

## TECNICAS DE REPRESENTACION GRAFICA AXONOMETRICA: LOS CROQUIS Y BLOQUES DIAGRAMA.

Francisco PELLICER CORELLANO  
Universidad de Zaragoza

**RESUMEN:** *El poderoso atractivo de las representaciones axonométricas es analizado en sus fundamentos. Se desarrollan algunas técnicas básicas para el diseño de croquis volumétricos, isometrías y alzados oblicuos con perspectiva caballera y cónica.*

**ABSTRACT:** *The basis of the strongly attractive axonometric representations are analysed. Some basic techniques destined to the design of volumetric outlines, isometries, oblique elevations with isometric and conical perspectives are developed as well.*

**Sumario:** Fundamentos de la expresividad de los croquis y bloques diagrama.- Tipos de representación y procedimientos de trabajo.- Bibliografía.

Palabras clave: diseño gráfico, axonometría, croquis y bloques diagrama.

### 1.-FUNDAMENTOS DE LA EXPRESIVIDAD DE LOS CROQUIS Y BLOQUES DIAGRAMA.

La imagen juega un papel protagonista en la comunicación, siendo uno de los medios más usados por su efectividad en la transmisión de infinidad de mensajes. La expresión gráfica, como parcela específica del complejo y extenso campo de la imagen, desempeña una función semejante al código de signos sonoros del lenguaje verbal, al de las letras en el lenguaje escrito o al de los números en el lenguaje matemático. La expresión gráfica ha de entenderse, pues, como una transcripción directa, en un sistema codificado o sistema gráfico, de ideas e informaciones.

Las imágenes y más en concreto las representaciones gráficas son un poderoso vehículo de expresión en Geografía y aparecen ligadas a ella desde sus orígenes, hasta el punto de que el mapa, una representación gráfica, viene a ser la manifestación más genuina del lenguaje geográfico.

El geógrafo, como cualquier otro usuario y creador de imágenes, no puede ignorar los medios del sistema gráfico a su alcance para la transmisión de su información específica. Este artículo se ocupa del bloque diagrama, una de las formas más primitivas, elementales y por tanto más directas de expresión gráfica. De todos es conocida su amplia difusión en manuales (ej.: las excelentes ilustraciones de la Geografía General Física y Humana de LACOSTE y GIRARDI, o Landscape de MARSH & DOZIER ), guías urbanas o de la Naturaleza, folletos

turísticos,... Además es un utilísimo apoyo en el trabajo docente y divulgador, bien sea con transparencias y retroproyector o con la tiza en el encerado.

El bloque diagrama es una representación gráfica en un plano, simulando la tercera dimensión mediante la axometría o la perspectiva, de un determinado espacio terrestre del que se muestra la superficie y la sección interna. Simula una porción del terreno, generalmente cúbica, cortada por los planos laterales y extraída de su emplazamiento original, y vista desde un punto de vista aéreo y oblicuo a la superficie terrestre. Corresponde a los modelos gráficos denominados como "caja de cristal". Representa la ventaja de constituir un paso intermedio entre la percepción directa desde suelo y el punto de vista vertical del mapa, además de permitir el examen de la estructura interna.

La razón de su eficacia radica especialmente en que es un tipo de imagen que resulta muy próxima y fácil de comprender. Así, está ampliamente demostrado que las personas no versadas en cartografía y que encuentran serios obstáculos para comprender proyecciones ortogonales, son capaces, sin embargo, de identificar y representar gráficamente en un plano la figura de un cubo en axometría. También es muy frecuente que el cartógrafo o diseñador esboce los primeros intentos gráficos de expresión de sus ideas a través de este sistema. La figura del cubo tan fácilmente representada y comprendida, puede actuar como un envoltorio o "caja de cristal" que nos permite ver a un tiempo el alzado y las secciones de un espacio geográfico.

