

ESTUDIOS SOBRE FAUNA ÍCTICA EN SALTO GRANDE

Msc Valentin Leites
Área Ecología -CTM Salto Grande
Setiembre 2009

Resumen

Para la Comisión Técnica Mixta de Salto Grande la conservación de la fauna íctica ha sido motivo permanente de preocupación, estableciéndose en el Convenio Fundacional de 1946 consideraciones sobre el tema.

Desde la formación del embalse se han encarado estudios tendientes a acompañar la evolución de las poblaciones de peces en referencia a los cambios ambientales ocurridos por el cierre del río.

Consecuente con esta política se incorpora en la estructura de la central dos escalas para peces tendientes a mitigar los efectos sobre las especies migradoras

Los numerosos estudios emprendidos marcan tres etapas diferentes en cuanto a los enfoques, respondiendo a los diferentes grados de conocimiento.

Los primeros identifican una situación inicial en respuestas al inmediato cierre del río. En un segundo periodo se sigue la evolución de las distintas especies acompañando situaciones limnológicas particulares donde se destaca una tendencia a la prevalencia de especies detritívoras (sábalos, viejas de agua) y carnívoros de pequeño porte.

La evaluación en particular de las escalas de peces confirma una moderada capacidad de traslado de peces.

En la actualidad se atienden aspectos vinculados al funcionamiento de las escalas, registros de contaminantes y efectos directos de la central sobre la fauna íctica.

La incidencia de nuevas variables ambientales como el cambio climático, la eutroficación y la ocurrencia de especies exóticas como el mejillón dorado plantean nuevas interrogantes sobre las poblaciones de peces donde la reproducción de especies migradoras y la identificación y protección de áreas de cría y desove se consideran como los aspectos relevantes a tener en cuenta.

ESTUDIOS SOBRE FAUNA ÍCTICA EN SALTO GRANDE

1 – INTRODUCCIÓN

La construcción de represa hidroeléctricas generan una serie de impactos ambientales donde la interrupción de las rutas migratorias de peces se encuentran entre los más importantes, dependiendo el grado de afectación del lugar de emplazamiento de la central.

Previendo futuros impactos la Comisión Técnica Mixta de Salto Grande expresa en el artículo 3ro de su Convenio Fundacional, consideraciones referidas a minimizar los efectos sobre la fauna íctica.

Concretada la obra y llenado el embalse se realizan una serie de estudios, los que son sintetizados en este informe.

Se destacan tres etapas caracterizadas por enfoques e intensidades diferentes reflejando los diferentes estados de conocimiento sobre el tema.

Los primeros, una vez llenado el embalse debían cubrir las necesidades de actualizar las especies presentes, recavar información sobre su abundancia relativa y sus conductas migratorias teniendo en cuenta la inmediata puesta en marcha de las escalas de peces.

El segundo período, se centró en la evolución de las poblaciones en los nuevos ecosistemas formados, atendiendo los distintos aspectos que hacen al estudio de las comunidades de peces.

La etapa actual concentra sus actividades en temas vinculados a las escalas de peces, la contaminación, influencia de la central sobre peces, y relaciones tróficas con el mejillón dorado (*Limnoperna fortunei*).

2 – ANTECEDENTES

2.1 – PRIMERA ETAPA

2.1.1. *Prospección pesquera en el embalse de Salto Grande*

Los primeros estudios sobre fauna ictica en el embalse han acompañado el impacto de las primeras transformaciones de los nuevos ecosistemas formados .

Se estableció un Convenio con el Instituto Nacional de Investigaciones Pesqueras de Argentina generando un trabajo que se presenta en el año 1983 como Informe PNUMA, organización financiadora de los mismos.

Se inicia así la aplicación del Sistema de Vigilancia Ambiental en Salto Grande.

Durante los años 1980 al 1984 se realizaron una serie de muestreos en el embalse identificando, para ese periodo 5 estaciones de muestreos (*Fig. 2*).

Se determinaron valores de CPUE (1) para cada estación observándose hacia el final del periodo de estudio, una moderada disminución en las capturas. (*Tabla 1*)

Las capturas medias anuales indicadas en la tabla 1 reflejan las tendencias de variaciones en la abundancia para cada estación, luego del embalsado.

