

# **Maestría en Ingeniería Civil**

## **Estado Actual del Transporte Marítimo y Fluvial en Colombia y Planteamiento de un Programa de Ingeniería Naval para Atender las Necesidades de Formación Profesional**

**Germán Felipe Medina Rubio**

**Bogotá, D.C., 9 de octubre de 2020**



**Estado Actual del Transporte Marítimo y Fluvial en Colombia y  
Planteamiento de un Programa de Ingeniería Naval para Atender  
las Necesidades de Formación Profesional**

**Tesis para optar al título de magíster en Ingeniería Civil, con  
énfasis en Tránsito y Transporte**

**Santiago Henao Pérez**

**Director**

**Bogotá, D.C., 9 de octubre de 2020**



La tesis de maestría titulada “Estado Actual del Transporte Marítimo y Fluvial en Colombia y Planteamiento de un Programa de Ingeniería Naval para Atender las Necesidades de Formación Profesional”, presentada por Germán Felipe Medina Rubio, cumple con los requisitos establecidos para optar al título de Magíster en Ingeniería Civil con énfasis en Tránsito y Transporte.

  
Santiago Henao Pérez

Director de la tesis

  
Carlos Hernando Oramas Leuro

Jurado 1

  
Maritza Cecilia Villamizar Roper

Jurado 2

Bogotá, D.C., 30 de 11 de 2020 (fecha de aceptación del trabajo por parte del jurado)

## **Dedicatoria**

El presente trabajo es resultado del incansable apoyo y esfuerzo de mis padres: Germán Luciano Medina Aranguren y Sandra Ximena Rubio Lobo y mi hermana Paula Cristina Medina Rubio, quienes día a día me impulsan a convertirme en un mejor profesional y más que ello, en una mejor persona. Es por eso, que cualquiera de mis logros académicos, profesionales o de vida son dedicados exclusivamente a ellos.

## **Agradecimientos**

A la Escuela Colombiana de Ingeniería Julio Garavito por permitirme continuar y desarrollar mi proyecto académico. A la dirección de posgrados en cabeza del Dr. Germán Ricardo Santos Granados y al Centro de Estudios de Vías y Transporte, con quienes me desempeñé como asistente graduado durante el periodo en que estudié mi Maestría. A las Ingenieras Maritza Cecilia Villamizar Roperó, María Fernanda Ramírez Bernal y Dra. Mónica Marcela Suárez Pradilla por su apoyo y consejo en los momentos que lo necesité; al Ingeniero Carlos Oramas por compartir su experiencia y ser jurado en este proceso; y al Ingeniero Santiago Henao Pérez por la dirección del presente trabajo.

A mi tía Anny Rubio Lobo y mi tío Julio Roberto Rubio Lobo quienes me brindaron su apoyo incondicional durante este proceso.

## Resumen

Colombia es un país rico cuando del recurso acuático se trata, en todo el terreno nacional se encuentran cuerpos de agua, además de los litorales y zonas marítimas. Y aunque el transporte a través del medio acuático resulta ser eficiente para los movimientos de gran cantidad de carga, y en muchas regiones del país es la única opción para el transporte de pasajeros, el sector presenta un gran rezago. Las embarcaciones utilizadas suelen ser viejas e inseguras, y no existe infraestructura portuaria adecuada, principalmente en el sector fluvial.

Aún así, el futuro parece ser prometedor para el sector en general. Los planes y programas de los gobiernos muestran compromisos e intereses para el desarrollo del transporte marítimo y fluvial. El país está encaminado a mejorar su logística aprovechando todos los modos de transporte, su posición geográfica lo convierte en un paso obligado del comercio internacional y un punto atractor del turismo marítimo.

El escenario en el que está Colombia y, más específicamente el modo acuático parecería no ser mejor. Sin embargo, una de las amenazas identificadas es la escasez de profesionales preparados para contribuir al desarrollo del sector naval. Para lograr los objetivos será necesario renovar la flota fluvial del país, diseñar y construir terminales portuarios fluviales, ampliar y mejorar los puertos marítimos, implementar sistemas de señalización e información para la navegación, entre otros. Para todo ello se requerirá de personal preparado técnicamente y dejar de depender de la práctica artesanal y empírica que actualmente se ejerce.

Como resultado de lo anterior, se propone la creación de un programa de pregrado en Ingeniería Naval, formulado de acuerdo con los requisitos del Ministerio de Educación Nacional y justificado por, entre otras, las condiciones ya expuestas.

## **Abstract**

Colombia is a rich country when it comes to aquatic resources, there are bodies of water throughout the national territory, in addition to the coastlines and maritime areas. Although transport through the aquatic environment turns out to be efficient for the movements of large amounts of cargo, and in many regions of the country it is the only option for the transport of passengers, the sector presents a large lag. The boats used are usually old and unsafe, mainly in the river sector.

Still, the future looks promising for the industry in general. Government plans and programs show commitments and interests for the development of maritime and river transport. The country is aimed at improving its logistics by taking advantage of all modes of transport, its geographical position makes it a must for international trade and an attractive point for maritime tourism.

The scenario in which Colombia is and, more specifically, the aquatic mode would seem to be no better. However, one of the threats identified is the shortage of professionals trained to contribute to the development of the naval sector. To achieve the objectives, it will be necessary to renew the country's river fleet, design and build river port terminals, expand, and improve seaports, implement signaling and information systems for navigation, among others. For all this, technically trained personnel will be required and will stop depending on the artisan and empirical practice that is currently exercised.

As a result of the foregoing, the creation of an undergraduate program in Naval Engineering is proposed, formulated in accordance with the requirements of the Ministry of National Education and justified by, among others, the conditions already stated.

## Índice general

	Pág.
<b>1. INTRODUCCIÓN</b>	<b>12</b>
<b>2. ÁRBOL DE PROBLEMAS</b>	<b>13</b>
<b>3. OBJETIVOS Y ALCANCE</b>	<b>14</b>
3.1. OBJETIVO GENERAL .....	14
3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS .....	14
3.3. ALCANCE .....	14
<b>4. METODOLOGÍA</b>	<b>15</b>
<b>5. MARCO CONCEPTUAL</b>	<b>17</b>
5.1. SOBRE LA INGENIERÍA NAVAL .....	17
5.1.1 INGENIERÍA NAVAL EN COLOMBIA. ....	20
5.1.1.1 COTECMAR, el estandarte de la Ingeniería Naval en Colombia. ..	22
5.2. LINEAMIENTOS PARA LA CREACIÓN DE UN PROGRAMA ACADÉMICO EN COLOMBIA	25
5.2.1 DENOMINACIÓN DEL PROGRAMA. ....	26
5.2.2 JUSTIFICACIÓN. ....	26
5.2.3 CONTENIDOS CURRICULARES Y ORGANIZACIÓN DE LAS ACTIVIDADES ACADÉMICAS. ....	26
5.2.4 INVESTIGACIÓN.....	26
5.2.5 RELACIÓN CON EL SECTOR EXTERNO. ....	26
5.2.6 PERSONAL DOCENTE. ....	27
5.2.7 MEDIOS EDUCATIVOS.....	27
5.2.8 INFRAESTRUCTURA FÍSICA. ....	27
<b>6. CAPÍTULO I</b>	<b>28</b>
6.1. DENOMINACIÓN DEL PROGRAMA .....	28
6.2. JUSTIFICACIÓN DEL PROGRAMA .....	28
6.2.1 EL RECURSO HÍDRICO EN COLOMBIA.....	28
6.2.1.1 Áreas marítimas. ....	28
6.2.1.2 Recurso Fluvial .....	30
6.2.1.3 Embalses y lagos .....	36
6.2.2 EL TRANSPORTE ACUÁTICO EN COLOMBIA.....	37
6.2.2.1 Transporte Marítimo. ....	37
6.2.2.2 Transporte Fluvial.....	47

6.2.2.3 Transporte de Cabotaje.....	57
6.2.2.4 Transporte en Embalses. ....	58
6.2.3 PLANES Y PROGRAMAS NACIONALES PARA EL SECTOR. ....	58
6.2.3.1 Plan Nacional de Desarrollo 2018-2022. ....	58
6.2.3.2 Plan Maestro de Transporte Intermodal 2015-2035.....	59
6.2.3.3 Plan Maestro Fluvial. ....	62
6.2.3.4 CONPES. ....	64
6.2.4 OFERTA ACTUAL DE LA EDUCACIÓN. ....	65
<b>7. CAPÍTULO II</b>	<b>71</b>
7.1. CONTENIDOS CURRICULARES Y ORGANIZACIÓN DE LAS ACTIVIDADES ACADÉMICAS.	71
7.1.1 PROPÓSITOS DE LA FORMACIÓN DEL PROGRAMA. ....	71
7.1.2 PERFIL DEL EGRESADO. ....	71
7.1.3 PLAN GENERAL DE ESTUDIOS. ....	71
7.2. INVESTIGACIÓN. ....	76
7.3. RELACIÓN CON EL ENTORNO. ....	76
<b>8. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES</b>	<b>77</b>
<b>9. BIBLIOGRAFÍA</b>	<b>79</b>

## Índice de tablas

	<b>Pág.</b>
Tabla 1. Inventario Cuencas Hidrográficas de Colombia.....	30
Tabla 2. Principales Embalses en Colombia. ....	36
Tabla 3. Sociedades Portuarias Marítimas Registradas.....	38
Tabla 4. Características Canales de Acceso Zonas Portuarias Marítimas .....	41
Tabla 5. Tráfico de Carga por Zona Portuaria 2018. ....	44
Tabla 6. Infraestructura Fluvial de la Cuenca del Magdalena.....	51
Tabla 7. Infraestructura Fluvial de la Cuenca del Atrato.....	53
Tabla 8. Infraestructura Fluvial de la Cuenca del Orinoco.....	54
Tabla 9. Infraestructura Fluvial de la Cuenca del Amazonas.....	56
Tabla 10. Inversiones Red Básica Fluvial. ....	61
Tabla 11. Inversión Red Básica de Puertos. ....	61
Tabla 12. Inversiones Redes de Integración Fluvial.....	62
Tabla 13. Oferta Educativa Nacional e Internacional en el Área. ....	65
Tabla 14. Malla Curricular Propuesta.....	72

## Índice de figuras

	<b>Pág.</b>
Figura 1. Árbol de Problemas. ....	13
Figura 2. Estructura de la Metodología del Proyecto.....	16
Figura 3. Líneas de flotación.....	18
Figura 4. Buque Petrolero OCEANIA con capacidad de 441.558 toneladas de peso muerto. ....	19
Figura 5. Astillero de CONASTIL. ....	23
Figura 6. Mapa Esquemático de la República de Colombia .....	29
Figura 7. Cuencas hidrográficas, principales ríos y embalses de Colombia. ....	32
Figura 8. Cuenca del Río Atrato.....	34
Figura 9. Delta del Río Orinoco.....	35
Figura 10. Zonas Portuarias Marítimas de Colombia. ....	38
Figura 11. Densidad de Rutas de Transporte Marítimo.....	45
Figura 12. Pasajeros Internacionales por vía Marítima. ....	46
Figura 13. Carga Transportada por Vías Fluviales en los últimos 16 años.....	49
Figura 14. Pasajeros Movilizados por Vías Fluviales en los Últimos 16 años.....	50
Figura 15. Accesibilidad a Modo Carretero y a Todos los Modos de Transporte.....	50
Figura 16. Convoyes de Carga. ....	53
Figura 17. Bote Adaptado para el Transporte de Ganado.....	55
Figura 18. Carga Transportada en Cabotaje.....	58
Figura 19. Red Básica de Integración tras dos Décadas de Inversión. ....	60
Figura 20. Proyectos Priorizados del Plan Maestro Fluvial.....	63

## 1. Introducción

Colombia es un país privilegiado en muchos aspectos, y lo es más puntualmente en el acceso al recurso hídrico. No en vano, “Colombia ocupa el puesto 24 entre 203 países; este lugar aún hace figurar a Colombia como potencia hídrica mundial” (Campuzano, Roldán, & Guhl, 2012) Y dicha disponibilidad no se limita únicamente a océanos o ríos, sino también a embalses, lagos, lagunas, aguas subterráneas, zonas de inundación y glaciares, entre otros. Aun así, los indicadores de aprovechamiento de dicho recurso por parte del sector transporte no son los mejores, puesto que sigue prevaleciendo el modo carretero por encima de los otros, lo que resulta contraproducente con los objetivos nacionales en materia de abaratamiento de costos de transporte, logística y aumento de la competitividad nacional, además de ser un modo con un impacto ambiental mucho mayor al de los demás sistemas de transporte. En el presente trabajo se llevará a cabo una descripción de la situación actual del transporte acuático en Colombia, los desafíos y problemáticas actuales, principalmente la falta de personal profesional debidamente capacitado que pueda proponer soluciones innovadoras, y a través de la investigación y la aplicación de la tecnología pueda impulsar el transporte acuático con el fin de mejorar la competitividad del país, de una manera sostenible y que favorezca la mejora en la calidad de vida de los Colombianos.

De acuerdo con lo anterior, se propone la Estructuración de la metodología de un programa de pregrado en Ingeniería Naval que, de llegar a materializarse, capacite Ingenieros que den soluciones a los impases actuales del sector. Para ello y siguiendo los lineamientos del Ministerio de Educación Nacional para la solicitud de Registro Calificado para nuevos programas de pregrado, se llevará a cabo en un primer capítulo la denominación y la justificación del programa, mientras que en un segundo capítulo se realizará la estructuración del plan de estudios, sus contenidos curriculares, la orientación de la investigación del programa propuesto y la relación con el entorno que se buscará para este.

Como resultado del presente trabajo, quedará a disposición de la Escuela Colombiana de Ingeniería Julio Garavito una estructuración metodológica de un programa de pregrado en Ingeniería Naval.

## 2. Árbol de Problemas

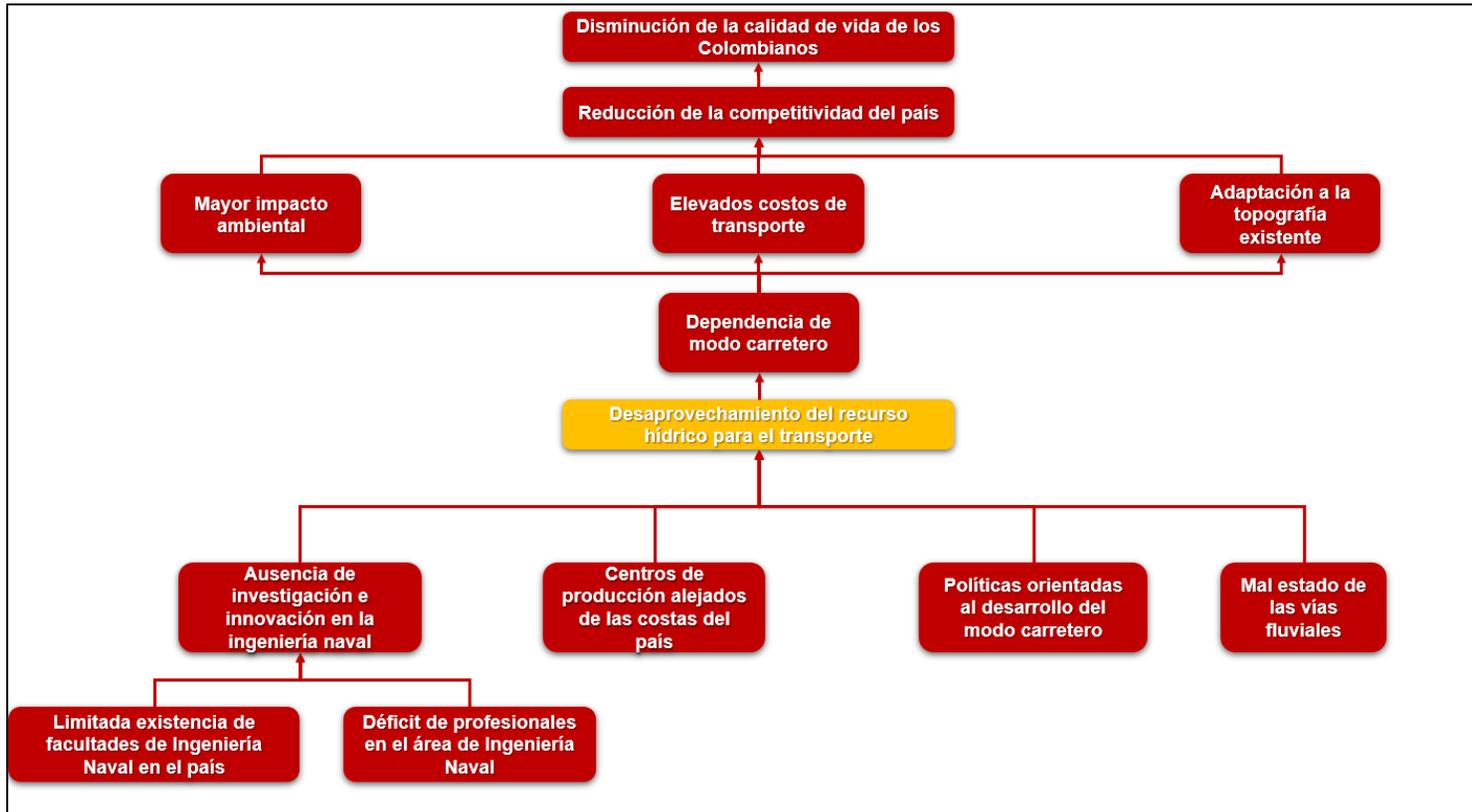


Figura 1. Árbol de Problemas.  
Fuente: Elaboración propia

### **3. Objetivos y alcance**

#### **3.1. Objetivo General**

Realizar la estructuración de una metodología temática de acuerdo con los lineamientos del Ministerio de Educación Nacional para la creación de un programa de pregrado en Ingeniería Naval en Colombia que responda a las necesidades del país en materia de transporte fluvial y marítimo.

#### **3.2. Objetivos Específicos**

- Realizar una revisión bibliográfica de los estudios, investigaciones y condiciones actuales el transporte marítimo y fluvial en el país, las necesidades en el sector que presenta la Nación, además de la situación actual de la formación académica en carreras afines, que justifique la creación de un programa de Ingeniería Naval en Colombia.
- Proponer los contenidos curriculares de un programa de pregrado en Ingeniería naval, los perfiles de los aspirantes y egresados y el plan de estudios, tomando como referencia los lineamientos propios de la Escuela Colombiana de Ingeniería Julio Garavito.
- Realizar la propuesta de las actividades académicas, de investigación y de relación con el entorno de un programa de pregrado en Ingeniería Naval.
- Presentar en un documento final del proyecto acompañado de una defensa del mismo ante jurados para su evaluación final y de obtener su aprobación aspirar al título de Magíster en Ingeniería Civil.

#### **3.3. Alcance**

En el presente trabajo se realizará la denominación del programa propuesto como respuesta a las necesidades del país en el ámbito del transporte marítimo y fluvial, y de la ingeniería naval. Se planteará un plan de estudios general de un programa de pregrado en Ingeniería Naval, se definirán los contenidos curriculares de las asignaturas y se propondrán unas líneas de investigación.

## 4. Metodología

La metodología del presente trabajo de grado se desarrolla de acuerdo con la *Guía para la elaboración del documento maestro de registro calificado* y los *Lineamientos para solicitud, otorgamiento y renovación del registro calificado. Programas de pregrado y posgrado*, ambos propios de Ministerio de Educación Nacional (MEN).

Con base en lo anterior, se definen dos fases de ejecución para el proyecto (denominación y justificación, contenidos curriculares y organización de las actividades académicas y elaboración y revisión del documento) correspondientes a los primeros 4 numerales de la Guía de elaboración del documento maestro de MEN, asimismo se acotan los objetivos del proyecto a la propuesta metodológica y académica del programa sin incurrir en temas de infraestructura, modelo financiero, cuerpo docente, entre otros.

