

PROYECTO RADARGRAMETRICO DEL AMAZONAS, SUS METAS Y SU PROYECCION EN LA ECONOMIA NACIONAL

Por: **ALVARO HERRERA CELEMIN**

Teniente Coronel

Coordinador e Interventor de las FF.MM. ante el
Proyecto Radargramétrico del Amazonas "PRORADAM"

*Artículo del Boletín de la
Sociedad Geográfica de Colombia*

*Número 107, Volumen XXIX
1975*

INTRODUCCIÓN:

Desde la fecha de su fundación (agosto 13 de 1935) ha sido la meta principal del Instituto Geográfico "Agustín Codazzi", completar la carta General de Colombia. Esta ambicionada meta fue alcanzada a los 39 años de lucha contra muchos factores limitantes, cuando en el lapso del 15 de octubre al 7 de noviembre de 1973 se obtuvieron imágenes de radar de un área de 380.000 Km² correspondiente a la zona Sur-Oriental del país, venciendo las dificultades que presentan los fenómenos atmosféricos propios de estas áreas selváticas.

Este milagro de la técnica moderna se obtuvo en desarrollo del Proyecto Radargramétrico del Amazonas "Proradam" propuesto por el Instituto Geográfico y adelantado mediante un convenio suscrito entre el Ministerio de Defensa Nacional, el Centro Interamericano de Fotointerpretación (CIAF) y el (IGAC).

El propósito del presente artículo, es presentar a los lectores en forma resumida toda la información posible sobre este Proyecto, su importancia para el país, su concepción y desarrollo y la participación activa de las Fuerzas Militares en el mismo.

La secuencia en el desarrollo del tema por tratar contiene, entre otros, los siguientes puntos:

- Antecedentes
- Descripción del Sistema SLAR
- Descripción del Proyecto
- Desarrollo del Proyecto
- Proyección en la economía nacional
- Participación de las FF. MM. Apoyo Logístico.

ANTECEDENTES:

El Instituto Geográfico "Agustín Codazzi" (IGAC) como entidad oficial encargada de producir la Cartografía del país, ha utilizado la fotografía aérea convencional como el instrumento de mayor importancia para el desarrollo cartográfico. De la superficie total de Colombia, se ha cubierto un 73% a diferentes escalas por este medio, y un 4% con imágenes de radar, quedando aún el 23% del territorio nacional sin recubrimiento aerofotográfico debido a las limitaciones que se presentan por factores atmosféricos unas veces, y otras por material técnico.

En términos de Cartografía se puede decir que aún faltan 414 planchas de las 569 que componen la Carta General de Colombia a una escala básica de 1:100.000 (figura 1).

MAPA DE OPERACIONES

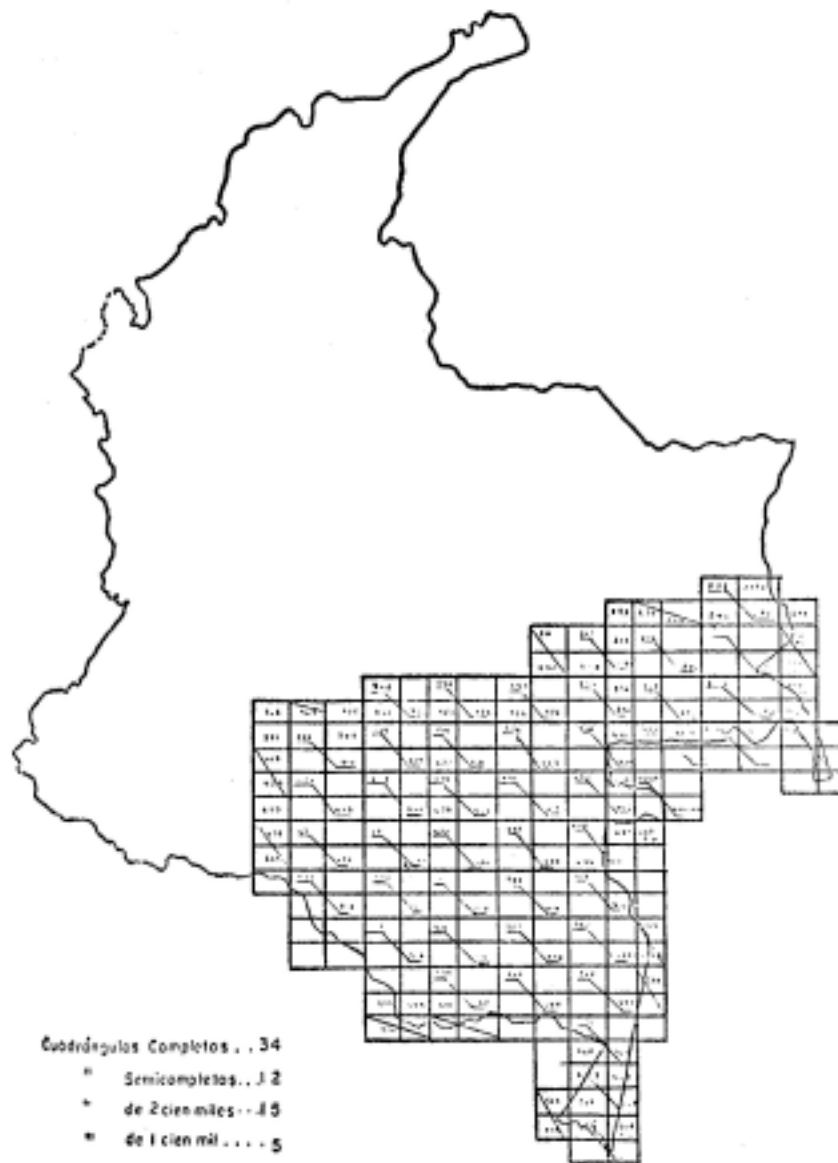


Figura 1

En 1971 el IGAC presentó a consideración del gobierno nacional un estudio detallado y el proyecto respectivo, para el levantamiento cartográfico del área carente de aerofotografía, utilizando métodos más modernos de sensores remotos, mediante los cuales se puedan obtener imágenes del terreno, independientemente de las condiciones atmosféricas. Este proyecto además de proporcionar la información básica para fines cartográficos, permite mediante la foto interpretación de las imágenes de radar y la ejecución de trabajos de verificación en el área, efectuar estudios de análisis de los recursos naturales existentes en la zona cubierta por el mismo, y producir mapas temáticos en las diferentes disciplinas de geología forestal, suelos y uso potencial de la tierra, los cuales servirán de base a estudios más especializados para la explotación técnica y bien dirigida de los recursos naturales que se encuentren. Los límites internacionales pueden definirse con precisión y se obtiene conocimiento exacto de extensas regiones del país, hoy totalmente desconocidas, que pueden representar una inversión de alta retribución económica, que sirva a la vez para integrar el área Sur-Oriental al vasto desarrollo nacional y terminar con la incertidumbre que existe en tan amplia zona de Colombia.

