other three decades. But, taken into account the course of the values for r and cv , a threshold value of -40°C seems a good choice for the Zambian climatic conditions.

Beside the linear regression method just described, rainfall can be mapped by:

- kriging the ground-based rainfall observations;
- co-kriging CCD-values, derived from METEOSAT-TIR data, and rainfall observations.

Ad (i): Kriging is a mean of spatial prediction and can be used for interpolating the rainfall data from the meteorostations (the samples). It is a form of weighted local averaging where the weights do not come from any convenient deterministic spatial function but from a geostatistical spatial analysis based on the sample semi-variogram. In other words, a device which reflects the nature of spatial dependence for the feature under consideration. Kriging is an optimal interpolation method in the sense that it provides estimates of values at unobserved places without bias and with minimum and known variance.

Ad (ii): Sometimes, a variable may not have been sampled sufficiently to provide estimates of acceptable

Period	< -40°C >	* < -50°C >	* < -60°C >
1/10 Jan. M=37	P = 2.1 CCD - 4.5 r = 0.58 cv = 84	P = 2.6 CCD + 9.0 r = 0.43 cv = 93	P = 3.1 CCD + 24.5 r = 0.27 cv = 99
11/20 Jan. M=83	P = 1.1 CCD + 28.8 r = 0.24 cv = 51	P = 1.1 CCD + 47.8 r = 0.19 cv = 51	P = 0.9 CCD + 68.3 r = 0.11 cv = 52
21/31 Jan. M=79	P = 1.9 CCD + 11.6 r = 0.53 cv = 59	P = 2.6 CCD + 26.9 r = 0.47 cv = 61	P = 4.3 CCD + 40.7 r = 0.48 cv = 61
1/10 Feb. M=67	P = 2.3 CCD - 14.9 r = 0.61 cv = 52	P = 2.9 CCD + 6.0 r = 0.48 cv = 58	P = 4.4 CCD + 20.0 r = 0.39 cv = 61
11/20 Feb. M=58	P = 2.3 CCD - 5.6 r = 0.82 cv = 52	P = 4.0 CCD - 8.5 r = 0.81 cv = 52	P = 7.0 CCD + 6.7 r = 0.75 cv = 60
P	Precipitation (mm/decade)		cv
CCD	Cold Cloud Duration (hours/decade)		M
r	correlation coefficient		mean measured rain for the decade concerned

TABLE 1. LINEAR REGRESSIONS OF RAINFALL AND COLD CLOUD DURATION FOR THRESHOLD TEMPERATURES -40, -50 AND -60°C OVER FIVE DECADES (JANUARY, FEBRUARY 1987) USING 24 SLOTS PER DAY

Period	< -40°C > *	< -50°C > *	< eliminated >
1/10 Jan. M=37	P = 1.4 CCD - 9.5 r = 0.91 cv = 20	P = 2.1 CCD - 5.4 r = 0.84 cv = 26	9 stations (1) 10 stations (2)
11/20 Jan. M=83	P = 1.8 CCD - 18.9 r = 0.83 cv = 15	P = 2.0 CCD + 1.8 r = 0.75 cv = 18	8 stations (1) 7 stations (2)
21/31 Jan. M=79	P = 2.5 CCD - 15.1 r = 0.90 cv = 25	P = 3.9 CCD - 3.9 r = 0.77 cv = 38	7 stations (1) 5 stations (2)
1/10 Feb. M=67	P = 2.0 CCD - 8.1 r = 0.61 cv = 46	P = 2.9 CCD + 1.2 r = 0.56 cv = 48	1 station
11/20 Feb. M=58	P = 2.0 CCD - 7.9 r = 0.94 cv = 24	P = 3.8 CCD - 6.0 r = 0.94 cv = 24	4 stations (1) 8 stations (2)
P Precipitation (mm/decade) CCD Cold Cloud Duration (hours/decade) r correlation coefficient cv Coefficient of variation (stand. dev. as % of mean measured rain) M mean measured rain for the decade concerned (1) only eliminated for threshold temperature -40°C (2) only eliminated for threshold temperature -50°C			
TABLE 2. LINEAR REGRESSIONS OF RAINFALL AND COLD CLOUD DURATION FOR THRESHOLD TEMPERATURES -40°C AND -50°C OVER FIVE DECADES (JANUARY, FEBRUARY 1987/24 SLOTS PER DAY) AFTER APPLICATION OF THE WORST POINT ELIMINATION PROCEDURE. (ELIMINATION CRITERION: 2 X STAND. DEV.)			

precision. The precision of this estimation may then be improved by considering the spatial correlation between this variable (called the predictand: the rainfall observations) and another better sampled variable (or covariable: the CCD-values).

To assess the performance of the three rainfall estimation methods, for each of them the relation between the measured rainfall and the estimated rainfall for the 33 stations has been established. Preferably this relation should have a slope of 1 and an intercept of 0. In Table 3 the calculated relations are shown. As one can see, they are all deviating a bit from the ideal shape: all three methods overestimate the lower rainfall quantities somewhat, while the higher quantities are underestimated.

Method	RAINest	Standard deviation (% of mean RAINmeas)	Correlation coefficient
Linear regression	$4.18 + 0.91 \cdot \text{RAINmeas}$	27.5	0.95
Kriging	$7.76 + 0.80 \cdot \text{RAINmeas}$	36.1	0.90
Co-kriging	$6.27 + 0.81 \cdot \text{RAINmeas}$	35.2	0.91
RAINest = estimated rainfall (mm)			
RAINmeas = measured rainfall (mm)			

TABLE 3. RELATION BETWEEN MEASURED AND ESTIMATED RAINFALL QUANTITIES FOR THREE ALTERNATIVE METHODS: LINEAR REGRESSION, KRIGING AND CO-KRIGING

5.2 Calculation of the boosting factors

Data on cropped areas, yield and marketable surplus are collected by the Central Statistical Office (CSO) by

means of direct interviews with farmers at three different periods: two in the growing season, one in the post-harvest period. Data are collected on a sample basis by complete enumeration within the selected Standards Enumeration Area (SEA). A number of SEA's are aggregated into a Census Supervisory Area (CSA). Typically 20% of CSA's are selected, with one SEA for each CSA. The boundaries of CSA's and SEA's correspond to physical features and have been mapped at 1:250.000 (CSA) and 1:50.000 (SEA) for the entire country. Data are extrapolated to District and CSA level by applying so-called boosting factors, obtained as the ratio of the number of households in a District of CSA respectively to the number in a SEA. Yield figures per unit area are obtained by the ratio of estimated production to area.

These boosting factors can also be obtained as the ratio of agricultural area in e.g., a District, to agricultural area in a SEA. The results obtained by AZZALI (1989) indicate that the same accuracy can be achieved by applying TM-data to map agricultural land and, subsequently, to calculate the boosting factors. In particular the technique consists of the superimposing of a map showing the CSA boundaries in a district on a classified satellite image where the percentage of cultivated area can be calculated. Then the extraction of the boosting factors for each CSA can be calculated according to the following equation:

$$\text{Ad/At} = \text{Aat/Aacsa} = \text{Bf} \quad (1)$$

where:

Ad = Area of the whole district
 At = Area TM image
 Aat = Maize cultivated area in the TM image

Aacsa = Maize cultivated area in each CSA
Bf = Boosting factor

Consequently multiplying a calculated maize area from one CSA for the corresponsive boosting factor, the total maize cultivated area is obtained for the year 84-85 in a district.

5.3 Forecasts food availability

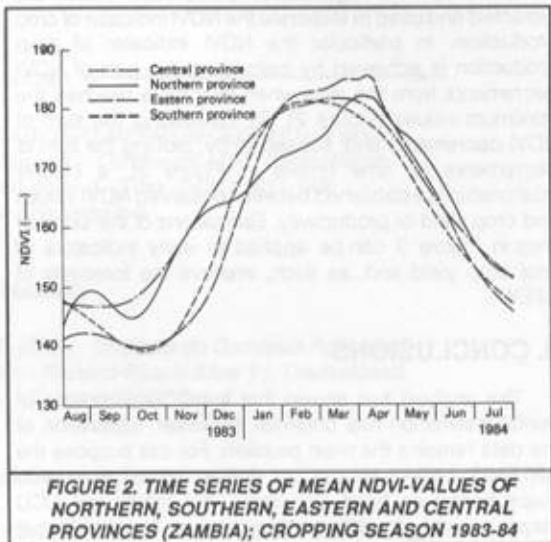
The objective of these provincial meetings is that all parties represented have to agree on a forecast of food availability for each province. Each Agency works out, preliminary, its own forecasts on the basis of its own approach to assess crop yield and crop conditions. In practice results are compared in terms of relative variations against actual production in the previous year. An early, objective, indicator of crop conditions within a whole province would be very useful to work out the preliminary and final forecast. Such an indicator can be calculated with time series of NOAA-AVHRR data.

In order to monitor large crop area on provincial or national basis the use of NOAA-AVHRR-NDVI data, having daily acquisition, appears to be of great use for monitoring vegetation condition during the growing season. In particular NOAA-AVHRR-NDVI data in form of 10-day composite can be used to monitor the development of crops during the growing season.

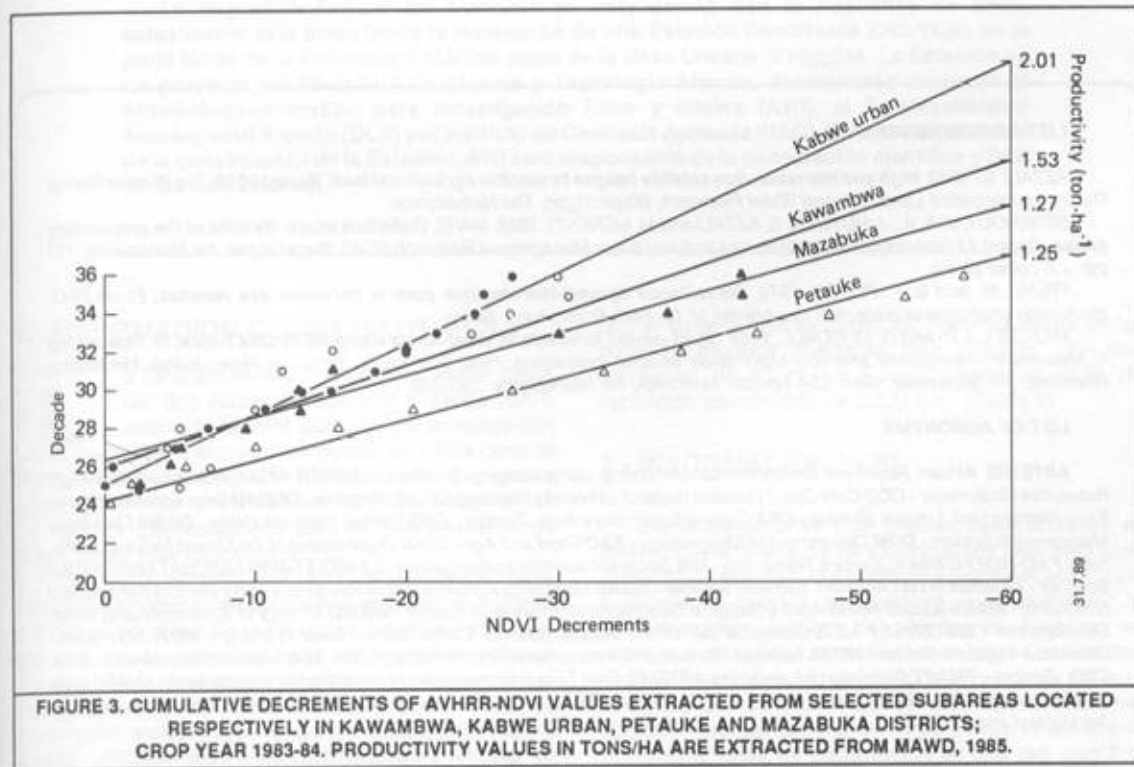
One important aspect is to test if the NDVI data, having pixel resolution of 7.3 km, are useful to assess crop production in those countries where agriculture is very scattered and/or concentrated in few places. The mean NDVI value as result of averaging several pixels within e.g. one province will certainly relate to the dominant

vegetation, which in Zambia consists of forest and savannah.

In fact analyzing the NDVI time series of 10-day composite shown in Figure 2, it appears that no clear-cut difference is noticed in the simple time series of mean NDVI values per province (Figure 2).



Consequently to monitor the growth by means of low resolution remote sensing data (NOAA-AVHRR-NDVI data) it is necessary to know where agriculture is mainly concentrated. Such information can be provided by existing land-use maps. An updating land-use map can be



obtained by means of high resolution satellite images, e.g. LANDSAT-MSS.

Then, the exact location of agricultural areas can be assessed on the high resolution satellite images and via a geographical reference grid the agricultural areas can be detected on the NOAA-AVHRR-NDVI images.

Then, from the "agricultural" pixels NDVI values are extracted and used to elaborate the NDVI indicator of crop production. In particular the NDVI indicator of crop production is achieved by calculating the sum of NDVI decrements from the date when they have reached the maximum values (Figure 2). By calculating the sum of NDVI decrements and, subsequently, plotting the sum of decrements vs time (y-axis in Figure 3), a clearer relationship is established between observed NDVI values and crop yield or productivity. Estimations of the slope of lines in Figure 3 can be applied as early indicators of final crop yield and, as such, improve the forecasts of CFEWU.

