



TRABAJO FIN DE GRADO

CURSO 2016-2017

Los efectos del cambio climático en el transporte marítimo. Las Rutas Marítimas Polares

Tutor: Antonio Ceferino Bermejo Díaz

Autor: Elena Hernández Rodríguez

Grado: Náutica y Transporte Marítimo



**A mi familia, en especial a mis padres
y mi hermano, gracias por todo.**



Índice.

• Portada.....	1
• Agradecimiento.....	2
• Índice.....	3
• Resumen.....	5
• Introducción.....	6
• Objetivos.....	8
• Revisión Bibliográfica:.....	9
▪ 1.El Código Polar.....	9
▪ 1.1. Ámbito de aplicación.....	10
▪ 1.2. Categoría de los buques.....	10
▪ 1.3. Certificado para buques polares.....	11
▪ 1.4. Manual operacional en aguas polares.....	12
▪ 2. Definición de aguas polares	14
▪ 3.Las Rutas Marítimas Polares.....	15
▪ 3.1. Principales rutas marítimas.....	15
▪ 4. Ruta Marítima del Norte.....	16
▪ 4.1. Descripción General.....	16
▪ 4.2. Condiciones naturales de la ruta marítima del norte..	17
▪ 4.3. Factores climatológicos que afectan a la navegación por el paso noreste.....	18
▪ 4.4. Reglas de los rompehielos de apoyo para los buques que naveguen por la Ruta Marítima del Norte.....	22
▪ 4.5. Análisis comparativo entre la ruta marítima del norte y la ruta del sur.....	22
▪ 5. Paso del Noroeste.....	26
▪ 5.1. Historia.....	26
▪ 5.2. Descripción general.....	27
▪ 5.3. Condiciones naturales y navegación en el Paso del Noroeste.....	29
▪ 5.4. Factores climatológicos que afectan a la navegación en el Paso del Noroeste.....	31
▪ 6. Prevención de la contaminación marítima en aguas polares...33	
▪ 6.1. Prevención de la contaminación por hidrocarburos...33	
▪ 6.2. Control de la contaminación por sustancias líquidas a granel.....	35



▪ 6.3. Prevención de la contaminación por aguas residuales del buque.....	36
▪ 7. Tránsito de buques comerciales por las rutas polares.....	38
▪ 7.1. Tipo de tráfico marítimo comercial en el Ártico.....	39
▪ 8. Tipos de buques que navegan por aguas polares.....	41
▪ 8.1. Transporte a granel de petróleo, gas y minerales.....	41
▪ 8.2. Transporte de reabastecimiento.....	42
▪ 8.3. Buques de pesca.....	42
▪ 8.4. Cruceros.....	43
▪ 8.5. Rompehielos.....	44
▪ 8.6. Buques de pasaje.....	44
▪ 9. Riesgo de la navegación en aguas polares.....	46
• Metodología.....	48
• Conclusiones.....	49
• Bibliografía.....	52
• Apéndice.....	53



Resumen:

En este trabajo, estudio la viabilidad de las rutas polares como una ruta de transporte estable para el tráfico internacional entre Europa y Asia, a través de la Ruta Marítima del Norte, y el Océano Atlántico y el Océano Pacífico, a través del Paso del Noroeste. Incluyendo las condiciones actuales de estas.

Estas nuevas zonas de navegación son de gran interés para una zona estratégica de paso internacional en el transporte de mercancías y la explotación de recursos minerales y energéticos, lo que se traduce en un incremento de la actividad humana en ese lugar.

Abstract:

In this work I study the viability of the Polar Routes as a stable transport route for the international traffic between Europe and Asia (Northern sea route) and the Atlantic Ocean and the Pacific Ocean (Northwest Passage). It includes the present conditions in this area.

These new navigation zone are of great interest for a strategic zone of international passage in the transport of goods and the exploitation of mineral and energy resources, which translates into an increase of human activity in that place.

Palabras claves:

Ruta polar, NSR, Paso del Noroeste, aguas polares, Ruta Marítima del Norte

Key words

Polar Route, NSR, Northwest Passage, Polar waters, Northern Shipping Route



Introducción

El cambio climático es un hecho, los motivos que lo causan pueden ser discutidos, pero sus efectos son muy reales y observables por todos. Un claro ejemplo de esos efectos es el deshielo de los casquetes polares. Este deshielo nos abre la posibilidad de navegar por zonas que antes no imaginábamos ya que estaban cubiertas por hielo.

Estas nuevas zonas de navegación son de gran interés debido a que es una zona estratégica como paso internacional para el transporte de mercancías y la explotación de recursos minerales y energéticos, traduciéndose así en un incremento de la actividad humana en ese lugar.

El deshielo del hielo marino nos está abriendo grandes oportunidades para navegar a través de las aguas del Ártico. Esto supone acortar considerablemente los viajes, así como reducir el gasto de energía y las emisiones, fomentar el comercio y disminuir la cantidad de buques que navegan por los canales de navegación transcontinentales.

Aunque esto es una realidad, navegar por el Ártico también nos muestra una serie de inconvenientes como pueden ser bloques de hielo a la deriva, falta de infraestructura, riesgo para el medio ambiente e incertidumbre política entre los países ribereños que quieran ejercer su soberanía.

A medida de que el hielo marino se va derritiendo, hay tres áreas de gran interés para la industria naviera, estas, están relacionadas con la extracción de recursos naturales en alta mar, el envío de destino y el transporte de tránsito. Las condiciones climáticas asociadas al aumento de temperatura a largo plazo hacen que estas áreas tengan un gran atractivo a nivel mundial.



Introduction:

Climate change is a fact, the reasons that cause it can be discussed, but its effects are very real and observable. Clear example is the melting of the polar ice caps. This thaw opens the possibility of navigating areas that we did not imagine before because they were covered with ice.

These new navigation zone are of great interest for a strategic zone of international passage in the transport of goods of East/ West and the exploitation of mineral and energy resources, which translates into an increase of human activity in that place.

The melting of the sea ice is opening up great opportunities to sail the routes through the water of the Arctic. This means significantly reducing travel, reducing energy costs and emissions, encouraging trade and reducing the number of vessels navigating transcontinental shipping channels. Although this is a reality, navigating the Arctic also shows the series of drawbacks that may be: drifting ice blocks, lack of infrastructure, risk to the environment and political uncertainty among riparian countries that want to exercise their sovereignty.

As the sea ice melts, there are three areas of great interest to the shipping industry; these are related to offshore energy extraction, destination shipping and transit transportation. The climatic conditions associated with the long-term increase in temperature make these areas very attractive worldwide.



Objetivos:

Dado el interés surgido por la navegación por zonas marítimas no usuales como es el Ártico y el gran esfuerzo para recabar información sobre este tema, este trabajo de fin de grado versará sobre las rutas marítimas polares, haciendo un análisis de cada una de ellas y una comparación a la hora de los gastos que supone navegar por estas rutas (gasto de rompehielos, falta de infraestructuras, equipamiento de los buques...), o si por lo contrario, sigue siendo muchos más económico navegar por las rutas marítimas tradicionales.



Revisión Bibliográfica

1. El Código Polar

La normativa en materia de seguridad y prevención de la contaminación aplicable en el Ártico es muy diversa, entre ellas podemos encontrar: normativa internacional, normativa regional, normativa nacional de los países ribereños y normativa de organismos privados, como pueden ser la normativa impuesta por las Sociedades de Clasificación

De manera más concreta, para la navegación por aguas polares la OMI ha desarrollado un nuevo código, el código internacional para los buques que operen por aguas polares (Código Polar), que pretende complementar al SOLAS (Convenio internacional para la seguridad de la vida humana en el mar) y el MARPOL (Convenio internacional para prevenir la contaminación por los buques). [1][6]

El Código entró en vigor para los buques nuevos el 1 de enero de 2017. Los buques existentes tienen hasta su primer reconocimiento intermedio o de renovación hasta el 1 de enero de 2018 para cumplir con este código. Al igual que con la mayoría de los instrumentos de la OMI, los buques gubernamentales que no participan en actividades comerciales están exentos de las disposiciones del Código; sin embargo, se anima a los gobiernos a que “actúen de manera coherente, hasta donde sea razonable y factible” para cumplir con los requisitos del Código Polar.

El Código Polar comienza con un preámbulo común y un texto introductorio que establecen los principios, los objetivos, las definiciones claves y las fuentes consideradas de peligro. La Parte I-A se subdivide en doce capítulos de medidas obligatorias de seguridad. En la Parte I-B se proporcionan directrices y recomendaciones adicionales sobre seguridad. La Parte II-A está organizada en cuatro capítulos de medidas de protección ambiental obligatorias. Estos capítulos están alineados con sus respectivos Anexos del



MARPOL (I, II, IV y V) e introduce limitaciones de descarga adicionales por encima y más allá de lo que está prescrito por MARPOL. La parte II-B se ofrece para proporcionar orientación adicional no obligatoria relacionada con la prevención de la contaminación. [2][6]

1.1. **Ámbito de aplicación**

En general, el Código Polar es obligatorio para todos los buques, tanto nuevos como existentes, que efectúen viajes nacionales o internacionales dentro de los límites defendidos por la OMI de las aguas del Ártico y la zona antártica.

La aplicación detallada del Código Polar puede ser diferente entre las Partes I y II. Las medidas de seguridad (Parte I-A) serán obligatorias para cualquier buque que opere en aguas polares que estén certificadas bajo el convenio SOLAS, independientemente de si el buque está o no en un viaje internacional. En general, los buques de carga de más de 500 toneladas brutas y los buques de pasaje que transporten más de 12 pasajeros. Los capítulos sobre medio ambiente (Parte II-A) seguirán lo aplicado en el convenio MARPOL. [2][6]

1.2. **Categoría de los buques**

El concepto de categoría de los buques se introduce en el Código Polar con la intención de organizar los requisitos para ciertas clases de buques. Existen tres categorías de buques polares (A, B y C), estas clases están vinculadas al tipo de hielo por donde naveguen y proporciona una indicación amplia de la capacidad de un buque para navegar en hielo.