El método proyectado por el IGAC llamado SLAR (SIDE LOOKING AIRBORNE RADAR), o Radar de Visión Lateral, es un sistema de sensoramiento remoto que opera a gran altura instalado en aviones que además cuentan con equipos de video-tape y fotografía. Asegura tomar imágenes del terreno, por sobre nubes, lluvia y oscuridad. Ha sido experimentado ampliamente en los Estados Unidos y en otros países del mundo, dentro de los cuales se pueden citar en Suramérica a Brasil y Venezuela.

En junio de 1971 Brasil inició un levantamiento de 4.600.000 Km² (más de la mitad de todo su territorio) por este sistema, cubriendo totalmente la zona amazónica (figura 2).

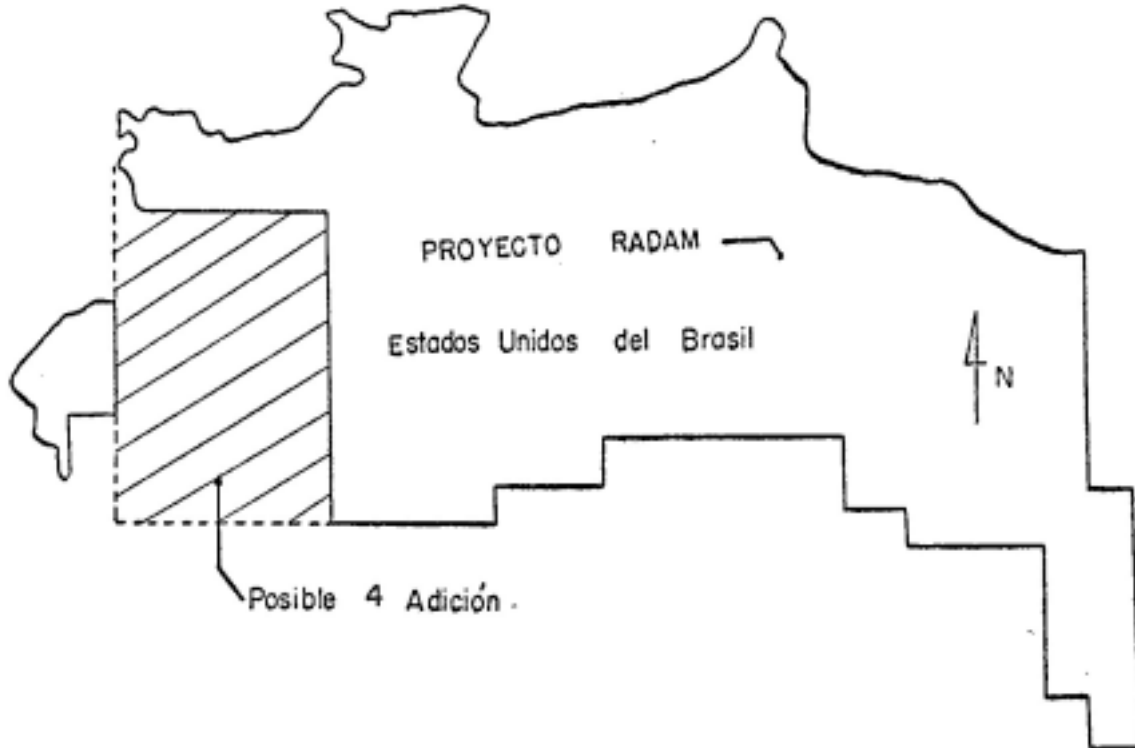


Figura 2

A su vez Venezuela, desde marzo de ese mismo año, había iniciado la toma de imágenes de radar del área Sur-Occidental en una extensión de 350. 000 Km² (figura 3).

