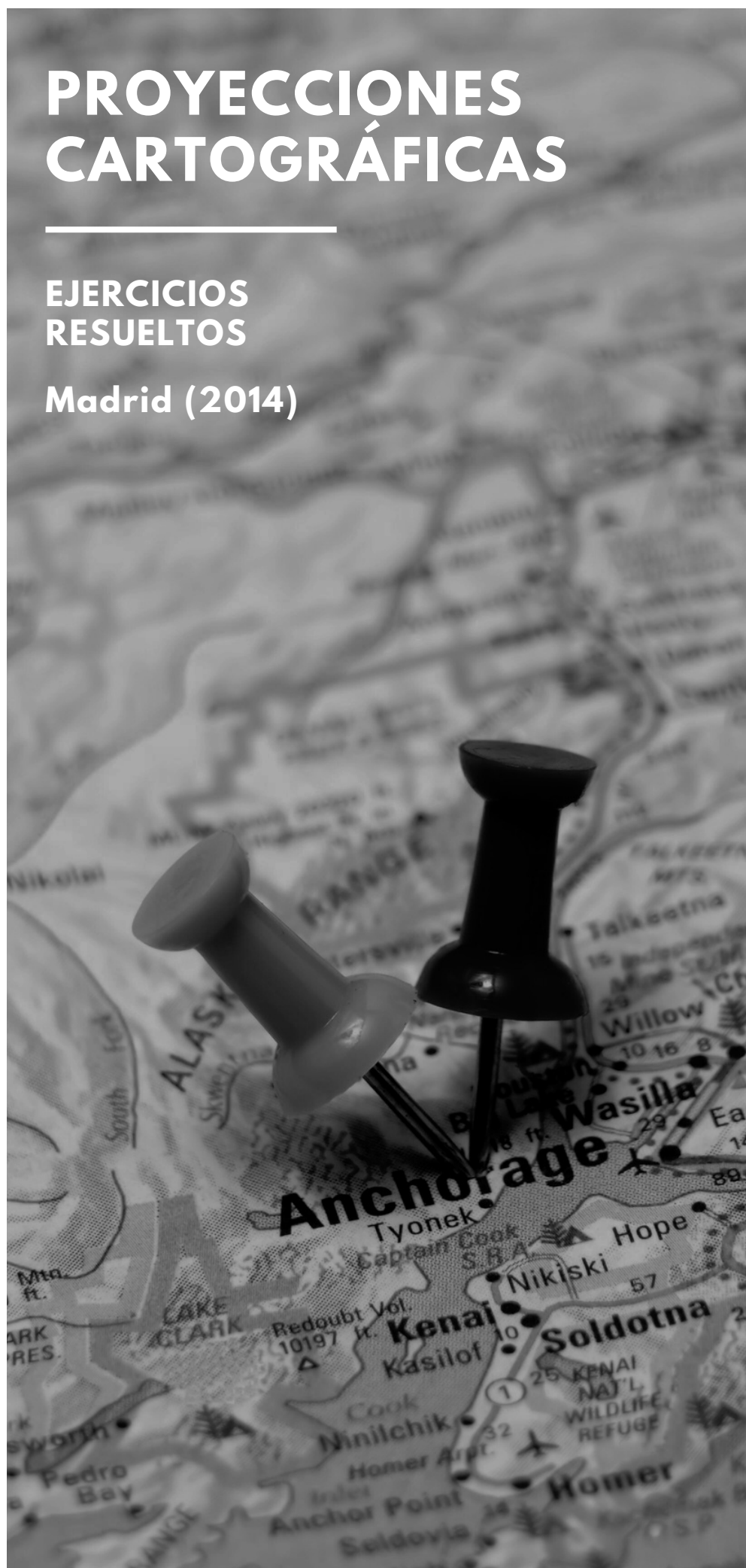


PROYECCIONES CARTOGRÁFICAS

**EJERCICIOS
RESUELTOS**

Madrid (2014)



GEOGRAFÍA MANUAL PRÁCTICO

NO.2

Esta obra no podrá ser reproducida, difundida
o publicada, tanto en medios impresos
como digitales, ni total ni parcialmente,
sin el previo permiso del autor/editor.

© Víctor Cantos Ramos

© auladehistoria.org

Avda. Casillas de Coria, 2 · 30007 · Murcia

ISSN: 2951-8466



2 9 5 1 - 8 4 6 6

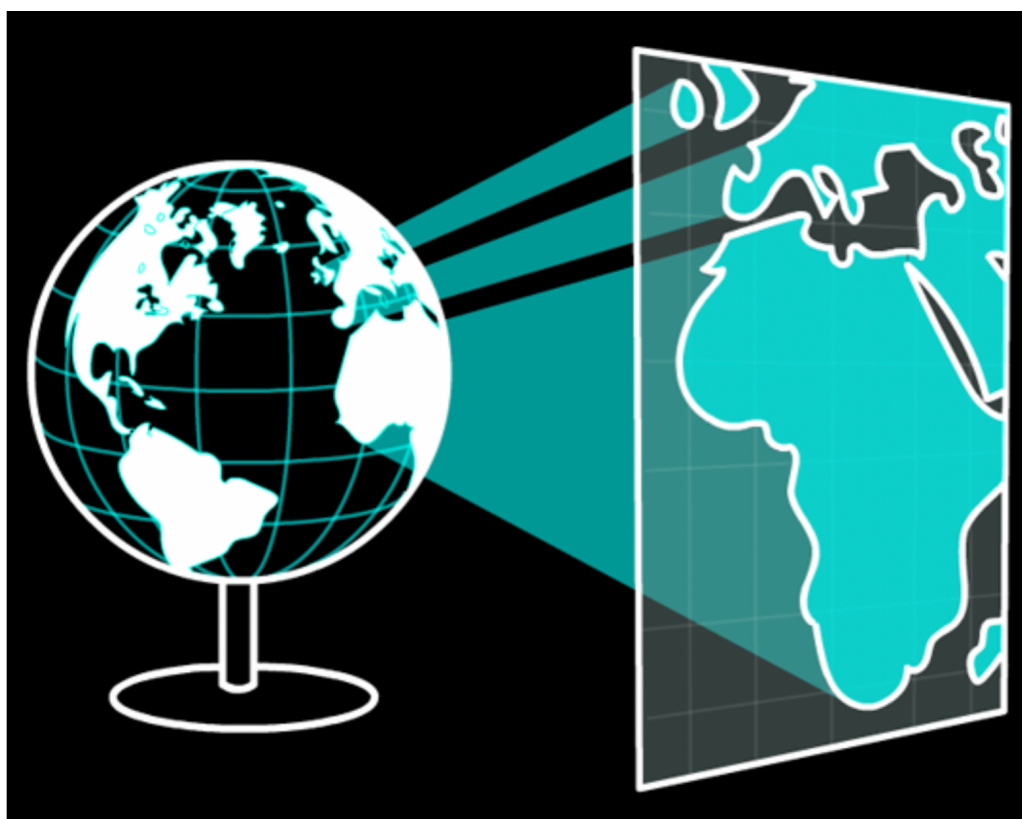
AULA DE HISTORIA - TEMARIO GEOGRAFÍA E HISTORIA © 2024

