Dimensiones Fluctuantes de los Buques (1)

Criterio de Visibilidad o Eslora Invisible, Punto Ciego y Sectores Asociados

1.0 CAMPO DE VISIÓN.-

Resulta obvio, para cualquier profesional relacionado con el diseño y la construcción de buques mercantes, considerar que en el puente de navegación y maniobra, tanto el capitán, el oficial de guardia como el práctico de servicio deban contar, en todo momento y circunstancia, con el campo de visión más apropiado y amplio posible. En el pasado, no parecía necesario especificar las normas o proporcionar directrices y estándares sobre cómo conseguir una buena visibilidad desde este punto neurálgico del buque; pero los buques actuales, con sus grandes dimensiones, equipos y sistemas de carga especializada, han cambiado rotundamente todo esto.

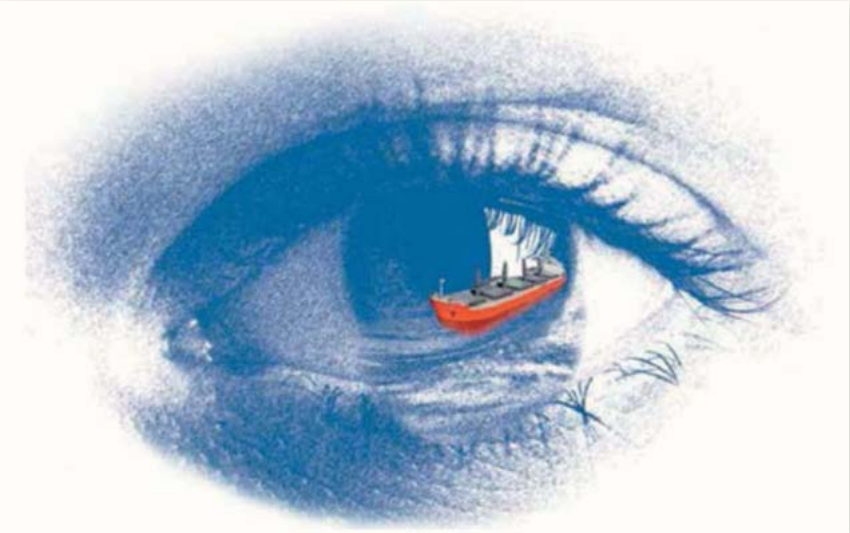

Fig. 1: Campo de visión.
Fuente: Wilhelmsen Ship Management.

El problema de la visibilidad restringida desde el puente de navegación y maniobra está más acentuado en buques especiales (tales como: prospección y perforación, transportes especiales, etc.); sin embargo, este interesante asunto afecta a cualquier tipo de buque. Un pésimo diseño del puente de navegación, puede producir un inadecuado campo de visión durante la navegación y maniobra del buque, lo que obstaculiza la capacidad del capitán, del oficial de guardia y del práctico de servicio para identificar, clara y concisamente, todo el área que les rodea.

En la gran mayoría de los casos, la visibilidad desde el puente de navegación, es tratada durante la etapa de diseño, donde un temprano reconocimiento del problema potencial es la mejor forma de asegurar una solución apropiada y garantizar un campo visual óptimo. Sin embargo, en los casos donde las restricciones de visibilidad se detectan una vez iniciada la construcción del buque, los armadores deben solucionar este asunto tan pronto como sea posible para evitar las costosas modificaciones posteriores a que se debe someter el buque con el objetivo de cumplir con las directrices establecidas por el Convenio Internacional SOLAS-74/88 (edición refundida - 2014). En este sentido, las restricciones del campo de visión desde el puente de navegación y maniobra de cualquier buque mercante pueden dividirse en dos categorías generales, veámoslas:

a) ***Obstrucción temporal o móvil.-*** En ésta categoría, considerada de carácter operativo, tenemos los contenedores o cualquier otro objeto y/o artefacto cargado en cubierta. Certificar un buque en estas circunstancias no debería ser un problema siempre y cuando se tomen la acciones necesarias para cumplir con los estándares aplicables.

b) ***Obstrucción permanente.-*** Ésta otra categoría de carácter permanente, abarca todo tipo de estructura que no pueda ser controlada operacionalmente después de entrar el buque en servicio. La certificación de un buque en estas condiciones puede denegarse cuando, a criterio de la IMO, la visibilidad desde el puente no garantice una navegación segura.

El puente de navegación y maniobra de cualquier buque mercante, debe plantearse con el fin de optimizar su ubicación y diseño para lograr el acceso continuo a la información visual situada fuera del mismo y la fácil cooperación entre los oficiales, proporcionando una gestión eficaz de los recursos disponibles de un puente seguro. Es por ello que, la visión de la cubierta de trabajo, ubicación de chimeneas, localización de los puestos de trabajo y el campo de visión general, deban ser optimizados para permitir que el buque navegue y maniobre con total eficacia y seguridad cuando sea gobernado por un único oficial (singladuras normales), dos oficiales en estrecha colaboración (cuando la carga de trabajo exceda la capacidad de una persona), o ante la presencia del servicio de practicaje.

Hoy en día, la mayoría de las consideraciones relacionadas con el diseño son fijadas por los ingenieros navales o por las propias limitaciones físicas del buque. Por ello, el puente de navegación debe ser proyectado, construido y equipado con el fin de:

a) Facilitar las tareas a realizar para que el oficial de guardia, sin ayuda y en condición normal de funcionamiento, sea capaz de mantener una vigilancia visual y auditiva apropiada así como disponer de todos los medios para llevar a cabo una evaluación completa de la situación y una navegación segura del buque bajo todas las condiciones operativas.

b) Promover el manejo seguro y efectivo de los recursos del puente, permitiendo un proceso de información rápido, continuo y efectivo que ayude a la toma de decisiones.

c) Permitir o minimizar el trabajo excesivo o innecesario y cualquier condición o distribución que pueda causar fatiga o interferir en una vigilancia apropiada.

Los proyectos actuales de los puentes de navegación integrados, se llevan a cabo en base a los criterios de diseño y disposición de todos los espacios de navegación basándose en el reconocimiento de los principales factores humanos y en la organización de tareas de trabajos realistas, adaptándose a las necesidades de espacio, funcionalidad y el cumplimiento de las normas internacionales[1]. Pero ahora cabe la pregunta siguiente: *¿porqué el proceso de la evolución de las funciones básicas del puente de navegación no mantiene el ritmo de los avances en tecnología?*, varios factores pueden explicarlo:

a) La tendencia de los marinos profesionales de cambiar, no solo de compañía naviera, sino también de tipo de buques. Incluso aquellos que dedican su vida a una única naviera rara vez tienen una relación fluida con los diseñadores de buques y por tanto no se conocen sus opiniones profesionales basadas en sus experiencias.

Fig. 2: Superestructura y puente de navegación
Fuente: www.flickr.com/photos.

b) La falta de evolución, de una parte de la construcción naval, a abandonar los puentes tradicionales.

d) La falta de coordinación entre todas las partes interesadas en la construcción del buque (armadores, diseñadores, ingenieros y capitanes).

e) El conservadurismo tradicional del marino mercante, junto con la disminución generalizada de la flota mercante en algunos países avanzados.

2.0 ASPECTOS HISTORICOS.-

Los problemas asociados al campo de visión desde el puente de navegación y maniobra, fueron ya detectados en los EE.UU a mediados de los años 60 con el desarrollo de los grandes buques petroleros y el fulgurante inicio de los buques portacontenedores con habilitaciones a popa. Como era de esperar, el USCG, realizó un interesante estudio sobre este asunto, que tras pasar un análisis pormenorizado, decidió remitirlo al Merchant Marine Technical Note No.2-67 bajo el título de: *"Forward visibility from the navigating bridges and pilot houses of vessel"*. A continuación, el MMT estableció el primer criterio de visibilidad desde el puente de navegación que se conoce, el cual estaba compuesto por las siguientes directrices:

1.- Bajo condiciones normales de carga, ninguna obstrucción a la vista sobre la línea de crujía en el puente debe originar, por delante de la proa, una distancia o eslora invisible mayor de 1,25 veces la eslora máxima.

2.- Los alerones del puente de navegación se extenderán, en ambas bandas, tanto como sea factible.

Este criterio de la MMT, también hacía referencia a dos categorías de aplicación,

a) Las recomendaciones del plan avisan de los peligros asociados al campo de visión del oficial de guardia en el puente de navegación ofrecidos por obstrucciones móviles o temporales.

b) El plan analizaba las acciones a tomar en el caso de que existan deficiencias en la visibilidad debido a estructuras permanentes del buque.

1.- Una investigación realizada por la Escuela de Arquitectura sobre la observación de operación en los puentes de navegación, ofrece conclusiones útiles para el diseño de los nuevos puentes desde el punto de vista ergonómico. Al parecer, el cuerpo humano funciona mejor cuando puede alternar las posiciones de sentado, de pie y caminar, de tal forma que reduzca la fatiga durante las navegaciones y aumente la concentración. En este sentido, las nuevas estaciones de trabajo para los barcos del futuro ofrecen ventajas a través de la combinación de un innovador diseño de silla de puente, con múltiples posiciones de asiento y un nuevo diseño de consola.

El 26 de junio de 1970, el USCG publicó un nuevo aviso titulado: *"Forward visibility from the navigation bridge"*, donde se reincidía en la política del USCG sobre visibilidad desde el puente de navegación estudiada años atrás, que además se utilizó como herramienta de actualización de su Marine Safety Manual. La política sobre visibilidad experimentó un grupo de importantes aclaraciones en el año 1976 con la adopción de tres criterios de posición exigidos a los buques mercantes con formas inusuales, tales como: los tipo Very Large Crude Carriers (VLCC's) y Liquefied Natural Gas (LNG)[2].

Una vez alcanzado este punto en el desarrollo de los estándares sobre el campo de visión desde el puente, el USCG decidió hacer un esfuerzo y proponer nuevas reglas con el fin de mejorar, aun más, la normativa existente en aquel momento. Las reglas fueron publicadas en el CGD 80-134 el día 11 de mayo de 1981. La mayoría de la 47 puntos de aclaración que recibió el USCG reconocieron que la mala visibilidad en los puentes de navegación era un problema importante; sin embargo, numerosos comentarios recomendaron la necesidad de participar en un fórum marítimo internacional antes de proseguir con el proceso de regulación iniciado. El USCG aceptó estas recomendaciones sin paliativos. Destacamos que el esfuerzo requerido sobre el escenario internacional no fue completado de inmediato.

En enero de 1982, los EE.UU, representados por el USCG, realizó una petición al Subcomité de Seguridad de Navegación de la IMO donde se hacía hincapié en la necesidad de crear una consideración especial dirigida específicamente al campo de visión desde el puente. En septiembre de ese mismo año, los EE.UU, remitieron su propuesta formal sobre este asunto a la IMO, recibiendo una respuesta favorable del Subcomité de Seguridad de Navegación en su 27 sección en octubre de 1982.

Fig. 3: Crude oil tanker "Hanne Knutsen" rumbo a Fawley oil refinery, off Coes, Isle of Wight
Fuente: www.dailymail.co.uk/news/article-235072/ - foto Tim Addison (agosto - 2011)

En la sección 28 de octubre de 1983, el Subcomité de Seguridad de Navegación de IMO, estableció un grupo de trabajo dedicado en exclusiva al estudio de este importante asunto. Usando parte del borrador desarrollado por la International Standards Organization (ISO) como documento básico de trabajo junto con las observaciones presentadas por países como Holanda, la antigua Republica Federal Alemana, los EE.UU, la International Radio-Maritime Committee (CIRM) y la International Chamber of Shipping (ICS). El grupo de trabajo desarrolló un proyecto de directrices cuyo borrador fue completado en la reunión del 29 de junio de 1984. Entre otras cosas, el Subcomité consideró la posibilidad de si era apropiado incluir una mención de las directrices en el Convenio SOLAS-74 y la utilización de medios, artificiales tales como ayudas electrónicas, como sustitución de la visibilidad directa desde el puente.

Por otro lado, el desarrollo y la utilización de grandes grúas y equipo especializado en la manipulación de carga, desembocó en un avance del desarrollo progresivo que estaban teniendo las directrices en vigor, creándose una nueva distribución general asociada al campo de visión,

2.- Una alternativa al método indicado se adjunta seguidamente. Se trata del procedimiento más complejo que se utilizó en el pasado para demostrar que un buque contaba con una visibilidad de navegación adecuada. Los tres puntos de visibilidad del ojo de un observador situado a 1,6 metros sobre la cubierta del puente de navegación deberán incluir:
a) La línea de crujía o plano diametral del buque.
b) La ventana frente al timón donde la intersección de la zona ciega y la extensión de la línea de crujía se minimiza; y
c) El alerón del puente de navegación donde la intersección de la zona ciega y la extensión de la línea de crujía del buque minimiza.
La zona ciega se considera que es el área donde no existe visibilidad debido a la existencia de restricciones por la estructura del buque o la carga.
Los límites de visibilidad recomendados en función de la eslora entre perpendiculares y de la manga máxima del buque fueron los siguientes:
a) Desde el punto de vista de la línea de crujía.
• La extensión máxima a proa de la zona ciega a partir de la perpendicular de proa será de 3,5 veces la eslora entre perpendiculares.
• La máxima anchura de la zona ciega en cualquier punto hacia delante de la proa será de 2 veces la manga máxima del buque.
b) Desde el punto de vista de la ventana frente al timón.
• La máxima longitud de la zona ciega en la intersección de la línea de crujía será de 2,3 veces la eslora entre perpendiculares.
• La máxima anchura de la zona ciega en cualquier punto hacia delante de la proa será de 2 veces la manga máxima del buque.
c) Desde el punto de vista del alerón.
• La máxima longitud de la zona ciega en la intersección de la línea de crujía es la eslora entre perpendiculares.
• La máxima anchura de la zona ciega a cualquier distancia hacia la proa es 2,3 veces la manga máxima del buque.

Fig. 4: Remolcador empujando un conjunto de gabarras por el Rio Mississippi (LA)
Fuente: tugster.wordpress.com

distinguiendo entre *"zona ciega"* y *"sector ciego"* (la distinción que se acaba de indicar es similar a la realizada por el IMO/MarAd-sponsored studies y varias organizaciones de prácticos):

- ***Zona ciega (blind zone)***.- Para un observador situado en el puente de navegación sobre la línea de crujía (plano diametral), son las zonas donde las restricciones de visibilidad debido a la existencia de estructura del buque o cubertada obstaculizan el campo de visión con un arco mayor de 10º.

- ***Sector ciego (blind sector)***.- Para un observador situado en el puente de navegación sobre la línea de crujía (plano diametral), son los sectores ciegos causados por mástiles, grúas, plumas, utensilios de carga, etc., cuyas restricciones de visibilidad obstaculizan un arco de visión igual o menor de 10º.

En relación a la norma de aplicación de ambos conceptos, el USCG aceptó los siguientes enfoques: a) características de visibilidad coincidentes con los principios recogidos en la norma aportada por un organismo reconocido por los EE.UU; y b) aplicando las directrices sobre visibilidad recogidas en su Marine Safety Manual, basadas en las características encontradas en buques existentes con visibilidad adecuada.

En la incansable lucha por demostrar los problemas graves que un campo de visión erróneo podía generar en una navegación segura, el USCG alertó a los armadores y constructores de gabarras de importantes sospechas sobre la existencia de problemas de visibilidad, que si existiera y fuese detectada por los inspectores, podría restringir el remolque de la gabarra o conjunto de gabarras en la zona donde opere. No obstante, el USCG decidió aplicar los criterios de visibilidad únicamente cuando el remolcador esté empujando a la gabarras o conjunto de gabarras.

Como respuesta alternativa a las directrices presentadas por el USCG; a mediados de 1985, la IMO presentó un borrador de reglas dispuestas en dos grupos: el primero (11 reglas) asociadas al campo de visión y, el segundo (4 reglas) relacionadas con la estructura de las ventanas del puente de navegación. Sin embargo, no fue hasta el día 6 de noviembre de 1991, cuando en el punto 10 de la Asamblea de la IMO quedó aprobada la resolución A.708(17) *"Visibilidad y funciones en el puente de navegación"*, que formó parte del anexo titulado *"Directrices relativas a la visibilidad desde el puente de navegación"*. Esta resolución estaba dividida en cuatro puntos: a) alcance, b) aplicación, c) campo de visión (9 reglas) y, d) ventanas del puente (4 reglas). La Resolución reconocía que la falta de visibilidad adecuada en el puente de navegación puede repercutir negativamente en la seguridad del propio buque y en la de otros, así como en el medio marino, por lo que se consideró necesario garantizar que en la fase de proyecto de los buques se prevea en todo momento visibilidad suficiente desde el puente de navegación para mantener la seguridad de la navegación. Las recomendaciones hechas por el MSC en su 59º periodo de sesiones, instó a los gobiernos a que se aseguren de que:

a) La visibilidad desde el puente de navegación de los buques satisface las directrices sobre visibilidad desde el puente de navegación que figuran en el anexo de la resolución;

b) El puente de navegación del buque no se utiliza para otros fines que no sean la navegación, comunicaciones y otras funciones esenciales para la utilización segura del buque y de sus máquinas y la seguridad de la carga.

En resumidas cuentas, se trataba ya de una guía para estandarizar las condiciones mínimas de visibilidad desde el puente de navegación que en muchos casos resultaba restringida debido a la altura de la cubertada.

Además, se invitó al MSC para que considerara la elaboración de las disposiciones necesarias que aseguren una norma adecuada de visibilidad desde el puente de navegación, mediante una enmienda al Convenio SOLAS-74/88.

En las enmiendas al Convenio SOLAS-74/88, aprobadas el 25 de mayo de 1994 que entraron en vigor el 1 de enero de 1996, ya se introdujo en el capítulo V una nueva regla 22 adoptada por el MSC con el objetivo de mejorar el campo de visión desde el puente. La regla se aplicaba a los buques de eslora no inferior a 45 metros, construidos el 1 de julio de 1998 o posteriormente.

El anexo núm. 7 de la resolución MSC.99(73) de 5 de diciembre de 2000, adoptó un grupo importante de enmiendas al Convenio SOLAS-74/88. Entre ellas destaca el texto consolidado completo del capítulo

V que entró en vigor el 1 de julio de 2002, derogando todo lo relacionado anteriormente con este asunto. El 1 de julio de 2006 se introdujo una corrección a la *"eslora mínima"*, mediante la resolución MSC.142(77) de 5 de julio de 2003, a partir de la cual se aplicaba la regla 22.1.1 a los buques de eslora no inferior a 55 metros.