- **Categoría A:** son aquellos buques concedidos para navegar por hielo medio o de primer año, es decir, el espesor nominal del hielo es mayor a 70cm. En general, los buques de categoría A serán construidos con características de diseño y responsabilidades primarias para operar en



difíciles condiciones de hielo polar, y en su mayor parte independientes. Los cuartones deben ser compatibles con al menos la IACS Polar Class PC5 u otra norma que pueda demostrar ese nivel de seguridad.

- **Categoría B:** son aquellos buques que no están incluidos en la categoría A, diseñados para navegar en aguas con al menos hielo de primer año, es decir, con un espesor nominar de hielo mayor a 30cm que puede incluir viejas inclusiones de hielo. Normalmente, los buques de categoría B operarán sobre unas condiciones de hielo estacional de manera independiente o con la ayuda de un rompehielos. Los cuartones deben ser compatibles con al menos la IACS Polar Class PC7 u otra norma que pueda demostrar un nivel equivalente de seguridad.
- **Categoría C:** esta categoría cubre cualquier tipo de buque que opere por aguas polares. Estos buques están destinados a aguas abiertas (sin hielo) o con condiciones de hielo muy ligeras, por ello no es necesario que estén reforzados para navegar por aguas heladas. Dependiendo de la operación y las condiciones de hielo, el pabellón de buque le obligará a seguir unas normas de cómo debe estar reforzado el buque para el hielo. [2] [6]

1.3. Certificado para buques polares

El Certificado de Buque Polar (PSC) es la confirmación definitiva de que un buque cumple con la regulación aplicable del Código Polar. Es un documento esencial que será revisado por los Puertos y los Estados costeros y utilizado por los propietarios, los fletadores, la tripulación y otros para la evaluación de las capacidades y las limitaciones del buque. El Certificado de Buque Polar es un documento obligatorio emitido por el Estado del pabellón o la sociedad de clasificación después de una inspección. Este certificado debe estar a bordo de todos los buques que entren en aguas polares en las que se aplique el Código Polar. Este certificado tiene cuatro componentes principales:

1. Clase de buque y clase de hielo.



2. Otros umbrales para la regulación aplicable (tipo de barco, operaciones de hielo, bajas temperaturas del aire...)
3. Disposiciones relativas al diseño y los arreglos alternativos.
4. Limitaciones operacionales (condiciones de hielo, temperatura, latitudes altas...)

Un registro complementario de equipos específicamente requeridos por el Código Polar acompañará al Certificado de Buque Polar e irá más allá de los mínimos requeridos por SOLAS. El registro incluirá información sobre dispositivos de salvamento, equipos de navegación y comunicaciones. [2] [6]

1.4. Manual Operacional en Aguas Polares

Todos los buques que operen en aguas polares deben tener una documentación completa que proporcione al propietario del buque, el operador, el capitán y la tripulación orientación suficiente sobre seguridad operacional en las condiciones ambientales previstas y sobre cómo responder a cualquier incidente que pueda ocurrir. El Capítulo 2 del Código Polar obliga a todos los buques a tener un Manual Operacional en Aguas Polares (PWOM) a bordo para apoyar los procesos de toma de decisiones durante la realización de operaciones.

El PWOM es un complemento al Certificado de Buque Polar y debe incluir una colección de procedimientos operativos específicos del entorno polar. Al desarrollar los procedimientos basados en el riesgo, identificados en la sección de Introducción del Código, deben evaluarse en función de la probabilidad de ocurrencia y de las consecuencias para el perfil operacional previsto del buque. Una lista general de procedimientos requeridos en el Manual es la siguiente:

- Operaciones en hielo.
- Operaciones a bajas temperaturas.



- Medidas que deben tomarse si las condiciones de hielo o temperatura exceden las capacidades de diseño del buque.
- Capacidad de comunicación y navegación en latitudes altas.
- Duración de la travesía.
- Planificación de la travesía para evitar hielo o temperaturas que excedan las capacidades de diseño.
- Disposiciones para recibir las previsiones de las condiciones ambientales.
- Medios para abordar las limitaciones de hidrografía, meteorología e información de la navegación.
- Medidas especiales para mantener el equipo y la funcionalidad del sistema bajo temperaturas bajas, formación de hielo, hielo marino...
- Apoyo vital e integridad del buque en caso de atrapamiento prolongado por hielo.
- Operaciones de escolta o asistencia para romper el hielo donde sea apropiado. [2] [6]



2. Definición de aguas polares

Las aguas polares incluyen las aguas Árticas y las aguas Antárticas.

Aguas árticas: son las aguas situadas al norte de una línea que va desde los 58°00'0 N de latitud y los 042°00'0 W de longitud hasta los 64°37'0 N de latitud y los 035°27'0 W de longitud, y de ahí, por una loxodrómica, hasta los 67°03'9 N de latitud y los 026°33'4 W de longitud, y a continuación, por una loxodrómica, hasta Sørkapp, Jan Mayen y, por la costa meridional de Jan Mayen, hasta la isla de Bjørnøya, y a continuación, por la línea del círculo polar máximo, desde la isla de Bjørnøya hasta el cabo Kanin Nos, y siguiendo la costa septentrional del continente asiático hacia el este hasta el estrecho de Bering y de ahí, hacia el oeste, por los 60° N de latitud hasta Il'pyrskiy, siguiendo a continuación el paralelo 60° N hacia el este, hasta el estrecho de Etolin inclusive, bordeando después la costa septentrional del continente norteamericano, hasta los 60° N de latitud y hacia el este, siguiendo el paralelo 60° N hasta los 56°37'1 W de longitud, y de ahí, hasta los 58°00'0 N de latitud y los 042°00'0 W de longitud.

Aguas Antárticas: son las aguas situadas al Sur del paralelo 060°00'0S [3] [6]



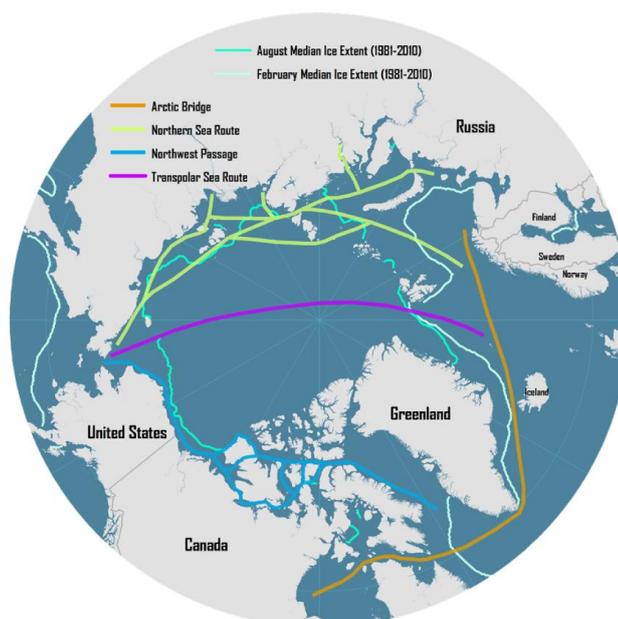
3. Las rutas marítimas polares

Las rutas polares son aquellas rutas marítimas que se encuentran dentro de las aguas polares. El cambio climático está ofreciendo nuevas oportunidades para las redes internacionales de transporte marítimo. El deshielo alrededor de los polos va en aumento. Si esta tendencia continua, partes del Ártico podrían utilizarse de manera más fiable para la navegación, al menos, durante los meses de verano y durante periodos de tiempos más prolongados.

3.1. Principales rutas marítimas polares

Las principales rutas marítimas polares son las siguientes:

- La ruta marítima del norte (NSR), también conocida como paso del noreste.
- Paso del noroeste
- La ruta del mar transpolar



Rutas Polares:

<https://people.hofstra.edu/geotrans/eng/ch1en/conc1en/polarroutes.html>



4. Ruta marítima del norte

4.1. Descripción general

La ruta marítima del norte, también conocida como Paso del Noreste, es una ruta de navegación marítima que une el océano Atlántico con el océano Pacífico a lo largo de las aguas de la costa del norte de la Federación Rusa.

Se consideran aguas de esta ruta a las zonas de agua adyacente a la costa norte de la Federación Rusa, que comprende las aguas interiores, el mar territorial, la zona adyacente y la zona económica exclusiva de la Federación Rusa y confinada en el este con la línea de demarcación marítima de los Estados Unidos y el Cabo Dezhnev en el Estrecho de Bering, paralelo con el meridiano de Cabo Mys Zemlya al Archipiélago Novaya Zemlya, en el Oeste con la costa oriental del Archipiélago Novaya Zemlya y las fronteras occidentales del estrecho de Matockin, el Estrecho de Kara y Yugorski Shar.

Históricamente esta ruta estaba relacionada con la explotación comercial de las regiones del Alto Norte. La flota de rompehielos y los buques de transporte de propósito especial llevaron a cabo con éxito tareas para transportar recursos naturales y para entregar equipos y productos a las zonas de difícil acceso.

En la actualidad, se siguen realizando esas mismas tareas nombradas anteriormente pero también se utiliza para la explotación de materias primas de las plataformas del Ártico. Además, esta ruta presenta oportunidades para el transporte marítimo internacional como ruta de tránsito entre Europa Occidental y las regiones de Asia y el Pacífico.

La vía marítima de la NSR se ejecuta a través de Kara, Laptev, Siberia Oriental y los mares de Chukchi. En esta ruta se puede entrar por el oeste a través de los estrechos de Yugorskiy Shar y Karskiye Vorota, o pasando al



norte de Ostrova Novaya Zemlya alrededor de Mys Zhelaniya. También se puede entrar por el este a través del Estrecho de Bearing.

La ruta marítima del norte se extiende cerca 3000 millas. La longitud de esta ruta está limitada en cada caso dependiendo de las condiciones de hielo y de la elección del tramo de la ruta que se vaya a realizar, ya que cada tramo tiene sus peculiaridades tanto en cantidad de hielo como en condiciones meteorológicas para cada uno de esos tramos.

Cabe destacar que el principal factor que influye en la navegación por esta ruta es la presencia de hielo. La variabilidad anual y estacional de las condiciones de hielo es típica para todas las áreas de la ruta marítima del norte. La temporada de navegación de los pasajes de tránsito comienza aproximadamente a principios de julio y dura hasta la segunda quincena de noviembre. [4]

4.2. Condiciones naturales de la ruta marítima del norte

Las condiciones naturales que prevalecen en la NSR son totalmente diferentes a las condiciones naturales de cualquier otra parte del mundo, es por ello, que la navegación por este lugar debe ser con extrema vigilancia al tiempo, ya que nos podemos encontrar con fuertes tormentas, nevadas, nieblas densas, etc.