En una primera fase se propone la denominación del programa y justificación del programa, para ello se realizará una revisión del estado del arte de estudios, proyectos y programas que involucren el desarrollo del transporte marítimo y fluvial en Colombia y las actuales necesidades del país en el campo de estudio; también se llevará a cabo una recopilación de la oferta académica de pregrado existente en el área de la ingeniería Naval tanto a nivel nacional como internacional; Finalmente en esta fase se describirá la articulación del programa con los planes de desarrollo, locales, regionales y nacionales dando como cierre de la primera fase la justificación de la propuesta de creación de un programa de pregrado en Ingeniería Naval.

La segunda fase del programa implica la creación de la malla curricular propuesta junto con los contenidos de las asignaturas propias del programa (núcleos de formación profesional y de profundización). Al finalizar esta fase se contará con la estructura metodológica de un programa de pregrado en Ingeniería Naval. En la figura 2 se esquematiza la estructura de la metodología del proyecto.

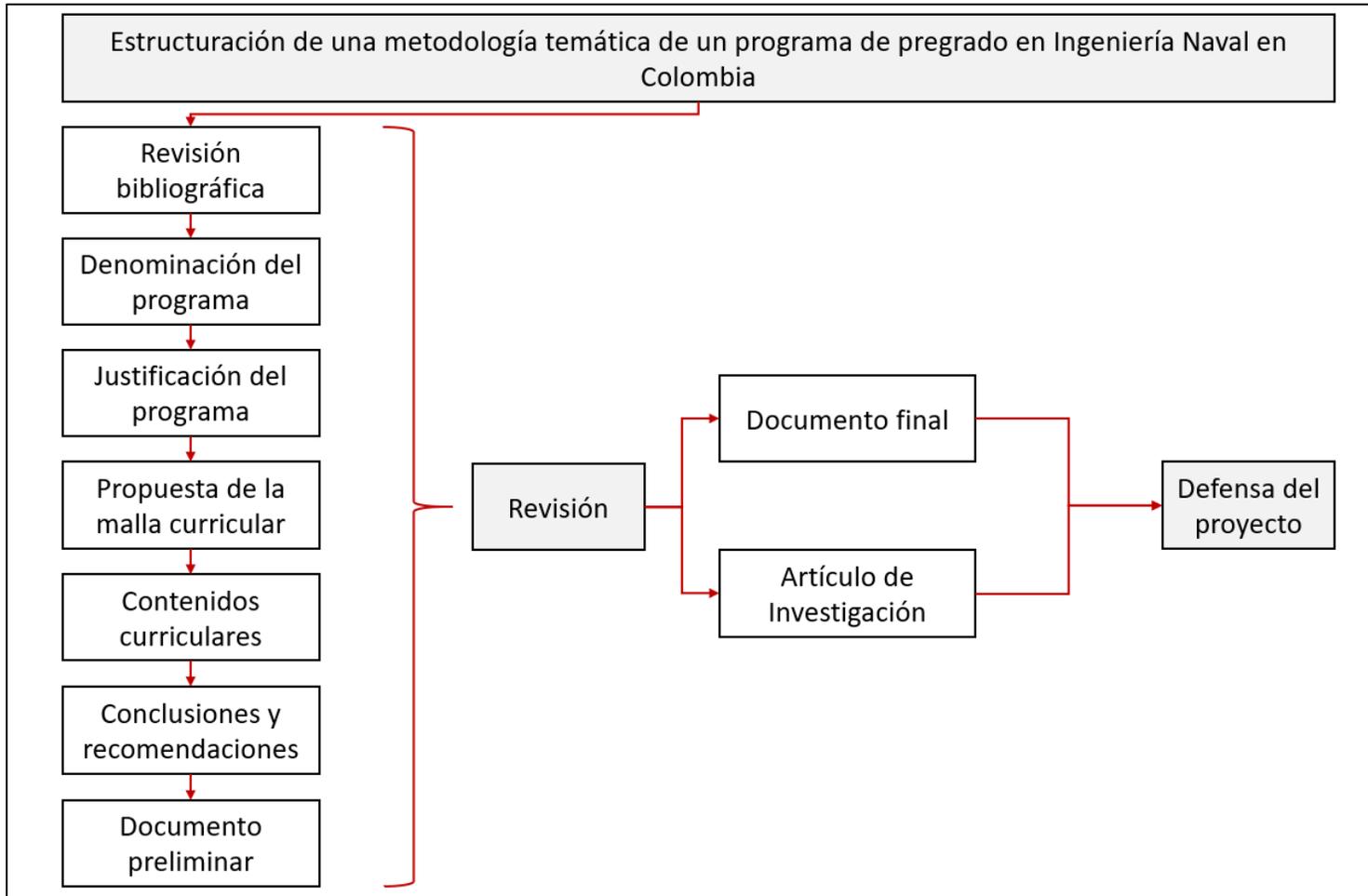


Figura 2. Estructura de la Metodología del Proyecto.  
Fuente: Elaboración propi

## 5. Marco Conceptual

### 5.1. Sobre la Ingeniería Naval

Cuando Arquímedes planteó las que serían las leyes básicas de la arquitectura naval teórica en el siglo III a.C., *La Ilíada* y *La Odisea* tenían más de 400 años de haber sido escritas, y en ellas se da fe de que la navegación cuenta con una historia cuyo inicio es mucho más remoto.

Cubria (1977) En su texto *Desarrollo de la Ingeniería Naval* propone la definición de la Ingeniería Naval como “la ciencia que trata sobre el diseño y la construcción de embarcaciones, y por tanto, la participación del ingeniero naval en la operación de todo tipo de material flotante es de vital importancia”. Además, resalta los hitos más importantes en la evolución y desarrollo de esta disciplina:

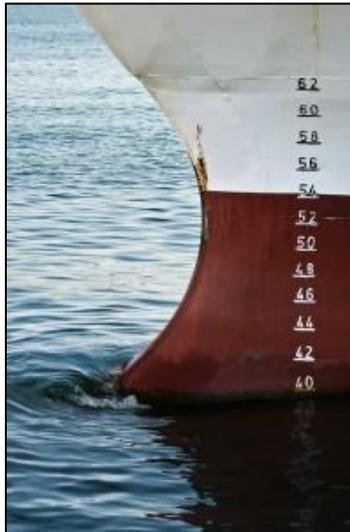
De manera empírica, la humanidad desde sus inicios construyó embarcaciones con el fin de poder atravesar diferentes cuerpos de agua. Es hasta 1545 que Diego García de Palacio publica en México los 4 tomos de *Instrucciones*, siendo el último de ellos la primera publicación conocida sobre construcción naval. Años después se escribieron en Europa otras obras incluyendo *El arte de Construir Navíos*, *Arquitectura naval e Hidrografía*, publicadas en Sevilla en 1611, Alemania en 1629 y Francia en 1643, respectivamente. En 1666 el constructor naval Anthony Deane, aplicando el principio de Arquímedes, pinta las líneas de flotación (ver figura 3) en los buques construidos previos a ser botados<sup>1</sup>, esto es directamente el resultado de realizar el cálculo del volumen de inmersión.

Por la misma época se proponían avances en el campo de la hidrodinámica y la conservación de la energía con las leyes de Euler y Bernoulli que más adelante se aplicarían al diseño de embarcaciones. Para 1791 en Inglaterra se funda una sociedad para estudios de Arquitectura Naval, la cual llegó a financiar experimentos realizados por el Coronel Mark

---

<sup>1</sup> La Botadura es el procedimiento que se realiza cuando finaliza la construcción de un Buque y es lanzado al agua por primera vez. Resulta ser el momento más crítico para la nave, pues es allí cuando se verifica que su diseño y construcción fue realizado correctamente.

Beaufoy, cuyos resultados se publicaron en la obra *Experimentos Náuticos e Hidráulicos* en 1834, donde se estudió principalmente la relación entre el área y la resistencia al avance.



**Figura 3. Líneas de flotación.**  
Fuente: albertoandreu.com. 2020.

Con el nacimiento del barco de vapor, el nuevo objetivo de los ingenieros navales fue lograr una mejor forma en el casco de las naves, reduciendo la resistencia al avance y aumentando la velocidad, así también el cálculo de la potencia en los barcos se convirtió en un factor determinante para los diseñadores navales, cálculos que hasta la experimentación de William Froude fueron de carácter empírico. Los avances realizados por Froude a través de su experimentación en canales e hidráulica a superficie libre dieron como resultado modelos y teorías que siguen estando vigentes al día de hoy y constituyen la base del estudio del Ingeniero Naval. Día a día, esta profesión se hace más dependiente de los modelos tanto para sus objetivos de investigación como para los diseños de embarcaciones, es así como el diseño y la construcción de naves pasó de ser un oficio desarrollado por artesanos a convertirse en una disciplina que involucra los avances de la tecnología y la ciencia. Por ello, y de manera similar a muchos otros campos de la ingeniería, durante el siglo XX se presenció un aumento en el tamaño de los buques, principalmente de los petroleros, que durante los años sesenta pasaron de una capacidad

de 100.000 toneladas de peso muerto<sup>2</sup> a 500.000 toneladas. En la actualidad buques de tipo ULCC de sus siglas en inglés *Ultra Large Crude carrier* (Ver Figura 4) cuentan con una capacidad mayor a las 500.000 toneladas de peso muerto.



**Figura 4. Buque Petrolero OCEANIA con capacidad de 441.558 toneladas de peso muerto.**

Fuente: [theoilexchange.wordpress.com](http://theoilexchange.wordpress.com). 2020.

Se comparte la reflexión final que hace el autor y, aunque hace referencia a su país de origen (México), puede aplicarse también al contexto colombiano. En ella resume el propósito de la ingeniería naval:

*Para nosotros el desarrollo de la ingeniería naval, lo contemplamos no solo como el desenvolvimiento de una ciencia abocada estrictamente a la construcción de embarcaciones; es algo más que eso, constituye la posibilidad de encontrar a través del conocimiento de esta disciplina, las mejores técnicas, en cuanto a costos y eficacia, para que el hombre esté en aptitud de construir esos vehículos que en el mar representan, como hemos dicho, una vanguardia en el desarrollo de los pueblos; esas unidades autosuficientes, grandes y complejas; esas estructuras surgidas en la más remota antigüedad, que son, muchas veces, agentes de destrucción, pero*

---

<sup>2</sup> Las toneladas de peso muerto o DTW por sus siglas en inglés Deadweight Tonnage, es la medida para determinar la capacidad de carga de los buques sin que se afecte la seguridad del mismo durante su operación.

*que debemos contemplar nosotros, países en vías de desarrollo, como una posibilidad de alcanzar, a través de su mejor aprovechamiento, niveles más elevados en la economía de los países. Los ingenieros navales sentimos una grave responsabilidad en este país, tenemos el reto de saber aprovechar los extensos litorales y el amplio mar patrimonial de nuestra nación, que cuenta con un potencial extraordinario para alimentar a la crecente población de nuestro país.*

*El mar, que ha sido en la historia de la humanidad escenario de importantes hazañas, debe ser y así lo es para los ingenieros navales, el escenario de lo que queremos que constituya la más grande hazaña, hacerlo, a través de cada día mejores embarcaciones generador de bienestar para los hombres. (Desarrollo de la Ingeniería Naval, octubre de 1977, p. 26)*

### **5.1.1 Ingeniería Naval en Colombia.**

La Ingeniería Naval en Colombia nace como disciplina académica debido a la necesidad estratégica de la Armada Nacional, que realizó la compra de buques con tecnología de punta en materia de guerra naval, adquiridos en Suecia a mediados de los años cincuenta por el gobierno nacional; por aquella época grupos de oficiales colombianos emigraron para estudiar en universidades de Suecia, Inglaterra, Italia, Chile, España y los Estados Unidos de América. A su regreso, se incorporaron a los nacientes astilleros de la Armada y reforzaron los programas académicos de la Escuela Naval de Cadetes Almirante Padilla (en adelante ENAP) en Cartagena y de la Escuela de Clases Técnicas en Barranquilla, formando técnicos y tecnólogos. Para entonces, estas instituciones contaban con la participación de profesores alemanes, americanos y chilenos. Por la misma época comenzó a florecer la Flota Mercante Grancolombiana integrada por capital colombiano, en un 45%, venezolano en un 45% y ecuatoriano con un 10% (García Bernal, 2016); además, otras navieras menores empezaron a demandar profesionales idóneos, no solamente para la operación de los buques, sino para su reparación, mantenimiento y construcción.

Debido a lo anterior, la ENAP desarrolló los programas académicos acorde con sus necesidades. No solamente para que los oficiales operaran los buques con alta tecnología, previamente mencionados, y los buques de la creciente Flota Mercante Grancolombiana, sino para que realizaran las reparaciones, el mantenimiento y dieran solución a las alteraciones que estos buques requirieran para su eficiente, económico y seguro desempeño.

Tampoco se descartó, dadas las circunstancias políticas de la época, el diseño y construcción de nuevos buques que obedecieran a las necesidades para la Defensa Nacional según el ambiente en que se vivía. Esta circunstancia estimuló el desarrollo de astilleros, principalmente en la Armada, en Cartagena, Puerto Leguizamo, Orocué y Buenaventura. Adicionalmente, para el transporte particular se establecieron algunos astilleros de ribera con el propósito de construir barcos de madera para cabotaje, otros domésticos para los ríos y algunos ya tecnológicamente más desarrollados fueron hechos en Barranquilla, Buenaventura y Turbo.

Ante los altos niveles curriculares que se habían logrado en las Escuelas de la Armada Nacional, el Ministerio de Educación Nacional mediante Decreto 2892 de 1964, autoriza el programa de Ingeniería Naval que se llevaba a cabo en la ENAP, con dos énfasis, uno típico Naval y uno especializado en Electrónica. En noviembre del mismo año se graduaron los primeros Ingenieros Navales formados en Colombia.

Al día de hoy, se encuentran registrados en ACINPA<sup>3</sup> más de 790 profesionales que le aportan la extraordinaria condición técnica a la Armada Nacional, y una vez retirados de la actividad militar contribuyen a la operación, reparación y construcción de buques y embarcaciones de todo tipo en el país. Además, han asistido al desarrollo en otros campos afines como la pesca de altura, los programas *offshore*<sup>4</sup>, los puertos, los astilleros, la industria en general y las marinas recreativas; también participan en variadas actividades

---

<sup>3</sup> Asociación Colombiana de ingenieros Navales y Profesionales Afines.

<sup>4</sup> Fuera de costa, como lo son las plataformas petroleras que perforan pozos mar adentro.

con reconocido éxito y competencia en el ámbito marítimo y académico a nivel nacional e internacional.

En el año 2015 la Universidad Tecnológica de Bolívar creó un programa de pregrado en Ingeniería Naval en Cartagena para satisfacer algunas necesidades de desarrollo naval que no estaban siendo cubiertas por los profesionales egresados de la ENAP, como lo es el caso de la industria *offshore*.

En 2011, la ENAP en coordinación con COTECMAR<sup>5</sup> creó la Maestría en Ingeniería Naval para desarrollar proyectos de transformación e innovación tecnológica, que exigen las nuevas tendencias de la seguridad y la defensa del territorio marítimo colombiano; Para el mismo año la Universidad Tecnológica de Bolívar creó también una maestría en Ingeniería Naval y Oceánica para satisfacer las nuevas orientaciones que de los proyectos *offshore* para la explotación del suelo y subsuelo marino.

#### **5.1.1.1 COTECMAR, el estandarte de la Ingeniería Naval en Colombia.**

La siguiente reseña histórica de COTECMAR, está basada en el texto del autor William Porras (2019):

La primera experiencia registrada de construcción naval en Colombia por parte de la Armada Nacional se registra en 1938 cuando un varadero<sup>6</sup>, propiedad del Ministerio de Transporte ubicado cerca a la población de Puerto Berrío es desarmado y armado nuevamente en la Base Naval ARC Bolívar en la ciudad de Cartagena, estas operaciones fueron supervisadas y dirigidas por el ingeniero Reihnold Pazcket Wilke, de origen bávaro. En esta base, entre 1948 y 1950 se llevaría a cabo la primera construcción de dos naves militares por parte de la

---

<sup>5</sup> Corporación de Ciencia y Tecnología para el Desarrollo de la Industria Naval Marítima y Fluvial.

<sup>6</sup> Sitio natural o artificial destinado a varar o encallar naves para realizar su mantenimiento.

Armada Nacional. Durante los años 50, la mencionada base nava continuó su desarrollo.

En 1968, y debido al aumento en la operación de la base, por idea del presidente de la república, se creó un astillero de la Armada nombrado *Empresa de astilleros y servicios navales de Colombia EDANSCO*, años después se convertiría en la empresa *CONASTIL* (de la cual se hablará más adelante) con participación de la Armada y el Gobierno nacional, este astillero se ubicó en la Base Naval ARC Bolívar en Cartagena, hasta 1972 que se hizo imperioso el traslado de las instalaciones a la zona de Mamonal, también en la ciudad de Cartagena, lo anterior debido al aumento en la producción y la magnitud de las naves.



Figura 5. Astillero de CONASTIL.  
Fuente: COTECMAR. 2020.

Durante la década de los 90, *CONASTIL* sufre una crisis económica que la lleva a la quiebra y se declara inoperativo en abril de 1994.

En el año 1997, el Sr. Almirante Edgar Romero asumió el comando de la Armada Nacional, y dentro de sus proyectos se encontraba la reactivación del astillero. A través del presidente de la República y el consejo de la ciudad de Cartagena se consiguió llegar a un acuerdo administrativo, judicial y financiero que le diera vía

libre a la recuperación del astillero. Cuenta el autor acerca del estado de las instalaciones del astillero:

*La tarea inicial de la recuperación del astillero era una tarea de titanes. No había ni energía ni agua potable, las oficinas e instalaciones estaban totalmente en ruinas, eran cuevas de murciélagos, alimañas, las raíces de los árboles salían entre los sanitarios y todo el terreno estaba lleno de maleza, culebras y otros reptiles. El sistema de desagüe proveniente de otras plantas de Mamonal y que vertían sus aguas hacia el mar pasando por los lados del terreno del astillero estaban tapadas y el olor pestilente y nauseabundo en el área del astillero era impresionante, lo que dificultaba aún más los trabajos dentro de él. (Astillero COTECMAR: Historia poco conocida, julio de 2019, p. 8)*

La Armada Nacional inició entonces la tarea de recuperar el astillero, haciendo uso de su personal que trabajó, inicialmente nueve horas diarias, hasta que se reestableció en fluido eléctrico, entonces las labores tuvieron jornadas de veintidós horas, los siete días de la semana. Para el 24 de julio de 1998<sup>7</sup>, tras catorce meses de trabajo se logra entregar parte del Astillero recuperado, en ceremonia con presencia del comandante de la Armada Nacional y el presidente de la República. Sin embargo, debía realizarse una estructuración administrativa, que evitara que el Astillero tuviera nuevas crisis como sucedió. Para lo anterior se recomendó al entonces comandante de la Armada acogerse a la legislación de ciencia y tecnología, la cual permitía que el Estado se asociara con particulares. Así, el 21 de julio del 2000, se constituyó legalmente COTECMAR, como una entidad sin ánimo de lucro, conformada por el Ministerio de Defensa, la Armada Nacional, la

---

<sup>7</sup> El 24 de julio es celebrado el día de la Armada Nacional en Colombia, en conmemoración a la batalla de Maracaibo (24 de julio de 1823).

Universidad Nacional de Colombia, la Universidad Tecnológica de Bolívar y la Escuela Colombiana de Ingeniería Julio Garavito.

Hoy COTECMAR, se encuentra próximo a cumplir veinte años de servicio en los cuales la empresa ha brindado empleo y ahorrado divisas al país, al llevar a cabo las operaciones de ingeniería naval en un astillero nacional. Adicionalmente, la compañía ha extendido sus servicios a nivel internacional, realizando la construcción de naves para Brasil, Honduras y Guatemala, y dentro su visión espera ser en 2034 un líder innovador de la industria naval en Latinoamérica.

