UNIVERSIDAD NACIONAL DE ROSARIO
Facultad de Ciencias Exactas, Ingeniería y Agrimensura

Aprovechamiento del Sistema Hidrográfico Carcarañá - Tercero como Vía Fluvial Navegable

Dr. Ing. Pedro Abel Basile
Departamento de Hidráulica
Escuela de Ingeniería Civil

Aprovechamiento del Sistema Hidrográfico Carcarañá-Tercero como Vía Fluvial Navegable

RESUMEN DE CONTENIDOS

- Introducción
- Objetivos
- Antecedentes
- Descripción Zona de Estudio
- Capacidad Máxima del Proyecto
- Prediseño Vía Fluvial y Sistema de Transporte
- Análisis de Viabilidad Operativa de Alternativas
- Análisis Económico de Alternativas
- Conclusiones

Introducción

Marco de referencia

Convenio específico Nº 4496 entre Ministerio de Aguas, Servicios Públicos y Medio Ambiente (MASPyMA) de la Provincia de Santa Fe y la Facultad de Cs. Exactas, Ingeniería y Agrimensura (FCEIA), UNR.

ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD PARA EL APROVECHAMIENTO DEL RÍO CARCARAÑÁ COMO RUTA FLUVIAL NAVEGABLE

INFORME FINAL

EQUIPO DE TRABAJO

DEPARTAMENTO DE HIDRÁULICA

Director de Convenio
Dr. Ing. Civil Pedro Abel Basile

Área Hidrología, Hidráulica Fluvial y Obras Hidráulicas
Dr. Ing. Civil Gerardo Riccardi
Dr. Ing. Civil Erik Zimmermann
Dr. Ing. Civil Hernán Stenta

Área Ambiental
Msc. Adelma Mancinelli
Msc. Omar Vasallo

Becarios
Sr. Pablo Bussi
Sr. Pablo Mangiameli

INSTITUTO DE ESTUDIOS DE TRANSPORTE

Coordinadora
Dra. Alicia Picco

Área de Análisis Económicos
Lic. Alfredo Sesé
Lic. Guido Boggiano
Lic. María Florencia Alvarez Picco
Dra. Marina Marsili

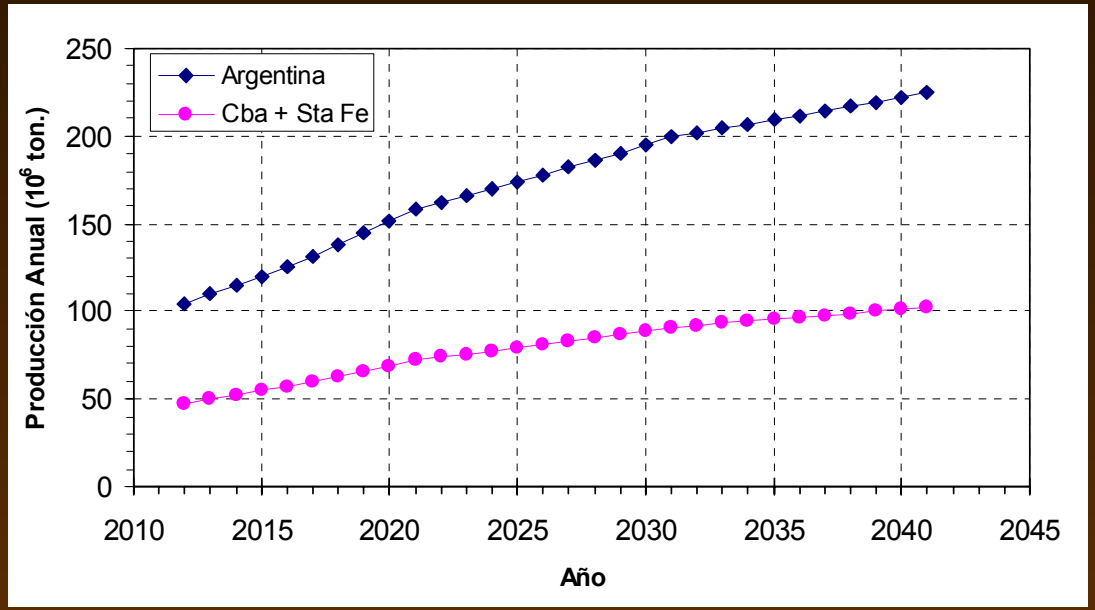
Área Puertos y Vías Navegables
Ing. Roberto Higa
Ing. Pedro Manno
Ing. Damián Álvarez

Becario
Sr. Luciano Lopez

Facultad de Ciencias Exactas, Ingeniería y Agrimensura
UNIVERSIDAD NACIONAL DE ROSARIO

Introducción_cont.

Estimación de la evolución de la producción total anual de granos en la República Argentina (2011 - 2041)



Elaboración sobre la base del "Plan Estratégico Agroalimentario y Agroindustrial Participativo y Federal 2010-2020" (Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca de la Nación):

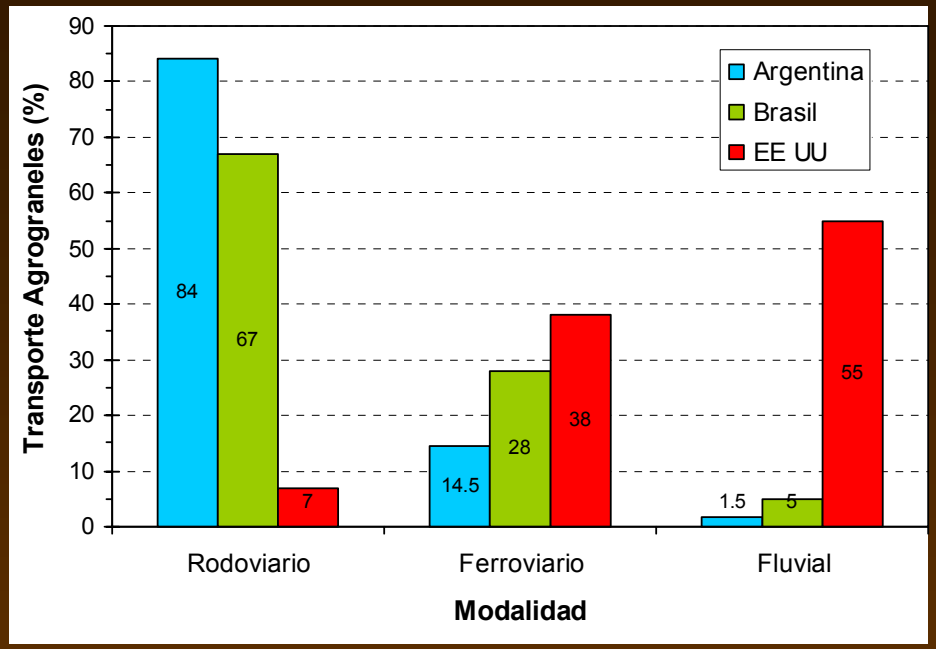
- Línea base año 2010: 100 millones de toneladas
- Meta año 2020: 157 millones de toneladas

- 2020-21 a 2030-31: crecimiento 2.4 % anual (50% disminución respecto década anterior)
- 2030-31 a 2040-41: crecimiento 1.2 % anual (idem)

- Disminución: menor posibilidad de incorporar nuevas tierras para siembra,
- Aumento: incorporación de nuevos desarrollos tecnológicos.

Introducción_cont.

Transporte de agrograneles en Argentina, Brasil y EE.UU (particip. por modalidad).



Costo normaliz. (con Fluv.): 5 2 1 (BCR, 2013)

Argentina (Nardi y Davis, 2007):

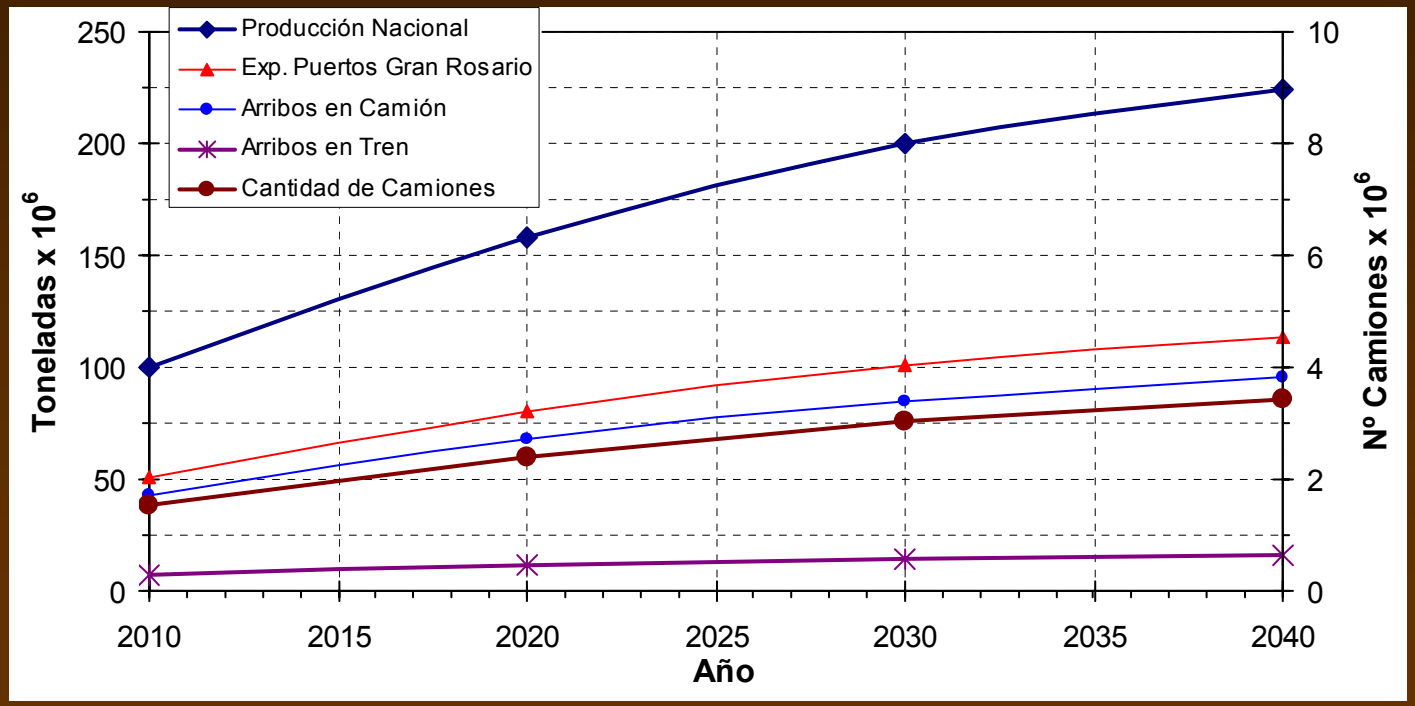
- **28 t / camión**
- **35 a 45 t / vagón → 30 a 70 vagones / formación = 1050 a 3150 t / formación**
- **1500 t / barcaza → 16 barcazas (convoy 4x4) = 24000 t / convoy**

barcazas tipo "Mississippi" : B=10.6 m, L=60 m, T=3 m

Introducción_cont.

Incidencia sobre el Frente Portuario del Gran Rosario (Timbúes – Aº Seco)

(Toneladas)	2010/11	2020/21	2030/31	2040/41
Producción anual del país	100,000,000	158,295,000	199,685,000	224,428,000
Exportación (78%)	78,000,000	123,470,100	155,754,300	175,053,840
Ptos Gran Rosario (65 %)	50,700,000	80,255,565	101,240,295	113,784,996
Arribos Camión (84%)	42,588,000	67,414,675	85,041,848	95,579,397
Arribos Tren (14.5%)	7,351,500	11,637,057	14,679,843	16,498,824
Arribos Barcaza (1.5%)	760,500	1,203,833	1,518,604	1,706,775
Nº de camiones (c/u 28 t)	1,521,000	2,407,667	3,037,209	3,413,550

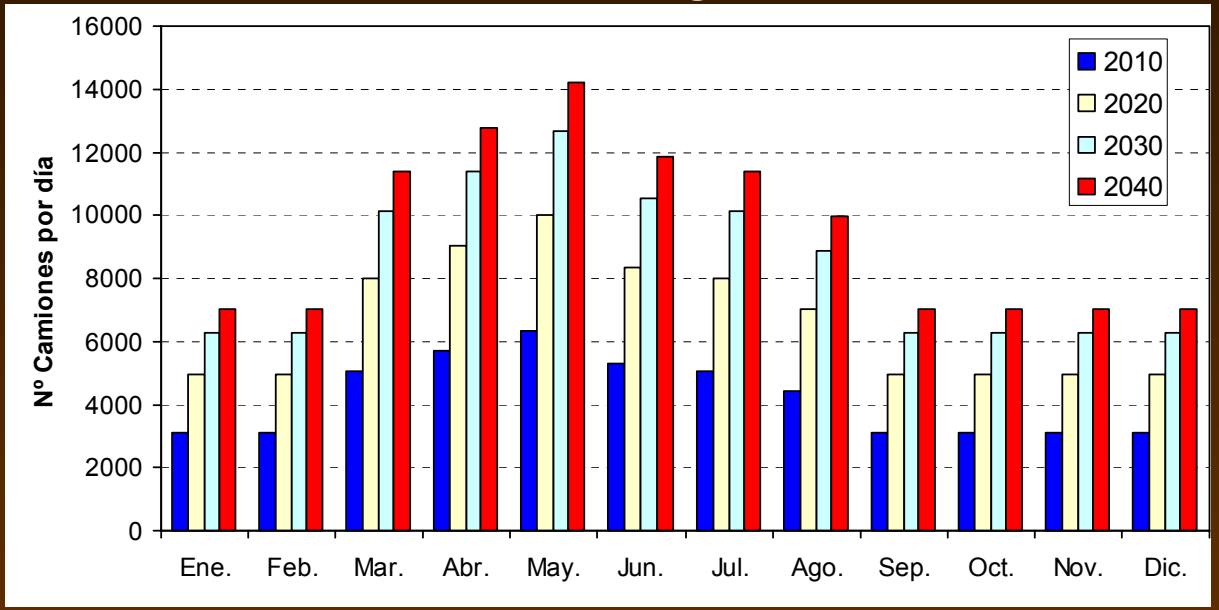


Elaboración sobre la base del "Plan Estratégico Agroalimentario y Agroindustrial Participativo y Federal 2010-2020". Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca de la Nación.

Introducción_cont.

Incidencia sobre el Frente Portuario del Gran Rosario (Timbúes – Aº Seco)_cont.

Arribo de camiones por día según los meses del año

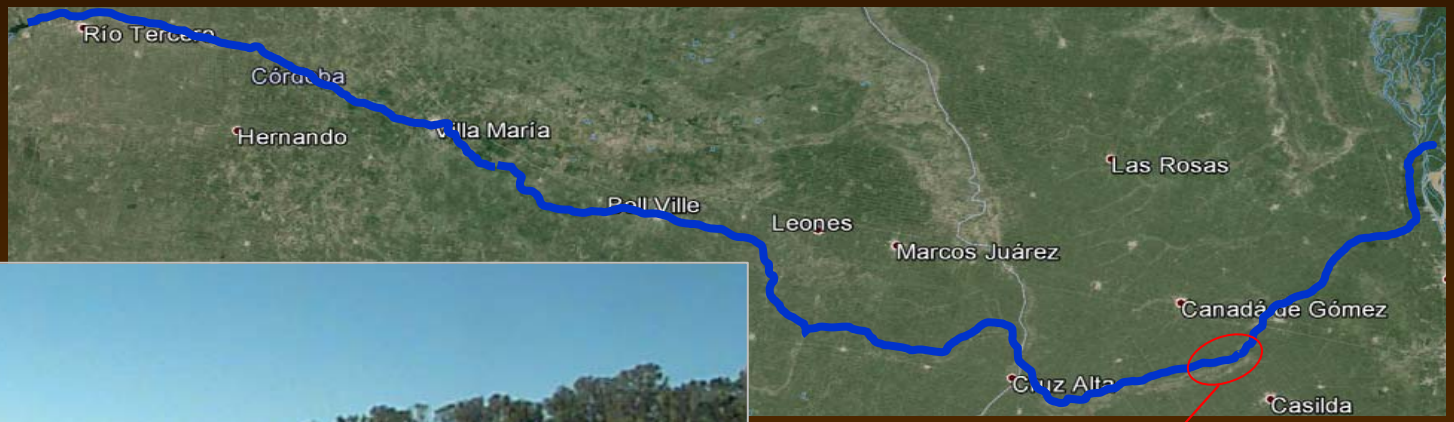


Capacidad de respuesta del sistema vial se verá ampliamente superada

- Congestión de rutas y accesos a zonas de descarga,
- Dificultades para el mantenimiento de las redes viales,
- Accidentes viales (actualmente involucra % imp. vehículos p/ transporte de carga)
- Contaminación atmosférica (efecto invernadero, salud, ruido), hídrica (cuerpo receptores), etc.
- Incremento gasto combustibles (2013-14: 1900 x 10^6 l de gasoil (12% consumo total del país)),
- Límites concretos al crecimiento económico (costo de transporte)

Objetivo

Ejecución de estudio de prefactibilidad para definir en correspondencia del sistema de ríos Carcarañá - Tercero una vía fluvial comercialmente navegable.



