

LA TELEDETECCIÓN EN LOS TALLERES DE DESARROLLO RURAL: LA EXPERIENCIA PERUANA

Nicole Bernex de Falen¹

RESUMEN: Este artículo describe cómo aplicar la metodología geográfica para fines de planificación territorial. Resalta los principales problemas que afectan al Perú actual: escasa información geográfica, falta de metodología básica y de implementación técnica para la planificación territorial. A partir de varios talleres ha sido elaborada una metodología, que integra el estudio del paisaje, la cartografía temática y el análisis multitemporal de imágenes satelitarias. A partir de una interpretación rigurosa, esta última permite la obtención de una información de calidad. La utilización combinada e integrada de estas diferentes informaciones parece ser una respuesta atractiva para los proyectos de desarrollo.

REMOTE SENSING EDUCATION FOR RURAL DEVELOPMENT: A PERUVIAN EXPERIENCE

ABSTRACT: *This paper describes a way of strengthening and validation of geographical methods for land planning and development assessment. It points out the major problems affecting Peru nowadays: lack of geographical information, of fundamental skills and technical mapping and multitemporal land satellite analysis. Through a careful interpretation, this last one allows to obtain important data of land use and environment. The combined and integrated use of these different informations seems quite attractive for development projects.*

INTRODUCCIÓN

El Perú es un país de grandes contrastes cuya extensión de 1.285.216 km² vuelve su conocimiento más complejo. Suele ser considerado como un país andino a pesar de que solo el 30,5% de su territorio y el 39,5% de su población son serranos, mientras que otro 49,9% de la población se ha establecido en una estrecha faja costera (10,6% del territorio). El 10,6% restante ocupa el espacio mayor, o sea el 58,9% amazónico del territorio nacional.

Con el mar, que bordea el país a lo largo de 3079,5 km de costas, se consideran cuatro las grandes regiones naturales del Perú, aunque la realidad es mucho más matizada y su gran heterogeneidad geográfica hace posible una muy rica diversidad biológica y cultural.

Megadiversidad, pobreza en tierras agrícolas (0,1 ha/habitantes), fuerte desequilibrio en la distribución de los recursos hídricos, energéticos y minerales así como altos niveles de pobreza heredados de su estructura socio-económica caracterizan el Perú de hoy.

Desde hace décadas, frente a una pobreza múltiple (ambiental, cultural, económica, etc...) y creciente, tanto el sector público como el sector privado han intentado varias respuestas. Recientemente, desde 1987, han tomado conciencia de la necesidad absoluta de información geográfica y conocimiento del espacio para fines de planificación. Esto ha permitido la estructuración de una metodología, adaptada a partir de algunos proyectos, como los que realizó la Comisión de Coordinación de Tecnología Andina, que elaboró una metodología de análisis del Sistema Cuencas en la que tuvimos oportunidad de colaborar, en asociación con varias ONG en el Norte, Centro y Sur de los Andes. Asimismo tuvimos ocasión de asesorar el proyecto de desarrollo microrregional de Motupe (CESS/CICAP), el proyecto de Atlas de Quipiscanchi (CCAIJO), y la creación del Centro de Información Geográfica (IIAP). También de interés para este tema es el proyecto de apoyo a la cartografía de base del

¹ Profesor principal y Directora Académica del Centro de Investigación en Geografía Aplicada de la Pontificia Universidad Católica del Perú. Apdo. 1761, Lima 100 (Perú).

Instituto Nacional de Planificación (INP) y el proyecto de evaluación y valoración ambiental del Huallaga Central-Bajo Mayo (PEHCBM). A partir de nuestra experiencia, las fases de desarrollo en esta labor serían:

- (i) propuesta metodológica,
- (ii) formación de los interesados y
- (iii) utilización de los nuevos avances técnicos (teledetección y SIG) para fines de desarrollo participativo a escala humana.

ANTECEDENTES

El informe Nacional del Perú presentado a la Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo (Río de Janeiro, 1992) hace hincapié sobre la gran heterogeneidad geográfica del país; la cual se manifiesta en la existencia de 84 zonas de vida de un total mundial de 104 y de 28 tipos de clima de los identificados de la tierra.