## **5.2. Lineamientos para la creación de un programa académico en Colombia**

Aseguran Icarte y Labate (2016) que cuando se habla de educación superior, son las mismas universidades las encargadas de garantizar y asegurar su calidad, es decir dar una garantía a la sociedad, que los técnicos, tecnólogos, profesionales, magísteres y doctores que en ellas se forman, satisfarán las necesidades del sector. Así se forjará una relación de confianza entre empresarios, Estado y sociedad con la Institución de educación superior.

Con el propósito de mejorar la calidad educativa en Colombia, el Ministerio de Educación Nacional creó, entre el 2002 y el 2006 el Sistema de Aseguramiento de la Calidad, “cuyas principales acciones son la información, la evaluación y el fomento, que se traducen en la formulación, reglamentación y adopción de políticas, planes, programa y proyectos. Una de estas acciones se realiza a través de la obtención del registro calificado” (MEN, 2013).

De acuerdo con el mismo Ministerio de Educación Nacional (2010) en su *Decreto No. 1295*, “para ofrecer y desarrollar un programa académico de educación superior, en el domicilio de una institución de educación superior, o en otro lugar, se requiere contar previamente con el registro calificado del mismo.”. Para que un programa pueda obtener el registro calificado debe cumplir una serie de condiciones, que son presentadas por la institución de educación superior:

### **5.2.1 Denominación del programa.**

Nombre del programa, el título que se expedirá y el nivel de educación (técnico, tecnológico, profesional especialización, maestría o doctorado) esto sustentado por los contenidos curriculares.

### **5.2.2 Justificación.**

Se debe justificar el contenido curricular del programa, con base en un análisis del estado de la educación en el área del programa, de la profesión y de las necesidades del país o de la región que serán satisfechas o las oportunidades que serán aprovechadas.

### **5.2.3 Contenidos curriculares y Organización de las actividades académicas.**

Se identifican los aspectos curriculares básicos del programa, implica plantear los propósitos de la formación del programa, los perfiles definidos, el plan general de estudios representado en créditos académicos<sup>8</sup>, el componente de interdisciplinariedad, estrategias de flexibilización y el contenido general de las actividades académicas del programa (laboratorios, talleres, seminarios, etc) que permitan alcanzar las metas de formación guardando coherencia con los componentes y metodología del programa.

### **5.2.4 Investigación.**

El programa propuesto deberá prever las estrategias con las que promoverá la investigación en los estudiantes, de acuerdo con los objetivos y nivel de formación. También se describirán los procedimientos que permitan incorporar tecnologías de la información y la comunicación en la formación investigativa.

### **5.2.5 Relación con el sector externo.**

La propuesta de creación del nuevo programa deberá contar con un plan de relación con el sector externo, que incluya estrategias o información acerca de la vinculación con el sector

---

<sup>8</sup> Para efectos de facilitar la movilidad académica nacional e internacional de los estudiantes, se adoptó la utilización del crédito académico como medida del trabajo académico. Un crédito académico equivale a 48 horas de trabajo académico del estudiante, en ellas se incluye las horas de clase y las horas de trabajo independiente.

productivo, el trabajo con la comunidad, la generación de nuevos conocimientos derivados de la investigación o el desarrollo de actividades de servicio social a la comunidad.

#### **5.2.6 Personal docente.**

La institución que propone la creación de un nuevo programa deberá presentar su estructura docente, incluyendo los perfiles de la planta profesoral, la cifra de estudiantes previstos para el nuevo programa y así verificar si su cuerpo docente satisface las necesidades del programa o, en dado caso el plan de incorporación de nuevos docentes que incluya perfiles, funciones y tipo de vinculación.

#### **5.2.7 Medios educativos.**

La institución deberá indicar los recursos bibliográficos y de hemeroteca, bases de datos, equipos y aplicativos informáticos, laboratorios, escenarios de experimentación y práctica, talleres, herramientas e insumos con los que cuenta para poder desarrollar el programa propuesto.

#### **5.2.8 Infraestructura Física.**

Por último, la Institución proponente del nuevo programa presentará la información acerca de aulas, bibliotecas, auditorios, laboratorios y espacios para la enseñanza con los que cuenta, que además garanticen el desarrollo del programa propuesto. Adicionalmente se debe acreditar que la infraestructura inmobiliaria presente y futura cumple con las normativas referentes a uso del suelo.

Será, finalmente el Consejo Nacional de Acreditación, quién recomendará al Ministerio de educación Nacional otorgar o no el registro calificado al programa Propuesto.

En el presente trabajo, se realizará el planteamiento y descripción de las condiciones “Denominación del programa”, “Justificación del programa”, “Contenidos Curriculares”, “Investigación” y “Relación con el entorno”, teniendo en cuenta que son particulares del programa, mientras que las demás condiciones son propias de la institución en donde se vaya a ofrecer el pregrado en Ingeniería Naval.

## 6. Capítulo I

### 6.1. Denominación del Programa

*PREGADO EN INGENIERÍA NAVAL*

### 6.2. Justificación del Programa

#### 6.2.1 El recurso hídrico en Colombia.

La ubicación geográfica del país. Su topografía y su clima hacen de Colombia un país privilegiado y poseedor de una de las mayores ofertas hídricas de todo el planeta. Lo anterior se manifiesta en una extensa red fluvial que cubre todo el territorio nacional, sumado a quebradas, lagunas y embalses, llega a al menos 737.000 cuerpos de agua, además de ser el único país de Suramérica con 1.600 km de costas en el Océano Pacífico y 1.300 km en el Mar Caribe. No en vano, y de acuerdo con el informe de la ONU sobre el desarrollo de los recursos hídricos en el mundo, Colombia ocupa el puesto 24 entre 203 países.

A continuación, se realiza una breve descripción de los principales recursos hídricos del país:

##### 6.2.1.1 Áreas marítimas.

El 45% del total del territorio colombiano está representado por áreas marítimas en el Mar Caribe y en el Océano Pacífico. En el primero la extensión alcanza 589.560 km<sup>2</sup>, mientras que en el segundo llega a sumar 339.100 km<sup>2</sup> (Avella, Osorio, Parra, & et. Al, 2010). Adicionalmente, Colombia posee territorios insulares como las islas de Gorgona, Gorgonilla y Malpelo en el Pacífico; las islas de San Andrés, Providencia y Santa Catalina y diferentes cayos en el Mar Caribe. En la Figura 6 se esquematiza lo anteriormente mencionado.

La Costa Pacífica se caracteriza por tener un clima con precipitaciones extremas, el paisaje costero se ve afectado por tsunamis y maremotos. La variación de las mareas en el Pacífico es mucho más marcada que en el Mar Caribe, con diferencias de más de 4 metros entre

bajamares y pleamares. Los ríos más caudalosos que desembocan en el Océano Pacífico son el río Sa Juan, el Patía y el Mira.



Figura 6. Mapa Esquemático de la República de Colombia  
Fuente: Comisión Colombiana del Océano. (2020)

En la Costa Caribe la variación de las mareas llega a ser de 0.5 metros, muchas veces, imperceptible. Sobre el litoral Caribe se encuentra la Sierra Nevada de Santa Marta, la montaña litoral más alta del mundo. Del territorio colombiano, el Mar Caribe recibe las aguas de los ríos de la cuenca del Magdalena, siendo el Magdalena, el Atrato, el Sinú y el Canal del Dique los más caudalosos (Avella, Osorio, Parra, & et. Al, 2010).

### 6.2.1.2 Recurso Fluvial

Debido a la riqueza hídrica del país, principalmente en materia fluvial, la geografía se ha dividido en cuatro principales áreas hidrográficas (Magdalena, Atrato, Orinoco y Amazonas) como se puede observar en la Figura 7. En la Tabla 1 se señalan el inventario de cuencas hidrográficas<sup>9</sup> por tamaño, clasificadas en doce zonas con características hidrológicas representativas:

Tabla 1. Inventario Cuencas Hidrográficas de Colombia.

Zonas	<10 km <sup>2</sup>	10 a 100 km <sup>2</sup>	100 a 1.000 km <sup>2</sup>	1.000 a 5.000 km <sup>2</sup>	5.000 a 10.000 km <sup>2</sup>	10.000 a 50.000 km <sup>2</sup>	50.000 a 100.000 km <sup>2</sup>	>100.000 km <sup>2</sup>
Pacífico y Atrato	91,500	3,900	153	26	-	4	-	-
Bajo Magdalena Río Sinú	8,570	300	59	4	-	-	-	-
Sierra Nevada de Santa Marta	19,100	170	47	-	-	-	-	-
Baja y Alta Guajira	3,750	300	45	-	-	-	-	-
Alto Magdalena	8,400	320	72	16	2	-	-	-
Medio Magdalena	20,700	1,420	142	17	4	1	-	-
Alto Cauca	7,321	370	51	4	-	-	-	-
Medio Cauca	6,420	177	89	6	2	-	-	-

<sup>9</sup> Una cuenca hidrográfica es una zona o territorio drenado por un único sistema de drenaje natural (río).

Zonas	<10 km <sup>2</sup>	10 a 100 km <sup>2</sup>	100 a 1.000 km <sup>2</sup>	1.000 a 5.000 km <sup>2</sup>	5.000 a 10.000 km <sup>2</sup>	10.000 a 50.000 km <sup>2</sup>	50.000 a 100.000 km <sup>2</sup>	>100.000 km <sup>2</sup>
Cabeceras ríos Meta y Arauca	11,605	216	25	4	-	-	-	-
Catatumbo	11,420	284	27	5	-	-	-	-
Sabanas, ríos Meta y Arauca	5,525	510	170	34	-	-	-	-
Ríos Guaviare Vichada y Amazonas	520,000	18,900	430	33	16	10	2	3
<b>Total</b>	<b>714,311</b>	<b>26,867</b>	<b>1,310</b>	<b>149</b>	<b>24</b>	<b>15</b>	<b>2</b>	<b>3</b>

Fuente: IDEAM. (2008)

A continuación, se realiza una descripción de las características de los principales ríos de cada área hidrográfica del país:

#### 6.2.1.2.1 Río Magdalena

El río Grande de la Magdalena nace en la laguna de la Magdalena ubicada en el Páramo de Papas en el extremo suroccidental de Colombia, en el Departamento del Huila, a 3.685 m.s.n.m.

La longitud del río, según la fuente que se consulte, varía de 1.528 a 1.600 km. Con relación al ancho, en el sector conocido como el Estrecho mide 2.20 metros y en el municipio de Plato, Magdalena, mide 1.073 metros. Desemboca en el mar Caribe en el sitio conocido como Bocas de Ceniza, a los 11° 06' de latitud norte y 74° 51' de longitud oeste. El canal del Dique también le sirve como tributario de sus aguas, que llegan al mar en la bahía de Cartagena. En su trascurso recibe más de 500 ríos y numerosas quebradas.

Se pueden diferenciar tres etapas de las corrientes hídricas en el río Magdalena:

## Alto Magdalena

La longitud de la región del alto Magdalena es de 565 km y abarca desde el nacimiento del río hasta el municipio de Honda que está situado a 229 m.s.n.m. Su trayecto inicial es muy pendiente y turbulento, atraviesa la zona arqueológica de San Agustín hasta llegar a formar un cañón en el alto de Pericongo (725 msnm) entre el municipio de Timaná y Pitalito en el Huila en donde se configura como un río de llanura.

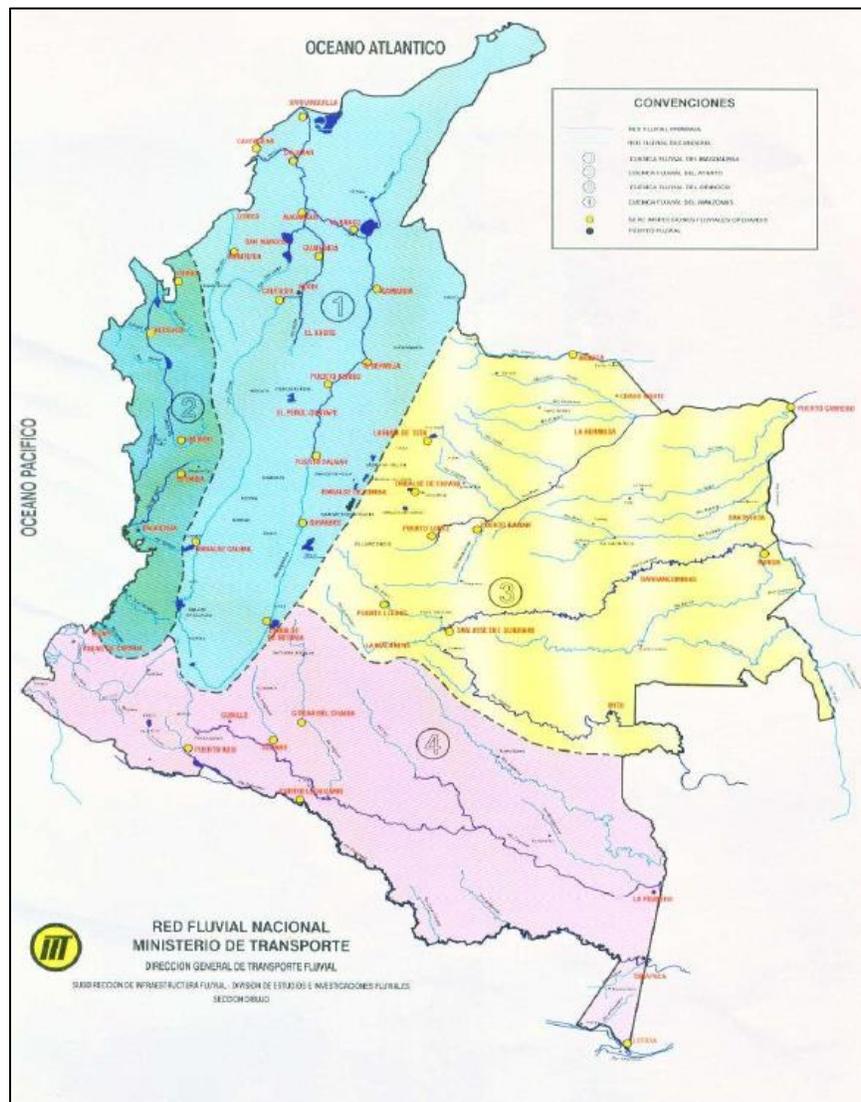


Figura 7. Cuencas hidrográficas, principales ríos y embalses de Colombia.  
Fuente: Ministerio de Transporte.

### Medio Magdalena

El Magdalena medio comienza en Honda y va hasta El Banco – Magdalena (33 m.s.n.m.) en una longitud de 1.100 km. Los principales municipios ribereños al río que se encuentran en este trayecto medio son Puerto Salgar, La Dorada, Puerto Nare, Puerto Berrío, Barrancabermeja, Puerto Wilches, Gamarra, La Gloria y El Banco. Este es el tramo del río históricamente navegable, hoy en día desaparecida en su mayor parte a excepción de la que se origina en Barrancabermeja como consecuencia de la industria petrolera que se desarrolla en esta ciudad.

### Bajo Magdalena

Tiene una longitud aproximada de 428 km que van desde El Banco (Magdalena) hasta la desembocadura del río en Bocas de Ceniza y en Cartagena a través del Canal del Dique. En este tramo del río se encuentran las poblaciones de Barranco de Loba, Pinillos, Calamar, Magangué, Mompo y Siti o Nuevo.

En la cuenca del río Magdalena en general se ubican 128 municipios ribereños. En este sentido, la cuenca alta está conformada por 47 municipios de los departamentos de Huila, Tolima y Cundinamarca; la cuenca media la integran 24 municipios de los departamentos de Caldas, Antioquia, Bolívar, Cesar y Santander; y la cuenca baja está formada por 57 municipios de los departamentos de Bolívar, Magdalena, Atlántico y Cesar. Según cifras del año 2012, en estos 128 municipios habitan 6,2 millones de personas, los que representaron el 13,3% de la población total de Colombia

#### *6.2.1.2.2 Río Atrato*

Es considerado el río más caudaloso de Colombia, oscilando entre los 4.000 y 5.800 m<sup>3</sup>/s (Instituto de Investigaciones Científicas del Pacífico, 2020). Nace entre los Altos de la Concordia y los Farallones de Citará a una altura de 3900 metros sobre el nivel del mar, en la cordillera occidental, en el municipio del Carmen de Atrato en el departamento del Chocó. El río tiene una longitud entre la capital del departamento (Quibdó) y su desembocadura en el golfo del Urabá de 494 km, todos ellos navegables; el ancho de río varía entre los 150 y

los 500 m, cuenta con una profundidad promedio de 11 m y máxima de 38 m. Ante la precariedad de las vías en la región, el río Atrato es el principal medio de transporte en el norte del Chocó. La cuenca del río cubre un área aproximada de 47.500 km<sup>2</sup> y en él desembocan los ríos San Juan, Baudó, Calima, León, Guapi, Micay, entre otros.

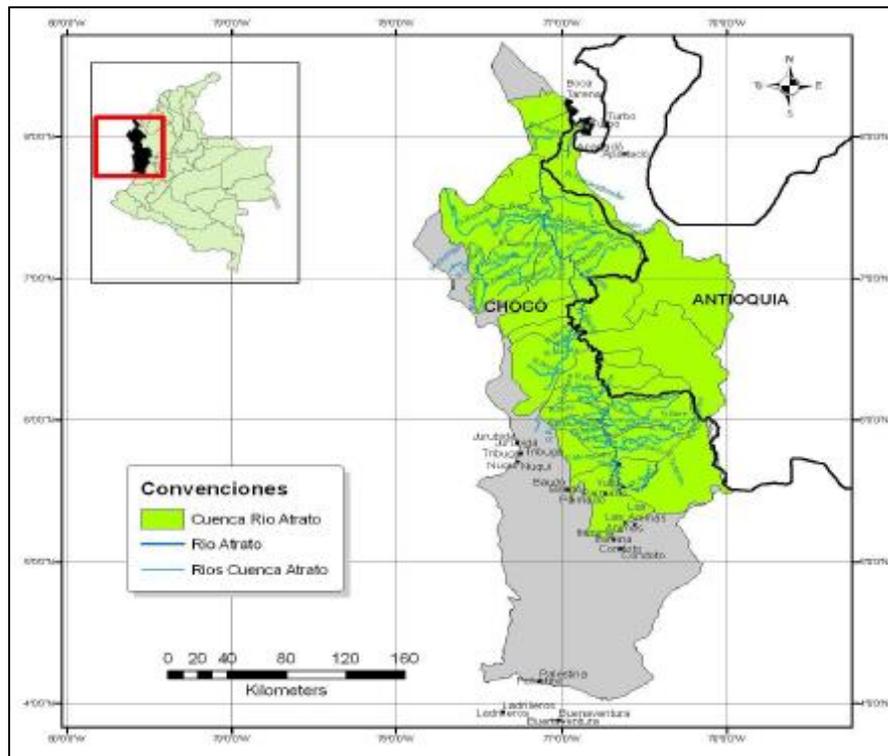
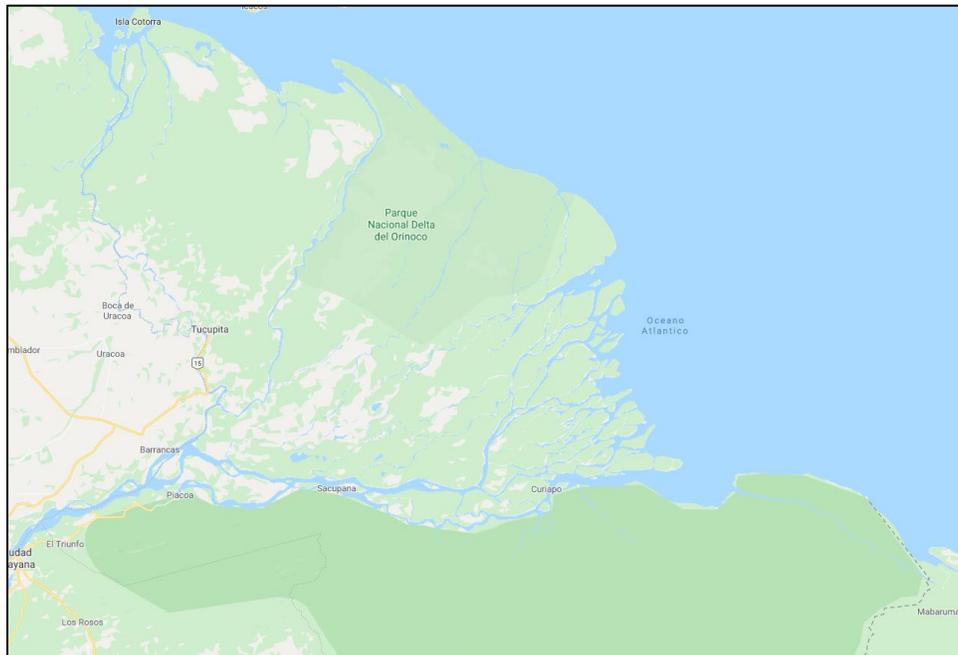


Figura 8. Cuenca del Río Atrato.  
Fuente: rioatrato.org. (2020)

### 6.2.1.2.3 Río Orinoco

Cuenta con una longitud de 2500 km, nace en el cerro Parima cerca de la frontera entre Venezuela y Brasil. El río Orinoco desemboca en el Océano Atlántico, formando un delta con 350 km de litoral marino entre las dos bocas más alejadas. Es el límite con Venezuela entre los ríos Guaviare y Meta. En la desembocadura de este último se encuentra Puerto Carreño, el principal puerto al Oriente de Colombia y máximo punto donde puede entrar la navegación del Orinoco, pues los raudales río arriba lo impiden. La cuenca fluvial del

Orinoco tiene una extensión aproximada de 320.000 km<sup>2</sup>, cubriendo importantes ríos como el Meta, el Guaviare, el Arauca, el Inírida y el Casanare, entre otros.