6. CONCLUSIONS

The analysis has shown that the CCD technique of rainfall estimation has potential. However, calibration of the data remains the main problem. For this purpose the ARTEMIS system should not deliver rainfall estimation maps based on fixed algorithms, but rather raw CCD maps, possibly for different temperature thresholds, but certainly for a threshold of -40°C .

To interpolate raingauge measurements with the help of METEOSAT-TIR imagery, two very usable methods i.e. linear regression and (co) kriging are available. For situations where the raingauge network is not dense, like in Zambia, the linear regression method is preferred.

Contrarywise, when a more dense meteorological network exists, a fair chance should be given to cokriging.

If, for some reason METEOSAT images area not available, not all is lost: Kriging is a worthy alternative under such conditions.

The advantage of calculating the cropped area by means of satellite image is that much less land has to be surveyed to collect ground truth data, i.e. less than 1% of total land area, than to collect agricultural statistics by means of field observations only, i.e. about 20%. However, the acquisition of satellite data and their processing could be rather prohibitive for a country like Zambia, where hard currencies are scarce, while it is easier to deploy local staff to collect ground truth.

The analysis of NOAA-AVHRR-NDVI (pixel size 7.3 km) data in Zambia has shown that the selection of "agricultural" pixels in the NDVI images has improved monitoring of crop growth. The results obtained for the agricultural pixel are, however, partly representative of the crop condition because influence of natural vegetation is still present.

Therefore, the fore-described analysis should be preferably carried out for selected agricultural areas by means of NOAA-AVHRR images having pixel resolution of 4.4 km (NOAA-GAC data) or 1.1 km (NOAA-LAC data). Using higher resolution NDVI-AVHRR images it would be easier to locate in one pixel a higher percentage of cropped area.

Remarkable results have been obtained correlating the NDVI indicator of crop production extracted from "agricultural" pixels with the productivity values of maize obtained from statistical data, which results show the feasibility to assess quantitatively crop production via NOAA-AVHRR-NDVI data.

LIST OF REFERENCES

- AZZALI, S., 1989. *High and low resolution satellite images to monitor agricultural land. Report n° 18*. The Winand Staring Centre for Integrated Land, Soil and Water Research, Wageningen, The Netherlands.
- BERKHOUT, J. A. A., J. HUYGEN, S. AZZALI and M. MENENTI, 1988. *MARS. Definition study. Results of the preparatory phase. Report 17* (special issue). Institute for Land and Water Management Research (ICW), Wageningen, the Netherlands, 111 pp. + 6 colour plates.
- FRERE, M. and G. F. POPOV, 1979. *Surveillance agrométéorologique pour la prévision des récoltes*. Etude FAO: production végétale et protection des plantes n° 17. FAO, Rome, Italie, 64 pp.
- MILFORD, J. R. and G. DUGDALE, 1984. *Short-period forecasts in West-Africa using METEOSAT-data*. In: Nowcasting II: Mesoscale observations and very-short-range weather forecasting. Proc. 2nd Intern. Symp. on Now-casting, Norrköping (Sweden), 3-7 September 1984. ESA Sp-208. Noordwijk, the Netherlands: 255-259.

LIST OF ACRONYMS

ARTEMIS African Real-Time Environmental Monitoring using Imaging Satellites - **AVHRR** NOAA Advanced Very-High Resolution Radiometer - **CCD** Cold Cloud Duration method. University Reading, United Kingdom - **CFEWU** Crop Forecasting and Early Warning Unit, Lusaka, Zambia - **CSA** Census Supervisory Area, Zambia - **CSO** Central Statistics Office - **DBMS** Data Base Management System - **DOM** Department of Meteorology - **FAO** Food and Agricultural Organization of the United Nations, Rome, Italy - **FAO-HQ** FAO Head Quarters, Rome, Italy - **GIS** Geographical Information System - **LANDSAT-MSS** LANDSAT MultiSpectral Scanner - **LANDSAT-TM** LANDSAT Thematic Mapper - **MARS** Monitoring Agro-ecological Resources using Remote Sensing and Simulation - **MARS-AEGIS** MARS Agro-Ecological Geographical Information System - **MAWD** Ministry of Agriculture and Water Development - **METEOSAT** METEOrological SATellite - **NCEW** National Committee on Early Warning - **NDVI** Normalized Difference Vegetation Index - **NOAA** National Oceanic and Atmospheric Administration, USA - **SEA** Standard Enumeration Area, CSO, Zambia - **SMART** Simulation Model using ARTEMIS Real Time Information and environmental specifications (MARS crop growth model) - **SPOT** Trade Mark of SPOT Image, France - **TIR** Meteosat Thermal Infra-Red Band - **WRSI** Water Requirements Satisfaction Index

ESTADO Y EXPECTATIVAS DE LA ESTACION "ERS/VLBI-BASE O'HIGGINS" UNA COOPERACION ALEMANA/CHILENA*

Heinz Kohnen

ALFRED-WEGENER-INSTITUT - FÜR POLAR- UND MEERESFORSCHUNG (AWI)
(Instituto de Investigaciones Polares y Marítimas) - Durchwahl 4831, Deutschland
Fono (0471) 4831-0 - 160 - Tlx 238695 polar d - T-fax (0471) 4831-149
Telegramm: Polar Bremerhaven

Klemens Nottarp

INSTITUT FÜR ANGEWANDTE GEODÄSIE (IfAG) - (Instituto de Geodesia Aplicada)
(Abt. II des DGFI) - D-6000 Frankfurt am Main - Richard-Straub-Allee 11, Deutschland
Telephon: 0 69-6 33 32 87 - Telex: 4 13592 ifag d

Klaus Reiniger

DEUTSCHE FORSCHUNGSANSTALT FÜR LUFT-UND RAUMFAHRT (DLR)
(Establecimiento Aeroespacial Alemán) - D-8031 Oberpfaffenhofen, Deutschland
Telephone (08153) 28897, T-fax (08153) 281343, Tlx 5270287 dadf d

Introducción

La República Federal de Alemania en cooperación con la República de Chile, actualmente está preparando la instalación de una Estación Combinada ERS/VLBI, en la parte Norte de la Península Antártica cerca de la Base Chilena O'Higgins. La Estación es un proyecto del Ministerio de Ciencia y Tecnología Alemán, desarrollado mediante el Alfred-Wegener-Institut für Polar- und Meeresforschung (AWI), el Establecimiento Aeroespacial Alemán (DLR) y el Instituto de Geodesia Aplicada (IfAG). IfAG es responsable de la construcción de la Estación, AWI será responsable de la cooperación científica y DLR de las operaciones.

1.- INFORMACION DEL SATELITE ERS-1

La Estación tiene como objetivo, recibir datos del tipo Radar de Apertura Sintética (SAR) desde el Satélite Europeo de Investigación ERS-1, el cual será puesto en órbita durante 1990, y desde subsiguientes Plataformas Espaciales como también de recibir señales de radio, provenientes de Fuentes Extragalácticas para la Interferometría de líneas bases muy largas (VLBI).

Los experimentos SAR son desarrollados para estudiar la dinámica del hielo de mar en el mar de Weddell y en los alrededores de la Península Antártica y observar cambios en la capa de hielo en la Antártica-Oeste. Además de la implicancia climática, los datos de los experimentos también serán importantes para la navegación en los mares Antárticos cubiertos de hielo y podrían utilizarse para fines de búsqueda y rescate, ya

que el sistema SAR es capaz de "mirar" a través de las nubes y producir imágenes muy precisas, con una resolución de 30 m. La Estación tiene un radio de recepción aproximado de 2.000 Km. (Tabla 1).

2.- INFORMACION VLBI

Las observaciones VLBI pueden ser efectuadas en forma independiente de los experimentos SAR pero usan la misma antena (Fig. 1) y el mismo Equipo Receptor. Este experimento permite por primera vez determinar el desplazamiento relativo del Continente Antártico en relación a estaciones equivalentes en otros Continentes, como también observar cambios del nivel medio del mar, a escala global. Estaciones de este tipo podrían ser ubicadas preferentemente en Chile y Argentina o Brasil, como estaciones de cooperación en una red científica

Datos generales de la Estación ERS/VLBI-Base O'Higgins

ANTENA		
Tipo	"On-axis Cassegrain"	
Reflector Principal	diámetro	9,0 m
	forma	verd. Paraboloide de rot.
	largo focal	3,6 m
	prec. superf.	0,5 mm rms
Reflector Seg.	diámetro	1,3 m
	forma	verd. Hiperboloide de rot.
	prec. superf.	0,1 mm rms
	tipo	trompeta corrugada
Aliment. (Feed)	frecuencia	2,0-2,3 GHz y 8,0-8,6 GHz
	polarización	RHC y LHC
MONTAJE		
Tipo	montaje espec. 3 ejes, compl. cubierto	
Eje 1	acimut $\pm 270^\circ$ desde Norte	
Eje 2	inclinación 0° ó 8° desde vertical (2 posiciones posibles)	
Eje 3	oblicuo 45° (en vez del eje de elevación)	
Cinemática	velocidad en acimut $0,0017^\circ/\text{seg} - 11^\circ/\text{seg}$	
	aceleración $7^\circ/\text{seg}^2$	
	vel. en pseudo-elevación $0,001^\circ/\text{seg} - 5^\circ/\text{seg}$	
	aceleración $5^\circ/\text{seg}^2$	
AMBIENTE		
Temperatura	- 30°C / + 15°C	
Velocidad de viento	hasta 300 km/hora	
SISTEMA DE TIEMPO Y FRECUENCIA		
Tiempo	HP "high performance" Cesiumreferencia	
Sincr. de tiempo	receptor GPS	
Frecuencia	activo H-Maser EFOS	
EQUIPAMIENTO ERS		
G/T	31 dB	
	receptor de rastreo ERS	
	receptor de datos ERS-SAR	
	grabador de datos SAR HDTR	
	procesador "Quick look" SAR	
EQUIPAMIENTO VLBI		
	LNA criogénico y convertidor	
	rec. 14 canales (NRAO-Interferometrics),	
	compatible VLBA/VLBI	
	grabador VLBI-HDT	

TABLA N° 1: CARACTERISTICAS PRINCIPALES DE LA ANTENA

mundial. También participará una Estación Japonesa (Syowa) prevista al otro lado del Continente Antártico. El experimento VLBI requiere de una plataforma muy estable, por eso necesita una fundación sobre roca sólida (Fig. 2 y 3).

3.- OPERACION DE LA ESTACION ERS/ VLBI BASE O'HIGGINS

Por el momento está previsto realizar esas observaciones ERS-1-SAR y VLBI durante cuatro períodos al

año y cada período tendrá una duración aproximada de cuatro semanas, esto significa 4 semanas en Verano, Invierno, Primavera y Otoño. Las observaciones durante estos cuatro períodos requerirán 2 a 3 Operadores; además será necesario el acceso a la Estación durante todo el año. Los experimentos tendrán una duración de cinco a diez años.

El experimento entero, también planificado de una manera similar por Japón en la Estación Syowa, es probablemente uno de los más excitantes proyectos científicos actualmente iniciados en la Antártica. El equi-

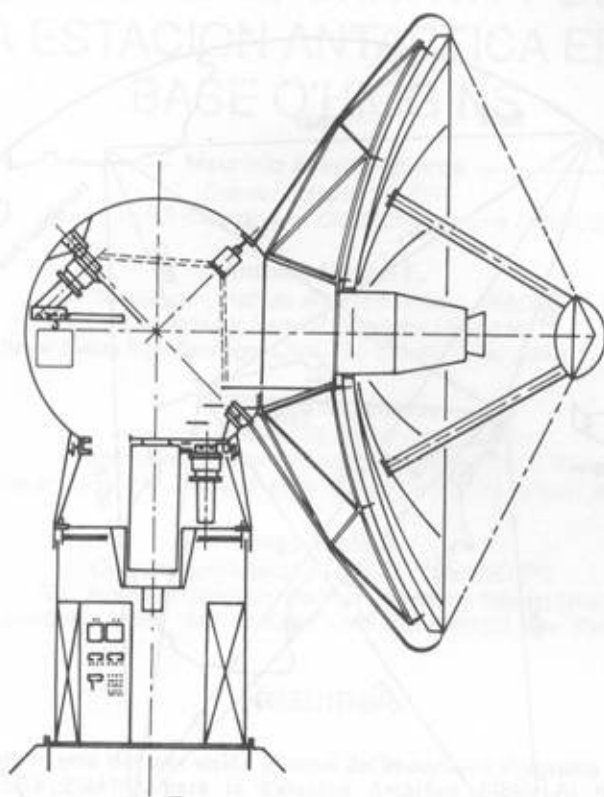


FIGURA Nº 1: ANTENA ERS/VLBI-BASE O'HIGGINS DE 9 M DE DIAMETRO



FIGURA Nº 2: UBICACION TECTONICA DE LA ESTACION

El equipamiento, consistente en una Antena Parabólica completamente maniobrable, con un reflector parabólico de 9 m. de diámetro en conjunto con 12 contenedores isonorm de 20 pies, para la electrónica y espacio de trabajo.

Los costos del equipamiento son absorbidos por la República Federal de Alemania.

