COMIP
Comisión Mixta del Río Paraná

# Reunión Plenaria del Grupo de Trabajo Encarnación

**28 de junio de 2023, Buenos Aires, República Argentina**

**ACTA**

A los 28 días del mes de junio del año 2023, siendo las 11.00 horas en la Ciudad de Buenos Aires, República Argentina, se realiza la reunión Plenaria del Grupo de Trabajo Encarnación, con la presencia de los representantes de los Ministerios de Relaciones Exteriores de ambas Repúblicas y los representantes de los organismos públicos y organizaciones privadas que se detallan en el ***ANEXO I*** - Lista de invitados y participantes.
La convocatoria tuvo por objeto detallar las acciones realizadas desde su creación en el mes de Junio de 2019 y los objetivos planificados para el periodo 2023/2024.
Como preliminar se transcribe en la presente.

**I.- Inicia la reunión con las salutaciones de estilo, destacando la presencia de las delegaciones públicas y privadas de la Republica del Paraguay.**

**Los representantes del Ministerio de Relaciones Exteriores dan formal apertura al encuentro coincidiendo en la importancia del espacio y el volumen de representatividad que fue adquiriendo con el paso del tiempo y el desarrollo de las tareas. Refieren el compromiso de ambos países en las acciones fijadas para este Grupo y destacan la sinergia y colaboración entre el sector público y privado para el mejor logro de los objetivos de promoción y mejoramiento de la vía navegable común.**

**II.- Las autoridades de COMIP coinciden** en manifestar que el recorrido de estos cuatros años de trabajo ininterrumpido, a pesar de las especiales condiciones por las que se atravesara, tanto por la crisis sanitaria como en la actual y aún vigente, crisis hídrica, ha permitido consolidar el trabajo del Grupo Encarnación y recoger las experiencias en la ejecución de los objetivos fijados, que se desarrollan en la agenda prevista para el encuentro:

**I.- Estado General de la Vía Navegable.**

**II.- Obras de Dragado 2022-2023.**

**III.- Finalización de los trabajos para la actualización de las cartas náuticas.**

**IV.- Navegación en el tramo, presentación de estadísticas.**

**V.- Proyecto Zona de Espera.**

**VI.- Presentación Atlas Ambiental. Entrega de Ejemplares.**

**VII.- Agenda Grupo Encarnación.**

I.-En relación al estado de la vía, el sector privado formulo un análisis de la situación hidrológica, su fluctuación y las complejidades que ello importa para la navegabilidad en el tramo y la planificación de sus tareas. Manifestaron la intención de seguir creciendo a la par del mejoramiento de la vía navegable, destacando que ese crecimiento estará asociado a contar con una **"vía navegable de todo tiempo** ". En tal sentido ratifican su compromiso con la inversión en el sector y la presencia en este espacio.

Refieren que el impacto de la bajante compromete la actividad económica de ambos países y por ello es necesario mayor previsibilidad en la conformación de vía navegable la que se ve alterada por los eventos hidrológicos.

Las autoridades nacionales de la República Argentina, en representación de la Secretaria de Transporte y del ECOVINA dan cuenta sobre la nueva visión democrática, plural y federal de las tareas de control, administración y gestión de las hidrovías, que fuera encomendado al ECOVINA. En tal sentido ponderan la consideración plural y representativa de este espacio y comprometen su colaboración para acciones comunes.

**II.-** Respecto a las obras de dragado 2022-2023 , el representante técnico de COMIP PARAGUAY comparte un detalle de las mismas, el que tuvo coincidencia con los informes provistos por el Sector Privado, destacando la tarea de resguardo ambiental de a cargo de la COMISION .

El mismo se adjunta como **Anexo II** para constancia**.**

**III.-** Se informa a los presentes que la actual campaña de batimetría permitirá contar con los insumos necesarios para la confección y actualización, en su caso, por el Servicio de Hidrografía Naval, de las Cartas Náuticas del Tramo compartido.

**IV.-** Sobre los aspectos relevantes de la navegación en el tramo y la especial dinámica que sobre el mismo genera el paso por el esclusado de Yacyretá, la Prefectura Naval Argentina, en el marco de su competencia sobre el control jurisdiccional de las aguas, presenta el detalle que obra como **Anexo III** de la presente.

En el mismo se detallan los tiempos y modos del franqueo de la esclusa y los beneficios del Protocolo de actuación para el paso, que se encuentra vigente.

Abona lo expuesto la presentación de COMIP en la que comparte el detalle de información con que cuenta en su repositorio Web Gis y la importancia de los mismos para la navegación. También la posibilidad de acceder a información pormenorizada por carga, tipo, cantidad y destino de la flota que atraviesa la esclusa. (la misma es publica en www.comip.org.ar). Se adjunta presentación como **Anexo IV.**

**V.-** La COMISION MIXTA ARGENTINO PARAGUAYA del RÍO PARANÁ, presenta el documento de proyecto de Desarrollo de Ingeniería Conceptual para la conformación de un sitio de espera en la zona de la Esclusa de Yacyretá.

El mismo tuvo por objeto cumplir con los compromisos asumidos en el marco de este Grupo para el mejoramiento de la navegabilidad en el tramo, en todos sus aspectos.

El informe que se acompaña describe los lineamientos generales y conceptuales para la conformación del sitio de espera, con un esquema de tres variantes de locación y sus distintas ponderaciones, el análisis de las maniobras de atraque y amarre, cálculos de fuerza, velocidades de aproximación y un presupuesto estimado para su desarrollo.

El proyecto se adjunta a la presente como **Anexo V**.

**VI .-** Para conocimiento de los presentes se presenta e informa sobre el ATLAS AMBIENTAL para la navegación íntegramente elaborado por los equipos binacionales de la Comisión. Se informa el proceso de recolección y validación de los datos volcados en el mismo, su identificación y escalas de construcción de las imágenes.

Para su difusión se entregan ejemplares del mismo, destacando que se encuentra en proceso de revisión, adecuación y ampliación para la construcción de etapa II. Se adjunta Presentación como **VI**.

**VII.-** En orden a la definición de la agenda común de este Grupo, especialmente se ha solicitado considerar la posibilidad de trabajar especialmente en:

1. La elaboración de escenarios hidrológicos de largo plazo que permitan articular la planificación de las tareas de carga
2. La atención conjunta de situaciones excepcionales en el proceso de dragado que permitan contar con un protocolo de actuación consensuado para los supuestos de acaecimientos.

Luego de un intercambio de opiniones de los presentes, todos coinciden en ratificar la metodología de articulación publico privada y multinivel que caracteriza a este espacio y a sus resultados, y concluyen que se mantienen incólumes los compromisos y las acciones con la que cada uno de los integrantes aporta a las tareas del Grupo y el rol destacado de las autoridades de Relaciones Exteriores de ambos países.

Para finalizar los representantes de CATERPPA y CAPECO ratifican y reiteran el reconocimiento a la labor desplegada por todos los participantes de este Grupo de Trabajo, destacando la tarea de coordinación de COMIP, y el alcance de los logros obtenidos como de la entidad de los compromisos futuros.

Habiéndose tratado todos los temas del orden del día, da por finalizada la presente reunión plenaria el Director Ejecutivo de COMIP, destacando la labor de este grupo, la entidad de los logros a los que se arribara, y los compromisos futuros para el cumplimiento de los objetivos del mejoramiento integral de la vía, como herramienta fundamental para potenciar el desarrollo regional.

Agradece especialmente a la Entidad Binacional Yacyretá por brindarnos el espacio para poder llevar a cabo este encuentro, como así también la presencia de todas las autoridades y representantes de las entidades del sector y finaliza ratificando el compromiso de la Comisión Mixta, en los desafíos y metas propuestas en esta reunión.

ABOG. FREDDY AMANCIO AQUINO
Secretario General Sede Asunción
Comisión Mixta Paraguayo Argentina del Río Paraná

Dra. TERESA ROSA SAGATINO
Secretaria General
Comisión Mixta Argentina Paraguaya del Río Paraná

COMIP
Comisión Mixta del Río Paraná

**Reunión Plenaria del Grupo de Trabajo Encarnación**

**28 de junio de 2023, Buenos Aires, República Argentina**

**ACTA**

# *ANEXO I*

COMIP
Comisión Mixta del Río Paraná

Reunión Plenaria Grupo de Trabajo Encarnación | Buenos Aires, 28 DE JUNIO 2023, 11:00 horas.

| NOMBRE Y APELLIDO | ORGANISMO | CONTACTO | FIRMA |
|---|---|---|---|
| Lic. Pablo Estesche | COMIP | 0971 237510 | |
| ALfredo Bogado | ANNP | 0981385312 | |
| ARTURO R. CABRERA G | A.N.N.P | 0981- 174733 | |
| Cap N DEM Marcos Rivas | Armada Paraguaya | +595 985 718214 | |
| WILSON SEDY | CATERPPA | +595 985 701880 | |
| Carlos Trociuk. | CATERPA. | +595- 985 701902 | |
| Lucas Krivenchuk | CATERPPA | +595 985 713922 | |
| RENATO SOSA BOSCH | CATERPPA | +595 982 764938 | |

COMIP
Comisión Mixta del Río Paraná

Reunión Plenaria Grupo de Trabajo Encarnación | Buenos Aires, 28 DE JUNIO 2023, 11:00 horas.

| NOMBRE Y APELLIDO | ORGANISMO | CONTACTO | FIRMA |
|---|---|---|---|
| Enrique Prado | COMIP | prado@comip.org.ar | |
| Germán Kahlow | Dir Pol Nav. y MM SSPVN y MM / Min Tpte | gkahlow@transporte.gob.ar | |
| Fernández Alberto A. | Dirección de Control Técnico y Habilitaciones SSPVN | alfernandez@transporte.gob.ar | |
| Angel Alvarenga | Dirección de Tráfico Marítimo, Fluvial, Lacustre | PSALPNA@PREFECTURANAVAL.GOV.AR | |
| Alfredo Tomasso | Dir. Tráfico Marítimo Fluvial y Lacustre PNA | kstro@prefecturanaval.gov.ar | |
| Abel De Manuele | Pte. ECOVINA | abeldemanuele@yahoo.com.ar | |
| Mario Grigli | CPA (Pto La Plata) | mrigli@puertolaplata.com | |
| Daniel Glorioso | ECOVINA (Sec. Industria) | dgloria@produccion.gob.ar | |

COMIP
Comisión Mixta del Río Paraná

Reunión Plenaria Grupo de Trabajo Encarnación | Buenos Aires, 28 DE JUNIO 2023, 11:00 horas.

| NOMBRE Y APELLIDO | ORGANISMO | CONTACTO | FIRMA |
|---|---|---|---|
| CECILIA ALONSO | ECOVINA | cecalonso@produccion.gob.ar | |
| SEBASTIAN ALVAREZ | MIN. TRANSPORTE | SALVAREZ@TRANSPORTE.GOB.AR | |
| Cristina Baltore | Subsecretaria de Puertos Vías Navegables y Marina Mercante | cbaltore@transporte.gob.ar | |
| José M. LANDA | A.G.P. | jlanda@agpse.gob.ar | |
| Miguel STRAGFEA | CANCILLERIA ARGENTINA | eff@cancilleria.gov.ar | |
| María Laura Ojeda | Cancillería argentina | omx@cancilleria.gov.ar | |
| FRANCISCO MACKINLAY | ATRIA LOGISTICA | FMACKINLAY@ATRIALOGISTICA.COM | |
| ROLÓN, Alberto | APPSA "Puerto Posadas" | rolon.zandegracomo@gmail.com | |

COMIP
Comisión Mixta del Río Paraná

Reunión Plenaria Grupo de Trabajo Encarnación | Buenos Aires, 28 DE JUNIO 2023, 11:00 horas.

| NOMBRE Y APELLIDO | ORGANISMO | CONTACTO | FIRMA |
|---|---|---|---|
| MORALES NICOLÁS | APPSA | morales.nicolás02@gmail.com | |
| ANGEL COLMAN | A.N.N.P. | Angelcolman66@gmail.com | |
| Fridolf Figueiredo | COMIP | | |
| ROBERTO AMARILLA | ATRIA | | |
| RODRIGO SARDI | ATRIA. | rsardi@atrialogistica.com. | |
| Vice Ministra del Ministerio de transporte | Dra Vot/Asesor. | | |
| | | | |
| | | | |

COMIP
Comisión Mixta del Río Paraná

Reunión Plenaria Grupo de Trabajo Encarnación | Buenos Aires, 28 DE JUNIO 2023, 11:00 horas.

| NOMBRE Y APELLIDO | ORGANISMO | CONTACTO | FIRMA |
|---|---|---|---|
| Julia Rodriguez Signes | ECOVINA | 54 3434676924 | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |

COMIP
Comisión Mixta del Río Paraná

**Reunión Plenaria del Grupo de Trabajo Encarnación**

**28 de junio de 2023, Buenos Aires, República Argentina**

**ACTA**

# *ANEXO II*

Comisión Mixta Paraguayo Argentina del Río Paraná
Delegación Paraguaya

# TRABAJOS DE PROFUNDIZACIÓN RÍO ALTO PARANÁ

## LLAMADO MOPC Nº 48/2021 CONTRATACIÓN POR VÍA DE LA EXCEPCIÓN PARA EL DRAGADO DE MANTENIMIENTO DE EMERGENCIA DEL RIO PARANÁ, EN EL TRAMO YACYRETÁ HASTA CONFLUENCIA CON EL RIO PARAGUAY - AD REFERÉNDUM AL PGN 2022. SEGUNDA CONVOCATORIA. ID 400451.

# TRABAJOS DE PROFUNDIZACIÓN REALIZADOS

- LLAMADO MOPC Nº 48/2021 CONTRATACIÓN POR VÍA DE LA EXCEPCIÓN PARA EL DRAGADO DE MANTENIMIENTO DE EMERGENCIA DEL RIO PARANÁ, EN EL TRAMO YACYRETÁ HASTA CONFLUENCIA CON EL RIO PARAGUAY - AD REFERÉNDUM AL PGN 2022. SEGUNDA CONVOCATORIA. ID 400451.

# EMPRESAS ADJUDICADAS:

- **EMPRESA T&C S.A.** **300.000 m3.** DESDE PASO LORO CUARTO HASTA PASO SAN PABLO

- **EMPRESA TOSA S.A.** **300.000 m3.** DESDE PASO CARPINCHERO HASTA CONFLUENCIA

| PASOS A PROFUNDIZAR SEGÚN LLAMADO | | | |
|---|---|---|---|
| **Empresa Topografía y Caminos. T&C** | TRAMO:<br>Paso Loro Cuarto a Paso San Pablo | Pasos:<br>- Loro Cuarto<br>- Ituzaingó<br>- Cementerio<br>- Zangará<br>- Vizcaíno<br>- San Pablo | Empresa sub contratada DRAGAPAR |
| **Empresa Terminal Occidental. TOSA** | TRAMO:<br>Paso Carpinchero a Paso de Patria | Pasos:<br>- Carpinchero<br>- Entre Ríos<br>- Santa Isabel<br>- Dos Hermanas<br>- Frente Itatí<br>- Paso de Patria | Empresa sub contratada PANCHITA G |

# RESUMEN DE TRABAJOS DE DRAGADO
## RÍO PARANÁ
## AÑO 2022 / 2023

| PASO | Km. | LONG. | ANCHO | PROF. | FONDO | EMPRESA | OBSERVACIÓN | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Naranjito (*) | 1.465 | 260 m. | 100 m. | 3.0 m. | Arena y fondo duro | DRAGAPAR | FINALIZADO | |
| Loro Cuarto | 1.458 | 1.600 m. | 100 m. | 3.0 m. | Arena y fondo duro | T&C – DRAGAPAR | EN PROCESO | Actualmente se espera la confirmación de la Empresa T&C SA. para la ultima etapa |
| Vizcaíno | 1.420 | 1.025 m. | 100 m. | 3.0 m. | Arena | T&C | FINALIZADO | |
| Entre Ríos | 1.372 | 1.765 m. | 100 m. | 3.0 m. | Arena y fondo duro | TOSA | FINALIZADO | |
| Carpinchero | 1.385 | 500 m. | 100 m. | 3.0 m. | Arena | PANCHITA G - TOSA | FINALIZADO | |
| Cancha Dorada (**) | 1.395 | 820 m. | 100 m. | 3.0 m. | Arena | PANCHITA G - TOSA | FINALIZADO | |
| Entre Ríos | 1.372 | -- | 120 m. | 2.5 m. | Arena | TOSA | PROYECTADO | DRAGAPAR ha concluido una etapa y ahora se iniciará una ampliación con TOSA SA. |
| Punta Mercedes (*) | 1424 | 300 m. | 90 m. | 3.0 m. | Arena | DRAGAPAR | PROYECTADO | |

**(*) No incluido en el llamado**

**(**) Inicialmente no incluido en el llamado**

| CONVENIOS MODIFICATORIOS | | |
|---|---|---|
| Contrato S.G. Ministro Nº 10/2022 - Ingeniería de Topografía y Caminos S.A. (T&C S.A.) - Convenio Modificatorio Nº 1 - Contrato S.G. Ministro Nº 87/2023. | Paso Loro Cuarto | PARA FINALIZACIÓN |
| Contrato S.G. Ministro Nº 09/2022 – Terminal Occidental (TOSA S.A.) - Convenio Modificatorio Nº 1 - Contrato S.G. Ministro Nº 89/2023" | Paso Entre Ríos | PARA AMPLIACIÓN |

COMIP
Comisión Mixta del Río Paraná

**Reunión Plenaria del Grupo de Trabajo Encarnación**

**28 de junio de 2023, Buenos Aires, República Argentina**

**ACTA**

# *ANEXO III*

# DIRECCIÓN DE TRÁFICO MARITÍMO FLUVIAL Y LACUSTRE
# SERVICO DE TRAFICO MARITIMO
# PREFECTURA ITUZAINGO

# ESCLUSA DE NAVEGACIÓN

**PREFECTURA DE ZONA ALTO PARANÁ**
**PREFECTURA ITUZAINGÓ**

- **UBICACIÓN:** **KM. 1.465 M/I RÍO PARANÁ.**

**Muelle Sur**

**KM. 1.467 M/I RÍO PARANA**

**Muelle Norte**

# CUENCO DE LA ESCLUSA DE NAVEGACIÓN MEDIDAS

- LARGO : 236 METROS
- ANCHO : 27 METROS
- VITA FLOTANTES: 6 AMBAS MARGENES.

POR MEDIDAS DE SEGURIDAD SE UTILIZA 220 MTS. DE LARGO DE ESLORA Y 27 MTS. DE ANCHO DE MANGA.

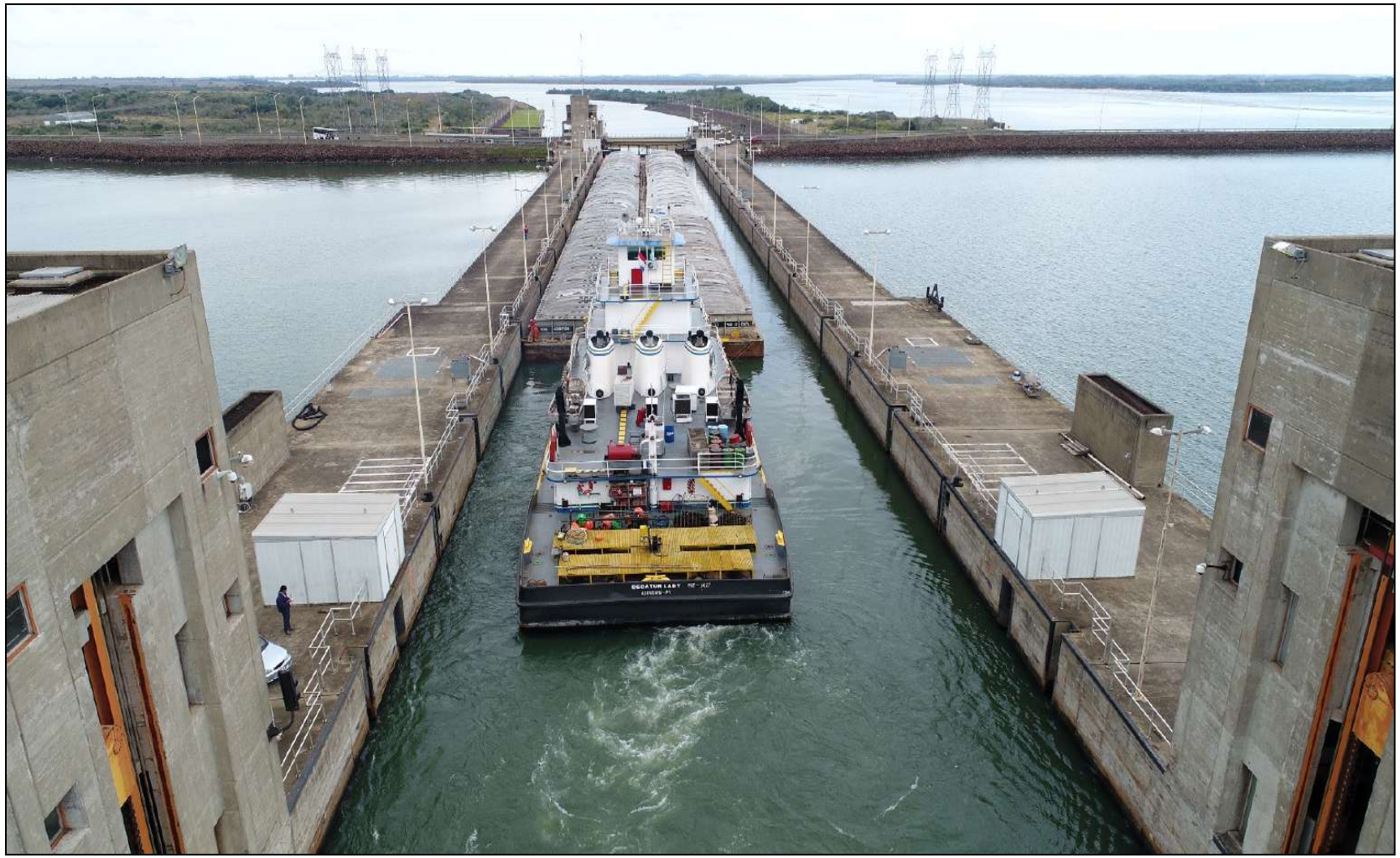
POSEE 2 BARRERAS DE SEGURIDAD EXTREMO NORTE Y SUR PARA PROTECCION DE AMBAS COMPUERTAS.

# DETERMINANTES AGUAS ABAJO

- Vía de navegación pasos críticos con profundidad con altura Puerto Ituzaingo 1,10 m en bajante

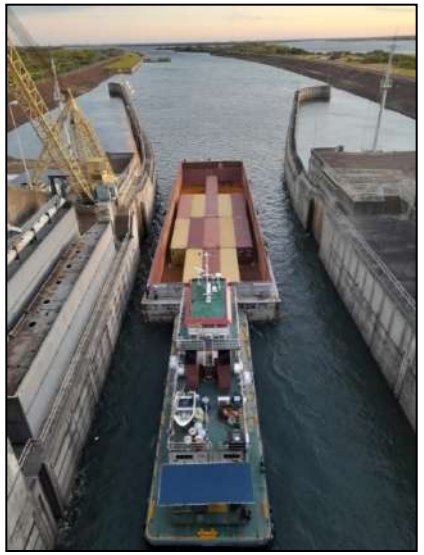
| Km. | DENOMINACION | CALADO (PIES) | LECHO |
|---|---|---|---|
| 1.417 | PASO LAS PALMAS | 6’7 - 7’00 | ARENA |
| 1.423 | PUNTA MERCEDES | 7’8 - 8’00 | ARENA / PIEDRA |
| 1.443 | PUNTA NARO | 7’5 | PIEDRA |
| 1.451 | PASO CEMENTERIO | 7”5 - 8’00 | PIEDRA |
| 1.458 | LORO CUARTO | 7’5 - 8’00 | ARENA |
| 1.461 | NARANJITO | 7’5 | PIEDRA |

# CUENCO DE LA ESCLUSA DE NAVEGACION



# PROTOCOLO

Se efectúa la aprobación y aplicación del Protocolo **“PROCEDIMIENTO PRIORIDAD DE ESCLUSADO EN REPRESA YACYRETA”** acorde **DI-2019-131-APN-ITUZ#PNA**



# ESCLUSADO – REGISTRO - SOLICITUD

Los representantes de los buques para esclusar deberán enviar un correo electrónico a la Prefectura Ituzaingo con los siguientes requisitos

- Declaración General de Salida
- Rol de Tripulación
- Manifiesto de carga intervenido por Autoridad Aduanera
- Relación de características particulares de buque remolcador y conformación del Convoy de Barcazas

# PROTOCOLO –PRIORIDAD DE PASO

- LOS CONVOYES QUE NAVEGUEN **AGUAS ABAJO**
- SI EL CONVOY NO POSEE CALADO ADECUADO, SE AUTORIZA EL ESCLUSADO DE LOS QUE NAVEGUEN AGUAS ARRIBA
- SE OTORGARA PRIORIDAD POR LA RECEPCION DE LA SOLICITUD DE ESCLUSADO
- ANALISIS DE CALADOS, MANGAS, ESTADO DE LA VIA DE NAVEGACION, CONDICIONES HIDROMETEOROLOGICAS, ETC

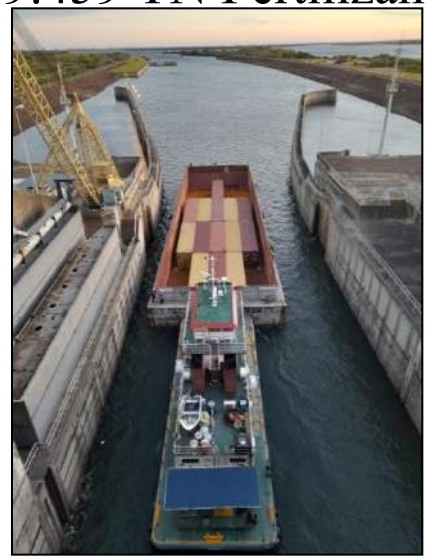
# SALA DE MANDO

coordinación por parte de las Estaciones Costeras con injerencia en la trazabilidad de navegación ("L7N - POSADAS PREFECTURA NAVAL RADIO"; "Estación Costera Bravo 1" – Prefectura General Naval – Encarcación, República del Paraguay) y "L7J – ITUZAINGO PREFECTURA NAVAL RADIO".

# ESCLUSADOS AÑO 2023

Se efectuaron un total de **113** Esclusados, registrándose el cruce de **110** buques con **1.176** barcazas, transportando un total aproximado de **10.038,03** TN, entre cargas de soja/arroz/maiz:

- 807.085 Toneladas de Soja.
- 7.408 Tonelada de Maíz.
- 15.211 TN Gas Oíl.
- 10.376 TN Nafta.
- 39.459 TN Fertilizantes.



# PREFECTURA NAVAL ARGENTINA
## Autoridad Marítima
## DIRECCIÓN DE TRÁFICO MARÍTIMO FLUVIAL Y LACUSTRE

# FIN

COMIP
Comisión Mixta del Río Paraná

**Reunión Plenaria del Grupo de Trabajo Encarnación**

**28 de junio de 2023, Buenos Aires, República Argentina**

**ACTA**

# *ANEXO IV*

COMIP

Comisión Mixta del Río Paraná

# ESTADISTICAS ESCLUSADO EBY

## Mapa interactivo COMIP

PREFECTURA NAVAL ARGENTINA
Autoridad Maritima
PREFECTURA ITUZAINGO

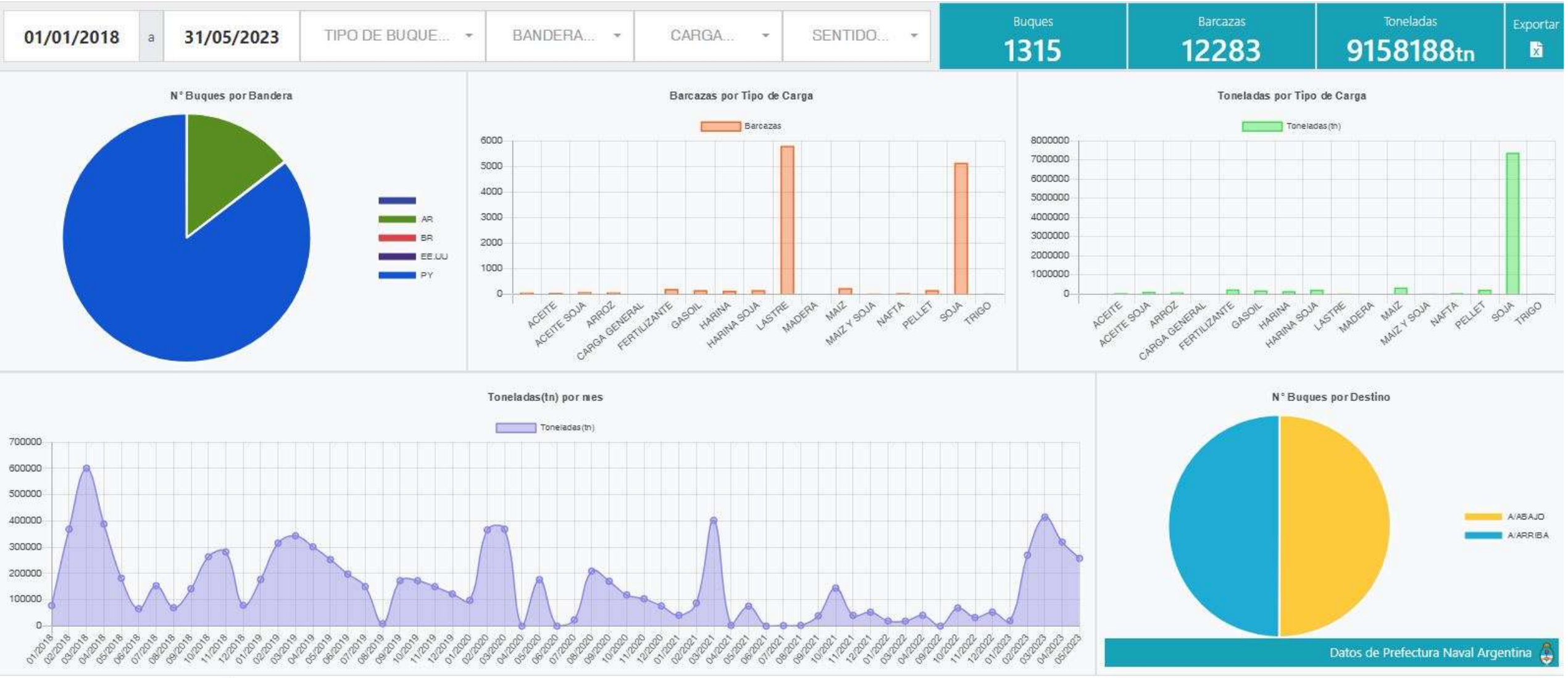
# EJEMPLO DE PLANILLA PARA CARGA DE DATOS AL SISTEMA.

