

Perfiles de Terreno y Cálculo de Pendientes sobre Mapas Topográficos

Autor: EA4IPV

Fecha: 23/03/2026

Categoría: Cartografía

Etiquetas: Sin etiquetas

Perfiles de Terreno y Cálculo de Pendientes sobre Mapas Topográficos

El perfil topográfico es la representación gráfica del corte vertical del terreno a lo largo de una línea trazada sobre el mapa. Permite visualizar las subidas, bajadas, pendientes y puntos críticos de una ruta antes de recorrerla. El cálculo de pendientes —expresadas en grados, porcentaje o relación— es fundamental para estimar tiempos de marcha, evaluar la transitabilidad para vehículos, identificar zonas de riesgo de avalanchas o desprendimientos, y planificar el esfuerzo físico. Estas técnicas se realizan con un mapa topográfico 1:25.000, una regla, un lápiz y papel milimetrado, sin necesidad de tecnología digital.

Construcción de un perfil topográfico paso a paso

El procedimiento es sencillo pero requiere precisión. Se necesita el mapa topográfico, una tira de papel (o el borde de una hoja), lápiz y papel milimetrado o cuadriculado.

Paso 1: Trazar la línea de corte: Dibujar sobre el mapa la línea recta (o poligonal) entre el punto de inicio y el destino. Si la ruta no es recta, dividirla en tramos rectos y hacer un perfil para cada tramo o unir los perfiles parciales.

Paso 2: Transferir las curvas de nivel: Colocar el borde recto de una tira de papel sobre la línea de corte. Marcar cada punto donde una curva de nivel cruza la línea, anotando su altitud. Marcar también ríos, carreteras, cumbres y otros elementos significativos.

Paso 3: Construir el perfil: En el papel milimetrado, dibujar un eje horizontal (distancia) y uno vertical (altitud). Transferir cada marca de la tira de papel al eje horizontal, y elevar cada punto a la altitud correspondiente en el eje vertical. Unir los puntos con una línea suave.

Paso 4: Escala vertical: Si se usa la misma escala horizontal y vertical, el perfil suele parecer muy plano. Es habitual exagerar la escala vertical (por ejemplo, $\times 5$ o $\times 10$) para que el relieve sea visible. Anotar siempre la exageración usada para no malinterpretar las pendientes.

Cálculo de pendientes

La pendiente es la relación entre el desnivel vertical y la distancia horizontal. Se expresa de tres formas equivalentes.

Expresión

Fórmula

Ejemplo (100m desnivel, 500m distancia)

Porcentaje (%)

$(\text{desnivel} / \text{distancia horizontal}) \times 100$

$(100/500) \times 100 = 20\%$

Grados (°)

$\arctan(\text{desnivel} / \text{distancia horizontal})$

$\arctan(100/500) = 11,3^\circ$

Relación

1:N donde N = distancia/desnivel

1:5

Medición sobre el mapa: Identificar dos curvas de nivel consecutivas en la zona de interés. Medir la distancia horizontal entre ellas con una regla. Aplicar la escala del mapa para obtener la distancia real. El desnivel es la equidistancia (10 m en MTN25). Ejemplo: si dos curvas separadas 10 m de desnivel distan 2 mm en un mapa 1:25.000, la distancia real es 50 m, y la pendiente es $(10/50) \times 100 = 20\%$.

Pendientes y transitabilidad: Hasta 15% (8,5°): apto para vehículos todoterreno y marcha cómoda a pie. 15-30% (8,5°-16,7°): marcha a pie moderada, vehículos con dificultad. 30-45% (16,7°-24,2°): marcha a pie difícil, necesidad de zigzaguar. 45-60% (24,2°-31°): requiere técnicas de progresión con manos, posible uso de cuerda. Más del 60% (>31°): terreno técnico, requiere equipo de escalada o progresión específica.

Pendientes y riesgo de avalanchas: Las avalanchas de nieve se producen predominantemente en laderas con pendientes entre 30° y 45°. Por debajo de 25° la nieve generalmente no se desliza. Por encima de 50° la nieve no se acumula. El ángulo de 38° es estadísticamente el más peligroso. Esta información es vital al planificar rutas invernales en montaña.

Estimación de tiempos de marcha con la fórmula de Naismith

William Naismith propuso en 1892 una regla para estimar tiempos de marcha a pie que sigue siendo la base de la planificación de rutas en montaña.

Regla básica de Naismith: Calcular 1 hora por cada 5 km de distancia horizontal, más 1 hora adicional por cada 600 m de desnivel positivo (ascenso). Ejemplo: una ruta de 10 km con 900 m de ascenso requiere 2 horas (distancia) + 1,5 horas (desnivel) = 3,5 horas.

Corrección de Tranter: Tranter añadió un factor de corrección según la condición física. Una persona en buena forma tarda el tiempo de Naismith. Una persona en forma media multiplica por 1,25-1,5. Una persona poco entrenada o con carga pesada multiplica por 1,5-2. En emergencia con estrés y carga, usar factor $\times 2$ como mínimo.

Factor de descenso: Naismith no contemplaba el descenso. Se añade: pendientes suaves (12°) suman tiempo porque obligan a frenar y son exigentes para rodillas. Regla práctica: restar 10 min/km en descensos

suaves, sumar 10 min/km en descensos empinados.

Aplicación sobre el perfil: Con el perfil topográfico dibujado, dividir la ruta en tramos de pendiente homogénea. Calcular distancia y desnivel de cada tramo. Aplicar Naismith + Tranter a cada tramo. Sumar los tiempos parciales y añadir un 15-20% de margen para descansos, navegación y contingencias.

⚠ Advertencia: Esta información es orientativa y educativa. En situaciones de emergencia real, consulte a profesionales cualificados siempre que sea posible. No ponga en riesgo su vida ni la de otros sin la formación adecuada.