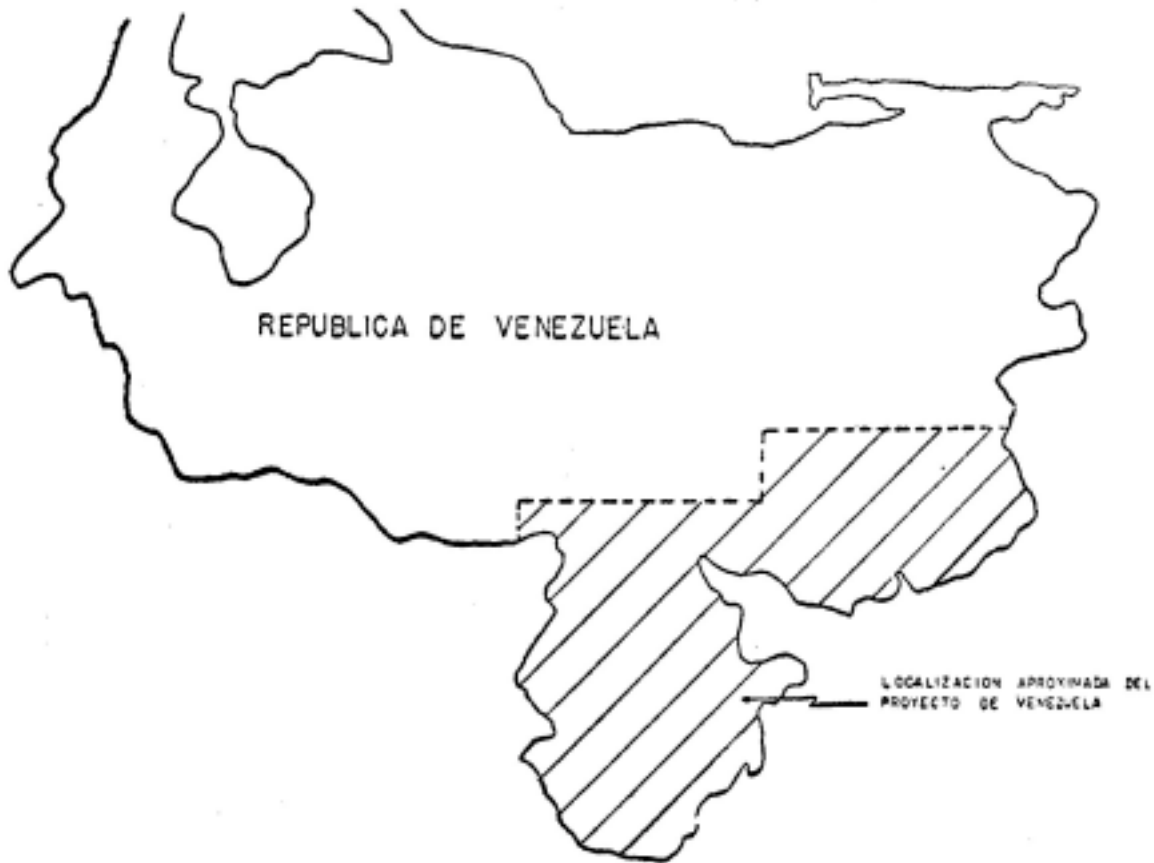


Figura 3

Los proyectos desarrollados por estos dos países tocan precisamente los límites fronterizos con Colombia. Los resultados obtenidos en criterio de los técnicos brasileños y venezolanos son enteramente satisfactorios. Las tomas de radar fueron ejecutadas por la Aeroservice Corporation de Estados Unidos, empresa de gran experiencia que cuenta con los más modernos equipos de este sistema.

Otra de las consideraciones expuestas por el IGAC en sus estudios es la de los costos. El levantamiento aerofotográfico del área proyectada con las condiciones atmosféricas óptimas; durante un plazo indeterminado y con el riesgo de no obtener las imágenes resultaría más oneroso que la adopción del sistema SLAR. Este garantiza imágenes a corto plazo, independientemente de las condiciones meteorológicas y a un costo razonable.

Copia de los estudios y del proyecto, fueron enviados al Ministerio de Defensa el cual, previo concepto del Comando General de las Fuerzas Militares impartió su aprobación y ofreció el apoyo militar, en personal y material necesario para asegurar el éxito del proyecto, dada su utilidad o importancia nacional.

Con la efectiva ayuda de las FF. MM., y la aprobación del gobierno, el Proyecto Radargramétrico del Amazonas se convirtió en realidad iniciándose la primera etapa (adquisición de imágenes de radar) en octubre de 1973 por parte de Aeroservice Corporation.

DESCRIPCION DEL SISTEMA SLAR:

Los sensores remotos constituyen un grupo de técnicas por medio de las cuales se puede observar y registrar la tierra a distancia. La fotografía aérea convencional es un sensor remoto que registra imágenes del terreno, comprendidas dentro de los límites de longitud de onda del espectro visible.

Existen varios tipos de sensores remotos, los cuales difieren apreciablemente entre sí a pesar de que la radiación electromagnética detectada por los varios sistemas es básicamente la misma frecuencia e intensidad. Algunos son puramente ópticos, otros son óptico-eléctricos, - otros son óptico-mecánicos y otros, finalmente puramente electrónicos; esto depende de la región del espectro electromagnético en la cual opera el sensor y/o del método de medición y registro de la radiación electromagnética.

GEOMETRIA DEL SISTEMA DE RADAR Y FOTOGRAFICO DE LEVANTAMIENTO AERO - GOODYEAR

Como el propósito de este artículo no nos permite entrar en detalles en todos los aspectos de la percepción remota, me limitaré a presentar" las características más importantes del SLAR, o radar de visión lateral.

El SLAR es un sensor que emite oblicuamente sus propias radiaciones desde un avión; el rayo de energía electromagnética refleja la superficie sobre una faja de terreno y la radiación es recibida en el avión por la antena y el receptor del sistema, desplegada a una pantalla de rayos catódicos y registrada fotográficamente en una película (figura 4).

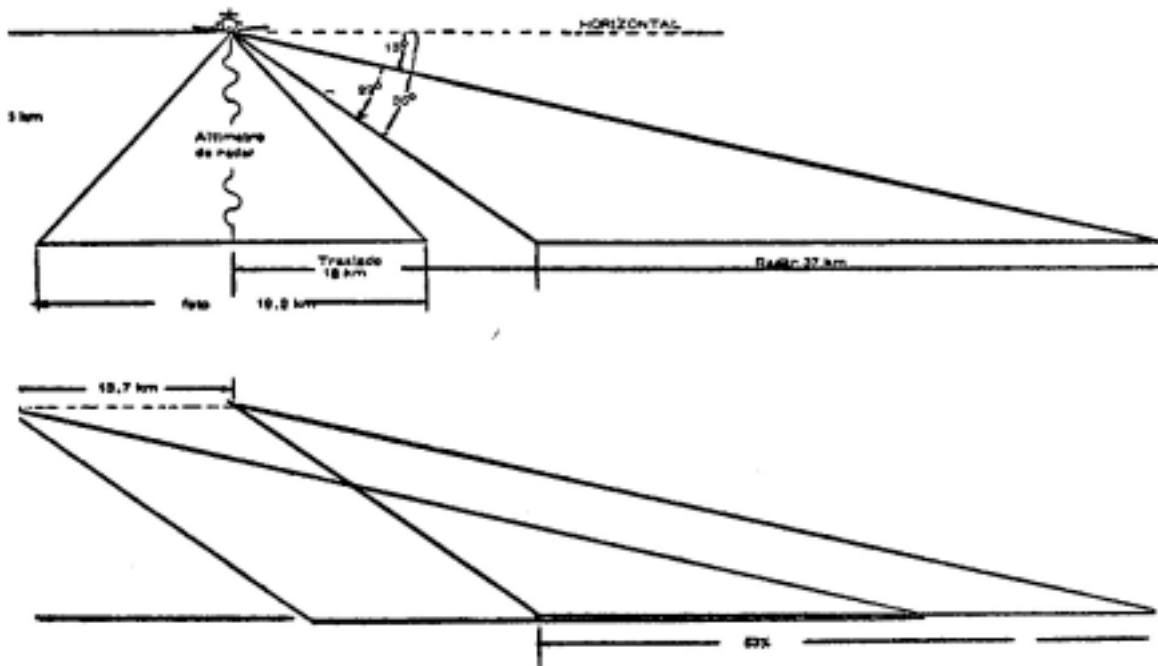


Figura 4

La imagen es recibida en dos canales: "Near range" o canal cercano. Y "Far range" o canal lejano. La escala de adquisición original es de 1:400.000 para este proyecto, pero se puede variar de acuerdo con los fines del levantamiento (figura 4A).