El cubo representado en axometría, alzado oblicuo o isometría es en realidad una forma de abatimiento o perspectiva divergente acompañada muchas veces de transparencia, recursos gráficos muy extendidos en las representaciones infantiles, retomados y elaborados por técnicas de diseño más precisas, elaboradas por los matemáticos, los arquitectos, los ingenieros y los artistas. En efecto, en los primeros dibujos que realiza un niño de un jardín rodeado de una valla, ésta se representa bajo un punto de vista múltiple que simultanea en visión frontal planos verticales y horizontales. La valla da la sensación a los ojos del adulto de estar abatida. Más adelante descubre que puede diferenciar la dimensión frontal y la dimensión de profundidad al descubrir que, en determinadas condiciones, la oblicuidad se percibe como un alejamiento en profundidad. Asimismo, los espacios cerrados suelen aparecer como transparentes, una casa, por ejemplo, se muestra sin paredes y pueden verse perfectamente todos los muebles y personas que se hallan en el interior. Artistas como Chagall han empleado con éxito estas técnicas, y ¿quién no recuerda al elefante tragado por una serpiente del Principito o la memorable 13, Rue del Percebe? Estos trucos expresivos tan ricos, especie de balbuceos gráficos, son rápidamente substituidos en el proceso de aprendizaje por otras soluciones gráficas más racionales, abstractas, rigurosas y cómodas como los mapas, pero permanecen en nuestro subconsciente. Son por tanto un potencial expresivo que no conviene despreciar.

Muchas de las representaciones espaciales se basan en el principio de que la oblicuidad, cuando es leída como desviación respecto al armazón normal de vertical y horizontal, es la deformación más elemental de la forma que conduce en la percepción de la profundidad. En la perspectiva caballera cobra especial significación el gradiente de altura, que correlaciona la profundidad con la distancia vertical a la línea de tierra de la composición. Este hecho satisface, en buena medida, las necesidades espaciales. Por otra parte, la pendiente oblicua, transformada merced al gradiente de profundidad en un plano horizontal, determina que la disposición sea mucho más estable. Con ello se gana mucho en simplicidad visual.

Finalmente, la perspectiva aérea para lograr los mejores efectos de similitud con la naturaleza, se apoya en los gradientes de luminosidad, saturación nitidez y textura.

En cualquiera de los casos, " la regla que rige la representación de la profundidad en el plano prescribe que ningún aspecto de la estructura visual sea deformado a menos que la percepción del espacio lo requiera, independientemente de lo que una proyección mecánicamente correcta pudiera exigir" (ARNHEIM, 1974).

## **2.-TIPOS DE REPRESENTACION Y PROCEDIMIENTOS DE TRABAJO**

El diseño y representación mediante bloques diagrama lleva consigo un proceso largo y tedioso de toma y elaboración de datos cualquiera que sea el procedimiento elegido. Esto ha de tenerse en cuenta en el ejercicio profesional, especialmente si los recursos humanos, económicos y de tiempo son limitados.

El bloque diagrama puede ser un simple croquis sin escala, una fotografía manipulada, una axonometría en alzado oblicuo con escalas y sin perspectiva o una representación perspectiva . La opción por un tipo u otro está limitada por el público a quien va dirigido, por el grado de generalización y de información que se pretenda (objetivos) y por el nivel de detalle visual posible. El croquis directo y la manipulación de fotografías exigen ciertas cualidades de dibujante que pueden adquirirse con alguna dedicación y ciertos secretillos de estudio que trataremos de desvelar más adelante. Las axonometrías y bloques en perspectiva pueden desarrollarse a partir de procedimientos convencionales como los cortes topográficos seriados o a través de los medios informáticos.

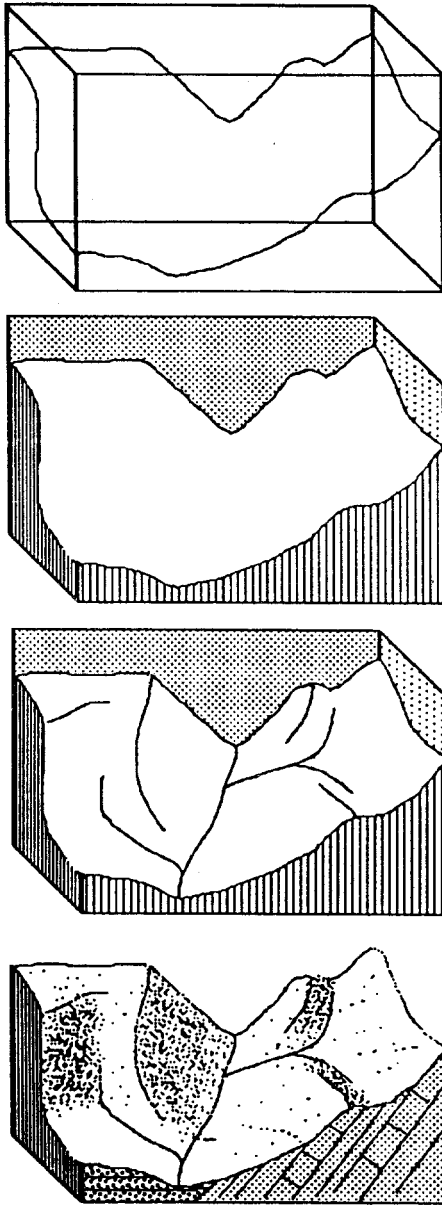


FIG. 1. Fases en la elaboración de un croquis diagrama sin escala.

