

Administración General de Puertos Sociedad del Estado

Subgerencia de impacto ambiental

Paso Las Hermanas: Análisis hidrogeomorfológico ambiental

La Vía Navegable Troncal (VNT), en territorio nacional y entre otros cuerpos de agua, comprende el río Paraná y río de la Plata, siendo el primero de navegación compleja por su diseño meandroso anastomosado tanto como por la carga sedimentaria que deposita.

El diseño del río determina la conformación de “pasos” que demandan un exigente mantenimiento por dragado y demarcación, para asegurar la navegación, evitar situaciones de riesgo y prevenir incidentes ambientales.

Algunos de estos pasos presentan características especiales por la dificultad de su trazado, corrientes y tasa de sedimentación / profundidad, siendo denominados “pasos críticos”.

Por otra parte, la evolución natural en el divagar del río por la llanura se conforman brazos principales y secundarios que se entrelazan (sistema anastomosado) y algunos adquieren una curvatura significativa (meandro) por la dinámica hidrosedimentológica, exigiendo continuos ajustes de traza de la vía principal y determinando la existencia de vías secundarias, que pueden alternarse según su evolución o exigencia de mantenimiento por dragado.

Entre los estudios antecedentes de mayor relevancia sobre el paso crítico Las Hermanas en Ramallo (Buenos Aires), es el denominado “Modelación hidrodinámica y sedimentológica en la VNT SFO parte 1: pasos críticos del río Paraná Abajo Diamante y Las Hermanas (HDRV/00/26, marzo 2000)”, contratado por Hidrovía SA a los efectos de contemplar el comportamiento del río en el caso de una intervención en el canal principal del brazo izquierdo o la reactivación del canal secundario del brazo derecho, que no recibía mantenimiento desde el año 1988.

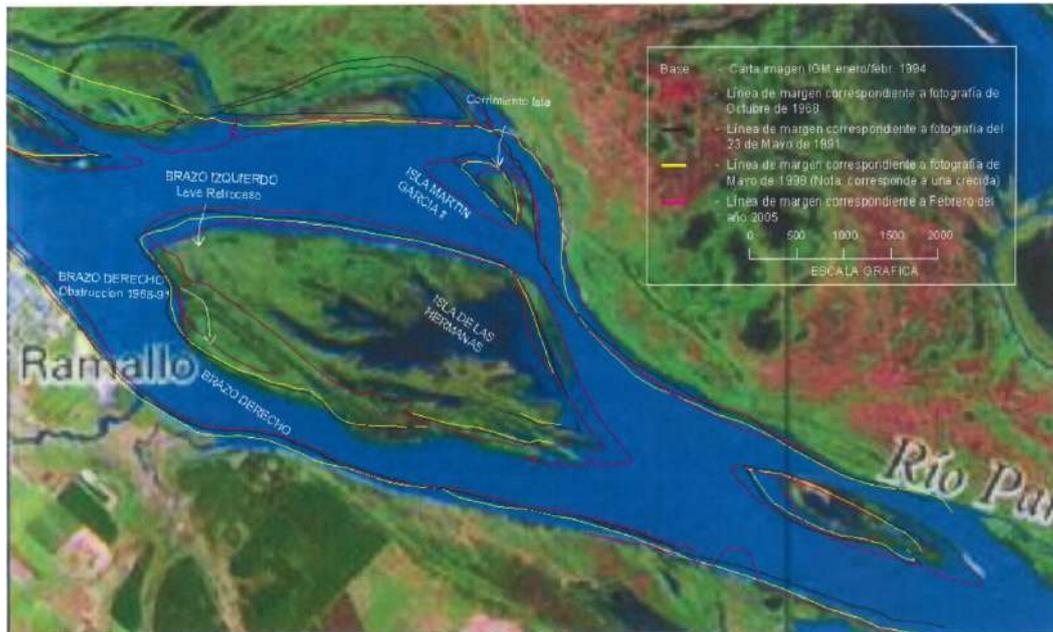
La evolución del Paso Las Hermanas responde a procesos sedimentológicos clásicos causados por la expansión del flujo de agua en una bifurcación, y a la presencia de corrientes cruzadas respecto al canal, el incremento de curvatura del meandro del brazo izquierdo y el estrechamiento en el sector medio del brazo derecho.

Se verifica en este paso una cierta relación de proporcionalidad entre la sedimentación y el estado hídrico del río, se produce un aumento significativo de la sedimentación en aguas altas y crecidas.

Contando aún con ese estudio de base y otros de referencia que se adjuntan embebidos, esta Subgerencia, estimó conveniente su actualización, si bien se puede apreciar que las márgenes del río e islas en el paso no han sufrido una evolución importante desde el año 1956 a la fecha, con excepción de la isla denominada Martin Garcia II.

El resto de la morfología en planta del área se mantiene sin grandes cambios, presentándose algunas traslaciones leves hacia aguas abajo de la isla de Las Hermanas (esperable tanto como natural) y una aparente fluctuación de su margen hacia el brazo derecho.

En líneas generales la morfología en planta del área resulta poco variable en el tiempo, por lo que los procesos sedimentológicos en el cauce no han logrado alterarla significativamente.



Comparación histórica de líneas de costa (HDRV/79/A1 2005)

Empleando un modelo matemático conformado según las condiciones hidrosedimentológicas y geomorfológicas relevadas en el año 2000, se ejecutaron varias formas una verificación de la tendencia sedimentológica de los canales en este paso, y se concluyó que era inconveniente el cambio de uso del canal del brazo izquierdo (actual) al derecho, por la elevada tasa de sedimentación que presentaba este último.