**Figura 9. Delta del Río Orinoco.**  
Fuente: Google Maps. (2020)

#### 6.2.1.2.4 Río Amazonas

De acuerdo con Hugueth (1997) es el río más largo y profundo del planeta, con un caudal tal, que sus aguas logran penetrar 220 km mar adentro sin perder su corriente o dulzura.

Nace en el Perú en el lago de Lauricocho a 4.330 metros sobre el nivel del mar y desemboca en el océano Atlántico no sin antes abrirse en dos grandes brazos, dejando en medio la isla fluvial más grande del mundo: La isla Marajó. Pasa por el territorio colombiano en el departamento del Amazonas en un trayecto de 116 km, donde se angosta llegando a tener un ancho de 2.500 metros. En ese mismo tramo cuenta con una profundidad promedio de 100 metros, lo cual permite que barcos hasta de 10 mil toneladas lleguen al puerto de Leticia. La velocidad del río ronda los 3 kilómetros por hora y su caudal los 80.000 metros cúbicos por segundo en temporadas secas y el doble en las lluviosas.

Fue Colombia, el primer país en 1852 en proponer y decretar la libre navegación del río Amazonas para todos los países del mundo.

### 6.2.1.3 Embalses y lagos

Se estima que en el país existen cerca de 1.600 cuerpos de agua entre lagunas, lagos y embalses, que representan reservas de agua de 26.300 millones de m<sup>3</sup>. La mayoría de los embalses se encuentran en la cuenca del río Magdalena. En la Tabla 2 se registran los embalses más importantes del país, así mismo en la Figura 8 se localizan algunos de ellos.

Tabla 2. Principales Embalses en Colombia.

Embalse	Dpto.	Río principal	Volumen útil (mill. m3)	Propósito
Alto Anchicayá	Valle	Anchicayá	30	Energía
Bajo Anchicayá	Valle	Anchicayá	15	Energía
Betania	Huila	Magdalena	1020	Energía y Control
Calima	Valle	Calima	438	Energía
Chuza	Cundinamarca	Chingaza	225	Acueducto
Guatapé	Antioquia	Nare	1169	Energía
Guájaro	Atlántico	C. del Dique	238	Riesgo
Guavio	Cundinamarca	Guavio	1140	Energía
La Esmeralda	Boyacá	Bata	634	Energía
La Fe	Antioquia	Las Palmas	12	Acueducto
Miel I	Caldas	La Miel	565	Energía y Acueducto
Miraflores	Antioquia	Tenche	140	Energía
Muña	Cundinamarca	Bogotá	10	Energía
Neusa	Cundinamarca	Neusa	106	Acueducto
Playas	Antioquia	Guatapé	47	Energía
Prado	Tolima	Prado	500	Energía
Porce II	Antioquia	Porce	82	Energía
Punchiná	Antioquia	Guatapé	50	Energía
Río Grande	Antioquia	Río Grande	100	Energía y Acueducto
Río Mayo	Nariño	Mayo	450	Energía
Salvajina	Cauca	Cauca	753	Energía y Control

Embalse	Dpto.	Río principal	Volumen útil (mill. m3)	Propósito
San Lorenzo	Antioquia	Nare	180	Energía
Sisga	Cundinamarca	Sisga	101	Acueducto
Tominé	Cundinamarca	Tominé	690	Acueducto
Urrá I	Córdoba	Sinú	1200	Energía y Control

Fuente: Diagnóstico del Agua en las Américas. (2012)

El país cuenta también con numerosos pantanos, humedales, páramos, zonas inundables y glaciares que enriquecen la contabilidad del recurso hídrico del país. Sin embargo, en estos no es común que se realice navegación de ningún tipo.

## 6.2.2 El Transporte Acuático en Colombia.

### 6.2.2.1 Transporte Marítimo.

Actualmente, en Colombia se localizan 8 zonas portuarias<sup>10</sup> marítimas: Buenaventura y Tumaco sobre la costa Pacífica; y Golfo de Morrosquillo, Cartagena, Santa Marta, Barranquilla, La Guajira y San Andrés Islas sobre la costa Caribe y el área insular (ver Figura 10). En la Tabla 3 se recolecta la información de las sociedades portuarias<sup>11</sup> marítimas registradas en la Superintendencia de Puertos y transporte de Colombia al mes de febrero de 2020. Las zonas portuarias mencionadas movilizan principalmente:

Z. P. de Buenaventura y Z.P. de Tumaco: Hidrocarburos, carga general y productos derivados de la pesca.

Z.P. del Golfo de Morrosquillo: Hidrocarburos y carga general.

Z.P. de Cartagena y Z.P. de Barranquilla: Hidrocarburos, carbón, carga general y productos derivados de la pesca.

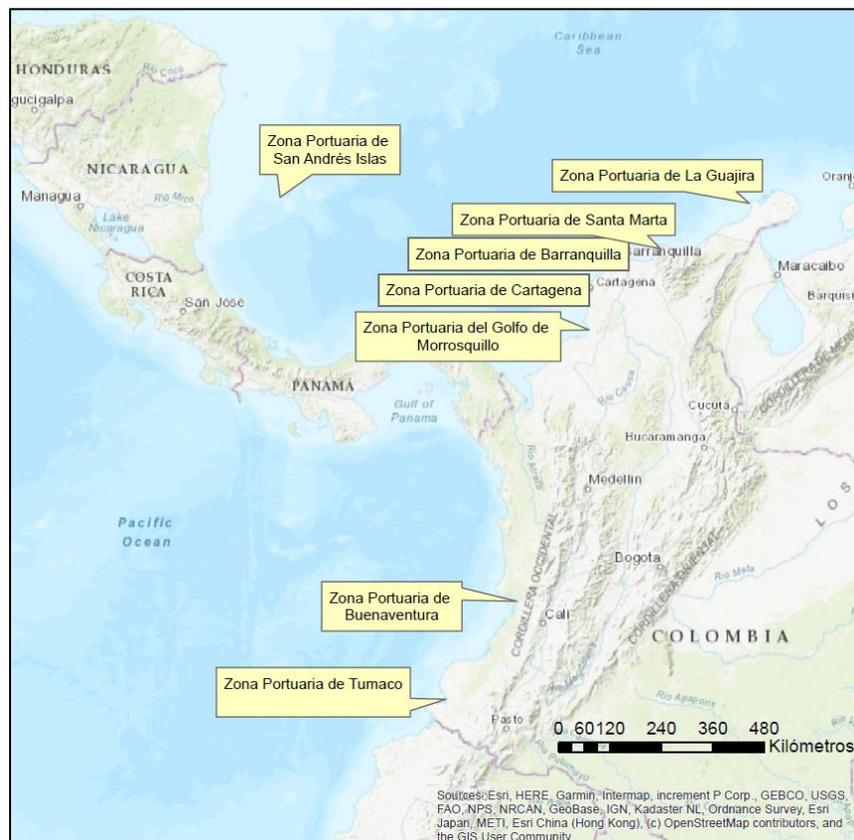
Z.P. de Santa Marta: Hidrocarburos, carbón, carga general y pasajeros.

<sup>10</sup> Una zona portuaria es un espacio geográfico donde se localizan varias sociedades o terminales portuarios marítimos y fluviales.

<sup>11</sup> Una sociedad portuaria es una empresa cuya misión incluye construir, mantener y operar un puerto. Prestan también servicio de cargue y descargue de pasajeros, carga y mercancía.

Z.P. de La Guajira: Carbón

Z.P. de San Andrés: Carga general y pasajeros.



**Figura 10. Zonas Portuarias Marítimas de Colombia.**  
 Fuente: Elaboración propia a partir de datos abiertos del IGAC.

**Tabla 3. Sociedades Portuarias Marítimas Registradas.**

Nombre de la sociedad portuaria	Zona portuaria	Lugar	Ubicado en el litoral
ECOPETROL S.A.- Terminal Pozos Colorados	Santa Marta	Santa Marta (Magdalena)	Atlántico
Vopak de Colombia- Planta Cartagena	Cartagena	Cartagena (Bolívar)	Atlántico
Vopak de Colombia- Planta Barranquilla	Barranquilla	Barranquilla (Atlántico)	Atlántico
Sociedad Portuaria Mamonal S.A.	Cartagena	Cartagena (Bolívar)	Atlántico

Nombre de la sociedad portuaria	Zona portuaria	Lugar	Ubicado en el litoral
AJOVER S.A.	Cartagena	Cartagena (Bolívar)	Atlántico
Terminal Marítimo Muelles EL Bosque S.A.	Cartagena	Cartagena (Bolívar)	Atlántico
Sociedad Portuaria de la Península S.A. -PENSOPORT S.A.	Guajira	Uribia (Guajira)	Atlántico
Sociedad Portuaria Olefinas y Derivados S.A.	Cartagena	Cartagena (Bolívar)	Atlántico
Sociedad Portuaria de Cementeras Asociadas S.A.-CEMAS S.A.	Buenaventura	Buenaventura (Valle del Cauca)	Pacífico
Sociedad Portuaria Golfo de Morrosquillo S.A.	Golfo de Morrosquillo	Tolú (Sucre)	Atlántico
ARGOS S.A- Planta Cartagena	Cartagena	Cartagena (Bolívar)	Atlántico
ARGOS S.A- Planta Barranquilla	Barranquilla	Barranquilla (Atlántico)	Atlántico
San Andrés Port Society S.A._SPS	San Andrés Islas	San Andrés Islas	Atlántico
Sociedad Portuaria del Norte S.A.	Barranquilla	Barranquilla (Atlántico)	Atlántico
Sociedad Portuaria Regional de Tumaco S.A.	Tumaco	Tumaco (Nariño)	Pacífico
American Port Company INC	Santa Marta	Ciénaga (Magdalena)	Atlántico
Sociedad Portuaria Regional de Buenaventura S.A.	Buenaventura	Buenaventura (Valle del Cauca)	Pacífico
ECOPETROL S.A.- Terminal Tumaco	Tumaco	Tumaco (Nariño)	Pacífico
Sociedad Portuaria Palermo S.A.	Barranquilla	Sitio Nuevo (Magdalena)	Atlántico
Sociedad Portuaria Algranel S.A.	Cartagena	Cartagena (Bolívar)	Atlántico
Sociedad Portuaria Regional de Barranquilla S.A.	Barranquilla	Barranquilla (Atlántico)	Atlántico
Sociedad Portuaria Terminal de Contenedores S.A.- TCBUEN S.A.	Buenaventura	Buenaventura (Valle del Cauca)	Pacífico
Sociedad Portuaria Zona Atlántica S.A.- Cartagena	Cartagena	Cartagena (Bolívar)	Atlántico

Nombre de la sociedad portuaria	Zona portuaria	Lugar	Ubicado en el litoral
C.I. Productos de Colombia S.A.- C.I. PRODECO S.A.	Santa Marta	Santa Marta (Magdalena)	Atlántico
Sociedad Palermo Sociedad Portuaria S.A.	Barranquilla	Sitio Nuevo (Magdalena)	Atlántico
Sociedad Cerrejón Zona Norte S.A.	Guajira	Uribia (Guajira)	Atlántico
Sociedad Puerto de Mamonal S.A.	Cartagena	Cartagena (Bolívar)	Atlántico
Sociedad Portuaria Regional de Cartagena S.A.	Cartagena	Cartagena (Bolívar)	Atlántico
Terminal de Contenedores de Cartagena S.A.- CONTECAR S.A.	Cartagena	Cartagena (Bolívar)	Atlántico
Sociedad Portuaria Transporte Marítimo San Andrés y Providencia S en C	Cartagena	Cartagena (Bolívar)	Atlántico
DOW Quimica de Colombia S.A.	Cartagena	Cartagena (Bolívar)	Atlántico
ECOPETROL S.A.- Termial Nestor Pineda	Cartagena	Cartagena (Bolívar)	Atlántico
ECOPETROL S.A.- Terminal Refinería	Cartagena	Cartagena (Bolívar)	Atlántico
Sociedad Portuaria del Dique S.A.	Cartagena	Cartagena (Bolívar)	Atlántico
EXXONMOBIL de Colombia S.A.	Cartagena	Cartagena (Bolívar)	Atlántico
Sociedad TRANSPETROL S.A.	Cartagena	Cartagena (Bolívar)	Atlántico
Sociedad Portuaria Monómeros Colombo Venezolanos S.A.	Barranquilla	Barranquilla (Atlántico)	Atlántico
Inversiones García Hermanos S en C-Muelles MICHELLMAR International Lines	Barranquilla	Barranquilla (Atlántico)	Atlántico
Sociedad PORTMAGDALENA S.A.	Barranquilla	Barranquilla (Atlántico)	Atlántico
Sociedad Portuaria La Loma S.A.	Barranquilla	Barranquilla (Atlántico)	Atlántico
Sociedad Portuaria Regional de Santa Marta S.A.	Santa Marta	Santa Marta (Magdalena)	Atlántico
Oleoducto Central S.A.- OCENSA S.A.	Golfo de Morrosquillo	Coveñas (Sucre)	Atlántico
ECOPETROL S.A.- Terminal Coveñas	Golfo de Morrosquillo	Coveñas (Sucre)	Atlántico

Nombre de la sociedad portuaria	Zona portuaria	Lugar	Ubicado en el litoral
Sociedad Portuaria Zona Atlántica S.A.- San Andrés Islas	San Andrés Islas	San Andrés Islas	Atlántico
Sociedad Grupo Portuario S.A.	Buenaventura	Buenaventura (Valle del Cauca)	Pacífico
Sociedad Puerto Industrial Aguadulce S.A.	Buenaventura	Buenaventura (Valle del Cauca)	Pacífico
Sociedad Portuaria Bavaria S.A.	Cartagena	Cartagena (Bolívar)	Atlántico
Sociedad Portuaria Punta de Vaca S.A	Santa Marta	Ciénaga (Magdalena)	Atlántico

Fuente: Superintendencia de Puertos y Transporte. (2020)

En la tabla 4, se señalan las características de los canales de acceso<sup>12</sup> de las zonas portuarias marítimas mencionadas:

**Tabla 4. Características Canales de Acceso Zonas Portuarias Marítimas**

No	CANAL DE ACCESO	ESPECIFICACIONES	PUERTO MARÍTIMO	ZONA PORTUARIA
1	SAN ANDRÉS ISLA	Longitud: 5,0 km	SAN ANDRÉS PORT SOCIETY S.A. y CHEVRON EXPORT S.A.S.	SAN ANDRÉS ISLA
		Ancho: - 60 ml		
		Profundidad: 7 a 8 ml		
2	PORTETE	Longitud: 8 km	SOCIEDAD PORTUARIA DE LA PENÍNSULA S.A.- PENSOPORT S.A.	LA GUAJIRA
		Ancho: 200 ml		
		Profundidad: 4 a 6 ml		
3	PUERTO BOLÍVAR	Longitud: : 8 km	CERREJÓN ZONA NORTE S.A.	LA GUAJIRA
		Ancho: 200 ml		
		Profundidad: 18 a 20 ml		
4	DIBULLA	Longitud: 2 km	PUERTO BRISA S.A.	LA GUAJIRA
		Ancho: 220 ml		
		Profundidad: 17,5 ml		
5	SANTA MARTA	Longitud: 1.5 km		SANTA MARTA

<sup>12</sup> El canal de acceso a un puerto es una vía natural o artificial que permite realizar la maniobra de ingreso de manera segura de la embarcación al terminal portuario.

No	CANAL DE ACCESO	ESPECIFICACIONES	PUERTO MARÍTIMO	ZONA PORTUARIA
		Ancho: 553 m	SOCIEDAD PORTUARIA REGIONAL DE SANTA MARTA S.A.	
		Profundidad: 18 ml (60 pies)		
6	CIÉNAGA	Longitud: 7,0 km	AMERICAN PORT COMPANY INC, SOCIEDAD PORTUARIA PUERTO NUEVO S.A. y SOCIEDAD PORTUARIA RIO CÓRDOBA S.A. (próximamente)	SANTA MARTA
		Ancho: 280 ml		
		Profundidad: 20,30 ml		
7	BARRANQUILLA	Longitud: 22 km	SOCIEDAD PORTUARIA MICHELLMAR S.A., SOCIEDAD PORTUARIA REGIONAL DE BARRANQUILLA S.A., PALERMO SOCIEDAD PORTUARIA S.A. y otros	BARRANQUILLA
		Ancho: 50ml		
		Profundidad: 8.3 - 12ml		
8	CARTAGENA DE INDIAS	Longitud: 15 km	CONTECAR S.A., SOCIEDAD PORTUARIA REGIONAL DE CARTAGENA S.A., COMPAS S.A., y otros.	CARTAGENA DE INDIAS
		Ancho: 140 ml		
		Profundidad: 15.0 ml		
9	TOLÚ	Longitud: 1.44 km	COMPAS S.A.	GOLFO DE MORROSQUILLO
		Ancho: 90 m		
		Profundidad mínima: 10 ml		
10	BUENAVENTURA	Longitud: 34 km	TCBUEN S.A., SOCIEDAD PORTUARIA REGIONAL DE BUENAVENTURA S.A., COMPAS S.A. y GRUPO PORTUARIO S.A.	BUENAVENTURA
		Ancho: 184,0 ml - 234,0 ml		
		"Profundidad: 13,5 ml. en la Bahía Externa y 12,5 ml. en la Bahía interna."		
11	TUMACO	Longitud: 5.6 km	SOCIEDAD PORTUARIA	TUMACO
		Ancho: 42 ml		

No	CANAL DE ACCESO	ESPECIFICACIONES	PUERTO MARÍTIMO	ZONA PORTUARIA
		Profundidad: 6.5 ml	REGIONAL DE TUMACO S.A.	

