

# Propuesta metodológica y conceptual para el estudio de los Riesgos Naturales: la situación en España

*Proposta metodol6gica e conceitual para o estudo dos Riscos Naturais: a situa7ao em Espanha*

*Methodologic and conceptual proposal for the study of the Natural Risks: the situation in Spain*

**Silvia Díez Lorente**

Departamento de Análisis Geográfico  
Regional- Universidad de Alicante- España  
Correo electrónico: silvia.diez@ua.es

**Resumen:** Los riesgos naturales resultan de gran interés por la dimensi3n espacial que adquieren. Por esto se considera de vital importancia realizar una propuesta metodol6gica para el estudio de los riesgos naturales a partir de una perspectiva geográfica en general, y geomorfol6gica en particular. Se desarrollan los factores geográficos elementales, así como la metodol6gia empleada, con la finalidad de obtener un documento de trabajo con características aplicables a partir de la elaboraci3n de una Cartografía Geomorfol6gica Básica, donde quedarán plasmadas las zonas de riesgo para conseguir un mejor conocimiento del medio donde se desenvuelven las actividades socioecon3micas y culturales, tratando así de disminuir las situaciones de riesgo. Para que sea efectivo, será necesario que exista un mayor compromiso con la sociedad por parte de las instituciones públicas y privadas.

**Palabras-clave:** Riesgo; Vulnerabilidad; Cartografía Geomorfol6gica Básica; Ordenaci3n del territorio; Compromiso social.

**Resumo:** Os riscos naturais resultam de grande interesse pela dimensi3o espacial que adquirem. Por isto se considera de vital importância realizar uma proposta metodol6gica para o estudo dos riscos naturais a partir de uma perspectiva geográfica em geral, e geomorfol6gica em particular. Se desenvolverão os fatores geográficos elementares, bem como a metodol6gia empregada, com a finalidade de obter um documento de trabalho com características aplicáveis a partir da elabora7o de uma Cartografía Geomorfol6gica Básica, onde ficarão plasmadas as zonas de risco para conseguir um melhor conhecimento do meio onde se desenvolvem as atividades socioecon3micas e culturais, tratando assim de diminuir as situa7oes de risco. Para que seja efetivo, será necessário que exista um maior compromisso com a sociedade por parte das institui7oes públicas e privadas.

**Palavras-chave:** Risco; Vulnerabilidade; Cartografía Geomorfol6gica Básica; Ordena7o do territ3rio; Compromisso social.

**Abstract:** The natural risks are from great interest by the space dimension that they acquire. By this it is considered of vital importance of making a methodologic proposal for the study of the natural risks from a geographic perspective in general, and geomorfol6gica in individual. The elementary geographic factors, as well as the used methodology will be developed, with the purpose of obtaining a document of work with applicable characteristics from the elaboration of Basic a Geomorfol6gica Cartography, where they will be shaped the zones of risk to obtain a better knowledge of means where the socioecon3micas and cultural activities develop, that trying to diminish the risk situations. So that he is effective, it will be necessary that a greater commitment with the society on the part of the public and deprived institutions exists.

**Keywords:** Risk; Vulnerability; Basic Geomorfol6gica Cartography; Arrangement of the territory; Social commitment.

## Introducción

El análisis de los riesgos de origen natural, enfocado como un aspecto en la ordenación del territorio, se plantea por primera vez ante la comunidad geográfica española en el *IX Coloquio de Geógrafos Españoles*, celebrado en Murcia en 1985 con escaso éxito, ya que de las 103 comunicaciones presentadas, tan sólo 9 seguían esta línea.

La geografía de los riesgos constituye hoy en día un capítulo imprescindible en los manuales de la disciplina, tanto en los de tipo temático como en los que abordan síntesis regionales o estatales. Una producción científica relativamente abundante, aunque no por ello siempre realizada con la meticulosidad y el rigor esperados, ha permitido esta consolidación, que sin embargo, continúa adoleciendo en buena medida de sus vicios originales (Calvo, 2000).

En este artículo se realiza un breve repaso sobre la definición y conceptualización de la terminología más usual en el estudio de los riesgos, la cual es utilizada de forma incorrecta muy a menudo, ya que se usan los conceptos como sinónimos cuando en realidad existen entre unos y otros matices que los hacen diferentes.

A continuación se analiza la situación de los estudios de los riesgos en España, qué líneas han seguido y hacia dónde van encaminados en la actualidad.

El tercer apartado se dedica a la metodología propuesta para la comprensión y conocimiento de los riesgos naturales desde un punto de vista geomorfológico, así como las fuentes necesarias para su estudio.

En último lugar se ofrece una alternativa de posibles soluciones que reduzcan las situaciones de riesgo.

Este artículo no pretende ser la panacea que resuelva todos los problemas y dificultades que presenta el estudio de los riesgos, sino que debe tomarse como un intento de reflexión y valoración que permita una mejor explicación del fenómeno.

### *Los riesgos naturales: indefinición de términos y confusión conceptual*

Un riesgo natural constituye una manifestación de inestabilidad, ya sea corta o prolongada, del sistema natural que rompe las relaciones que se califican como normales entre la sociedad y su entorno (Burton & Kates, 1964). Las respuestas humanas a dicha inestabilidad del medio varían de acuerdo con el nivel de organización y posibilidades tecnológicas de cada colectivo o grupo social. Según estos niveles socioculturales y tecnológicos, las diferentes civilizaciones califican el grado de amenaza del entorno. Formulado en estos términos, podemos decir que la temática en torno a riesgos naturales es una cuestión recurrente en la geografía, por cuanto que suscita el paradigma de las relaciones entre medios naturales y la distribución y organización de la sociedad.

En definitiva, se trata de una cuestión de interacción entre el hombre y la naturaleza. Dicha interacción es variable y está gobernada por el mutuo estado de adaptación entre ambos sistemas<sup>1</sup>.

La geografía está ligada, o debería estarlo, a los problemas culturales y económicos y en menor medida a las razones de decisión. Los riesgos cambian, la información se transmite, percibe, memoriza, se toman decisiones, el saber y el azar se convierten en elementos cruciales que debemos tener en cuenta a la hora de determinar nuestras acciones espaciales.

Desde una perspectiva puramente geográfica, se puede señalar que *riesgo* es toda aquella actitud concreta en el tiempo de un grupo humano frente a las condiciones de su medio en cuanto que este grupo es capaz de aprovechar para su supervivencia o incapaz de controlar a partir de determinados umbrales.