IMAGEN DE RADAR

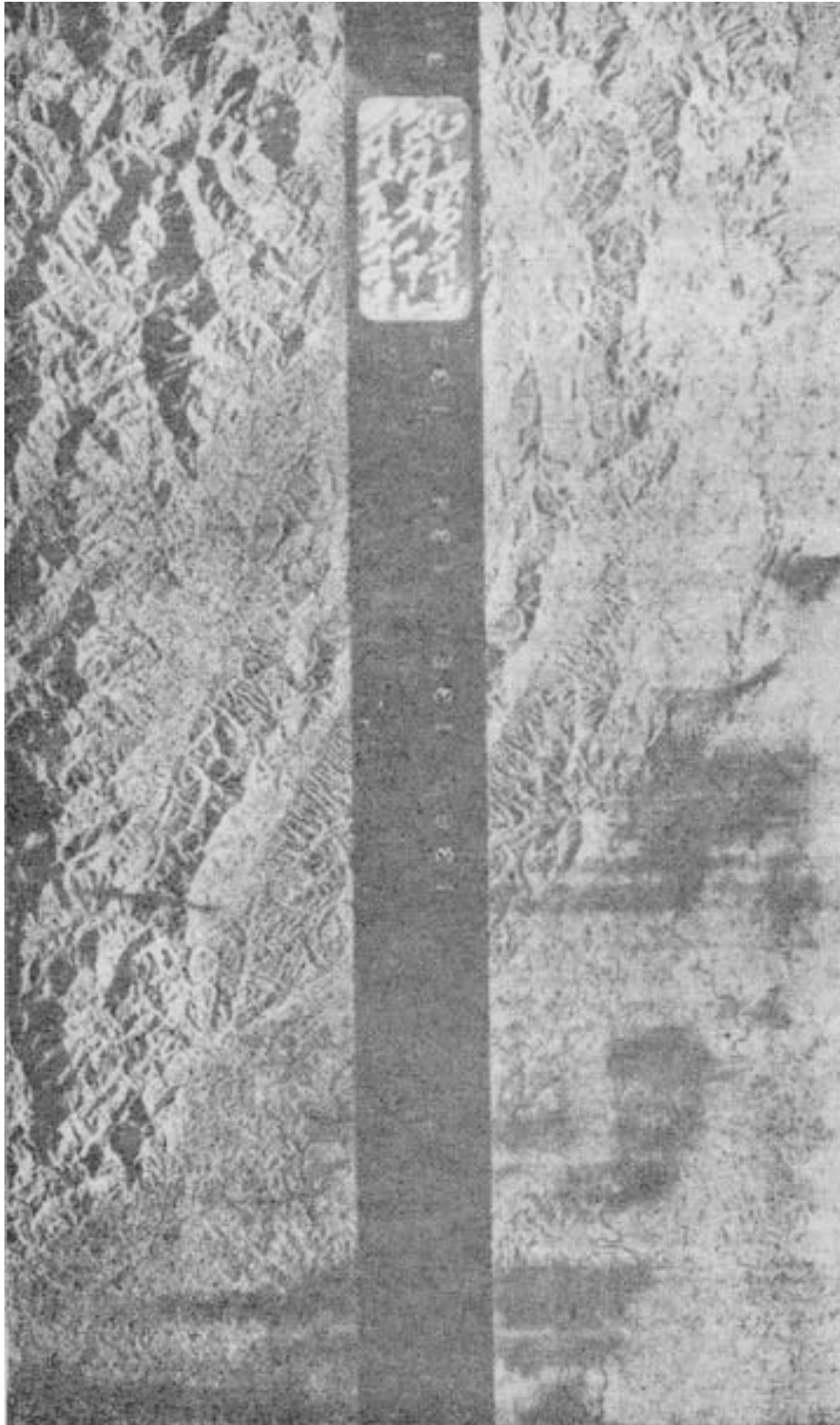


Figura 4-A

Para asegurar que la calidad métrica de los mapas cumpla las especificaciones de precisión, es necesario establecer una red de control de posiciones terrestres conocidas, capaz de determinar la posición del avión durante la toma de las imágenes.

La fidelidad espacial, la calidad de tono y textura de las imágenes son de tal calidad que permiten la interpretación geomorfológico, de suelos, de vegetación, geológica y la delineación cartográfica.

El resultado de este proceso es un mosaico controlado que utiliza una porción de las imágenes de radar. Las fajas tomadas mantienen un recubrimiento estereoscópico del 50 al 60% que facilita la labor de interpretación de las imágenes con fines de evaluación y desarrollo de los recursos naturales. El mapa que se obtiene es planimétrico pero el recubrimiento es adecuado para abrir la posibilidad de elaborar mapas topográficos en un futuro.

Además de las características generales del SLAR, anunciadas anteriormente, el avión Jet Caravello de la Compañía Aeroservice Corporation, está dotado con dos sistemas de aeronavegación como la plataforma inercial y un sistema Doppler que permite mantener la dirección de la línea de vuelo y obtener el recubrimiento deseado. Una cámara fotográfica Wild RC-8 toma al mismo tiempo fotografía aérea infrarrojo a color, a una escala aproximada de 1:80.000 y un círculo con tres cámaras de televisión graban en video-tape los pormenores del vuelo. Estos últimos equipos adicionales son de gran utilidad en la fotointerpretación.

El sistema SLAR fue concebido y desarrollado con fines militares para permitir al avión volar sobre su propio terreno y, al mismo tiempo obtener imágenes de las líneas enemigas. Además, siendo este método independiente de las condiciones atmosféricas, las misiones pueden realizarse por sobre nubes, usándolas como cubierta protectora y, si es el caso, durante la noche.

DESCRIPCION GENERAL DEL PROYECTO:

- a) La ejecución del proyecto Radargramétrico del Amazonas se ha previsto para realizar en tres fases:

Fase I

La adquisición o toma de las imágenes de radar.