Se cuenta con una bibliografía abundante sobre las clasificaciones temáticas de las grandes regiones biogeográficas (Thornthwaite, Holdridge, Pulgar Vidal, Brack, Cabrera y Willink, Ceballos, ONERN). Pero este esfuerzo por entender el funcionamiento y las características de los grandes conjuntos biogeográficos del país no basta. Falta un mejor, más preciso y más completo conocimiento espacial para orientar los proyectos de desarrollo. Menos de unos 40% del área total del Perú está cartografiada a escala de 1:100.000; en otras palabras, sólo esa porción del territorio forma parte de la Carta Nacional con sus datos topográficos (curvas de nivel con equidistancia de 50 m) y humanos (asentamientos, infraestructura de comunicación, de riego, grandes usos del suelo). Además, esta cobertura tiene una antigüedad de 20 a 32 años, volviéndose totalmente desactualizada por lo que se refiere a los hechos humanos.

Las coberturas cartográficas de todo el país se encuentran disponibles a escalas comprendidas entre 1:500.000 y 1:200.000, además de una cobertura a 1:250.000 realizada a partir de una composición de imágenes Landsat MSS, con muy poca información geográfica.

La nubosidad, constante no solamente en el llano amazónico sino también en la Selva Alta, en la región del bosque de neblina, ha sido el impedimento principal para realizar una cobertura aerofotográfica en la totalidad del país. Asimismo la crisis económica, endémica, vuelve imposible toda actualización de la Carta Nacional.

Los estudios temáticos se realizan siempre a pequeña escala: los mapas forestales, ecológico, edafológico, climático y de capacidad de uso de la tierra realizados por la Oficina Nacional de Evaluación de Recursos Naturales (ONERN) son a escala de 1:1.000.000. Paralelamente a eso, la cartografía censal es deficitaria y no georeferenciada, las estaciones hidrometeorológicas son escasas e incompletas; era y es muy difícil obtener una información precisa y completa.

Sin embargo, frente a los altos niveles de pobreza y a las crecientes necesidades sociales, existen esfuerzos titánicos para lograr una mejor calidad de vida. De manera general, en la década del 70 y la primera mitad del 80, estos esfuerzos fueron dirigidos a una captación e implantación vertical de tecnologías alternativas que implicaron, como consecuencia, fenómenos de rechazos y fracasos; la investigación no era parte de los proyectos de desarrollo, sea cual fuera la escala. En torno a los años 1984-86 la situación cambió, y tanto los organismos de estado como el Instituto Nacional de Planificación (INP), el Instituto de Investigación de la Amazonía Peruana (IIAP) y varias organizaciones no gubernamentales (ONG), comenzaron a integrar la investigación geográfica en su plan de desarrollo institucional, para facilitar el conocimiento y las acciones. Surge una toma de conciencia verdadera de la

urgente necesidad de generar una información de calidad para orientar los planes de desarrollo. Aquí presentamos lo que ha sido y es nuestra respuesta metodológica común para todos los sectores, con algunas adaptaciones particulares, según las exigencias del medio.

METODOLOGIA UTILIZADA (Los talleres de Metodología)

Desde los primeros talleres en 1986, con las ONG y las instituciones del Sector Público, se pusieron en evidencia las deficiencias de observación y de especialización de todos los elementos de nuestro entorno: de manera general, a nivel de una cuenca, de una microrregión o de un espacio mayor se estableció la necesidad de precisar los objetivos generales y específicos con sus respectivos productos y metodologías propias (fig. 1).

Para precisar correctamente cada objetivo, se recomienda responder a las preguntas siguientes: ¿Por qué?, ¿para qué?, ¿para quienes?.

En una primera etapa, el procedimiento metodológico abarca los pasos siguientes:

- (i) recolección y evaluación de la información existente,
- (ii) generación de la información necesaria,
- (iii) tratamiento de la información,
- (iv) síntesis,
- (v) elaboración del o de los productos.,

Sin embargo, numerosos problemas suelen surgir en torno a la información: desconocimiento del abanico de fuentes de información posibles, heterogeneidad y pobreza de la calidad de la información, excesiva utilización de la información indirecta y generación deficitaria de información directa. Asimismo, se debe resaltar el desconocimiento de técnicas que permiten generar información y valorar el tratamiento eficaz de la misma.

