

2. DETERMINACIÓN DE LA POSICION

AUTOR: Ing. JORGE A. LARRALDE, (con modificaciones Ing. D'Onofrio)

2.1.- GENERALIDADES.-

Las técnicas hidrográficas están íntimamente relacionadas con la navegación. Los métodos utilizados para el control de la derrota de una embarcación son en principio, los mismos que se utilizan para determinar las coordenadas planas de puntos bajo el agua. Si se están relevando puntos de la superficie o subsuperficie del fondo marino, fluvial o lacustre desde una embarcación, las coordenadas planas o posición de la embarcación serán en principio las mismas que las del punto relevado.

Los adelantos mecánicos y electrónicos han mejorado la precisión en la determinación de la posición.

En las cartas antiguas podemos observar una relativa precisión de puntos y accidentes geográficos en Latitud, no así en Longitud. Esto se debe a que era relativamente sencillo determinar una distancia cenital a la estrella Polar o al Sol al mediodía, pero a pesar de los diferentes métodos inventados para determinar la Longitud, no se podían efectuar determinaciones precisas de esta coordenada.

La primera aproximación fue el requerimiento del Gobierno de Gran Bretaña que en el año 1713 se consideraba satisfecho si alguien construía un cronómetro con el cual se pudiera determinar la Longitud con la aproximación del medio grado. Para incentivar a los inventores, se ofrecía una recompensa de veinte mil Libras Esterlinas. John HARRISON un relojero británico, empleó mas de cuarenta años de su vida tratando de construir algo que se acercara a las especificaciones dadas por el Gobierno de Su Majestad. Sus principales enemigos fueron, la salinidad del ambiente marino que corroía las delicadas piezas que componían el prototipo, los movimientos acelerados del buque en el mar y los cambios bruscos de la temperatura que sacaban de medida las piezas de su prototipo. Recién en 1761 pudo determinar la posición de una embarcación en el mar con un error de menos de $1/3^\circ$, precisión superior a la requerida por las autoridades.

2.2.- DETERMINACION DE COORDENADAS

Durante la realización de los trabajos topográficos, se nos presenta en ocasiones, el problema de determinar las coordenadas de puntos inaccesibles, que podemos solucionar observando desde otros de coordenadas conocidas, ángulos a ese tercer punto incógnita (método de intersección directa).-

En Topografía utilizamos coordenadas absolutas o relativas para definir la posición de puntos en la superficie terrestre.

En el fondo del mar, de los ríos, lagos o lagunas se procede de la misma manera.

Antes de los últimos adelantos en posicionamiento electrónico, cuando se confeccionaba un plano topográfico o batimétrico para editar una carta de navegación, la posición planimétrica

absoluta de los puntos no era de suma importancia. Sí, era imprescindible fijar la posición planimétrica relativa de los bajofondos o peligros para la navegación con respecto a puntos conspicuos de la costa donde generalmente y de acuerdo a la importancia del peligro se levantan faros, balizas o cualquier tipo de señal conspicua, de manera que el navegante sorteara los peligros en base a su posición relativa a puntos de la costa. Estas señales que por supuesto figuran en la carta náutica, son utilizadas por los navegantes para controlar su derrota costera.

En la actualidad, la utilización del GPS y su ingreso a sistemas de información como la Carta Electrónica (EC) o el ECDIS (Electronic Chart Display and Information System) obliga a realizar los levantamientos en coordenadas absolutas (provistas por el GPS)

El levantamiento de superficies cubiertas por agua, se lleva a cabo mediante la determinación de las coordenadas de puntos que por lo general, son inaccesibles e invisibles. Es por lo tanto, imposible efectuar una selección de los puntos característicos a relevar que representen esa superficie y por eso debemos considerarlos en un número suficientemente grande como para que pueden llegar a representarla.

En aguas someras (poca profundidad) podemos hacer uso los métodos clásicos que nos provee la topografía (ver Fig.1.1).

