

Marco para una clasificación de vías navegables interiores en América del Sur

Philippe Rigo
Ricardo J. Sánchez
Fabio Weikert
(Editores)



NACIONES UNIDAS

CEPAL

Gracias por su interés en esta publicación de la CEPAL



Si desea recibir información oportuna sobre nuestros productos editoriales y actividades, le invitamos a registrarse. Podrá definir sus áreas de interés y acceder a nuestros productos en otros formatos.

 www.cepal.org/es/publications

 www.cepal.org/apps

SERIE

COMERCIO INTERNACIONAL

167

Marco para una clasificación de vías navegables interiores en América del Sur

Philippe Rigo
Ricardo J. Sánchez
Fabio Weikert
(Editores)



NACIONES UNIDAS

CEPAL

Este documento fue preparado por Fabio Weikert y Ricardo J. Sánchez, ambos de la Unidad de Servicios de Infraestructura de la División de Comercio Internacional e Integración de la Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), y Philippe Rigo, de la Asociación Mundial de Infraestructuras del Transporte Acuático (PIANC), en el marco de las actividades del proyecto “Conectividad, transporte y comercio en la era de la pandemia”, en el que participan la Comisión Económica para África (CEPA), la CEPAL, la Comisión Económica para Europa (CEPE), la Comisión Económica y Social para Asia y el Pacífico (CESPAP), la Comisión Económica y Social para Asia Occidental (CESPAO) y la Conferencia de las Naciones Unidas sobre Comercio y Desarrollo (UNCTAD), con el apoyo de la Cuenta de las Naciones Unidas para el Desarrollo.

Las opiniones expresadas en este documento, que no ha sido sometido a revisión editorial, son de exclusiva responsabilidad de los autores y pueden no coincidir con las de las Naciones Unidas o las de los países que representa.

Los límites y los nombres que figuran en los mapas de esta publicación no implican su apoyo y aceptación oficial por las Naciones Unidas.

Publicación de las Naciones Unidas
ISSN: 1680-872X (versión electrónica)
ISSN: 1680-869X (versión impresa)
LC/TS.2021/187
Distribución: L
Copyright © Naciones Unidas, 2021
Todos los derechos reservados
Impreso en Naciones Unidas, Santiago
S.21-00686

Esta publicación debe citarse como: P. Rigo, R. J. Sánchez y F. Weikert, “Marco para una clasificación de vías navegables interiores en América del Sur”, *serie Comercio Internacional*, N° 167 (LC/TS.2021/187), Santiago, Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), 2021.

La autorización para reproducir total o parcialmente esta obra debe solicitarse a la Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), División de Documentos y Publicaciones, publicaciones.cepal@un.org. Los Estados Miembros de las Naciones Unidas y sus instituciones gubernamentales pueden reproducir esta obra sin autorización previa. Solo se les solicita que mencionen la fuente e informen a la CEPAL de tal reproducción.

Índice

Resumen	7
Introducción	9
I. Contexto, beneficios potenciales y objetivos de un sistema de clasificación de VNI Sudamericano	13
II. Parámetros para la clasificación y clasificaciones de vías interiores existentes en América del Sur	19
A. Identificación de los parámetros para la clasificación	19
B. Clasificación de las vías navegables interiores en Brasil	20
C. Clasificación de las vías navegables interiores en Colombia	22
D. Otras clasificaciones de vías navegables interiores en América del Sur	23
E. Conclusiones	23
III. Marco para una clasificación de vías navegables interiores en América del Sur	25
A. Los principales objetivos de una clasificación común de vías navegables interiores para América del Sur	25
B. La estructura general de una clasificación de vías navegables interiores en Sudamérica	27
IV. Nivel uno - clases de vías navegables interiores	29
A. Nivel uno –subclase “variante a”– dimensiones del buque / convoy (Cuadro 8)	30
B. Nivel uno- subclase “Variante b” - dimensiones disponibles del canal de navegación (Cuadro 10)	34
C. Conclusión para el nivel uno	36
V. Nivel dos – Nivel de servicio	37
VI. Nivel tres – régimen de regulación y gestión de las vías interiores	39
VII. Contribuciones técnicas	45

A.	Definición de tramos y sus longitudes	45
B.	Fiabilidad de la vía fluvial (profundidad)	47
C.	Plano de referencia de aguas bajas (LWRP)	48
D.	Responsabilidad con respecto a la clasificación	49
1.	Recomendación.....	50
E.	Cómo utilizar la clasificación de VNI para inversiones y planificación (tráfico).....	50
1.	La clasificación de VNI contribuirá a una mejor planificación de:.....	51
F.	Parámetros que influyen en la navegabilidad y las clasificaciones de una navegable	52
1.	Profundidad mínima del agua.....	52
2.	Ancho mínimo del canal de navegación	52
3.	Sedimentación, geomorfología del río.....	53
4.	Red de medición hidrométrica	54
5.	Levantamiento hidrográfico del canal navegable.....	55
G.	Excepciones a la clasificación de VNI asignada en un tramo de río.....	55
1.	Enfoque 1: seleccione la clase inferior (correspondiente a la ubicación del área restringida).....	55
2.	Enfoque 2: seleccione la clase superior (ya que no hay restricciones)	55
3.	Recomendación.....	55
H.	Tramos fluviales que requieren clasificaciones específicas.....	55
VIII.	Benchmark – estudios de caso	57
A.	Datos recopilados para los estudios de caso:	57
IX.	Benchmark basado en los estudios de caso	59
X.	Conclusiones y recomendaciones.....	63
A.	Recomendaciones para la implementación de la clasificación de VNI en América del Sur	64
	Bibliografía.....	67
Anexos	.....	69
Anexo 1	.....	70
Anexo 2	.....	73
Anexo 3	.....	75
Anexo 4	.....	78
Anexo 5	.....	81
Anexo 6	.....	83
Anexo 7	.....	86
Anexo 8	.....	91
Anexo 9	.....	98
	Serie Comercio Internacional: números publicados	102
Cuadros		
Cuadro 1	Estimaciones del potencial de crecimiento del transporte de mercancías por vías navegables interiores.....	14
Cuadro 2	Aplicaciones principales / potenciales de una clasificación común de vías navegables interiores de América del Sur.....	17
Cuadro 3	Beneficios de un sistema de clasificación común desde la perspectiva de las políticas públicas y los usuarios	17

Cuadro 4	Clasificación de los parámetros propuestos para la clasificación de vías navegables interiores en América del Sur.....	20
Cuadro 5	Clases en el Sistema Brasileño. Buques de Diseño	21
Cuadro 6	Subclases (categorías) en el sistema brasileño según la profundidad de la vía navegable	21
Cuadro 7	Nivel uno - Profundidad mínima (m).....	30
Cuadro 8	Nivel uno – Subclase "Variante a": dimensiones máximas del buque / convoy Cuadro de referencia para América del Sur	32
Cuadro 9	Ejemplos de cuadros que se utilizará para el Nivel Uno – Subclase "Variante a" para un río o grupo de ríos específico	33
Cuadro 10	Nivel Uno - Subclase "Variante b": dimensiones mínimas del canal de navegación (ancho de navegación y gálibo aéreo)	35
Cuadro 11	Nivel dos: matriz de clasificación del nivel de servicios de la vía navegable	38
Cuadro 12	Nivel III-Régimen regulatorio y de gestión del VNI en América Latina.....	40
Cuadro 13	Datos de navegación para proyectos seleccionados de USACE.....	49
Cuadro 14	Lista de Anexos y Estudios de Caso	57
Cuadro 15	Benchmark de la clasificación de VNI con los estudios de caso para los ríos de América del Sur del grupo de trabajo (ver Anexos)	60
Cuadro A1	Resumen de los estudios del caso para la clasificación de VNI en América del Sur.....	71
Cuadro A2	Para ser utilizada para la Subclase de Nivel Uno "Variante A" (ríos en Argentina)	79
Cuadro A3	El río Madeira indicado en las vías fluviales del norte de Brasil	85
Cuadro A4	Profundidad mínima del agua (m)	89
Cuadro A5	Valores de clasificación de los parámetros del río Meta	89
Cuadro A6	Resultado de la clasificación para el río Meta	90
Cuadro A7	Datos de profundidad mínima del agua disponibles y ancho del canal en las condiciones actuales.....	94
Cuadro A8	Profundidad mínima del agua (m) - Río Magdalena	95
Cuadro A9	Dimensiones máximas actuales de las embarcaciones / convoyes- Río Magdalena.....	95
Cuadro A10	Nivel I - Variante A; Río Magdalena.....	95
Cuadro A11	Nivel II – Nivel de servicio – Río Magdalena.....	96
Cuadro A12	Regulación y Gestión- Río Magdalena	96
Cuadro A13	Resultados de la clasificación del río Magdalena	97
Cuadro A14	Nivel III para el Río Tapajós	104
Gráficos		
Gráfico 1	América Latina y el Caribe (países seleccionados): inversión en transporte en infraestructura por modo, 2008-2016	15
Gráfico A1	Carga transportada en el Río Madeira	83
Gráfico A2	Hydrograph 2009	88
Gráfico A3	Perfil longitudinal del río Magdalena	92
Gráfico A4	Comportamiento de niveles en la estación Puerto Berrío.....	92
Gráfico A5	Comportamiento de niveles en la estación de Barrancabermeja	93
Gráfico A6	Comportamiento de niveles en la estación El Banco	93
Gráfico A7	Comportamiento de niveles en la estación de Calamar	94
Gráfico A8	Tonelaje anual transportado por el río Tapajós: 2010-2019	100
Gráfico A9	Sección transversal del río Tapajós en Itaituba (ANA Gage 17730000) con niveles máximos y mínimos registrados	101

Gráfico A10	Nivel / etapa anual promedio (diario) para los medidores de Itaituba (17730000) y Santarém (17900000)	101
Gráfico A11	Niveles de excedencia (etapas) en el Gauge Itaituba en el río Tapajós.....	102

Diagramas

Diagrama 1	Interfaz utilizada en Brasil para el estudio de estadísticas	14
Diagrama 2	Estructura básica de la clasificación de vías navegables interiores para América del Sur	27
Diagrama 3	Planos fluviales y estabilidad del canal (basado en Schumm, 1985)	53
Diagrama A1	Perfil longitudinal batimétrico Santa Fe-Confluencia.....	79
Diagrama A2	Diseño de configuración de barcaza para el río Tapajós (de EVTEA)	103

Imágenes

Imagen A1	La barcaza Cargill vacía con calado de menos de 0,40 metros (izquierda) y las barcasas Cargill completas con calados aproximadamente de 4,0 metros (derecha).....	102
Imagen A2	Convoy de barcasas 5x5 observado en el río Tapajós	103

Mapas

Mapa A1	Alto Paraná (arriba izquierda Mapa Google)	73
Mapa A2	La cuenca del Amazonas alrededor del Río Huallaga	75
Mapa A3	Paraná superior (Santa Fe-Confluencia) (derecha: Mapa Google)	78
Mapa A4	Río Uruguay (tramo 187-208 Km), (derecha-Mapa de Google).....	81
Mapa A5	El río Madeira indicado en las vías fluviales del norte de Brasil	84
Mapa A6	Cuencas macrohidrográficas en Colombia	86
Mapa A7	Macrocuenca del Orinoco	87
Mapa A8	Ubicación del río Meta	87
Mapa A9	Cuenca Magdalena – Cauca; Fuente: (Jesyca, 2015).....	91
Mapa A10	Bajo Río Tapajós en Brasil (mapa de Google)	98
Mapa A11	Bajo Río Tapajós entre Itaituba/Miritituba y Santarém	99

Resumen

La necesidad de contar con políticas públicas para la infraestructura está en el centro de la agenda del desarrollo de América Latina. Dentro de aquellas, en particular, la política para un mejor funcionamiento de la cadena de suministro y de la movilidad de personas, adquiere una alta relevancia. Las políticas públicas van de la mano, necesariamente, de los objetivos de sostenibilidad para los países.

La redistribución modal dentro del transporte es, claramente, un objetivo para las políticas públicas de infraestructura y movilidad, tal como CEPAL ha destacado en sus estudios de las últimas décadas. América Latina sufre de un desbalance intermodal que es preciso modificar y corregir, objetivo dentro del cual una mayor utilización de las vías navegables, para la movilidad interior y la regional, es recomendada, tomando en cuenta la vasta experiencia recogida en otras áreas del mundo.

América del Sur posee una red fluvial extensa formada por algunas de las cuencas fluviales más grandes del mundo, que resulta similar o mayor a la que tienen otras regiones. Sin embargo, a pesar de esa riqueza natural, la navegación interior está subutilizada y todavía juega un papel marginal en el transporte de bienes o personas en la región. En otras palabras, América del Sur aún no ha aprovechado al máximo su extenso sistema de vías navegables, y existe una gran potencialidad para integrar mejor la navegación interior en la red de transporte, a fin de satisfacer la creciente demanda de movilidad de carga y pasajeros. A pesar de que las cargas internacionales transportadas por las vías navegables interiores hayan aumentado durante la última década, este modo de transporte representa menos del uno por ciento de los volúmenes movilizados.

Son muchos los desafíos que limitan el potencial de la navegación interior, tanto en relación con su uso como en su configuración intermodal. Tales limitaciones conducen a ineficiencias dentro de la estructura general de la logística y la movilidad, y a mayores costos de transporte a nivel local, nacional y sub-nacional, así como reducciones en la producción de bienes regionales debido a los impactos económicos y ambientales asociados con una alta dependencia del transporte por carretera. Sin embargo, no solamente es preciso aumentar el uso de las vías navegables para hacer más fluida la movilidad de bienes y personas, sino que es muy importante mostrar que su aporte al reequilibrio modal del transporte es clave para la sostenibilidad.

En tal contexto, el presente estudio busca resolver uno de los aspectos que muestra la experiencia mundial, y que resulta conducente a una mejor y sostenible explotación de las vías fluviales: contar con una clasificación común de vías navegables interiores es necesaria para identificar las redes de navegación interior, tanto sea principal o secundaria, y para dar seguimiento de su desarrollo, así como también evaluar el alcance de los proyectos de infraestructura implementados o a implementarse, destinados a mejorar la capacidad de la red.

Este estudio propone las bases para desarrollar una herramienta similar aplicable a América del Sur: un marco para una clasificación de vías navegables interiores, que además incorpore temas de interés adicionales sobre políticas, como la promoción del nivel de servicios de logística y movilidad y una mayor sostenibilidad en la provisión de infraestructura y la movilidad. El marco de clasificación propuesto está referido a las vías navegables interiores de bajo calado (*shallow draft*), pero no a las de mayor calado (*deep waters*).

Introducción

La red fluvial de América del Sur es extensa y está formada por algunas de las cuencas fluviales más grandes del mundo. Sin embargo, a pesar de estas características naturales, la navegación interior está subutilizada y todavía juega un papel marginal en el transporte de bienes comerciales en la región.

América del Sur aún no ha aprovechado al máximo su extenso sistema de vías navegables, y existen muchas potencialidades para integrar mejor la navegación interior en la red de transporte de la región, a fin de satisfacer la creciente demanda de transporte de carga y pasajeros. A pesar de que las cargas internacionales transportadas por las vías navegables interiores hayan aumentado durante la última década, este modo de transporte representa menos del uno por ciento de los volúmenes de cargas que se transportan internacionalmente.

Las vías navegables interiores no solo se utilizan para el transporte interno entre los países sudamericanos que comparten los ríos, sino que representan también la primera etapa del transporte internacional con otras regiones del mundo. Ejemplos de estos últimos son las exportaciones de recursos naturales (productos de la cadena agroindustrial, aluminio, mineral de hierro y derivados del petróleo, entre otros) de las cuencas de los ríos Paraguay-Paraná, Amazonas, Plata, Orinoco y Magdalena con destino a Europa, Estados Unidos o Asia. En estos casos, los buques de navegación marítima se despliegan directamente desde los puertos a lo largo de estos sistemas fluviales. Si bien los valores de estas exportaciones internacionales se han más que triplicado desde 2002, en algunos cursos de agua los volúmenes han mostrado una tendencia decreciente durante los últimos años. Otras vías fluviales, como Paraguay-Paraná, Madeira, Tapajós y muchas otras, han experimentado un crecimiento significativo en su utilización para el transporte de mercancías comerciales en los últimos tiempos.

En América del Sur, hay varios sistemas de vías navegables interiores independientes, que actualmente tienen diferentes niveles de desarrollo e inversión. Desde una perspectiva macro, los usos de las vías navegables interiores en las regiones y países de América del Sur se ven desafiados por varios factores, los cuales incluyen:

- Bajo nivel de inversión en la construcción y mantenimiento de infraestructuras de vías navegables y puertos interiores;
- Normas y marcos regulatorios nacionales y regionales incompletos, desactualizados o ausentes;
- Estructuras administrativas y capacidades institucionales deficientes;
- Uso limitado de servicios y tecnologías de navegación, como ayudas a la navegación, mapas actualizados, cartas electrónicas, AIS (sistema de identificación automática) y otras tecnologías RIS (servicios de información fluvial);
- Falta de mano de obra calificada e instituciones para el desarrollo de capacidades y la formación / capacitación de mano de obra de calidad.

Estos desafíos han limitado el potencial de la navegación interior, afectando no solo el uso directo de este modo de transporte, sino también su integración con otros modos. Estas limitaciones también conducen a ineficiencias dentro del sector de transporte en general, como mayores costos de transporte a nivel local, nacional y sub-nacional, así como reducciones en la producción de bienes regionales debido a los impactos económicos y ambientales asociados con una alta dependencia del transporte por carretera.

Asimismo, es preciso destacar que las vías navegables no escapan a los riesgos y eventos relacionados al cambio climático y los desórdenes causados por la acción de la humanidad sobre la naturaleza. En tal sentido, en el 2021 se está observando una situación crítica, que comenzara con anterioridad, en la bajante histórica del nivel de las aguas de los ríos, en lo que parece ser la peor situación registrada en al menos 77 años. Dicha situación ha provocado que, aun en las partes más profundas, los buques zarpen 5 pies menos de calado, lo que genera grandes sobrecostos al comercio internacional.

Una clasificación común de vías navegables interiores para América del Sur podría ser una herramienta para apoyar el desarrollo de la navegación interior en dicha parte del continente. Dadas las experiencias en otras regiones del mundo (como UE, EE. UU. y China), estas clasificaciones pueden constituir una forma poderosa y dinámica de apoyar e implementar políticas y proyectos de vías navegables interiores, ya que permiten identificar las limitaciones y el potencial económico de las vías navegables en la región y pueden incentivar y monitorear el desarrollo de su capacidad de transporte de mercancías y personas (Jaimurzina et al., 2016; Jaimurzina y Rigo, 2018).

Hasta el momento no existe un enfoque coordinado o datos disponibles e información sobre las condiciones de navegación de las vías fluviales sudamericanas, lo que permitiría evaluar de manera realista la capacidad actual y potencial de la red para la movilidad de cargas y pasajeros. Además de las limitaciones prácticas que esto conlleva para el uso cotidiano del transporte fluvial, esta situación también afecta negativamente a la planificación y la formulación de políticas, en lo que respecta a las políticas nacionales y regionales destinadas a incrementar el uso de la navegación interior en la región.

En otras regiones del mundo, una clasificación común de vías navegables interiores ha sido fundamental para identificar las redes de VNI principal y secundaria, además de cualquier otro conector en el sistema. Los sistemas de clasificación también permiten el seguimiento de su desarrollo y la evaluación del alcance de los proyectos de infraestructura implementados destinados a mejorar la capacidad de la red (Jaimurzina et al., 2016). Se podría desarrollar una herramienta similar para América del Sur, que incorpore temas de interés adicionales sobre políticas, como la promoción del nivel de servicios de logística y movilidad y una mayor sostenibilidad en la prestación de servicios de infraestructura.

El objetivo del grupo de trabajo conjunto ha sido el de proporcionar un foro para reuniones técnicas iniciales entre expertos sudamericanos, con la incorporación de otros expertos internacionales, sobre la futura clasificación de vías navegables interiores para América del Sur. El presente informe tiene como propósito presentar una propuesta de parámetros técnicos y operativos para la clasificación y presentar el marco de dicha clasificación en América del Sur.

Para alcanzar este objetivo, se analizó información y datos sobre las características de las vías navegables interiores, las flotas de la región (para embarcaciones interiores, recreativas y de navegación marítima), la intensidad del tráfico y otros factores relevantes para la elaboración de los parámetros técnicos y operativos, recopilados a nivel regional, como también así los desarrollos recientes de diferentes regiones y países sobre estándares de clasificación y las recomendaciones para la implementación han surgido de la revisión de esos los estándares y prácticas en este campo.

En octubre de 2016, con motivo del Seminario CEPAL / PIANC / ANTAQ sobre “Navegación interior y uso más sostenible de los recursos naturales: redes, desafíos y oportunidades para América del Sur” (Río de Janeiro, Brasil), los representantes de la países con interés en la navegación interior y los expertos del PIANC de Europa, América del Norte y Asia, apoyaron la idea de elaborar una clasificación regional para las vías navegables interiores en América del Sur, y recomendaron la creación de un grupo de trabajo dedicado al tema.

En términos generales, el objetivo del grupo de trabajo fue el de desarrollar un marco de clasificación nacional/regional¹ de vías navegables interiores para América del Sur, que incluye:

El análisis de la información de antecedentes relevante para los criterios técnicos y operativos de la clasificación, incluyendo, pero no limitado a:

- Un análisis de la situación de la flota fluvial en América del Sur,
- Un análisis de los datos de las vías navegables en América del Sur a fines de la clasificación.

Una propuesta de estructura y parámetros para la clasificación de vías navegables interiores, incluyendo:

- Principales categorías y tipos de vías navegables interiores;
- Parámetros operativos;
- Parámetros técnicos.

Un marco para implementar, mantener y actualizar una clasificación común de vías navegables en América del Sur, que incluye:

- Los criterios para adaptar las vías navegables a los parámetros.
- Los criterios para mantener y seguir desarrollando el sistema de clasificación,
- Un acuerdo/política general para definir derechos y obligaciones mutuos, en particular para las vías navegables multinacionales o los vínculos en términos de transporte.

El marco de clasificación que se propone en este informe está asociado con las vías navegables interiores de bajo calado (shallow draft); no se refiere a vías navegables interiores de mayor calado (deep draft).

El grupo de trabajo conformado para el desarrollo de este documento fue coordinado por Phillippe Rigo (presidente de INCOM PIANC) y Ricardo J. Sánchez, Oficial Senior de Asuntos Económicos de la División de Comercio Internacional e Integración de la CEPAL. En el inicio de las tareas, esta función fue desempeñada por Azhar Jaimurzina. La coordinación de los estudios recayó en Fabio Weikert, Oficial Asociado de Asuntos Económicos de CEPAL.

¹ El término “regional” debe entenderse como un contexto supranacional / continental, y no como parte de un país.

Los autores desean agradecer las contribuciones hechas por las siguientes personas: Brian Alberto, Renato Amorim, Moisés Ayala, Eimair Bottega Ebeling, Helen Brohl, Javier Bru, Jean David Caprace, Marcelo Daniel Centeno Fernandez, Calvin Creech, Lex de Boom, Sonia Decuadro Ferré, Jean Marc Deplaix, Andreas Dohms, Raúl S. Escalante, Sebastian García, Patricia Gravina, Jean-Michel Hiver, Roberto Irala, José Iribarren, Azhar Jaimurzina, Otto Koedijk, César López, Yvon Loyaerts, Jean Marchal, Jean Louis Mathurin, Francisval Mendes, Mita Rodrigues, Carlos Roger, Ricardo Obregón, Patricio Ortega, Juan Carlos Paz Cárdenas, John Michel Polo, Jorge Enrique Sáenz Samper, Mónica Sarache, Gisela Sívori, Leonel A. Temer, Adalberto Tokarsky, Fernando Toro, Cécile Tournaye, William Veatch, Pedro Sebastián Vila Aguiló, Freddy Wens, Gordon Wilmsmeier, Peng Wu y Fabio Zapata.

I. Contexto, beneficios potenciales y objetivos de un sistema de clasificación de VNI Sudamericano

El primer paso en la elaboración de la propuesta de clasificación consistió en la evaluación de la situación general de la navegación interior en América del Sur con el fin de determinar los objetivos y el alcance de la clasificación propuesta.

En general, varios elementos establecen el marco estratégico de las iniciativas destinadas a promover el uso de la navegación interior en América del Sur, incluyendo un marco para la clasificación de VNI en S.A.

En primer lugar, existe, sin duda, una falta significativa de uso de la navegación interior en la región, donde generalmente no más del 5% de toda la carga se transporta por vías navegables interiores a nivel nacional o mucho menos internacionalmente. Al mismo tiempo, los estudios y documentos de planificación, como el Plan Maestro Fluvial de Colombia, el Plan Estratégico de Vías Interiores de Brasil y los trabajos preparatorios del borrador del plan estratégico de vías de navegación interior en Perú, destacan el potencial de crecimiento de la navegación interior de, en algunos casos, hasta cinco veces el volumen de mercancías transportado actualmente (cuadro 1).

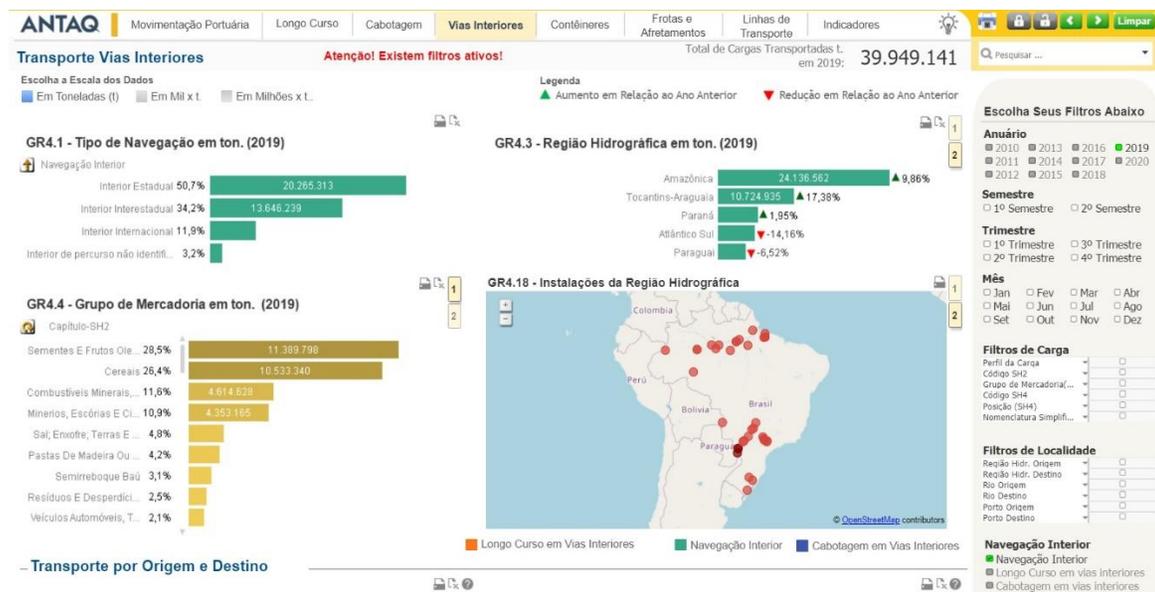
El potencial de la navegación interior radica no solo en el mayor uso de las vías navegables existentes, sino también en la expansión de la red, porque gran parte del sistema de vías navegables interiores en América del Sur sigue sin utilizarse. El potencial también radica en la mejor integración del VNI en las cadenas logísticas de transporte. Por ejemplo, en Colombia, de un total de 24.274 km de vías navegables, solo se utilizan 18.225 km. En Brasil, a su vez, aproximadamente 42.000 km de ríos son potencialmente navegables; sin embargo, solo 20.000 se utilizan actualmente para la navegación (Jaimurzina et al., 2017).

Cuadro 1
Estimaciones del potencial de crecimiento del transporte de mercancías por vías navegables interiores

Pais	Estado actual	Potencial
	40 millones de toneladas en 2019.	120 millones de toneladas en 2031.
Brasil	Según ANTAQ, el tonelaje anual total transportado por las vías navegables interiores en Brasil es de 110 millones de toneladas (datos de 2019). De estos 110 millones de toneladas, 40 millones de toneladas corresponden a la red interior solo con buques de poco calado. Los 70 millones de toneladas restantes comprenden buques de gran calado que utilizan vías navegables interiores. Los buques de gran calado transportan mercancías a través del sistema interior a otros puertos dentro de Brasil o para exportación internacional. El diagrama 1 muestra el sitio web de ANTAQ con información estadística.	
Colombia	3,4 millones de toneladas en 2015	Entre 4,7 y 19,5 millones de toneladas anuales, según el escenario aplicable, con un promedio de 1,5 a 5 veces el volumen de carga actual transportado por transporte fluvial.
Perú	El tráfico de carga actual es del orden de 3,5 millones de toneladas y unos 500.000 pasajeros al año. Principales productos de carga: Petróleo y derivados, madera y productos de madera, cerveza y botellas de cerveza vacías. El resto incluye alimentos, cemento, vehículos, maquinaria, elementos de acero, bebidas, productos farmacéuticos, productos de cuidado personal, textiles, ferretería, químicos, eléctricos, materiales de construcción, etc.	Las proyecciones para los años 2023 y 2033 alcanzan 5,0 y 7,5 millones de toneladas y más de 700.000 pasajeros.

Fuentes: Jaimurzina et al. (2017), con base en documentos de planificación nacional, y ANTAQ (2020).