Fase II

Interpretación de las imágenes para levantamientos exploratorios y realización de trabajos de verificaciones de campo, con duración de tres años aproximadamente. Elaboración y producción de mapas temáticos en las diferentes disciplinas de Geología, Geomorfología, Suelo y Forestal.

Fase III

Estudios detallados por disciplinas realizadas por entidades especializadas del gobierno, para una planificación de la explotación de los recursos que ofrezcan mejores posibilidades.

- b) ***Objetivos :***

1. Obtención de imágenes de radar con 60% de recubrimiento, fotografía infrarroja y mosaicos semicontrolados en escala 1 :200.000.
2. Obtención de cartas temáticas en escala 1 :200.000 por medio de Fotointerpretación en los siguientes aspectos: Cartográfico, Geológico, Geomorfológico, Forestal, Suelos.

3. Presentación de un informe final al gobierno nacional, indicando las zonas de máximas posibilidades de aprovechamiento con las recomendaciones técnicas básicas para una planeación integrada del uso futuro de estas áreas.
- 4 Utilización por parte de entidades oficiales especializadas, de los informes y recomendaciones presentados para efectuar estudios detallados en zonas de interés para el futuro desarrollo del país.

c) *Area del proyecto:*

El área seleccionada para la ejecución de este proyecto, abarca una extensión de 380.000 Km² que comprenden territorios de las Comisarías de Guainía, Vaupés, Amazonas y parte de las Intendencias de Caquetá y Putumayo.

d) *Organización:*

En el organigrama respectivo puede apreciarse la organización del proyecto (figura 5).

ORGANIZACIÓN PROYECTO RADARGRAMETRICO DEL AMAZONAS (PRORADAM)

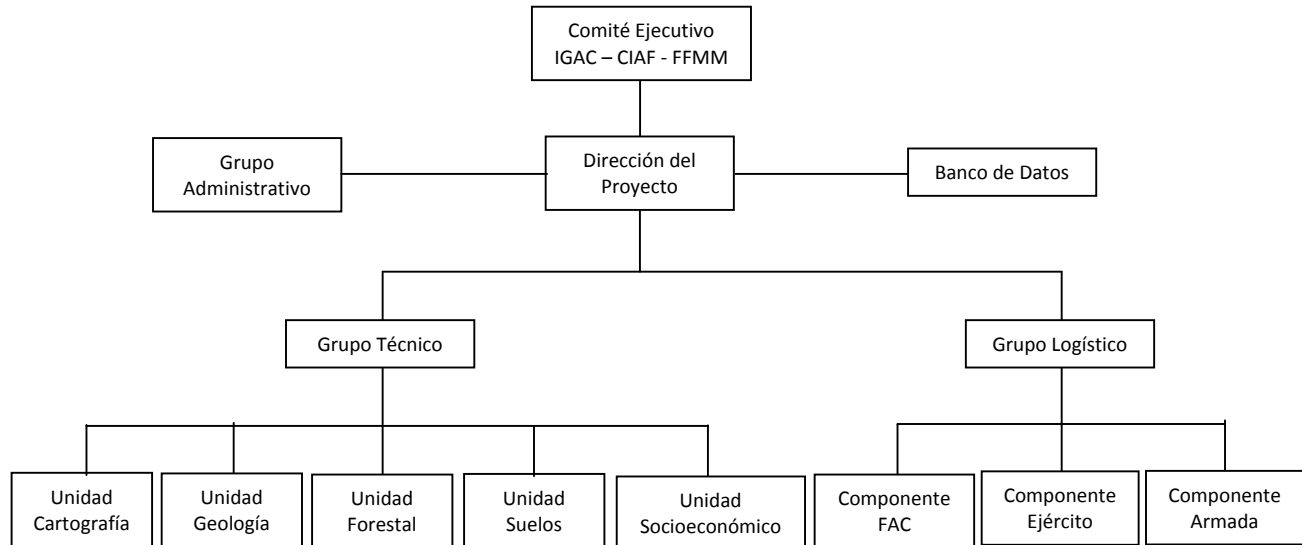


Figura 5

Comité ejecutivo:

Integrado por:

- Un Señor General representante del Ministerio de Defensa.
- El Director General del IGAC.
- El Director del CIAF.

Este comité tiene a su cargo la dirección general del proyecto.

Director del proyecto:

Nombrado por el Comité Ejecutivo. Es responsable de la organización y coordinación de las actividades distribuí das entre los diferentes grupos.

Grupo administrativo:

Dirigido por un coordinador. Está encargado de prestar los servicios administrativos necesarios para el proyecto, además de la elaboración y control de los presupuestos, informes, etc.

Banco de datos:

Recolecta, organiza y suministra todo el material y la información relacionada con el proyecto.

Grupo técnico:

De acuerdo con los objetivos, está dividido en cinco unidades denominadas así.

- Unidad Cartográfica
- Unidad Geológica - Geomorfológica
- Unidad Forestal
- Unidad Suelos
- Unidad Socio – Económica.

Este Grupo, dirigido por un coordinador, cuenta con técnicos colombianos asesorados por extranjeros, especialmente holandeses. Inicialmente se han preparado en la técnica de Fotointerpretación de las imágenes; su trabajo consiste en hacer la interpretación de toda la zona del proyecto, definir áreas pilotos de muestreo y posteriormente, efectuar los trabajos de campo necesarios para verificar la interpretación hecha, teniendo como base los mapas elaborados por la Unidad Cartográfica. El grupo técnico dará los informes fundamentales para la preparación de los diferentes mapas temáticos por disciplinas y las recomendaciones del informe final.

Grupo logístico:

A cargo de las Fuerzas Militares, está organizado a base de componentes de las tres fuerzas. Tres equipos logísticos del ejército, elementos de apoyo aéreo de la FAC y elementos de apoyo naval fluvial de la Armada.

Tiene a su cargo el planeamiento y ejecución del Apoyo Logístico a las operaciones de campo del grupo técnico. Su empleo está a cargo de un oficial superior, responsable de la organización y coordinación y, designado por el Ministerio de Defensa.

e) Costos:

El gobierno nacional ha hecho una inversión de treinta millones de pesos (US \$1.150.000) en el desarrollo de la Fase 1. Para la ejecución de la Fase II, el presupuesto considerado asciende a treinta y tres millones de pesos (US \$ 2.400.000).

f) Financiación:

La Fase 1 del proyecto prácticamente está financiada. Para el desarrollo de la Fase II, el proyecto requiere financiación interna y externa. Las entidades comprometidas en el Convenio aportan instalaciones y recursos, por un valor aproximado de doce millones de pesos (US \$450.000) el resto, veintiún millones de pesos (US \$ 800.000), será financiado por aporte de otras entidades gubernamentales y privadas y por medio de asistencia técnica y financiera externa.