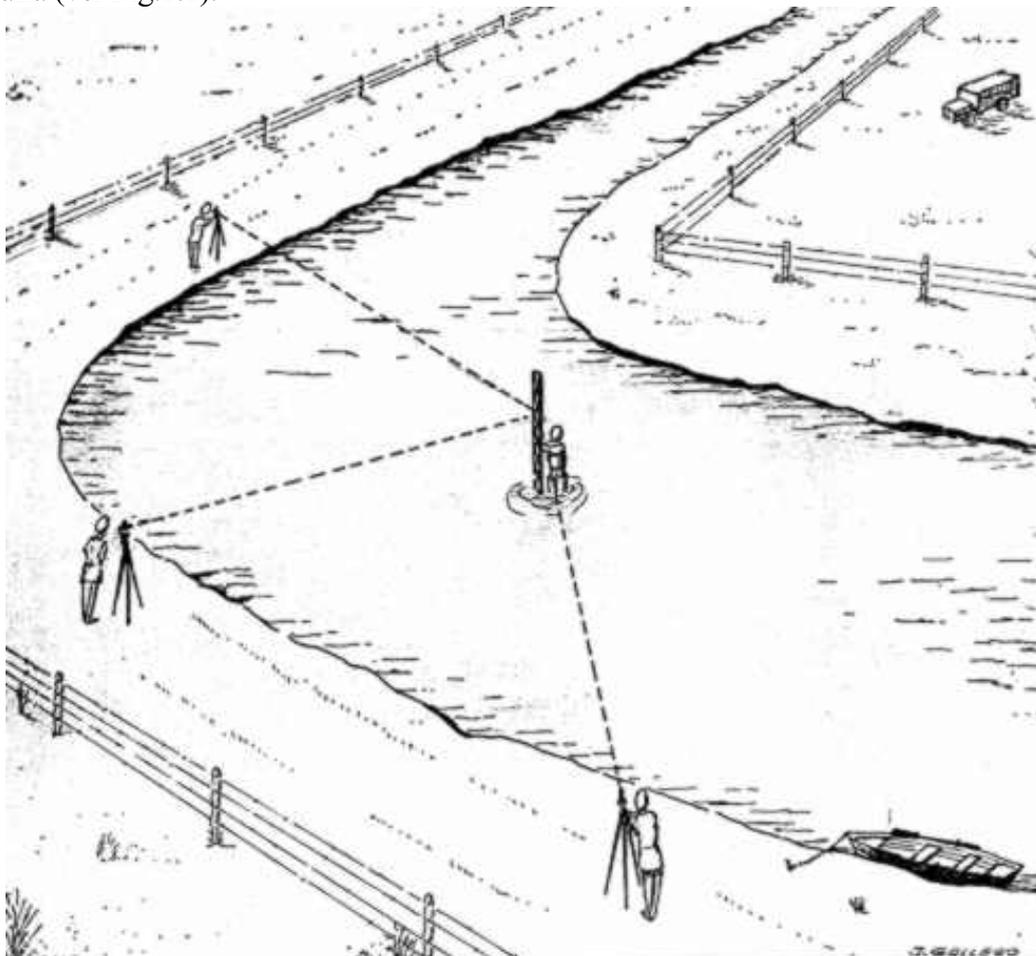


Figura 1.1

Existe una regla práctica en unidades inglesas para determinar si un curso de agua es vadeable:

"Cuando en un escurrimiento, el producto de la velocidad de su corriente en pies / segundo por su profundidad en pies, es nueve o mayor, no es posible vadearlo" (1pie=0,30480061m). Cuando la profundidad y / o la velocidad de corriente no permita el uso de este método , es necesario utilizar una embarcación (ver Fig.2.1).