Sin embargo, ya se anticipaba en ese informe que, por la tendencia natural de la evolución del río, en 5 ó 10 años, la reactivación del brazo derecho sería oportuna, por el incremento de curvatura del meandro y la consecuente derivación del caudal del río hacia el brazo más rectilíneo (derecho).

Los resultados obtenidos del citado modelo, mostraron claramente que las altas tasas de sedimentación en el tramo final (aguas abajo) del brazo derecho, donde el canal debe sortear un importante banco de arena que obstruye la desembocadura del brazo, generarían necesidades de dragado de mantenimiento en el brazo derecho más elevadas que las que se producían en el brazo izquierdo.

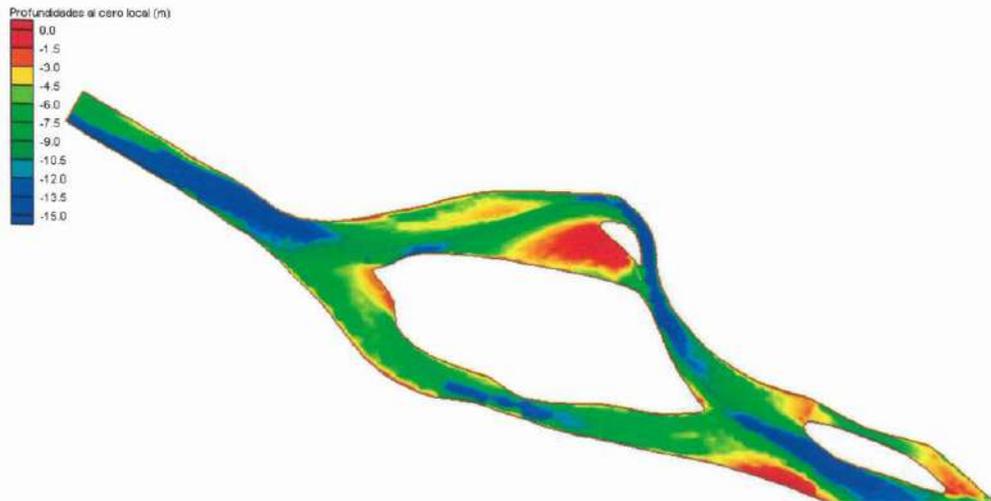
Pero, también el estudio aclaraba que el área de conducción de la sección del brazo izquierdo ha sufrido un retroceso en estos últimos 40 años y la margen izquierda del cauce se corrió casi 400 m a costa de la planicie inundable incrementando la curvatura en planta de la vía navegable.

La reducción generalizada del área de conducción detectada en el año 2000, era indicio de que se estaba produciendo un fenómeno de involución del brazo izquierdo.

Este tipo de proceso normalmente se da cuando la curvatura del brazo se vuelve exagerada y el flujo empieza a tender a derivarse por el brazo derecho, que es mucho más recto.

En algún momento, una crecida se encauza en el brazo derecho, lo profundiza y amplía, y este vuelve a ser el predominante, mientras que el izquierdo se va cegando (si no se mantiene).

En aquella oportunidad, ya se anticipaba, que si ese proceso de aumento de curvatura del brazo continuaba desarrollándose con similar intensidad, podía esperarse que en el transcurso de 5 a 10 años el dragado de mantenimiento del brazo izquierdo se incrementaría hasta hacer necesario un ajuste de traza del Canal Principal de navegación al brazo derecho (canal secundario).



Batimetría paso Las Hermanas (HDRV/79/A1 2005)

Fueron necesarias distintas evaluaciones para determinar la factibilidad de mantenimiento y asignación de prioridad de uso del canal en ambos brazos, para establecer el principal y el secundario, entre ellos se estudió la velocidad de flujo. Concluyendo que se desarrollan grandes velocidades en el extremo Noroeste de la Isla de Las Hermanas, esto se debe a que además de originarse el brazo derecho, el cauce se curva hacia la izquierda y gran parte del caudal se deriva por este brazo (izquierdo) concentrándose las líneas de corriente en esta zona.

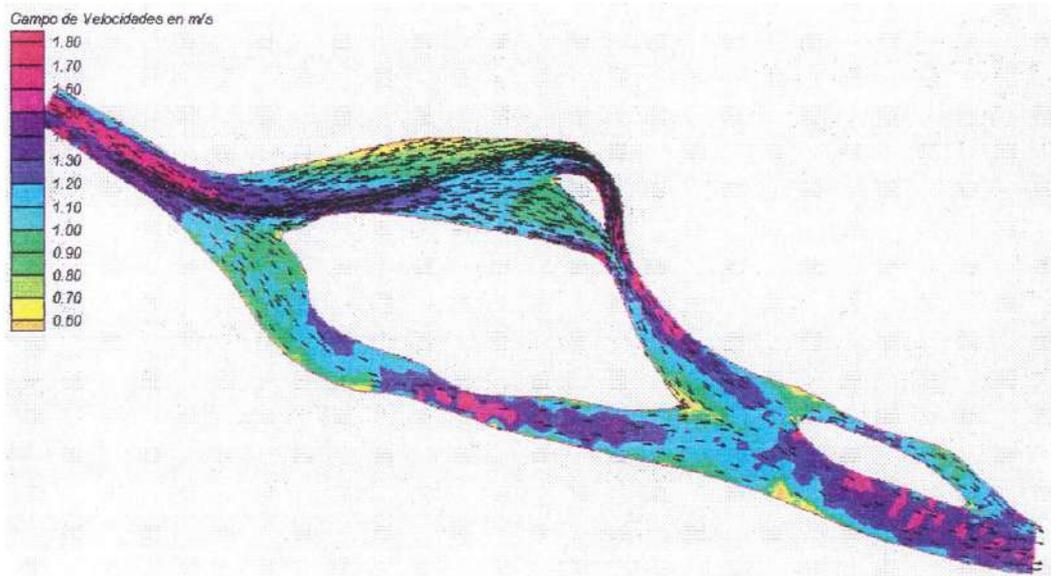
Este importante aumento de velocidad produce socavamiento en la cabecera de la isla, originando una zona de gran profundidad. Justamente en este sector como es lógico el canal de navegación no tiene limitaciones al calado. Una vez que el flujo supera este sector, la sección del brazo izquierdo se ensancha y el campo de velocidades disminuye lo que origina una tasa de sedimentación elevada. Por otra parte, el tramo de canal aguas arriba de este sector sufre también una gran sedimentación, originada en gran parte por la divergencia y curvatura del flujo que pierde energía de transporte y deposita el material en este sector.