Para evitar la instalación de una Base completamente nueva con todas las implicancias logísticas que esto significaría, y también para minimizar el impacto ambiental adicional, se decidió desarrollar estos experimentos en cooperación científica y logística con la República de Chile, O'Higgins.

4.- PRUEBA FINAL DE LOS EQUIPOS

Hasta el momento la fabricación de la Antena y del equipamiento electrónico está progresando bien; también se está construyendo la infraestructura en Base O'Higgins y los trabajos están cumpliendo los plazos. Para realizar la prueba de aceptación, el sistema completo será instalado una primera vez en Alemania, entre Julio y Octubre de 1990; en seguida será desarmada y transportada a Base O'Higgins para su instalación final durante Diciembre de 1990 y Febrero de 1991. Se espera la puesta en servicio para Marzo de 1991. Las coordenadas preliminares de la posición de la antena son 57° 54' 04" Longitud Oeste, 63° 19' 16" Latitud Sur y 11,5 m altura (base).

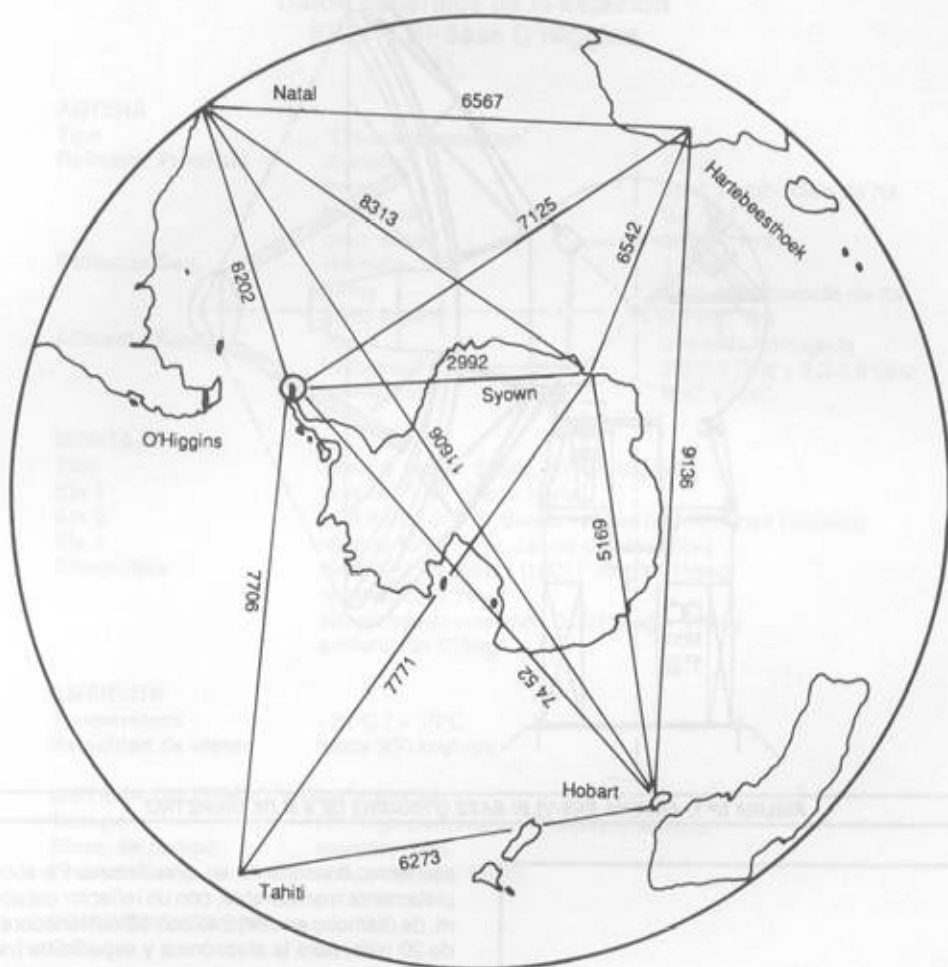


FIGURA N° 3: POSIBLES ENLACES PARA VLBI

ANEXO

- Tabla N° 1** : Indica las características principales de la Antena
Figura N° 1 : Muestra el diseño principal de la Antena
Figura N° 2 : Muestra la ubicación tectónica de la Estación
Figura N° 3 : Muestra posibles enlaces para VLBI

POTENCIALIDAD OPERATIVA Y CIENTIFICA DE LA ESTACION ANTARTICA ERS/VLBI BASE O'HIGGINS

Mauricio Araya Figueroa

Director Editorial SELPER

Asesor INACH/Coordinador Científico Programa ERS/VLBI

Antonio Mazzel F.

Subdirector, Instituto Antártico Chileno (INACH)

Coordinador General Programa ERS/VLBI

Luis Thayer Ojeda 814. Santiago, Chile. Tel. 231 8177, Tlx: 346261 INACH CK.

Alejandro Sepúlveda

Jefe Departamento de Planificación, INACH

Asesor/Coordinador Operativo Programa ERS/VLBI

Luis Thayer Ojeda 814. Santiago, Chile. Tel. 231 8177, Tlx: 346261 INACH CK.

Jorge Tapia C.

Coordinador Publicaciones IGM- Chile/SELPER

TCL, Ingeniero Geógrafo. Instituto Geográfico Militar (IGM).

Nueva Santa Isabel 1640. Santiago, Chile. Tel: 6968221. Fax: 6988278.

Resumen

Este trabajo intenta dar una visión general del importante Programa de Cooperación Bilateral CHILE/ALEMANIA para la Estación Antártica ERS/VLBI Base O'Higgins, financiada por Alemania y ubicada justamente en la Base Antártica Chilena General Bernardo O'Higgins. Esta Estación permitirá realizar valiosas investigaciones científicas, de interés antártico y mundial (Programas Internacionales de Cambios Globales Planetarios), dada la característica tan amplia de los datos que serán recibidos y procesados en ella, relacionados con la serie de Satélites ERS de la Agencia Espacial Europea (ESA) y de un Programa Internacional de Interferometría de Líneas Base Muy Largas (VLBI), que utiliza señales de fuentes de radiación extragalácticas. Se pretende mostrar las principales aplicaciones e investigaciones que podrán realizarse, como una forma de incentivar a la comunidad nacional e internacional en la elaboración de proyectos, de modo de obtener el máximo provecho de tan importante programa. Los autores desean expresar su reconocimiento a la Agencia Espacial Europea (ESA), Establecimiento Alemán de Investigaciones Aeroespaciales (DLR), Instituto Alemán de Geodesia Aplicada (IFAG), Instituto Alemán Alfred Wegener para Investigaciones Polares y Marinas (AWI), Centro Nacional de Estudios Espaciales de Francia (CNES); Administración Nacional de Aeronáutica y del Espacio de EE.UU. (NASA); y al Centro Canadiense de Percepción Remota (CCRS), por el valioso material facilitado para preparar este trabajo.

1.- INTRODUCCION

Este importante Programa de Cooperación entre las Repúblicas de Alemania y Chile se encuentra en una fase muy avanzada. Planificado en tres etapas, ya fue cumplida la primera de ellas en Base O'Higgins en el verano antártico 1990, consistente en la instalación de los basamentos donde irá apoyada la Estación. Actualmente la segunda etapa está prácticamente cumplida en Alemania, relacionada con la fabricación y prueba de la Estación ERS/VLBI (Foto 1), restando solamente su desensamble y empaque en contenedores, para ser instalada en la Base O'Higgins en el verano antártico 1991. La tercera etapa se

refiere al uso operativo de la Estación, la que estaría lista para esos fines desde Marzo 1991.

La Estación es un Programa del Ministerio de Ciencia y Tecnología de Alemania y es llevado a cabo a través del **Alfred-Wegener-Institute für Polar-und-Meeressforschung (AWI)**, Instituto Alemán Alfred Wegener para Investigaciones Marinas y Polares, que será responsable de la cooperación internacional cuando la Estación esté en marcha; el **Deutsche Forschungsanstalt für Luft-und-Raumfahrt (DLR)**, Establecimiento Alemán de Investigaciones Aeroespaciales, que será responsable de la operación de la Estación; y el **Institut für Angewandte**

Geodäsle (IFAG, Instituto Alemán de Geodesia Aplicada), que será responsable de la instalación de la Estación en Base O'Higgins.

La contraparte de Chile consiste básicamente en apoyar la instalación y operación de la Estación, como así en colaborar con los diversos proyectos científicos y operativos que se implementen y estará coordinada por el **Instituto Antártico Chileno, INACH (Ministerio de Relaciones Exteriores)** y se contará con el importante apoyo logístico del **Ejército, la Armada y la Fuerza Aérea de Chile**, además de **universidades e instituciones nacionales** ligadas a las diversas investigaciones y proyectos operativos que se realicen.

2.- SITUACION PRIVILEGIADA DE LA ESTACION

La ubicación de la Estación ERS/VLBI Base O'Higgins es doblemente privilegiada, tanto por el área que ella cubre como por la factibilidad de su operación a través de todo el año.

En el primer caso, basta observar su radio de acción (ver Contraportada de esta Revista y la Fig. 1) para apreciar su potencialidad para realizar estudios científicos y operativos (navegación aérea y marítima), no sólo en la Antártica sino también en el extremo sur de Sudamérica. Por otro lado, se trata de una de las pocas estaciones ERS que estarán operativas en el Hemisferio Sur en 1991, cuando el satélite ERS-1 sea lanzado. La Estación del Cotopaxi de Ecuador, operada por CLIRSEN, también se espera esté lista en Abril 1991.

En cuanto a su factibilidad de operación a través del año, se cuenta con el apoyo permanente de la Base O'Higgins, operada por el Ejército de Chile; de los buques de la Armada de Chile y sus actividades durante el verano antártico; y de la Base Teniente Marsh, operada por la Fuerza Aérea de Chile y que cuenta con la única pista dura

(tierra) capaz de operar durante todo el año en la Antártica (Foto 2). De esta forma, se podrá acceder a Base O'Higgins por vía marítima o aérea, utilizando aviones grandes (tipo C-130 o Boeing) para el tramo Punta Arenas (Chile continental austral)- Base Teniente Marsh y aviones pequeños (tipo Twin Otter con esquiés) o helicópteros desde ésta a Base O'Higgins, dada la relativa cercanía geográfica de estas dos bases antárticas chilenas. Asimismo, en Base O'Higgins se contará con el valioso apoyo del Comando Antártico del Ejército de Chile, de gran tradición y experiencia en exploraciones terrestres, lo que será de gran ayuda para las actividades de control de terreno que sean necesarias en los diversos proyectos a realizarse (Cartografía, Glaciología). Por otro lado, el Instituto Antártico Chileno (INACH) tiene una amplia experiencia en coordinar y apoyar proyectos científicos en que participen diversas instituciones nacionales e internacionales, habiéndose contado siempre con el importante apoyo logístico ya mencionado.

De esta forma, no será problema cumplir con la planificación alemana de adquisición de datos durante las cuatro estaciones del año, para lo que se tiene contemplada la estadia de unos cuatro técnicos y científicos alemanes en Base O'Higgins, por un mes aproximadamente, cuatro veces al año. En situaciones de emergencia (fallas de algún tipo o necesidad de adquirir datos en fechas específicas de especial interés), la operación de la Estación también estará asegurada, dado el importante apoyo logístico, operativo y científico chileno con que se contará.

3.- DESARROLLO OPERATIVO Y CIENTIFICO DE ACTIVIDADES

Dadas las entidades participantes y la forma como está estructurado este Programa de Cooperación Chile/Alemania, en la Fig. 2a se ha intentado esquematizar el Organigrama General de Operación y en la Fig. 2b, las Áreas Tentativas de Investigación y Aplicaciones

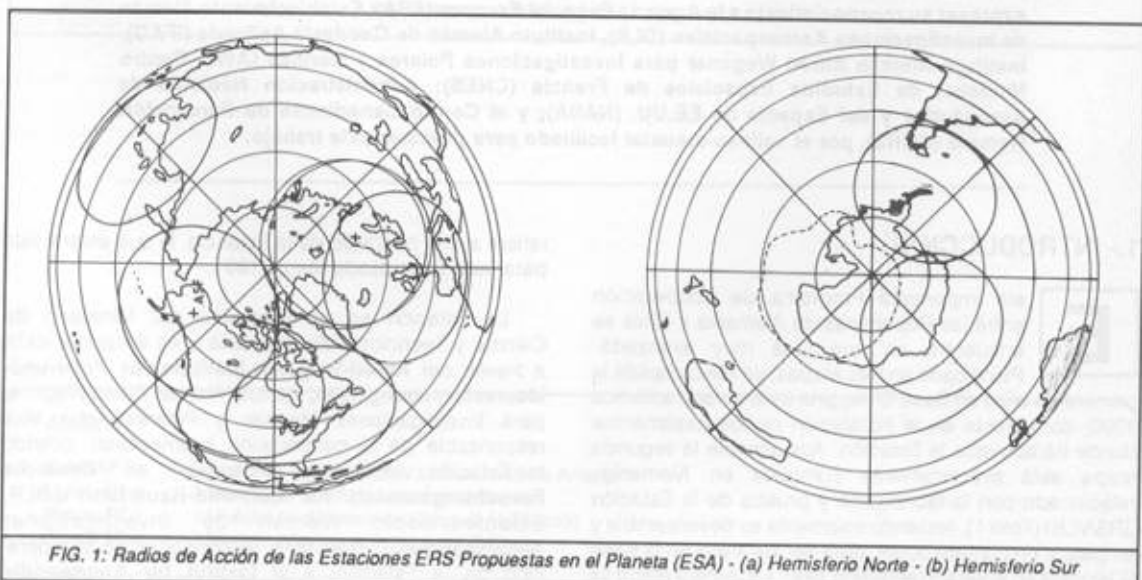


FIG. 1: Radios de Acción de las Estaciones ERS Propuestas en el Planeta (ESA) - (a) Hemisferio Norte - (b) Hemisferio Sur



FOTO 1: Antena de la Estación ERS/VLBI Base O'Higgins, ya construida y siendo probada en Alemania (Gentileza Dr. Klemens Nottarp, IFAG/Alemania).