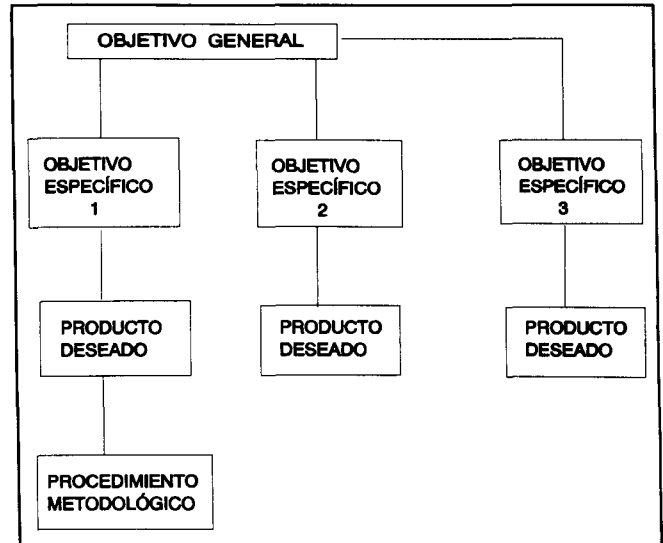


Figura 1. Etapas Metodológicas

La metodología integra uno o varios talleres especialmente orientados a la **información**, cuyas etapas detallamos a continuación:

(i) Conocer las posibles fuentes de información (tabla 1) y buscar la información correspondiente a cada tipo existente a nivel local o regional. Insistir sobre la diferencia existente entre información directa (autogenerada) e información indirecta. Precisar los diferentes niveles de esta última (primario, secundario, terciario, etc.) y tomar conciencia de las ventajas y limitaciones de utilización de cada uno. Se entiende por Información indirecta (I.I) la referida al nivel primario: el censo, producto del tratamiento de una información directa. El nivel Secundario: se refiere a obras derivadas de las primarias, como las obras de síntesis. Por último, el nivel terciario sería el correspondiente a referencias realizadas por estas obras de síntesis.

(ii) Definir la calidad de la información: comprobar si utiliza los mismos criterios y variables de medición, realizar análisis de consistencia de datos, calcular en caso posible coeficientes de error; todo ello para seleccionar (con o sin

Tabla 1
Fuentes de Información

FUENTES DE INFORMACIÓN	TIPOS	LOCALIZACIONES
1. Documentos existentes: datos literarios, estadísticos incluidos los mapas publicados en libros y artículos.	Información escrita, estadística y carto-gráfica	Bibliotecas
2. Mapas de toda naturaleza publicados separadamente: generales y temáticos, antiguos o recientes a diversas escalas.	Cartográfico	Cartotecas
3. Teledetección - Todo tipo de fotografías aéreas: distintas emulsiones, escalas, fechas de toma. - Todo tipo de señales similares provenientes de sensores no fotográficos: radares, satélites.	Fotográfico Almacenado en memoria	Fototecas Informatecas (Banco de datos)
4. Ficheros automáticos: mapas y bandas perforadas, cintas y bandas magnéticas, discos microfotos.	Almacenado en memoria	Informatecas
5. Prospección y observación, levantamientos cartográficos, observación visual, fotografías, cuadernos de notas, magnetófono portátil.	Escrito cartográfico fotográficos memorizado visual	Terreno (libro de la naturaleza)

Fuente: 6. Long, 1974;133 (adaptado)

corrección) o no los diferentes datos recopilados.

(iii) Tomar conciencia de nuestra dependencia frente a la información indirecta, a menudo obsoleta e incorrecta, también muy onerosa y general: también de nuestra capacidad de generar información mediante la lectura de paisaje, la sistematización del trabajo de campo, el análisis cuantitativo de la carta nacional, etc.

(iv) Conocer nuevas técnicas permitiendo generar información de calidad, esto es integrar el análisis visual y digital de las imágenes satelitarias en nuestro quehacer científico. Asimismo utilizar los Sistemas de Información Geográfica (SIG) según nuestras necesidades.

LA FORMACIÓN (Los Talleres productivos de Cartografía)

Los talleres tienen como objetivo favorecer la

formación de los distintos usuarios de la información, sean planificadores, técnicos o ingenieros trabajando en proyecto de desarrollo. Esta formación abarca el logro de habilidades y de actitudes. Antes de iniciar los talleres, se notaron grandes deficiencias, tanto en lo que se refiere a las habilidades para analizar el medio geográfico (falta de práctica de observación, dificultades en sintetizar, en correlacionar), como a las actitudes (falta de una ética de la información, ausencia de rigor, celo profesional e institucional).