Otro fenómeno que tiene gran influencia en la sedimentación del canal es debido a que el flujo escurre transversalmente al mismo. Cuando el flujo atraviesa el canal se produce un aumento de la sección transversal con la consiguiente disminución de la velocidad, la energía de transporte cae y por lo tanto parte del material en suspensión sedimenta en el canal. Se aprecia claramente una disminución de la velocidad tanto en el banco situado sobre margen izquierda como en el banco situado entre isla las Hermanas y el islote M. García II.

En el brazo principal, antes de alcanzar la bifurcación del flujo originada por la Isla de las Hermanas, se puede observar que el flujo se recuesta principalmente sobre margen Izquierda y que está bien encauzado. El hecho de que mayor caudal se recueste sobre esta margen tiene

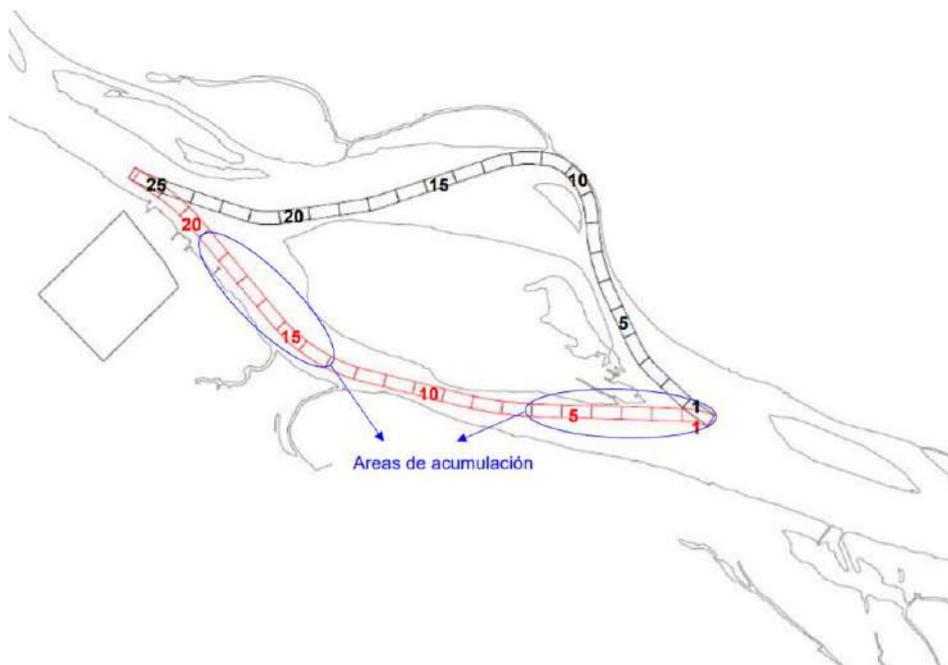
gran incidencia en la distribución del flujo, ya que el mayor porcentaje de caudal se deriva por el brazo izquierdo al chocar con la margen NO de la Isla.

En la zona inferior del brazo derecho, la sección del río se angosta y las velocidades aumentan notablemente después de que el flujo atravesó el banco de arena. Esta es la zona donde se desarrollan las mayores velocidades del brazo. En la parte final, antes de unirse nuevamente con el brazo izquierdo, las velocidades comienzan a disminuir nuevamente. El flujo atraviesa en esta zona un banco de arena. Los resultados del modelo reportaron grandes tasas de sedimentación en esta zona.



Campo de velocidades. Aguas medias

En el brazo derecho del canal secundario de la VNT, y analizados los resultados obtenidos con el modelo, calibrado con datos reales, proporcionados en el año 2000, por HIDROVIA S.A., se puede apreciar que existen dos tramos característicos con gran sedimentación como ya fue mencionado anteriormente.