Una nueva resolución de MSC volvió a modificar la regla 22 del capítulo V de SOLAS-74/88, en concreto se trató de la MSC.201(81), adoptada el 18 de mayo de 2006 y que entró en vigor el 1 de julio de 2010. Mediante dicha resolución, se añadió un nuevo párrafo 22.4 relacionado con las prescripciones sobre el cambio de agua de lastre.

Del 26 al 30 de noviembre de 2012, el MSC con el objetivo de poder proporcionar una orientación más específica sobre las expresiones vagas recogidas en los instrumentos de la IMO, tales como *"el costado del buque será visible desde el alerón del puente"*, susceptibles de interpretarse de diferentes maneras, aprobó las interpretaciones unificadas revisadas del capítulo V del Convenio SOLAS-74/88, elaboradas por el Subcomité de Seguridad de la Navegación, que figuran en el anexo de la resolución MSC.1/Circ.1350/Rev.1 de 4 de diciembre de 2012.

3.0 CONVENIO INTERNACIONAL SOLAS-74/88 (Edición Refundida - 2014).-

El capítulo V *"Seguridad de la navegación"*, regla 22 *"Visibilidad desde el puente de navegación"*, del texto refundido del Convenio Internacional SOLAS-74/88, en vigor desde el 1 de enero de 2014, establece:

Fig. 5: Línea de crujía del MV "Cape Agamemnon".
Fuente: www.capitalship.gr

1 Los buques de eslora no inferior a 55 metros, según se define ésta en la regla 2.4 (por eslora de un buque se entiende su eslora total o máxima), construidos el 1 de julio de 1998, o posteriormente, cumplirán las siguientes prescripciones:

1.1. La vista de la superficie del mar desde el puesto de órdenes de maniobra no deberá quedar oculta en más del doble de la eslora, o de 500 metros (1.640 pies), en función de cual sea menor, a proa de las amuras y a 10º a cada banda en todas las condiciones de calado, asiento y cubertada.

1.2. Ningún sector ciego debido a la carga, el equipo de manipulación de carga u otras obstrucciones que haya fuera de la caseta de gobierno a proa del través, que impida la vista de la superficie del mar desde el puesto de órdenes de maniobra, excederá de 10º. El arco total de sectores ciegos no excederá de 20º. Los sectores despejados entre sectores ciegos serán de 5º como mínimo. No obstante, en el campo de visión descrito en 1.1., cada sector ciego no excederá de 5º.

1.3. El campo de visión horizontal desde el puesto de órdenes de maniobra abarcará un arco no inferior a 225º que se extiende desde la línea de proa (línea de crujía) hasta 22,5º a popa del través en ambas bandas del buque.

1.4. Desde cada alerón del puente, el campo de visión horizontal abarcará un arco de 225º como mínimo que se extiende 45º en la amura de la banda opuesta a partir de la línea de

Fig. 6: Buque metanero "Gemmata".
Fuente: www.flickr.com/photos/

proa (línea de crujía), más 180º de proa a popa en la propia banda.

1.5. Desde el puesto principal de gobierno, el campo de visión horizontal abarcará un arco que vaya desde proa hasta 60º como mínimo a cada lado del eje del buque.

1.6. El costado del buque será visible desde el alerón del puente[3].

1.7. La altura del borde inferior de las ventanas delanteras del puente de navegación sobre el nivel de la cubierta del puente será la mínima posible. El borde inferior no constituirá en ningún caso una obstrucción de la vista hacia proa según se describe en esta regla.

1.8. El borde superior de las ventanas delanteras del puente de navegación permitirá que un observador cuyos ojos estén a una altura de 1.800 milímetros por encima de la cubierta del puente pueda ver el horizontea proa desde el puesto de órdenes de maniobra cuando el buque cabecee en mar encrespada. Si la Administración considera que esa altura de 1.800 milímetros no es razonable ni factible, podrá permitir que se reduzca, pero no a menos de 1.600 milímetros.

1.9. Las ventanas cumplirán las prescripciones siguientes:

1.9.1. A fin de evitar reflejos, las ventanas delanteras del puente estarán inclinadas con respecto al plano vertical, con el tope hacia fuera, formando un ángulo no inferior a 10º ni superior a 25º;
1.9.2. Se reducirá al mínimo la presencia de elementos estructurales entre las ventanas del puente de navegación, y no se instalará ninguno de ellos inmediatamente delante de cualquier puesto de operaciones;
1.9.3. No se instalarán ventanas con cristal polarizado o ahumado.
1.9.4. En todo momento, e independientemente de las condiciones meteorológicas, al menos dos de las ventanas del puente de navegación proporcionarán una vista clara y, según la configuración del puente, habrá otras ventanas que proporcionen también una vista clara.

2 Siempre que sea factible, los buques construidos antes del 1 de julio de 1998 cumplirán lo prescrito en los párrafos 1.1 y 1.2. No se exigirán, sin embargo, modificaciones estructurales ni equipo adicional.

3 En los buques de proyecto no tradicional que, a juicio de la Administración, no puedan cumplir

Fig. 7: ULCC "Ti Europe".
Fuente: https://www.flickr.com/photos

3.- MSC.1/Circ.1350/Rev.1 (04.12.2012); "Interpretaciones unificadas del capítulo V del Convenio SOLAS-74/88", Regla V/22.1.6.

1. Se cumplirán las prescripciones de la regla V/22.1.6 del Convenio SOLAS-74/88 cuando:
a. No se obstruya la línea de visión que va desde el alerón del puente más una distancia que corresponda a la distancia razonable y segura a la que pueda asomarse un marino por el extremo del alerón del puente, la cual no debe necesariamente ser más de 400 milímetros, hasta un punto situado directamente en vertical bajo la manga máxima con el buque a su calado máximo de navegación marítima; o
b. Sea visible la superficie del mar a lo largo de la totalidad de la eslora del buque, con el buque a su calado máximo de navegación marítima, desde el extremo del alerón del puente, a una distancia transversal que supere a la manga máxima en 500 milímetros o más.
2. Se adjunta asimismo un esquema en el que se muestran las interpretaciones unificadas (Ver Fig.19).
3. Para ciertos tipos de buques, como los remolcadores, los buques de suministro mar adentro, los buques de rescate, los buques de trabajo (por ejemplo, los buques grúas), etc., a fin de cumplir lo prescrito en la regla V/22.1.6 del Convenio SOLAS, los alerones del puente deberían extenderse, como mínimo, hasta un punto desde el cual sea visible la superficie del mar a lo largo de la totalidad de la eslora del buque, con el buque a su calado máximo de navegación marítima, a una distancia transversal de 1500 milímetros de la manga máxima. Si se modifica el tipo de buque por otro distinto de aquéllos a los que se refiere el presente párrafo, la interpretación que figura aquí ya no se aplicaría.
4. Podrá aceptarse el empleo de un sistema de cámara remota en los buques de proyecto no tradicional, distintos de los mencionados en el párrafo 3 supra, como medio para poder ver el costado del buque desde el alerón del puente, siempre que se cumpla lo siguiente:
- El sistema de cámara remota instalado sea redundante desde el disyuntor hasta la cámara y la pantalla, incluidos los cables de comunicaciones; es decir, el sistema debe proveer a ambos lados del buque redundancia de lo que sigue: a) Los cables del suministro eléctrico y los disyuntores que van desde el cuadro de distribución principal hasta la cámara y la pantalla; b) La cámara; c) La pantalla; d) Las líneas de transmisión desde la cámara hasta la pantalla; y e) Los componentes correspondientes a estas líneas y cables;
- El sistema de cámara remota se alimenta del suministro principal de energía eléctrica del buque y no necesita del suministro de energía eléctrica de emergencia;
- El sistema de cámara remota puede funcionar ininterrumpidamente en las condiciones medioambientales que se indican en la prescripción unificada E10.
- La panorámica que facilita el sistema de cámara remota cumple lo estipulado en la regla V/22.1.6 y puede visualizarse también en los emplazamientos en los que puede ser necesario maniobrar el buque;
- El observador puede ver desde el través el borde superior del costado del buque desde los emplazamientos en los que puede ser necesario maniobrar.

la presente regla, se tomarán medidas para obtener un grado de visibilidad que se aproxime tanto como sea factible al prescrito en la presente regla.

4 No obstante lo prescrito en los párrafos 1.1, 1.3, 1.4, y 1.5, el cambio de agua de lastre podrá efectuarse siempre y cuando:

4.1. El capitán haya determinado que es seguro efectuar el cambio y tenga en cuenta todo aumento de sectores ciegos o toda reducción del campo de visión horizontal derivados de la operación a fin de garantizar que en todo momento se tiene una vigilancia adecuada;
4.2. La operación se lleve a cabo de conformidad con el plan de gestión del agua de lastre del buque, teniendo en cuenta las recomendaciones sobre el cambio de agua de lastre adoptadas por la Organización; y
4.3. El comienzo y el fin de la operación se anoten en el registro de las actividades relacionadas con la navegación del buque, con arreglo a lo dispuesto en la regla 28.

4.0 METODOLOGÍA DE INTEGRACIÓN DEL CAMPO DE VISIÓN EN EL PROCESO DE DISEÑO.-

La metodología que debe utilizarse para integrar las consideraciones de visibilidad en el proceso de diseño tendrá como finalidad conseguir un proyecto ergonómico[4] eficaz del puente de navegación y su equipo, que mejore la fiabilidad y la eficacia de la navegación y que además, facilite una visión general a la normativa establecida por las Sociedades de Clasificación de Buques en materia de construcción y seguridad marítima vinculado con la regla V/22 del Convenio SOLAS-74/88 (edición refundida -2014). Por ello, las directrices que se incorporan a continuación, no incluyen solo aspectos ergonómicos, sino también una disposición del puente de navegación de carácter funcional a fin de ayudar al personal de guardia a desempeñar sus tareas.

Las disposiciones incluidas en: MSC/Circ.982 (20.12.00), *"Directrices sobre criterios ergonómicos para el equipo y la disposición del puente"* tienen el propósito de suministrar prescripciones ergonómicas aplicables al equipo y a la disposición del puente de navegación con el objetivo de contribuir a la coherencia, fiabilidad y eficacia de las operaciones realizadas en el mismo.

4.1 Puestos de trabajo y control.-

El punto 4 del anexo del MSC/Circ.982, establece los puesto de trabajo y control siguientes:

1. ***Puesto de navegación y maniobra***.- Puesto principal para el gobierno del buque, concebido para trabajar sentado o de pie con óptima visibilidad y una presentación integrada de la información y el equipo necesarios para dirigir el buque y para estudiar todos sus movimientos. Desde este lugar será posible utilizar el buque en condiciones de seguridad, en particular cuando sea preciso realizar una secuencia rápida de acciones. El puesto de navegación y maniobra se ubicará, si es factible, a estribor del eje longitudinal y próximo a éste.

2. ***Puesto de vigilancia***.- Puesto desde el cual es posible observar permanentemente, de pie o sentado, el equipo en funcionamiento y su entorno. Cuando varios tripulantes están trabajando en el puente, sirve para relevar al oficial del puesto de navegación y maniobra o para que el capitán o el práctico de servicio realicen funciones de control y asesoramiento. Este puesto se ubicará, si es factible, a babor del eje longitudinal y próximo a éste.

3. ***Puesto de gobierno manual/automático o del timonel***.- Puesto desde el cual un timonel puede gobernar el buque hasta donde esté legalmente autorizado o se considere necesario, preferiblemente concebido para trabajar sentado. De ser posible, el puesto de gobierno manual se ubicará en el eje longitudinal. Si la vista hacia proa queda obstruida por mástiles, puntales, grúas, etc., el puesto de gobierno manual se ubicará a estribor del eje longitudinal, a una distancia suficiente para obtener una vista clara hacia proa. Si el puesto de gobierno manual no está situado en el eje longitudinal, se facilitará referencias especiales para el gobierno del buque durante el día y durante la noche, por ejemplo marcas de avistamiento a proa (luz de gobierno).

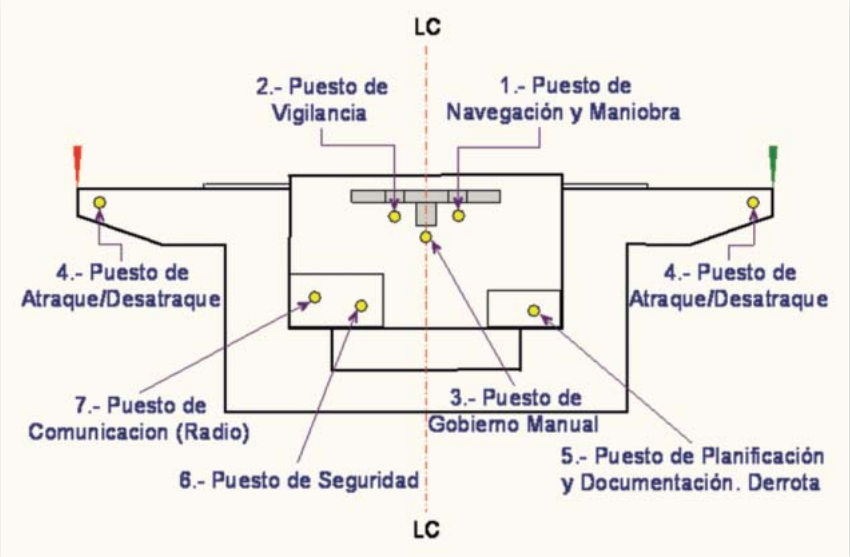

Fig. 8: Puestos de control de un puente de navegación.
Fuente: Elaboración propia.

4.- La Ergonomía es el estudio y proyecto de lugares de trabajo (por ejemplo puestos de trabajo, cabina del piloto y puente del buque) y de sus componentes, y de las prácticas y los procedimientos de trabajo que reducen en beneficio de la productividad, salud, comodidad y seguridad del trabajador. La aplicación del factor humano en el análisis y proyecto de equipo, de la labor y del lugar de trabajo.

4. ***Puesto de atraque/desatraque (alerones)***.- El puesto de atraque/desatraque situado en los alerones del puente permitirá al oficial encargado de la navegación, al capitán y al práctico de servicio (cuando esté presente) observar conjuntamente toda la información pertinente externa e interna y controlar la maniobra del buque.

5. ***Puesto de planificación y documentación (Derrota)***.- Puesto en el cual se planifica las operaciones del buque (por ejemplo, planificación de la derrota, anotaciones en el diario del navegación, etc.). Determinación y documentación de todos los hechos referentes al funcionamiento del buque.

6. ***Puesto de seguridad***.- Puesto en el cual se concentran las presentaciones visuales de vigilancia y los elementos o sistemas operativos para la seguridad del buque.

7. ***Puesto de comunicaciones (estación de radio)***.- Puesto para el funcionamiento y control del equipo para las comunicaciones de socorro y seguridad (GMDSS) y comunicaciones en general.

4.2 Campo de visión desde el puente.-

Los principales factores a considerar en el diseño de un puente de navegación están directamente relacionados con la visión general desde su interior y el campo visual desde cada puesto de trabajo[5]. Esto implica el esfuerzo técnico necesario para situar la estructura del mismo por encima de la superestructura o habilitación con el objetivo de obtener el mejor campo de visión para garantizar la seguridad del buque durante su navegación y maniobra.

El campo de visión horizontal de todo el horizonte (360º), se obtiene mediante la utilización de no más de dos posiciones en el interior del puente de navegación a cada lado del piloto automático (puesto del gobierno manual/automático o del timonel) separados no más de 15 metros de distancia entre ellos (Fig.9). En este sentido, el punto 5.1.1.1.2 del anexo de la MSC/Circ.982, establece que: *"un observador que se mueva dentro de los límites de la caseta de gobierno tendrá un campo de visión, alrededor del buque, de 360 grados"*. La distancia máxima de 15 metros entre dos puestos dentro del puente puede ampliarse, siempre y cuando se cumplan las siguientes condiciones:

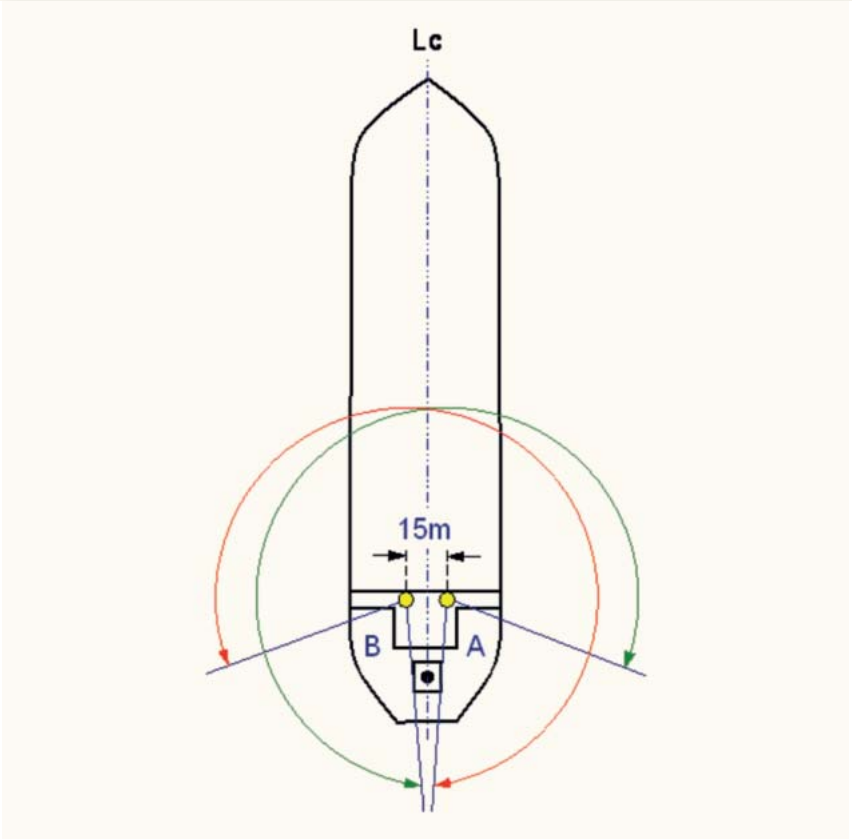

Fig. 9: Campo de visión ≥ 360º.
Fuente: Elaboración propia.

a) Que existan cámaras instaladas adecuadamente para que sean capaces de ver el sector o sectores a popa que no sean visible dentro de los 15 metros reglamentados y sus monitores serán instalados de tal forma que sean visibles desde el puesto de navegación y maniobra.

b) Que el puente y los alerones deberán estar completamente cerrados y los puestos de atraque y desatraque de los alerones estarán equipados con los medios apropiados para las alteraciones de rumbo y velocidad.