### El croquis sin escala.

La realización de un croquis sin escala, a partir del el mapa o sobre el propio terreno, es relativamente sencilla si se ha desarrollado una cierta capacidad de comprensión espacial y se poseen algunas capacidades de expresión gráfica. Puede partirse de la "caja de cristal" o representación de alzado oblicuo transparente de un cubo y proyectar en cada una de sus caras el perfil del terreno teniendo en cuenta que los perfiles de los planos laterales han de adaptarse a las distorsiones propias de la representación (Fig. 1). Luego, se trazan las líneas de cumbres y de talweg, procurando establecer la red básica de líneas que estructuran el espacio acotado por los perfiles exteriores. Se añaden los detalles más significativos como grandes escarpes, núcleos de población, etc...con grafismos más o menos figurativos o convencionales según la magnitud del terreno representado y nivel de detalle prefijados. El sombreado de la superficie del terreno con trazos, puntos, grises o color incrementa la legibilidad del gráfico. Además, en las secciones pueden introducirse informaciones relativas a la naturaleza y resistencia de la litología y de la estructura del sustrato.

Otro procedimiento, recomendado para croquis muy sencillos, consiste en dibujar el plano de un corte topográfico o geológico en croquis o a escala, y repetir el perfil del mismo detrás, a modo de horizonte, ligeramente desplazado hacia la izquierda o derecha según convenga. Unidos los principales puntos mediante líneas de pseudofuga, obtendremos una elemental representación volumétrica.

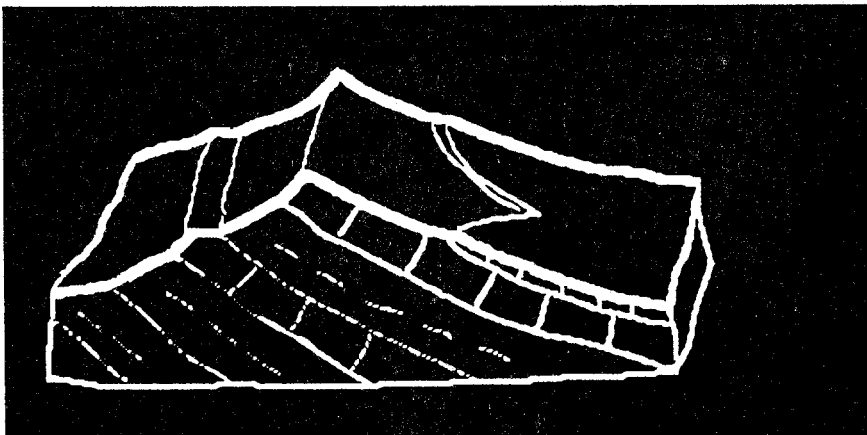


Fig. 2. Bloque diagrama elemental realizado a mano alzada por la simple repetición del perfil topográfico con ligero desplazamiento hacia la derecha.