Las especies migradoras no presentaron indicios de disminución, con un máximo de abundancia en periodos cálidos.

Un grupo de especies representó el 78% de las capturas y estuvo constituido por sábalos y dorados y entre los carnívoros de menor porte, las pirañas.

Se destaca la importante representación del grupo de los iliófagos, peces que ingieren detritos orgánicos; dentro de esta categoría se hallan los sabalitos, viejas de agua y sábalos.

Con el fin de conocer aspectos de la conducta migratoria de algunas especies se realizaron marcaciones de peces, información considerada de utilidad ante la inmediata puesta en servicio de las escalas de peces.

Resultados de las mismas se detallan en la tabla 2 donde si bien los porcentajes de recapturas no se consideran suficientes para establecer conclusiones definitivas marcan algunas tendencias donde el dorado resultó la especie con un comportamiento migratorio más definido, con recapturas a los pocos días a más de 400 km aguas arriba. Contrariamente la bogas y sábalo no mostraron grandes

preferencias a desplazarse aguas arriba. Aspectos del proceso de marcado se ilustran en las fig. 3 y4.

1) **CPUE** – Captura por unidad de esfuerzo , se definió como la captura obtenida por una batería de 1000 m² pescando durante la noche. Fue considerado un índice de la abundancia relativa de peces en diferentes ambientes.

2.1.2. Instalación sistemas de transferencia de peces.

Como medida de mitigación a los posibles efectos negativos del embalsado del río se incorporó en la estructura de la central de Salto Grande, sistemas de pasajes de peces.

Para esta decisión se toma en cuenta la presencia de varias especies migradoras las que realizan desplazamientos ascendentes para completar su ciclo biológico y presentan un alto interés científico, comercial y deportivo.

El embalsado del río se produce en mayo del año 1979 y la puesta en funcionamiento de las escalas en el año 1984.

Se trata de dos esclusas de peces tipo Borland, primeras en su tipo para America Latina (Fig. 1).

Dicho sistema es reportado como eficiente para el pasaje de peces pequeños o con capacidad natatorias reducida; presenta limitaciones para el pasaje de stocks migrantes de importancia y posee bajo costo de instalación en represas de altura entre 18 y 60 mts.

Se componen de un conducto inclinado que vincula el embalse con el río a través de dos cámaras: superior e inferior. La inferior se comunica con un cuenco que se prolonga aguas abajo la que presenta dos entradas para peces sobre la porción terminal de la pared lateral.

En el anexo etapa I (Fig.5) – se detallan aspectos de su funcionamiento.

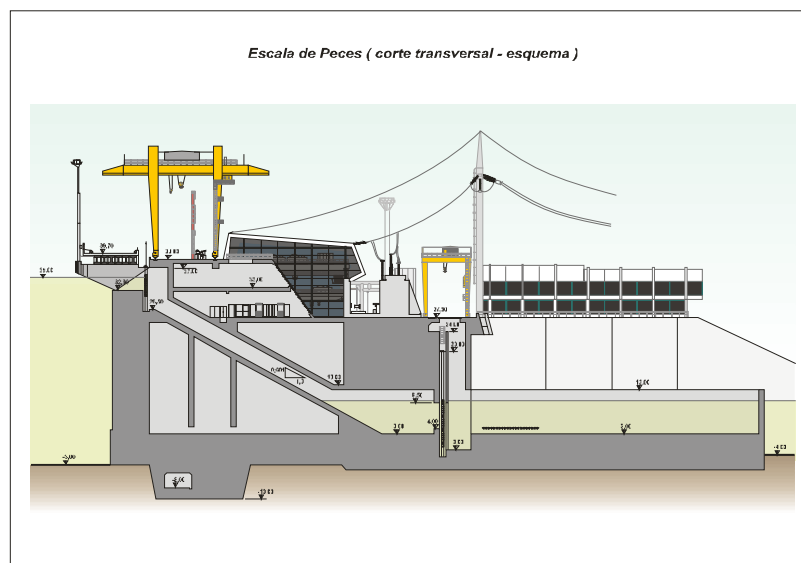


Fig. 1 Corte transversal destacando el ducto que compone el sistema de transferencia de peces.