Durante las últimas décadas la región del Ártico ha estado sometida a una tendencia de calentamiento. Esto ha dado lugar a una disminución de la cobertura de hielo marino.

Las condiciones naturales de la NSR tienen una enorme variabilidad. Durante los periodos en los que la ruta está abierta, los buques pueden encontrar vientos moderados y fuertes, bajas temperaturas del aire, un elevado número de días con niebla, y a finales de temporada, largas noches polares, tormentas de nieve y ventiscas.



La variabilidad en las condiciones naturales es tal que en la NSR puede ser dividida en tres principales áreas según el clima:

- Área del Atlántico
- Área Siberiana
- Área del Pacífico

Área del Atlántico: esta área incluye el Mar de Barents, la parte occidental del Mar de Kara y parte la cuenca del Ártico al norte de ellos.

Condiciones meteorológicas: frecuentes tormentas en invierno y tiempo sombrío con frecuentes nieblas y precipitaciones en verano.

Área Siberiana: esta área engloba la parte oriental del Mar de Kara, el Mar de Laptev y la parte occidental del Mar de Siberia del Este.

Esta área está influenciada por la baja siberiana en invierno. Las temperaturas tienden a ser más bajas en las zonas circundantes en viento y más altas en verano, cerca de la costa continental, aunque, las partes septentrionales de esta área permanecen frías incluso en verano

Área del Pacífico: engloba la parte oriental del Mar de Siberia del Este y el Mar de Chucki.

Sus características meteorológicas más frecuentes son: la temperatura del aire y la fuerza del viento es mayor junto con las precipitaciones que en sus alrededores. En verano puede ser muy tempestuoso con amplias fluctuaciones de temperatura y periodos de temperatura densa.

4.3. Factores climatológicos que afectan a la navegación por el Paso del Noreste.

Entre el gran número de factores climatológicos que caracterizan el ártico marino, las principales que influyen directamente en la navegación a lo largo del Paso del Noreste son:



- Baja polar
- Temperatura del aire
- Visibilidad
- Ruido
- Viento
- Variación del nivel del mar
- Olas
- Hielo

Baja Polar

Las bajas polares son pequeñas, intensa y generalmente causan un rápido incremento en la velocidad del viento y fuertes ráfagas de nieve. Tienen a formarse cerca de la costa o en el borde de la capa de hielo donde el aire frío fluye hacia fuera sobre un aire relativamente más caliente. Normalmente este fenómeno se disipa en un día. [4]

Temperatura del aire

La temperatura del aire en los polos es muy importante, ya que es con ella con la que se produce la descongelación del hielo y la nieve. La descongelación del hielo y la nieve en verano comienza con temperaturas que permanecen cercanas a los 0°C. A finales del verano y otoño, las temperaturas bajan por debajo de los 0°C con variaciones regionales. En las partes septentrionales de los mares de Kara y Laptev y en la parte central del mar de Siberia oriental, esta transición ocurre a finales de agosto. En las partes centrales de los mares de Kara y Laptev, así como en las partes septentrionales de los mares de Barents y Chucky y el este del mar Siberiano, esta transición se produce a finales de septiembre. En la parte suroeste del mar de Barents la transición a temperaturas de congelación puede no ocurrir hasta mediados de noviembre. [5]



Visibilidad

La ruta polar del norte es susceptible a las nieblas frecuentes durante los meses de verano, reduciendo así la visibilidad. La niebla es más frecuente cerca de los bordes del hielo. Esta niebla se forma cuando el aire caliente y húmedo se mueve sobre el agua de mar más fría o el aire frío se mueve sobre el agua de mar más caliente.

La visibilidad también puede verse afectada negativamente por rachas de viento con nieve. La incidencia de la nieve junto con el viento depende de si ha habido recientes nevadas junto con fuertes vientos. Este fenómeno es frecuente en otoño, invierno y principio de primavera.

La condición más peligrosa respecto a la visibilidad es el “whiteout”. El “whiteout” es una condición meteorológica en la que la nieve y las nubes cambian la forma en la que refleja la luz, de manera que sólo se pueden ver objetos muy oscuros. Cuando se produce el “whiteout” el cielo y la nieve asumen uniformidad de blancura, haciendo el horizonte indistinguible. Este fenómeno ocurre con mayor frecuencia en primavera y otoño, cuando el sol está cerca del horizonte y el cielo está nublado.

Otro fenómeno que se da en el Paso del Noreste es el brillo óptico. Una vez más ocurre cuando las capas de aire más frío y más caliente interactúan en un patrón convectivo, refractando la luz de una manera que hace que los objetos aparezcan borrosos. [5]

Viento

El viento es otro factor meteorológico a tener en cuenta en esta zona de navegación. El viento en este caso influye directamente en el impacto en el hielo a la deriva. El viento se caracteriza por empujar al hielo, lo que debilita la comprensión en el hielo concentrado. Hay que tener en cuenta que las ventiscas se pueden encontrar pronto, casi desde junio y tarde, por el mes de



octubre. En la parte oriental y occidental de la ruta el número de días con ventisca durante los meses de invierno son de 12 a 14. [5]

Hielo

El hielo puede encontrarse en el Paso de Noreste en cualquier momento. En los años con condiciones de hielo fuertes, los mares del Ártico están casi completamente cubiertos de hielo a la deriva durante todo el verano. En años con condiciones de hielo ligero, los bordes del hielo se retiran hacia los límites del norte. La capa de hielo comienza a derretirse alrededor de mediados de junio, en la parte norte de los mares de Kara y Laptev y en la parte septentrional del mar de Chukchi, no suele comenzar hasta mediados de finales de septiembre.

Los niveles de hielo según los meses pueden variar. A finales de octubre, el espesor de hielo puede alcanzar un nivel medio de 25 a 30cm. Para diciembre, normalmente alcanza de los 70 a 90cm de espesor. El nivel más alto de hielo ocurre en mayo (140 a 210cm), antes de la apertura del periodo tradicional de actividad.

La característica de las condiciones más importante de hielo en verano es la ubicación y la cantidad de hielo concentrado (macizos de hielo). Los macizos de hielo representan acumulaciones de hielo de alta concentración y mayor espesor. Los obstáculos más significativos para la navegación a lo largo de esta ruta son los macizos de Novozemelskiy, Severozemelskiy, Taymyrskiy Ayonskiy.

Los vientos y corrientes pueden hacer que el hielo se mueva rápido, por ello las situaciones de hielo pueden cambiar rápidamente. En este caso siempre es recomendable seguir las instrucciones del rompehielos o del práctico de hielo en la ruta del norte. [5]



4.4. Reglas de los rompehielos de apoyo para los buques que naveguen por la Ruta Marítima del Norte.

El apoyo de los rompehielos para los buques que navegan por la NSR es realizado por rompehielos autorizados para navegar bajo la bandera estatal de la Federación Rusa.

El apoyo de este tipo de buques incluye asegurar la seguridad de la navegación del buque en aguas de la Ruta Marítima del Norte.

La Administración de la NSR indica en los permisos de navegación la información sobre la necesidad de asistencia de rompehielos en condiciones de hielo pesado, medio y ligero durante la navegación en la zona de agua de la Ruta Marítima del Norte. El monopolio de los buques rompehielos de apoyo por aguas de la Ruta Marítima del Norte es de la Federación Rusa, que establece los aranceles del uso de los mismo teniendo en cuenta la capacidad del buque, el soporte técnico y el periodo de navegación.

El propietario del buque y la organización que presta servicios de apoyo con el rompehielos en aguas de la Ruta Marítima del Norte acordarán el lugar y la hora del comienzo y la terminación del soporte del rompehielos.

4.5. Análisis comparativo entre la Ruta Marítima del Norte (NSR) y la ruta del sur (SSR) Singapur-Canal de Suez-Gibraltar-Europa.

En la actualidad, el 80% de la carga se transporta por mar. La mayor parte de las operaciones mundiales de transporte marítimo se llevan a cabo en la dirección de este a oeste a través de la ruta marítima del sur, Singapur-Canal de Suez-Gibraltar-Europa. Estas rutas son frecuentadas por gran número de barcos cuya principal preocupación es el máximo ahorro de tiempo y combustible a la hora de entregar una carga. Es por ello que se están estudiando el uso de rutas alternativas para optimizar así la red de transporte marítimo. Una de estas alternativas como hemos visto a lo largo del trabajo es



el uso de rutas en altas latitudes, donde el cambio climático y la disminución de hielo nos están abriendo nuevas posibilidades para el transporte marítimo y nuevos desafíos en la industria mundial del transporte marítimo.

En este apartado, se analizarán las ventajas, el potencial y la importancia, así como el nivel de fiabilidad, amenazas y desventajas de utilizar la ruta marítima del norte en el transporte marítimo.

Ventajas

- El ahorro de distancia en el NSR asciende hasta un 40% en comparación con el SSR a través del Canal de Suez.

Desde Rotterdam a:		
	Canal de Suez	Ruta Marítima del Norte
Yokohama	20.600 Km (11.123,11 millas náuticas)	8.500Km (4.589,633 millas náuticas)
Shanghai	19.300 Km (10.421,166 millas náuticas)	12.850 Km (6.938,44 millas náuticas)

- Mayor ganancia debida a la mejor eficiencia del envío de la carga resultante del ahorro de distancias navegadas, es decir un buque puede hacer mayor cantidad de envíos ya que los viajes entre diferentes puertos son más cortos.
- Algunas partes del NSR están libres de hielo durante los meses de verano.
- Asistencia de rompehielos en condiciones difíciles de hielo a lo largo de la NSR.
- Exportación de grandes cantidades de hidrocarburos de los recursos del Ártico.