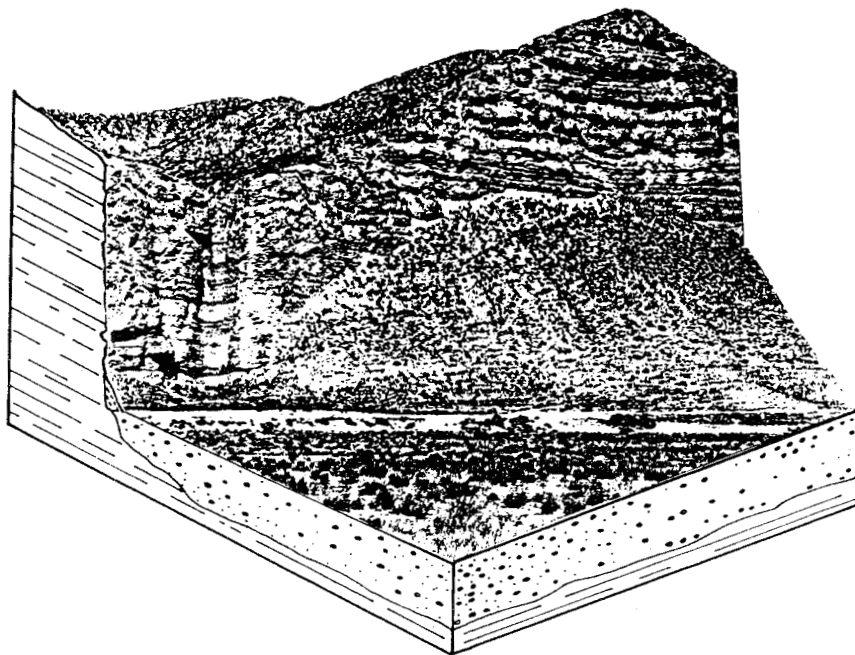


Fig. 3. Bloque diagrama del escarpe de yesos de Alfajarín a partir del recorte de una fotografía convencional.

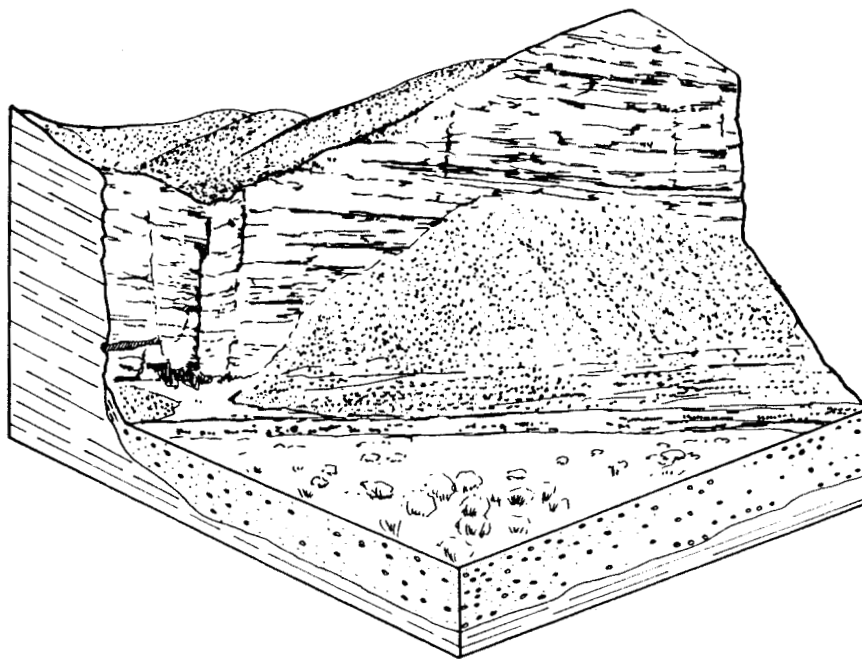


Fig. 4. Bloque diagrama del escarpe de yesos de Alfajarín a partir de un calco sobre fotografía convencional.

### **Bloques diagramas a partir de fotografías convencionales.**

Las fotografías convencionales del terreno, especialmente si han sido tomadas desde un punto de vista elevado, pueden fácilmente transformarse en una expresiva representación volumétrica. Es suficiente con recortarlas convenientemente como si el terreno hubiera sido cortado por planos verticales y perpendiculares entre sí. El ángulo de los planos en esta representación axonométrica varía según el aspecto que se quiera destacar. Se recomienda, no obstante, que los planos de pseudofuga no sobrepasen los  $30^\circ$  sobre la base horizontal del gráfico. Los ensayos con fotocopias pueden ayudar, en especial si no se ha practicado suficientemente. (Fig.3).

Este mismo sistema puede emplearse en la elaboración de gráficos substituyendo la fotografía por un calco de la misma, sobre papel vegetal o poliéster, en el que se resaltan los rasgos más destacables del terreno. (Fig. 4).

### **Alzado oblicuo en perspectiva caballera.**

Este elemental y simple artificio gráfico, ampliamente utilizado en la pintura bizantina y medieval, es de sencilla resolución y alta expresividad, y por ello muy recomendable. Presenta, en cambio, el inconveniente de exigir un proceso de realización laborioso y lento, tanto si se trabaja con los procedimientos tradicionales como con los modernos medios informáticos.