Antecedentes

García, Pedro A. (1836). *Memoria sobre la Navegación del Tercero y otros Ríos que Confluyen al Paraná*. 1ª Ed., Bs. As., Imprenta del Estado.

MEMORIA

SOBRE LA

NAVEGACION DEL TERCERO

Y

OTROS RIOS QUE CONFLUYEN AL

PARANA.

POR

D. PEDRO ANDRES GARCIA.

Primera Edicion.

BUENOS-AIRES.

IMPRENTA DEL ESTADO.

1836.

Huergo, Luis A. (1890). *Canal de Navegación de Córdoba al Río Paraná*. Publicación Oficial. Imprenta Biedma, 201 p.

CANAL DE NAVEGACION

DE

CÓRDOBA AL RIO PARANÁ

INFORME

DE

LUIS A. HUERGO

PUBLICACION OFICIAL

BUENOS AIRES

Imprenta de Martin Biedma, Bolivar 535.

1890

Breve descripción de la zona de estudio

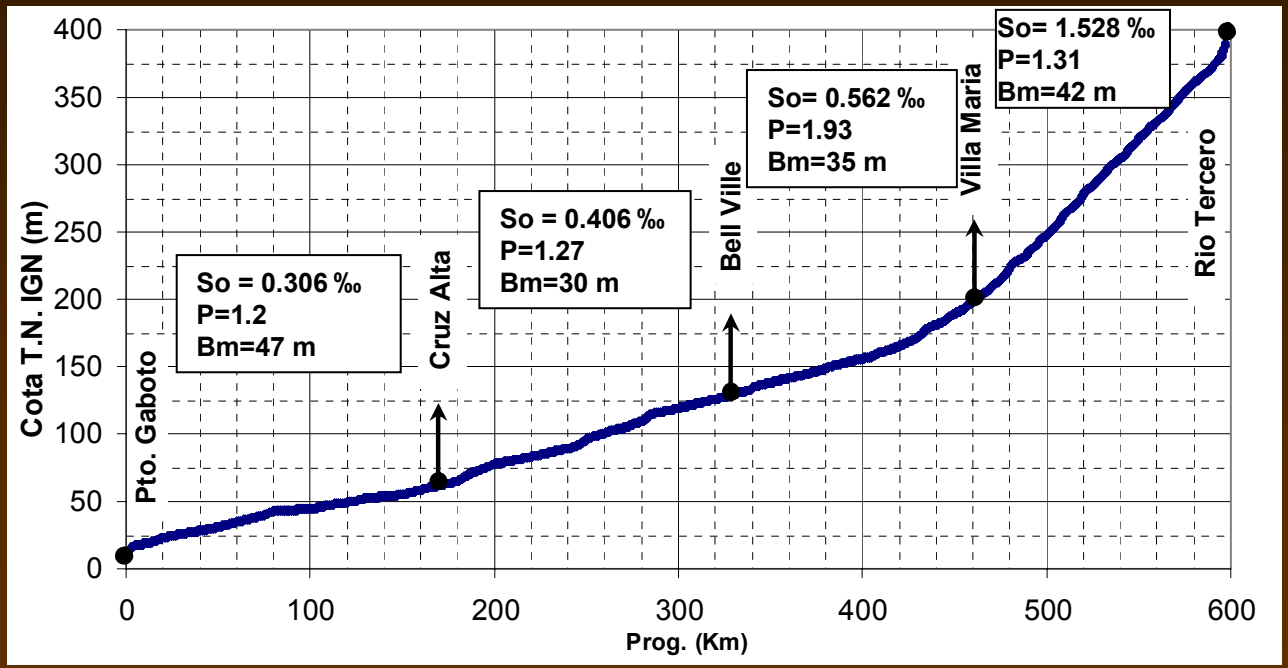
Longitud total del Sistema Carcarañá-Tercero ≈ 600 km (170 km en Santa Fe y 430 km en Córdoba).

- Longitud del río Carcarañá: 240 km (Desde desembocadura en Río Coronda a confluencia Tercero-Saladillo)
- Longitud río Tercero: 360 km (Desde confluencia Saladillo a Piedras Moras)

Breve descripción de la zona de estudio_cont.

Características morfológicas actuales del sistema fluvial

Perfil longitudinal del Sistema Carcarañá-Tercero (Puerto Gaboto – Río Tercero).



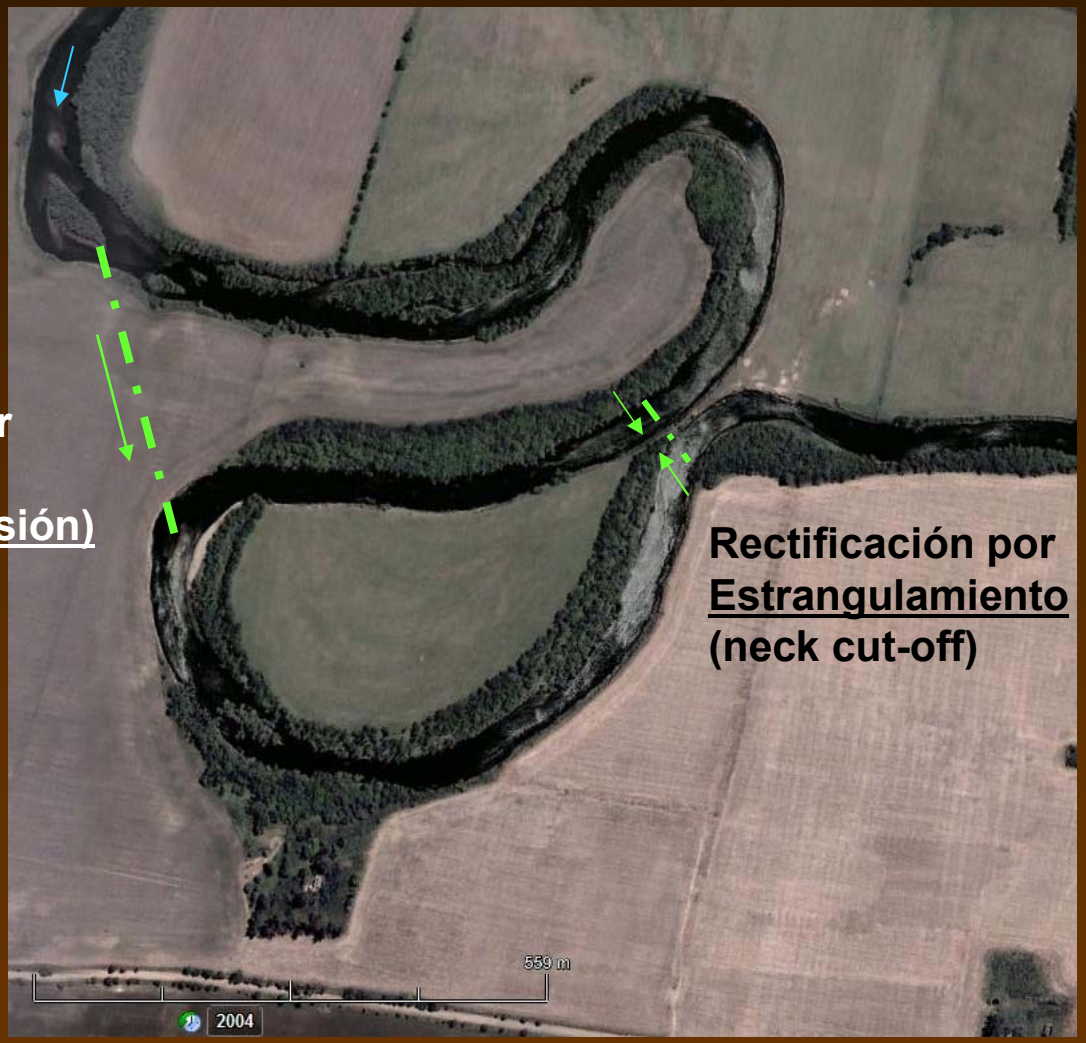
- Anchos medios 30 - 50 m y profundidades bankfull entre 2 - 12 m
- Elevada pendiente (tramo VM-RT, patrón entrelazado)
- Elevada sinuosidad (tramo BV-VM, patrón meándrico)
- Mayoría de curvas con radios, R<100 m

Morfología actual: restricción para la navegación comercial

Breve descripción de la zona de estudio_cont.

Principales mecanismos de Rectificación Natural del río Tercero observados en el tramo BV-VM

Rectificación por <u>Acortamiento:</u>
<u>(desborde e incisión)</u>
(chute cut-off)



Rectificación por <u>Estrangulamiento</u>
(neck cut-off)

Breve descripción de la zona de estudio_cont.

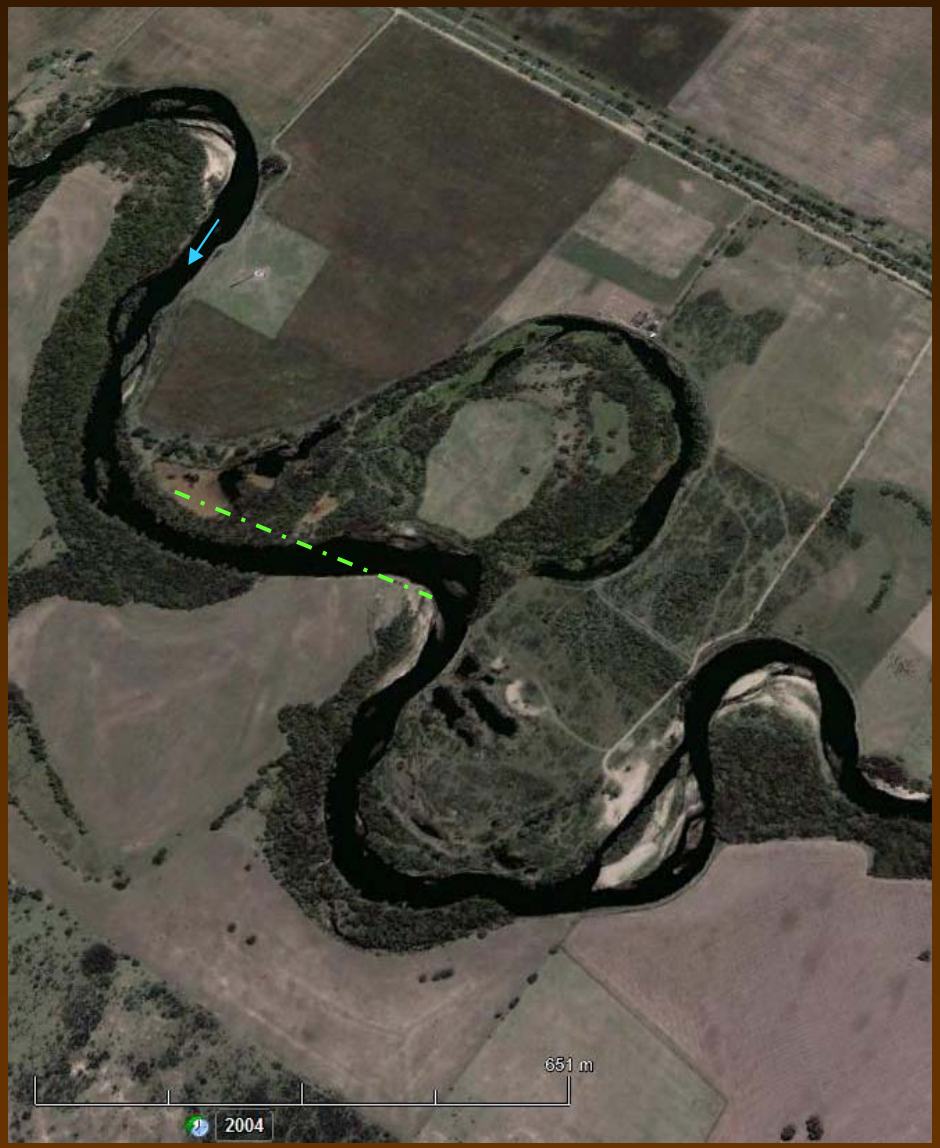
Ejemplos de Rectificación Natural del río Tercero tramo BV-VM

Rectificación por Estrangulamiento (cerca Morrison)

Breve descripción de la zona de estudio_cont.

Ejemplos de rectificación natural del río Tercero tramo BV-VM_cont.

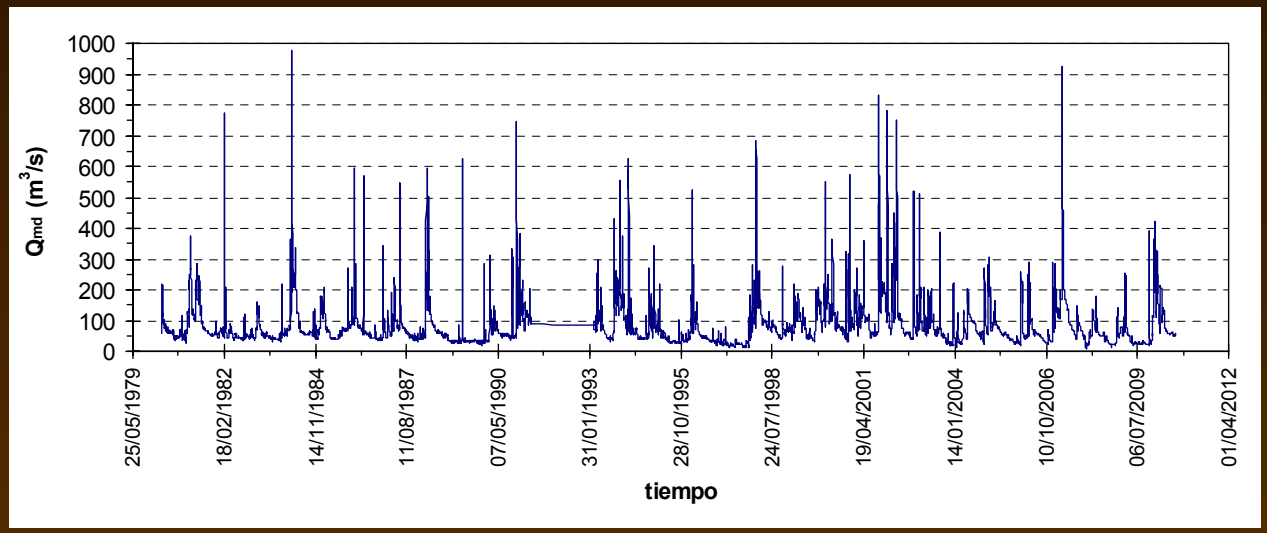
Rectificación por Acortamiento (cerca Ballesteros)



Breve descripción de la zona de estudio_cont.