Debilidades

- La NSR está sujeta a restricciones y limitaciones en relación con el calado y la dirección de navegación. Los costos adicionales incluyen la capacitación de la tripulación para navegar por estas zonas.
- En la NSR no se puede navegar durante todo el año. Sólo se utilizan algunos meses del año.
- El tráfico predominantemente unidireccional da como resultado un número de buques que viajan sin carga y bajo lastre, lo que reduce los beneficios,
- Poca infraestructura y apoyo técnico. La navegación por aguas polares requieren certificados especiales de competencia. Los oficiales tienen que estar familiarizados con el comportamiento de los buques, las características de la navegación y los procedimientos de navegación en diversas condiciones de hielo.
- Recesión económica. Condiciones adversas en el mercado.

Oportunidades

- Mayores beneficios debido a la reducción de la distancia y la posibilidad de aumento del tráfico durante el año.
- Oportunidad de establecer nuevas líneas marítimas en el Ártico
- Oportunidad de que la NSR funciones como una verdadera línea de tráfico marítimo.
- Oportunidad de construir infraestructuras adecuadas y un buen apoyo técnico.
- Oportunidad de hacer enormes inversiones en infraestructuras adecuadas.



Amenazas

- Los icebergs a la deriva y las condiciones climáticas adversas. Menor confiabilidad de las cartas marítimas de la región polar debido a mediciones geodésicas insuficientes. Las bajas temperaturas pueden causar mal funcionamiento y fallos de los componentes del buque.
- Navegar en la NSR incluye esperas y costo por la asistencia de rompehielos, prácticos...
- Recesión económica. Condiciones adversas en el mercado.

Como conclusión de este análisis podemos decir que el ahorro en distancia alcanzado usando la NSR puede ascender hasta el 40% que utilizando la SSR. Los viajes más cortos nos garantizan una mayor eficiencia en los envíos, ya que un buque es capaz de realizar más viajes de un puerto a otro, por lo tanto, obtener más beneficios. Con el fin de establecer la NSR como una ruta competidora con el resto de rutas marítimas ya establecidas, se deben llevar a cabo grandes inversiones en infraestructura, garantizar que el número de rompehielos disponible es suficiente para soportar un mayor número de buques navegando por el ártico, un apoyo técnico completo, herramientas eficientes para hacer frente a la contaminación del medio marino y servicios eficientes de búsqueda y salvamento. Con ello, se puede concluir que el NSR actualmente sigue siendo una ruta marítima con un número de tránsito limitado y hasta que ciertas limitaciones no se mitiguen no llegará a ser una principal ruta de exportación.



5. Paso del Noroeste

El Paso del Noroeste es una ruta marítima que conecta el Atlántico y el océano Pacífico. Esta ruta podría proporcionar una alternativa al Canal de Suez, para el transporte marítimo entre Europa y Asia, o al Canal de Panamá, cuando se navega desde la costa oeste de los Estados Unidos hasta la costa este.

La ruta pasa por el océano Ártico y sigue varias rutas posibles por las vías fluviales del Ártico que separan el Archipiélago Canadiense.

5.1. Historia.

A través de una historia marítima relativamente temprana, se han apreciado los posibles beneficios económicos de este “atajo, desde el Pacífico hasta el Atlántico. La búsqueda de esta ruta comenzó ya en el siglo XVI, pero fue descubierta en su totalidad por Amundsen, que en los años 1900 fue el primero en cruzarlo.

El valor económico de esta ruta que conecta los océanos Atlántico y Pacífico se remonta a unos cuantos siglos atrás. Los españoles se referían a esta ruta como la “Recta de Anián”. Francisco Ulloa empezó a buscar en la península de Baja California para ello en 1539. Exploradores ingleses, incluyendo a Martin Frobisher, John Davis y Henry Hudson buscaron desde el lado Atlántico a finales de 1500 y principio de 1600, pero estas expediciones no tuvieron éxito.

Las exploraciones duraron sin éxito durante los años 1600 y 1700. En 1849 Robert McClure pasó a través del estrecho de Bering con la intención de navegar hasta el Atlántico. Su nave fue atrapada por el hielo no lejos de llegar a Visconde Melville Sound. Finalmente, después de pasar tres inviernos en el hielo y morir de hambre, fueron rescatados por uno de los buques de Sir Edward Belcher y transportados por trineos hasta Visconde Melville Sound.



El explorador noruego Ronald Amundsen y su tripulación fueron los primeros en cruzar el Paso del Noroeste completamente por mar en 1906. Aunque el viaje era una importante primera toma de contacto, tenía poco valor económico porque el viaje duró tres años y se cruzaron agua demasiado superficiales, poco profundas, para un viaje comercial. El primer viaje en una sola temporada a través del Paso del Noroeste fue por Henry Larsen y su tripulación en 1944. Otra vez, la ruta elegida no era lo suficientemente profunda para el transporte comercial.

5.2. Descripción General.

El Paso del Noroeste es el nombre que recibe el conjunto de diferentes ruta marítima entre el Océano Atlántico y el Océano Pacífico. Estas rutas recorren los estrechos y los archipiélagos canadienses, el estrecho de Davis, la bahía de Baffin, en el este, y el mar de Beaufort, en el oeste.

La NWP consta de siete rutas diferentes. Al igual que en NSR, no hay sólo un canal establecido para que los buques sigan, sino que el canal utilizado para la navegación será aquél que ofrezca las mejores condiciones de hielo marino en cualquier momento.

De estas siete rutas, las principales son:

1. Estrecho de McClure
2. Estrecho Prince of Wales
3. Peel Sound
4. Estrecho de Fury and Hecla

Estrecho de McClure.

La primera ruta del Paso del Noroeste pasa de este a oeste va desde el Estrecho de Davis hasta el Mar de Bering, pasando por el Estrecho de Lancaster, el Estrecho de Barrow, el Estrecho de Melville, el Estrecho de McClure, el Mar de Beaufort, el Mar de Chucki y el Estrecho de Bering. Esta es



la ruta más corta y profunda pero la más difícil debido a las condiciones severas de hielo en el estrecho de McClure. [7.1]

Estrecho Prince of Wales

La segunda ruta del Paso del Noroeste pasa de este a oeste, va desde el estrecho de Davis hasta el Mar de Bering, pasando por Lancaster Sound, Estrecho de Barrow, Estrecho de Visconde Melville, Estrecho Prince of Wales, el Golfo de Amundsen, Mar de Beaufort, Mar de Chucki y el Estrecho de Bering. Esta es la ruta más fácil que evita el hielo severo en el estrecho de McClure. Su factor limitante es la profundidad en el estrecho Prince of Wales, cuya profundidad media es de unos 32 metros. [7.1]

Peel Sound

La tercera ruta del Paso del Noroeste pasa de este a oeste desde el estrecho de Davis hasta el mar de Bearing, pasando por Lancaster Sound, el Estrecho de Barrow, Peel Sound, el Estrecho de Franklin, el Estrecho Victoria, el Golfo de la Coronación, el Golfo de Admusen, el Mar de Beaufort, el Mar de Chucky y el estrecho de Bering. Esta es la ruta más larga y la más utilizada. Sin embargo, la navegación por esta ruta es la más difícil y la más limitada ya que sólo pueden navegar buques con un calado inferior a los 10 metros. [7.1]

Estrecho de Fury and Hecla

La cuarta ruta del Paso del Noroeste conecta el puente Ártico y el Paso del Noroeste, atraviesa el Estrecho de Hudson, la Cuenca de Foxe, el Estrecho de Fury and Hecla, el Estrecho de Bellot, el Estrecho de Franklin, el Estrecho Victoria, el Golfo Coronación, el Golfo de Amundsen, el Estrecho de Bearing y el Mar de Bering. Esta ruta está limitada por calado, que no puede ser superior a los 10 metros. Es la ruta más difícil debido a las condiciones naturales cambiantes dependiendo de la zona en la que te encuentres. [7.1]



5.3. Condiciones Naturales y Navegación en el Paso del Noroeste.

Las condiciones de hielo marino en el Paso del Noroeste son muy complejas, ya que tienen una extraordinaria variabilidad interanual de las condiciones de hielo. Esta gran variabilidad interanual de las condiciones de hielo no nos conduce a una planificación de un sistema fiable para el transporte marítimo.

Como hemos dicho en el apartado anterior, descripción general, existen siete rutas a través del Archipiélago Canadiense, de las cuales tres son consideradas prácticas para el transporte marítimo y una cuarta que se puede llevar a cabo pero con no tanta seguridad. Estas rutas son:

1. Estrecho de McClure
2. Estrecho Prince of Wales
3. Peel Sound
4. Estrecho de Fury and Hecla

Aunque el cambio climático haya afectado a las condiciones de hielo en el Ártico, este seguirá cubierto de hielo durante el invierno y con grandes variaciones estacionales y anuales. Las condiciones de hielo seguirán impidiendo la navegación por estas zonas durante una gran parte del año, añadiéndole las grandes cantidades de hielo a la deriva que nos podemos encontrar en nuestro viaje. Es por eso, que la navegación por el Paso del Noroeste seguirá siendo una navegación de riesgo.