Para un observador de pie, cuya altura de su ojo se encuentre a 1.800 milímetros sobre la superficie de la cubierta del puente, será posible observar todos los objetos externos de interés para la navegación segura, tales como: buques, boyas y faros en cualquier dirección desde el interior del puente cuando el buque esté afectado por balance y/o cabeceo.

Con independencia de las cubiertas para helicópteros y otras estructuras situadas justo encima del puente de navegación, deberá estar disponible, a lo largo de los 360 grados del campo de visión horizontal junto a las ventanas, un ángulo vertical de visión no menor de 5 grados por encima de la línea horizontal que se extiende desde el ojo del observador en posición de pie.

5.- En este sentido y como ya se ha comentado, el oficial de guardia debe ser capaz de mantener una vigilancia visual y auditiva apropiada a las condiciones y circunstancias de la navegación o maniobra del buque, así como disponer de todos y cada uno de los medios apropiados para ejecutar una evaluación completa de la situación y del riesgo de abordaje, colisión, varada y otros peligros de la navegación y maniobra del buque.

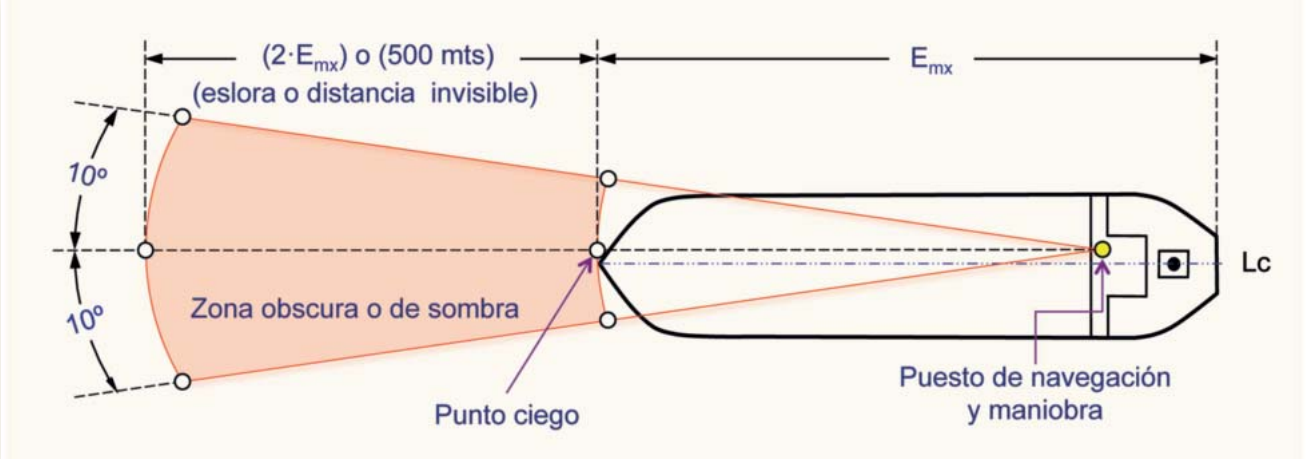

Fig. 10: Visión de la superficie por delante de la proa – Regla V/22.1.1 del Convenio SOLAS-74/88
Fuente: Elaboración propia.

4.3 Campo de visión desde el puesto de navegación y maniobra.-

1. ***Campo de visión hacia proa***.- La visión de la superficie de la mar para un observador situado en el puesto de navegación y maniobra, no debe quedar oculta en más del doble de la eslora máxima, o 500 metros (1.640 pies), en función de cual sea menor, por delante de la proa y dentro de un arco de 10 grados a cada banda, cualesquiera que sean las condiciones de calado, asiento y cubertada (Fig.10).

2. ***Campo de visión horizontal***.- El campo de visión horizontal desde el puesto de navegación y maniobra abarcará, como mínimo, un arco de 225 grados, a saber, un arco no inferir a 112,5 grados desde la línea de crujía (popa-proa) hacia popa a ambas bandas; es decir, desde la proa hasta 22,5 grados a popa del través de cada banda (Fig.11).

3. ***Campo de visión vertical***.- Atendiendo a la posición del plano horizontal tenemos:

   a) ***Por encima del plano horizontal***.- Un ángulo vertical de visión no menor de 5 grados sobre la línea horizontal, extendiéndose desde la altura del ojo hacia proa, siendo siempre independiente de las cubiertas para helicópteros o estructuras situadas sobre el puente de navegación.

   b) ***Por debajo del plano horizontal***.- Dentro del sector de 180 grados hacia proa del través, cualquier elevación estructural del buque o carga que obstruya la visión de la superficie de la mar próxima al buque que exceda de media milla náutica será considerada como un sector ciego y deberá ser incluida al calcular el mismo.

   Para ser capaz de ver objetos y las orillas de los ríos y canales en las proximidades del buque, una persona situada de pie en el puesto de navegación y maniobra, deberá ser capaz de observar la superficie de la mar en una distancia no más de 500 metros del casco dentro de los sectores de 10 grados a ambos lados del arco de 90 grados en ambas bandas, en todas las condiciones de calado, asiento y cubertada (Fig.12).

4. ***Campo de visión horizontal hacia popa***.- El navegante podrá utilizar, a popa del barco, enfilaciones y marcas como referencia visual para evitar varadas, mientras permanece sentado en el puesto de navegación y maniobra. Un sector del campo de visión hacia popa deberá estar disponible y extenderse sobre un arco de por lo menos 5 grados a cada lado. No se permiten sectores ciegos dentro del sector del campo de visión de 10 grados. Alternativamente, se aceptarán cámaras adecuadas, siempre y cuando, el sistema de cámara sea aprobado por la sociedad de clasificación antes de su instalación.

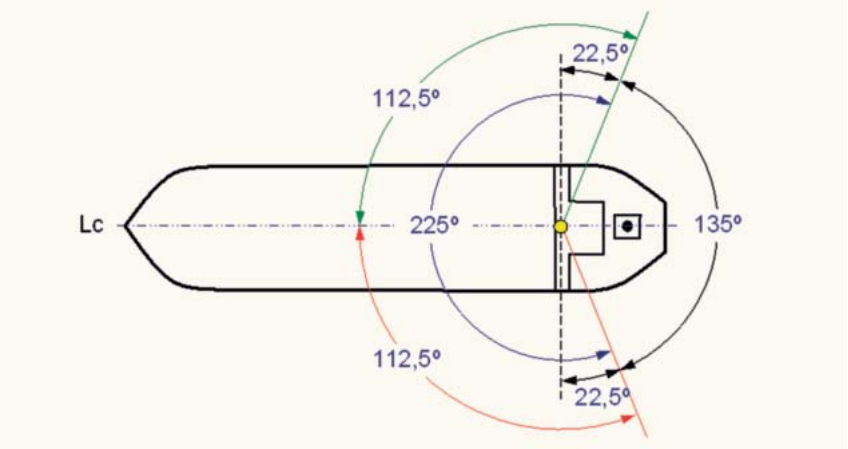

Fig. 11: Campo de visión horizontal.
Fuente: Elaboración propia.

4.4 Campo de visión en el puesto de vigilancia.-

El campo de visión horizontal desde este lugar debe ofrecer una visión importante. Con referente al campo vertical, éste debe permitir al oficial

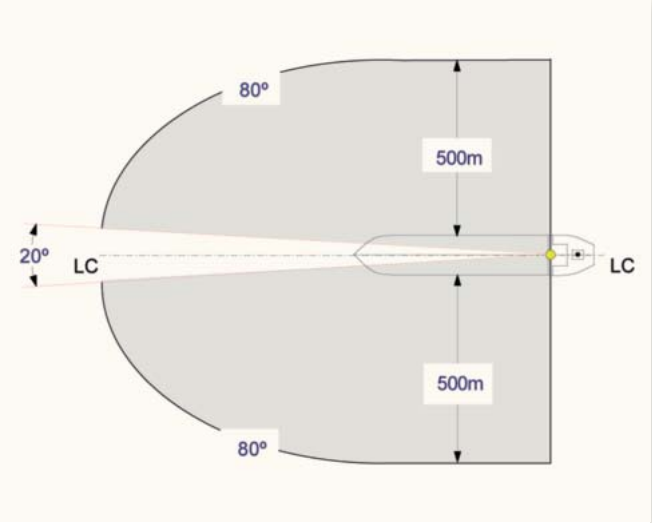

Fig. 12: Obstrucciones de la superficie de la mar a proa del través.
Fuente: Elaboración propia

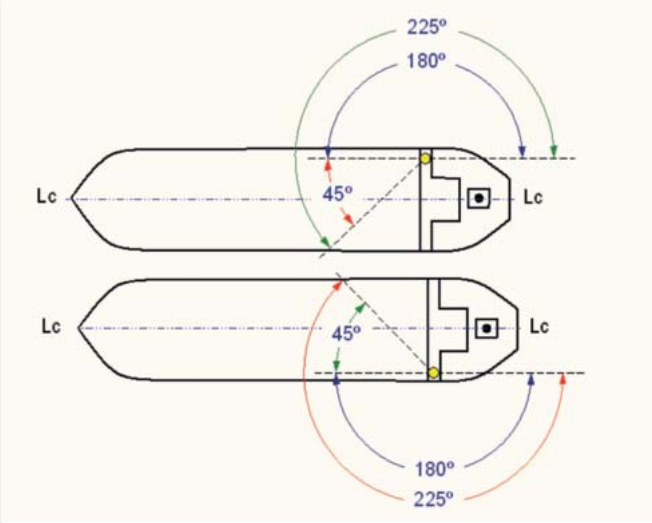

Fig. 13: Campo de visión desde el extremo de los alerones.
Fuente: Elaboración propia

de guardia o al práctico de servicio, vigilar las posiciones relativas de los buques y el abatimiento o deriva del rumbo al navegar en una vía navegable debidamente balizada.

4.5 Campo de visión en el puesto de atraque/desatraque (alerones).-

Para permitir que el capitán y el práctico de servicio puedan maniobrar el buque con total seguridad en las proximidades de un muelle, además de supervisar el amarre y/o desamarre del mismo, desde cada puesto de atraque y/o desatraque situado en los extremos de los alerones del puente navegación, el campo de visión horizontal abarcará, como mínimo, un arco de 225 grados, a saber, un arco formado por los 180 grados del costado del buque más 45 grados, como mínimo, a proa hacia el costado opuesto. Es decir, desde el extremo de cada alerón el campo de visión deberá extenderse en un arco de al menos 45 grados desde la amura opuesta hasta la línea popa-proa que pase por el observador y desde ésta en un arco de 180 grados hacia popa (Fig.13).

El costado del buque debe ser visible desde los alerones del puente de navegación, que se extenderán hasta el límite de la manga máxima del buque. La vista sobre el costado del buque no quedará obstruida.

El campo de visión vertical desde el puesto de atraque y/o desatraque, debe permitir al observador vigilar

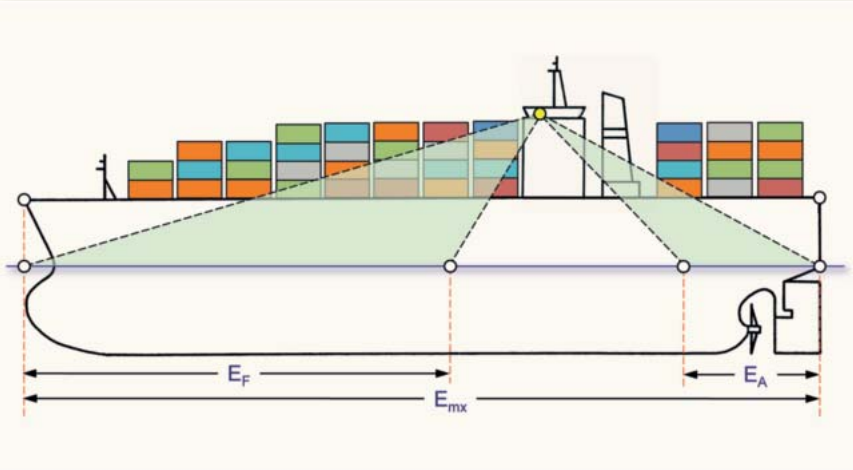

Fig. 14: Campo de visión desde el puesto de atraque y/o desatraque.
Fuente: Elaboración propia

y evaluar la posición del buque en relación con la alineación del muelle de atraque/desatraque incluida la apreciación de distancia al mismo, todo ello al nivel de la superficie de agua. Además, permitirá observar el cuerpo paralelo del costado de atraque del buque desde proa hasta popa estando de pie en la consola de maniobras localizada en el extremo de los alerones. Las planchas de los costados del buque deben ser visibles en una longitud, como mínimo de media eslora máxima (Fig.14).

$$(E_A + E_F) \geq \frac{1}{2} E_{mx} \qquad [1]$$

Para obtener el campo de visión indicado, pueden instalarse en la parte inferior de los alerones y cubierta, según sea el caso, ventanas acristaladas. Alternativamente, se aceptarán cámaras adecuadas, siempre y cuando, el sistema de cámara sea aprobado por la sociedad de clasificación antes de su instalación.

4.6 Campo de visión en el puesto de gobierno manual.-

Con el objetivo de facultar al timonel, desde el puesto de gobierno manual, gobernar el buque con seguridad en canales navegables angostos, el campo de visión horizontal deberá abarcar un arco de 60 grados como mínimo a cada lado de la línea de popa/proa. El campo de visión vertical permitirá al timonel observar las referencias de gobierno en la proa del buque, si existieran, encontrándose situado en el puesto de trabajo al que estamos haciendo referencia (Fig.15).

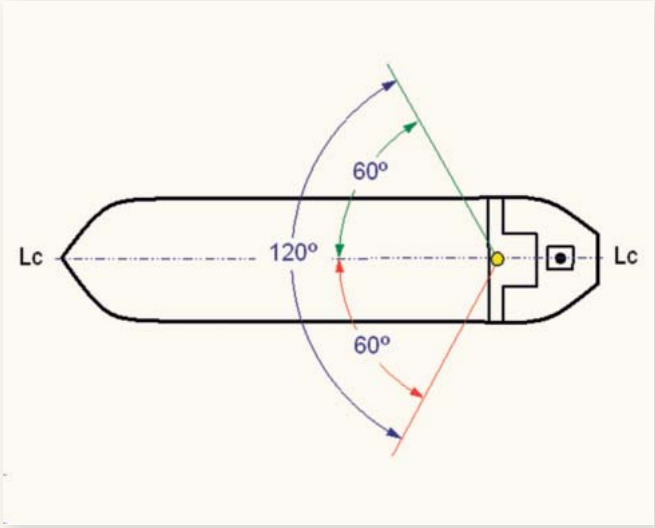

Fig. 15: Campo de visión desde el puesto de gobierno manual.
Fuente: Elaboración propia

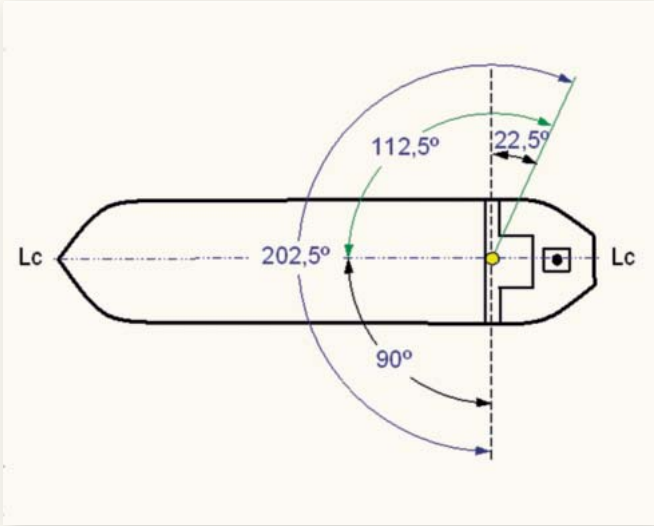

Fig. 16: Campo de visión en el puesto GMDSS.
Fuente: Elaboración propia

4.7 Campo de visión en el puesto GMDSS y funciones adicionales.-

Para permitir al oficial de guardia operar en el equipo GMDSS con seguridad durante cortos espacios de tiempo, el campo de visión horizontal desde esta estación se extenderá al menos sobre un arco de 90 grados desde el través de babor hasta la línea de crujía y, desde esta 112,5 grados hacia estribor (22,5 grados a popa del través). El campo de visión abarcará, como mínimo, un arco de 202,5 grados (Fig.16).

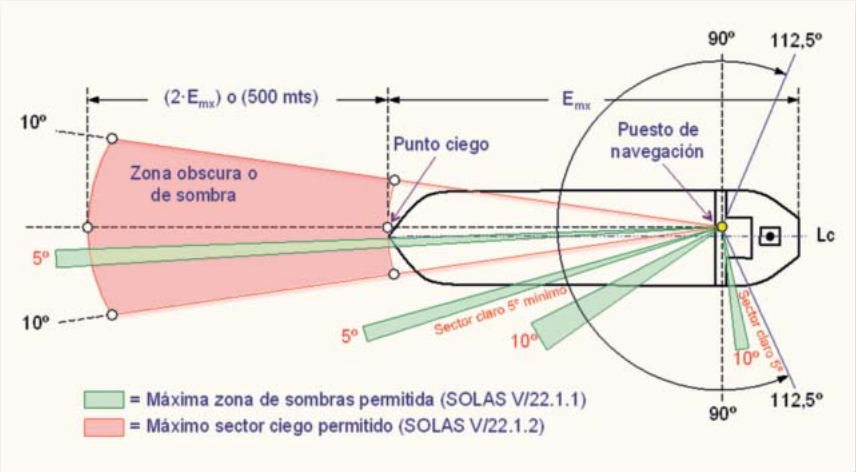

Fig. 17: Obstrucciones de la superficie de la mar a proa del través.
Fuente: Elaboración propia

4.8 Sectores ciegos.-

Ningún sector ciego debido a la carga, el equipo de manipulación de carga u otras obstrucciones que haya fuera del puente de navegación o caseta de gobierno a proa del través, que impida la vista de la superficie del mar desde el puesto de órdenes de maniobra, excederá de 10 grados. El arco total de sectores ciegos, dentro del campo de visión, no excederá de 20 grados. Los sectores despejados o claros entre dos sectores ciegos será de 5 grados como mínimo. Sin embargo, en un arco que abarque desde la línea de proa/popa hasta 10 grados como mínimo a ambas bandas, cada sector ciego no excederá de 5 grados.