Características hidrológicas del sistema fluvial

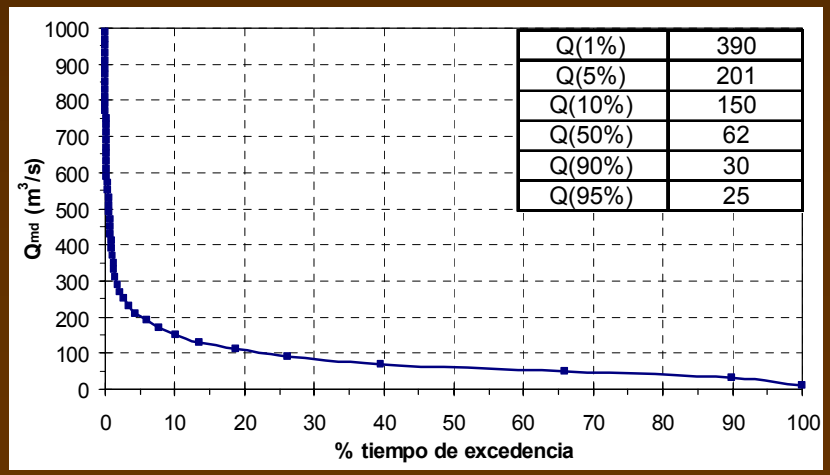
Caudal medio diario Río Carcarañá - Andino (1980-2010)



ND Q	9938
Q máx. (m^3/s)	974.8
Q min. (m^3/s)	10.2
Módulo (m^3/s)	80.7
σQ (m^3/s)	71.9
CIR=Qmáx / Qmin	96

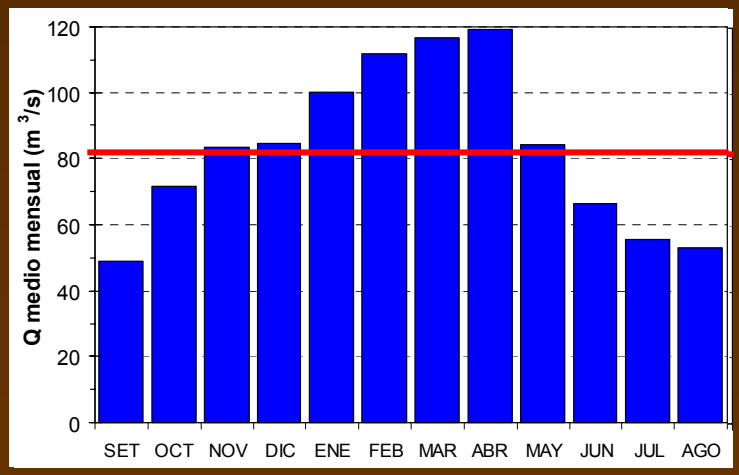
Perenne de alta irregularidad. Crecidas esporádicas con baja permanencia de Q

Curva de duración de Qmd (Permanencia)



Q(1%)	390
Q(5%)	201
Q(10%)	150
Q(50%)	62
Q(90%)	30
Q(95%)	25

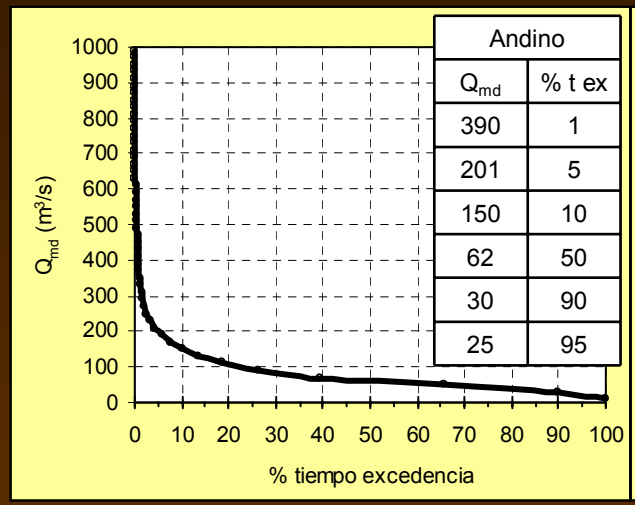
Q medio mensual y Módulo (Estacionalidad)

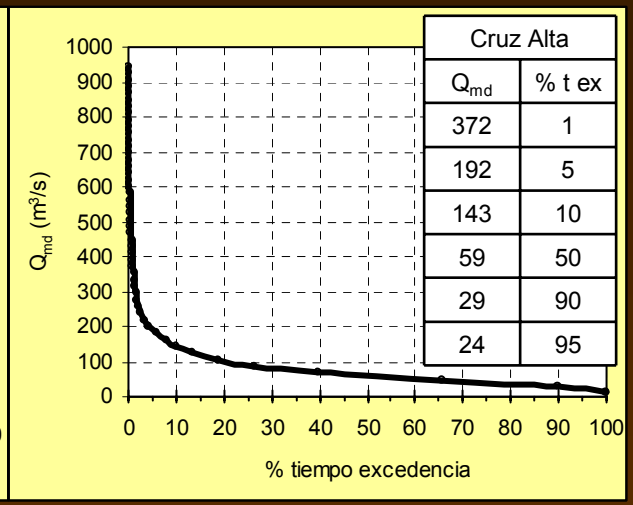


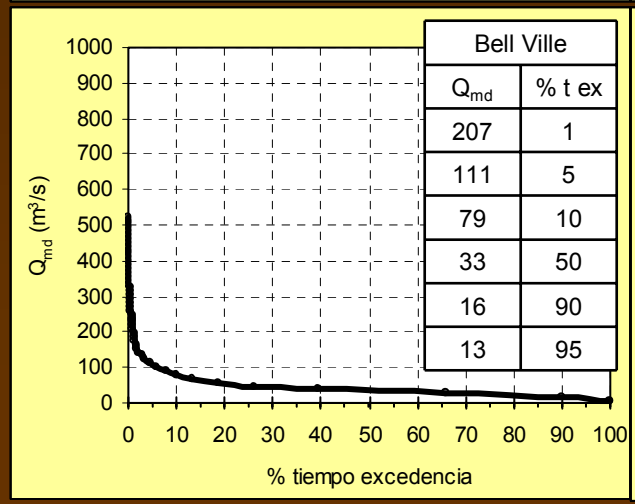
Breve descripción de la zona de estudio_cont.

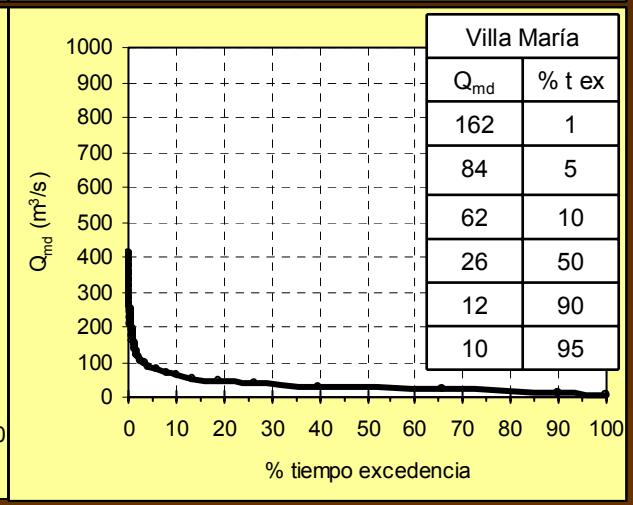
Características hidrológicas del sistema fluvial_cont.

Curvas de duración de caudales









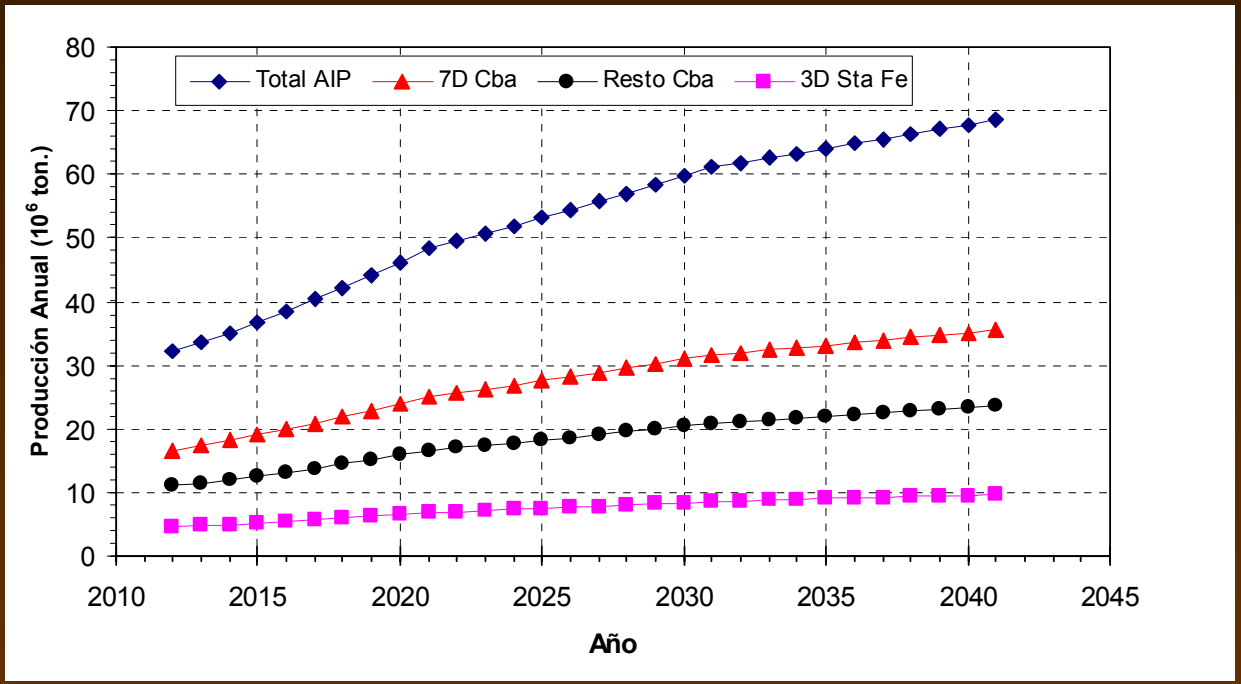
Caudales máximos

Sitio	Q (m^3/s) R=100 años
Andino	1287
Cruz Alta	1227
Bell Ville	682
Villa María	536

Régimen de caudales (y profundidades asociadas): restricción para la navegación continua (durante todo el año).

Capacidad máxima del proyecto

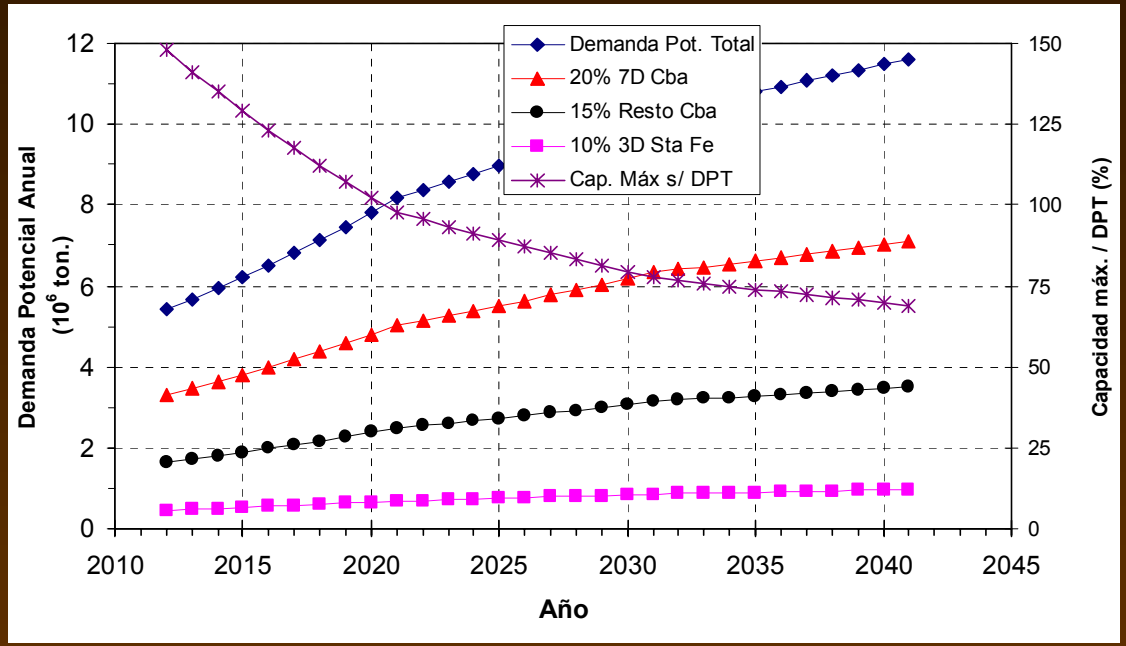
Estimación de la evolución de la producción total anual de granos en el Área de Influencia del Proyecto (2012 - 2041)



Elaboración sobre la base del "Plan Estratégico Agroalimentario y Agroindustrial Participativo y Federal 2010-2020". Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca de la Nación.

Capacidad máxima del proyecto_cont.

Estimación de la evolución de la Demanda Potencial Total anual del proyecto período (2012 - 2041).



* Demanda Potencial Total

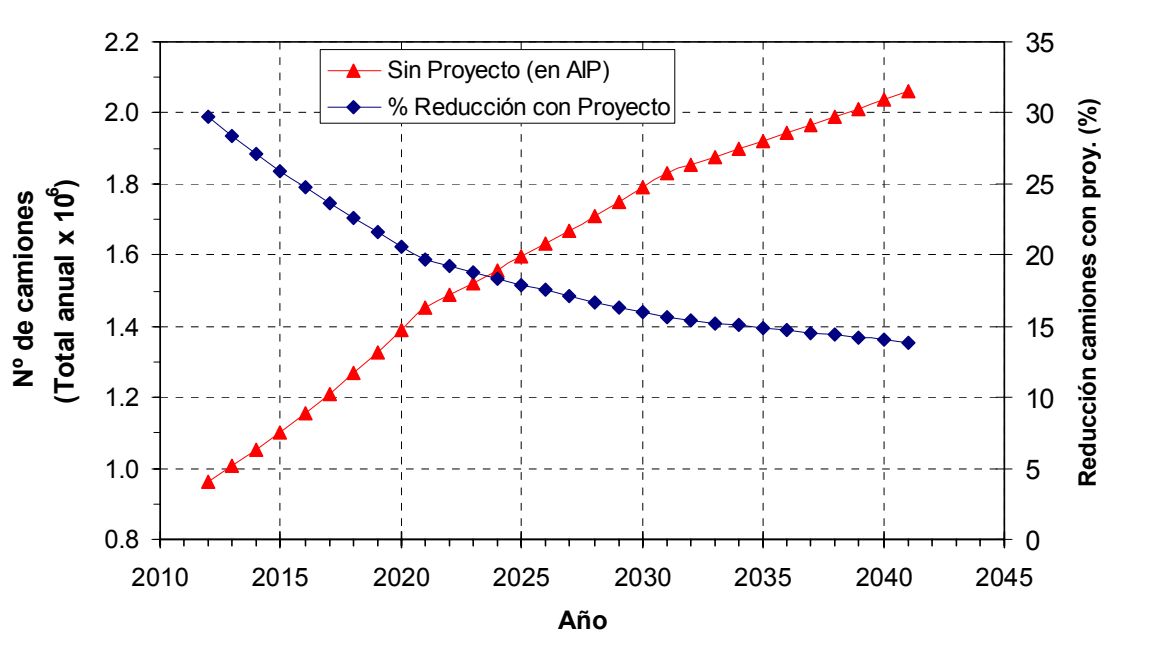
- 20% de la producción de los departamentos de Calamuchita, San Martín, Juárez Celman, Marcos Juárez, Río Cuarto, Tercero Arriba y Unión (Provincia de Córdoba),
- 15% de la producción del resto de los departamentos (Provincia de Córdoba),
- 10% de los departamentos Belgrano, Caseros e Iriondo (Provincia de Santa Fe).

* Capacidad máx. del proyecto

- 8,000,000 de toneladas (carga máx. transportada anualmente).

Capacidad máxima del proyecto_cont.

Evolución de la cantidad anual de camiones necesarios para transportar el 84% de la DPT en Area de Influencia del Proyecto



* Capacidad máx. del proyecto :
8,000,000 de toneladas (carga máx. transportada anualmente).

286 mil camiones menos al año !!