En los siguientes puntos analizaremos las condiciones naturales de las tres rutas alternativas al Paso del Noroeste que son prácticas para el transporte marítimo. [7.1]

- **Condiciones Naturales y Navegación en el estrecho de McClure.**

Esta es la ruta más corta y profunda sin restricciones, pero la más difícil debido a las condiciones de hielo severo en el estrecho de McClure. El hielo



viejo, duro y peligroso está presente la mayor parte del tiempo que obstaculiza seriamente la navegación e incluso dañar a los barcos reforzados para el hielo. La tendencia indica una disminución gradual en la cobertura de hielo. En esta ruta se puede operar entre el 20 de agosto y el 30 de septiembre aumentándose de 10 a 15 días en un año cálido y puede permanecer totalmente cerrada durante un año frío. [7.1]

- **Condiciones Naturales y Navegación en el estrecho Prince of Wales.**

Esta es la ruta más fácil que evita las condiciones de hielo severo del estrecho de McClure. Normalmente esta ruta está abierta durante septiembre, pero sigue habiendo amenaza de encontrarse con algún hielo viejo. Las proyecciones basadas en ciertos indicadores cambiantes del clima prevén que para 2020 esta ruta podría estar abierta de 8 a 10 semanas durante algunos veranos. Hay que ofrecer especial atención a la presencia de hielo antiguo, ya que la disminución de hielo terrestre permitiría que más hielo antiguo del Océano Ártico pasara a los canales entre islas. [7.1]

- **Condiciones Naturales y Navegación en Peel Sound**

Esta ruta es la más larga y la más utilizada. Sin embargo es la más difícil y la ruta se limita para buques menores de 10 metros de calado. Esta ruta es transitable desde mediados de agosto a mediados de septiembre. El hielo viejo seguirá siendo un peligro significativo para la navegación y seguirá habiendo una gran variabilidad año a año. [7.1]

- **Condiciones Naturales y Navegación en el Estrecho de Fury and Hecla**

Esta ruta es considerada la más difícil hasta 2020, también está limitada para buques cuyo calado no superen los 10 metros. La ruta del Estrecho de Fury and Hecla ha tenido años de hielo ligero. Esta ruta tiene



grandes dificultades porque las condiciones naturales según en la parte de la ruta que te encuentres son muy diferentes. La Cuenca de Fox y el Golfo de Boothia pueden tener grandes cantidades de hielo a mediados de agosto, se esperan grandes cantidades de hielo severas en las aproximaciones de Fury and Hecla. El estrecho de Bellot será generalmente pasable durante la última parte de agosto y hasta mediados de septiembre perlas fuertes corrientes seguirán siendo un serio problema para el hielo y para el barco. [7.1]

5.4. Factores climatológicos que afectan a la navegación por el Paso del Noroeste.

Entre el gran número de factores climatológicos que caracterizan el ártico marino, las principales que influyen directamente en la navegación a lo largo del Paso del Noroeste son:

- Hielo
- Visibilidad

Hielo

Las condiciones de hielo marino en el Paso del Noroeste son muy complejas. Las observaciones de la extensión mínima de hielo marino ilustran una gran variabilidad interanual de las condiciones de hielo. La variabilidad año a año es extrema.

Un ejemplo de esa variabilidad se debe a que las condiciones de hielo en el Paso del Noroeste no sólo dependen del hielo marino sino que en general depende, en cierto grado, del hielo que entra y sale de los canales. Este hielo, suele ser más grueso que el hielo marino por lo que su espesor podría hacer que no se derrita en verano. Si un barco choca con este hielo podría causar graves daños. [9]



Visibilidad

Como en la ruta marítima del norte, las condiciones de visibilidad en estas zonas son muy peligrosas, lo que supone un riesgo añadido a en la navegación. Con respecto a la visibilidad debemos mencionar los bancos de niebla estival y las numerosas tormentas que ahí suceden.



6. Prevención de la contaminación marítima en las rutas polares.

El Ártico es un entorno frágil que debe ser protegido, por lo que la prevención de la contaminación debe ser una prioridad por un probable aumento del tráfico marítimo.

Las enmiendas al anexo de Protocolo de 1978 relativo al Convenio Internacional para prevenir la contaminación por los buques, 1973 son: las enmiendas de los anexos I, II, IV y V del Convenio MARPOL que confieren carácter obligatorio a la utilización de las disposiciones relativas al medio ambiente del Código Polar

La normativa en materia de seguridad y prevención de la contaminación es muy variada, va desde normativa internacional a normativa de organismos privados como las Sociedades de Clasificación. De manera más concreta nos centraremos en el Código Polar, establecido por la OMI. En la parte II-A nos encontraremos con las medidas obligatorias para la prevención de la contaminación y en la parte II-B de las disposiciones de carácter recomendatorio para la prevención de la contaminación. [6]

6.1. Prevención de la contaminación por hidrocarburos.

Las enmiendas de los anexos I, II, IV y V del Convenio MARPOL confieren carácter obligatorio a la utilización relativa al medio ambiente en el Código Polar. Es por ello que el anexo I del MARPOL (Reglas para prevenir la contaminación por hidrocarburos) es de obligado cumplimiento añadido a lo que el Código Polar en su parte II-A en su capítulo 1 nos recomiende sobre las medidas de carácter obligatorio que debemos llevar a cabo sobre la prevención de la contaminación por hidrocarburos. Hay que añadirle también la parte II-B que son medidas de carácter no obligatorio pero si recomendables.



El Código Polar protege el medio ambiente de la contaminación por hidrocarburos de la siguiente manera, divide el capítulo 1 de la parte II-A en dos apartados, requerimientos operacionales y requerimientos estructurales.

- **Requerimientos operacionales:**

- La descarga en el mar de hidrocarburos o mezclas oleosas desde cualquier buque está prohibido. Esto no se aplicará a la descarga de lastre limpio o segregado. Para los buques de clase A construidos antes del 1 de enero de 2017 que no puedan cumplir con esta medida y esté funcionando continuamente en las aguas árticas durante más de 30 días deberá cumplir con esta medida a más tardar hasta el primer reconocimiento intermedio o de renovación (un año después del 1 de enero de 2017). Hasta esa fecha debe cumplir con los requisitos de descarga de la regla 15.3 del Anexo I del MARPOL. [6]

- **Requerimientos estructurales:**

- Para los buques de categoría A y B construidos a partir del 1 de enero de 2017 con una capacidad de combustible inferior a 600m^3 , todos estos tanques deben estar separados de la cubierta exterior una distancia de 0.76m.
- Para los buques de categoría A y B que no sean petroleros construidos después del 1 de enero de 2017, todos los tanques construidos para transportar petróleo deben estar separados de la cubierta exterior 0.76m.
- Se exige el doble casco (cumpliendo los requisito aplicable de la regla 19.3.1 del MARPOL anexo I) y el doble fondo (cumpliendo los requisitos aplicables de la regla 19.6.2 del anexo I del MARPOL) a todos aquellos petroleros de categoría A y B de menos de 5000 TPM construidos a partir del 1 de enero de 2017. [6]



Cabe destacar en este apartado que el fueloil pesado está prohibido en el Antártico (en conformidad con el convenio MARPOL) se hace un llamamiento para que los buques que naveguen por el Ártico tampoco lo utilicen.

Respecto a los lubricantes, considerar la utilización de sistemas basados en agua o lubricantes biodegradables no tóxicos en los componentes situados en el exterior del casco sumergido en contacto directo con el agua de mar.

Como bien sabemos, la parte II-B del Código Polar nos muestra una serie de orientaciones de carácter no obligatorio para la prevención de la contaminación. Con respecto a la prevención de la contaminación por hidrocarburos la orientación que nos da sería la siguiente: se aconseja a los buques que apliquen la regla 43 del MARPOL cuando operen en aguas del Ártico.

6.2. Control de la contaminación por sustancias líquidas nocivas a granel.

El capítulo 2 de la parte II-A del Código Polar nos habla del control de la contaminación por sustancias líquidas nocivas a granel. Este capítulo sólo se divide en una parte, en los requerimientos operacionales.

- **Requerimientos operacionales:**
 - La sustancia de sustancias nocivas líquidas (NLS) o de mezclas que la contengan está prohibida en las aguas polares.
 - Las operaciones en aguas polares con sustancias líquidas nocivas se llevarán a cabo según proceda en el Libro de registro de carga, en el Manual y en el plan de emergencia a bordo para las sustancias líquidas nocivas o el plan de emergencia de contaminación marina a bordo conforme a lo dispuesto en el Anexo II del MARPOL.
 - Para los buques de categoría A y B construidos a partir del 1 de enero de 2017 identificados como buques de tipo 3 estarán



sujetos a la aprobación de la Administración. Los resultados se reflejarán en el Certificado Internacional de Prevención de la Contaminación para el Transporte de sustancias líquidas nocivas a granel o en el Certificado de Aptitud identificando las operaciones en aguas polares.

Respecto a este apartado la parte II-B del Código Polar nos dice que los buques de categoría A y B, construidos a partir del 1 de enero de 2017 y certificados para transportar sustancias líquidas nocivas deberán transportar NLS identificados en la columna e del capítulo 17 como buques de tipo 3 o identificados como NLS en el capítulo 13 o identificados como NLS en el capítulo 18 del Código Internacional para la Construcción y Equipos de Buques que Transporten Productos Químicos Peligrosos a Granel, en tanques separados de la cubierta exterior por una distancia no inferior a 760mm.

6.3. Prevención de la contaminación por las aguas residuales del buque.

El capítulo 4 de la parte II-A del Código Polar nos aborda este tema. Este capítulo se divide en dos apartados, uno de definiciones y el otro de requerimientos operacionales. En el apartado de definiciones se encuentran las definiciones de los términos hielo rápido, construido y por último plataforma de hielo. La definición de estos términos nos ayuda a entender mejor los requerimientos operacionales.

Requerimientos operacionales.

Las descargas de aguas sucias en las aguas polares están prohibidas a menos que se realicen con lo dispuesto en el Anexo IV del Convenio MARPOL y las prescripciones siguientes:

1. El buque descarga aguas sucias desmenuzadas y desinfectadas de acuerdo como lo establece el Anexo IV del Convenio MARPOL a una distancia superior a 3 millas náuticas de cualquier barrera



- de hielo o hielo fijo y estará lo más lejos de la zona donde la concentración de hielo sea superior a 1/10.
2. El buque descargará aguas sucias que no están desmenuzadas ni desinfectadas de acuerdo con lo establecido con el Anexo IV del Convenio MARPOL a una distancia superior a 12 millas náuticas de cualquier barrera de hielo o hielo fijo y estará lo más lejos de la zona donde la concentración de hielo sea superior a 1/10.
 3. El buque utiliza una instalación de tratamiento de aguas sucias aprobada que haya sido certificada por la Administración, descarga aguas sucias de conformidad con el Anexo IV del MARPOL y estará lo más lejos posible de la tierra más cercana, cualquier barrera de hielo, hielo fijo o zonas en las concentraciones de hielo superior a 1/10.

Se prohíbe la descarga de aguas sucias en el mar desde los buques de categoría A y B construidos el 1 de enero de 2017 o posteriormente y desde todos los buques de pasaje construidos el 1 de enero de 2017 y posteriores, salvo que cumplan el punto 3 de este capítulo.



7. Tránsito de buques comerciales por las rutas polares

El tránsito de buques comerciales por el Ártico se debe a dos motivos:

1. Los buques que entrega carga a diferentes destinos del Ártico
2. Los buques que utilizan las rutas marítimas del ártico como “atajos” para entregar cargas entre Asia, Europa y/o América del Norte.