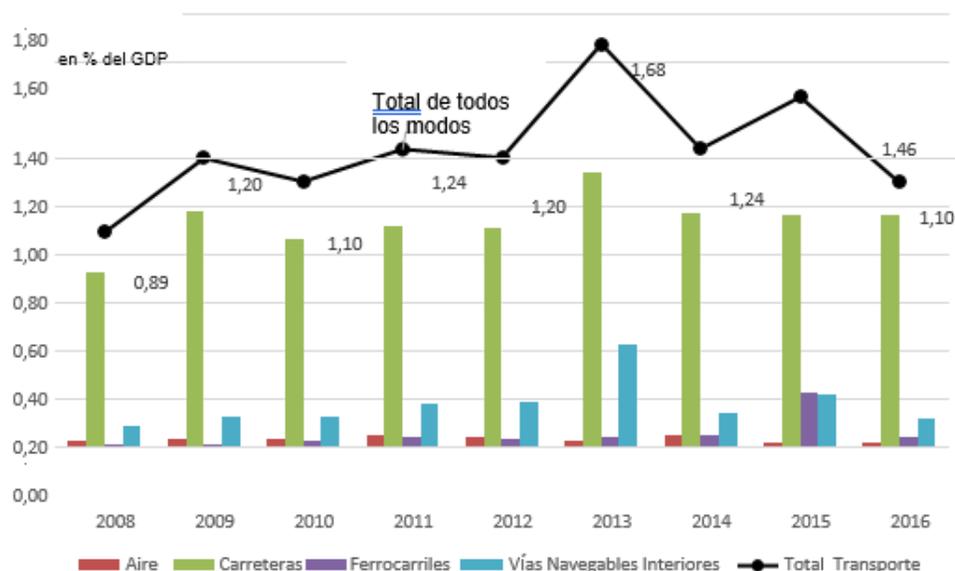
Diagrama 1
Interfaz utilizada en Brasil para el estudio de estadísticas



Fuente: Sitio web de ANTAQ. (<http://web.antaq.gov.br/Anuario/>).

En segundo lugar, las condiciones de la infraestructura generalmente son consideradas como uno de los principales obstáculos para un mayor uso de la navegación interior en la región. Además de la densidad desigual de los sistemas hidrográficos en América del Sur, la variabilidad de las condiciones climáticas, los cambios significativos en los niveles de agua y los obstáculos para la navegación (como bancos de arena, afloramientos rocosos y empalizadas), impiden o detienen temporalmente el transporte. Además, existen problemas de limitaciones de calado y confiabilidad en las condiciones del canal en grandes partes de la red fluvial.

Gráfico 1
América Latina y el Caribe (países seleccionados): inversión en transporte en infraestructura por modo, 2008-2016
(En porcentaje del PIB, precios corrientes)



Fuente: Unidad de Servicios de Infraestructura, CEPAL, con base en INFRALATAM (www.infralata.com).

Nota: Incluye los siguientes países: Argentina, Bolivia (Estado Plurinacional de), Brasil, Costa Rica, Guatemala, Guyana, Honduras, México, Nicaragua, Panamá, Paraguay, Perú y Trinidad y Tobago.

Incluye inversión tanto pública como privada.

Las tendencias predominantes en las decisiones de inversión en infraestructura en la región pueden explicar, en gran medida, el estado de la infraestructura de vías navegables interiores en la región. La brecha persistente entre las necesidades de inversión en infraestructura y la cantidad de inversión pública y privada observada en las últimas dos décadas (Sánchez et al., 2017) se ve amplificada por la división modal dominada por carreteras en las inversiones en infraestructura de transporte, como lo muestran los últimos datos de inversión en infraestructura disponibles (Gráfico 1). Esto, en la práctica, deja el desarrollo de vías navegables interiores al margen de muchas intervenciones de política de transporte y logística.

Por último, no es probable que las políticas de transporte e infraestructura habituales aborden plenamente estos desafíos de infraestructura en la navegación interior. Un análisis reciente de la CEPAL sobre los avances en la planificación pública y las políticas relacionadas con la navegación interior, si bien observa avances significativos en la elaboración de las políticas nacionales a favor de la navegación interior, llamó la atención sobre varias dificultades en el desarrollo e implementación de estas políticas y, entre otros, el desafío de la integración de las políticas de logística y movilidad. Una política de navegación interior aislada y descoordinada a nivel nacional o regional, con el objetivo de mejorar el funcionamiento de algunos tramos

o ríos, es un enfoque parcial que conduce a soluciones parciales, y no a una solución integral que cubra todas las necesidades de movilidad en la región.

Avanzar hacia una nueva generación de políticas de transporte y logística integradas y sostenibles, basadas en un enfoque co-modal de las operaciones de transporte, consiste en un análisis equilibrado y realista de los beneficios y limitaciones de cada modo de transporte, lo que conduce a una mayor eficiencia general, sostenibilidad y resiliencia de todo el sistema de transporte. En este sentido, el desarrollo de lineamientos sectoriales de la política de navegación interior debe ir de la mano de los avances en el desarrollo de una política nacional de logística y movilidad, aprovechando los beneficios de la navegación interior, en sinergia con otros modos, y acabar con la falta de coordinación y alta dispersión entre las instituciones públicas y privadas involucradas con la movilidad y la logística.

Estas nuevas políticas requieren nuevas herramientas e instrumentos, yendo más allá de las perspectivas y criterios tradicionales y llenando los vacíos con elementos disponibles para un enfoque integrado y sostenible.

En lo que respecta a la navegación interior, la ausencia de información sobre la capacidad actual y potencial de la red de vías navegables interiores en América del Sur conduce a una situación en la que la mayor parte del trabajo analítico y de políticas sobre la brecha de infraestructura en América del Sur, o bien deja de lado el transporte por agua, centrándose en el sector de carreteras y ferrocarriles, o se basa en supuestos muy generalizados, lo que socava su utilidad en la práctica. La mera comparación de los niveles de inversión en el transporte por carretera, ferroviario y marítimo proporciona información limitada, si no existen estimaciones fiables de las necesidades de inversión en infraestructura para todos los modos de transporte.

Del mismo modo, los beneficios potenciales de las obras de infraestructura en una parte de una vía navegable no deben considerarse de forma aislada del estado del resto de la red y cualquier análisis de viabilidad se mejoraría si se complementara con la evaluación del impacto de las obras sobre la capacidad global de la misma. Es significativo que uno de los instrumentos de política y planificación desarrollados para la navegación interior en la región, el Plan Maestro Fluvial en Colombia, destacó que un desafío principal para estimar las necesidades de la inversión es la ausencia de un inventario actualizado y detallado del estado de la infraestructura fluvial, que podría servir de base para una estimación de los costos de las obras de infraestructura (Plan Maestro fluvial, Colombia, 2015).

En este contexto, una clasificación común de vías navegables interiores podría proporcionar una herramienta para evaluar el estado de las vías navegables existentes y su capacidad actual y potencial para integrarse en las cadenas logísticas nacionales y regionales, ayudando a implementar un sistema logístico más sostenible. Ayudaría a identificar la red de vías navegables interiores principal y secundaria y sus conectores, así como a permitir el seguimiento de su desarrollo y la evaluación del alcance de los proyectos de infraestructura implementados que mejoran la capacidad de la red.

Las discusiones sobre los beneficios de la clasificación, realizadas por el grupo de trabajo CEPAL/PIANC, permitieron identificar varios posibles impactos positivos de la clasificación tanto para el sector público como para el privado. Como primer paso en esta discusión, CEPAL y PIANC realizaron una encuesta a expertos en transporte por agua, entre julio de 2016 y octubre de 2017, que resultó en el ranking de los posibles objetivos de la clasificación, que se presentan en el cuadro 2.

Cuadro 2

Aplicaciones principales / potenciales de una clasificación común de vías navegables interiores de América del Sur

Ranking de los objetivos de clasificación	
1.	Apoyar las políticas y proyectos de vías navegables interiores en el desarrollo de la infraestructura: planificación, seguimiento e identificación de los eslabones faltantes y los cuellos de botella que deben priorizarse.
2.	Planificación de proyectos de integración regional.
3.	Aumentar la seguridad y la facilidad de navegación asegurando el control y el mantenimiento ordenados y eficientes de las vías navegables.
4.	Base para las decisiones de inversión y estimaciones de costos de los gobiernos y la industria del transporte marítimo
5.	Lograr un uso más sostenible de las vías navegables interiores (y el transporte en general).
6.	Poner a disposición de los usuarios la información como garantía de que se respetarán las dimensiones mínimas.
7.	Uso de nuevas tecnologías como las tecnologías RIS (AIS, ECDIS, ERI...).
8.	Diseño de buques / Mejoras navales.
9.	Identificar la competitividad del transporte por vías navegables interiores, estableciendo tamaños máximos de buques, afectando los costos de navegación y transporte.
10.	Acceso facilitado a la financiación de proyectos de infraestructura.
11.	Lenguaje común para diferentes partes interesadas.

Fuente: Encuesta CEPAL / PIANC, 2017.

Las siguientes discusiones en el grupo de trabajo han puesto énfasis en el vínculo entre la clasificación y el financiamiento, tanto público como privado, a través de la identificación de proyectos de infraestructura viables. Además, han adoptado una visión más integral del impacto de los proyectos individuales en la capacidad global de la red de vías navegables y la identificación de las intervenciones específicas que darían como resultado un salto cualitativo en las operaciones de navegación interior.

Las intervenciones destacaron también que la clasificación podría ofrecer una forma concreta de incorporar intereses vinculados con la sostenibilidad en la gestión y desarrollo de vías navegables interiores, preservando y capitalizando los beneficios de la navegación interior en aspectos ambientales y en otros campos. De hecho, incluso si la navegación interior ofrece ventajas sustanciales en términos de sostenibilidad, especialmente sostenibilidad ambiental, estas ventajas no son automáticas y requieren políticas públicas complementarias y medidas específicas para promover la innovación, las inversiones y marcos regulatorios sólidos para las operaciones de navegación interior.

Con base en los resultados de la encuesta y otras discusiones, el Grupo de Trabajo identificó los siguientes beneficios potenciales del sistema común de clasificación de navegación interior para América del Sur (cuadro 3).

Cuadro 3

Beneficios de un sistema de clasificación común desde la perspectiva de las políticas públicas y los usuarios

Desde la perspectiva de las políticas públicas	Desde la perspectiva del sector privado / usuario
<ul style="list-style-type: none"> • Medición y seguimiento del estado de la infraestructura de VNI. • Proporcionar un inventario de VNI que facilite la integración intermodal. • Proporcionar una base para estimar la brecha de inversión, las necesidades de mantenimiento y el impacto de nuevas inversiones. • Facilitar el acceso a la financiación. • Incorporar intereses de sustentabilidad. • Proporcionar una base común para acuerdos bilaterales y regionales. 	<ul style="list-style-type: none"> • Acceder a información sobre las condiciones de navegación • Proporcionar facilidad de navegación • Proporcionar seguridad de navegación • Niveles consensuados de RIS • Permitir mejores condiciones para el desarrollo industrial (construcción naval) • Proporcionar parámetros para estimar costos y beneficios de inversiones en embarcaciones, nueva infraestructura y mantenimiento.

Fuente: Los autores.

II. Parámetros para la clasificación y clasificaciones de vías interiores existentes en América del Sur

A. Identificación de los parámetros para la clasificación

Antes de la creación del grupo de trabajo que desarrolló los estudios, el documento de trabajo conjunto CEPAL / PIANC sobre la clasificación de las vías navegables interiores concluyó que, si bien la clasificación internacional existente, es decir, la Clasificación UNECE / CEMT para las vías navegables interiores europeas, tenía un impacto práctico y varios usos de la clasificación de las vías navegables interiores para el desarrollo de infraestructura y para la definición del marco regulatorio básico para la navegación interior, sus criterios técnicos y operativos de clasificación no se correspondían con las características de las vías navegables interiores en América del Sur (Jaimurzina et al., 2016).

Teniendo en cuenta estas conclusiones y la discusión sobre los beneficios de la futura clasificación sudamericana de vías navegables interiores, el Grupo de Trabajo procedió a analizar los posibles criterios de clasificación específicos de la región (CAF, 1998).

La Encuesta CEPAL/PIANC antes mencionada también se utilizó para recopilar recomendaciones en términos de los parámetros de clasificación más significativos para América del Sur y resultó en una identificación de los parámetros de clasificación, como se describe en el cuadro 4.

Cuadro 4
Clasificación de los parámetros propuestos para la clasificación de vías navegables interiores en América del Sur

Ranking de los parámetros para la clasificación VNI en América del Sur	
1.	Profundidad de la vía fluvial (mínima y media, por mes)
2.	Navegabilidad (nivel de dificultad)
3.	Navegabilidad segura garantizada todo el año (% del tiempo: 50%, 75%, 90%, 99%)
4.	Tipo de buque (barcaza, convoy, navegación), arqueo y dimensiones del buque (calado, manga, eslora)
5.	Obstáculos y limitaciones en la navegación (paso poco profundo, etc.)
6.	Disponibilidad (o no) de ayudas a la navegación y RIS
7.	Navegación diurna y nocturna garantizada (con ayudas de tráfico adecuadas): 24 horas al día
8.	Servicios de información sobre mareas / nivel del agua
9.	Gálibos aéreos (puentes)
10.	Disponibilidad de puertos y terminales con plataforma multimodal
11.	Existencia de infraestructura de control de flujo, como presas y esclusas de navegación, lo que limita el tamaño de los buques
12.	Características locales de viento, corriente y olas
13.	Instalaciones para la navegación ambientalmente sostenible
14.	Volumen de tráfico (toneladas o pasajeros) y número de embarcaciones / día
15.	Disponibilidad de servicios de apoyo / asistencia a los buques

Fuente: Encuesta CEPAL / PIANC, 2017.

El alcance de este informe se limita a la navegación para buques de poco calado (shallow draft), normalmente a una profundidad de agua inferior a 4 m. Los cursos de agua profundos (5 m y más) como ocurre en el bajo Paraná (Argentina) o en el río Amazonas hasta Manaus (VNI de gran calado) no se consideran en este informe. PIANC y la CEPAL consideran emitir en un futuro próximo un informe complementario, específico para la navegación interior en aguas profundas (para ríos como el Amazonas, Paraná, Orinoco, Trombetas y muchos esteros).

Para complementar este análisis, el grupo de trabajo también recopiló información sobre las clasificaciones de vías navegables interiores existentes a nivel nacional. Como se dijo anteriormente, los países sudamericanos de esta región no habían desarrollado una clasificación de VNI clara y práctica, excepto Brasil y Colombia. A continuación, se resumen las principales características y lecciones aprendidas de estas experiencias nacionales.

B. Clasificación de las vías navegables interiores en Brasil

El Sistema Brasileño de Clasificación de Hidrovías fue desarrollado por el Departamento Nacional de Infraestructura de Transporte (DNIT) de Brasil y fue codificado el 13 de septiembre de 2016 en el Boletín Administrativo No 172, Ordenanza No 1.635.

Esta Política Codificada se basó en “estudios y planes ya publicados por Agencias y Organismos del Sector Hidroviario y más de 40 años de relevamientos sobre los principales ríos que actualmente se encuentran en el Sistema Federal (SFV)”. El sistema de clasificación de la vía fluvial brasileña define las dimensiones del buque de diseño, manga y eslora, e incluye un parámetro en el sistema para la profundidad mínima operativa de la vía fluvial (no el calado del buque).

El sistema de clasificación se presenta en el cuadro 5 y cuadro 6.

Cuadro 5
Clases en el Sistema Brasileño. Buques de Diseño

Clase	Manga máxima (B), m	Eslora (L), m
I	48	280
II	33	210
III	25	210
IV	23	210
V	16	210
VI	16	120
VII	12	140
VIII	12	80
IX	12	50

Fuente: Boletín Administrativo No 172, Ordenanza No 1.635.

Cuadro 6
Subclases (categorías) en el sistema brasileño según la profundidad de la vía navegable

Categoría	Profundidad operacional mínima (P), m
Especial	P > 3,50
A	3,50
B	3,00
C	2,50
D	2,00
E	1,50
F	1,00

Fuente: Boletín Administrativo No 172, Ordenanza No 1.635.

El sistema brasileño también aborda algunos de los problemas relacionados con los criterios de diseño de vías navegables interiores. Por ejemplo, el ancho de la vía fluvial (B_{ms}) para tramos rectos se basa en las siguientes fórmulas:

- Ancho del canal navegable de vía simple (W): $B_{ms} = 2,2 \times$ manga máxima de la embarcación (B).
- Ancho del canal navegable de doble vía (W): $B_{ms} = 4,4 \times$ manga máxima de la embarcación (B).

Los anchos adicionales de las vías navegables para las secciones de curvas no están codificados en el Boletín Administrativo Brasileño No 172, Ordenanza No 1.635, pero en la práctica, la siguiente fórmula se utiliza generalmente para anchos adicionales en las curvas:

$$B_{mc} = B_{ms} + \frac{L^2}{2R}$$

donde: B_{mc} = Ancho del canal en una curva

B_{ms} = Ancho del canal en un tramo recto

L = Eslora del buque de diseño o del convoy remolcado (remolque)

R = Radio de la curva

Los elementos de diseño adicionales del sistema brasileño incluyen:

- Se define una curva en la vía fluvial cuando el radio es menor que 10 x la longitud de remolque (L)
- Una curva no puede tener un radio menor que 4 veces la longitud del remolque.
- Las distancias entre curvas deben ser como mínimo 5 veces la longitud del remolque.
- Los sitios de dragado requieren pendientes de talud mínimos de 1:8 para canales aluviales
- Los sitios de excavación de rocas requieren pendientes laterales mínimas de 1:1

La clasificación ha sido aplicada por el DNIT en varias vías fluviales desde la adopción de la clasificación. Por ejemplo, en el Boletín Administrativo Brasileño No. 021 Ordenanza No. 158 (30 de enero de 2017) el río Madeira fue establecido como una vía fluvial Clase II-A entre Porto Velho y la confluencia con el río Amazonas. En el mismo Boletín se estableció el Río Paraná como Hidrovía Clase V-A entre Foz do Iguaçu, PR y São Simão, GO; y se establece como clase VII-A entre la confluencia con el río Tietê y la esclusa de Três Irmãos. En ambos sistemas fluviales, se observa que estas especificaciones no se aplican a las vías fluviales en momentos de caudales altos (presumiblemente para permitir configuraciones de convoyes más grandes).

C. Clasificación de las vías navegables interiores en Colombia

Ha habido dos intentos de clasificar las vías navegables en Colombia: por el DNP (Departamento Nacional de Planeación) y el Ministerio de Transporte en 1994 y por el Ministerio de Transporte en 2000.

La clasificación de 1994 categoriza la red fluvial nacional en "primaria" o "secundaria", dependiendo si la vía fluvial tiene un flujo importante de carga o se dedica principalmente a actividades regionales (para tener en cuenta también el beneficio social de una vía fluvial). Cabe destacar que ya a partir de estos primeros esfuerzos de clasificación, se constató la necesidad de un componente social a la hora de clasificar una vía navegable en un país latinoamericano, en lugar de realizar una clasificación basada puramente en variables económicas o volúmenes de carga transportada.

El Manual de Ríos Navegables publicado por el Ministerio de Transporte en 2000 es el segundo intento de clasificación. A pesar de los enormes esfuerzos de este documento por formalizar y resumir las restricciones a la navegación en las vías fluviales del país, la información presentada en mapas esquemáticos y cuadros no es precisa. Las vías navegables se clasifican en este documento en "principales" (que pueden ser "permanentes" o "transitorias" dependiendo de si el río es navegable todo el año o si se interrumpe en los períodos de verano) y navegación "menor". Además, esta clasificación es el resultado de extrapolar a las vías navegables la clasificación de buques "mayores" y "menores" realizada por el Ministerio de Transporte en 1999 para la flota colombiana. "Buques principales" son aquellos con un DWT mayor o igual a 25 Ton; y por lo tanto, las "vías navegables principales" son aquellas con capacidad para permitir el tráfico de "embarcaciones mayores".

Estas clasificaciones han sido utilizadas de manera consistente hasta el momento, incluyendo el estudio más reciente sobre este tema: el Plan Maestro Fluvial de 2015 ("Plan Maestro Fluvial de Colombia 2015", PMF). Sin embargo, estas clasificaciones no siguen un método riguroso con parámetros objetivos utilizados en el análisis, terminando en una clasificación altamente dependiente de interpretaciones cualitativas, en lugar de una clasificación formal utilizando criterios cuantificables.

Los intereses y las limitaciones de las clasificaciones existentes ya son reconocidas por el sector fluvial, que abrazaría una nueva clasificación más formal conociendo los beneficios que esto podría traer junto con un marco más fuerte y claro para que puedan desarrollar sus actividades profesionales.

La información disponible en la actualidad para una nueva clasificación de las vías fluviales en el país es incompleta, desactualizada y se extiende a través de varias fuentes. Un primer paso sería la recopilación de datos sobre los buques existentes y las condiciones de navegación en la actualidad. Si bien no es estrictamente necesario conocer toda esta información para proponer un sistema de clasificación, es importante y sería útil saber qué tipo de embarcaciones (y cantidad) se utilizan en Colombia en la actualidad y conocer el estado de las vías navegables en el presente. Además, esta información será necesaria en el futuro para clasificar las vías fluviales en todas las cuencas del país. El PMF 2015 también enfatiza que es muy recomendable una actualización detallada y completa de la información sobre la flota fluvial colombiana y el estado de las vías navegables. La forma en que se recopila y ordena esta información debe hacerse de tal manera que también se pueda utilizar en el futuro para la implementación de RIS en Colombia, que hoy no existe.

D. Otras clasificaciones de vías navegables interiores en América del Sur

Aunque no hubo otros ejemplos de sistemas de clasificación nacionales en América del Sur identificados por el grupo, se destacaron dos elementos adicionales.

En primer lugar, varios países de América del Sur tienen una definición de "red de vías navegables" de acuerdo con su capacidad económica para el transporte de mercancías o pasajeros:

- Brasil se refiere a la red "económicamente viable", que incluye vías navegables interiores con flujos de carga (existentes o potenciales) superiores a 50.000 toneladas por año (destacando la necesidad de desarrollar un sistema de clasificación de vías navegables también para mejorar la información disponible sobre su sistema fluvial).
- Perú presenta un concepto de "principal red de vías navegables comerciales", que incluye ríos navegables durante la mayor parte del año, los cuales, dadas las limitadas conexiones viales, constituyen el eje rector del desarrollo, economía e integración de la Amazonía peruana, como así también representan el único medio de comunicación masiva.
- Como se mencionó anteriormente, Colombia hace una distinción entre las vías navegables relacionadas con el transporte de carga (transporte de grandes volúmenes a largas distancias y orientadas a la exportación, importación e intercambio comercial entre regiones del sistema urbano) y el transporte de pasajeros y mercancías (conexión entre ciudades y regiones). En ambas categorías, Colombia determina las rutas destinadas a "navegación mayor" o "navegación menor".

Al mismo tiempo, existe una práctica establecida en América del Sur de comunicar la profundidad mínima operativa en los tramos principales de las vías fluviales más importantes. Esto se hace tanto a nivel nacional como en los cursos de agua internacionales, como Hidrovía Paraguay-Paraná, Río Magdalena o parte de la red amazónica en Perú.

E. Conclusiones

El análisis de los sistemas de clasificación existentes condujo a las conclusiones que se enumeran a continuación.

En la actualidad, el sistema de clasificación brasileño representa la clasificación de vías navegables interiores más avanzada de América del Sur. El sistema brasileño se centra principalmente en las características físicas de la vía fluvial y las dimensiones de las embarcaciones. Además, la calidad

del servicio a la navegación se suma a las dimensiones físicas para brindar una imagen más amplia de las condiciones generales, la confiabilidad y el servicio asociados con una vía fluvial brasileña.

Los principales parámetros para definir la clasificación de una vía navegable interior en América del Sur se basan principalmente en la profundidad mínima en el canal de navegación y el tamaño de las embarcaciones (dimensiones o volúmenes) que navegan por los ríos, o mejor, pueden navegar. Alternativamente, se pueden considerar las características del canal de navegación (como el ancho).

III. Marco para una clasificación de vías navegables interiores en América del Sur

Las discusiones técnicas y el análisis de los sistemas de clasificación y prácticas existentes en América del Sur, resumidos anteriormente, dieron como resultado las siguientes propuestas, con respecto a los objetivos y principios generales, la estructura básica y los parámetros de clasificación.

A. Los principales objetivos de una clasificación común de vías navegables interiores para América del Sur

Los cuatro objetivos principales de una clasificación sudamericana común para las vías navegables interiores son:

- i) Apoyar las vías navegables interiores y, más en general, las políticas y proyectos de transporte en el desarrollo y operación de la infraestructura, incluida la planificación, el seguimiento y la identificación de los eslabones faltantes y los cuellos de botella que deberían priorizarse;
- ii) Incrementar la seguridad y facilidad de navegación asegurando el control y mantenimiento ordenado y eficiente de las vías navegables;
- iii) Facilitar la planificación de proyectos de integración regional;
- iv) Lograr un uso más sostenible de las vías navegables interiores (y del transporte en general).

Por tanto, se considera importante que la clasificación vaya más allá de los parámetros básicos de infraestructura, ofreciendo medios para incorporar la perspectiva de la calidad de los servicios a la navegación, especificando los parámetros a cumplir en la construcción de nuevas vías navegables o en la modernización de las existentes. El objetivo subyacente es contribuir al desarrollo sostenible de toda la región, es decir, establecer una red de transporte integrada, intermodal y sostenible a nivel nacional y regional.

Es necesario que la clasificación se adapte a las características de VNI de bajo calado de América del Sur y aborde las características únicas que se encuentran en sus vías navegables.

Además, dado que los usuarios finales de la clasificación serían los encargados de tomar decisiones y formular políticas tanto en el sector público como en el privado, en la mayor medida posible y de manera pragmática, la clasificación debería ofrecer los elementos necesarios para estimar el alcance de la inversiones en infraestructura pública (para mejorar o mantener el nivel de los servicios), y proporcionar información mínima sobre los requisitos operativos en beneficio del sector privado y otros usuarios de la navegación interior.

La clasificación no solo debe basarse en las condiciones específicas de las vías navegables locales, sino que debe tener el alcance más amplio posible, es decir, incorporar vías navegables de diversas características, dada la importante función social y económica de algunos tramos a nivel local, y la diversidad de condiciones de navegación relacionadas con la hidrografía y el clima. Para servir al propósito de formar una visión nacional y regional de la movilidad fluvial, la clasificación debe tomar en cuenta el potencial y la gran diversidad y heterogeneidad del transporte de cargas y personas, no solo enfocándose en las grandes exportaciones internacionales, sino también en las más pequeñas del transporte local dentro de la región, donde millones de personas utilizan el río para viajar en ausencia o limitaciones de otros tipos de medios de transporte.

En este sentido, la clasificación sudamericana de vías navegables debe dedicar la misma atención al desarrollo de corredores nacionales, subnacionales y locales, y servir para armonizar y ajustar parámetros técnicos y operativos. Esto podría tener como objetivo mejorar la visibilidad, eficiencia, seguridad y sostenibilidad de la infraestructura fluvial y facilitar el acceso a la financiación. También se destaca la necesidad de un sistema flexible, que podría dar cuenta de la dispersión de datos entre varias instituciones y niveles geográficos, y que reconozca la falta de información sobre el importante mercado informal y la actividad en la navegación interior que no es captada por las fuentes oficiales.

Sobre la base de los elementos especificados anteriormente, el marco propuesto se basa en **los siguientes principios básicos:**

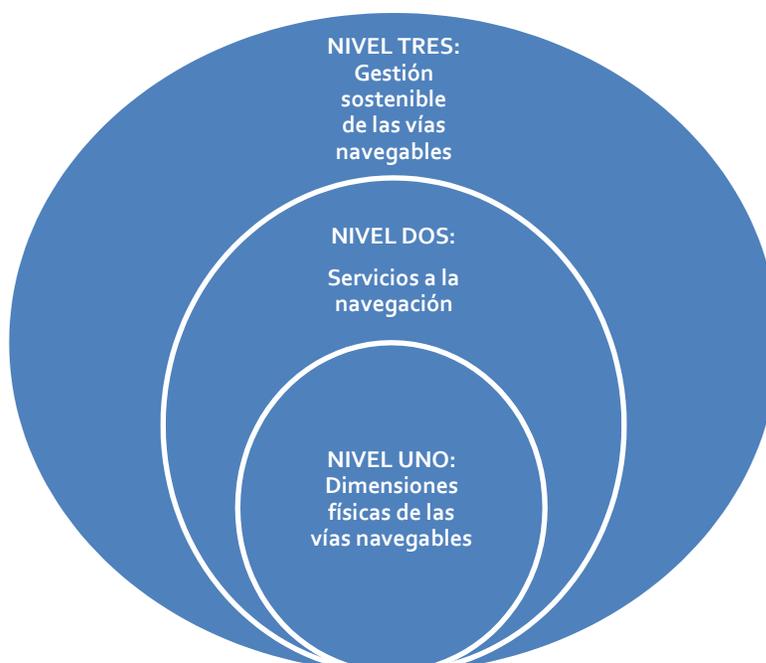
- La clasificación tendrá en cuenta tanto las dimensiones físicas de la vía navegable, las características de las embarcaciones / convoyes como el nivel de servicios ofrecidos a la navegación. En este sentido, la clasificación será consistente con el concepto de "servicios de infraestructura", y no se limitará a las características puramente físicas de la infraestructura, sino que también tendrá en cuenta el nivel de servicio que brinda una vía fluvial.
- La clasificación incluirá, de una forma u otra, elementos de sostenibilidad (ambiental, pero también social, económica e institucional) en el desarrollo y uso de las vías navegables interiores.
- Por efectos prácticos, la propuesta de clasificación actual servirá para clasificar la denominada "navegación VNI de bajo calado (shallow draft)", reservando otra clase a la navegación en VNI de gran calado, dada la gran diferencia en los parámetros y características de los servicios, así como los existentes reglamentos nacionales y regionales que tratan de la navegación de gran calado;
- La clasificación se aplicará tanto al transporte de mercancías como al de pasajeros por vías navegables interiores.

B. La estructura general de una clasificación de vías navegables interiores en Sudamérica

A la luz de los objetivos, los requisitos generales y el análisis técnico anterior, se propone que la clasificación de las vías navegables interiores se base en tres conjuntos de criterios (clasificación de tres niveles, como se establece en el diagrama 2:

- i) Nivel uno: Dimensiones físicas de las vías fluviales, que definirá la clase de las vías fluviales;
- ii) Nivel dos: El nivel de servicios a la navegación disponible en la vía navegable, que definirá la categoría de las vías navegables;
- iii) Nivel tres: Los regímenes regulatorios y de gobernanza, que ofrecerán un panorama de la sostenibilidad en la gestión de las vías fluviales.

Diagrama 2
Estructura básica de la clasificación de vías navegables interiores para América del Sur



Fuente: Los autores.

En los dos primeros niveles, criterios específicos definirán las divisiones en clases y categorías. No habrá relación entre las clases del Nivel Uno y las categorías del Nivel Dos, como lo enfatiza la diferente nomenclatura aplicada.