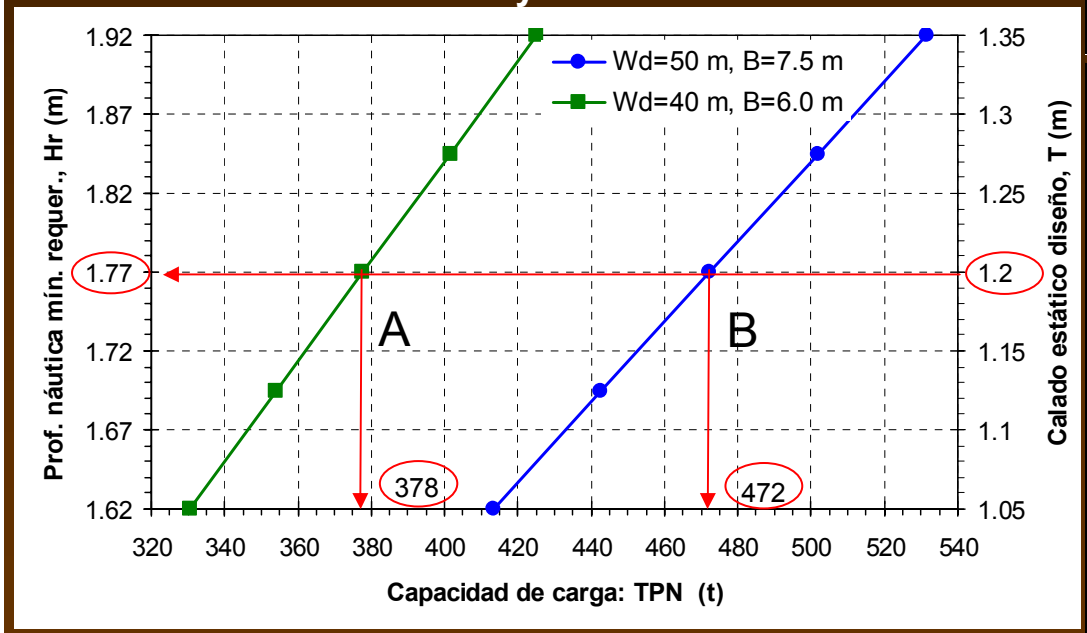
Prediseño Vía Fluvial y Sistema de Transporte

Criterio básico adoptado: mantener ancho promedio característico del río (40 m / 50 m)

Barcazas propulsadas por empuje:
(Manga B=6 m / 7.5 m y Eslora Lb=30 m, T/P=0.75)

Alternativas A y B

Via fluvial 2 carriles: Convoy 2x1



DIMENSIONES BARCAZAS Y CONFIGURACION CONVOY	Carcaraña / 3°
Manga, B (m)	6
Eslora, Lb (m)	30
Puntal, P (m)	1.600
Calado de diseño estático, T (m)	1.200
Francobordo, Fb (m)	0.4
Eslora del remolcador por empuje, Lr (m)	12
Config. convoy: Nº de barcazas en ancho	1
Config. convoy: Nº de Barcazas en long.	2
Eslora del arreglo de barcazas, (m)	60
Eslora total, Lt (m)	72
Manga total, Bt (m)	6
Capacidad de carga por barcaza y del convoy	
Desplazamiento barcaza (t)	27
Toneladas de porte bruto barcaza (Dead Weight Tonnage) (t)	216
TPB Convoy de barcazas	432
TPN Convoy de barcazas	377.8
Nº equivalente de camiones	14.0
Ancho requerido	USACE (2001)
Ancho carril de maniobra W1 (m)	10.8
Ancho carril de maniobra W2 (m)	10.8
Separación entre carriles (ship clearance: WS (m)	6
Separación carril 1 y MD (bank clearance: WMD) (m)	6
Separación carril 2 y MI (bank clearance: WMI) (m)	6
Ancho requerido del canal WT (m)	39.6
Ancho de diseño Wd (m)	40
Profundidad náutica requerida	
Velocidad convoy (nudos)	6.5
Velocidad convoy (km/h)	12.0
Vc (m/s)	3.3
Nº Froude	0.803
Coef. Bloque (Cb)	0.900
S=As/Ach (Blockage factor)	0.11
Squat (m) (Barras, 1981 in USACE, 2006)	0.37
Mínimo margen de seguridad entre quilla y fondo (m)	0.2
Revancha bruta bajo quilla, Rbbq (m)	0.57
Prof. náutica requerida 1 (m) (H = T + Rbbq)	1.768
Prof. náutica requerida 2 (m) (Relacion H/T =1.35)	1.620

USACE (1980) *Layout and Design of Shallow-Draft Waterways* Engineer Manual 1110-2-1611

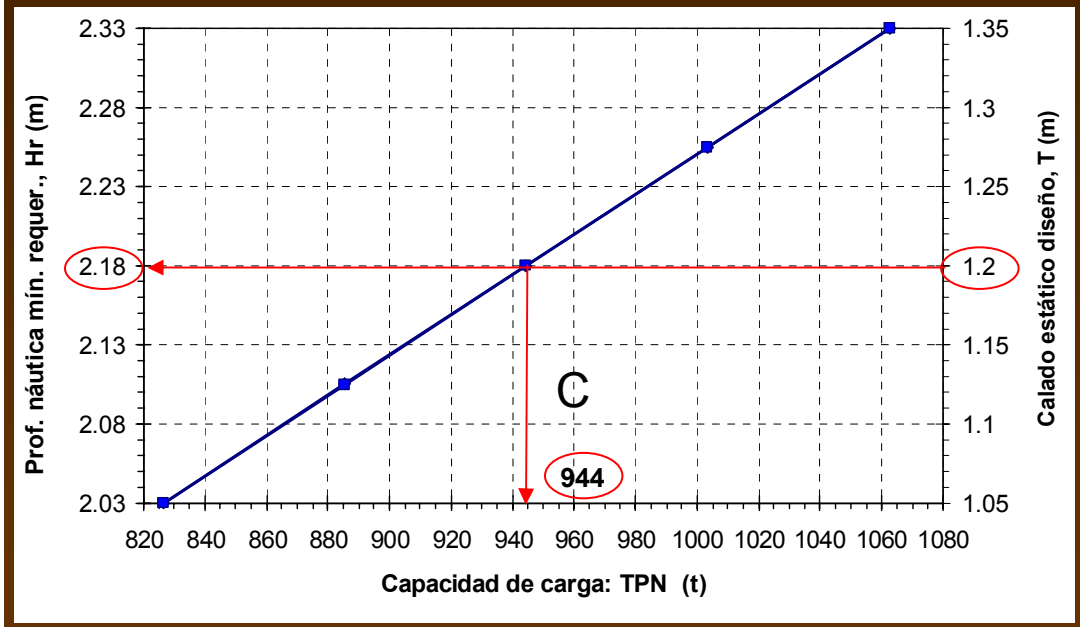
Prediseño Vía Fluvial y Sistema de Transporte_cont.

Criterio básico adoptado: mantener ancho promedio característico del río (40 m / 50 m)

Barcazas propulsadas por empuje:
(Manga B=7.5 y Eslora Lb=30 m, T/P=0.75)

Alternativa C

Via fluvial 1 carril: Convoy 2x2



DIMENSIONES BARCAZAS Y CONFIGURACION DEL CONVOY	Carcarañá
Manga, B (m)	7.5
Eslora, Lb (m)	30
Puntal, P (m)	1.6
Calado de diseño estático, T (m)	1.200
Francobordo, Fb (m)	0.4
Eslora del remolcador por empuje, Lr (m)	12
Config. convoy: Nº de barcazas en ancho	2
Config. convoy: Nº de Barcazas en long.	2
Eslora del arreglo de barcazas, (m)	60
Eslora total, Lt (m)	72
Manga total, Bt (m)	15
Capacidad de carga por barcaza y del convoy	
Desplazamiento barcaza (t)	33.89
Toneladas de porte bruto barcaza (Dead Weight Tonnage) (t)	270
TPB Convoy de barcazas	1080
TPN Convoy de barcazas	944.440
Nº equivalente de camiones	34.0

Ancho requerido	USACE (1980)
Ancho carril W1	15
Separación barcaza y MD (bank clearance: WMD)	12.2
Separación barcaza y MI (bank clearance WMI)	12.2
Ancho requerido del canal WT (m)	39.4
Ancho de diseño Wd (m)	40
Profundidad náutica requerida	
Velocidad convoy (nudos)	6.5
Velocidad convoy (km/h)	12.0
Vc (m/s)	3.3
Nº Froude	0.723
Coef. Bloque (Cb)	0.900
S=As/Ach (Blockage factor)	0.28
Squat (m) (Barras, 1981 in USACE, 2006)	0.78
Mínimo margen de seguridad entre quilla y fondo (m)	0.2
Revancha bruta bajo quilla, Rbbq (m)	0.98
Prof. náutica requerida 1 (m) (H = T + Rbbq)	2.179
Prof. náutica requerida 2 (m) (Relacion H/T =1.35)	1.620

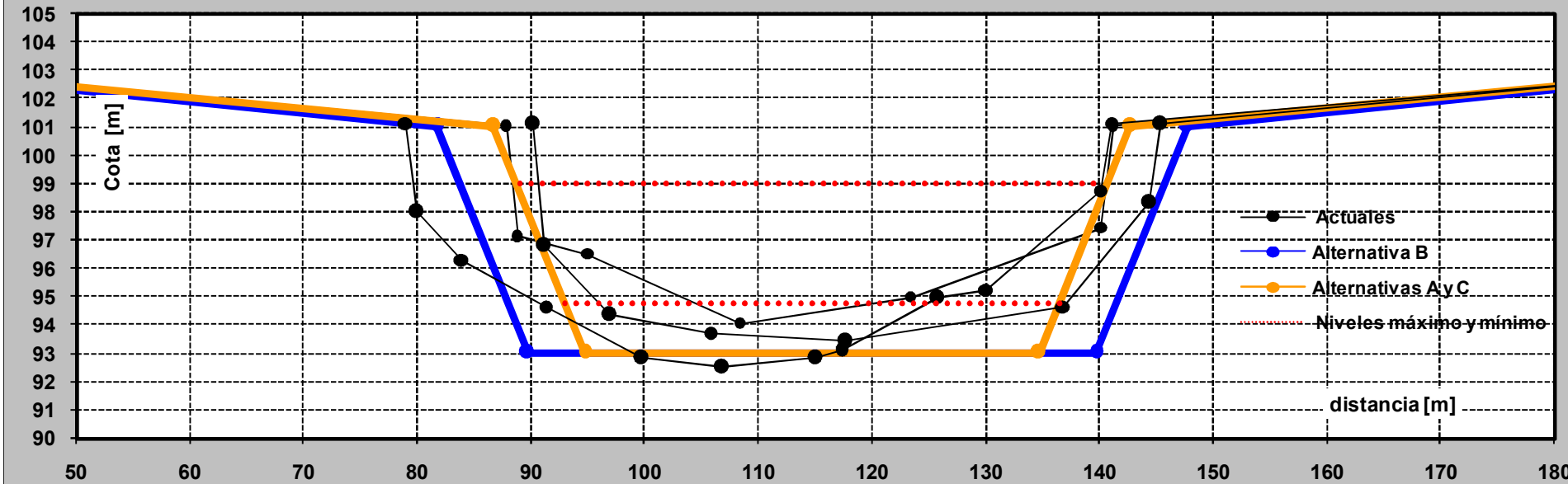
USACE (1980) *Layout and Design of Shallow-Draft Waterways* Engineer Manual 1110-2-1611

Prediseño Vía Fluvial y Sistema de Transporte_cont.

Síntesis de alternativas de proyecto evaluadas

	ALTERNATIVA		
VARIABLE	A	B	C
Nº de carriles	2	2	1
Base fondo canal, Wd (m)	40	50	40
Manga y Eslora barcaza, B x Lb (m)	6 x 30	7.5 x 30	7.5 x 30
Eslora empujador, Le (m)	12	12	12
Prof. náutica mín. requerida, hnr (m)	1.77	1.77	2.18
Factor de bloqueo, Fb	10	10	10
Configuración convoy	2 x 1	2 x 1	2 x 2
Manga y Eslora convoy, Bc x Lc(m)	6 x 72	7.5 x 72	15 x 72
Capacidad de carga convoy (TPN) (t)	377.8	472.2	944.4
Radio curva mín., Rc (m)	300	300	300
Sobreancho máx. en curva (p/Rc min), ΔWc (m)	23	16	12
Longitud de transiciones (m): Ltr / ΔWc = 10:1	230	160	120

Sección Transversal de Proyecto Profundidad: 8.00 m



Prediseño Vía Fluvial y Sistema de Transporte_cont.

Definición de la planimetría del cauce fluvial de proyecto

Criterios predominantes considerados en el prediseño fueron:

a) Utilizar los anchos en tramos rectos, radios de curva, sobreanchos en curva, longitud de transiciones, etc., impuestos desde condiciones de navegabilidad de los convoyes de diseño emergentes de las alternativas A, B y C

b) Superponer en la mayor medida posible la traza del nuevo cauce con el cauce existente;

c) Desviar la vía de navegación cuando el cauce es lindante a ciudades, infraestructura urbana y sitios recreacionales (balnearios, zonas de pesca, camping) existentes, con el objeto de evitar intervenciones en tramos con usos intensivos del río por parte de la población.

Aprovechamiento del 44% del cauce existente (Wd= 40 m) y del 40% (Wd=50 m)

Características traza cauce fluvial de proyecto

Tramo (Denom.)	Prog. Fin. (km)	Long. (km)	So med. (‰) (-)	I rect. (-)
PG-CA	150.0	150.0	0.36	0.86
CA-BV	269.7	119.7	0.52	0.78
BV-VM	349.5	79.8	1.07	0.60
VM-RT	439.3	89.8	1.65	0.65
		439.3		

Prediseño Vía Fluvial y Sistema de Transporte_cont.

Acciones sobre puentes y localización de puertos

Puentes nuevos: construidos fuera del cauce actual del río como consecuencia del by pass de ciudades y/o centros recreacionales. El puente existente sobre traza original se conserva.

Puentes existentes: Reemplazo de puentes existentes que queden sobre la traza (ancho de diseño del canal supera las luces para las tres alternativas y muchos casos pilas en cauce).

En total se deberán:

- Realizar 22 puentes nuevos
- Reemplazar 29 puentes existentes
- Hay 12 puentes existentes fuera de la nueva traza, los cuales no serán intervenidos.

Se plantean en principio cuatro puertos interiores en proximidades de RT, VM, BV y CA + puerto de transferencia en inmediaciones de PG.

Prediseño Vía Fluvial ….._cont.

Acciones sobre puentes …cont.

Referencias

Puerto	Puerto a Construir
Reemplazar	Puentes actuales que deben ser reemplazados
Nuevo	Puentes a construir sobre la nueva traza
~~Fuera de Traza~~	Puentes que quedan fuera de la nueva traza

PROGRESIVA: Medidas sobre la nueva traza

TAG: localidad cercana, o concesionaria, para referencia

PROGESIVA [m]	N°	DESCRIPCIÓN	TIPO	TAG	CONDICION
6,473	P01		RURAL	Carcaraes	Reemplazar
15,857	P02		RURAL	Oliveros	Reemplazar
	~~P03~~				Fuera de traza
27,089	P03n	Ruta Prov11	VIAL	La Ribera	Nuevo
	~~P04~~				Fuera de traza
27,159	P04n	FFCC	FERROVIARIO	FCGMB (Belgrano SA)	Nuevo
	~~P05~~				Fuera de traza
	~~P06~~				Fuera de traza
28,479	P05n	ATP ROS-SF E	VIAL	La Ribera	Nuevo
	P06n	ATP ROS-SF O	VIAL	La Ribera	Nuevo
33,385	P07	FFCC	FERROVIARIO	FCGBM (NCA)	Reemplazar
	~~P08~~				Fuera de traza
33,524	P08n	Ruta Prov 10	VIAL	Andino	Nuevo
50,249	P09	FFCC	FERROVIARIO	FCGMB (Belgrano Cargas)	Reemplazar
50,287	P10	Ruta Nac 34	VIAL	Lucio V López	Reemplazar
72,294	P11		RURAL	Carcarañá	Reemplazar
	~~P12~~				Fuera de traza
73,260	P12n	FFCC	FERROVIARIO	FCGBM (NCA)	Nuevo
73,936	P13	Ruta Nac 9	VIAL		Reemplazar
76,018	P14	ATPROS-COR	VIAL		Reemplazar
	P15	ATPROS-COR	VIAL		Reemplazar
86,814	P16A	FFCC	FERROVIARIO	Berretta	Reemplazar
91,110	P16	Ruinas	RURAL	Casilda-Cda de Gómez	Reemplazar
106,911	P17	Ruta Nac 178	VIAL		Reemplazar
117,407	P18		RURAL	Arequito	Reemplazar
135,122	P19		RURAL	San José de la Esquina	Reemplazar
147,079	P20		VIAL	Cruz Alta (S)	Reemplazar
147,079		Puerto Cruz Alta			
150,062	P21		VIAL	Cruz Alta (E)	Reemplazar
161,501	P22		RURAL	Cruz Alta (N)	Reemplazar
172,691	P23		RURAL	Colonia 25	Reemplazar
183,934	P24		RURAL	Los Surgentes	Reemplazar
197,640	P25	Ruta Prov 12	VIAL	Inriville (E)	Reemplazar
205,532	P26		RURAL	Inriville (N)	Reemplazar
225,294	P27		RURAL	Monte Buey	Reemplazar
249,789	P28		RURAL	San Marcos (S)	Reemplazar
256,689	P29		RURAL	San Marcos (SO)	Reemplazar
	~~P30~~				Fuera de traza
265,991	P30n		RURAL	Monte Leña	Reemplazar
	~~P31~~				Fuera de traza
	~~P32~~	~~Peatonal~~			Fuera de traza