Además de los talleres metodológicos, principalmente orientados a la elaboración de la propuesta y procedimiento metodológicos, se dan cinco tipos de talleres-productivos distintos, permitiendo la generación y tratamiento de la información. Así, hablamos de talleres de lectura del paisaje, de análisis cuantitativos de la carta nacional, de cartografía temática, de teledetección y de SIG. En la mayoría de los casos, se han

realizado a nivel del ámbito de una sola institución, facilitando así un trabajo concreto.

Los talleres de lectura del paisaje

Tienen dos fines: educar en la observación, valorar esta observación para generar materiales de trabajo (mapa de paisajes, mapa de uso del suelo, etc...) y valorar esta observación, cuando es necesario, para la obligatoria verificación de campo para el análisis de las aerofotografías e imágenes satelitarias.

Por cuanto una observación (identificar qué hay y donde está...) es el punto de partida imprescindible para el conocimiento (explicar cómo son las cosas y por qué son así ...) y la reflexión (plantear hipótesis ¿para qué, cual será la evolución probable) y la acción (evaluar... qué hacer), se induce los participantes a observar y analizar siguiendo estos pasos:

- el orden de la naturaleza (conjuntos topográficos, ecosistemas)
- el orden de las sociedades (usos del suelo)
- el orden espacial (limitaciones y posibilidades)
- las dinámicas espaciales (antiguas y actuales)
- la evaluación (patologías, valores, etc...)

Esta observación puede darse a lo largo de un recorrido guiado (con una matriz de variables de diferenciación del medio), en un estudio de parcelario o en estudios más amplios como la tipología de los diferentes paisajes de una cuenca.

Los paisajes de análisis cuantitativo de la carta nacional

Suele la carta nacional ser utilizada exclusivamente para ubicarse o para construir un mapa base. Al tener tan poca información sobre los espacios de trabajos locales, microrregionales y

regionales, es de suma importancia instrumentalizar todo material gráfico, ya sea mapa, aerofotografía o imágenes satelitarios, con las correcciones correspondientes a cada uno.

El análisis cuantitativo del mapa consiste en explotar los datos proporcionados por el mapa, mediante los tipos de imposición gráfica: áreas, líneas y puntas.

El análisis se realiza sobre datos numéricos, gráficos y cartográficos. Por ejemplo, trabajando con líneas, podemos obtener las estadísticas de longitud de los ríos, de perímetros de las cuencas, de distancia entre pueblos, pero también los diagramas hídricos y todos los cortes longitudinales y transversales necesarios.

En lo que se refiere a áreas, pueden generarse las estadísticas de las diferentes regiones, globales y funcionales como con los mapas de pendiente de orientación.

A través de puntos se accede a la cuantificación directa de los elementos; al correlacionarlos con su espacio se obtiene estadísticas de densidades diversas.

Asimismo, al correlacionar otros resultados obtenidos (perímetros, longitudes, áreas, etc...) se obtienen los parámetros hidrogeomorfológicos de los espacios de estudio. Se puede generar así una información básica de calidad.

Los talleres de cartografía temática

Estos talleres permiten descubrir la cartografía temática como herramienta de reflexión, el mapa siendo un sistema lógico, producto de la clasificación, confrontación y explicación de los hechos observados.

La producción de buenos mapas temáticos depende estrechamente de un procedimiento metodológico correcto: clasificación conceptual, objetivos bien expresados, información de calidad... pero también depende de la capacidad de

generar la información no existente y de la capacidad de tratarla y actualizarla constantemente.

Estos tres tipos de talleres de producción: lectura del paisaje, análisis cuantitativo de la carta nacional y cartografía temática permitieron producir información y construir un cierto conocimiento espacial a distintas escalas entre 1986 y 1990, pero no era suficiente.

Los talleres de teledetección

A mediados de 1991, varios grupos tenían una cierta cantidad de información generadas principalmente a partir del trabajo de campo y de la valoración de los mapas existentes. Sin embargo, ciertas instituciones tenían todavía una información muy escasa por falta de cobertura cartográfica, lo que dificultaba toda participación de su territorio. Estas circunstancias nos llevaron a organizar los primeros talleres de teledetección, siendo esta última una respuesta concreta a la ausencia de información.