ANEXO – ETAPA I

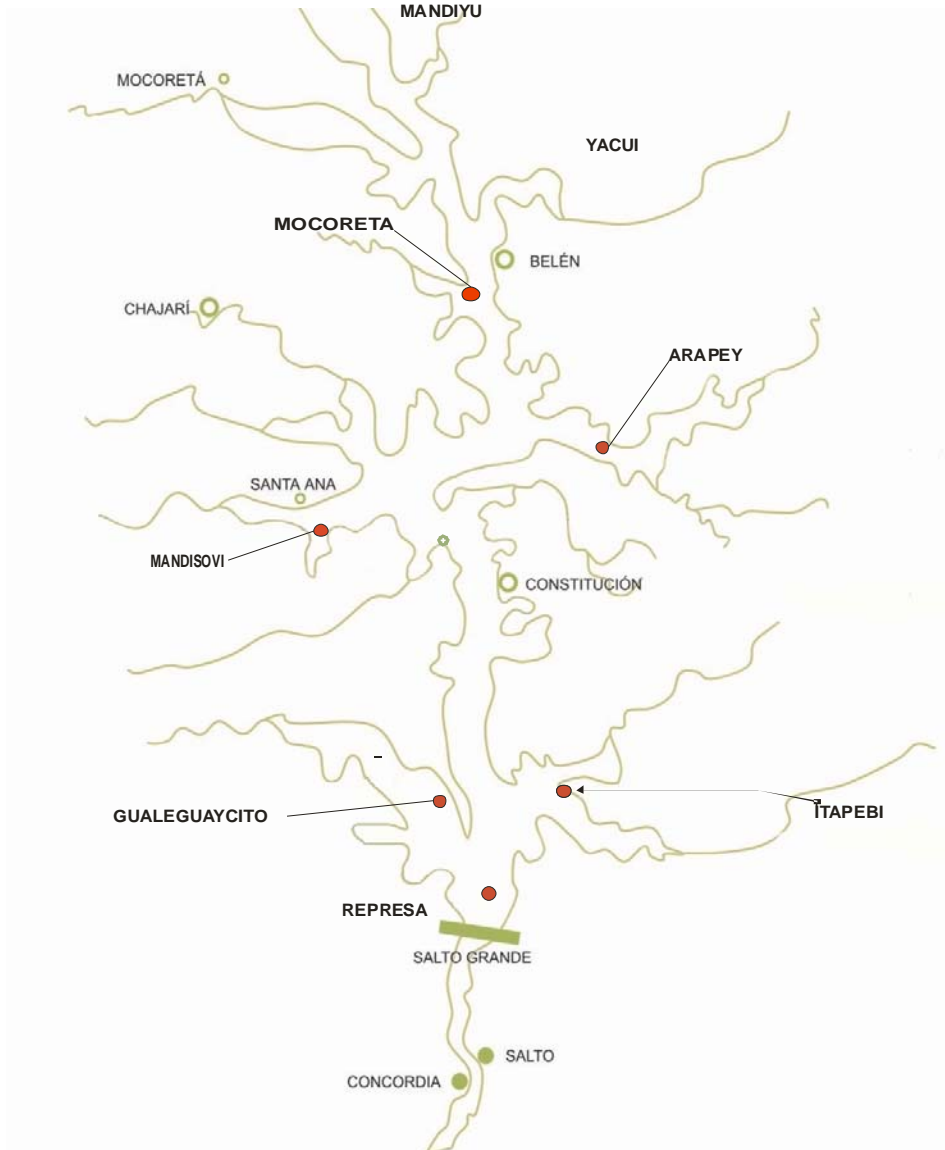


Fig.2 .Estaciones de muestreo del primer periodo de estudio

ANEXO ETAPA I

Estación	1980	1981	1982
<i>Represa</i>	36.57	33.06	31.6
<i>Guauguaycito</i>	46.1	48.41	41.41
<i>Itapebí</i>	34.41	35.23	34.12
<i>Arapey</i>	37.97	41.92	30.32
<i>Mocoretá</i>	133.41	136.51	86.17
CPUE	39.11	37.21	32.65