MOVIMIENTO DE ESCLUSADO DURANTES EL MES DE NOVIEMBRE DE 2022

| | 0 | FECHA | BAND. | NOMBRE DEL BUQUE | TIPO | MAT. | ESL. | MAN. | CAL. | EMP. ARMADORA | DESTINO | | CARGA | BZAS | TIPO | TONEL. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | nov-22 | 01/11/2022 | PY | CAVALIER XV | REMOLCADOR | 2027-PROV | 220 | 22 | 8 | YATAITY | A/ARRIBA | | LASTRE | 12 | - - - | - - - |
| 2 | nov-22 | 08/11/2022 | PY | PUMA | REMOLCADOR | 3333 | 220 | 22 | 8 | DIRECTO SHIPING SERVICES | A/ABAJO | | SOJA | 16 | GR | 24,000 |
| 3 | nov-22 | 09/11/2022 | PY | CAVALIER XV | REMOLCADOR | 2027-PROV | 220 | 22 | 8 | YATAITY | A/ABAJO | | SOJA | 12 | GR | 19,614 |
| 4 | nov-22 | 10/11/2022 | BR | KATTAMARAM III | KATAMARAN | 9610159109 | 32,94 | 9,50 | 8 | EMPRESA TRES FRONTERA NAVEGACION Y TURISMO | A/ABAJO | | LASTRE | --- | --- | - - - |
| 5 | nov-22 | 11/11/2022 | PY | JUPITER III | REMOLCADOR | 4245-RE | 141,87 | 10,67 | 6 | YATAITY | A/ARRIBA | | LASTRE | 2 | - - - | - - - |
| 6 | nov-22 | 13/11/2022 | AR | CARLOS 32 | YATE | 095826-REY | 11,28 | 3,41 | 3 | BREA NICOLAS DNI 25.567.703 | A/ARRIBA | | --- | --- | --- | - - - |
| 7 | nov-22 | 14/11/2022 | AR | BON VIVANT | YATE | 096549-REY | 11,28 | 3,41 | 3 | JUAN PEDRO ROULET DNI 16.365.983 | A/ARRIBA | | --- | --- | --- | - - - |
| 8 | nov-22 | 17/11/2022 | PY | ASUNCION | REMOLCADOR | 2307-PROV | 220 | 22 | 7.6 | YATAYTY | A/ARRIBA | | GAS OIL | 6 | QT | 9,729 |
| | | | | | | | | | | | | | NAFTA | 2 | QT | 3,006 |
| | | | | | | | | | | | | | LASTRE | 4 | --- | --- |
| 9 | nov-22 | 19/11/2022 | AR | TIMBU | GC-197 | PNA | 25 | 6,00 | 4 | PNA | A/ABAJO | | --- | --- | --- | - - - |
| 10 | nov-22 | 21/11/2022 | AR | TIMBU | GC-197 | PNA | 25 | 6,00 | 4 | PNA | A/ARRIBA | | --- | --- | --- | - - - |
| 11 | nov-22 | 26/11/2022 | PY | PUMA | REMOLCADOR | 3333 | 220 | 22 | 8 | DIRECTO SHIPING SERVICES | A/ARRIBA | | LASTRE | 16 | - - - | - - - |
| 12 | nov-22 | 27/11/2022 | PY | DOÑA LUBA | ARENERO | 4696 | 91,00 | 10,00 | 5 | BENICIO IBARRA -B | A/ARRIBA | | LASTRE | 1 | - - - | - - - |
| 13 | nov-22 | 28/11/2022 | AR | DOÑA DELIA | ARENERO | 02595 | 28,50 | 7,60 | 5 | NOBILE HERMANO | A/ARRIBA | | LASTRE | 1 | - - - | - - - |
| 14 | nov-22 | 30/11/2022 | PY | DECATUR LADY | REMOLCADOR | 3627 | 220 | 22 | 7 | NAVIERA CHACO | A/ARRIBA | | LASTRE | 16 | - - - | - - - |

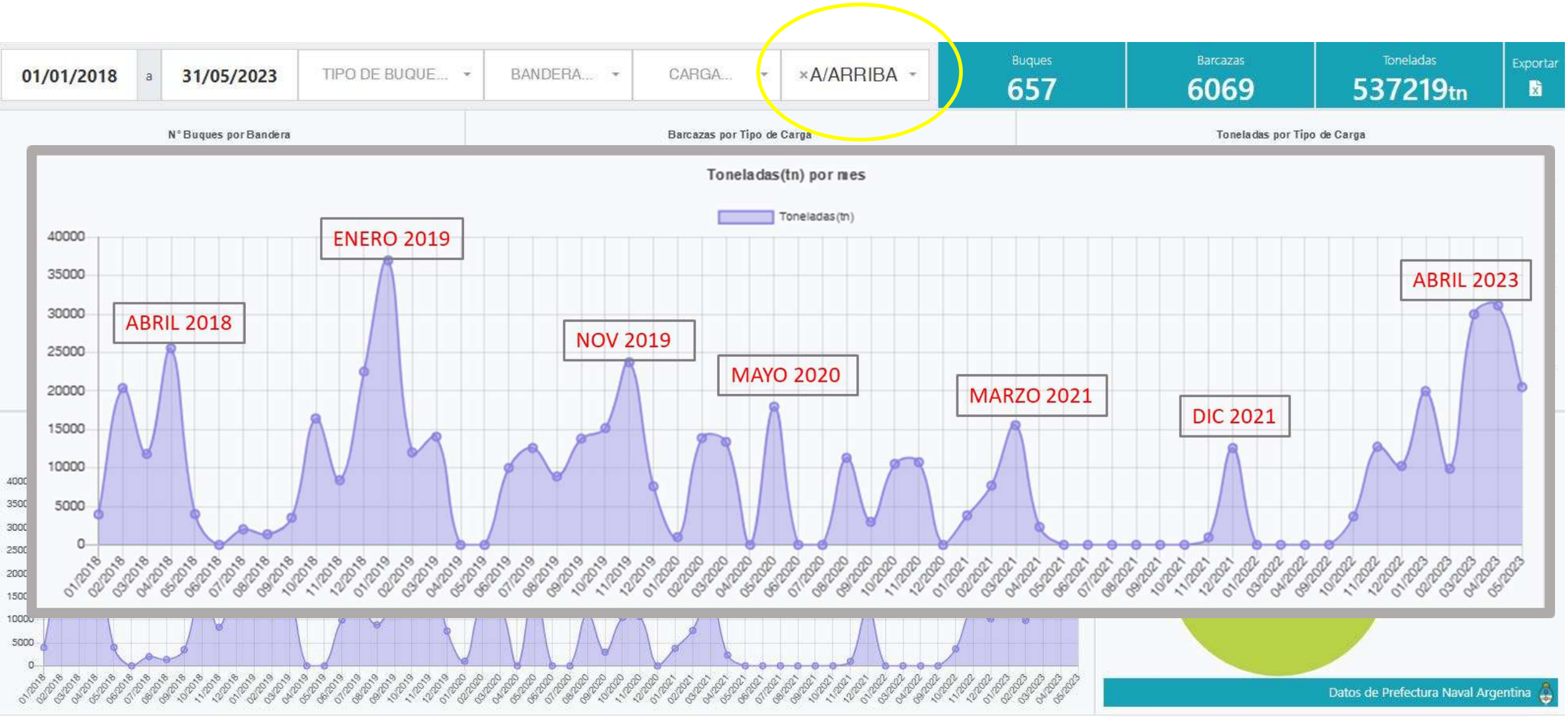
https://mapa.comip.ar/mov-esclusas/informe

# ESTADÍSTICAS DEL TRÁFICO DE BUQUES EN LA ESCLUSA DE LA CHY.
# PERÍODO ENE/2018 A MAYO/2023.



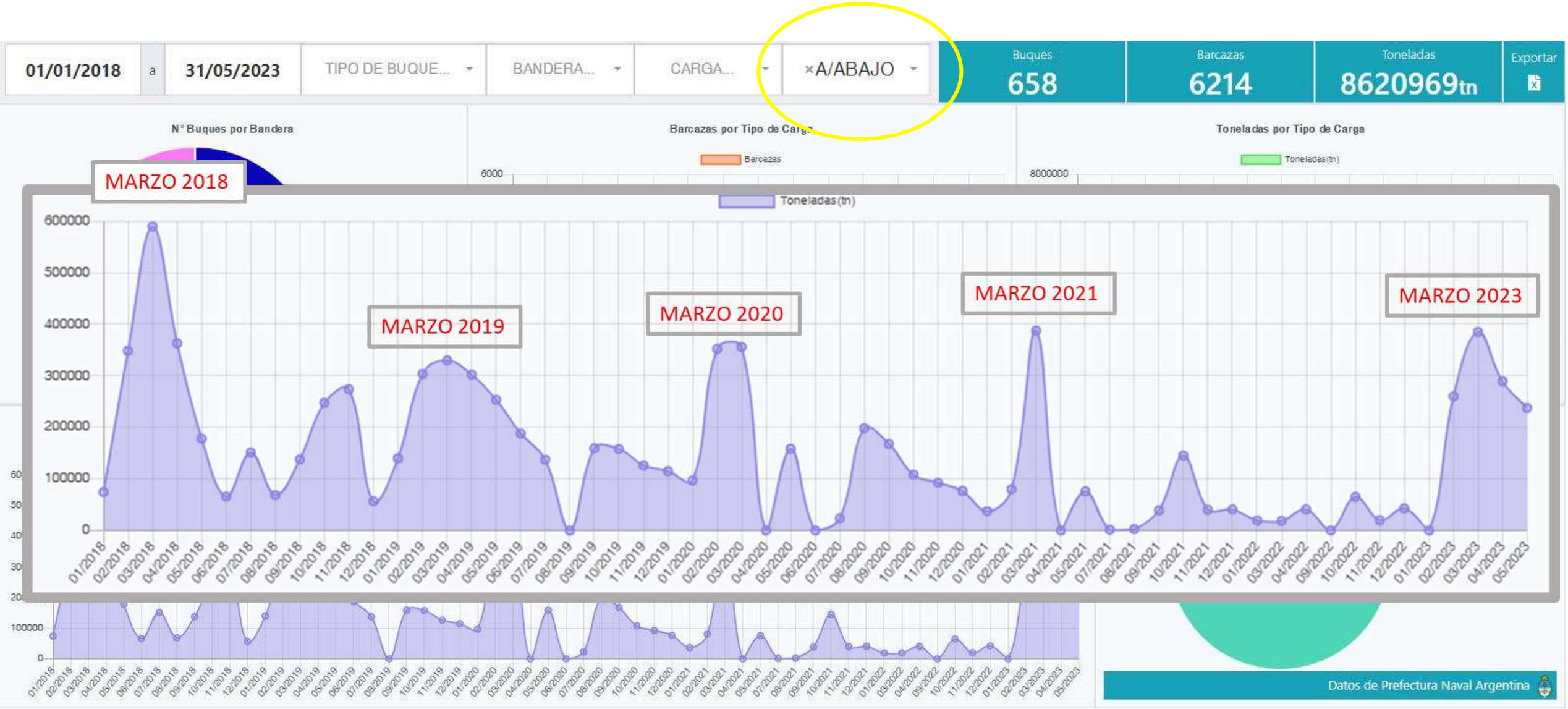

https://mapa.comip.ar/mov-esclusas/informe

# PERÍODO ENE/2018 A MAYO/2023. AGUAS ARRIBA.




https://mapa.comip.ar/mov-esclusas/informe

# PERÍODO ENE/2018 A MAYO/2023. AGUAS ABAJO.




https://mapa.comip.ar/mov-esclusas/informe

# CAUDALES MENSUALES DEL RÍO PARANÁ. ESTACIÓN R11.

**COMIP**

Pagina:7 Fecha: 26/06/2023 12:23:26 p.m.

**Estación: R11 Año: 2023**

Río: PARANA Provincia: ALTO PARANA Obs: Fuente: Itaipu Binacional.

Cero (msnm): 0.0611 Progresiva (km): 1927

Ley HQ aplicada: Q= 21.192 h2 + 367.68 h + 5666.8

| $m^3/s$ | abril | mayo | junio | julio | agosto | sept | oct | nov | dic | enero | feb | mar | promedio |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **2018/2019** | 13,481 | 10,615 | 9,761 | 9,216 | 10,272 | 9,795 | 14,016 | 15,207 | 12,337 | 12,305 | 10,654 | 11,410 | **11,589** |
| **2019/2020** | 10,750 | 9,753 | 11,014 | 9,413 | 8,921 | 9,719 | 9,511 | 9,796 | 9,786 | 11,096 | 10,818 | 9,407 | **9,999** |
| **2020/2021** | 7,221 | 8,035 | 8,041 | 8,271 | 9,447 | 9,781 | 9,625 | 8,608 | 8,965 | 10,377 | 12,531 | 9,215 | **9,176** |
| **2021/2022** | 7,291 | 7,197 | 6,494 | 6,560 | 6,927 | 8,293 | 9,949 | 8,756 | 7,757 | 7,082 | 6,971 | 8,032 | **7,609** |
| **2022/2023** | 8,467 | 8,371 | 10,312 | 8,298 | 9,182 | 9,768 | 16,090 | 14,327 | 10,729 | 11,162 | 16,567 | 18,039 | **11,776** |
| **2023/2024** | 12,987 | 10,863 | | | | | | | | | | | **11,925** |
| **promedio** | **10,033** | **9,139** | **9,124** | **8,352** | **8,950** | **9,471** | **11,838** | **11,339** | **9,915** | **10,404** | **11,508** | **11,221** | |

https://mapa.comip.ar/mov-esclusas/informe

COMIP
Comisión Mixta del Río Paraná

**Reunión Plenaria del Grupo de Trabajo Encarnación**

**28 de junio de 2023, Buenos Aires, República Argentina**

**ACTA**

# *ANEXO V*

O´Higgins 85, Primer Piso, Oficina "A", 8000 Bahía Blanca
Pcia. Buenos Aires, Argentina.
web: www.rlavigneingenieria.com.
Mail: info@rlavigneingeneiria.com

| FECHA | REVISION | OBSERVACIONES |
|---|---|---|
| 02-06-2023 | B | Se introducen comentarios / consideraciones COMIP |
| 15-05-2023 | A | Versión Final -Emisión - |

O´Higgins 85, Primer Piso, Oficina "A", 8000 Bahía Blanca
Pcia. Buenos Aires, Argentina.
web: www.rlavigneingenieria.com.
Mail: info@rlavigneingeneiria.com

**INDICE**

**1 INTRODUCCIÓN. ..... 3**

**2 CONSIDERACIONES PARTICULARES SOBRE PROPUESTA DE DISEÑOS / ALTERNATIVAS: ..... 5**

**3 MEMORIA DESCRIPTIVA CORRESPONDIENTE A ALTERNATIVA ESCOGIDA: ..... 5**

3.1 UBICACIÓN: ..... 5

3.2 CONVOY DE DISEÑO: ..... 8

3.3 ACCIONES: ..... 8

3.3.1 ATRAQUE: ..... 8

3.3.2 AMARRE: ..... 9

3.4 ESTRATIGRAFÍA: ..... 10

3.5 ESQUEMA ESTRUCTURAL: ..... 12

3.5.1 DOLPHINS DE ATRAQUE: ..... 13

3.5.2 DOLPHINS DE AMARRE: ..... 13

3.5.3 ESTRUCTURAS DE VINCULACIÓN / CONEXIÓN: ..... 14

3.5.4 FUNDACIONES: ..... 15

3.5.5 METODOLOGÍA CONSTRUCTIVA: ..... 17

**5 PLANOS LAYOUT GRALES – PLANOS CONCEPTUALES: ..... 18**

**6 MEMORIA DE CÁLCULO – DETERMINACIÓN DE ACCIONES – DESARROLLOS ANALÍTICOS: ..... 18**

**7 VALORACIÓN DE LAS OBRAS: ..... 18**

**8 ESPECIFICACIONES TÉCNICAS: ..... 19**

**9 ANEXO: ..... 21**

O´Higgins 85, Primer Piso, Oficina "A", 8000 Bahía Blanca
Pcia. Buenos Aires, Argentina.
web: www.rlavigneingenieria.com.
Mail: info@rlavigneingeneiria.com

# DESARROLLO INGENIERIA CONCEPTUAL PARA CONFORMACION SITIO DE ESPERA EN ESCLUSA DE YACYRETA

## INFORME FINAL

## 1 Introducción.

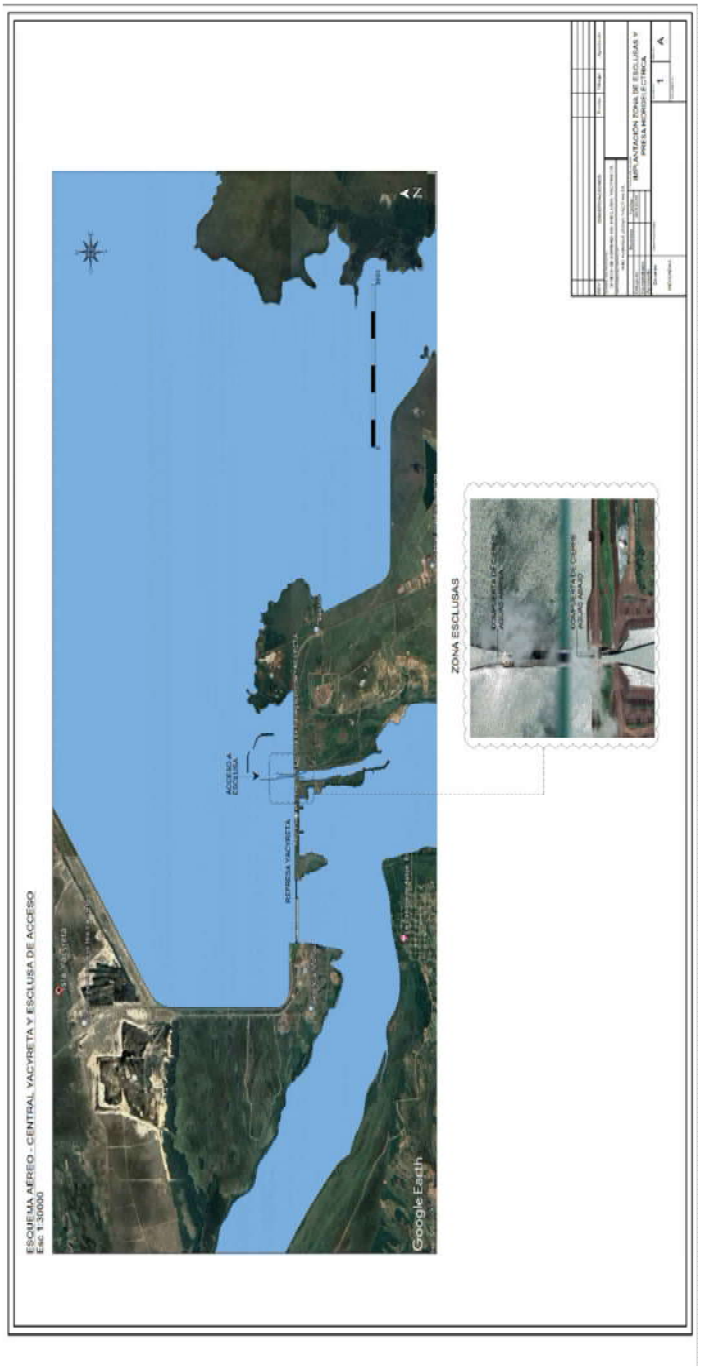
El presente informe tiene por objeto describir los lineamientos generales y conceptuales para conformación de sitio de espera en cercanía de esclusa correspondiente al complejo Hidroeléctrico Yacyretá. Motivo del creciente flujo de tráfico fluvial proveniente desde aguas arriba, parecería acertado conformar un sitio de espera donde los diferentes convoyes puedan permanecer de manera ordenada y segura, aguardado su turno de pasaje.

Las instalaciones a proyectarse deberán considerar los elementos necesarios para el correcto atraque – amarre, operatorias que deberán estar reguladas para controlar que sean efectuadas conforme condiciones de diseño.

Las maniobras de atraque, conformación de convoyes, velocidades de aproximación entre otras, deberán ser cuidadosamente atendidas debiendo estar en sintonía con los lineamientos de diseño establecidos en el presente informe y sus Anexos.

El presente informe responde a un desarrollo y nivel de profundidad compatible con una "ingeniería conceptual", entendiéndose bajo tal concepción la manifestación y puesta a consideración de lineamientos de tenor general para el desarrollo de la encomienda objeto de la presente. En una instancia posterior y superadora, con recolección de informes, datos de campo, estudios y ensayos específicos, se podrá dar curso al "proyecto ejecutivo" de las obras a conformarse, donde quedarán establecidos, con carácter indubitable cálculos ajustados y refinados específicos para el desarrollo del proyecto.

O´Higgins 85, Primer Piso, Oficina "A", 8000 Bahía Blanca
Pcia. Buenos Aires, Argentina.
web: www.rlavigneingenieria.com.
Mail: info@rlavigneingeneiria.com



O´Higgins 85, Primer Piso, Oficina "A", 8000 Bahía Blanca
Pcia. Buenos Aires, Argentina.
web: www.rlavigneingenieria.com.
Mail: info@rlavigneingeneiria.com

## 2 Consideraciones particulares sobre propuesta de diseños / Alternativas:

Conforme requerimiento, se ha previsto el análisis de 2 (dos) alternativas para la conformación del Sitio de espera objeto del presente desarrollo. A nivel conceptual, cada una de ellas presenta un esquema de resolución diferenciado, siendo mandatorio, para su elección, fundamentalmente convoy de diseño a considerarse y las acciones generadas por éste sobre las diferentes estructuras a proyectarse.

Así, dado el convoy de diseño escogido y finalmente adoptado producto de múltiples y fructíferas reuniones mantenidas entre los actores principales, a criterio de esta consultora, se estima prudente descartar una de las alternativas originalmente previstas y que fuera conformada mediante el empleo de "monoboyas", debiéndose, por el contrario, considerar la introducción de estructuras del tipo fijas y discretas para atender con alto nivel de seguridad las operaciones. Tales estructuras a las que se hace mención responden a la disposición de "dolphines" mediante fundación indirecta, los cuales formarán parte de todo el desarrollo que a continuación se expondrá.

## 3 Memoria Descriptiva correspondiente a alternativa escogida:

A continuación, conforme indicado en punto 2. precedente, se presentarán los lineamientos de carácter general para alternativa consistente en desarrollo de estructuras del tipo fijas para conformación Sitio de espera.

### 3.1 Ubicación:

Primeramente, corresponde manifestar que la implantación escogida, en cualquiera de las variantes estudiadas, estará dentro del espejo de agua de la Entidad Binacional Yacyretá debiéndose considerar, al momento de la eventual ejecución de las tareas, todas las disposiciones permisos, autorizaciones, habilitaciones y demás que pudieren corresponder al efecto.

Concretamente, se han analizado 3 (tres) posibles sectores de implantación, los cuales guardan ciertas bondades y desventajas comparativas. Para ello se trabajó sobre la Zona C (dentro del área protegida por los rompeolas, cercana a la esclusa) donde se proponen dos

ubicaciones, y sobre la Zona B/Zona 1 donde se plantea una única ubicación. El posicionamiento de las tres alternativas puede observarse en el Plano N° 3 que se adjunta. Lógicamente, estas ubicaciones han sido diseñadas con los datos disponibles a la fecha, por lo que, en el futuro, y con datos más específicos de los sectores involucrados, puede que requieran modificaciones en su localización.

A continuación se describirán de forma muy resumida variantes estudiadas.

- **Alternativa 1.**

  Se ubica en la boca de acceso a la zona protegida por los rompeolas, en una dirección NO-SE, en forma paralela, aproximadamente, a las obras de protección de la zona norte. Su ubicación no interfiere con la boca de acceso al sector y se encuentra a unos 600 metros del canal de acceso a la esclusa.

  Si bien en la etapa constructiva no interferiría con la operación de los convoyes en el sector, su ubicación haría bastante dificultosa la gestión y ejecución de los trabajos de construcción propiamente dichos.

- **Alternativa 2.**

  Se ubica sobre el rompeolas situado al Este de la esclusa y tiene una dirección prácticamente N-S. Su ubicación, se entiende, no interfiere con la boca de acceso al sector y se encuentra a unos 650 metros del canal de acceso a la esclusa.

  Posee casi las mismas restricciones que la Alternativa 1, en lo que se refiere a la gestión y ejecución de los trabajos, durante el período constructivo.

- **Alternativa 3.**

  Se ubica en el sector definido como Zona B/Zona 1, esto es, fuera de la zona protegida por los rompeolas. Su dirección es aproximadamente NNO-SSE, siendo la distancia de navegación hasta la zona de esclusa -ingresando por la boca situada al Oeste- de unos 6,8 km.

O´Higgins 85, Primer Piso, Oficina "A", 8000 Bahía Blanca
Pcia. Buenos Aires, Argentina.
web: www.rlavigneingenieria.com.
Mail: info@rlavigneingeneiria.com

Desde el punto de vista constructivo, no tendría impacto alguno sobre las operaciones de la esclusa, resultando muy conveniente su proximidad a la zona terrestre y su vinculación con los caminos de acceso, pensando en la logística necesaria, no sólo para la etapa constructiva, sino también para las operaciones comerciales futuras. Asimismo, su capacidad de expansión es altamente favorable, comparado con las alternativas anteriores. Si bien su localización se corresponde con una zona de mayor exposición respecto de las otras 2 (dos) variantes mencionadas, en particular motivo de efectos derivados de eventual oleaje por "fetch", de estudio de amarre y condiciones medioambientales desarrollados en el presente informe su incidencia no sería de relevancia.

Por ello, en opinión de esta Consultora, la *"Alternativa 3"* y por los motivos precedentes invocados, es la que mejor se ajustaría al requerimiento, debiéndose considerar de forma taxativa la estratigrafía imperante, cuestión que también condicionará indefectiblemente el tenor de las obras a ejecutarse.

Precisado el sector, y por lo expuesto en párrafo precedente, se recomienda <u>firmemente</u> el desarrollo de una exhaustiva campaña geotécnica en orden de poder determinar con carácter indubitable la estratigrafía reinante.

O´Higgins 85, Primer Piso, Oficina "A", 8000 Bahía Blanca
Pcia. Buenos Aires, Argentina.
web: www.rlavigneingenieria.com.
Mail: info@rlavigneingeneiria.com

## 3.2 Convoy de Diseño:

Los convoyes estarán conformados por agrupación de barcazas tipo "Mississippi", con eslora de 60 (sesenta) metros, manga 11 (once) metros y calado a plena carga de 3 (tres) metros para cada una de ellas.

Se ha considerado, a los efectos del diseño, un convoy de 4 (eslora) x 5 (manga), resultando una configuración general aproximada de 240 (doscientos cuarenta) metros de eslora, 55 (cincuenta y cinco) metros de manga y 3 (tres) metros de calado. El desplazamiento a plena carga del convoy de diseño se estima en 40.000 (cuarenta mil) toneladas.

Las instalaciones se dimensionarán considerando un solo atraque a la vez, para el convoy de diseño fijado. No se han contemplado atraques acoplados.

## 3.3 Acciones:

Las acciones sobre las estructuras propuestas serán fundamentalmente de naturaleza horizontal, derivados de los efectos del atraque / amarre del convoy de diseño proyectado, los cuales serán analizados en documentación anexa al presente informe.

### 3.3.1 Atraque:

La maniobra de atraque ha sido estudiada bajo el formato de *"atraque con traslación transversal preponderante"*, lo cual implica que el vector velocidad resulte relativamente normal a la línea de atraque. Se ha estimado una velocidad de atraque Vatraquemax=0,20 m/seg.

La tipificación de la maniobra y el control sobre la velocidad de aproximación dentro de los valores establecidos, resultará absolutamente determinante para el correcto funcionamiento del sistema estructural planteado (obras civiles, elementos de disipación). Cualquier desviación a lo aquí establecido deberá analizarse separadamente y de forma independiente a lo desarrollado en el presente informe.

O´Higgins 85, Primer Piso, Oficina "A", 8000 Bahía Blanca
Pcia. Buenos Aires, Argentina.
web: www.rlavigneingenieria.com.
Mail: info@rlavigneingeneiria.com

Los elementos de disipación requeridos para absorber energía cinética durante la maniobra de atraque, serán desarrollados más adelante.

Las acciones derivadas del atraque serán las que representen los efectos más desfavorables sobre las estructuras.

### 3.3.2 Amarre:

Operado el atraque, la embarcación estará sometida a los efectos medioambientales derivados de la acción de la corriente, viento y oleaje, debiendo los elementos de amarre ser capaces de poder atender tales solicitaciones.

Conforme resulta de desarrollo de cálculo que acompaña al presente informe y planteada configuración de amarre normalmente empleada consistente en largos, traveses y springs, los esfuerzos en los diferentes elementos de amarre generados por efectos medioambientales sobre buque amarrado no resultarían de significación en comparación con los arribados para el atraque.

Dado que para este tipo de embarcaciones el “francobordo” resulta reducido, en particular para el estado en “lastre”, las acciones derivadas del viento prácticamente no serán de relevancia.

Por el contrario, especial cuidado se deberá tener a la hora de valorar los efectos derivados de la corriente. Como concepto general, las acciones producidas por la corriente resultan dependientes, entre otras, del “resguardo bajo quilla”, esto es la distancia entre el fondo del casco y el lecho. A menor resguardo, mayor incidencia de corriente. Por ello, durante la etapa de proyecto, ejecución corresponderá conformar una campaña batimétrica precisa que permita precisar correctamente efectos citados.

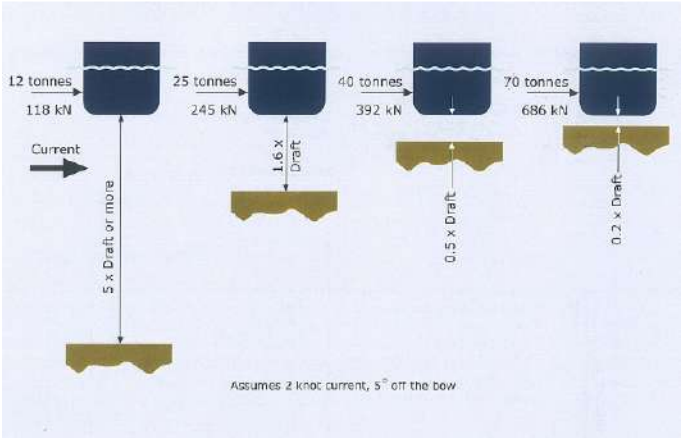
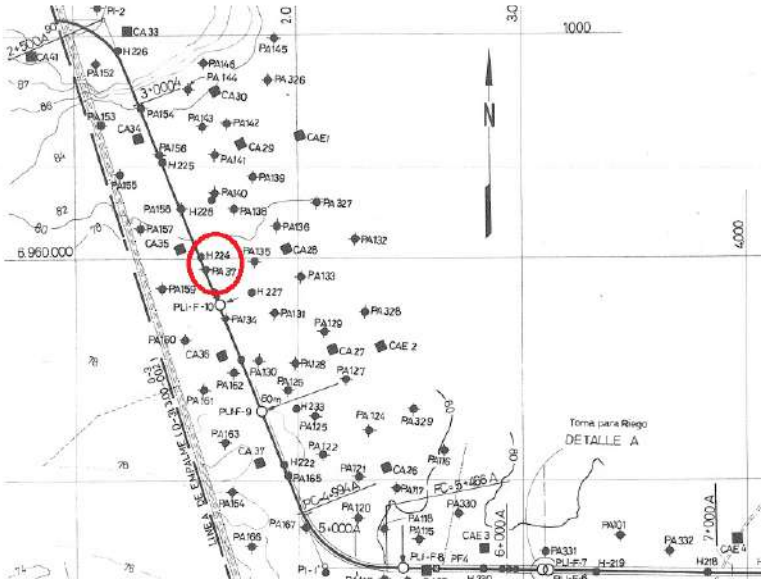



FIGURA EXTRAIDA DE OCIMF

## 3.4 Estratigrafía:

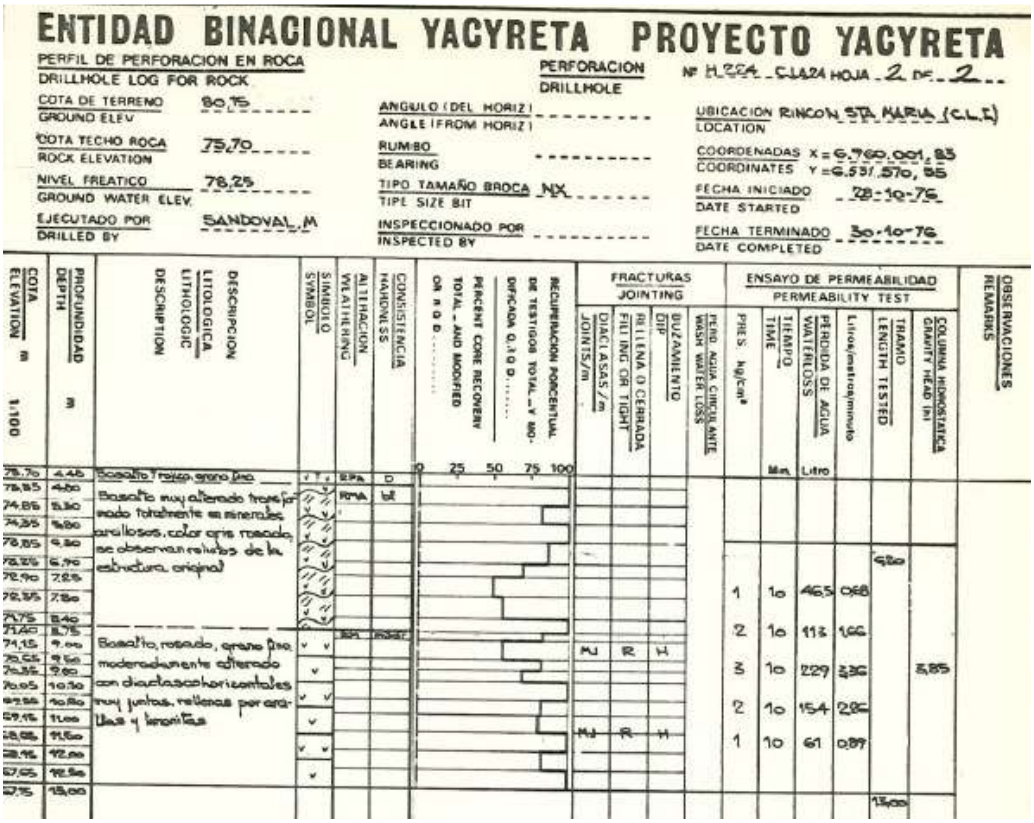
Previo a desarrollar la cuestión, corresponde manifestar que la información geotécnica suministrada no resulta de representatividad para lograr abordaje acabado del asunto. Disponer de información geotécnica fiable, consistente, actualizada y representativa del sector de afectación resulta un aspecto fundamental en el diseño estructural de obras del tipo civil como las aquí desarrolladas. Por ello, recomendamos firmemente la conformación de una campaña geotécnica exhaustiva que permitirá concluir en un estudio ejecutivo preciso de las obras a proyectarse. Ante la falta de dicha premisa que entendemos reviste carácter elemental, cualquier solución que se estime proponer resultará deficiente, imprecisa y pasible de modificaciones.

No obstante, lo precedentemente manifestado, el presente informe tiene como objeto el conformar una primera aproximación y dar los lineamiento generales para la construcción de sitio de espera próximo a esclusa del Complejo Hidroeléctrico Yacyretá. Así, analizada la información puesta a disposición, con las limitaciones referidas y conforme localización escogida, a *prima facie* se puede inferir manifestación de formación rocosa aflorante.




IMPLANTACION SONDEOS – INFORMACION REMITIDA POR COMIP -

De esquema de implantación más arriba expuesto, el cual fuera remitido por COMIP, surge concretamente una perforación que correspondería atender con especial cuidado, al menos como indicador general hasta tanto quede conformada campaña geotécnica. Particularmente y en correspondencia con sector escogido, se manifiesta sondeo H224 donde se evidencia formación basáltica (roca) unos 5 (cinco) metros por debajo del lecho, situación que luego se mantendría en profundidad. Si bien se precisa clasificación de la formación, no se observa información sobre su caracterización mecánica, física. A dicho respecto, sería deseable poder disponer de parámetros tales como resistencia a la compresión del manto, grado de fracturamiento, RQD entre otros.




PERFIL SONDEO H224 – INFORMACION REMITIDA POR COMIP –

## 3.5 Esquema Estructural:

La conformación general del emplazamiento deberá ser tal que posibilite el atraque / amarre del convoy de diseño. Asimismo, debería poder atender configuraciones menores, posibilitando el descople de los convoyes para posterior “esclusado”.

En su concepto más elemental, el “arreglo” del sitio incluirá estructuras del tipo discretas o aisladas de atraque y amarre, como así también elementos de conexión tierra y agua (terraplén, pasarelas).

Las estructuras de atraque / amarre, comúnmente denominadas “dolphins”, serán de hormigón armado, siendo su fundación mediante pilotaje. Deberán considerar, cuando correspondiere, los elementos de disipación y/o amarre necesarios.

O´Higgins 85, Primer Piso, Oficina "A", 8000 Bahía Blanca
Pcia. Buenos Aires, Argentina.
web: www.rlavigneingenieria.com.
Mail: info@rlavigneingeneiria.com

Las estructuras referidas deberán estar correctamente dispuestas, posibilitando atender las distintas configuraciones planteadas.

Se deberá investigar la regulación local vigente y/o requerimientos de la autoridad de aplicación para todo lo referido a instalaciones auxiliares, sea sistema de lucha contra incendio, agua potable, electricidad, entre otras.