El arco total de sectores ciegos adicionales entre el través y 22,5 grados a popa del través, sobre cualquiera de las dos bandas, no excederá de 10 grados, permitiendo un total de 30 grados en los 225 grados que abarca el campo total de visión. Un sector claro de al menos 5 grados se extenderá 22,5 grados a popa del través y hacia proa en ambos costados del buque (Fig.17).

Resulta muy importante que la visibilidad, por encima de la línea de visión, no debe quedar obstaculizada por la estiba de contenedores. Únicamente pueden quedar incluidas, dentro de los límites ciegos permitidos por las regla V/22 y V/7 del Convenio SOLAS-74/88 (edición refundida – 2014), los sectores ciegos que no se puedan evitar debido a la estructura inusual y tamaño de las unidades de carga en cubierta y las estructuras fijas necesarias para la manipulación de la carga o las operatividad del buque. El punto de visión seleccionado para llevar a cabo el cálculo de la visión necesaria y del campo de visión, será el puesto de navegación y maniobra situado a 350 milímetros por detrás de la pantalla del radar para un navegante de pie cuyo ojo se encuentre a una altura de 1.800 milímetros sobre la cubierta del puente de navegación.

Entre el 26 y el 30 de noviembre de 2012, el Comité de Seguridad Marítima de la IMO (MSC.1/Circ.1350/Rev.1), con el objetivo de proporcionar una orientación más específica sobre la expresión "El costado del buque será visible desde el alerón del puente" que se corresponde con la regla V/22.1.6 del Convenio SOLAS-74/88 (edición refundida–2014), susceptible de interpretarse de diferentes maneras, aprobó la siguiente interpretación elaborada por el Subcomité de Seguridad de la Navegación:

Se cumplirán las prescripciones de la regla V/22.1.6 del Convenio SOLAS-74/88 (edición refundida – 2014) cuando: 1) no se obstruya la línea de visión que va desde el alerón del puente más una distancia que corresponda a la distancia razonable y segura a la que pueda asomarse un marino por el extremo del alerón del puente, la cual no debe necesariamente ser más de 400 milímetros, hasta un punto situado directamente en vertical bajo la manga máxima con el buque a su calado máximo de navegación marítima; o 2) sea visible la superficie de la mar a lo largo de la totalidad de la eslora del buque, desde el extremo del alerón del puente, a una distancia transversal que supere a la manga máxima en 500 milímetros o más (Fig.19).

Para cierto tipo de buques, como los remolcadores, los buques de suministro mar adentro, los buques de rescate, los buques de trabajo (por ejemplo, los buques grúa), etc., a fin de cumplir lo prescrito en la regla V/22.1.6 del Convenio SOLAS-74/88 (edición refundida – 2014), los alerones del puente deberán extenderse, como mínimo, hasta un punto desde el cual sea visible la superficie de la mar a lo largo de la totalidad de la eslora del buque, con el buque a su calado máximo de navegación marítima, a una distancia transversal de 1.500 milímetros de la manga máxima. Si se modifica el tipo de buque por otro distinto de aquéllos a los que se refiere el presente párrafo, la interpretación que figura aquí ya no se aplicaría.

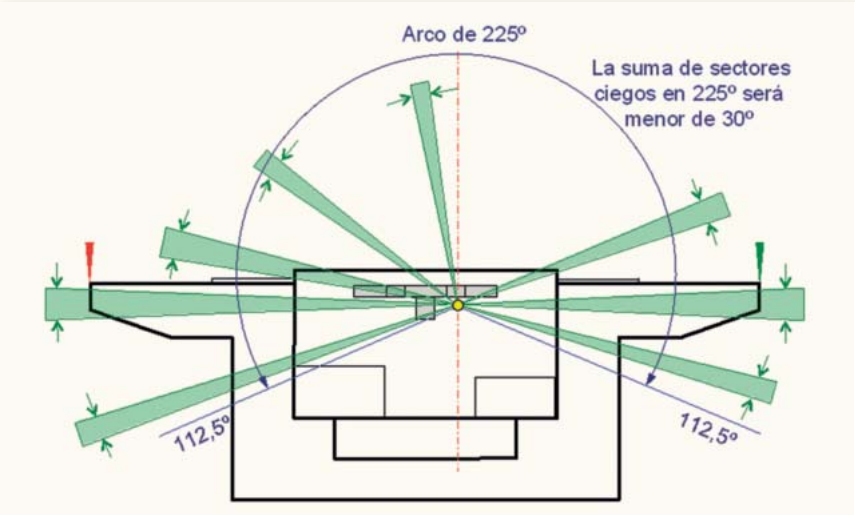

Fig. 18: Sectores ciegos observables desde el puesto de navegación y maniobra. Fuente: Elaboración propia

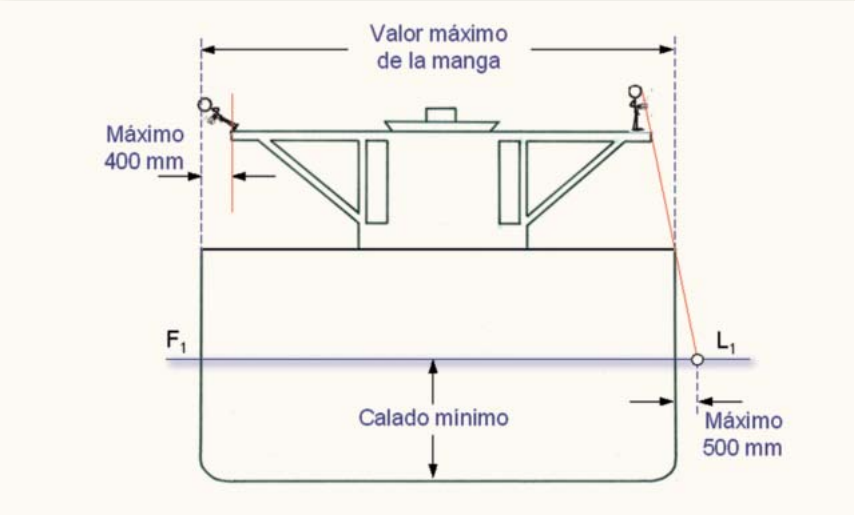

Fig. 19: Máximo sectores ciegos permitidos desde los alerones. Fuente: Elaboración propia

4.9 Puente de navegación.-

La altura libre del techo del puente de navegación o caseta de gobierno, se calcula teniendo en cuenta la instalación de paneles y dispositivos superiores. La altura libre entre el revestimiento de la cubierta del puente y la cara inferior de las vigas del techo del puente deberá ser de 2.250 milímetros como mínimo. El borde inferior del equipo montado en el techo del puente deberá encontraste, como mínimo, 2.100 milímetros por encima de la cubierta del puente en los espacios abiertos, pasillos y puestos en que se trabaje de pie.

La distancia desde el mamparo de proa del puente de navegación o desde cualquier consola o instalación colocada contra el mamparo de proa hasta cualquier consola o instalación separada del mamparo será suficiente para que se crucen dos personas. La anchura de un pasillo entre el mamparo de proa y cualquier consola será, preferiblemente, de 1.000 milímetros como mínimo y nunca inferior a 800 milímetros.

En relación con las puertas del puente, destacamos que se podrán abrir y cerrar con una mano y que las de acceso a los alerones no serán de cierre automático, pero contarán con medios para mantenerlas abierta. Además, las vía de acceso a los alerones del puente, deberá ser como mínimo de 1.200 milímetros.

El puente de navegación contará con un sistema de comunicaciones internas entre el puesto de atraque y/o desatraque y el puesto de maniobra, cuando la distancia entre éstos sea superior a 10 metros. Siempre se contará con un sistema de comunicaciones internas entre el puesto de navegación y maniobra y los alerones. Cuando los distintos puestos estén muy separados entre sí, se dispondrá de sistemas de comunicaciones internas a fin de poder comunicarse sin dificultades sean cuales sean las condiciones de trabajo. Es importante que todos los sistemas de comunicaciones para impartir instrucciones o adoptar medidas sean bidireccionales.

Los artículos portátiles tales como equipo de seguridad, herramientas, respetos, linternas, lápices, reglas

paralelas, triángulos náuticos, compases, gomas, bolígrafo, calculadoras, sextante, alidadas, prismáticos, etc., se guardarán en lugares apropiados, especialmente proyectados cuando así se requiera.

En relación con el entorno de trabajo tenemos que la gama óptima de temperaturas para realizar trabajos ligeros con la indumentaria adecuada para la estación o el clima es de 21º a 27ºC en climas calientes o durante el verano y de 18º a 24ºC en climas fríos o durante el invierno. La diferencia de temperatura entre dos puntos cualesquiera del lugar de trabajo no será superior a 5ºC.

Con referencia a la humedad destacamos que debe mantenerse entre el 20% y el 60%, y preferiblemente entre el 40% y el 45%. A 21ºC deberá haber una humedad relativa del 45% aproximadamente. Este valor se reducirá con la elevación de la temperatura, pero deberá permanecer por encima del 20% a fin de evitar la irritación y sequedad de los tejidos orgánicos, los ojos, la piel y las vías respiratorias.

Por todo ello, el puente de navegación contará con un buen sistema de climatización o de ventilación mecánica que regule la temperatura y la humedad. El sistema de ventilación no producirá una velocidad del aire superior a 0,5 m/s. De ser posible, se mantendrá una velocidad del aire de 0,3 m/s a fin de evitar que la corriente de aire pase las páginas de los manuales o se vuelvan papeles de las superficies de trabajo.

El nivel de alumbrado será el adecuado para que el personal del puente pueda realizar satisfactoriamente, de día y de noche, tareas de mantenimiento de derrota y administrativas, tanto en alta mar como en puerto. En este sentido tenemos que todos los mandos y las unidades de visualización, incluidas las etiquetas de éstas, de los mandos y de los cuadros y las marcas críticas, que se deban leer de noche o con poca luz estarán provistos de iluminación regulable (mando reductor de la intensidad). El margen de ajuste del mando permitirá leer la información que aparezca en las unidades de visualización en todas las condiciones de iluminación ambiente.

Fig. 20: Puente de navegación.
Fuente: IGU 2017 World LNG Report – Chevron LNG Journey to Japan.

El sistema de alumbrado permitirá al personal del puente ajustar el brillo y el enfoque de las luces a tenor de las diferentes partes del puente y de conformidad con las características de cada dispositivo. En el cuadro siguiente figuran las características recomendadas de la iluminación en el puente:

Zonas	Color e iluminación
Puente, de noche	Roja o blanca filtrada, continuamente variable de 0 a 20 lx
Mesa de derrota, de día	Proyector blanco, continuamente variable de 0 a 1.000 lx Focos blancos, continuamente variable de 0 a 100 lx
Mesa de derrota, de noche	Proyector o focos de luz blanca filtrada, continuamente variable de 0 a 20 lx

El ruido en el lugar de trabajo se mantendrá a nivel: a) que no dificulten las comunicaciones vocales, telefónicas o radioeléctricas; b) que no causen fática o lesiones y; c) que no reduzcan la eficacia en general de los sistemas.

4.10 Ventanas del puente.-

Todas las ventanas del puente de navegación serán de vidrio claro, no se permite la utilización de vidrio polarizado o tintado o que causen una refracción irrazonable y deben cumplir con los aspectos técnicos que se enumeran a continuación:

1. ***Borde inferior de las ventanas delanteras de cristal.-*** El borde inferior quedará a una altura que permita a una persona sentada en los puestos de navegación y maniobra o en el puesto de vigilancia poder ver por encima de la

proa. Dentro de los límites del campo visual requerido, la altura del borde inferior de las ventanas delanteras, sobre el nivel de la cubierta del puente de navegación, será de 1.000 milímetros con el objetivo de proporcionar una visión próxima de la superficie de la mar a una persona sentada en los puestos más importantes de trabajo. Este borde no constituirá en ningún caso una obstrucción de la vista hacia proa.

Cuando la distancia entre ventanas y el punto de visión (350 milímetros a popa de las consolas) de un observador sentado en el punto de navegación y maniobra es mayor de 2.300 milímetros, la altura del borde inferior de las ventanas en el sector entre 10 grados y 90 grados a cada lado decrecerá suficientemente para obtener la línea de visión apropiada (Fig.21).

Cuando la distancia entre ventanas y el punto de visión (350 milímetros a popa de las consolas) de un observador sentado en el punto de navegación y maniobra es mayor de 1.500 milímetros, la altura del borde inferior de las ventanas en el sector entre 10 grados y 90 grados a cada lado decrecerá suficientemente para obtener la línea de visión apropiada (Fig.22).

2. ***Borde superior de las ventanas delanteras de cristal***.- El borde superior permitirá a una persona de pie, cuyos ojos disten 1.800 milímetros del revestimiento de la cubierta del puente de navegación, ver el horizonte hacia proa desde el puesto de navegación y maniobra cuando el buque cabecee con mar encrespada. Si se considera que la distancia de 1.800 milímetros del nivel de los ojos al revestimiento de la cubierta no es razonable ni posible, podrá reducirse, pero no a menos de 1.600 milímetros.

La mínima altura del borde superior de las ventanas de cristal sobre la cubierta del puente será de 2.000 milímetros con el fin de proporcionar una visión del horizonte para una persona de pie en los puestos más importantes de trabajo (Figs.20-23).

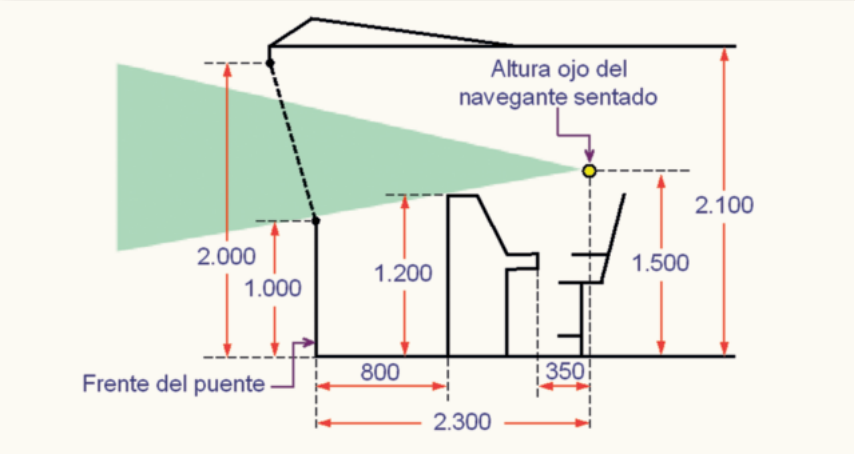

Fig. 21: La distancia al mamparo frontal excede de 2.300 milímetros.
Fuente: Elaboración propia.

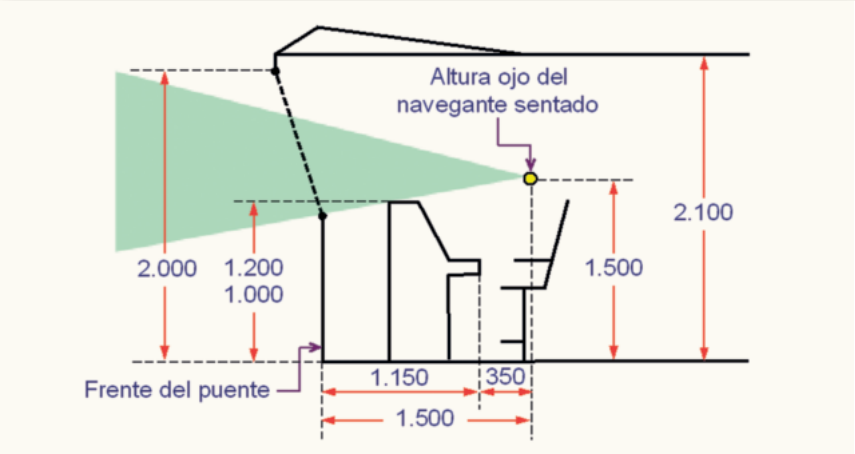

Fig. 22: La distancia al mamparo frontal excede de 1.500 milímetros.
Fuente: Elaboración propia.

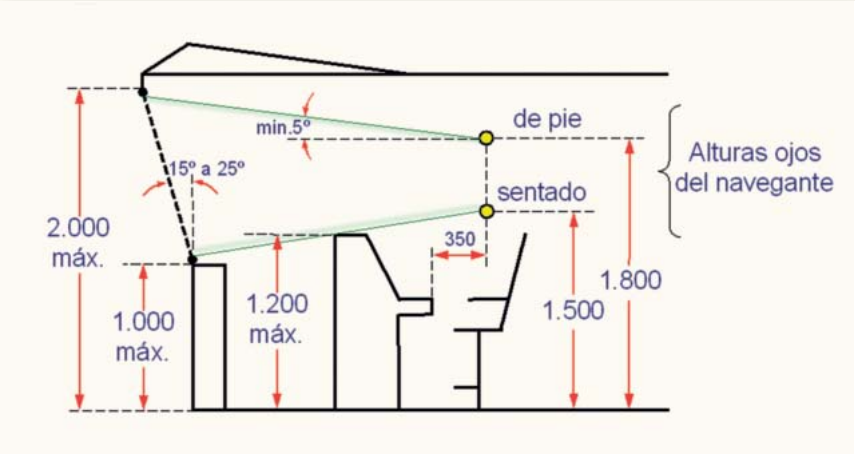

Fig. 23: Altura del ojo del navegante de pie y sentado.
Fuente: Elaboración propia.

3. ***Ancho de las ventanas de cristal***.- Las ventanas deberán ser tan grandes como sea posible pero no menores de 1.200 milímetros de ancho dentro del campo de visión necesario y seguro de los puestos de trabajo a menos que se indique lo contrario.

4. ***Separación entre ventanas***.- Las divisiones entre las ventanas de la parte frontal del puente no debe exceder de 150 milímetros. Si se utilizan refuerzos, las divisiones no deben exceder de 100 milímetros de ancho y 120 milímetros de profundidad. Las

divisiones entre ventanas del puente serán lo mínimo posible y no se situarán frente a cualquier de los puestos de gobierno y maniobra o frente a los radares.