PROYECCIONES CARTOGRÁFICAS

PROYECCIONES CARTOGRÁFICAS	1
1. PROYECCIONES CARTOGRÁFICAS	2
2. TIPOS DE PROYECCIONES	2
3. PROPIEDADES DE LAS PROYECCIONES CARTOGRÁFICAS	7
4. LA PROYECCIÓN UNIVERSAL TRANSVERSAL DE MERCATOR (UTM)	8
5. MODELO DE COMENTARIO DE UNA PROYECCIÓN CARTOGRÁFICA	11
Identificación y clasificación	11
Análisis	11
Comentario	12
Conclusión	12
Bibliografía	12
6. EJERCICIO RESUELTO · MADRID (2014)	13

1. PROYECCIONES CARTOGRÁFICAS

Las **proyecciones cartográficas** o **proyecciones geográficas** permiten representar la Tierra (cuerpo tridimensional de forma esférica) en un plano bidimensional. Son esenciales para la confección de mapas y otras representaciones cartográficas. Las proyecciones consisten en trasladar de forma ordenada los puntos de una superficie curva (esfera terrestre) a una superficie plana, lo que es posible gracias a una red de paralelos y meridianos en forma de malla. Originalmente, se realizaban proyectando una luz situada en el interior de un globo terráqueo a una superficie plana, sobre la que se dibujaban los contornos de océanos y continentes. En la actualidad las proyecciones se realizan utilizando medios informáticos que realizan complejos cálculos matemáticos con el fin de reducir distorsiones. Las proyecciones pueden clasificarse según el punto de contacto entre el plano y la esfera, según la superficie de proyección empleada, y según sus propiedades o atributos.



2. TIPOS DE PROYECCIONES

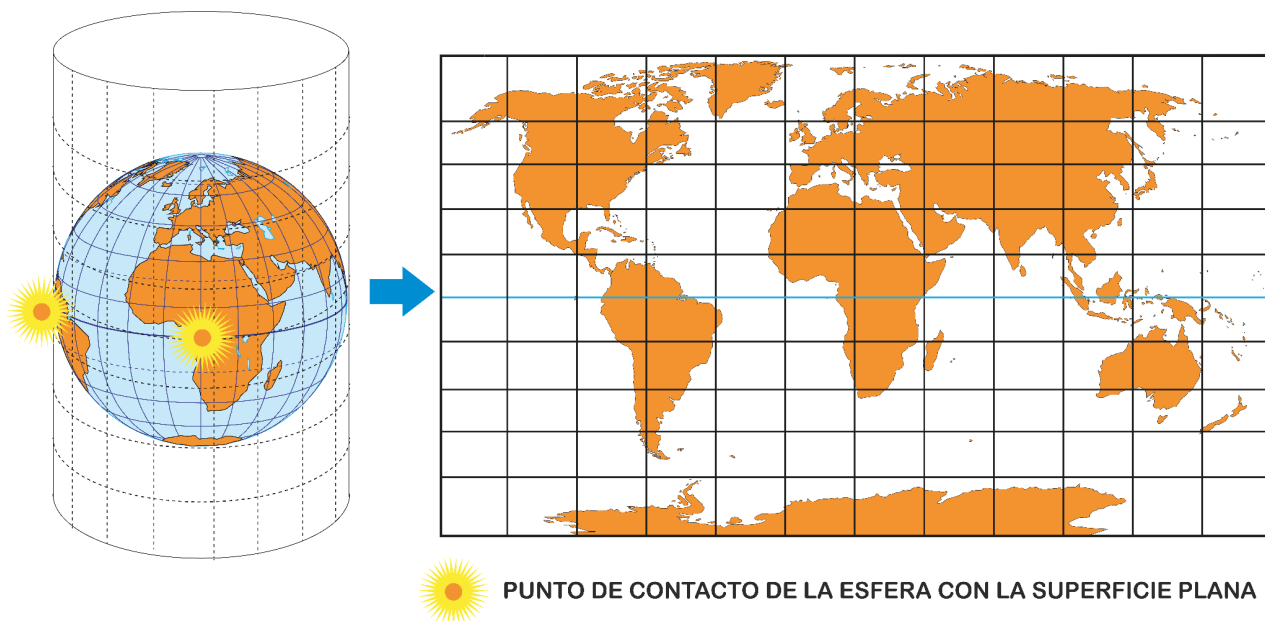
Según el **punto de contacto** entre la esfera y el plano, las proyecciones pueden ser:

- **Polares:** cuando el punto de contacto es uno de los polos.
- **Ecuatoriales:** cuando los puntos de contacto coinciden con el Ecuador.
- **Transversal:** cuando los puntos de contacto coinciden con un meridiano.
- **Oblicuas o Inclinadas:** cuando los puntos de contacto coinciden con cualquier otro punto de la esfera terrestre.