### 3.5.1 Dolphins de Atraque:

Las estructuras de atraque tendrán como finalidad principal la de resistir la acción lateral derivada de la energía cinética de atraque del convoy de diseño.

Contemplarán asimismo los elementos de disipación necesarios (defensas) instaladas sobre aquellas y bolardos / bitas cuando correspondiere.

Típicamente, se disponen en los extremos estructuras de atraque algo más reforzadas respecto de las dispuestas internamente. Esto responde a que el convoy de diseño, por entenderse será el que conduzca a solicitaciones, energías de mayor significación, deberá impactar sobre las estructuras extremas, siendo que los dolphins de atraque intermedios serán para configuraciones menores.

La caracterización de los elementos de disipación se puede apreciar en esquemas y desarrollos de cálculo que conforman el anexo. Los elementos de disipación se corresponden con defensas de goma (caucho), las cuales por deformación disipación la energía cinética de atraque, transmitiendo a la estructura sobre la cual se ejerce el impacto, fuerza reactiva consecuente. Existe un amplio espectro de proveedores de defensas, incluso oferentes locales. A la hora de su selección, se deberán valorar aspectos tales como su rendimiento, comportamiento (curva), tipo de caucho/compuesto empleado para su conformación, protocolo de ensayo adoptado (debería seguir lineamientos de estándares internaciones), entre otros.

### 3.5.2 Dolphins de Amarre:

Una vez operado el atraque, las estructuras de amarre serán las encargadas de “retener” la embarcación cuando es sometida a la acción de los agentes medioambientales externos. A este efecto, se deberán disponer bolardos / bitas de capacidad acorde.

El desarrollo de cálculo correspondiente a las acciones sobre el buque amarrado y los esfuerzos consecuentes sobre los diversos puntos de amarre se incluye en Anexo.

O´Higgins 85, Primer Piso, Oficina "A", 8000 Bahía Blanca
Pcia. Buenos Aires, Argentina.
web: www.rlavigneingenieria.com.
Mail: info@rlavigneingeneiria.com

A los efectos del diseño, se ha planteado una configuración de amarre consistente en "largos", "traveses" y "springs" (estos últimos dispuestos sobre ciertos dolphins de atraque intermedios).

Los bolardos pueden ser conseguidos en proveedores reconocidos o por simple fundición del elemento requerido, cuestión que se puede resolver localmente. De optarse por esta última, deberá atenderse tipo de material empleado en la colada (fundición, aleación, entre otras).

Existen diseños de bolardos normalmente adoptados en base a capacidad requerida, los cuales constan de una placa base, placa de fijación y el bolardo propiamente dicho, entre otros elementos. Los esquemas generalmente contemplan el empleo de los denominados "bulones fusible", siendo que en muchas terminales internacionales, por cuestiones de seguridad, su empleo resulta terminantemente prohibido.

### 3.5.3 Estructuras de Vinculación / Conexión:

Se ha estimado la conformación de estructura de vinculación que permita resolver la transición tierra – agua. La disposición final de las estructuras de atraque estará regulada por el calado existente en el sitio, debiendo ser compatible con el calado adoptado por el convoy en su condición de plena carga. A dicho respecto, posiblemente las estructuras a conformarse quedan algo separadas de la costa, debiendo preverse su conexión.

Será determinante a la hora de desarrollar la etapa de ingeniería ejecutiva y obras propiamente dichas, el contar con una batimetría ajustada y representativa del sector de implantación y alrededores.

En su concepción más general y conforme se indica en documentos que se incluyen en Anexo, se ha estimado conformación de terraplén para salvar separación existente entre tierra y obras de agua. La cota final de coronamiento del terraplén deberá ser tal que permita la operación / transito seguro, sin inundación. Al respecto, deberán considerarse efectos locales meteorológicos, altura de ola, fetch entre otros.

La conformación del terraplén se hará mediante aporte de suelo del lugar debiendo estudiarse oportunamente pendientes de taludes. La protección de pie de talud posiblemente deba ser protegida con aporte de enrocado, disponiendo asimismo geotextil para retención de finos. A los efectos de evaluarse estabilidad del enrocado, se sugiere seguir formulaciones de Hudson, donde el peso de los elementos a considerarse resultará dependiente de la altura de ola, inclinación de talud, peso específico del material aportado entre otros.

En lo que respecta a la longitud del terraplén, tal parámetro podrá ser evaluado, precisado una vez conformada batimetría correspondiente.

Por último, corresponde mencionar que la conformación del terraplén puede ser reemplazada por estructuras tipo “viaducto”, bien sea mediante elementos de hormigón armado o pasarelas metálicas.

### 3.5.4 Fundaciones:

Como anteriormente se refiriera, las fundaciones de la estructuras de atraque, amarre serán resueltas mediante pilotaje. Para ello, será absolutamente necesario y mandatorio el disponer de información geotécnica de consistencia que permita evaluar sistema estructural adoptado. Sería imprudente por parte de esta consultora el avanzar en verificaciones estructurales sin contar con parámetros geotécnicos mínimos e indispensables correspondientes. El establecimiento de las cotas de punta / fundación de los pilotes, capacidades de carga, métodos de instalación entre otras deberán ser precisados una vez que se disponga de geotecnia necesaria.

Como aspecto cualitativo y en base a información preliminar de sondeo H224 referido, se puede tener un primer indicador de manifestación de estrato rocoso en el sitio de implantación.

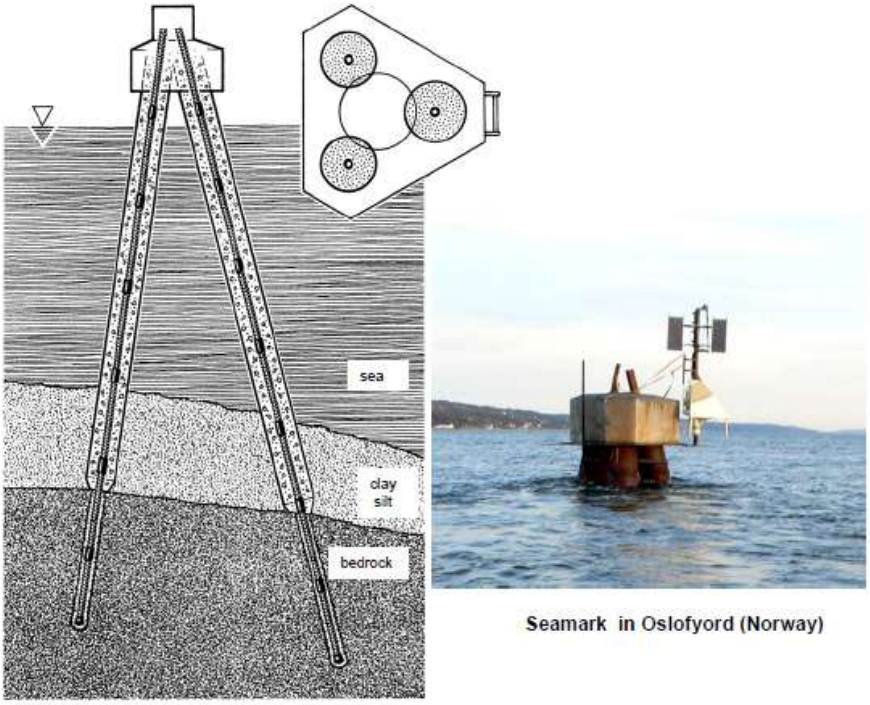
Normalmente y para conformación de los diversos pilotes, será requerida la instalación de una camisa metálica, debiendo estudiarse puntualmente su estabilidad, máxime si los pilotes se resuelven con cierta inclinación conforme surge de planos de Anexo. A dicho respecto, deberá atenderse si los estratos de suelo que se ubican por encima del techo de roca poseen la “potencia” suficiente para conferirle a la camisa condición de “empotramiento” que garantice su estabilidad. La camisa deberá poder apoyarse en el techo de roca.

Dispuesta la camisa metálica y extraído eventual suelo existente, deberá conformarse pilote propiamente dicho. Al efecto y por manifestación de estrato rocoso aflorante, esta consultora para evitar penetrar en roca en toda la sección del pilote (al menos diámetro 100cm) cuestión que ralentizaría los procesos de ejecución con posible incremento de costos

asociados, ha estimado la adopción de los denominados “pilotes raíz”, donde la vinculación con la roca está dada por una serie de anclajes que se inyectan a posteriori y que son los que deben atender las solicitaciones producto de las acciones derivadas del atraque, amarre. Materializados los anclajes y quedando estos correctamente anclados no solamente en manto rocoso sino también en pilotes propiamente dichos, se producirá el llenado del pilote mediante hormigonado por flujo inverso. Previo a ello, será necesaria la instalación de armadura propia del pilote.

A los efectos del cálculo, diseño estructural, se sugiere, por el tipo de instalación de los pilotes y conforme sistema adoptado, el tratar al pilote como “articulado” en su pie, debiendo en su cabeza garantizarse condiciones “empotrantes” para conferirle su estabilidad (caso contrario resultaría sistema hipostático).

La solución de los denominados “pilotes raíz” es ampliamente conocida y aplicada en situaciones donde particularmente se hace evidente manifestación de estratos rocosos muy duros, no pretendiéndose introducir pilote en toda su sección.




Seamark in Oslofyord (Norway)

O´Higgins 85, Primer Piso, Oficina "A", 8000 Bahía Blanca
Pcia. Buenos Aires, Argentina.
web: www.rlavigneingenieria.com.
Mail: info@rlavigneingeneiria.com

### 3.5.5 Metodología Constructiva:

Típicamente, la metodología constructiva a adoptarse para conformación de las obras proyectadas, quedará a consideración de la empresa contratista.

No obstante, se dan a continuación algunos lineamientos de carácter general que pueden seguirse y que según el entendimiento de esta consultora, recién podrán ser valorados una vez obtenida batimetría representativa.

- Terraplén de avance: Logrado mediante aporte de suelo sobre el cual transitarán los equipos de ejecución. Así, todas las obras a conformarse serán realizadas desde la mencionada instalación. Deberá considerarse, a la hora de estudiar su diseño, el paso de equipos de gran porte. Asimismo todo lo que refiere al abastecimiento de materiales necesarios para la ejecución de las obras (hormigón, acero, etc) será realizado a través de éste.
- Instalaciones Flotantes – Pontones: Concretamente y de escogerse dicha solución, las obras serán ejecutadas “desde agua” mediante empleo de elementos flotantes /pontones sobre los que se dispondrán los diversos equipos. Claramente la presente alternativa estará condicionada por el nivel de agua existente en el emplazamiento, dado que los pontones, para su operatividad, requieren de cierto calado.

O´Higgins 85, Primer Piso, Oficina "A", 8000 Bahía Blanca
Pcia. Buenos Aires, Argentina.
web: www.rlavigneingenieria.com.
Mail: info@rlavigneingeneiria.com

## 5 Planos Layout grales – Planos Conceptuales:

En Anexo se expone documentación gráfica correspondiente a la variante escogida. Corresponde mencionar que por las limitaciones propias oportunamente informadas y dada la imperiosa necesidad de contar con estudios de campo para profundizar desarrollos, los esquemas pueden ser pasibles de modificaciones, en particular lo que refiere a las características seccionales propias de los diversos elementos estructurales componentes.

## 6 Memoria de Cálculo – Determinación de Acciones – Desarrollos Analíticos:

En Anexo se exponen los diversos cálculos y desarrollos conformados, los cuales particularmente corresponden a análisis energéticos y determinación de acciones medioambientales sobre convoy amarrado en orden de obtener tiros sobre los diferentes puntos de amarre. Corresponde mencionar que por las limitaciones propias oportunamente informadas y dada la imperiosa necesidad de contar con estudios de campo para profundizar desarrollos, las verificaciones pueden ser pasibles de modificaciones, en particular lo que refiere a las características seccionales propias de los diversos elementos estructurales componentes.

## 7 Valoración de las obras:

Resulta de difícil estimación la valoración de las obras al no disponerse de estudios de campo mínimos requeridos para conformar análisis de cierta representatividad.

Debe considerarse que la manifestación de estratos rocosos implicará seguramente que los montos de obra se vean incrementados respecto de si estos no se evidenciaran. Por ello, volvemos a insistir en lo absolutamente determinante y condicionante que resulta el disponer de información geotécnica consistente y/precisa, la cual recomendamos firmemente su consideración.

Asimismo, sería poco acertado por parte de esta consultora el aventurarse a esgrimir un valor sin haber hecho un estudio exhaustivo y pormenorizado en consecuencia, máxime considerándose la alta importancia de este proyecto y siendo que seguramente en el análisis

de factibilidad para su concreción tendrá mucho “peso específico” lo atribuible al monto de inversión requerida.

Solo como simple indicador, se expone planilla de itemizado orientativa con consideración de conceptos elementales que tendrán participación en la alternativa desarrollada. Evidentemente y desde un aspecto cuantitativo, las cantidades deberán reverse toda vez conformado el proyecto ejecutivo final de las obras, para lo cual, será condición necesaria y suficiente el disponer de todos los estudios, análisis de campo correspondientes.

Los tiempos de ejecución de las obras civiles básicas no deberían ser inferiores a los 360 (trescientos sesenta) días.

Deberán asimismo consignarse y valorarse todo lo relativo a permisos y tramitaciones, instalaciones requeridas, conformación de proyecto ejecutivo, estudios de campo mínimos necesarios, entre otros.

**CONFORMACION SITIO DE ESPERA - EMBALSE REPRESA HIDROELECTRICA YACYRETA -**

**PLANILLA ITEMIZADO GENERAL**

| ITEM | CONCEPTO | UNIDAD | CANTIDAD | UNITARIO (USD) | TOTAL(USD) |
|---|---|---|---|---|---|
| 1,00 | Movilización Recursos | GL | 1,00 | 25.000,00 | 25.000,00 |
| 2,00 | Tareas previas / preliminares - Instalación / Mantenimiento Obrador. | GL | 1,00 | 18.666,67 | 18.666,67 |
| 3,00 | Pilotaje: Lprom=12 mts. Incluye camisa metálica fi 1000mm, e=3/8". Fe°=220kg/m3 | m3 | 393,12 | 3.013,65 | 1.184.724,87 |
| 4,00 | Cabezales Fe°=110kg/m3 | m3 | 350,00 | 561,11 | 196.388,89 |
| 5,00 | Estructuras de Vinculación - Terraplén- L=60m; b=7m; h=5m | m3 | 2.100,00 | 66,67 | 140.000,00 |
| 6,00 | Perforación en roca (L=3mts, fi 100mm) - anclajes - inyecciones | ml | 378,00 | 400,00 | 151.200,00 |
| 7,00 | Accesorios portuarios (defensas, bitas) | gl | 1,00 | 270.000,00 | 270.000,00 |

**USD 1.985.980,43**

## 8 Especificaciones Técnicas:

La conformación de las *especificaciones técnicas* del proyecto a ejecutarse resultan un aspecto esencial para su correcta concreción. Allí, deben estar los lineamientos técnicos

particulares y específicos que permitan abarcar, con carácter indubitable, las obras a desarrollarse. Aspectos propios como calidades de hormigón, criterios de fundación, establecimiento de cotas de punta, conformación y caracterización de los estratos, rechazo, entre otros deben ser atendidos en la redacción.

Ello requiere la consideración de ciertos estudios de campo, los cuales, por todo lo referido ut supra, no se han podido atender en esta instancia. Es por esto que sugerimos la conformación de las *especificaciones técnicas* conjuntamente con el desarrollo del proyecto ejecutivo de las obras finalmente a construirse. En su composición, deberán valorarse aspectos tales como los inherentes a la metodología constructiva a adoptarse, procedimientos, protocolos de ensayos, entre otros.

# 9 Anexo:

# DETERMINACION DEL TIPO DE DEFENSAS
## Atraque de espera - Esclusa Yacyreta

# ACCIONES DE ATRAQUE
## Cálculo de la energía cinética del convoy de diseño y selección de las defensas elásticas

Proyecto: **ZONA DE ESPERA PARA EL FRANQUEO DE LA ESCLUSA DE YACYRETA.**

Fecha: Febrero 2023.

Comitente: Comisión Mixta del Río Paraná (COMIP).

### 1 - CONSIDERACIONES GENERALES.

Para el desarrollo de la presente verificación del cálculo de la energía cinética cedida a las defensas y estructura de muelle por el convoy en el momento del atraque, la separación de los cuerpos de defensa y la presión de contacto entre barcaza-escudo frontal, se ha tomado como referencia las recomendaciones *ROM 2.0-11 "Recomendaciones para el proyecto y ejecución en Obras de Atraque y Amarre*"(en adelante "las recomendaciones"), publicadas por Puertos del Estado del Gobierno de España, como así también los documentos técnicos WG 33 - *"Guidelines for the Design of Fenders Systems: 2002"* y WG 145 - *"Berthing Velocity Analysis of Seagoing Vessels Over 30,000 DWT"* de PIANC.

*** Modelo adoptado**: ANALITICO.

El método analítico más ampliamente aceptado hasta ahora, permite valorar la energía cinética cedida al sistema de atraque por un elemento flotante en un determinado emplazamiento, mediante las formulaciones que se indican a continuación, diferenciadas en función del tipo de atraque y de las características de la maniobra. En este caso se analizarán los escenarios de buques atracando lateralmente por traslación transversal, en una obra de atraque fija discontinua, ubicada en el embalse de la presa Yacyretá, Corrientes, Argentina, en el sector indicado en el cuerpo del informe final del proyecto conceptual desarrollado.

Para la situación indicada, la energía cinética cedida por el convoy de diseño máximo (barcazas Mississippi, en una conformación 5 (manga) por 4 (eslora)) al sistema de atraque ($E_f$) puede determinarse mediante la siguiente expresión:

$$E_f = \frac{1}{2.g} . V_b^2 . \Delta . C_m . C_e . C_g . C_c . C_s \ \ (ton.m)$$

siendo:

Vb : Componente normal a la línea de atraque de la velocidad de aproximación del convoy en el momento del impacto (m/s).

g : Aceleración de la gravedad ($g := 9.81 \cdot \frac{m}{s^2}$).

$\Delta$ : Desplazamiento total del convoy en la condición de carga considerada (ton.) sin tomar en cuenta el remolcador de empuje.

Cg : Coeficiente geométrico del convoy (adimensional).
Cc : Coeficiente de configuración del atraque (adimensional).
Cs : Coeficiente de rigidez del sistema de atraque (adimensional).

## 2 - CALCULO DE LA ENERGIA DE ATRAQUE (*Ef*).

### 2.1 - Determinación de los parámetros necesarios para el cálculo de *Ef*.

*** Características de los convoyes de diseño.**

Se definirán dos tipos de convoyes a operar en el sistema, en sus características de Máximo y Mínimo. Los mismos serán denominados a los efectos del cálculo como B1 y B2 (ver tabla adjunta).

- **Tipo y características físicas de los Convoyes.**

| CONVOY DE DISEÑO | Tipo | Clase/Nombre | Desplaz. full Δ | DWT full | % DWT (*) | Desplaz. Δ Diseño |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | (ton) | (ton) | (%) | (ton) |
| CONVOY MAXIMO Bmax | 5x4 Barcazas | Barcazas Mississippi | 40000 | 30000 | 100 | 40000 |
| | | | | | | |
| CONVOY MINIMO Bmin | 4x4 Barcazas | Barcazas Mississippi | 32000 | 24000 | 100 | 32000 |

(*) porcentaje de carga con que ingresa al muelle el convoy de diseño.

- **Tipo y características de carga de los**

| CONVOY DE DISEÑO | Tipo | Clase/Nombre | Eslora Total Ltot (m) | Eslora e/Perp. Lpp (m) | Manga B (m) | Calado de Diseño(*) Ddiseño(m) |
|---|---|---|---|---|---|---|
| CONVOY MAXIMO Bmax | 5x4 Barcazas | Barcazas Mississippi | 240,00 | 240,00 | 55,00 | 3,00 |
| | | | | | | |
| CONVOY MINIMO Bmin | 4x4 Barcazas | Barcazas Mississippi | 240,00 | 240,00 | 44,00 | 3,00 |

(*) calado correspondiente al porcentaje de carga con que ingresa el convoy de diseño.

- **Otros datos de los**

* Coeficiente de bloque: $Cb$

$$\gamma w := 1.000 \cdot \frac{ton}{m^3}$$

$$CbBmax := \frac{\Delta diseñoBmax}{\gamma w \cdot BBmax \cdot LppBmax \cdot DdiseñoBmax} \qquad CbBmin := \frac{\Delta diseñoBmin}{\gamma w \cdot BBmin \cdot LppBmin \cdot DdiseñoBmin}$$

$$CbBmax = 1.01 \quad (*) \qquad CbBmin = 1.01 \quad (*)$$

**(*)** el valor de Cb superior a 1 se origina por un redondeo por exceso del desplazamiento o por defecto de las dimensiones de la embarcación. Su incidencia es despreciable.

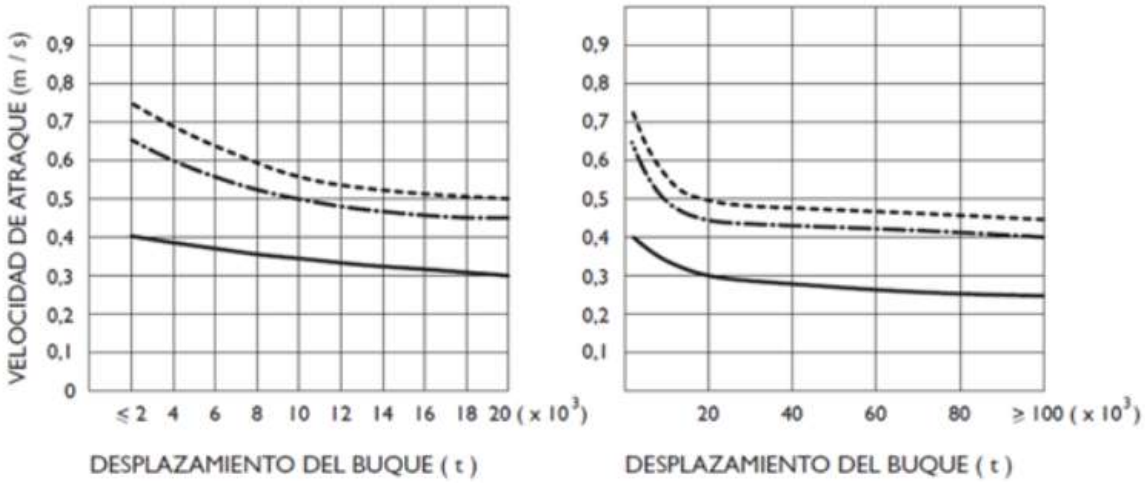
*** Velocidad de aproximación del convoy, normal a la línea de atraque, en el momento del impacto con la defensa (Vb).**

Teniendo en cuenta que no se disponen de registros de velocidades de aproximación de los convoyes durante la maniobra de atraque, se ha realizado una estimación de la misma con el auxilio de la tabla 4.6.4.37 de las ROM 2.0-11 y los documentos de PIANC WG 33 - *"Guidelines for the Design of Fenders Systems"* y WG 145 - *"Berthing Velocity Analysis of Seagoing Vessels Over 30,000 DWT"*, asimilando el convoy con un buque comercial de desplazamiento equivalente. Asimismo, se tomaron en consideración los fundamentos expuestos por el Comitente y la experiencia de los usuarios directos de la flota que opera en el lugar.

Conforme las fuentes citadas, los datos medioambientales suministrados y la experiencia del consultor se estimó que las condiciones generales del atraque podrían encuadrarse en un escenario "Favorable", *sin ayuda de remolcadores*.

**Tabla 4.6.4.37. Valores representativos de la componente normal de las velocidades de aproximación del buque en el momento del impacto ($V_b$), para atraque lateral o de costado mediante traslación transversal preponderante, en el caso de que no haya registros disponibles**

SIN AYUDA DE REMOLCADORES




**Notas**

A esta tabla son aplicables la Leyenda y Notas de la tabla 4.6.4.36.

**Leyenda**

| | CONDICIONES CLIMÁTICAS DURANTE LA MANIOBRA DE ATRAQUE | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | FAVORABLES (———) | MODERADAS (—·—·—) | | DESFAVORABLES (- - - - -) | |
| Velocidad Viento ($V_{v,1\,min}$) | < 17 m/s | ≥ 17 m/s | < 17 m/s | ≥ 17 m/s | Cualquier valor |
| Velocidad corriente ($V_{C,10\,min}$) | < 1 m/s | < 1 m/s | ≥ 1 m/s | ≥ 1 m/s | Cualquier valor |
| Altura de ola o de la onda generada por buques en tránsito ($H_s$ o $H_{b,max}$) | < 2 m para Δ ≥ 3000 t<br>< 1 m para Δ < 3000 t | < 2 m para Δ ≥ 3000 t<br>< 1 m para Δ < 3000 t | | < 2 m para Δ ≥ 3000 t<br>< 1 m para Δ < 3000 t | ≥ 2 m para Δ ≥ 3000 t<br>≥ 1 m para Δ < 3000 t |

**Notas**

$V_{v,1\,min}$ : Velocidad del viento en el emplazamiento correspondiente a 10 m de altura y ráfaga de 1 minuto.
$V_{C,10\,min}$ : Velocidad de la corriente en el emplazamiento en superficie, obtenida como el valor medio en un periodo de medición de 10 minutos.
$H_s$ : Altura de ola significante en el emplazamiento y en presencia de la obra.
$H_{b,max}$ : Altura de la onda máxima generada por buques en tránsito en el emplazamiento y en presencia de la obra.

**Notas**

- Los valores consignados en la tabla son válidos para buques convencionales (buques sin dispositivos que mejoren las condiciones de maniobrabilidad y sin excesiva superficie expuesta) con $L \geq 25$ m, en condiciones normales de aproximación al atraque (atraques que no presentan dificultades para la accesibilidad y maniobra del buque o la dirección del viento, la corriente o el oleaje en el emplazamiento es sensiblemente paralela a la línea de atraque). Para condiciones más difíciles de aproximación al atraque podrán adoptarse aumentos del 25% a igualdad de condiciones climáticas. Para buques con dispositivos que mejoren las condiciones de maniobrabilidad suelen presentar velocidades menores. A falta de otros datos, pueden adoptarse los valores correspondientes al escalón inferior de condiciones climáticas más favorables.
- Cuando se prevean elevadas frecuencias de llegada de buques al atraque podrán adoptarse aumentos adicionales del 20% en la velocidad de aproximación.
- A los efectos de esta tabla se considerará que la maniobra de atraque se realiza con ayuda de remolcadores cuando éstos estén presentes en la operación en número y potencia adecuada. La definición de potencia y número adecuado puede obtenerse en el apartado 5.7. de la ROM 3.1-99. En el caso de que en unas determinadas condiciones climáticas se considere que la maniobra de atraques se hace con la ayuda de remolcadores, deberá consignarse expresamente en el proyecto como criterio de explotación de la instalación.

1) Los valores de las velocidades de aproximación para condiciones desfavorables deben ser tomados con prudencia, siendo recomendable en estos casos el uso de otros métodos más avanzados para la definición de la energía cinética cedida al sistema de atraque, tal como se recomienda en esta Recomendación.

Como se indicara anteriormente, luego de analizados los escenarios esperados con el Comitente y los usuarios de la vía navegable, se puede llegar a estimar que la componente normal a la línea de atraque de la velocidad de aproximación de los convoyes bajo análisis en el momento del impacto (Vb), estaría dentro de los siguientes valores:

$$VbBmax := 0.18 \cdot \frac{m}{s} \qquad VbBmin := 0.20 \cdot \frac{m}{s}$$

* **Coeficiente de masa hidrodinámica (Cm).**

El coeficiente de masa hidrodinámica tiene en cuenta el efecto producido por la masa de agua que se moviliza conjuntamente con el convoy durante la maniobra de atraque y que da lugar a un aumento efectivo de la masa que interviene en la valoración de la energía de atraque.

Este coeficiente se define como el cociente entre la masa total del sistema (masa del convoy + masa de agua movilizada) y la masa del convoy [*Cm = (Mb + Mw)/Mb*].

El coeficiente *Cm* depende fundamentalmente del resguardo bajo la quilla y en menor medida de las dimensiones y configuración del convoy bajo la superficie del agua (relación calado/manga principalmente), del sentido de las corrientes, de la velocidad del atraque, de las características de la maniobra de atraque y de la influencia del tipo y rigidez del sistema de atraque en la deceleración del movimiento del buque.

Dada la dispersión de valores, a menos que se justifique la utilización de otra metodología de cálculo, se recomiendan con carácter general para buques convencionales los siguientes valores:

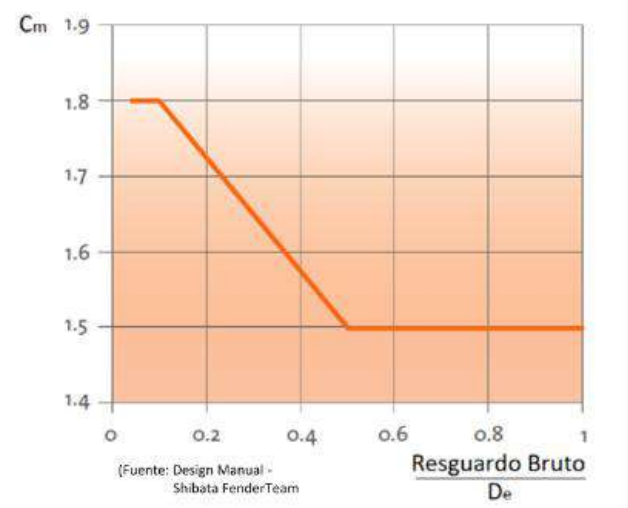
***Cm* = 1,5** para resguardos brutos bajo quilla mayores que 0,5 del calado estático del buque (*De*). (Resguardo bruto > 0,5*De*)
***Cm* = 1,8** para resguardos brutos bajo quilla menores que 0,1 del calado estático del buque (*De*) (Resguardo bruto < 0,1*De*)

Para valores intermedios de Resguardo Bruto/De, es válida la interpolación lineal entre ambos extremos (0.1 y 0.5) (Ver gráfico adjunto).

$ResguardoBrutoBmax := 1.00\ m$
$DdiseñoBmax = 3\ m$

$$FactorCmBmax := \frac{ResguardoBrutoBmax}{DdiseñoBmax}$$

$FactorCmBmax = 0.333$



(Fuente: Design Manual - Shibata FenderTeam)

por lo tanto, el valor del coeficiente hidrodinámico será:

$CmBmax := 1.66$

$ResguardoBrutoBmin := 1.00\ m$
$DdiseñoBmin = 3\ m$

$$FactorCmBmin := \frac{ResguardoBrutoBmin}{DdiseñoBmin}$$

$FactorCmBmin = 0.333$

$CmBmin := 1.66$

* **Coeficiente de excentricidad (Ce).**

El coeficiente de excentricidad tiene en cuenta la proporción de energía cinética desarrollada por el convoy que no puede transmitirse al sistema de atraque debido a que el punto de impacto no coincide con el centro de gravedad del convoy. Por dicha razón, parte de la energía cinética desarrollada por el mismo se disipa, fundamentalmente, por la rotación o guiñada del convoy alrededor del punto de impacto (Ver figura 4.6.4.8 de las ROM 2.0-11).

El coeficiente de excentricidad se obtiene mediante la siguiente formulación:

$$C_e = \frac{K^2 + R^2 \cos^2 \phi}{K^2 + R^2}$$

siendo:

**K** : Radio de giro del convoy alrededor del eje vertical que pasa por su centro de gravedad. Este parámetro está relacionado con el momento de inercia del mismo respecto al mencionado eje vertical que pasa por su centro de gravedad ($I_z = Mb \cdot K^2$).

Puede aproximarse por la función $K = (0{,}19Cb + 0{,}11) \cdot L$, siendo $Cb$ el coeficiente de bloque del buque y $L$ su eslora entre perpendiculares.

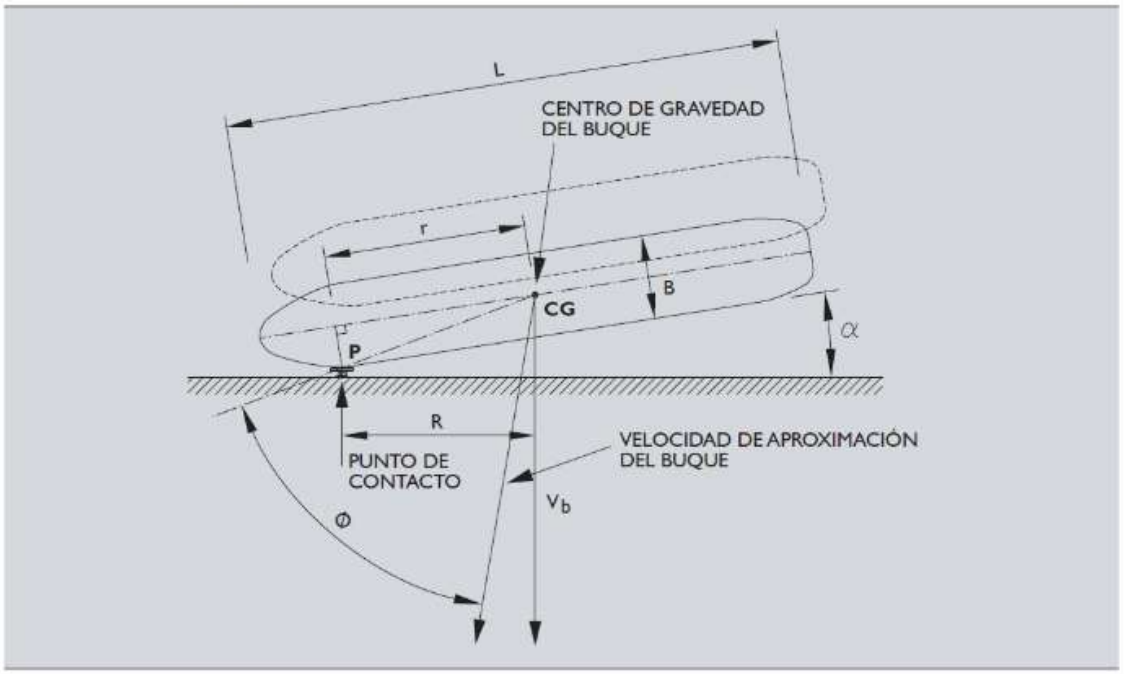
**ø**: Angulo formado entre el vector velocidad de aproximación del convoy y la línea que une el punto de impacto y el centro de gravedad de la embarcación.