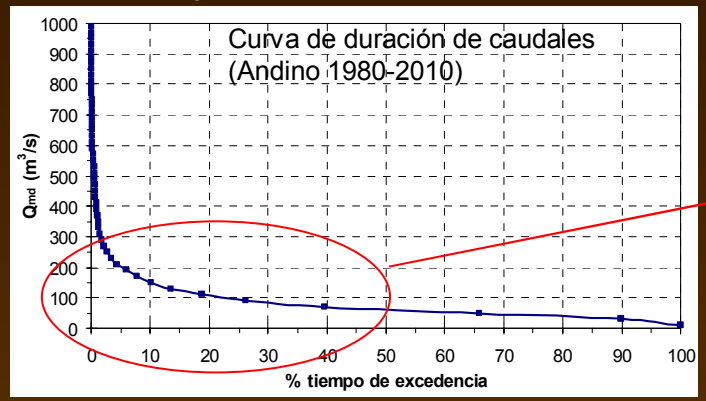
PROGESIVA [m]	N°	DESCRIPCIÓN	TIPO	TAG	CONDICION
	~~P33~~	~~Peatonal~~			Fuera de traza
	~~P34~~				Fuera de traza
	~~P35~~	~~Peatonal~~			Fuera de traza
	~~P36~~	~~RutaS~~			Fuera de traza
	~~P37~~	~~Peatonal~~			Fuera de traza
	~~P38~~				Fuera de traza
	P31n		SECUNDARIO		Nuevo
273,528	P32n	FFCC	FERROVIARIO	FFCC FerroCentral	Nuevo
	P33n		SECUNDARIO		Nuevo
273,982	P34n	Ruta Prov 3	VIAL		Nuevo
278,084		Puerto Bell Ville			
278,800	P35n	Ruta Prov 3	VIAL		Nuevo
	P36n		SECUNDARIO		Nuevo
280,001	P37n		FERROVIARIO	FFCC FerroCentral	Nuevo
	P38n		SECUNDARIO		Nuevo
	~~P39~~				Fuera de traza
293,851	P39n		RURAL	Morrison	Nuevo
	~~P40~~				Fuera de traza
312,498	P40n		RURAL	Ballesteros Sur	Nuevo
	~~P41~~				Fuera de traza
326,724	P41n		RURAL	Ramón J Cajano	Nuevo
	~~P42~~	~~Ruta2~~			Fuera de traza
	~~P43~~				Fuera de traza
	~~P44~~				Fuera de traza
	~~P45~~				Fuera de traza
337,754	P43n	Camino local	VIAL	Villa María S	Nuevo
341,793	P44n	Ruta Prov 4	RURAL	Villa María SE	Nuevo
346,401	P45n	Ruta Prov 2	VIAL	Villa María O	Nuevo
346,419		Puerto Villa María			
	~~P46~~				Fuera de traza
	~~P47~~				Fuera de traza
349,239	P46n	ATP 158 SUR	VIAL	Villa María O	Nuevo
	P47n	ATP 158 NOR	VIAL	Villa María O	Nuevo
391,124	P48	Ruta Prov 10	VIAL	Pampayasta Norte	Reemplazar
416,818	P49		RURAL	Villa.Ascasubi E	Reemplazar
417,868	P50	Ruta Prov 29	VIAL	Villa.Ascasubi O	Reemplazar
431,456	P51		RURAL	Los Potreros	Reemplazar
438,909		Puerto Río Tercero			
	P52		RURAL	Río Tercero	
	P53		RURAL	Río Tercero	
	P54	FFCC	FERROVIARIO	Río Tercero	

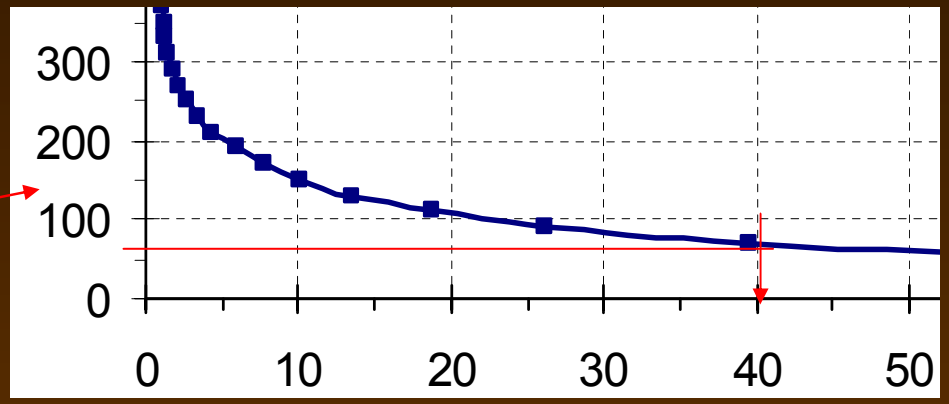
Prediseño Vía Fluvial y Sistema de Transporte_cont.

Análisis de condiciones actuales de permanencia de profundidades p/ navegación

Alternativa A:

Hnr mín.=1.8 m. Sección transversal de proyecto: Wd=40 m, talud 1:2 (H:V), con n = 0.03 y So= 0.00036 m/m (Tramo PG-CA) => el caudal requerido es Q = 66 m^3/s.





tiempo exced. = 40 % => t no exced.= 60 % (219 días al año H < Hnr mín. !!)

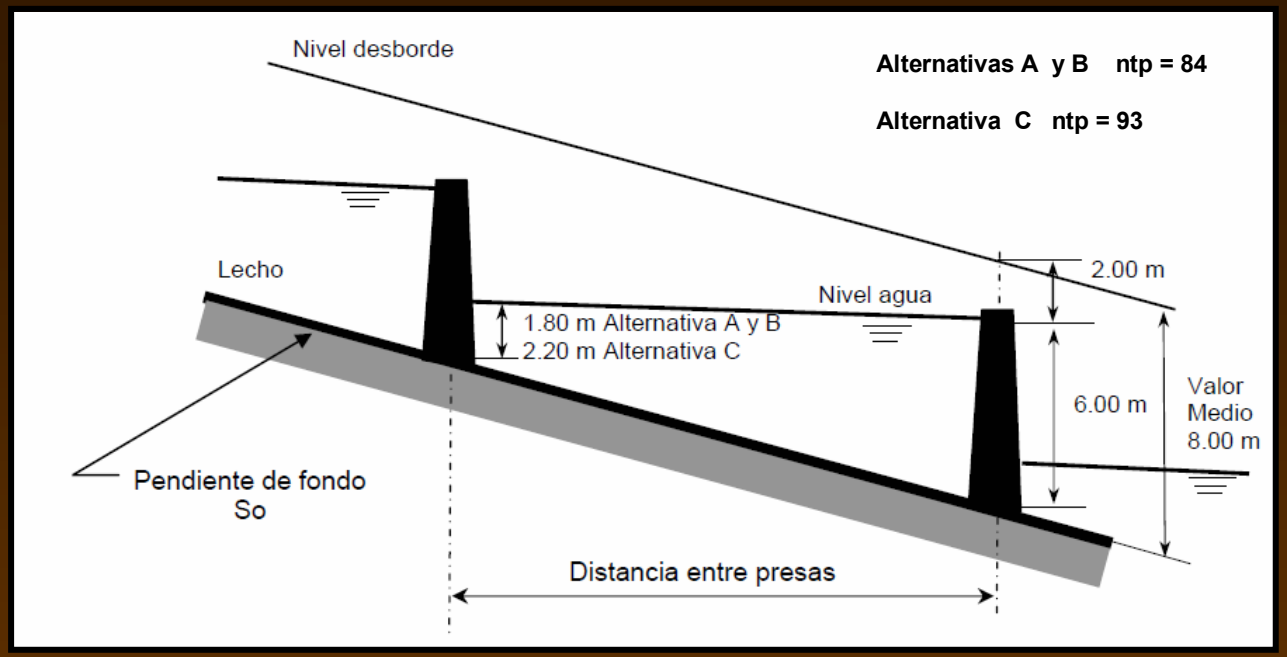
Alternativa B (Hnr=1.8 m y Wd=50 m) => Q=82 m^3/s
Alternativa C (Hnr=2.2 m y Wd=40 m) => Q=91 m^3/s → t no exced. aún mayores.

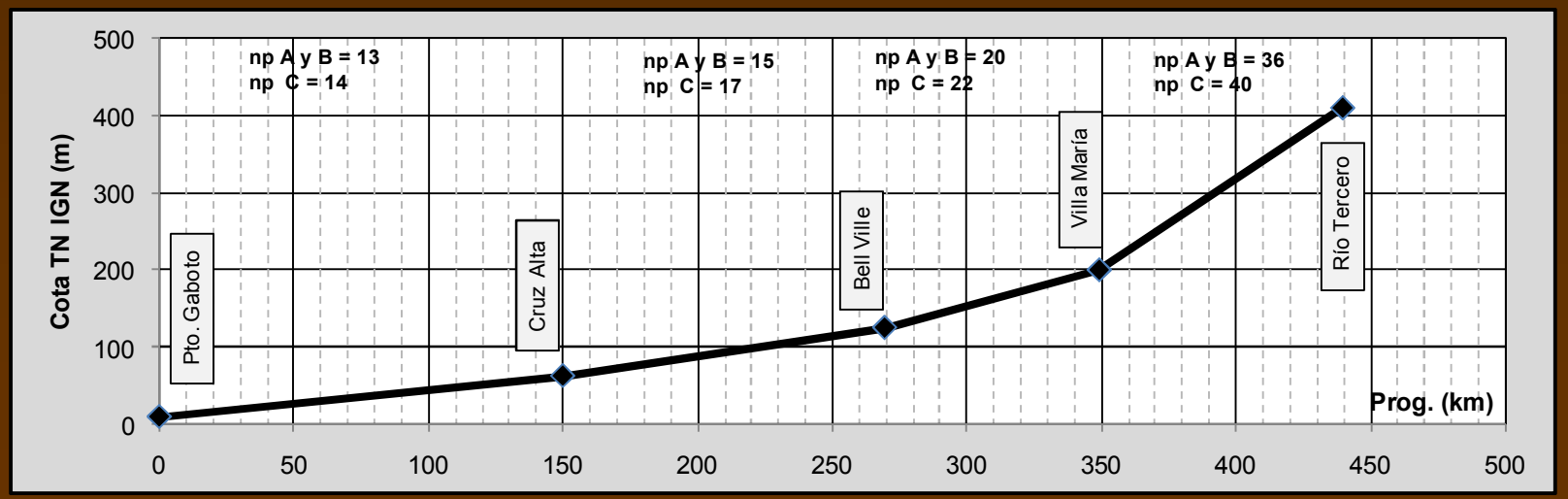
Período sin navegación incompatible con la viabilidad operativa del proyecto.

Para poder garantizar profundidades mínimas requeridas, para la navegación durante todo el año, para las tres Alternativas seleccionadas, se debe recurrir a Sistemas de Presas de Navegación en serie para elevación de niveles.

Prediseño Vía Fluvial y Sistema de Transporte_cont.

Criterios para separación presas consecutivas. Número de presas np





Prediseño Vía Fluvial y Sistema de Transporte_cont.

Presa de Navegación Tramo PG-CA

Criterio para determinación altura de vertedero: No amplificar perfil hidráulico en crecidas extremas → hv = 2 m

Diseño Geométrico-Hidráulico

(i) Perfil Cresta curva
(ii) Descarga
(iii) Disipador de energía

Diseño Estructural

(i) Estabilidad al Vuelco
(ii) Estabilidad al Deslizamiento
(iii) Estabilidad al Levantamiento

Rango de operación PG-CA: 4.5 a 500 m^3/s

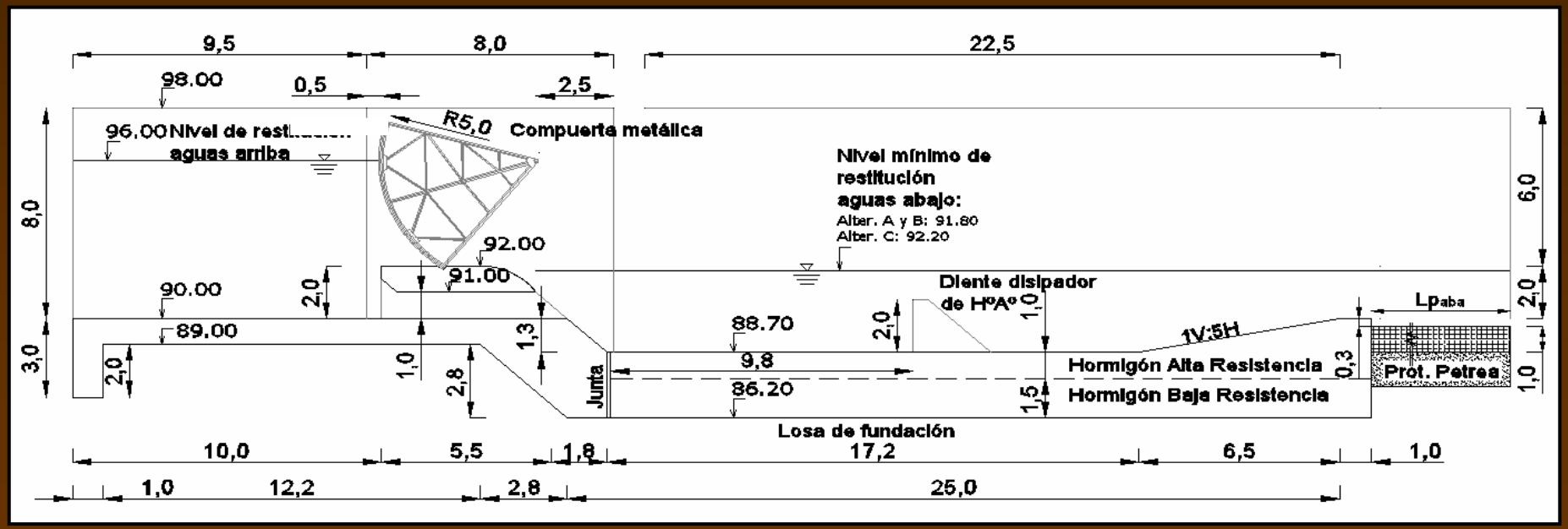
Escenario extraordinario: $Q_{R=100}$ = 1286 m^3/s

hv = 2 m; Hdv= 4.63 m; Lv = 23.6 m (A y C); 31 m (B)

$q_{máx}$ = 31.3 m^2/s (A y C); 25 m^2/s (B)

$V_{1\ máx}$ < 12 m/s

Compuertas radiales R = 5 m



USACE (1987). *Hydraulic Design of Navigation Dams*. Engineer Manual 1110-2-1605

USACE (1995). *Planning and Design of Navigation Dams*. Engineer Manual 1110-2-2607

Prediseño Vía Fluvial.. : Esclusas doble cámara

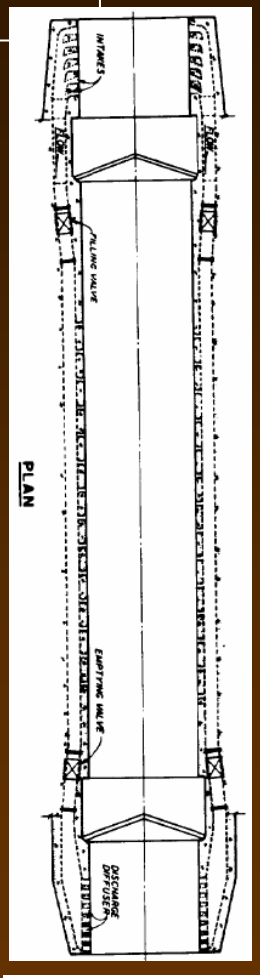
Criterio para el dimensionamiento de esclusas: el convoy de diseño (remolcador y barcazas) ingresa a la esclusa como una unidad (sin dividirse). USACE (1995b)

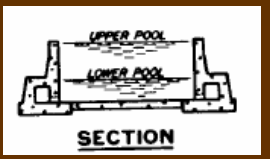
Para tiempos de tránsito a través de una esclusa: criterios USACE (1995a)

- Esclusas de bajo desnivel hidráulico (low-lift), 3 m < ΔH < 9-12 m,
- Con sistema de llenado/vaciado desde puertos laterales (tipo SP, Side-Port).