Según la **superficie utilizada**, las proyecciones pueden ser:

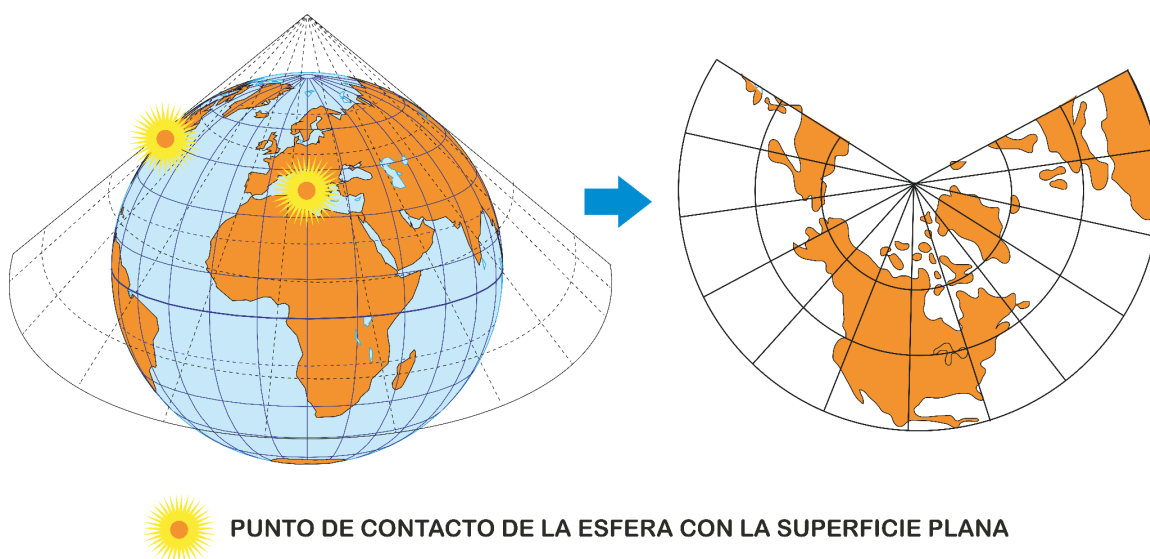
- **Cilíndricas:** cuando la esfera se proyecta sobre un cilindro. Generalmente, se utiliza para mapas mundi. El resultado es un mapa que se inserta en un rectángulo. Algunos ejemplos son la Proyección de Mercator, Proyección de Gall-Peters o Proyección Transversal de Mercator.

PROYECCIÓN CILÍNDRICA



- **Cónicas:** cuando la esfera se proyecta sobre un cono. Generalmente, se emplea para representar latitudes medias como el mapa de Europa. El resultado es un mapa en forma de abanico. Un ejemplo es la Proyección cónica conforme de Lambert.

PROYECCIÓN CÓNICA

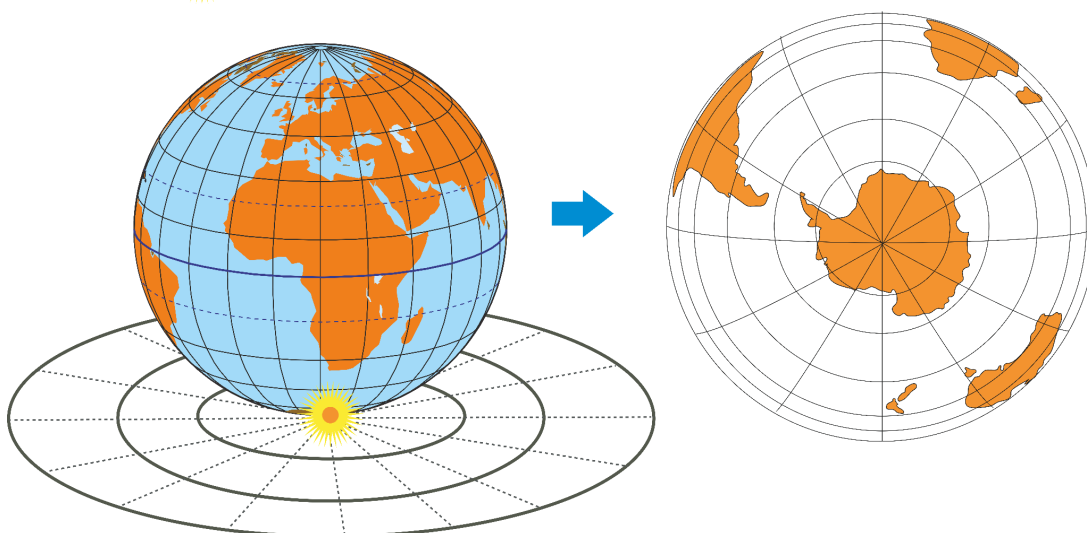


- **Planas o acimutales:** cuando la esfera se proyecta sobre un plano, generalmente utilizada para representar diferentes hemisferios. El resultado es un mapa en forma de círculo. Un ejemplo es la proyección estereográfica o la proyección acimutal de Lambert.

PROYECCIÓN CILÍNDRICA



PUNTO DE CONTACTO DE LA ESFERA CON LA SUPERFICIE PLANA



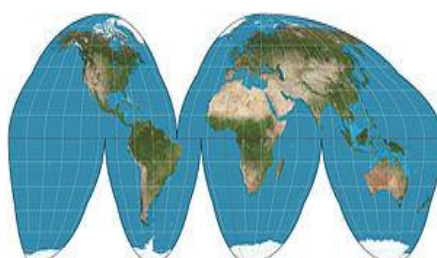
- **Modificadas o Interrumpidas:** obedecen a otros criterios y/o ecuaciones matemáticas. Los resultados son muy diversos (proyección sinusoidal, proyección de Werner, proyección homolosena de Goode, proyección mariposa de Waterman o proyección Mollweide).

