

Proyecciones Cartográficas: Mercator, UTM y Lambert — Cuándo Usar Cada Una

Autor: EA4IPV

Fecha: 23/03/2026

Categoría: DMR y Modos Digitales

Etiquetas: Sin etiquetas

Proyecciones Cartográficas: Mercator, UTM y Lambert — Cuándo Usar Cada Una

Representar la superficie curva de la Tierra en un plano obliga a aceptar deformaciones: no existe ninguna proyección cartográfica que conserve simultáneamente las formas, las áreas, las distancias y las direcciones. Cada proyección sacrifica unas propiedades para preservar otras, y elegir la adecuada depende del uso que se dará al mapa. Para un navegante terrestre, entender las diferencias entre las tres familias principales — Mercator, UTM y Lambert — es imprescindible para interpretar correctamente las distancias, los ángulos y las superficies que aparecen en los mapas topográficos, náuticos y militares que pueda encontrar o necesitar en una situación de emergencia.

Fundamentos: por qué toda proyección deforma

La Tierra es un geoide — un cuerpo irregular que se aproxima a un elipsoide de revolución ligeramente achatado en los polos. Proyectar esta superficie tridimensional sobre un plano bidimensional implica necesariamente algún tipo de deformación. Las proyecciones cartográficas se clasifican según qué propiedad conservan.

Propiedad conservada

Nombre técnico

Qué se sacrifica

Formas (ángulos locales)

Conforme

Las áreas se distorsionan: las regiones alejadas del punto de tangencia aparecen más grandes de lo real

Áreas (superficies)

Equivalente

Las formas se deforman: los contornos de los países aparecen estirados o comprimidos

Distancias desde un punto

Equidistante

Ni formas ni áreas son correctas fuera del meridiano o paralelo de referencia

Dirección respecto a un punto

Azimutal

Solo es precisa desde el punto central de la proyección

Para la navegación terrestre y militar, la propiedad más importante suele ser la conformidad (conservación de ángulos), porque permite medir rumbos directamente sobre el mapa con transportador o brújula. Por eso las tres proyecciones más usadas en cartografía práctica — Mercator, UTM y Lambert conforme — son todas conformes.

Proyección de Mercator cilíndrica

Creada por Gerardus Mercator en 1569, esta proyección cilíndrica conforme envuelve la Tierra con un cilindro tangente al ecuador. Los meridianos aparecen como líneas verticales paralelas y equidistantes, y los paralelos como líneas horizontales cuya separación aumenta hacia los polos. La característica definitoria de Mercator es que las líneas de rumbo constante (loxodrómicas) se representan como líneas rectas, lo que simplifica enormemente la navegación con brújula.

Ventaja principal: Un rumbo constante de brújula se traza como una línea recta en el mapa. Para navegar de A a B basta con trazar una recta, medir el ángulo con el meridiano y mantener ese rumbo en la brújula. Esto la hizo indispensable para la navegación marítima durante siglos.

Distorsión de áreas: La deformación de superficies crece enormemente con la latitud. Groenlandia (2,17 millones de km²) aparece del tamaño de África (30,37 millones de km²). En latitud 60° las áreas se multiplican por 4; en latitud 80° por 33. España, en latitudes 36°-43°N, sufre una exageración de área de entre 1,5x y 1,9x.

Uso actual: Sigue siendo el estándar en cartas náuticas. Google Maps y la mayoría de mapas web usan la variante Web Mercator (EPSG:3857), optimizada para visualización en pantalla. No es adecuada para medir distancias ni áreas salvo en una franja estrecha cerca del ecuador.

Limitación polar: Los polos no pueden representarse: la proyección se extiende al infinito. Los mapas Mercator típicamente se cortan en latitud 85°N/S.

No medir distancias en Mercator: En un mapa Mercator, la escala varía con la latitud. Una distancia medida con regla entre dos puntos del mapa solo será correcta si ambos están en el ecuador o muy cerca del paralelo de referencia. Para medir distancias en cartas náuticas Mercator se usa la escala de latitud del margen del mapa a la misma altura que la zona de interés, nunca la escala de la parte inferior.

Proyección UTM (Universal Transversa de Mercator)

El sistema UTM divide la Tierra en 60 husos de 6° de longitud cada uno, numerados del 1 al 60 desde el antimeridiano (180° Oeste) hacia el este. Cada huso usa una proyección transversa de Mercator: un cilindro tangente no al ecuador sino al meridiano central de cada huso. Esto minimiza las deformaciones dentro de cada huso a valores despreciables para uso práctico.

Parámetro

Valor en UTM

Ancho de cada huso

6° de longitud (aprox. 668 km en el ecuador)

Factor de escala en el meridiano central

0,9996 (reduce el error máximo en los bordes del huso)

Error máximo de escala

1:2.500 (0,04%) en los bordes del huso, equivalente a 40 cm por km

Falso Este (Easting)

500.000 m al meridiano central para evitar coordenadas negativas

Falso Norte (Northing)

0 m en el ecuador para hemisferio norte; 10.000.000 m para hemisferio sur

Husos en España: La Península Ibérica se encuentra en los husos 29 (Galicia occidental), 30 (centro y mayor parte del territorio, meridiano central 3° Oeste) y 31 (Cataluña y Baleares). Canarias está en los husos 27 y 28. El huso 30 con datum ETRS89 (EPSG:25830) es el estándar oficial del IGN para la cartografía española.

Coordenadas métricas: Las coordenadas UTM se expresan en metros: un par Easting/Northing indica la posición exacta dentro del huso. Esto permite calcular distancias directamente con el teorema de Pitágoras, sin conversiones trigonométricas complejas. La distancia entre dos puntos en el mismo huso es simplemente la raíz cuadrada de $(\Delta E^2 + \Delta N^2)$.