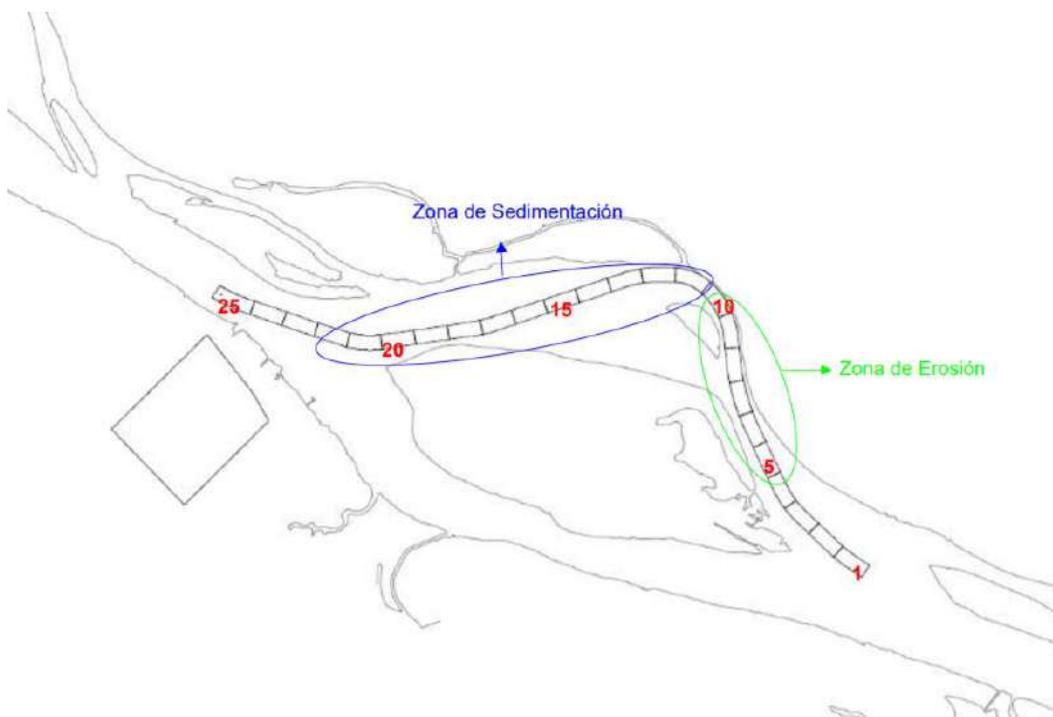


Modelo hidrosedimentológico del secundario del paso las hermanas, Marine Environmental
Department of Jan De Nul Group

En el brazo izquierdo, el tramo localizado más hacia aguas arriba es donde se produce un mayor espesor de sedimentación, luego hay un tramo de grandes profundidades donde no hay prácticamente sedimentación, contrariamente suele erosionarse (especialmente en aguas altas), ya que esta es la zona donde el flujo se encuentra prácticamente frontalmente con la Isla de Las Hermanas.

En este tramo superior del canal la sedimentación se produce básicamente por la divergencia del flujo y la disminución abrupta de las concentraciones, ya que la sección original del brazo principal del Paraná se abre en dos secciones, se pierde capacidad de transporte y se sedimenta sobre el canal que tiene profundidades mayores a las zonas que lo rodean.

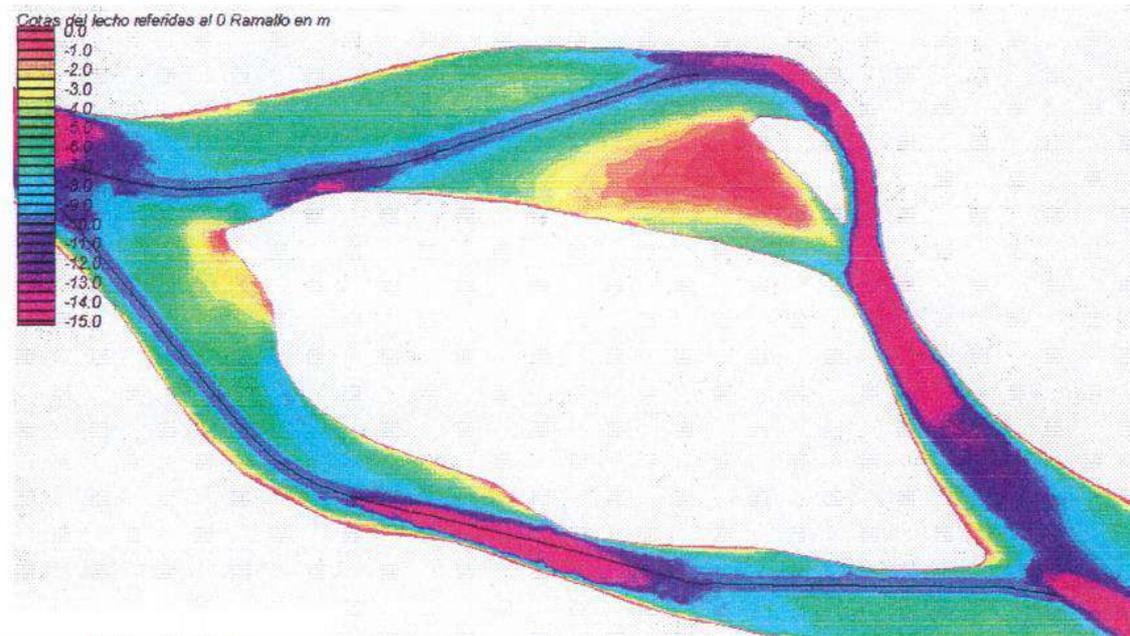
Por otra parte, en el tramo más hacia aguas abajo, los espesores de sedimentación no son tan grandes, pero sin embargo la sedimentación en el canal está distribuida en una mayor longitud por lo que los volúmenes totales de sedimentación son mayores.