5. ***Elementos estructurales entre ventanas***.- Se reducirá al mínimo la presencia de elementos estructurales entre las ventanas y no se instalará ninguno inmediatamente delante de un puesto de trabajo o en el eje longitudinal (línea de crujía). Si se van a cubrir refuerzos entre ventanas, no se ocasionarán con ello más obstrucciones del campo de visión desde ninguna posición del interior del puente de navegación.

6. ***Inclinación de las ventanas delanteras***.- Los reflejos en las ventanas delanteras del puente causados por fuentes de luz interna deben ser evitados y no perjudicar la visión necesaria para llevar a cabo una vigilancia adecuada. Para ayudar a evitar esta reflexión (reflejo) de luces, las ventanas delanteras del puente deberán estar inclinadas respecto al plano vertical, con el tope hacia fuera, formando un ángulo no inferior a 15 grados ni superior a 25 grados. Deben evitarse las fuentes de luz que puedan causar reflejos en las ventanas frontales inclinadas según este requisito. Se aceptan ventanas verticales únicamente en el caso de equipar a las fuentes luminosas con dispositivos antirreflejos y deslumbramiento en las ventanas del puente.

7. ***Inclinación de las ventanas traseras y laterales***.- Con el fin de evitar reflejos, las ventanas traseras y laterales estarán inclinadas con respecto al plano vertical, con el tope hacia fuera, formando un ángulo no inferior a 4 o 5 grados como se requiere para evitar deslumbramientos y reflejos desde los instrumentos y otras fuentes de luz en los puestos de trabajo. Se aceptan ventanas verticales únicamente en el caso de equipar a las fuentes luminosas con dispositivos antirreflejos y deslumbramiento en las ventanas del puente.

8. ***Pantallas solares removibles***.- Para mejorar la visión, evitar reflejos y reducir la fatiga ocular del navegante, se instalarán interiormente en todas las ventanas del puente protectores solares, con una deformación cromática mínima, autoextensibles y regulables en altura de forma manual o eléctricamente. Estas pantallas se podrán retirar con facilidad y no se instalarán permanentemente.

9. ***Equipo de las ventanas frontales para mantener la visión***.- Para garantizar una visión clara y apropiada dentro del campo de visión, sin importar las condiciones climáticas y reducir la fatiga ocular en los puestos de trabajo de oficiales y prácticos, se requiere que los siguientes equipos cumplan con la norma apropiada, veámoslos:

- Bajo condiciones de lluvia y/o rociones de mar, se suministrará un sistema automático de limpiadores (limpiaparabrisas) resistentes equipado con una instalación de lavado mediante agua dulce (fría/caliente).
- En condiciones de hielo y rocío, para garantizar un deshielo efectivo y/o el desempañado de los cristales, se instalará un equipo idóneo que realice estas faenas en todas las ventanas del puente de navegación.
- Para los buques que se asigne la clase polar o rompehielos deberán tener instalados paneles de vidrio caliente.
- En todo momento, y con independencia de las condiciones meteorológicas, dos de las ventanas del frente del puente como mínimo, y dependiendo de la configuración de éste, otras más, proporcionarán una visión clara.

4.11 Requisitos para buques especiales.-

1. ***Buques de servicio offshore***.- Además de los requerimientos indicados hasta aquí, los buques destinados al servicio offshore clasificados para la manipulación de anclas, remolque y AHTS, deben cumplir con los siguientes puntos:

   a) Desde el puesto de trabajo de popa se podrá ver la superficie de la mar a 600 metros de la popa del buque con el fin de controlar las operaciones de remolque, tendido, etc.
   b) El campo de visión horizontal desde el puesto de trabajo de popa abarcará un sector que no será menor de la manga del buque en popa, siendo posible observar claramente el abozado de alambres.
   c) En dicho campo visual, también será posible controlar la estiba del cable en su carretel de estiba, la guía de remolque y el ángulo horizontal relativo entre el cable y el rodillo del espejo de popa.

2. **Buques sísmicos**.- Estos buques, cuyo fin es la investigación sísmica para localizar las mejores zonas para perforar en busca de petróleo en la mar, deben cumplir además los requisitos siguientes:
   a) Desde el puesto de trabajo de popa, se podrá ver la superficie de la mar no menos de 1.000

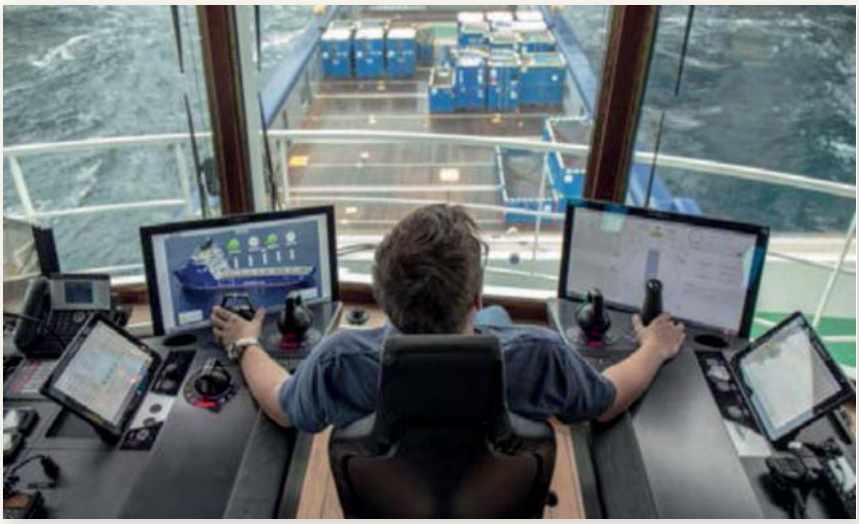

Fig. 24: Puesto de maniobra de popa de un OSVs.
Fuente: Future Nautics (July 2015) - Rolls-Royce.

Fig. 25: PGS' seismic vessel "Ramform Atlas".
Fuente: www.offshoreenergytoday.com

metros desde la popa del buque para el seguimiento de las unidades de remolque.

b) El campo de visión horizontal desde el puesto de trabajo de popa permitirá al operador supervisar donde comienzan los streamers en un sector no menor a ±30 grados a cada banda.

5.0 CRITERIO DE VISIBILIDAD O ESLORA INVISIBLE: FUNDAMENTOS.-

En todos los buques por construcción, se produce una restricción de la visión de la superficie de la mar justo por delante del punto más sobresaliente de la proa del buque. La longitud de este sector de obscuridad queda definida en función de la posición de su superestructura o habilitación y de la altura y situación del ojo del navegante. En el caso de buques con carga sobre cubierta (cubertada) y/o en lastre con asiento apopante significativo, se crea una restricción de la visión que puede generar un sector de obscuridad por delante de la proa muy notable que incumpla la normativa en vigor. Tanto es así que, los megacontaineros de la clase Triple-E Mark II (20.568 TEUs y 12 niveles sobre cbta) para cumplir con la regla V/22.1.1 del Convenio SOLAS-74/88 (edición refundida – 2014), como lo hace la clase Triple-E Mark I (18.340 TEUs y 11 niveles sobre cbta) con dimensiones del buque y altura de puente idénticas, han desplazado hacia proa la estructura del puente de navegación dos *"bays o compartimentos"* como se observa en la figura adjunta debido a este importante aumento de capacidad (Fig.26)[6].

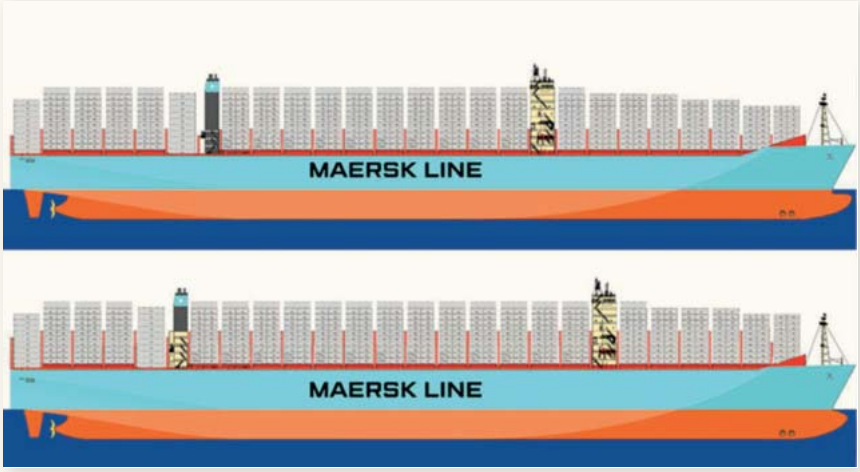

Fig. 26: Evolución del diseño del Triple-E serie I (arriba) y Triple-E serie II (abajo).
Fuente: www.flows.be/nl/shipping.

El criterio de visibilidad o eslora invisible establece que: la visión de la superficie de la mar desde el puente de navegación no deberá quedar oculta en más del doble de la eslora máxima o 500 metros, si esta longitud es menor, a proa de las amuras y a 10 grados a cada banda en todas las condiciones de calado, asiento y cubertada; asociado al mismo tenemos los conceptos siguientes:

- ***Campo de visión***.- Dimensión angular de una escena que se puede observar desde un determinado puesto del puente de navegación.
- ***Línea visual***.- Línea imaginaria que se extiende desde el plano de los ojos del navegante. La línea visual horizontal ocupa el mismo plano horizontal que el centro de las pupilas. La línea visual normal desciende 15 grados por debajo de la horizontal. El mantenimiento de una línea visual horizontal o más elevada supone un esfuerzo y después de un rato puede causar fatiga.
- ***Punto más sobresaliente de proa o caperol***.- Se trata del punto más extremo de la roda del buque[7].
- ***Punto ciego***.- En inglés blind point, es el punto donde da comienzo el sector de oscuridad o ciego. Este punto puede coincidir con el punto más sobresaliente de la proa (caperol)

6.- Maersk clase Triple-E Mark I tiene las siguientes características: 399 metros de eslora, 59 metros de manga, 14,5 metros de calado, 18.340 TEU's (20 foot) y un peso muerto de 194.500 toneladas. Maersk clase Triple-E Mark II cuenta con las características siguientes: 399 metros de eslora, 59 metros de manga, 16,5 metros de calado, 20.568 TEU's (20 foot) y un peso muerto de 206.000 toneladas. La clase Maersk Triple E está considerada como la familia de megacontaineros más grandes del mundo, construidos en los astilleros Daewoo de Okpo de Corea del Sur. El nombre Triple-E deriva de sus tres principios de diseño: "Economy of scale, Energy efficient and Environmentally improved".

7.- El vocablo náutico "caperol" proviene de las partes y equipos de un bote a remos (embarcación menor), en concreto se refiere a la parte superior de la roda. En algunas marinas mercantes este punto se le conoce como batayola de la roda. Extremo superior de la roda en las embarcaciones menores.

o bien encontrarse por encima y más a popa del mismo, debido a la presencia de cubertada o estructura del buque.

- ***Punto de visión***.- Es el punto donde da comienzo la visión de la superficie de la mar para un observador situado en el puente de navegación, este punto coincide con el final de la longitud del sector ciego o eslora invisible.

- ***Línea de visión del observador***.- Línea situada justamente por encima de las obstrucciones de cubierta o del punto más sobresaliente de la proa.

- ***Eslora invisible o longitud del sector ciego***.- En inglés blind distance; resulta ser la distancia, hacia proa, que un navegante situado sobre la línea de crujía o paralelo a ella dentro del puente de navegación vería la superficie de la mar. Esta distancia del sector ciego o de oscuridad se mide sobre la superficie de la mar, desde un plano transversal, perpendicular al plano diametral, que contenga al punto ciego "S" hasta otro plano transversal que contenga al punto de visión (Fig.27).

6.0 CRITERIO DE VISIBILIDAD O ESLORA INVISIBLE: MÉTODOS DE CÁLCULO.-

La distancia longitudinal medida sobre la superficie de la mar entre las líneas verticales que pasan por el punto ciego "S" y por el punto de visión "A", genera un sector ciego o de oscuridad que puede deducirse aplicando los métodos de cálculo utilizados por astilleros y compañías de clasificación de buques europeas y asiáticas. Resulta conveniente indicar que no existe ningún tipo de preferencia a la hora de seleccionar el método que se aplicará en la elaboración de tablas, gráficos y planos relacionados con este tema, ya que todos ellos facilitan valores prácticamente similares. Resulta muy importante que el capitán conozca y sea consciente de si su buque cumple o no con la regla V/22.1.1 del Convenio SOLAS-74/88 (edición refundida – 2014) para cualquier condición de carga y/o lastre.

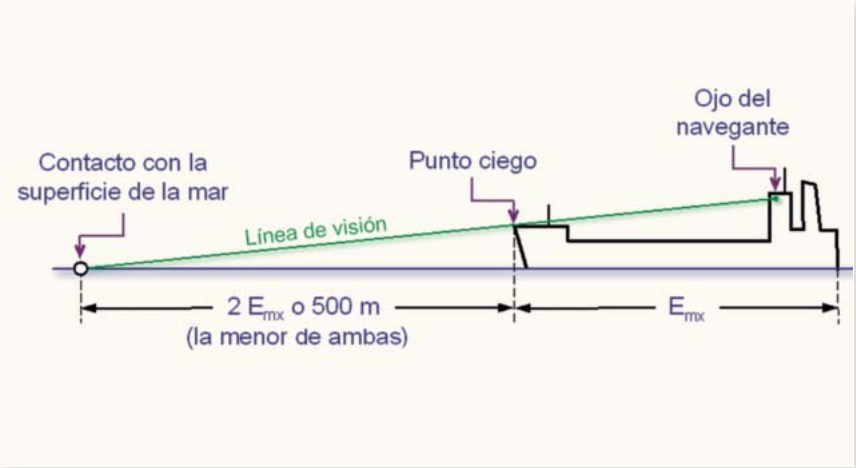

Fig. 27: Regla V/22.1.1 de SOLAS-74-88 (edición refundida 2014) .
Fuente: Elaboración propia

Habitualmente, el criterio de visibilidad está disponible en la documentación oficial facilitada por el astillero, en concreto la encontraremos en su *"trim & stability booklet"* bajo el nombre habitual de *"navigation bridge visibility"*, también se localiza en el juego de planos oficiales del buque identificada como *"visibility plan"*, *"blind zone"* o *"drawings of blind zone"*, donde se recopila información gráfica, sketch, datos y tablas de fácil manejo y muy intuitivas que facilitan valores exactos en función del calado medio del buque; estos planos, en formato reducido, deben estar expuestos o disponibles en el puente de navegación.

6.1 Método europeo.-

En su *"Model ballast water management plan bridge visibility forward"* la sociedad de clasificación Lloyd's Register of Shipping, para cumplir con la regla V/22.1.1 del Convenio SOLAS-74/88 (edición refundida – 2014), calcula la eslora o distancia invisible de cualquier tipo de buque (con o sin cubertada) mediante las siguientes fórmulas:

$$\boxed{AE = \left(D_S - C_{pr} + L_C \cdot \frac{C_{pp} - C_{pr}}{E_{pp}}\right) \cdot \left(\frac{\sin(90 - \hat{\varphi} - \hat{\theta})}{\sin \hat{\varphi}}\right)} \qquad [2]$$

$$\boxed{\tan \hat{\theta} = \frac{C_{pp} - C_{pr}}{E_{pp}} = \frac{a}{E_{pp}}} \quad \boxed{\tan(\hat{\varphi} + \hat{\theta}) = \left(\frac{D_C - D_S}{x - L_A}\right)} \quad \boxed{\hat{\varphi} = (\hat{\varphi} + \hat{\theta}) - \hat{\theta}} \qquad [3]$$

Este método calcula la longitud de la eslora invisible sobre la superficie de la mar teniendo presente dos condiciones: a) que el buque esté afectado o no por asiento y; b) que la vertical del punto ciego "S" coincida o no con la vertical del punto más sobresaliente de la proa del buque o caperol; veámoslo:

$$Eslora\ invisible \begin{cases} a = 0 \begin{cases} Punto\ ciego = caperol \\ Punto\ ciego \neq caperol \end{cases} \\ a \neq 0 \begin{cases} Punto\ ciego = caperol \\ Punto\ ciego \neq caperol \end{cases} \end{cases}$$

A la vista del esquema anterior, deducimos que la vertical que pasa por el punto ciego "S" puede ocupar una posición situada hacia proa (sin cubertada), hacia popa (con cubertada) o coincidir con la perpendicular de proa (tipo Leadge-bow). Por estas razones, las coordenadas del punto ciego "S" presentan las siguientes peculiaridades:

a) El signo de la coordenada longitudinal del punto ciego "L_C" está en función de su posición con respecto a la perpendicular de proa: cuando el punto ciego este situado hacia proa de la perpendicular, su valor será positivo; por el contrario, cuando esté localizado hacia popa de la perpendicular de referencia, el valor será negativo; por último, en el caso de coincidir el punto ciego con la perpendicular de proa, su valor será cero.

b) La coordenada vertical del punto ciego "D_S" se mide desde "S" hasta la línea de quilla en función de la existencia o no de cubertada o estructura fija sobre la cubierta.

Fig. 28: Peligros de la zona oscura o ciega a partir de la proa.
Fuente: Boat U.S. Foundation - www.boatus.org/findings/10

Caso 1: Aguas iguales, punto ciego y caperol coinciden.-

Tenemos a nuestro buque en aguas iguales (asiento cero) y sin cubertada ni obstrucciones fijas sobre cubierta. Entonces, la línea de visión hacia proa de un navegante situado sobre el plano diametral en el interior del puente de navegación, pasará por el punto extremo más sobresaliente de la proa o caperol donde también se encuentra localizado el punto ciego "S", compartiendo ambos la misma vertical (Fig.29).