El contenido de la expresión *riesgo natural* es doble, ya que abarca, por un lado, el esfuerzo continuado para hacer el sistema humano menos vulnerable a los llamados "caprichos de la naturaleza", y por el otro, la necesidad de afrontar aquellos acontecimientos que desbordan la capacidad de absorción del sistema de uso o aprovechamiento del medio ideado por cada sociedad.

Son muchos los investigadores que han puesto de manifiesto que para entender los *desastres naturales*, para poder prevenirlos y recuperarse una vez que se han producido, es necesario desprenderse de una serie de malas interpretaciones que turban nuestras mentes e impiden actuar con acierto.

Uno de los pensamientos más corrientes es suponer que los desastres que se producen se deben a fuerzas sobrenaturales que actúan contra los humanos. Esta visión fatalista inhibe la acción y conduce a la resignación y al conformismo. Concebir como un castigo divino la lluvia, la sequía, o los terremotos es todavía común hoy en día entre la población rural.

También existe otro tipo de concepción errónea y perniciosa que está cobrando vigor, es decir, la atribución de los desastres que nos ocurren al comportamiento y actuación maléfica de la naturaleza. Por lo tanto, se ha reemplazado a los poderes sobrenaturales por las fuerzas naturales, y lo que antes era considerado castigo divino, ahora es un castigo de la naturaleza. Los medios de comunicación calan en la conciencia de la población generando fatalismo y reacciones ineficaces.

También forma parte de esta deformación la superposición dos términos que en realidad son diferentes: *fenómeno natural* y *desastre natural*, utilizándolos a menudo, como sinónimos.

Ante todo, cabe definir un *fenómeno natural* como una manifestación de la naturaleza como resultado de su funcionamiento interno.

<sup>1</sup> A este respecto, cabe mencionar la Teoría General de Sistemas, ya que se presenta como una forma sistemática y científica de aproximación y representación de la realidad. Fue formulada por Ludwig von Bertalanffy (1976). Para él era un mecanismo de integración entre las ciencias naturales y sociales.

La ocurrencia de un *fenómeno natural* no provoca necesariamente provoca un *desastre natural*. Puesto que la tierra está en constante movimiento debido a su proceso de formación, su funcionamiento da lugar a cambios en su cara exterior, de manera que los fenómenos deben ser considerados siempre como elementos activos de la geomorfología terrestre. Una lluvia torrencial puede ocasionar avenidas, erosiones y sedimentaciones cambiando el paisaje natural, pero estos resultados no pueden considerarse desastrosos o catastróficos. El hombre debe aceptar que está conviviendo con una naturaleza viva que tiene sus propias leyes de funcionamiento contra las cuales no puede atentar, a riesgo de resultar él mismo dañado. Ciertos fenómenos naturales pueden llegar a ser desastrosos únicamente cuando los cambios producidos afectan una fuente de vida con la que el hombre contaba o con un modo de vida realizado en una determinada geografía.

Un *desastre natural* es la correlación entre fenómenos naturales peligrosos y determinadas condiciones socioeconómicas y físicas vulnerables (situación económica precaria, viviendas mal construidas, tipos de suelo inestables, mala ubicación de la vivienda). Se puede decir que existe un elevado riesgo de desastre si uno o más fenómenos naturales peligrosos ocurrieran en situaciones vulnerables.

En los últimos decenios los grandes desastres no admiten esta explicación tradicional. Se produce un giro que busca la responsabilidad y la fuente del desastre en la propia actividad humana, asumiendo que gran parte de las catástrofes conocidas como naturales tienen su origen en una serie de relaciones desafortunadas o abusivas que el hombre ha mantenido y mantiene con su entorno, al mismo tiempo que modifican su dinámica evolutiva natural. En la década de los años ochenta del pasado siglo nuestra sociedad capitalista fue calificada la nuestra como una "sociedad del riesgo"<sup>2</sup> (BECK, 1986), y un auténtico aluvión de publicaciones, de procedencia muy diversa, manifiestan un notable desasosiego respecto a posibles calamidades futuras y a la eficacia de los actuales medios de previsión y defensa (CALVO, 2000).

Debido a la importancia de la cuestión de los riesgos, surge entonces la necesidad de intentar comprender y explicar qué es lo que está ocurriendo, qué puede ocurrir y en qué medida las instituciones están respondiendo, tanto las presentes como las que puedan darse en el futuro.

Se trata, en definitiva, de un tema actual, vivo y dinámico que evoluciona a diario, ya que el territorio, como elemento vivo que es, se encuentra inmerso en un fuerte y continuo proceso de transformación.

Varios autores como S. Aneas de Castro (2000) y F. Calvo (2001), han puesto de manifiesto que existen auténticos problemas a la hora de utilizar los conceptos

<sup>2</sup> En palabras del sociólogo alemán Ulrich Beck, "nos encaminamos hacia una nueva modernidad en la que el eje que estructura nuestra sociedad no es ya la distribución de males. No es la distribución de la riqueza, sino más bien la del riesgo, lo que moviliza a numerosos colectivos sociales".

de riesgo, peligrosidad y catástrofe, cuando en realidad existen diferencias semánticas claras entre unos y otros. Así, por ejemplo, según el Diccionario de la Real Academia Española (RAE), el riesgo es la "contingencia o proximidad de un daño"; la peligrosidad "que tiene riesgo o puede causar daño" y la catástrofe es un "*suceso infausto que altera gravemente el orden regular de las cosas*". Como segunda acepción, "cambio brusco de estado de un sistema dinámico, provocado por una mínima alteración de uno de sus parámetros"<sup>3</sup> y por vulnerabilidad "cualidad de vulnerable, es decir, que puede ser herido o recibir lesiones, física o moralmente".

- La *peligrosidad geomorfológica* es la probabilidad que tiene de producirse un cierto fenómeno de inestabilidad geomorfológica en dicho intervalo de tiempo.
- Por *vulnerabilidad territorial* se entiende el concepto que hace referencia a aspectos de infraestructura humana, es decir, conocer si el espacio está preparado para combatir el peligro.
- El *riesgo ambiental* es la posibilidad de que las consecuencias económicas y sociales de un fenómeno de peligrosidad superen un determinado umbral.