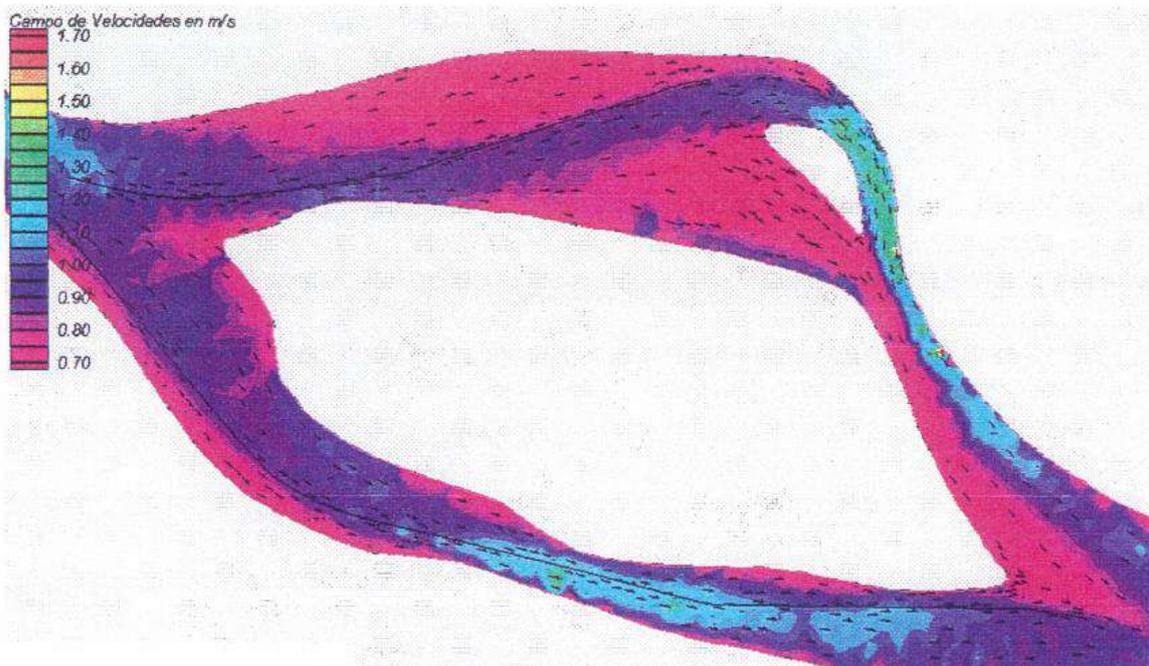
Modelo hidrosedimentológico del secundario del paso las hermanas, Marine Environmental
Department of Jan De Nul Group

El hecho de que el canal se sedimente en este tramo se debe a que el río tiende a adquirir las condiciones de equilibrio natural que son de mucho menor tirante, tal cual se puede observar en los bancos hacia ambas márgenes del canal. El flujo es transversal al eje del canal lo cual afecta sustancialmente a la sedimentación debido a que se encuentra con una discontinuidad y aumento de la sección.

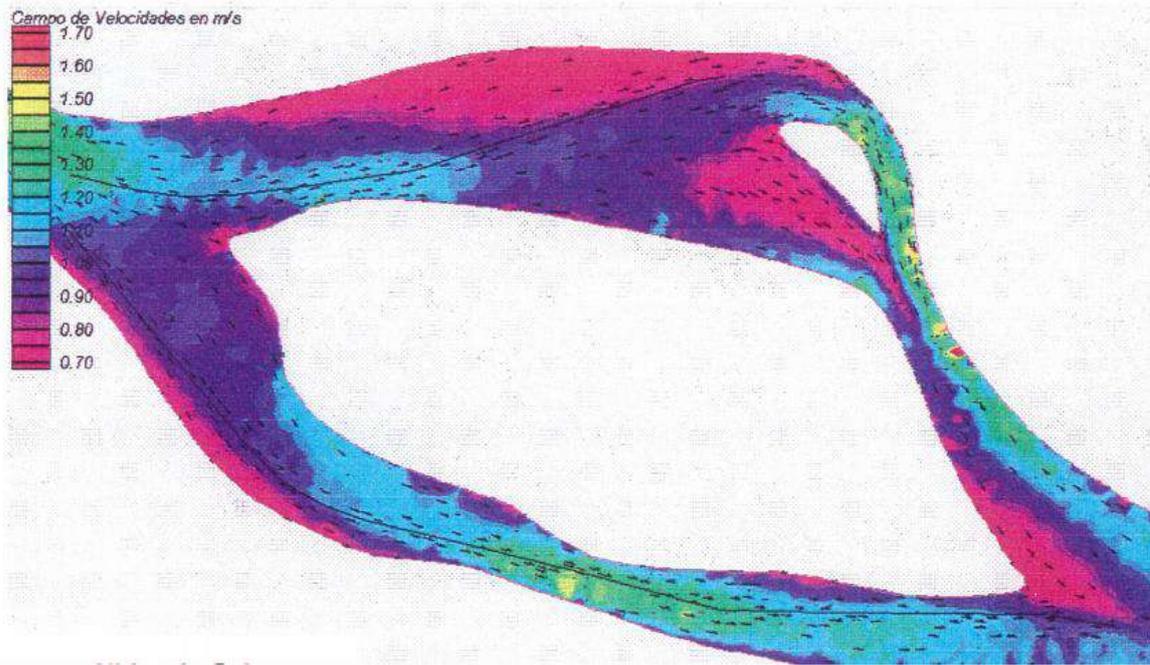
El estudio original del año 2000, reporta como "ESCENARIO III" una situación con ambos brazos con un canal dragado hasta la cota -10m.