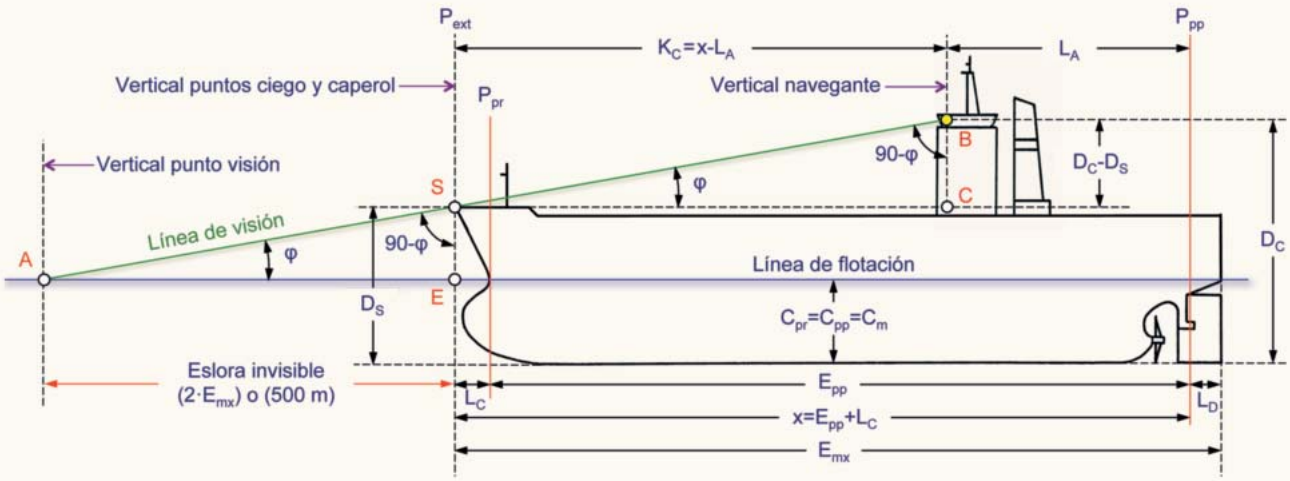

Fig. 29: Buque en aguas iguales, punto ciego y caperol coinciden.
Fuente: Elaboración propia.

En la figura de referencia intervienen los triángulos rectángulos semejantes SBC y ASE cuyo ángulo agudo común es $\hat{\varphi}$. Estableciendo una igualdad entre ambos y despejando, obtenemos la fórmula de cálculo:

$$\left.\begin{array}{l} SBC \longrightarrow \tan\hat{\varphi} = \dfrac{BC}{SC} = \dfrac{D_C - D_S}{x - L_A} \\ ASE \longrightarrow \tan\hat{\varphi} = \dfrac{SE}{AE} = \dfrac{D_S - C_{pr}}{AE} \end{array}\right\} \longrightarrow \frac{D_C - D_S}{x - L_A} = \frac{D_S - C_{pr}}{AE} \longrightarrow \boxed{AE = \frac{(D_S - C_{pr})\cdot(x - L_A)}{D_C - D_S}} \qquad [4]$$

Caso 2: Aguas iguales, punto ciego y caperol no coinciden.-

En este caso el buque está en aguas iguales (asiento cero) y con cubertada o estructura fija sobre cubierta que no permiten ver la proa desde el puente. Por ello, la línea de visión hacia proa de un navegante situado sobre el plano diametral en el puente de navegación, pasará únicamente por el punto ciego "S", que debido a la cubertada, se ha desplazado longitudinalmente hacia popa de la perpendicular de proa y verticalmente al punto más elevado (Fig.30).

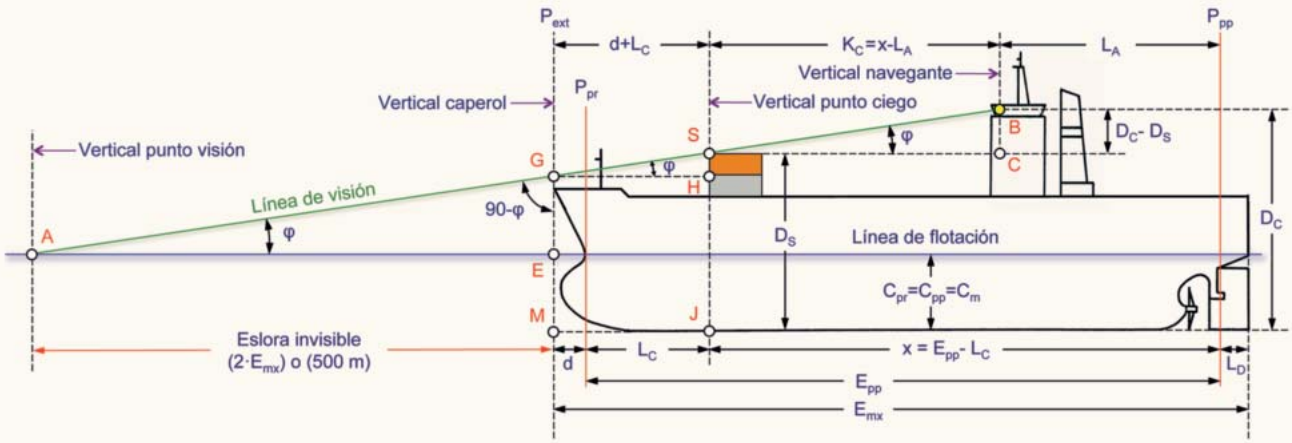

Fig. 30: Buque en aguas iguales, con cubertada, punto ciego y caperol no coinciden.
Fuente: Elaboración propia.

El la figura adjunta se representan los triángulos rectángulos semejantes que usaremos para el desarrollo analítico *AGE*, *GHS* y *SBC*, cuyo ángulo agudo común es $\hat{\varphi}$. En primer lugar, igualamos los triángulos *GHS* y *SBC*, para determinar la expresión del lado *SH*

$$\left.\begin{array}{l} SBC \longrightarrow \tan\hat{\varphi} = \dfrac{BC}{SC} = \dfrac{D_C - D_S}{x - L_A} \\ GSH \longrightarrow \tan\hat{\varphi} = \dfrac{SH}{GH} = \dfrac{SH}{d + L_C} \end{array}\right\} \longrightarrow \frac{SH}{d + L_C} = \frac{D_C - D_S}{x - L_A} \longrightarrow SH = \frac{(d + L_C)\cdot(D_C - D_S)}{x - L_A} \qquad [5]$$

Como resulta que: $GE = SJ - (SH + EM) = SJ - SH - EM$, al igualar ahora los triángulos *AGE* y *SBC*,

$$\left.\begin{array}{l} AGE \longrightarrow \tan\hat{\varphi} = \dfrac{SJ - SH - EM}{AE} \\ SBC \longrightarrow \tan\hat{\varphi} = \dfrac{BC}{SC} \end{array}\right\} \longrightarrow \frac{SJ - SH - EM}{AE} = \frac{BC}{SC} \longrightarrow AE = \frac{(SJ - SH - EM)\cdot SC}{BC} \qquad [6]$$

De la ecuación (6) se conocen los siguientes datos:

$$SJ = D_S; \quad EM = C_{pr}; \quad SC = x - L_A; \quad BC = D_C - D_S; \quad SH = \frac{(D_C - D_S)\cdot(d + L_C)}{x - L_A}$$

sustituyendo

$$AE = \frac{\left(D_S - \dfrac{(d + L_C)(D_C - D_S)}{x - L_A} - C_{pr}\right)(x - L_A)}{D_C - D_S} = \frac{D_S\cdot(x - L_A) - \dfrac{(d + L_C)(D_C - D_S)}{x - L_A}\cdot(x - L_A) - C_{pr}\cdot(x - L_A)}{D_C - D_S}$$

$$AE = \frac{D_S\cdot(x - L_A) - (d + L_C)\cdot(D_C - D_S) - C_{pr}\cdot(x - L_A)}{D_C - D_S} = \frac{(D_S - C_{pr})\cdot(x - L_A) - (d + L_C)\cdot(D_C - D_S)}{D_C - D_S}$$

$$AE = \frac{(D_S - C_{pr})\cdot(x - L_A)}{D_C - D_S} - \frac{(d + L_C)\cdot(D_C - D_S)}{D_C - D_S}$$

$$\boxed{AE = \frac{(D_S - C_{pr})\cdot(x - L_A)}{D_C - D_S} - (d + L_C)} \qquad [7]$$

Caso 3: Asiento positivo, punto ciego y caperol coinciden.-

Ahora, tenemos al buque con asiento apopante y sin cubertada ni obstrucciones fijas en cubierta. Aquí, la línea de visión hacia proa de un navegante situado sobre el plano diametral en el interior del puente de navegación, pasará por el punto extremo más sobresaliente de la proa o caperol donde también se encuentra situado el punto ciego "S", compartiendo ambos la misma vertical (Fig.31).

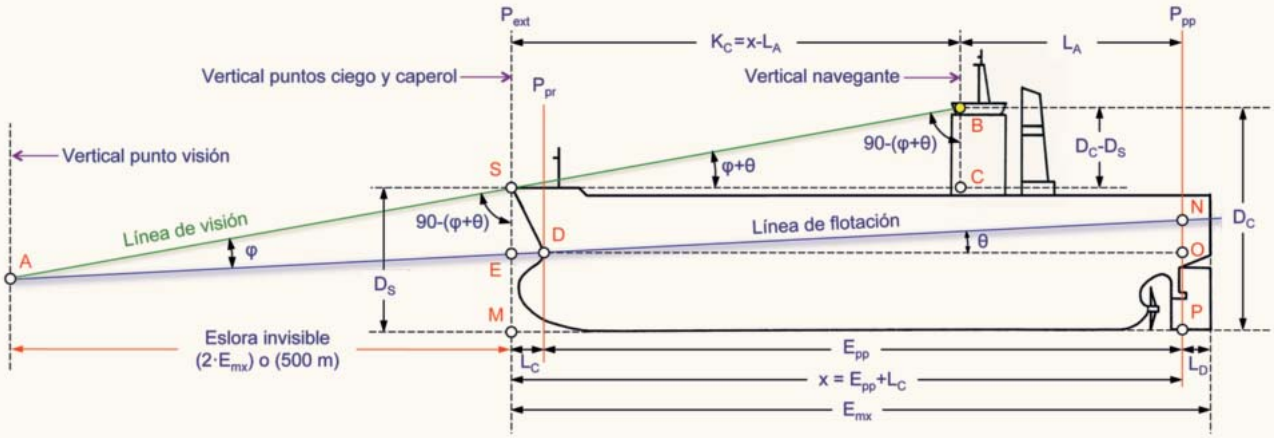

Fig. 31: Buque con asiento, punto ciego y caperol coinciden.
Fuente: Elaboración propia.

En la descomposición geométrica representada en la (Fig.31) intervienen un triángulo oblicuángulo *ASE*, dos triángulos rectángulos *SBC* y *DNO* y tres ángulos diferentes $\hat{\varphi}$, $\hat{\theta}$, $\hat{\varphi}+\hat{\theta}$. Es por ello que, para el desarrollo analítico correspondiente, lo primero que se debe hacer es deducir las fórmulas que calculan el valor de los tres ángulos considerados en la figura; en los triángulos *SBC* y *DNO*, tenemos

$$\left.\begin{array}{l} SBC \longrightarrow \tan(\hat{\varphi}+\hat{\theta}) = \dfrac{BC}{SC} = \dfrac{D_c - D_s}{x - L_a} \longrightarrow (\hat{\varphi}+\hat{\theta}) \\ DNO \longrightarrow \tan\hat{\theta} = \dfrac{NO}{DO} = \dfrac{C_{pp} - C_{pr}}{E_{pp}} = \dfrac{a}{E_{pp}} \longrightarrow (\hat{\theta}) \end{array}\right\} \longrightarrow \hat{\varphi} = (\hat{\varphi}+\hat{\theta}) - \hat{\theta} \qquad [8]$$

Con estas tres expresiones hallamos el valor de los ángulos $\hat{\varphi}$ y $\hat{\theta}$.

Seguidamente igualamos los triángulos rectángulos semejantes *DFE* y *DNO*, cuyo ángulo agudo común es $\hat{\theta}$, para obtener la expresión que determina el valor del lado *EF* (Figs.31 y 33).

$$\left.\begin{array}{l} DFE \longrightarrow \tan\hat{\theta} = \dfrac{EF}{FD} = \dfrac{EF}{L_C} \\ DHO \longrightarrow \tan\hat{\theta} = \dfrac{NO}{DO} = \dfrac{C_{pp} - C_{pr}}{E_{pp}} \end{array}\right\} \longrightarrow \frac{EF}{L_C} = \frac{C_{pp} - C_{pr}}{E_{pp}} \longrightarrow EF = \frac{L_C \cdot (C_{pp} - C_{pr})}{E_{pp}} \qquad [9]$$

En la (Fig.33) tenemos: $SE = SM - FM + EF$. Como se conocen los valores de $SM = D_S$; $FM = C_{pr}$ y de *EF*, sustituyendo,

$$SE = D_S - C_{pr} + \frac{L_C \cdot (C_{pp} - C_{pr})}{E_{pp}} \qquad [10]$$

Ya podemos resolver el triángulo *ASE*, por conocer dos ángulos $\hat{\varphi}$ y 90°- ($\hat{\varphi}+\hat{\theta}$) y, el lado opuesto a uno de ellos *SE*,

$$AE = \frac{SE \cdot \sin 90 - (\hat{\varphi}+\hat{\theta})}{\sin\hat{\varphi}} = \frac{\left(D_S - C_{pr} + \dfrac{L_C \cdot (C_{pp} - C_{pr})}{E_{pp}}\right) \cdot (\sin 90 - (\hat{\varphi}+\hat{\theta}))}{\sin\hat{\varphi}}$$

$$\boxed{AE = \left(D_S - C_{pr} + L_C \cdot \frac{C_{pp} - C_{pr}}{E_{pp}}\right) \cdot \left(\frac{\sin 90 - (\hat{\varphi}+\hat{\theta})}{\sin\hat{\varphi}}\right)} \qquad [11]$$

Nota.- Fórmula aplicada en el caso práctico número 1.

Caso 4: Asiento positivo, punto ciego y caperol no coinciden.-

Por último tenemos un buque con asiento apopante y cubertada o estructura fija sobre la cubierta que no permite ver la proa desde el puente. Sucede entonces que la línea de visión hacia proa de un navegante situado sobre el plano diametral en el puente de navegación, pasará únicamente por el punto ciego "S", que debido a la cubertada, se ha desplazado longitudinalmente hacia popa de la perpendicular de proa y verticalmente al punto más elevado (Fig.32).

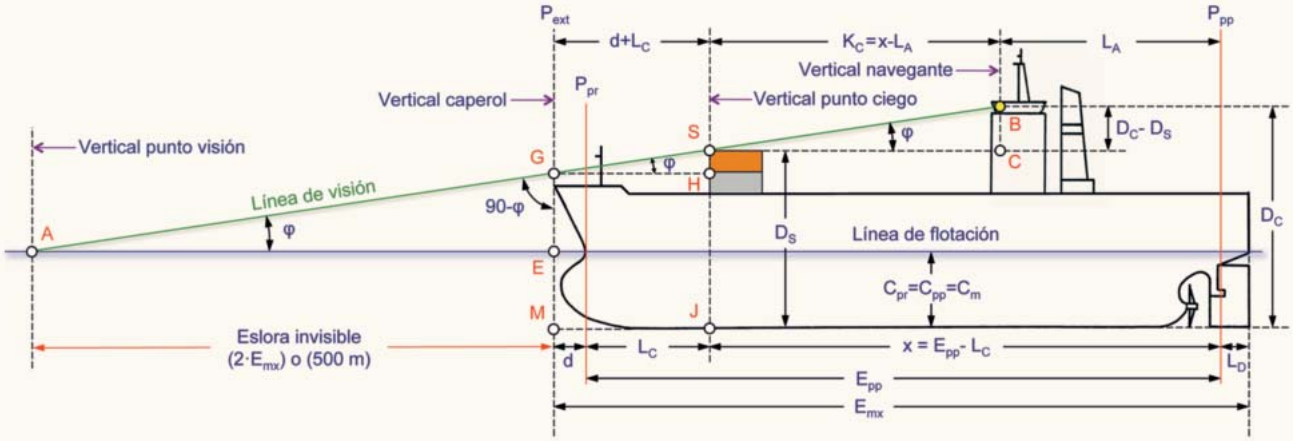

Fig. 32: Buque con asiento y cubertada, no coinciden punto ciego ni caperol.
Fuente: Elaboración propia.

Como sucedió con el caso anterior, en el desarrollo analítico también intervienen tres ángulos diferentes hallándose la eslora invisible mediante la resolución de un triángulo oblicuángulo. Por esta razón, tanto el cálculo de los ángulos $\hat{\varphi}$ y $\hat{\theta}$ como el del lado *EF*, se deducen de forma idéntica a la descrita en el caso 3, aplicando las fórmulas (8) y (9). Proseguimos igualando los triángulos rectángulos semejantes *GSH* y *SBC* cuyo ángulo agudo común es ($\hat{\varphi}$ + $\hat{\theta}$) para hallar la expresión que calcula el valor de *SH*,

$$\left.\begin{array}{l} GSH \longrightarrow \tan(\hat{\varphi}+\hat{\theta}) = \dfrac{SH}{GH} = \dfrac{SH}{d+L_C} \\ SBC \longrightarrow \tan(\hat{\varphi}+\hat{\theta}) = \dfrac{BC}{SC} = \dfrac{D_C - D_S}{x - L_A} \end{array}\right\} \longrightarrow \frac{SH}{d+L_C} = \frac{D_C - D_S}{x - L_A} \longrightarrow SH = \frac{(d+L_C)\cdot(D_C - D_S)}{x - L_A} \qquad [12]$$

En la (Fig.34) tenemos que: $GE = SJ - FM - SH + EF$, donde conocemos los valores de $SJ = D_S$; $FM = C_{pr}$, SH en la ecuación (12) y *EF* en la ecuación (9); sustituyendo obtenemos:

$$GE = D_S - C_{pr} - \frac{(d+L_C)\cdot(D_C - D_S)}{x - L_A} + \frac{d\cdot(C_{pp} - C_{pr})}{E_{pp}} \qquad [13]$$

Ya podemos resolver el triángulo *AGE* donde son conocidos dos ángulos $\hat{\varphi}$ y 90° - ($\hat{\varphi}$ + $\hat{\theta}$) y un lado *GE*,

$$AE = \frac{GE\cdot\sin 90° - (\hat{\varphi}+\hat{\theta})}{\sin\hat{\varphi}} = \frac{\left(D_S - C_{pr} - \dfrac{(d+L_C)\cdot(D_C - D_S)}{x - L_A} + \dfrac{d\cdot(C_{pp} - C_{pr})}{E_{pp}}\right)\cdot\sin 90° - (\hat{\varphi}+\hat{\theta})}{\sin\hat{\varphi}}$$

$$\boxed{AE = \left(D_S - C_{pr} - \frac{(d+L_C)\cdot(D_C - D_S)}{x - L_A} + \frac{d\cdot(C_{pp} - C_{pr})}{E_{pp}}\right)\cdot\left(\frac{\sin 90° - (\hat{\varphi}+\hat{\theta})}{\sin\hat{\varphi}}\right)} \qquad [14]$$

Nota.- Fórmula aplicada en el caso práctico número 2.