Un buque o convoy que opere normalmente en vías navegables de una clase podría utilizarse en vías navegables que pertenezcan a una clase o categoría superior (mejor) sin restricción en cuanto a los parámetros cubiertos por la clasificación.

En el tercer nivel, en lugar de criterios técnicos, se ofrecerán algunos lineamientos para evaluar los avances o desafíos en el abordaje de los temas de sustentabilidad en la gestión de las vías navegables.

En los siguientes capítulos de este informe, el **marco propuesto para una clasificación de VNI** se presenta en detalle en:

- Capítulo 6: Nivel Uno (Nivel I)-Dimensiones físicas vinculadas a las vías navegables interiores
- Capítulo 7: Nivel Dos (Nivel II) - Nivel de servicio
- Capítulo 8: Nivel Tres (Nivel III) - Nivel de gestión

Además, el Capítulo 9 presenta una serie de **contribuciones técnicas** útiles para una mejor comprensión del marco propuesto. Estas contribuciones son:

- 9.1 Definición de extensión y longitud de extensión
- 9.2 Fiabilidad de la vía fluvial (profundidad del agua, ...)
- 9.3 Definición de un plano de referencia de bajamar (LWRP)
- 9.4 Responsabilidad con respecto a la clasificación
- 9.5 Cómo utilizar la Clasificación de VNI para inversiones y planificación (tráfico)
- 9.6 Parámetros que influyen en la navegabilidad y la clasificación de una vía navegable
- 9.7 Excepciones a la clasificación de VNI asignada en un tramo de río
- 9.8 Tramos de ríos que requieren clasificaciones específicas

Finalmente, el Capítulo 10 contiene los estudios de caso, utilizados como punto de referencia; que se refiere a una serie de 25:

- Hidrovía Paraguay-Paraná, por JL Mathurin y Moisés Ayala (Anexo A2)
- Río Huallaga, Perú, de Juan Carlos Paz y Andreas Dohms (Anexo A3)
- Paraná Superior (Santa Fe-Confluencia), de Gisela Sivori y L Temer (Anexo A4)
- Río Uruguay (tramo 187-208 km), por Gisela Sivori y L Temer (Anexo A5)
- Río Madeira, Brasil, por Patricia Gravina y Calvin Creech (Anexo A6)
- Río Meta, por Monica Sarache Silva, Jorge Saenz y Fabio Zapata (Anexo A7)
- Río Magdalena, por Monica Sarache Silva, Jorge Saenz y Fabio Zapata (Anexo A8)
- Río Tapajós, Brasil, por Calvin Creech, Brian Alberto (Anexo A9)

IV. Nivel uno - clases de vías navegables interiores

El Nivel Uno dividirá las vías navegables interiores en clases y subclases, de acuerdo con las dimensiones físicas de las mismas.

El Nivel Uno contiene tres cuadros diferentes (cuadros 7, 8 y 10). Cada cuadro está asociado con parámetros específicos.

La primera y principal clasificación del Nivel uno se relaciona con la profundidad mínima disponible para la navegación (cuadro 7). Esta definición puede ser utilizada por las autoridades públicas para garantizar (práctica actual en la UE) o solo para proporcionar objetivos para las profundidades con un nivel dado de confiabilidad para un tramo de río específico (consulte la Sección 9.2 sobre confiabilidad y la Sección 9.4 sobre responsabilidad).

Además, se proponen dos subclases a esta primera / principal (vinculada con la profundidad de la vía navegable):

- “Variante a” –Dimensiones máximas de los convoyes (buques)– Cuadro 8
- “Variante b” –Dimensiones disponibles del canal de navegación– Cuadro 10

Estas dos subclases son opcionales; aclaran la clasificación principal (Profundidad disponible, cuadro 7) y brindan información adicional sobre la navegación permitida / factible.

El nivel no, vinculado con la profundidad del canal de navegación fluvial, es la clasificación principal y está dado por el cuadro 7.

Cuadro 7
Nivel uno - Profundidad mínima (m)

Clase	Profundidad mínima (m) ^{a b}
VIII	Mayor que 3,5 m
VII	3,5
VI	3,0
V	2,5
IV	2,0
III	1,5
II	1,0
I	Menor a 1,0 m
N/A	Datos no disponibles (N.A.)

Fuente: Los autores.

^a Estas profundidades mínimas del canal de navegación deben estar asociadas con una probabilidad de ocurrencia (por ejemplo, las profundidades que exceden este valor el 90% del tiempo - ver Sección 9.2).

^b Corresponde a las Autoridades Locales de Vías Navegables especificar si estas profundidades garantizadas, o simplemente se dan para información de los usuarios (ver Sección 9.4).

A. Nivel uno –subclase “variante a”– dimensiones del buque / convoy (Cuadro 8)

El cuadro 8 da las dimensiones del convoy / buque asociadas al Nivel uno “Variante a”. Este cuadro se basa en las dimensiones máximas de los convoyes / buques.

Para completar este cuadro, el GT tuvo que plantear dos preguntas:

- i) ¿Cuántas clases considerar en la clasificación propuesta (ya que cada río es diferente de los demás)?
- ii) ¿Qué valores de las dimensiones máximas del convoy deben considerarse en el cuadro?

Considerando que todas las dimensiones (líneas del cuadro 8) no deben ser consideradas para cada cuenca hidrográfica y que para una cuenca hidrográfica (o países, si la cuenca hidrográfica corresponde a varios países), solo se requiere un número limitado de dimensiones (basado en las dimensiones del buque / convoyes existentes en este país y / o ríos o la cuenca).

Así que el grupo de trabajo propone para la “Variante a”, no el cuadro 8 completo, sino un cuadro reducido similar al cuadro 9 que incluye solo las dimensiones máximas de los barcos / convoyes que navegan en los tramos en cuestión (del río o la cuenca del río en cuestión). Las dimensiones proporcionadas son las dimensiones máximas de un convoy que puede navegar durante bajamar o en condiciones restringidas. En aras de la coherencia, se tomó la decisión de comunicar los convoyes máximos durante las condiciones de agua restringida o aguas bajas que se describen en el cuadro 7. Los convoyes más grandes pueden navegar por un tramo particular cuando las condiciones son favorables (niveles de agua más altos), pero el sistema de clasificación propuesto proporciona las dimensiones de los tipos de convoyes que se espera que tengan una confiabilidad de transporte casi todo el año.

El cuadro 8 es bastante grande porque integra la diversidad de las vías fluviales de la América del Sur. Se presenta como un **Cuadro de Referencia**, que debe ajustarse a las especificidades de la cuenca hidrográfica en cuestión. Como tal, la “Variante a” proporciona un código simple de las dimensiones máximas del convoy que puede navegar durante las condiciones de bajamar descritas en el cuadro 7.

A partir de ese cuadro de referencia (cuadro 8), se debe definir un cuadro reducido para cada cuenca hidrográfica, considerando todos los tramos posibles en los ríos afectados por la misma. Como ejemplos, el cuadro 9 muestra un cuadro reducido para las cuencas de los ríos Magdalena y Meta (Colombia) y un cuadro reducido para los tramos de las cuencas de los ríos Paraná / Uruguay, considerados en los estudios de caso (Capítulo 9 y anexos).

Para consideraciones futuras, cabe señalar que las cuencas hidrográficas independientes pueden conectarse en el futuro para formar una red de navegación única de ríos interconectados; ríos que deben clasificarse a partir de el cuadro de referencia único para el Nivel Uno "Variante a".

¿Cómo utilizar la subclase "Variante a"?

Hay dos enfoques diferentes para considerar las dimensiones del convoy dadas por el Nivel Uno "Variante a":

El enfoque de "dimensiones seguras": Las dimensiones del convoy son las dimensiones máximas permitidas para garantizar una navegación segura.

Este enfoque significa que los aspectos de navegabilidad están completamente integrados en la "Variante a". Por lo tanto, el ancho del canal de navegación (dado en la "Variante b") no es necesario y es redundante. Este enfoque (Variante a) se utiliza actualmente en Brasil y da una idea clara del Potencial del río (Ver Nivel III la "Dimensión económica y financiera" y el "Proceso de planificación de seis pasos").

Es importante definir que las dimensiones máximas del convoy se aplican durante una condición de agua baja. Brasil considera (en muchos ríos) una condición de agua baja que se excede el 90% del tiempo. El valor seleccionado para el Nivel Uno "Variante a", por lo tanto, representa el convoy más grande que puede navegar esencialmente durante todo el año.

Sin embargo, durante los niveles de agua más altos, los convoyes pueden ser mucho más grandes. Esta es la realidad en muchas vías fluviales sudamericanas actualmente. Muy pocos sistemas en América del Sur tienen actualmente esclusas (especialmente una serie de esclusas) que restringen el tamaño del convoy de barcazas. Dado que muchas compañías de navegación tienen remolcadores que pueden transportar una variedad de tamaños de convoyes, las condiciones hidrológicas pueden permitir el transporte de convoyes más grandes durante las condiciones o épocas más favorables del año.

El enfoque de las "dimensiones actuales" (para ser utilizado por la mayoría de los países de SA, al menos durante un primer período de implementación de la clasificación de VNI propuesta).

Para un tramo determinado, la subclase "Variante a" da las dimensiones actuales de los convoyes máximos que navegan hoy por este tramo. Da una imagen de la situación actual y no de las dimensiones máximas permitidas / factibles de los convoyes que pueden navegar. Las dimensiones dadas deben considerarse como información y como una restricción, pero **no dan una idea del potencial del río**.

Cuadro 8
Nivel uno – Subclase "Variante a": dimensiones máximas del buque / convoy
Cuadro de referencia para América del Sur

Subclase	Manga máxima – B (m) ^(a)	Eslora máxima – L (m) ^(a)
A84/400	84	400
A72/340	72	340
A48/345	48	345
A48/280	48	280
A48/220	48	220
A32/280	32	280
A32/240	32	240
A32/210	32	210
A24/240	24	240
A24/210	24	210
A24/160	24	160
A24/140	24	140
A24/100	24	100
A20/230	20	230
A20/210	20	210
A20/160	20	160
A20/120	20	120
A18/210	18	210
A18/140	18	140
A16/210	16	210
A16/180	16	180
A16/160	16	160
A16/140	16	140
A16/100	16	100
A16/80	16	80
A12/140	12	140
A12/120	12	120
A12/100	12	100
A12/80	12	80
A12/60	12	60
A8/80	8	80
A8/60	8	60
A8/40	8	40
A0/0	< 8	< 40

Fuente: Los autores.

^aLas dimensiones máximas son la manga máxima y la eslora máxima de los buques (convoyes), que operan (o pueden operar) en los tramos afectados de la vía navegable cuando las profundidades de la vía navegable están en una condición de aguas bajas que es superada 90% del tiempo (es decir, el 90% de exceso del nivel de agua definido en el cuadro 7).

Cuadro 9
Ejemplos de cuadros que se utilizará para el Nivel Uno - Subclase "Variante a" para un río o grupo de ríos específico

Subclase	Manga máxima – B (m) ^(a)	Eslora máxima – L (m) ^(b)
Ejemplos de clasificación de VNI para algunas cuencas hidrográficas		
Ríos Magdalena/ Meta (Colombia)		
A48/345	48	345
A32/240	32	240
A24/160	24	160
A24/140	24	140
A12/140	12	140
A12/120	12	120
A12/80	12	80
A12/60	12	60
Argentina (Paraná)/Uruguay		
A84/400	84	400
A72/340	72	340
A48/220	48	220
A24/160	24	160
A12/100	12	100

Fuente: Los autores.

^a Las dimensiones máximas son la manga máxima y la eslora máxima de los buques (convoyes), que operan (o pueden operar) en los tramos de la vía navegable cuando las profundidades de la vía navegable están en una condición de aguas bajas que es superada 90% del tiempo.

La clasificación propuesta (cuadro de referencia 8) puede parecer demasiado compleja y demasiado larga, pero como se explicó anteriormente, debe considerarse como un Cuadro de Referencia. Este cuadro de referencia puede ser utilizado por las autoridades de vías navegables para construir su propio cuadro (s) con un número reducido de dimensiones (solo las dimensiones relevantes para las cuencas hidrográficas en cuestión).

El cuadro de referencia (cuadro 8) tiene la ventaja de ser muy flexible, ya que:

- cada país de S.A puede encontrar las dimensiones que mejor se adapten a sus vías navegables específicas,
- no se deben considerar todas las clases para una cuenca fluvial determinada;
- cada país puede seleccionar un número limitado de clases (según las dimensiones de los buques existentes en su país y ríos). Por ejemplo, Colombia solo puede considerar algunas líneas del cuadro 8 (lado derecho) que se ajustan a sus especificidades y definen su propio cuadro (ver ejemplos en el cuadro 9)
- un país puede añadir fácilmente una nueva clase (por ejemplo, A15 / 70 para B > 15 m y L > 70 m), sin tener que volver a numerar todas las demás clases;
- todos los valores mencionados en el cuadro 8 son valores indicativos, que se basan en las dimensiones proporcionadas por los países participantes del grupo de trabajo (dimensiones que no son exhaustivas). Estos valores pueden ser modificados por los países de S.A durante la futura implementación de la clasificación a nivel de S.A (considerado como una entidad supranacional, es decir, un conjunto de países).

B. Nivel uno- subclase "Variante b" - dimensiones disponibles del canal de navegación (Cuadro 10)

Es importante garantizar la consistencia de las dimensiones de los buques con las dimensiones de las esclusas, especialmente el ancho. Esto no significa que el convoy máximo en una vía fluvial esté limitado por las dimensiones de las esclusas (los convoyes se pueden desarmar y, de hecho, se desarman para pasar a través de las esclusas en muchos lugares del mundo), sino que los convoyes (y / o esclusas) deben diseñarse de modo de tener consistencia en sus dimensiones para maximizar el volumen transportado en un remolque.

La realidad actual en América del Sur es que pocas vías navegables tienen esclusas de navegación, y una cantidad aún menor de ellas tienen esclusas que estén integradas en una gran red de vías navegables y / o tengan una conexión internacional en su red de transporte interior. En este contexto, las dimensiones del convoy de una red de vías navegables específicas pueden diseñarse en función de las dimensiones de las esclusas actuales (o esclusas futuras) y / o pueden basarse en las condiciones y estudios económicos de una vía fluvial específica.

A efectos de comparación, en América del Norte, las esclusas de la vía marítima de St. Lawrence tienen 40 m de ancho, en el río Alto Mississippi tienen 33,5 m de ancho y en el río Colombia tienen 26 m de ancho. Las dimensiones se basan en las condiciones particulares y / o estudios económicos de esas redes de vías navegables independientes y hay libertad para seleccionar las dimensiones más apropiadas para una red individual. A diferencia del sistema de vías navegables conectadas en Europa, donde la consistencia de la dimensión de las esclusas entre las redes fluviales es importante, los convoyes que navegan en estas redes de VNI de América del Norte no tienen el potencial de navegar en varios ríos.

La realidad sudamericana es mucho más similar a la realidad norteamericana (redes / sistemas desconectados) que la realidad europea (redes altamente conectadas), aunque hay algunas excepciones en América del Sur, especialmente en la Hidrovía Paraguay-Paraná.

El portfolio de esclusas en Sudamérica incluye lo siguiente:

- 8 esclusas federales brasileñas en los ríos São Francisco, Tocantins, Tietê, Paraná, Jacuí (3 esclusas) y Taquari.
- 7 esclusas brasileñas adicionales operadas por los estados en el río Tietê (6 esclusas adicionales) y en el Canal de São Gonçalo en Rio Grande do Sul.
- Existe una serie de esclusas en el río Parnaíba en Piauí en Brasil (no se completó en 2020)
- La esclusa São Gonçalo está conectada a sistemas de navegación interior en otros países de S.A. (conectado a Lagoa Mirim, y al Río Jaguarão o Río Yaguarón en Uruguay)
- La esclusa Tucuruí en el río Tocantins está conectada con el río Amazonas, que podría formar parte de un sistema internacional con Colombia y Perú navegando por el río Amazonas. Sin embargo, actualmente no existe una cadena de transporte de carga que pase por esta esclusa y que tenga un origen o destino fuera de Brasil.
- Si se construyera una serie de esclusas o un elevador de barcos en la presa de Itaipu, entonces todas las esclusas de Paraná y Tietê estarían conectadas a un sistema internacional. Actualmente, estas esclusas solo son utilizadas por embarcaciones que navegan íntegramente dentro de Brasil.
- Colombia no tiene esclusas (actualmente se están diseñando dos).

- Argentina y Paraguay comparten 1 esclusa de navegación en el río Paraná (esclusa Yacyretá). Esta es la única esclusa de navegación aguas abajo de Itaipu en el sistema de Paraná.
- El Grupo de Trabajo no tiene conocimiento de esclusas de navegación en Venezuela, Surinam, Guyana, Guayana Francesa, Ecuador, Chile, Perú, Uruguay o Bolivia.

Por lo tanto, para considerar cuellos de botella específicos (como pasos rocosos, trabajo temporal de mantenimiento / construcción, ancho máximo de esclusas, si lo hubiera), se recomienda que la autoridad de vías navegables pertinente los identifique y comunique (dado como información y no como un parámetro formal de la clasificación VNI).

Cuadro 10
Nivel Uno - Subclase "Variante b": dimensiones mínimas del canal de navegación
(ancho de navegación y gálibo aéreo)

Subclase b	Ancho mínimo de la navegación	Gálibo aéreo (altura debajo del puente)	Información ^(a) : Cuellos de botella como ancho de esclusa, pasos rocosos, otros
B7	> 100 m	> 15 m	
B6	100 m	15 m	
B5	80 m	12 m	Ejemplo En el km 500; Exclusa de 12 m de ancho
B4	60 m	9 m	
B3	50 m	7 m	
B2	40 m	5 m	
B1	30 m	3 m	
B0	< 30 m	< 3 m	

Fuente: Los autores.

^a Información opcional sobre cuellos de botella, trabajos de mantenimiento, (no considerado como parámetro de clase).

Como se explicó anteriormente, esta "Variante b" es opcional. Puede o no usarse (o usarse solo parcialmente). Por ejemplo, Brasil considera que la "variante a" (con el ancho máximo permitido de convoyes) es suficiente y que la "variante b" es redundante. Por lo tanto, Brasil puede no considerar / utilizar el ancho del canal de navegación en la "Variante b", sino solo el gálibo aéreo (ver cuadro 10).

Sin embargo, en el futuro, si las vías fluviales de S.A contienen más esclusas, sería posible agregar una nueva columna en el cuadro 10 sobre el ancho de la esclusa. El ancho máximo de la barcaza, utilizado en los convoyes debe ser compatible con el ancho de la esclusa, incluso si el ancho del convoy puede ser mayor que el ancho de la esclusa (ya que el desmantelamiento del convoy siempre es posible).

La "variante a" y la "variante b" son opcionales, pero se recomiendan ya que brindan información adicional útil para los usuarios de las vías navegables.

Como se hizo para la profundidad disponible en la vía navegable, que debe estar asociada con una probabilidad de ocurrencia (típicamente 90%), el gálibo aéreo también debe estar asociado con una probabilidad de ocurrencia ya que está limitado por el período de inundación (que tiene su propia probabilidad de ocurrencia).

Las probabilidades de ocurrencia (profundidad disponible (para nivel de aguas bajas), gálibo aéreo (para nivel de aguas altas) deben, por lo tanto, ser mencionadas como referencia por la autoridad de vías navegables cuando seleccionen la clase y las dimensiones asociadas.

C. Conclusión para el nivel uno

El sistema de clasificación propuesto de Nivel Uno (TIER ONE) es: **T₁ [R; A (W, L); B (t)]**.

Este ranking (nomenclatura) se compone de una clase principal y 2 subclases (variantes):

- T₁: significa Nivel Uno
- R: clasificación de la **profundidad de la vía navegable** que varía de I a VIII (número romano), (cuadro 7) y las dos subclases:
- A (W, L): Subclase "Variante a", clasificando las dimensiones del convoy (ancho y largo) con: el ancho W del convoy (cuadros 8 y 9) el largo L del convoy.
- B(t): Subclase "Variante b" con (t), un número que clasifica el ancho mínimo del **canal de navegación y el gálibo aéreo máximo permitido** (cuadros 10).

Como ejemplos:

T₁ [II; A_{12/80; B₂]], para una VNI pequeña}

T₁ [V; A_{20/160; B₄]], para una VNI mediana}

T₁ [VII; A_{32/250; B₆]], para una VNI grande}

La clasificación principal viene dada por el primer elemento (R), que varía del I al VIII. Entonces, en resumen, podemos hablar de un río de Clase II, Clase V o Clase VII (como ejemplos).

Pero si se necesitan más detalles, las autoridades de vías navegables pueden utilizar la nomenclatura completa, incluidas las subclases: "Variante a" y/o "Variante b", para obtener: T₁ [R; A(W,L); B (t)].

V. Nivel dos – nivel de servicio

El grupo de trabajo propuso cuadro 11 para el Nivel Dos con el fin de asociar un nivel de servicio con las clases.

PIANC ha destacado que la clasificación de Nivel Dos debe ajustarse a la clasificación definida en las directrices del documento PIANC RIS GT125 (2019). Por lo tanto, se propone el cuadro 10, utilizando la misma clasificación, desde A (nivel de servicio más completo) hasta G, el nivel más bajo, y X (ningún servicio).

Cuadro 11
Nivel dos: matriz de clasificación del nivel de servicios de la vía navegable
(basado en PIANC GT 125 – RIS, 2020)

Grupo de trabajo Clase de NIVEL II	Avanzado		Intermedio			Básico (1)			Clasificación GT 125 (RIS)
	[ITL] ITL	[TMS] AIS/ERI/NTS	ERI	[TIS] NTS	AIS	IENC	[FIS] Radar/VHF	Physical AtoNs	
	Servicios de información para la logística (Intermodal)	Servicios de gestión del tráfico disponibles en las secciones críticas de la vía (planificadas, implementadas y operadas de acuerdo con las Directrices VTS interiores de la IALA)	Recepción de informes electrónicos de travesía y carga facilitados por la autoridad de la vía navegable	Proporcionar avisos a los patrones en caso de desviación de la situación normal de la vía navegable (FTM)	Bases AIS terrestres habilitadas en la vía navegable	Servicios de información de las vías habilitados. IENC proporcionado por las autoridades de la vía ^(a)	Navegación 24/7 (transporte nocturno seguro). Navegación habilitada con radar a bordo y/o comunicaciones VHF	Ayudas a la navegación físicas y señales de tráfico disponibles	
T2/A	X	X	X	X	X	X	X	X	A
T2/B		X	X	X	X	X	X	X	B
T2/C			X	X	X	X	X	X	C
T2/D			Uno de los tres			X	X	X	D
T2/E						X	X	X	E
T2/F							X	X	F
T2/G							Uno de los dos		G
T2/X							Ninguno de los tres		X

Fuente: Los autores.

^a Para evitar la confusión entre las actividades básicas de mantenimiento de vías navegables (AtoN) y la información relacionada con la vía navegable para los usuarios (columna IENC), es importante indicar que las siguientes actividades son servicios prerequisites:

- Levantamiento del cauce del río (batimetría),
- Implementación y control de equipos de medición de nivel de agua;
- Señalización de la vía (señales y marcas flotantes y terrestres - incluidas en Ayudas a la navegación - AtoNs).

La atribución de los 3 servicios básicos (ver Cuadro) supone que la red hidrométrica de equipos de medición de nivel de agua sea integral en los tramos fluviales o de la cuenca, que se controlen y mantengan las ayudas físicas y que la batimetría se actualice periódicamente (significa: acorde a la morfología del río, transporte de sedimentos...).

En conclusión, el sistema de Ranking para El Nivel Dos - T2 / m - está compuesto por:

- T2, que debe leerse como "Nivel dos" y
- Un número de clasificación (m) que varía de m = A (nivel de servicio más alto) a m = G (servicio muy bajo) y m = X (sin servicio)

VI. Nivel tres – régimen de regulación y gestión de las vías interiores

Los cinco objetivos del Nivel III (Nivel Tres) sobre el **régimen regulatorio y de manejo de las VNI** se dan en el cuadro 12.

En el Nivel III, en lugar de criterios técnicos, se ofrecen pautas para evaluar los avances o desafíos en el abordaje de los **temas de sostenibilidad en la gestión de las vías fluviales**.

Complementando el Nivel I y Nivel II, el Nivel III ofrece la posibilidad de evaluar la exhaustividad del **régimen regulatorio y de gestión** en términos de la gestión sostenible de las vías fluviales, es decir, una consideración equilibrada de las dimensiones económica, social, ambiental e institucional.

Inicialmente, el grupo de trabajo planeó proponer un sistema de clasificación para Nivel III (como se hizo para los Niveles I y II) pero se llegó a la conclusión de que en 2020:

- El Nivel III no está maduro para ser implementado directamente en una clasificación de VNI en América del Sur. Por lo tanto, debería seguir siendo intencionadamente general;
- El Nivel III es más específico para la autoridad de VNI que administra las vías fluviales que para la propia vía fluvial;
- Es difícil clasificar estos 5 criterios. Todos son importantes.
- Satisfacer 2 o 3 criterios sobre 5, no proporciona ninguna información sobre estos criterios satisfactorios. Por lo tanto, el número de criterios satisfechos (0 a 5) no puede considerarse discriminatorio.

En consecuencia, en 2020, el grupo de trabajo propone mantener el Nivel III como se muestra en el cuadro 12 y no propone una clasificación formal. El Nivel III se mantiene como "información" que cada autoridad de VNI debe divulgar junto con el Nivel I y el Nivel II, pero como información y no como parte de la Clasificación de VNI.

Cuadro 12
Nivel III-Régimen regulatorio y de gestión del VNI en América Latina

Nivel Tres (III): Régimen regulatorio y de gestión del VNI				
Integración regional	Aspectos ambientales	Dimensión social	Dimensión económica y financiera	Dimensión institucional

Fuente: Los autores.

Se propone que cada autoridad de VNI presente su estrategia / plan sobre los 5 criterios (Cuadro 12), que son **Integración regional**: Uso de estándares regionales y / o internacionales como parte del régimen regulatorio para un enfoque de cuenca hidrográfica. El término "regional" debe entenderse como un significado supranacional / continental, y no como parte de un país.

Es importante garantizar la consistencia de las dimensiones de las vías navegables (tamaños de buques, tamaños de esclusas, etc.) dentro de un contexto internacional. Sin embargo, solo unas pocas vías fluviales en América del Sur tienen una conexión internacional (pero al mismo tiempo algunas de estas son muy importantes, como el Amazonas, Paraná y Orinoco) a una red / sistema de vías fluviales interiores más grande.

Esto es especialmente cierto cuando se investiga el conjunto actual de esclusas de navegación, donde muy pocas esclusas están asociadas con un sistema interior que tiene alguna conexión internacional.

La realidad sudamericana es muy diferente a la europea, donde las vías navegables son un sistema internacional integrado. En cambio, la realidad de América del Sur es mucho más similar a la realidad de Estados Unidos, donde la mayoría de las redes de vías navegables interiores no tienen conexiones con otras vías navegables interiores internacionales.

Sin embargo, las vías fluviales no se detienen en las fronteras. Por lo tanto, las políticas de transporte de VNI sudamericanas deben estar lo más integradas y unificadas posible, los planes de inversión deben ser coordinados, etc. Por lo tanto, un desarrollo económico sostenible en América del Sur requiere la colaboración entre estados para tener una integración regional del transporte de VNI en América del Sur.

Aspectos ambientales: Existencia de reglas y prácticas relacionadas con las implicancias ambientales del desarrollo de la vía fluvial. Existencia de reglas y prácticas relacionadas con las cuestiones ambientales del desarrollo de la vía fluvial.

La navegación interior contribuye a que el transporte sea más sostenible desde el punto de vista medioambiental, especialmente cuando sustituye al transporte por carretera. Sin embargo, también puede tener una influencia significativa en los ecosistemas fluviales, poniendo en peligro los objetivos de los instrumentos legales que rigen la integridad ecológica fluvial.

Los grandes sistemas fluviales son de hecho ecosistemas dinámicos, multidimensionales y muy complejos y, por tanto, son mucho más que simples redes de canales longitudinales. Comprender su alta complejidad ecológica en el contexto del desarrollo de las vías fluviales requiere observaciones y gestión integrales a gran escala, junto con procesos multidisciplinarios de planificación y toma de decisiones.

Se debe establecer un marco de reglas, directrices y prácticas a nivel de país (o mejor, grupo de países) para asegurar que las actividades relacionadas con el desarrollo, operación y mantenimiento de vías navegables interiores sean compatibles con la política ambiental en general y la legislación de naturaleza en particular.

Este marco podría incluir:

- Inventario, cartografía y seguimiento de paisajes fluviales naturales o ecológicamente de alto valor protegidos / conservados, hábitats fluviales (como riberas), secciones de ríos y poblaciones acuáticas, relacionados con el transporte por vías navegables interiores;
- Prescripciones para la prevención de la contaminación: contaminación operativa como residuos, gases de escape generados por embarcaciones y contaminación accidental (transporte de mercancías peligrosas);
- Reglas para asegurar la continuidad ecológica a lo largo de la vía fluvial (migración de peces, transporte de sedimentos), en presencia de presas;
- Directrices para coordinar los objetivos de navegación con la gestión del agua y los requisitos ambientales del mantenimiento de las vías navegables, en particular el dragado;
- Reglas para realizar evaluaciones ambientales antes de la toma de decisiones, con respecto a nuevos proyectos de infraestructura de vías navegables y principales proyectos de mantenimiento.
- Para nuevos proyectos de infraestructura: principios de planificación comunes que conducen a soluciones aceptables para la integridad ecológica y la navegación, como "Working with Nature Principles" publicado por PIANC (www.pianc.org/working-with-nature), que se centra en lograr los objetivos del proyecto en un contexto de ecosistema en lugar de evaluar las consecuencias de un diseño de proyecto predefinido, y en la identificación de soluciones beneficiosas para todos en lugar de simplemente minimizar el daño ecológico.

Dimensión social: Existencia de reglas y prácticas que se ocupan de las implicaciones sociales del desarrollo de la vía fluvial.

En el desarrollo de las vías fluviales, la sociedad puede verse afectada de muchas formas.

En el caso de desarrollar la red mediante la ampliación de una vía fluvial en sí, los propietarios o habitantes de la tierra a lo largo de esa vía fluvial pueden perderla (total o parcialmente) y tener que desplazarse. Lo mismo ocurre con la construcción de presas y esclusas necesarias. En diferentes partes del mundo, la protección legal de los habitantes hacia esas obras de infraestructura varía.