Tabla 1 – CPUE media anual por estación (KG) para todo el embalse

Especies	1980	1981	1982
	n 125	n 374	n 144
Sábalo	8.16	2.65	5
Dorado	12.5	2.94	4.25
Boga		4.68	18.75
Surubí		6.25	11.11
Manguruyú	50		
Total	7.2	2.94	6.94

Tabla 2 - Marcación de peces; porcentaje de Recapturas comparativos por especies 1980-82

ANEXO ETAPA I



Fig.3 Marcación de peces en Salto Grande



Fig. 4 Las marcaciones realizadas en el año 1982 constituyen las primeras realizadas para el río Uruguay

ANEXO ETAPA I

Escalas de peces - Descripción del funcionamiento

El funcionamiento sincronizado de las compuertas establece una circulación de agua desde el nivel superior al inferior, que además de inducir la entrada de peces en el cuenco y la cámara inferior, permite a estos salvar un desnivel de aproximadamente 30 m.

La operación se realiza a través de un sistema de control y medición que permite trabajar en forma manual y automática.

Cuenta con una consola de comando ubicada en cota 27 con esquema mímico, sensores y trasmisores.



ANEXO ETAPA I

Escalas de peces - Descripción del funcionamiento

El ciclo completo de un esclusaje según diseño original se divide en cuatro etapas.

Las variables de ajuste son la duración de las etapas 1 y 3 (llamada y salida de peces) y el caudal de entrada. El ciclo completo dura unos 45 minutos.

Toda la operación está controlada por un programa residente en un microprocesador ubicado en el Sistema de Control y medición. Este programa puede ser modificado variando la duración y ejecución de las etapas.

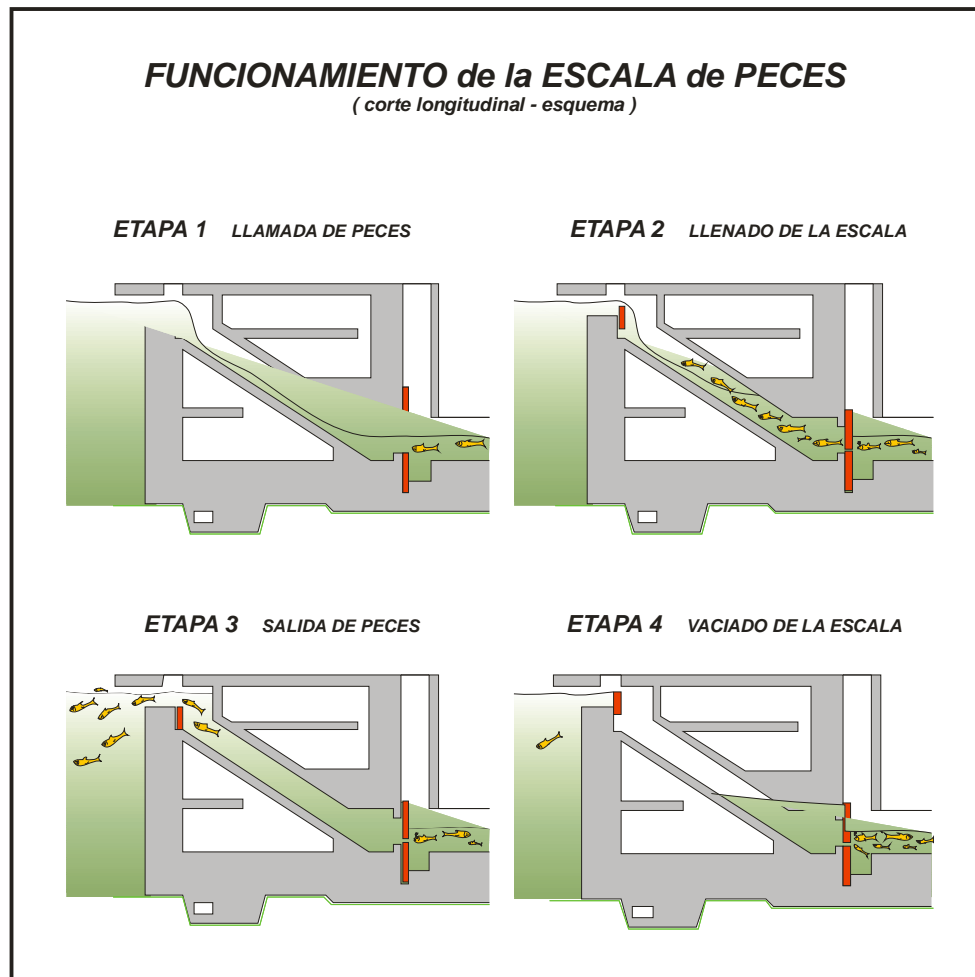


Fig. . 5 – Descripción de las etapas de un ciclo.