**R** : Distancia entre el punto de impacto y el centro de gravedad del convoy, medida en la dirección de la línea de atraque. Su magnitud dependerá del lugar del convoy donde se produce el impacto y del ángulo de aproximación al atraque (α). A falta de mejor información, es admisible considerar simplificadamente a estos efectos que el centro de gravedad del convoy coincide con su centro geométrico (1/2*L*, 1/2*B*).

**ø**: Angulo formado entre el vector velocidad de aproximación del convoy y la línea que une el punto de impacto y el centro de gravedad de la embarcación.

Para el caso que nos ocupa, esto es una obra de tipo CONTINUA (Ver figura 4.6.4.9 de las ROM 2.0-11), tendremos:

Figura 4.6.4.8. **Atraque lateral o de costado mediante traslación tranversal preponderante a obras de atraque fijas continuas**




$$R = r \cdot \cos\alpha - (B/2) \cdot \operatorname{sen}\alpha$$
$$\phi = 90° - \alpha - \operatorname{arctg}(B/2r),$$

Adoptándose como valores frecuentes de *α* y *r* a los siguientes, dependiendo de las características del convoy:

***. Para el ángulo de aproximación (a):***

- 5°- 6° para buques con Δ ≥ 70.000 t.
- 10°-15° para buques con Δ < 70.000 t.

Los valores mayores del rango se adoptarán cuando la maniobra sea *sin ayuda de remolcadores*.

***. La distancia entre el punto de impacto y el centro de gravedad del convoy (r), medida sobre el eje longitudinal del mismo se puede estimar en:***

- $(1/4).Ltot$

- **Buque Máximo**

Se toman las siguientes premisas para la determinación del presente coeficiente de excentricidad Ce.
.

- Punto de primer contacto sobre el convoy: aprox. 30 m. medido desde la proa del mismo.
- Estructura de primer contacto: macizo de atraque y amarre extremo.

De todas maneras, es válido ingresar con los datos de diseño en forma directa, si los mismos son conocidos, de manera de evitar cualquier estimación sugerida por la norma.

$K := (0.19 \cdot CbBmax + 0.11) \cdot LppBmax$ (radio de giro del convoy alrededor del eje vertical que pasa por su centro de gravedad)

$K = 72.461\ m$

$\alpha := 10 \cdot °$ (ángulo de aproximación al atraque)

$r := \frac{1}{2.55} \cdot LtotBmax$ (distancia entre el punto de impacto y el centro de gravedad del convoy, medida sobre el eje longitudinal del mismo -según proyecto-)

$r = 94.118\ m$

$B := BBmax$ (manga del convoy de diseño)

$\frac{B}{2} = 27.5\ m$

$R := r \cdot \cos(\alpha) - \left(\frac{B}{2}\right) \cdot \sin(\alpha)$ (distancia entre el punto de impacto y el centro de gravedad del convoy, medida en la dirección de la línea de atraque)

$R = 87.91\ m$

$\phi := 90 \cdot ° - \alpha - \operatorname{atan}\left(\frac{B}{2 \cdot r}\right)$ (ángulo formado entre el vector velocidad de aproximación del convoy y la línea que une el punto de impacto y el centro de gravedad del convoy)

$\phi = 63.71\ °$

$$CeBmax := \frac{K^2 + R^2 \cdot \cos(\phi)^2}{K^2 + R^2}$$

$$CeBmax = 0.521$$

- **Buque Mínimo**

Se toman las siguientes premisas para la determinación del presente coeficiente de excentricidad Ce.

- Punto de primer contacto sobre el convoy: aprox. 75 m. medido desde la eslora del mismo.
- Estructura de primer contacto: macizo de atraque y amarre extremo.

$K := (0.19 \cdot CbBmin + 0.11) \cdot LppBmin$ (radio de giro del convoy alrededor del eje vertical que pasa por su centro de gravedad)

$K = 72.461\ m$

$\alpha := 10 \cdot °$ (ángulo de aproximación al atraque)

$r := \frac{1}{2.55} \cdot LtotBmin$ (distancia entre el punto de impacto y el centro de gravedad del convoy, medida sobre el eje longitudinal del mismo -según proyecto-)

$r = 94.118\ m$

$B := BBmin$ (manga del convoy de diseño)

$\frac{B}{2} = 22\ m$

$R := r \cdot \cos(\alpha) - \left(\frac{B}{2}\right) \cdot \sin(\alpha)$ (distancia entre el punto de impacto y el centro de gravedad del convoy, medida en la dirección de la línea de atraque)

$R = 88.87\ m$

$\phi := 90 \cdot ° - \alpha - \operatorname{atan}\left(\frac{B}{2 \cdot r}\right)$ (ángulo formado entre el vector velocidad de aproximación del convoy y la línea que une el punto de impacto y el centro de gravedad del convoy)

$\phi = 66.84\ °$

$$CeBmin := \frac{K^2 + R^2 \cdot \cos(\phi)^2}{K^2 + R^2}$$

$$CeBmin = 0.492$$

**Coeficiente geométrico del buque (Cg).**

El coeficiente geométrico del buque tiene en cuenta la proporción de energía cinética desarrollada por el convoy que es absorbida por el sistema de atraque por efecto de la curvatura del buque en el punto de contacto.

Para el caso de muelles CONTINUOS, se recomiendan valores de $Cg = 0{,}95$ cuando el punto de impacto se produce en la parte curva del casco de los buques y $Cg = 1$ cuando se produce en la parte plana. En ausencia de experiencia local contrastada en lo que respecta a la ubicación del punto de impacto y de datos respecto al PBL (Parallel Body Length) del buque considerado, con carácter general puede adoptarse $0{,}95$ como valor representativo de $Cg$.

Para el caso particular del presente proyecto, donde no se presentan partes curvas a lo largo del casco del convoy, se adoptarán los siguientes valores:

$$CgBmax := 1.00 \qquad CgBmin := 1.00$$

* **Coeficiente de configuración del atraque (Cc).**

El coeficiente de configuración del atraque tiene en cuenta el efecto amortiguador del colchón de agua que queda atrapado entre el casco del convoy y la estructura de atraque, dando lugar a la aparición de una fuerza adicional sobre la embarcación y a la absorción de parte de la energía cinética desarrollada por el buque.

En cualquier caso, siempre que el agua entre el buque y la obra de atraque tenga una fácil salida, deberá despreciarse este efecto. Se considerará que este efecto se produce con resguardos brutos ($h1 - De$) > 0,5.$De$, ángulos de aproximación $\alpha$ > 5° o velocidades de aproximación $Vb$ < 0,20 m/s. En estos casos se adoptará, independientemente del tipo de configuración del atraque, $Cc$ = 1.

Por lo tanto, para el caso del presente proyecto -"sin confinamiento del agua entre convoy y muelle"- el efecto puede despreciarse, esto es Cc:

$$CcBmax := 1.0 \qquad CcBmin := 1.0$$

* **Coeficiente de rigidez del sistema de atraque (Cs).**

El coeficiente de rigidez del sistema de atraque tiene en cuenta la proporción de la energía cinética desarrollada por el convoy absorbida por la deformación elástica del casco y de la totalidad de la estructura de la embarcación a lo largo de su eje longitudinal en el momento del impacto. La magnitud de este efecto depende de la rigidez relativa entre el buque y el sistema de atraque.

En el caso del presente proyecto, se asume que, al ser un convoy conformado por barcazas vinculadas mediante uniones no rígidas, bien se podría suponer que el Cs podría asumirse igual a 0,9. Por lo tanto los valores a tomar serían los siguientes:

$$CsBmax := 0.9 \qquad CsBmin := 0.9$$

**2.2 - Determinación de la energía de atraque Normal *Ef*.**

Con la determinación de los parámetros intervinientes en la formulación que define la energía cinética con que viene animado el buque en el momento del atraque, se procede a calcular la misma en unidades [kN.m] para los dos tipos de buque que se analizan en el presente proyecto:

$$EfBmax := \frac{1}{2} \cdot VbBmax^2 \cdot \Delta diseñoBmax \cdot (CmBmax \cdot CeBmax \cdot CgBmax \cdot CcBmax \cdot CsBmax)$$

$$EfBmax = 457.86\ kN \cdot m$$

$$EfBmin := \frac{1}{2} \cdot VbBmin^2 \cdot \Delta diseñoBmin \cdot (CmBmin \cdot CeBmin \cdot CgBmin \cdot CcBmin \cdot CsBmin)$$

$$EfBmin = 426.97\ kN \cdot m$$

**2.3 - Determinación de la energía de atraque Anormal *Ef*$_A$, debida al impacto accidental del convoy durante las operaciones de atraque.**

Conforme lo indicado en PIANC WG 33 - *"Guidelines for the Design of Fenders Systems: 2002"* la condición de "anormalidad" se puede producir durante la maniobra de atraque, debiendo asumirse que la energía obrante bajo esta situación no debería provocar el daño de la defensa. Diseñar, por el contrario, para energías excepcionalmente altas por atraques accidentales no son aconsejables y, por consiguiente, no es aconsejable adoptar esta última hipótesis, asumiendo en este caso que ante este tipo de situación se producirá un daño importante en el sistema de atraque.
La metodología para calcular la energía de atraque Anormal *Ef*$_A$ consiste en aplicar un coeficiente de seguridad a la energía Normal *Ef.*

La adopción de este coeficiente de seguridad depende de diversos factores, los que deberán ser evaluados por el diseñador previo a su selección. Entre los parámetros citados se destacan, el perjuicio que la rotura de la/s defensas ocasionará a la operativa del muelle, la frecuencia de los atraques, si la velocidad de aproximación está definida como muy baja, la capacidad de la estructura del muelle para soportar efectos excepcionales, el rango de buques que utilicen el muelle, si el muelle atiende cargas peligrosas.

- **Coeficiente de seguridad** $(\eta)$

A los efectos de determinar el coeficiente de seguridad $(\eta)$ se adjunta a continuación una tabla indicativa de los sugeridos para la determinación de la energía Anormal *Ef*$_A$. La misma esta extraída de la publicación *"Design Fender"*, producida por Shibata Fender Team e integra los valores indicados en la Tabla 4.2.5 por PIANC en su publicación PIANC WG 33 - *"Guidelines for the Design of Fenders Systems: 2002"*, con algunas otros, derivados de estudios propios de la firma y de diversas organizaciones, lo que ofrece una más amplia referencia en el momento de la selección del coeficiente de seguridad. La traducción al castellano es propia de este consultor.

| TIPO DE BUQUE | MAS GRANDES(A) | | MAS CHICOS(B) | COMENTARIOS E INTERPRETACIONES |
|---|---|---|---|---|
| Tankers | 1.25 | | 1.75 | ≧ Suezmax(A) ≦ Handymax(B) |
| Bulk carriers | 1.25 | | 1.75 | ≧ Capesize(A) ≦ Handymax(B) |
| Gas carriers | | 1.50~2.00 | | No incluido por PIANC. Seguridad crítica, coeficiente más alto |
| Containers ships | 1.50 | | 2.00 | ≧ Post-Panamax(A) ≦ Panamax(B) |
| General Cargo, freighters | | 1.75 | | Usar factores y velocidades más altas si no se utilizan remolcadores |
| Ro Ro & Ferries | | ≧ 2.00 | | Usar factores más altos para sitios de atraque más expuestos |
| Car carriers | | 2.00 | | No incluido por PIANC. Amplia superficie expuesta a los vientos, lo que hace más complicado el atraque |
| Cruise ships | | 2.00 | | No incluido por PIANC. Idem Car Carriers |
| Fast ferries | | ≧ 2.00 | | No incluido por PIANC. Poseen una limitada maniobrabilidad a bajas velocidades |
| Remolcadores y embarcaciones menores | | 2.00 | | Gran variedad de formas y tamaños. Mucha incertidumbre |

De la tabla anterior y tomando en consideración las características de los convoyes y las acciones medioambientales existentes, como así también los comentarios del comitente y futuros usuarios de la estructura de atraque y amarre, se concluye que los coeficientes de mayoración de la energía Normal Ef a adoptar son los que se indican a continuación:

Coeficiente de seguridad **Buque Máximo**: $\eta Bmax := 1.25$

Coeficiente de seguridad **Buque Mínimo**: $\eta Bmin := 1.30$

Por lo tanto, la energía Anormal $Ef_A$ (*"de diseño"*) para cada uno de los buques en estudio resultaría:

**<u>Energía Anormal Buque Máximo:</u>** $EfABmax := EfBmax \cdot \eta Bmax$

$$EfABmax = 572.33 \ \mathbf{kN \cdot m}$$

**<u>Energía Anormal Buque Mínimo:</u>** $EfABmin := EfBmin \cdot \eta Bmin$

$$EfABmin = 555.06 \ \mathbf{kN \cdot m}$$

## 3 - CARACTERÍSTICAS DE LA DEFENSA SELECCIONADA

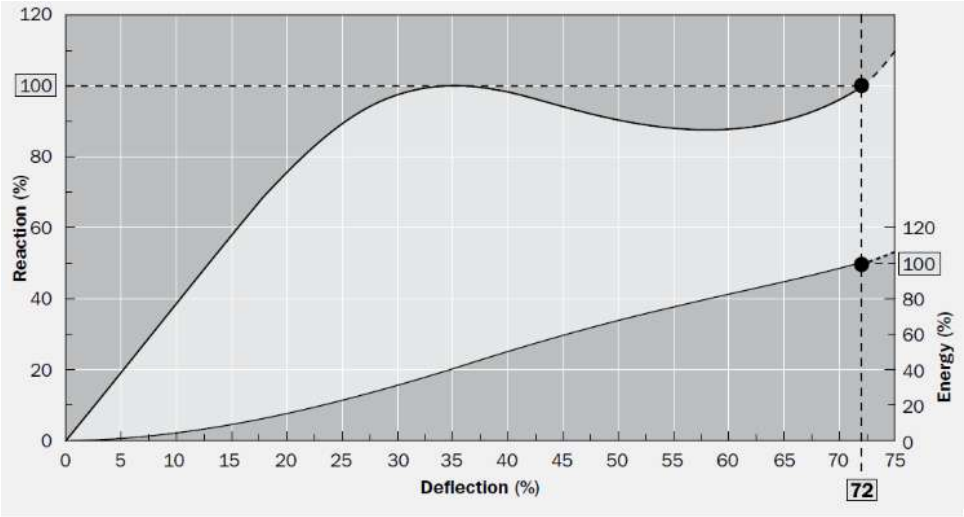
Es sabido que para la selección de defensas de muelle se deben tener en cuenta los siguientes factores, los que pueden condicionar el comportamiento de la misma a lo largo de su vida útil:

- Si el contacto se produce sobre una sola o múltiples elementos.
- Si el contacto entre buque-defensa es plano o con cierto ángulo.
- La velocidad de contacto.
- Las temperaturas extremas.
- La cantidad de atraques que se estiman durante su vida útil.
- La eficiencia de las defensas.

Para el caso que nos ocupa, se ha seleccionado para los DA1 y DA2 una (1) defensa por cuerpo, con panel frontal revestido en material antifricción UHMW y cadenas de tensión y soporte, conforme el siguiente detalle:

- Tipo de defensa: SCN 1200 de Trelleborg o similar prestación.
- Energía a absorber según catálogo: 650 kN.m
- Fuerza reactiva según catálogo: 909 kN
- Deflexión correspondiente a estas prestaciones: 72%
- Dimensiones del escudo: 1 m. ancho x 2 m. alto
- Cantidad de defensas por cuerpo: una (1)
- Separación entre cuerpos de defensa: según plano.

Se acompaña a continuación un gráfico genérico que relaciona la energía absorbida y la fuerza reactiva entregada a la estructura, para el tipo de defensa indicado.




**3.1 - Factores de Corrección**

Asumiendo que la defensa debe, en todo momento de su vida útil, estar en condiciones de absorber la Energía Anormal *(EfA)* de diseño, es necesario tener presente las condiciones ambientales y operativas "in situ" del elemento seleccionado, como así también la posibilidad de variación de los parámetros correspondientes a sus prestaciones teóricas (Energía Absorbida y Fuerza Reactiva generada) publicadas normalmente en los catálogos, debido a la variabilidad lógica de las propiedades de los materiales utilizados para la confección de la defensa o cualquier imponderable que pudiera presentarse en el acto de su fabricación.

Los parámetros de corrección, conforme lo mencionado en el párrafo anterior, corresponden a:

- Tolerancia admitida por el fabricante, debido a la posible variabilidad de las prestaciones de la materia prima utilizada y/o a imponderables en las condiciones de fabricación.
- Efecto de temperatura.
- Efecto de velocidad de compresión de la defensa.
- Angulo de compresión.

En el caso que se analiza, sólo consideraremos el primero de estos factores, es decir la eficiencia de la defensa propiamente dicha, ya que no existen aún conclusiones claras y mucho menos códigos o standards precisos, que permitan considerar en forma concreta la correlación entre los valores de catálogo (ensayos) de las defensas y las condiciones de trabajo "in situ" de las mismas.

De acuerdo a lo expresado, la consideración de la eficiencia real de la defensa suele tenerse en cuenta mediante la aplicación de un coeficiente de seguridad a los valores de catálogo. En nuestro caso, para defensas moldeadas, adoptaremos un valor igual a ± 10% de las prestaciones de la defensa.

La metodología establece colocarse en las situaciones más desfavorables, esto es, para la Energía a absorber comprometida se afectará de un -10%, en tanto que para la Fuerza Reactiva se aplicará un +10%. Con ello, los valores máximos que se presentarán serán los siguientes:

Energía máxima a absorber por la defensa = Energía máxima de catálogo x 0.90

Energía máxima de catálogo = 650 kN.m

**Energía máxima a absorber por la defensa = 0.9 x 650 kN.m = 585 kN.m**

Fuerza reactiva máxima a transferir a la estructura = Fuerza reactiva máxima de catálogo x 1.10

Fuerza reactiva máxima de catálogo = 909 kN

**Fuerza reactiva máxima a transferir a la estructura = 1.10 x 909 kN = 1000 kN**

Con referencia a la protección de los monopilotes contra los impactos menores y roces de las barcazas, se ha establecido, por cada monopilote, la colocación de dos (2) defensas tipo A modelo IA 500, colocadas en forma vertical, una a continuación de la otra, como se observa en plano.

# DETERMINACION DE LAS FUERZAS EN LOS CABOS

## Atraque de espera - Esclusa Yacyreta

# ACCIONES DE AMARRE
# Cálculo de las fuerzas en los cabos

Proyecto: **ZONA DE ESPERA PARA EL FRANQUEO DE LA ESCLUSA DE YACYRETA.**

Fecha: Febrero 2023.

**1 - CONSIDERACIONES GENERALES.**

Para el desarrollo del presente cálculo de las acciones ocasionadas en la estructura de atraque y amarre por un buque atracado, se ha tomado como referencia las recomendaciones ROM 2.0-11 "Recomendaciones para el proyecto y ejecución en Obras de Atraque y Amarre"(en adelante "las recomendaciones"), publicadas por Puertos del Estado del Gobierno de España.

Las cargas correspondientes a estas acciones son transmitidas a la estructura de atraque y amarre, a través de las líneas de amarre-bitas y sistema de defensas (este último, no incluido en este documento).

*** Modelo adoptado**: ANALITICO

Los modelos matemáticos analíticos tradicionales utilizados para determinar las cargas de amarre se basan en una simplificación respecto a la naturaleza dinámica del sistema buque/líneas de amarre-bitas/defensas/estructura de atraque, estableciendo las ecuaciones del equilibrio estático en el estado considerado, de modo que la componente cuasi-estática (valor medio) horizontal de las fuerzas restauradoras producidas por los sistemas de amarre y atraque igualen a la componente cuasi-estática (valor medio) horizontal de la resultante de las acciones exteriores sobre el buque. Es decir:

$$\Sigma R_L = 0; \ \Sigma R_T = 0; \ \Sigma M_{CG} = 0$$

Siendo:
Σ RL : Suma de las componentes cuasi-estáticas en el sentido longitudinal del buque de las fuerzas exteriores y de las fuerzas restauradoras producidas por los sistemas de amarre y atraque.
Σ RT : Suma de las componentes cuasi-estáticas en el sentido transversal del buque de las fuerzas exteriores y de las fuerzas restauradoras producidas por los sistemas de atraque y amarre.
Σ MCG : Suma de momentos de eje vertical en el centro de gravedad del buque de las componentes cuasi-estáticas de las fuerzas exteriores y de las fuerzas restauradoras producidas por los sistemas de atraque y amarre.

* **Condiciones básicas**.

- Establecer una disposición de amarras lo más simétrica posible, respecto al baricentro del convoy de barcazas definido como "buque de diseño".
- Respetar los ángulos horizontales y verticales establecidos en los esquemas básicos de amarre sugeridos sugeridos por la Norma, según se observa en las Figuras 1, 2 y 3.
- Frente al desconocimiento o falta de datos sobre los agentes medioambientales del lugar (vientos, corrientes, olas) se sugiere adoptar condiciones impuestas en las recomendaciones (Tipo I, II y III). Es importante establecer la condición que adoptará el usuario del atraque frente a situaciones límites de atraque y máximas de permanencia del convoy en el sitio.
- Ante la posibilidad de que, como consecuencia de la configuración física del atraque, las

características de los parámetros ambientales, el tránsito existente y futuro de embarcaciones en la zona próxima, etc. se puedan generar fenómenos dinámicos de magnitud en el convoy amarrado, se aconseja fuertemente la realización de estudios específicos a través de modelos matemáticos y/o físicos, a fin de verificar los resultados analíticos.

*** Esquemas básicos de amarre, según Norma.**

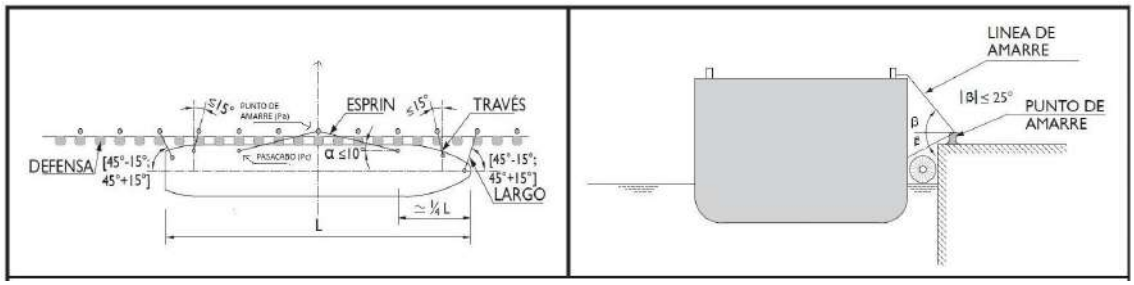



**Figura 1** - Disposición estándar para buque amarrado lateralmente. Condiciones climáticas Tipos I y II,límite de permanencia en muelle.

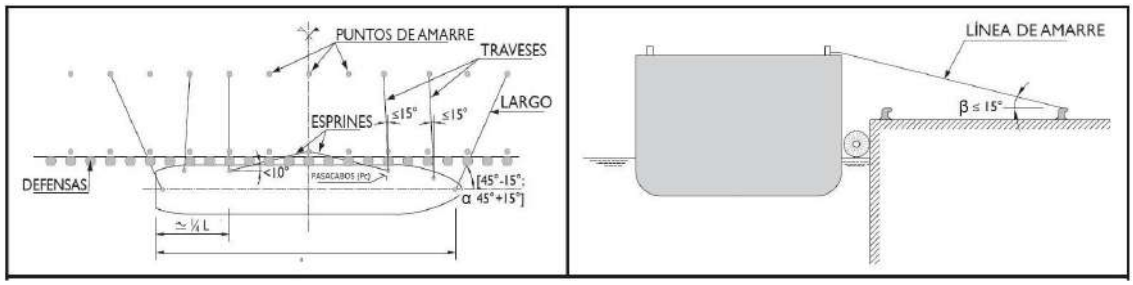



**Figura 2** - Disposición estándar para buque amarrado lateralmente. Condiciones climáticas Tipo III, límite de permanencia en muelle.

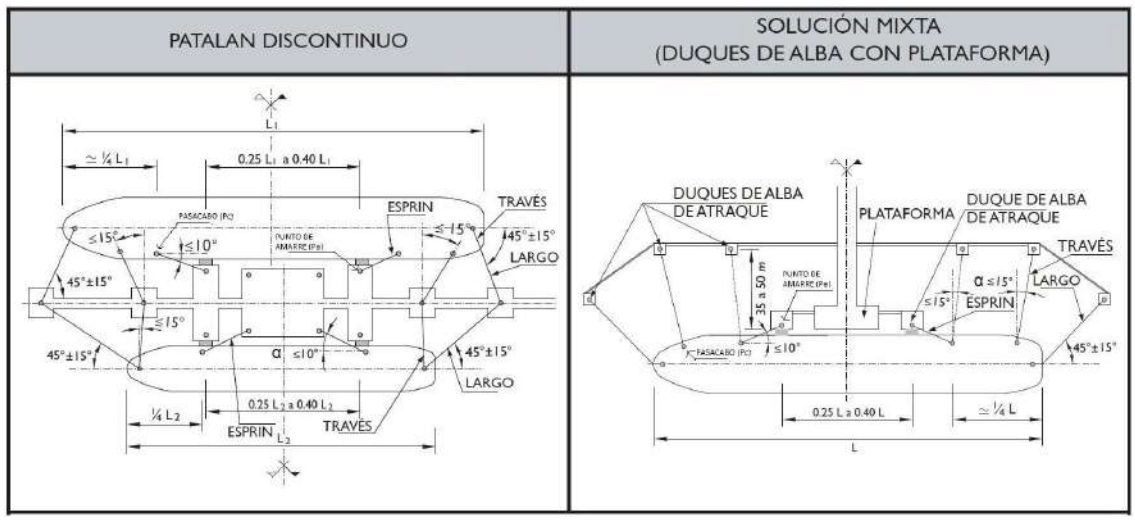



**Figura 3** - Disposición estándar para buque amarrado lateralmente en pantalán discontinuo o mixto. Condiciones climáticas Tipos I, II y III, límite de permanencia en muelle.

## 2 - RESOLUCION.

### *2.1* - Angulo de las amarras $\alpha_i$ y $\beta_i$

***Esquema de amarre adoptado (ver Anexo A.1).**
Si bien el esquema de amarres y disposición de ejes puede ser ligeramente modificado conforme la configuración del atraque, se sugiere tomar como referencia la siguiente propuesta (Figs. 4 y 5):

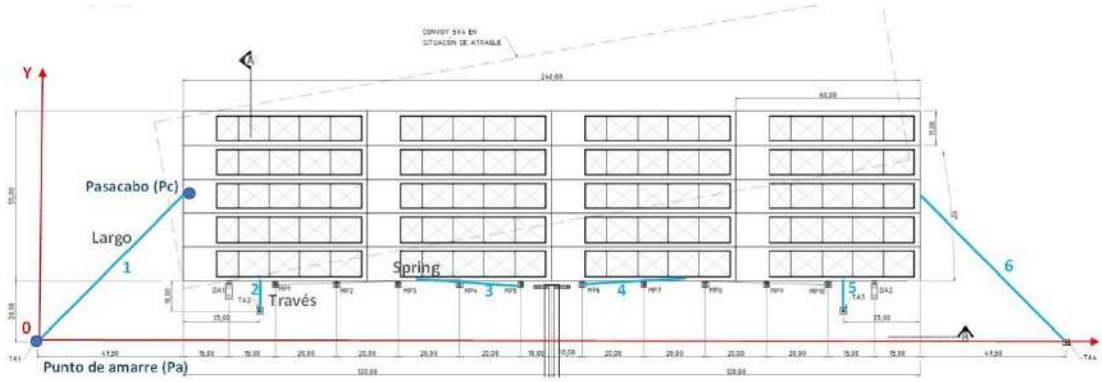



**Figura 4** - Disposición sugerida de ejes en el plano horizontal.

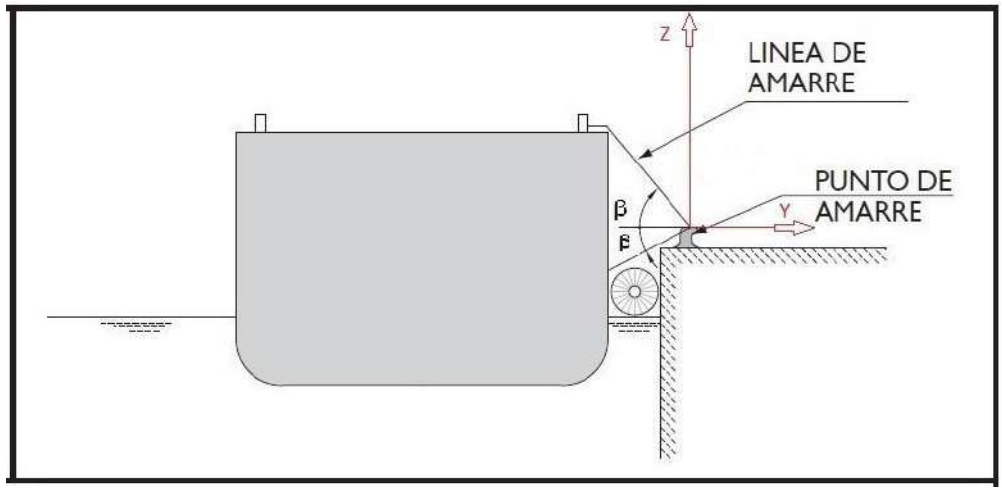



**Figura 5** - Disposición sugerida de ejes en el plano vertical.

Cantidad de Líneas de Amarre, $LA := 6$ (esto no es una limitante para colocar más líneas de amarre en los elementos intermedios adicionales -monopilotes- que posee la estructura de atraque y amarre, en caso de ser necesario).

<u>Definiciones</u> para el ingreso de datos en la tabla:

- Amarre: cada línea de fijación del convoy, la que puede contar con más de un cabo. Cada línea de amarre debe tener un punto en el buque por donde accede/egresa el/los cabos, que denominaremos "Pasacabo" (pc) y un "Punto de Amarre" en tierra (pa), comúnmente una bita o bolardo.

- Xpa: coordenada x del Punto de Amarre.
- Ypa: coordenada y del Punto de Amarre.
- Zpa: coordenada z del Punto de Amarre.
- Xpc: coordenada x del Pasacabo correspondiente.
- Ypc: coordenada y del Pasacabo correspondiente.
- ZpcBM: coordenada z en condición de Bajamar con convoy de diseño a plena carga.
- ZpcPM: coordenada z en condición de Pleamar con convoy de diseño en lastre.
- Bcg: coordenada x del centro geométrico del buque (aprox. centro de gravedad).

| Amarre | Xpa | Ypa | Zpa | Xpc | Ypc | ZpcBM | ZpcPM |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| (n°) | (m) | (m) | (m) | (m) | (m) | (m) | (m) |
| 1 | 0,00 | 0,00 | 85,00 | 48,00 | 47,50 | 82,70 | 85,60 |
| 2 | 72,50 | 10,00 | 85,00 | 72,70 | 20,50 | 82,70 | 85,60 |
| 3 | 157,50 | 18,00 | 85,00 | 122,50 | 20,50 | 82,70 | 85,60 |
| 4 | 177,50 | 18,00 | 85,00 | 212,50 | 20,50 | 82,70 | 85,60 |
| 5 | 212,50 | 10,00 | 85,00 | 212,70 | 20,50 | 82,70 | 85,60 |
| 6 | 335,00 | 0,00 | 85,00 | 287,00 | 47,50 | 82,70 | 85,60 |

Las coordenadas x, y, z se tomarán con sus signos, según el origen de los ejes que se plantee. Para el eje z, se ha tomado como valor 0,00 el correspondiente a la cota de coronamiento de las estructuras de operaciones.

**. Angulo de las amarras $\alpha_i$ y $\beta_i$**

| Amarra | Ang. Horiz. | Ang.Vert.BM | Ang.Vert.PM |
|---|---|---|---|
| (n°) | α (°) | $\beta B_M$ (°) | $\beta P_M$ (°) |
| 1 | 44,70 | -1,95 | 0,51 |
| 2 | 88,91 | -12,35 | 3,27 |
| 3 | 4,09 | -3,75 | 0,98 |
| 4 | 4,09 | -3,75 | 0,98 |
| 5 | 88,91 | -12,35 | 3,27 |
| 6 | 44,70 | -1,95 | 0,51 |

**2.2 - Agentes sobre el buque amarrado**

Los agentes que participan activamente en la definición de un sistema de amarre adecuado, de manera tal que el buque pueda resistir sus efectos con valores de movimiento admisibles, pueden clasificarse como de tipo climáticos y debidos a las operaciones del buque. En base a ello, los principales agentes considerados en el presente análisis son:

* **Climáticos atmosféricos y marinos/fluviales**:

- Viento.
- Corriente.
- Niveles de agua asociados a mareas y regímenes fluviales.
- Ondas largas.
- Oleaje.
- Hielo.

* **Agentes debidos a operaciones de buques:**

- Efectos hidrodinámicos inducidos por el paso de un buque navegando.
- Corrientes generadas por los sistemas de propulsión, así como fuerzas inducidas sobre el buque por los remolcadores que formen parte eventualmente de la configuración del sistema de amarre.
- Cambios de los parámetros geométricos del buque (calado, francobordo, …), asientos y escoras causados por las modificaciones en las condiciones de carga del buque durante las operaciones de manipulación de mercancías o de embarque y desembarque de pasajeros.

### 2.2.1 - Datos generales:

Se enumeran a continuación los datos generales correspondientes al proyecto, tales como características del buque, del muelle, etc., dejándose para cada apartado donde se detalla el cálcul o de los distintos agentes, la especificación de los datos particulares.

En el caso particular de los convoyes bajo análisis, se tomará únicamente en cuenta, el convoy máximo de diseño, por considerarse el mismo determinante para las acciones medioambientales que impactan sobre los amarres.