DESARROLLO DEL PROYECTO:

Recibida la aprobación inicial del gobierno sobre el proyecto, se integró un comité con representantes del Ministro de Defensa, Instituto Geográfico, Centro Interamericano, Planeación Nacional e Ingeominas, con el fin de estudiar y recomendar las propuestas sobre la licitación para

la toma de imágenes, especificaciones técnicas, determinar el área definitiva, adjudicación del contrato y la integración de un grupo de interventoría y control de calidad.

Abierta la licitación internacional, se presentaron dos compañías norteamericanas: La Westinghouse y la Aeroservice Corporation. Después de minuciosos estudios se adjudicó el contrato a la Aeroservice Corporation previo concepto de la Earth Satellite Corporation, empresa contratada para evaluar las bondades de los dos sistemas.

Efectuando el contrato que contiene todas las especificaciones y condiciones de orden técnico, plazos de entrega de los productos finales, etc., la Aeroservice Corporation ejecutó el proceso de la toma de imágenes (Fase 1) entre el 15 de octubre y el 7 de noviembre de 1973.

El área del proyecto fue cubierta por los equipos de radar, instalados en un avión Caravelle tipo UIR por fajas en dirección norte-sur con separaciones de 7/2 minutos de latitud. Al mismo tiempo se tomaba aerofotografía infrarroja a color y se grababa en video-tape la línea de vuelo.

Cumplida esta fase el Coordinador Militar, mediante propuesta presentada al Comando General de las FF. MM., solicitó la aprobación de una organización logística militar para el apoyo necesario a los trabajos de campo, en secuencia a los trabajos previstos a desarrollar (figura 6).

El Comando General aceptó la propuesta y emitió la directiva operacional 046/73 en la cual dispone que las Fuerzas participen activamente en este apoyo con los recursos disponibles; a partir del 20 de noviembre de 1973, se concentró en Florencia (Caquetá) el componente del Ejército para su organización y entrenamiento en el Apoyo Logístico a PRORADAM.

Entre el 28 de enero y el 13 de marzo se llevó a cabo un programa Geociver con la colaboración de personal y equipo facilitado por el IAGS (Servicio Geodésico Interamericano). Este trabajo consistió en la ubicación y medición de puntos geográficos en los siguientes sitios, por medio de registros electrónicos sincronizados con el paso de satélites del Programa NASA: Leticia, Atacuari, Yaguas, Tarapacá, La Pedrera, Florencia, Yaguará II, Aracacuara, Puerto Inirida, Mitú, Calamar, Miraflores, San José del Guaviare. Este programa en el cual participó la FAC con el transporte aéreo necesario, permite fijar puntos de control terrestre utilizables en el ajuste de las imágenes y en la confección de los mosaicos.

En ejecución del contrato sobre toma de imágenes, se empezaron a recibir a partir del 28 de febrero de 1974 imágenes de radar sobre las cuales se efectuó por parte del grupo interventor, un detallado trabajo de control de calidad, con asesoría de un técnico Holandés, con el fin de asegurar el máximo de eficiencia en su utilización.

Para determinar el monto del aporte que representa el Apoyo Logístico de las FF. MM., al Ministerio de Defensa, se elaboró un estudio de costos, a cargo del coordinador militar del proyecto, el cual fue incorporado al convenio suscrito entre las entidades que adelantan el proyecto, y que asciende a un total de doce millones de pesos; aproximadamente representados en personal, material y equipo militar dedicado durante tres años a los trabajos de campo.

El 31 de julio del presente año se protocolizó el Convenio definitivo entre el Ministerio de Defensa, el IGAC y el CIAF, mediante el cual se logrará. culminar con éxito los objetivos propuestos.

La iniciación de la Fase II se ha visto retardada por varias razones:

ORGANIZACIÓN DEL GRUPO LOGÍSTICO

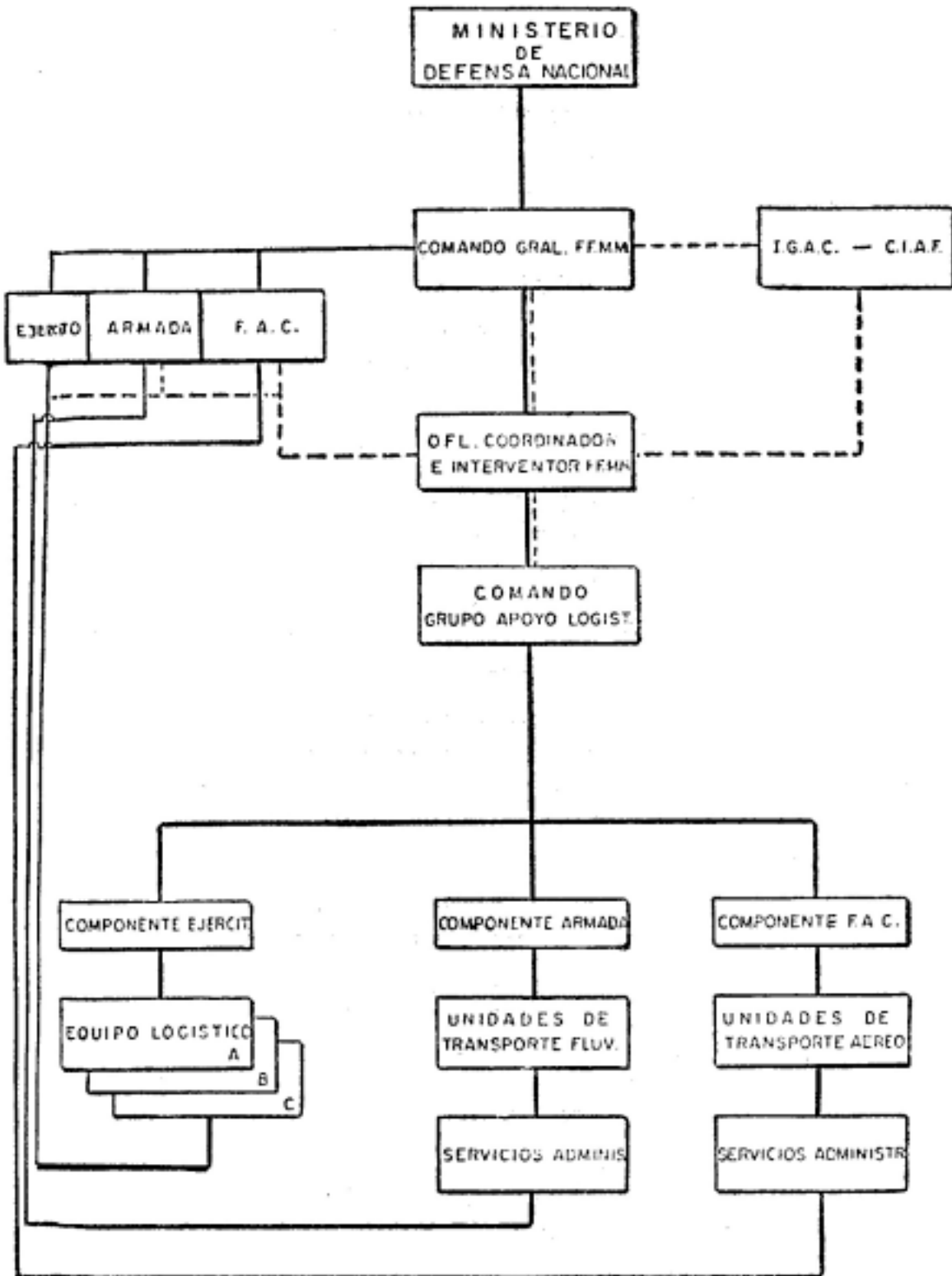


Figura 6

1. Por demora en la entrega de las imágenes y de los mosaicos, por falta de los datos de control terrestre para el ajuste.
2. Por el retardo ocurrido en el procesamiento de las imágenes, ocasionadas por las exigencias en el control de calidad.
3. Como consecuencia de lo anterior, los estudios de interpretación no se han hecho en forma completa y por consiguiente el plan de trabajo planeado ha tenido que aplazarse.

Sin embargo, mediante un esfuerzo hecho por el grupo técnico del proyecto y con el efectivo apoyo de las FF.MM., entre el 9 de agosto y el 7 de septiembre del presente año, se realizaron unas operaciones de campo sobre las áreas de: Tres Esquinas, Puerto Leguízamo, la Tagua, (Comisión de Suelos y Forestal) y Florencia, Araracuara, San José del Guaviare y Mitú (Comisión de Geología). Se verificaron en el campo las interpretaciones hechas en las imágenes, se efectuó un muestreo para inventario forestal y de suelos y se hizo un reconocimiento de las características geológicas y formaciones geomorfológicas en estas; al mismo tiempo, se experimentó la organización logística militar y se evidenció la importancia definitiva del apoyo logístico a estos trabajos.

Para los meses de noviembre y diciembre se prevé recibir la totalidad de las imágenes y mosaicos de radar, con lo cual se podrá planear y ejecutar, en forma sistemática y ordenada, la Fase II del proyecto.

PROYECCION EN LA ECONOMIA NACIONAL:

En Colombia siempre ha existido una incertidumbre acerca de la región amazónica. En más de una ocasión ha sido motivo de polémica y de preocupación, la capacidad de uso y manejo de las tierras de la parte sur-este del país y del potencial económico que puede representar. El tema cobra gran actualidad cuando, ante la crisis energética y las dificultades económicas por las cuales la nación atraviesa, se vuelve la mirada esperanzada hacia estos olvidados territorios, como "la tierra promisoría".

En concepto de algunas personas esta región, sin duda, es la reserva futura de Colombia, mientras que para otros existe el temor de que, cuando se rompa el equilibrio actual, se produzcan fenómenos de destrucción de los suelos, fauna y flora, como consecuencia de las alteraciones del ecosistema.

Sin embargo, ninguna de las dos partes ha basado hasta ahora sus apreciaciones y predicciones en resultados de investigaciones llevadas a efecto en el área en cuestión; por el contrario, hay una ausencia casi total de información de todo tipo.

Es aquí entonces donde el proyecto radargramétrico del Amazonas adquiere su mayor importancia ya que su concepción y ejecución están orientados primordialmente a llenar estos vacíos, aportando toda la información necesaria mediante una activa investigación científica, en la obtención de los elementos de juicio, suficientes para despejar esta incógnita.

Con la obtención de las imágenes de radar ya se ha dado un paso definitivo en esta investigación. Las primeras interpretaciones dan una idea de la magnitud de esta importantísima empresa, que se presenta como el gran reto para los científicos que estudian la naturaleza en sus diferentes aspectos y la realización completa de este proyecto es la respuesta a ese desafío.

Debe resaltarse el especial interés y entusiasmo con que, tanto las entidades comprometidas en su realización como el personal técnico y militar que directamente intervienen, han ejecutado los trabajos previstos dentro de las limitaciones y restricciones existentes en el orden presupuestal y escasez de medios.

Considero de vital importancia, para el logro del éxito esperado, el decidido apoyo del actual gobierno, dada la importancia que para el país reviste, y los posibles beneficios que se pueden obtener para la economía nacional.

Este notable esfuerzo pondrá de manifiesto la verdadera imagen de nuestra amazonía y marcará la pauta de una explotación racional, acorde con el desarrollo.

PARTICIPACION DE LAS FF.MM.:

En la secuencia de las operaciones del Proyecto Radargramétrico y como medida de comprobación técnica se ha planeado ejecutar, dentro de la Fase H, comisiones de verificación de campo en sitios representativos del terreno, seleccionados previamente, para confirmar los estudios de interpretación de las imágenes de radar. Dada la circunstancia de que el área general es de características selváticas, sin vías de comunicación, fuera de los ríos, y de difícil acceso, esta labor se presenta en extremo difícil sin el apoyo efectivo de las Fuerzas Militares.

El Ministerio de Defensa, consciente de la utilidad e importancia nacional de este proyecto que, además de poder delimitar las fronteras con precisión, proporcionará la Cartografía General y Militar de extensas regiones, necesaria para el desarrollo de operaciones militares, en cumplimiento de las misiones de soberanía y Defensa Nacional, determinó vincularse y desarrollar en conjunto con el IGAC y el CIAF esta definitiva etapa, considerándola como un compromiso propio.