A través de las diferentes rutas (paso del noroeste o paso del noreste) se pueden acortar las distancias navegadas a la hora de entregar una carga. Por ejemplo una carga que salga de los puertos del norte del Pacífico de Asia hasta el norte de Europa podría utilizar la Ruta Marítima del Norte en lugar de rutas mucho más largas a través del Estrecho de Malaca y el Canal de Suez. Del mismo modo, la carga hacia o desde estos mismos puertos del Pacífico podría trasladarse a la costa este de los Estados Unidos atravesando el estrecho de Bering y continuando por el paso del noroeste hasta Halifax, Boston, New York y otros puertos costeros orientales.

A pesar de los ahorros de distancia, la NSR se ha visto con poco tráfico comercial. Esto se puede deber a los altos riesgos asociados con el entorno impredecible y la completa falta de estaciones de reabastecimiento a lo largo de la ruta. Es por ello, que las rutas del Ártico presentan problemas significativos de confiabilidad en comparación con el Canal de Suez o el Canal de Panamá, es por ello que la economía no apoyaría el cambio a las rutas árticas dada las condiciones ambientales actuales.

Como bien sabemos, las capas de hielo en el ártico han ido disminuyendo considerablemente, como consecuencia de ello la actividad humana en el ártico ha ido aumentando. Este cambio ha causado dificultades y retos para algunos, pero grandes oportunidades para otros. Una de esas grandes oportunidades se encuentra en las flotas pesqueras que han avanzado



hacia el norte a medida que las poblaciones de peces emigran hacia allí a medida que los bordes de hielo desaparecen.

7.1. Tipos de tráfico marítimo comercial en el Ártico

Las actividades marítimas en el Ártico están diversificadas dependiendo de la demanda de productos que se van a transportar. El Ártico es un entorno cambiante es por ello que es importante considerar los diferentes tipos de tráfico comercial que se verá afectado de manera diferente en un régimen de hielo cambiante.

- **Extracción de recursos naturales.**

El Ártico es uno de los tesoros del planeta con una gran importancia medioambiental. A medida que este se ha ido derritiendo la consideración de explotar el Ártico para la extracción de petróleo cada vez es mayor, por tanto un mayor interés por parte de la industria petrolera. Este interés no sólo está ligado al derretimiento de los polos que nos facilitan la exploración y la extracción, sino por la mejora en la tecnología en la industria petrolera y los altos precios del petróleo, ligado al conflicto de Oriente Medio.

En el transporte marítimo esto se traduce en un aumento en el tráfico y la flota marítima en esa zona. Un claro ejemplo es la incorporación en los dos últimos años de cinco barcos para el transporte de petróleo por la empresa estatal (rusa) Sovkomflot.

El transporte marítimo en el Ártico aumenta la capacidad de proporcionar un medio de transporte de los recursos naturales (gas y petróleo) extraídos en el Ártico, añadiéndole una importante reducción en la duración de los trayectos.



- **Transporte en tránsito**

Debido a la disminución de la capa de hielo en el Ártico el tránsito marítimo en la zona va aumentando a medida que pasa el tiempo. Un estudio realizado con datos reales según Eguíluz, en el año 2014 se detectó 11.066 buques que transitaban por la zona del Ártico, de los cuales 1892 eran de carga, 524 tanques y 308 de pasajeros, lo que suponía un 9,3% del tráfico marítimo mundial.

La apertura de las rutas polares nos ofrece una reducción considerable en los tiempos de navegación, una reducción en los costes, seguridad para el comercio marítimo internacional y mejoras en la productividad.

- **Envío de destino**

Una parte muy importante de la apertura de las rutas marítimas polares es que se facilita el transporte de mercancías entre las distintas regiones del Ártico.



8. Tipos de buques que navegan por aguas polares.

Como se explica en el apartado anterior, el transporte marítimo por las rutas polares no sólo se limita como corredor entre los diferentes continentes para disminuir las distancias a la hora de navegar. Las rutas polares tienen un gran potencial para la industria marítima no sólo a la hora de la extracción de hidrocarburo, gas y minerales del ártico sino también en el sector pesquero y en el sector turístico.

8.1. Transporte a granel de petróleo, gas y minerales.

El transporte a granel de materias primas como el petróleo, gas y diversos tipos de minerales es una parte significativa del tráfico total de buques que navegan por aguas polares. Existen algunas minas muy grandes en el ártico que producen productos básicos como el níquel, el zinc y otros minerales, así como campos de producción de petróleo y gas en las Costas de Noruega, en el Ártico Ruso y en los Estados Unidos. Casi todo el tráfico a granel en el Ártico es de salida.

La mayor parte del transporte de mercancías a granel tiene lugar durante la temporada libre de hielo o en las partes del Ártico sin hielo, incluido el Ártico Noruego y partes del Ártico Ruso como puede ser Murmansk. Las excepciones son cargas perecederas de alto valor económico como es el níquel, el cual es enviado durante todo el año porque se degrada si se deja demasiado tiempo sin procesar

Para otros productos de la minería del ártico que no sean perecederas cuyas zonas estén bloqueadas por el hielo durante el invierno, las cargas a granel se almacenan durante el invierno y son transportadas en la temporada de verano/otoño libre de hielo. Grupos graneleros como son Panamax y Handymax de hasta 65.000 toneladas transportan cuidadosamente grandes cantidades de mineral asegurándose que las minas hayan extraído todo el



mineral antes de que se forme el hielo de otoño, lo que significa tráfico pesado de envíos a granel cuidadosamente planeados. [7]

8.2 Buques de reabastecimiento.

Los buques de reabastecimiento ayudan a muchas comunidades que tienen acceso limitado a carreteras y que no tienen capacidad para el manejo de aviones pesado a reabastecerse. Comunidades que pasan parte del año encerrados en hielo durante los meses de invierno, basan su subsistencia, en gran medida, por el transporte marítimo durante los meses de verano para abastecerse de alimentos secos, combustibles, materiales de construcción y otros productos básicos.

Los buques de reabastecimiento implican una variedad de tipos de buques que van desde buques cisterna, de carga general a buques portacontenedores que se utilizan, como hemos dicho antes, para el reabastecimiento de la comunidad, así como suministro de otros proyectos de construcción y minería

8.3. Buques de pesca.

Las operaciones de buques pesqueros constituyen una parte significativa de toda la actividad de los buques en el Ártico, dado que en esta zona hay uno de los mayores caladeros más importantes de todo el mundo. La actividad de los buques pesqueros se lleva a cabo en algunas áreas claves, que incluyen, los mares de Bering y Barents, la costa occidental de Groenlandia y los alrededores de Islandia y las Islas Feroe.

La actividad pesquera se da en zonas completamente libres de hielo o en zonas con escasa concentración de este, es por ello que la actividad pesquera queda muy limitada en el Océano Ártico y el Archipiélago Canadiense, dado que estas zonas no cumplen las condiciones de hielo antes descritas.



Cabe destacar que los buques pesqueros no utilizan las zonas árticas como una ruta sino como una zona, ya que estos serpentean en busca de capturas en lugar de seguir un itinerario específico. [7]

8.4. Cruceros.

El deshielo del Ártico debido al calentamiento global está abriendo nuevas rutas para los cruceros.

Un claro ejemplo es el viaje el día 16 de agosto de 2016, por la compañía Crystal Cruises desde Anchorage (Alaska) con la ciudad de Nueva York por el Paso del Noroeste.

Con unas expectativas más cortas los operadores de cruceros ofrecen viajes en los tres pasajes. Los buques son bastante pequeños, de 50 a 400 pasajeros, en comparación con los grandes cruceros que pueden llevar hasta 5000. Los cruceros más grandes se concentran alrededor de Svalbard y Groenlandia, zona donde frecuentan los cruceros al ártico, mientras que los buques más pequeños realizan viajes en aguas cubiertas de hielo. Los cruceros en el ártico son un pequeño producto en comparación con los mercados de masas del Mediterráneo o el Caribe.

El crucero típico para las operaciones árticas lleva zodiacs y hovercrafts para permitir la exploración de aguas poco profundas. Estas actividades de los cruceros de uno u otra manera interfieren en la cultura de los pueblos indígenas, ya que perturban los campos de caza y pesca e incluso un peligro para las personas que naveguen con embarcaciones artesanas como son las canoas o kayaks. En este sentido los operarios de los cruceros tienen una responsabilidad social a realizar.

Los buques de crucero utilizados en el Ártico son unidades autónomas que no dependen de las infraestructuras terrestres. Esto está bien cuando no



surge ningún problema, pero es un grave problema cuando ocurre un accidente.

8.5. Rompehielos.

El uso de los rompehielos en las rutas polares tenemos que clasificarlo según la ruta a utilizar.

El uso de rompehielos en la Ruta Marítima del Norte

8.6. Buques de pasaje.

La actividad de los buques de pasaje representa una proporción significativa del tráfico marítimo en el Ártico. En esta actividad se incluyen servicio de ferris, pequeños y grandes cruceros y cualquier otro buque donde las personas sean transportadas. El tipo de actividad de estos buques varía en función de la ubicación donde se encuentren. En Noruega, Groenlandia e Islandia la actividad marítima consiste en ferris como servicio de transporte de pasajeros desde y hacia distintas comunidades costeras. En otras zonas, como Alaska y el Ártico Canadiense, la actividad consiste en barcos para el turismo marítimo.

Casi toda la actividad de los buques de pasajeros en el Ártico tiene lugar en aguas libres de hielo, en la temporada de verano y la gran mayoría de ella para fines turísticos. Los únicos buques de pasajeros que viajaron por aguas cubiertas de hielo fueron los rompehielos rusos que llevan los turistas al Polo Norte. El tráfico de pasajeros más pesado lo vemos a lo largo de la costa noruega, frente a las costas de Groenlandia, Islandia y Svalbard.

