

# Después de la Bruma: Riesgos reales de colisión y las lecciones para no repetir la tragedia

Alfonso Kaiser, Ingeniero Naval, MSc, MBA, PfMP, PgMP, RMP.

Las Condes 16, abril de 2025

Soy ingeniero naval y Magíster en Ciencias Navales y Marítimas, y comencé mi vida en la Armada de Chile al ingresar a la Escuela Naval en 1985, retirándome en 2013 con el grado de Capitán de Fragata. Durante esos años, tuve el privilegio de navegar en submarinos y buques de superficie, incluyendo el BE Esmeralda, el AP Aquiles, el ATF Leucotón y remolcadores del proyecto Costa Afuera de ENAP.

Mi pasión por el mar no terminó con mi retiro. He navegado en veleros toda mi vida, y hasta hoy, el mar sigue siendo una parte fundamental de lo que soy. Aunque actualmente soy más conocido por mi trabajo en proyectos, gestión de riesgos y mi relación con la ingeniería en distintas universidades, no olvido mis raíces y vocación de marino.

En este análisis me centraré exclusivamente en las medidas preventivas previas al evento catastrófico, es decir, en las barreras que pueden evitar que el accidente ocurra. No abordaré las acciones posteriores a la materialización del evento. Este enfoque está alineado con la metodología de análisis de riesgos conocida como Bow Tie, que distingue claramente entre las causas que llevan a un evento y las consecuencias que se derivan de él.



Fig 1: Metodología "Bow Tie" para Gestión de Riesgos

## Responsabilidad del mando y vigilancia en el mar

Es importante destacar que la responsabilidad principal sobre la seguridad de la embarcación recae en el patrón o capitán. Más allá de las acciones que puedan tomar terceras partes o las condiciones externas, la seguridad comienza con las decisiones y medidas adoptadas a bordo. Esa es la primera línea de defensa ante cualquier riesgo en el mar.

Ningún medio tecnológico reemplaza la vigilancia activa. Por ello, debe establecerse un sistema de "guardias" que permita mantener conciencia situacional constante del entorno, especialmente en zonas de alto tráfico marítimo o condiciones meteorológicas adversas, donde la responsabilidad se duplica: por la presencia de múltiples embarcaciones en movimiento y por la posibilidad de que las condiciones del entorno afecten la visibilidad y el tiempo de reacción. En estos escenarios, mantener una vigilancia activa no es solo una recomendación: es una obligación ineludible del mando."

### Después de la Bruma: Riesgos reales de colisión y las lecciones para no repetir la tragedia

La lancha pesquera *Bruma*, siniestrada en un accidente marítimo en el que se presume que pudo haber colisionado con el PAM Cobra, se hundió como consecuencia del accidente. Su pérdida representa no solo una tragedia humana y material, sino también un llamado de atención sobre los límites de la tecnología embarcada cuando no se aplican buenas prácticas de navegación preventiva.

La *Bruma* era una embarcación de pesca artesanal de madera, tipo lancha maulina. Con sus casi 15 metros de largo y más de 4 metros de manga, era representativa de las embarcaciones utilizadas en la actividad pesquera artesanal del sur de Chile. Su tonelaje de registro grueso (TRG) alcanzaba las 23,3 toneladas. La construcción en madera, aunque noble y tradicional, es poco visible al radar, especialmente cuando no hay estructuras metálicas o dispositivos reflectantes complementarios.

Fondeada en las coordenadas **36°53'09" S y 73°40'58" O**, frente a las costas de la Región del Biobío, a aproximadamente 350 metros de profundidad, su casco de madera y perfil bajo la hacían particularmente difícil de detectar para los radares convencionales, especialmente en una zona tan abierta y con las condiciones meteorológicas imperantes de post frontal, con olas de 5 metros.

En esas condiciones, un buque mayor como el **PAM Cobra**, con radar operando en banda X y S, se enfrenta a serias dificultades para detectar una embarcación como la Bruma. Y es que las leyes de la física, sumadas a las limitaciones tecnológicas, conspiran contra la detectabilidad de esta clase de naves.