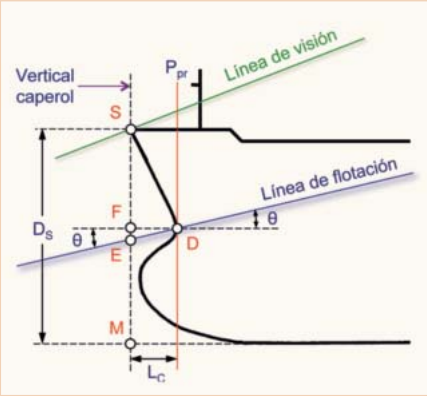

Fig. 33: Caso 3.-
Fuente: Elaboración propia.

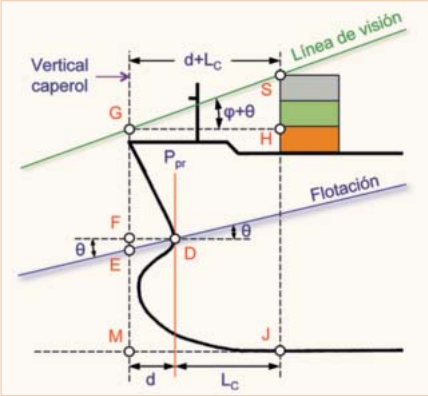

Fig. 34: Caso 4.-
Fuente: Elaboración propia.

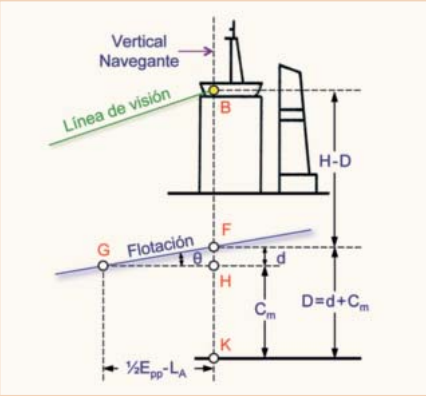

Fig. 35: Método asiático de la JMU.-
Fuente: Elaboración propia.

6.2 *Método asiático*.-

La gran mayoría de los astilleros de Japón y China, utilizan procedimientos de cálculo asociados con la eslora no visible prácticamente idénticos que facilitan resultados similares. El objetivo que se persigue es únicamente conocer los procedimientos que los actuales mayores constructores de buques utilizan, sin menospreciar que, por ejemplo los astilleros coreanos utilizan el método adoptado por el Lloyd's Register of Shipping o método europeo ya analizado.

1. Japan Marine United Corporation (JMU) – Tokio.-

Teniendo en cuenta que como los grandes petroleros y graneleros normalmente cuentan con una forma de casco llena y baja velocidad de servicio, en las últimas dos décadas la JMU ha desarrollado una variedad de tecnologías eficaces con el objetivo de reducir la resistencia ofrecida por el viento y la mar, destacando las formas de proa como la clase Ax-Bow y últimamente la nueva clase Leadge-Bow, que junto con superestructuras en forma de flecha reducen la resistencia del viento y la mar apreciablemente. Actualmente, esta tecnología ya existe en muchos buques de los construidos por la JMU y otros constructores.

Centrémonos en las proas de la clase Leadge-Bow (LEAding eDGE ≈ ó = borde de ataque), tratándose de un desarrollo posterior a las de la clase Ax-Bow. El principio hidrodinámico de las Leadge-Bow es idéntico a las Ax-Bow, situándose entre esta última y las Bulbous-Bow. La característica mas destacable de estas nuevas proas son su línea afilada, recta y vertical donde la perpendicular de proa coincide íntegramente con la perpendicular extrema y con la roda por ser recta también por debajo de la flotación (Fig.36).

El método desarrollado por la JMU, aplicable al criterio de visibilidad de la regla V/22.1 del Convenio SOLAS-74/88 (edición refundida – 2014), tiene como característica más destacable la obligación de coincidencia en la vertical del punto ciego "S" (que coincide con el punto más sobresaliente de la proa o caperol) de las perpendiculares de proa y extrema como si fuera una sola; además, el método también destaca por su simplicidad y sencillez de cálculo sin considerar ángulo alguno como es el caso del método europeo. Por último reseñar que este método es válido para buques en carga y/o lastre, de cubierta corrida y libre de cubertada. Si el buque contara por construcción con un capitel de roda la fórmula que estamos considerando se aplicaría directamente por ser meramente testimonial el error de la dimensión buscada.

Fig. 36: Leadge-Bow del M.T. "Seaenvoy" Septiembre-2017.
Fuente: www.cansi.or.cn

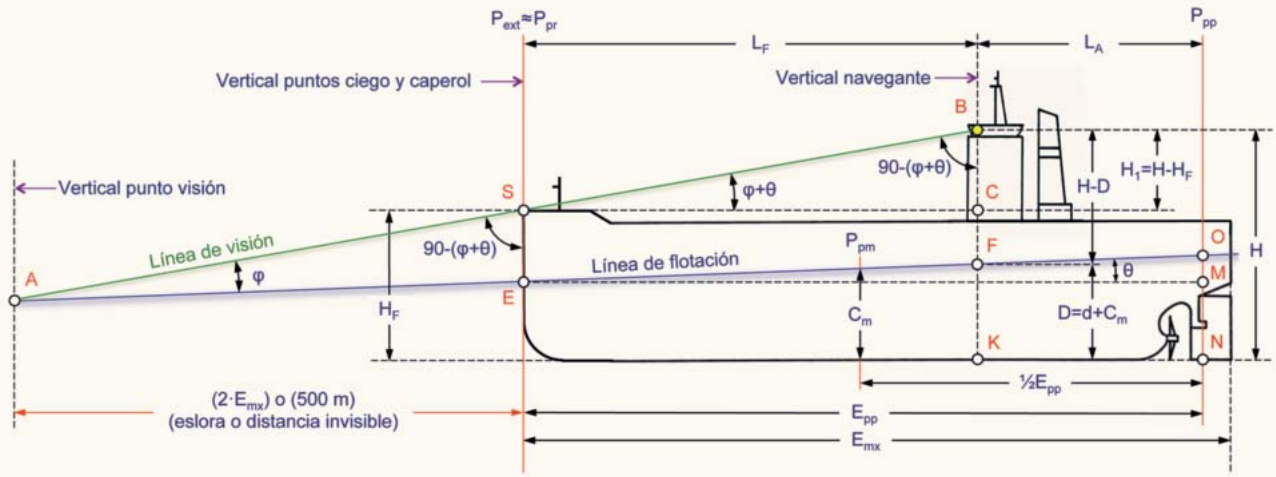

Fig. 37: Eslora invisible para un buque con asiento, sin cubertada y Leadge-bow.
Fuente: Elaboración propia.

La dimensión vertical H_F se toma sobre la perpendicular de proa o extrema, las dimensiones D, d, H se miden sobre la vertical del ojo del navegante, y por último el C_m se toma en la perpendicular media. Por otro lado, la expresión que define la distancia $FK = d$, se halla igualando los triángulos rectángulos semejantes GFH y EOM cuyo ángulo agudo común es $\hat{\theta}$ (Figs. 35 y 37).

$$\left.\begin{array}{l} GFH \longrightarrow \tan\hat{\theta} = \dfrac{FH}{GH} = \dfrac{d}{\frac{1}{2}E_{pp} - L_A} \\ EOM \longrightarrow \tan\hat{\theta} = \dfrac{OM}{EM} = \dfrac{C_{pp} - C_{pr}}{E_{pp}} \end{array}\right\} \longrightarrow \frac{d}{\frac{1}{2}E_{pp} - L_A} = \frac{C_{pp} - C_{pr}}{E_{pp}} \longrightarrow d = \frac{a \cdot \left(\frac{1}{2}E_{pp} - L_A\right)}{E_{pp}} \qquad [15]$$

Sumando los segmentos $FH = d$ y $HK = C_m$, se obtiene el valor del elemento $D = d + C_m$. Si a continuación observamos el desarrollo geométrico recogido en la (Fig.37), llegamos a la siguiente fórmula:

$$AE = \left(\frac{E_{pp} \cdot L_F \cdot \left(H - \dfrac{a \cdot \left(\frac{1}{2}E_{pp} - L_A\right)}{E_{pp}} + C_m\right)}{(-1 \cdot a \cdot L_F) + \left(E_{pp} \cdot (H - H_F)\right)}\right) - L_F \quad \text{como resulta que:} \quad \begin{cases} H_1 = H - H_F \\ D = d + C_m \\ d = \dfrac{a \cdot \left(\frac{1}{2}E_{pp} - L_A\right)}{E_{pp}} \end{cases}$$

$$\boxed{AE = \left(\frac{E_{pp} \cdot L_F \cdot (H - D)}{(-1 \cdot a \cdot L_F) + (E_{pp} \cdot H_1)}\right) - L_F} \qquad [16]$$

Nota.- Fórmula aplicada en el caso práctico número 3.

Apliquemos a la fórmula (16) valores diferentes de asiento (tanto apopante como aproantes) para una gama de calado medio completa a intervalos de un metro. Además, al considerar la limitación establecida por la regla V/22.1 del Convenio SOLAS-74/88 (edición refundida – 2014), Podemos elaborar una tabla de consulta rápida de fácil interpolación si fuese necesario, como la que adjuntamos bajo el título de *"Navigation Bridge Visibility"* donde representamos en color rojo los valores de trimado y calado que generan esloras invisibles que no cumplen con la regulación SOLAS.

Mean Draft (m)	Navigation Bridge Visibility (m)							
	Trim (m)							
	-2	-1	0	1	2	3	4	5
7	362	393	427	467	512	564	626	699
8	346	375	409	447	491	541	601	671
9	329	358	390	427	469	518	576	644
10	313	341	372	407	448	495	551	617
11	296	323	353	387	427	472	526	589
12	280	306	335	368	405	449	501	562
13	264	288	316	348	384	426	476	534
14	247	271	298	328	363	403	451	507
15	231	253	279	308	341	380	426	408
16	214	236	260	288	320	357	401	452
17	198	218	242	268	299	334	376	425
18	181	201	223	249	278	311	351	398
19	165	184	205	229	256	288	326	370

Nota.- Al aplicar regla V/22.1 tenemos la limitación en 500 mts. ya que 2 • E_{mx}= 2 • 292 = 584 mts. > 500 mts.

2. Ghengxi Shipyard Co. Ltd. – Jiangyin (China).-

Situados en el río Yangtze, los astilleros Ghengxi Co. Ltd., pertenecientes a la China Association of the National Shipbuilding Industry (CANSI), han elaborado otra fórmula que destaca también por su simplicidad y facilidad de cálculo, donde tampoco se consideran los ángulos como el método europeo siendo los resultados obtenidos muy próximos a los de los métodos europeo y JMU.

En este método, los elementos dimensionales se miden entre las verticales extrema y del navegante, así como las definidas por las perpendiculares de proa y popa. Este procedimiento es aplicable a cualquier buque sin limitación facilitando valores muy próximos a los métodos anteriores.

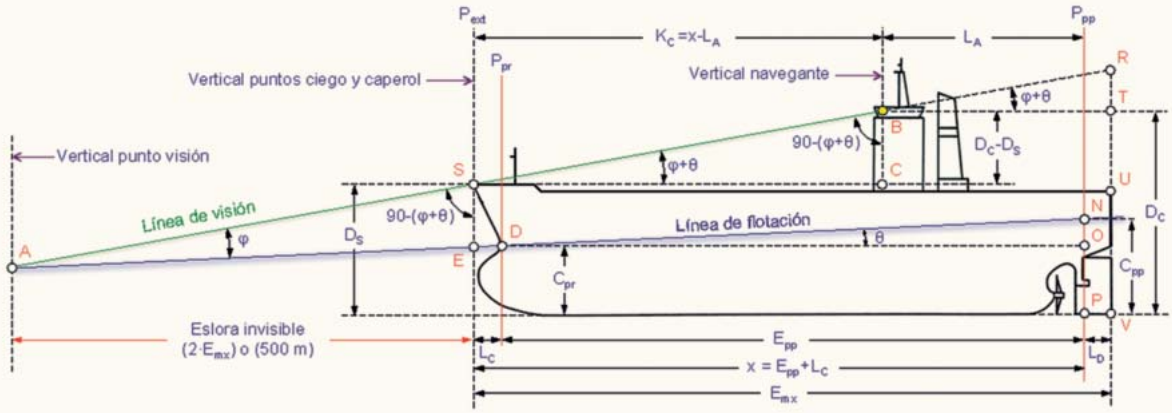

Fig. 38: Eslora invisible según Ghengxi Shipyard Co.Ltd..
Fuente: Elaboración propia.

Observemos detenidamente el desarrollo geométrico recogido en la (Fig.38), cuyo desarrollo analítico desemboca en la siguiente expresión:

$$AE = \left(\frac{C_{pp} - D_C + L_A \cdot \frac{D_S - D_C}{E_{pp} + L_C - L_A}}{\frac{D_S - D_C}{E_{pp} + L_C - L_A} + \frac{C_{pp} - C_{pr}}{E_{pp}}} \right) - (E_{pp} + L_C + L_D) \quad \text{como,} \quad \begin{cases} x = E_{pp} + L_C \\ a = C_{pp} - C_{pr} \end{cases} \quad \text{sustituyendo, resulta}$$

$$\boxed{AE = \left(\frac{C_{pp} - D_C + L_A \cdot \frac{D_S - D_C}{x - L_A}}{\frac{D_S - D_C}{x - L_A} + \frac{a}{E_{pp}}} \right) - (x + L_D)} \qquad [17]$$

Nota.- Fórmula aplicada en los casos prácticos números 4 y 5.

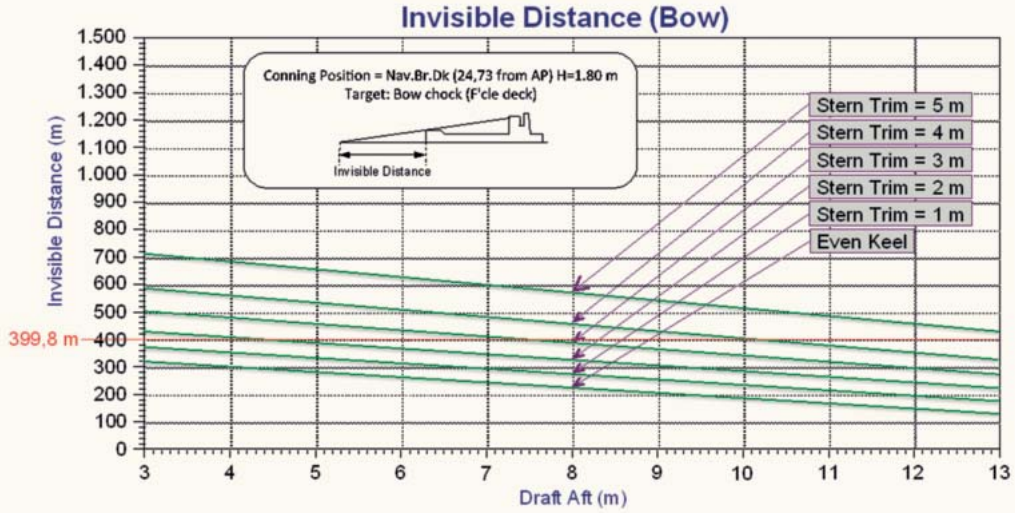

Fig. 39: Gráfico de Eslora o distancia invisible .
Fuente: Elaboración propia.

Para concluir, destacamos que habitualmente los astilleros chinos suelen incluir dentro de sus *"trim & stability booklet"* unas tablas en función del calado de popa y del asiento del buque acompañados con gráficos de doble entrada, muy intuitivos y de fácil interpolación, que en determinados casos también incluyen la distancia invisible hacia popa (Fig.39).