Cuadrícula militar MGRS: El Military Grid Reference System (MGRS) subdivide cada huso UTM en cuadrados de 100 km designados por dos letras. Una referencia MGRS completa como 30TUN8341 indica: huso 30, banda T, cuadrado UN, posición 830-410 dentro del cuadrado, con precisión de 100 m. Es el sistema usado por la OTAN y los ejércitos occidentales.

Limitación en los bordes de huso: Al cruzar de un huso a otro, las coordenadas UTM dan un salto discontinuo. Si una ruta cruza el límite entre husos 30 y 31 (meridiano 0° en España), hay que convertir las coordenadas al mismo huso o trabajar con coordenadas geográficas para evitar errores de cálculo.

Dato práctico: Los mapas topográficos del IGN (serie MTN25 a escala 1:25.000) usan proyección UTM con datum ETRS89. La cuadrícula azul impresa en el mapa son líneas UTM separadas 1 km (1.000 m). Los números en los márgenes indican las coordenadas UTM en metros. Esto facilita enormemente la medición de distancias y la comunicación de posiciones.

Proyección cónica conforme de Lambert

La proyección cónica conforme de Lambert utiliza un cono como superficie de desarrollo, tangente o secante a la esfera terrestre en uno o dos paralelos estándar. Es conforme (conserva ángulos) y presenta una deformación de escala mínima a lo largo de los paralelos estándar, aumentando gradualmente hacia el norte y el sur.

Geometría: Los meridianos se proyectan como líneas rectas convergentes hacia el polo, y los paralelos

como arcos concéntricos. En la versión secante, el cono corta la esfera en dos paralelos estándar: entre ellos la escala es ligeramente menor que la real, y fuera de ellos ligeramente mayor. Esto distribuye el error de forma óptima para regiones que se extienden en sentido este-oeste.

Uso en cartografía aeronáutica: La proyección Lambert es el estándar de la OACI (Organización de Aviación Civil Internacional) para cartas aeronáuticas en latitudes medias. Las cartas VFR y IFR que se usan en España (publicadas por ENAIRE) utilizan Lambert conforme. También es la proyección oficial de Francia (Lambert-93) y de muchos estados de EE.UU.

Ventaja para grandes extensiones este-oeste: Para cartografiar países o regiones que se extienden mucho en longitud (como Estados Unidos, Rusia o una franja latitudinal amplia), Lambert es superior a UTM porque no requiere dividir el territorio en husos. Un único par de paralelos estándar cubre toda la extensión con deformación aceptable.

Uso militar histórico: Los mapas militares de la OTAN anteriores a la adopción generalizada de UTM usaban Lambert conforme. Muchas series cartográficas de la Guerra Fría y mapas franceses, belgas y americanos de la Segunda Guerra Mundial están en Lambert. Un superviviente que encuentre mapas militares antiguos puede necesitar interpretar coordenadas Lambert.

Característica

Mercator

UTM

Lambert conforme

Superficie de desarrollo

Cilindro tangente al ecuador

Cilindro tangente al meridiano central

Cono secante en dos paralelos

Conserva ángulos

Sí

Sí

Sí

Conserva áreas

No (grave en altas latitudes)

Casi (error

No (pero error pequeño entre paralelos estándar)

Mejor uso

Navegación marítima, mapas web

Topografía, mapas militares, GPS

Cartografía aeronáutica, mapas de países extensos E-O

Medición directa de distancias

No (escala variable)

Sí (en metros, dentro del huso)

Aproximada (buena entre paralelos estándar)

Criterios prácticos de elección para el navegante

En una situación real, no se elige la proyección: se trabaja con el mapa disponible. Pero entender qué proyección usa cada mapa permite interpretar correctamente las mediciones.

Si tiene un mapa topográfico del IGN: Proyección UTM. Puede medir distancias directamente con la cuadrícula kilométrica. Las coordenadas del margen son UTM en metros. Use estas coordenadas para comunicar posiciones por radio o GPS.

Si tiene una carta náutica: Proyección Mercator. Mida distancias usando la escala de latitud del margen (1 minuto de latitud = 1 milla náutica = 1.852 m). Trace rumbos como líneas rectas. No mida áreas.

Si tiene una carta aeronáutica: Proyección Lambert. Las distancias son razonablemente precisas en toda la carta. Los meridianos convergen: los rumbos medidos con transportador necesitan una corrección de convergencia de meridianos si la distancia es grande.

Si usa GPS o aplicación móvil: El GPS proporciona coordenadas en WGS84 (latitud/longitud). La mayoría de receptores pueden convertirlas a UTM automáticamente. Configure el GPS en el datum y huso del mapa que esté usando (en España: ETRS89, huso 30 o 31) para evitar desplazamientos de hasta 200 metros entre datums antiguos (ED50) y modernos (ETRS89/WGS84).

Si encuentra un mapa militar antiguo: Verifique la información marginal: datum, proyección y cuadrícula. Los mapas españoles anteriores a 2008 pueden usar datum ED50, que difiere del WGS84/ETRS89 actual en unos 200 m en España. Los mapas OTAN tendrán cuadrícula MGRS sobre UTM.

Regla de oro: Siempre lea la información marginal del mapa antes de usarlo. La leyenda indica la proyección, el datum, el año de edición, la equidistancia de curvas de nivel y la declinación magnética. Estos datos son imprescindibles para interpretar correctamente el mapa. Un mapa sin leyenda legible tiene un valor limitado.

⚠ 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.