Tiempo de tránsito a través de una esclusa para cada alternativa

Maniobra / variable	Notación	A	B	C
1) TIEMPO DE ACERCAMIENTO DESDE PUNTO DE ESPERA	Ta (min)	1.85	1.85	1.85
2) TIEMPO PARA ENTRAR EL CONVOY A LA ESCLUSA	Te (min)	1.57	1.57	1.57
3) TIEMPO PARA CERRAR LAS COMPUERTAS	Tcc (min)	1.00	1.00	1.00
4) TIEMPO DE LLENADO / VACIADO DE UNA ESCLUSA				
Eslora del convoy	Lc (m)	72	72	72
Manga del convoy	Bc (m)	6	7.5	15
Longitud de la esclusa (m) = (Eslora convoy + 30 a 50 pies)	Les (m)	85	85	85
Ancho de la esclusa (m) (Manga convoy + 3 a 5 pies)	Bes (m)	7.5	9.0	16.5
Area superficial esclusa	AL (m2)	637.5	765	1402.5
Desnivel hidráulico	ΔH (m)	4.2	4.2	3.8
Sobrellenado (almac. del sistema) (0.3 m - 1 m) not sensitive	df (m)	0.3	0.3	0.3
Nº de válvulas	n	2	2	2
Base intake/outlet manifold	Bm (m)	1.5	1.5	2
Altura intake/outlet manifold	hm (m)	0.5	0.55	0.61
Area intake/outlet manifold	Am (m2)	0.750	0.825	1.220
Coeficiente descarga global esclusa (slow op.: 0.45 - rapid op.:0.9)	CL	0.65	0.65	0.65
Variable Auxiliar	T - Ktv (s)	465	507	590
Coef. de válvula (0.4 - 0.6)	K	0.5	0.5	0.5
Tiempo de apertura total válvulas (s) (rapid: 1 min - slow: 8 min)	tv (s)	180	180	180
Tiempo de llenado/vaciado (s)	T (s)	554.6	596.8	679.8
Tiempo de llenado/vaciado (min) (8 a 10 min en low-lift lock)	T (min)	9.2	9.9	11.3
5) TIEMPO PARA ABRIR LAS COMPUERTAS	Tac (min)	1.00	1.00	1.00
6) TIEMPO DE SALIDA DEL CONVOY DE LA ESCLUSA	Ts (min)	1.57	1.57	1.57
7) TIEMPO DE ALEJAMIENTO DESDE ESCLUSA	Ta (min)	1.85	1.85	1.85
TIEMPO TOTAL	Ttot (min)	**18.07**	**18.78**	**20.16**



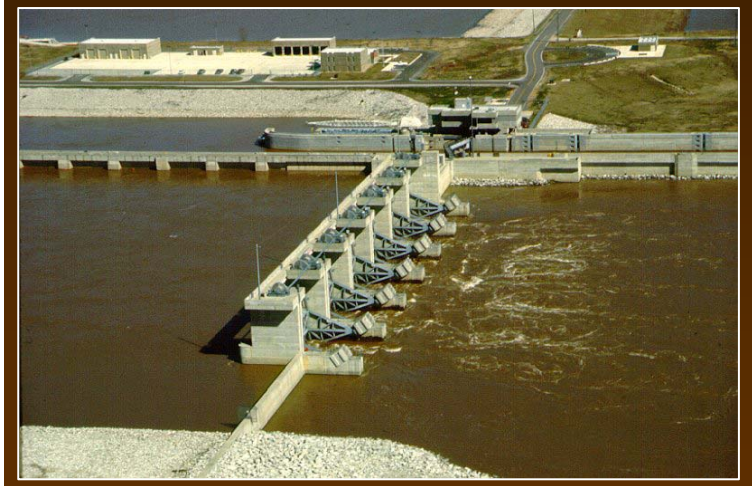


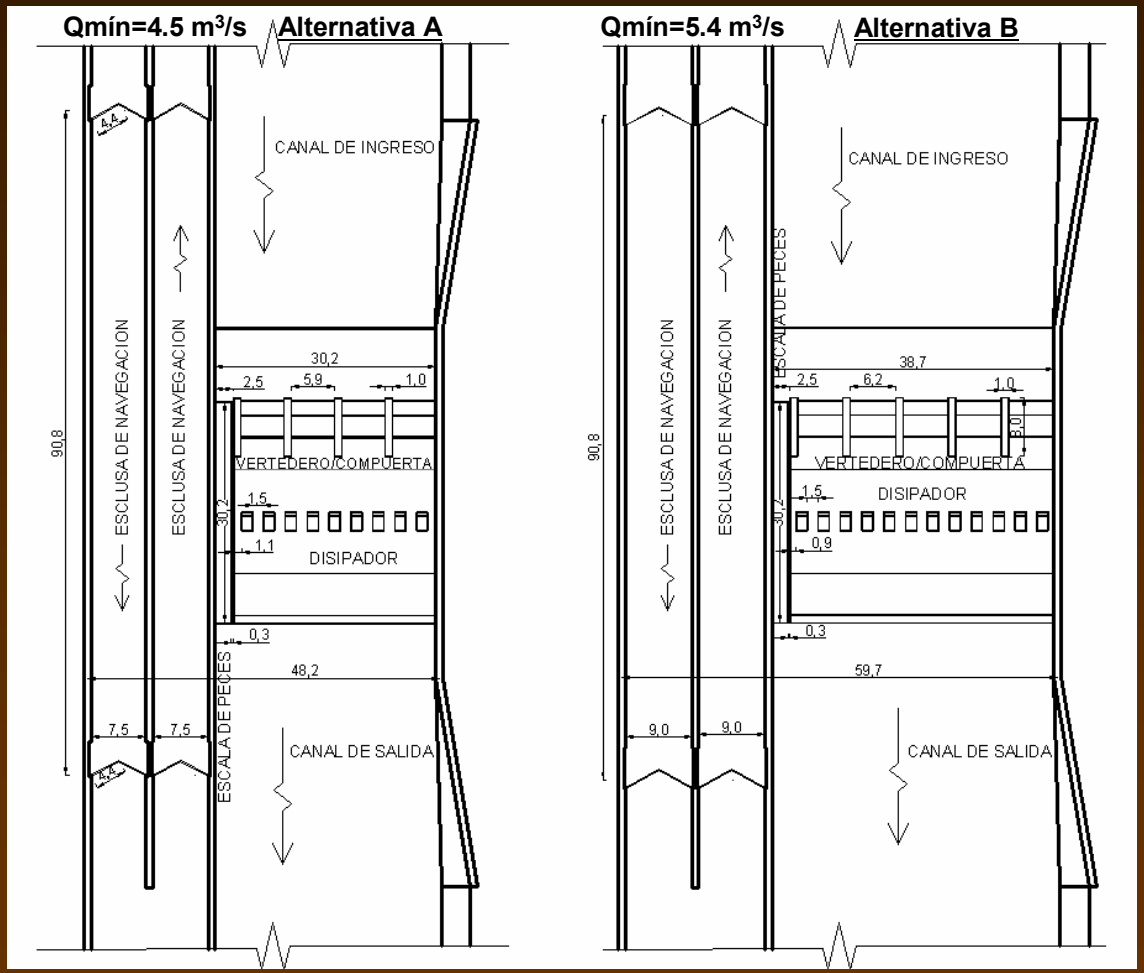
USACE (1995 a). *Hydraulic Design of Navigation Locks*. Engineer Manual 1110-2-1604.

USACE (1995 b). *Planning and Design of Navigation Locks*. Engineer Manual 1110-2-2602

Prediseño Vía Fluvial y Sistema de Transporte_cont.

Detalle de Vertedero-Compuerta, Esclusas y Escala de Peces





Prediseño Vía Fluvial y Sistema de Transporte_cont.

Tiempos con Regulación de Niveles, por tramos del río, estimados con CDQ

Alternativa (Ident.)	Wd (m)	Hnr (m)	Q mínimo requerido (m^3/s)				t no exced. (días)			
			PG-CA	CA-BV	BV-VM	VM-RT	PG-CA	CA-BV	BV-VM	VM-RT
A	40	1.8	66	79	113	140	219	329	357	363
B	50	1.8	82	99	142	176	259	343	360	364
C	40	2.2	91	110	157	195	303	349	361	364

Tiempos sin Regulación de Niveles, por tramos del río, estimados con CDQ

Alternativa (Ident.)	Wd (m)	Hnr (m)	Q mínimo requerido (m^3/s)				t exced. (días)			
			PG-CA	CA-BV	BV-VM	VM-RT	PG-CA	CA-BV	BV-VM	VM-RT
A	40	1.8	66	79	113	140	146	36	8	2
B	50	1.8	82	99	142	176	106	22	5	1
C	40	2.2	91	110	157	195	62	16	4	1

Prediseño Vía Fluvial ... : Tiempos de tránsito

Tiempo de viaje y velocidad real por tramos

Variables	Notación	PG - CA	CA - BV	BV - VM	VM - RT	∑
Long actual tramo	L act. (km)	173.5	153.7	133.1	137.4	597.7
Longitud traza de diseño	L dis. (km)	150.0	119.7	79.8	89.8	439.3
Velocidad de crucero del convoy	Vc (km/h)	12	12	12	12	
Tiempo de viaje sin esclusas	Tvs/e (hs)	12.50	10.0	6.6	7.5	36.6
Tiempo de tránsito por esclusa	Ttot (hs)	0.301	0.301	0.301	0.301	
Nº de esclusas en el tramo	Nes	13	15	20	36	84
Tiempo de tránsito total por esclusas	Ttot es (hs)	3.9	4.5	6.0	10.8	25.3
Tiempo total tramo en horas	T tot tramo (hs)	16.4	14.5	12.7	18.3	61.9
Tiempo total tramo en días	T tot tramo (días)	0.68	0.60	0.53	0.76	2.58
Velocidad real	Vr (km/h)	9.14	8.26	6.30	4.90	

Alternativa A

Variables	Notación	PG - CA	CA - BV	BV - VM	VM - RT	∑
Long actual tramo	L act. (km)	173.5	153.7	133.1	137.4	597.7
Longitud traza de diseño	L dis. (km)	150.0	119.7	79.8	89.8	439.3
Velocidad de crucero del convoy	Vc (km/h)	12	12	12	12	
Tiempo de viaje sin esclusas	Tvs/e (hs)	12.50	10.0	6.6	7.5	36.6
Tiempo de tránsito por esclusa	Ttot (hs)	0.313	0.313	0.313	0.313	
Nº de esclusas en el tramo	Nes	13	15	20	36	84
Tiempo de tránsito total por esclusas	Ttot es (hs)	4.1	4.7	6.3	11.3	26.3
Tiempo total tramo en horas	T tot tramo (hs)	16.6	14.7	12.9	18.7	62.9
Tiempo total tramo en días	T tot tramo (días	0.69	0.61	0.54	0.78	2.62
Velocidad real	Vr (km/h)	9.05	8.16	6.18	4.79	

Alternativa B

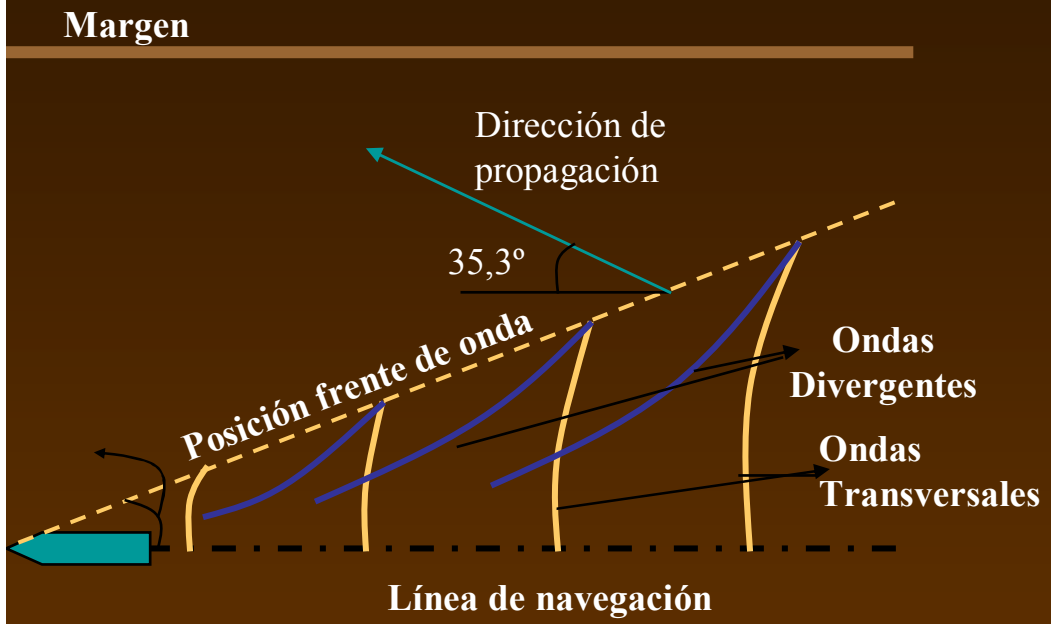
Variables	Notación	PG - CA	CA - BV	BV - VM	VM - RT	∑
Long actual tramo	L act. (km)	173.5	153.7	133.1	137.4	597.7
Longitud traza de diseño	L dis. (km)	150.0	119.7	79.8	89.8	439.3
Velocidad de crucero del convoy	Vc (km/h)	12	12	12	12	
Tiempo de viaje sin esclusas	Tvs/e (hs)	12.50	10.0	6.6	7.5	36.6
Tiempo de tránsito por esclusa	Ttot (hs)	0.336	0.336	0.336	0.336	
Nº de esclusas en el tramo	Nes	14	17	22	40	93
Tiempo de tránsito total por esclusas	Ttot es (hs)	4.7	5.7	7.4	13.4	31.2
Tiempo total tramo en horas	T tot tramo (hs)	17.2	15.7	14.0	20.9	67.9
Tiempo total tramo en días	T tot tramo (días)	0.72	0.65	0.58	0.87	2.83
Velocidad real	Vr (km/h)	8.72	7.63	5.68	4.29	

Alternativa C

Prediseño Vía Fluvial ... : Oleaje generado por barcazas

Frh<1 y FrL<0.9 : patrón de ondas Kelvin

$$H_{máx} = \alpha_1 \, h \left(\frac{D}{h}\right)^{-\beta} F_{rh}^{\alpha 2} \qquad E = \frac{1}{8} \rho \, g \, H_{máx}^2$$



Velocidad del convoy	Uc (m/s)	3.333	3.333	3.333
Eslora total	Lt (m)	72	72	72
Profundidad del agua	h (m)	3	4	5
Froude basado en Uc y h	Frh (-)	0.614	0.532	0.476
Froude basado en Uc y Lt	FrL (-)	0.125	0.125	0.125
Coeficiente de forma	$\alpha 1$	0.7	0.7	0.7
Exponente Frh	$\alpha 2$	2.67	2.67	2.67
Exponente de atenuación	β	0.333	0.333	0.333
Alternativa A				
Distancia Barcaza-Margen	D (m)	7.5	8	8.5
Altura máxima ola incidente	Hmáx (m)	0.422	0.412	0.404
Energía por unidad de área	E (N/m)	217.88	208.51	200.10
Alternativa B				
Distancia Barcaza-Margen	D (m)	9	9.5	10
Altura máxima ola incidente	Hmáx (m)	0.397	0.389	0.383
Energía por unidad de área	E (N/m)	192.95	185.94	179.55
Alternativa C				
Distancia Barcaza-Margen	D (m)	13.7	14.2	14.7
Altura máxima ola incidente	Hmáx (m)	0.345	0.341	0.337
Energía por unidad de área	E (N/m)	145.81	142.23	138.88

Duración promedio evento de oleaje = 400 s

Frecuencia máxima tránsito convoyes = 3 conv./hora, navegación 24 hs todo el año aprox.

Márgenes solicitadas con alrededor de 2232 eventos de oleaje por mes !

Duración total del oleaje = 248 hs/mes = 10 días / mes !