#### *Los riesgos naturales ayer y hoy: El panorama de los estudios en España*

Los estudios referidos a los *riesgos naturales* se han realizado desde muy antiguo, y siempre referidos a fenómenos de carácter o índole natural, a los llamados "caprichos de la naturaleza", olvidando la presencia y actividad del hombre como principal mecanismo inductor, en la mayor parte de los casos, de las situaciones de riesgo. Es por ello que a partir de la década de los años 60 es cuando empieza a tenerse también en cuenta al hombre a la hora de catalogar los mal llamados riesgos naturales.

El desarrollo de los estudios geográficos sobre riesgos naturales es relativamente reciente en España. En el conjunto de la producción científica se ha prestado una atención preferente a las inundaciones, los incendios forestales y algunos riesgos derivados del clima. Es posible advertir la escasa reflexión teórica y la preferencia por el análisis de episodios concretos, a veces no definidos de forma adecuada como riesgos.

Durante mucho tiempo, el estudio de los riesgos naturales y sus implicaciones catastróficas se ha concretado en España en un reducido número de investigadores –fundamentalmente ingenieros y geólogos– aglutinados alrededor de organismos administrativos con funciones de protección y defensa civil.

<sup>3</sup> Este hecho invita a reflexionar sobre la interrelación de los elementos que conforman la sociedad, es decir, los elementos físicos y humanos, al mismo tiempo que recuerda a la famosa Teoría General de los Sistemas.

La preocupación por los procesos que incorporan riesgo hace tiempo que ha desbordado el campo puramente administrativo, ha dejado de ser preocupación de unos pocos y se muestra cada vez más como un campo de investigación interdisciplinario.

Aquellos riesgos que proceden de procesos naturales gozan del privilegio de haber sido interpretados y estudiados con detalle desde antiguo, cristalizando en un campo de análisis donde los geógrafos han desempeñado un papel de primer orden.

Hace aproximadamente dos décadas, bajo el epígrafe general de "Algunos enfoques integrados y nuevas perspectivas de la Geografía Española", un análisis de la situación del estudio de los riesgos afirmaba que "a lo largo del periodo considerado (1970-1990), la geografía de los riesgos se ha abierto camino entre los geógrafos españoles y se han consolidado líneas de investigación no supeditadas a un suceso ya ocurrido" (MATEU, 1992). El suceso ya ocurrido es la catástrofe y el análisis de ésta disfruta de una larga tradición a la que no han sido ajenos los geógrafos españoles desde sus inicios (BUJ, 1997). Sin embargo, la catástrofe no es más que una evidencia empírica de dónde, en qué forma y para quién determinados procesos con origen natural pueden tener efectos perjudiciales para la humanidad.

El riesgo, por su parte, es la contingencia o proximidad de daño y el análisis de las condiciones que permiten esa situación, el perjuicio derivado de ella y su intensidad. Sin duda, estas condiciones son, en gran medida, propias de los mecanismos naturales y la variable magnitud de sus manifestaciones, pero más aún están instaladas en el seno de la sociedad afectada.

De forma mucho más tardía que el estudio de los acontecimientos catastróficos, al análisis de las situaciones propiamente de riesgo nace con el denominado "paradigma de la escuela de Chicago", que situó la percepción y los comportamientos que de ésta se derivan como un aspecto mayor de los trabajos sobre procesos naturales que incorporan riesgo y las razones de su desenlace catastrófico (WHITE, 2000).

Sin embargo, la específica y divergente evolución de los trabajos de los geógrafos "físicos" y "humanos", ha tenido como resultado ciertas dificultades para asumir un paradigma que tuvo su origen en la "ecología humana" de H.H. Barrows y que, por lo tanto, es esencialmente un aspecto de las relaciones entre los grupos humanos y el medio en que se integran.

Aunque el panorama actual sea bastante diversificado, subsiste en líneas generales y de forma particular entre los estudiosos del medio geofísico que incorporan riesgo, la tendencia a limitar su investigación a éstos en sí mismos, aportando minuciosos análisis de crisis ambientales más o menos extremas y obviando el hecho de que es la confluencia de este tipo de procesos con los de la ocupación humana del territorio lo que determina la existencia del riesgo, y por derivación, la calamidad<sup>4</sup>.

<sup>4</sup> Según el Diccionario de la RAE, *calamidad* es la "desgracia o infortunio que alcanza a muchas personas".

La creciente importancia de este tipo de análisis en el ámbito geográfico discurre básicamente a lo largo de dos vías de desigual importancia. Por un lado están las reuniones científicas, y por otro, las publicaciones en revistas especializadas.

Existe un gran número de procesos naturales que incorporan riesgo en mayor o menor grado, los cuales suelen agruparse, de forma bastante convencional, según la naturaleza del fenómeno que está en su génesis.

El ámbito de los riesgos con carácter geofísico, que incluye tanto los que se generan en la superficie terrestre como en la atmósfera, son sin lugar a dudas, los más estudiados por los geógrafos. Por el contrario, el conjunto de riesgos provenientes de fenómenos geológicos o geomorfológicos han recibido menos atención que los anteriormente aludidos (CALVO, 2000). Por este motivo y por la importancia que suscitan este tipo de investigaciones, se ha estimado oportuno realizar esta aportación desde el punto de vista geográfico en general y geomorfológico en particular.

Durante los últimos años, con la aplicación de nuevas tecnologías están apareciendo nuevas aportaciones que pueden ser de gran interés en uno de los aspectos más problemáticos dentro del ámbito de los estudios sobre riesgos, la llamada "gestión del riesgo" mediante la elaboración de índices, cálculos estadísticos más o menos sofisticados, la utilización de técnicas de teledetección o simulaciones mediante un SIG.

En conjunto, los geógrafos españoles afrontan el reto que supone la actual aparición de riesgos emergentes provistos de un débil marco teórico.

Todos los esfuerzos sólo pueden tener un objetivo: disponer de los conocimientos suficientes para tratar de mitigar los efectos perniciosos que traen consigo los procesos de riesgo.

### **Propuesta metodológica**

Nos encontramos ante una etapa donde se está produciendo un creciente reconocimiento de la dimensión espacial en los problemas humanos. Cada sociedad produce un territorio, un espacio marcado por las creaciones y vivencias humanas. Dicho espacio está sufriendo profundas transformaciones como consecuencia del incesante crecimiento económico y demográfico. Ahí radica la explicación de la creciente ocupación del suelo en zonas indebidas, ya que la escasez del mismo impulsa este comportamiento de las sociedades.