Fuente: Anuario Estadístico del Ministerio de Transporte de Colombia. (2018)

En materia de transporte de carga por vía marítima (ver Tabla 5), se resalta que las diferentes zonas portuarias a excepción de Santa Marta y Tumaco han presentado crecimiento en su tráfico entre los años 2006 y 2018. En general el país ha presentado un crecimiento en el transporte marítimo de carga, pues pasó de registrar 102'701.410 toneladas de carga en el año 2006 a 196'001.322 toneladas en 2018, lo que equivale a un incremento del 90.8% con respecto al primer registro. Y esta cifra se queda corta en comparación al crecimiento de la zona portuaria de Cartagena que, en el mismo intervalo de tiempo, registró un crecimiento de más del 410%<sup>13</sup>. Dichos crecimientos del modo portuario en transporte de carga se traducen en un desempeño del país cercano al promedio de América Latina (Fedesarrollo, 2015). Sin embargo, el sector aún presenta retos, tal como refleja el índice de competitividad mundial del Foro Económico Mundial, en materia de eficiencia de los servicios portuarios, el país ocupa el puesto 72 entre los 140 analizados en el año 2018. De acuerdo con Ayala (2015), la CEPAL<sup>14</sup> establece los siguientes objetivos para que los puertos sean más competitivos:

- [1] Introducción de portacontenedores cada vez de mayor tamaño.
- [2] Aumento de la productividad y eficiencia en puertos.
- [3] Reducir los costos para el desarrollo de las instalaciones portuarias.
- [4] Desarrollar de manera sostenible tanto para el puerto como para la ciudad.
- [5] Adaptarse a la globalización del comercio y la distribución de la producción.

<sup>13</sup> No en vano, en el año 2019, el grupo Puerto de Cartagena (incluye la Sociedad Portuaria Regional de Cartagena y el Terminal de Contenedores CONTECAR) fue escogido por décima ocasión como el mejor puerto del Caribe, premio otorgado por la Caribbean Shipping Association (CSA).

<sup>14</sup> Comisión Económica para América Latina y el Caribe

Tabla 5. Tráfico de Carga por Zona Portuaria 2018.

AÑO	BARRANQUILLA	BUENAVENTURA	CARTAGENA	SANTA MARTA	GOLFO DE MORROSQUILLO	GUAJIRA	SAN ANDRÉS ISLAS	TUMACO
2006	5,582,336	10,814,110	16,392,632	30,496,575	10,767,324	27,581,003	188,545	878,885
2007	6,452,025	11,565,328	16,299,328	35,142,833	11,766,146	30,456,147	126,970	646,964
2008	6,262,240	10,695,371	20,000,703	37,341,269	14,446,029	32,402,295	150,330	893,596
2009	5,284,558	11,333,547	19,151,375	34,917,934	19,208,514	29,824,851	66,188	1,156,018
2010	6,389,272	10,405,166	24,452,510	40,007,330	25,109,315	35,568,045	126,386	1,723,953
2011	7,869,362	13,979,263	30,753,002	49,150,024	32,397,765	32,385,974	658,419	1,645,372
2012	8,245,310	15,072,938	33,409,891	50,166,486	34,540,208	32,873,213	179,121	1,181,893
2013	9,766,586	16,323,145	32,505,553	51,490,537	36,999,982	33,671,073	214,228	881,867
2014	10,389,666	15,683,027	31,770,942	49,865,770	39,097,654	35,061,026	232,162	1,198,281
2015	10,738,710	17,383,343	34,618,214	55,318,433	42,844,529	33,910,462	246,877	829,147
2016	10,325,287	17,608,637	37,068,475	64,902,683	35,957,196	32,858,695	311,420	874,760
2017	10,434,803	25,097,958	86,170,625	11,697,627	33,975,094	33,182,146	340,442	705,175
2018	11,057,986	25,881,103	83,806,972	11,691,247	30,743,841	31,862,084	343,176	614,913

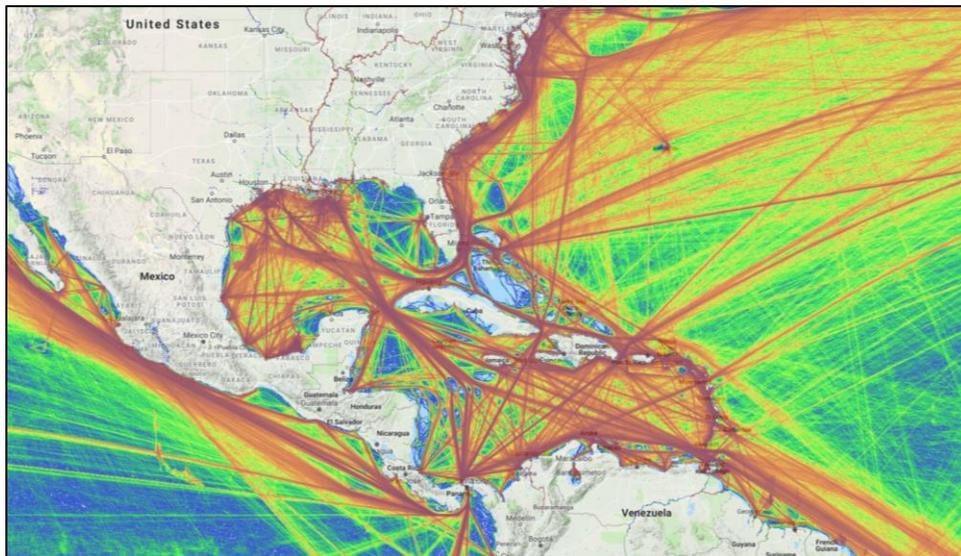
\*Valores en Toneladas

Fuente: Anuario Estadístico del Ministerio de Transporte de Colombia. (2018)

[6] Reestructuración de las redes logísticas.

[7] Crecimiento en el volumen de carga transportada.

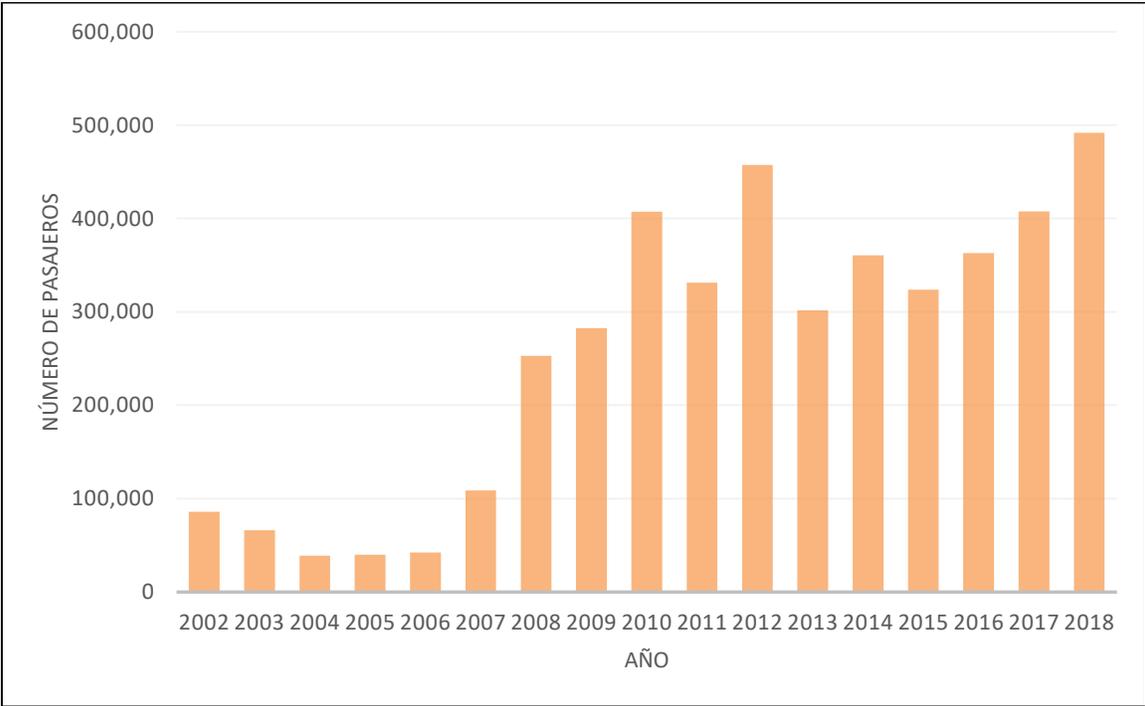
A estos puntos cabe adicionar la necesidad de adaptar los puertos colombianos para la recepción de buques de mayor tamaño, pues indudablemente la ampliación del Canal de Panamá, que se hizo efectiva en el mes de junio de 2016, implicará una nueva generación de buques, principalmente de transporte de carga (Carral, Tarrío, Castro, Lamas, & Sabonge, 2018). Y es que la ubicación del país con respecto al Canal de Panamá le ha convertido en un punto estratégico por el que transitan importantes rutas de transporte marítimo. Las proyecciones que se tienen para el desarrollo portuario en el país requerirán inspectores y peritos suficientemente capacitados para atender los diferentes servicios técnicos de la actividad portuaria y además, los conexos como dragados, las obras subacuáticas, operaciones de salvataje, avalúo de averías y arribadas, siniestros y muchos otros que la tecnología y la seguridad del transporte acuático exigen. Si no existen profesionales colombianos idóneos, necesariamente tendrán que venir extranjeros a prestar esta actividad laboral.



**Figura 11. Densidad de Rutas de Transporte Marítimo**

Fuente: Marine Traffic Blog. (Ignatiou, 2018)

En cuanto al transporte marítimo de pasajeros, el panorama para Colombia es bueno, pues le favorece su ubicación geográfica, ya que el Caribe es el principal destino de los viajeros en cruceros en el mundo (Medina Afanador, 2014) y desde el año 2007 se ha presentado un incremento considerable en el número de pasajeros internacionales que llegan al país por vía marítima (ver Figura 12).



**Figura 12. Pasajeros Internacionales por vía Marítima.**

Fuente: Elaboración propia con base en el Anuario Estadístico del Ministerio de Transporte de Colombia. (2018)

Es de pensar la importancia que están adquiriendo las costas colombianas para la industria del turismo acuático, las proyecciones ya muestran la arribada como destino intermedio y terminal de las líneas de grandes cruceros, además la creación de marinas para recibir el turismo de veleros y yates de recreo, que cumplen circuitos alrededor del mundo y que han encontrado atractivos en recalar en nuestras costas y puertos; este tipo de embarcaciones necesitarán servicios profesionales calificados. De mantenerse las tendencias, los puertos marítimos colombianos, deberán continuarse adaptando y creciendo de manera que brinden todos los servicios necesarios para el transporte tanto de carga como de pasajeros.

### **6.2.2.2 Transporte Fluvial**

De acuerdo con las cifras del Ministerio de Transporte (2018) el país cuenta con un total de 24.725 km de vías fluviales de los cuales 18.225 km son navegables. Y es que, para el transporte de cargas pesadas y de contenedores, las vías fluviales son la mejor alternativa, tanto debido a costos como por un menor impacto ambiental (González, 2013). Investigaciones en el país han demostrado que los costos internos del transporte para una carga equivalente utilizando el modo carretero resulta 3.5 veces mayor que en el transporte fluvial; y los costos internos del transporte para una carga equivalente movilizada en transporte férreo es 1.7 veces mayor a los costos internos del transporte fluvial (Márquez Díaz, 2011). Aun así, en Colombia en el año 2018 solo el 1.7% del total de la carga transportada internamente en el país se realizó por vías fluviales (Ministerio de Transporte, 2018). No es sorpresa que los costos totales de exportar una mercancía en Colombia sean mayores con respecto a países de referencia como Perú, Chile, México o Brasil (Fedesarrollo, 2015).

A lo anterior se suma el estado de la infraestructura portuaria existente. De los 46 puertos fluviales concesionados por CORMAGDALENA, 18 se encuentran en buen estado, 3 en regular estado, 22 en mal estado y 3 se clasifican como inservible. Al revisar el inventario del INVIAS, la situación no mejora, pues en todas las cuencas, predominan las infraestructuras clasificadas en mal estado.

González (2013) cita que los principales problemas y retos que enfrenta el sector fluvial actualmente y que pueden llegar a explicar el rezago mencionado previamente son:

- [1] No se cuenta con la infraestructura portuaria, adecuada y suficiente de centros de centros de transferencia que aseguren las ventajas de un posible desarrollo del transporte multimodal.
- [2] Limitación de las condiciones de navegabilidad de sus principales ríos.
- [3] Irregularidad en el servicio, el cual depende de la demanda del servicio.

[4] Poca atención del gobierno para fortalecer y proteger a las empresas que prestan el servicio.

[5] Falta de estímulos para desarrollar el comercio y demás actividades económicas.

[6] Inexistencia de señalización y balizaje fluvial, la cual no permite la navegación nocturna.

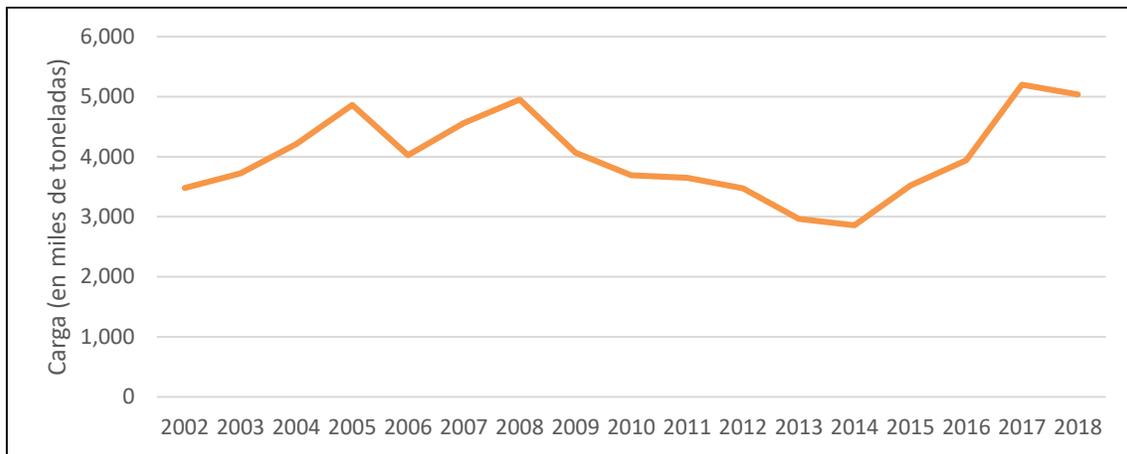
Adicionalmente no existe un registro confiable de los datos del transporte fluvial, ya que en las inspecciones fluviales, estos son registrados “a mano”, y entregados al ministerio de transporte. En el proceso, mucha información se pierde e incluso hay embarcaciones que pueden ser contadas más de una vez. Debido a lo anterior es necesaria la sistematización en la recolección de la información fluvial.

Es importante incluir entre los retos del transporte por modo fluvial, el reducir su tasa de mortalidad en accidentes. Para realizar la comparación: En el año 2018 se movilizaron por modo carretero 137'184.263 pasajeros y hubo un registro de 181.374 accidentes con 6.476 muertes, lo que es equivalente a 4.72 muertes por millón de pasajeros. En el mismo año, en el modo fluvial se transportaron 2'578.876 pasajeros y se registraron 29 accidentes con 14 muertes, lo que resulta equivalente a 5.43 muertes por millón de pasajeros. Se hace necesario plantear y desarrollar estrategias que mitiguen y ayuden a reducir dichas tasas.

En materia de carga, y conociendo los beneficios ya mencionados que ofrece el transporte fluvial, en Colombia no parece existir una fuerte tendencia de crecimiento<sup>15</sup> de la carga transportada por este modo (ver Figura 13). Adicionalmente, en los últimos cinco años, del total de carga movilizada por vía fluvial, el 63% fue a través del río Magdalena, lo que reduce aún más el aprovechamiento de las vías fluviales en el resto del país.

---

<sup>15</sup> Si se evalúa la serie desde los datos registrados en 2002. Si se revisan únicamente los últimos 5 años existe un crecimiento que se explica por una fuerte caída entre el 2008 y el 2013.



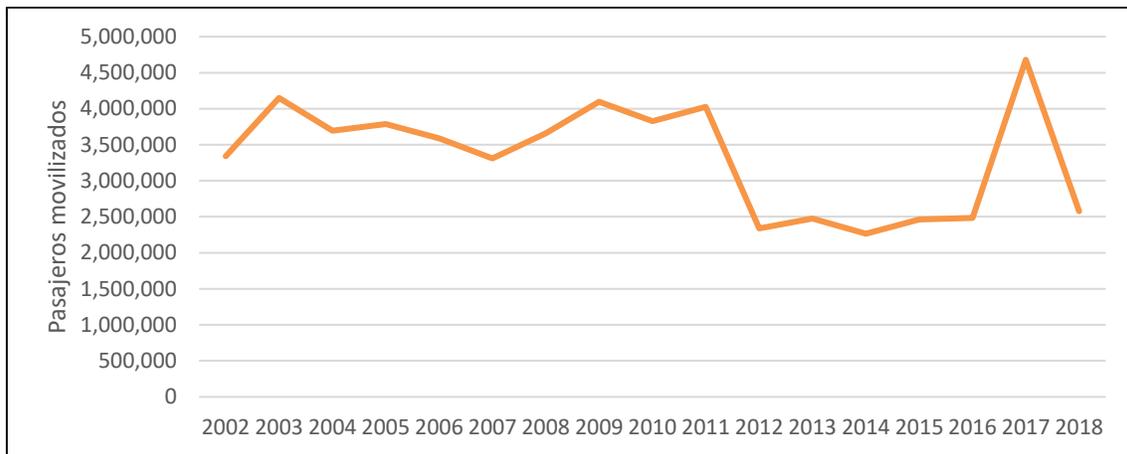
**Figura 13. Carga Transportada por Vías Fluviales en los últimos 16 años.**

Fuente: Elaboración propia con base en el Anuario Estadístico del Ministerio de Transporte de Colombia. (2018)

Sobre la distribución de la carga, el 59.26% de la misma corresponde a hidrocarburos que se lleva a cabo principalmente en el río Magdalena. Sin embargo, cuando no se tiene en cuenta este río en la estadística, tan solo el 18.51% de la carga son Hidrocarburos, mientras que el restante corresponde a carga de abastecimiento de las regiones como lo pueden ser abonos, productos agrícolas, materiales de construcción y pescado, entre otros.

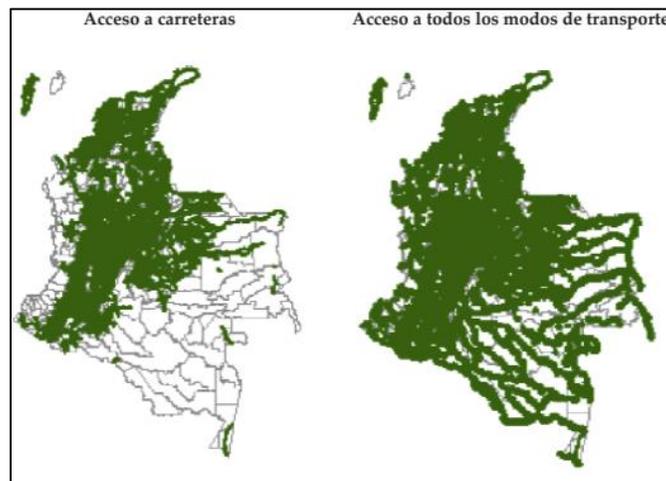
En cuanto al transporte de pasajeros a través de los ríos, el panorama no es mucho mejor que el de la carga, pues no se muestra ninguna tendencia al crecimiento y, por el contrario, en el último año de registro cayó la cifra de pasajeros movilizados en más de 2 millones. (ver Figura 14). Lo que resulta ser contraproducente, pues en muchas poblaciones del país, principalmente de las regiones de la Orinoquia, de la Amazonía y del Pacífico, el modo fluvial se traduce en la conectividad y la accesibilidad que no llega a brindar el modo carretero (ver Figura 15).

Adicionalmente, en el país *el transporte fluvial de pasajeros se hace principalmente en embarcaciones con casco de fibra de vidrio o materiales compuestos, este tipo de embarcaciones presentan grandes problemas de acceso (especialmente para enfermos o discapacitados), de comodidad, de seguridad y de confort.* (Situación de la Infraestructura y el transporte Fluvial en Colombia, julio de 2018, p.213).