Cantidad de tipos de buques a analizar: $CB := 1$

Estados: Lastre (L) (o *Mínima Carga*) y Plena Carga (PC).

| Tipo de Buque | Desplaz. (tor | Ltot (m | $L_{pp}$ (m) | Manga (m) | Puntal (m) | Calado Carga Tot | Calado Lastre (r |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| CONVOY MAXIMO Bmax | 40000 | 240,00 | 240,00 | 55,00 | 3,50 | 3,00 | 1,10 |
| | | | | | | | |

*** Niveles de agua:**

$PMSE := 83.00 \cdot m$ (nivel de agua máximo)
$BMSE := 82.00 \cdot m$ (nivel de agua mínimo)
Profundidad a pie de muelle $PFm := 79.00 \cdot m$ (estimado)
Cota de coronamiento del muelle $Cr := 84.50 \cdot m$

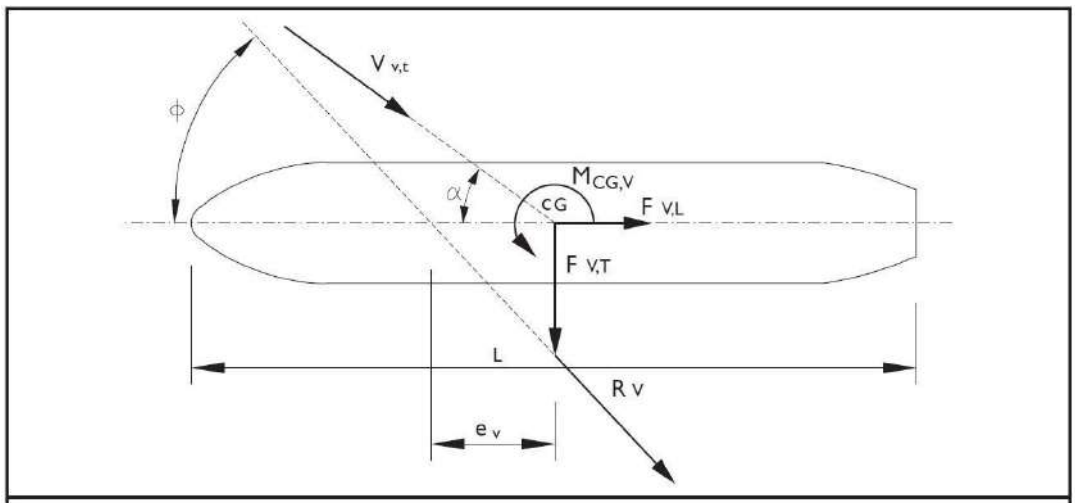
*La orientación del muelle, tal lo indicado en el informe final, se materializa en sentido Norte-Sur, por lo que, a los efectos de la determinación de las acciones que impactan sobre los amarres, se tomarán los efectos medioambientales que provengan del sector Norte-Sur pasando por el Oeste, esto es, desde tierra hacia el muelle.*

**2.2.2 - Componentes cuasi-estáticas de las resultantes horizontales de las fuerzas exteriores sobre el buque amarrado:**

*** ACCION DEL VIENTO.**

La componente cuasi-estática de la resultante horizontal de la acción del viento sobre un buque amarrado lateralmente o de costado es una fuerza de arrastre horizontal ($R_V(\alpha)$), pudiendo considerarse formada por las siguientes componentes aplicadas en el centro de gravedad del buque:

- Una componente en el sentido longitudinal del buque ($F_{V,L}$).
  $F_{V,L}(\alpha) = R_V(\alpha) \cdot \cos\phi$
- Una componente en el sentido transversal del buque ($F_{V,T}$).
  $F_{V,T}(\alpha) = R_V(\alpha) \cdot \operatorname{sen}\phi$
- Un momento de eje vertical ($M_{CG,V}$), debido a la excentricidad de la fuerza resultante respecto al eje de gravedad del buque.
  $M_{CG,V}(\phi) = F_{V,T}(\alpha) \cdot e_V(\alpha) = F_{V,T}(\alpha) \cdot K_{V,e}(\alpha) \cdot L$
  donde $\phi = \operatorname{arctg}[(A_{V,L}/A_{V,T}) \cdot \operatorname{tg}\alpha]$




$$R_V(\alpha) = \frac{\rho_a}{2} \cdot V_{V,t}^2 \cdot \frac{C_{DV,L}(\alpha) \cdot A_{V,T} \cdot \cos^2\alpha + C_{DV,T}(\alpha) \cdot A_{V,L} \cdot sen^2\alpha}{\cos(\phi - \alpha)}$$

Se detalla a continuación los datos necesarios, para la determinación de las componentes FVT, FVL, MCG,V y ángulo $\phi$. Las definiciones, valores de aplicación, etc. han sido suministrados por el

Comitente y, ante su ausencia, adoptados por el proyectista, conforme la recomendación ROM 2.0-11 y demás documentos técnicos.

- **Datos particulares (ver Anexo A.2).**

  Direcciones de viento a considerar $Dv := 3$ - Posición del casillaje del buque: **<u>No aplica</u>**

Se deja constancia que debido a la conformación física del convoy, no se considera efecto excéntrico alguno, al carecer el elemento flotante de casillaje.

Asimismo, a los efectos del cálculo de la superficie expuesta, se ha tenido en cuenta la ubicación de una fila de contenedores acopiados sobre cubierta.

| | CONVOY MAXIMO EN LASTRE (L) - Dirección del viento (α) | | |
|---|---|---|---|
| DATOS | 0° | 45° | 90° |
| Vv,t (m/seg) | 26,30 | 0,00 | 26,30 |
| α ( ◦ ) | 0,00 | 45,00 | 90,00 |
| Av,l (m2) | 1152,00 | 1152,00 | 1152,00 |
| Av,t (m2) | 264,00 | 264,00 | 264,00 |
| Cdv,l (α) | 1,00 | 1,00 | 1,00 |
| Cdv,t (α) | 1,00 | 1,00 | 1,00 |
| kv,e (α) | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Ltot (m) | 240,00 | 240,00 | 240,00 |
| ρa (t/m3) | 0,001230 | 0,001230 | 0,001230 |

| | CONVOY MAXIMO A PLENA CARGA (PC) - Dirección del viento (α) | | |
|---|---|---|---|
| DATOS | 0° | 45° | 90° |
| Vv,t (m/seg) | 26,30 | 0,00 | 26,30 |
| α ( ◦ ) | 0,00 | 45,00 | 90,00 |
| Av,l (m2) | 696,00 | 696,00 | 696,00 |
| Av,t (m2) | 159,50 | 159,50 | 159,50 |
| Cdv,l (α) | 1,00 | 1,00 | 1,00 |
| Cdv,t (α) | 1,00 | 1,00 | 1,00 |
| kv,e (α) | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Ltot (m) | 240,00 | 240,00 | 240,00 |
| ρa (t/m3) | 0,001230 | 0,001230 | 0,001230 |

- **Determinación de los valores FVT, FVL, MCG,V y ángulo $\phi$**

Aplicando la formulación indicada anteriormente para cada situación del Buque Máximo seleccionada, dirección y velocidad del viento y coeficientes correspondientes, se obtienen los valores que se presentan a continuación:

| | BUQUE MAXIMO EN LASTRE (L) - Dirección del viento (α) | | |
|---|---|---|---|
| DATOS | 0° | 45° | 90° |
| ø (°) | 0,00 | 77,09 | 90,00 |
| Rv(α) KN | 112,30 | 0,00 | 490,05 |
| FVL(α) KN | 112,30 | 0,00 | 0,00 |
| FVT(α) KN | 0,00 | 0,00 | 490,05 |
| MCGV(ø) KNm | 0,00 | 0,00 | 0,00 |

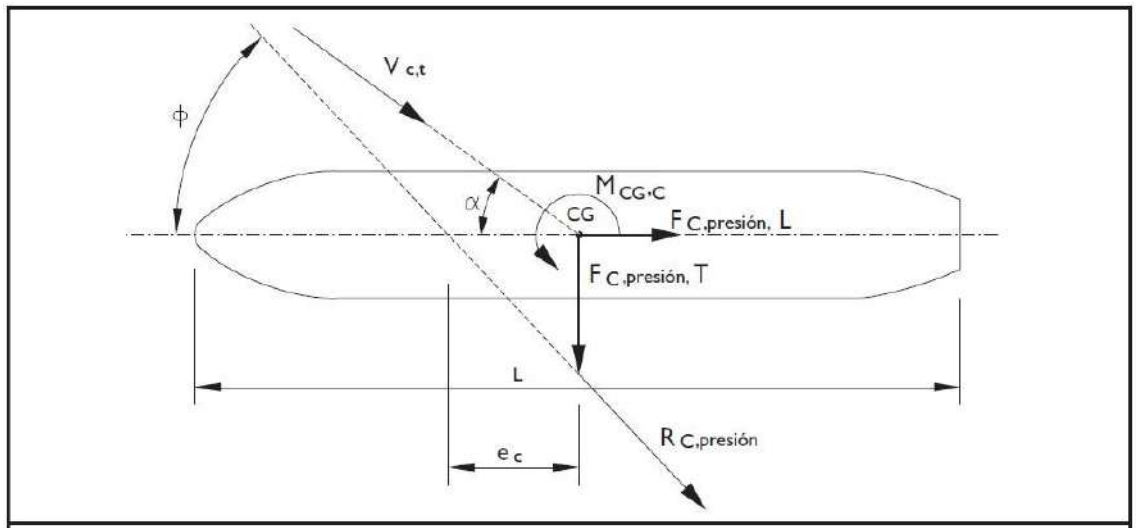
| | BUQUE MAXIMO A PLENA CARGA (PC) - Dirección del viento (α) | | |
|---|---|---|---|
| DATOS | 0° | 45° | 90° |
| ø (°) | 0,00 | 77,09 | 90,00 |
| Rv(α) KN | 67,85 | 0,00 | 296,07 |
| FVL(α) KN | 67,85 | 0,00 | 0,00 |
| FVT(α) KN | 0,00 | 0,00 | 296,07 |
| MCGV(ø) KNm | 0,00 | 0,00 | 0,00 |

*** ACCION DE LA CORRIENTE.**

La componente cuasi-estática de la resultante horizontal de la acción de las corrientes naturales sobre un buque amarrado lateralmente o de costado es una fuerza de arrastre horizontal (*RC*), pudiendo considerarse formada por las siguientes componentes aplicadas en el centro de gravedaddel buque:

- Una componente en sentido longitudinal del buque (*FC,L*), compuesta a su vez por las componentes en dicha dirección de las fuerzas debidas a la presión ( *FC presión,L*) y a la fricción (FC fricción,L) de la corriente sobre el buque [FC,L = FC presión,L +*FC fricción,L*].
- Una componente en sentido transversal del buque (*FC,T*), compuesta a su vez por las componentes en dicha dirección de las fuerzas debidas a la presión (*FC presión,T*) y a la de fricción(FC fricción,T) de la corriente sobre el buque [FC,T = FC presión,T + *FC fricción,T*].
- Un momento de eje vertical (*MCG,C*), debido a la excentricidad de la resultante horizontal de las

fuerzas de presión en relación con el centro de gravedad del buque.




$$R_{Cpresión}(\alpha) = \frac{\rho_w}{2} \cdot V_{C,t}^2 \cdot \frac{C_{DC,L}(\alpha) \cdot A_{C,T} \cdot \cos^2\alpha + C_{DC,T}(\alpha) \cdot A_{C,L} \cdot sen^2\alpha}{\cos(\phi - \alpha)}$$

$$F_{C\ presión,L}(\alpha) = R_{C\ presión} \cdot cos\phi$$
$$F_{C\ presión,T}(\alpha) = R_{C\ presión} \cdot sen\phi$$
$$M_{CG,V}(\alpha) = F_{C\ presión,T}(\alpha) \cdot e_C(\alpha) = F_{C\ presión,T}(\alpha) \cdot K_{C,e}(\alpha) \cdot L$$
$$\phi(\alpha) = arctg\ [(A_{C,L}/A_{C,T}) \cdot tg\alpha]$$

Se detalla a continuación los datos necesarios, para la determinación de las componentes Fcpresiónt, Fcpresiónl, MCGcpresión y ángulo $\phi$. Las definiciones, valores de aplicación, etc. han sido suministrados por el Comitente y, ante su ausencia, adoptados por el proyectista, conforme la recomendación ROM 2.0-11 y demás documentos técnicos.

- **Componentes de <u>PRESION</u> $F_{cpresiónL}$, $F_{cpresiónT}$ y $M_{CG,V}$**

- **Datos particulares (ver Anexo A.3)**

  Direcciones de corriente a consider: $Dc := 3$

| | BUQUE MAXIMO A PLENA CARGA (PC) - Dirección de la corriente (α) | | |
|---|---|---|---|
| DATOS | 0° | 45° | 90° |
| Vc,t (m/seg) | 0,30 | 0,00 | 0,15 |
| α ( ∘ ) | 0,00 | 45,00 | 90,00 |
| Ac,l (m2) | 720,00 | 720,00 | 720,00 |
| Ac,t (m2) | 165,00 | 165,00 | 165,00 |
| Cdc,l (α) | 0,90 | 0,90 | 0,90 |
| Cdc,t (α) | 1,80 | 1,80 | 1,80 |
| kc,e (α) | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Ltot (m) | 240,00 | 240,00 | 240,00 |
| ρw (t/m3) | 1,000 | 1,000 | 1,000 |

| | BUQUE MAXIMO EN LASTRE (L) - Dirección de la corriente (α) | | |
|---|---|---|---|
| DATOS | 0° | 45° | 90° |
| Vc,t (m/seg) | 0,30 | 0,00 | 0,15 |
| α ( ∘ ) | 0,00 | 45,00 | 90,00 |
| Ac,l (m2) | 264,00 | 264,00 | 264,00 |
| Ac,t (m2) | 60,50 | 60,50 | 60,50 |
| Cdc,l (α) | 0,90 | 0,90 | 0,90 |
| Cdc,t (α) | 4,80 | 4,80 | 4,80 |
| kc,e (α) | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Ltot (m) | 240,00 | 240,00 | 240,00 |
| ρw (t/m3) | 1,000 | 1,000 | 1,000 |

- **Determinación de los valores de <u>PRESION</u> FcpT, FcpL, MCGcp y ángulo $\phi$**

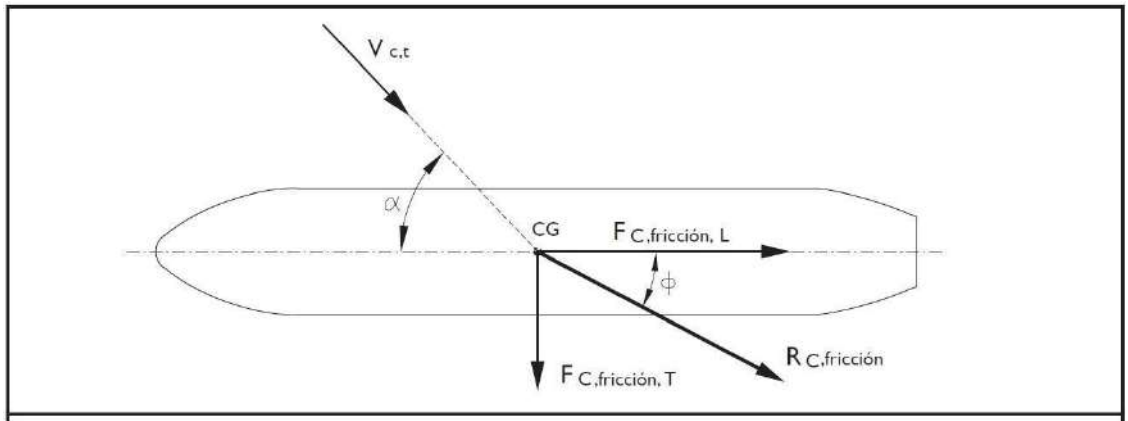
Aplicando la formulación indicada anteriormente para cada situación del Buque Máximo seleccionada, dirección y velocidad de la corriente y coeficientes correspondientes, se obtienen los valores que se presentan a continuación:

| | BUQUE MAXIMO A PLENA CARGA (PC) - Dirección de la corriente (α) | | |
|---|---|---|---|
| DATOS | 0° | 45° | 90° |
| ø (°) | 0,00 | 77,09 | 90,00 |
| Rcp(α) KN | 6,68 | 0,00 | 14,58 |
| FcpL(α) KN | 6,68 | 0,00 | 0,00 |
| FcpT(α) KN | 0,00 | 0,00 | 14,58 |
| MCGcp(ø) KNm | 0,00 | 0,00 | 0,00 |

| | BUQUE MAXIMO EN LASTRE (L) - Dirección de la corriente (α) | | |
|---|---|---|---|
| DATOS | 0° | 45° | 90° |
| ø (°) | 0,00 | 77,09 | 90,00 |
| Rcp(α) KN | 2,45 | 0,00 | 14,26 |
| FcpL(α) KN | 2,45 | 0,00 | 0,00 |
| FcpT(α) KN | 0,00 | 0,00 | 14,26 |
| MCGcp(ø) KNm | 0,00 | 0,00 | 0,00 |

- **Componentes de <u>FRICCION</u> $F_{carrastreL}$, $F_{carrastreT}$ y $M_{CG,carrastre}$**

Se muestra a continuación el esquema de actuación de las fuerzas de fricción, así como también los datos necesarios, para la determinación de las componentes Fcarrastrel, Fcarrastret y ángulo φ. Las definiciones, valores de aplicación, etc. han sido suministrados por el Comitente y, ante su ausencia, adoptados por el proyectista, conforme la recomendación ROM 2.0-11 y demás documentos técnicos.




$$F_{Cfricción,L}(\alpha) = \frac{\rho_w}{2} \cdot V_{C,t}^2 \cdot C_{fC} \cdot A_{fC,L} \cdot \cos^2(\alpha)$$

$$F_{Cfricción,T}(\alpha) = \frac{\rho_w}{2} \cdot V_{C,t}^2 \cdot C_{fC} \cdot A_{fC,T} \cdot sen^2(\alpha)$$

$$\phi(\alpha) = arctg[(A_{fC,T}/A_{fC,L}) \cdot tg^2(\alpha)]$$

- **Datos particulares (ver Anexo A.3)**

| | BUQUE MAXIMO A PLENA CARGA (PC) - Dirección de la corriente (α) | | |
|---|---|---|---|
| DATOS | 0° | 45° | 90° |
| Vc,t (m/seg) | 0,30 | 0,00 | 0,15 |
| α ( ∘ ) | 0,00 | 45,00 | 90,00 |
| Acf,L (m2) | 14640,00 | 14640,00 | 14640,00 |
| Acf,T (m2) | 13530,00 | 13530,00 | 13530,00 |
| Cfc (α) | 0,0055 | 0,0055 | 0,0055 |
| ρw (t/m3) | 1,000 | 1,000 | 1,000 |

| | BUQUE MAXIMO EN LASTRE (L) - Dirección de la corriente (α) | | |
|---|---|---|---|
| DATOS | 0° | 45° | 90° |
| Vc,t (m/seg) | 0,30 | 0,00 | 0,15 |
| α ( ∘ ) | 0,00 | 45,00 | 90,00 |
| Acf,L (m2) | 13728,00 | 13728,00 | 13728,00 |
| Acf,T (m2) | 13321,00 | 13321,00 | 13321,00 |
| Cfc (α) | 0,0055 | 0,0055 | 0,0055 |
| ρw (t/m3) | 1,000 | 1,000 | 1,000 |

- **Determinación de los valores de <u>FRICCION</u> FcfT, FcfL y ángulo $\phi$**

Aplicando la formulación indicada anteriormente para cada situación del Buque Máximo seleccionada, dirección y velocidad de la corriente y coeficientes correspondientes, se obtienen los valores que se presentan a continuación:

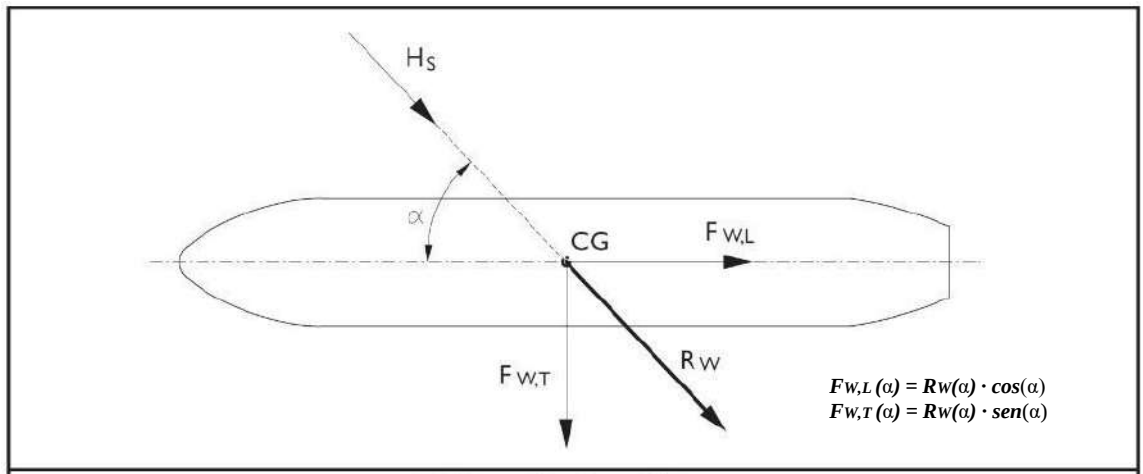
| | BUQUE MAXIMO A PLENA CARGA (PC) - Dirección de la corriente (α) | | |
|---|---|---|---|
| DATOS | 0° | 45° | 90° |
| ø (°) | 0,00 | 42,74 | 90,00 |
| FcfL(α) KN | 3,62 | 0,00 | 0,00 |
| FcfT(α) KN | 0,00 | 0,00 | 0,84 |
| | BUQUE MAXIMO EN LASTRE (L) - Dirección de la corriente (α) | | |
| DATOS | 0° | 45° | 90° |
| ø (°) | 0,00 | 44,14 | 90,00 |
| FcfL(α) KN | 3,40 | 0,00 | 0,00 |
| FcfT(α) KN | 0,00 | 0,00 | 0,82 |

*** ACCION DEL OLEAJE.**

La resultante de la acción del oleaje está formada por una fuerza de naturaleza lineal y carácter oscilatorio, de periodo similar al del oleaje actuante, y por una fuerza básicamente horizontal de naturaleza no lineal, con periodo en el rango entre 20 y 100 s y dirección la de propagación del oleaje, denominada fuerza de deriva. La importancia de una u otra componente es función principalmente de la rigidez del sistema de amarre.

En este caso -dada la naturaleza matemáticamente-analítica de la metodología utilizada- se determinará solamente la componente cuasi-estática de la fuerza de deriva (RW), debida a la acción del oleaje sobre un buque amarrado lateralmente o de costado, la que puede aproximarse a través de las siguientes componentes aplicadas en el centro de gravedad del buque:

- Una componente en sentido longitudinal del buque (FW,L).
- Un componente en sentido transversal del buque (FW,T).




$$R_W(\alpha) = \gamma_w \cdot C_{f,W} \cdot C_{d,W} \cdot H_s^2 \cdot L_{proyec}$$

- **Datos particulares (ver Anexo A.4)**

Direcciones de corriente a considerar $Dw := 3$

| | BUQUE MAXIMO A PLENA CARGA (PC) - Dirección del oleaje (α) | | |
|---|---|---|---|
| DATOS | 0° | 45° | 315 |
| α ( ∘ ) | 0 | 45 | 315 |
| Hs (m) | 0,00 | 0,80 | 1,50 |
| Cf,w | 0,01 | 0,01 | 0,01 |
| Cd,w | 1,90 | 1,90 | 1,90 |
| Lproyα (m) | 0,00 | 208,60 | 208,60 |
| ρw (KN/m3) | 10,25 | 10,25 | 10,25 |

| | BUQUE MAXIMO EN LASTRE (L) - Dirección del oleaje (α) | | |
|---|---|---|---|
| DATOS | 0° | 45° | 315 |
| α ( ∘ ) | 0 | 45 | 315 |
| Hs (m) | 0,00 | 0,80 | 1,50 |
| Cf,w | 0,01 | 0,01 | 0,01 |
| Cd,w | 1,70 | 1,70 | 1,70 |
| Lproyα (m) | 208,60 | 208,60 | 208,60 |
| ρw (KN/m3) | 10,25 | 10,25 | 10,25 |

- **Determinación de los valores de <u>Oleaje</u> FwL y FwT**

Aplicando la formulación indicada anteriormente para cada situación del Buque Máximo seleccionada, dirección y altura de ola significativa y coeficientes correspondientes, se obtienen losvalores que se presentan a continuación:

| | BUQUE MAXIMO A PLENA CARGA (PC) - Dirección del oleaje (α) | | |
|---|---|---|---|
| DATOS | 0° | 45° | 315° |
| FwL (KN) | 0,00 | 18,38 | 64,63 |
| FwT (KN) | 0,00 | 18,38 | -64,63 |
| | BUQUE MAXIMO EN LASTRE (L) - Dirección del oleaje (α) | | |
| DATOS | 0° | 45° | 315° |
| FwL (KN) | 0,00 | 16,45 | 57,83 |
| FwT (KN) | 0,00 | 16,45 | -57,83 |

*** PLANILLA RESUMEN DE ACCIONES SOBRE EL BUQUE INDUCIDAS POR EL VIENTO, CORRIENTE YOLEAJE.**

Se presenta a continuación una planilla totalizadora de las acciones presentes sobre el convoy, como consecuencia de las acciones inducidas por el viento, corriente y oleaje, exclusivamente. Losdiferentes niveles de agua han sido considerados, fundamentalmente, en la evaluación de los ángulos verticales de los cabos y su incidencia en las fuerzas aplicadas a los mismos.

Los escenarios considerados corresponden a las siguientes situaciones:

- Esc.1 - CONVOY MÁXIMO EN LASTRE (L) en Máximo Nivel del Agua en el Embalse (+83.00 m.).
- Esc.2 - CONVOY MÁXIMO A PLENA CARGA (PC) en Mínimo Nivel del Agua en el Embalse, 1,00 m. por debajo del máximo nivel, esto es a cota +82.00 m.

| ACCIONES | | Esc.1 - BMAX(L)-Máximo Nivel Agua | | | Esc.2 - BMAX(PC)-N.Mínimo Agua | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| VIENTO | α (incid.) | Fvl | Fvt | Mcg,v | Fvl | Fvt | Mcg,v |
| | (°) | (KN) | (KN) | (KN.m) | (KN) | (KN) | (KN.m) |
| | 0,00 | 112,30 | 0,00 | 0,00 | 67,85 | 0,00 | 0,00 |
| | 45,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| | 90,00 | 0,00 | 490,05 | 0,00 | 0,00 | 296,07 | 0,00 |
| | | | | | | | |
| CORRIENTE | α (incid.) | Fcpl | Fcpt | Mcg,cp | Fcpl | Fcpt | Mcg,cp |
| (presión) | (°) | (KN) | (KN) | (KN.m) | (KN) | (KN) | (KN.m) |
| | 0,00 | 2,45 | 0,00 | 0,00 | 6,68 | 0,00 | 0,00 |
| | 45,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| | 90,00 | 0,00 | 14,26 | 0,00 | 0,00 | 14,58 | 0,00 |
| | | | | | | | |
| CORRIENTE | α (incid.) | Fcfl | Fcft | Mcg,cf | Fcfl | Fcft | Mcg,cf |
| (fricción) | (°) | (KN) | (KN) | (KN.m) | (KN) | (KN) | (KN.m) |
| | 0,00 | 3,40 | 0,00 | 0,00 | 3,62 | 0,00 | 0,00 |
| | 45,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| | 90,00 | 0,00 | 0,82 | 0,00 | 0,00 | 0,84 | 0,00 |
| | | | | | | | |
| CORRIENTE | α (incid.) | Fcl | Fct | Mcg,c | Fcl | Fct | Mcg,c |
| TOTAL | (°) | (KN) | (KN) | (KN) | (KN) | (KN) | (KN) |
| | 0,00 | 5,85 | 0,00 | 0,00 | 10,31 | 0,00 | 0,00 |
| | 45,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| | 90,00 | 0,00 | 15,08 | 0,00 | 0,00 | 15,42 | 0,00 |
| | | | | | | | |
| OLEAJE | α (incid.) | Fwl | Fwt | Fwt,Mcg | Fwl | Fwt | Fwt,Mcg |
| | (°) | (KN) | (KN) | (KN) | (KN) | (KN) | (KN) |
| | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| | 45,00 | 16,45 | 16,45 | 0,00 | 18,38 | 18,38 | 0,00 |
| | 315,00 | 57,83 | -57,83 | 0,00 | 64,63 | -64,63 | 0,00 |

**2.3 - Escenarios a analizar y distribución de fuerzas entre las Líneas de Amarre.**

Del cuadro resumen anterior se concluye que las condiciones más desfavorables, con probabilidad de ocurrencia simultánea, serían las siguientes:

**Esc.1 - BUQUE MÁXIMO EN LASTRE (L) en MAXIMO NIVEL DE AGUA**

**Evaluación de Esprines**:

- Condición de viento máximo de diseño (26,30 m/seg) soplando a 0° respecto al ejelongitudinal del buque.
- Condición de corriente máxima de diseño (0,30 m/seg) circulando en la dirección de 0°respecto al eje longitudinal del buque.
- Oleaje en su altura máxima de diseño (Hs = 1,50 m.) incidiendo sobre el buque en unadirección de 45° respecto a su eje longitudinal.
- Debido a la uniformidad de las secciones expuestas del convoy de diseño a las accionesmedioambientales, se desecha la existencia de momentos debido a excentricidades.

**Evaluación de Largos/Traveses:**

- Condición de viento máximo de diseño (26,30 m/seg) soplando a 90° respecto al eje longitudinal del buque.
- Condición de corriente máxima de diseño (0,15 m/seg) circulando en la dirección de 90° respecto al eje longitudinal del buque.
- No se toma en cuenta el oleaje debido a que los esfuerzos inducidos por el fenómeno con dirección agua-tierra superan a los contrarios motivados por el reflejo de las olas sobre la costa.
- Debido a la uniformidad de las secciones expuestas del convoy de diseño a las acciones medioambientales, se desecha la existencia de momentos debido a excentricidades.

**Esc.2 - BUQUE MÁXIMO A PLENA CARGA (PC) en BAJAMAR S.E.**

**Evaluación de Esprines, Largos y Traveses:** ídem anterior Escenario.

Ahora bien, dado que la resultante horizontal de las fuerzas exteriores sobre el buque amarrado es en sentido de alejamiento del mismo de la obra de atraque, se ha considerado que las fuerzas restauradoras son únicamente producidas por las líneas de amarre, sin contribución de las defensas.

Conforme lo sugerido para estos casos por el Método 2 de las recomendaciones ROM 2.0-11, y asumiendo que todas las líneas de amarre tengan idénticas características geométricas y resistentes, puede adoptarse la hipótesis que todas las líneas de amarre del mismo tipo (esprines o largos/traveses de proa o traveses/largos de popa) reciben igual valor absoluto de incremento o decremento de carga debido a cada componente de la resultante de las fuerzas exteriores sobre el buque amarrado, independientemente de su posición e inclinación, admitiéndose que la componente longitudinal de la resultante de las fuerzas exteriores es resistida únicamente por los esprines y la componente transversal y el momento de eje vertical son resistidos únicamente por traveses y largos.

Estas hipótesis permiten la simplificación de la formulación de tipo general, obteniéndose el valor de los máximos incrementos de carga que se pueden producir en cada tipo de línea de amarre, mediante la siguiente formulación:

En los ***Esprines***:

$$\Delta Q_{v,46,m]esprín} = \frac{\sum R_{fuerzasexteriores]L}}{\sum_i \left(\left|\cos\alpha_{m,i} \cdot \cos\beta_{m,i}\right|\right)}$$

Donde ΔQv,46,m]esprin es el incremento de carga que se produce en los Esprines debido a la resultante de las fuerzas exteriores longitudinales, siendo i los esprines que se mantienen en tensión durante la actuación de las fuerzas exteriores sobre el buque amarrado. Es decir, i se corresponderá con todos los esprines si se cumple:

$$\frac{\sum R_{fuerzasexteriores]L}}{\sum_i \left(\left|\cos\alpha_{m,i} \cdot \cos\beta_{m,i}\right|\right)} \leq Q_{v,46,m]inicial}$$

- En los ***Largos y Traveses*** de proa y popa:

$$\Delta Q_{v,46,m]través/\text{largo}} = \frac{\sum R_{\text{fuerzas exteriores}]T}}{\sum_j \left( sen\alpha_{m,j} \cdot \cos\beta_{m,j} \right)} \pm \frac{\sum R_{\text{fuerzas exteriores}]M}}{\sum_j \left| sen\alpha_{m,j} \cdot \cos\beta_{m,j} \cdot a_{m,j} \right|}$$

Siendo j los largos y traveses de proa y popa que se mantienen en tensión durante la actuación conjunta de la componente transversal y del momento de eje vertical de la resultante de las fuerzas exteriores. Es decir, j se corresponderá con todos los traveses y largos si se cumple alguna de las dos siguientes condiciones:

$$\frac{\sum R_{\text{fuerzas exteriores}]T}}{\sum_j \left( sen\alpha_{m,j} \cdot \cos\beta_{m,j} \right)} - \frac{\sum R_{\text{fuerzas exteriores}]M}}{\sum_j \left| sen\alpha_{m,j} \cdot \cos\beta_{m,j} \cdot a_{m,j} \right|} \geq 0$$

$$\left| \frac{\sum R_{\text{fuerzas exteriores}]T}}{\sum_j \left( sen\alpha_{m,j} \cdot \cos\beta_{m,j} \right)} - \frac{\sum R_{\text{fuerzas exteriores}]M}}{\sum_j \left| sen\alpha_{m,j} \cdot \cos\beta_{m,j} \cdot a_{m,j} \right|} \right| \leq Q_{v,46,m]inicial}$$

$$si \ \frac{\sum R_{\text{fuerzas exteriores}]T}}{\sum_j \left( sen\alpha_{m,j} \cdot \cos\beta_{m,j} \right)} - \frac{\sum R_{\text{fuerzas exteriores}]M}}{\sum_j \left| sen\alpha_{m,j} \cdot \cos\beta_{m,j} \cdot a_{m,j} \right|} < 0$$

En resumen, deberán considerarse en los cálculos todas las líneas de amarre (esprines, largos y traveses de proa y popa) si, de acuerdo con las recomendaciones de buena práctica incluidas en esta Recomendación, se adopta en cada una de ellas un nivel de pretensión inicial suficiente para que se mantengan tensionadas cuando actúan las fuerzas exteriores.