Según S. Santarelli (1989-1990), el planteamiento de problemas constituye el aspecto primordial en la fase inicial de una investigación geográfica, puesto que en su detección intervienen no sólo el potencial creativo y la intuición del geógrafo, sino también la formación, la ideología y la capacidad para captar los hechos de la realidad que se pretenden estudiar. No existen reglas ni normas establecidas para detectar y plantear problemas a los que se busca respuesta.

Uno de los principales problemas es la pérdida de conciencia respecto a la percepción de los fenómenos causantes de las situaciones de riesgo debido a las discontinuidades espacio-temporales. Del mismo modo, como cambia la percepción del medio en el que se desarrolla la actividad humana a medida que se producen mejoras en la tecnología e infraestructuras, así como mayores concentraciones de población sobre el territorio, se va forjando así una sensación de "falsa seguridad" y la población se siente más protegida. Sin embargo, la realidad es bien distinta.

Cabría entonces preguntarse ¿afectan los riesgos naturales a todos los grupos sociales por igual? ¿De qué depende el grado de incidencia de los riesgos en la sociedad? No todo fenómeno es peligroso para el hombre. En general, convivimos con ellos y forman parte de nuestro entorno, aunque si bien es cierto, algunos fenómenos constituyen en si mismos un peligro, que puede ser permanente o pasajero, ante el que la población puede ser más o menos vulnerable. A este respecto, por vulnerabilidad entendemos la susceptibilidad de sufrir un daño y tener dificultad de recuperarse de ello.

La *vulnerabilidad* de los pueblos se da varios motivos. El primero de ellos debido a que la gente ha ido poblando terrenos que no son buenos para la vivienda, por el tipo de suelo, por su ubicación inconveniente con respecto a inundaciones o deslizamientos. El segundo viene de la mano de la construcción de viviendas muy precarias, sin buenos cimientos, de material inapropiado para la zona, que por ejemplo no tiene la resistencia adecuada. El tercero se da cuando no existen las condiciones económicas que permitan satisfacer las necesidades humanas (hábitat adecuado).

Esta falta de condiciones socioeconómicas puede desagregarse en desempleo o subempleo, y por lo tanto, de falta de ingreso o ingreso insuficiente, escasez de bienes, analfabetismo y bajo nivel de educación, formas de producción atrasadas, escasos recursos naturales, segregación social o concentración de la propiedad.

Todos estos son elementos causantes de la vulnerabilidad física que presentan algunos pueblos. Si los hombres no crean un hábitat seguro para vivir es por dos razones: la necesidad extrema y la ignorancia. Ambas razones, a su vez, tienen causas detectables y modificables, algunas de las cuales forman parte de la misma estructura social y económica de un país.

Por otro lado, las precarias condiciones económicas son por sí mismas también condiciones de vulnerabilidad, ya que la magnitud de daño real es mayor si la población carece de recursos a partir de los cuales pueda recuperarse. Se trata, por ejemplo, del os económicos (ahorros, seguros, propiedad de tierras), los recursos naturales (formación, criterios técnicos, elementos básicos de seguridad, conocimientos sobre las funciones de cada organismo de ayuda), los recursos sociales (organización, experiencia de trabajo conjunto, participación comunal).

Las condiciones de vulnerabilidad que una población presenta no son condiciones que se hayan dado independientemente del hombre. Más bien al

contrario, es el mismo hombre quien las ha creado, y al hacerlo, se pone de espaldas a la naturaleza, corriendo el riesgo de resultar dañado si ocurriese un fenómeno natural determinado.

Las condiciones de vulnerabilidad se van gestando y pueden ir acumulándose progresivamente configurando una situación de riesgo. Así, por ejemplo, una vivienda cuando es nueva puede ser segura y resistente para el medio en el que uno vive, pero con el tiempo va perdiendo consistencia, y por tanto, capacidad de respuesta, es decir, se vuelve más inestable y menos segura.

Además, no se perciben de igual forma los riesgos cuando los recursos económicos y las posibilidades de superarlos con éxito son escasos. En este sentido juega un papel fundamental la *vulnerabilidad* socioeconómica de la población como muy bien pone de manifiesto el análisis del Informe sobre el Desarrollo Humano procedente del Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD), donde el número de fallecimientos como consecuencia de los desastres naturales decrece a medida que aumenta el desarrollo humano. Así, por ejemplo, se pasa de 340 millones de fallecidos en aquellos lugares que presentan un desarrollo humano bajo, a 270 donde es medio y a tan sólo 40 cuando se trata de desarrollo humano alto. Es decir, ésta es inversamente proporcional a los medios de los que se poseen. Cuanto menor es la capacidad económica de un territorio, mayor es su grado de vulnerabilidad y mayores las posibilidades de salir mal parados tras un episodio catastrófico de cualquier tipo. Se encuentran en desigualdad de oportunidades de sobrevivir ante un suceso infausto.

Se trataría de realizar un estudio integrado del medio físico sin olvidar la importante impronta humana sobre el territorio. Desarrollar un estudio del medio físico es algo mucho más complejo que una simple recopilación de información referida a los elementos que lo componen, es decir, relieve, clima, vegetación y suelos. Es cierto que en ocasiones es necesario tomar éstos como base para poder explicar ciertos fenómenos, como por ejemplo los deslizamientos de tierra, que no tendrían razón de ser si no se dieran unas condiciones de precipitaciones elevadas y una ladera constituida por un material deleznable ante los efectos de la misma. Por ello, y teniendo en cuenta los avances tecnológicos que se están produciendo en los últimos años, aparece una herramienta de trabajo que resulta de gran utilidad para realizar una correcta interrelación de los factores arriba mencionados: los Sistemas de Información Geográfica (SIG) como instrumento para elaborar la Cartografía Geomorfológica Básica.

### **La Cartografía Geomorfológica Básica y Aplicable**

Se podría afirmar que no se conoce en la actualidad una única definición de Cartografía Geomorfológica, sino que existen tantas como autores. Es el caso de M. Panizza (1972), M. G. Garzón (1978), G. Rodolfi (1983) y M. Herrero (1988).

De forma simple, podríamos definir el *mapa geomorfológico* como un documento gráfico en el que están representadas de forma sintética todas las formas del relieve de una región. Se trata de una representación subjetiva del paisaje geomorfológico (Peña, 1997).