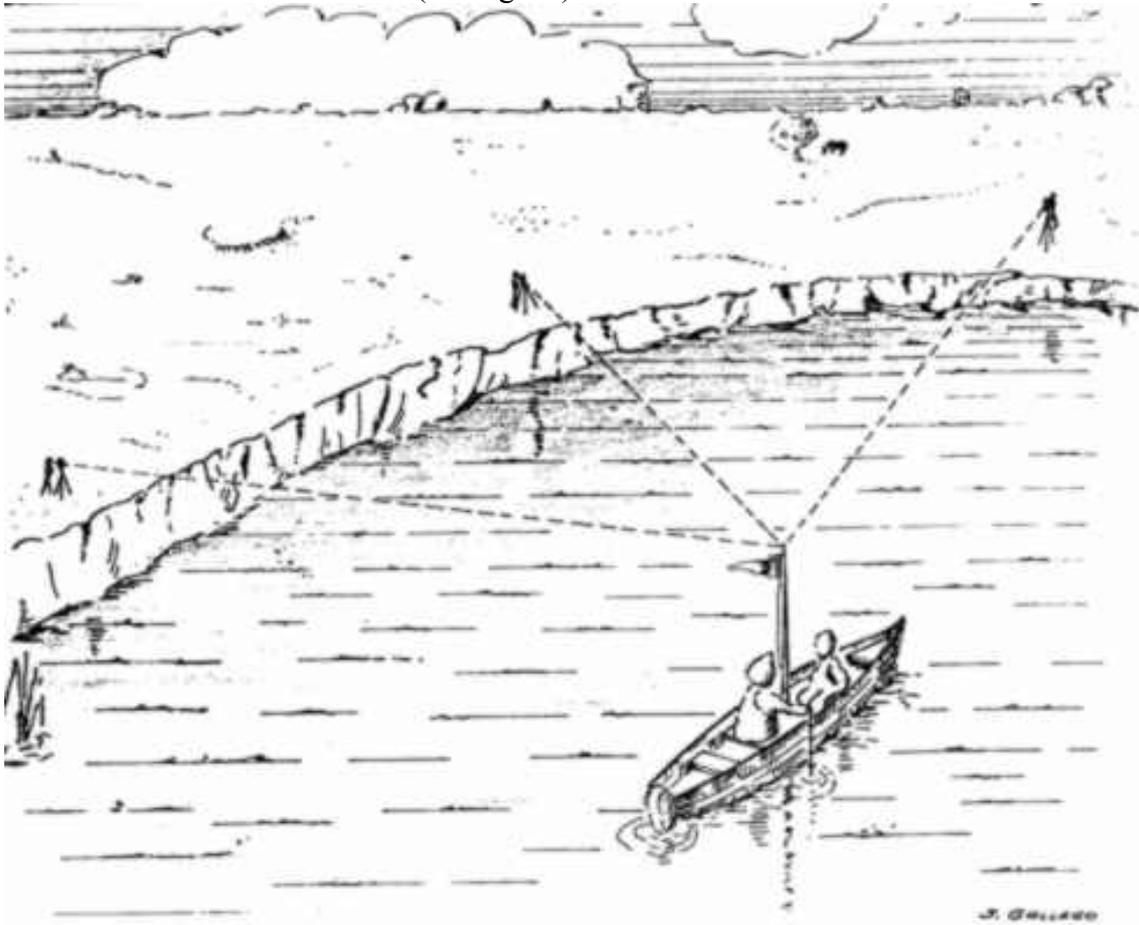


Figura 2.1

En grandes superficies, aún utilizando una embarcación, el tiempo necesario para estacionarla en cada punto de manera de materializarlo como si se tratara de una señal topográfica y proceder a su observación, sería exageradamente grande.

La embarcación lleva el sensor para medir la profundidad y a su vez es portadora de la señal topográfica que representa la proyección sobre la superficie del agua del punto cuyas coordenadas se desea determinar. No se estaciona en ningún punto en particular sino que navega lentamente con velocidad sensiblemente constante, mientras mide y registra profundidades en forma continuada (o efectúa el levantamiento de cualquier otro parámetro físico). Esto nos obliga a tener en cuenta el instante en que se llevan a cabo las observaciones.

La medición de la profundidad o parámetro que se esté censando, debe realizarse en forma simultánea con las observaciones necesarias para la obtención de las coordenadas planimétricas. Es decir se miden las coordenadas x, y, z, t, donde t es el tiempo de medición de x, y, z.
LA SIMULTANEIDAD DE LAS OBSERVACIONES, ASEGURA SU COINCIDENCIA EN EL PUNTO OBSERVADO.

La materialización de la proyección del punto a relevar puede hacerse:

- en la parte del buque o embarcación donde se han instalado los sensores correspondientes
- en un mástil o señal en la embarcación cuya posición planimétrica no coincide físicamente con la del sensor utilizado para el levantamiento, pudiendo hallarse este último dentro del buque o embarcación o remolcado fuera del mismo.-

En el primer caso las coordenadas que se determinen corresponden al punto relevado y en el segundo caso deberá efectuarse una corrección de coordenadas (corrección por excentricidad o corrección por off-set) (ver fig. 2.6).

Las coordenadas altimétricas se determinarán mediante el uso de sensores o mecanismos que permitan medir una distancia vertical desde el punto de la superficie del fondo o subfondo, hasta un plano o superficie de referencia. Este método es válido para dar cota a cualquier punto que se halle en, o bajo la superficie del fondo subacuático.

Determinar la posición de un barco o embarcación cualquiera, que se encuentre efectuando un levantamiento de cualquier índole, significa situar el punto que está ocupando en la superficie del agua, determinando sus coordenadas planimétricas instantáneas. Para hallar éstas últimas se pueden llevar a cabo:

- a)- observaciones (ópticas, electrónicas o combinadas) simultáneas, desde la embarcación a puntos trigonométricos de control en la costa (cuyas coordenadas son conocidas)
- b)- Ídem desde los puntos de control a la embarcación.
- c)- mediciones directas por medios mecánicos.
- d)- recepción satelital DGPS.

En los levantamientos hidrográficos, el tiempo juega un rol importante para identificar los instantes que corresponden a observaciones coincidentes.

