

PROYECCIÓN CARTOGRÁFICA Y SISTEMA DE REFERENCIA

Matías Ignacio Sifón Andalaft*

Resumen

El Servicio Hidrográfico y Oceanográfico de la Armada (SHOA), es el encargado y responsable de la producción de toda la cartografía náutica del país. Los dos conceptos fundamentales de una carta náutica corresponden a la proyección cartográfica y el dátum (sistema de referencia). Existen más de 200 tipos de proyecciones, pero nos referiremos sólo a la más empleada en las cartas náuticas, la proyección Mercator. El sistema de proyección y el de referencia son fundamentales para elaborar una carta náutica, entenderlos será de gran utilidad para los usuarios.

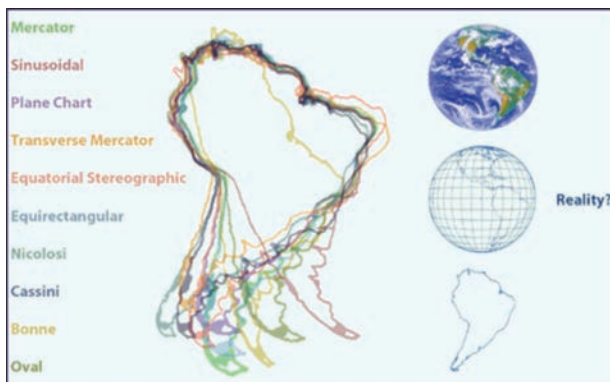
Palabras clave: Proyección Mercator; dátum; carta náutica; SHOA.

El Servicio Hidrográfico y Oceanográfico de la Armada (SHOA) es el encargado y responsable de la producción de toda la cartografía náutica del país, la que se cataloga en cartas de navegación, didácticas, de reglamento y misceláneas. Este artículo se enfoca en dos conceptos fundamentales de una carta náutica, que corresponden a la Proyección Cartográfica y el Dátum (Sistema de referencia).

proporcional a la realidad las formas, superficies y distancias, por lo tanto, toda carta que represente la superficie de la Tierra tendrá algún tipo de distorsión. En la figura 1 se puede ver Sudamérica graficada con distintas proyecciones. Es importante considerar que a pesar que todas son diferentes, estas son todas correctas.

Proyección cartográfica

Una carta náutica es un modelo - representación simplificada de la realidad - que grafica una porción limitada de la superficie de la Tierra. Para poder representar una superficie no plana (Tierra) en un plano (carta) es necesario hacer una proyección de la superficie, y es en esta etapa donde se generan las primeras distorsiones, ya que ningún tipo de proyección es capaz de mantener

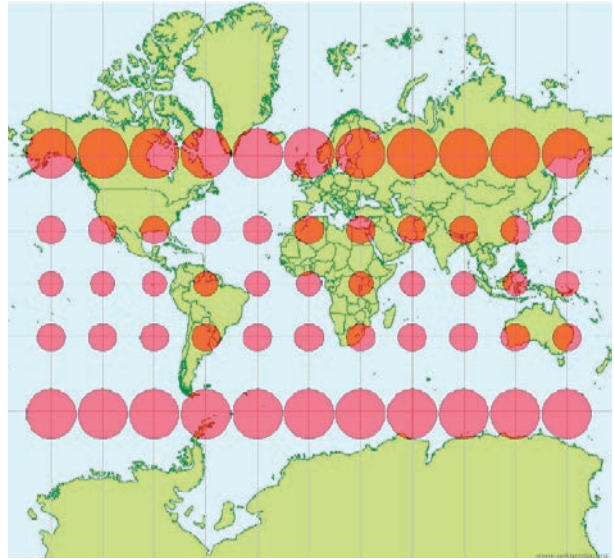


■ Figura 1: Sudamérica representado a través de distintas proyecciones.

* Teniente 2º. Ingeniero Naval Hidrógrafo y Oceanógrafo. (msifon@shoa.cl).