2.2 – SEGUNDA ETAPA

Monitoreo de las modificaciones de la Fauna Ictica en el Embalse de Salto Grande

La segunda etapa presenta dos períodos de estudios que estuvieron caracterizados por un enfoque más amplio.

Se genera un acuerdo entre CTM y CARU y en su ejecución se incorpora el Instituto Nacional de Pesca de Uruguay (INAPE) además de INIDEP.

Se desarrollan las siguientes líneas de trabajo

- 1. Evaluación de la eficacia de las escalas de peces.** Considera los comportamientos diferenciales de las especies frente a las escalas.
- 2. Evaluación del éxito reproductivo de los peces en el embalse.** Considera la identificación de épocas y áreas de reproducción y desarrollo de peces.
- 3. Variación de la fauna íctica del embalse.** Seguimiento de la evolución de especies en el lago, como línea de base para el programa de monitoreo.

2.2.1. Evaluación de la eficacia de las escalas de peces

En este período se controlaron 411 ciclos de esclusajes. En cada ciclo se capturaron peces en la pileta de acumulación frente a la compuerta inferior y a la salida de la cámara superior mediante una jaula.

Las 24 horas se dividieron en 8 intervalos o turnos de 3 horas cada uno. En cada turno se realizaron 2 o 3 esclusajes en los que se mantuvo constante el caudal de operación

Como índice para la comparación de las cantidades de peces transferidos por especies, se utilizó la captura media diaria por ciclo de esclusaje.

Mediante colecta de peces a la salida de la escala, se realizó la identificación de especies, evaluación y optimización de la eficiencia del sistema, definiendo así el caudal y período de funcionamiento de la misma.

Si bien se registró el pasaje de un gran porcentaje de especies, la mayoría correspondieron a peces de pequeño porte y no a los grandes migradores casi ausente en los períodos de estos estudios.

Los registros indican capturas estimadas de hasta 140.000 por día, representados por 14 especies, correspondiendo la mayoría a bagres porteños y buzos (pequeños bagres).

En las piletas de acumulación se registraron 31 especies, 21 de las cuales se capturaron también en la cámara superior. Otros ensayos dieron valores de 15 especies aguas abajo y capturados 11 en la cámara superior. En abril del 1994 de 20 especies en la pileta 15 se capturaron aguas arriba.

Se concluye que las esclusas muestran ser eficientes para el pasaje de especies de pequeño porte y con caudales de 0.5m³/s estimándose en decenas de miles los peces que ascienden por día. La cantidad de ejemplares transferidos no es constante a lo largo del día y existen picos ligados probablemente a ritmos de actividad. De hecho la mayoría de los pasajes se realizaron por la noche donde realizan los bagres desplazamientos al contrario de los grandes migradores donde su ritmo de actividad es diurno.

2.2.2. Evaluación del éxito reproductivo de los peces en el embalse.

Se realiza mediante la prospección del ictioplancton y es la vía más directa para detectar la existencia e intensidad de la actividad reproductiva en el embalse y principales afluentes.

A través del estudio de la abundancia y distribución de huevos y larvas de peces, se deduce la estrategia reproductiva de la ictiofauna del embalse, en base a la detección de las épocas y áreas de desove y cría de sus larvas.

Se obtuvieron más de 1000 muestras en 16 estaciones distribuidas en todo el embalse y aguas abajo. **(Tabla 3)**.

Los trabajos se realizaron desde octubre hasta fines de marzo, cubriendo el periodo de reproducción de la mayoría de las especies.

Muestreos realizados en primavera (octubre – diciembre) en el cauce principal, mostraron la ocurrencia de dos áreas de mayor abundancia, una al norte del embalse (B. Unión e Isla Zapallo) y otra al sur aguas arriba y debajo de la represa **(Fig.6)**. Esto se repitió en los distintos monitoreos realizados.