Para aclarar éste concepto diremos que en topografía, la señal que materializa el punto cuyas coordenadas planimétricas debemos determinar, se halla inmóvil, por lo que las observaciones que se llevan a cabo, son coincidentes e independientes del tiempo.

En los trabajos hidrográficos, la señal (la embarcación) se mueve continuamente, por lo que la coincidencia de observaciones a un mismo punto se consigue haciéndolas en el mismo instante, con diferentes instrumentos.

La sincronización de las observaciones se efectúa de diferentes maneras:

- i.- Por intermedio de una señal visual (ver Fig. 2.2) diurna o nocturna, de acuerdo a un

código previamente establecido.

- ii.- Por intermedio de una señal radioeléctrica que puede ser emitida por radiotelefonía desde la embarcación, originada por un operador ("top"), o desde tierra, por un operador director.
- iii.- Por una señal electrónica interna de los sistemas integrados, cuya cadencia puede prefijarse.

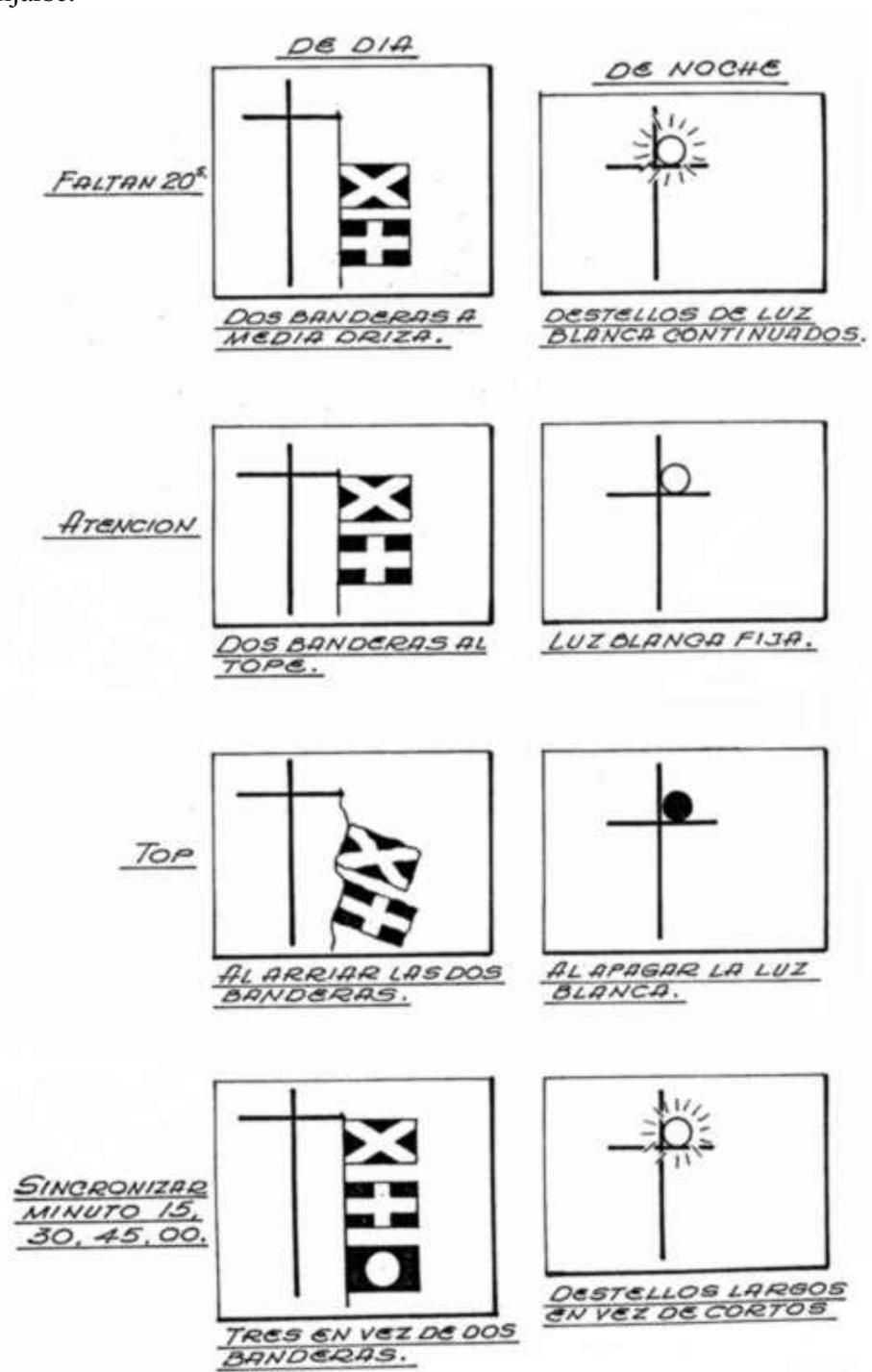


Figura 2.2

Esta operación incluida en las técnicas hidrográficas se lleva a cabo para "obtener la posición" (fix position) porque lo que realmente se hace es determinar las coordenadas planimétricas del punto que ocupa la embarcación en un instante dado, llamado también "punto estación" (point of station).