En muchos países europeos, algunos proyectos se ejecutan en el marco de dar más espacio a los ríos para reducir el riesgo de inundaciones ("Espacio para el río"). Demostró que el apoyo público a las decisiones de infraestructura puede fortalecerse involucrando a la gente en una etapa temprana, brindándoles oportunidades para aportar sus propias ideas y deseos. Para este proyecto, se establecieron y financiaron objetivos adicionales, como la valorización de la naturaleza y la recreación.

El desarrollo de la red de vías navegables también podría brindar oportunidades para un mayor transporte de mercancías y / o pasajeros por agua y, como resultado, para más empleo. Especialmente en el caso de vías fluviales más pequeñas que conducen a áreas remotas, el efecto sobre los grupos de personas que están aisladas o tienen menos accesibilidad a medios de transporte al usar la vía fluvial, puede mitigarse construyendo un puente o instalando un ferry.

Otro aspecto social es el acceso público a la vía navegable para actividades de navegación, que a menudo es una demanda para otorgar subsidios para el desarrollo de vías navegables o infraestructura, como muelles.

Además, los grupos de trabajo de PIANC GT139 y PIANC GT203 determinaron los parámetros de las vías navegables interiores y los evaluaron en términos de proporcionar beneficios a las personas y la sociedad.

Dimensión económica y financiera: Existencia de planes de inversión y esquemas de financiamiento para el desarrollo de la vía fluvial y selección de las dimensiones adecuadas del cauce en función del Potencial Fluvial.

La determinación de las dimensiones adecuadas del canal (anchos, profundidades y alineación) para una vía fluvial específica, así como el nivel de servicio y otros factores, debe ser realizada por las instituciones con base en un estudio de factibilidad técnica, económica, ambiental y social. Las dimensiones seleccionadas de una vía fluvial se basan en maximizar la relación beneficio-costos entre varios planes de desarrollo de vías fluviales potenciales. Los beneficios económicos netos de aumentar las profundidades a través de medidas como el dragado, las estructuras fluviales, la excavación de rocas o los canales deberían compensar los costos adicionales asociados con las medidas. Se deben considerar y analizar varias barcazas-convoyes y dimensiones de canales para determinar qué dimensiones proporcionan la máxima relación beneficio-costos. Además de estos análisis económicos, los beneficios e impactos ambientales y sociales deben compararse en un proceso de toma de decisiones de múltiples criterios.

Estos análisis económicos, ambientales y sociales son necesarios dentro de un proceso de planificación definido. El "Proceso de planificación de seis pasos" es un proceso de planificación sólido que se utiliza en todo el mundo para varios proyectos de infraestructura de transporte, incluidos proyectos de diseño y desarrollo de vías fluviales. El proceso de planificación es muy importante para seleccionar una alternativa preferida o recomendada para un tramo de vía fluvial (tramo).

El "proceso de planificación de seis pasos" consta de:

- i) Especificar problemas y oportunidades.
- ii) Condiciones de inventario y previsión.
- iii) Formular planes alternativos.
- iv) Evaluar los impactos de los planes alternativos.
- v) Comparar planes alternativos.
- vi) Identificar un plan recomendado.

Paso 1: Especificar problemas y oportunidades

En el Paso 1, los administradores de las vías navegables identifican los problemas que existen y las oportunidades de solución. Además, se identifican los objetivos y las limitaciones de los estudios de planificación de las vías navegables.

Paso 2: Condiciones de inventario y previsión

En el Paso 2, se recopilan datos para inventariar las condiciones existentes y pronosticar las condiciones futuras de las vías fluviales. Tanto las condiciones existentes como las proyectadas analizadas en este paso consisten en las condiciones físicas de la vía fluvial, demandas económicas, condiciones ambientales y sociales, operativas e institucionales, entre otras.

Paso 3: Formular planes alternativos

En el Paso 3, se identifican las medidas factibles para abordar un problema específico. Estas medidas pueden consistir en mejoras físicas de vías fluviales en diversas dimensiones, medidas institucionales, medidas regulatorias u otras para ser analizadas dentro del contexto del sistema de clasificación de VNI. Las diversas medidas se combinan en varios planes alternativos que se considerarán para su evaluación dentro del estudio de factibilidad económica, ambiental y social (ver PIANC GT139 y PIANC GT203 de PIANC).

Paso 4: Evaluar los impactos de los planes alternativos

En este paso, los planes alternativos desarrollados en el Paso 3 se evalúan en función de varias métricas. La evaluación puede incluir estimaciones de costos para implementar las medidas, costos de mantenimiento, beneficios económicos obtenidos mediante la implementación de la alternativa, relación costo-beneficio general, beneficios e impactos ambientales, beneficios e impactos sociales, entre muchas otras métricas. Estas métricas deben ser definidas por las instituciones que realizan los estudios de planificación y viabilidad. Las alternativas también se seleccionan y evalúan para el éxito del proyecto (lograr el resultado deseado), pero también para una variedad de otros parámetros como el costo, la integridad, la confiabilidad, entre otros parámetros.

Paso 5: Comparar planes alternativos

Con los criterios de evaluación completados en el Paso 4, cada alternativa se compara entre sí en función de las métricas identificadas en los pasos anteriores (analizar si la alternativa logra los objetivos del proyecto, maximiza la relación beneficio-costos, minimiza los impactos ambientales, es socialmente aceptable, proporciona confiabilidad, entre otros parámetros).

Paso 6: Identifique un plan recomendado

En el último paso, se identifica una alternativa recomendada. Los pesos de las métricas dentro del contexto de un proceso de toma de decisiones de criterios múltiples determinan qué plan proporciona los mejores valores económicos, ambientales y sociales.

Estos estudios de planificación pueden ayudar a optimizar las dimensiones físicas de un canal de vía fluvial o las dimensiones de futuras esclusas. Este proceso también puede ayudar a priorizar las inversiones en mantenimiento o modernización de vías fluviales y esclusas existentes. El Sistema de Clasificación de Vías Navegables de América del Sur es, por tanto, una herramienta que se puede utilizar tanto para analizar las condiciones existentes de una vía navegable como para comunicar las condiciones futuras sobre la base de estudios de viabilidad y planificación en curso.

Dimensión institucional: Existencia de instituciones especializadas a cargo del desarrollo de la hidrovía y una división efectiva de responsabilidades y mecanismos de coordinación.

El criterio de la dimensión institucional está asociado a la existencia de autoridades, organismos o instituciones públicas y privadas, que se encargan de la gestión de la vía navegable pero también de los temas navegables más allá del ámbito de la navegación y de mecanismos de cooperación o coordinación, con el fin de para asegurar un desarrollo integral de la vía fluvial considerando todos los criterios del Nivel III.

Las responsabilidades organizativas pueden variar de un país a otro. En este punto, se supone que en todos los países de América del Sur las competencias para la gestión de las vías fluviales están dedicadas a las autoridades gubernamentales. Al hacerlo, estas autoridades cumplen los criterios de los Niveles I y II de este informe.

Sin embargo, las vías navegables interiores, en particular los ríos, son más que simples canales de navegación. Tienen funciones adicionales, por ejemplo, la gestión del agua con el fin de suministrar agua potable e industrial y agua para riego, control de inundaciones, energía hidroeléctrica, funciones ecológicas o como elemento del desarrollo de la tierra y la ciudad (PIANC GT139). Las funciones de las vías navegables mencionadas se describen en los criterios del Nivel III, principalmente en los criterios de integración supranacional (al menos suprarregional), aspectos ambientales y dimensión social, que habitualmente no son competencia de las autoridades de las vías navegables.

Estas competencias para los criterios de Nivel III, como se menciona en el cuadro 12, generalmente están bajo la responsabilidad de varias autoridades gubernamentales, incluidos los gobiernos federales, regionales o locales, así como otras instituciones, por ejemplo, las privadas como fideicomisos, empresas o congregaciones. Además, los organismos industriales o comerciales, los organismos de los parques nacionales, las organizaciones medioambientales y otras organizaciones no gubernamentales, la sociedad civil y el público en general tienen demandas sobre cómo desarrollar la vía fluvial. Entonces, la dimensión institucional concierne al equilibrio de diversos intereses, que están representados por el gobierno, por el público y por la industria privada.

Los cinco criterios del Nivel III no son parámetros completamente independientes, pero están vinculados de muchas formas. Los efectos mutuos pueden fortalecerse entre sí, pero también pueden inducir efectos debilitantes. Por lo tanto, es una situación compleja que requiere reglas o rutinas regulatorias o de gestión que pueden ser:

- **Leyes**, promulgadas por el parlamento / gobierno, que regulen claramente las competencias gubernamentales, los principios de cooperación entre los diferentes órganos gubernamentales y los principios de participación de las organizaciones no gubernamentales. y la responsabilidad de la sociedad civil (participación pública);
- **Legislación gubernamental**, dictaminando, por ejemplo:
 - La protección y desarrollo de áreas urbanizadas existentes como ciudades y pueblos,
 - Temas ecológicos como la protección de santuarios de vida silvestre, de cuerpos de agua o de monumentos naturales y artificiales,

Contratos o convenios entre organismos gubernamentales, por ejemplo, entre federales y regionales, convenios con otros organismos públicos o privados y concesiones para empresas, definiendo en cada caso objetivos comunes y conteniendo normas de gestión, cooperación y participación mutua.

- **Normativa** de transparencia

El principio es que cada organismo gubernamental o cada organización actúa en el marco de las responsabilidades que le son dedicadas. Sin embargo, se necesita la cooperación mutua y la coordinación de todos los temas de gestión de las vías navegables. Habilitar este requisito por ley lo hace obligatorio. Hacerlo al llegar a acuerdos mutuos, permite identificar los compromisos de las partes involucradas. Ambos caminos serán necesarios.

Cuando un sistema de vías navegables o fluviales llega a más de dos países, la división de responsabilidades y la necesidad de cooperación y coordinación son, por supuesto, las mismas, pero a nivel internacional.

VII. Contribuciones técnicas

En este capítulo se proporcionan contribuciones técnicas en relación con la clasificación de los ríos en América del Sur. Estas contribuciones no describen la metodología de la clasificación propuesta (Capítulos 4, 5 y 6), pero brindan antecedentes técnicos y aclaraciones para comprender mejor la forma de utilizar y comprender la clasificación de VNI propuesta.

Estas contribuciones se refieren a:

- 9.1 Definición de tramos y sus longitudes.
- 9.2 Fiabilidad de las vías navegables (profundidad del agua, ...)
- 9.3 Definición de un plano de referencia de bajamar (LWRP)
- 9.4 Responsabilidad con respecto a la clasificación
- 9.5 Cómo utilizar la clasificación de VNI para inversiones y planificación (tráfico)
- 9.6 Parámetros que influyen en la navegabilidad y la clasificación de una vía navegable
- 9.7 Excepciones a la clasificación de VNI asignada en un tramo de río
- 9.8 Tramos de ríos que requieren clasificaciones específicas

A. Definición de tramos y sus longitudes

No se pueden proporcionar reglas claras para la definición de tramos fluviales, ya que cada río y cada sistema fluvial es diferente. Sin embargo, a continuación, se describen algunas pautas generales y ejemplos.

Es importante definir prácticamente los límites de un tramo donde se aplica una clasificación específica. Muchas vías navegables interiores en América del Sur tienen un tráfico comercial significativo, pero a menudo hay grandes distancias entre la infraestructura comercial, incluidos

puertos, terminales, instalaciones de almacenamiento, lugares de amarre o ubicaciones de transferencia multimodal. Las limitaciones de accesos y puertos multimodales dan como resultado pocas ubicaciones geográficas para la inserción de nuevos productos en el sistema de navegación interior. Esto conduce a tramos largos en los que un solo cuello de botella o característica geomórfica puede afectar la capacidad de un navegante de cargar completamente un remolque o puede limitar el tamaño de la configuración de una barcaza.

Aquí hay dos ejemplos para entender por qué un río debe dividirse en tramos (tramos).

- i) En Brasil, el río Madeira tiene numerosas terminales comerciales en Porto Velho, Rondônia; sin embargo, las próximas terminales aguas abajo están ubicadas en Itacoatiara, Amazonas aproximadamente a 1.080 km aguas abajo. Aunque la mayor parte del río Madeira es muy profundo y ancho, durante la temporada de bajo nivel de agua hay un número limitado de lugares donde los bancos de arena o afloramientos rocosos limitan el calado de navegación y estos pocos lugares pueden determinar el número de barcazas que se pueden transportar con seguridad. en un solo remolque y el calado que pueden cargar las barcazas. Situaciones como estas pueden reducir la capacidad total de un remolque o convoy, así como la clasificación potencial de un gran tramo de vía fluvial.
- ii) Dentro del río Tapajós en Brasil hay dos importantes regiones con terminales portuarias. Estas áreas incluyen las ciudades gemelas de Itaituba / Miritituba y Santarém, Pará. Itaituba y Miritituba están en lados opuestos del río Tapajós aproximadamente 270 km aguas arriba de Santarém. Actualmente, los productos agrícolas se transportan a Itaituba y Miritituba en camión a lo largo de la carretera brasileña BR-163, se transfieren a barcazas agrícolas de poco calado y se envían río abajo a Santarém y otros puertos del río Amazonas. Entre Itaituba / Miritituba y Santarém no existen terminales comerciales adicionales, por lo que el sistema de clasificación entre estos dos hubs debe ser consistente, aunque existen condiciones morfológicas drásticamente diferentes del río Tapajós en este tramo. Los 100 km superiores del canal de navegación del río Tapajós consisten en un río de aproximadamente 1-2 km de ancho con profundidades de hasta 3 m durante la temporada de aguas bajas. Los 170 km inferiores del río Tapajós consisten en una característica de lago natural que tiene 15-20 km de ancho y profundidad, donde prácticamente no hay limitaciones para los calados de navegación interior. Dado que cada viaje debe transitar ambos tipos de condiciones, el tramo más limitante (los 100 km superiores) define en última instancia la clasificación adecuada que se aplica al río Tapajós. A medida que el desarrollo continúa y se construyen terminales de acceso adicionales en los ríos de América del Sur, los tramos definidos pueden dividirse en segmentos más pequeños con condiciones más restrictivas a medida que la navegación continúa a través de distintas condiciones limitantes.

En conclusión, grupo de trabajo propone la siguiente definición de **tramo** y **longitud de tramo**.

Como generalmente no es posible clasificar un río en una clase por su longitud total sin subestimar la clase para partes considerables del río, **se recomienda dividir la longitud del río en una serie de secciones más cortas llamadas tramos**.

Estos **tramos** se clasifican para permitir una clasificación más precisa del río, ya que la clase puede actualizarse siguiendo el desarrollo de los canales navegables a lo largo de su curso.

Un **tramo** debe tener globalmente las mismas dimensiones (profundidad del agua, ancho navegable).

Además, un tramo debe representar una parte significativa del río. Muchos tramos cortos en un sistema fluvial no son prácticos ya que el transporte por agua generalmente cubre grandes distancias.

Como ejemplos, los siguientes puntos característicos se pueden utilizar como punto final o punto de partida de un tramo de río:

- una confluencia con un afluente;
- un cambio natural en las características del río, como un alféizar natural o el estrechamiento de un canal;
- una esclusa (u otra estructura hecha por el hombre) que restringe las dimensiones del barco;
- un puerto, si el puerto corresponde a un punto donde cambian las configuraciones y características del río y / o donde cambia el tráfico (tipos de embarcaciones).

B. Fiabilidad de la vía fluvial (profundidad)

Las vías fluviales comerciales en América del Sur generalmente utilizan ríos naturales. Estos sistemas tienen ciclos y tendencias hidrológicas naturales, a diferencia de muchas de las vías fluviales canalizadas o administradas que se encuentran en otras partes del mundo. Además, las vías fluviales de América del Sur suelen tener temporadas de aguas bajas (y altas), muchas de las cuales son relativamente predecibles. En consecuencia, los navegantes y pilotos comerciales de estas vías navegables también están sujetos a estas condiciones hidrológicas naturales. Por lo tanto, la confiabilidad de la vía fluvial es función de la hidrología dada del sistema.

El calado de diseño del canal de navegación y la confiabilidad son dos caras de la misma moneda. Una vía fluvial podría definirse con un alto nivel de confiabilidad, pero esto estaría asociado con un pequeño calado. Alternativamente, se podría definir un mayor calado para las condiciones de la vía fluvial, pero no podría asegurar ese calado con tanta frecuencia. Por ejemplo, el río Madeira en Brasil actualmente puede asegurar un calado de 3,5 metros aproximadamente el 85% del año (o, en promedio, aproximadamente 310 días al año). Sin embargo, el río Madeira también podría clasificarse como un canal de 2,0 metros de profundidad durante el 99% del año (según condiciones medias).

Por lo tanto, especificar una sola profundidad para un río sin comunicar también la confiabilidad de esa profundidad excluye información importante que podría usarse en la toma de decisiones y las inversiones.

Una definición práctica de la confiabilidad de una vía fluvial se basa en el número promedio de días dentro de un año en los que un convoy de barcasas de diseño (largo x ancho x calado) puede navegar de manera segura. Por supuesto, existen muchas condiciones o restricciones que pueden impedir que un navegante pueda navegar con seguridad por un tramo. Una restricción obvia es el nivel bajo de agua, cuando un calado deseable o de "diseño" es limitado, lo que conduce a una carga ligera de las barcasas o una restricción total de la navegación. Sin embargo, otros factores pueden llevar a restricciones a la navegación segura para el convoy de diseño, incluidas altas corrientes longitudinales, altas corrientes transversales, gálibos aéreos durante pleamar, curvas de ríos y sinuosidad durante bajamar, rocas expuestas, esclusas inundadas, entre otros. Para la mayoría de las vías navegables interiores, el viento o las olas generalmente no son un factor limitante para la confiabilidad de la navegación.

En América del Sur, las condiciones de aguas bajas son a menudo el factor más importante que reduce la confiabilidad de las vías fluviales comercialmente viables. Cada clase de río dentro del Sistema de Clasificación de VNI de América del Sur tiene una profundidad de canal asociada, pero el nivel o plano de referencia (ver Sección II.C) para medir esta profundidad debe definirse consistentemente en todos los países de la SA o al menos para cada cuenca hidrográfica.

Procedimiento del grupo de trabajo para integrar la FIABILIDAD en el Sistema de Clasificación de VNI de Sudamérica

Paso 1: Defina un convoy de diseño, un buque de diseño o un remolque de diseño. Este buque de diseño deberá incluir las dimensiones de manga (ancho), largo y calado.

Paso 2: Seleccione un nivel constante de confiabilidad y determine el Plano de referencia de aguas bajas (LWRP) asociado con ese nivel de confiabilidad (consulte la Sección II.C).

Luego compare la profundidad del agua con el calado de navegación de la embarcación de diseño utilizado en el sistema de clasificación. Por ejemplo, *"Los ríos que utilizan el sistema de clasificación pueden adoptar un plano de referencia de bajamar que supere (por ejemplo) el 90%² del año (según estudios hidrológicos). Esto corresponde a un canal de navegación que es menos profundo que el plano de referencia de bajamar aproximadamente 36 días por año (en promedio)".*

Paso 3: Además de la confiabilidad calculada en base a los calados disponibles para la navegación, se pueden estimar reducciones adicionales en la confiabilidad asociadas con las corrientes (corrientes longitudinales o cruzadas), espacios libres de puentes u otros problemas para cada tramo de vía fluvial.

Paso 4: Evalúe y valide la "Confiabilidad total" (incluidas todas las incertidumbres / limitaciones; consulte la lista anterior), que no debe exceder un valor dado. *"Por ejemplo, la confiabilidad total basada en los calados disponibles para la navegación más todas las demás restricciones de confiabilidad mantendrá una confiabilidad total mínima del 85%] basado en un año hidrológico promedio. En otras palabras, durante un año promedio, las condiciones de navegación respaldarán al buque de diseño de manera segura el 85% del año (310 días / año). Los días restantes requerirían una carga ligera de la embarcación, embarcaciones más pequeñas o remolques, o restricciones completas a la navegación comercial. Si no se puede mantener la confiabilidad total seleccionada, entonces el calado disponible para la navegación en el Paso 2 debe reducirse".*

C. Plano de referencia de aguas bajas (LWRP)

Para realizar estudios de factibilidad económica en las vías fluviales de América del Sur e investigar si un canal con la profundidad requerida (según la clase de río) podría justificarse en función de la demanda económica, se requiere que estos estudios utilicen un nivel de referencia consistente para definir la confiabilidad de esta profundidad.

Por ejemplo, la Armada de Brasil ha definido un dato para la publicación de cartas de navegación de las vías navegables interiores, definido como la etapa superada durante el 90% del período histórico. Esta referencia proporciona una base suficiente para las cartas de navegación, ya que los navegantes que leen la carta pueden adaptarse a los cambios de etapa del río utilizando medidores locales. Idealmente, la elección de un datum de referencia, y por lo tanto la profundidad del canal, para un diseño de canal de navegación debería brindar el mejor beneficio general para la economía dado el costo de un proyecto de canal, pero este marco requiere datos económicos y experiencia para evaluar. Una metodología alternativa sería definir una profundidad de canal que proporcione un nivel deseado de confiabilidad de navegación, si se conoce.

En otras regiones del mundo, las profundidades de los canales de navegación utilizan una variedad de planos de referencia de bajamar (LWRP). Como ejemplo, los canales de navegación construidos por el USACE en el río Mississippi, el río Colombia, el río Arkansas y el canal de Panamá, definen la profundidad del canal en términos de diferentes datums de referencia. Estos datums incluyen

² Valores dados como sugerencias, pero deben ser consistentes entre los países de América del Sur.

definiciones basadas en excedentes estadísticos históricos, una sola sequía histórica, áreas de baja operación, entre otros y se muestran en el cuadro 13.

Cuadro 13
Datos de navegación para proyectos seleccionados de USACE

Proyecto USACE	Nombre del Datum (Tipo)	Definición del Datum
Río Mississippi	Plano de referencia de agua baja (estadístico)	97% de excedencia durante un período continuo de 50 años
Río Colombia	Colombia River Datum (histórico)	Perfil de aguas bajas durante un evento de río extremadamente bajo el 2 de noviembre de 1911
Río Arkansas	Niveles de (18) piscinas de esclusas locales (geodésicas)	NAVD88 (nivel medio del mar de 1985 en Rimouski, Quebec)
Canal de Panamá	Dato de nivel preciso (marea / geodésico)	Originalmente 0,06 m por debajo del nivel medio del mar en el Océano Atlántico, ahora fijado geodésicamente
Todos los canales costeros federales de EE. UU.	Promedio de las bajamares mínimas (marea)	Promedio de la más baja de las dos mareas bajas diarias, durante una época de referencia de mareas nacional de 19 años

Fuente: Los autores.

Como otro ejemplo, el río Rin utiliza un plano de referencia llamado Nivel de agua bajo acordado, que está acordado internacionalmente en la Comisión Central de Navegación del Rin (CCNR). Este nivel de agua está por debajo de 20 días al año. Se midió por primera vez durante el período 1839-1848 y se actualizó cada 10 años.

Con este nivel, la navegación en la parte holandesa es posible con 2,80 m de calado. A un nivel de agua más alto, los patrones simplemente disponen de calados mayores. Los niveles reales del agua se publican todos los días y los patrones deben informarse.

No recomendamos diferentes planos de referencia, ya que esto conduce innecesariamente a diferentes cartas de navegación. Esto también requeriría un trabajo adicional para mantener actualizados esos gráficos adicionales, especialmente en casos de morfología de río dinámica.

D. Responsabilidad con respecto a la clasificación

Este párrafo se relaciona con el Nivel Uno, refiriéndose directamente a la clase y subclase de vías navegables "Variante a" e, indirectamente, a la subclase "Variante b".

La profundidad del agua (con referencia a un plano de referencia de bajamar definido) y las dimensiones horizontales del canal influyen directamente en el calado admisible y las dimensiones máximas del buque / convoy. De hecho, hay dos enfoques que comparten de manera diferente las responsabilidades entre la autoridad de navegación y el propietario del barco (o el piloto).

Enfoque 1: La autoridad de vías navegables asume toda la responsabilidad

La autoridad **garantiza** la profundidad del agua y el ancho del canal. Esto significa que la autoridad es responsable de asegurarse de que la profundidad y el ancho garantizados estén disponibles en cualquier momento (o con el nivel de confiabilidad especificado). Eso también significa que, en casos de daños a las embarcaciones causados por condiciones del canal inferiores a las garantizadas, la autoridad podría ser considerada económicamente responsable.

Por otro lado, el navegante no tiene la posibilidad de exceder las dimensiones verticales y horizontales permitidas de embarcación o convoy y podría ser sancionado (multas) en caso de infracción. Además, en caso de cualquier daño, causado por calado o manga no permitidos, él es completamente responsable de todos los daños.

La ventaja de este enfoque podría ser un alto nivel de seguridad para el tráfico.

La desventaja es que no existe flexibilidad en cuanto a optimizar el volumen de carga, según las diferentes (o cambiantes) condiciones de navegación durante la ruta de transporte.

Enfoque 2: Responsabilidad compartida entre la autoridad y el navegador

La autoridad **informa** la profundidad del agua disponible y el ancho del canal. En este caso, el navegante navega bajo su propia responsabilidad. Se le permite decidir la cantidad de carga que pretende transportar y el número de barcasas de su convoy (esto significa también las dimensiones de su convoy). Al hacerlo, decide las dimensiones verticales y horizontales del convoy, basándose en sus propios conocimientos y experiencias sobre las condiciones del río y teniendo en cuenta la información de navegación que obtiene de la autoridad de vías navegables sobre los niveles de agua y las profundidades y anchos de los canales disponibles.

La autoridad mantiene la vía fluvial para proporcionar la profundidad y el ancho disponibles, pero no los garantiza. Sin embargo, la autoridad tiene que actualizar la información del canal con regularidad.

En conclusión, el armador o el piloto tiene la posibilidad de tener mayores calados y convoyes más amplios de acuerdo con la información dada del canal, pero es completamente bajo su propio riesgo.

Este enfoque es más flexible. Le da al armador la oportunidad de optimizar la cantidad de carga según la ruta y las condiciones de navegación que espera.

1. Recomendación

Para las vías navegables de América del Sur, el grupo de trabajo recomienda el Enfoque 2, siempre que ninguna otra asignación o política indique lo contrario, por ejemplo, de los contratos o concesiones.

La autoridad de vías navegables también debe proporcionar regularmente información sobre la profundidad y el ancho reales del canal.

E. Cómo utilizar la clasificación de VNI para inversiones y planificación (tráfico)

Cada proceso de planificación tiene un primer paso en un estudio detallado de la infraestructura existente y las operaciones y servicios ofrecidos. Es relevante saber cuál es la línea de base y luego hacer un informe de la condición de la VNI en un lenguaje común acordado.

La clasificación de VNI ofrece herramientas para identificar la infraestructura de VNI y las condiciones, restricciones e infraestructuras para la navegación, basadas en un lenguaje común. Es relevante para las autoridades de VNI, las partes interesadas y los usuarios conocer con precisión las características de la infraestructura disponible para la navegación y cómo se debe realizar la navegación a través de la red. Eso resulta en lo que se llama "inventario actual para la infraestructura regional de VNI".

Una vez que se tenga conocimiento de la situación actual, los planificadores e inversores se centrarán en las necesidades futuras y si estas necesidades requerirán inversión en infraestructura de VNI y cómo se puede llevar a cabo.

Considerando que se ha estudiado bien la infraestructura existente y se han identificado las necesidades futuras, los planes para el futuro se pueden ver con mayor claridad. Este lenguaje común expresado por una clasificación de VNI acordada no solo sería útil para que cada país de América del Sur muestre y conozca la infraestructura de VNI, sino que también podría aplicarse para la planificación de proyectos de VNI y referencias útiles para proyectos en el futuro.

La expansión de la red de VNI requiere una buena definición de necesidades y objetivos. Una clasificación clara de VNI contribuirá a establecer metas para los proyectos de VNI y la inversión requerida para cada uno.

El lenguaje común ofrecido por una clasificación de VNI consensuada hace posible que diferentes actores se pongan de acuerdo sobre una base similar de términos técnicos, lo que facilita las discusiones. Este inventario de VNI, basado en una clasificación común, ayuda a las autoridades y a los tomadores de decisiones a comprender mejor qué infraestructura tienen y cómo se pueden conectar e integrar los proyectos.

Los proyectos de VNI en una región no se pueden planificar de forma aislada. Las mejoras en una sección especial de un río serían mucho más eficientes si la planificación se lleva a cabo a nivel internacional y con un lenguaje común.

La clasificación de VNI puede ser aplicada y comprendida no solo por los técnicos sino también por las organizaciones internacionales de crédito y desarrolladores.

Los gobiernos nacionales y regionales pueden exponer sus proyectos expresados en el lenguaje común propuesto por esta clasificación y podrían ser fácilmente captados por las partes interesadas.

Los planificadores de transporte que trabajan para proyectos generales de transporte utilizarán la clasificación de VNI para sus propósitos, haciéndoles saber sobre las capacidades de VNI, la composición del tráfico y, en consecuencia, las capacidades de carga.

La planificación de proyectos de VNI basados en una clasificación acordada ayuda a comparar las condiciones actuales de VNI con las deseables alcanzadas por otros países o regiones. Identificar metas deseables establecidas y tener conocimiento de experiencias locales o regionales para las mismas metas clasificadas de VNI facilitaría la planificación de proyectos y financiamiento.

1. La clasificación de VNI contribuirá a una mejor planificación de:

Tráfico: Un conocimiento más claro de la infraestructura existente y planificada, y de las condiciones e instalaciones de navegación, contribuirá a una mejor planificación del tráfico. Los tamaños de los buques, el equipo, las instalaciones y las restricciones, los tiempos de navegación, se predecirán mejor. Por otro lado, el tráfico previsto puede establecer requisitos de categorías de VNI específicas.

Inversión: una vez que se identifican las metas y se expresan en el lenguaje común de la clasificación de VNI, se puede estimar la inversión requerida (a través de un análisis de costo-beneficio social). Las clasificaciones de VNI facilitarán la vinculación de características de VNI similares y comparar los requisitos de inversión.