Los principios básicos residen en la adopción de un punto de vista oblicuo sobre el plano del terreno sin considerar la disminución aparente del tamaño de los objetos con la lejanía, sino simplemente los principios de oblicuidad y gradiente altitudinal. En el gráfico, la superficie de dicho plano disminuye proporcionalmente al valor del ángulo formado por la proyección del eje óptico del punto de vista respecto al eje vertical sobre el terreno. Así, por ejemplo, en la perspectiva caballera, en la que se simula un punto de vista desde  $45^\circ$ , la superficie de la representación se reduce a la mitad de la superficie de una representación ortogonal. La expresividad aumentará notablemente con el escorzo diagonal a  $45^\circ$  (Fig. 5).

Las ventajas de este procedimiento "antinatural" son evidentes, además de la economía de tiempo, el cubo construido con líneas paralelas parece más perfecto, menos ambiguo que si está realizado con líneas de fuga convergente, debido a que el paralelismo conserva la propiedad objetiva esencial del cubo: el paralelismo de sus caras.

La característica esencial de esta proyección es que los planos verticales conservan su forma y dimensión en una dirección. Ello nos permite representar a escala un conjunto de perfiles seriados. En cuanto a los planos laterales, es inevitable que se deformen por cuanto las rectas perpendiculares forman un ángulo con la visión frontal (Fig. 6).

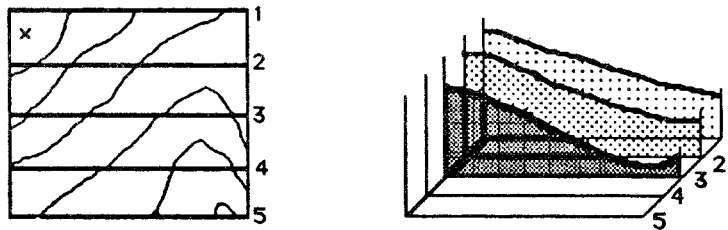
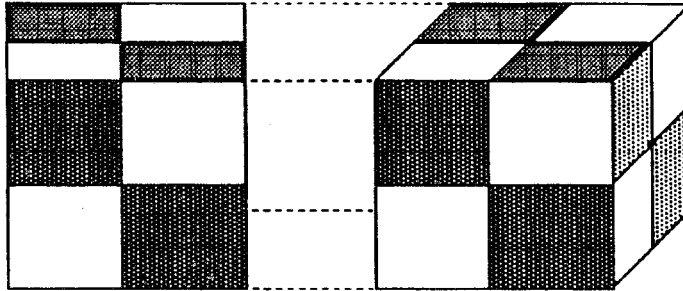


Fig. 5. Bases del alzado oblicuo de un cubo: escorzo frontal basado en el gradiente altitudinal y escorzo diagonal resultado de oblicuidad y gradiente altitudinal. Trazado de perfiles en un mapa y su representación en alzado oblicuo.

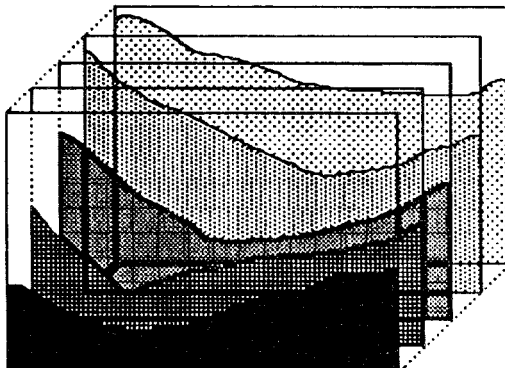


Fig. 6. Los perfiles seriados mantienen su escala en un alzado oblicuo.



Los pasos a seguir para la elaboración de un bloque diagrama con este procedimiento pueden resumirse en las siguientes operaciones:

1.- Elección del área a representar, teniendo en cuenta que las partes más bajas del terreno deben situarse en el primer plano. Delimitación del cuadrado o rectángulo a representar.

2.- Trazado de perfiles topográficos equidistantes, paralelos entre sí y a la base de la figura geométrica enmarcante (por razones de operatividad es aconsejable la separación de un centímetro independientemente de la escala del mapa). Elegir la escala vertical adecuada. Numerarlos. Destacar la intersección de las curvas maestras con puntos más gruesos e identificar las líneas de talweg.