Los buques de pasaje, en particular los cruceros, son un sector que ha experimentado un rápido crecimiento en algunas regiones del Ártico. A medida que este sector crezca, los buques comenzarán a doblar en cantidad navegando en esas zonas, por lo que este tipo de actividad para los Estados



del Ártico debe estar preparada para satisfacer las necesidades de estos futuros buques y sus pasajeros. [7]



9. Riesgos en la navegación en aguas polares.

Como sabemos, las operaciones marítimas en aguas polares presentan más retos que las operaciones en otras aguas debido a las condiciones especiales de la zona. El riesgo principal en la navegación por estas aguas es el hielo. Como hemos explicado en apartados anteriores, las condiciones de hielo son muy variables entre diferentes zonas de una misma ruta o la variación entre un año y otro, por tanto, es una condición imprevisible. A esta condición natural de hielo, hay que añadirle los factores meteorológicos adversos como pueden ser: las fuertes tempestades, en tramos de mar abierta cuando nos coge un frente polar o la niebla que nos dificulta la navegación y aumenta el riesgo de que ocurra un accidente. [8]

Los riesgos asociados a factores meteorológicos son los más significativos, pero existen una serie de riesgos asociados a otros factores, entre ellos están:

- **Problemas administrativos y políticos**

La Federación Rusa ejerce un control sobre la navegación en la NSR, que incluye complejos procesos administrativos y la obligación de ser acompañados por un rompehielos ruso.

Respecto al NWP, Canadá considera la casi totalidad del NWP como aguas interiores. Esto ha llevado a numerosos desacuerdos con los Estados Unidos que reclaman los derechos de paso inocente, y así Canadá establecer esas aguas como mar territorial.[8]

- **Cartográficos**

La cartografía es deficiente, consecuencia de que son mares muy poco navegados. [8]

- **Ayudas a la navegación**



Las ayudas a la navegación (boyas, marcas, faros, balizas...) son prácticamente inexistentes, excepto en el curso de los ríos siberianos navegables. [8]

- **Navegación Satelital**

La máxima inclinación de los satélites del GPS es de 55° , con lo que en latitudes superiores a 70° no hay suficientes satélites sobre el horizonte para dar la posición fiable de un buque. [8]

- **Comunicaciones**

La mayor parte de las comunicaciones viajan a través de cables ópticos submarinos y de satélites geoestacionarios. Ninguno de estos sistemas da servicio en el ártico. El primero por falta de infraestructura y el segundo por razones geométricas insuperables.

Es por ello, que se puede afirmar que las necesidades modernas de comunicación no están cubiertas en esta zona. [8]

- **SAR**

La búsqueda y salvamento es siempre un riesgo, pero cuando hablamos de búsqueda y salvamento en aguas árticas tenemos un problema añadido, los problemas generales de navegación y comunicaciones. Estos problemas derivados de la zona y las inmensas distancias a cubrir hacen que auxiliar a una persona en peligro a causa de un accidente sea una tarea muy difícil. [8]



Metodología

Este Trabajo de Fin de Grado (TFG) se basa en la documentación como método para el desarrollo del mismo. Dicha documentación ha sido recogida de diferentes fuentes bibliográficas tales como libros, conferencias, legislación internacional y legislación nacional de los países ribereños que se encuentran a lo largo de las rutas.

A través de las redes, pude ver sitios webs de archivos de la Organización Marítima Internacional (OMI) y sitios web con información oficial publicada por los países ribereños .

Las consultas a través de las redes informáticas se ha realizado mediante el programa comercial de *Safari*.

El equipo a utilizar para la realización del TFG ha sido un ordenador personal, concretamente, un MacBook Air de 13,3 pulgadas, con un procesador de 1,4 GHz Intel Core i5 con una memoria de 4 GB 1600 MHz DDR3, con unos gráficos Intel HD Graphics 5000 1536 MB y un disco de arranque Macintosh Hd, con un sistema operativo macOS Sierra, versión 10.12.5. Además se ha empleado un pendrive Trascend de 4-Gb que nos ha servido para almacenar información para la realización del TFG.

Las aplicaciones informáticas empleadas para la realización de este trabajo han sido el paquete de Microsoft Office. El Microsoft Word para la realización del manuscrito; el Microsoft Excel para la realización de las gráficas expuestas.



Conclusiones

1.- El deshielo nos ha abierto nuevas rutas a través de los polos. Estas rutas están sujetas a una normativa en materia de seguridad y prevención de la contaminación muy diversa. El 1 de enero de 2017 entró en vigor el Código Polar que recoge en ella la normativa internacional aplicable en materia de seguridad y prevención de la contaminación para todos los buques que naveguen por aguas polares.

2.- El uso de estas rutas trae consigo una serie de ventajas pero también una serie de riesgos e inconvenientes a los que tenemos que hacer frente cuando naveguemos en estas aguas.

3.- Entre las ventajas podemos señalar el ahorro de distancia en comparación con otras rutas comerciales. Esto se traduce a mayores ganancias debido a la mayor eficiencia del envío, es decir hacer mayor cantidad de envíos ya que los viajes entre puertos son más cortos. Cabe señalar también como una gran ventaja la exportación de grandes cantidades de hidrocarburos de los recursos del Ártico.

4.- Navegar por las Rutas Polares no sólo trae consigo ventajas, también tiene una serie de limitaciones y riesgos que hay que estudiar para saber si este viaje nos saldría rentable o no. Entre las principales limitaciones está la relacionada con el calado, ya que hay zonas de ambas rutas donde la profundidad es muy poca. No se puede navegar durante todo el año, sólo podemos navegar una serie de meses al año. También hay que resaltar la poca infraestructura y apoyo técnico en la zona. Pero el principal riesgo a la hora de navegar por estas aguas se encuentra en las condiciones meteorológicas. Hay que tener en cuenta que las condiciones de hielo son muy variables entre diferentes zonas de la misma ruta. A estas condiciones de hielo variable hay que añadirle los factores meteorológicos adversos que pueden afectar a la navegación. Los riesgos asociados a factores meteorológicos son los más



significativos pero también hay que añadirle una serie de riesgos en los que se incluye: cartografía deficiente, elementos de ayuda a la navegación prácticamente inexistentes, no tenemos cobertura GPS, y las tareas del SAR son muy complicadas de llevar a cabo.

5.- En definitiva, aunque las rutas polares sean muy competitivas a la hora de reducir distancia y aumentar ganancias para que estas rutas sean competitivas con el resto de rutas marítimas se deben hacer grandes inversiones en infraestructuras, garantizar un número de rompehielos suficiente para soportar un mayor número de buques navegando en esa zona, apoyo técnico completo, herramientas suficientes para hacer frente a la contaminación y servicios eficientes de búsqueda y rescate.

Conclusions:

1.- The thaw has opened new routes through the poles. These routes are subject to very different safety standards and prevention of pollution standards. On 1 January 2017, the Polar Code came into force, which includes applicable international standards on safety and pollution prevention for all ships navigating the polar waters.

2.- The use of these routes brings with it a series of advantages but also a series of risks and inconveniences that we have to face when sailing in these waters.

3.- Among the advantages we can point out are the distance savings compared to other commercial routes. This translates into greater profits due to the greater efficiency of the shipment, that is, to make more shipments since the trips between ports are shorter. It is also a great advantage to export large quantities of hydrocarbons from Arctic resources.

4.- Navigating the Polar Routes not only brings advantages, but also has a series of limitations and risks that must be studied to know if this trip



would cost us or not. The main limitations are related to the project, since there are areas of both routes where the depth is very small. You cannot sail all year, we can only sail a number of months at year. It is also necessary to highlight the scarce infrastructure and technical support in the area. But the main risk when navigating these waters is the weather. Keep in mind that ice conditions are very variable between different areas of the same route. To these variable ice conditions must be added adverse weather factors that may affect navigation. The risks associated with meteorological factors are the most significant, but a number of risks must also be added, including poor mapping, practically no navigational aids, no GPS coverage, and SAR tasks are very difficult to perform.

5.- In summary, although polar routes are very competitive in reducing the distance and increasing the benefits of these routes to be competitive with the rest of the sea routes, large investments in infrastructures must be made, a sufficient number of icebreakers to support A greater number of sailing vessels In that area, full technical support, sufficient tools to deal with pollution and efficient search and rescue services.



Bibliografía:

[1] Organización Marítima Internacional:

<http://www.imo.org/es/MediaCentre/HotTopics/polar/Paginas/Default.aspx>

[2] American Bureau of Shipping:

http://ww2.eagle.org/content/dam/eagle/publications/2016/PolarCodeAdvisory_15239.pdf

[3] ORGANIZACIÓN MARÍTIMA INTERNACIONAL, *Directrices para los buques que naveguen por aguas polares*, Edición 2010

[4] Northern Sea Route Information Office:

http://www.arctic-lio.com/nsr_generalareadescription

[5] American Bureau of Shipping:

http://ww2.eagle.org/content/dam/eagle/publications/2014/NSR_Advisory.pdf

[6] Código Polar:

www.imo.org/en/MediaCentre/HotTopics/polar/Documents/POLAR%20CODE%20TEXT%20AS%20ADOPTED.pdf

[7] ARCTIS Knowledge Hub:

[7] <http://www.arctis-search.com/Types+of+Vessels+in+the+Arctic>

[7.1] <http://www.arctis-search.com/Natural+Conditions+and+Navigation+through+the+Northwest+Passage>

[8] Instituto Español de Estudios Estratégicos

http://www.ieee.es/Galerias/fichero/docs_opinion/2015/DIEEEO22-2015_Artico-CambioClimatico_F.delPozo.pdf

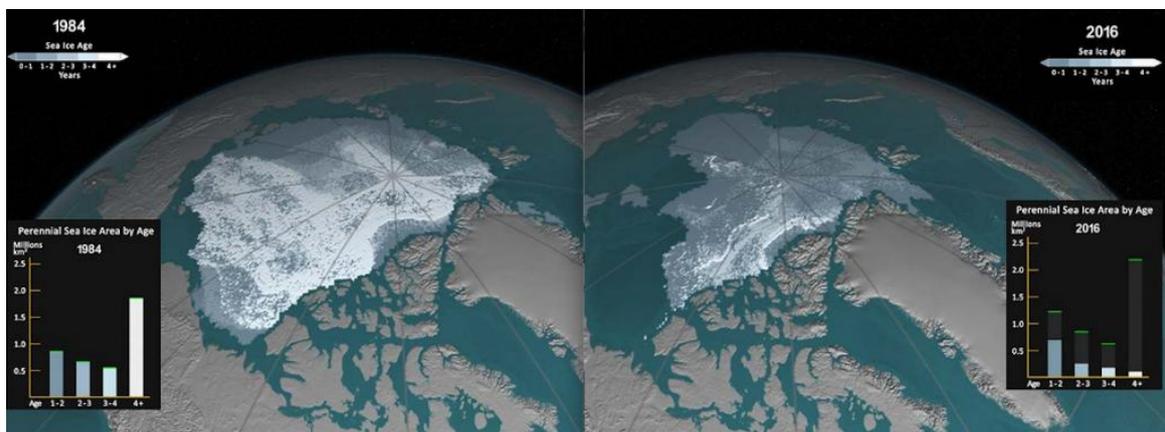
[9] Earth Observatory

<https://earthobservatory.nasa.gov/IOTD/view.php?id=86589>

Apéndices:

A continuación se muestran una serie de fotografías relacionadas con el tema tratado en el trabajo fin de grado.