PROYECCIONES MODIFICADAS O INTERRUMPIDAS



PROYECCIÓN DE WATERMAN

FUENTE: Strebe, CC BY-SA 3.0
via Wikimedia Commons



PROYECCIÓN DE GOODE

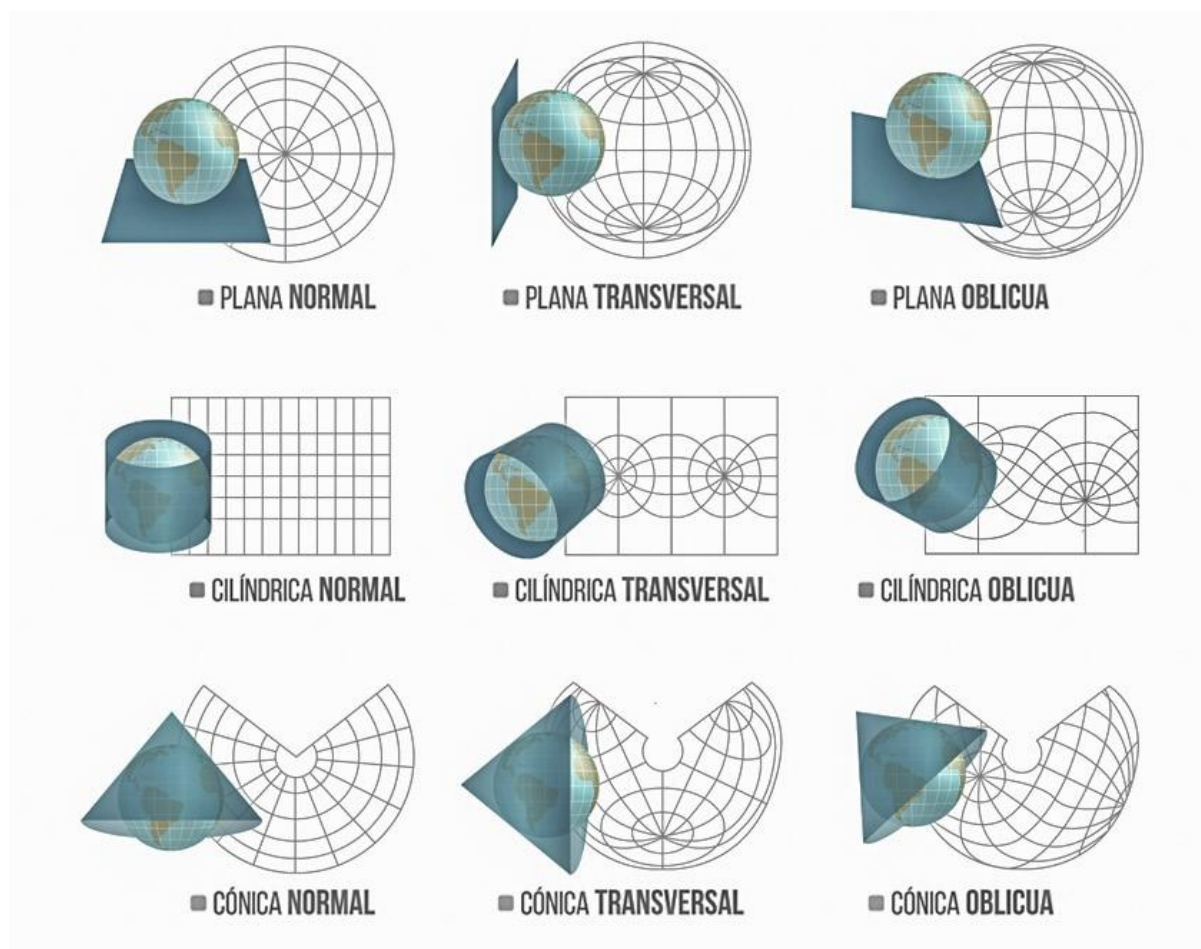
FUENTE: Strebe, CC BY-SA 3.0
via Wikimedia Commons



PROYECCIÓN DE WERNER

FUENTE: Strebe, CC BY-SA 3.0
via Wikimedia Commons

Del mismo modo, las proyecciones cartográficas, pueden ser **normales**, **transversales** y **oblicuas**. Según la distribución y forma de los paralelos y meridianos sobre el mapa. Podemos determinar si se trata de una proyección plana, cilíndrica o cónica, y además, normal, transversal u oblicua.



También podemos distinguir proyecciones **tangenciales** y proyecciones **secantes**. Pondremos un ejemplo con la proyección cónica.

Proyección cónica tangencial: Se sitúa un cono imaginario sobre el globo. El cono y el globo se tocan a lo largo de una línea de latitud. Dicha línea es el paralelo estándar. El cono se corta a lo largo de la línea de longitud opuesta al meridiano central y se convierte en un plano.

Proyección cónica secante: Se sitúa un cono imaginario sobre el globo que atraviesa parte de la superficie de este. El cono y el globo se tocan a lo largo de dos líneas de latitud. Dichas líneas son los paralelos estándar. El cono se corta a lo largo de la línea de longitud opuesta al meridiano central y se convierte en un plano.



3. PROPIEDADES DE LAS PROYECCIONES CARTOGRÁFICAS

Según sus propiedades o atributos pueden ser:

- **Proyecciones equidistantes:** cuando todas sus distancias son proporcionales a la realidad. Un ejemplo es la proyección acimutal equidistante, utilizada por el Servicio Geológico de los Estados Unidos, conserva las distancias desde el centro hacia los paralelos.
- **Proyecciones equivalentes:** cuando todas las áreas de los territorios son proporcionales a la realidad. Algunos ejemplos son la proyección de Mollweide o la proyección de Gall-Peters).
- **Proyecciones conformes:** cuando los ángulos entre dos puntos del mapa son idénticos a la realidad, esto permite la representación de forma fidedigna de las formas de los continentes, el cálculo del rumbo y la deriva en la navegación marítima y aérea. Algunos ejemplos son la proyección de Mercator, proyección conforme de Lambert, proyección de Gauss-Krüger o la proyección Universal Transversal Mercator (UTM).

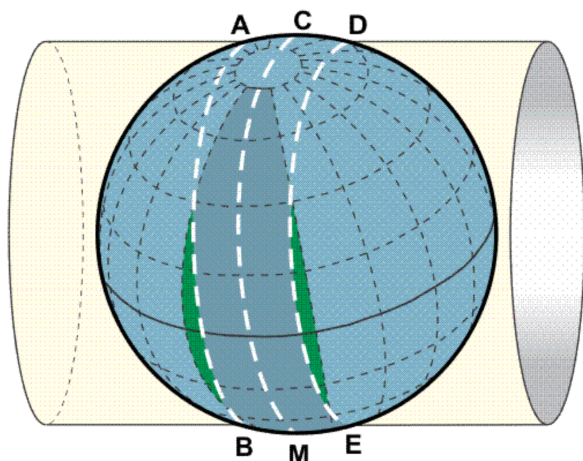
Las proyecciones cartográficas pueden ser diseñadas para preservar ciertas propiedades a costa de otras. Dado que la superficie curva de la Tierra no puede ser representada de forma isométrica en un plano, la conservación de las formas de los continentes requiere inevitablemente una escala variable y, por lo tanto, una representación no proporcional de las áreas. De manera similar, una proyección que preserva el área no puede ser conforme, lo que da como resultado distorsiones en las formas y direcciones en la mayoría de los lugares del mapa. Cada proyección preserva, compromete o se acerca a las propiedades métricas básicas de diferentes maneras. Es decir, que una proyección, nunca podrá cumplir con las tres características mencionadas anteriormente. La elección de la proyección para un mapa depende del propósito del mismo. Dado que los mapas tienen múltiples propósitos, se han desarrollado diversas proyecciones para adaptarse a esas necesidades.