Existen más de 200 tipos de proyecciones, pero se hará referencia solamente a la más usada en las cartas náuticas, la proyección Mercator, que fue ideada por el cartógrafo holandés Gerhard Kremer en 1569. Esta proyección se clasifica como una del tipo "Cilíndrica Conforme", en la que la red de paralelos y meridianos se representan como líneas rectas perpendiculares (ver figura 2), manteniendo los ángulos verdaderos en todas las direcciones, y por lo tanto mantiene sin distorsión las formas - lo que permite medir rumbos directamente sobre la carta - pero al hacer eso, genera un distanciamiento progresivo de los paralelos hacia los polos, y considerando que todos ellos se ajustan a un mismo largo, la escala no es constante (en la misma carta), y sólo se mantiene verdadera en su latitud media. En la figura 3 se muestra la distorsión generada por este tipo de proyección, donde se aprecia un aumento de la superficie representada a medida que uno se aleja de la latitud media, pero si aplicamos esto a pequeñas porciones de la Tierra, la forma de los accidentes geográficos será muy similar a la realidad.

Es prudente mencionar la importancia que reviste la escala de la carta, ya que dependiendo de ella será el objetivo de la carta, y los accidentes



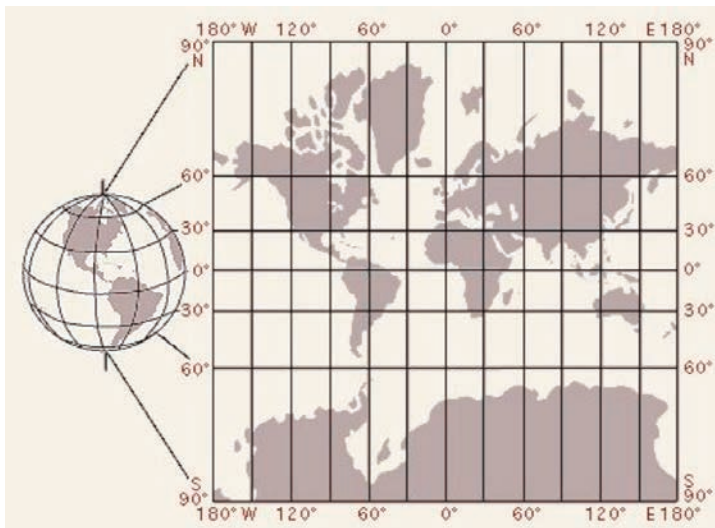
■ Figura 3: Distorsión generada por la proyección Mercator, considerando que sobre la superficie de la Tierra, todas las circunferencias tendrían la misma área.

geográficos que se verán representados dependerán principalmente de su tamaño y la utilidad que tengan para la navegación, además mientras mayor sea el factor de escala, más simplificado será el modelo, y por lo tanto no solamente tendrá menos objetos, sino que estos estarán más generalizados.

Sistema de referencia *dátum*

Habiendo ya entendido lo que es la proyección de una carta, es necesario considerar un sistema de referencia para ésta, que permita georreferenciar los objetos insertos en la carta (asignarle coordenadas). Existiendo muchos sistemas de referencia, este artículo se enfoca en los sistemas más utilizados en la cartografía náutica producida por el SHOA.

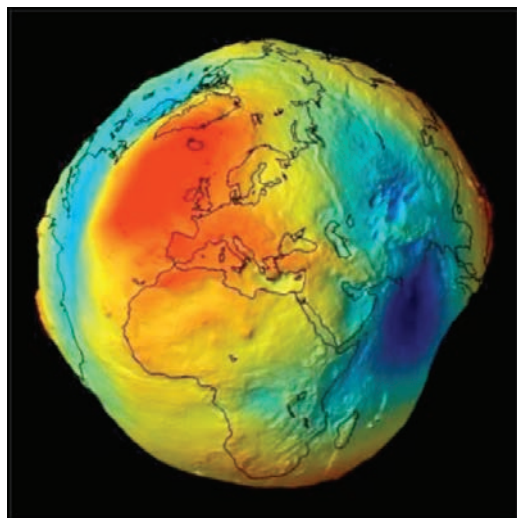
Se debe tener en cuenta que la forma de la Tierra no es solamente una esfera achatada en los polos, eso es una generalización muy poco precisa para un tema tan sensible como