En primer lugar se mostrarán una serie de imágenes con la comparativa del hielo marino a lo largo de los años.



Comparativa de la cantidad de hielo en el Ártico entre los años 1984 y 2016

<http://primeravuelta.com/2016/11/03/nasa-muestra-deshielo-del-artico-por-calentamiento-global-video/>

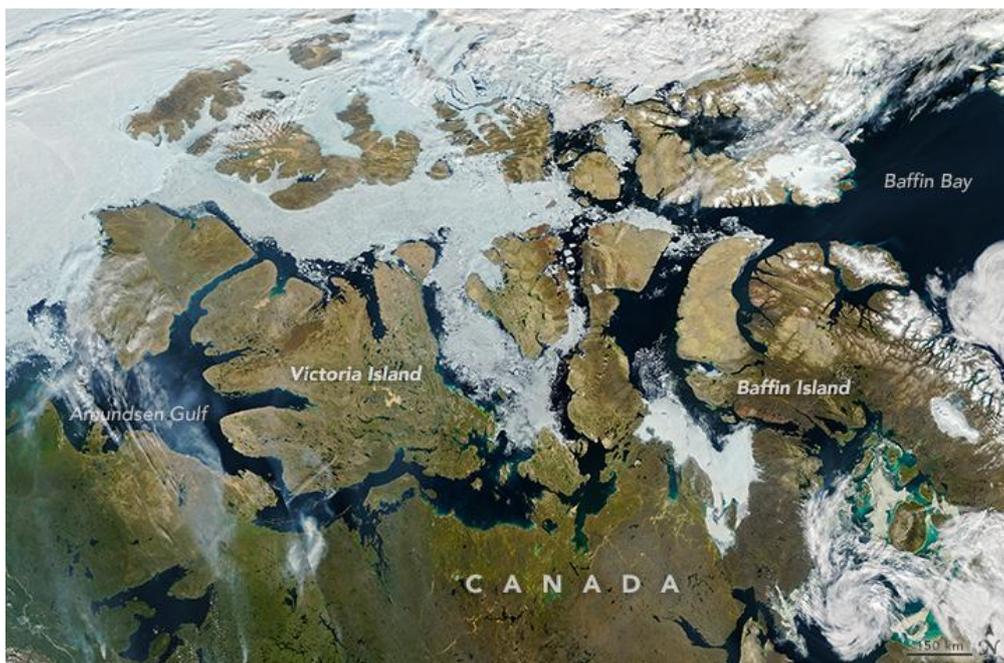


Imagen tomada por satélite en el Paso del Noroeste el 9 de agosto de 2003

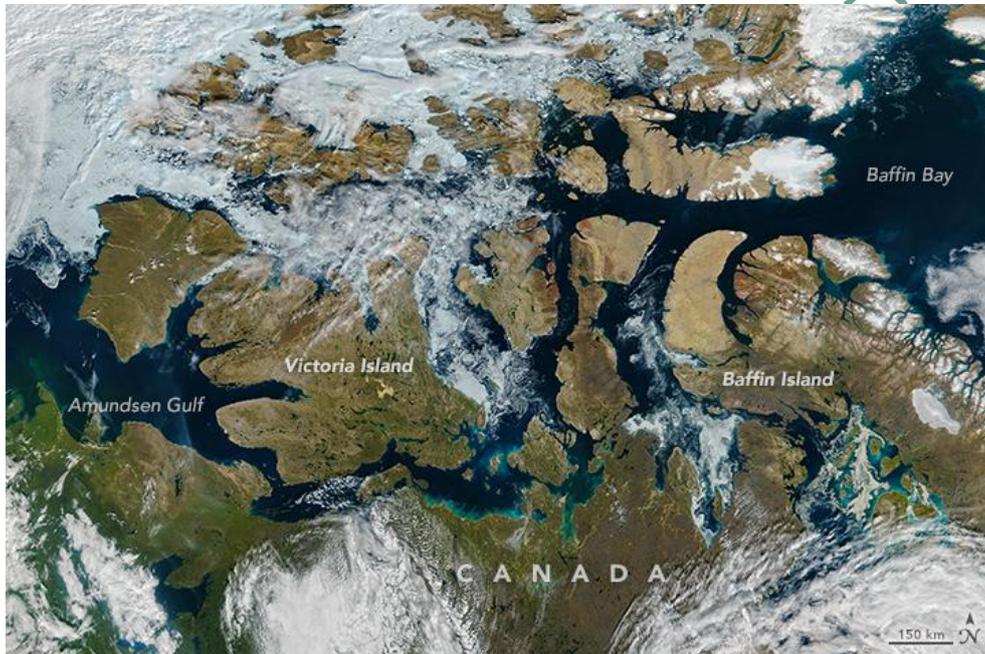
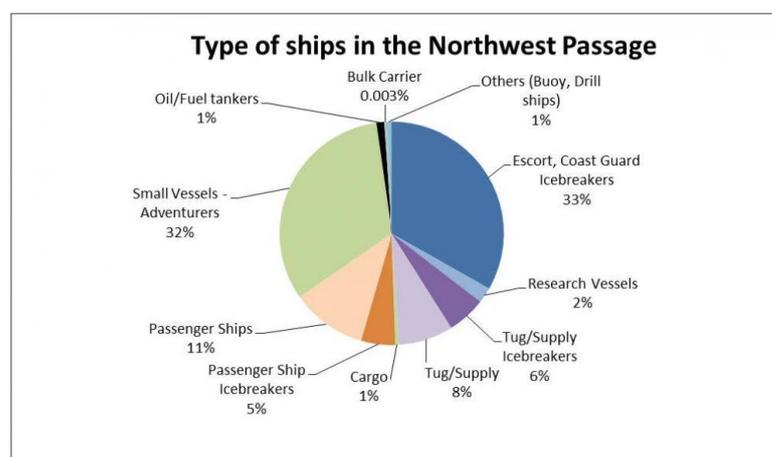


Imagen tomada el 9 de agosto de 2016 en el Paso del Noroeste

Con estas dos imágenes podemos observar el deshielo del hielo marino en el Paso del Noroeste al cabo de 13 años.

<https://earthobservatory.nasa.gov/IOTD/view.php?id=88597>

La siguiente información expuesta en el apéndice será una gráfica con el porcentaje del tipo de buques que navegan por el Paso del Noroeste. En ella podemos observar que el mayor porcentaje de buques que navegan por esa zona son rompehielos, buques escolta y guardacostas, siguiendo a estos se encontrarán pequeños barcos de aventura.





Gráfica de los tipos de buques que navegan en el Paso del Noroeste.

<http://www.enr.gov.nt.ca/state-environment/73-trends-shipping-northwest-passage-and-beaufort-sea>

A continuación se expone una tabla con el tránsito de buques por la Ruta marítima del Norte a lo largo del año 2016.

NOMBRE	BANDERA	ICE CLASES	TIPO DE BUQUE	CARGA	DWT	PUERTO DE SALIDA	PUERTO DE DESTINO
Kapitan Khlebnikov	Rusia	Ice breaker 7	Rompehielos	Pasajeros	4418	Anadyr	Murmansk
Brage Viking	Rusia	Arc 5	Remolcador	n/a	4352	Kholm sk	Aberdeen
Yong Sheng	Hong Kong	Arc 4	Buque de carga general	Mineral a granel y acero	19150	Shang ai	Glasgow
Spasate I Karev	Rusia	Arc 5	Salvamento	n/a	1109	San Peters burgo	Vladivost ok
Gretke Oldendorf	Portugal	Ice 2	Buque de carga general	Carbón	80444	Vanco uver	Raahe
Winter Bay	St. Kits & Nevis	Ice 1	Buque Frigorífico	Carne congelada	2050	Troms e	Osaka
Tian Xi	Hong Kong	Ice 1	Buque de carga general	Pulpa de papel	36000	Kotka	Qingdao
Vidar Viking	Rusia	Arc 7	Remolcador	n/a	2600	Kholm sk	Landskro na
50 let Pobedy	Rusia	Ice breaker 9	Rompehielos	n/a	3505	Murma nsk	Anadyr
Hanseatic	Bahamas	Arc 5	Buque de pasaje	Pasaje	1177	Murma nsk	Provideni ya
Georg Oldendorf	Portugal	Ice 2	Buque de carga general	Carbón	81400	Vanco uver	Raahe
Yaroslav Mudriy	Rusia	Arc 4	Buque de carga general	Producto del petróleo	10463	Arhang elsk	Petropavl ovsk-Kamchtsk iy



BBC Lima	Alemania	Arc 5	Buque de carga general	Carga General	78 19	Shangai	Bremerhaven
Winter Bay	St. Kitts & Nevis	Ice 1	Buque frigorífico	Pescado congelado	20 50	Petroavlovsk-Kamchastskiy	San Petersburgo
Inzhener Trubin	Rusia	Arc 5	Buque de carga general	Lastre	70 75	Arhangelsk	Quingdao
Norman	Liberia	Ice 1	Buque supply	n/a	26 00	Bergen	Kholmsk
HHL Valparaiso	Liberia	Arc 5	Buque de carga general	Arena en sacos	19 41 3	San Petersburgo	Vostochniy
Pomor	Liberia	Arc 7	Buque supply	n/a	26 00	Bergen	Kholmsk

Tabla: Transito de buques en la ruta marítima del norte
http://www.arctic-lia.com/docs/nsr/transits/Transits_2016.pdf