**Figura 14. Pasajeros Movilizados por Vías Fluviales en los Últimos 16 años.**

Fuente: Elaboración propia con base en el Anuario Estadístico del Ministerio de Transporte de Colombia. (2018)



**Figura 15. Accesibilidad a Modo Carretero y a Todos los Modos de Transporte**

Fuente: (Fedesarrollo, 2013)

Con el fin de realizar un análisis y descripción del transporte fluvial en Colombia más detallado, resulta necesario hacer una división en las cuatro grandes áreas hidrográficas del país.

#### 6.2.2.2.1 Cuenca del Magdalena

Como se mencionó en el numeral 4.1.1.2.1 el río más importante de esta cuenca es el río Magdalena, adicionalmente es la vía fluvial por donde mayor cantidad de carga es

transportada cada año en el país (cerca del 70% en el 2018). A continuación, se muestra el estado de la infraestructura navegable y no navegable de los principales ríos de la cuenca:

**Tabla 6. Infraestructura Fluvial de la Cuenca del Magdalena.**

PRINCIPALES RÍOS	LONGITUD NAVEGABLE			TOTAL	LONGITUD NO NAVEGABLE	TOTAL LONGITUD (km)
	MAYOR <sup>16</sup>		MENOR <sup>16</sup>			
	Permanente	Transitorio	Permanente			
<b>Cuenca del Magdalena</b>	<b>1.188</b>	<b>277</b>	<b>1.305</b>	<b>2.770</b>	<b>1.488</b>	<b>4.258</b>
Magdalena	631	256	205	1.092	458	1.550
Canal del Dique	114	0	0	114	0	114
Cauca	184	0	450	634	390	1.024
Nechí	69	21	45	135	100	235
Cesar	0	0	225	225	187	412
Sinú	80	0	110	190	146	336
San Jorge	110	0	83	193	207	400
Otros	0	0	187	187	0	187

Fuente: Anuario Estadístico del Ministerio de Transporte de Colombia. (2018)

Tras realizar un inventario, se encontraron 142 puertos, muelles y embarcaderos que operan en la cuenca del Río Magdalena, clasificándose como puertos de interés nacional, concesiones portuarias adscritas a CORMAGDALENA y puertos no concesionados, contabilizando 11, 40 y 91 puertos respectivamente. De acuerdo con la Superintendencia de Puertos y Transporte (2018) en esta cuenta operan 90 compañías fluviales, 50 de carga y 40 de pasajeros.

El transporte fluvial de carga en la cuenca del Magdalena representa aproximadamente el 63% del total de movimiento de carga por el modo fluvial en el país (SENA, 2007). Los derivados del petróleo son el principal volumen de carga transportada en la cuenca del Magdalena. Por ejemplo, en el año 2018, se transportaron 3'151.335 toneladas de hidrocarburos entre Barrancabermeja y la costa Atlántica mientras que el transporte de carga general (productos agrícolas, bebidas, maquinaria, cemento, productos de

<sup>16</sup> El código de comercio y la Ley 1242 de 2008 consideran a las embarcaciones como mayores si su capacidad transportadora es igual o mayor a las 25 toneladas y las menores como aquellas que no transportan el peso indicado.

construcción, etc) llegó a ser de 236.607 toneladas. Adicionalmente, se transportaron 21.113 cabezas de ganado, la gran mayoría reportado en la inspección fluvial de Magangué.

El carbón resulta ser la tercera carga de importancia en el transporte fluvial a nivel nacional, cuyos volúmenes principales salen de la Loma, Cesar y se embarcan en Tamalameque con destino a Cartagena y Barranquilla (Superintendencia de Puertos y Transporte, 2018). También es relevante el transporte de productos minerales desde Puerto Nare, Antioquia con destino a la costa Atlántica.

El transporte fluvial de carga mayor en la cuenca del Magdalena se moviliza en convoyes integrados por un remolcador que empuja varios planchones que se conforman en serie o paralelo (ver Figura 16), que pueden llegar a alcanzar 254 m de longitud 26 m de ancho (dependiendo el ancho disponible del canal navegable) y cada barcaza puede llegar a transportar entre 1.000 y 1.200 toneladas.

En cuanto al transporte de pasajeros, en el año 2018 a lo largo del río Magdalena se movilizaron 1'143.745 personas, equivalente al 44% del total de pasajeros que se movieron en el modo fluvial en ese año. Es común que el transporte de pasajeros se haga en unidades autopropulsadas que tienen altos consumos de combustible, y por ende las tarifas se elevan, haciendo que el modo no sea competitivo con los demás. Las sociedades portuarias de Magangué, Aquamar y Marinas del Caribe (todas sobre el río Magdalena) se destacan por tener mayor movimiento de pasajeros.

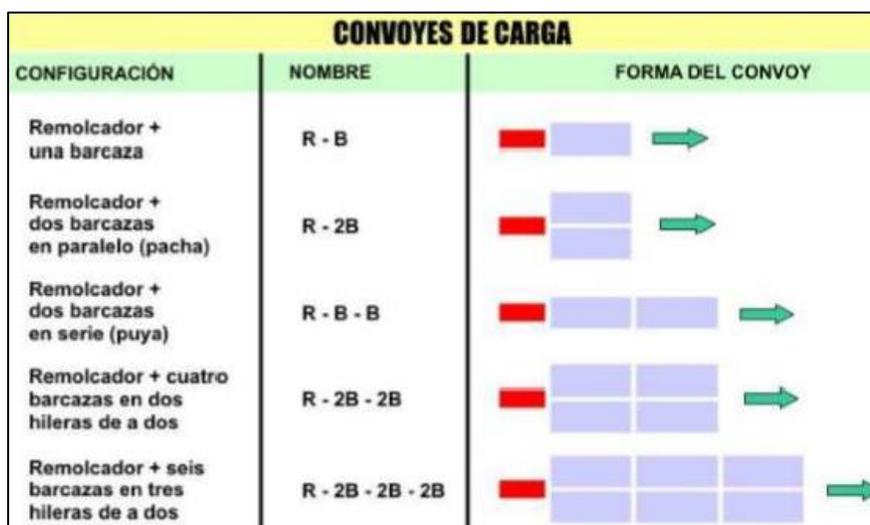


Figura 16. Convoyes de Carga.

Fuente: (Superintendencia de Puertos y Transporte, 2018)

#### 6.2.2.2 Cuenca del Atrato

De acuerdo con el Ministerio de Transporte (2018), la infraestructura navegable y no navegable de la cuenca del río Atrato se encuentra en las siguientes condiciones:

Tabla 7. Infraestructura Fluvial de la Cuenca del Atrato.

PRINCIPALES RÍOS	LONGITUD NAVEGABLE				LONGITUD NO NAVEGABLE	TOTAL LONGITUD
	MAYOR		MENOR	TOTAL		
	Permanente	Transitorio	Permanente			
<b>Cuenca del Atrato</b>	<b>1.075</b>	<b>242</b>	<b>1.760</b>	<b>3.077</b>	<b>1.358</b>	<b>4.435</b>
Atrato	508	52	0	560	160	720
San Juan	63	160	127	350	60	410
Baudó	80	0	70	150	30	180
Otros	424	30	1.563	2.017	1.108	3.125

Fuente: Anuario Estadístico del Ministerio de Transporte de Colombia. (2018)

En el mismo inventario de puertos y muelles realizado se registraron 66 puertos fluviales en la cuenca del río Atrato, 5 categorizados como puertos de interés nacional, 39 no concesionados y 22 a cargo del INVIAS. De acuerdo con la Superintendencia de Puertos y Transporte (2018) se registran 15 empresas de transporte en esta cuenca, 7 de carga y 8 de pasajeros.

En esta área hidrográfica la infraestructura del modo carretero es casi inexistente, por lo que las actividades económicas de la región (agricultura, minería, pesca y ganadería) dependen del modo fluvial para su transporte. El principal producto de carga general movilizado es el agrícola, específicamente el banano; por otra parte, la gasolina representa el producto de hidrocarburos que más se transporta (SENA, 2007). En la cuenca del río Atrato llega a moverse alrededor del 34% de la carga total que se transporta en el país por modo fluvial.

El punto logístico de la cuenca del río Atrato es la ciudad de Quibdó, entre ella y la ciudad de Cartagena (en un viaje que llega a tomar 15 días) operan naves que realizan el transporte de carga fluvial en el río Atrato, con capacidades entre 50 y 200 toneladas y brindan servicio de transporte mixto de carga y pasajeros a todos los puertos intermedios (SENA, 2007). En la cuenca del Atrato llegan a moverse alrededor del 3% del total de pasajeros que se movilizan en el modo fluvial.

#### 6.2.2.2.3 Cuenca del Orinoco

Los principales ríos de la cuenca del Orinoco presentan las siguientes condiciones de navegabilidad al año 2018:

Tabla 8. Infraestructura Fluvial de la Cuenca del Orinoco.

PRINCIPALES RÍOS	LONGITUD NAVEGABLE				LONGITUD NO NAVEGABLE	TOTAL LONGITUD
	MAYOR		MENOR	TOTAL		
	Permanente	Transitorio	Permanente			
<b>Cuenca del Orinoco</b>	<b>2.555</b>	<b>1.560</b>	<b>2.621</b>	<b>6.736</b>	<b>2.161</b>	<b>8.897</b>
Orinoco	127	0	0	127	163	290
Meta	800	51	15	866	19	885
Arauca	0	296	0	296	144	440
Guaviare	774	173	0	947	0	947
Inírida	30	0	418	448	471	919
Vichada	149	101	330	580	88	668
Vaupés	600	60	0	660	340	1.000
Unilla	75	25	0	100	50	150
Otros	0	854	1.858	2.712	886	3.598

Fuente: Anuario Estadístico del Ministerio de Transporte de Colombia. (2018)

Al realizar el inventario de puertos fluviales en la cuenca, se encontraron 133 puertos, muelles y embarcaderos compuestos por 10 puertos de interés nacional, 67 no concesionados y 56 a cargo del INVIAS, que les dan servicio a 31 municipios ribereños de la Orinoquia colombiana. Para el año 2018, la Superintendencia de Puertos y Transporte registra 38 empresas de transporte operando en la cuenca del Orinoco, siendo 29 de carga y 9 de pasajeros.

En la cuenca del río Orinoco se transporta alrededor del 2% del total de la carga transportada en el país por modo fluvial, en el año 2017 llegaron a movilizarse 102.604 toneladas de carga general.

Después de la cuenca del Magdalena, la del Orinoco es la segunda cuenca que más ganado mueve por sus ríos, principalmente por el río Meta; en promedio se mueven por año alrededor de 20.000 cabezas de ganado, la gran mayoría registrados en la inspección fluvial de Puerto López. Para dicho transporte, en la cuenca del Orinoco se encuentran artefactos fluviales adaptados para el transporte de semovientes (ver Figura 17) con capacidades de entre 47 y 276 toneladas (SENA, 2007), sin embargo por las condiciones climáticas e hidrológicas de la región este movimiento no es constante a lo largo del año.



**Figura 17. Bote Adaptado para el Transporte de Ganado.**

Fuente: (SENA, 2007)

En cuanto al volumen de pasajeros, no resulta ser demasiado alto en la cuenca del Orinoco, donde se movilizan alrededor del 8% del total de pasajeros del modo fluvial. La principal

ruta tiene lugar entre Puerto Gaitán y Puerto Carreño. Cabe resaltar que entre estas dos poblaciones y las intermedias, el modo fluvial resulta ser prácticamente la única posibilidad de transporte, pues no existen buenas carreteras y la sabana presenta inundaciones en la mayor parte del año (SENA, 2007). Para el transporte de los pasajeros son utilizadas embarcaciones menores como voladoras, moto-canoas, chalupas y lanchas, que en la mayoría de los casos no cuentan con las condiciones de seguridad y confort que deberían ofrecerse en largos trayectos.

#### 6.2.2.2.4 Cuenca del Amazonas

En la Tabla 9 se presenta el estado de la navegabilidad de los principales ríos de la cuenca del Amazonas para el año 2018:

**Tabla 9. Infraestructura Fluvial de la Cuenca del Amazonas.**

PRINCIPALES RÍOS	LONGITUD NAVEGABLE			TOTAL	LONGITUD NO NAVEGABLE	TOTAL LONGITUD
	MAYOR		MENOR			
	Permanente	Transitorio	Permanente			
<b>Cuenca del Amazonas</b>	<b>2.245</b>	<b>2.131</b>	<b>1.266</b>	<b>5.642</b>	<b>1.493</b>	<b>7.135</b>
Amazonas	116	0	0	116	0	116
Putumayo	1.272	316	12	1.600	117	1.717
Caquetá	857	343	0	1.200	150	1.350
Patía	0	250	100	350	100	450
Otros	0	1.222	1.154	2.376	1.126	3.502

Fuente: Anuario Estadístico del Ministerio de Transporte de Colombia. (2018)

En el mismo año, la Superintendencia de Puertos y Transporte registra 27 empresas que operan en la cuenca del río Amazonas, 14 de carga y 13 de pasajeros. En el inventario de infraestructura portuaria se registraron 174 puertos fluviales, donde se incluyen 6 puertos de interés nacional, 94 no concesionados y 74 a cargo del INVIAS. Todos estos puertos brindan servicio a 18 municipios ribereños.

En la cuenca del río Amazonas se transporta la menor cantidad de carga de las 4 grandes áreas hidrográficas, equivalente a un 2% de total de la carga transportada por vías fluviales en el país. Aun así, en esta región el transporte fluvial es el más utilizado (el 90% de la

carga se mueve por los ríos), puesto que no existen carreteras y las poblaciones suelen estar muy separadas unas de otras. Generalmente la carga se moviliza en pequeños convoyes compuestos por un bote con capacidad no mayor a 300 toneladas y un remolcador.

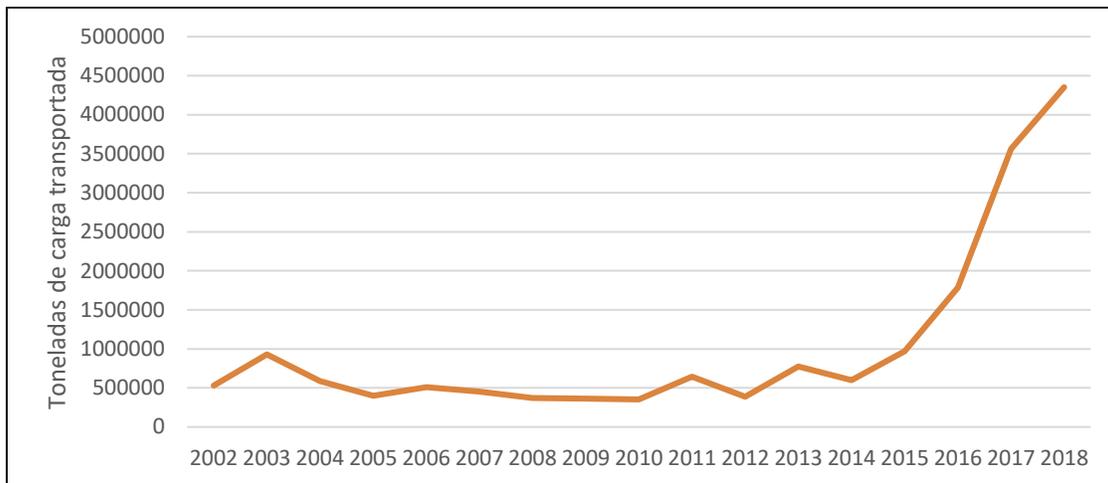
Para el año 2017, se movilizaron por las vías fluviales de esta región 419.224 pasajeros, lo que equivale a un 11% del total de pasajeros del modo fluvial.

### **6.2.2.3 Transporte de Cabotaje.**

El transporte de Cabotaje, conocido internacionalmente como *Short Sea Shipping (SSS)*, es la movilización de carga, pasajeros o mercancía en embarcaciones a través del medio marítimo bordeando la costa de origen a destino, evitando ingresar a una ruta marítima por alta mar. El transporte de cabotaje contribuye a la integración, cohesión y desarrollo económico de las áreas periféricas del territorio donde se realiza la actividad (Paixao & Marlow, 2002).

En el caso colombiano, el decreto 804 de 2001 lo define como el transporte que se realiza entre puertos continentales o insulares colombianos. En el último año, la carga transportada por este medio fue menor a la transportada por modo fluvial, alcanzando un 1.45% del total de la carga transportada en el país. Sin embargo, llama la atención el crecimiento que viene presentando el transporte de cabotaje en los últimos años. Este modo de transporte tiene fuerte influencia en la región del Pacífico, donde conecta los puertos marítimos de Buenaventura y Tumaco con poblaciones ribereñas que no tienen otra forma de transportarse. En la capitanía de puerto de Buenaventura se registra la mayor cantidad de empresas de cabotaje en modalidad de transporte de pasajeros, carga y transporte mixto de la región.

El transporte de cabotaje, a diferencia del fluvial, está regulado por la Dirección General Marítima (DIMAR).



**Figura 18. Carga Transportada en Cabotaje.**

Fuente: Anuario Estadístico del Ministerio de Transporte de Colombia. (2018)

#### **6.2.2.4 Transporte en Embalses.**

Se caracteriza por movilizar pasajeros con fines recreativos y turísticos en embarcaciones menores. En el año 2018, la superintendencia de Puertos y Transporte registra 21 compañías de transporte compuestas por dos 2 de carga y 19 de pasajeros. Para el año 2017, 778.081 personas fueron transportadas en los embalses del país. Cabe resaltar que representa un número de pasajeros movilizados mayor que en todas las cuencas fluviales del país a excepción de la del Magdalena.

#### **6.2.3 Planes y Programas Nacionales para el sector.**

##### **6.2.3.1 Plan Nacional de Desarrollo 2018-2022.**

El Plan Nacional de Desarrollo es la hoja de ruta del gobierno nacional. El actual, considera la necesidad que tiene el país de mejorar sus índices relacionados con la logística del transporte.

Entre las estrategias adoptadas por el gobierno nacional relacionadas con el sector del transporte acuático aparece la promoción e incentivación de nuevos proyectos e inversiones públicas y privadas en el modo fluvial. Se impulsará la modernización y repotenciación de la flota fluvial. En general, se promocionará la implementación,

investigación, desarrollo e innovación del modo fluvial como parte fundamental de la intermodalidad y así mejorar la conectividad y accesibilidad en el país.

En el sector marítimo, el gobierno plantea que los puertos del país deben identificar acciones para mejorar o proveer nuevos servicios a carga y pasajeros bajo principios de sostenibilidad. Se implementarán dragados que mantengan y profundicen los canales de acceso a puertos marítimos y se fortalecerán las capacidades de la industria marítima nacional, estimulando la investigación y la innovación en la cadena de suministro (DNP, 2018).

#### ***6.2.3.2 Plan Maestro de Transporte Intermodal 2015-2035.***

El Plan Maestro de Transporte Intermodal (PMTI) es una estrategia del gobierno nacional que busca ordenar la estructuración de proyectos de transporte en un horizonte de 20 años, con el fin de superar el rezago en dotación y calidad de la infraestructura de transporte de todos los modos en Colombia. Los objetivos del PMTI incluyen impulsar el comercio exterior, el desarrollo regional e integrar el territorio nacional.

Para dar cumplimiento a dichos objetivos, el PMTI consolidará una lista de proyectos prioritarios para iniciar su estructuración y llevará la infraestructura colombiana a niveles que le permitan competir con países de referencia como México y Chile. De acuerdo con lo anterior, el PMTI tendrá inversiones anuales promedio de 10.4 billones de pesos durante dos décadas, lo que equivale al 1.3% del PIB nacional del año 2015. Para el año 2035, se espera que el país cuente con una red de transporte integrada (proyectos propuestos férreos, fluviales y marítimos) como la que se muestra en la Figura 19.