Los primeros talleres estaban orientados solamente al análisis visual, utilizando las imágenes de satélite proporcionadas por el Proyecto del Atlas de Imágenes Satélite Iberoamericano (Sancho y Chuvieco, 1992). Consistieron en explicar los fines de la Teledetección, sus características físicas, las posibilidades y limitaciones que ofrece, así como acercarse a las imágenes y practicar con ellas. Al tener en los talleres siguientes las imágenes SPOT (en el caso de Cusco) y SPOT + LANDSAT (para Iquitos) de los espacios estudiados, se trabajó de la manera siguiente:

El caso de Cusco

Participaron cinco ONGS cuyos espacios de trabajo eran distintos, unos trabajando en los valles altos, otros en la llanura fluvial del Vilcanota y otros en el Cusco. Antes de iniciar el

tratamiento visual, cada grupo planteó por qué necesitaba la imagen, qué información esperaba lograr y cómo. Se estructura con todos la metodología de los cuatro días de taller. Cada ONG había financiado el cuarto de escena correspondiente a su espacio de interés. Se realizaron dos salidas de verificación de campo: la primera en un espacio urbano y periurbano en San Jerónimo (área de Cusco metropolitano) las limitaciones se dan a nivel de microparcelarario y fuertes pendientes, así como de los fenómenos de sombra (fig. 2).

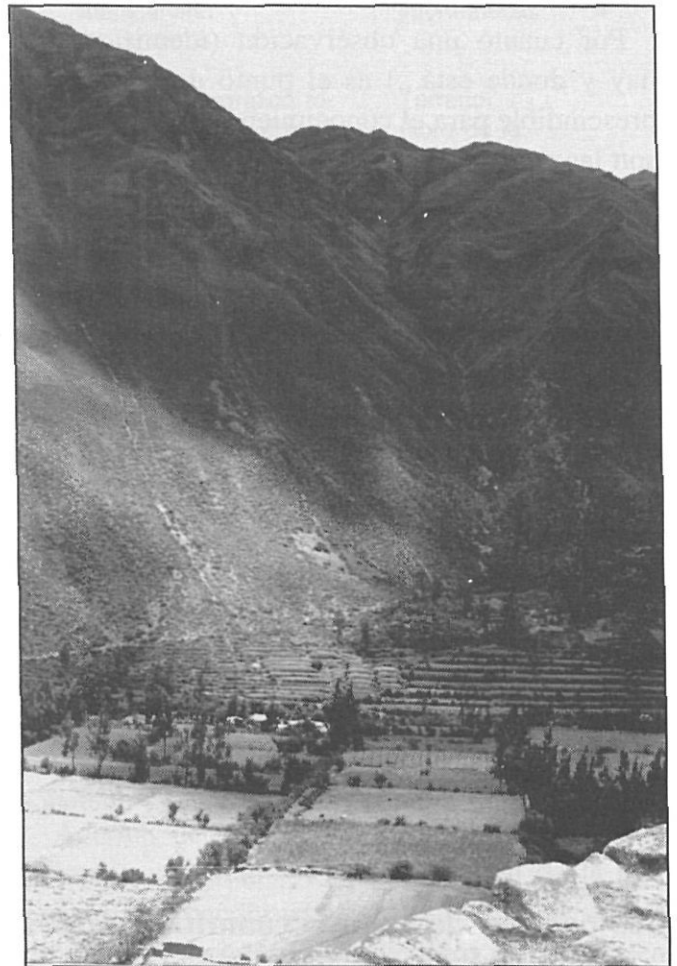


Figura 2. CUSCO: Microparcelarario en las laderas y fenómenos de sombra.

Aun trabajando con cuartos de escena a escala 1:50,000, los cultivos de ladera aparecen como

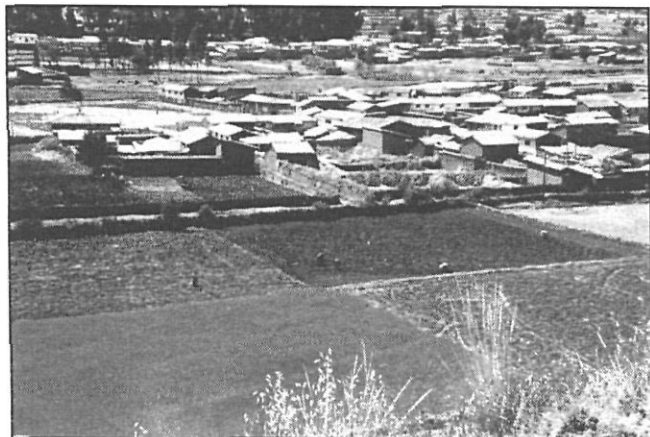


Figura 3. CUSCO: Grandes campos de fondo de valle con diferenciación difícil de los asentamientos (el adobe crudo refleja como la tierra desnuda en la imagen).