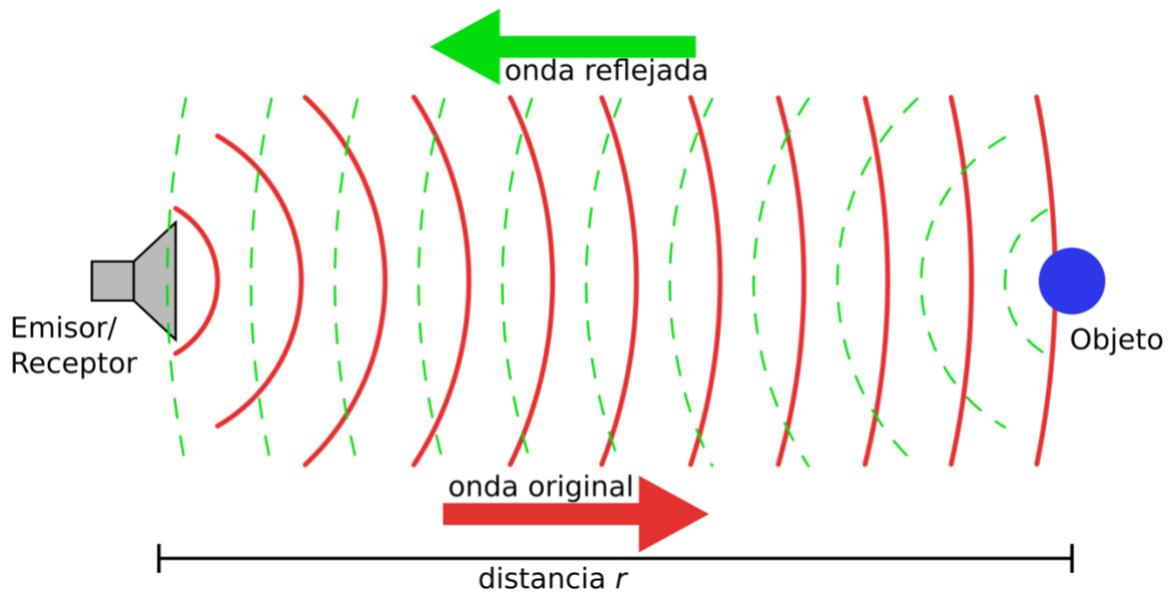


Fig 2: Concepto de Radar (Wikipedia)

### Bajo perfil en el radar

Su construcción en madera, a diferencia del acero o el aluminio, implica una escasa capacidad reflectiva frente a las ondas de radar. A esto se suma que su tamaño, aunque relevante para la pesca artesanal, la ubica en el umbral inferior de lo que los radares de un pesquero de alta mar (PAM) pueden detectar con fiabilidad.

Estudios indican que una embarcación de este tipo puede tener una **Radar Cross Section (RCS)**, que es lo que refleja la onda de radar y permite ser detectado por el equipo) de apenas **10 a 20 m<sup>2</sup> en banda X** (Frecuencia típica de Radares de embarcaciones menores) y apenas **1 a 3 m<sup>2</sup> en banda S** (Frecuencia típica de Radares de embarcaciones mayores). En mar calmado, esto podría bastar para ser vista por un radar moderno en rango medio. Pero con olas de 5 metros, ese eco se vuelve intermitente, difuso o incluso desaparece por completo, eclipsado por el clutter del mar (Retornos de la Tx del radar que nublan la pantalla) y las variaciones del ángulo de incidencia (lo que se denomina aspecto y es si el buque está de frente o costado u otro ángulo) .