3.- Diseño de la caja de perspectiva caballera. La base es común con el perfil del primer plano. A partir de los extremos de este segmento se proyectan dos líneas paralelas de pseudofuga a  $45^\circ$  hacia la derecha o hacia la izquierda según nos interese mostrar unas laderas u otras. Téngase en cuenta siempre que la representación más eficaz será aquella en la que los puntos más bajos queden situados en el primer plano, si estos se hallan desplazados hacia la derecha, gírese la caja en este mismo sentido y a la inversa si lo están a la izquierda.

A partir de este esquema se trazan tantas líneas paralelas a la base como número de perfiles se hayan realizado. La separación entre ellas es la mitad de la separación en el mapa (si hemos adoptado la separación de 1cm. en el mapa, en el bloque la distancia queda reducida a 0.5 cm). Estas líneas constituirán la base de la representación de cada uno de los perfiles.

4.- Se transfieren los perfiles al lugar correspondiente en la caja de perspectiva. Si se ha tenido la precaución de dibujar la caja de perspectiva en papel transparente (vegetal, poliéster,...) la transferencia puede realizarse por simple calco.

5.- Se unen los puntos regruesados correspondientes a las curvas maestras teniendo en cuenta las sinuosidades de las isohipsas y las deformaciones introducidas en la representación: aplastamiento al 50% y giro de  $45^\circ$ .

Estas fases pueden realizarse con la ayuda del ordenador (Fig. 7). Existen programas en los que definidas las coordenadas y la altura de cada punto (x, y, z) dibujan directamente la figura en pantalla, pudiendo seleccionar el ángulo del punto de vista respecto a la superficie, girar el bloque para seleccionar la vista más efectiva y modificar la escala. Una vez obtenida la imagen deseada, puede obtenerse una copia en papel por impresora o plotter. El trabajo previo es enorme, a menos que se disponga de una base de datos previa y un equipo con suficiente potencia de cálculo para realizar las interpolaciones necesarias. Una representación de este tipo, por pequeña que sea, supone definir varios centenares de puntos. No obstante, la información recogida en los grandes bancos de datos de los sistemas de información geográfica permite realizar este tipo de representaciones con un mínimo esfuerzo.

En ambos casos el resultado es una malla de alambre, ya muy expresiva, soporte del diseño de los aspectos deseados.

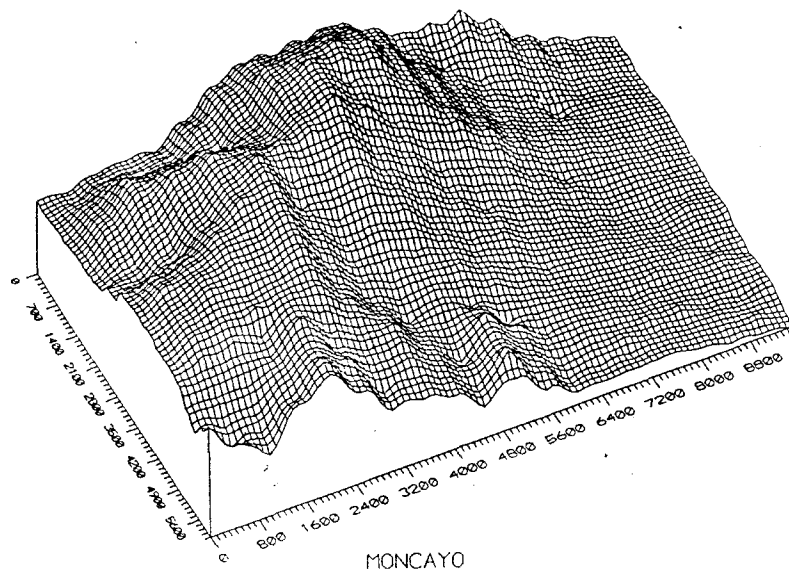


Fig. 7. Bloque diagrama del Moncayo realizado mediante el ordenador.

6.- Representar las líneas de talweg y de cumbres y los principales accidentes del terreno.

7.- Sombrear o colorear las laderas tratando de simular la disposición del relieve mediante el trazado de líneas transversales a las curvas de nivel. La malla constituida por los perfiles y las curvas maestras debe desaparecer en gran medida, pero no totalmente de modo que insinúen los volúmenes.