Figura 19. Red Básica de Integración tras dos Décadas de Inversión.  
Fuente: (Fedesarrollo, 2015)

De acuerdo con Nieto:

*Respecto al transporte por modo fluvial y marítimo, el PMTI incluye la inversión en el dragado de canales existentes, y el cumplimiento de nuevos estándares respecto a las dimensiones de embarcaciones que transitan por el canal de Panamá desde el año 2016 para los puertos de Cartagena y Buenaventura. En general, se realizarán intervenciones en 8 cauces de ríos, para un total de 5.065 km. (Escuela Colombiana de Ingeniería Julio Garavito, enero de 2018, p. 27)*

Así, para el sector acuático, en la primera década de inversión, se destinarán 3.58 y 0.64 billones de pesos a la red básica fluvial y de puertos, respectivamente. En la segunda década se invertirán 1.22 y 0.64 billones de pesos a la red básica fluvial y de puertos; y 2.16 billones de pesos a la red de integración fluvial. A continuación, se detallan dichas inversiones:

**Tabla 10. Inversiones Red Básica Fluvial.**

<b>Inversión Red Básica Fluvial</b>			
	<b>Proyecto</b>	<b>km</b>	<b>Costo (Bill COP)</b>
<b>Primera Década</b>	Canal del Dique	117	\$ 1,20
	Río Meta	851	\$ 1,93
	Río Atrato	450	\$ 0,45
	<b>TOTAL</b>	<b>1.432</b>	<b>\$ 3,58</b>
<b>Segunda Década</b>	Canal del Dique	117	\$ 0,10
	Río Meta	851	\$ 0,54
	Río Atrato	450	\$ 0,58
	<b>TOTAL</b>	<b>1.432</b>	<b>\$ 1,22</b>

Fuente: Elaboración Propia con base en (Fedesarrollo, 2015)

**Tabla 11. Inversión Red Básica de Puertos.**

<b>Inversión Red Básica de Puertos</b>		
	<b>Intervención</b>	<b>Costo (Bill COP)</b>
<b>Primera Década</b>	Mantenimiento de canales (zonas portuarias de La Guajira, Santa Marta, Barranquilla, Cartagena, Morrosquillo, Urabá, San Andrés, Buenaventura y Tumaco)	\$ 0,10
	Nuevos Canales (Buenaventura y Cartagena)	\$ 0,54
	<b>TOTAL</b>	<b>\$ 0,64</b>
<b>Segunda Década</b>	Mantenimiento de canales (zonas portuarias de La Guajira, Santa Marta, Barranquilla, Cartagena, Morrosquillo, Urabá, San Andrés, Buenaventura y Tumaco)	\$ 0,64
	<b>TOTAL</b>	<b>\$ 0,64</b>

Fuente: Elaboración Propia con base en (Fedesarrollo, 2015)

**Tabla 12. Inversiones Redes de Integración Fluvial.**

<b>Inversión Redes de integración Fluvial</b>			
<b>Segunda Década</b>	<b>Proyecto</b>	<b>km</b>	<b>Costo (Bill COP)</b>
	Río Putumayo (hidrovía)	1.590	\$ 0,66
	Río Guaviare (navegación + interconexión cuencas)	1.267	\$ 0,73
	Río Caquetá (interconexión cuencas)	21	\$ 0,03
	Río Vaupés	605	\$ 0,58
	Río San Jorge (conexión multimodal)	150	\$ 0,16
	<b>TOTAL</b>	<b>3.633</b>	<b>\$ 2,16</b>

Fuente: (Fedesarrollo, 2015)

### **6.2.3.3 Plan Maestro Fluvial.**

Como se ha venido mencionando, la principal motivación del Plan Maestro Fluvial de 2015 es mejorar los índices del transporte fluvial en Colombia. Señala el documento que en el 2014 el total de la carga transportada en Colombia por vías fluviales fue equivalente apenas a la carga que se transporta en el río Mississippi en 2.5 días (ARCADIS Nerderland BV, 2015). De igual forma existe un atraso en el desarrollo del transporte de pasajeros. Los principales objetivos de este plan son hacer del transporte fluvial en Colombia un modo competitivo, limpio, seguro y que brinde desarrollo social. Para ello el Plan buscará rehabilitar y expandir la infraestructura fluvial y mejorar la gobernanza y el sistema de transporte.

Para lograr lo anterior, el plan prioriza una serie de proyectos de navegabilidad, conexión de carreteras e interconexión de ríos con carreteras que suman más de 3.100 millones de dólares. En la figura 20 se referencian los proyectos que se llevarán a cabo con el Plan Maestro Fluvial:

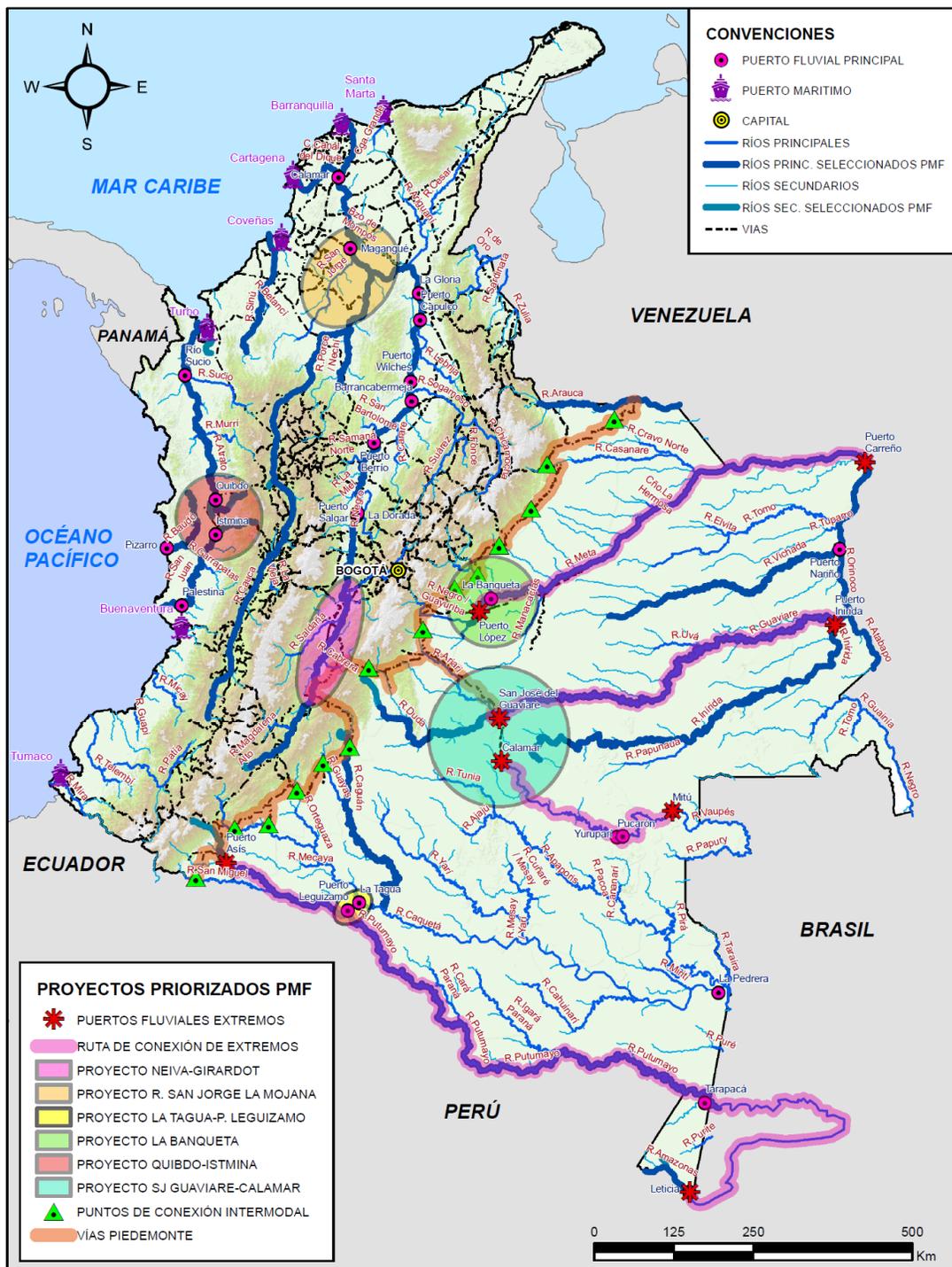


Figura 20. Proyectos Priorizados del Plan Maestro Fluvial.  
Fuente: (ARCADIS Nerderland BV, 2015)

Es importante resaltar que el Plan Maestro Fluvial considera también construcción y mejoramientos viales que complementen la interconexión de las vías fluviales.

#### **6.2.3.4 CONPES.**

El Consejo Nacional de Política Económica y Social (CONPES) es un organismo asesor del gobierno, que estudia y aprueba documentos sobre el desarrollo de políticas generales orientadas al desarrollo económico y social del país. Entre los documentos CONPES relacionados con el sector marítimo, fluvial y transporte acuático se encuentran los siguientes:

En 1995 se aprobó el CONPES 2814 que se tituló “Plan de acción para el sector fluvial” donde se recopilan una serie de consideraciones para la mejora de la infraestructura fluvial y sus servicios asociados. Entre las estrategias propuestas se incluyen el promover la integración del modo fluvial, el fortalecimiento de la presencia y acción del Estado en las regiones apartadas, reducir los costos de transporte y facilitar el acceso a productos y servicios de otras regiones, garantizar la sostenibilidad técnica y financiera del sistema fluvial y aumentar la capacidad de los corredores fluviales del país.

En el año 2008 (DNP, 2008) en el CONPES 3547 “Política nacional logística” se recomienda una red de 20 plataformas logísticas entre las que se incluyen zonas de actividad logística portuaria en Buenaventura, Barranquilla, Cartagena, Santa Marta y Turbo, además de plataformas multimodales sobre el río Magdalena en Barrancabermeja y Puerto Berrío.

Para 2013 (DNP, 2013) se aprobó el CONPES 3758 “Plan para restablecer la navegabilidad del río Magdalena” donde se incluye un programa de intervenciones estratégicas y prioritarias, y un correcto mantenimiento del canal navegable con el fin de aprovechar el río como un corredor logístico intermodal.

Para fortalecer las políticas del CONPES 3547, en el presente año 2020 se aprueba el CONPES 3982 (DNP, 2020). Entre sus objetivos se encuentra promover la intermodalidad a través del desarrollo de modos de transporte competitivos (principalmente fluvial y férreo) y de conexiones eficientes de intercambio modal con el fin de reducir los costos logísticos de transporte nacional.

Por último, y aunque a la fecha no ha sido publicado, ya fue aprobado el CONPES “Colombia potencia bioceánica sostenible 2030”. Una serie de estrategias cuyos objetivos incluyen: ejercer la gobernanza bioceánica para gestionar de manera integral el potencial oceánico del país; incrementar la capacidad del Estado para velar por la soberanía, defensa, y seguridad integral marítima; fomentar el conocimiento, cultura, investigación e innovación de los oceánicos para contribuir a la apropiación social del país bioceánico; armonizar los instrumentos de ordenamiento para articular el desarrollo territorial y los espacios marinos y finalmente, impulsar las actividades económicas marítimas y el desarrollo local costero para contribuir al desarrollo productivo y social del país. (Comisión Colombiana del Océano, 2020).

#### 6.2.4 Oferta Actual de la Educación.

Con el fin de realizar un análisis comparativo de los programas que se desarrollan en el área propuesta, se resume en la Tabla 13 el Nombre del programa, País e Universidad donde se ofrece, las áreas de investigación y las principales características de cada uno.

Tabla 13. Oferta Educativa Nacional e Internacional en el Área.

No.	Nombre del Programa referente	País	Universidad	Áreas de investigación	Características del programa.
1	Ingeniería Naval	COL	Escuela Naval de Cadetes “Almirante Padilla”	<ul style="list-style-type: none"> <li>Arquitectura Naval.</li> <li>Estructuras y Materiales.</li> </ul>	Primer programa de Ingeniería Naval en Colombia, con más de 60 años de trayectoria formando a los ingenieros navales de la Armada Nacional. Cuenta con infraestructura de última tecnología que apoyan al estudiante en los procesos de aprendizaje e investigación.
2	Ingeniería Naval	COL	Universidad tecnológica de Bolívar	<ul style="list-style-type: none"> <li>Diseño Naval</li> <li>Construcción Naval</li> <li>Cadena de suministros y logística</li> </ul>	Primer programa de ingeniería Naval en una Universidad Privada en Colombia, con fundamentación en diseño y construcción naval y logística de transporte marítimo y fluvial.

No.	Nombre del Programa referente	País	Universidad	Áreas de investigación	Características del programa.
				<ul style="list-style-type: none"> <li>Ingeniería Oceánica</li> </ul>	Abre a los estudiantes la posibilidad de cursar desde el pregrado asignaturas de la maestría para continuar sus estudios en este nivel académico. Los estudiantes cuentan con electivas en su plan de estudios y la posibilidad de realizar su práctica profesional en empresas del sector.
3	Ingeniería Naval y Mecánica	ARG	Universidad de Buenos Aires	<ul style="list-style-type: none"> <li>Eficiencia propulsiva</li> <li>Comportamiento en el mar</li> <li>Resistencia al avance</li> </ul>	Programa de Ingeniería Naval ofrecido por una institución que se posiciona como una de las mejores de Latinoamérica. El programa ofrecido se ofrece en periodos anuales y su duración estimada es de 6 años.
4	Ingeniería Naval	MEX	Universidad Veracruzana	<ul style="list-style-type: none"> <li>Oceanografía Física</li> <li>Manejo de zonas costeras</li> </ul>	La institución orienta el programa de ingeniería naval hacia la construcción, inspección y operación de los buques, y le da gran importancia el énfasis en los estudios para el sector <i>offshore</i> , teniendo en cuenta que México es un país productor de hidrocarburos, se hace necesario contar con profesionales que apoyen los servicios que esta actividad requiere.
5	Ingeniería Naval	CHI	Universidad Austral de Chile	<ul style="list-style-type: none"> <li>Arquitectura Naval</li> <li>Máquinas Marinas</li> </ul>	Única universidad en Chile que ofrece el programa de Ingeniería Naval, con más de 50 años de trayectoria y formación de

No.	Nombre del Programa referente	País	Universidad	Áreas de investigación	Características del programa.
				<ul style="list-style-type: none"> <li>Transporte Marítimo</li> </ul>	ingenieros navales, ofreciendo mención en Arquitectura Naval, Máquinas marinas y Transporte Marítimo, permitiendo, las dos últimas, una vinculación directa como oficiales de Marina Mercante. Además, cuenta con una importante red de astilleros y talleres navales para el diseño y construcción de buques para la marina de guerra y para su flota mercante
6	Ingeniería Naval	ECU	Escuela Superior Politécnica del Litoral	<ul style="list-style-type: none"> <li>Interacción entre grupos humanos y ambiente marino costero</li> <li>Manejo y conservación de la biodiversidad</li> <li>Procesos de ingeniería e innovación de sistemas sostenibles</li> </ul>	Carrera que se articula con los objetivos de creación de la institución, que promueve la investigación de los recursos naturales de la región litoral del país. La carrera busca formar profesionales que participen en la explotación de recursos ictiológicos, hidrocarburíferos y minerales, apoyando buques, plataformas oceánicas y estructuras flotantes. Adicionalmente, reforzar sus astilleros en el diseño y construcción de embarcaciones para el transporte fluvial
7	Ingeniería Naval	PER	Universidad Nacional de Ingeniería	<ul style="list-style-type: none"> <li>Mantenimiento Naval</li> <li>Estructuras navales</li> <li>Hidrodinámica Naval</li> <li>Diseño Naval</li> </ul>	La formación tiene en cuenta la complejidad de la tecnología naval moderna y la singularidad del litoral peruano, por lo que el plan de estudios se sustenta en conocimientos muy sólidos en las diversas disciplinas, a fin de que el diseño, construcción, mantenimiento, operación y

No.	Nombre del Programa referente	País	Universidad	Áreas de investigación	Características del programa.
					<p>administración de todo tipo de naves así como estructuras marítimas y portuarias, sean concebidos por ingenieros altamente especializados, cumpliendo los mejores estándares internacionales de diseño y tecnología de construcción. Este país cuenta con una red de astilleros y talleres navales con más de 100 años de experiencia para la construcción de buques para la marina de guerra y para la flota mercante, también para el desarrollo de la navegación y transporte fluvial.</p>
8	Ingeniería en sistemas y tecnología naval	ESP	Universidad Politécnica de Cataluña	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Construcción de embarcaciones de recreo</li> <li>• Construcción naval</li> <li>• Máquinas Navales</li> </ul>	<p>Programa diseñado para 4 años en el cual se recibe una formación con marcada orientación profesional hacia las actividades tecnológicas ligadas al ámbito de la ingeniería naval con campos como barcos y embarcaciones, plataformas y artefactos flotantes, estructuras para explotación y aprovechamiento de recursos marinos. Es uno de los países con mayor experiencia en diseño y construcción de buques en el mundo, por lo que es una carrera de variados énfasis y aplicaciones tecnológicas para el aprovechamiento del mar.</p>

Fuente: Elaboración Propia.

Se logra identificar un aspecto que resulta relevante en cada uno de los programas: La preocupación por el aprovechamiento de los recursos hídricos existentes en cada país; los programas de ingeniería naval se enmarcan en los planes de explotación de recursos marítimos y costeros, la construcción de buques con este fin, y el estudio del transporte marítimo. Como se identificó y se ha mencionado, la riqueza hídrica de Colombia probablemente supera la de cualquier país que se haya analizado. Debido a lo anterior, en este punto resalta más aún la necesidad de promover creación y estructuración de programas relacionados con la explotación racional del recurso hídrico y la creación de infraestructura que permita potenciar dicha actividad. Resulta importante también que, en el análisis realizado, prácticamente no se menciona el desarrollo de la ingeniería naval en el ámbito fluvial, por el contrario en la mayor parte de los programas se orienta al desarrollo de regiones costeras y fuera de ellas.

En el ámbito nacional se desarrollan, únicamente, dos programas de pregrado en Ingeniería Naval, uno en la Escuela Naval de Cadetes de Cartagena y otro creado en el 2015 en la Universidad Tecnológica de Bolívar en Cartagena, del cual hasta el momento no se ha graduado la primera cohorte de egresados. Los graduados del programa ofrecido por la ENAP, por lo general, satisfacen las necesidades propias de la Armada Nacional para la operación y construcción de su flota.

En el año 2018, los gremios astilleros expresaron a la comisión sexta del Senado de la República las preocupaciones que tienen con respecto al sector naval. Entre ellas la escasa oferta académica de programas en el sector. El entonces vicepresidente del astillero Astivik<sup>17</sup>, Jaime Sánchez Piedrahíta indicó que:

*Un gran porcentaje del personal que trabaja en el sector es empírico o tiene formación en áreas generales del sector naval, pero no específicas. Esto se debe a la inexistencia de carreras profesionales, tecnológicas o técnicas específicamente navales (Flórez Dechamps, 2020).*

---

<sup>17</sup> Astillero colombiano fundado en 1972. Presta servicios a embarcaciones nacionales e internacionales.

Es de considerar que hasta el 2019, en el país se han graduado y matriculado 792 ingenieros navales (ACINPA, 2020), mientras que hasta 2016 lo habían hecho 83.415 ingenieros civiles y 11.911 ingenieros ambientales (COPNIA, 2016).

## **7. Capítulo II**

### **7.1. Contenidos Curriculares y Organización de las Actividades Académicas.**

#### **7.1.1 Propósitos de la formación del programa.**

Formar ingenieros navales totalmente polivalentes, que posean conocimientos en muchos campos de la ingeniería, como pueden ser: producción y transporte de energía eléctrica, fabricación de motores navales y su instalación, estructuras metálicas dinámicas; la mecánica y maquinaria naval; la hidráulica fluvial y los fundamentos de la oceanografía aplicada; la electrónica, la robótica y las comunicaciones; la náutica y la astronomía, así como, un concepto muy concreto de la logística y las tendencias del transporte acuático y multimodal.