### *Utilidades de los mapas*

El mapa geomorfológico se utiliza como punto de partida para realizar trabajos con fines aplicados. La geomorfología aplicada hace un estudio de las formas del relieve donde la acción del hombre puede desencadenar acciones importantes.

Como muy bien decía J. Tricart en 1969, las aplicaciones de la geomorfología son múltiples, puesto que sirve para determinar el emplazamiento de fábricas y asentamientos humanos, así como para la conservación del suelo (protección contra la erosión), la adopción de medidas para el saneamiento en la agricultura. Asimismo, es muy útil como base para elaborar planes de desarrollo, diseñar infraestructuras de transporte y comunicación (ferrocarriles, carreteras, puertos, aeropuertos,...) y obras hidráulicas, realizar trabajos de prospección y explotación minera de los yacimientos, así como para cuestiones de riesgo ambiental.

Por su parte, M. Panizza (1988) afirma que las aplicaciones de la geomorfología se podrían resumir en dos grupos; En el primero de ellos incluiría el estudio y la defensa de aquellos procesos –pasados, actuales y futuros- que desencadenan peligros para el hombre, mientras que en el segundo se tendría en cuenta la indagación y la previsión de las consecuencias de la actividad del hombre sobre el relieve provocando fenómenos de degradación y desequilibrio en el medio ambiente.

### *La elección de la escala de trabajo*

La elección de la *escala* de trabajo a la hora de representar los elementos en un mapa depende de tres factores básicamente:

1. La finalidad del proyecto.
2. Las características del relieve y de las formas que se vayan a representar.
3. La escala de la información que se vaya a emplear.

Esto nos permitirá realizar un trabajo más o menos exhaustivo y de mayor o menor detalle, siguiendo una metodología y unas normas generales establecidas por la Comisión del Mapa Geomorfológico de la Unión Geográfica Internacional (UGI). En este caso concreto, es conveniente representar la información a escala 1:25.000, 1:10.000 en las zonas que merezcan mayor atención. La escala ideal sería 1:10.000.

Con el fin de elaborar una Cartografía Geomorfológica Básica (CGB), se hace uso del llamado Sistema ITC para el Levantamiento Geomorfológico ideado por H.Th. Verstappen y R.A. Van Zuidam en Holanda (1991).

El levantamiento geomorfológico proporciona información concisa y sistemática sobre las formas del terreno, procesos geomorfológicos y fenómenos naturales. Se usa para la evaluación de los riesgos naturales debido a las relaciones que se establecen entre los condicionantes geomorfológicos y otros factores ambientales. La información obtenida se representa en un mapa geomorfológico elaborado con un Sistema de Información Geográfica (SIG).

El procedimiento que se utiliza es el que se describe a continuación:

- Prospección de reconocimiento a través de la fotografía aérea.
- La identificación de las formas del relieve.
- La digitalización en un SIG de la información obtenida.
- La representación cartográfica.

El siguiente paso será la elaboración de una Cartografía Geomorfológica Básica de la zona de estudio, que constará de una serie de mapas:

- Mapa de pendientes.
- Mapa de litofacies y formaciones superficiales.
- Mapa geomorfológico.
- Mapa de los usos del suelo.

Todos estos mapas tendrán una escala de trabajo 1:25.000. En ocasiones, será conveniente utilizar la escala 1:10.000 para representar las áreas de mayor interés.

Mediante la aplicación de un Sistema de Información Geográfica, se obtiene como resultado una *cartografía sintética*, donde quedarán plasmadas las zonas de riesgo, así como sendos mapas de erosión actual y potencial. Se trata de sistematizar las manifestaciones de la erosión: cárcavas activas o pasivas, erosión en surcos, pipes, arroyada embrionaria, entre otras.

#### *Fases en la elaboración cartográfica*

La metodología empleada en la elaboración de la cartografía geomorfológica se resume en estos cinco aspectos básicos:

1. Fase precartográfica.
2. Prospección de reconocimiento.
3. Fase de fotointerpretación.
4. Prospección de verificación.
5. Elaboración de la cartografía geomorfológica.

La propuesta metodológica parte de la consideración de los rasgos básicos del ámbito que se analiza tales como: estructura, litología, pendiente, cubierta vegetal, relieve, usos del suelo. Estos factores en relación con los caracteres climáticos de la zona, permitirán esbozar un esquema referido a los procesos actuantes en el que hay que incluir las intervenciones del hombre.

Para poder llevar a cabo un estudio geomorfológico es necesario tener en cuenta una serie de parámetros como sucede con las litofacies y formaciones superficiales por un lado y pendientes por otro.

El concepto de pendiente en sentido estricto es la inclinación de un terreno respecto a un plano horizontal.

A veces interesa conocer con detalle la pendiente de determinadas formas geomorfológicas elementales. Para llevar a cabo el diseño y posterior creación del mapa de pendientes se ha creído más conveniente utilizar el *criterio morfológico*, es decir, determinar los sectores de pendientes homogéneas a partir de las distintas unidades fisiográficas. La razón estriba en que es la configuración y compartimentación del relieve la que determina y justifica en gran medida los posibles usos y aprovechamientos del suelo.

El método seguido para la elaboración del mapa de pendientes se inicia con la localización de los talwegs e interfluvios, marcando los puntos de ruptura de pendiente, labor que permite la individualización de las laderas, en el seno de las cuales tomando como base los distintos valores medios de pendiente, se diferencian polígonos con idéntico gradiente medio en relación con los intervalos que se especifican a continuación:

- Sectores prácticamente llanos, con pendientes entre 0,1 y 0,49 %.
- Zonas llanas, con pendientes entre 0,5 y 7%.
- Áreas de débil pendiente, las comprendidas entre el 7,1 y el 15%.
- Zonas de fuerte pendiente entre 15,1 y 30%.
- Sectores entre 30,1-45 %
- Zonas de fuertes pendientes, entre 45,1-60 %
- Sectores con acusada pendiente, más de 60,1%.

Las pendientes se suelen expresar en porcentaje o en grados sexagesimales.