Operativas (apoyo a la navegación aérea y marítima) visualizadas en Chile y ligadas a la Estación ERS/VLBI Base O'Higgins.

En cuanto a la contraparte chilena, además del importante apoyo logístico y operativo ya mencionado, se espera contar con la colaboración de varias entidades nacionales en los diversos proyectos a realizarse, destacando entre ellas: Instituto Geográfico Militar, IGM (Proyecto VLBI, Proyecto ERS/Cartografía); Instituto Hidrográfico de la Armada, IHA (Proyecto ERS/Oceanografía, Meteorología, Cartografía Costera); Servicio Aerofotogramétrico de la Fuerza Aérea de Chile, SAF (Apoyo a diversos Proyectos ERS mediante fotografías aéreas); Dirección Meteorológica Nacional (Proyecto ERS/Meteorología); Dirección General de Aguas del Ministerio de Obras Públicas, DGA (Proyecto ERS/Glaciología); Instituto de Fomento Pesquero, IFOP (Proyecto ERS/Oceanografía, Recursos Vivos); Universidad de Chile (Proyecto ERS/Geología,

Glaciología, Apoyo a Procesamiento de Datos Satelitales); Universidad de Santiago (Proyecto VLBI y algunos Proyectos ERS); Instituto de la Patagonia; Universidad Católica (Proyecto ERS/Oceanografía, Recursos Vivos y Apoyo en Procesamiento de Datos Satelitales); y otras entidades nacionales, en especial aquellas ligadas al Comité Nacional de Investigaciones Antárticas (CNIA), con sede en INACH.

El Instituto Antártico Chileno viene desarrollando un Programa de Percepción Remota en la Península Antártica, desde 1978, con la especial colaboración de la Universidad de Chile y el apoyo logístico de las tres Ramas de la Defensa Nacional, destacando en forma especial el Comando Antártico del Ejército, para la instalación de Estaciones Meteorológicas Automáticas o Plataformas de Colección de Datos (DCPs) en la Costa del Mar de Weddell (Bahía Duse), partiendo desde Base O'Higgins. Estas DCPs operan con el Satélite GOES y miden datos de velocidad y



FOTO 2: Avión FACH en Base Antártica Chilena T. Marsh
(Isla Rey Jorge)

dirección del viento, radiación solar, temperatura y humedad relativa del aire, presión atmosférica, enviando cada tres horas su información a Santiago. Un adecuado sistema de baterías y paneles solares les otorgan autonomía de operación continua para todo el año (Foto 3). La experiencia acumulada en este período ha sido valiosa y algunas DCPs podrían reubicarse para apoyar diversos proyectos de investigación que se realicen

(incluso podrían conectarse otros sensores, según los parámetros necesarios a medir, pudiendo hacerse lecturas cada 15 minutos si fuese necesario, guardándolas en memoria y transmitiéndolas igualmente cada 3 horas, por ejemplo).

Los proyectos que finalmente se realicen, dependerán del interés de las entidades potencialmente ligadas a ellos, de la factibilidad operativa y financiera de ellos y de su interés bilateral mutuo (Chile/Alemania), existiendo lógicamente diversos grados de participación chilena según la naturaleza del proyecto a realizarse.

4.- APLICACIONES POTENCIALES DE LA INFORMACION

A continuación se entrega una rápida visión de las diversas áreas de investigación y aplicación de la información ERS, teniendo en cuenta que los datos aportados por los diversos sensores que irán a bordo del Satélite ERS-1 (Tabla 1) se complementarán en excelente forma con los aportados por otros satélites, como los meteorológicos (GOES, NOAA, Nimbus, otros) y de recursos naturales (Landsat, SPOT) e información aérea y terrestre de apoyo o verdad de terreno. Los ejemplos que se mostrarán a continuación normalmente corresponden a datos logrados por un precursor del ERS, el Satélite

Fig. 2a. ORGANIGRAMA GENERAL DEL PROGRAMA DE COOPERACION CHILE-ALEMANIA: ESTACION ERS/VLBI BASE O'HIGGINS

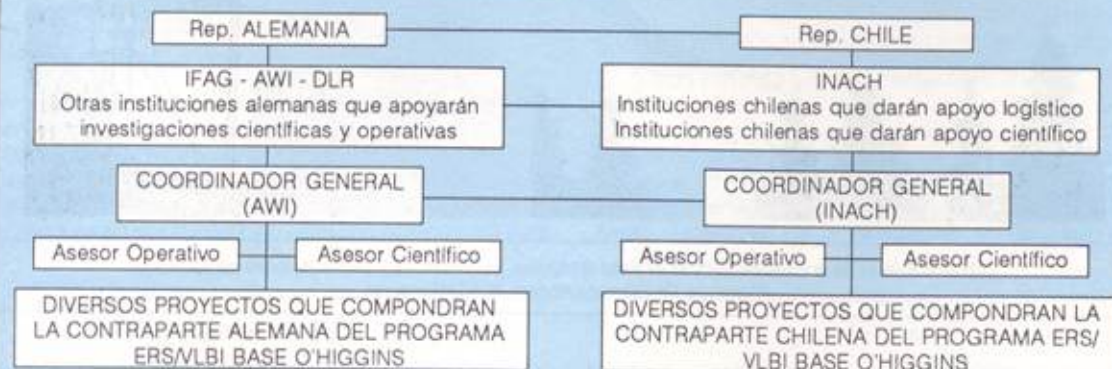


Fig. 2b. ESQUEMA TENTATIVO DE INVESTIGACIONES CIENTIFICAS CHILENAS: ESTACION ERS/VLBI BASE O'HIGGINS

DIVERSOS PROYECTOS QUE COMPODRAN LA CONTRAPARTE CHILENA DEL PROGRAMA ERS/VLBI BASE O'HIGGINS



REMOTE SENSING PROGRAM OF THE
CHILEAN ANTARCTIC INSTITUTE.

THIS REMOTE SENSING PROGRAM IS DEVELOPED WITH THE TECHNICAL ASSISTANCE OF THE FACULTY OF PHYSICS AND MATHEMATICAL SCIENCES OF THE UNIVERSITY OF SANTIAGO, CHILE. THE PROGRAM BEGAN IN 1977 ON McMurdo Island, South of Easter Island, and is being expanded to the Weddell Sea.



Ubicación General de DCPs

Confiabilidad del Enlace GOES

INSTALLATION OF DCP AT THE WEDDELL SEA COAST (February 1979)



RECEIVED NEW IN INSTALLATION OF DCP AT THE WEDDELL SEA COAST. THE TOWER IS 10 M HIGH AND THE DCP IS 10 M HIGH. THE TOWER IS 10 M HIGH AND THE DCP IS 10 M HIGH.



IT WAS NECESSARY TO CROSS THE ANTARCTIC PENINSULA. THIS DCP INSTALLATION SHOWS THE FEASIBILITY OF DEPLOYING A NET OF DCPs AT THE ANTARCTIC PENINSULA. THIS VERY IMPORTANT, USEFUL AND IMPORTANT MISSION WAS SUCCESSFULLY ACCOMPLISHED MAINLY DUE TO THE SUPPORT OF CHILEAN, SPANISH, ARGENTINEAN, AND BRITISH SCIENTISTS OF CHILEAN, SPANISH, ARGENTINEAN, AND BRITISH SCIENTISTS.



THIS DCP WAS INSTALLED FROM THE INSTALLATION SITE. THE TOWER WAS 10 M HIGH AND THE DCP WAS 10 M HIGH. THE TOWER WAS 10 M HIGH AND THE DCP WAS 10 M HIGH.



VIEW OF THE TOWER WITH DCP ALREADY INSTALLED AT THE WEDDELL SEA COAST. IN THE TOP OF THE TOWER WAS PLACED A DCP. THE DCP WAS 10 M HIGH AND THE TOWER WAS 10 M HIGH.



RECEIVED NEW FROM THE DCP INSTALLATION SITE. THE TOWER WAS 10 M HIGH AND THE DCP WAS 10 M HIGH. THE TOWER WAS 10 M HIGH AND THE DCP WAS 10 M HIGH.

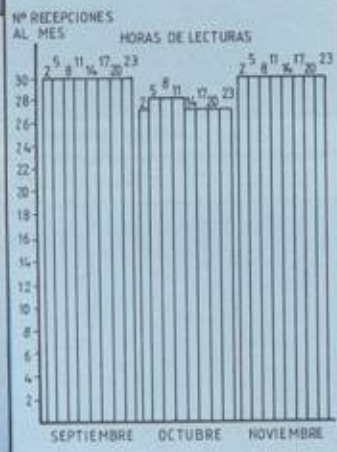


FOTO 3: Programa de Percepción Remota INACH: Instalación de Estaciones Meteorológicas Satelitales Automáticas.

norteamericano SEASAT (NASA), que operó durante 1978. Esta información ha sido complementada con otros datos y procesada en diversos centros de investigación en Europa (ESA), Alemania (DLR), Canadá (CCRS), EE.UU. (NASA y otras entidades), Francia (CNES).

Proyecto VLBI

Este experimento es independiente del Satélite ERS, pues opera con las señales recibidas de fuentes de radiación extragaláctica, pero utiliza el mismo sistema receptor y grabador de los datos ERS, por lo que será

PARAMETRO GEOFISICO	RANGO DE MEDICION	PRECISION	SENSOR PRINCIPAL
Campos de Viento			
- Velocidad	4-24 m/s	$\pm 2 \text{ m/s} \pm 10 \%$	Dispensor Vientos/Altimetro de Radar
- Dirección	0-360°	$\pm 20^\circ$	Dispensor Vientos
Campos de Olas			
- Altura Significativa	1-20 m	$\pm 0.5 \text{ m} \pm 10 \%$	Altimetro de Radar
- Dirección Olas	0-360°	$\pm 15^\circ$	SAR (Modo Olas)
- Longitud Olas	100-1000 m	20%	SAR (Modo Olas)
Imágenes de la Superficie Terrestre	100 km ancho de imagen	Resolución Geométrica/Radiométrica:	Radar de Apertura Sintética (SAR), en el Modo de Imágenes (SAR Image Mode)
- Océanos		a) 30m / 2.5 dB	
- Zonas Costeras		b) 100m / 1.0 dB	
- Tierra y Glaciares			
Altura			
- sobre océano	745-625 km	$\pm 10 \text{ cm}$	Altimetro de Radar
- placas de hielo polares		$< 1 \text{ m}$	Altimetro de Radar
Precisión Orbital		$\pm 10 \text{ cm}$	PRARE
Temperatura Superficial del Océano	500 km ancho de barrido	$\pm 0.5^\circ \text{ K}$	ATSR (R)
Vapor de Agua en la Atmósfera (nubes)	muestreos de 25 km	$\pm 10 \text{ g}$	Sondeador de Microondas (MW)

TABLA 1: Principales Parámetros Geofísicos y sus Precisiones, a ser Medidos por el Satélite ERS-1 (ESA).