#### **7.1.2 Perfil del egresado.**

El ingeniero naval será un profesional con formación integral, con férreos fundamentos en lo social y en lo humanístico, con una sólida capacitación científica y tecnológica en la ingeniería, en la náutica y en otros conocimientos afines, con un marcado énfasis en la gestión, en el emprendimiento y en la construcción empresarial. Mediante la investigación, la innovación y el compromiso profesional con el país y con el medio ambiente acuático, se verá incentivado a trabajar por una mejor calidad de vida de la sociedad que le rodea.

#### **7.1.3 Plan general de estudios.**

El contenido curricular propuesto (Tabla 14) se encuentra basado en el modelo curricular propio de los programas de pregrado en ingeniería de la Escuela Colombiana de Ingeniería Julio Garavito que incluye un núcleo de formación común institucional (azul claro), un núcleo de formación común por campo de conocimiento (verde claro), un núcleo de formación profesional básico y específico en los cuales se plantean una serie de asignaturas que podrían ser compartidas o adaptadas por otras decanaturas (asumiendo que existan en la institución donde se plantee llevar a cabo el programa) y otras asignaturas propias del programa de ingeniería Naval. Lo anterior se esquematiza con la siguiente convención:

Tabla 14. Malla Curricular Propuesta.

	SEMESTRE 1	SEMESTRE 2	SEMESTRE 3	SEMESTRE 4	SEMESTRE 5	SEMESTRE 6	SEMESTRE 7	SEMESTRE 8	SEMESTRE 9	SEMESTRE 10	
	Cálculo Diferencial (4)	Cálculo Integral (4)	Cálculo Vectorial (4)	Ecuaciones Diferenciales (3)	Análisis Numérico (3)						
	Álgebra Lineal (3)	Algoritmos y Programación (3)	Física de Calor y Ondas (3)	Probabilidad y Estadística (4)		Investigación de operaciones (3)	Logística del Transporte Marítimo y Fluvial (3)				
								Maniobras (2)			
	Física Mecánica (4)	Física del Electromagnetismo (4)			Termodinámica (3)		Motores (3)	Resistencia y Propulsión (4)	Instalaciones Eléctricas Navales (3)	Automatización Industrial Naval (3)	
			Estática (3)	Dinámica (3)		Arquitectura Naval (4)		Principios de Mantenimiento (3)	Transferencia de Calor (3)		
	Expresión Gráfica (3)			Resistencia de Materiales (4)	Mecánica de Fluidos (4)	Estabilidad (3)	Maquinaria Naval Auxiliar (3)	Hidrodinámica Naval (3)	Diseño Mecánico (3)	Accionamientos Eléctricos (3)	
	Introducción a la Ingeniería Naval (1)	Materiales de Ingeniería Naval (3)	Electrotecnia (2)			Estructuras Navales 1 (3)	Estructuras Navales 2 (3)	Construcción Naval (3)	Estructura de Buque (4)		
		Historia y Geografía de Colombia (2)	Colombia: Realidad e Inst. Políticas (2)	Electiva Humanística 1 (2)			Metodología del Diseño Naval (3)	Electiva Técnica 1 (3)	Electiva Técnica 2 (3)	Electiva Técnica 3 (3)	
	Electiva de Bienestar universitario (1)				Fundamentos Económicos (3)	Fundamentos Contables y Financieros (3)	Fundamentos de Desarrollo y Gerencia de Proyectos (3)			Opción de Grado 1 (3)	
	Fundamentos de la comunicación 1 (2)	Fundamentos de la comunicación 2 (2)	Idioma 1 (2)	Idioma 2 (2)	Idioma 3 (2)	Idioma 4 (2)				Opción de Grado 2 (3)	
<b>CRÉDITOS</b>	<b>18</b>	<b>18</b>	<b>16</b>	<b>18</b>	<b>15</b>	<b>18</b>	<b>18</b>	<b>18</b>	<b>16</b>	<b>15</b>	<b>TOTAL CRÉDITOS</b>
											<b>170</b>

Fuente: Elaboración Propia.

Rojo – Ingeniería Civil

Amarillo – Ingeniería Mecánica

Naranja – Ingeniería Industrial

Morado – Ingeniería Eléctrica

Azul – Ingeniería Naval

El plan de estudios propuesto se configura como respuesta a las necesidades del país mencionadas a lo largo del documento. Se plantea un plan con una totalidad de 170 créditos académicos que se distribuyen como se mostró en la Tabla 14.

A continuación se especifican, de manera resumida, los objetivos de las asignaturas que llegarían a componer el núcleo de formación profesional específico:

*Introducción a la Ingeniería Naval:*

De manera análoga a cualquier asignatura de introducción en cualquier carrera profesional, en este curso se buscará proporcionar al estudiante diversos conocimientos básicos necesarios para seguir con sus cursos de la carrera de ingeniería naval. El temario incluiría el objetivo de la Ingeniería Naval, tipos de buques, cultura naval, conceptos básicos de flotación, estabilidad, entre otros.

*Materiales de Ingeniería Naval:*

En esta asignatura se conocen los materiales principalmente usados en el diseño y construcción de artefactos navales, y sus propiedades mecánicas. Además de la forma en que se trabajan dichos materiales para ser usados en el desarrollo de la industria.

*Investigación de operaciones:*

Se propone que se oriente principalmente a operaciones de transporte, se buscará que el estudiante adquiera competencias que le permitan conseguir objetivos, optimizando los recursos con los que se cuenta.

### Arquitectura naval:

Implica conocer la geometría de las embarcaciones, conocimientos fundamentales sobre flotación, pre-dimensionamiento de buques, análisis de estabilidad, entre otros.

### Estabilidad:

Se conceptualiza sobre leyes físicas que se necesitan en el estudio de la estabilidad de un buque, sobre la geometría del buque, estabilidad transversal y longitudinal.

### Estructuras navales 1 y 2:

Se dan a conocer los criterios a tener en cuenta en la resistencia de la estructura del buque, de los esfuerzos a los que se verá sometido, cálculos que se deben tener en cuenta y realizarán para el diseño del artefacto naval, entre otros.

### Logística del transporte marítimo y fluvial:

Se identifica la importancia de la logística en el transporte de carga, mercancías y personas a través del medio acuático, de manera que las operaciones de transporte se puedan realizar de manera óptima y eficiente.

### Motores:

Introducir los conceptos fundamentales necesarios para entender el funcionamiento de motores de combustión interna, estudiar los componentes de los motores, características, sistemas y funciones principales.

### Maquinaria naval auxiliar:

Se describen y comprenden los sistemas auxiliares de transporte de fluidos líquidos y gaseosos, para la transmisión de potencia, plantas destiladoras y sistemas de refrigeración, entre otros.

### Maniobras:

Definir los conceptos básicos e importancia de la maniobra, reconocer las fuerzas que pueden afectar un buque, el sistema de gobierno en el buque, generalidades de maniobras de zarpe y atraque, entre otros.

*Resistencia y propulsión:*

Se evalúa y comprende el concepto de resistencia a la propulsión, se adquieren las competencias para diseñar el sistema propulsor del buque y sus sistemas auxiliares, entre otros.

*Principios de mantenimiento:*

Buscar que el alumno Identifique la importancia de la correcta operación y mantenimiento de los artefactos navales. Desarrollar la capacidad de planeación y organización óptima para realizar mantenimientos de las estructuras navales, entre otros.

*Hidrodinámica naval:*

Introducir al estudiante los conceptos de la hidrodinámica naval, los cuales se pueden enmarcar en los conceptos de propulsión y comportamiento del buque en el mar.

*Construcción naval:*

Definir las fases de diseño de un buque, los sistemas de construcción, evaluar la fase final de construcción, definiendo pruebas y plan de mantenimiento para la conservación del buque, entre otros.

*Instalaciones eléctricas navales:*

Se identifican los conceptos fundamentales de las instalaciones eléctricas, las maquinarias, materiales eléctricos, cableados, circuitos a bordo, entre otros.

*Transferencia del calor:*

Comprender los conceptos básicos de la termodinámica y la transferencia de calor y aplicarlos al diseño de sistemas intercambiadores de calor.

### Automatización industrial naval:

Implica comprender los conceptos de la teoría de control, analizar la información que entrega el lugar geométrico de las raíces, desarrollar habilidades para caracterizar de procesos industriales, reconocer los diferentes tipos de control, entre otros.

### Accionamientos eléctricos:

Identificar los símbolos y nomenclaturas eléctricas, clasificación de arrancadores, accionadores de circuitos, entre otros.

## **7.2. Investigación.**

De acuerdo con la situación actual del transporte acuático en el país y las necesidades de este, la investigación del programa estará orientada al desarrollo de artefactos flotante que impulsen el desarrollo del transporte, principalmente fluvial y de cabotaje, pues son los modos que presentan mayor rezago, pero al mismo tiempo mayor oportunidad debido a su impacto en el desarrollo de la logística del transporte en Colombia.

## **7.3. Relación con el Entorno.**

El programa estará orientado a brindar flexibilidad curricular a los estudiantes, por lo que se propone desarrollar alianzas con universidades nacionales e internacionales, de manera que se puedan realizar intercambios académicos, llevando a cabo asignaturas e investigación del plan de estudios en otras instituciones. Igualmente, para el desarrollo de prácticas profesionales, será necesario establecer convenios con astilleros, puertos y entidades públicas y privadas que permitan llevar a cabo este proceso con éxito y aportar en la formación del estudiante.

## 8. Conclusiones y Recomendaciones

Colombia es una potencia hídrica representada en lagos, ríos, embalses, costas sobre dos océanos y zonas insulares. Lamentablemente la explotación de este recurso para el desarrollo del transporte no ha sido óptima, y esto se refleja en los indicadores logísticos y de costo de transporte de carga y pasajeros en el país. Siendo el transporte marítimo el que mejores índices presenta en la actualidad, esto solo le permite compararse con países similares en Latinoamérica. Y, aunque presenta numerosos retos, también son buenas las proyecciones tanto para el movimiento de pasajeros como de carga para los puertos marítimos colombianos, además de contar con una estratégica ubicación global.

En cuanto al transporte fluvial el desarrollo del mismo presenta rezagos muy grandes, tanto en el movimiento de carga como en el de pasajeros, lo cual no es muy alentador siendo el modo que mayor accesibilidad brinda en muchas regiones del país. Los indicadores de carga parecen no presentar tendencias de crecimiento, sin embargo no deja de ser el más eficiente, ambientalmente amigable y menos costoso en comparación a otros modos. Son varias las intervenciones que deberán realizarse para poder explotar este modo en el futuro. Para el transporte de cabotaje el presente no es mucho mejor, sin embargo en los últimos años presenta una importante tendencia al crecimiento, además de ofrecer numerosos beneficios que están siendo explotados en todo el mundo.

Las oportunidades que ofrece el transporte acuático en Colombia son muchas, y eso ya fue identificado por el Estado, por lo cual se evidencia un importante compromiso político, plasmado en planes, programas y proyectos en el corto, mediano y largo plazo, con inversiones considerables y ambiciosos objetivos de desarrollo económico y social. En los años que vienen, seguramente se continuará viendo un fortalecimiento y desarrollo del sector a medida que estas políticas se implementen.

En medio de este panorama tan prometedor se logró identificar un actor que, parece no estar preparado para aprovechar las oportunidades y suplir las necesidades que se irán presentando. La oferta de profesionales en el área del sector naval es muy baja al igual que

los programas académicos ofrecidos y por lo tanto también la investigación se encuentra rezagada.

En el sector transporte los vehículos y terminales representan importantes elementos, que deben cumplir su función de manera eficiente y segura tanto en el movimiento de carga como de pasajeros. Para poder llevar a cabo todas las aspiraciones que hay entorno al desarrollo del transporte acuático en Colombia, será necesario intervenir la infraestructura de los puertos existentes, así como el diseño y construcción de nuevos. También será necesario revisar y renovar la flota que llevará a cabo las operaciones de transporte.

De acuerdo con lo anterior, en el país se hará necesario la formación de más ingenieros navales que trabajen integralmente con otras especialidades. Es por ello, que como respuesta a las necesidades y oportunidades ya mencionadas se plantea la creación de un programa de pregrado en Ingeniería Naval.

Se desarrolló de acuerdo con la metodología del Ministerio de Educación incluyendo la justificación del programa y proponiendo un plan de estudios. El alcance del mismo permite que en un futuro, una institución universitaria colombiana pueda darle continuidad y planee la creación del programa.

## 9. Bibliografía

- ACINPA. (2020). *Comunicado ACINPA 353-2020*. Bogotá.
- ARCADIS Nerderland BV. (2015). *Plan Maestro Fluvial de Colombia 2015*. Bogotá: DNP.
- Avella, F., Osorio, A., Parra, E., & et. Al. (2010). Gestión del Litoral en Colombia. Reto de un País con tres Costas. En J. M. Barragán Muñoz, *Manejo Costero Integrado y política Pública en Iberoamérica: Un diagnóstico. Necesidad de cambio* (pág. 177). Cádiz: Red IBERMAR.
- Ayala Salgado, M. d. (2015). El reto de los principales puertos marítimos en Colombia. *Artículo de Reflexión con fines de grado*, 14. Obtenido de [http://45.5.172.45/bitstream/10819/4375/1/El%20reto%20de%20los%20principales%20puertos\\_Mar%c3%ada%20Ayala%20S\\_2016.pdf](http://45.5.172.45/bitstream/10819/4375/1/El%20reto%20de%20los%20principales%20puertos_Mar%c3%ada%20Ayala%20S_2016.pdf)
- Campuzano, C., Roldán, G., & Guhl, E. S. (2012). Estado del Recurso Hídrico en Colombia. En Red Interamericana de Academias de Ciencias Foro Consultivo Científico y Tecnológico, *Diagnóstico del Agua en las Américas* (págs. 195-225). Ciudad de México: Foro Consultivo Científico y Tecnológico.
- Carral, L., Tarrío, J., Castro, L., Lamas, I., & Sabonge, R. (2018). Effects of the Expanded Panama Canal on Vessel Size and Seaborne Transport. *Traffic & Transportation, Vol. 30*, 241-251. doi:<https://doi.org/10.7307/ptt.v30i2.2442>
- Comisión Colombiana del Océano . (2020). *Imagen: Mapa Esquemático de la República de Colombia*. Obtenido de cco.gov.co: <http://www.cco.gov.co/cco/publicaciones/83-publicaciones/262-mapa-esquematico-de-colombia.html>
- Comisión Colombiana del Océano. (3 de Abril de 2020). *Es aprobado el CONPES - Colombia Potencia Bioceánica Sostenible 2030*. Obtenido de [www.cco.gov.co](http://www.cco.gov.co/cco/prensa/noticias/117-asuntos-politicos/790-es-aprobado-el-conpes-colombia-potencia-bioceanica-sostenible-2030.html): <http://www.cco.gov.co/cco/prensa/noticias/117-asuntos-politicos/790-es-aprobado-el-conpes-colombia-potencia-bioceanica-sostenible-2030.html>
- COPNIA. (30 de abril de 2016). *El COPNIA en cifras*. Obtenido de [www.copnia.gov.co](http://www.copnia.gov.co): [https://www.copnia.gov.co/sites/default/files/transparencia/rendicion-de-cuentas/2015-01-01-000000/el\\_copnia\\_en\\_cifras\\_v1.pdf](https://www.copnia.gov.co/sites/default/files/transparencia/rendicion-de-cuentas/2015-01-01-000000/el_copnia_en_cifras_v1.pdf)
- Cubria, J. (1977). *Desarrollo de la Ingeniería Naval*. Ciudad de México: Academia de Ingeniería de México.
- DNP. (1995). *CONPES 2814*. Bogotá.

- DNP. (2008). *CONPES 3547*. Bogotá.
- DNP. (2013). *CONPES 3758*. Bogotá.
- DNP. (2018). *Bases del Plan Nacional de Desarrollo 2018-2022: Pacto por Colombia, pacto por la equidad*. Bogotá: Grupo de comunicaciones.
- DNP. (2020). *CONPES 3982*. Bogotá.
- Fedesarrollo. (2013). *Infraestructura de Transporte en Colombia*. Bogotá: La Imprenta Editores S.A.
- Fedesarrollo. (2015). *Plan Maestro de Transporte Intermodal (PMTI) 2015-2035*.
- Flórez Dechamps, T. (28 de Mayo de 2020). *Los Problemas que Aquejan a los Gremios Marítimos*. Obtenido de El Universal:  
<https://www.eluniversal.com.co/especial/maritimo/los-problemas-que-aquejan-a-los-gremios-maritimos-XG2888642>
- García Bernal, R. (2016). Ct. de Corbeta Juan Antonio Morales Ospina: Pionero de la Armada Nacional, y de la Flota Mercante Grancolombiana. *Pañol de la Historia*, 15-16.
- González, L. R. (2013). Las vías fluviales, infraestructuras y puertos: La industria del contenedor, sus aportes al transporte multimodal, visión en Colombia. *Revista Humanismo y Sociedad. Volumen 1*, 162-167.
- Hugueth, S. (1997). *La Solución Fluvial*. Bogotá: FESOCIAL Editores.
- Icarte, G., & Labate, H. (2016). Metodología para la Revisión y Actualización de un Diseño Curricular de una Carrera Universitaria Incorporando Conceptos de Aprendizaje Basado en Competencias. *Formación Universitaria*, 4.
- IDEAM. (2008). *Informe Anual sobre el Estado del Medio Ambiente y los Recursos Naturales Renovables en Colombia*. Estudio Nacional del Agua.
- Ignatiou, K. (2 de Febrero de 2018). *Mapping the Density of Ship Routes Using Big Data*. Obtenido de [www.marinetraffic.com](http://www.marinetraffic.com): <https://www.marinetraffic.com/blog/mapping-density-ship-routes-using-big-data/>
- Instituto de Investigaciones Científicas del Pacífico. (2020). *Geología y Geomorfología del Río Atrato*. Obtenido de [rioatrato.org](http://rioatrato.org): <http://rioatrato.org/literatura>

- Márquez Díaz, L. G. (2011). Estimating marginal external costs for road, rail and river transport in Colombia. *Ingeniería e Investigación Volumen 31*, 56-64.
- Medina Afanador, J. C. (5 de Marzo de 2014). *Llegadas de cruceros: fuente de ingreso para Colombia*. Obtenido de Universidad Militar Nueva Granada: <https://repository.unimilitar.edu.co/handle/10654/11070>
- MEN, Decreto No. 1295 (20 de Abril de 2010).
- MEN. (2013). *Lineamientos para solicitud, otorgamiento y renovación de registro calificado. Programas de pregrado y posgrado*. Bogotá: SECAB-PUBLICACIONES.
- Ministerio de Transporte. (2018). *Transporte en Cifras. Estadísticas 2018*. Bogotá: Oficina Asesora de Planeación.
- Nieto, J. I. (2018). *Impacto de los proyectos viales de cuarta generación de concesiones en la accesibilidad y en los costos de transporte de mercancías en Colombia (tesis de maestría)*. Escuela Colombiana de Ingeniería Julio Garavito: Maestría en Ingeniería Civil.
- Paixao, A., & Marlow, P. (2002). Strengths and Weaknesses of short sea shipping. *Marine Policy* 26, 167-178.
- Porras, J. W. (1 de Julio de 2019). *Astilleros COTECMAR: Historia poco conocida*. Obtenido de ResearchGate: <https://www.researchgate.net/publication/334448739>
- SENA. (2007). *Estudio de Caracterización Transporte Acuático*. Cartagena de Indias: Subsector Transporte Fluvial.
- Superintendencia de Puertos y Transporte. (2018). *Situación de la Infraestructura y el Transporte Fluvial en Colombia*. Bogotá: Proyecto de Investigación Infraestructura Fluvial.