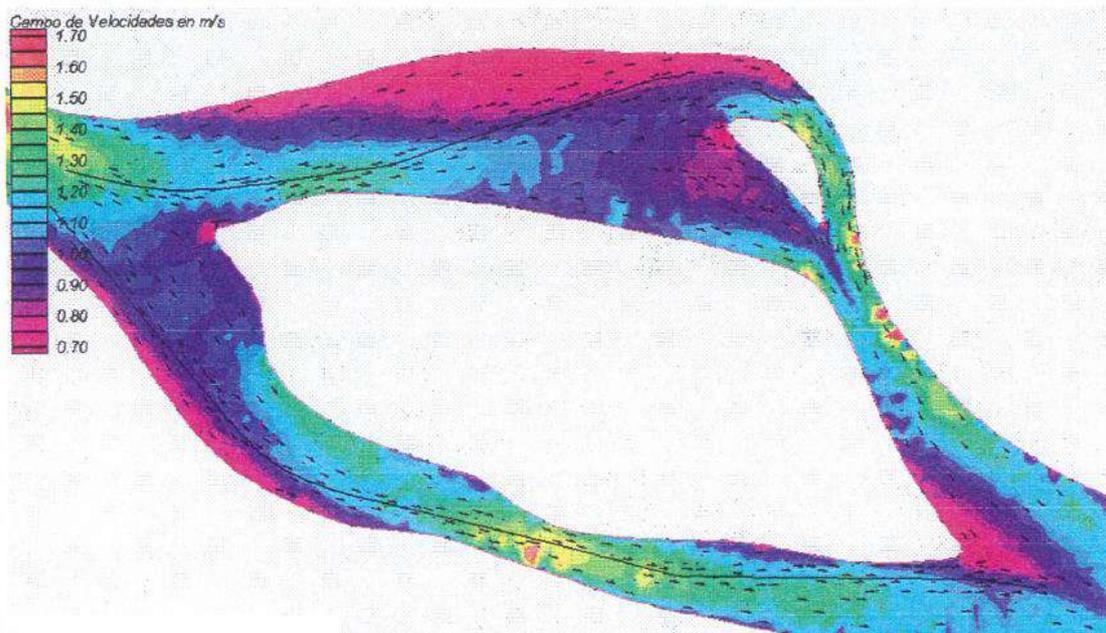
Cotas del lecho (al 0 Ramallo) HDRV/26 2000



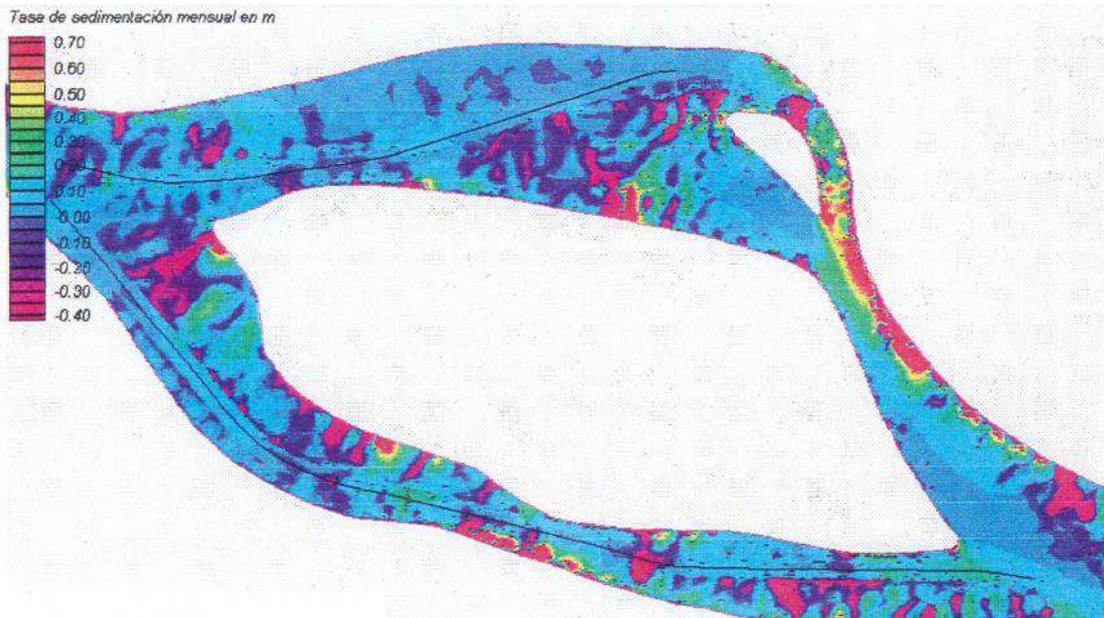
Campos de velocidad en escenario III, aguas bajas (HDRV/26 2000)



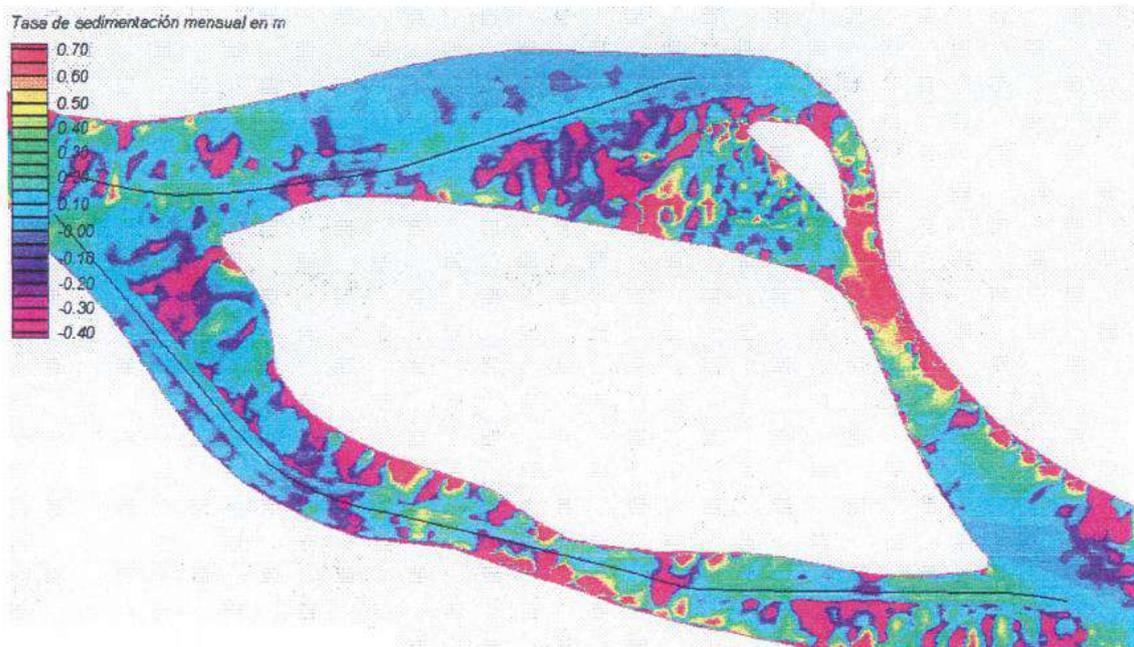
Campos de velocidad en escenario 3, aguas medias (HDRV/26 2000)