2.3.- LINEA DE POSICION

Una línea de posición (line of position: LOP) es el lugar geométrico de los puntos entre los cuales se encuentra el que ocupa la embarcación cuyas coordenadas planas queremos determinar.

El corte de dos o mas líneas de posición, definen geoméricamente el punto donde se halla situada la embarcación.

El concepto de línea de posición nace muy posiblemente de la utilización de medios ópticos de observación y de la representación gráfica de datos obtenidos para la determinación de las coordenadas del punto incógnita.

La gran cantidad de puntos cuyas coordenadas deben ser determinadas para representar una superficie subacuática, hace imposible la utilización de métodos analíticos de cálculo "a mano" por lo que hasta no hace muchos años, la posición determinada de puntos, utilizando métodos ópticos, dependía de una solución exclusivamente gráfica.

Actualmente, disponiendo de computadoras y los programas correspondientes, han puesto en desuso a los métodos gráficos. Mas aún, las coordenadas se obtienen a una velocidad tal que no es posible el ploteo "a mano" de los puntos sin la ayuda de graficador electrónico (plotter). No obstante, es conveniente el conocimiento de los métodos primarios que se pueden utilizar en casos de emergencia, de duda o para verificación.-

2.4.- DIFERENTES LINEAS DE POSICION

a) Línea de posición recta:

Queda definida por ejemplo, uno de los lados de un ángulo, que pasa por el punto estación (cuyas coordenadas se quieren determinar). Cuando por medio de un teodolito bisectamos un punto, la visual al mismo está determinando una línea de posición recta (ver Fig. 1.1, 2.1).

b) Línea de posición circular:

Al tomar una distancia desde un punto de coordenadas conocidas a otro cuyas coordenadas se desean determinar o viceversa, se define una circunferencia de posición con centro en el punto de estación del instrumental (ver Fig. 2.3).