En primer lugar, sobre la fotografía aérea previamente escaneada y georeferenciada se diferencian las unidades morfológicas, para a continuación, y tomando como referencia las curvas de nivel, siempre y cuando exista la posibilidad, es aconsejable con isohipsas de 10 en 10 metros. Individualizar y digitalizar aquellos polígonos que presentan pendientes homogéneas en función de los elementos que componen cada unidad, es decir, diferenciación entre cantil y talud, frente y reverso de cuestas o cañadas atendiendo a los intervalos arriba indicados. Aunque se utilicen para simplificar los valores medios obtenidos, también se conservan en una tabla los valores brutos de cada intervalo. Su utilidad reside en conocer el porcentaje exacto de cada polígono para superponerlo a la capa que contiene la

información de las litofacies y formaciones superficiales para determinar el riesgo de deslizamiento –en el caso de las rocas blandas- y el de desprendimiento en rocas duras. A continuación, se les aplica una escala de color graduada y con intensidad creciente que indica el incremento del desnivel del terreno.

Para realizar el mapa de litofacies y formaciones superficiales se toma como punto de partida la información contenida en la fotografía aérea y el Mapa Geológico del Instituto Geológico Minero de España, y a partir de él, se procede al trabajo de fotointerpretación con la finalidad de identificar en la fotografía aérea los materiales que indica el mapa geológico. Es relativamente fácil reconocer donde se produce el cambio de materiales debido a la tonalidad y respuesta cromática de los materiales ante determinadas condiciones atmosféricas, como por ejemplo, el albedo. Sin embargo, algunos materiales dan una coloración parecida por varios motivos, entre ellos la época del año en la que esté tomada la foto, la hora del día o la cobertura nubosa del momento. Todos estos factores pueden inducir al error. Sin embargo, no es tan sencillo determinar con precisión de qué tipo se trata. Por ello, la realización de un estudio riguroso obliga a corroborar esta información con el trabajo de campo.

Una vez localizados los diferentes materiales según las distintas tonalidades de grises, se procede a la individualización y digitalización de las unidades litológicas. Cabe destacar que la información que se extrae de la fotografía aérea es mucho más detallada y real – 1:25.000- que la que ofrece el mapa geológico (1:50.000).

Después de cartografiar las unidades, se crea una base de datos asociada para poder conocer los atributos de cada elemento, como por ejemplo la extensión de cada superficie ocupadas por cada tipo de material o la competencia de los mismos. La siguiente fase es el ajuste definitivo de las asociaciones cartográficas definidas a partir del mapa geológico y del proceso de fotointerpretación mediante los trabajos de campo.

Por último se debe abordar el diseño definitivo del mapa de litofacies y de formaciones superficiales. Una vez introducida la información litológica en el ordenador, ya se dispone de una nueva capa de información de un SIG, es decir, una cartografía básica.

La diferenciación de la naturaleza física de las distintas litofacies aflorantes permite su agrupación en varias unidades atendiendo a su dureza, competencia y deleznablez, e incluso, a sus características genéticas, permitiendo así elaborar posteriormente los mapas de riesgo de desprendimiento y deslizamiento.

La cartografía, en general, nos muestra la distribución espacial de los elementos más destacados del relieve. Bajo el nombre de CGB se engloban los mapas temáticos referidos a geomorfología.

En los mapas geomorfológicos se analizan una serie de elementos básicos como es el caso de la información topográfica, hidrológica, geológica, morfométrica, morfogenética y morfodinámica.

Para llevar a cabo un estudio geomorfológico es necesario tener en cuenta una serie de parámetros tales como las litofacies y formaciones superficiales por un lado y las pendientes por otro. En este punto es conveniente seguir las indicaciones propuestas por el ITC que son las siguientes:

- Reconocimiento de la zona a través de la labor de fotointerpretación, lo cual nos permitirá tener una visión de conjunto de la zona.
- La consulta de fuentes de información disponibles.
- Cartografía de las unidades geomorfológicas visibles en la imagen y a partir de esa primera cartografía preliminar, decidir la escala de trabajo.
- Constatación de las primeras apreciaciones mediante transectos de trabajo de campo.
- Añadido de las curvas de nivel y de los datos litológicos provisionales.
- Almacenamiento de los datos en un Sistema de Información Geográfica (programa ArcView 3.2 a).
- Interpretación detallada de las imágenes, la delimitación de las unidades y subunidades, analizando de lo general a lo particular.
- Los mapas detallados deben ser completamente verificados en el campo para comprobar si lo que realmente se ha identificado en el laboratorio geomorfológico durante el tratamiento de las imágenes es cierto, o si por el contrario se debe rectificar o modificar algo.
- De igual modo, se deben evitar las generalizaciones, ya que a menudo conducen al error.

Para conocer las zonas en las que podrían producirse inundaciones es necesario elaborar un mapa de morfometría fluvial, es decir, la reconstrucción a partir de restitución fotogramétrica de la antigua red de avenamiento. Se digitalizan cuidadosamente todos y cada uno de los cauces que aparecen en la fotografía y se trabaja con una escala de 1:5000 o incluso 1:3.000.

Se deben individualizar las cañadas por considerarlas como elementos conductores de flujo, ya que recogen las aguas de las sierras y las transportan a las zonas más bajas y deprimidas, pudiendo llegar a causar problemas de inundación en caso de chubascos de fuerte intensidad horaria.

No se debe olvidar que en el caso del riesgo de inundación no sólo influyen los factores climáticos, sino también los geomorfológicos.

Para llegar a conocer y comprender la dinámica y su comportamiento es necesario analizar el sistema fluvial y conocer los aspectos del modelado integradores del paisaje, el trazado de la red y los elementos de la dinámica fluvial, así como las consideraciones espaciales de la cuenca, es decir, su evolución geomorfológica, hecho éste que ayudará a comprender su evolución posterior, y por último, la importancia morfológica que adquieren, dentro del ambiente semiárido, los chubascos de fuerte intensidad horaria, el régimen hidrológico intermitente, la evolución de las formas de fondo y los márgenes de los barrancos

según la litología y las formaciones superficiales, ya que la observación y el posterior análisis de todos estos parámetros permiten realizar estimaciones de efectividad en el funcionamiento y comportamiento de estos cursos fluviales, así como sus posibles consecuencias: la inundabilidad.

### **Fuentes para el estudio de los riesgos naturales**

Independientemente de la finalidad y la escala final de trabajo que se vaya a emplear, existen una serie de documentos básicos —el mapa topográfico, el mapa geológico y la fotografía aérea— para analizar y cartografiar las formas del relieve (Tena y Sánchez, 1997).