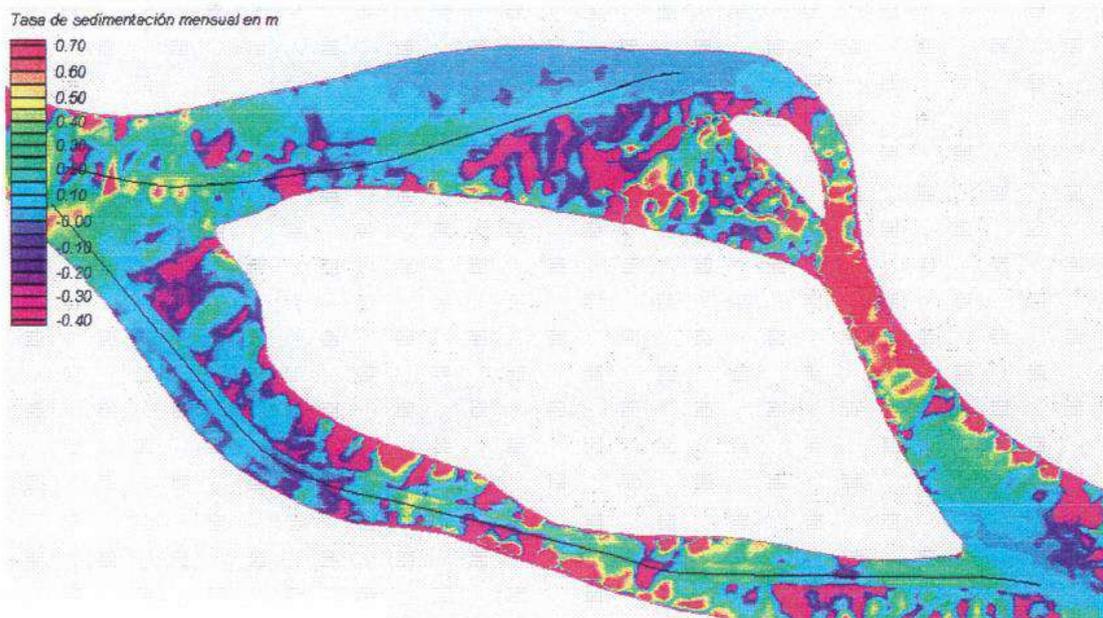
Campos de velocidad en escenario 3, aguas altas (HDRV/26 2000)



Tasa de sedimentación en escenario III, aguas bajas (HDRV/26 2000)



Tasa de sedimentación en escenario III, aguas medias (HDRV/26 2000)



Tasa de sedimentación en escenario III, aguas altas (HDRV/26 2000)

Las Figuras precedentes muestran los resultados de la modelación sedimentológica. En ellas aparecen las tasas de sedimentación mensual para diferentes condiciones del escenario III.

Cabe destacar que la tasa de sedimentación es la que se produce en el primer intervalo de cálculo, sin corregir las cotas del lecho por sedimentación, o sea que es la tasa de sedimentación mensual inicial. A medida que el canal se comienza a colmatarse es esperable una menor sedimentación.

Los datos presentados, correspondientes al estudio de referencia, muestran claramente que es el segundo tramo del canal en el brazo derecho (el de aguas abajo) el que concentra la importante diferencia de sedimentación entre ambos brazos.

La fuerte expansión del flujo, la alineación del canal en travesía desde la margen derecha a la margen izquierda del brazo para sortear el banco existente en la desembocadura del mismo, provocan un importante desequilibrio de transporte que genera una muy alta tasa de sedimentación en este sector.

Conclusiones

Según la comparación de fotografías aéreas la morfología en planta del área de Las Hermanas ha cambiado lentamente en el pasado, por lo que se deduce que los procesos sedimentológicos en el cauce afectan escasamente las márgenes de islas y de la planicie, en una escala de tiempo de décadas y validaría modelados realizados.

Los tramos de aguas arriba de los canales alternativos por el brazo izquierdo (actual) y derecho se sedimentan principalmente por la expansión del flujo y decrecimiento de la velocidad de la corriente debido a la bifurcación generada por la isla Las Hermanas.

Los tramos de aguas abajo se sedimentan principalmente por la expansión y oblicuidad del flujo respecto de la traza del canal.

En el caso de la alternativa analizada por el brazo derecho, este hecho se acentúa por la existencia de un banco adyacente a la costa firme, que en parte es atravesado por el canal,

antes de curvarse para seguir por el cauce profundo que existe luego de la confluencia de ambos brazos.

Además, la expansión del flujo y la pérdida de capacidad de transporte entre la zona media del brazo (cuya sección está muy contraída y posee altas velocidades) y el tramo inferior del paso es muy abrupta, por lo cual se produce un pico de sedimentación en este sector.