En los siguientes enlaces encontrarás más información sobre algunas proyecciones cartográficas:

- [Proyección de Aitoff](#)
- [Proyección de Dymaxion](#)
- [Proyección de Goode](#)
- [Proyección de Robinson](#)
- [Proyección de Van der Grinten](#)
- [Proyección de Winkel-Tripel](#)

4. LA PROYECCIÓN UNIVERSAL TRANSVERSAL DE MERCATOR (UTM)

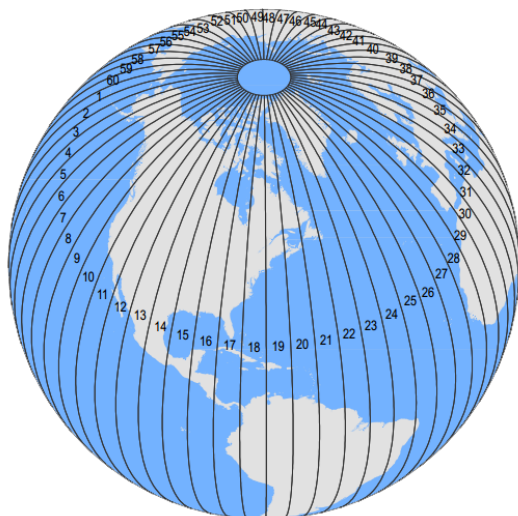
La proyección cartográfica Universal Transversal de Mercator (UTM) es un sistema de proyección ampliamente utilizado para representar la superficie de la Tierra en mapas. La característica principal de la proyección UTM es que divide la Tierra en 60 zonas de 6° de longitud cada una, numeradas de 1 a 60, desde 180° de longitud oeste hasta 180° grados de longitud este, abarcando la totalidad del planeta.



Para la realización se toma un meridiano central y se proyecta una franja de 6° de longitud.

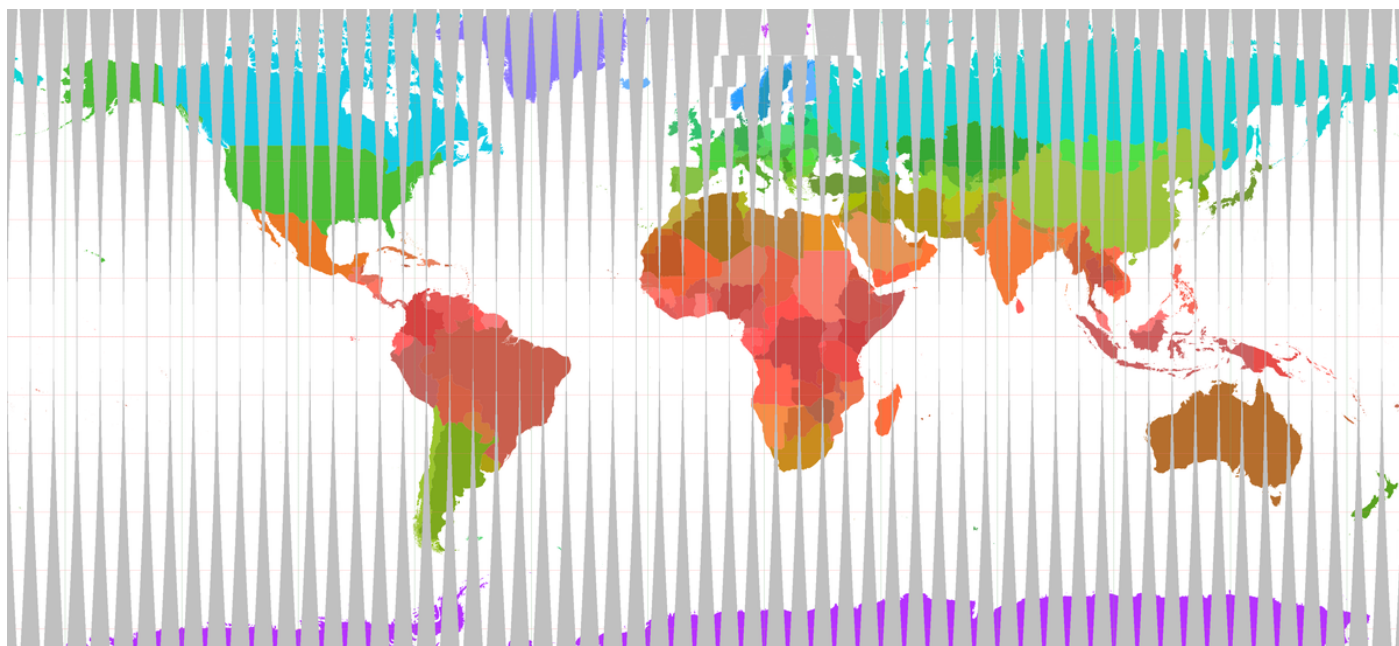
CM= Meridiano central

AB/DE= son las líneas de intersección.



En realidad, una proyección UTM son un conjunto de 60 proyecciones cilíndricas transversales, que abarcan 6° de longitud, que quedan yuxtapuestas. Esto permite minimizar las distorsiones propias de la proyección de Mercator.