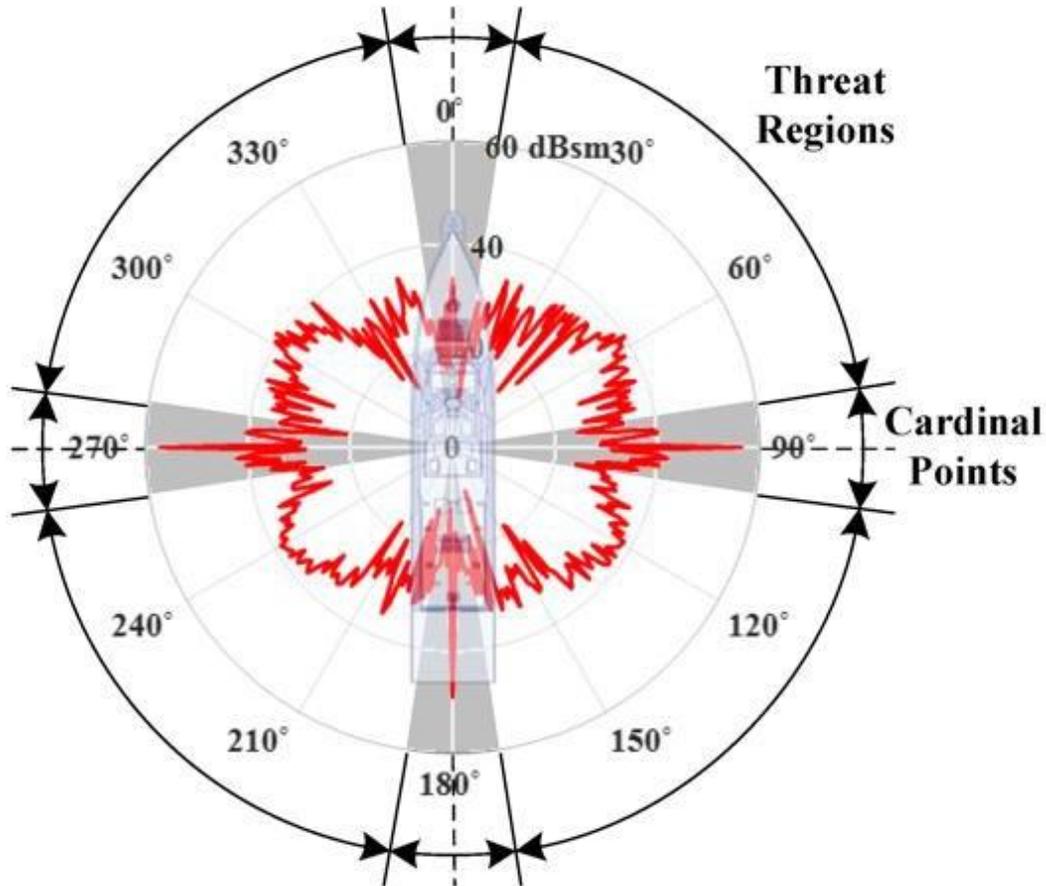


Fig 3: Concepto de RCS

### El mar: aliado del silencio

En condiciones de mar gruesa (olas de 5 metros), la Bruma puede desaparecer momentáneamente en los valles (senos) de las olas. Su RCS efectiva fluctúa de forma significativa, disminuyendo justo cuando el radar necesita mayor constancia para sostener un seguimiento automático.

A esto se suma que, en muchos buques mayores, los radares de banda "X" y "S" son preferidos en condiciones de lluvia o niebla por su mejor penetración atmosférica. Pero es justamente en estas bandas donde la Bruma resulta prácticamente invisible.

Un informe de la Guardia Costera de Estados Unidos (USCG Safety Alert 04-97) destaca que las embarcaciones con cascos de madera, fibra o plástico, sin estructuras metálicas ni reflectores radar, presentan firmas de radar débiles o nulas, lo que ha contribuido a numerosos incidentes por falta de detección oportuna, al igual que lo documentado en reportes del NTSB como el caso de la colisión entre el velero Ouzo y el Ferry Pride Bilbao el 2006, y en la guía de seguridad del Reino Unido MGN 349(M+F) sobre reflectores de radar en embarcaciones pequeñas

## Limitaciones incluso con sistemas ARPA

Incluso cuando el buque cuenta con sistemas de ayuda avanzada como el **ARPA (Automatic Radar Plotting Aid)**, las limitaciones físicas y tecnológicas persisten. El ARPA es una función integrada en radares modernos que permite rastrear automáticamente blancos detectados, calculando su rumbo, velocidad, CPA (Closest Point of Approach) y TCPA (Time to Closest Point of Approach). Esto brinda a la tripulación herramientas predictivas para evitar abordajes, siempre que los ecos de radar sean estables y suficientemente fuertes.