#### *La fotografía aérea*

La fotografía aérea es una fuente indispensable de información para elaborar la CGB. Sirve como base para elaborar los mapas litológico, geomorfológico y de pendientes. Para el caso español, los fotogramas empleados proceden del Departamento de Sistemas de Información Geográfica de la Diputación Provincial de Alicante. Son los pertenecientes al vuelo del año 2000 que están a escala 1:25.000, así como las del SIG Oleícola (1998) pertenecientes al Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación (MAPYA) a escala 1:5.000.

#### *El Mapa Topográfico Nacional (MTN)*

Es conveniente utilizar el MTN elaborado por el Servicio Geográfico del Ejército a escalas 1:50.000 y 1:25.000 en este tipo de estudios. Dicho mapa es válido para una primera toma de contacto con el territorio, ya que permite establecer la delimitación de la zona de estudio, así como un análisis previo de la topografía, llegando a la distinción de las grandes unidades del relieve.

El MTN elaborado por el Servicio Geográfico del Ejército a escala 1:25.000 tiene gran utilidad debido al nivel de detalle que presenta y porque ofrece una base topográfica georreferenciada sobre la que representar la cartografía geomorfológica,

#### *El mapa geológico*

El mapa geológico aporta información sobre las litofacies en una determinada zona, la edad de los materiales, la sucesión estratigráfica, las formas de origen

estructural –anticlinales, sinclinales, fallas, dirección y buzamiento de los estratos, dolinas- y las deformaciones que presentan. Se encuentra disponible a escala 1.50.000, con lo cual, es bastante generalizada y hay que tener precaución a la hora de practicar extrapolaciones. Es útil para trabajar con escalas iguales o menores, es decir, 1:100.000 o incluso 1:200.000.

### *El trabajo de campo*

Por muy buenas y fiables que sean las fuentes de información arriba comentadas, no pueden ni deben sustituir al trabajo de campo. Es fundamental completar la elaboración de la cartografía con salidas al campo para corroborar, in situ, las hipótesis de partida y las observaciones en la fotografía aérea y en los mapas (Rojas, 2004).

### *Los Sistemas de Información Geográfica (SIG) como herramienta y los Modelos Digitales del Terreno (MDT)*

Tradicionalmente, la cartografía se ha elaborado de forma manual, pero desde la década de los años ochenta y noventa del siglo XX, la geografía cuenta con los Sistemas de Información Geográfica (SIG). No se debe olvidar que esta herramienta tuvo uno de sus mayores impulsos en las décadas de los años cincuenta y sesenta con la revolución cuantitativa, gracias al creciente interés por la geometría, la cartografía y el análisis estadístico de la información geográfica (Larrosa, 2002).

Un SIG es un instrumento para el análisis y gestión del territorio. Permite llevar a cabo de forma automatizada la gestión y el análisis de datos espaciales.

Es recomendable la utilización del programa de SIG ArcView 3.2 a para elaborar la Cartografía Geomorfológica Básica, ya que es de fácil manejo y ofrece unos resultados aceptables. Éste parte de una base de datos georreferenciada: la fotografía aérea.

El SIG desagrega la información espacial y nos permite relacionar entre sí distintas capas de información – *shapes* –, tomando como base su misma posición topográfica.

Las bases de datos relacionales se organizan en tablas, y éstas en filas y columnas. Las filas o registros hacen referencia a objetos espaciales de mismo tipo (polígonos, líneas, puntos) y las columnas o campos se refieren a los atributos temáticos asociados a cada objeto. Este hecho permite, por ejemplo, la búsqueda de viviendas dispersas tomando como referencia la localización de ramblas y barrancos. Así podemos conocer qué viviendas se encuentran en la zona de servidumbre o policía de los cauces o incluso si están construidas en su lecho, con el fin de delimitar las zonas susceptibles de ser inundadas y que implican,

por lo tanto, un riesgo para la población. Del mismo modo, también sirve para conocer el área de influencia –*buffer*– de un determinado fenómeno. Los modelos de datos en los SIG responden a dos necesidades: la primera de ellas es la simplificación de la realidad, mientras que la segunda estriba en traducir la información a formato digital. La cartografía se puede diseñar a partir de dos formatos, el raster y el vectorial, dependiendo de la disponibilidad de los documentos de trabajo, es decir, si se posee fotografía aérea es más conveniente usar el formato vectorial, mientras que si se trabaja con imágenes de satélite, es el raster el que mayores prestaciones ofrece.

### Posibles soluciones o alternativas

Las posibles soluciones para reducir los desastres naturales pasan por varios niveles. En primer lugar, es fundamental la *identificación de los problemas*, ya que suele ser uno de los factores que apenas se tienen en cuenta en los estudios sobre riesgos en España, no sucediendo así en trabajos realizados en otros países de América Latina –Brasil, Argentina o Chile–, donde los problemas sí quedan claramente identificados desde el principio de cada investigación.

En segundo lugar, la mayor parte de la población suele estar desinformada sobre los riesgos a los que se encuentra expuesta. Por lo tanto, la respuesta ante un determinado fenómeno no será la más adecuada. En la misma línea iría que el hombre tomara conciencia de su comportamiento indebido y falta de respeto para con el medio, y por derivación, las autoridades tomaran cartas en el asunto y elaboren o dicten medidas encaminadas más hacia la prevención y menos hacia la mitigación de los daños una vez ocurridos, es decir, intentar aplicar el famoso lema "más vale prevenir que curar".

En tercer lugar y enlazando con el punto anterior, es imprescindible que exista una adecuada planificación territorial, es decir, asignar usos específicos y diferenciados. Para que esta labor sea efectiva es preciso que los profesionales que se encarguen de realizar dicha labor, tengan un conocimiento exhaustivo del territorio, que sean capaces de interpretar el espacio geográfico como un todo integral, adoptando una visión global donde se vean reflejadas las interrelaciones existentes entre los diferentes elementos que lo componen. Planificar y "ordenar" un territorio no es tarea fácil –a pesar de lo que se empeñan en transmitir algunos profesores en las aulas–, ya que el espacio no es sólo aquello que vemos, sino que detrás de todo ello, existe una red de flujos no visibles y de relaciones económicas, sociales y de poder que influyen, en gran medida son los responsables de la apariencia del mismo.

A este respecto resulta inadmisibile que España todavía carezca de una Ley específica sobre Riesgos Naturales. No obstante, existen políticas y prácticas de prevención que se encuentran bajo el mando de Protección Civil.