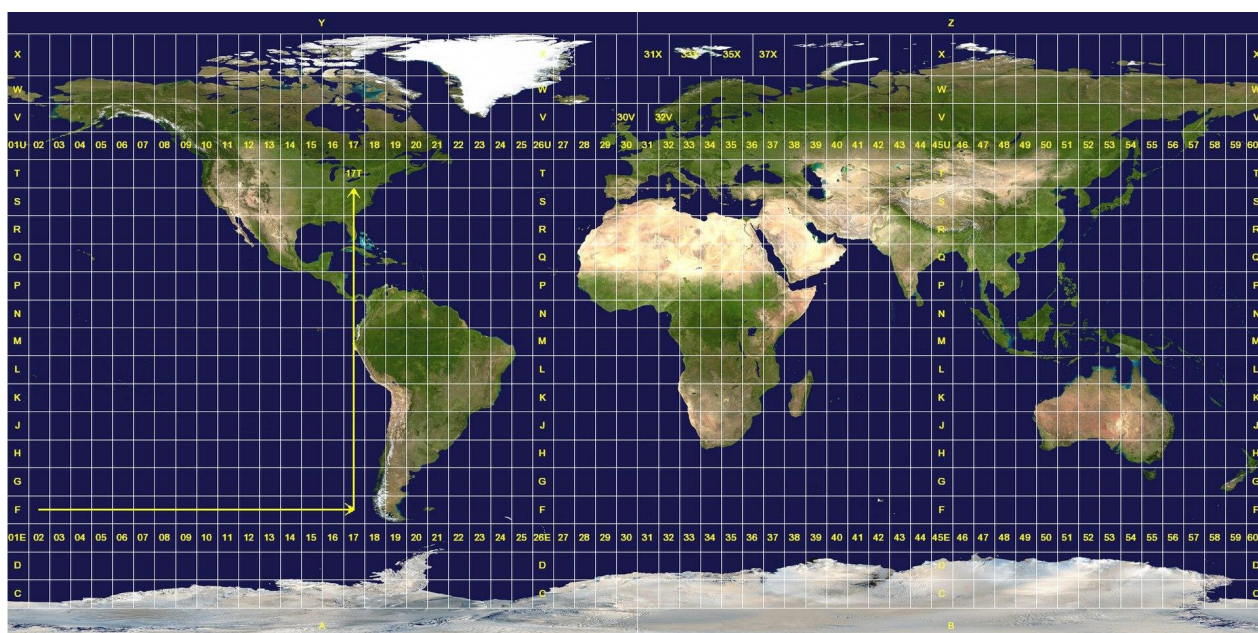
De la yuxtaposición de esas 60 proyecciones, que corresponden a cada una de las zonas UTM obtenemos el siguiente mapa, donde distinguimos las 60 zonas UTM.



La proyección UTM es una proyección conforme, lo que significa que conserva las formas de las características geográficas, aunque puede haber distorsiones en la escala y el área.

SISTEMA DE COORDENADAS UTM

El sistema de coordenadas UTM fue desarrollado por el Cuerpo de Ingenieros del Ejército de los Estados Unidos en la década de 1940. es un sistema de referencia cartográfico que divide la superficie terrestre en 60 zonas de 6° de ancho cada una, numeradas del 1 al 60. Cada zona se subdivide a su vez en 20 franjas de 3° de altura, identificadas por las letras de la A a la Z, exceptuando la I y la O. De esta forma, cada punto de la Tierra se puede identificar de manera única con un código compuesto por la **zona**, la **franja** y las coordenadas **X** (distancia en metros al la línea este) e **Y** (distancia en metros a la línea norte).



Un ejemplo de coordenadas UTM es **29T 548929 4801142**, que es la ubicación del Concello de A Coruña, donde 29 indica la zona UTM, T la banda UTM, el primer número (548929) es la distancia en metros al Este y el segundo número (4801142) es la distancia en metros al norte.

El sistema de coordenadas UTM es ampliamente utilizado en aplicaciones de cartografía, topografía, navegación y sistemas de información geográfica (SIG), ya que proporciona una forma precisa y conveniente de expresar las ubicaciones en la superficie de la Tierra en unidades métricas.

5. MODELO DE COMENTARIO DE UNA PROYECCIÓN CARTOGRÁFICA

El comentario de una proyección cartográfica lo dividiremos en cuatro apartados fundamentales: clasificación, análisis, comentario y conclusión.

Identificación y clasificación

La clasificación de una proyección cartográfica debe contener lo siguiente:

- **Identificación y definición de la proyección cartográfica.**
- **Territorio:** identificación del territorio representado.
- **Tipo de proyección:** plana, cónica o cilíndrica / normal, transversal u oblicua
- **Punto tangencial:** es decir, identificar el punto donde la esfera entra en contacto con el plano, generalmente suele ser el centro de la proyección. Esto es imposible de saber a menos que no lo indique la proyección.
- **Referencia curricular:** Debemos citar el currículo o currículos de la Comunidad Autónoma y citar en qué cursos se imparten contenidos relacionados con la obra de arte.

Análisis

En esta parte nos debemos dedicar a descomponer la proyección en diferentes partes. En primer lugar, analizaremos la disposición de los paralelos y los meridianos.

- **Formas:** si la intersección de los paralelos y meridianos forma ángulos rectos y todos se encuentran a la misma distancia, estaremos hablando de una proyección conforme. El mejor ejemplo es la proyección de Mercator. Esto permite conservar las formas, es decir, los contornos de los continentes idénticos a una fotografía satélite, sin embargo, distorsiona las áreas de los continentes o territorios representados. (Observar las dimensiones de Groenlandia y África en una proyección de Mercator).
- **Áreas:** en ocasiones los mapas persiguen representar con fidelidad las áreas, en este caso los ángulos pueden ser rectos entre paralelos y meridianos, pero la distancia que separa los paralelos no es la misma que la distancia que separa los meridianos. Este tipo de proyecciones son llamadas equivalentes.
- **Distancias:** debemos observar si las distancias de los paralelos al cortar un meridiano son menores cuando nos acercamos a los polos. Si es así, es muy probable que nos encontremos ante un mapa equidistante, porque el recorrido de los paralelos en latitudes altas abarcan menos kilómetros que en el Ecuador. El mejor ejemplo es la proyección polar o azimutal.

Comentario

Si conocemos al detalle el tipo de proyección, lo mejor será centrarnos en la proyección cartográfica presentada en el ejercicio, aunque también podemos hacer referencias a otros tipos de proyecciones, bien por sus similitudes o por sus diferencias.