Sin embargo, en el caso de embarcaciones con baja sección transversal radar, como la *Bruma*, el ARPA puede fallar en generar o mantener un seguimiento fiable. Si el eco aparece de forma intermitente debido al movimiento del mar, a la baja reflectividad del casco o a la interferencia del clutter, el sistema puede descartar el contacto o perderlo antes de que se genere una alarma. En estos casos, el ARPA deja de ser una herramienta eficaz y el buque queda prácticamente “ciego” frente a ese blanco.

## Mejorar la detectabilidad: más allá del radar

Antes de considerar sistemas activos como el AIS, es importante señalar que una de las formas más básicas de mejorar la visibilidad en el radar es mediante el uso de un **reflector radar pasivo**. Estos dispositivos, contruidos con materiales metálicos dispuestos en ángulos que reflejan las ondas de radar de vuelta a su origen, pueden aumentar significativamente la sección transversal radar (RCS) de embarcaciones pequeñas y de materiales no reflectivos, como la madera.

En embarcaciones como la *Bruma*, su uso no solo debería ser recomendado, sino obligatorio, especialmente considerando que su casco no proporciona una señal clara por sí solo. En condiciones de mar agitado, la diferencia entre contar con un reflector radar y no tenerlo puede marcar el límite entre ser detectado o permanecer invisible para un buque de gran porte.



Fig 4: Distintos tipos de reflectores de radar instalados

### Una posibilidad adicional: ser vistos más allá del radar

Más allá de las capacidades del radar y del ARPA, existía otra alternativa concreta para que una embarcación como la *Bruma* pudiera haber sido detectada a tiempo: el uso del AIS. Este sistema no depende de la reflexión de ondas electromagnéticas ni de la visibilidad directa, sino de transmisiones activas que comunican en tiempo real la posición y movimiento del buque.

### ¿Qué es el AIS y cómo funciona?

El **Sistema de Identificación Automática (AIS)** es una tecnología de seguridad marítima que permite que las embarcaciones se comuniquen entre sí y con las autoridades en tierra mediante transmisiones automáticas por radio VHF. Cada embarcación equipada con AIS emite constantemente datos como su nombre, posición, rumbo, velocidad y tipo, los cuales son recibidos por otras embarcaciones en las cercanías, estaciones costeras e incluso satélites.

Esto crea un entorno de navegación mucho más seguro, ya que permite conocer la ubicación y trayectoria de otras embarcaciones en tiempo real, incluso si no son visibles en el radar o a simple vista.

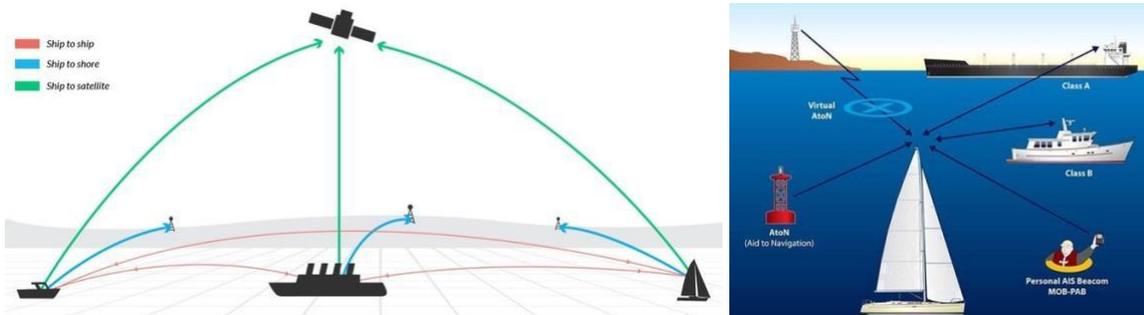


Fig 5: Concepto de AIS

### **Una analogía sencilla: el AIS como el Waze del mar**

Para quienes no están familiarizados con la navegación, el AIS puede compararse con **Waze**, la aplicación que usan los conductores para ver en tiempo real la ubicación de otros vehículos, accidentes o desvíos. Así como Waze permite anticipar un problema en la ruta, el AIS permite que un capitán vea por adelantado dónde están las demás embarcaciones, hacia dónde se mueven, y tomar decisiones informadas para evitar una colisión. La gran diferencia es que, en el mar, no hay semáforos ni pistas marcadas, por lo que esta información es aún más crítica.