pinceladas más rojizas en medio de otras oscuras, reflejando ciertos tipos de rocas, la absorción de las áreas reforestadas por Eucaliptus y las sombras. Al contrario los campos de fondo de valle aparecen con claridad (fig. 3). Para la verificación los cultivos, los pastizales y los bosques así como su comportamiento y su soporte físico. La definición de grandes conjuntos orienta y permite un análisis más detallado.

La imagen hace posible la cartografía de la zona no cubierta por carta nacional, así como la cartografía de la distribución de los centros poblados y sus patrones respectivos.

El caso de Iquitos

Solamente participaron los investigadores del Instituto de Investigación de la Amazonía Peruana. Una primera dificultad nació de las diferentes especialidades de las personas (biólogo, zootecnista, ingeniero agrónomo, sociólogo, antropólogo) y de los distintos intereses. Una segunda, y más grande dificultad, proviene del propio medio. Se tenían las imágenes Landsat TM y Spot XS así como una salida de clasificación

realizada en la ONERN. No existía la hoja de la Carta Nacional al 1:100.000, la cual ha sido producida meses después sin curvas de nivel.

El objetivo del taller era lograr mediante una imagen satelitaria una información valiosa e inexistente sobre la hidrografía, la distribución de los asentamientos humanos y los usos del suelo, para luego integrarla en un Sistema de Información Geográfica. En un taller anterior de evaluación de la información se observaron grandes desequilibrios en cuanto a la existencia de la información espacial y también en cuanto a su forma de expresión. Por ello se consideró el aporte de la Teledetección. Si bien es cierto que muy rápidamente se puede completar con precisión la red hidrográfica y teniendo en cuenta las distintas fechas de toma de imágenes, realizar un análisis de dinámica fluvial del río Amazonas conocido como «el río que se aleja» por los Iquitenses; no es fácil de realizar una cartografía de la distribución de los asentamientos humanos en gabinete.

Por ello en las salidas de verificación de campo la meta no era solamente lograr la identificación de los grandes usos del suelo sino también la distribución de la población.

Sin embargo la Amazonía peruana presenta varias dificultades: en primer lugar la accesibilidad. La primera salida de verificación de campo se efectuó a lo largo de la pista a la salida de Iquitos. Rápidamente la vegetación impide alejarse. La segunda salida, por el río Amazonas, nos obligó a elegir las muestras de verificación a lo largo de ejes perpendiculares al río, pero era sin contar las numerosas cochas y también los campos donde los cultivos crecen con alturas de 3 a 4 metros y forman verdaderas paredes en torno a los caminos (fig. 4).

Asimismo no fue posible ubicar los poblados techados de paja, cuyas casas de madera y fibra vegetal reflejan de igual forma que los campos de vegetación seca.