## A modo de conclusión

La primera y principal de las conclusiones que se desprenden de esta reflexión es que, sin lugar a dudas, los riesgos no son naturales. Tanto el geógrafo como el político deben buscar un mayor grado de compromiso con la sociedad y dar respuestas a las necesidades de la población.

Predomina aún, de forma amplia, el estudio de casos concretos, la confusión entre procesos de riesgo y su desenlace catastrófico y el descuido de aquellos aspectos del entorno social y económico, generalmente más significativos que el minucioso análisis de los mecanismos naturales. Además, apenas se ha abordado el estudio de la situación de vulnerabilidad ante el riesgo de las poblaciones, aceptando de forma acrítica definiciones provenientes del campo de las ingenierías, tal y como apunta F. Calvo (2000). Sería aconsejable un estudio donde se tomara como base el medio físico desde una perspectiva geomorfológica, sin olvidar, por supuesto, la presencia de las actividades humanas sobre el territorio como agentes modificadores e incluso inductores de determinados tipos de riesgo.

Otro factor que se debe tener en cuenta es la mejora que se debería experimentar en el campo de la predicción de los fenómenos para ofrecer mayor seguridad a los ciudadanos, así como un mayor grado de compromiso con la sociedad.

Convendría que este tipo de estudios se llevaran a cabo de forma multidisciplinar donde no sólo trabajaran los geógrafos, si no que también participaran profesionales de distintos colectivos donde se incluyeran economistas, geólogos, sociólogos o ecólogos, aportando cada uno de ellos su punto de vista específico, hecho éste que enriquecería notablemente los resultados finales del mismo. No obstante, y a pesar de todo, los informes realizados por los geógrafos en los estudios de planificación territorial no tienen, ni mucho menos, el rango de ley y, por lo tanto, no pasan de ser meramente aplicables, cuando en realidad deberían ser aplicados.

## Bibliografía

- ANFAS DE CASTRO, Susana. Riesgos y peligros: una visión desde la Geografía. *Scripta Nova, Revista Electrónica de Geografía y Ciencias Sociales*, nº 60, p. 1-16, 2000.
- ARNOLD, Marcelo y OSORIO, Francisco. Introducción a los Conceptos Básicos de la Teoría General de Sistemas. Departamento de Antropología. Universidad de Chile, 2003.
- BECK, Ulrich. *La sociedad del riesgo*. Barcelona. Editorial Paidós, 1986.
- BUJ, A. Los desastres naturales y la Geografía contemporánea. *Estudios Geográficos*, nº 229, pp.545-564, 1997.

- BURTON, Ian. y KATES, R.W. The perception of natural hazards in resource management, *Natural Resources Journal*, 3, 1964.
- CALVO, Francisco. *Panorama de los estudios sobre riesgos naturales en la geografía española*, *Boletín de la AGE*, nº 30, pp. 21-36, 2000.
- DÍEZ, Silvia, MARCO Juan A., MATARREDONA, Enrique, y PADILLA, Ascensión: "Cartografía Geomorfológica Básica E: 1:100.000 Elx (14-18; 15-18). Universidad de Alicante. 26 pp + 3 mapas, 2003.
- GARZÓN, M.G. Metodología de la cartografía geomorfológica. Su interés científico y aplicado. Fundación J. March, Madrid, 152 p.(inédito), 1978.
- HERRERO, M. Método de trabajo para la formación y el diseño de mapas geomorfológicos. *Anales de Geografía nº 8*, Universidad Complutense, Madrid, pp. 25-39, 1988.
- LARROSA, José A. "Sistemas de Información Geográfica" en SEGRELLES, José Antonio (Dir): "Fundamentos, métodos y conceptos en Geografía Humana. Editorial Club Universitario, Universidad de Alicante, 273 pp., 2002.
- MATEU, Joan. La geografía de los riesgos en España. En *La geografía en España (1970-1990)*, *Aportación Española al XXVII Congreso de la U.G.I*, Madrid, Fundación BBV, pp. 241-245, 1992.
- PANIZZA, Mario. "Geomorfología Applicata". La Nuova Italia Científica, Roma, 342 pp., 1988.
- PANIZZA, Mario. La carte geomorfologistiche: finalitá e metodi. Assoc. Mineraira Subalpina, IX (3-4), Torino, pp. 99-101, 1972.
- PEÑA, Jose Luís.(ed). Cartografía geomorfológica básica y aplicada. Geoforma Ediciones, Logroño. 227 pp.+ 3 cuadernillos, 1997.
- RODOLFI, G. Frane e franositá nell'área di Montespertoli I. Il paesaggio e la sua evaluazione. *Annali Ist. Sper. Studio e Difensa Suolo*, XIV, Firenze, pp. 337-346, 1983.
- ROJAS-LÓPEZ, José.: El trabajo de campo en geografía: Una visión desde el Norte [ Recensión (review) del trabajo de: Dydia DeLyser and Paul F. Starrs (2001): Doing fieldwork, *Geographical Review*, vol. 91, Nº 1 y 2]. *GeoTropico*, vol. 2 (1), 34-39, 2004. versión pdf online: [http://www.geotropico.org/2\\_1\\_Rojas-López.pdf](http://www.geotropico.org/2_1_Rojas-López.pdf).
- SANTARELLI DE SERER, Silvia. Metodología de la investigación geográfica. Gufas para detectar problemas". *Revista Universitaria de Geografía, SIGEO*, Argentina, vol.4, nº 1 y 2, pp 249-267. 1989-1990.
- TENA, María Victoria y SÁNCHEZ, Miguel. Documentos básicos para la realización de mapas geomorfológicos. En PEÑA, Jose Luís.(ed). Cartografía geomorfológica básica y aplicada. Geoforma Ediciones, Logroño. 227 pp.+ 3 cuadernillos, 1997.
- TRICART, Jean. "La epidermis de la Tierra". Traducción de Fernando Gutiérrez.". "L'épiderme de la Terre", Mason, París, 178 pp., 1969.
- VON BERTALANFFY, Ludwig. *Perspectiva de la Teoría General de Sistemas*. Alianza, 166 pp., 1986.

WHITE, Gilbert. Essai autobiographique. En GOULD, Peter. BAILLY, Antoine. (*Textes réunis par...*), *Memories de Géographes*, Paris, Anthropos, pp. 243-262 (2000).

VERSTAPPEN, H. Th. y VAN ZUIDAM, R.A. *The ITC System of Geomorphologic Survey*. ITC Publication. Number. 10. Enschede. 89 pp., 1991.