### **El error de no utilizar el AIS**

En el caso de la *Bruma*, si bien estaba equipada con AIS, este no se encontraba activo al momento del incidente. No está claro si se trató de una decisión deliberada de la tripulación, una falla técnica o una omisión, pero su desactivación resultó ser un error fatal. La ausencia de su señal en los sistemas del PAM Cobra privó a la nave de una de las herramientas más eficaces para prevenir la colisión.

### **Otros medios complementarios de alerta: VHF y mensajes de seguridad**

Además del AIS, otra medida efectiva que pudo haberse implementado es la emisión de un **mensaje de seguridad mediante radio VHF**, conocido como *Sécurité* (también podría ser el mensaje *Pan-Pan*, dependiendo de las circunstancias). Esta llamada de voz, realizada desde la embarcación, se emite periódicamente para informar a otras naves en el área sobre la posición de fondeo, condiciones de visibilidad o cualquier situación relevante que implique precaución.

En el caso de la *Bruma*, si se hubiese utilizado este tipo de comunicación, las embarcaciones cercanas, incluido el PAM Cobra, habrían tenido una oportunidad adicional de tomar conocimiento de su presencia en tiempo real. Estas llamadas pueden ser realizadas directamente desde la propia embarcación, con un alcance típico de hasta **20 kilómetros** en condiciones normales de horizonte VHF, o a través de una **radioestación dependiente de la Autoridad Marítima**, como **Santa María Puerto Norte Radio (CBT-29)**. Esta última puede recibir la información proporcionada por la embarcación y transmitirla en intervalos a través de sus sistemas, extendiendo el alcance de la alerta gracias a la mayor potencia de sus equipos y a la altura de sus antenas.

### **Luces de fondeo: visibles, pero no infalibles**

El lugar elegido para fondear también tiene un impacto directo en la seguridad. Si la nave se encuentra fondeada fuera de las zonas recomendadas o usuales, la dotación debe extremar las medidas de señalización y vigilancia. Esto implica una

mayor responsabilidad por parte del patrón o capitán para asegurar que la embarcación pueda ser vista por otras naves que naveguen en sus cercanías.

Las **luces de fondeo** son un elemento esencial de señalización pasiva para toda embarcación que permanece detenida en el mar durante la noche. En condiciones de visibilidad normal y noches claras, su efectividad es alta: permiten a otras naves identificar la presencia de un objeto estático desde distancias significativas, especialmente si se utilizan luces de buena intensidad y ubicadas correctamente.

Sin embargo, en el caso de embarcaciones pequeñas como la *Bruma*, estas luces pueden perder efectividad relativa en condiciones meteorológicas adversas. **Olas de gran altura, lluvia intensa, bruma** o simplemente un ángulo de visión desfavorable desde la otra nave pueden hacer que estas luces no sean vistas con la anticipación necesaria para una maniobra segura. Además, si la luz queda oculta momentáneamente tras una ola o no cuenta con la intensidad adecuada, la probabilidad de ser detectado disminuye significativamente.

Por esta razón, las luces de fondeo deben ser siempre consideradas como un componente más dentro de un sistema de visibilidad múltiple, complementado por AIS, reflectores radar, vigilancia activa y emisiones de aviso por VHF.

### **Como último recurso: alertas pirotécnicas y canal 16 VHF**

Cuando todo lo anterior falla, aún existe una última línea de defensa: la reacción inmediata y decidida por parte de la tripulación. En estos casos extremos, siempre se puede recurrir al uso de los elementos pirotécnicos de señalización, obligatorios a bordo, como las bengalas rojas con paracaídas. Estas no solo emiten una señal visible tanto de día como de noche, sino que además iluminan el área circundante, facilitando la localización de la embarcación por parte de otras naves.