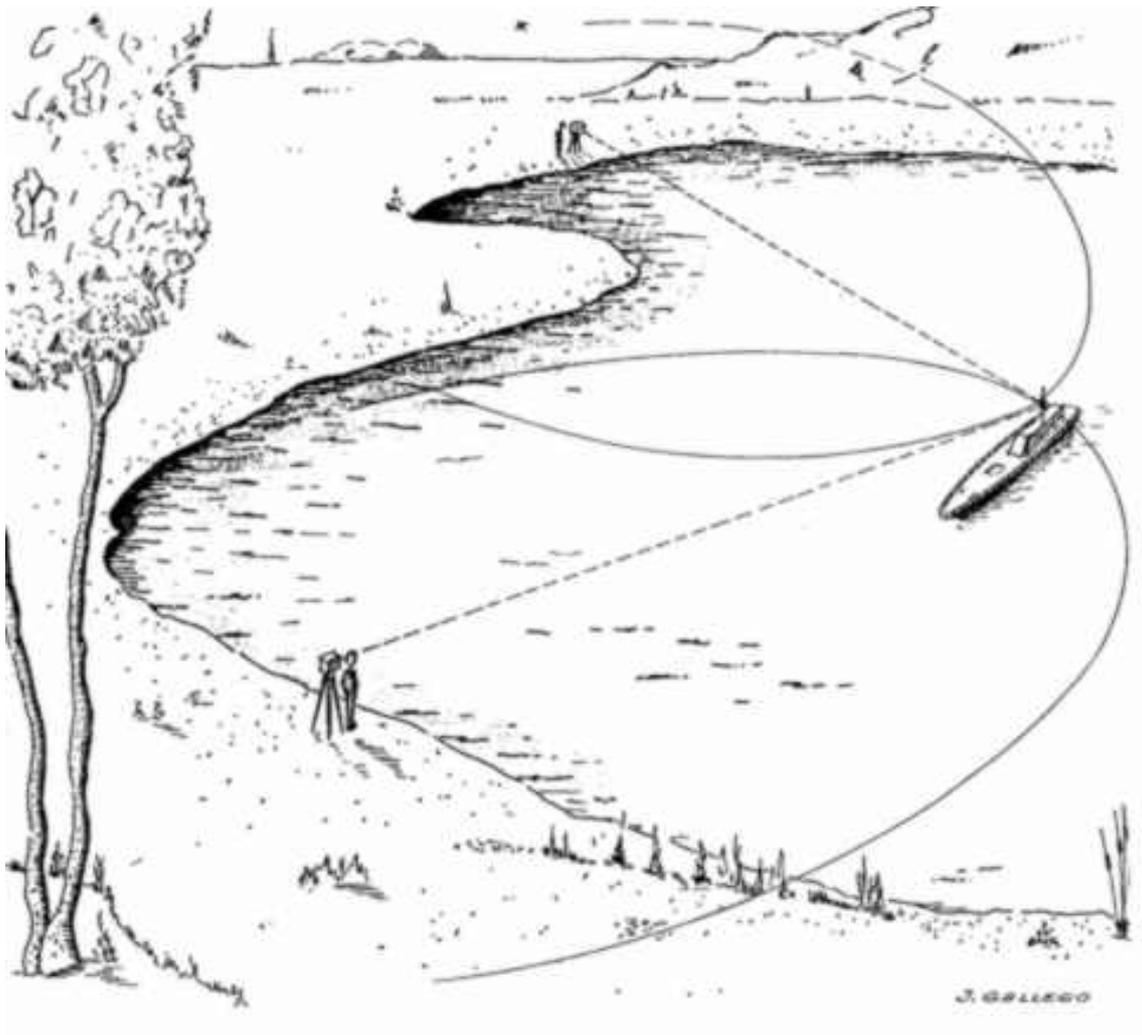


Figura 2.3

c) Línea de posición elíptica:

Queda definida por los puntos cuya suma de distancias a dos puntos de coordenadas conocidas (focos) es constante.

d) Línea de posición hiperbólica:

Queda definida por los puntos cuya diferencia de distancias a dos puntos de coordenadas conocidas es constante (ver Fig. 2.4).