**Esc.1 - BUQUE MÁXIMO EN LASTRE (L) en Aguas Máximas**

Se acompaña a continuación una tabla resumen de los valores geométricos de las amarras, para su posterior utilización en la formulación que define la distribución de las fuerzas ambientales entre las mismas.

| Amarre | Ang.Horiz. | Ang.Vert.PM | $a_{esp/trav/largo}$ | cos $\alpha_i$ x cos $\beta_i$ | sen $\alpha_i$ x cos $\beta_i$ | sen $\alpha_i$ x cos $\beta_i$ x $a_i$ |
|---|---|---|---|---|---|---|
| (n°) | α (°) | $\beta_{PM}$ (°) | (m) | | | (m) |
| 1-largo popa | 44,70 | 0,51 | 119,50 | 0,7108 | 0,7034 | 84,05 |
| 2-través popa | 88,91 | 3,27 | 94,80 | 0,0190 | 0,9982 | 94,63 |
| 3-esp.popa | 4,09 | 0,98 | 45,00 | 0,9973 | 0,0712 | 3,21 |
| 4-esp. proa | 4,09 | 0,98 | 45,00 | 0,9973 | 0,0712 | 3,21 |
| 5-través proa | 88,91 | 3,27 | 45,20 | 0,0190 | 0,9982 | 45,12 |
| 6-largo proa | 44,70 | 0,51 | 119,50 | 0,7108 | 0,7034 | 84,05 |

donde aesp/trav/largo: es la distancia horizontal entre el cabrestante del buque correspondiente a la línea de amarre i y el plano vertical perpendicular al eje longitudinal del buque que pasa por su centro geométrico (asimilable al de gravedad a falta de este dato).

Se tomará como positiva si el momento restaurador generado por la componente transversal del incremento de carga en la línea de amarre i es contrario al momento resultante de los agentes exteriores sobre el buque amarrado.

*** Determinación fuerzas en las amarras**

Para la determinación de las fuerzas resultantes en las distintas amarras, se mantienen las hipótesis indicadas anteriormente, en cuanto que los esprines soportan las componentes longitudinales, en tanto que los traveses y largos lo hacen con las transversales. Se incorpora un fuerza de pretensión inicial, la que supone una actuación uniforme de todas las amarras.

| AMARRAS | $F_{pret.}$ | $F_{V,L}$ | $F_{C,TOTAL,L}$ | $F_{w,L}$ | $\Sigma\cos\alpha_i$ x cos | $\Delta Q_{v,46,m}]_{esprin}$ |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | (KN) | (KN) | (KN) | (KN) | | (KN) |
| Esprin | 50,00 | 112,30 | 5,85 | 57,83 | 1,9946 | **109,26** |
| | | | | | **TOTAL Esprin** | **109,26** |

| AMARR. | $F_{pret.}$ | $F_{V,T}$ | $F_{C,TOTAL,T}$ | $F_{w,T}$ | $\Sigma$sen $\alpha_i$ x | $\Delta Q_{v,46,m}]_{trav/largo}$ |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | (KN) | (KN) | (KN) | (KN) | xcos βi | (KN) |
| Trav/largo(T) | 50,00 | 490,05 | 15,08 | 16,45 | 3,40 | **203,26** |
| | | | | | | |
| Trav/largo(M) | $M_{cg,v}$ | | $M_{cg,c}$ | | $\Sigma$sen αi x | |
| | (KN.m) | | (KN.m) | | x cos βi x ai | |
| | 0,00 | | 0,00 | | 307,85 | **0,00** |
| | | | | | **TOTAL Trav/largo** | **203,26** |

**Esc.2 - BUQUE MÁXIMO A PLENA CARGA (PC) en Aguas Mínimas**

Se acompaña a continuación una tabla resumen de los valores geométricos de las amarras, para su posterior utilización en la formulación que define la distribución de las fuerzas ambientales entre las mismas.

| Amarre | Ang.Horiz. | Ang.Vert.BM | $a_{esp/trav/largo}$ | cos $\alpha_i$ x cos $\beta_i$ | sen $\alpha_i$ x cos $\beta_i$ | sen $\alpha_i$ x cos $\beta_i$ x $a_i$ |
|---|---|---|---|---|---|---|
| (n°) | α (°) | $\beta_{BM}$ (°) | (m) | | | (m) |
| 1-largo popa | 44,70 | -1,95 | 119,50 | 0,7104 | 0,7030 | 84,01 |
| 2-través popa | 88,91 | -12,35 | 94,80 | 0,0186 | 0,9767 | 92,59 |
| 3-esp.popa | 4,09 | -3,75 | 45,00 | 0,9953 | 0,0711 | 3,20 |
| 4-esp. proa | 4,09 | -3,75 | 45,00 | 0,9953 | 0,0711 | 3,20 |
| 5-través proa | 88,91 | -12,35 | 45,20 | 0,0186 | 0,9767 | 44,15 |
| 6-largo proa | 44,70 | -1,95 | 119,50 | 0,7104 | 0,7030 | 84,01 |

*** Determinación fuerzas en las amarras**

| AMARRAS | $F_{pret.}$ | $F_{V,L}$ | $F_{C,TOTAL,L}$ | $F_{w,L}$ | $\Sigma\cos\alpha_i$ x cos | $\Delta Q_{v,46,m}]_{esprin}$ |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | (KN) | (KN) | (KN) | (KN) | | (KN) |
| Esprin | 50,00 | 67,85 | 10,31 | 64,63 | 1,9906 | **89,29** |
| | | | | | **TOTAL** | **89,29** |

| AMARR. | $F_{pret.}$ | $F_{V,T}$ | $F_{C,TOTAL,T}$ | $F_{w,T}$ | $\Sigma$sen $\alpha_i$ x | $\Delta Q_{v,46,m}]_{trav/largo}$ |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | (KN) | (KN) | (KN) | (KN) | xcos βi | (KN) |
| Trav/largo(T) | 50,00 | 296,07 | 15,42 | 18,38 | 3,3593 | **148,20** |
| | | | | | | |
| Trav/largo(M) | $M_{cg,v}$ | | $M_{cg,c}$ | | $\Sigma$sen αi x | |
| | (KN.m) | | (KN.m) | | x cos βi x ai | |
| | 0,00 | | 0,00 | | 304,75 | **0,00** |
| | | | | | **TOTAL** | **148,20** |

## 3 - CONCLUSIONES.

Las solicitaciones determinadas para los fenómenos medioambientales de viento, corrientes y olas son verdaderamente muy pequeñas, debido a que las acciones de las corrientes y olas son muy reducidas, siendo de relativa importancia los efectos del viento.

Ahora bien, dado que este último efecto tiene relación directa con la superficie expuesta de la embarcación, y ésta es de configuración muy particular, con muy poca área opuesta al viento -pese a haberse estimado una carga de una hilera de contenedores sobre cubierta - se puede concluir que no es el efecto de los amarres los que determinarán las solicitaciones máximas sobre la estructura, sino aquellas inducidas por el convoy máximo durante el proceso de atraque.

# ANEXO A - DATOS

Anexo A.1 - Planimetría

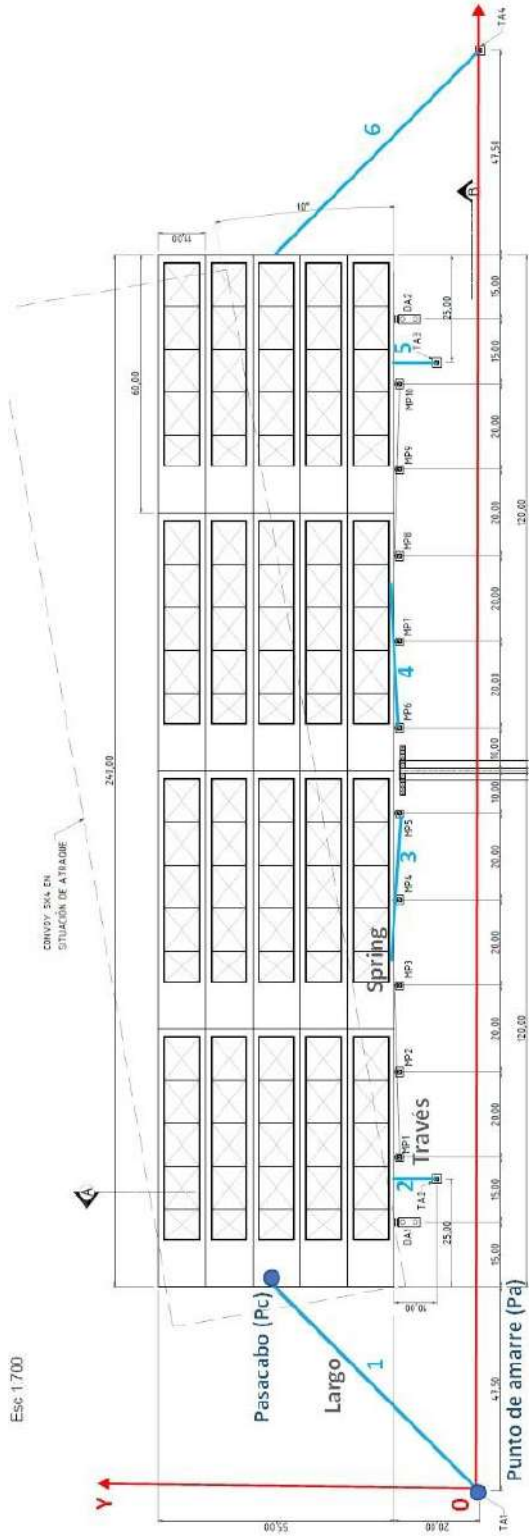
Anexo A.2 - Viento

Anexo A.3 - Corrientes

Anexo A.4 - Olas

**Nota:** las referencias a tablas, gráficos, etc. indicados en el texto de los anexos se debe entender referidos a las recomendaciones ROM 2.0-11 "Recomendaciones para el proyecto y ejecución en Obras de Atraque y Amarre", salvo indicación expresa en contrario.

## Anexo A.1 - Planimetría.



## Anexo A.2 - Viento.

$F_{V,L}(\alpha) = R_V(\alpha) \cdot cos\phi$

$F_{V,T}(\alpha) = R_V(\alpha) \cdot sen\phi$

$M_{CG,V}(\phi) = F_{V,T}(\alpha) \cdot e_V \quad (\alpha) = F_{V,T}(\alpha) \cdot K_{V,e}(\alpha) \cdot L$

$\phi(\phi) = arctg\ [(A_{V,L}/A_{V,T}) \cdot tg\alpha]$

Siendo:

$R_V(\alpha)$ : Fuerza total de arrastre resultante de la acción de un viento de dirección $\alpha$, medida desde el eje longitudinal del buque considerado de proa a popa, sobre el buque amarrado. ($kN$)

$\phi(\alpha)$ : Ángulo formado entre el eje longitudinal del buque, considerado de proa a popa, y la dirección de la fuerza de arrastre resultante de la acción de un viento de dirección $\alpha$ sobre el buque amarrado.

$F_{V,L}(\alpha)$ : Componente en sentido longitudinal del buque de la fuerza total de arrastre resultante de la acción de un viento de dirección $\alpha$ sobre el buque, aplicada en el centro de gravedad del buque. ($kN$)

$F_{V,T}(\alpha)$ : Componente en sentido transversal del buque de la fuerza total de arrastre resultante de la acción de un viento de dirección $\alpha$ sobre el buque, aplicada en el centro de gravedad del buque. ($kN$)

$M_{CG,V}(\alpha)$ : Momento resultante aplicado sobre un eje vertical que pasa por el centro de gravedad del buque.

$$(\mathrm{kN} \cdot \mathrm{m})$$

$\rho_a$ : Densidad del aire. En general, para el cálculo de la fuerza total de arrastre resultante de la acción del viento sobre el buque se recomienda tomar como valor nominal de este parámetro $1{,}23 \cdot 10^{-3}$ t/m$^3$, independientemente del emplazamiento y del estado meteorológico considerado. Ello es debido a que para muchos autores con carácter general es admisible considerar que los posibles aumentos que se producen en la densidad del aire cuando arrastra altos contenidos de agua o partículas sólidas producen una reducción de la velocidad del viento para mantener su energía cinética, por lo que ambos efectos podrían compensarse a los efectos de la determinación de la fuerza de arrastre. No obstante, en aquéllos casos en los que el oleaje, la precitación o el contenido de partículas sólidas compatible con el viento considerado sean significativos en el emplazamiento, la anterior compensación podría no ser suficientemente válida por lo que, de acuerdo con lo previsto en el apartado 4.5 de esta Recomendación, el proyectista deberá adoptar justificadamente otros valores para la densidad del aire que tengan en cuenta estos efectos, en razón de su experiencia, de ensayos realizados o de mediciones disponibles.

$A_{V,L}$ : Área emergida de la proyección del buque sobre un plano vertical que contenga a su eje longitudinal, incluyendo todos sus elementos y las cargas en cubierta, en la situación de carga considerada. A falta de datos más precisos correspondientes al buque considerado, para buques a plena carga puede utilizarse como valor nominal de este parámetro el valor incluido en la tabla 4.6.4.33 para cada tipo de buque en función del desplazamiento a plena carga del mismo, no tomando en consideración la posibilidad de carga en cubierta. Para buques portacontenedores la existencia de contenedores en cubierta puede considerarse que supone aumentos de superficie del orden del 25% para buques feeder y del 20% para buques mayores. ($m^2$).

Para buques con desplazamiento en lastre o cargados parcialmente, $A_{V,L}$ podrá estimarse mediante la siguiente formulación:

$$A_{V,L} = L_{pp} \cdot (G + h_L)$$

siendo:

$L_{pp}$ : eslora entre perpendiculares del buque. ($m$)

$G$ : francobordo del buque = puntal-calado. ($m$)

$h_L$ : altura media de la superestructura del buque por encima de la cubierta, proyectada sobre un plano vertical paralelo que contenga al eje longitudinal del buque. ($m$)

Los valores nominales de los parámetros $L_{pp}$ y $G$ para buques en lastre o cargados parcialmente podrán estimarse a partir de los valores de $L_{pp}$ y $B$ correspondientes a los mismos buques a plena carga por medio de la tabla 4.6.4.33, suponiendo que el coeficiente de bloque del buque varía con la situación de la carga de acuerdo con lo dispuesto en la tabla 4.6.4.32. B). Los valores nominales usuales del parámetro $h_L$, sin considerar la existencia de cargas en cubierta, pueden tomarse de la tabla 4.1 de la ROM 3.1-99. Particularmente en el caso de buques portacontenedores, deberá tomarse en consideración adicionalmente la altura de estiba en cubierta correspondiente a cada situación de carga. Para aquellos buques que no estén listados en la tabla citada, el valor de $h_L$ podrá aproximarse por medio de la anterior formulación a partir del valor de $A_{V,L}$ y de los parámetros $L_{pp}$ y $G$ del buque a plena carga obtenidos de la tabla 4.6.4.33.

$A_{V,T}$ : Área emergida de la proyección del buque sobre un plano vertical perpendicular al eje longitudinal del mismo, incluyendo todos sus elementos y las cargas en cubierta, en la situación de carga considerada. A falta de datos más precisos correspondientes al buque considerado, para buques a plena carga puede utilizarse como valor nominal de este parámetro el valor incluido en la tabla 4.6.4.33 para cada tipo de buque en función del desplazamiento a plena carga del mismo. La posibilidad de existencia o no carga en cubierta no afecta de forma significativa a este parámetro. ($m^2$).

Para buques con desplazamiento en lastre o cargados parcialmente, $A_{V,T}$ podrá estimarse mediante la siguiente formulación:

$$A_{V,T} = B \cdot (G + h_T)$$

siendo:

$B$ : manga del buque. ($m$)

$G$ : francobordo del buque = puntal-calado. ($m$)

$h_T$ : altura media de la superestructura del buque por encima de la cubierta, proyectada sobre un plano vertical perpendicular al eje longitudinal del buque. ($m$)

Los valores nominales de los parámetros $B$ y $G$ para buques en lastre o cargados parcialmente podrán estimarse de acuerdo con lo señalado a estos efectos para $A_{V,L}$. Los valores nominales usuales del parámetro $h_T$ pueden tomarse de la tabla 4.1 de la ROM 3.1-99. Para aquellos buques que no estén listados en la tabla citada, el valor de $h_T$ podrá aproximarse por medio de la anterior formulación a partir del valor de $A_{V,T}$ y de los parámetros $B$ y $G$ del buque a plena carga obtenidos de la tabla 4.6.4.33.

$C_{DV,L}(\alpha)$ : Factor adimensional de arrastre para el viento actuando sobre el buque amarrado en la dirección de su eje longitudinal. Su valor es muy variable en función de las características y forma del buque y de su situación de carga. En general está en el rango 0.90-0.40 para buques a plena carga y 1.20-0.4 para buques en lastre. A falta de ensayos específicos en túnel de viento, en tanque o de datos más detallados correspondientes al buque considerado procedentes de ensayos en modelo realizados con anterioridad, pueden adoptarse para el mismo del lado de la seguridad los siguientes valores:

- Buques a plena carga
  - 0,90 para viento de proa ($\alpha = 0°$)
  - 0,70 para viento de popa ($\alpha = 180°$)
- Buques en lastre
  - 1,20 para viento de proa ($\alpha = 0°$)
  - 1,00 para viento de popa ($\alpha = 180°$)

$C_{DV,T}(\alpha)$ : Factor adimensional de arrastre para el viento actuando sobre el buque amarrado en dirección perpendicular a su eje longitudinal ($\alpha = 90°$ ó $270°$) Su valor es muy variable en función de las características y forma del buque y de su situación de carga. En general está en el rango 1,0-0,80 para la mayor parte de los buques, independientemente de su situación de carga. No obstante, para buques pesqueros, remolcadores, embarcaciones auxiliares y embarcaciones deportivas y de recreo el rango de variación de este factor puede ampliarse hasta 1,50-0,60. A falta de ensayos específicos en túnel de viento, en tanque o de datos más detallados correspondientes al buque considerado procedentes de ensayos en modelo realizados con anterioridad, pueden adoptarse para el mismo del lado de la seguridad los siguientes valores:

- Todo tipo de buques excepto pesqueros, remolcadores, embarcaciones auxiliares y embarcaciones deportivas y de recreo: 1,00.
- Buques pesqueros, remolcadores, embarcaciones auxiliares y embarcaciones deportivas y de recreo: 1,50.

$e_V(\alpha)$ : Excentricidad de la fuerza total de arrastre resultante de la acción del viento de dirección a sobre el buque amarrado, con respecto al centro de gravedad del buque y medida sobre el plano de crujía (plano vertical que contiene el eje longitudinal del buque). Se considerará excentricidad positiva la que se produzca hacia la proa del buque. ($m$)

$K_{V,e}(\alpha)$ : Coeficiente adimensional de excentricidad. Su valor es muy variable en función de la situación de carga del buque, así como de la posición de la superestructura del mismo en relación a la dirección de actuación del viento. A falta de ensayos específicos en túnel de viento, en tanque o de datos más detallados correspondientes al buque considerado procedentes de ensayos en modelo realizados con anterioridad, pueden adoptarse para el mismo del lado de la seguridad los siguientes valores:

| $\alpha$ (en °) | $K_{V,e}$ | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | BUQUES CON SUPERESTRUCTURA CENTRADA | | BUQUES CON SUPERESTRUCTURA A PROA | | BUQUES CON SUPERESTRUCTURA A POPA | |
| | En lastre | A plena carga | En lastre | A plena carga | En lastre | A plena carga |
| 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 30 | 0,15 | 0,10 | 0,33 | 0,37 | 0,16 | –0,10 |
| 60 | 0,05 | 0,03 | 0,18 | 0,27 | 0,05 | –0,12 |
| 90 | –0,02 | 0,02 | –0,04 | 0,16 | –0,04 | –0,16 |
| 120 | –0,10 | 0,10 | –0,05 | 0,12 | –0,18 | –0,27 |
| 150 | –0,20 | 0,10 | –0,16 | 0,10 | –0,33 | –0,37 |
| 180 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |

$V_{V,t}$ : Velocidad horizontal máxima probable correspondiente al estado de viento, considerando un periodo de medición $t$, en función de las características del buque. ($m/s^2$). Para t se adoptará el intervalo (ráfaga) más corto capaz de vencer la inercia del buque. Simplificadamente, de acuerdo con lo dispuesto en la tabla 4.6.2.1, se adoptará:

- Buques de eslora igual o mayor de 25 $m$: t = 1 $min$.
- Buques de eslora menor de 25 $m$: t = 15 $s$.

Como criterio general es admisible tomar para dicha velocidad la correspondiente a 10 $m$ de altura. No obstante, si el centro de las presiones del viento sobre el buque está situado a una altura significativamente diferente a ésta se adoptará la velocidad correspondiente a la altura del centro de gravedad de la sección expuesta al viento. Esta velocidad puede obtenerse a partir de la correspondiente a 10 $m$ de altura por medio del perfil de velocidades de viento definido en el apartado 2.1.2 de la ROM 0,4-94, así como en la tabla 4.6.2.1 de esta Recomendación.

$L$ : Eslora total del buque. A falta de datos más precisos correspondientes al buque considerado, puede utilizarse como valor nominal de este parámetro el valor incluido en la tabla 4.6.4.33 para cada tipo de buque en función del desplazamiento a plena carga del mismo.

A partir de lo indicado en el cuadro anterior, se definen los siguientes parámetros:

*** Hipótesis de cálculo.**

- Para la determinación de la velocidad del viento de diseño se utilizó el reglamento CIRSOC 102, adoptando la velocidad básica indicada para la zona del proyecto, con los coeficientes

correspondientes, extrapolando luego a la velocidad de ráfaga de 1 minuto, solicitada por la metodología de cálculo usada en el presente documento. Ello arrojó una velocidad de 26.30 m/seg (94.68 km/h).

- En la situación de máxima superficie expuesta al viento, se tomó en cuenta el futuro acopio de contenedores en cubierta, de altura aproximada 2,40 m.

* **Buque de Diseño en Lastre, en Pleamar.**
Vv,t (m/seg) :
26.30Av,l (m2)
: 1152
Av,t (m2) : 264
Cdv,l (α) : 1.00
Cdv,t (α) : 1.00
kv,e (α) : 0.00
ρa (t/m3): 0,00123

* **Buque de Diseño a Plena Carga, en Bajamar.**
Vv,t (m/seg) :
26.30Av,l (m2)
: 696
Av,t (m2) : 159.50
Cdv,l (α) : 1.00
Cdv,t (α) : 1.00
kv,e (α) : 0.00
ρa (t/m3): 0,00123

## Anexo A.3 - Corriente

## *Acciones de Presión

Siendo:

$R_{C\,presión}(\alpha)$ : Fuerza total de arrastre resultante de las fuerzas de presión debidas a la acción de una corriente de dirección $\alpha$, medida desde el eje longitudinal del buque considerado de proa a popa, sobre el buque amarrado. ($kN$)

$\phi(\alpha)$ : Ángulo formado entre el eje longitudinal del buque, considerado de proa a popa, y la dirección de la fuerza de arrastre resultante de las fuerzas de presión debidas a la acción de una corriente de dirección $\alpha$ sobre el buque amarrado.

$F_{C\,presión,L}(\alpha)$ : Componente en sentido longitudinal del buque de la fuerza de arrastre resultante de las fuerzas de presión debidas a la acción de una corriente de dirección $\alpha$ sobre el buque, aplicada en el centro de gravedad del buque. ($kN$)

$F_{C\,presión,T}(\alpha)$ : Componente en sentido transversal del buque de la fuerza de arrastre resultante de las fuerzas de presión debidas a la acción de una corriente de dirección $\alpha$ sobre el buque, aplicada en el centro de gravedad del buque. ($kN$)

$M_{CG,C}(\alpha)$ : Momento resultante aplicado sobre un eje vertical que pasa por el centro de gravedad del buque. ($kN{\cdot}m$)

$\rho_w$ : Densidad del agua. Podrán tomarse como valores nominales de este parámetro los definidos en el apartado 4.5 de esta Recomendación en función del emplazamiento en que se encuentre ubicada la obra de atraque y amarre. ($t/m^3$)

$A_{C,L}$ : Área sumergida de la proyección del buque sobre un plano vertical que contenga a su eje longitudinal, en la situación de carga considerada. A falta de datos más precisos correspondientes al buque considerado, para buques a plena carga puede utilizarse como valor nominal de este parámetro el valor incluido en la tabla 4.6.4.33 para cada tipo de buque en función del desplazamiento a plena carga del mismo. ($m^2$)

Para buques con desplazamiento en lastre o cargados parcialmente, $A_{C,L}$ podrá estimarse mediante la siguiente formulación:

$$A_{C,L} = L_{if} \cdot D$$

Siendo:

$L_{if}$ : eslora del buque a la altura de la línea de flotación. ($m$)

$D$ : calado del buque en la situación de carga considerada. ($m$)

El parámetro $L_{if}$ podrá considerarse de lado de la seguridad igual a $L_{pp}$. Los valores nominales de este parámetro y de $D$ para buques en lastre o cargados parcialmente podrán estimarse a partir de los valores de $L_{pp}$ y $B$ correspondientes a los mismos buques a plena carga por medio de la tabla 4.6.4.33, suponiendo que el coeficiente de bloque varía con la situación de la carga de acuerdo con lo dispuesto en la tabla 4.6.4.32. B).

$A_{C,T}$ : Área sumergida de la proyección del buque sobre un plano vertical perpendicular al eje longitudinal del mismo, en la situación de carga considerada. A falta de datos más precisos correspondientes al buque considerado, para buques a plena carga puede utilizarse como valor nominal de este parámetro el valor incluido en la tabla 4.6.4.33 para cada tipo de buque en función del desplazamiento a plena carga del mismo. ($m^2$).

Para buques con desplazamiento en laste o cargados parcialmente, $A_{C,T}$ podrá estimarse mediante la siguiente formulación:

$$A_{C,T} = B_{if} \cdot D$$

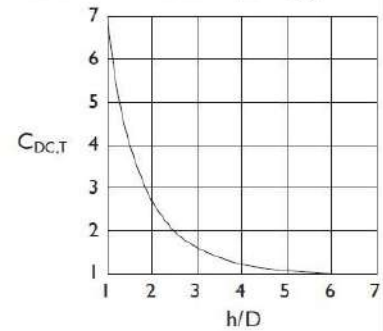
Siendo:

$B_{if}$ : manga del buque a la altura de la línea de flotación. ($m$)

$D$ : calado del buque en la situación de carga considerada. ($m$)

El parámetro $B_{if}$ podrá considerarse del lado de la seguridad igual a $B$. Los valores nominales de $B$ y $D$ para buques en lastre o cargados parcialmente podrán estimarse de acuerdo con lo señalado a estos efectos para $A_{C,L}$.

$C_{DC,T}(\alpha)$ : Factor adimensional de forma para la corriente actuando sobre el buque amarrado en la dirección perpendicular a su eje longitudinal ($\alpha$ = 90° ó 270°). Este coeficiente es altamente dependiente del resguardo bajo la quilla, es decir, de la relación entre la profundidad de agua y el calado del buque ($h/D$), incrementándose a medida que se reduce este último parámetro por efecto del mayor bloqueo del buque al flujo de corriente. En general, su valor en aguas profundas ($h/D > 6$) está en el rango 0,5-1,5. A falta de una determinación más precisa por medio de ensayos en modelo físico o de datos más detallados correspondientes al buque considerado procedentes de ensayos en modelo realizados con anterioridad podrá adoptarse con carácter general el valor 1 para aguas profundas. La variación de este coeficiente en función de la relación $h/D$ puede obtenerse por medio de los factores de corrección determinados a partir de la siguiente figura, para cualquier forma del buque y dirección de actuación de la corriente.




$C_{DC,L}(\alpha)$ : Factor adimensional de forma para la corriente actuando sobre el buque amarrado en la dirección de su eje longitudinal ($\alpha$ = 0° ó 180°). Depende fundamentalmente de la geometría de la proa del buque, no teniendo prácticamente incidencia si la corriente actúa por proa o popa. En general su valor está en el rango 0,2-0,6 para buques con proa angulosa. A falta de una determinación más precisa por medio de ensayos en modelo físico o de datos más detallados correspondientes al buque considerado procedentes de ensayos en modelo realizados con anterioridad, se adoptará el valor 0,2 para buques con bulbo en proa (portacontenedores) y 0,6 para buques con proa convencional. Este coeficiente no es tan dependiente del resguardo bajo quilla como $C_{DC,T}$. Únicamente para relaciones $h/D < 2$ el factor adimensional debe corregirse utilizando un coeficiente multiplicador igual a 1,5.

Para buques que no tengan una proa angulosa, se adoptará como valor para el factor $C_{DC,L}$ el mismo que el adoptado para el factor $C_{DC,T}$.
Ambos factores ($C_{DC,L}$ y $C_{DC,T}$) también pueden variar dependiendo de la dimensiones del área de flotación en la que se encuentra emplazada la obra de atraque y amarre. Así en canales de navegación, dársenas u otras áreas de dimensiones restringidas pueden producirse aumentos importantes de estos factores cuando el buque amarrado de lugar a reducciones significativas del área de circulación del flujo de corriente produciendo aumentos de la velocidad de la corriente.

$e_C(\alpha)$ : Excentricidad de la resultante de las fuerzas de presión debidas a la acción de una corriente de dirección $\alpha$ sobre el buque amarrado, con respecto al centro de gravedad del buque y medida sobre el plano de crujía (plano vertical que contiene el eje longitudinal del buque). Se considerará excentricidad positiva la que se produzca hacia la proa del buque. ($m$)

$K_{C,e}(\alpha)$ : Coeficiente adimensional de excentricidad. Su valor es variable en función de la dirección de actuación de la corriente. A falta de ensayos específicos en modelo físico o de datos más detallados correspondientes al buque considerado procedentes de ensayos en modelo realizados con anterioridad, pueden adoptarse para el mismo los siguientes valores:

| $\alpha$ (en °) | $K_{C,e}$ |
|---|---|
| 0 | 0 |
| 30 | 0,17 |
| 60 | 0,09 |
| 90 | 0 |
| 120 | –0,09 |
| 150 | –0,17 |
| 180 | 0 |

$V_{C,t}$ : Velocidad horizontal máxima probable correspondiente en el estado meteorológico considerado, adoptando un periodo de medición $t$ igual a $10\ min$, independientemente de las características del buque. ($m/s$). Como criterio general es admisible tomar para dicha velocidad el valor medio de la misma en la carena del buque. No obstante, en aquellos casos en que los resguardos bajo quilla sean reducidos, la incidencia de la variación más acusada de la velocidad de la corriente con la profundidad que se produce en las proximidades del fondo debe tomarse en consideración. En estos casos se adoptará para $V_C$:

$$V_C = \sqrt{\frac{1}{D}\int_0^D \left[V_C(z)\right]^2 \cdot dz}$$

A falta de otros datos o de mediciones específicas, en el caso de corrientes de marea puede adoptarse como perfil de la velocidad de la corriente el definido en la tabla 4.6.2.1 de esta Recomendación para nivel de las aguas coincidente con el nivel medio del mar. En otros casos puede adoptarse con carácter general como perfil de la velocidad de la corriente:

$$V_C(z) = V_{C,\text{superficie}(z=h)}\left(\frac{z}{h}\right)^{\frac{1}{7}}$$

$L$ : Eslora total del buque. A falta de datos más precisos correspondientes al buque considerado, puede utilizarse como valor nominal de este parámetro el valor incluido en la tabla 4.6.4.33 para cada tipo de buque en función del desplazamiento a plena carga del mismo.

A partir de lo indicado en el cuadro anterior, se definen los siguientes parámetros:

*** Hipótesis de cálculo:**

- La velocidad de corriente en la zona, conforme lo conversado con el personal técnico del Ente Binacional Yacyretá (EBY) es prácticamente nula, no obstante lo cual se ha considerado tener en cuenta el fenómeno con valores muy bajos, según dos únicas direcciones:

* **Buque de Diseño en Lastre, en Pleamar.**
Vc,t (m/seg) : 0.3 m/s según dirección 0° y 0.15 m/s según dirección 90° (desde la costa)Ac,l (m2) : 264
Ac,t (m2) : 60,50
Cdc,l (α) : 0,90
Cdc,t (α) : 4,80
kc,e (α) :
0,00 ρw

(t/m3):
1,000

* **Buque de Diseño a Plena Carga, en Bajamar.**
Vc,t (m/seg) : 0.3 m/s según dirección 0° y 0.15 m/s según dirección 90° (desde la costa).Ac,l (m2) : 720
Ac,t (m2) : 165
Cdc,l (α) : 0,90
Cdc,t (α) : 1,80
kc,e (α) :
0,00 ρw
(t/m3):
1,000

## * Acciones de Fricción

$$F_{Cfricción,L}(\alpha) = \frac{\rho_w}{2} \cdot V_{C,t}^2 \cdot C_{fC} \cdot A_{fC,L} \cdot \cos^2(\alpha)$$

$$F_{Cfricción,T}(\alpha) = \frac{\rho_w}{2} \cdot V_{C,t}^2 \cdot C_{fC} \cdot A_{fC,T} \cdot sen^2(\alpha)$$

$\phi(\alpha) = arctg[(A_{fC,T}/A_{fC,L}) \cdot tg^2(\alpha)]$

Siendo:

$R_{C\ fricción}(\alpha)$ : Fuerza total de arrastre resultante de las fuerzas de fricción debidas a la acción de una corriente de dirección $\alpha$, medida desde el eje longitudinal del buque considerado de proa a popa, sobre el buque amarrado. $(kN)$

$\phi(\alpha)$ : Ángulo formado entre el eje longitudinal del buque, considerado de proa a popa, y la dirección de la fuerza de arrastre resultante de las fuerzas de fricción debidas a la acción de una corriente de dirección $\alpha$ sobre el buque amarrado.

$F_{C\ fricción,L}(\alpha)$ : Componente en sentido longitudinal del buque de la fuerza de arrastre resultante de las fuerzas de fricción debidas a la acción de una corriente de dirección a sobre el buque, aplicada en el centro de gravedad del buque. $(kN)$

$F_{C\ fricción,T}(\alpha)$ : Componente en sentido transversal del buque de la fuerza de arrastre resultante de las fuerzas de fricción debidas a la acción de una corriente de dirección a sobre el buque, aplicada en el centro de gravedad del buque. $(kN)$

$A_{fC,L}$ : Area de la superficie mojada del buque en la dirección del plano de crujía, en la situación de carga considerada. $(m^2)$. A falta de datos más precisos correspondientes al buque considerado, este área podrá aproximarse mediante la formulación siguiente:

$$A_{fC,L} = (B + 2D) \cdot L_{pp}$$

Siendo:
$L_{pp}$: eslora entre perpendiculares del buque. $(m)$
$B$ : Manga del buque. $(m)$
$D$ : Calado del buque en la situación de carga considerada. $(m)$
Para buques plena carga pueden utilizarse como valores nominales de estos parámetros los valores incluidos en la tabla 4.6.4.33 para cada tipo de buque en función del desplazamiento a plena carga del mismo. Para buques con desplazamiento en lastre o cargados parcialmente, $D$ podrá estimarse a partir de los valores de $L_{pp}$ y $B$ correspondientes a los mismos buques a plena carga por medio de la tabla 4.6.4.33, suponiendo que el coeficiente de bloque varía con la situación de carga de acuerdo con lo dispuesto en la tabla 4.6.4.32. B).