Si no conocemos al detalle la proyección presentada, lo mejor será hacer un comentario simple, sin entrar en cuestiones muy técnicas. Podemos enfocarlo como una historia de la cartografía, debemos mencionar:

- Proyección de Mercator: una de las pioneras y que facilitó la navegación durante más de tres siglos.
- Proyección de Peters: recomendada por la ONU porque refleja el área real de África, continente siempre relegado, incluso en los mapas.
- Proyección azimutal: utilizado en el emblema de la ONU, cuyo centro es el polo norte, con la intención de no dar protagonismo a ningún continente o país y representar un mundo igualitario.
- Proyección UTM (Universal Transversa Mercator) basado en la proyección cartográfica transversa de Mercator, que se construye como la proyección de Mercator normal, pero en vez de hacerla tangente al Ecuador, se la hace secante a un meridiano. Tiene una gran aplicación en el ámbito militar debido a que permite establecer el sistema de coordenadas UTM.
- Otras proyecciones: también podemos hablar de otras proyecciones que tuvieron enorme repercusión en otros momentos, y que nos pueden resultar familiares como la proyección de Goode, la proyección de Mollweide, la proyección de Robinson, la proyección Sinusoidal, o la proyección de Fuller o Dymaxion sobre un poliedro.

Conclusión

Aunque cada conclusión es única, y la podemos plantear de forma muy original, algunas cuestiones que podemos plantear en la misma podrían ser la evolución de los mapas en la era digital, “Google Earth”, “Google Maps”, la utilización del GPS y la funcionalidad y utilidad de los mapas en la actualidad.

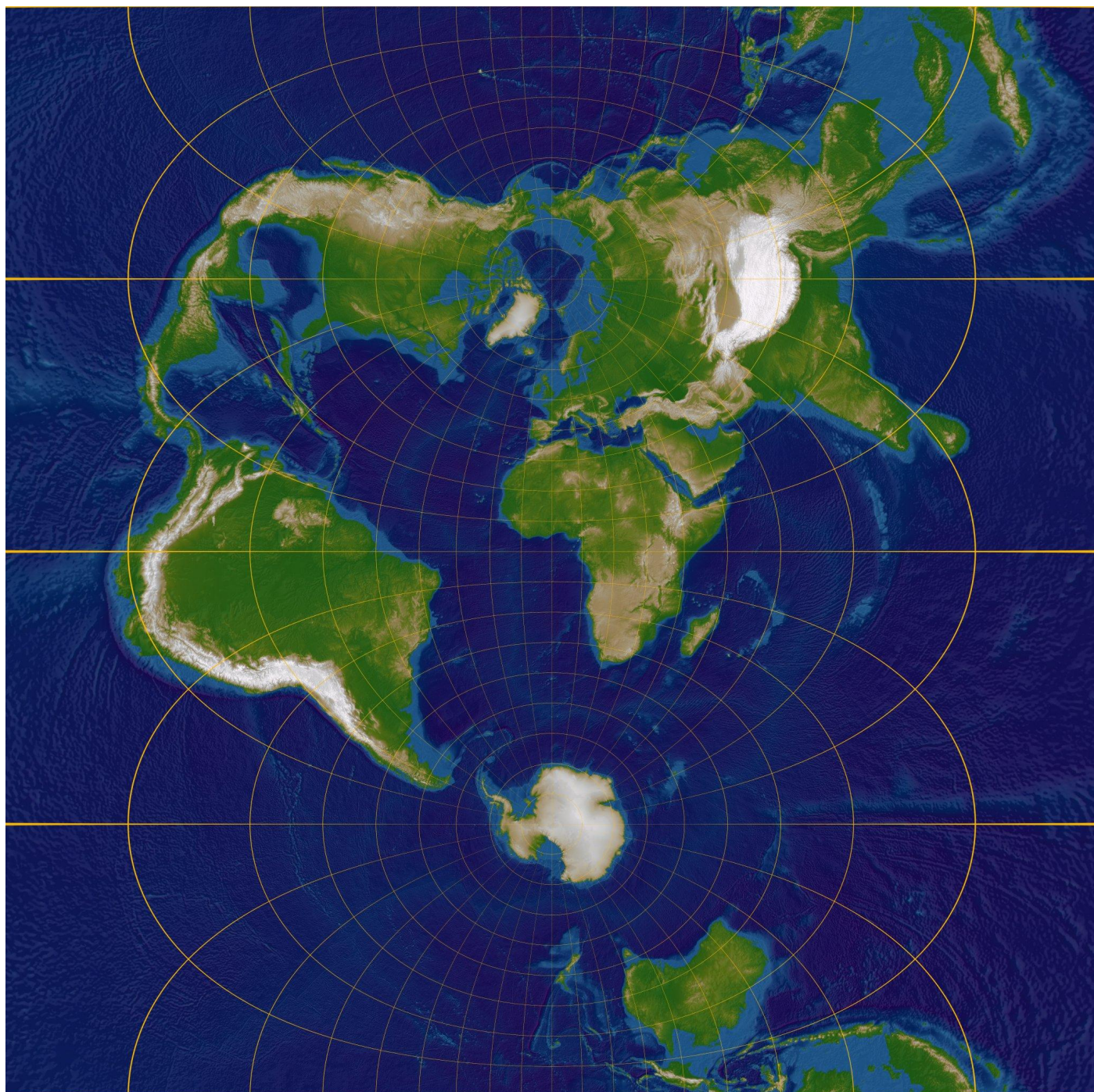
Bibliografía

Alguna bibliografía que podemos utilizar es la siguiente:

- CONESA GARCÍA, C. (2005), *Tecnología de la información geográfica: territorio y medioambiente*, Murcia, Univ. de Murcia.
- TERÁN, Manuel de. (1978) *Introducción a la ciencia geográfica*. Barcelona, España. Ed. Labor.
- SÁNCHEZ OGALLAR, A. (1999): *Conocimiento geográfico. Procedimientos y técnicas para el aula en Secundaria*. Madrid
- MAZA VÁZQUEZ, F. (2008): *Introducción a la topografía y a la cartografía aplicada*. Madrid. Universidad de Alcalá.
- MONMONIER, M. (2023): *Cómo mienten los mapas*. Madrid. Nola Editores

6. EJERCICIO RESUELTO · MADRID (2014)

Realice un comentario del siguiente documento geográfico



INTRODUCCIÓN

Nos encontramos una proyección cartográfica, es decir, una representación plana de la superficie curva de la Tierra en un mapa. Dado que la Tierra es un objeto tridimensional y los mapas son bidimensionales, es necesario utilizar proyecciones cartográficas para convertir la información geográfica de la Tierra en una representación plana. En este caso la proyección representa el total de la superficie terrestre.