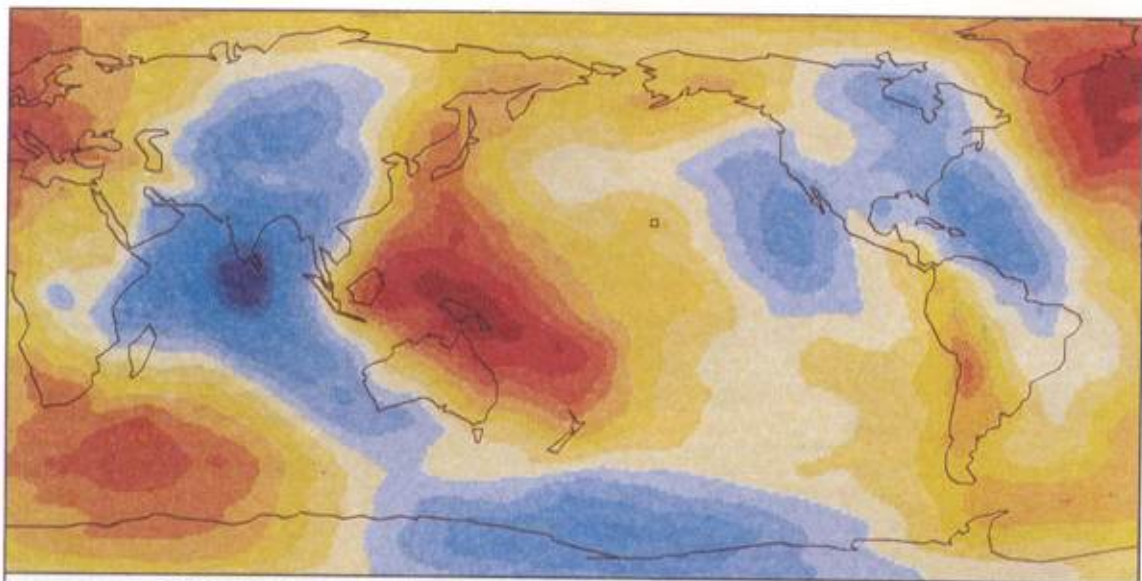
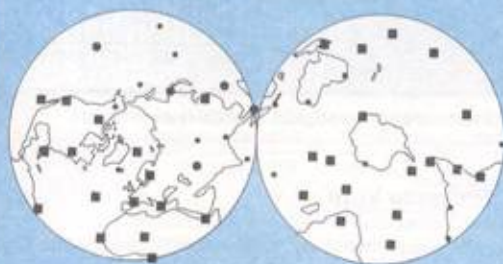


FOTO 4: Modelos de Campos Gravitacionales Derivados de Información Satelital (DLR, Alemania)

**RED DE ESTACIONES O BOYAS ORBITOGRAFICAS
DORIS PARA SATELITES SPOT
(14 FEB. 1990)**cuadrados: instaladas círculos grandes: aceptadas
círculos pequeños: en negociaciónFIG. 3: Ubicación Tentativa de Estaciones DORIS
para SPOT-2 (CNES, Francia)

posible comenzar a trabajar en este Proyecto aún antes del lanzamiento del ERS-1. En una próxima edición de esta Revista SELPER se incluirá un artículo más detallado sobre este interesante experimento, que permitirá por primera vez medir el desplazamiento relativo del Continente Antártico respecto a otros (utilizando estaciones equivalentes) y realizar mediciones precisas de variaciones del nivel medio del mar a escala planetaria.

Cartografía

La capacidad del Radar de Apertura Sintética (SAR), a bordo del Satélite ERS, para adquirir imágenes en cualquier condición atmosférica (noche, día, con o sin nubes, en condiciones de calma o tormenta), unida a su gran resolución espacial (30 metros, lo que permitirá trabajar a escalas 1:100.000 o mayores), representa una gran posibilidad para la cartografía de zonas

problemáticas, como el extremo sur de Sudamérica y la Península Antártica, donde las condiciones climáticas hacen difícil planificar la obtención de fotografías aéreas e imágenes de satélites de alta resolución (Landsat, SPOT) en forma normal. Si a ello se agrega la posibilidad de complementar las imágenes ERS con imágenes SPOT o Landsat, los resultados finales serán aún más positivos.

Respecto al Satélite SPOT, dada su capacidad de toma de imágenes estereoscópicas y su alta resolución espacial (10 metros, lo que equivale a trabajar con escalas 1: 50.000 o mejores), resulta el complemento ideal para estos fines. Por otro lado, el SPOT-2 (operando desde comienzos de 1990) lleva un experimento a bordo, DORIS, que es un sistema precursor de una serie (SPOT-3, SPOT-4, Satélite Oceanográfico Franco-Norteamericano Topex-Poseidón) de receptores de posicionamiento de radio para orbitografía de alta precisión para satélites. Las estaciones DORIS en tierra (Fig. 3) permitirán contar con puntos de control con precisiones esperadas superiores a los 10 cm.

A su vez, el sistema de control de órbita de la serie ERS, dados los sensores y sistemas con que se contará para su rastreo (estaciones Laser y PRARE distribuidas alrededor del planeta), permitirá incluso generar Modelos de Campos Gravitacionales Planetarios de Alta Precisión (Foto 4). Al respecto, el Centro Alemán de Procesamiento y Archivo (D-PAF), implementado por la Agencia Espacial Europea (ESA), el Establecimiento Alemán de Investigaciones Aeroespaciales (DLR) y el Instituto Alemán de Investigación Geodésica (DGFI), podrá generar rápidamente Órbitas Preliminares para Fines Generales, Predicción de Órbitas para Reposicionamiento de Instrumentos y Órbitas de Precisión, para la Generación de Modelos Mejorados de Campos Gravitacionales.

Finalmente, en las Fotos 5a y 5b se muestran ejemplos de Restitución o Corrección de Imágenes con Precisión

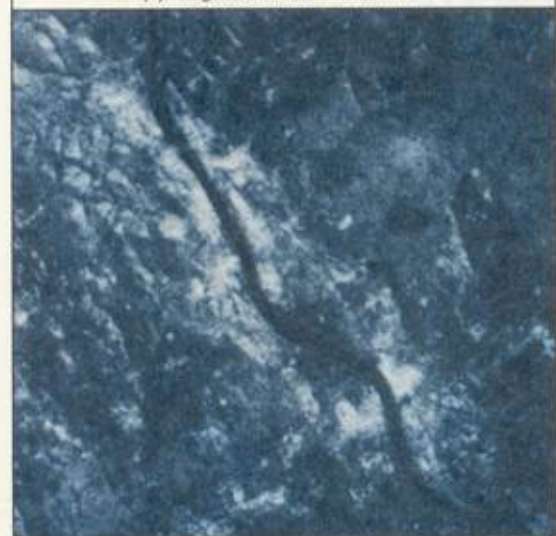
Cartográfica, a partir de Modelos Digitales de Elevación de Terreno, producidos con procesamientos similares a los sistemas Landsat y SPOT, aunque lógicamente con una mayor complejidad de tratamiento computacional.

Glaciología

Los aportes en este campo de las imágenes SAR especialmente, serán muy importantes, dada la capacidad de permanente observación a través del año. Ello permitirá generar Modelos de Avance y Retroceso Estacional de Hielos, ya sea para fines operativos de Navegación Marítima o para estudios de más largo plazo, involucrados con Programas de Observación de Cambios Globales a Nivel Planetario. Dada la alta resolución espacial, también será posible realizar estudios más



(a) Imagen SEASAT/SAR natural



(b) Imagen SEASAT/SAR corregida

FOTO 5: Geocodificación de Imágenes SAR (SEASAT) para restitución de precisión, sobre Bonn y áreas adyacentes del Río Rin (DLR, Alemania)



FOTO 6: Imagen SEASAT/SAR del 23 de Julio 1978 mostrando los glaciares y montañas que rodean Mount McKinley, Alaska, con extraordinaria nitidez (CCRS, Canadá)

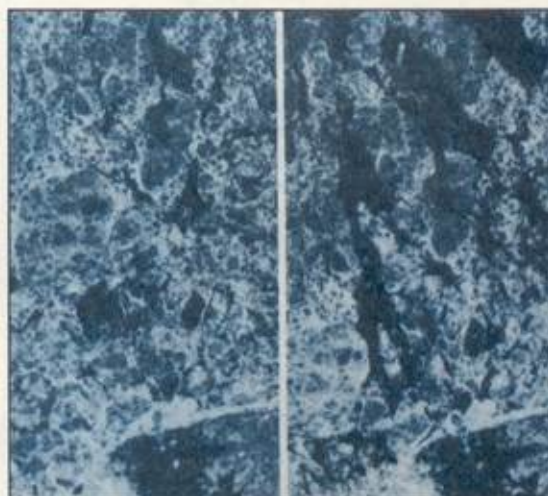


FOTO 7: Imagen SEASAT/SAR del 3 y el 6 de Octubre 1978, Mar de Beaufort, al Oeste de Bank Islands, Canadá, mostrando las rápidas diferencias producidas en el transporte de témpanos y formación de lagunas (polynyas) en el hielo marino (CCRS, Canadá).

detallados sobre glaciares, lagunas en zonas congeladas en el mar (polynyas), tipos y edades de hielos e indirectamente relieve terrestre bajo el hielo. Las fotos 6 y 7 ilustran algunos casos.

Meteorología

Considerando los instrumentos a bordo del Satélite ERS, será posible realizar estudios de circulación de vientos (incluso magnitudes), distribución de nubes en altura y contenido de agua (humedad) y por supuesto, determinación precisa de temperaturas, lo que resulta de gran utilidad para estudios de corrientes oceánicas. Las Fotos 8 y 9 muestran algunas aplicaciones importantes.

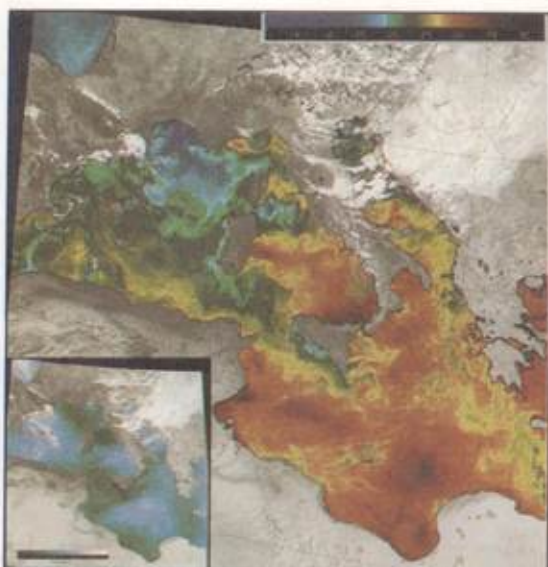


FOTO 8: Distribución de Temperaturas en el Mediterráneo y de Humedad Atmosférica (recuadro inferior), el 5 de Agosto 1978, derivadas del AVHRR (NOAA). El sensor ATSR del ERS-1 permitirá lograr información similar o más precisa (DLR/Alemania; ESA).

Oceanografía

Dada la alta sensibilidad de los sensores altimétricos y la característica de las imágenes SAR para captar

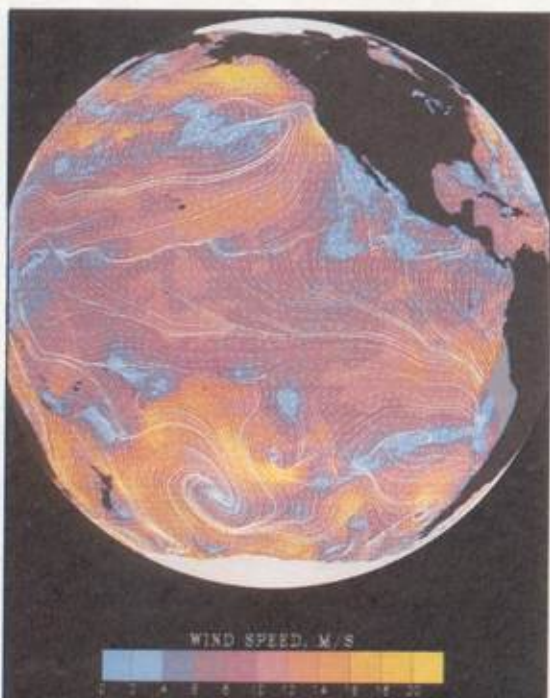


FOTO 9: Distribución Global de Campos de Viento (Velocidad y Dirección) sobre el Océano Pacífico, el 14 de Septiembre de 1978, según datos SEASAT. El ERS-1 producirá información similar con pocas horas de retardo (P. Woiceshyn, JPL/NASA; M.G. Wurtele, UCLA; S. Peteherych, AES/CDN)



FOTO 10: Imagen SEASAT/SAR sobre el Canal Inglés mostrando patrones de rugosidad superficial oceánica, relacionados con flujos de mareas sobre zonas de bancos de arena, con profundidades de hasta 30 m (DLR, ESA).

diferencias de rugosidad en la superficie oceánica, será posible realizar Modelos de Alturas de Olas y de Relieves del Fondo Marino, como así de Variaciones en el Nivel Medio del Mar a escalas globales, procesando adecuadamente los distintos datos, de modo de separar los fenómenos periódicos o puntuales (oleaje, corrientes) de los más estables (relieve marino, nivel medio del mar). Las Fotos 10, 11, 12 y 13 ilustran algunos ejemplos.

Recursos Vivos

A pesar de que esta no es una aplicación netamente antártica, sí es importante saber que será posible detectar fuentes de contaminación (Foto 14), características de temperaturas y corrientes oceánicas y otros parámetros vitales para algunas especies marinas. Por otro lado, la potencialidad de las imágenes SAR para estudios de vegetación (Foto 15) son enormes, sobre todo para el extremo sur de Sudamérica, pudiéndose alcanzar mejores resultados aún si se complementa o calibra esta información con información satelital multiespectral Landsat y SPOT, además de datos de apoyo aéreos y terrestres.

Geología y Geofísica

Las aplicaciones potenciales anteriormente expuestas dan una idea de la amplia variedad de estudios geológicos y geofísicos que podrán realizarse, gracias a la obtención de valiosa información relacionada con diversos parámetros.

Usos Operativos

El aporte de la información recolectada por los diversos sensores a bordo del ERS-1, según fue ejemplificado, tendrá una gran significación en el mejoramiento de las condiciones de seguridad de navegación aérea y marítima en zonas antárticas y sudamericanas australes. Incluso la información ERS podría usarse como complemento para el Sistema Internacional de Búsqueda y Rescate (SARSAT/



FOTO 11: Topografía Submarina, inferida de los cambios en la superficie oceánica, derivada de información SEASAT, mostrando impresionantes rasgos geológicos submarinos a escala planetaria (NASA, EE. UU.).