Las sombras intensifican la ilusión de la apariencia tridimensional del bloque diagrama. En la mayoría de los casos se trata más de un recurso expresivo que de la iluminación real del paisaje. Los mejores resultados se obtienen proyectando las sombras a  $45^\circ$  en dirección complementaria al ángulo de visión prefijado. Los sistemas gráficos de sombreado son muy diversos. El más elemental consiste en oscurecer las zonas de sombra con punteados o pequeños trazos más o menos espesos. El método TANAKA consiste en regruesar las curvas de nivel en la zona de sombra. Otras veces se dibujan trazos cortos, gruesos, próximos y perpendiculares a las curvas de nivel en las áreas de mayor pendiente y líneas delgadas, largas, separadas y paralelas a las curvas en las llanuras. Cuando se trabaja con color es recomendable guardar los tonos fríos para las sombras y los cálidos para las luces. Se consiguen excelentes resultados aplicando el azul a las sombras y el amarillo para las luces, restando saturación a estos dos primarios con una suave clave en rojo (PELLICER, 1989). Existen además múltiples combinaciones entre los diversos métodos.

9.- Titular, orientar, indicar las escalas (preferentemente gráficas) y añadir la leyenda si es el caso.

Si en lugar de un alzado oblicuo, cuya base es horizontal, se pretende realizar una axonometría en la que todos los planos formen un ángulo con la visión frontal, es preciso levantar los perfiles seriados paralelos a la base de la representación (Fig. 8).

En el mercado existen papeles pautados para dibujo en perspectiva isométrica y para perspectivas angulares diversas que agilizan notablemente este proceso (ej. Refs. 2181 y 2383 de la casa CENTRUM).

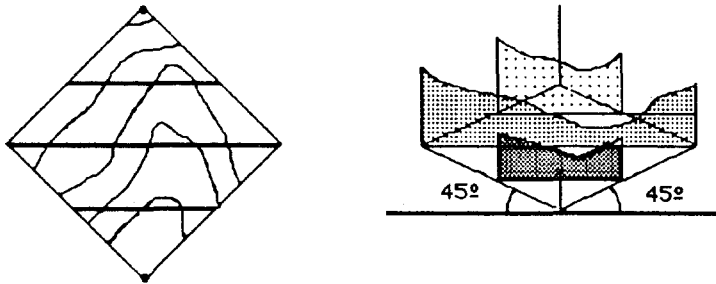


Fig. 8. Esquema de una representación axonométrica.

### Bloque diagrama con perspectiva cónica.

Pretende ser una representación lo más correcta y lo más próxima posible a la perspectiva visual o de fotografía convencional. Ello comporta la modificación, en función de la lejanía, de las escalas vertical y horizontal en toda la extensión de la figura. Existen numerosos sistemas. Proponemos el siguiente por ser muy sencillo de realización.

La confección de un bloque diagrama perspectivo parte de la elección de las condiciones de proyección. La experiencia muestra que las condiciones más próximas a la visión normal se realizan en la situación siguiente (Fig. 9):

- El punto de fuga o centro de proyección, se encuentra a una distancia doble que la distancia de la base de la representación (esta es la misma que la del perfil de primer plano:  $oS=2AB$ ).
- La incidencia del eje de proyección  $oS$  es de  $30^\circ$ .
- Como el plano de proyección es ortogonal al eje de proyección, deberemos trazar una visual ( $Bh$ ) al horizonte ( $H$ ) de modo que corte con un ángulo de  $90^\circ$  al eje de proyección  $oS$ .
- En el extremo de la base se levantan los ejes de ordenadas del perfil del primer plano a la escala correspondiente.
- Se trazan líneas de fuga desde los extremos del segmento del eje de abscisas.
- Para definir la posición de los demás perfiles en la representación, se divide la base en segmentos de igual longitud que los intervalos que separan los perfiles tomados del mapa y se proyectan hacia el punto de fuga. La posición vendrá definida por la intersección de estas líneas con la visual  $Bh$ . Trácese tantas paralelas a la base como número de perfiles hayan sido realizados.