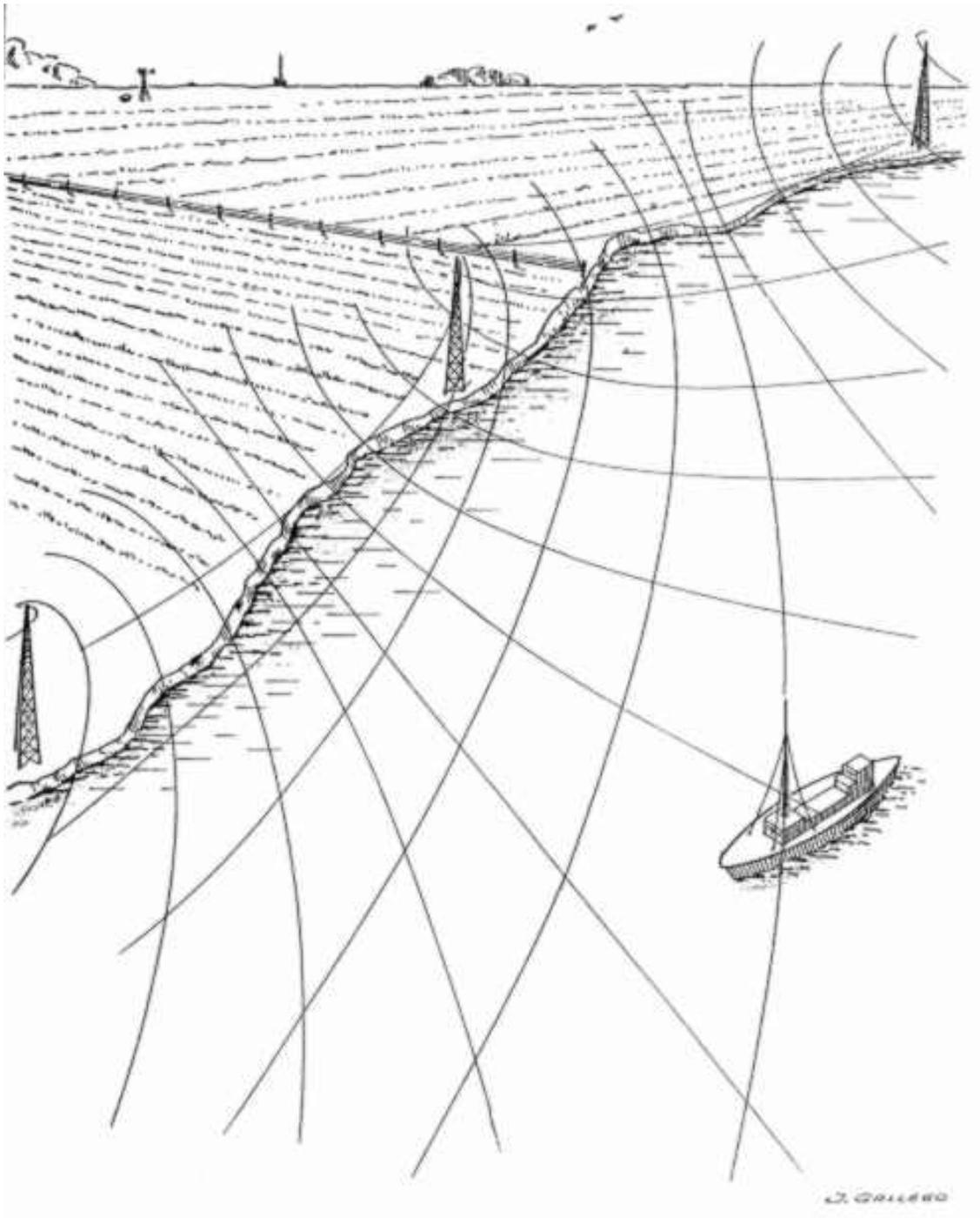


Figura 2.4

e) Línea de posición arco capaz.

Queda definida por la circunferencia que circunscribe un ángulo cuyo vértice es el punto estación y cuyos lados pasan por puntos de coordenadas conocidas. (ver Fig. 2.5). Esta circunferencia es el arco capaz correspondiente a un ángulo tomado desde un punto a otros dos de coordenadas conocidas.