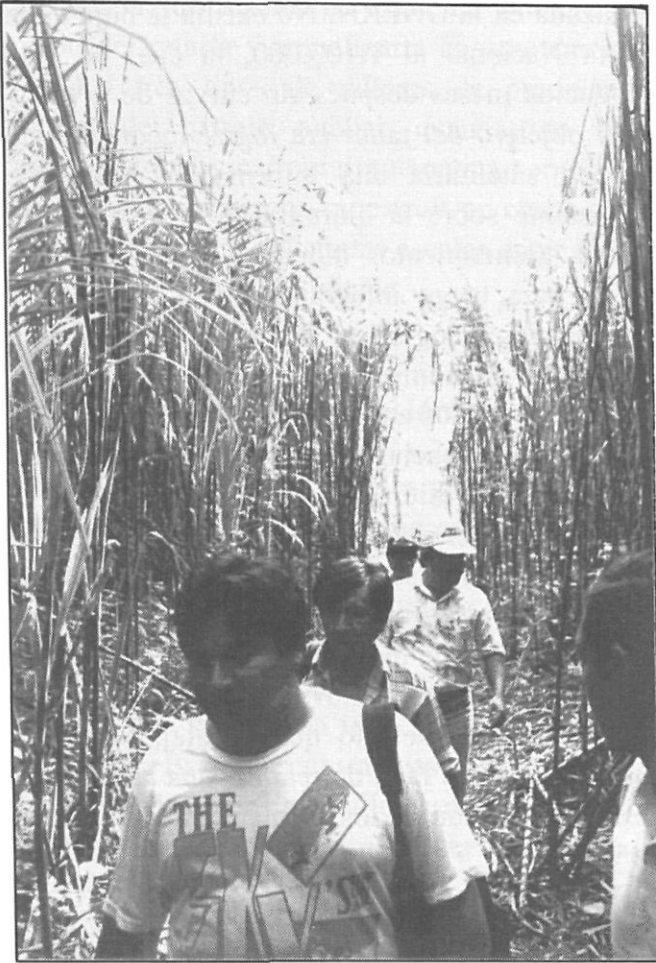


Figura 4. QUITOS: Dificultades de la verificación de campo en medio de una vegetación muy densa.

Este último punto representa una limitación seria y sigue siendo un objetivo importante, teniendo en cuenta que se desconoce la importancia y la distribución de la población indígena en estas regiones.

Otro limitante de la verificación de campo en la relación esfuerzo físico - resultado y la consecuencia desmotivación creada. No obstante, debido a la magnitud del proyecto, se estableció otra estrategia para el futuro, considerando que parte de los reconocimientos y verificación de imágenes deben realizarse con avioneta.

La integración de todos los resultados en una

cartografía temática exige muy buenas verificaciones de campo a fin de no desvaluar los datos objetivos de la imagen transformándolos en subjetivos.

Finalmente cabe mencionar que el análisis visual reviste una gran importancia cuando se trabaja en espacios muy pequeños pero no es suficiente cuando se trata de espacios grandes: ahí interviene el análisis digital. Para ello, se organiza con el auspicio del Instituto de Cooperación Ibero Americana un Taller Regional de Teledetección para el Desarrollo, con el uso de IDRISI y con algunas aplicaciones de TITUS y DRAGON.

La integración del análisis digital y del SIG

Hoy día, algunos de los organismos que decidieron años atrás para realizar una lectura de su espacio, de acercarse a su realidad local a través de la lectura del paisaje, de la cartografía y luego integrando la teledetección, tienen el SIG IDRISI. Suelen trabajar en pantalla, realizar salidas matriciales para la verificación de campo y tomar fotos de la imagen de pantalla al no tener impresoras colores. La verificación de terreno puede ser sistematizada y dar lugar a aun inventario preciso (tabla 2); asimismo permite ejecutar diferentes correlaciones cuantitativas y cualitativas. La imagen satélite constituye un aporte directo, objetivo, de información geográfica: enriquece la cartografía de base, actualiza los mapas de distribución de los asentamientos, y grandes usos del suelo, permite valorar la capacidad ambiental, estimar los impactos y prever los riesgos ambientales.

Actualmente, se está dando un paso más, tratando de generalizar la experiencia para fines de acondicionamiento del territorio. Cabe insistir sobre el aporte de la teledetección en países

Tabla 2
Verificación de campo de la imagen de Cañete

Nº de Encuesta	Localización	Nº Muestra
Fecha	Nombre del encuestador	
Horas		
	PARCELA Nº	PARCELA Nº
<ul style="list-style-type: none"> - Tipo de suelo - Tamaño de la parcela - Estado fenológico o tamaño - Porcentaje de la cobertura del cultivo - Tipo de riego - Homogeneidad de la cobertura - Presencia de maleza 		
Descripción de la zona, alrededor de la parcela:		
<ul style="list-style-type: none"> - Tamaño promedio de las parcelas - Tipo de cultivos: <ul style="list-style-type: none"> * cereal * industrial * comercial * otro 		

donde existen vacíos de información pero este aporte debe ser ubicado y valorado dentro de una metodología global que permite maximizar las verificaciones de campo para analizar la imagen mediante una lectura sistémica y sistémica del

paisaje y luego realizar clasificaciones que desemboquen sobre una cartografía temática como sistema lógico e integrado en SIG. Esto permitirá asimismo, la constante actualización del trabajo, indispensable en unos espacios de gran dinámica.