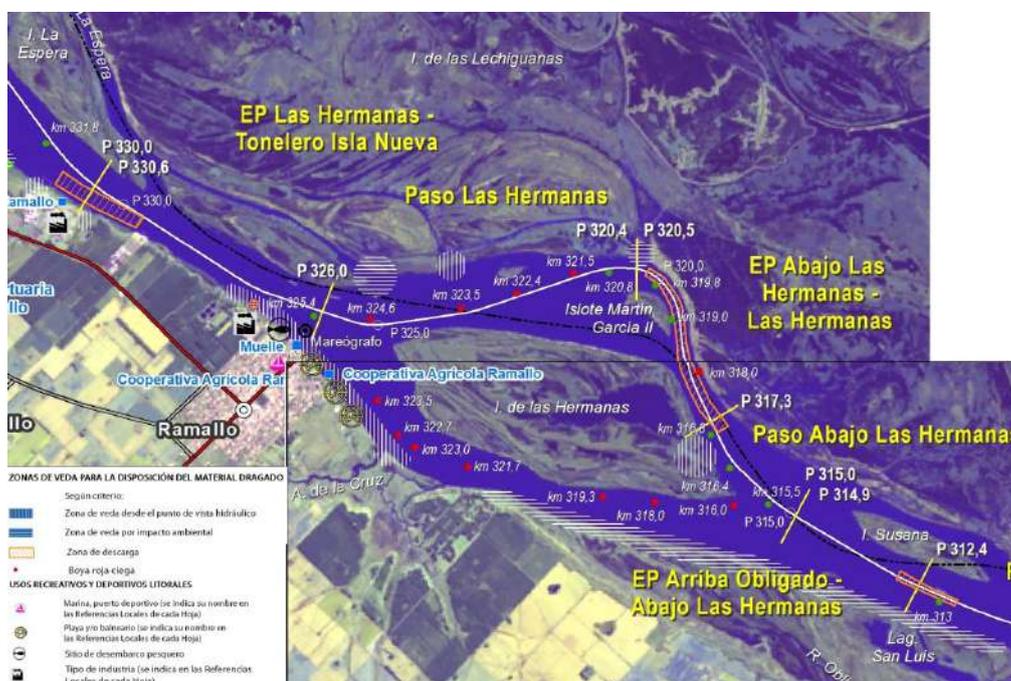
Dado que la evolución morfológica general del paso es lenta, según se ha concluido en el análisis histórico de batimetrías, no se advierte que esta situación pueda cambiar significativamente en el mediano plazo.

En efecto, se ha podido apreciar que el crecimiento de este banco situado en el antiguo Paso Abajo Las Hermanas ha sido ininterrumpido y que está comenzando a erosionarse la punta de aguas abajo de la isla de Las Hermanas, forzando a un encuentro más brusco y con mayor ángulo del flujo que sale de cada brazo.

De acuerdo a la evolución mostrada hasta el año 2000 por el brazo izquierdo y en los únicos relevamientos disponibles con unos 40 años de diferencia, se concluía que podría estar ocurriendo un lento proceso de atarquinamiento, esperable debido al aumento de su curvatura.

No obstante, ya advertía, de continuar este proceso (lo cual se consideraba probable) recién dentro de 5 a 10 años puede esperarse que resulte conveniente cambiar de brazo el canal navegable.

En las secciones del brazo derecho también se insinúa un leve incremento del área de conducción (evidencia de la restricción por curvatura en el brazo izquierdo), especialmente en la última década.



Han pasado 21 años desde las previsiones reportadas en el modelado de referencia, superando ampliamente el margen de viabilidad prevista para el brazo izquierdo, según la demanda de mantenimiento por dragado.

Es así que, sobre la base del amplio conocimiento de la dinámica del paso, su evolución natural y la prevista por modelado matemático, fue aprobada la refuncionalización del brazo derecho que carecía de mantenimiento desde el año 1988.

Finalmente, en el año 2010, Jan de Nul Group, encargó a su dependencia Marine Environmental Department actualizar el modelo hidro sedimentológico del secundario del paso Las Hermanas.

La simulación mostró que el brazo secundario derecho tiene el mismo nivel de sedimentación que el canal actual (izquierdo), aunque indudablemente su refuncionalización representaría una mejora en la navegación.

Por otra parte, tuvo en cuenta que interviniendo el canal por el brazo derecho no sólo elimina el brazo izquierdo del Paso Las Hermanas sino también el Paso Abajo Las Hermanas.

En este sentido habría una mejora respecto al volumen del dragado de mantenimiento dado que en dicho paso se dragan unos 700,000 m³ anuales.

Esta intervención debía ajustarse y así lo hizo, a las previsiones de las restricciones según las zonas de veda hidráulicas y ambientales (ver figura precedente), como así también a las zonas autorizadas para descarga de sedimentos de dragado en el mismo cuerpo de agua.

Archivos embebidos

Estudio Sedimentológico en la vía navegable SFO pasos críticos del río Paraná, Abajo Diamante y las Hermanas. Hidrovía SA. 2000

Modelación Hidrodinámica y sedimentológica en la vía navegable SFO. Parte 1 Pasos críticos del Río Paraná, Abajo Diamante y las Hermanas. Hidrovía SA. 2000.

Estudios sedimentación de pasos críticos en los ríos Paraná medio y Paraná inferior (Anexo 1 a 3). Hidrovía SA, 2005.

Estudios sedimentación de pasos críticos en los ríos Paraná medio y Paraná inferior (Anexo 4 a 6). Hidrovía SA, 2005.

Estudios sedimentación de pasos críticos en los ríos Paraná medio y Paraná inferior. Hidrovía SA. 2005.

Modelo hidro sedimentológico del secundario del paso las hermanas. Jan de Nul Group. 2010.

Atlas Ambiental Santa Fe – Océano. Hidrovía SA. 2014

Plan de mejoras de la Vía Troncal Navegable en el que participaron los usuarios, autoridades y concesionario (año 2017).



República Argentina - Poder Ejecutivo Nacional
Las Malvinas son argentinas

Hoja Adicional de Firmas
Informe gráfico firma conjunta

Número:

Referencia: Análisis hidrogeomorfológico ambiental

El documento fue importado por el sistema GEDO con un total de 11 pagina/s.