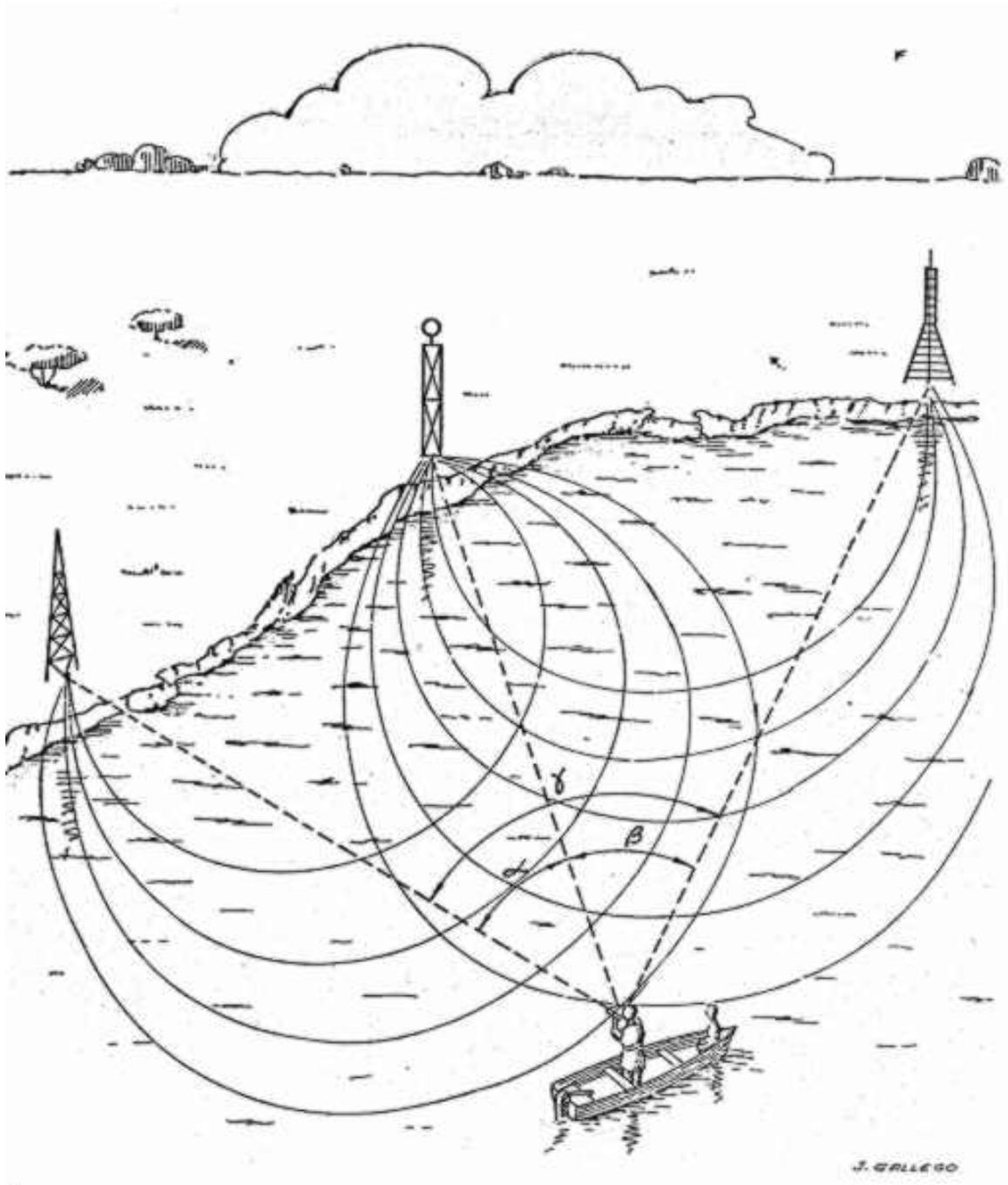


Figura 2.5

2.5. DETERMINACION DE LA POSICION

El corte de dos o mas líneas de posición, como ya se dijo, define la situación de la embarcación o determina en forma gráfica las coordenadas planimétricas del punto donde se encuentra.

Cuando utilizamos el método de intersección directa, la situación del punto estación queda

determinada por el corte de dos rectas de posición, correspondiente cada una, a la visual tomada con un instrumento óptico, desde puntos de coordenadas conocidas.

Cuando utilizamos el método de intersección inversa, la situación del punto estación queda determinada por el corte de dos arcos capaces correspondiente cada uno de ellos al ángulo tomado desde el punto estación, a otros de coordenadas conocidas.

Utilizando GPS o DGPS las distancias medidas a no menos de tres satélites, permiten la determinación de las coordenadas absolutas referidas a una superficie matemática del Sistema Geodésico Mundial/84 (WGS84). La distancia determinada a un satélite da como resultado una esfera de posición. Las distancias determinadas a dos satélites da como resultado una circunferencia de posición producto de la intersección de las dos esferas (una por satélite). Las distancias determinadas a tres satélites da como resultado dos puntos de intersección de la tercera esfera con las dos anteriores. El sistema permite descartar automáticamente el punto "imposible".

BIBLIOGRAFIA.

-A Brief History of the Method of Fixing by Horizontal Angles (COTTER et al) Revista del ROYAL INSTITUTE OF NAVIGATION Vol.25 N°4-Oct.1973.

TRABAJO PRACTICO N°1

1.-En la costa se han determinado las coordenadas planas locales de dos puntos trigonométricos a efectos de utilizarlos como puntos de control de sondaje:

PUNTO	X (N)	Y (E)
A	18150.00m	19650.00m
B	17850.00m	20400.00m

En cada punto se halla estacionado un teodolito de sondajes con lectura hasta 1' de arco. El teodolito estacionado en A hace origen en B y el estacionado en B hace origen en A. En un instante dado, se observa una embarcación sondadora en el punto P, bajo los siguiente ángulos:

A: $294^{\circ}12'$

B: $57^{\circ}24'$

El trabajo consiste en graficar la posición de los puntos A,B y P en un pequeño plano a escala E 1:10000 y determinar analíticamente las coordenadas planimétricas locales del punto P.

2.- (Ver figura 2.6) Un buque de levantamientos se encuentra navegando al Rv (Rumbo verdadero 030°) efectuando una corrida de sondajes. El punto del cual se determinan las coordenadas radioeléctricas se encuentra en P. La sonda hidrográfica se encuentra instalada sobre la borda en el punto S. Las medidas que se han tomado del plano de construcción del buque son:

PM : 27.50m
MS : 4.30m

Asimismo se ha determinado por observación en los registros respectivos la distancia M SS: 78m.

Determinar las correcciones ΔX y ΔY correspondientes a la sonda y al sonar lateral.

Figura 2.6- CORRECCION POR OFF-SET

Primer caso: El sensor se encuentra en el buque o embarcación de levantamiento pero planimetricamente no coincide con la posición planimétrica de P, elemento físico (mastil, antena etc) utilizado para la determinación de las coordenadas (X1,Y1).

El rumbo verdadero a que se navega es Rv.

S es la posición del sensor.-

Se miden a bordo las distancias MP y MS.

Se calcula en ángulo δ y la distancia PS.

Conocidos Rv, δ y PS se determinan los ΔX y ΔY correspondientes y por lo tanto X2, Y2.

Segundo caso: El sensor SS está siendo remolcado, hallándose en el punto .-

El rumbo verdadero a que se navega es Rv.

Se mide la distancia PA.

Se determina la distancia horizontal SS A, en función de la longitud de remolque y la profundidad a que se encuentra el sensor.

En función de la distancia P SS y el Rv se determinan los ΔX y ΔY correspondientes y por lo tanto X3 Y3.