Ingresos: las mismas consideraciones son válidas para los ingresos. En la medida en que se recopilen experiencias de proyectos similares para categorías de VNI parecidas, se pueden evaluar los ingresos estimados para ciertas condiciones de tráfico y operación. Podría entenderse como una cierta mejora (una mejora en la categoría) contribuirá a más o menos ingresos para el sistema de VNI.

Infraestructura: un idioma regional común conducirá a una mejor comprensión de las tendencias y necesidades regionales. Los tomadores de decisiones identificarán las necesidades y planificarán los desarrollos de infraestructura en un lenguaje similar, estableciendo metas de manera clara y específica.

F. Parámetros que influyen en la navegabilidad y las clasificaciones de una navegable

Se ha identificado (no exhaustivamente) una serie de parámetros fluviales que influyen en la clasificación VNI de un tramo fluvial.

Se pueden clasificar de la siguiente manera:

- Parámetros primarios (referidos al Nivel Uno de la clasificación propuesta): profundidad de la vía navegable y ancho del convoy;
- Parámetros secundarios: estabilidad del canal, densidad de equipos de medición, cantidad de años de levantamientos hidrométricos, frecuencia de monitoreo hidrográfico.

En cuanto a su navegabilidad, los ríos pueden caracterizarse por sus profundidades, velocidades, anchos y las características de sus meandros. Esta afirmación asume que las dimensiones geométricas del canal son estables y, por tanto, que el río está en equilibrio sedimentario. Sin embargo, la estabilidad sedimentaria de una vía fluvial no implica necesariamente que la alineación del canal y que su conformación (curvas, brazos secundarios) sean fijas (ver párrafo "sedimentación").

1. Profundidad mínima del agua

Generalmente, en los ríos navegables de América del Sur los caudales son abundantes y las embarcaciones operan en el curso medio o bajo. El ancho es grande en relación con la necesidad de un canal de navegación bidireccional. Además, aumentar las profundidades mínimas del agua mediante obras suele ser costoso en grandes tramos de ríos.

Por lo tanto, el parámetro de clasificación principal es la "profundidad mínima del agua".

Debe definirse el valor del nivel de referencia de caudal bajo, que puede variar de un año a otro dependiendo de la entrada de lluvia. Para eso, es necesario contar con una red de equipos de medición que registren la evolución del nivel del agua en diferentes puntos del curso del río y su cuenca. También es necesario tener una definición estadística del nivel de referencia en aguas bajas (ver §9.2 "Fiabilidad de la vía fluvial (profundidad)" arriba y §9.6.4 "Red de medición hidrométrica" abajo).

Para pasar del nivel de referencia de caudal bajo a la profundidad mínima del agua, también se debe conocer el nivel del fondo del canal navegable (en el ancho necesario para el paso del buque de referencia) mediante levantamientos hidrográficos (ver párrafo "levantamientos hidrográficos").

Nota: En el caso de un tramo de río que está sujeto a dragados regulares para mantener una profundidad de agua mínima (por ejemplo, en un área de bajíos recurrentes), la altura de agua mínima mantenida después del dragado define la clasificación del tramo. Es imperativo que este tramo sea sometido a un seguimiento hidrográfico regular.

2. Ancho mínimo del canal de navegación

Un parámetro para definir la subclase de Nivel Uno es el "ancho disponible del canal navegable" en el río o un tramo de río.

Nota: dado que las embarcaciones ocupan más ancho debido a su ángulo de deriva en una curva, se requiere una mayor anchura de la vía fluvial en las curvas para garantizar una navegación suave y segura. Este es particularmente el caso de los ríos pequeños.

El primer enfoque es definir las subclases con las dimensiones máximas (ancho y largo) del barco o convoy de referencia (Cuadro 8).

El segundo enfoque es seleccionar el “ancho mínimo del canal de navegación”, para cada subclase de vía navegable (ver cuadro 10). Es necesario haber comprobado previamente en plano o foto aérea que este ancho mínimo de cauce se observe en todo el río o tramo fluvial.

El primer enfoque es más fácil de usar para las empresas de navegación. El barco de referencia se puede elegir según la experiencia de los navegantes en el río en cuestión (dimensiones de los convoyes más grandes que pueden navegar en el tramo durante los períodos de bajamar), o después de verificar en mapas (o fotografías aéreas) que los anchos de los canales cumplen con el buque o convoy de referencia durante todo el tramo.

Nota: Para ambos enfoques, es necesario especificar el ancho de las esclusas. La especificación de la longitud de la esclusa no es obligatoria, ya que es concebible que el convoy estándar se pueda desmontar para cruzarla.

3. Sedimentación, geomorfología del río

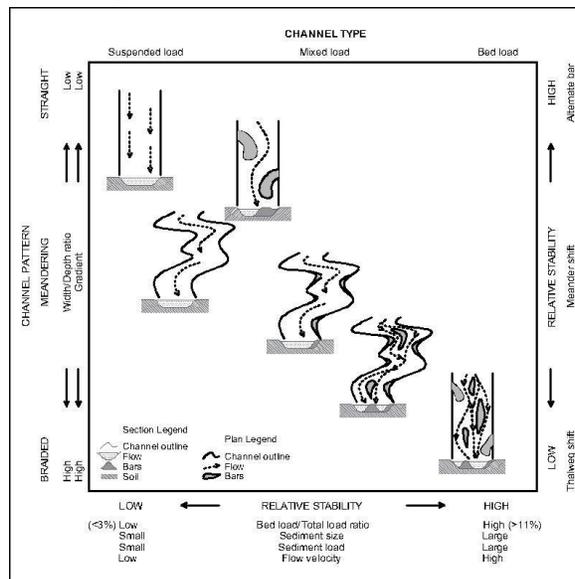
En América del Sur, la navegación interior se refiere principalmente a ríos naturales (o ríos abiertos), sin diques móviles (presas) que controlen los niveles y descargas, ni diques artificiales.

En general, estos ríos o tramos navegables de ríos tienen caudales bastante grandes y discurren por llanuras aluviales con pendientes suaves. El río adquirió sus formas actuales de un proceso a largo plazo que involucró la erosión de la superficie de la tierra, el transporte de sedimentos, la variación del caudal, las actividades humanas y los cambios de uso de la tierra.

Las formas en planta de los ríos pueden ser rectas, trezadas o serpenteantes según la hidrología y geología de la región (diagrama 3). El estudio de estos procesos asociados con el desarrollo de formas en planta se conoce como geomorfología.

Numerosas relaciones empíricas demuestran que las dimensiones del canal se deben en gran medida al caudal, mientras que la forma y el patrón del canal están relacionados con el tipo y la cantidad de carga de sedimentos que se mueve a través del canal (Schumm, 1985).

Diagrama 3
Planos fluviales y estabilidad del canal (basado en Schumm, 1985)



Fuente: Los autores.

En un río natural, hay un intercambio continuo de partículas de sedimento entre el lecho del canal y el fluido de arrastre. Si, dentro de un tramo de río dado, el flujo transporta aproximadamente la misma cantidad de sedimento que el que proporciona el flujo de entrada, se dice que el tramo está en equilibrio.

Si el río está en equilibrio, sus formas en planta pueden evolucionar, pero las dimensiones del canal (ancho, profundidad) son estables. Por tanto, es importante para la viabilidad de la clasificación de una vía fluvial evaluar su equilibrio en lo que respecta al transporte de sedimentos.

Los planos también son buenos indicadores de la continuidad de la navegabilidad, ya que brindan información sobre la estabilidad de la alineación del canal, los riesgos de bajíos, la erosión de los bancos, la necesidad de dragado de mantenimiento, la frecuencia de los levantamientos hidrográficos y la adaptación de las ayudas a la navegación, etc.

4. Red de medición hidrométrica

Los niveles y caudales de un río navegable varían a lo largo de su curso y durante el año.

Para ser representativas de las variaciones estacionales e interanuales, deben medirse con frecuencia (lo ideal es una estación de medición continua) y durante un número de años suficiente para realizar cálculos estadísticos sobre los valores mínimos y máximos anuales.

En el caso de estaciones húmedas y secas bien marcadas, como en áreas tropicales, tres años de mediciones pueden ser suficientes para tener una primera evaluación del nivel mínimo en un equipo de medición, pero es preferible un período de observación más largo.

Los equipos de medición de niveles deben colocarse en lugares donde el perfil del río sea estable; luego se pueden calibrar mediante mediciones de velocidad de corriente para dar una relación etapa-descarga.

Los caudales aumentan de río arriba a río abajo a medida que el río navegable recibe afluentes. Por lo tanto, el conocimiento de los flujos requiere colocar equipos de medición en cada confluencia importante.

El conocimiento de los niveles y caudales en puntos suficientemente próximos puede permitir, mediante modelos numéricos, evaluar los niveles mínimos de agua a lo largo del cauce navegable de un río.

La densidad de la red de medición hidrométrica y el número de años de observaciones gobiernan la precisión de las mediciones de profundidad del agua.

Las observaciones de nivel realizadas en un equipo permiten establecer una curva de nivel graduada a partir de la cual es posible determinar los niveles característicos excedidos x% del año en promedio, p. Ej. 75%, 90% o 95%, como se explica en la Sección 9.2.

En el caso de un río navegable comercialmente solo una parte del año, durante la estación húmeda en los trópicos en particular, es posible definir los niveles característicos excedidos x% del período y así fijar una clasificación estacional en base a la profundidad mínima del agua.

La entidad encargada de la gestión de la vía navegable es responsable de determinar el% de excedencia definiendo el nivel navegable más bajo y por ende la profundidad mínima de agua para la clasificación.

5. Levantamiento hidrográfico del canal navegable

Para definir la clasificación de un río en función de la profundidad disponible durante los períodos de bajo caudal, es necesario contar con levantamientos hidrográficos (mapa de niveles de lecho del río), o de secciones transversales suficientemente próximas entre sí, o, al menos, un recorrido longitudinal a lo largo del lecho del río.

Nota importante: los niveles de agua en las estaciones de medición y los niveles del fondo de los ríos deben expresarse en el mismo datum o sistema de referencia (ver § 9.3 arriba).

El volumen del transporte de sedimentos de una vía fluvial puede requerir estudios frecuentes (ver § 9.6.3 "Sedimentación"). Un buen monitoreo hidrográfico rige la precisión de la evaluación de la profundidad del agua.

G. Excepciones a la clasificación de VNI asignada en un tramo de río

Estas excepciones pueden afectar, por ejemplo, a un puente bajo o un canal de navegación limitado temporalmente (debido por ejemplo a trabajos de mantenimiento)

Cuando existe tal restricción (limitación) en una vía fluvial (en una sección reducida, tramo), existen dos posibilidades para considerar esta limitación en la clasificación de VNI del río (tramo).

1. Enfoque 1: seleccione la clase inferior (correspondiente a la ubicación del área restringida)

La clasificación se refiere a la dimensión mínima del canal disponible en relación con la dimensión máxima del buque. Ej. hasta la profundidad de agua más crítica en un tramo del río o hasta el puente más bajo.

En este enfoque, seleccionamos la clase más baja.

Eso significa que, en caso de condiciones náuticas significativamente mejores en algunas otras partes de este tramo, la clase seleccionada podría ser demasiado baja para estas otras partes.

2. Enfoque 2: seleccione la clase superior (ya que no hay restricciones)

La alternativa es elegir la clase superior y no considerar las restricciones locales (cuellos de botella), considerando que el área con las restricciones es corta en comparación con la longitud total del tramo considerado.

Para ello, es necesario proporcionar a los usuarios información precisa sobre dónde se encuentran los cuellos de botella y qué parámetros no alcanzan a los requeridos por la clase.

3. Recomendación

El grupo de trabajo recomienda el Enfoque 2, que es adecuado siempre que las "áreas restringidas" estén claramente identificadas y localizadas.

H. Tramos fluviales que requieren clasificaciones específicas

Dependiendo de las precipitaciones en algunas regiones de acuerdo con su temporada de lluvias, algunos ríos que están destinados a ser navegables para el transporte de carga la mayor parte del año, solo pueden ser utilizados para el transporte de pasajeros o embarcaciones de pequeña capacidad de carga en la temporada de lluvias bajas. Esto debe ser considerado por los gobiernos caso por caso dependiendo de las necesidades económicas y sociales de la cuenca.

Por lo tanto, surge la siguiente pregunta: ¿Algunos ríos requieren dos clasificaciones, si hay una gran diferencia entre la estación seca y la temporada de navegación regular?

Asimismo, existen algunos casos específicos de ríos (muy poco profundos) que solo tienen navegación de pasajeros durante algunos meses del año. Esto plantea la cuestión de tener dos clasificaciones para permitir la navegación de pasajeros en época seca.

También podemos mencionar la situación de un canal de navegación de una sola vía. Si no disponemos de un canal de navegación bidireccional, ¿es posible implementar un canal de navegación unidireccional con ubicaciones de paso / adelantamiento?

Debido a la falta de estudios de casos específicos y datos relevantes para tales situaciones, el grupo de trabajo no recomienda el uso de dos clasificaciones para el mismo tramo.

VIII. Benchmark – estudios de caso

Los estudios de caso considerados por el grupo de trabajo son (véanse los detalles en los Anexos A2 a A9):

Cuadro 14
Lista de anexos y estudios de caso

Anexo	Estudios de Caso	Contactos en América del Sur	Contactos PIANC
1	Alto Paraná (Argentina - Paraguay)	Ayala Moises, Itaipu Bi-Nacional	Jean-Louis Mathurin
2	Río Huallaga, Perú	Juan Carlos Paz Cardenas	Andreas Dohms
3	Paraná Superior (Santa Fe - Confluencia),	Gisela Sivori, Argentina	Leonel Temer
4	Río Uruguay (tramo 187- 208 km),	Gisela Sivori, Argentina	Leonel Temer
5	Río Madeira (Brasil)	Patricia Gravina (ANTAQ) con el apoyo de DNIT	Brian Alberto Calvin Creech
6	Río Meta (Colombia)	Monica Sarache Silva	Jorge Saenz,
7	Río Magdalena (Colombia)	Monica Sarache Silva	Jorge Saenz,
8	Río Tapajós (Brasil)	Calvin Creech	Brian Alberto

Fuente: Los autores.

A. Datos recopilados para los estudios de caso

La obtención de datos sobre los ríos S.A ha sido un tema crítico para que el grupo de trabajo llegue a un marco pragmático de una clasificación de VNI en América del Sur y especialmente para identificar números / valores relevantes (ver cuadros 7, 8, 9, 10, 11 y 12).

Se planificó que los estudios de caso del grupo de trabajo incluyeran una descripción de:

- profundidad mínima del agua (eventualmente asociada con un nivel de confiabilidad),
- dimensiones de los mayores convoyes aceptados (en términos generales) - Diseño de buque/convoy,
- el tipo de datos y la calidad de los datos (resolución),
- frecuencia de los datos que se han recopilado,
- período (años) de registro de los datos,
- restricciones locales:
 - ancho mínimo de navegación,
 - restricciones de convoy debido a la geometría de la esclusa (si corresponde)
 - gálibo aéreo mínimo garantizado si hay puentes.

Lamentablemente, no siempre ha sido posible recopilar todos los datos (véanse los Anexos).

IX. Benchmark basado en los estudios de caso

El cuadro 15 presenta los ríos considerados en el trabajo inicial del grupo de trabajo.

Los valores (clases para el Nivel I, Nivel II y Nivel III) mencionados en este cuadro no son valores propuestos para la clasificación de estos ríos; es simplemente un ejercicio (tutorial) para explicar (directriz) cómo los países pueden definirse ellos mismos la clasificación. Los datos (dimensiones) dados en el cuadro (y anexos) no deben considerarse como dimensiones oficiales certificadas por los países interesados, sino solo como valores recopilados, a su leal saber y entender, por los miembros del grupo de trabajo.

Este cuadro no contiene una propuesta formal de clasificaciones de estos ríos. Este será deber de los Estados de América del Sur y no del grupo de trabajo.

El cuadro es un ejemplo y puede servir para iniciar y orientar a las autoridades públicas de América del Sur a cargo de una clasificación "oficial" de las vías navegables interiores en la región.

		Huallaga			Rio Magdalena							
BENCHMARK Clases de VNI en América del Sur con base en PIANG GT201		Alto Paraná (Yaciretá-Itaipu)	Tramo del Río Huallaga, Perú (Actual)	Río Huallaga, Perú	Paraná Superior (Argentina)	Río Uruguay (Tramo 187-208 Km)	Río Madeira (Brasil)	Río Meta (Colombia)	Tramo 1-Barranquilla La Gloria Capulco	Tramo 1 A-Cartagena- Calaamar, a lo largo del canal del Dique	Tramo 2 A-Gloria/Capulco- Barrancabermeja	Río Tapajós (Brasil)
Nivel Dos	Avanzado: ITL	No	Sí	Sí	No	No	No	Sí	Sí	Sí	No	
	Avanzado: VTS	No	Sí	Sí	No	No	No	No	No	No	No	
	Intermedio: TMS	Sí	Sí	Sí	No	No	No	No	No	No	No	
	Intermedio: NTS	No	Sí	Sí	No	Sí	No	Sí	Sí	Sí	No	
	Intermedio: AIS	No	Sí	Sí	No	Sí	No	No	No	No	No	
	Básico: FIS	No	Sí	Sí	No	Sí	No	No	No	No	No	
	Básico: Navegación 24/7, Radar o VHF	No	Sí	Sí	Sí	Sí	No	No	No	No	Sí	
Básico: Ayuda Física a la Navegación (AtonN)	No	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	No	No	No	No	Sí	
Nivel Tres	Integración regional	No	Sí	Sí	Sí	No	No	No	No	No	No	
	Aspectos ambientales	No	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	
	Dimensiones sociales	No	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	
	Dimensión económica y financiera	Sí ^(a)	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	
	Dimensión institucional	Sí ^(b)	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	

Fuente: Los autores.

^a Solo MTC.^b MTC y otras entidades públicas. Propuesta-marco para una clasificación de vías navegables.

X. Conclusiones y recomendaciones

El objetivo del estudio ha sido el de proponer un marco general de la Clasificación de VNI en América del Sur, que ofrezca beneficios en línea con los objetivos y alcances de una clasificación de VNI.

Los dos primeros niveles de la clasificación, que capturan tanto la capacidad física de las vías navegables (medida por sus dimensiones o dimensiones máximas de las embarcaciones) como el nivel de servicios, ofrecen los elementos necesarios para estimar el alcance de la infraestructura pública o privada, inversiones (para mejorar o mantener el nivel de servicios), e información mínima sobre los requisitos operativos en beneficio del sector privado y otros usuarios de la navegación interior. Al mismo tiempo, la clasificación propuesta separa efectivamente la capacidad física de la vía fluvial del nivel de servicios, permitiendo que las vías fluviales más pequeñas reciban una calificación más alta por separado si se garantiza la calidad de los servicios.

El Nivel Tres allana el camino para incorporar cuestiones de sostenibilidad y gobernanza en la clasificación, mejorando la calidad de la gestión de las vías fluviales.

El marco propuesto ofrece un alto grado de flexibilidad, permite ajustar criterios adicionales en todos los niveles y una aplicación parcial y gradual. También ofrece sinergias y potencial para la incorporación de los estándares técnicos relacionados con los servicios prestados al sector de la navegación.

Finalmente, a través de su enfoque integral, la clasificación completa resultante debe identificar los eslabones y elementos más débiles en cada vía navegable y en la red, en su conjunto.

En un contexto de restricciones presupuestarias crecientes, los países suelen tener que priorizar las inversiones de acuerdo con la disponibilidad presupuestaria real y las prioridades nacionales. Por esta razón, muchas economías enfrentan desafíos importantes cuando intentan promover inversiones en infraestructura para el transporte por agua.

Es necesario un estudio prospectivo de tráfico completo y actualizado para dimensionar las dimensiones óptimas del canal de navegación interior en una vía fluvial. Las compañías navieras privadas siempre querrán navegar con el convoy más grande posible para minimizar sus gastos en

tripulación y equipo; pero ¿y si entonces la vía fluvial solo tiene un porcentaje de tráfico muy bajo? Esto da como resultado una infraestructura sobredimensionada que no se utilizará de manera eficiente.

Se recomienda encarecidamente a los gobiernos, primero desarrollar un estudio prospectivo sobre los requisitos de transporte por agua, para poder tomar decisiones relacionadas con las dimensiones (clase) de la vía fluvial objetivo.

El estudio propone una clasificación de VNI para América del Sur compuesta por tres niveles:

- i) **Nivel Uno:** Cuadro 7 (como clasificación principal en función de la profundidad del agua), y cuadros 8 y 10 para la "Variante a" y la "Variante b" relativos, respectivamente, a las dimensiones del barco / convoy y las características de la vía navegable;
- ii) **Nivel Dos:** Cuadro 11 basado en el nivel de servicios disponibles en la VNI;
- iii) **Nivel Tres:** Cuadro 12 basado en el nivel del régimen regulatorio y de gestión del VNI.

La clasificación debe realizarse para cada tramo de río de una vía fluvial, y no globalmente para toda la longitud de esta vía fluvial.

A. Recomendaciones para la implementación de la clasificación de VNI en América del Sur

Nivel uno: A corto plazo, los miembros del grupo de trabajo alientan a los países de América del Sur a revisar, evaluar y, en última instancia, aprobar la clasificación de Nivel Uno, con el objetivo de formalizarla como un instrumento para ser implementado en proyectos de VNI y documentos formales (como planes de inversión). Además, se recomienda encarecidamente a los países de la región que organicen una comisión técnica (con el posible apoyo de la CEPAL, si así lo requieren los Estados miembros), que investigue las posibilidades de implementar esta clasificación en los países de América del Sur. Esta comisión tendría como primer objetivo desarrollar, estandarizar y unificar la clasificación de VNI en A.S.

Nivel dos: De manera similar al Nivel Uno, se propone el Nivel Dos para su validación e implementación por parte de los países de A.S. en su clasificación de VNI.

Nivel tres se propone para una mayor discusión entre los países de la A.S., teniendo en cuenta que el origen del Nivel Tres proviene de la demanda de los miembros de la región. Pidieron extender la clasificación de VNI más allá del Nivel uno (dimensiones físicas) y el Nivel Dos (servicios) para dar visibilidad a las dimensiones ambientales, sociales y económicas y financieras de la gestión de las vías fluviales.

La CEPAL, con el apoyo del PIANC, promoverá la amplia difusión y discusión de esta clasificación con los gobiernos nacionales de América del Sur, a fin de proceder con la implementación de las recomendaciones del presente estudio.

Por lo tanto, se sugiere que los países de A.S. procedan, paso a paso, de la siguiente manera:

- Paso 0 (corto plazo): Los países de A.S. deben crear una comisión técnica supranacional (con el posible apoyo de la CEPAL, si se requiere) encargada de relevar la implementación de esta clasificación por cuenca hidrográfica, su uso y su desarrollo futuro.
- Paso 1 (corto plazo): Aprobar Nivel Uno y Nivel Dos, e implementar su uso en sus proyectos (contratos de concesión) y documentos formales (planes de inversión);
- Paso 2 (mediano plazo): Iniciar una investigación interna sobre la implementación y el uso del Nivel Tres (primero a nivel técnico y luego a nivel gubernamental).

- Paso 3 (mediano plazo): Estudiar y desarrollar una clasificación para estuarios y navegación fluvial profunda (embarcaciones marítimas), bajo la supervisión de la CEPAL.

Un procedimiento para implementar la clasificación de TIER ONE podría ser:

- Identificar el tramo (alcance) donde se aplicará el sistema de clasificación;
- Identificar los equipos de medición disponibles dentro del tramo e identificar ubicaciones donde pueden ser necesarios medidores adicionales;
- En los equipos de medición de niveles disponibles, determine la etapa que se excede el 90% del tiempo durante un período definido (para un número relevante de años);
- Definir un plano de referencia de agua baja (LWRP) entre las estaciones por interpolación o por el uso de un modelo hidráulico;
- Estudiar la estabilidad del canal en el tramo. Identificar las ubicaciones de los bancos de arena u otras restricciones que crean profundidades mínimas dentro del tramo. Identificar la profundidad mínima típica en el LWRP dentro del tramo. Esta profundidad definirá la profundidad mínima del agua en el nivel uno.
- Identificar el convoy de diseño que puede navegar en condiciones bajas (pero para varias profundidades de agua o varias probabilidades de ocurrencia). Estos convoyes de diseño se basarán en un análisis técnico de la morfología del río, el ancho de la vía fluvial y la sinuosidad/curvatura a lo largo del tramo. Estas dimensiones se utilizarán en las dimensiones del convoy en el Nivel Uno (variante de subclase a).

Bibliografía

- Boletín Administrativo N°172 Brazilian Departamento Nacional de Infraestructura de Transportes (DNIT) (2016), <https://www.gov.br/dnit/pt-br>.
- Boletín Administrativo N°021 Brazilian Departamento Nacional de Infraestructura de Transportes (DNIT) (2017), <https://www.gov.br/dnit/pt-br>.
- ANTAQ (2020), <http://portal.antaq.gov.br/index.php/estatisticas/>.
- CEMT'92 (1992), Resolution 92/2 on new classification of inland waterways, European Commission. https://fr.wikipedia.org/wiki/Classe_CEMT.
- Corporación Andina de Fomento (CAF), (1998), "Los ríos nos unen: Integración fluvial suramericana, <https://scioteca.caf.com/handle/123456789/868>.
- Jaimurzina, A., Wilmsmeier, G. (2016), "Inland navigation and a more sustainable use of natural resources: networks, challenges, and opportunities for South America", November, *Bulletin FAL 351*, ECLAC. <https://www.cepal.org/en/publications/type/fal-bulletin>.
- _____(2017), La movilidad fluvial en América del Sur: avances y tareas pendientes en materia de políticas públicas, *Serie Recursos Naturales e Infraestructura No. 188*, ECLAC. <https://repositorio.cepal.org/handle/11362/42>.
- Jaimurzina A., Rigo Ph, (2018). Advances in the classification of inland waterways in South America, *Bulletin FAL 362, n°2*, ECLAC. <https://www.cepal.org/en/publications/type/fal-bulletin>.
- _____(2018). Advances in the classification of inland waterways in South America, PIANC World Congress, Panama, May 2018 Neto Bara, P., Sánchez R. J. and Wilmsmeier G. (2006), Hacia un desarrollo sostenible e integrado de la Amazonia, *Serie Recursos Naturales e Infraestructura No. 110*, ECLAC <https://repositorio.cepal.org/handle/11362/42>.
- PIANC WG9 (1990), "Standardization of Inland Waterways, Dimensions": Report of the Permanent Technical Committee I., PIANC, Brussels <https://www.pianc.org/publications/inland-navigation-commission/>
- PIANC WG16 (1996), "Standardization of Ships and Inland Waterways for Rivers/Sea Navigation": Report of the Permanent Technical Committee I. PIANC, Brussels <https://www.pianc.org/publications/inland-navigation-commission/>.
- PIANC WG20 (1999), Factors involved in standardising the Dimensions of Class Vb Waterways (canals), PIANC, Brussels <https://www.pianc.org/publications/inland-navigation-commission/>.

- PIANC WG125 (2019), Guidelines and Recommendations for River Information Services (RIS), PIANC Permanent WG125, Brussels <https://www.pianc.org/publications/inland-navigation-commission/wg125-1>.
- PIANC WG139 (2016), Values of Inland Waterways, PIANC, Brussels <https://www.pianc.org/publications/inland-navigation-commission/values-of-inland-waterways>.
- PIANC WG179 (2000), Standardization of Inland Waterways. Proposal for the revision of the ECMT 1992 classification, PIANC, Brussels <https://www.pianc.org/publications/inland-navigation-commission/>
- PIANC WG203 (2021- to be published): Sustainable Inland Waterways - A Guide for Waterways Managers on Social and Environmental Impacts, PIANC, Brussels <https://www.pianc.org/publications/inland-navigation-commission/>.
- Plan Maestro Fluvial de Colombia (2015); Ministry of Transport/National Planning Department; <https://onl.dnp.gov.co/es/Publicaciones/Paginas/Plan-Maestro-Fluvial.aspx>.
- Sánchez Ricardo J., Lardé Jeannette, Chauvet Pablo, Jaimurzina Azhar (2017), Inversiones en infraestructura en América Latina: tendencias, brechas y oportunidades, *Serie Recursos Naturales e Infraestructura*, No. 187, ECLAC. <https://repositorio.cepal.org/handle/11362/42>.
- Schumm (1985); Patterns of Alluvial Rivers, *Ann. Rev. Earth Planet. Sci.* 13.
- Wilmsmeier, Gordon, Spengler Thomas (2015), «La evolución de la distribución modal del transporte de mercancías en América del Sur entre 2000 y 2013», *FAL No. 343*, Santiago, ECLAC. <https://www.cepal.org/en/publications/type/fal-bulletin>.

Anexos

Anexo 1

Estudios de caso

Estos anexos presentan los estudios de caso considerados por el informe. Se han utilizado para comparar la propuesta de clasificación de VNI para América del Sur.

Estos anexos son:

- Hidrovía Paraguay-Paraná, por JL Mathurin y Moisés Ayala (Anexo A2)
- Río Huallaga, Perú, de Juan Carlos Paz y Andreas Dohms (Anexo A3)
- Paraná Superior (Santa Fe-Confluencia), de Gisela Sivori y L Temer (Anexo A4)
- Río Uruguay (tramo 187-208 km), por Gisela Sivori y L Temer (Anexo A5)
- Río Madeira, Brasil, por Patricia Gravina y Calvin Creech (Anexo A6)
- Río Meta, por Monica Sarache Silva, Jorge Saenz y Fabio Zapata (Anexo A7)
- Río Magdalena, por Monica Sarache Silva, Jorge Saenz y Fabio Zapata (Anexo A8)
- Río Tapajós, Brasil, por Calvin Creech, Brian Alberto (Anexo A9)

En el siguiente cuadro se presenta un resumen de los estudios de caso (cuadro A2):

		Huallaga				Río Magdalena						
BENCHMARK Clases de VNI en América del Sur con base en PIANG GT201		Alto Paraná (Yaciretá-Itaipu)	Tramo del Río Huallaga, Perú (Actual)	Río Huallaga, Perú	Paraná Superior (Argentina)	Río Uruguay (Tramo 187-208 Km)	Río Madeira (Brasil)	Río Meta (Colombia)	Tramo 1-Barranquilla La Gloria Capulco	Tramo 1 A-Cartagena- Calaamar, a lo largo del canal del Dique	Tramo 2 A-Gloria/Capulco- Barrancabermeja	Río Tapajós (Brasil)
Nivel Dos	Avanzado: ITL	No	Sí	Sí	No	No	No	Sí	Sí	Sí	No	
	Avanzado: VTS	No	Sí	Sí	No	No	No	No	No	No	No	
	Intermedio: TMS	Sí	Sí	Sí	No	No	No	No	No	No	No	
	Intermedio: NTS	No	Sí	Sí	No	Sí	No	Sí	Sí	Sí	No	
	Intermedio: AIS	No	Sí	Sí	No	Sí	No	No	No	No	No	
	Básico: FIS	No	Sí	Sí	No	Sí	No	No	No	No	No	
	Básico: Navegación 24/7, Radar o VHF	No	Sí	Sí	Sí	Sí	No	No	No	No	Sí	
	Básico: Ayuda Física a la Navegación (AtonN)	No	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	No	No	No	No	Sí
Nivel Tres	Integración regional	No	Sí	Sí	Sí	No	No	No	No	No	No	
	Aspectos ambientales	No	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	
	Dimensiones sociales	No	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	
	Dimensión económica y financiera	Sí ^(a)	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	
	Dimensión institucional	Sí ^(b)	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	

Fuente: Los autores.