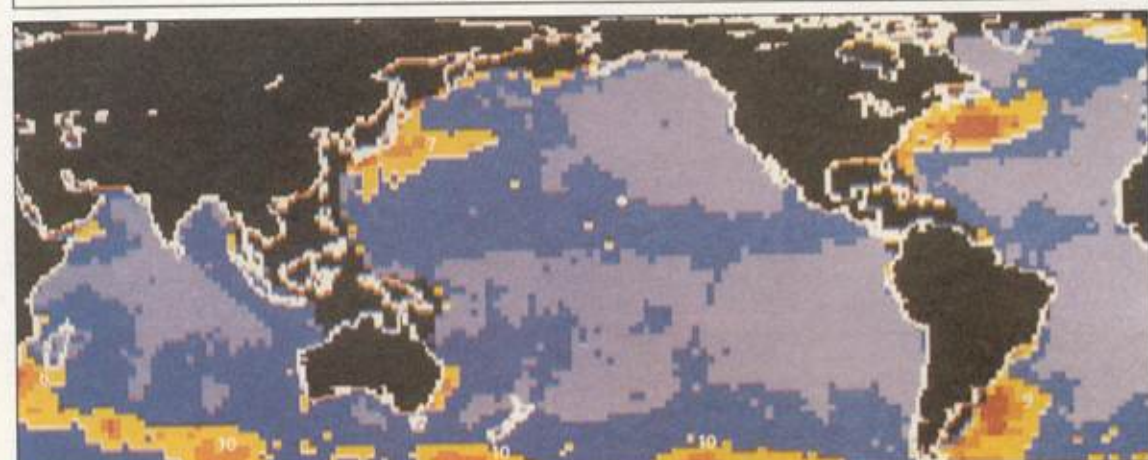


FOTO 12: Variaciones del Nivel Medio del Mar, durante un período de 4 semanas en Septiembre/Octubre 1978, derivado de información SEASAT, otorgando una visión general de la Circulación Oceánica. Las variaciones mayores, de hasta 25 cm (rojo) están asociadas con fuertes corrientes (NASA, EEUU).

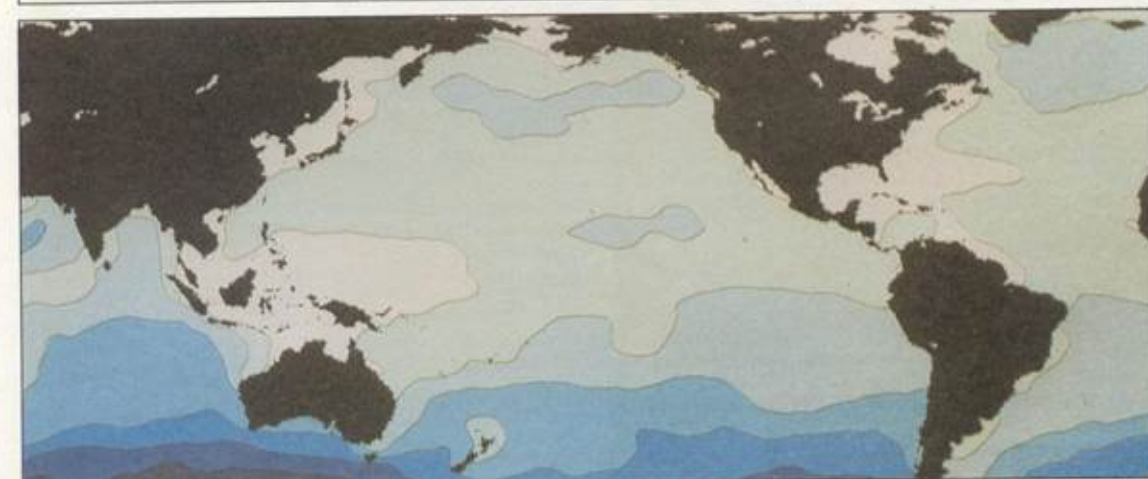


FOTO 13: Alturas Significativas de Olas a Escala Planetaria, derivadas de información SEASAT, en el período Julio/Septiembre 1978. Los sensores del ERS-1 permitirán lograr similar información (D. B. Chelton, Oregon State University y JPL/NASA, EE. UU.). (Escala de Alturas V/S Colores: 1.4 m, 2.2 m, 3.0 m, 3.8 m, 4.6 m y 5.4 m, respectivamente desde el azul más oscuro al más claro, verde oscuro a claro y gris con la mayor altura).



FOTO 14: Capa aceitosa cerca de Pantelleria, al Sur-Este de Sicilia, Italia, mostrada por imagen SEASAT/SAR de 1978, inferida por la rugosidad más suave de la superficie oceánica en la zona contaminada (ESA).



FOTO 15: Campos Agrícolas y Forestales (tonos claros en el margen izquierdo) en Flevoland, Holanda, mostradas por imagen SEASAT/SAR, 1978. Las imágenes ERS-1 permitirán una cobertura regular durante todo el período del crecimiento de la cosecha o zonas forestales, permitiendo incluso diferenciar especies y edades arbóreas (ESA).

COSPASS) pero será necesario primeramente experimentar con qué rapidez máxima podrían estar los datos necesarios disponibles para los fines operacionales.

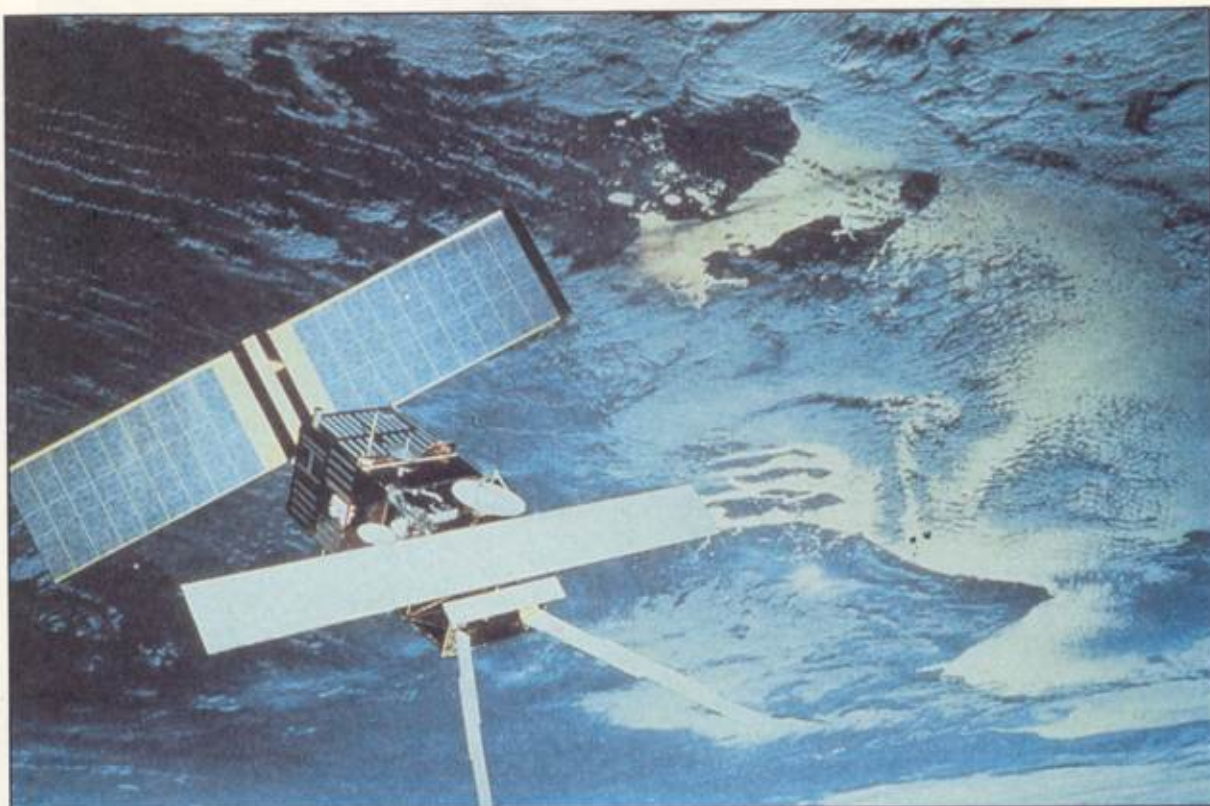
5.- CONCLUSIONES

La comunidad nacional e internacional está frente a una excelente oportunidad de investigación en diversos e importantes temas, gracias a este Programa de Cooperación Bilateral Chile/Alemania para la Estación ERS/VLBI Base O'Higgins. Los beneficios que se deriven de la capacidad instalada, dependerán del interés de las distintas instituciones e investigadores para apoyar y colaborar en la realización de proyectos de investiga-

ción y operación. Se trata de una oportunidad realmente privilegiada para participar en diversos estudios, estando abiertas las puertas para los científicos alemanes, chilenos y de otras naciones que se interesen en el tema. Finalmente, cabe destacar la trascendencia de los estudios que se realicen, que podrán formar parte de los diversos Programas de Cambios Globales Planetarios que se están implementando en la comunidad internacional, con el consecuente beneficio de compartir y ampliar los resultados que podrían haberse obtenido individualmente en cada proyecto.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- *Space Science Horizon 2000*. Publicación ESA-SP-1070 de la Agencia Espacial Europea (ESA). Diciembre 1984.
- *ERS-1, European Remote Sensing Satellite*. Publicación ESA BR-36, Noviembre 1989.
- S. Bruzzi, M. Wooding. *ERS-1: A Contribution to Global Environmental Monitoring in the 1990s*. En Boletín ESA N° 62, Mayo 1990.
- Gabriela Coliger, *RADARSAT*. Revista GEOS, Vol. 12, N° 1, 1983, Ministerio de Energía, Minas y Recursos (EMR) de Canadá.
- *RADARSAT, Canadian Space Program*. Centro Canadiense de Percepción Remota (CCRS), Ottawa, Canadá, 1987.
- D-PAF, *German Processing and Archiving Facility*. Publicación realizada por el Establecimiento Alemán de Investigaciones Aeroespaciales (DLR), Oberpfaffenhofen, Alemania, 1989.
- *OEA-Wissenschaftsplan für Satelliten ERS-1 und ERS-2*. Publicación conjunta IFAG/AWI/DLR de Alemania, 1990.
- H. Kohnen, K. Nottarp, K. Reiniger, *Estado y Perspectivas de la Estación "ERS/VLBI Base O'Higgins". Una Cooperación Alemana/Chilena*. Publicado en Revista SELPER, Vol. 6 N° 3, Septiembre 1990.
- M. Araya F., *Application of Remote Sensing Techniques to Study Environmental Conditions and Natural Resources in Antarctic Peninsula*. International Geosciences and Remote Sensing Symposium, IGARS/IEEE, Munich, Alemania, Junio 1982.
- M. Araya F., *Evaluation of Geostationary and Polar Orbiting Satellites to Collect Meteorological Data from Automatic Stations in the Antarctic Peninsula*. XXV Plenary Meeting COSPAR/ICSU, S-4, Graz, Austria, Julio 1984.
- *SPOT: Instrumento de Gestión y Decisión*. Publicación del Centro Nacional de Estudios Espaciales (CNES) de Francia, París, Francia, Agosto 1988.
- M. Dorrier, *DORIS on Board SPOT-2*. En Revista Nouvelles de SPOT Newsletter, editada por CNES y SPOT Image de Francia. Vol. 13, Junio 1990.
- *From Pattern to Process: The Strategy of the Earth Observing System (EOS)*. Programa EOS, Vol. II, Administración de Aeronáutica y del Espacio (NASA) de EE. UU., 1987.
- *SAR: Synthetic Aperture Radar*. Programa EOS, Vol. III, U.S. NASA, 1987.
- *Altimetric System*. Programa EOS, Vol. III, U.S. NASA, 1987.
- *Earth System Science: Overview and A Closer View*. U.S. NASA, Enero 1988.
- *LAWS: Laser Atmospheric Wind Sounder*. Programa EOS, Vol. II, U.S. NASA, 1988.



SATELITE ERS-1

UNA VISION PERMANENTE SOBRE EL PLANETA
INDEPENDIENTEMENTE DE LAS CONDICIONES DE LUZ Y
NUBOSIDAD, CON SENSORES DE MICROONDAS DE ALTA
RESOLUCION ESPACIAL (SAR: 30 m).

DE PROXIMO LANZAMIENTO, PARA FINES DE 1990



esa

european space agency
agence spatiale européenne



8-10 rue Mario Nikis - 75738 PARIS Cedex 15 - FRANCIA.
Tel: (33.1) 42 73 76 54 - Tlx: 202746 ESA - Fax: (33.1) 42737560



Establecimiento Alemán de Investigaciones Aeroespaciales (DLR)

El establecimiento Alemán de Investigaciones Aeroespaciales, con un plantel activo de más de 4.200 personas, es la institución técnico-científica más grande dentro de Alemania Federal. Surgió en el año 1969 cuando se fusionaron tres instituciones precursoras fundadas en los años 1907, 1912 y 1936. El establecimiento tiene centros de investigación en las ciudades de Braunschweig, Göttingen, Oberpfaffenhofen (en Munich) y en Stuttgart y posee instalaciones en las ciudades de Hamburgo, Berlín, Trauen, Bonn, Hardhausen y Weilheim. El DLR está representado en el exterior de Alemania por las oficinas de París y Washington. Los fondos del establecimiento provienen en su mayor parte del erario público.