$A_{fC,T}$ : Área de la superficie mojada del buque en la dirección perpendicular al plano de crujía, en la situación de carga considerada. $(m^2)$. A falta de datos más precisos correspondientes al buque considerado, esta área podrá aproximarse mediante la formulación siguiente:

$$A_{fC,T} = (L_{pp} + 2D) \cdot B$$

Los valores nominales de éstos parámetros podrán estimarse de acuerdo con lo señalado a estos efectos para $A_{fC,L}$.

$C_{fC}$ : Coeficiente adimensional de rozamiento para la corriente. Este coeficiente es función principalmente del número de Reynolds $(Re)$ y de la rugosidad superficial, pudiendo aproximarse por medio de la siguiente relación para buques en servicio (considerando cierta rugosidad superficial en su casco):

$$C_{fC} = \frac{0,075}{(\log_{10} \mathrm{Re} - 2)^2}$$

Los números de Reynolds para buques sometidos a la acción de corrientes de marea en áreas portuarias ($Re = V_C \cdot L_{pp} \cdot cos\alpha/\nu$) suelen corresponder a la zona de régimen turbulento ($Re \geq 5 \cdot 10^5$), por lo que el valor de este coeficiente suele estar en el rango entre $0,001$ y $0,01$.

$\rho_W$ y $V_{C,t}$ : tienen el mismo significado y los mismos criterios de determinación que los establecidos para dichos parámetros en la tabla 4.6.4.60.

A partir de lo indicado en el cuadro anterior, se definen los siguientes parámetros:

* **Buque de Diseño en Lastre, en Pleamar.**
Vc,t (m/seg) : 0.3 m/s según dirección 0° y 0.15 m/s según dirección 90° (desde la costa)Acf,L (m2) : 13.728
Acf,T (m2) : 13.321
Cfc (α) : 0,0055
ρw (t/m3): 1,000

* **Buque de Diseño a Plena Carga, en Bajamar.**
Vc,t (m/seg) : 0.3 m/s según dirección 0° y 0.15 m/s según dirección 90° (desde la costa)Acf,L (m2) : 14.640
Acf,T (m2) : 13.530
Cfc (α) : 0,0055
ρw (t/m3): 1,000

## Anexo A.4 - Oleaje.

$F_{W,L}(\alpha) = R_W(\alpha) \cdot cos\alpha$
$F_{W,T}(\alpha) = R_W(\alpha) \cdot sen\alpha$

Siendo:

$R_W(\alpha)$ : Fuerza total de arrastre resultante de la acción de un oleaje incidente con dirección de propagación $\alpha$, medida desde el eje longitudinal del buque considerado de proa a popa, sobre el buque amarrado. ($kN$)

$F_{W,L}(\alpha)$ : Componente en sentido longitudinal del buque de la fuerza total de arrastre resultante de la acción de un oleaje incidente con dirección $\alpha$ sobre el buque, aplicada en el centro de gravedad del buque. ($kN$)

$F_{W,T}(\alpha)$ : Componente en sentido transversal del buque de la fuerza total de arrastre resultante de la acción de un oleaje incidente con dirección de propagación $\alpha$, aplicada en el centro de gravedad del buque. ($kN$)

$\gamma_W$ : Peso específico del agua. Podrán tomarse como valores nominales de este parámetro los definidos en el apartado 4.5 de esta Recomendación en función del emplazamiento en que se encuentre ubicada la obra de atraque y amarre. ($kN/m^3$).

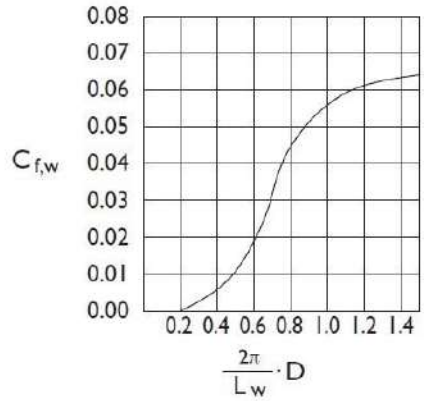
$H_s$ : Altura de ola significante correspondiente al oleaje incidente en el emplazamiento. ($m$)

$L_{proy\alpha}$ : Longitud de la proyección del buque en la dirección del oleaje incidente. ($m$). A falta de valores conocidos podrá aproximarse mediante la expresión siguiente:

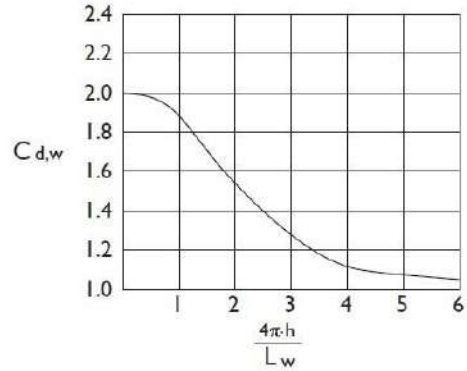
$$L_{proy\alpha} = L_{pp} \cdot \text{sen}\alpha + B \cdot \cos\alpha$$

Siendo:
$L_{pp}$ : Eslora entre perpendiculares del buque. ($m$)
$B$ : Manga del buque. ($m$)

$C_{f,W}$ : Coeficiente de flotación (adimensional). Este coeficiente depende de la longitud de onda ($L_w$) a la profundidad del emplazamiento asociada al periodo medio (Ver tabla 4.6.2.9) y del calado del buque ($D$). Su valor es creciente con el calado del buque y decreciente con la longitud de onda en el rango entre 0,0 y 0,07. La variación detallada de este coeficiente en función de los factores de los que depende puede obtenerse a partir de la siguiente figura:




$C_{d,W}$ : Coeficiente de profundidad relativa (adimensional). Este coeficiente es función de la profundidad relativa en el emplazamiento ($h/L_w$). Su valor es decreciente con el aumento de la profundidad relativa, en el rango entre 1,0-2,0. La variación detallada de dicho coeficiente en función de la profundidad relativa puede obtenerse a partir de la figura siguiente:



A partir de lo indicado en el cuadro anterior, se definen los siguientes parámetros:

*** Hipótesis de cálculo:**

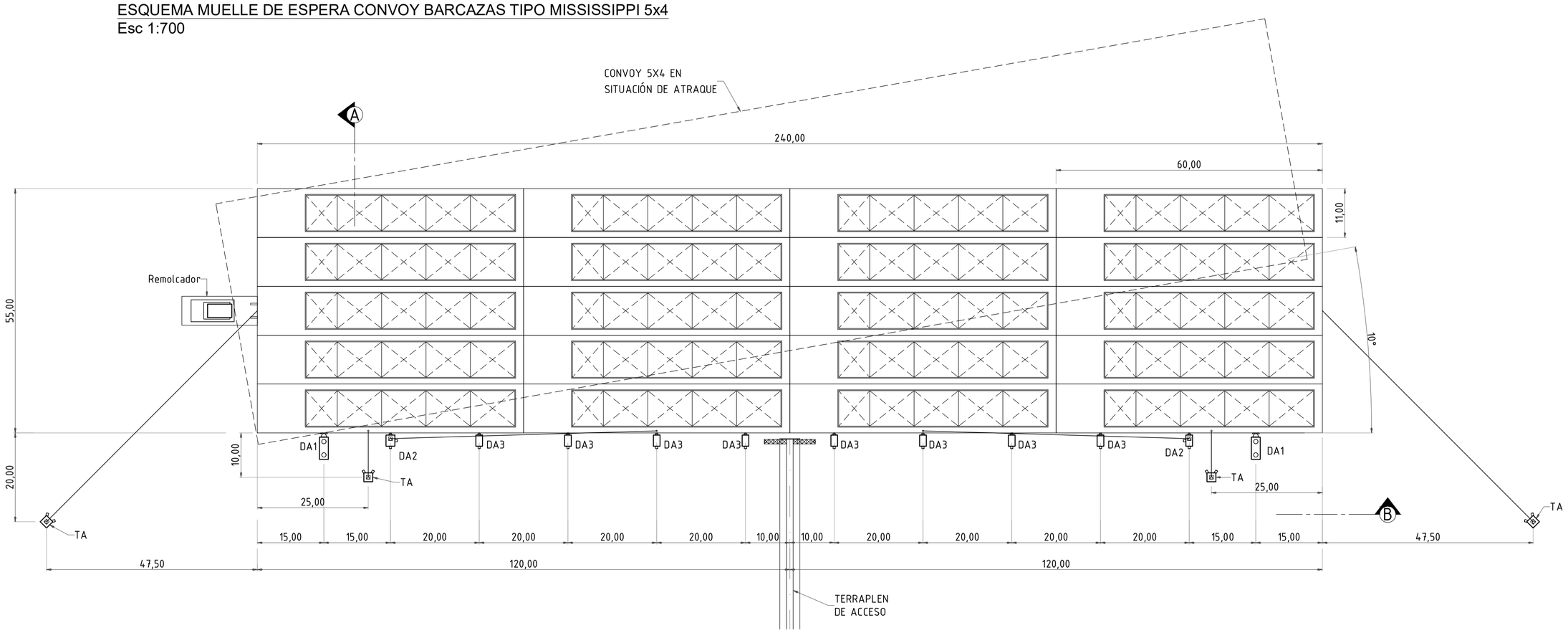
- Los valores de oleaje definidos para la determinación de las acciones sobre los amarres, se han tomado de los datos proporcionados por los técnicos de la EBY y provienen de la aplicación de un modelo matemático sobre el escenario de inundación final del dique en la etapa de diseño de la obra. En ese caso, se ha seleccionado para el sector de emplazamientode la obra de atraque bajo estudio, una altura aproximada Hs=1.50 m.

  En cuanto a los ángulos de incidencia, se puede aceptar en principio la dirección NO (aproximadamente 45°) en sentido agua-tierra, lo que producirá un efecto longitudinal sobreel convoy y uno transversal -que no ocasiona efecto alguno sobre los amarres- esto es, favorable. Asimismo, se adiciona un oleaje de dirección tierra-agua, desde el NE, producto delreflejo del oleaje sobre la costa, estimándose que ese fenómeno podría producir una altura de ola de Hs=0,80 m.

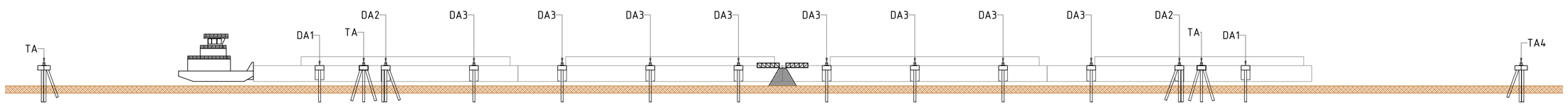
* **Buque de Diseño en Lastre, en Pleamar.**
Hs (m) : 1,50 m. desde el sector NO (45° incidencia Agua-Tierra) y 0,50 m. desde el NE (45° incidencia Tierra-Agua).
Cf,w : 0,01
Cd,w : 1,90
ρw (KN/m3): 10,00

* **Buque de Diseño a Plena Carga, en Bajamar.**
Hs (m) : : 1,50 m. desde el sector NO (45° incidencia Agua-Tierra) y 0,50 m. desde el NE (45° incidencia Tierra-Agua).
Cf,w : 0.01
Cd,w : 1,70
ρw (KN/m3):10,00

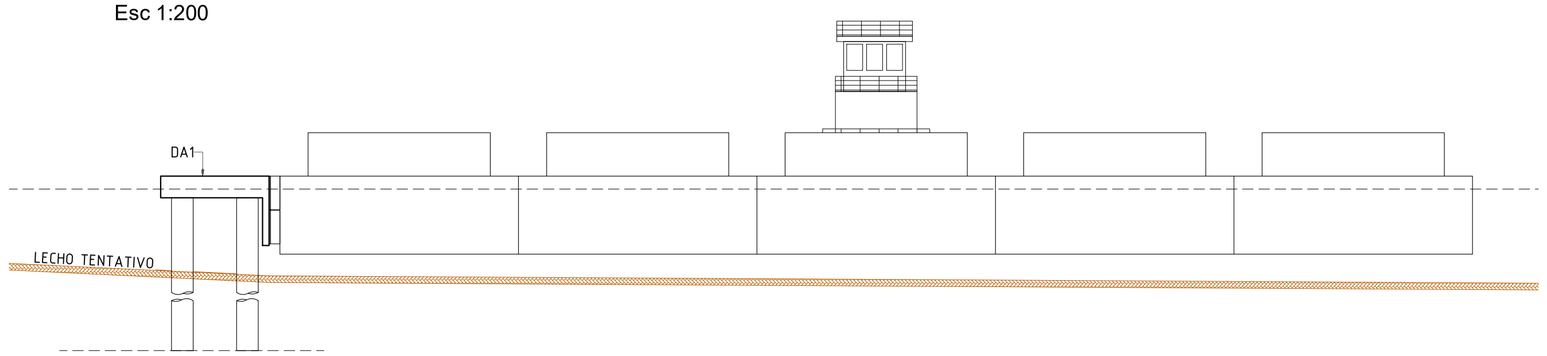
ESQUEMA MUELLE DE ESPERA CONVOY BARCAZAS TIPO MISSISSIPPI 5x4
Esc 1:700



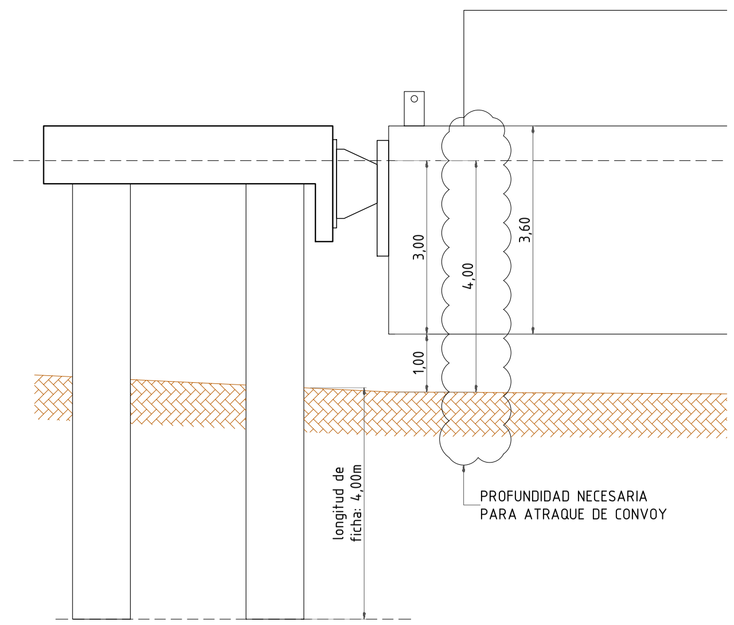

CORTE LONGITUDINAL B-B
Esc 1:700



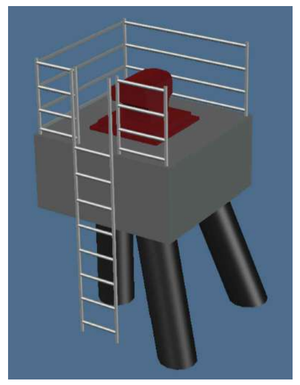

CORTE TRANSVERSAL A
Esc 1:200



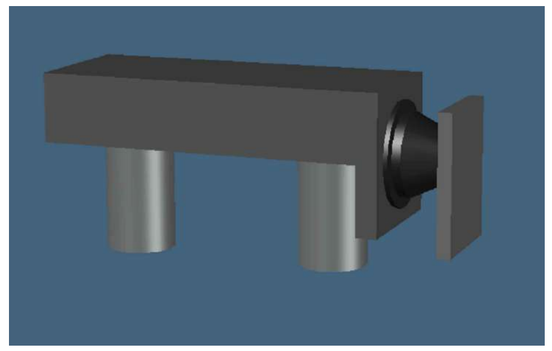

DETALLE EN CORTE PILOTE DE ATRAQUE
Esc 1:75



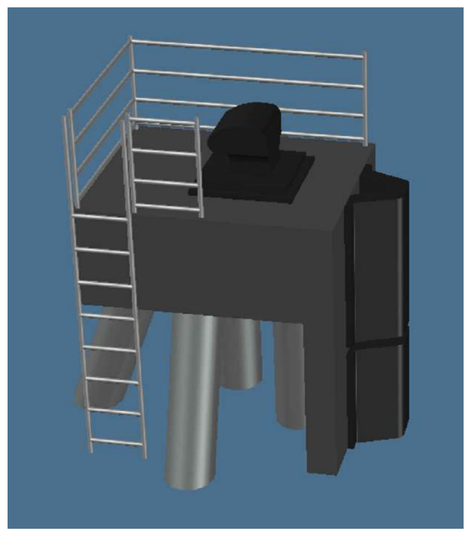

TORRE DE AMARRE TA



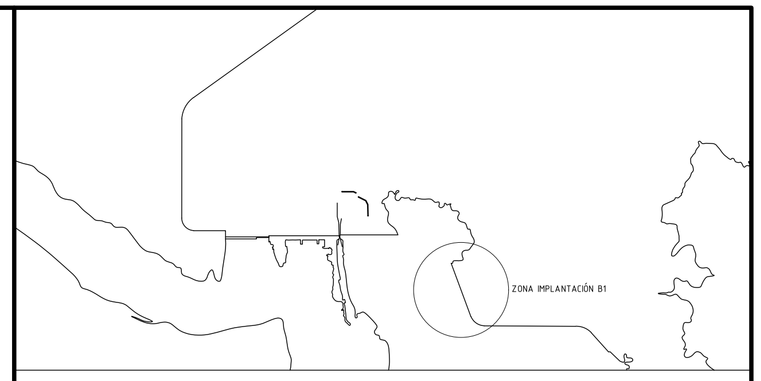
DOLPHIN DE ATRAQUE DA1



DOLPHIN DE ATRAQUE DA2
CON BOLARDO PARA SPRINGS



DOLPHIN DE ATRAQUE DA3




| REV. | OBSERVACIONES | Fecha | Dibujó | Aprobado |
|---|---|---|---|---|

NOMBRE DEL PROYECTO:
SITIOS DE ESPERA EN ESCLUSA YACYRETA
UBICACIÓN DEL PROYECTO:
RÍO PARANÁ ZONA YACYRETA

| | Nombre | Fecha |
|---|---|---|
| Dibujado | | 13/02/23 |
| Comprobado | | |
| Aprobado | | |

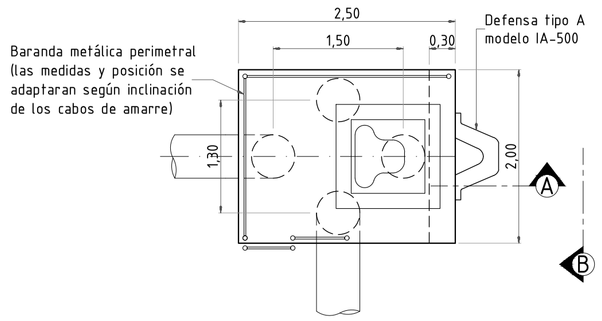
TITULO DEL PLANO:
ATRACADERO DE CONVOY DE BARCAZAS TIPO MISSISSIPPI 5X4

Escalas
INDICADAS

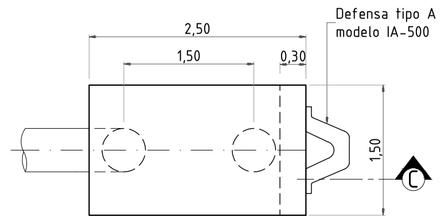
OBSERVACIONES:

PLANO Nº 1
REV Nº A
DOCUMENTO:

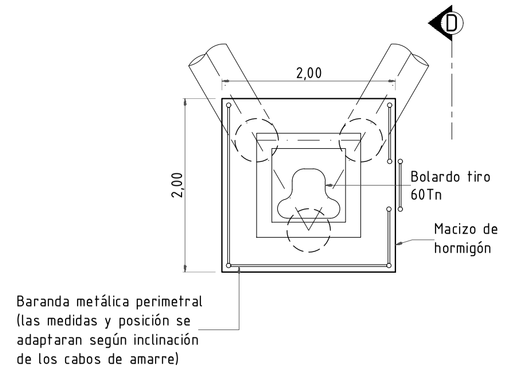
DOLPHIN DA2 CON BOLARDO PARA AMARRE DE SPRINGS- VISTA SUPERIOR
Esc 1:50

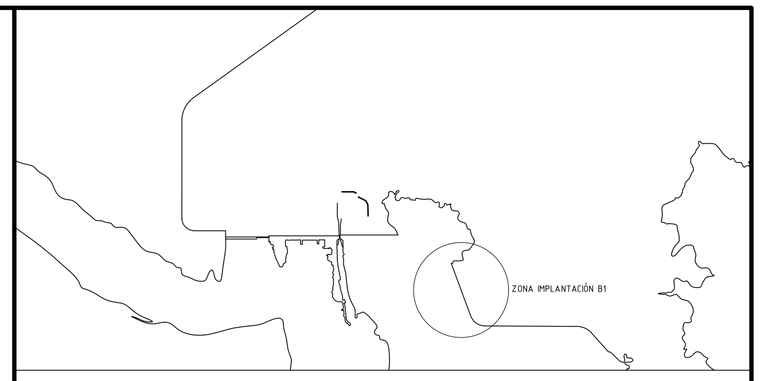



DOLPHIN DA3
VISTA SUPERIOR
Esc 1:50

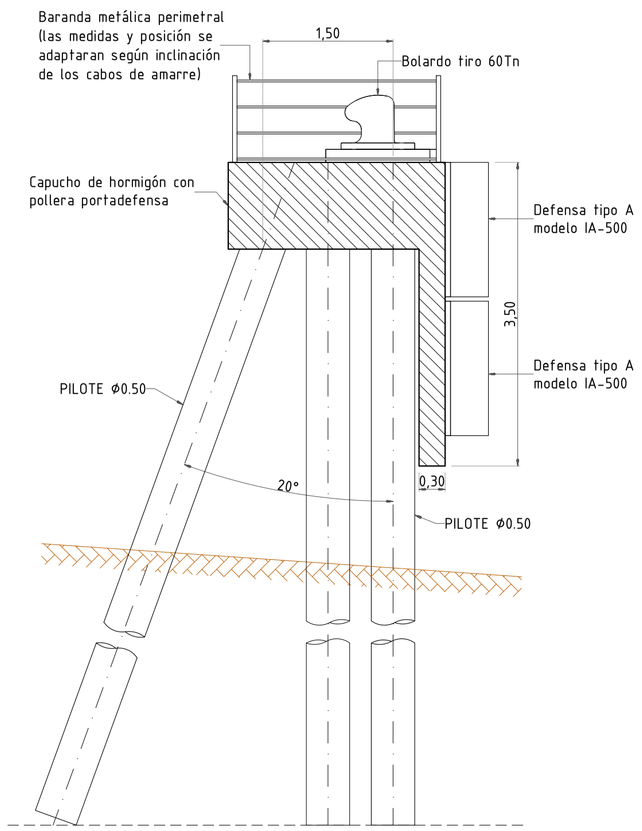



DETALLE TORRE DE AMARRE TA
Esc 1:50

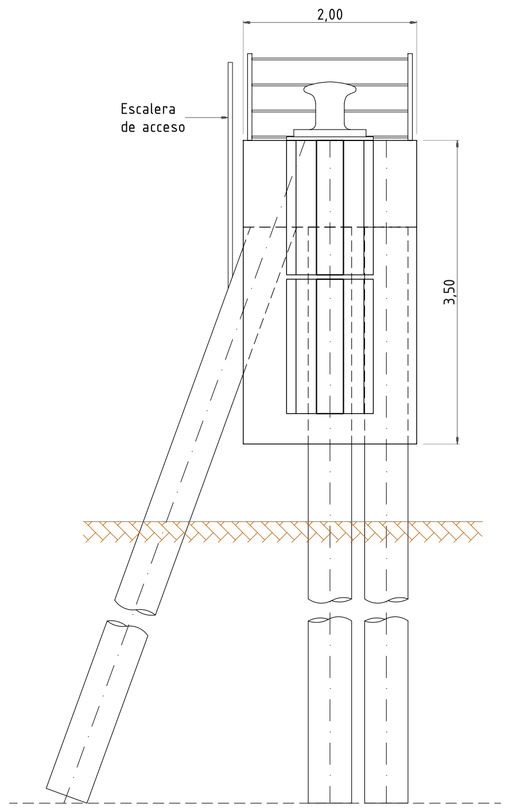


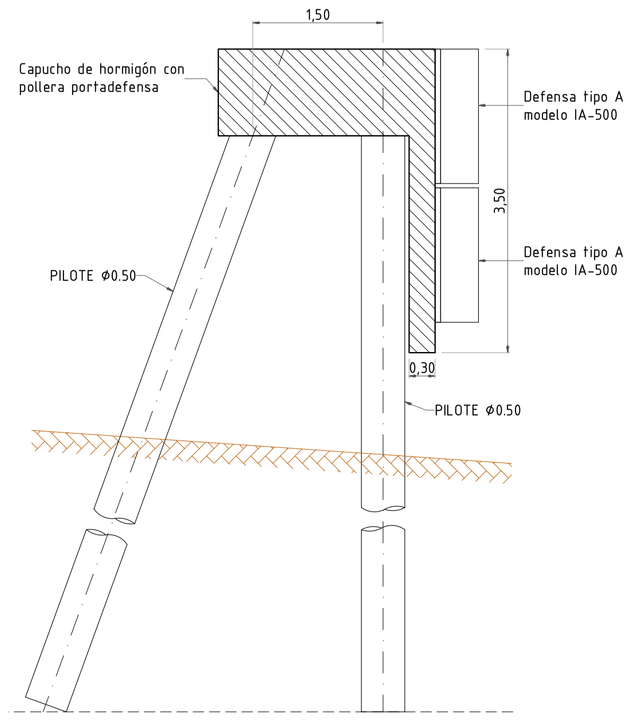

CORTE A-A
Esc 1:50



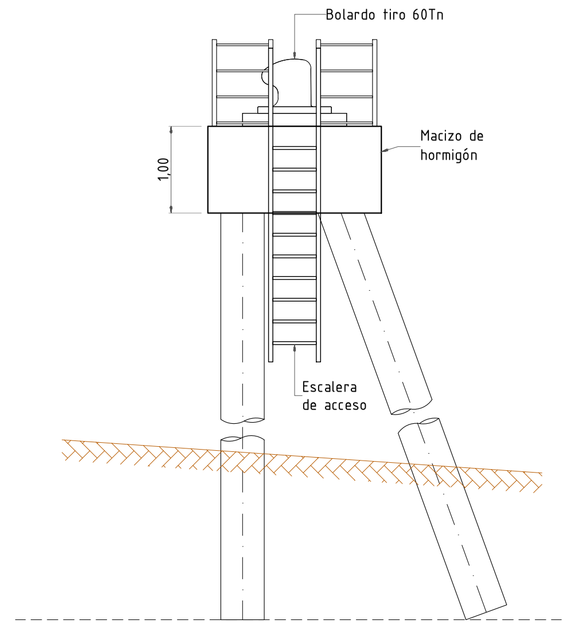

VISTA B-B
Esc 1:50



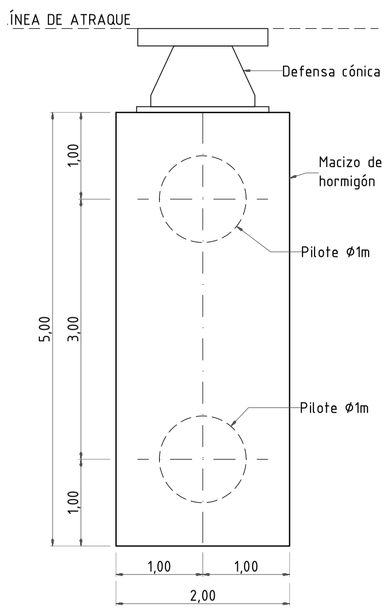

CORTE C-C
Esc 1:50



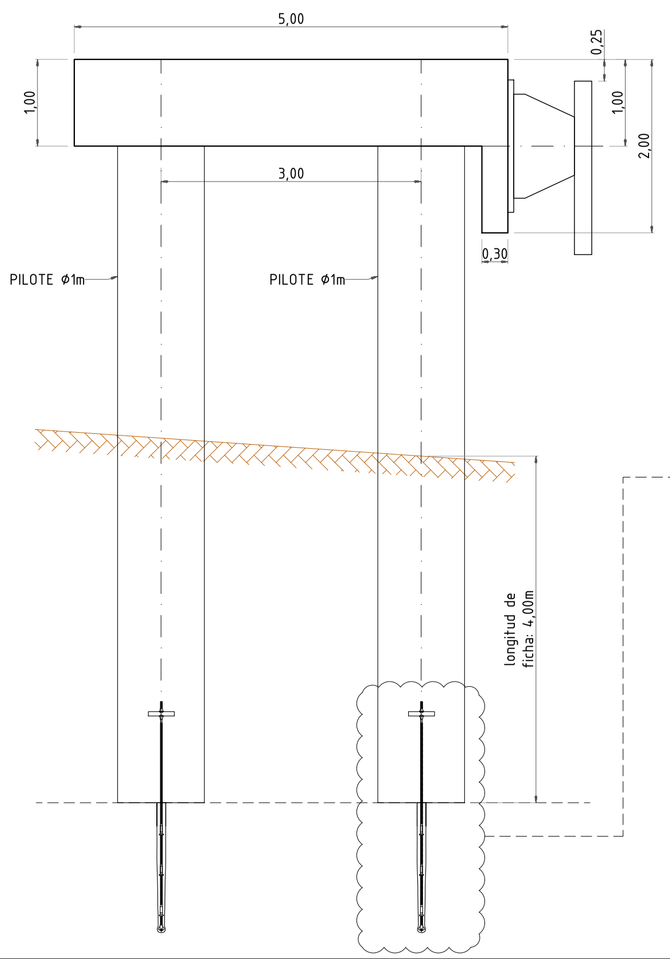

VISTA LATERAL D-D
Esc 1:50



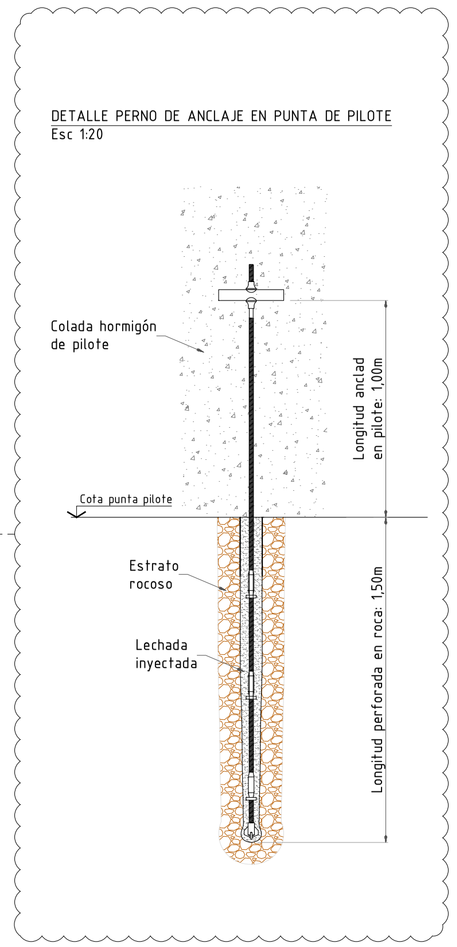

Esc 1:50




VISTA LATERAL
Esc 1:50




DETALLE PERNO DE ANCLAJE EN PUNTA DE PILOTE
Esc 1:20




| REV. | OBSERVACIONES | Fecha | Dibujó | Aprobado |
|---|---|---|---|---|

NOMBRE DEL PROYECTO: SITIOS DE ESPERA EN ESCLUSA YACYRETA
UBICACIÓN DEL PROYECTO: RÍO PARANÁ ZONA YACYRETA

| | Nombre | Fecha |
|---|---|---|
| Dibujado | | 13/02/23 |
| Comprobado | | |
| Aprobado | | |

TITULO DEL PLANO: ATRACADERO DE CONVOY DE BARCAZAS TIPO MISSISSIPPI 5X4

Escalas: INDICADAS

OBSERVACIONES:

PLANO Nº: 2
REV Nº: A
DOCUMENTO:

COMIP
Comisión Mixta del Río Paraná

**Reunión Plenaria del Grupo de Trabajo Encarnación 28 de junio de 2023, Buenos Aires, República Argentina**
**ACTA**

# *ANEXO VI*

COMIP

Comisión Mixta del Río Paraná

# Proyecto piloto:

# ATLAS AMBIENTAL DEL RÍO PARANÁ

# Atlas Ambiental Tramo COMIP

COMIP
Comisión Mixta del Río Paraná

## Objetivo

- Proporcionar información relacionada con la descripción de la traza de la Vía Navegable Tramo COMIP, en una base georreferenciada a través de la aplicación de un Sistema Información Geográfica (SIG), para la identificación de los elementos más importantes para la navegación.

## Alcance geográfico

- Comprende el río Paraná desde su confluencia con el río Paraguay (km 1235) hasta la desembocadura del río Iguazú (km 1890), con una longitud aproximada de 655 km. Incluye el río, sus costas y la franja litoral.

## Características

- Posee 18 hojas cartográficas con una Escala 1:100.000.