6.3 Casos prácticos.-

1. De un bulkcarrier tipo Handy-max se conocen los datos siguientes: E_{mx} = 190 mts.; E_{pp} = 183,25 mts.; D_C = 35,70 mts.; D_S = 23,0 mts.; L_S = 2,90 mts.; L_A= 24,20 mts.; L_D = 3,85 mts.; C_{pr} = 8,0 mts.; C_{pp} = 10,0 mts.; Se desea calcular el valor de la eslora invisible aplicando la fórmula (11).

$$\tan(\hat{\varphi}+\hat{\theta}) = \frac{D_c - D_s}{E_{pp} + L_C - L_a} = \frac{35{,}70 - 23{,}0}{183{,}25 + 2{,}9 - 24{,}2} = \frac{12{,}70}{161{,}95} = 0{,}07842 \quad \longrightarrow \quad (\hat{\varphi}+\hat{\theta}) = 4{,}48392°$$

$$\tan\hat{\theta} = \frac{C_{pp} - C_{pr}}{E_{pp}} = \frac{10{,}0 - 8{,}0}{183{,}25} = \frac{2{,}0}{183{,}25} = 0{,}01091 \quad \longrightarrow \quad \hat{\theta} = 0{,}62530°$$

$$\hat{\varphi} = (\hat{\varphi}+\hat{\theta}) - \hat{\theta} = 4{,}48392° - 0{,}62530° = 3{,}85862°$$

$$AE = \left(23{,}0 - 8{,}0 + 2{,}9 \cdot \frac{2{,}0}{183{,}25}\right) \cdot \left(\frac{\sin(90° - 4{,}48392°)}{\sin 3{,}85862°}\right) = (15 + 2{,}9 \cdot 0{,}01091) \cdot \left(\frac{0{,}99694}{0{,}06729}\right)$$

$$AE = 15{,}03164 \cdot 14{,}81557 = 222{,}702\ mts. \approx \mathbf{222{,}7\ mts.}$$

2. Del mismo bulkcarrier tipo Handy-max anterior, en este caso con cubertada, conocemos los siguientes datos: E_{mx}= 190 mts.; E_{pp} = 183,25 mts.; D_C = 35,70 mts.; D_S = 26,0 mts.; L_C = (-)7,90 mts.; L_A= 24,20 mts.; d = 2,9 mts.; L_D = 3,85 mts.; C_{pr} = 8,0 mts.; C_{pp} = 10,0 mts.; Se desea calcular la eslora invisible aplicando la fórmula (14).

$$\tan(\hat{\varphi}+\hat{\theta}) = \frac{D_c - D_s}{E_{pp} - L_C - L_a} = \frac{35{,}70 - 26{,}0}{183{,}25 - 7{,}9 - 24{,}2} = \frac{9{,}70}{151{,}15} = 0{,}06417 \quad \longrightarrow \quad (\hat{\varphi}+\hat{\theta}) = 3{,}67190°$$

$$\tan\hat{\theta} = \frac{C_{pp} - C_{pr}}{E_{pp}} = \frac{10{,}0 - 8{,}0}{183{,}25} = \frac{2{,}0}{183{,}25} = 0{,}01091 \quad \longrightarrow \quad \hat{\theta} = 0{,}62530°$$

$$\hat{\varphi} = (\hat{\varphi}+\hat{\theta}) - \hat{\theta} = 3{,}67190° - 0{,}62530° = 3{,}04660°$$

$$AE = 26{,}0 - 8{,}0 - \left(\frac{(2{,}9 + 7{,}9) \cdot (35{,}7 - 26{,}0)}{183{,}25 - 7{,}9 - 24{,}2} + 2{,}9\frac{2{,}0}{183{,}25}\right) \cdot \left(\frac{\sin(90° - 3{,}67190°)}{\sin 3{,}04660°}\right)$$

$$AE = 26{,}0 - 8{,}0 - \left(\frac{10{,}8 \cdot 9{,}70}{151{,}15} + \frac{5{,}8}{183{,}25}\right) \cdot \left(\frac{\sin 86{,}32810°}{\sin 3{,}04660°}\right) = (26{,}0 - 8{,}0 - 0{,}69309 + 0{,}03165) \cdot \left(\frac{0{,}99795}{0{,}05315}\right)$$

$$AE = 17{,}33856 \cdot 18{,}77611 = 325{,}551\ mts. \approx \mathbf{325{,}6\ mts.}$$

3. De un bulkcarrier tipo cape-size, con proa clase *"leadge-bow"* (perpendicular extrema y perpendicular de proa coinciden con el punto ciego), se conocen los datos siguientes: E_{mx} = 292 mts.; E_{pp} = 288,40 mts.; H = 43,73 mts.; H_F = 30,03 mts.; L_F = 254,27 mts.; L_A = 34,13 mts.; a = 1,0 mts. y C_m = 10,0 mts. Se desea calcular el valor de la eslora invisible aplicando la fórmula (16).

$$D = \frac{a \cdot \left(\frac{1}{2}E_{pp} - L_A\right)}{E_{pp}} + C_m = \frac{1 \cdot (144{,}20 - 34{,}13)}{288{,}40} + 10{,}0 = \frac{110{,}07}{288{,}40} + 10{,}0 = 0{,}382 + 10{,}0 = 10{,}38166\ mts.$$

$$H_1 = H - H_F = 43{,}73 - 30{,}03 = 13{,}70\ mts.$$

$$AE = \frac{288{,}40 \cdot 254{,}27 \cdot (43{,}73 - 10{,}38166)}{(-1 \cdot 1{,}0 \cdot 254{,}27) + (288{,}40 \cdot 13{,}70)} - 254{,}27 = \frac{2.445.482{,}728}{-254{,}27 + 3.951{,}08} - 254{,}27$$

$$AE = \frac{2.445.482{,}728}{3.696{,}81} = 661{,}51161 - 254{,}27 = 407{,}24161\ mts. \approx \mathbf{407\ mts.}$$

4. De un bulkcarrier tipo Handy-max se conocen los datos siguientes: E_{mx} = 190 mts.; E_{pp} = 183,25 mts.; DC = 35,70 mts.; D_S = 23,0 mts.; L_C = 2,90 mts.; L_A= 24,20 mts.; L_D = 3,85 mts.; C_{pr} = 8,0 mts.; C_{pp} = 10,0 mts.; Se desea calcular el valor de la eslora invisible aplicando la fórmula (17).

$$AE = \frac{10{,}0 - 35{,}7 + 24{,}2 \cdot \frac{23{,}0 - 35{,}7}{183{,}25 + 2{,}9 - 24{,}2}}{\frac{23{,}0 - 35{,}7}{183{,}25 + 2{,}9 - 24{,}2} + \frac{10{,}0 - 8{,}0}{183{,}25}} - (183{,}25 + 2{,}9 + 3{,}85) = \frac{10{,}0 - 35{,}7 + 24{,}2 \cdot \frac{-12{,}7}{161{,}95}}{\frac{-12{,}7}{161{,}95} + \frac{2{,}0}{183{,}25}} - (190{,}0)$$

$$AE = \frac{10{,}0 - 35{,}7 - 24{,}2 \cdot 0{,}07842}{-0{,}07842 + 0{,}01091} - (190{,}0) = \frac{10{,}0 - 35{,}7 - 1{,}89776}{-0{,}06751} - (190{,}0)$$

$$AE = \frac{-27{,}59776}{-0{,}06751} - (190{,}0) = 408{,}79514 - 190{,}0 = 218{,}79514\ mts. \approx \mathbf{219{,}8\ mts.}$$

5. De un bulkcarrier Handy-max con cubertada, se conocen: E_{mx} = 190 mts.; E_{pp} = 183,25 mts.; D_C = 35,70 mts.; D_S = 26,0 mts.; L_C = (-)7,90 mts.; L_A= 24,20 mts.; d = 2,9 mts.; L_D = 3,85 mts.; C_{pr} = 8,0 mts.; C_{pp} = 10,0 mts.; Se desea calcular la eslora invisible aplicando la fórmula (17).

$$AE = \frac{10{,}0 - 35{,}70 + 24{,}2 \cdot \frac{26{,}0 - 35{,}7}{183{,}25 - 7{,}9 - 24{,}2}}{\frac{26{,}0 - 35{,}7}{183{,}25 - 7{,}9 - 24{,}2} + \frac{10{,}0 - 8{,}0}{183{,}25}} - (183{,}25 + 2{,}9 + 3{,}85) = \frac{10{,}0 - 35{,}7 + 24{,}2 \cdot \frac{-9{,}7}{151{,}15}}{\frac{-9{,}7}{151{,}15} + \frac{2{,}0}{183{,}25}} - (190)$$

$$AE = \frac{10{,}0 - 35{,}7 - 24{,}2 \cdot 0{,}06417}{-0{,}06417 + 0{,}01091} - (190{,}0) = \frac{10{,}0 - 35{,}7 - 1{,}55291}{-0{,}05326} - (190{,}0)$$

$$AE = \frac{-27{,}25291}{-0{,}05326} - (190{,}0) = 511{,}69564 - 190{,}0 = 321{,}69564\ mts. \approx \mathbf{321{,}7\ mts.}$$

Fig. 40: Buque portacontenedores entrando en una de las exclusas del Canal de Panamá.
Fuente: www.Flickr.com - autor Miguel Fuentes (19 de junio de 2011).

7.0 REQUERIMIENTOS DE VISIBILIDAD PARA TRANSITAR POR EL CANAL DE PANAMÁ.-

La Autoridad del Canal de Panamá (ACP), establece unos requisitos de visibilidad desde el puente de navegación aplicables a todos los buques que transiten a través de todas las esclusas del canal. En la publicación *"OP Notice to Shipping N-1-2017"* se recogen el denominado *"Vessel Requirements"* cuyo punto 4) *"Navigation bridge features required of transiting vessels"* apartados d) *"Normal conning position"* y e) *"Panama canal mínimum visibility requirements"*, regulan las normas autorizadas por la ACP para un transito seguro de los buques por las esclusas panamax y neopanamax.

7.1 Puntos de navegación y maniobra.-

- ***Punto de gobierno número 1***.- Situado directamente detrás y cerca de la ventana central delantera del puente de navegación.

- ***Punto de gobierno número 2***.- Situado a babor del punto de gobierno núm.1, directamente detrás y cerca de la ventana más próxima a la misma, de manera que proporcione visibilidad hacia delante sin obstrucción alguna.

- ***Punto de gobierno número 3***.- Ubicado a estribor del punto de gobierno núm. 1, directamente detrás y cerca de la ventana más próxima a la misma, de manera que proporcione una vista clara y sin obstrucciones hacia delante.

- ***Punto de gobierno número 4***.- Localizado en el extremo final del alerón de babor del puente de navegación, y debe proporcionar una visibilidad clara y sin obstrucción hacia la proa y hacia la popa por el costado de babor.

- ***Punto de gobierno número 5***.- Localizado en el extremo final del alerón de estribor del puente de navegación, y debe proporcionar una visibilidad clara y sin obstrucción hacia la proa y hacia la popa por el costado de estribor.

7.2 Requisitos de visibilidad del Canal.-

a) Si el buque está cargado, la visión de la superficie del agua desde cualquier puesto de gobierno en el puente de navegación no debe estar ocultada, a partir del punto ciego hacia proa, por una longitud máxima invisible de una eslora del buque, bajo todas las condiciones calado y trimado. Los buques a media carga se consideran como buque cargado para los propósitos de este requerimiento.

b) Si el buque está en lastre, la visión de la superficie del agua desde cualquier puesto de gobierno en el puente de navegación no debe

estar ocultada, a partir del punto ciego hacia proa, por una longitud máxima invisible de una eslora y media del buque, bajo todas las condiciones de calado y asiento.

c) Si la visibilidad desde las posiciones normales de gobierno está obstruida por el equipo de carga u por otros objetos o estructuras permanentes hacia proa del través, el arco total de la visibilidad obstruida no deberá ser mayor de 10º desde el punto de gobierno situado detrás y cerca de la ventana central delantera del puente de navegación.

d) Los costados del buque en la línea de flotación hacia proa y hacia popa, deberán ser visibles desde los puntos de gobierno situados en los alerones del puente.

e) En el caso de existir problemas de visibilidad a criterio de la ACP, los buques deberán firmar un documento (Undertaking and Release) donde los capitanes se hagan responsables del tránsito en dichas condiciones eximiendo de responsabilidad a la ACP.

f) Si la ACP considera que la visibilidad hacia proa o hacia popa no es segura, al buque se le podrá imponer restricciones que pueden requerir del uso de remolcadores o resultar en demoras o denegación del tránsito.

Los buques portacontenedores se les permite el transito sin cumplir los requisitos de visibilidad que se acaban de mencionar, siempre que cumplan con:

a) Su eslora máxima debe ser igual o mayor de 213,36 metros (700 pies).

b) Debe tener la visibilidad hacia proa despejada; por lo tanto, no debe estar equipado con grúas o equipo de carga en la línea de crujía (plano longitudinal) los cuales puedan obstruir la visibilidad hacia proa.

c) La vista de la superficie de la mar desde el puesto de órdenes maniobra no debe ser mayor de dos esloras del barco o 500 metros, la que sea menor, a proa de las amuras y a 10º a cada banda en todas las condiciones de calado, asiento y cubertada. Bajo ciertas condiciones los buques portacontenedores pueden exceder los límites anteriores hasta 2 veces la eslora máxima o 500 metros como máximo.

d) Deberá estar equipado con hélice de proa operativa, sino tuviera, el práctico solicitará, ser acompañado por un remolcador a través de Corte Culebra.

Los buques que no cumplan con estos requisitos de visibilidad debido a la carga, equipo de carga, estructuras o cualquier otro motivo, deberán corregir la deficiencia para poder realizar un tránsito seguro. Si la deficiencia no se corrige, el buque deberá informar a la ACP por lo menos 48 horas antes de la llegada para tomar las acciones necesarias y minimizar la posibilidad de retrasos de tránsito. Esta notificación se hará a través del Portal del servicio marítimo de la ACP o cualquier otro medio aceptable por la ACP. Si no se recibe información acerca de las deficiencias antes de la llegada, el buque se considerará que cumple con la regulación vigente; sin embargo, si las deficiencias son detectadas a su llegada, el buque puede experimentar retrasos en tránsito o conexión y también puede estar sujetos a cargos adicionales.

El articulo 30 del *"Regulation on Navigation in Panama Canal Waters"* establece que todos los buques que recalen bien para transitar por el Canal de Panamá como para operar en los puertos de Balboa y Cristóbal deberán proporcionar la información requerida no menos de 96 horas antes de su llegada, por tratarse de información esencial para la adecuada asignación de recursos y restricciones aplicables, si fuese necesario.

Además y no más tarde de las 48 horas antes de la llegada, los buques de más de 45,72 metros de eslora máxima, están obligados a presentar el modelo *"Blind Distance Declaration"* (formato 1746 (OPTC-A)), donde se calcula para agua salada tropical la eslora invisible referida a los puntos de gobierno números 1, 2 y 3. Este documento debe estar cubierto por el capitán y presentado al Boarding Officer de la ACP.

8.0 SIMBOLOGÍA.-

AE	Eslora o distancia invisible.
AHTS	Anchor Handling Tug Supply Vessels.
COLREG	Convention on the International Regulations for Preventing Collisions at Sea.
C_m	Calado medio.
C_{pp}	Calado del buque referido a la perpendicular de popa
C_{pr}	Calado del buque referido a la perpendicular de proa.
D	Distancia vertical entre las líneas de flotación y quilla en la vertical del ojo del navegante.
d	Distancia entre las perpendiculares de proa y la del extremo más sobresaliente de la proa.
D_C	Altura del puesto de órdenes de maniobra sobre la línea de quilla.
D_S	Altura del punto ciego sobre la línea de quilla. Coordenada vertical del punto ciego.
E_{mx}	Eslora máxima o total.
E_{pp}	Eslora entre perpendiculares.
ERRV	Emergency Response and Rescue Vessel.
GMDSS	Global Maritime Distress Safety System.
H	Distancia vertical entre el ojo del observador y la quilla, medida en la vertical del navegante.
HWH	Altura desde la línea de quilla hasta la cubierta del puente de navegación.
H_F	Distancia vertical entre el punto ciego y la quilla, media en la vertical de punto ciego.
IMO	Organización marítima internacional.

K_C	Distancia horizontal desde el puesto de órdenes de maniobra hasta la vertical del punto ciego: $K_C = x - L_A$
L_A	Distancia horizontal contada desde la perpendicular de popa hasta la vertical del ojo del navegante.
L_C	Distancia horizontal contada desde la perpendicular de proa hasta la vertical del punto ciego. Coordenada longitudinal del punto ciego.
L_D	Distancia horizontal contada desde la perpendicular de popa hasta el extremo más sobresaliente de popa.
L_F	Distancia horizontal medida desde la perpendicular de proa hasta la vertical del ojo del navegante.
MMT	Merchant Marine Technical.
MSC	Comité de Seguridad Marítimo de la IMO.
OMBOs	One Man Bridge Operated ships.
OSVs	Offshore Support Vessels.
P_{ext}	Perpendicular del punto más sobresaliente de la proa o perpendicular extrema de proa.
P_{pp}	Perpendicular de popa.
P_{pr}	Perpendicular de proa.
PGS	Petroleum Geo-Services.
PSVs	Platform Supply Vessels.
S	Punto ciego (sight point).
SOLAS	Convenio internacional para la seguridad de la vida humana en la mar.
USCG	United States Coast Guard.
x	Distancia horizontal desde la perpendicular de popa hasta la vertical del punto ciego: $x = E_{pp} + L_C$
$\hat{\theta}$	Ángulo formado por el asiento o trimado del buque.
$\hat{\varphi}$	Ángulo formado por la línea de visión del navegante y la superficie de la mar.
a	Asiento o trimado.

9.0 BIBLIOGRAFÍA.-

1. CHRISTOPHER FAY, ROBERT W.HENRY & EUGENE J.HOLLER, *"Arrangement of Navigating Bridge with Emphasis on Bridge Visibility"*, Marine Technology, Vol. 22, no.3, July 1985, pp. 258-266.
2. International Convention for the Safety of Life at Sea (SOLAS), 1974/1988, Chapter V, as amended.
3. International Regulations for Preventing Collisions at Sea (COLREG), 1972 as amended.
4. IMO-MSC.191(79) Performance standards for the presentation of navigation-related information on ship borne navigational displays.
5. IMO-A.694(17) General requirements for shipborne radio equipment forming part of the global maritime distress and safety system (GMDSS) and for electronic navigational aids.
6. IMO-MSC.201(81), adoptada el 18 *de mayo de 2006 "Adopción de enmiendas al convenio internacional para la seguridad de la vida humana en el mar"*, 1974, enmendado.
7. IMO-A.708(17) adopted on 6 November 1991, *"Navigation bridge visibility and functions"*.
8. MCA, *"Safety of Navigation, Implementing SOLAS capter V, 2002"*, May 200, pp. 52-53.
9. IMO-MSC/Circ.982 (20 December 2000), *"Guidelines on ergonomic criteria for bridge equipment and layout"*.
11. MARINE DESIGN & RESEARCH INSTITUTE OF CHINA, 4250TEU Container ship, M30120A-100-007, *"Visibility from bridge"* 05.15.2007, Germannischer Lloyd.
12. LLOYD's REGISTER, *"Model ballast water management plan"* (version 2014).
13. AMERICA BUREAU OF SHIPPING – *"Guidance notes on ergonomic design of navigation bridges"*, Houston (Tx), October 2003, Section 4, pp.10-36.
14. GERMANNISCHER LLOYD–Classification and Construction Rules, *"Bridge arrangement and equipment on seagoing ships"*, Edition 2012, Part I, Section 3, Chapter II, pp. 3.1-3.6.
15. DNV-GL, Rules for Classification, *"Bridge design"*, January 2017, pp.127-144.
16. MASAO FURUSHO, B.SITKI USTAOGLU, *"Visibility level at sea"*, Japan Institute of Navigation, vol.100, 1999, pp.24-29. (J.LIGHT & VIS.ENU. VOL.26. NO. 3, 2002).
17. MCA, *"Wheelhouse visibility onboard fishing vessels"* MGN 314(F), February 2006, Annex I, pp. 4-7.
18. IMO-A.1048(27) de 30-Novirmbre-2011, *"Código de prácticas de seguridad para buques que transporten cubertadas de madera 2011"*, capitulo 3, punto 3.3, pp.20.

Artículo dedicado a nuestro compañero Antonio Molinero, en recuerdo de nuestras largas e interesantes charlas y su constante ánimo y apoyo para que siga escribiendo.
¡¡ Gracias y BUENA PROA !!