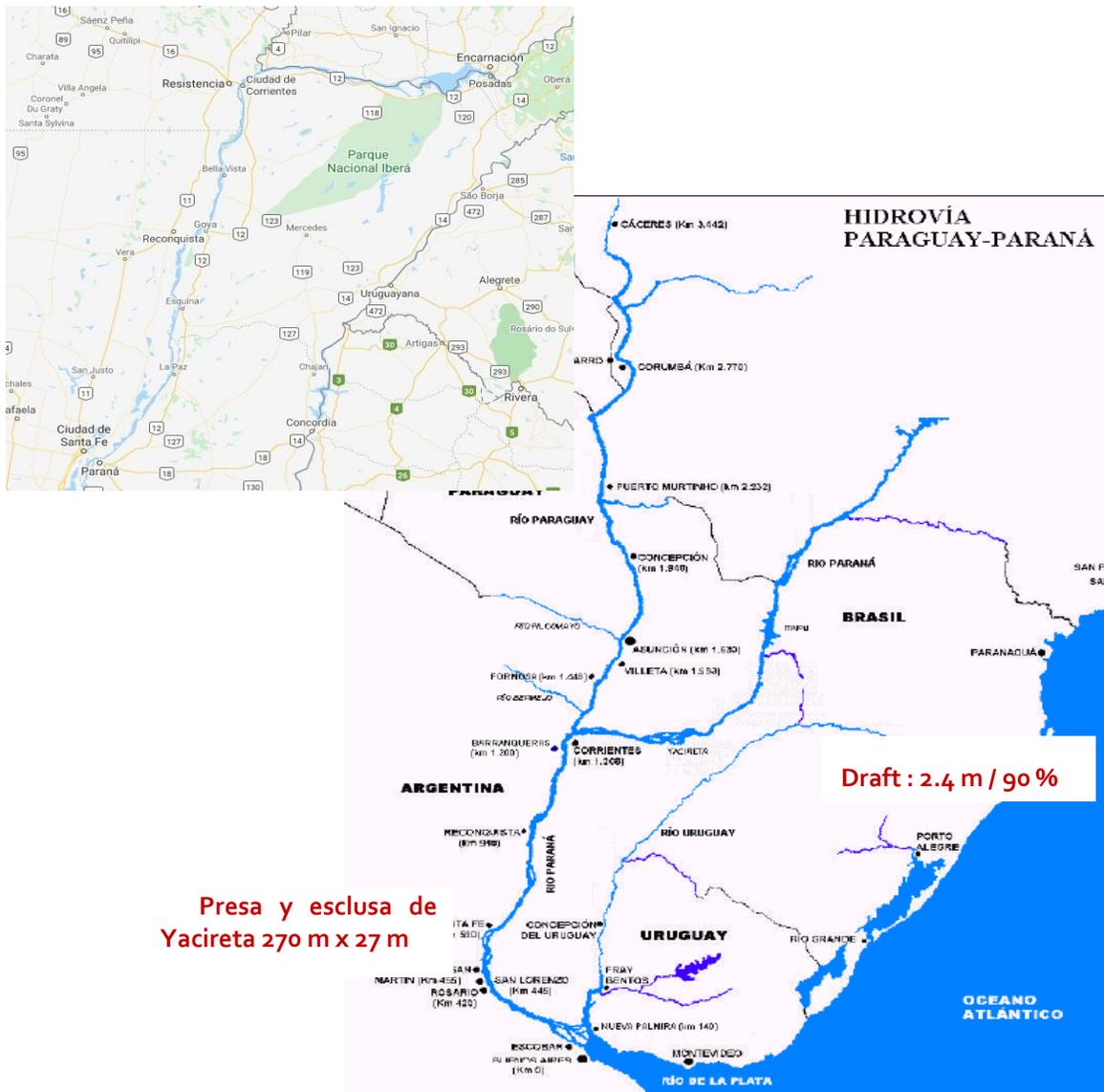
^a Solo MTC,^b MTC y otras entidades públicas.

Anexo 2

Alto Paraná (de Yacyretá a Itaipu)

Por J-L Mathurin (Francia) y Moisés Ayala

Mapa A1
Alto Paraná (arriba izquierda Mapa Google)



Fuente: Subsecretaría de Puertos y Vías Navegables, República Argentina.

El tramo Binacional es la frontera entre Argentina y Paraguay (ver mapa).

Longitud del tramo del río: 345 km desde Puerto Presidente Franco (Ciudad del Este, PY) a Puerto Pacu Coa (Encarnación, PY) (fuente <https://hidroinformatica.itaipu.gov.py/presasyembalses/>)

Profundidad mínima:

- 2,50 m (misma fuente), descarga de referencia de caudal bajo no indicada
- 2,40 m según informe CIH "compendio de informaciones de fuentes variables")

Limitaciones físicas en el alcance:

- Esclusa Yacyretá: (fuente: <https://www.eby.gov.py/index.php/chy/datostecnicos>)
 - Ancho: 27 m
 - Longitud: 270 m
 - Profundidad del agua: 5 m
 - Altura útil de la compuerta: 23 m
 - Tiempo de tránsito: 45 min
 - Puede alojar embarcaciones con un calado de 3,6 m
- Curvas más severas (características aproximadas según <https://hidroinformatica.itaipu.gov.py>):
 - 10 km aguas abajo de Puerto presidente Franco: radio de 1000 m / ancho de canal de 300 m
 - Puerto Paredón (Hohenau): serie de curvas (radio 1000/1500 m), ancho mínimo del canal: 300 m

Dimensión máxima de los convoyes en el tramo: no conocida pero limitada por las dimensiones de la esclusa de Yacyretá.

Clasificación del Alto Río Paraná (de Yacyretá a Itaipu)

- **Nivel Uno: Clase V** (profundidad mínima del agua de 2,5 m) – cuadro 7

Esta profundidad mínima del agua (2,5 m) no está asociada a una descarga y frecuencia de referencia. Se necesita más información y confirmación de las empresas de envío (como las probabilidades de repetición).

- **Subclase Variante A: "A24/240"** – cuadro 8

La esclusa de navegación Yacyretá limita las dimensiones del convoy (sin operación de desmontaje) a 25 m x 250 m. Según el cuadro 8, la subclase propuesta es "A24 / 240".

El ancho del río y la forma en planta (ancho mínimo de 300 m en el mapa, radio de curvatura mínimo de 1000 m) podrían, a primera vista, permitir el tránsito de dichos convoyes, pero es necesario obtener la confirmación de las compañías navieras.

Anexo 3

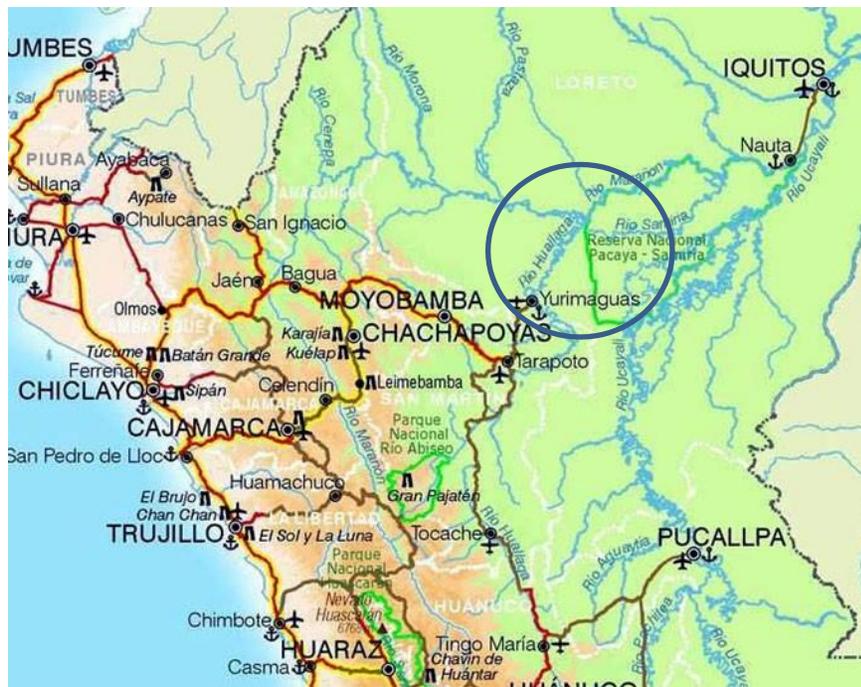
Río Huallaga, Perú

Por Juan Carlos Paz (Perú) y Andreas Dohms (Alemania)

En los últimos años, el Ministerio de Transporte peruano ha desarrollado un nuevo Plan de Hidrovía para la red de hidrovía del país. Además, el gobierno celebró un contrato de concesión para el proyecto de la Hidrovía Amazónica que tiene como objetivo mejorar 2.687 km de ríos navegables. El Río Huallaga se refiere a una parte de este contrato.

Condiciones naturales y náuticas: El río Huallaga (mapa A2) es parte de la cuenca del Amazonas y un afluente principal del río Marañón. Su longitud total es de unos 1389 km (750 millas náuticas). El río tiene su nacimiento en los Andes; a lo largo de su recorrido se unen algunos afluentes. Debido a que atraviesan gargantas con muchos rápidos (pongos), muchos tramos del río no son navegables. Aguas arriba de Yurimaguas, solo las embarcaciones pequeñas pueden circular. Sólo el tramo inferior entre la ciudad de Yurimaguas y la confluencia del río con el río Marañón, con una longitud de unos 220 km, es utilizable para navegación comercial. Este tramo es objeto de este estudio.

Mapa A2
La cuenca del Amazonas alrededor del Río Huallaga



Fuente: Instituto Geográfico Nacional de Perú.

Las condiciones hidrológicas del Río Huallaga están influenciadas por el cambio de estaciones; la estación húmeda entre noviembre y abril y la estación seca de mayo a octubre. A lo largo del tramo mencionado, ocho equipos de medición entregan datos sobre el nivel del agua. La diferencia entre los niveles de agua de las estaciones húmeda y seca es de unos 7 a 10 metros.

El principal destino de navegación es entre la ciudad de Yurimaguas en el Río Huallaga y la ciudad de Iquitos en el Río Amazonas, vía el Río Marañón. A lo largo del tramo de Huallaga, hay ocho secciones de aguas someras, con una profundidad disponible de aproximadamente 6 pies o 1,83 m (con respecto a la más crítica de esas ocho secciones), que determinan la profundidad utilizable a lo largo de todo el destino. La profundidad mínima promedio varía entre 1,60 m y 2,80 m por año en la temporada de lluvias.

Las condiciones de navegación del Río Marañón son mejores que las del Río Huallaga.

El contrato de concesión para la parte peruana de la cuenca de la Hidrovía Amazónica, incluidos los ríos Huallaga, Marañón, Ucayali y Amazonas, establece una profundidad de agua mínima garantizada para todas las estaciones de 8 pies, lo que equivale a 2,44 m dentro del canal de navegación de unos 56 m. En consecuencia, esta dimensión determina un calado máximo recomendable de las embarcaciones de 6 pies (1,83 m), considerando un margen de seguridad.

Para mejorar las condiciones de navegación, en particular para aumentar la profundidad utilizable de la vía fluvial, se ha iniciado un proyecto de dragado.

El tamaño máximo de las embarcaciones en funcionamiento es de aproximadamente 74,42 m para la eslora y 18 m para la manga, con una capacidad de carga entre 200 toneladas en la estación seca y 800 toneladas en la estación húmeda.

Clasificación del Río Huallaga

De acuerdo con el capítulo V, del presente informe (cuadro 7) las clases de vías navegables (Nivel Uno) están determinadas por la profundidad mínima garantizada del agua como parámetro principal y para las subclases por las dimensiones máximas posibles de la embarcación o, alternativamente, por las dimensiones horizontales mínimas del canal (cuadros 8 y 10). Para el Río Huallaga se selecciona el uso de las dimensiones máximas horizontales de la embarcación (cuadro 8).

Eso significa que estos parámetros (profundidad del agua y dimensiones de la embarcación) son la base para la clasificación del Río Huallaga (Perú).

Situación actual:

Para el Nivel I:

- Profundidad mínima del agua actual en la estación seca: 1,60 m
- Dimensiones máximas de un solo barco (eslora; manga): 74,42 m x 18 m
- Ancho mínimo del canal de navegación: no definido

Para el Nivel II:

La Armada, con presencia en los ríos amazónicos, cuenta con los elementos básicos relacionados con las ayudas a la navegación y el control de la navegación, define los parámetros para la navegación comercial.

Por otro lado, durante los últimos años, la Autoridad Portuaria Nacional ha prometido la implementación de una "ventana única" para el comercio exterior.

Para el Nivel III:

- Los planes de inversión son desarrollados por el Ministerio de Transportes,
- Varias instituciones se dedican a actividades relacionadas con el desarrollo de vías navegables, cada una en su campo de acción (MTC, Marina, Gobiernos regionales, Ministerio de Medio Ambiente, etc.)
- Sin embargo, hoy (principios de 2020), todavía no se ha aprobado nada relevante.

Situación futura (con intervención, según Contrato de Concesión):**Para el Nivel I:**

- Profundidad de agua garantizada prevista para el futuro: 2,44 m (para todas las estaciones)
- Dimensiones máximas de un solo barco (eslora; manga): 74,42 m x 18 m; 100 m x 24 m³
- Ancho mínimo del canal de navegación: 56 m.

Para el Nivel II:

- Se mejorará la situación actual, porque el contrato de concesión requiere una mejor coordinación entre el concesionario y la Marina, entre otras entidades.
- El contrato establece que se debe poner en marcha un "Sistema de información de navegación", pero sin más especificaciones. El concesionario tiene previsto armonizar este requisito con los mejores estándares de servicio aplicables.

Para el Nivel III:

La situación actual cambiará ya que el nuevo contrato tiene varios aspectos que modernizan el régimen regulatorio y de gestión:

- El plan de inversión de la hidrovía se establece en el contrato.
- La nueva hidrovía articulará eficientemente por río la mayor región del país, lo que permitirá la consolidación económica, social y comercial de esa región.
- El contrato tiene reglas ambientales y sociales claras
- Se implementará una mejor coordinación entre el concesionario y la Marina, entre otras entidades.

En conclusión, los parámetros mencionados proporcionan clases y subclases de vías navegables (propuestas 2020), de la siguiente manera:

Situación actual:

Nivel I (Clase) III

- Sub-clase a: A16/80 (el límite actual es un dato, no restringido por ninguna regla)
- Sub-clase b: No aplicable

Nivel II: T2/X

Nivel III: --

Situación futura: (con intervención, según Contrato de Concesión)

Nivel I (class): IV

- Sub-clase a: A24/100
- Sub-clase b: B3

Nivel II: T2/A

Nivel III: --

³ Según las dimensiones del convoy diseñado (barcazas 2x2; cada barcaza 50m x 12m).

Anexo 4

Paraná Superior (Santa Fe-Confluencia).

Leonel Temer y Gisela Sivori, Argentina

Con base en la propuesta PIANC-CEPAL de clasificación de VNI (2020), a continuación, se clasifica el tramo del río Paraná desde Santa Fe km 580 hasta Confluencia km 1240.

El río Paraná es uno de los principales brazos de la hidrovía Paraguay-Paraná. En este apartado solo se clasifica el tramo superior, ya que sus 3 m de calado navegable lo hacen apto solo para navegación interior.

Los tramos inferiores del río Paraná tienen 7,5 m y 10,2 m de profundidad navegable entre Santa Fe y el océano, aptos para el tráfico de ultramar, lo que hace que estos tramos estén fuera del alcance de la Clasificación.

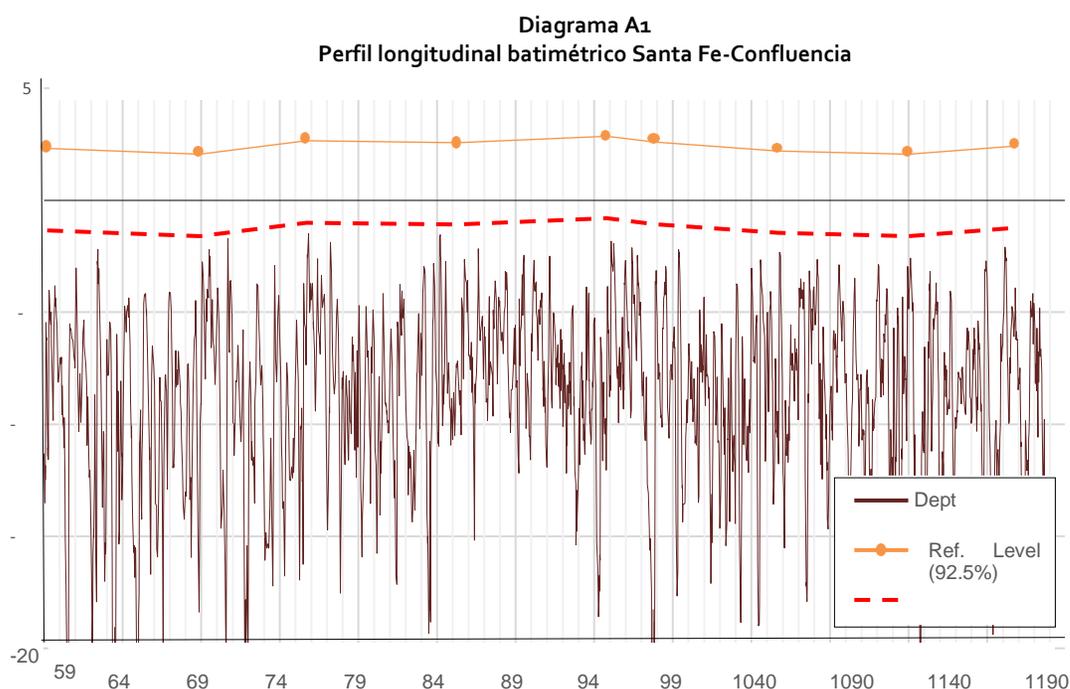
Mapa A3
Paraná superior (Santa Fe-Confluencia) (derecha: Mapa Google)



Fuente: Subsecretaría de Puertos y Vías Navegables, República Argentina.

Nivel Uno - dimensiones

Para el Nivel Uno, el parámetro principal para la clasificación es la profundidad de agua mínima garantizada de la VNI (cuadro 7). Para proceder con el Nivel Uno, se estudió el último relevamiento batimétrico (Diagrama A1).



Fuente: Los autores.

De acuerdo con este análisis y la clasificación propuesta para el Nivel Uno (cuadro 7), este tramo navegable se clasificará como **VIII (> 3.5m)**.

La clasificación en el Nivel Uno se completa a continuación por subclases, de acuerdo con las dimensiones máximas de los buques o, si no se dispone de la información sobre los buques, por la anchura mínima y el gálibo aéreo de la vía fluvial.

Dado que se dispone de información sobre las dimensiones del buque, se utilizará la subclase "Variante A" (cuadro 8). Las configuraciones (dimensiones) habituales de los convoyes en cada sección del río Paraná se utilizan para clasificar según esta subclase.

Normalmente, en esta sección del río, los convoyes navegan en una configuración máxima de 6x7 (42 barcazas, 6 de largo, 7 de ancho). Estas barcazas son del tipo Mississippi, de 60 m de eslora (LOA) y 12 m de manga (B).

Por tanto, los convoyes pueden alcanzar los 400 m de largo y 84 m de ancho, por lo que este tramo debe clasificarse como **"A84 / 400"**.

Cuadro A2
Para ser utilizada para la Subclase de Nivel Uno "Variante A" (ríos en Argentina)

Subclase	Ancho máximo	b(m)	Longitud máxima	l(m)
A84/400	84		400	
A72/340	72		340	
A48/220	48		220	
A24/160	24		160	

Fuente: Los autores.

Nivel Dos: servicios de la vía fluvial

Complementando la clasificación de Nivel uno, las vías navegables se dividirán en categorías según el nivel de servicios (Nivel II – cuadro 11). De acuerdo con este cuadro 11, el tramo del río Paraná Superior considerado debe ser de categoría "T2/A" ya que todos los servicios enumerados están disponibles.

Nivel Tres: régimen regulatorio y de gestión

Complementando los Niveles I y II, el Nivel III (cuadro 12) ofrece la posibilidad de evaluar la amplitud del régimen regulatorio y de gestión en términos de la gestión sostenible de las vías fluviales, es decir, una consideración equilibrada de las dimensiones económica, social, ambiental e institucional.

De acuerdo con este cuadro, para este tramo de río, se cumplen todas las condiciones y la clase debe ser T2/A.

Clase final

Con base en el análisis, el tramo del río Paraná desde el km 580 hasta el km 1240 se puede clasificar como:

Nivel I: Vii, A/84400

Nivel II: T2/A

Nivel III: --

Anexo 5

Río Uruguay (tramo 187- 208 km)

Por Leonel Temer y Gisela Sivori, Argentina

Con base en la propuesta de clasificación del PIANC GT201 (2020), se clasificará en este Estudio de Caso el tramo del Río Uruguay desde el km 187,1 al km 206,8.

El río Uruguay actúa como frontera entre Argentina y Brasil, y también con Uruguay. Su curso es sinuoso y tiene un lecho rocoso. Recientemente se ha dragado desde el km 0 hasta el km 187,1 (Concepción del Uruguay) con un calado garantizado de 6,9 m (23 ') y 5,18 m (17') desde el km 187,1 hasta el km 206,8 km (Puerto de Paysandú).

Este estudio de caso solo clasifica la sección superior, porque la inferior es más adecuada para el tráfico de ultramar, por lo que no se incluye en este alcance de informes.

Mapa A4
Río Uruguay (tramo 187-208 Km), (derecha-Mapa de Google)



Fuente: Prefectura Nacional Naval, República Oriental del Uruguay.

Nivel uno: dimensiones físicas

La profundidad mínima garantizada del agua es de aproximadamente 5,80 m (17' + con 2 pies de margen = 19'), durante el 90% del tiempo.

Esto significa que aproximadamente el servicio puede verse afectado 30 días / año.

De acuerdo con el análisis y la clasificación de el cuadro 7, este tramo navegable debe clasificarse como **VIII**.

Subclase "Variante a": dimensiones máximas de los buques y convoyes (cuadros 8 y 9).

En este tramo, los convoyes navegan en una configuración máxima de 4x3 (12 barcazas, 3 de largo, 4 de ancho). Estas barcazas son del tipo Mississippi, de 60 m de eslora (LOA) y 12 m de manga (B). Así, las dimensiones del convoy, considerando la existencia de un remolcador, son 220 m de largo y 48 m de ancho, por lo que este tramo se clasificará como "A48 / 220".

Nivel dos: nivel de servicio de la vía fluvial

Este tramo del río Uruguay se opera todo el año, de día y de noche. Hay información de los servicios (RIS). Hay puertos activos a lo largo de esta vía fluvial. En este momento, no hay servicio AIS. Las instalaciones de vigilancia y seguridad están a cargo de la Prefectura Naval Argentina Uruguay y la Prefectura Nacional Naval de la República Oriental del Uruguay. Hay boyas laterales y cardinales instaladas en este tramo. La Comisión "Comisión Administradora del Río Uruguay" (CARU) publica batimetrías del río Uruguay solo para ayudar durante la navegación, pero aconseja el uso de cartas de navegación por Argentina y Uruguay. Hay estudios hidrométricos a lo largo de esta vía fluvial y la información está disponible en línea. La autoridad todavía no proporciona cartas náuticas electrónicas.

De acuerdo con el cuadro 11, la sección del río debe ser categoría "**T₂/F**".

Nivel tres: régimen de regulación y gestión

Existen varios acuerdos entre los gobiernos locales y la CARU en relación con estos temas. Entonces, de acuerdo al cuadro 12, para este tramo se cumplen todas las condiciones.

Clasificación final

Con base en el análisis del tramo del río Uruguay desde el km 187,1 al km 206,8 km se clasificará como:

Nivel I: VIII; A48/220

Nivel II: T₂/F

Nivel III: --

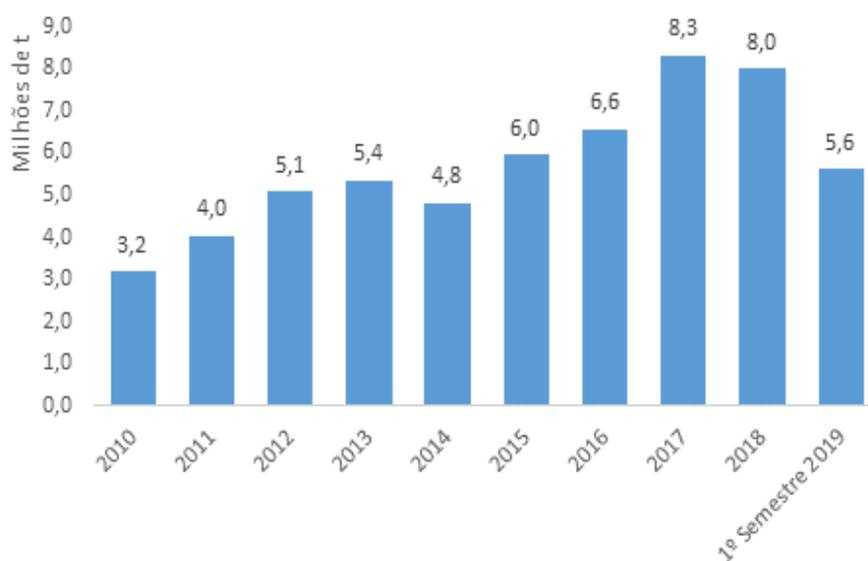
Anexo 6

Río Madeira, Brasil

Por P. Gravina, Brasil (Gobierno de Brasil) y contribuciones de C. Creech, USACE

El Madeira es un río importante en el norte de Brasil, que representa uno de los corredores más relevantes para la exportación de soja brasileña. El río está cerca del centro de áreas de producción agrícola. Según los datos estadísticos de ANTAQ (Agencia Nacional de Transporte por Vías de Navegación), solo en el primer semestre de 2019 se transportaron alrededor de 5,6 millones de toneladas por la vía fluvial de Madeira. El diagrama A6 muestra la evolución de la carga en la vía fluvial.

Gráfico A1
Carga transportada en el Río Madeira



Fuente: Agencia Nacional de Transporte Acuático (ANTAQ), Brasil, (<http://web.antaq.gov.br/Anuario/>).

Esta vía fluvial también es responsable del transporte de combustible desde Manaus a Porto Velho. Aunque existe una carretera paralela que conecta las ciudades de Manaus y Porto Velho, el tráfico está restringido en determinadas estaciones del año. Por tanto, el río se convierte también en una alternativa al transporte de pasajeros. La Universidad del Pará (UFPA) estimó que alrededor de 32,9 personas son transportadas cada año en el río Madeira (<http://portal.antaq.gov.br/wp-content/uploads/2018/02/produto-v.pdf>).

Este informe considerará el tramo desde la ciudad de Porto Velho hasta su desembocadura, en el río Amazonas. Aguas arriba de Porto Velho hay dos presas, ninguna de ellas tiene esclusas. En este tramo, hay 16 terminales privadas y también un puerto público ubicado en Porto Velho.

El elevado transporte de sedimentos, los bancos de arena y la presencia de afloramientos rocosos caracterizan al río Madeira. Durante los períodos de inundaciones, es común que los árboles sean arrastrados al canal de navegación.

Mapa A5
El río Madeira indicado en las vías fluviales del norte de Brasil



Fuente: Agencia Nacional de Transporte Acuático (ANTAQ), Brasil.

Nivel uno: dimensiones físicas de la vía fluvial

Inicialmente, es importante tener en cuenta que todos los valores de las dimensiones físicas son parámetros planificados. Son las dimensiones proyectadas para la vía fluvial de Madeira.

Los siguientes parámetros representan un escenario de fiabilidad de navegación del 90%:

- En temporada seca, la configuración del convoy es de barcazas 3X3. Esto significa un ancho máximo de 33 y una longitud de 210 m. Es importante enfatizar que las autoridades brasileñas utilizan parámetros sobre curvas y sinuosidad de los ríos para calcular las dimensiones máximas de las embarcaciones (Ver capítulo 3)
- Profundidad mínima del agua: 2,0 m.
- Ancho mínimo: 14,5 m.
- Longitud de la vía fluvial: aproximadamente 1.080 km.
- Temporada seca: de agosto a octubre.

Por lo tanto, de acuerdo con el Nivel Uno (Cuadro 7 y 8), la Hidrovía de Madeira puede clasificarse como **Nivel I: IV; A32/210**.

Nivel dos: servicios a la navegación

El nivel dos necesita una explicación más detallada sobre los significados de los criterios para un análisis estándar. Por ejemplo, en el caso del río Madeira, consideramos:

- "Conexiones intermodales / transbordos terminales": significa plataformas multimodales conectadas a la vía navegable o cualquier terminal de transbordos en el río. También se consideró puertos públicos y terminales en el río.
- "Instalaciones de vigilancia y seguridad": Tuvimos dificultades para aplicar este criterio. A continuación, se acompaña una ampliación debajo.

- “Ayudas físicas a la navegación”: entendido como la señalización en la vía para identificar peligros en el canal. También se consideró que las comunicaciones de advertencia de la Marina se publicaban con frecuencia.
- “Cartas de navegación”: significa la existencia de cartas de navegación disponibles. Es necesario definir referencias de actualización a estos gráficos.
- “Levantamientos y redes hidrométricas”: Se consideró si existen mediciones de niveles de agua y batimetría. Sin embargo, se necesita una discusión adicional en el GT.