Actividades Principales del DLR

Las actividades principales del DLR se desarrollan en las áreas aeronáutica, espacial y energética. De esta manera contribuye en gran parte a la realización de los programas de desarrollo tecnológico del gobierno de la República Federal Alemana en las áreas Aeronáutica, Espacial y de Energías renovables. Por ser una institución importante en el ámbito técnico-científico cumple un papel mediador entre el Estado, la Economía y la Ciencia. Los científicos del DLR trabajan orientados a la aplicación industrial dedicándose especialmente a tareas de largo alcance que requieren trabajo consecuente y multidisciplinario y que conllevan además un riesgo económico que no podría ser asumido sólo por la industria.

Programas y Proyectos del DLR

Área Aeronáutica

- Navegación y Seguridad de Vuelo
- Tecnología de Aviación Civil
- Tecnología de Aviones de Combate
- Tecnología de Helicópteros

- Tecnología de Motores a Reacción
- Elementos de Diseño y Simulación

Área Espacial

Transportadores Espaciales

- Vuelo Hipersónico y Problemas de Reentrada en la Atmósfera
- Tecnologías Orbitales
- Tecnologías de Cohetes

Aplicación de Tecnologías Espaciales

- Comunicación y Técnicas de Localización
- Sistemas de Exploración
- Exploración del Medioambiente
- Ciencia de los Materiales y Ciencias Biológicas

Tareas relacionadas con Misiones Espaciales

- Centros Espaciales
- Sistemas de Control en Tierra
- Proyectos de Misiones Espaciales

Tareas organizativas en el área espacial

- Ejecución de Proyectos vinculados con Ciencias y Técnicas Espaciales
- Otras tareas organizativas en el área espacial

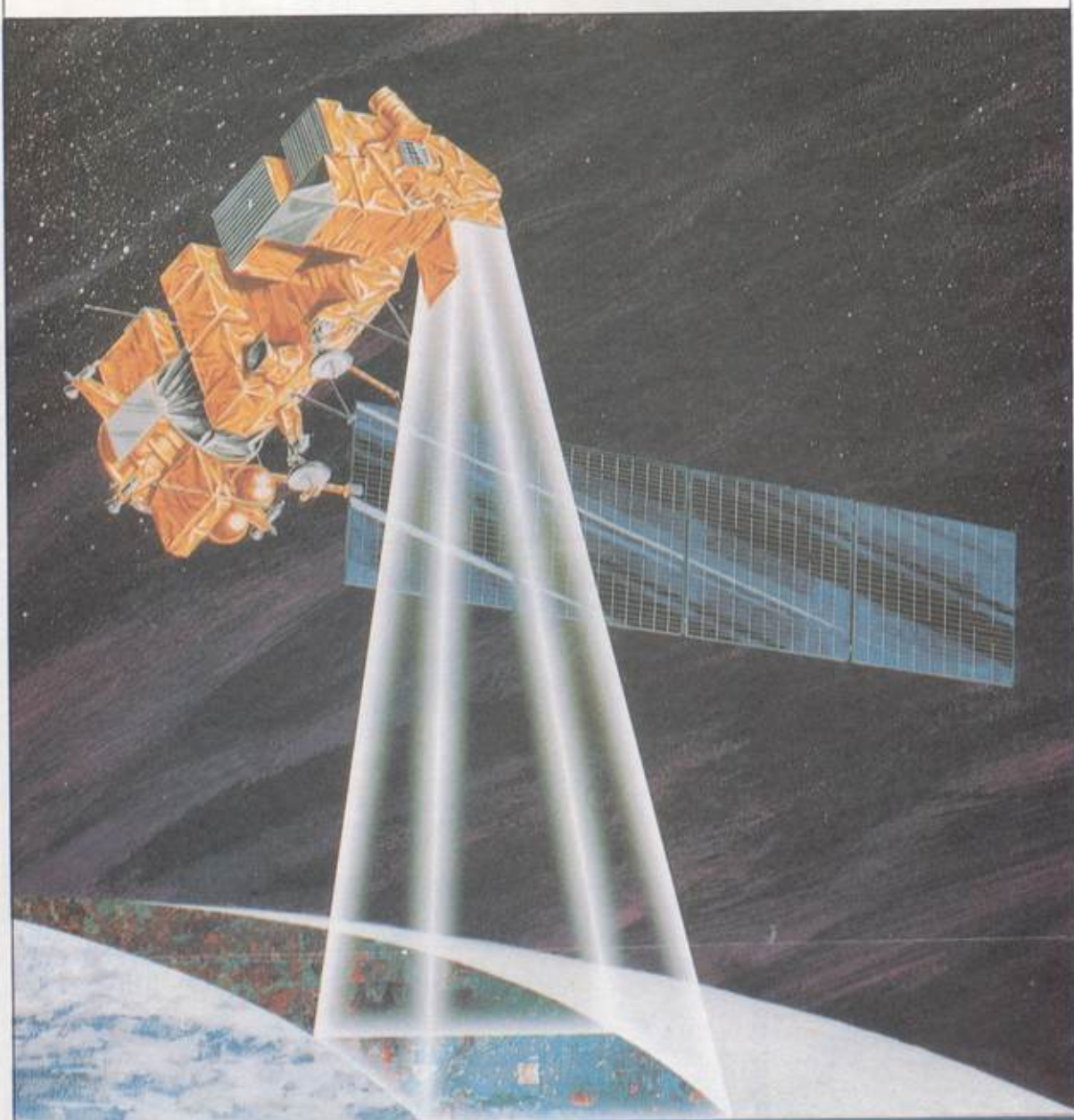
Técnicas Energéticas

- Técnicas de Combustión
- Energía Solar y de Hidrógeno
- Láser de Alta Energía



Earth Observation Satellite Company

4300 Forbes Boulevard, Lanham, MD 20706 USA
(301) 552-0548 • (800) 344-9933 • FAX: (301) 552-0507
RCA TELEX: 277685 LSAT UR



Landsat 4&5 funding assured, Landsat 6 development on schedule.

APOYANDO A SELPER DESDE 1986

AGD

**ACEITERA
GENERAL
DEHEZA S.A.**

INDUSTRIAL, COMERCIAL Y AGROPECUARIA
MORENO 149 - Tel: (0586) 95022 - 95067 - 95068 - 95166 - 95397 - Télex 54501 - 54509
(5923) GRAL. DEHEZA (Córdoba) - ARGENTINA

ACEITERA GENERAL DEHEZA S.A.
INDUSTRIAL, COMERCIAL Y AGROPECUARIA
MORENO 149 - Tel: (0586) 95022 - 95067 - 95068 -
95166 - 95397 - Télex 54501 - 54509
(5923) GRAL. DEHEZA (Córdoba) - ARGENTINA

**ACTIVIDADES Y PRODUCTOS DE
SETER CONSULTORES S.A.**

Sistemas de Energía y Termografía



CONSULTORES S.A.

- INSPECCIONES TERMOGRAFICAS
- INSPECCIONES NO TERMOGRAFICAS
- TELEDETECCION
- INGENIERIA DE INFRARROJOS
- VENTA DE EQUIPOS TERMOGRAFICOS

Cordoba de Venado, 19 D.F. (91) 268 37 00 - FAX (91) 267 35 97
TELEX 45140 - SETER - E 26027 MADRID - C.I.F.A. - 19/021662
ESPAÑA



ENRIQUE MACHADO Y CIA. LTDA.
ESTUDIO DE FOTOGRAFIA DE REPRODUCCION

RAFAEL PRADO 403 - NUÑCA
FONO 2740530* - FAX 2954133
SANTIAGO - CHILE



G.C.A. Publicidad Ltda.
Catedral 1063 L. 1063 Fax: 6967340
Fonos: 6994851 - 6967340
Santiago - Chile

AREA GRAFICA
MUSEO CONTEMPORANEO

- IMAGEN CORPORATIVA
 - DISEÑO GRAFICO
 - COMPOSICION DE TEXTOS Y GRAFICOS POR COMPUTACION
 - FOTOMECANICA Y MATRICERIA
 - MONTAJES
 - IMPRESIONES OFF-SET
- Nuestros Equipos Profesionales cuentan con el Mejor respaldo Tecnológico en el proceso de cada trabajo.

• Computadores Macintosh Plus, 2 MB RAM •
Laser Writer Plus • Máquina Fotomecánica
Complicar Screen Computarizada • Copy
Proof • Impresoras Off-set • Máquina termol

POSTERGADA PARA ABRIL 1991: QUITO, ECUADOR

X REUNION PLENARIA SELPER

INAUGURACION ESTACION COTOPAXI, ECUADOR
(ERS, SPOT, LANDSAT TM, GOES, NOAA)

X ANIVERSARIO SELPER
(1980 - 1990)



ORGANIZACION:

SELPER
Sociedad de Especialistas Latinoamericanos en Percepción Remota
CLIRSEN
Centro de Levantamientos Integrados de Recursos Naturales por
Sensares Remotos

QUITO, ECUADOR 10-14 DIC. 1990



APOYO BASE A SEDE SELPER - ARGENTINA



INTI
Instituto Nacional
de Tecnología Industrial

**Centros del Sistema INTI
que trabajan en teledetección aplicada
a relevamiento de recursos
para la industria argentina**

Parque Tecnológico Miguelite:
Av. General Paz entre Alberdi y Av. de las Constituciones
C.C. 157 - (1650) SAN MARTÍN
PROVINCIA DE BUENOS AIRES - REPÚBLICA ARGENTINA
TEL.: 755-6161/6212/6263
TELEX: 021859 INTIAR

CyC

Sector Computación
y Cálculo



Centro de Investigación
de Celulosa y Papel



Centro de
Investigaciones para
las Industrias Minerales



CENTRO DE TELEOBSERVACION

PRODUCTOS Y SERVICIOS

- Generación de film laser de alta precisión.
- Laboratorio fotográfico de imágenes satelitarias.
- Productos especiales, en film, papel o CCT (MSS, TM o SPOT)
 - Realce de bordes,
 - Ensanchos de contraste,
 - Filtrados,
 - Índices de vegetación,
 - Modelos digitales de terreno, etc.
- Servicios Especiales
 - Procesos interactivos,
 - Software especiales, etc.
- Cursos de Sensores Remotos
 - Interpretación visual y digital,
 - en instalaciones propias o del usuario,
 - Organización y dictado.
- Asesoramiento y Consultoría en Recursos Naturales
 - Agricultura,
 - Silvicultura,
 - Geología, etc.

COORDINADORES

CAPACITACIÓN: PROF. SATALIA MALEDO
SERVICIOS ESPECIALES: ING. ALICIA BEROÑO
PRODUCTOS ESPECIALES: LIC. JORGE KURSA
RECURSOS NATURALES: ING. FRANCISCO REGONDO

CNIE

CENTRO DE TELEOBSERVACION
AV. LIBERTADOR 1513, (1638) VICENTE LÓPEZ,
BUENOS AIRES, ARGENTINA. TEL: 795.6053.

PARQUE TECNOLÓGICO MIGUELETE:
AV. GENERAL PAZ ENTRE ALBARELLOS Y AV. DE LOS
CONSTITUYENTES C.C. 157 - (1650) SAN MARTÍN
PROVINCIA DE BUENOS AIRES - REPÚBLICA ARGENTINA
TEL.: 755-6161/6212/6263 - TELEX: 021859 INTIAR

CNIE

CENTRO DE TELEOBSERVACION
AV. LIBERTADOR 1513, (1638) VICENTE LÓPEZ,
BUENOS AIRES, ARGENTINA. TEL: 795.6053.