Tasa erosión (c/ recubr. herbáceo) = 23 cm/mes

No Admisible => Protección

Prediseño Vía Fluvial.... : Sedimentación en Presas de Navegación

Deposición de sedimentos en presas				
Var. / Alter.	**RT-VM**	**VM-BV**	**BV-CA**	**CA-PG**
Qs tot. (t/año)	388946	396390	595867	252684
Qs tot acum. (t/año)	388946	785336	1381202	1633886
Alternativa A				
Volumen depositado (m3/año)	306929	312040	469322	187987
Δz sedim presas (m)	0.827	0.906	0.896	0.519
L sedim aarr presas (m)	502	850	1730	1470
Frec. Dragados* N (años)	5.8	5	5	14.8
Alternativa B				
Volumen depositado (m3/año)	308973	312242	469496	186215
Δz sedim presas (m)	0.741	0.812	0.803	0.465
L sedim aarr presas (m)	450	762	1550	1315
Frec. Dragados* N (años)	7.3	6.1	6.2	18.5
Alternativa C				
Vol. depos. tramo (m3)	305810	311875	468898	189773
Δz sedim. presas (m)	0.79	0.87	0.84	0.5
L sedim aarr presas (m)	476	811	1626	1416
Frec. Dragados* N (años)	6.5	5.4	5.6	16
* 1 Dragado cada N años para restituir capacidad de almacenamiento inicial				

$$Q(t) = Q_0 \; e^{-\gamma t / t_a}$$

$$Q_{sA} = \int_{Año} Q_s \, dt = \psi \; \Pi_S \; \Pi_M \; \Pi_{HA}$$

$$Q_{wlA} = \int_{Año} Q_{wl} \, dt = \vartheta_A \left(Q_o^{\xi *} V_A \right)$$

$$S_j = E_j \, Q_{stin\,j}$$

$$V_{sj} = \frac{S_j}{\gamma_s (1 - p)}$$

$$Frec.drag.(c/N\,años) = \frac{Cap.Almac.Sed._j}{V_{sj}}$$

Análisis de Viabilidad Operativa de Alternativas

Modelo de flujo de tránsito lineal uniforme, esclusas de cámara simple y doble en paralelo

2 Escenarios x Alternativa: E1 (4 Puertos interiores) y E2 (3 Puertos interiores, excl. VM-RT)

3 Alternativas (A, B y C) y los 2 Escenarios (E1 y E2) definen 6 casos de análisis:

AE1, BE1, CE1, AE2, BE2 y CE2

Resultados

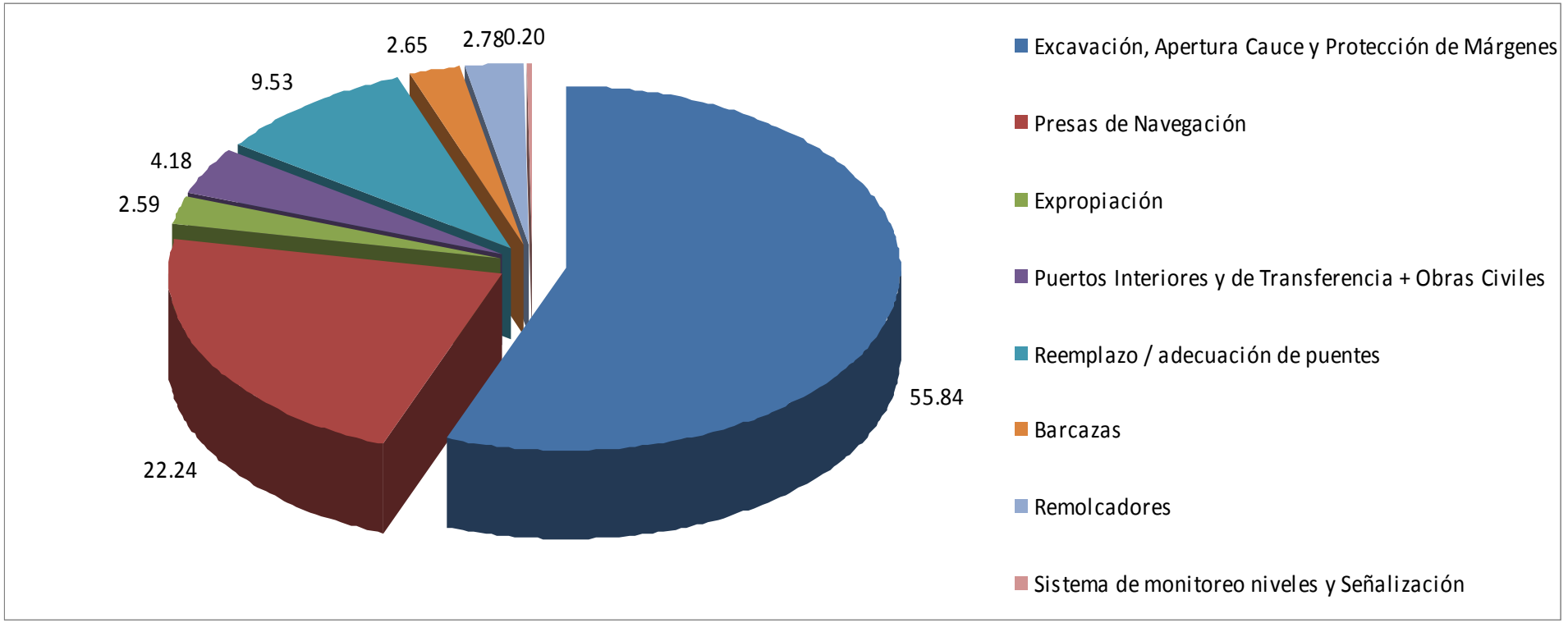
CE1 y CE2 operativamente inviables
(conflicto operativo por cruces de convoyes en vía fluvial de 1 carril)

AE1, BE1, AE2 y BE2; son operativamente viables, con la condición del empleo de esclusas de doble cámara en paralelo en todos los tramos

Flotilla necesaria:

	Activo/as en el sistema			En mantenimiento		Flota a adquirir	
Alternativa	Nº Convoyes	Nº Barcazas	Nº Remolcad.	Nº Barcazas	Nº Remolcad.	Nº Barcazas	Nº Remolcad.
AE1	277	554	277	28	28	582	305
BE1	230	460	230	23	23	483	253
AE2	243	486	243	24	24	510	267
BE2	203	406	203	20	20	426	223

Costo Directo de Construcción: Incidencia porcentual por rubro



Costo Directo de Construcción ($ x 10^6)

Alternativa (Ident.)	Escenario	
	E1	E2
A	21681	16263
B	24314	18127

Análisis Económico

Costos

- Inversión inicial en obras y logística (flota, sistema monitoreo, señalizacion, etc.),
- Costos operativos y de mantenimiento de la infraestructura fija y de la flota a lo largo del horizonte de evaluación estipulado en 30 años.

Beneficios

- Reducción de costos de transporte por tonelada,
- Disminución de los costos de mantenimiento de rutas,
- Disminución del número de accidentes viales,
- Liberación de recursos (ahorros) asociados al combustible (gas oil) no consumido,
- Incorporación del plusvalor generado en las propiedades cercanas al proyecto,
    - Reducción de emisiones a la atmósfera (salud / cambio climático)
    - Saneamiento ríos (plantas de tratamiento en VM, BV, CA, etc.)
    - Reducción congestión rutas / zonas aledañas puertos

Resultados

AE1 y BE1 económicamente inviables (B/C < 1)

AE2 y BE2 económicamente viables (B/C > 1), inclusive c/ análisis de sensibilidad

Se puede concluir que las alternativas técnica, operativa y económicamente viables son la AE2 y la BE2, o sea, Alternativas A y B con 3 puertos de carga interiores.

Conclusiones

Sistema de transporte prediseñado adoptando como criterio básico el de producir la menor intervención inicial sobre el sistema fluvial actual. Se respeta el atributo morfológico fundamental: ancho promedio del sistema hidrográfico.

Las condiciones hidro-morfológicas actuales del río (secciones transversales, patrón morfológico del cauce en planta) y el régimen de caudales y niveles por un lado, y los requerimientos de profundidades náuticas mínimas, secciones transversales mínimas del cauce, radios de curva, etc., hacen que el río no sea navegable comercialmente con convoyes de barcazas en el estado actual.

A los efectos de asegurar la navegabilidad de la vía fluvial, será necesario realizar intervenciones a lo largo de todo el cauce actual, a) corte de meandros, b) aumento de radios de curva, c) apertura de nuevos cauces para by-pass de ciudades, d) adecuación de secciones transversales, e) implementación de protección de márgenes, f) sustitución y adecuación de puentes, g) implementación de sistemas de presas y esclusas en serie para elevación de niveles hidrométricos, h) construcción de puertos de carga interiores y puerto de transferencia en el río Paraná.

El sistema de presas en serie permitirá la navegabilidad del río todo el año, excepto en tramos donde Q > 500 m^3/s. A este valor de caudal le corresponde un tiempo de excedencia < 1% en el tramo PG-CA.

En ciertos períodos, la navegación podrá realizarse sin necesidad de elevación de niveles por parte de las presas de navegación, en función de la duración de caudales por encima de determinados valores y de la Alternativa.

En el caso del tramo PG-CA se podrá garantizar la navegabilidad sin necesidad de elevación de niveles cuando Q > 66 m^3/s (Alternativa A). La curva de duración caudales de Andino indica que a este caudal le corresponde un t exced. del 40% (146 días), generalmente en el período noviembre-abril (estacionalidad).

Conclusiones_cont.

Resulta imprescindible un sistema de monitoreo automático de niveles en tiempo real. Con tal sistema se podrán optimizar las maniobras de regulación de niveles en las presas para el mejoramiento de la navegación, en términos de disminución de los tiempos de viaje.

Déficit de la información hidráulica y sedimentológica disponible a lo largo del río. Solo la Estación Andino dispone de registros de niveles hidrométricos diarios con continuidad histórica, aforos de caudales y composición de serie de caudales a partir de niveles y relación H-Q.

Se recomienda la implementación de estaciones de medición de niveles, construcción de curvas H-Q controladas sistemáticamente y medición de transporte de sedimentos en suspensión, como mínimo, en correspondencia de las estaciones antiguas actualmente desactivadas, es decir, Cruz Alta, Bell-Ville, Villa María y Piedras Moras.

Se recomienda continuar con el análisis de la propuesta, realizando en primer lugar el Estudio de Impacto Ambiental de aquellas alternativas que resultaron técnica, operativa y económicamente viables:

AE2: Alternativa A (W_d=40 m, B=6.0 m, L=30 m, Convoy 2x1) y E2: 3 puertos interiores.

BE2: Alternativa B (W_d=50 m, B=7.5 m, L=30 m, Convoy 2x1) y E2: 3 puertos interiores.

Agradecimientos

A todo el equipo de trabajo del Departamento de Hidráulica (DH-EIC-FCEIA) y del Instituto de Estudios de Transporte (IET-FCEIA)

Al Ing. Hugo ORSOLINI, impulsor del Estudio desde el Ministerio de Aguas Servicios Públicos y Medio Ambiente de la Provincia de Santa Fe.

Gracias a Uds. por su atención !

Cuestiones…..a resolver !?

Diario La Capital de Rosario

Domingo, 03 de junio de 2012 13:48 | La región

Santa Fe declarará al río Carcarañá como Area Natural Protegida

El acto de declaración formal tendrá lugar mañana, a las 10, en la localidad de Pueblo Andino. La firma del decreto que formaliza la incorporación se realizará en el Centro Cultural Comunal.

En conmemoración del día Mundial del Ambiente, el gobierno de la provincia de Santa Fe decidió incorporar el curso del río Carcarañá al Sistema Provincial de Areas Naturales Protegidas.

El acto de declaración formal tendrá lugar mañana, a las 10, en la localidad de Pueblo Andino (departamento Iriondo). La firma del decreto que formaliza la incorporación se realizará en el Centro Cultural Comunal, Alvear y 9 de Julio.

Participarán el ministro de Aguas, Servicios Públicos y Medio Ambiente, Antonio Ciancio; el secretario de Medio Ambiente, Cesar Mackler; y el presidente comunal de Pueblo Andino, Juan Carlos Palotti.

El área asignada comprende desde el ingreso del río a la provincia de Santa Fe hasta su desembocadura en el río Paraná; considerando 300 metros a cada lado del curso de agua. La longitud aproximada del curso del río en el territorio santafesino es de 167 kilómetros, y la superficie es de 10.020 hectáreas.

La ley 12.175 determina que un Área Natural Protegida es "todo ambiente o territorio que está sujeto a un manejo legalmente establecido y destinado a cumplir objetivos de conservación, protección y preservación de su flora, fauna, paisaje y demás componentes de su ecosistema".

La normativa establece ocho categorías dentro del sistema de áreas protegidas, una de ellas es "Reservas hídricas naturales" con la que se clasificará a la cuenca del río Carcaraña.

Las Reservas Hídricas Naturales son las áreas que poseen cuencas de captación o reservorios hídricos, insertos en ambientes silvestres, que califiquen su especial significación ecológica y turística.

Marco Jurídico

de puertos particulares. Asimismo son de considerar la Ley N° 24.921/98 "Transporte Multimodal de Mercaderías" y los Decretos N° 2.694/91 "Reglamento de los Servicios de Practicaje y Pilotaje para los Ríos, Puertos, Pasos y Canales de la República Argentina" y N° 817/92 de creación de la Subsecretaría de Puertos y Vías Navegables, y establecimiento de disposiciones en Transporte marítimo, fluvial y lacustre, Practicaje, pilotaje, baquía y remolque, Actividades portuarias, Regímenes laborales, y otras de carácter general.

En cuanto a la operativa de la navegación fluvial, en toda la jurisdicción argentina se aplica, con prioridad, la legislación interna; en ese sentido, el Decreto Ley N° 19.492/44 "Navegación, Comunicación y Comercio de Cabotaje", la Ley N° 20.094/73 "Ley de Navegación" y el Decreto N° 4.516/73 "Régimen de la Navegación Marítima, Fluvial y Lacustre (REGINAVE)", son de aplicación

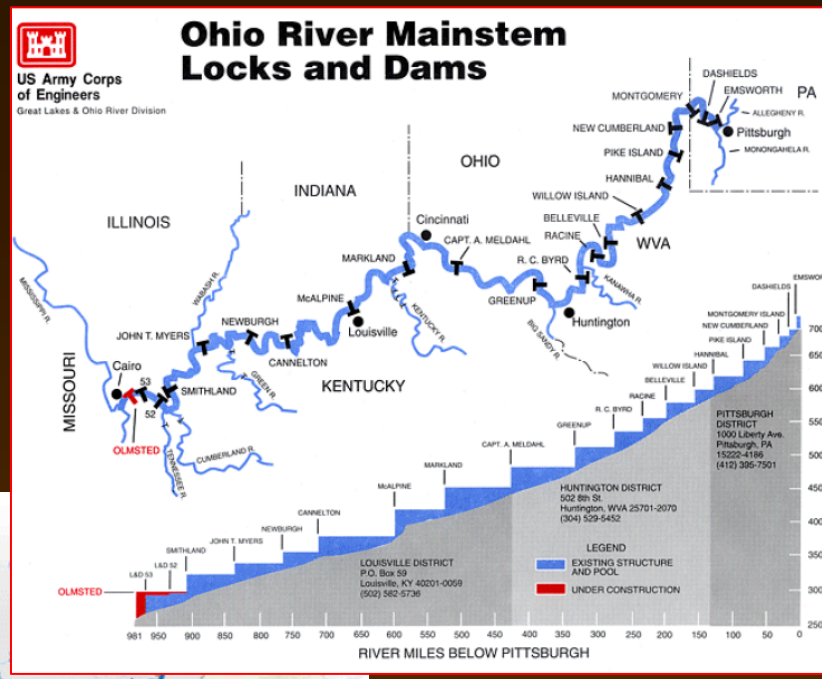
Cómputos para c/rubro, Alternativas A (E1 y E2) – B (E1 y E2)

Alternativa A								
ID	Rubro	Unid.	Cantidad				Escenario 1	Escenario 2
			T. PG-CA	T. CA-BV	T. BV-VM	T. VM-RT	Total	Total
1	Excavación y apertura de cauce	m^3	52 922 896	42 241 004	28 151 025	31 685 075	155 000 000	123 314 925
2	Excavación para esclusas/presas	m^3	459 871	565 995	601 369	1 344 237	2 971 472	1 627 235
3	Relleno esclusas	m^3	22 187	27 307	29 013	64 853	143 359	78 506
4	Protección de márgenes	m^2	3 302 588	2 619 294	1 765 176	1 992 941	9 680 000	7 687 059
5	Hormigón presas y esclusas	m^3	139 014	171 095	181 788	406 350	898 247	491 897
6	Compuertas vert. presas naveg.	u	104	64	68	152	388	236
7	Compuertas Esclusas	u	52	64	68	152	336	184
8	Expropiación	Ha	2 900	2 300	1 550	1 750	8 500	6 750
9	Señalización de la vía fluvial	u	300	238	160	182	880	698
10	Desc. fondo y válvulas cierre	u	104	120	160	288	672	384
11	Puertos int. y de transf.	u	1	1	1	1	4	3
12	Reemplazo adec. de puentes	u	21	15	9	6	51	45
13	Obras civiles adicionales	u	13	15	20	36	84	48
14	Barcazas	u					582	510
15	Remolcadores	u					305	267
16	Sist. monitoreo aut. de niveles	u					84	84

Alternativa B								
ID	Rubro	Unid.	Cantidad				Escenario 1	Escenario 2
			T. PG-CA	T. CA-BV	T. BV-VM	T. VM-RT	Total	Total
1	Excavación y apertura de cauce	m^3	66 153 620	52 801 255	35 188 781	39 606 344	193 750 000	154 143 656
2	Excavación para esclusas/presas	m^3	650 085	736 762	823 440	1 820 237	4 030 524	2 210 287
3	Relleno esclusas	m^3	25 600	29 013	32 427	71 680	158 719	87 040
4	Protección de márgenes	m^2	3 302 588	2 619 294	1 765 176	1 992 941	9 680 000	7 687 059
5	Hormigón presas y esclusas	m^3	169 897	192 550	215 202	475 711	1 053 359	577 649
6	Compuertas vert. presas naveg.	u	75	85	95	210	465	255
7	Compuertas Esclusas	u	60	68	76	168	372	204
8	Expropiación	Ha	3 054	2 422	1 632	1 843	8 950	7 107
9	Señalización de la vía fluvial	u	300	238	160	182	880	698
10	Desc. fondo y válvulas cierre	u	130	150	200	360	840	480
11	Puertos int. y de transf.	u	1	1	1	1	4	3
12	Reemplazo adec. de puentes	u	21	15	9	6	51	45
13	Obras civiles adicionales	u	13	15	20	36	84	48
14	Barcazas	u					483	426
15	Remolcadores	u					253	223
16	Sist. monitoreo aut. de niveles	u					84	84