En Brasil, la Armada está a cargo de la seguridad del tráfico de navegación y los asuntos militares. Los actos ilícitos de seguridad son supervisados por la policía. Además de eso, Brasil no tiene una autoridad fluvial definida en la ley relacionada con “Instalaciones de vigilancia y seguridad”.

La vía fluvial tiene conexiones intermodales; navegación 24/7; ayudas físicas y también cartas de navegación, así como datos batimétricos y una red de estaciones de información hidrométrica. Sin embargo, en Brasil no existe una autoridad de seguridad específica para el monitoreo en la navegación interior. Eso requeriría cambios legislativos en el Congreso.

Considerando el cuadro 11 - Nivel Dos, **el río Madeira podría clasificarse como “T2/D”.**

Para el Nivel III, el cuadro A3 muestra el estado.

Cuadro A3
El río Madeira indicado en las vías fluviales del norte de Brasil

TIER III (véase Cuadro 11)		
1.	Uso de estándares regionales o internacionales como parte del régimen regulatorio o enfoque de cuenca hidrográfica.	No
2.	Existencia de reglas y prácticas para hacer frente a las implicaciones ambientales del desarrollo de la vía fluvial.	Sí
3.	Existencia de reglas y prácticas para abordar las implicaciones sociales del desarrollo de la vía fluvial.	Sí
4.	Existencia de planes de inversión y esquemas de financiamiento para el desarrollo de la Hidrovía.	Sí
5.	Existencia de instituciones especializadas a cargo del desarrollo de la vía navegable y división efectiva de responsabilidades y mecanismos de coordinación.	Sí

Fuente: Los autores.

En conclusión, la clasificación propuesta para este río Madeira (Brasil) es:

Nivel I: IV; A32/210

Nivel II: T2/D

Nivel III: --

Anexo 7

Río Meta, Colombia

Por Mónica Sarache Silva y Jorge Enrique Sáenz, Colombia

Según el Plan Maestro Fluvial - FMP (Plan Maestro Fluvial de Colombia - PMF), Colombia se divide en cinco cuencas macrohidrográficas como i) Amazonas, ii) Atrato, iii) Magdalena - Cauca, Orinoco y Pacífico (diagrama A8).

Este ejercicio busca aplicar el marco de clasificación de VNI para el río Meta (Anexo A6) y el río Magdalena (Anexo A7).

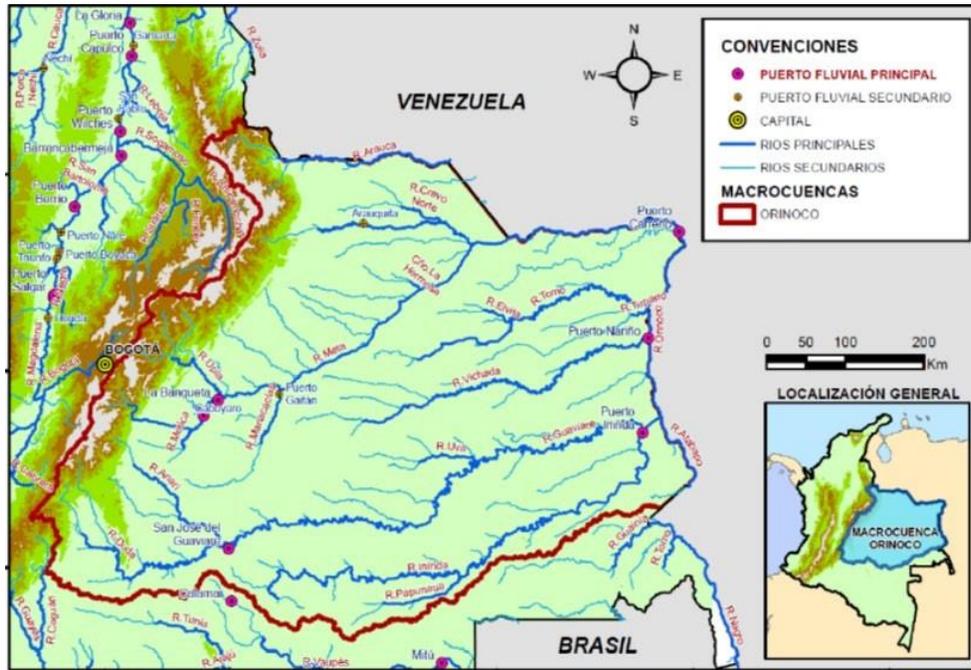


Fuente: Plan Maestro Fluvial de Colombia 2015.

La macrocuenca del Orinoco se ubica en el oriente colombiano y tiene una superficie de 328.000 km² que representa el 28,7% del área continental del país. Su principal río es el Orinoco, que desemboca en el Océano Atlántico en Venezuela. Uno de sus principales afluentes es el río Meta (Universidad del Norte, 2013).

Según el Plan Director Fluvial, la cuenca del río Meta tiene un área de 95.000 km² y el río tiene una longitud navegable de 850 km desde Puerto López (departamento de Meta) hasta su desembocadura en el río Orinoco en Puerto Carreño (departamento de Vichada). En los últimos 282 km, el río es la frontera natural entre Colombia y Venezuela (mapa A7).

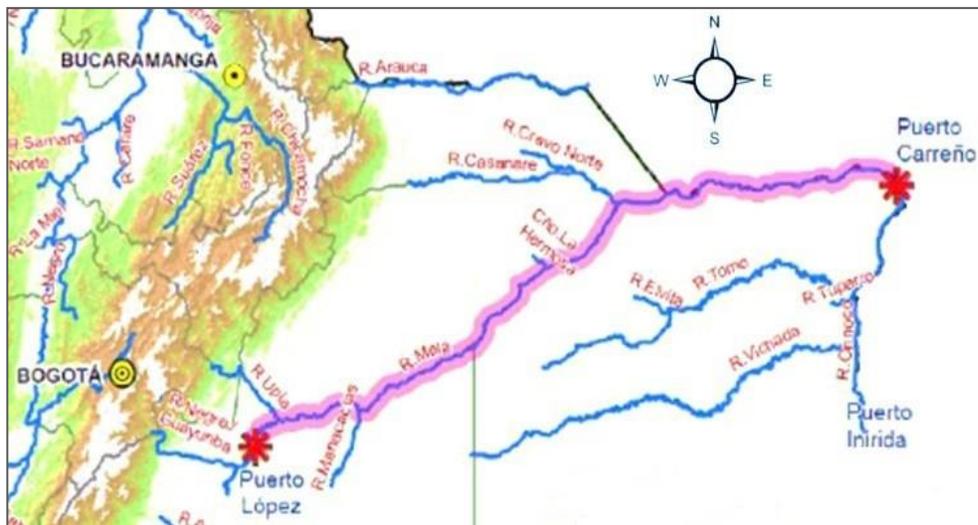
Mapa A7
Macrocuena del Orinoco



Fuente: Plan Maestro Fluvial de Colombia 2015.

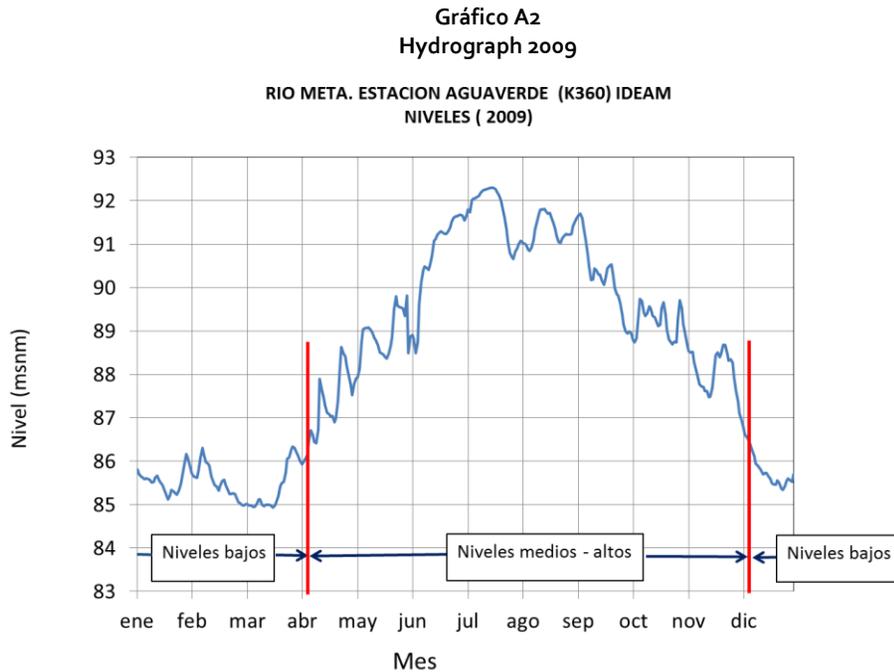
La ubicación del río Meta se muestra en el mapa A8 en relación con dos ciudades importantes del país como Bogotá y Bucaramanga.

Mapa A8
Ubicación del río Meta



Fuente: Plan Maestro Fluvial de Colombia 2015.

El río Meta tiene un hidrograma unimodal con un período de aguas bajas de diciembre a abril, y un período de aguas medias y altas el resto del año (Arcadis y Jesyca, 2015). En la estación Aguaverde de IDEAM⁴, la variación de niveles históricos extremos es de nueve metros.



Fuente: Plan Maestro Fluvial de Colombia 2015.

En el tramo navegable del río Meta solo existe un puente vehicular en Puerto López (Arcadis y Jesyca, 2015).

A lo largo del río Meta no existe infraestructura que permita la comunicación por carretera entre los departamentos de Casanare y Meta. Para cruzar el río se utilizan transbordadores y eso aumenta los costos de transporte.

Propuesta de clasificación para el río Meta (Colombia)

Nivel uno: dimensiones

Para el Nivel Uno, el parámetro principal para la clasificación es la profundidad de agua mínima garantizada de la VNI (cuadro 7 del informe principal).

La variación estacional de los niveles de agua del río Meta es importante: en Puerto López (estación Puente Lleras) la diferencia entre aguas altas y bajas es de 4,40 m, mientras que en Puerto Carreño es de 12,40 m. El río Meta es navegable durante ocho meses al año, de abril a noviembre. El convoy más grande requerido para navegar por el río Meta durante el 66% del año, requiere un calado de 1,20 m y una profundidad mínima de 1,80 m.

⁴ Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales de Colombia (Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales de Colombia - IDEAM).

Cuadro A4
Profundidad mínima del agua (m)

Clase	
III	1,5 ^(a)
II	1,0 ^(b)

Fuente: Los autores.

^a Esta profundidad mínima del agua del canal de navegación está asociada con una probabilidad del 66% de que el nivel del agua sea mayor que el valor especificado.

^b Esta profundidad mínima del agua del canal de navegación está asociada con una probabilidad del 95% de que el nivel del agua sea mayor que el valor especificado.

Estas profundidades de agua se dan a partir de la información de los usuarios.

De acuerdo con este análisis y la clasificación propuesta para el Nivel uno, este río se clasificará como III (> **1,5 m**) para períodos de agua media y alta, y como II (> **1,0 m**) para período de agua baja.

La clasificación en el Nivel I se completa de acuerdo con las dimensiones máximas de los buques o, si no se dispone de la información sobre los buques, con el ancho mínimo y gálibo aéreo de la vía navegable.

El tiempo de viaje entre Puerto López y Puerto Carreño es de 104 horas río arriba y 90 horas río abajo. El ancho del río es muy variable debido a su forma trenzada (brazos desde 60 metros de ancho hasta cauces principales de 400 a 800 metros).

Dado que se dispone de información sobre las dimensiones del convoy, se utilizará la Subclase "variante A" (cuadros 8 y 9). La configuración habitual del convoy en las etapas de agua media y alta es un remolcador y barcazas en 2x2; las dimensiones de este convoy son 150m x 26m x 1,8m⁵. En la etapa de aguas bajas, las dimensiones son 150m x 13m x 1,2m.

Cuadro A5
Valores de clasificación de los parámetros del río Meta

Sub-clase	Ancho Máximo – B (m) ^(a)	Longitud Máxima – L (m) ^(a)
A24/160	24	160
A24/140	24	140
A12/140	12	140
A12/120	12	120
A12/100	12	100
A12/80	12	80
A12/60	12	60

Fuente: Los autores.

^a Las dimensiones máximas son: el ancho y la longitud máxima de los buques (convoyes), que pueden operar en la vía fluvial del río Meta.

Por lo general, este río debe clasificarse como "**A25+/150+**" para la etapa de agua alta y "**A12+/150+**" para la etapa de agua baja.

⁵ Universidad del Norte, 2013.

Nivel dos: servicios de la vía fluvial

Complementando la clasificación de Nivel I, las vías navegables se dividirán en categorías según el nivel de servicios (cuadro 11 - Nivel Dos). Según este cuadro, el tramo del río Meta debe ser de categoría "T2/X" ya que ninguno de los servicios enumerados está disponible.

Nivel tres: régimen regulatorio y de gestión

Complementando los dos primeros niveles, el Nivel III (cuadro 12) ofrece la posibilidad de clasificar el régimen regulatorio y de gestión en términos de gestión de vías fluviales y consideración de los aspectos económicos, sociales, ambientales e institucionales y responsabilidades gubernamentales.

En el caso de la clasificación del Nivel III, con respecto a la dimensión económica y financiera, en Colombia existen planes de inversión para ríos navegables, pero debido a restricciones presupuestarias y al hecho de que la mayor parte del presupuesto del sector transporte se ha priorizado para carreteras, los mecanismos de financiamiento para proyectos del modo fluvial aún son insuficientes, lo que no permite establecer claramente si cumple o no con estos parámetros.

Según esta premisa, se cumplen cuatro de cada cinco condiciones, aunque de forma ligera.

Conclusión

Con base en el análisis anterior, el tramo del río Meta desde Puerto López hasta Puerto Carreño se puede clasificar como:

Nivel I (aguas altas)	III, A25+/150
Nivel I (aguas bajas)	II, A12+/150
Nivel II	T2/X
Nivel III	--

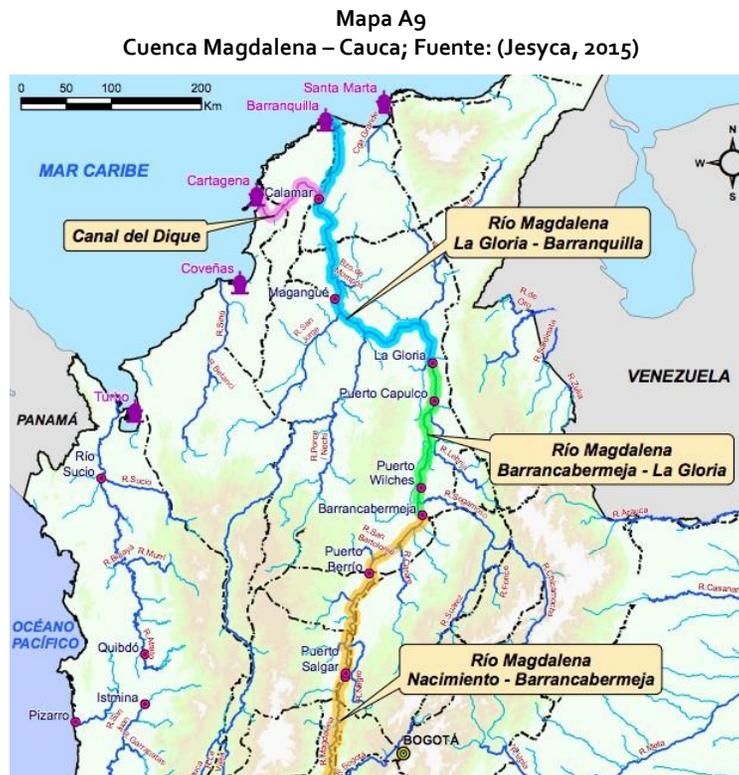
Fuente: Los autores.

Anexo 8

Río Magdalena, Colombia

Por Mónica Sarache Silva y Jorge Enrique Sáenz, Colombia

La cuenca Magdalena-Cauca cubre un área de 256.000 km², lo que representa el 24% de la extensión continental del país (mapa A9). Es el hogar de unos 33,6 millones de personas, o el 80% de la población total del país, y alberga las principales ciudades y centros urbanos. Es decir, la mayor parte de las actividades económicas y sociales se desarrollan en esta cuenca (Cormagdalena, 2007).



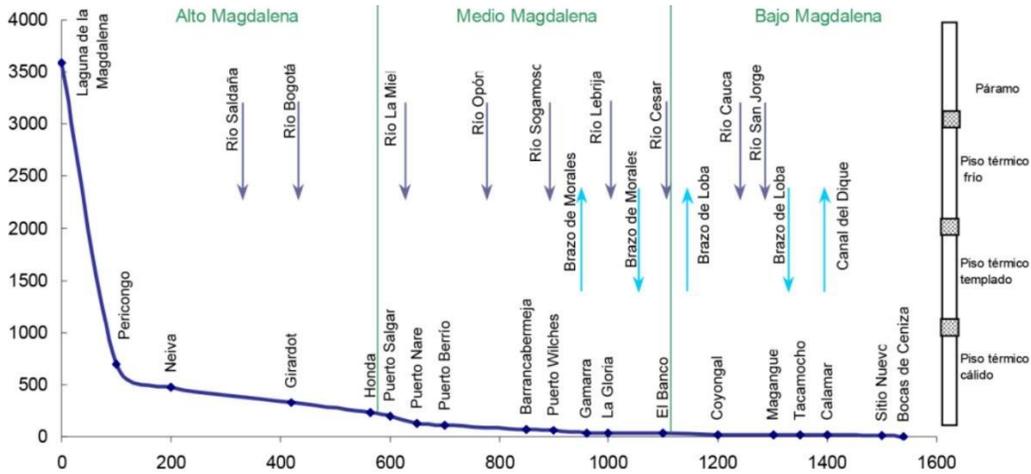
Fuente: Plan Maestro Fluvial de Colombia 2015.

El río Magdalena nace en el suroeste de Colombia, en la Cordillera de los Andes, atraviesa el país de sur a norte, en un recorrido de unos 1.540 km entre las cordilleras oriental y central de los Andes, formando un valle que llega hasta la costa del Mar del Caribe.

Como principal ruta fluvial de Colombia, es navegable durante unos 990 km. Su principal afluente es el río Cauca, pero también cuenta con innumerables afluentes a lo largo de su extensión que brindan un buen caudal de agua. Un importante brazo del río, el Canal del Dique, llega hasta el puerto de Cartagena en la costa.

Teniendo en cuenta su perfil altitudinal y su idoneidad para la navegación, el río Magdalena se ha dividido en tres sectores (gráfico A3), como el Alto Magdalena (Alto Magdalena), el Magdalena medio (Medio Magdalena) y el Bajo Magdalena (Bajo Magdalena).

Gráfico A3
Perfil longitudinal del río Magdalena

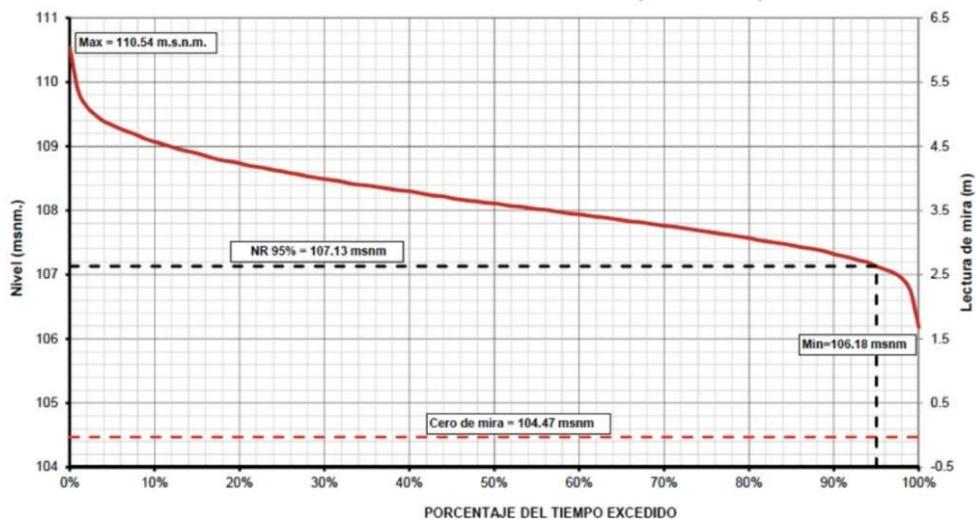


Fuente: Cormagdalena, 2007.

El alto Magdalena tiene 565 km de longitud y en sus tramos iniciales el río se caracteriza por ser abrupto y turbulento. El Magdalena Medio comienza en la ciudad de Honda y avanza 1.100 km hasta la ciudad de El Banco y es el tramo del río que históricamente ha tenido una importante navegación. El bajo Magdalena tiene una longitud aproximada de 428 km desde El Banco hasta la desembocadura del río en Bocas de Ceniza y Cartagena a través del Canal del Dique.

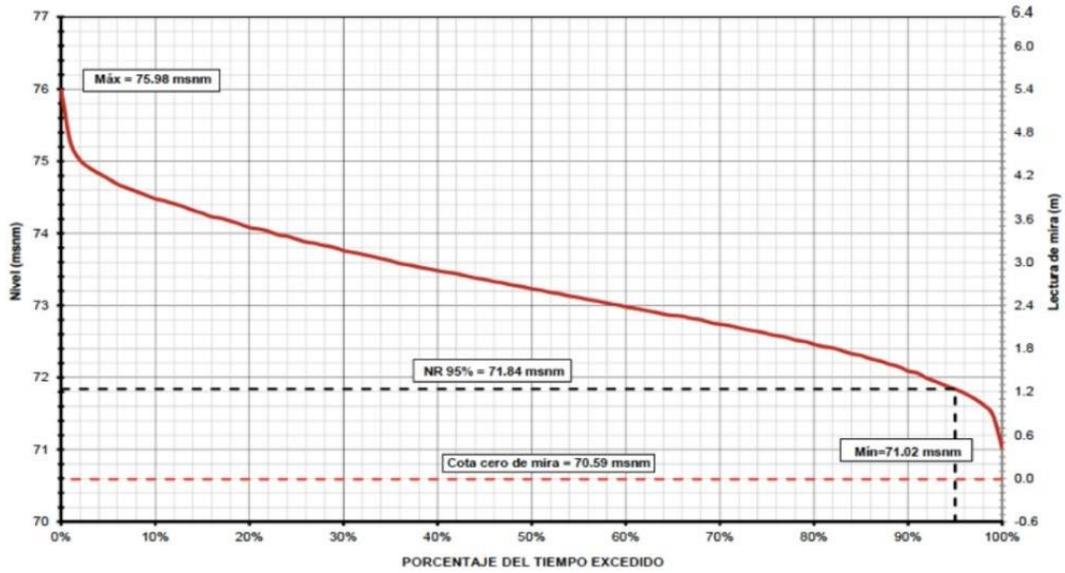
El comportamiento estadístico de los niveles del río Magdalena en diferentes estaciones del IDEAM se muestra entre el gráfico A4 y A7.

Gráfico A4
Comportamiento de niveles en la estación Puerto Berrío
RIO MAGDALENA- ESTACIÓN DE PUERTO BERRIO
CURVA DE DURACIÓN DE NIVELES (1972 - 2011)



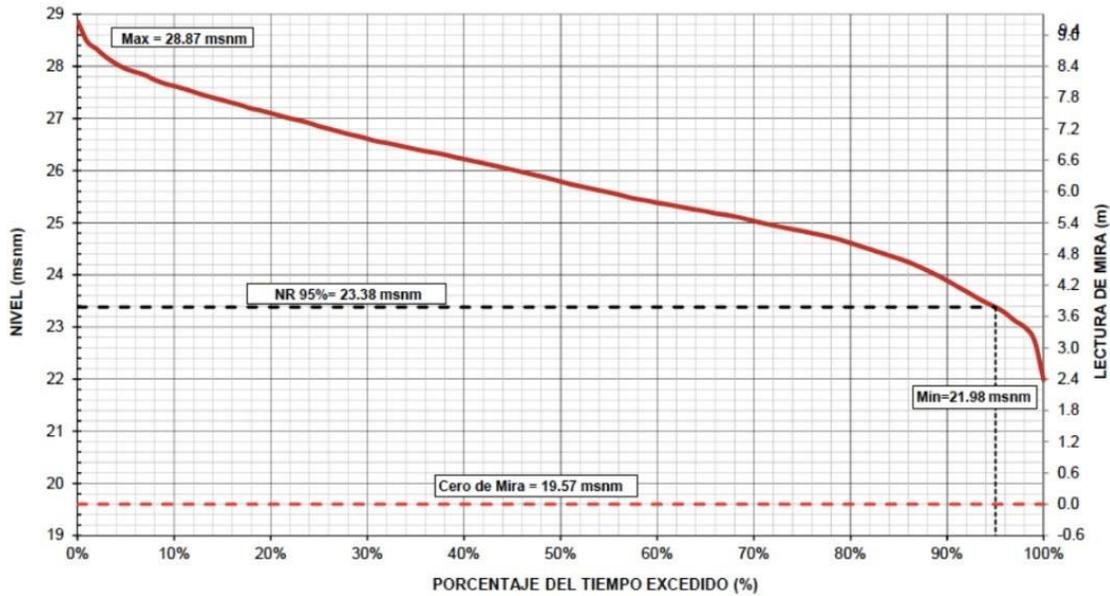
Fuente: Sáenz, 2019.

Gráfico A5
Comportamiento de niveles en la estación de Barrancabermeja
RIO MAGDALENA - ESTACION BARRANCABERMEJA
CURVA DE DURACION NIVELES DIARIOS (1974 - 2011)



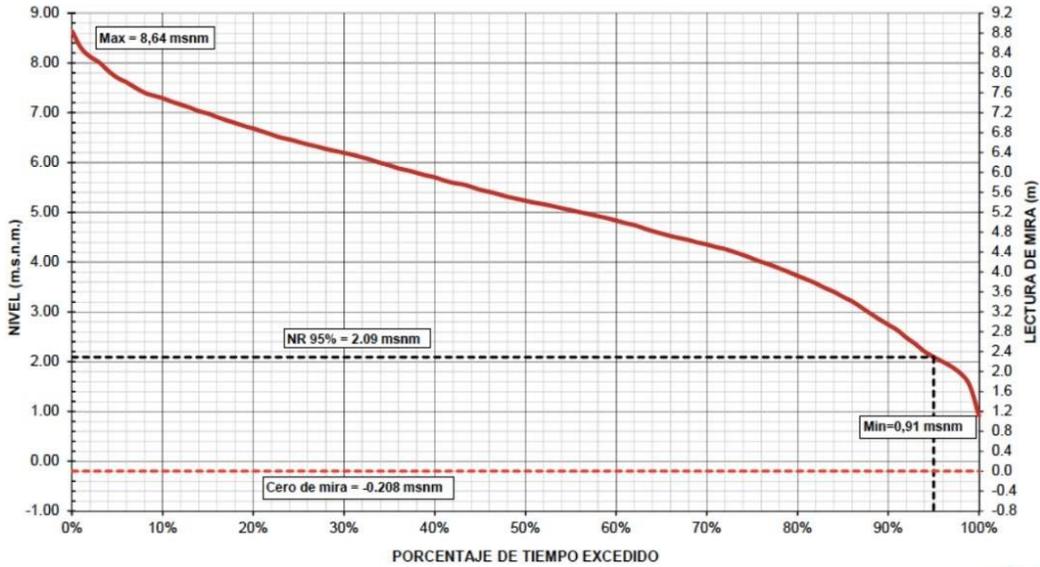
Fuente: Sáenz, 2019.

Gráfico A6
Comportamiento de niveles en la estación El Banco
RIO MAGDALENA - ESTACIÓN EL BANCO
CURVA DE DURACION DE NIVELES DIARIOS (1972 - 2006)



Fuente: Sáenz, 2019.

Gráfico A7
Comportamiento de niveles en la estación de Calamar
RIO MAGDALENA - ESTACIÓN DE CALAMAR
CURVA DE DURACIÓN DE NIVELES DIARIOS (1972 - 2006)



Fuente: Sáenz, 2019.

Por los atributos físicos y las condiciones de navegación, el río Magdalena se divide en tres tramos principales (Mapa A9)

- Tramo 1: Barranquilla – La Gloria/Capulco
- Tramo 1a: Cartagena - Calamar, a lo largo del Canal del Dique
- Tramo 2: La Gloria/Capulco - Barrancabermeja

Nivel Uno: dimensiones

Para el Nivel Uno, el parámetro principal para la clasificación es la profundidad de agua mínima garantizada de la VNI (cuadro 7 del informe principal).

Los datos de profundidad mínima del agua disponibles y el ancho del canal en las condiciones actuales se pueden encontrar en el cuadro A7.

Cuadro A7
Datos de profundidad mínima del agua disponibles y ancho del canal en las condiciones actuales

	Extensión	Profundidad mínima del agua		Ancho de canal (ª)
		pies	(metros)	
Tramo 1	Barranquilla – La Gloria/Capulco	8	(2,40 m)*	52
Tramo 1A	Cartagena - Calamar	6	(1,80 m)*	65 - 75
Tramo 2	La Gloria/Capulco - Barrancabermeja	6	(1,80 m)*	52

Fuente: Cormagdalena, 2020.

ª Profundidad del agua y ancho del canal garantizados por dragado.

De acuerdo con estos datos y la clasificación propuesta para el Nivel uno (Cuadro 7), el río Magdalena se clasificará como **IV** en el tramo inferior y como **III** en el Canal del Dique y tramo superior.

Cuadro A8
Profundidad mínima del agua (m) - Río Magdalena

Extensiones	Clase	Profundidad mínima del agua (m)
Barranquilla – La Gloria/Capulco	V	2,5
Cartagena - Calamar	III	1,5
La Gloria/Capulco - Barrancabermeja	III	1,5

Fuente: Los autores.

La clasificación en el Nivel I se completa según las dimensiones máximas de las embarcaciones. A continuación, se presenta la flota fluvial que navega por el río Magdalena, donde se establecen las dimensiones del convoy más grande que actualmente navega por cada tramo.