Junto con ello, deben realizarse llamadas por el canal 16 de VHF marítimo, la frecuencia internacional de socorro, dirigidas directamente a la nave más cercana o a cualquier buque en las proximidades. Estas acciones combinadas pueden marcar la diferencia y evitar un desenlace trágico, incluso si todo lo demás ha fallado.

Sin embargo, estas medidas solo pueden activarse si existe vigilancia activa. En embarcaciones pequeñas como la *Bruma*, donde el puente está contiguo a los camarotes, cualquier emergencia requiere que toda la tripulación sea alertada inmediatamente. Lamentablemente, según los registros de la radioestación y los buques del área, esto tampoco ocurrió en esta ocasión.

## Riesgo real, soluciones urgentes

La navegación en costas chilenas, con alto tráfico de embarcaciones artesanales, exige considerar este riesgo como real y urgente. Una lancha fondeada, sin reflector radar activo o AIS, podría no ser vista hasta que esté a muy poca distancia del pesquero de alta mar. A velocidad de navegación, esto reduce el margen de maniobra a segundos.

El riesgo no es teórico. Es estructural.

Reforzar el uso obligatorio de reflectores radar pasivos, promover el uso de luces de fondeo de alta intensidad y establecer protocolos de vigilancia visual en zonas de alta densidad pesquera podría marcar la diferencia entre una noche tranquila y un accidente evitable.

Además, es necesario implementar las siguientes medidas:

- **Vigilancia permanente en el puente**, especialmente en zonas de alto tráfico y condiciones meteorológicas adversas, como responsabilidad ineludible del mando independientemente si la embarcación esté fondeada o navegando.
- **Obligatoriedad del uso de AIS** para todo tipo de embarcaciones, incluso cuando se encuentren fondeadas a la gira.
- **Comunicación periódica con la autoridad marítima del área y/o difusión de la posición a las naves y embarcaciones circundantes mediante mensajes de seguridad (*Sécurité* o *PAM-PAM*) en el área.**
- **Obligatoriedad de contar con reflector radar pasivo** para embarcaciones pesqueras y deportivas mayores a 21 pies de eslora, y su uso sugerido en aquellas menores a esta medida.

## Conclusión

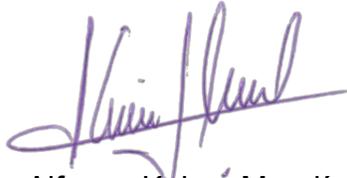
La mejor acción preventiva recae siempre en la propia tripulación, porque es la única sobre la cual el mando tiene control directo. Las demás barreras, tecnologías o medidas externas pueden fallar o depender de terceros, pero lo que hacemos a bordo depende únicamente de nosotros. Esta conciencia debe guiar cada decisión, cada guardia y cada acción preventiva.

Este análisis técnico no busca establecer responsabilidades judiciales ni señalar culpables, sino contribuir a la prevención de accidentes mediante la correcta identificación de causas y factores de riesgo. No se trata de buscar una "verdad" única, sino de entender qué falló para poder intervenir sobre esas causas y evitar que tragedias similares se repitan.

Los accidentes en el mar —como en muchas otras industrias de alto riesgo— no son resultado de un solo error o factor aislado. Por el contrario, se originan en una concatenación infortunada de riesgos que no fuimos capaces de identificar, anticipar o gestionar adecuadamente. Esta acumulación de factores, al no ser interrumpida a tiempo por barreras eficaces, desencadena finalmente un evento catastrófico. Comprender esta secuencia no solo es esencial para evitar la repetición, sino también para fortalecer nuestra capacidad preventiva como comunidad marítima.

La gestión de riesgos aplicada a la navegación debe enfocarse en anticipar, en actuar antes del evento catastrófico. AIS, reflectores radar, luces de fondeo, vigilancia activa y comunicaciones oportunas son herramientas disponibles que deben dejar de ser vistas como opcionales. Su implementación sistemática puede marcar la diferencia entre un tránsito seguro y una tragedia.

Porque en el mar, la invisibilidad no es solo una condición técnica: es un riesgo latente. Y cada decisión preventiva puede salvar vidas.



Alfonso Kaiser Mendía  
Ingeniero Naval, MSc, MBA