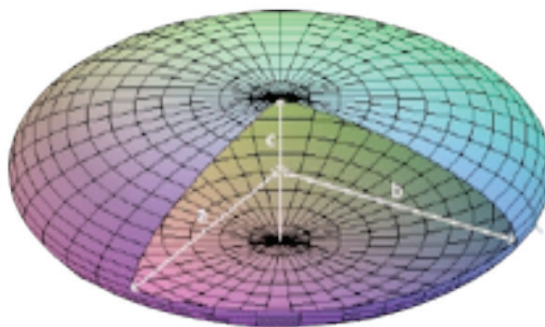
■ Figura 2: Proyección Mercator.

la seguridad a la navegación. Se considera que el cuerpo que más se asemeja a la Tierra es un geoide - superficie equipotencial que coincide con el nivel medio del mar, despreciando variaciones por marea (ver figura 4) – que es una superficie que no es regular. Además existe la superficie de referencia matemática, que es utilizada para definir las coordenadas geodésicas y cartesianas de un sector, que corresponde a un elipsoide (ver figura 5). Entre los sistemas de referencia utilizados en la cartografía náutica de Chile, se encuentran los asociados al elipsoide Internacional Hayford año 1924 con *dátum* local, aplicados en sectores específicos y para los que fue creado el *dátum*, originándose generalmente a partir de un Punto de Observación (P. de O.). Para el posicionamiento de los elementos de la carta, es necesario considerar las características propias del sector.¹

Más contemporáneamente y con la tecnología del GPS, se comenzaron a crear sistemas de referencia geodésicos que fueran útiles para áreas más grandes, como los continentes. Los satélites que alimentan de información a los GPS, para poder obtener posición, poseen distintos tipos de órbitas que obedecen a figuras y relaciones matemáticas.



■ Figura 4: Geoide: Figura equipotencial que mejor representa la forma de la Tierra.



■ Figura 5: Elipsoide: Figura geométrica que se genera al hacer rotar una elipse sobre uno de sus ejes.

Para dar origen a un sistema de referencia geodésico es necesario un punto en el que se intersece el geoide, el elipsoide y la superficie de la Tierra. A partir de éste, se crea una red de puntos que permiten generar el sistema de referencia conocido como *dátum*. Los más utilizados en Chile son PSAD 56 y SAD 69 (Provisional Sudamericano 1956 y Sudamericano 1969 respectivamente). Luego, y a modo de una solución integral, se creó un sistema de referencia geocéntrico, es decir, cuyo punto de origen está en el centro de la Tierra y no en la superficie, que se ajusta regionalmente, este sistema es conocido como WGS 84 (*World Geodetic System 1984*). Éste es el más utilizado hoy en día y toda la cartografía náutica está tendiendo a producirse con esa referencia, ya que los sistemas de navegación hoy en día están referidos al *dátum* WGS 84, lo que permite que el posicionamiento con GPS sea suficientemente preciso como para situarse con un error despreciable (en las cartas originadas en dicho *dátum*).

Es posible, en algunos casos, hacer transformaciones de *dátum*, siempre y cuando existan parámetros matemáticos de transformación, para lo que es necesario tener mediciones sobre el mismo punto en la superficie de la Tierra en los dos sistemas entre los que se requiere hacer la operación. Así, los elementos de cartas referidas a sistemas geodésicos como SAD 69, en algunos casos se pueden transformar a WGS 84 para facilitar el posicionamiento con GPS, pero los elementos de una carta cuyo sistema

1. Las cartas náuticas que tienen sistemas de referencia local o *Dátum* Local, no admiten posicionamiento mediante GPS, ya que son sistemas que están definidos solamente para ese sector, por lo tanto habrá un error al utilizar el GPS, lo que no significa en ningún caso que el sistema sea malo, sino que simplemente se debe utilizar otro método de posicionamiento

de origen sea local y/o no posea parámetros de transformación, no es posible convertirlos a otro sistema geodésico de referencia.

Los conceptos tratados previamente son fundamentales a la hora de elaborar una carta

náutica, y entenderlos es de gran ventaja para sus usuarios, permitiéndole conocer el propósito, los atributos, ventajas y desventajas de cada producto cartográfico, logrando un uso eficiente y seguro.

* * *