El Comando General de las FF.MM., en cumplimiento de órdenes específicas del Ministerio de Defensa, emitió la Directiva Operacional N° 046/73, en la cual imparte órdenes e instrucciones al Ejército, Armada y FAC, para el apoyo necesario a PRORADAM y adopta la organización de un grupo de apoyo logístico (GAL).

Esta organización ha sido ideada para que, bajo un Comando, los elementos asignados de cada fuerza facilitan los medios de apoyo del caso para que el grupo técnico del proyecto efectúe las verificaciones de campo que se consideren necesarias durante un lapso de tres años aproximadamente (figura 7).

El apoyo logístico consiste pues en proporcionar servicios de seguridad, abastecimientos, comunicaciones, transporte, sanidad, evacuaciones y hospitalizaciones al personal técnico del Grupo de Campo en los sitios escogidos y durante el tiempo que se requiere. A los equipos logísticos del componente del Ejército le corresponde desarrollar la mayor parte de estas actividades. La Fuerza Aérea y la Armada Nacional apoyan con medios propios (aeronaves, buques o lanchas) el transporte de personal y equipo técnico y, el abastecimiento de víveres, comestibles y otros servicios administrativos que se consideren necesarios.

Como se ha comentado anteriormente, durante el presente año se realizaron dos tipos de operaciones: En la primera, tuvo mayor participación la Fuerza Aérea. En la segunda, que fue cumplida en dos frentes simultáneamente, todas las fuerzas participaron y cumplieron las misiones impuestas.

DIVISIÓN DEL ÁREA POR ZONAS DE TRABAJO

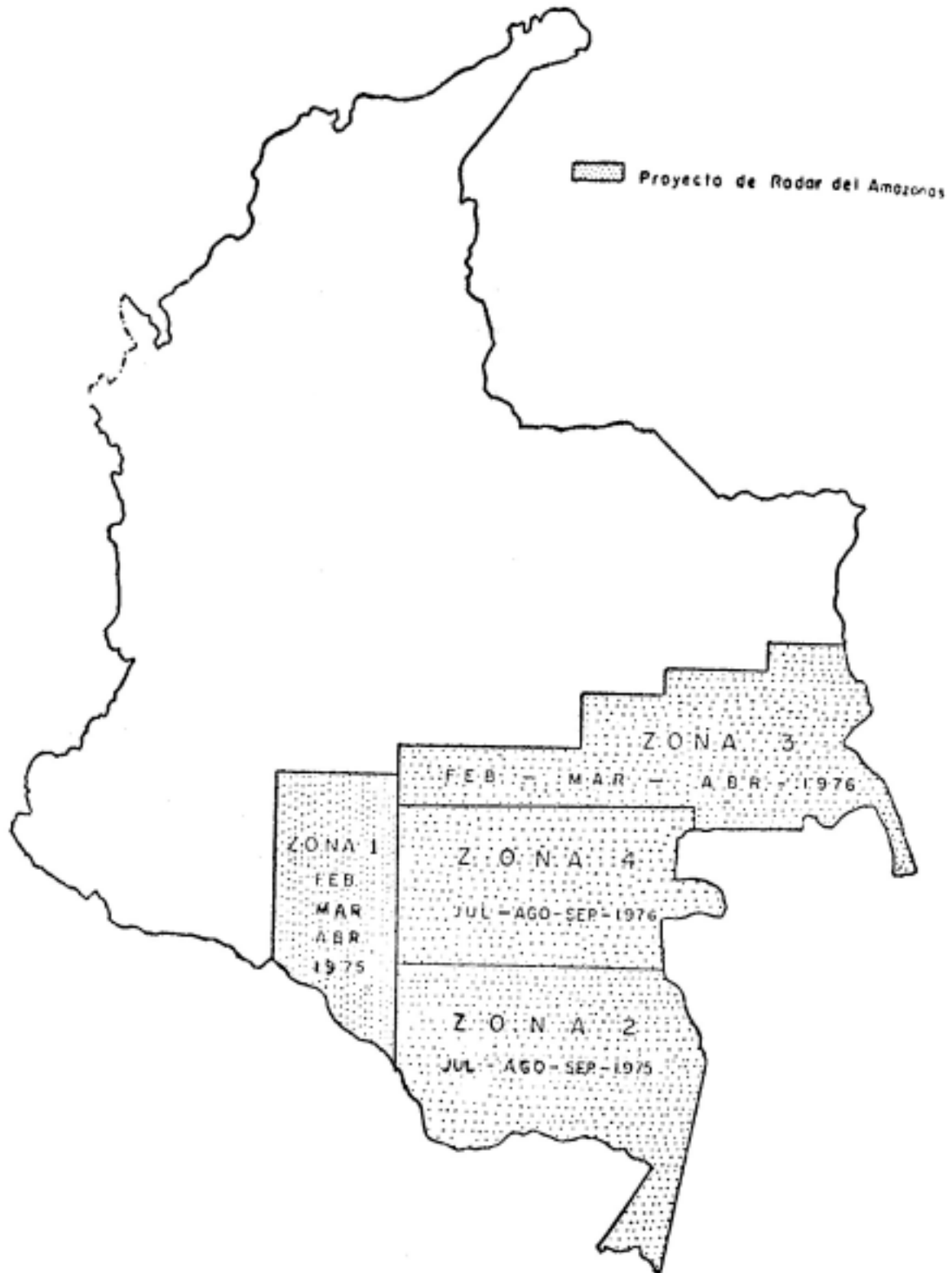


Figura 7

SOCIEDAD GEOGRÁFICA DE COLOMBIA
ACADEMIA DE CIENCIAS GEOGRÁFICAS
www.sogeocol.edu.co

En estas oportunidades se ha puesto de manifiesto la efectividad del apoyo de las Fuerzas Militares, sin cuya colaboración no es posible obtener el éxito esperado.

Para las Fuerzas Militares esta participación en el proyecto representa, además de su vinculación en programas de desarrollo nacional, la obtención de toda la información cartográfica y aerofotográfica producida de la zona amazónica importantísima para el desarrollo de los planes de colonización militar, control de espacio aéreo y vigilancia de fronteras.