ASOCIACIÓN ARGENTINA DE CIENCIAS ESPACIALES
MIEMBRO DE LA INTERNATIONAL
ASTRONAUTICAL FEDERATION (IAF)
BARTOLOME MITRE 1131 - 7º "E"
(1036) CAPITAL FEDERAL, ARGENTINA
TELÉFONO: 38 7154

Objetivos:

- PROMOVER EL CONOCIMIENTO Y PERSPECTIVAS QUE
OFERCE LA UTILIZACIÓN DEL ESPACIO EXTERIOR
- PROMOVER BENEFICIOS Y COOPERACIÓN
INTERNACIONAL
- INVESTIGAR LOGROS DE LA ACTIVIDAD ESPACIAL PARA
EL BIENESTAR DE LA HUMANIDAD
- FOMENTAR LA CAPACITACIÓN DE JOVENES Y
PROFESIONALES EN ACTIVIDADES ESPACIALES

INTERA



INTERA

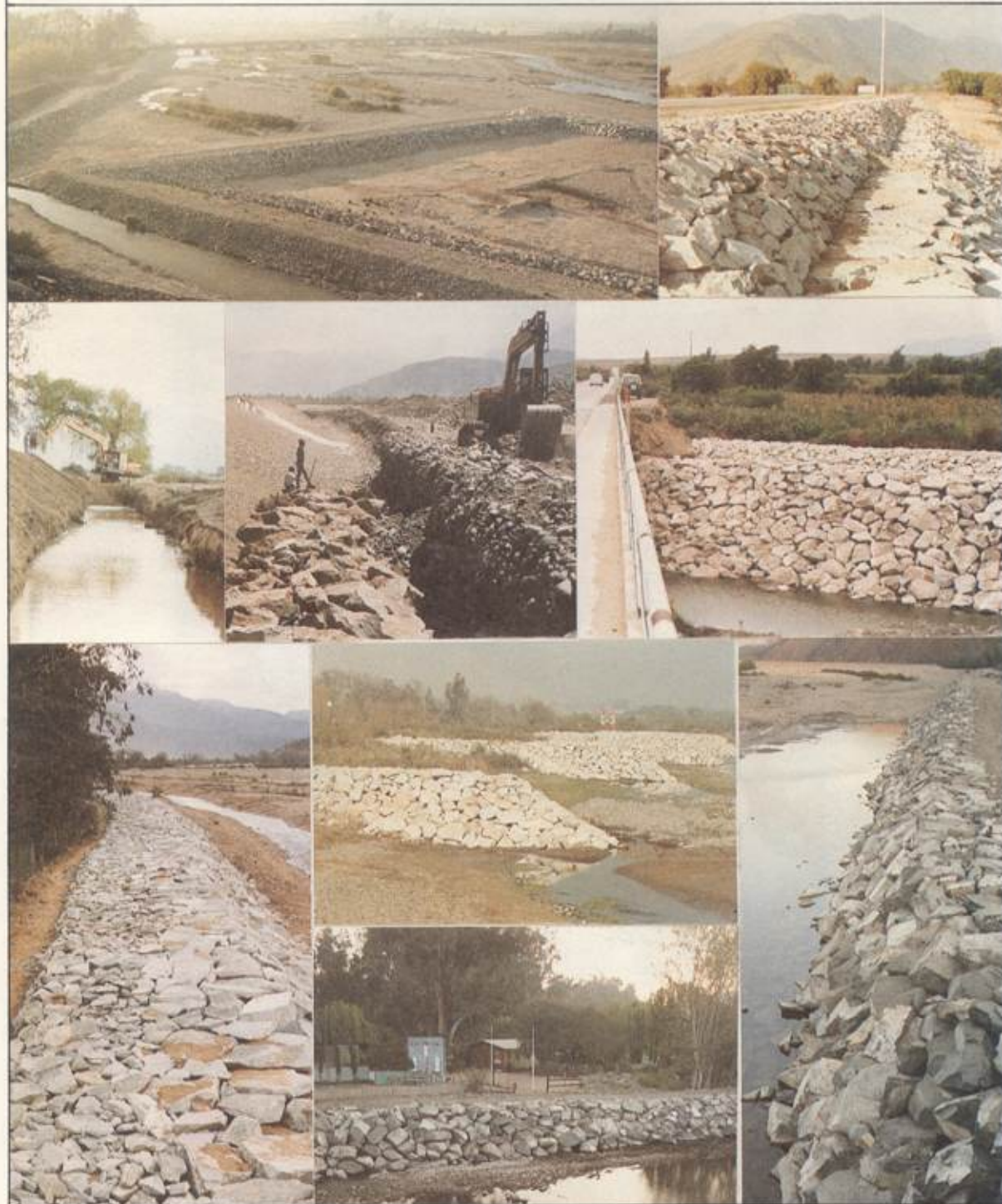
INTERA KENTING
1525 Carling Avenue, Suite 600
Ottawa, Ontario, CANADA K1Z 8R9.
Tel: (613) 728-6111. Tlx: 053-3935 INTERA.
Fax: (613) 728-4009





EMPRESA CONSTRUCTORA DEL CHOAPA LTDA.

ALDUNATE 1061 SANTIAGO-CHILE - TELEFONOS: 6967583-6987194



**DEFENSAS FLUVIALES
OBRAS VIALES**

**INGENIERIA CIVIL
GEOLOGIA APLICADA**

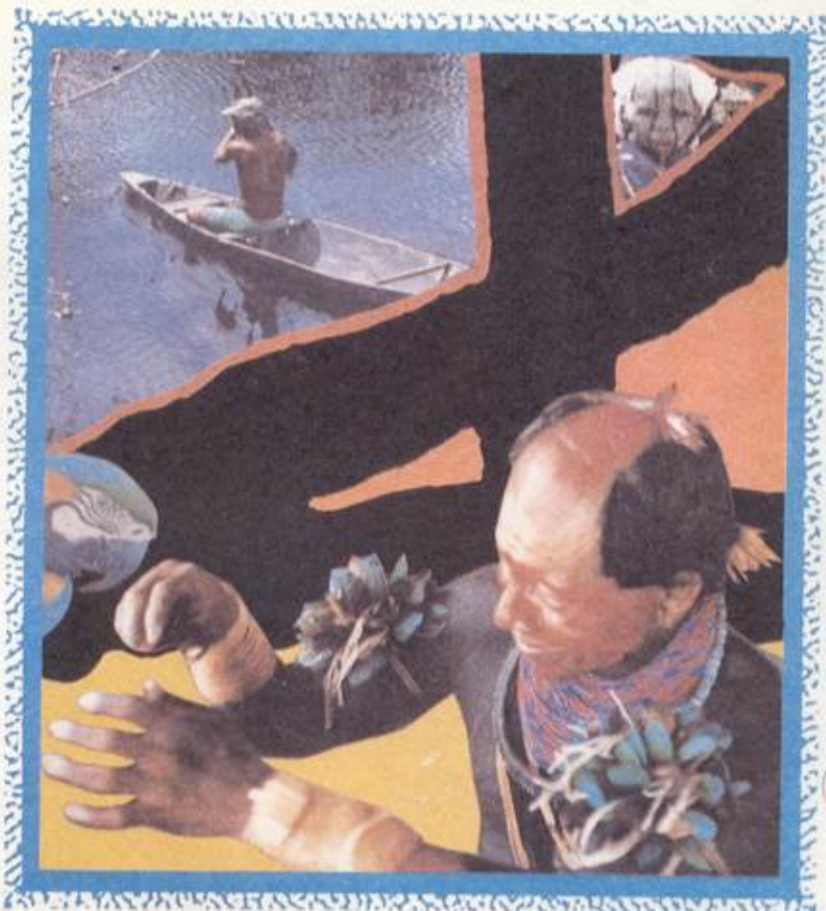


FOREST 90

FIRST INTERNATIONAL SYMPOSIUM
ON ENVIRONMENTAL STUDIES
ON TROPICAL RAIN FORESTS

PRIMEIRO SIMPÓSIO INTERNACIONAL
DE ESTUDOS AMBIENTAIS
EM FLORESTAS TROPICAIS ÚMIDAS

MANAUS, AMAZONAS, BRASIL



7th to 13th October 1990
Convention Centre of the Hotel Tropical
Manaus, Amazonas, Brazil

FOREST'90 - Organising Committee
Rua Marechal Câmara, 271 Grupo 1103 - Rio de Janeiro - 20020 - Brazil

INSTITUTO DE PESQUISAS ESPACIAIS (INPE) DE BRASIL,
COLABORANDO EN LA DIFUSION DE ESTE IMPORTANTE EVENTO



INSTITUTO GEOGRAFICO MILITAR



Para grandes proyectos, la tecnología y experiencia son la solución adecuada

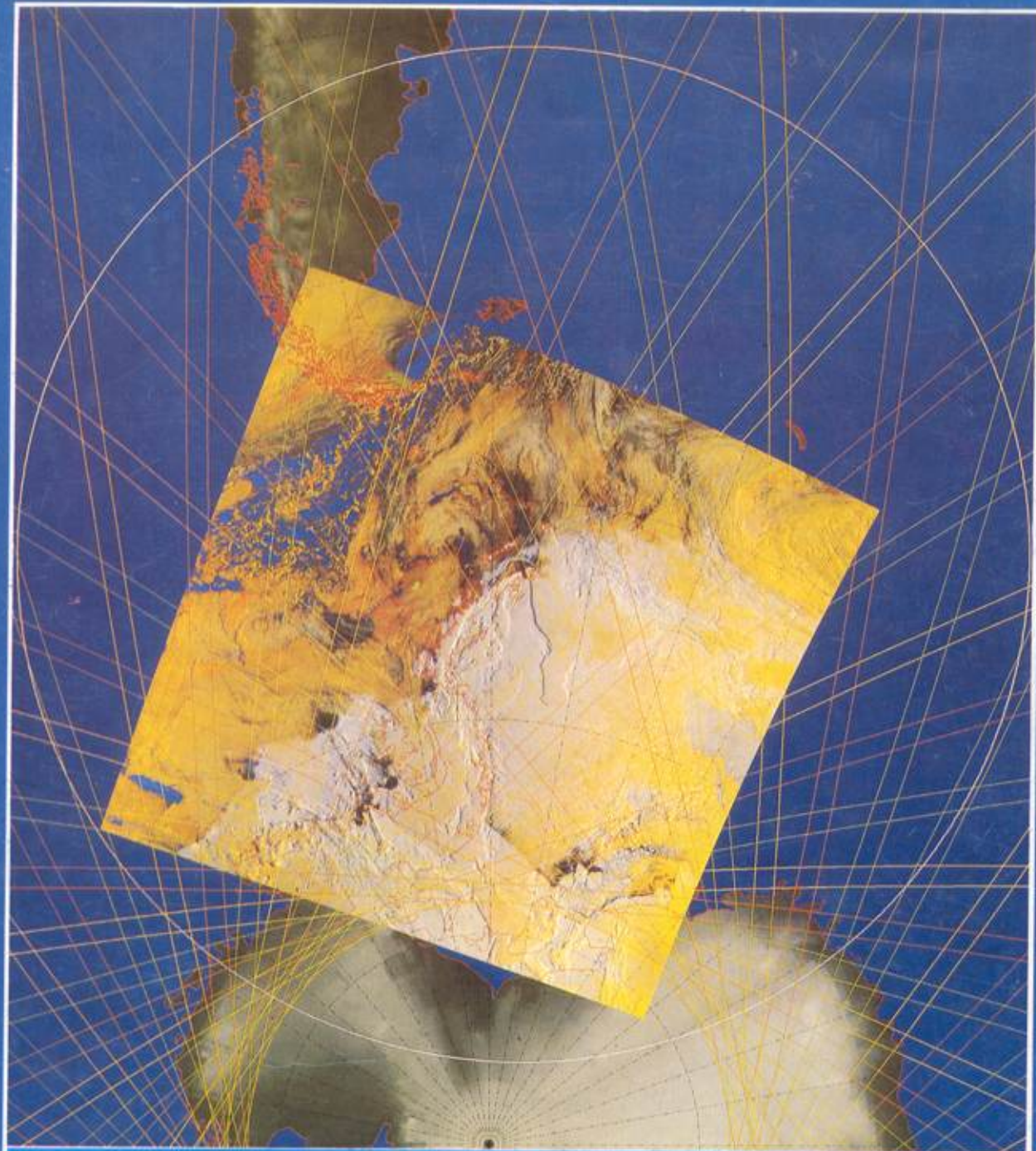
SERVICIOS Y ASESORAMIENTOS

El Instituto Geográfico Militar de Chile dispone de una alta capacidad profesional y de modernos instrumentos que le permiten ofrecer, entre otros:

- Levantamientos topográficos.
- Mensuras y creación de puntos de control mediante georreceptores.
- Nivelaciones geométricas de precisión.
- Aerotriangulación y ajustes de bloques fotogramétricos.
- Vuelos fotogramétricos.
- Levantamientos geofotogramétricos utilizables en minería.
- Restitución fotogramétrica de I a III Orden, a diferentes escalas.
- Elaboración de software para cálculos geodésicos, topográficos.
- Ortofotografía a diferentes escalas.
- Cálculos geodésicos.
- Producción gráfica e impresiones en sistema Offset y Tipográfico.
- Diseño gráfico.
- Composición de textos (Fotocomposición).
- Clisés.
- Encuadernaciones.



DIECIOCHO 369 FONO 7107031
SAN ANTONIO 65 L. 107-A FONO 6321956
ALAMEDA 240 L.3 FONO 2229928
TELEX 4416777 - IGM-CZ
FAX 6988278



ESTACION ALEMANA ANTARTICA PARA SATELITES ERS-1 Y 2 (AGENCIA ESPACIAL EUROPEA, ESA)

**PROGRAMA DE COOPERACION CHILE - ALEMANIA
"ESTACION ERS / VLBI BASE O'HIGGINS"**

PRESIDENTE SELPER:

ING. MIGUEL SANCHEZ - PEÑA

Paunero 1821 (1640) Martínez, Buenos Aires
Argentina. Teléfono: (0541) 7923418. Télex:
(0541) 24037 AGEZA



DIRECTOR EDITORIAL SELPER:

PROF. MAURICIO ARAYA FIGUEROA

Presidente Madero 795 (Ñuñoa), Santiago,
Chile. F: (0562) 6967583. Tlx: (0562) 240501
BOOTH CL. Fax: (0562) 6981474

SEDE ECUADOR
1980-1983

SEDE CHILE
1983-1986

SEDE BRASIL
1986-1989

SEDE ARGENTINA
1989 - 1991

SEDE PERU
1991 - 1993

IMPRESO EN LOS TALLERES DEL INSTITUTO GEOGRAFICO MILITAR DE CHILE
Nueva Santa Isabel 1640, Santiago, Chile. F: (0562) 6968221. Tlx: (0562) 441677. Fax: (0562) 6988278