Vía Fluvial Navegable Sistema Hidrográfico Carcarañá-Tercero

Tramo (Denom.)	Prog. Fin. (km)	Long. (km)	So med. (‰) (-)	I rect. (-)	L act. (km)	So m act. (‰) (-)
PG-CA	150.0	150.0	0.36	0.86	173.5	0.306
CA-BV	269.7	119.7	0.52	0.78	153.7	0.406
BV-VM	349.5	79.8	1.07	0.60	133.1	0.562
VM-RT	439.3	89.8	1.65	0.65	137.4	1.528
		439.3			**597.7**	

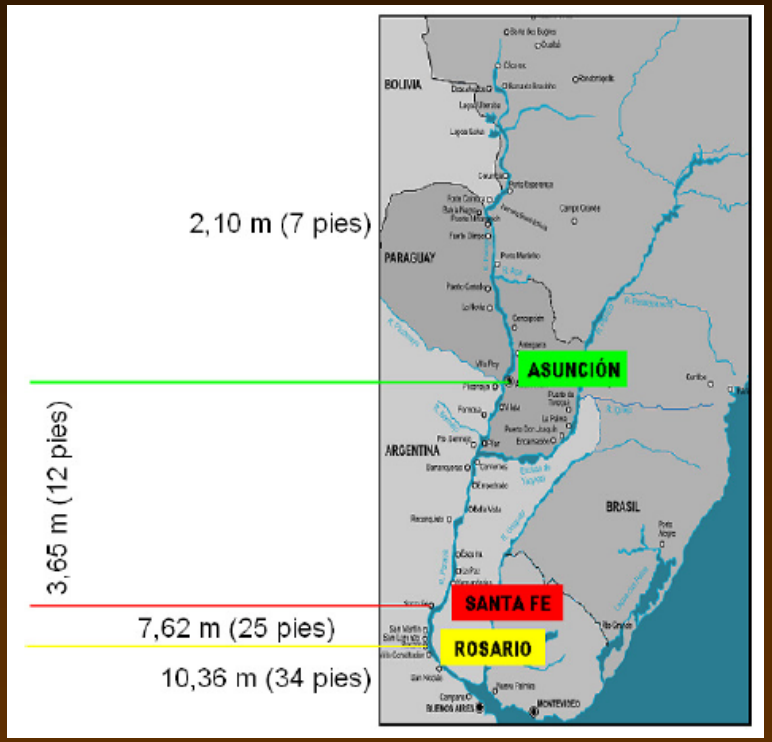


+ L=1570 km
+ Δz=133 m
+ Pend. Med.: 8.5 x 10^{-5}
+ Nº de Presas Naveg.: 21
+ Dist. med. presas: 74.7 km

En todo el país:
L=40000 km

Hidrovía Paraguay – Paraná
Long.: 3400 km. Puerto Cáceres (Brasil) - Nueva Palmira (Uruguay)

Prof. náuticas mín. requeridas



Manga x Eslora Convoy

Capacidad de carga de la barcaza (ton)	Dimensiones L (m) x B (m) x C (m)	Año de incorporación
840	48,0 x 12,5 x 2,75	1980
1.000	57,4 x 10,6 x 2,5	1980 – 1990
1.500	60,0 x 10,6 x 3,0	1990 – 2000
2.000	52,8 x 14,6 x 3,35	2000 – 2006
2.600	60,0 x 16,6 x 3,0	2006 –

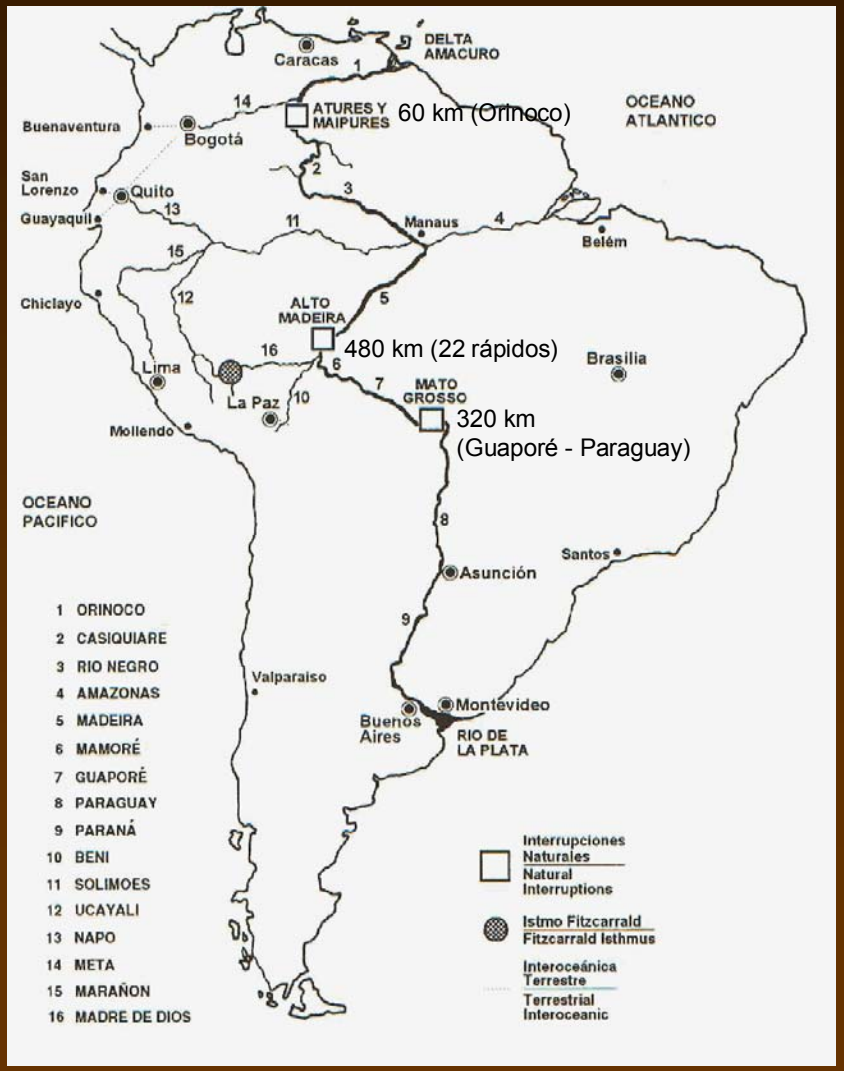
Barcazas "Mississippi" (35 x 197 pies)
B=10.66 m x L=60 m (1500 t/barcaza)

Convoy (4x4) =24000 t/convoy

Remolcadores 3600 HP (Corumbá – Asunción)

Gran Vía Fluvial Navegable del Continente Sudamericano (Ríos Orinoco, Amazonas, Paraguay-Paraná)

Vía Troncal N-S: L = 9150 km



Longitud total: 35000 km

Tramo VM - RT
© 2011 MapLink/Tele Atlas
Image © 2011 DigitalGlobe
© 2011 Inav/Geosistemas SRL
©2010 Google
138 m
Fechas de imágenes: 2/22/2004
2003
32°24'20.72" S 63°19'25.48" O elevación 221 m
Alt. ojo 831 m

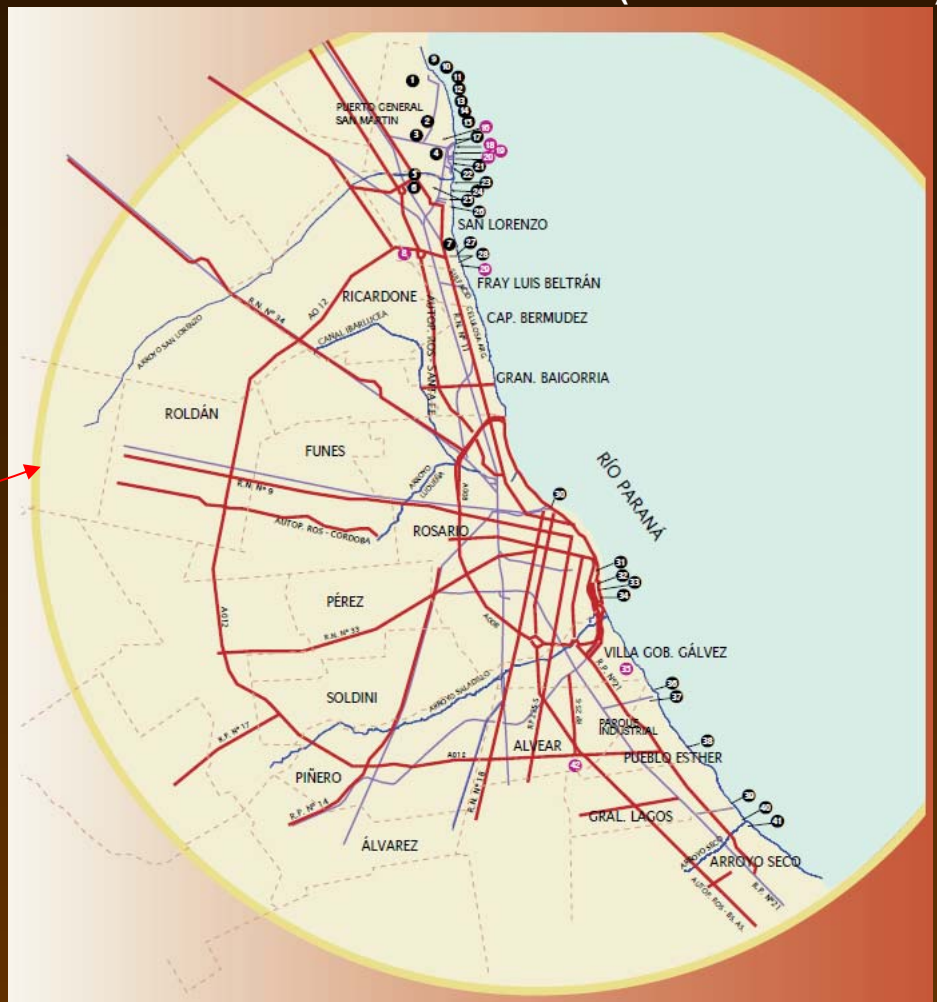
Tramo PG – CA
(cerca LV López)

Tramo BV - VM
Image © 2013 DigitalGlobe
© 2013 Inav/Geosistemas SRL
2003
Fechas de imágenes: 11/7/2004

Tramo CA - BV
(aar Saladillo)
Image © 2013 DigitalGlobe
© 2013 Inav/Geosistemas SRL
2004

Red Vial Prov. de Santa Fe

Frente Portuario del Gran Rosario (Timbues-Aº Seco)



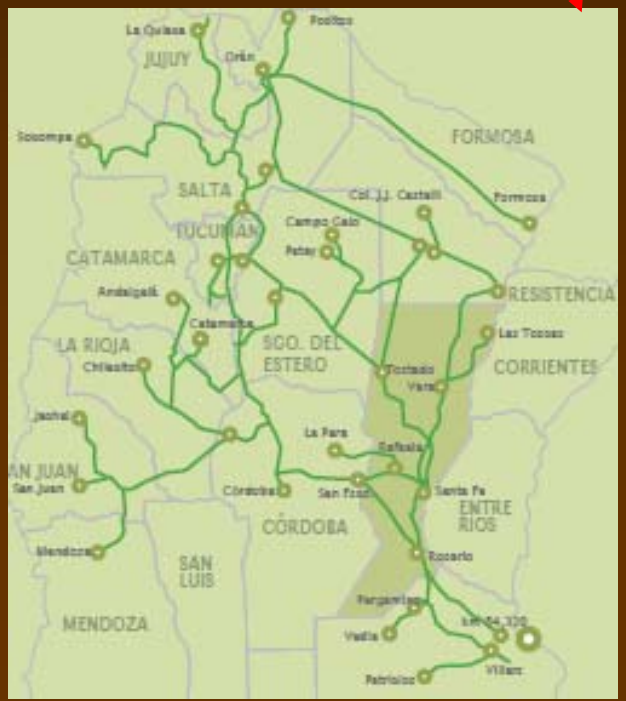
REFERENCIAS

- Red vial
- Vías férreas
- Límites distritos
- 34 Terminales portuarias
- 42 Industrias y otros

1-Terminal 6 Industrial
2- Playa Cargill
3- Puerto San Martin Cereales
4- Buyatti
5- YPF Poliducto
6- YPFS.A.
7- Ceram. San Lorenzo
8- Playa Vicentín
9- Minera Bajo Alumbrera
10- Terminal 6
11- Resinfor Metanol
12- Cargill
13- Cargill Fertilizantes
15- Petrobras
14- Dow Química
15- Petrobras
16- Cloretil
17- Nidera
18- Secadora Carles
19- Siarcom
20- U. XVI Municipal
21- Toepfer
22- Bunge Arg. S.A.
23- YPF Gas
24- Esso SAIC
25- Petrobras
26- ACA
27- I.C.I.
28- Vicentín
29- Pecom Agra
30- Terminal III
31- Terminal Puerto Rosario
32- Guide
33- Ex Unidad VI
34- Ex Unidad VII
35- Lever
36- Punta Alvear
37- Playa Punta Alvear
38 - UABL
39- Dreyfus SRL
40- Toepfer A. Seco
41- Shell
42- General Motors

Red Ferroviaria Argentina
JUJUY
SALTA
S. M. DE TUCUMÁN
CATAMARCA
SGO. DEL ESTERO
RESISTENCIA
FORMOSA
CORRIENTES
POSADAS
LA RIOJA
CÓRDOBA
SAN JUAN
SANTA FE
PARANÁ
SAN LUIS
ROSARIO
MENDOZA
BUENOS AIRES
SANTA ROSA
NEUQUÉN
VIEDMA
RÍO GALLEGOS
FERROSUR ROCA S.A.
B.A.P S.A.
N.C.A S.A.
F.E.P. S.A.
F.M.G.U. S.A.
F.C. BELGRANO S.A.
PCIA. BUENOS AIRES
PCIA. CHACO
PCIA. CÓRDOBA
PCIA. MENDOZA
PCIA. SALTA
PCIA. JUJUY
PCIA. CHUBUT
PCIA. ENTRE RÍOS
PCIA. SANTA CRUZ
PCIA. RÍO NEGRO
Y.C.F.
FERR. METROPOLITANOS

Plan Circunvalar de Rosario
REFERENCIAS
Circunvalar ferroviario
Vías de acceso
Rutas nacionales y provinciales
Vías a desafectar para cargas
Límites
F.C.B. (Santa Fe)
N.C.A. (Tucumán)
F.C.B. (San Francisco)
TIMBÚES
PTO. GRAL. SAN MARTÍN
ALDAO
SAN LORENZO
RICARDONE
FRAY LUIS BELTRÁN
PATIO RICARDONE
CAPITÁN BERMUDEZ
GRANADERO BAIGORRIA
IBARLUCEA
ROLDÁN
N.C.A. (Córdoba)
PATIO ROLDÁN
FUNES
PÉREZ
VILLA G. CÁLVEZ
ZAVALLA
N.C.A. (A Casilda)
SOLDINI
ALVEAR
PATIO LA CAROLINA
PINIERO
GRAL LAGOS
ÁLVAREZ
ARROYO SECO
FEPSA (A Bahía Blanca)
A.L. (A Sta. Teresa)
F.C.B. (A Pergamino)
F.C.B. (A Rafaela)
N.C.A. (A Rafaela)

LÍNEAS DE LA RED NACIONAL ACTIVAS EN LA PROVINCIA DE SANTA FE

1. Ferrocarril Nuevo Central Argentino.
   - Conecta a Rosario y Santa Fe con Buenos Aires, Córdoba, Tucumán, Río IV y Santiago del Estero. De ellos, tienen doble vía de circulación los ramales que conectan a Rosario con Córdoba, Casilda y Buenos Aires.
2. Ferrocarril de Buenos Aires al Pacífico.
   - Comunica a Rosario, a través de Villa Constitución, con la región de Cuyo (San Luis, Mendoza, San Juan y San Rafael).
3. Ferrocarril Ferroexpreso Pampeano.
   - Conecta a los puertos del complejo Puerto San Martín – Rosario con Bahía Blanca.
4. Ferrocarril General Belgrano S.A.
   - Comunica Rosario y Santa Fe, con Buenos Aires, Córdoba, Resistencia, Salta, Jujuy, Tucumán, Catamarca, San Juan y Mendoza, y la localidad de Salta con Formosa. Esta es uno de los ferrocarriles que se extiende hasta comunicarse con Chile.