Podemos afirmar que se trata de una proyección cilíndrica, debido a que se representa sobre un plano rectangular, y también, que es transversal, porque los meridianos y los paralelos no se representan con líneas rectas ni se intersectan en ángulos rectos. En cambio, los meridianos y los paralelos están curvados y se cruzan en ángulos oblicuos. Como el único meridiano que sigue una línea recta es el meridiano 0°, podemos decir que la línea tangencial o línea de contacto de esta proyección cilíndrica es el meridiano de Greenwich.

Los contenidos de este ejercicio práctico se pueden relacionar con los saberes básicos de 1º ESO de la materia Geografía e Historia, y también, con los saberes básicos de la materia de Geografía de 2º de Bachillerato. (Aquí es necesario que citemos el decreto u orden de currículo de nuestra Comunidad Autónoma).

ANÁLISIS

Análisis de las formas: En el documento observamos como las formas de los continentes son más o menos conformes en las zonas cercanas a la línea tangencial, es decir, en las zonas cercanas al meridiano de Greenwich. También podemos ver cómo el continente europeo es relativamente conforme. Sin embargo, comienzan a apreciarse distorsiones cuanto más nos alejamos de la línea tangencial, que se hacen muy evidentes si observamos América del Sur o Asia. Por tanto, podemos afirmar que no se trata de una proyección conforme.

Análisis de las áreas: las áreas representadas se distorsionan cuando se alejan del punto tangencial, en este caso el punto tangencial es el meridiano de Greenwich, lo que provoca que las superficies representadas en los extremos de la proyección no sean fieles con la realidad. Por ejemplo, la India tiene una superficie que podría duplicar a Europa, o América del Sur, y es casi el doble de grande de África. Por tanto, podemos decir que no se trata de una proyección equivalente.

Análisis de las distancias: observamos, en la distribución de los paralelos, que la distancia entre ellos se hace mayor cuanto más nos alejamos de la línea tangencial, en este caso el meridiano de Greenwich. A partir de esta observación diremos que tampoco se trata de una proyección equidistante.

COMENTARIO

A partir del análisis del documento, podemos afirmar que nos encontramos ante una proyección cilíndrica transversal, más conocida como Universal Transversal Mercator o por sus siglas UTM.

La proyección Universal Transversal Mercator, parte de la proyección de Mercator ideada en 1569, sin embargo, a diferencia de esta, se realiza de forma transversal al Ecuador, tomando como referencia un meridiano. La proyección resultante tiene muchas distorsiones, tanto en los contornos como en las áreas, por lo que los cartógrafos han ideado un modo de reducir tales distorsiones.

Los mapas Universal Transversal Mercator actuales parten de una división de la Tierra en 60 zonas de 6° de longitud cada una, numeradas de 1 a 60, desde los 180° de longitud oeste hasta 180° grados de longitud

este, abarcando la totalidad del planeta. El resultado son 60 proyecciones, coincidentes con cada una de las zonas, que tienen como referencia un meridiano central. De la yuxtaposición de estas 60 proyecciones, podemos confeccionar un mapamundi. El resultado es una proyección conforme, es decir, que conserva los ángulos y casi no distorsiona las formas, pero inevitablemente sí lo hace con distancias y áreas, que se hace más evidente al alejarse del meridiano tangencial de referencia de cada una de las áreas.

A partir del mapamundi UTM, también se ha elaborado un sistema de coordenadas. El sistema de coordenadas UTM, es un sistema de referencia cartográfico que divide la superficie terrestre en 60 zonas de 6° de ancho cada una, numeradas del 1 al 60. Cada zona se subdivide a su vez en 20 franjas de 3° de altura, identificadas por las letras de la A a la Z, exceptuando la I y la O. De esta forma, cada punto de la Tierra se puede identificar de manera única con un código compuesto por la zona, la franja y las coordenadas **X** (distancia en metros al la línea este) e **Y** (distancia en metros a la línea norte).

Una de las aplicaciones más notables de la proyección UTM es su utilidad en la topografía y la ingeniería civil. La precisión y la fiabilidad de esta proyección la convierten en la mejor opción para la elaboración de mapas topográficos detallados, fundamentales para el diseño y la planificación de infraestructuras como carreteras, ferrocarriles, puentes y edificaciones. Además, su capacidad para representar de manera precisa las distancias facilita la realización de mediciones y cálculos precisos en el terreno.

Otro campo en el que la proyección UTM desempeña un papel crucial es la navegación y la cartografía militar. La división en zonas facilita la representación de áreas específicas de interés estratégico, permitiendo a los militares y a los navegantes calcular rutas, ubicaciones y distancias con precisión milimétrica.

Sin embargo, a pesar de su versatilidad y utilidad, la proyección UTM no está exenta de limitaciones, y debemos tener en cuenta que su aplicabilidad se ve afectada por la curvatura de la superficie terrestre, lo que da como resultado distorsiones en áreas cercanas a los polos.

CONCLUSIÓN

Para concluir, debemos valorar las proyecciones cartográficas y los mapas como herramientas fundamentales e indispensables a lo largo de la historia de la humanidad. Su importancia en diferentes momentos históricos es de gran calado, como en la época de la expansión comercial marítima durante los siglos XV al XVIII, durante la etapa imperialista entre los siglos XIX y XX o en los grandes conflictos bélicos del siglo XX. Hoy día, gracias a los avances tecnológicos y la globalización, han pasado a ser una herramienta de uso cotidiano a través de aplicaciones como Google Maps o de sistemas de geolocalización como el GPS.

BIBLIOGRAFÍA

- CONESA GARCÍA, C. (2005), *Tecnología de la información geográfica: territorio y medioambiente*, Murcia, Univ. de Murcia.
- TERÁN, Manuel de. (1978) *Introducción a la ciencia geográfica*. Barcelona, España. Ed. Labor.
- SÁNCHEZ OGALLAR, A. (1999): *Conocimiento geográfico. Procedimientos y técnicas para el aula en Secundaria*. Madrid
- MAZA VÁZQUEZ, F. (2008): *Introducción a la topografía y a la cartografía aplicada*. Madrid. Universidad de Alcalá.
- MONMONIER, M. (2023): *Cómo mienten los mapas*. Madrid. Nola Editores



AULA DE
HISTORIA
www.auladehistoria.org