Cuadro A9
Dimensiones máximas actuales de las embarcaciones / convoyes - Río Magdalena

Extensiones	Tipo	Eslora (M)	Manga (M)	Convoy	Dimensiones Del Convoy (M)
Tramo 1 Barranquilla – La Gloria/Capulco	Remolcador	45		R-B (3x3 + 1) Río abajo R-B (2x5) Río arriba	L: 220 W: 48
	Barcazas	5	16	En algunas ocasiones, en pleamar, se utilizan convoyes de 12 barcazas	L: 345 W: 32
Tramo 1A Cartagena - Calamar	Remolcador	45		R-B(2x5)	L: 240,0 W: 32,0
	Barcazas	65	16		
Tramo 2 La Gloria/Capulco - Barrancabermeja	Remolcador	20	8	R-B(3x3) Río abajo R-B(2x5) Río arriba	L: 220 W: 48
	Barcazas	50	10		L: 345 W: 32

Fuente: Fedenavi 2020.

Hoy en día, el transporte fluvial por el río Magdalena lo realizan empresas navieras privadas. La flota existente se ha adaptado al ancho del cauce disponible y la profundidad durante la mayor parte del año, para los diferentes tramos del río. El tráfico fluvial principal se realiza desde Barrancabermeja hasta Cartagena.

Por lo general, este río debe clasificarse (Nivel I - Variante a; según el cuadro 8 y el cuadro 9) como:

Cuadro A10
Nivel I - Variante A; Río Magdalena

	Ancho Máximo – B (m) ^(a)	Eslora Máxima – L (m) ^(a)
Barranquilla – La Gloria/Capulco	48	340
Cartagena - Calamar	32	240
La Gloria/Capulco - Barrancabermeja	48	340

Fuente: Los autores.

Nivel dos: servicios de la Vía Navegable

Complementando la clasificación de Nivel I, las vías navegables se dividirán en categorías según el nivel de servicios (Cuadro A7- Nivel II).

El siguiente cuadro presenta los valores de los parámetros del río Magdalena requeridos por la clasificación PIANC GT201 (2020). A partir de esta información se establece la clasificación actual de este río.

Para el nivel I; los valores de clasificación de los parámetros del tramo 1, 1A y 2: río Magdalena son (Cuadro A11):

Cuadro A11
Nivel II – Nivel de servicio – Río Magdalena

Nivel Dos – Nivel de Servicios	
Servicios de información para logística (intermodal)	Sí
Servicios de gestión de tráfico local disponibles en las secciones críticas de la vía navegable (planificadas, implementadas y operadas de acuerdo con las Directrices VTS de interior de IALA)	No
Recepción de informes electrónicos del viaje y de la carga facilitados por la autoridad de la vía	No
Dar avisos a los patrones en caso de desviación de la situación normal de la vía fluvial (FTM)	Sí
AIS interior habilitado en la vía fluvial	No
Servicios de información de vías habilitados. iENC proporcionado por las autoridades de la vía	No
Navegación 24/7 (transporte nocturno de seguridad). Navegación con radar a bordo y / o comunicaciones VHF	No
Ayudas físicas para la navegación y señales de tráfico disponibles	No

Fuente: Los autores.

De acuerdo con el cuadro 11 (Nivel II) y el cuadro A10, los 3 tramos del río Magdalena bajo consideración deben ser de categoría "T2/F" ya que solo dos servicios de la lista están disponibles.

Nivel Tres: Régimen regulatorio y de gestión

El Nivel III se refiere al régimen regulatorio y de gestión en términos de gestión de las vías fluviales y la consideración de los aspectos económicos, sociales, ambientales e institucionales y las responsabilidades gubernamentales.

Considerando el Nivel III, con respecto a la dimensión económica y financiera, en Colombia existen algunos planes de inversión en ríos navegables. Los tres tramos serán parte de un proyecto de APP que mejorará las condiciones de navegación y garantizará el nivel de servicios deseado.

Cuadro A12
Regulación y Gestión- Río Magdalena

Nivel III (véase Cuadro 12)	
1- Uso de estándares regionales o internacionales como parte del régimen regulatorio o enfoque de cuenca hidrográfica	No
2- Existencia de reglas y prácticas para hacer frente a las implicaciones ambientales del desarrollo de la vía fluvial	Sí
3- Existencia de reglas y prácticas para abordar las implicaciones sociales del desarrollo de la vía fluvial	Sí
4- Existencia de planes de inversión y esquemas de financiamiento para el desarrollo de la hidrovía	Sí
5- Existencia de instituciones especializadas a cargo del desarrollo de la vía navegable y división efectiva de responsabilidades y mecanismos de coordinación.	Sí

Fuente: Los autores.

Para los 3 tramos del río Magdalena, el cuadro A12 resume la situación del Nivel III: se alcanzan cuatro de los cinco criterios.

Conclusión

Con base en el análisis anterior, el sistema del río Magdalena se puede clasificar como:

Cuadro A13
Resultados de la clasificación del río Magdalena

Extensión	Nivel I	Nivel II	Nivel III
Tramo 1: Barranquilla – La Gloria/Capulco	[V; A48/340]	T2/F	---
Tramo 1A: Cartagena - Calamar	[III; A32/240]	T2/F	---
Tramo 2: La Gloria/ Capulco - Barrancabermeja	[III; A48/340]	T2/F	---

Fuente: Los autores.

A través de los proyectos de Alianza Público-Privada -PPP para la recuperación de la navegabilidad del río Magdalena en los tramos 1, 1A y 2, se espera mejorar las condiciones físicas y los servicios de transporte, lo que significará que una vez que el proyecto esté en marcha, el tramo 2 mejorará su clasificación de Nivel 1 a V y, en general, el Nivel 2 y el Nivel 3 también mejorarán.

Una vez adjudicado el proyecto PPP, será importante considerar la configuración del convoy de diseño (configuración que deben hacer cumplir las autoridades gubernamentales y las navieras para garantizar condiciones de navegación seguras, económicas y sostenibles).

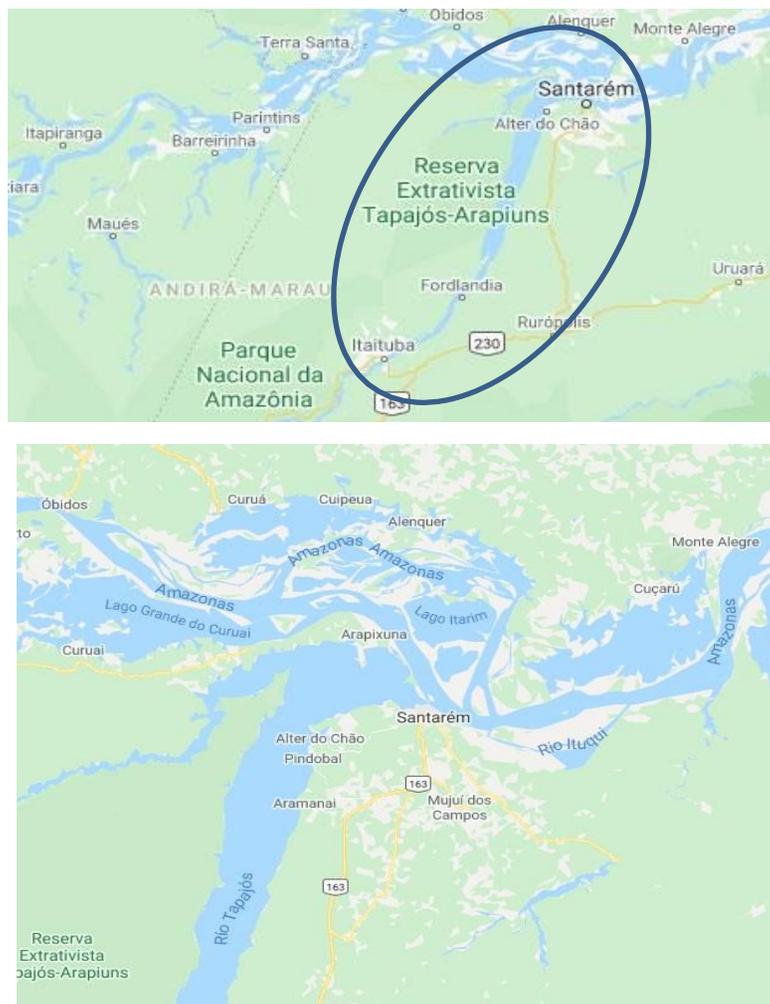
Anexo 9

Río Tapajós, Brasil

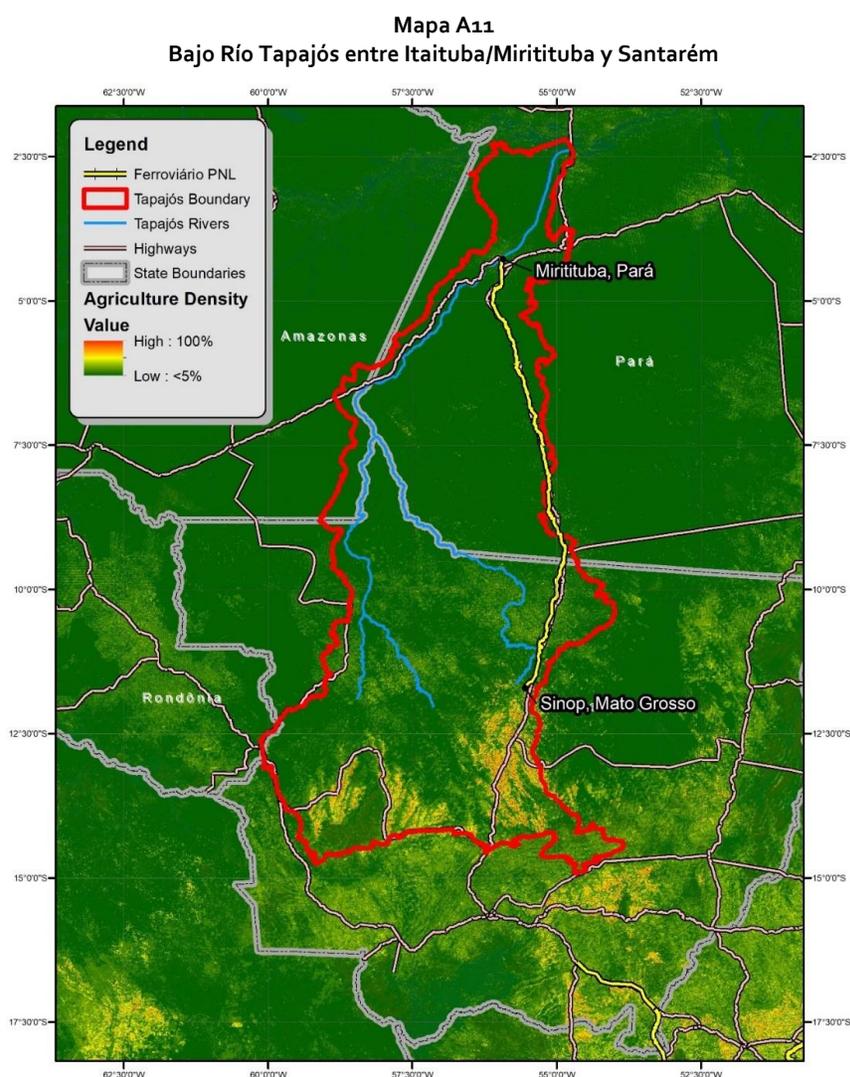
Por Calvin CREECH y Brian Alberto, USACE, EE.UU.

La cuenca del río Tapajós está ubicada en el centro-oeste y norte de Brasil, principalmente en los estados de Mato Grosso y Pará. La cuenca tiene una superficie aproximada de 492.000 km² y es el quinto mayor contribuyente de caudal al río Amazonas (después de los ríos Madeira, Negro, Japurá y Marañón). La confluencia del río Tapajós y el río Amazonas se encuentra en Santarém, Pará. Las ciudades más grandes de la cuenca incluyen Santarém e Itaituba en el estado de Pará, así como Sorriso y Sinop en Mato Grosso. La agricultura significativa (soja y maíz) se produce en Mato Grosso y se transporta al río Tapajós en camión por la BR-163. El actual canal de navegación del río Tapajós se extiende desde las ciudades de Itaituba y Miritituba hasta Santarém (mapas A10 y A11). La longitud total del canal de navegación es de 289 km.

Mapa A10
Bajo Río Tapajós en Brasil (mapa de Google)



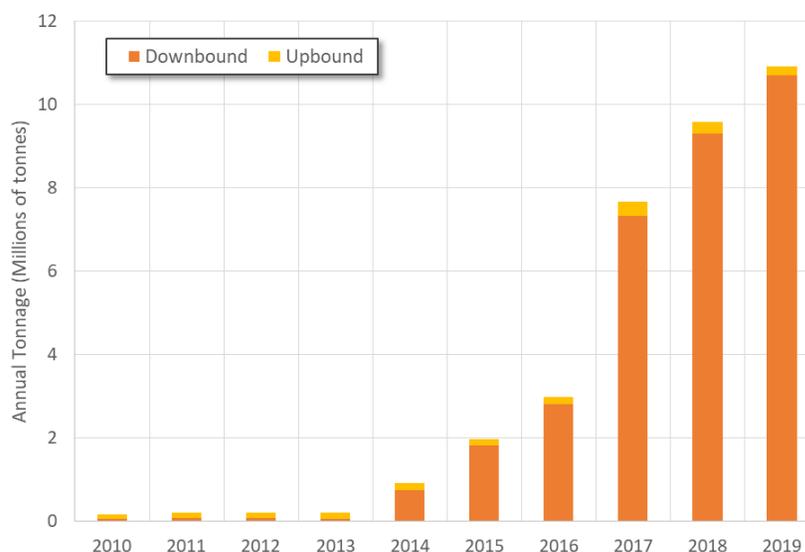
Fuente: extraído de Google map (7 de marzo, 2019).



Fuente: Agencia Nacional de Transporte Acuático (ANTAQ), Brasil.

Según los datos de estadísticas y productos básicos de ANTAQ, el tonelaje de navegación ha aumentado significativamente en el río Tapajós, especialmente desde 2013. Una cantidad marginal de transporte se produjo en el río Tapajós en 2013 (aproximadamente 200.000 toneladas) y ha aumentado a más de 10 millones de toneladas transportadas en 2019. (gráfico A8). El río Tapajós también es muy importante para el transporte de pasajeros, donde se produce el servicio diario de pasajeros entre Itaituba y Santarém.

Gráfico A8
Tonelaje anual transportado por el río Tapajós: 2010-2019

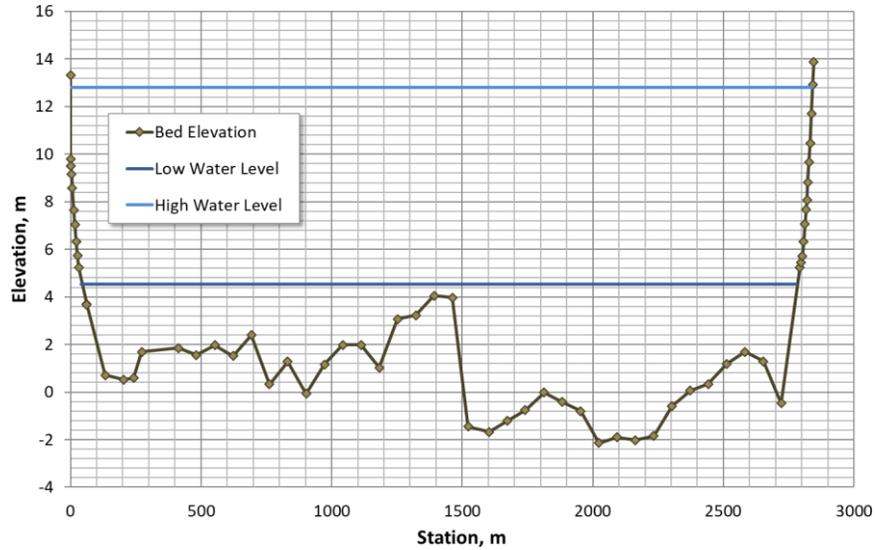


Fuente: Agencia Nacional de Transporte Acuático (ANTAQ), Brasil.

El nivel del agua del río Tapajós en Itaituba varía aproximadamente 6 metros (en promedio) por año (ver Gráfico A9 y A10). Los niveles más bajos ocurren generalmente en octubre y noviembre, que es aproximadamente 1 ó 3 meses después de que se registran los flujos más bajos. El nivel en Itaituba, Pará está fuertemente influenciado por el remanso del río Amazonas (que alcanza su pico más tarde en el año que el río Tapajós). Por lo tanto, aunque el mes de agosto tiene un caudal muy bajo en el río Tapajós, el nivel es moderadamente alto en este momento. La influencia del río Amazonas en el nivel de Itaituba se puede ver en el gráfico A10 (los niveles se refieren a metros sobre el nivel del mar con un dato de EGM08).

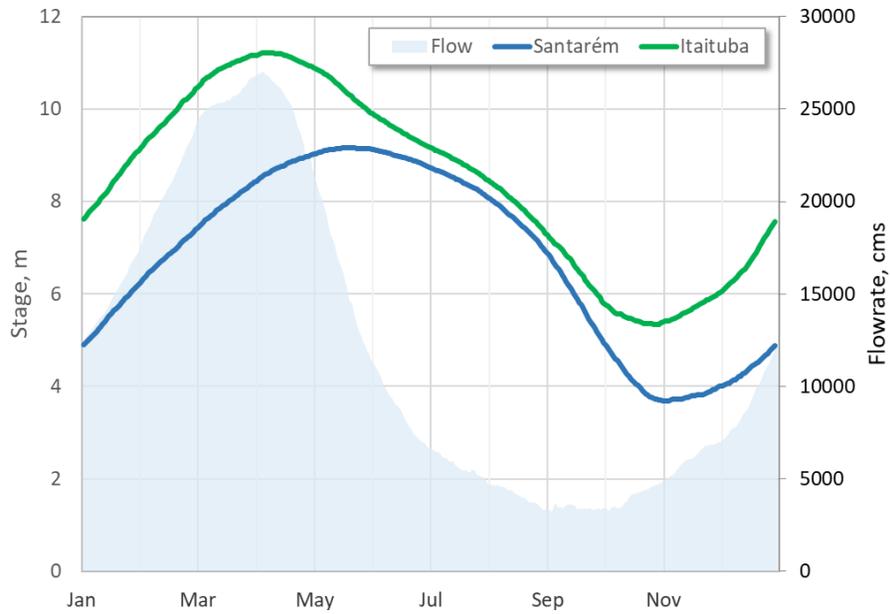
Se ha establecido un plano de referencia de bajamar (LWRP) en el río Tapajós utilizando una combinación de datos de medición y modelos hidráulicos. En la estación de medición de Itaituba, se calcula que el nivel de excedencia del 90% es de 5,54 m (gráfico A11). El LWRP se define como el nivel del agua que se excede el 90% del tiempo. Este LWRP se muestra en el Imagen A1. En el diagrama que sigue, el lecho del río Tapajós a lo largo de la línea central del canal de navegación se muestra en gris. La investigación de las profundidades a lo largo del canal de navegación revela que se dispone de una profundidad de aproximadamente 2,5 m cuando hay poca agua. En realidad, durante la mayor parte del año, se ha navegado con un calado de hasta 4.0 metros en el río Tapajós (imagen A1). Un calado de 4.0 metros está disponible aproximadamente el 70% del año. Un calado de 3,5 metros está disponible aproximadamente el 77% del año como se muestra en el gráfico A11.

Gráfico A9
Sección transversal del río Tapajós en Itaituba (ANA Gage 17730000) con niveles máximos y mínimos registrados

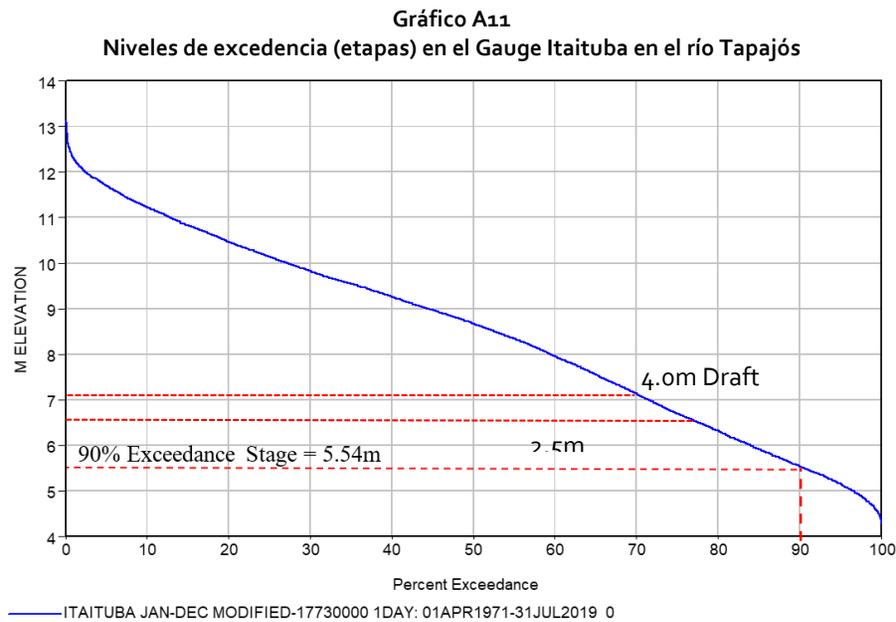


Fuente: Agencia Nacional de Transporte Acuático (ANTAQ), Brasil.

Gráfico A10
Nivel / etapa anual promedio (diario) para los medidores de Itaituba (17730000) y Santarém (17900000)

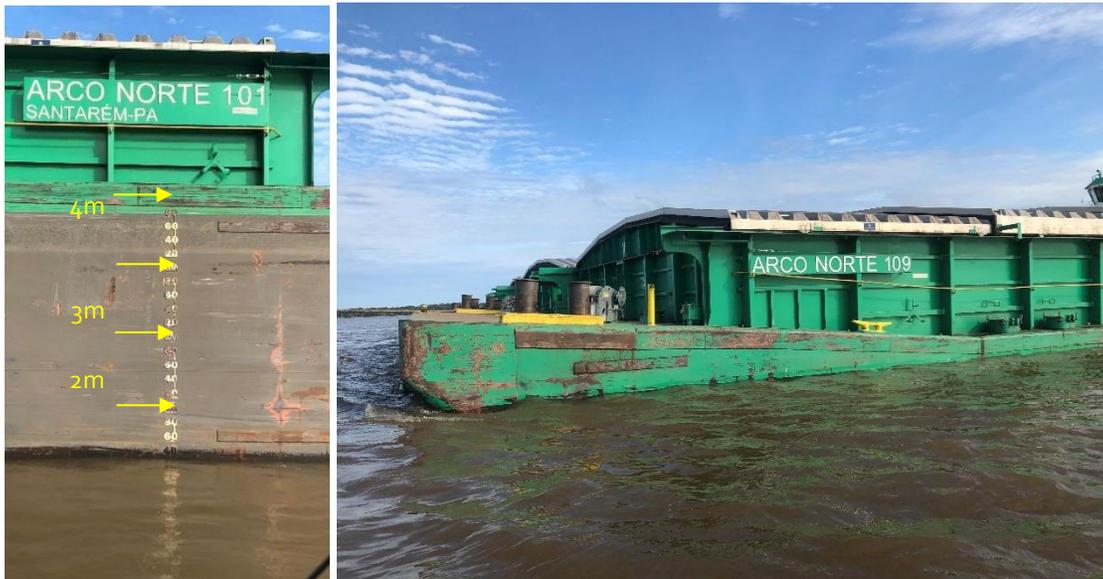


Fuente: Agencia Nacional de Transporte Acuático (ANTAQ), Brasil.



Fuente: Agencia Nacional de Transporte Acuático (ANTAQ), Brasil.

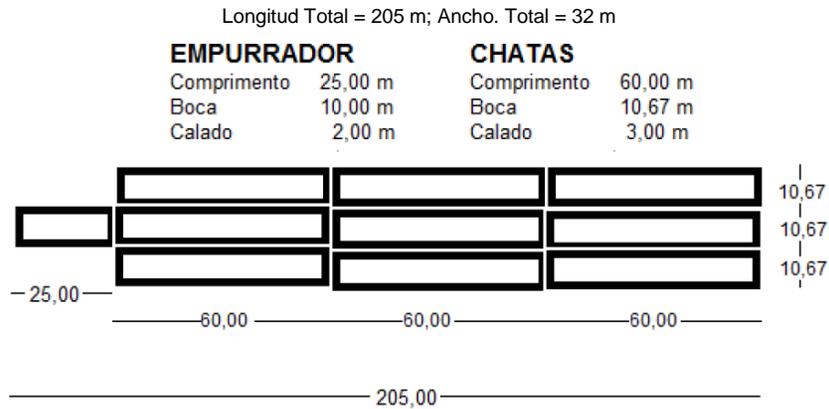
Imagen A1
La barcaza Cargill vacía con calado de menos de 0,40 metros (izquierda) y las barcazas Cargill completas con calados aproximadamente de 4,0 metros (derecha)



Fuente: Agencia Nacional de Transporte Acuático (ANTAQ), Brasil.

Primero se debe establecer o conocer el convoy de barcazas de diseño (ya que las dimensiones de la vía fluvial son función del tamaño del convoy deseado asociado con esa vía fluvial). La EVTEA del Río Tapajós ha definido la configuración de la barcaza de diseño, que consta de las siguientes dimensiones (diagrama A2).

Diagrama A2
Diseño de configuración de barcaza para el río Tapajós (de EVTEA)



Fuente: Agencia Nacional de Transporte Acuático (ANTAQ), Brasil.

Aunque esta configuración de barcaza se define como el mínimo para este sistema, a menudo se observan en el sistema convoyes que constan de 25 barcasas en total (5x5). En condiciones de nivel medio y alto, la eslora total del convoy de barcasas es de 325 m y la manga total es de 53,4 m. En el gráfico A10 se muestra una foto de la condición de esta barcaza navegando por el río Tapajós.

Imagen A2
Convoy de barcasas 5x5 observado en el río Tapajós



Fuente: Agencia Nacional de Transporte Acuático (ANTAQ), Brasil.

Sistema de clasificación aplicado al canal de navegación del río Tapajós

Utilizando un escenario de fiabilidad de navegación del 90%, se encuentra disponible la siguiente información relevante:

- En la temporada de aguas bajas la configuración del convoy es de 3x3 barcazas. Esto da como resultado una manga máxima de 32 m y una eslora de 210 m.
- La profundidad mínima del agua es de 2,5 m
- El ancho mínimo del canal de navegación es de 140,8 m. Esto equivale a 4,4 x el ancho del convoy de la barcaza según las normas brasileñas.
- Longitud del tramo de la vía fluvial: 289 km
- Temporada de aguas bajas: septiembre - noviembre

Por lo tanto, según el **Nivel Uno**, la Hidrovía del Tapajós se clasifica en: **T1: IV; A32 / 210**. Para el **Nivel Dos** (cuadro 10), el nivel de servicios sería **T2/F** ya que solo se brindan 2 servicios básicos.

Para el **Nivel III** (cuadro 11), el gráfico A5 a continuación muestra el estado.

Cuadro A14
Nivel III para el Río Tapajós

Nivel III (Cuadro 11)		
1.	Uso de estándares regionales o internacionales como parte del régimen regulatorio o enfoque de cuenca hidrográfica	No
2.	Existencia de reglas y prácticas para hacer frente a las implicaciones ambientales del desarrollo de la vía fluvial	Sí
3.	Existencia de reglas y prácticas para abordar las implicaciones sociales del desarrollo de la vía fluvial	Sí
4.	Existencia de planes de inversión y esquemas de financiamiento para el desarrollo de la hidrovía	Sí
5.	Existencia de instituciones especializadas a cargo del desarrollo de la vía navegable y división efectiva de responsabilidades y mecanismos de coordinación.	Sí

Fuente: Los autores.

Conclusión:

Nivel I: IV; A32/210

Nivel T2/F

Nivel II:



NACIONES UNIDAS

Serie

CEPAL

Comercio Internacional

Números publicados

Un listado completo, así como los archivos pdf están disponibles en
www.cepal.org/publicaciones

167. Marco para una clasificación de vías navegables interiores en América del Sur, P.Rigo, R. J. Sánchez y F. Weikert (editores) (LC/TS.2021/187), 2021.
166. Políticas anticíclicas y propuesta para el cálculo de la recuperación fiscal de la inversión en infraestructura, A. Coremberg, J. Lardé, R. Sánchez, J. Sanguinetti, (LC/TS.2021/178), 2021.
165. Impactos sociales de los caminos rurales en Mesoamérica, Gabriel Pérez, (LC/TS.2021/171), 2021.
164. La Zona de Libre Comercio Continental Africana: ¿un modelo para América Latina y el Caribe?, Sebastián Herreros, (LC/TS.2021/97), 2021.
163. Análisis comparativo de los regímenes de origen de la Alianza del Pacífico y el Tratado Integral y Progresista de Asociación Transpacífico, Rodrigo Contreras, (LC/TS.2021/53), 2021.
162. Logística internacional pospandemia: análisis de las industrias aérea y de transporte marítimo de contenedores, Ricardo J. Sánchez y Fabio Weikert, (LC/TS.2020/190), 2020.
161. Multiplicadores de los servicios de transporte y almacenamiento en América Latina: un análisis comparativo, Jeannette Lardé, (LC/TS.2020/189), 2020.
160. Infraestructura Resiliente: un imperativo para el desarrollo sostenible en América Latina y el Caribe, Fabio Weikert (LC/TS.2020/177), 2020.
159. El comercio internacional y la economía circular en América Latina y el Caribe, N. Mulder y M. Albaladejo (coords.) (LC/TS.2020/174), 2020.
158. La participación de América Latina y el Caribe en el mecanismo de solución de diferencias de la Organización Mundial del Comercio (OMC), 2015-2020, Sebastián Herreros (LC/TS.2020/173), 2020.

COMERCIO INTERNACIONAL

Números publicados:

- 167 Marco para una clasificación
de vías navegables interiores
en América del Sur
*Philippe Rigo, Ricardo J. Sánchez
y Fabio Weikert (editores)*
- 166 Políticas anticíclicas y propuesta
para el cálculo de la recuperación
fiscal de la inversión en
infraestructura
*Ariel Coremberg, Jeannette Lardé,
Ricardo J. Sánchez y Juan Sanguinetti*
- 165 Impactos sociales de los caminos
rurales en Mesoamérica
Gabriel Pérez