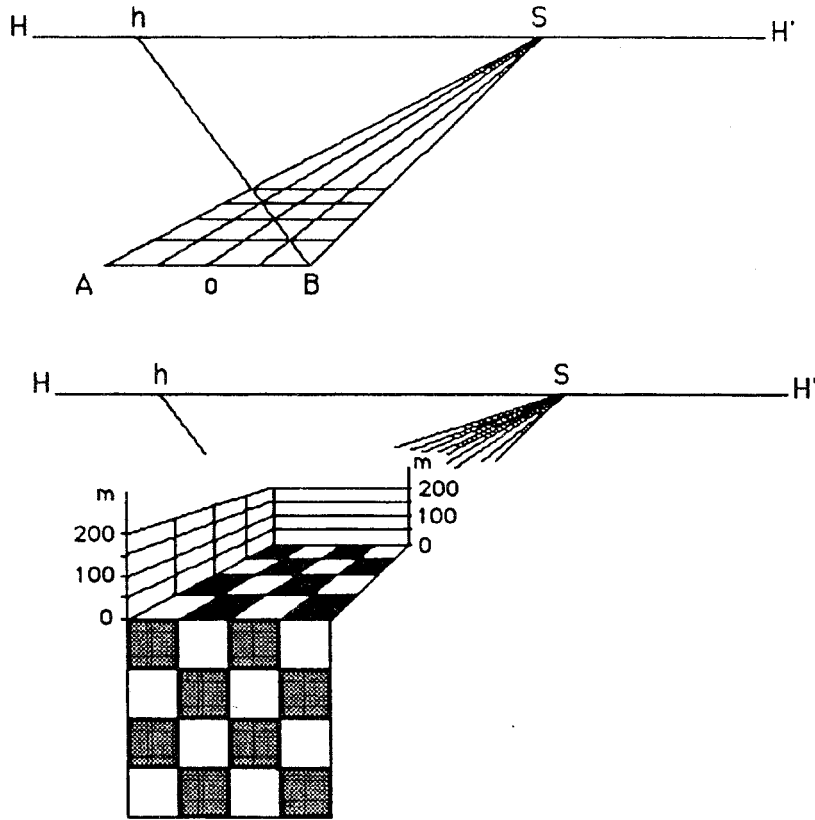


Fig. 9. Proceso de diseño de una caja de perspectiva cónica oblicua.

La disminución de la escala vertical, en la que se representan las alturas, se resuelve proyectando mediante líneas de fuga los intervalos regulares de separación del eje de ordenadas del perfil base. La interferencia de las líneas de fuga con el segmento vertical levantado desde la base correspondiente a cada perfil define el emplazamiento de los puntos que definen la altura. Del mismo modo se opera para transferir al perfil correspondiente los puntos que señalan la distancia horizontal de separación entre las curvas de nivel en el eje de abscisas, con la salvedad de que estos no son equidistantes. Se trazan, por tanto, las correspondientes líneas de fuga desde el eje horizontal del perfil base hasta el eje de abscisas del perfil correspondiente. De este modo quedan modificadas las escalas horizontal y vertical disminuyendo progresivamente con el aumento de la distancia respecto al espectador. Por lo demás el modo operativo es idéntico al descrito en los apartados anteriores.

Con estos breves apuntes sobre las representaciones gráficas de tipo croquis volumétrico y bloque diagrama pretendo despertar el interés hacia la expresión gráfica en Geografía, pues mientras que en la formación intelectual dedicamos muchas horas al aprendizaje de otros

sistemas de expresión, sin duda fundamentales, el tiempo destinado al estudio de los códigos de comunicación a través de las imágenes apenas es apreciable, a pesar de su enorme importancia.

Mi agradecimiento a los alumnos del Seminario de Expresión Gráfica en Geografía por su trabajo de experimentación en estas técnicas y al Laboratorio de Ciencias y Técnicas Históricas y Geográficas por poner en nuestras manos los medios instrumentales necesarios.

#### BIBLIOGRAFIA

- ARNHEIN, R., 1974: *Art and Visual Perception - A Psychology of the Creative Eye - The New Version*. The University of California Press, Berkeley, California. Trad. española, Alianza Forma.
- COINEAU, Y., 1987: *Cómo realizar dibujos científicos. Materiales y métodos*. Ed. Labor, Barcelona.
- BERTIN, J., 1967: *Sémiologie graphique. Les diagrammes, les réseaux, les cartes*. Gauthier-Villars, Paris.
- PELLICER, F., 1989: Elementos de diseño gráfico y su aplicación en Geografía Física. En PEÑA MONNE, J.L., SANCHEZ FABRE, M. y LOZANO TENA, M.V. (Edits.): *IV Curso de Geografía Física*. Teruel, 105-130.
- PORTER, T. y GREENSTREET, B., 1987: *Manual de técnicas gráficas para arquitectos, diseñadores y artistas*. Gustavo Gili, 4 vols., Barcelona.