# Gestión de la Información

# Información Oficial

COMIP
Comisión Mixta del Río Paraná

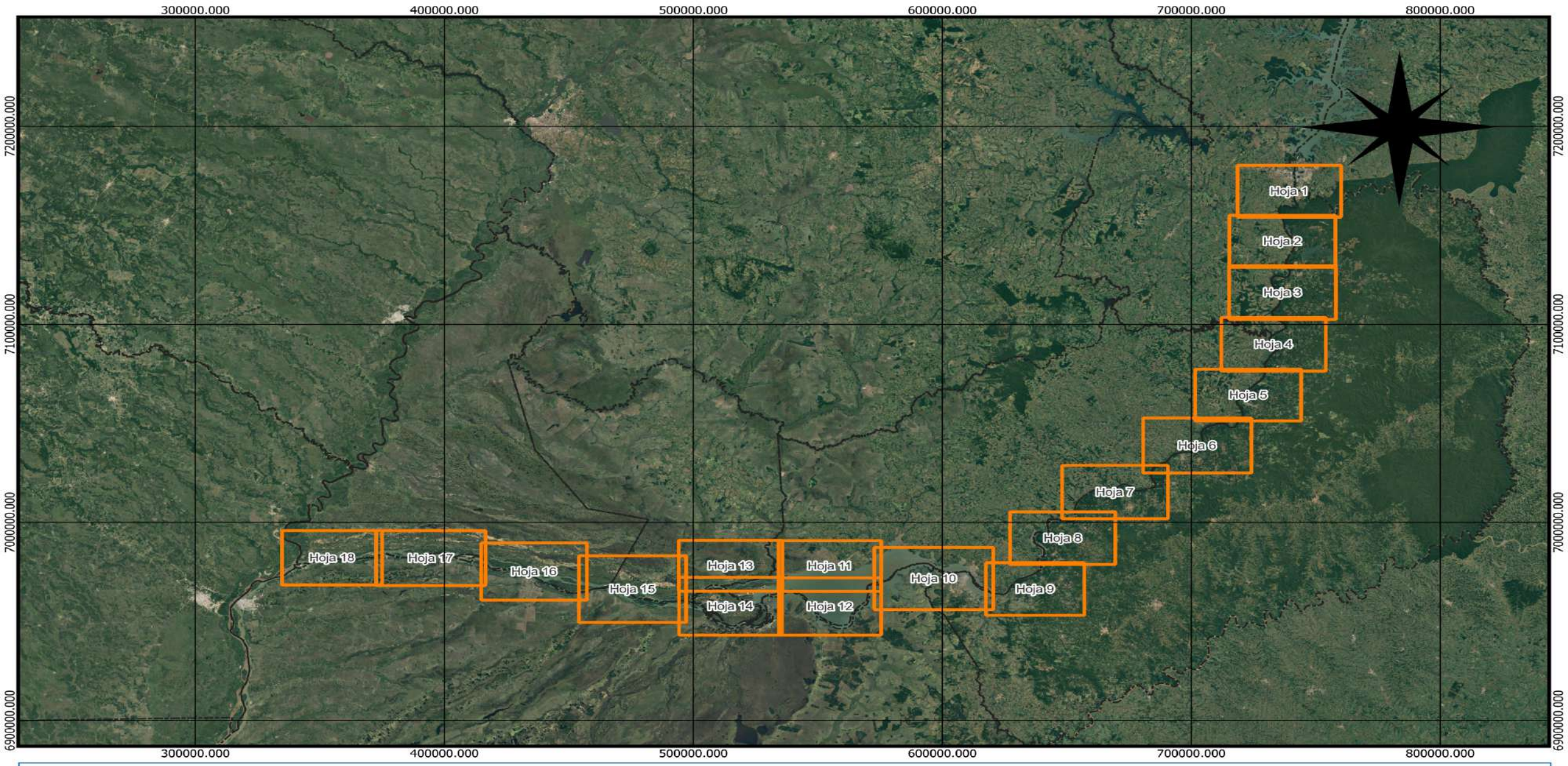
- División Política: Departamental - Provincial
- División Política: Municipal - Departamental
- Capitales Departamentales, Provinciales
- Ciudades
- Rutas Nacionales
- Reservas Íctica
- Áreas Protegidas
- Monitoreo Pesca Científica EBY DP
- Oficinas Regionales MADES Pesca Comercial
- Red Hidrográfica
- Monitoreo Calidad de Agua
- Estaciones Hidrométricas Arg
- Estaciones Meteorológicas Py
- Plantas Potabilizadoras
- Afluentes Cloacales
- Turismo
- Progresivas
- Pasos Críticos
- Accidentes geográficos
- Puertos
- Playas y balnearios
- Papeleras
- Canteras y Areneras
- Presa Yacyretá
- Comunidades Indígenas

# Presentación de Mapas

# Referencia

| ATLAS AMBIENTAL DEL RÍO PARANÁ | | |
|---|---|---|
| CAPAS | | ÍCONOS |
| LÍMITES ADMINISTRATIVOS | División Política/ Departamental_ Provincial | |
| | División Política/ Municipal_ Departamental | |
| | Capitales Departamentales, Provinciales | |
| | Ciudades | |
| | Rutas Nacionales | |
| | Red Hidrográfica | |
| FAUNA ÍCTICA | Oficinas Regionales MADES_ Pesca Comercial | |
| | Monitoreo Pesca Científica _EBY DP | |
| ÁREAS PROTEGIDAS | Áreas Protegidas | |
| | Reservas Íctica | |
| CALIDAD DE AGUA | Monitoreo Calidad de Agua | |
| ESTACIONES HIDROCLIMÁTICAS | Estaciones Hidrométricas_ Ar | |
| | Estaciones Meteorológicas_ Py | |

| ATLAS AMBIENTAL DEL RÍO PARANÁ | | |
|---|---|---|
| CAPAS | | ÍCONOS |
| AGUA POTABLE Y SANEAMIENTO | Plantas Potabilizadoras | |
| | Afluentes Cloacales | |
| NAVEGACIÓN | Puertos | |
| | Accidentes geográficos | |
| | Pasos Críticos | |
| | Progresivas | |
| TURISMO | Turismo | |
| | Playas y balnearios | |
| VARIOS | Papeleras | |
| | Canteras y Areneras | |
| | Presa Yacyretá | |
| | Comunidades Indígenas | |




COMIP
Comisión Mixta del Río Paraná

Atlas Ambiental

Río Paraná - Tramo COMIP
Rep. Argentina y Rep. Paraguay

ESCALA 1:1.500.000

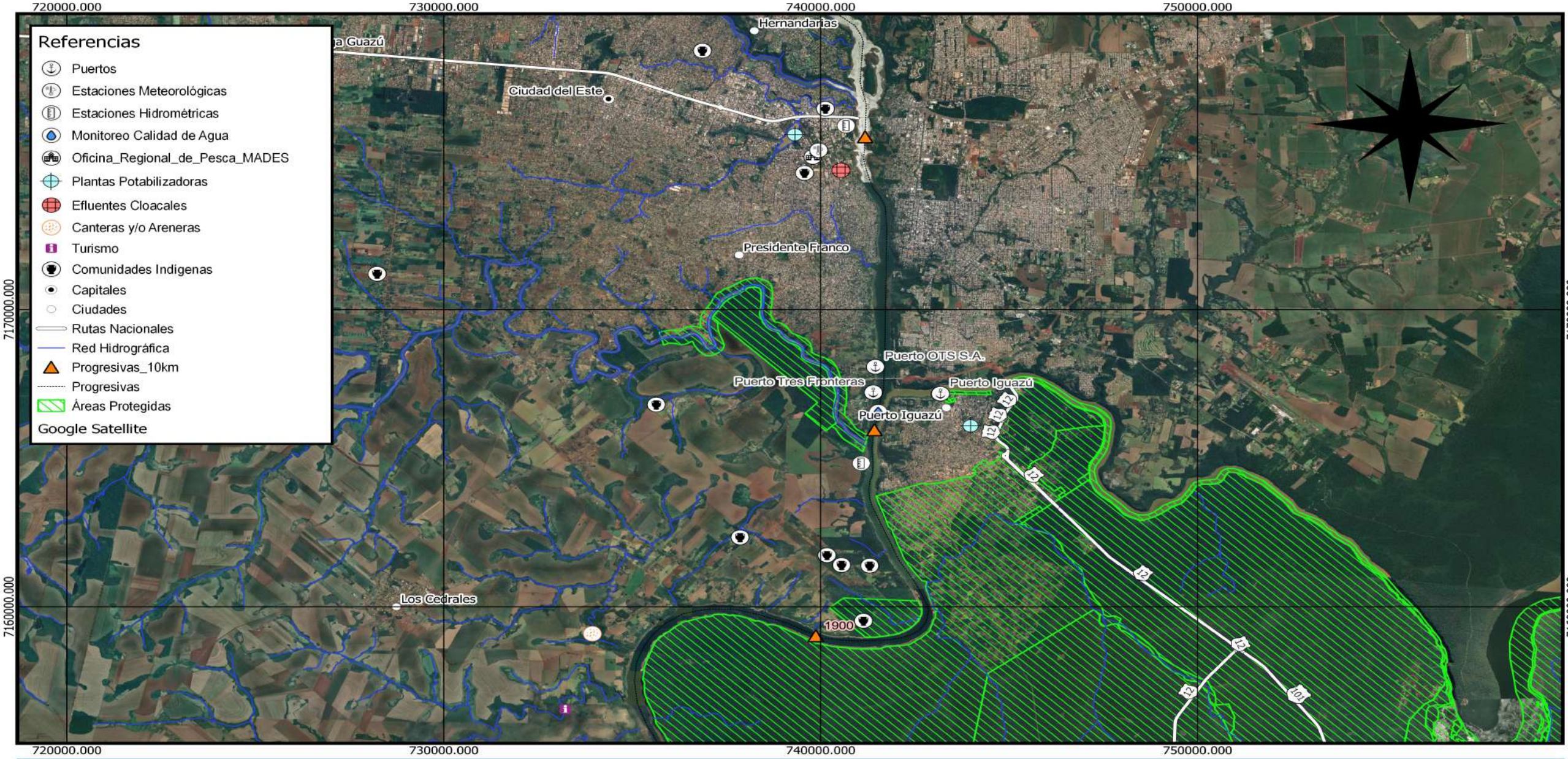
0 20 40 60 km

Proyección UTM WGS 1984 21 J SUR
Imagen Google Satellite

Edición Marzo 2023

Índice Integrado de Hojas

Mas información en Web Gis
COMIP.ORG.AR




COMIP
Comisión Mixta del Río Paraná

# Atlas Ambiental

Río Paraná - Tramo COMIP
Rep. Argentina y Rep. Paraguay

ESCALA 1:100.000

0 1,5 3 4,5 km

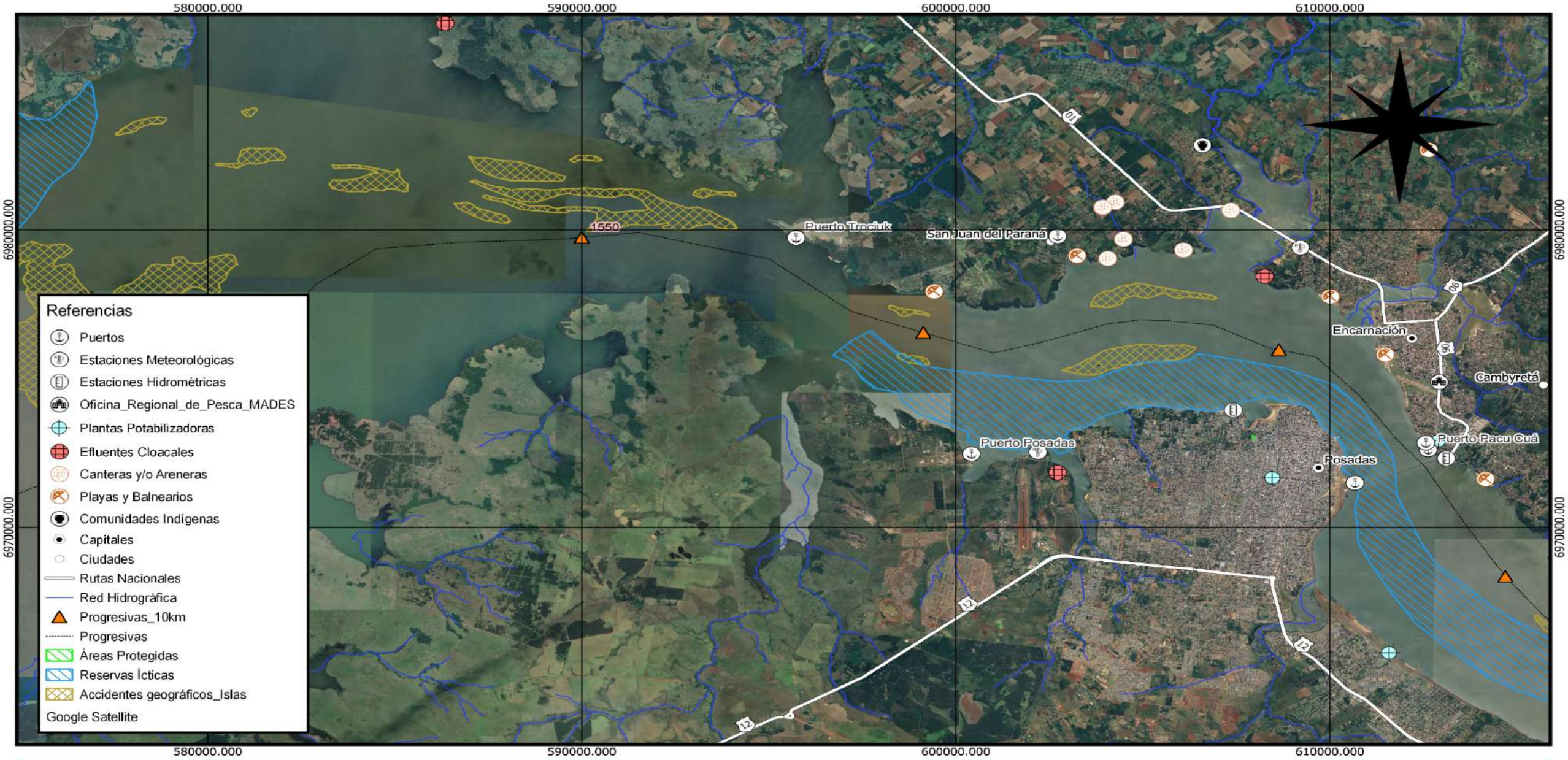
Proyección UTM WGS 1984 21 J SUR
Imagen Google Satellite
Open street map Landscape

Edición Marzo 2023

## Hoja 1

Río Paraná
Km 1925 - 1890

Más información en web:
comip.org.ar




COMIP
Comisión Mixta del Río Paraná

# Atlas Ambiental

Río Paraná - Tramo COMIP
Rep. Argentina y Rep. Paraguay

ESCALA 1:100.000

0 1,5 3 4,5 km

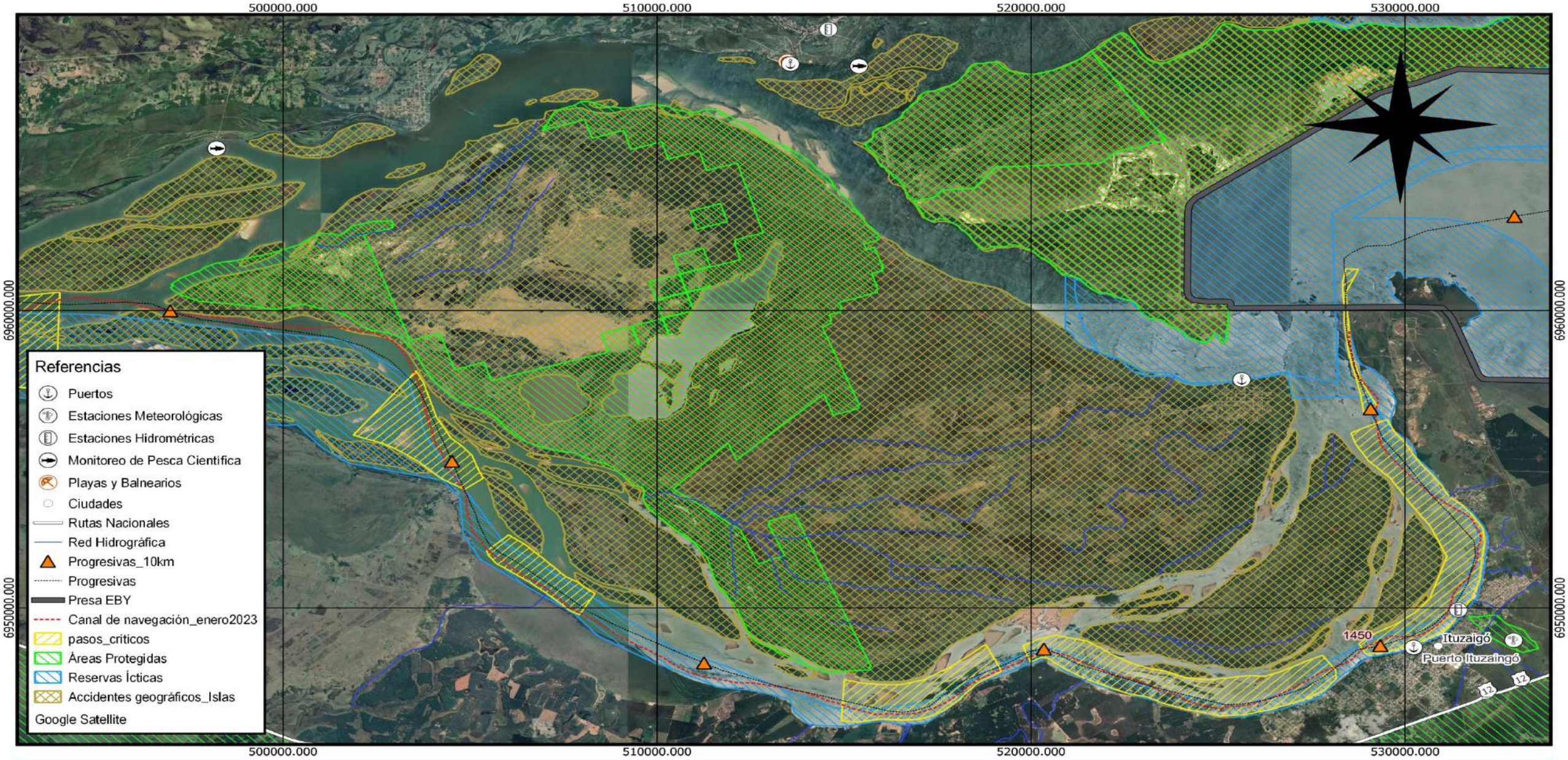
Proyección UTM WGS 1984 21 J SUR
Imagen Google Satellite
Open street map Landscape

Edición Marzo 2023

## Hoja 10

Río Paraná
Km 1586 - 1528

Más información en web:
comip.org.ar




COMIP
Comisión Mixta del Río Paraná

# Atlas Ambiental

Río Paraná - Tramo COMIP
Rep. Argentina y Rep. Paraguay

ESCALA 1:100.000

0 1,5 3 4,5 km

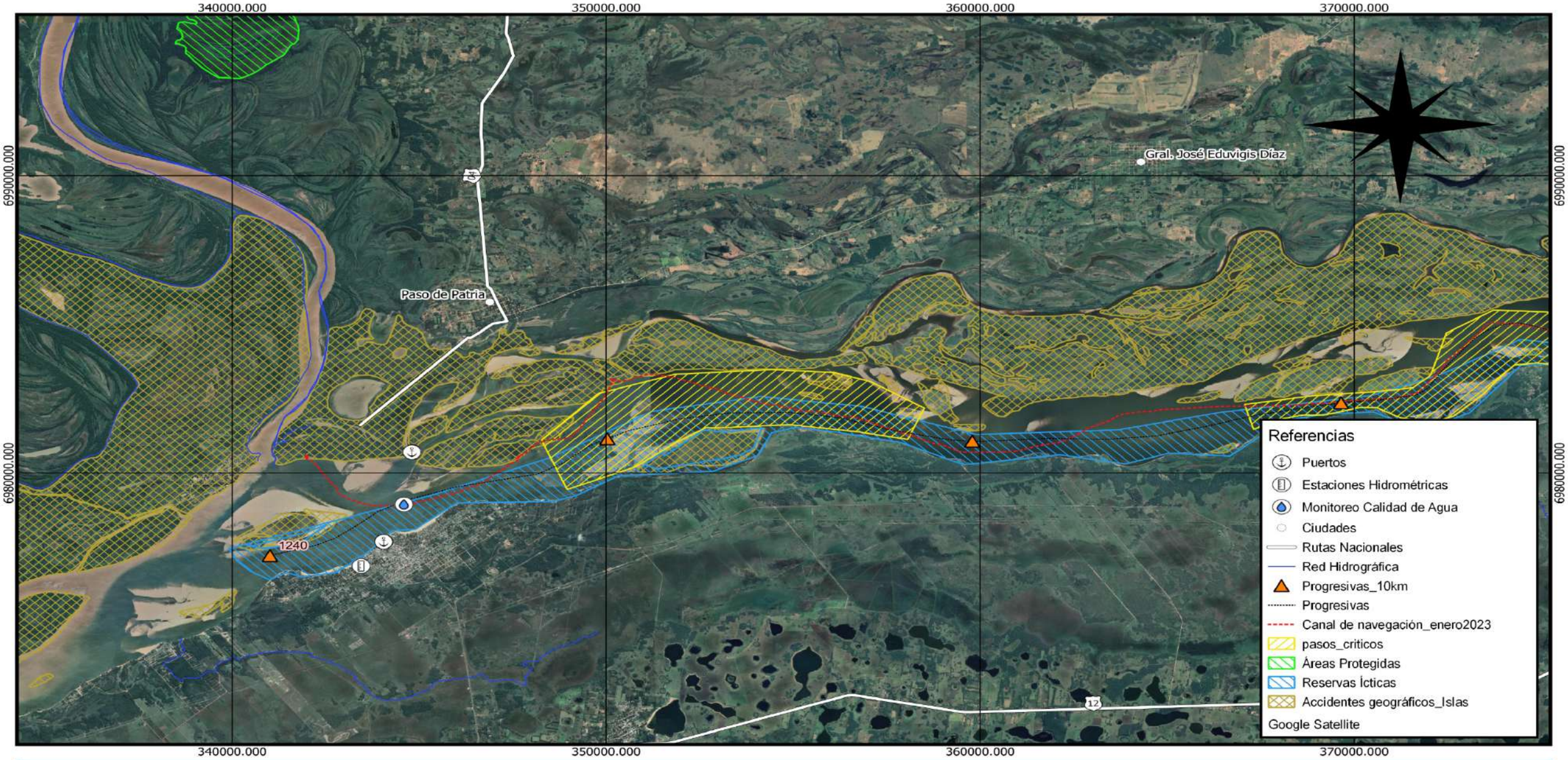
Proyección UTM WGS 1984 21 J SUR
Imagen Google Satellite
Open street map Landscape

Edición Marzo 2023

## Hoja 14

Río Paraná
Km 1473 - 1407

Más información en web:
comip.org.ar




COMIP
Comisión Mixta del Río Paraná

# Atlas Ambiental

Río Paraná - Tramo COMIP
Rep. Argentina y Rep. Paraguay

ESCALA 1:100.000

0 1,5 3 4,5 km

Proyección UTM WGS 1984 21 J SUR
Imagen Google Satellite
Open street map Landscape

Edición Marzo 2023

## Hoja 18

Río Paraná
Km 1276 -1233

Mas información en Web Gis
COMIP.ORG.AR

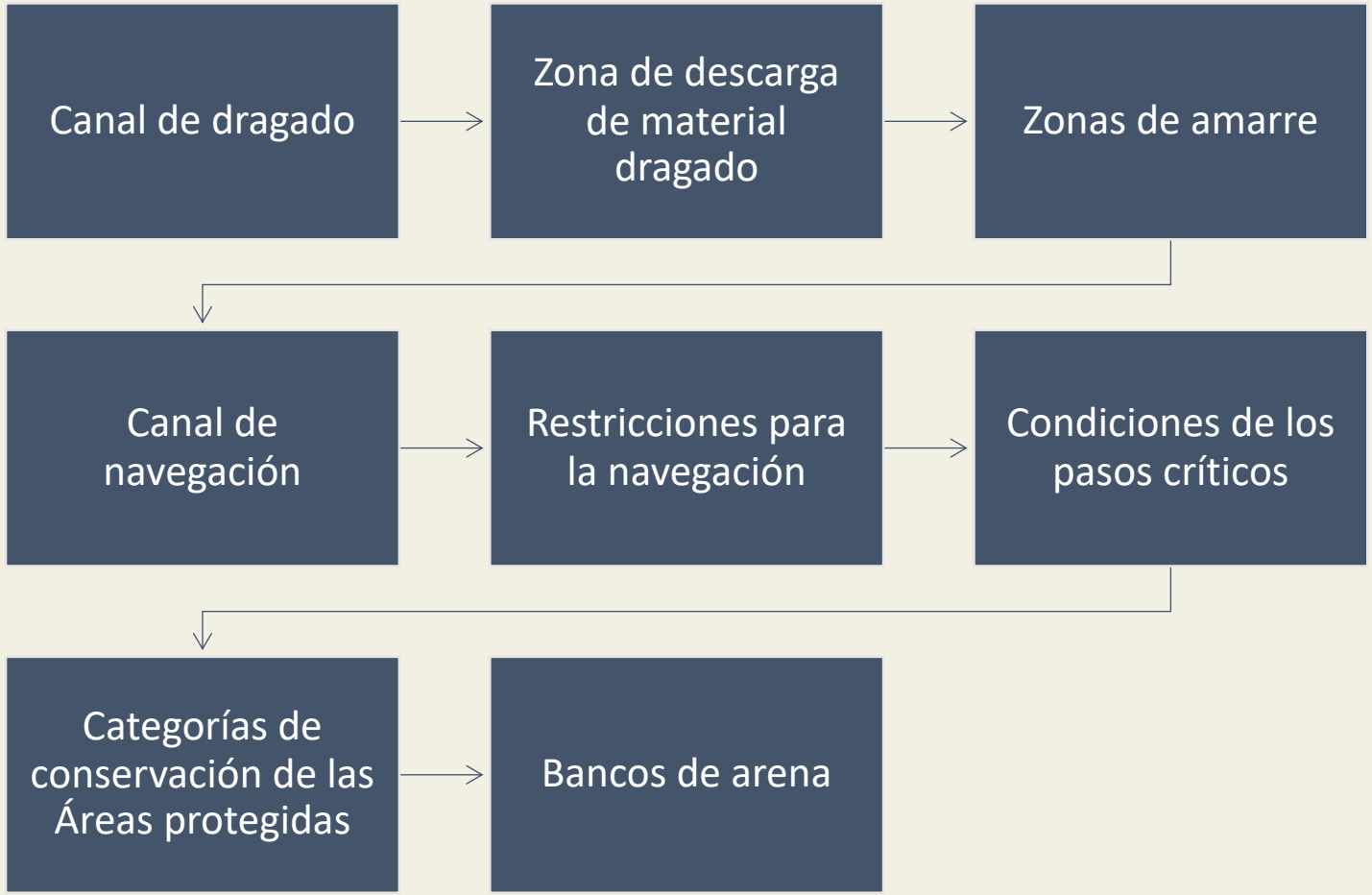
# Presentación GeoPDF

https://drive.google.com/file/d/1NSDNg-9BecViT4nt_4Frm0_sHrgsPdbs/view?usp=share_link

# Desarrollo
# Proyecto Etapa II

# Planteo Etapa II

Se plantea la ampliación del presente documento con la incorporación de informaciones complementarias de relevancia para los usuarios del tramo, muchas de las cuales se encuentran en proceso de gestión de las autorizaciones y/o generación a través de mediciones in_situ.

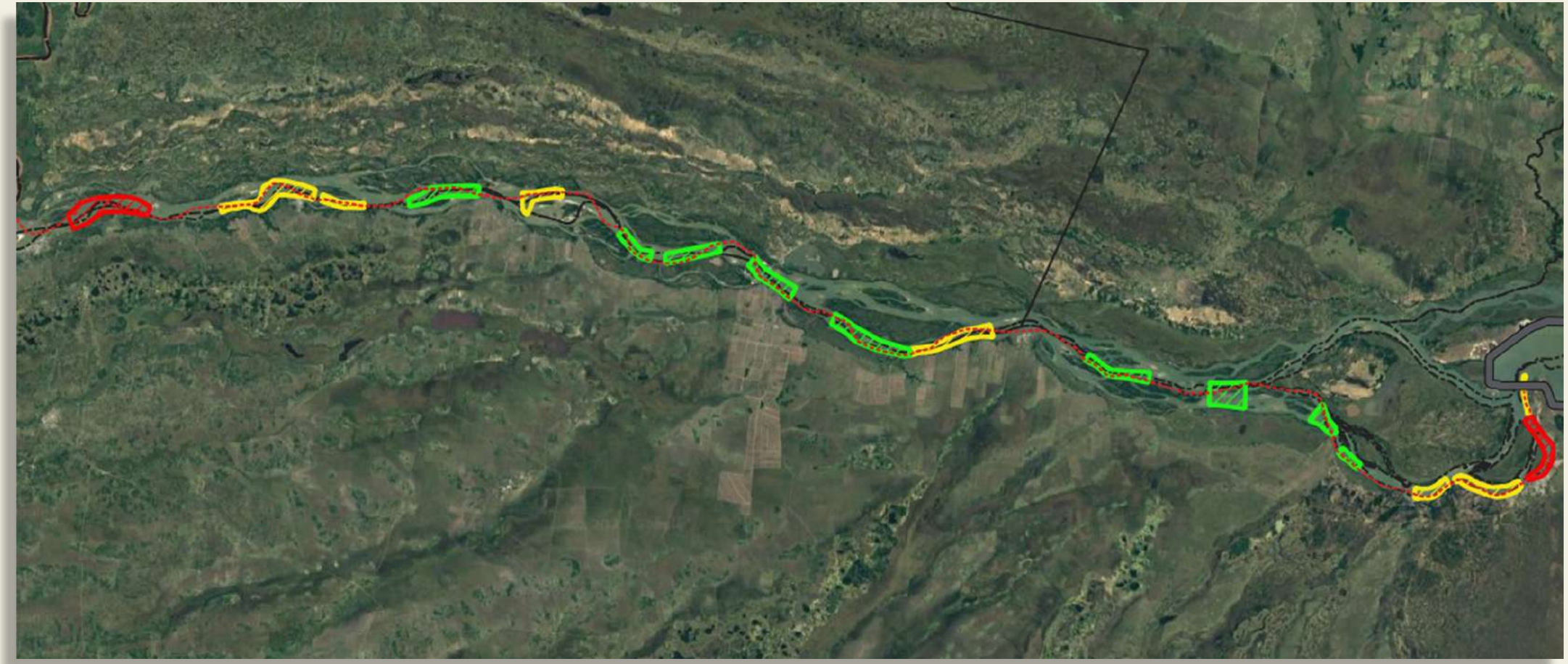


# Semaforización de los Pasos Criticos para la Navegación

# Tabla de Atributos:
# Condiciones de los Pasos Críticos [TRAYECTOS]

| | trayecto | pasos_prog | plano | imagen | Paso_Cond | Situación | Condición | Estado_Nav |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | TRAYECTO 2 | PASO LORO CUARTO, ITUZAINGÓ Y CEMENTERIO - 1449,4 a 1459,5 | TY... | NULL | Paso Loro Cuarto | crítico | En Proceso | 3 |
| 2 | TRAYECTO 1 | PASO NARANJITO MBARACAYA - 1460,0 a 1465,0 | TY... | TY1.jpg | Paso Naranjito,Mbaracayá | difícil | Culminado | 2 |
| 3 | TRAYECTO 6 | PASO VIZCAÍNO - 1415,0 a 1421,0 | TY... | NULL | NULL | NULL | Culminado | 1 |
| 4 | TRAYECTO 8 | PASO CANCHA SANTA LUCIA, CANCHA DORADA Y CARPINCHERO - 1386, 5 a 1395,0 | TY... | NULL | Paso Carpinchero, Dorada | NULL | Culminado | 1 |
| 5 | TRAYECTO 9 | PASO ENTRE R_OS - 1363,0 a 1373,5 | TY... | NULL | Paso Entre Ríos | difícil | Culminado | 2 |
| 6 | TRAYECTO 3 | PASO PUNTA aARO - 1439,5 a 1448,5 | TY... | NULL | NULL | difícil | NULL | 2 |
| 7 | TRAYECTO 4 | PASO ZANGARA - 1434,0 a 1438,2 | TY... | NULL | NULL | difícil | NULL | 2 |
| 8 | TRAYECTO 5 | PASO PUNTA MERCEDES-1423,1 a 1426,2 | TY... | NULL | NULL | NULL | NULL | 1 |
| 9 | TRAYECTO 7 | PASO LAS PALMAS Y PASO KUR4 - SAN PABLO - 1402,5 a 1407,0 | TY... | NULL | NULL | NULL | NULL | 1 |
| 10 | TRAYECTO 10 | PASO SANTA ISABEL - 1352,2 a 1363,8 | TY... | NULL | NULL | NULL | NULL | 1 |
| 11 | TRAYECTO 11 | PASO CERRITO - 1339,4 a 1346,1 | TY... | NULL | NULL | NULL | NULL | 1 |
| 12 | TRAYECTO 12 | PASO TUYUTI- 1327,8 a 1334,8 | TY... | NULL | NULL | NULL | NULL | 1 |
| 13 | TRAYECTO 13 | PASO ABRA - 1321,0 a 1326,0 | TY... | NULL | NULL | NULL | NULL | 1 |
| 14 | TRAYECTO 14 | PASO YRIBU CUA - 1307,0 a 1312,0 | TY... | NULL | NULL | difícil | NULL | 2 |
| 15 | TRAYECTO 15 | PASO PALMIRA - 1292,4 a 1301,5 | TY... | NULL | NULL | NULL | NULL | 1 |
| 16 | TRAYECTO 16 | PASO ISLA VERDE - 1281,5 a 1286,8 | TY... | NULL | NULL | difícil | NULL | 2 |
| 17 | TRAYECTO 17 | PASO CAA VERA ? ITATI - 1267,5 a 1281,5 | TY... | NULL | NULL | difícil | NULL | 2 |
| 18 | TRAYECTO 18 | PASO CARAYACITO - CAMBA ACA - 1248,0 a 1258,3 | TY... | NULL | Paso Carayacito | crítico | NULL | 3 |

# Visualización:
# Condiciones de los Pasos Críticos [TRAYECTOS]



Muchas gracias.

comip.org.ar
comip.org.py