Se identificó los estadios tempranos de varias especies de distintas familias, lo que permitió determinar la composición específica de las muestras y aportar a la distribución y abundancia de las mismas. La mayor parte de las larvas identificadas

corresponden al grupo de los bagres; sin embargo se observa una modificación en la abundancia relativa de los distintos grupos a lo largo de los años de muestreo.

Los estudios sobre ictioplancton muestran el ingreso de huevos y larvas de peces desde áreas de reproducción ubicadas aguas arriba del embalse.

Los trabajos realizados en los afluentes al embalse han demostrado no ser áreas de desove y si constituirían zonas adecuada para la cría y el desarrollo de juveniles.

En la **tabla 6** se presenta el listado de las especies capturadas. Del total de los registros solo tres corresponden a especies de comportamiento migratorio donde tanto dorado como sábalo fueron detectadas en forma escasa; en particular el sábalo es colectado solo al norte (**Fig. 7**).

Como explicación a la escasa representación de las especies migradoras se plantearon una serie de hipótesis.

a) Escaso aporte de huevos y larvas desde las áreas de desove arriba del embalse.

b) Presencia de carnívoros de pequeño porte en las posibles áreas de cría, determinando una fuerte presión de predación sobre otras.

c) Interferencia de condiciones ambientales del embalse con mecanismos de transporte y dispersión de huevos y larvas.

Se ha sugerido que tanto las áreas de desove como las de cría deberían ser el centro de atención para estudios más profundos.

2.2.3. Variación de la fauna íctica del embalse.

La identificación de especies y el estudio de sus variaciones en el embalse a lo largo del tiempo han permitido inferir tendencias en las transformaciones de estas comunidades.

Las diferencias limnológicas entre brazos laterales y curso principal planteó la necesidad de incorporar nuevas estaciones de muestreos y realizar estudios por zonas o subambientes (**Fig 8**).

La comparación de los resultados con los obtenidos en los primeros trabajos destacan que las capturas máximas correspondieron al año 1981 para la mayoría de los ambientes, apreciándose luego una tendencia general a la disminución de la CPUE (**Tabla 5**).

Este comportamiento se aplica también para la CPUE de las especies comerciales aunque en forma menos evidente.

Los monitoreos realizados en la década de 1990 mostraron valores de CPUE en el rango del lapso 1981-1984.

Las capturas por ambiente marcaron diferencias donde estaciones como Mocoretá han presentado los mayores valores (70 Kg/há) seguidos por Mandiyú

Dichos resultados son interpretados como una estabilización en la abundancia relativa de la icitofauna.

Se observó la tendencia al aumento de depredadores de pequeño tamaño como el dientudo paraguayo, el dientudo jorobado y mojarras a partir de un primer periodo de capturas bajas.

La tararira en particular mostró una notoria disminución desde valores iniciales de 10 kg/bat/noche a 0.15. al final del periodo..

Sobre las especies migradoras los efectos observados del embalsado han sido diferentes, luego de un descenso para el primer período han mostrado una recuperación, tal es el caso del sábalo y la boga que incrementaron su frecuencia en los últimos años de muestreo.

Lo descripto coincide con lo observado sobre otros lagos con características similares a Salto Grande. Esto es, embalses cuyo período de llenado fue breve los cuales presentan una fase de ascenso trófico temprana, cuyo pico se alcanza al año aproximadamente del cierre. La formación del embalse habría influido en forma importante sobre las poblaciones de peces a través de bruscas modificaciones ambientales en particular, la elevación de la concentración de nutrientes por la acción de la inundación sobre suelos y vegetación.

Posteriormente se produce un decrecimiento de producción de peces como reflejo de la disminución de la fertilidad general del embalse. Así las poblaciones de peces y organismos asociados, tenderían a ajustarse a la fertilidad de la cuenca.

<u>Estación</u>	<u>Ubicación Geográfica</u>
Río Uruguay	Aguas arriba del Cuareim
Bella Unión	Embalse
Cuareim	Río
Isla Zapallo	Embalse
Madiyú	Río
Mocoretá	Embalse
Mocoretá	Río (aguas arriba desembocadura)
Arapey	Río
Villa Constitución	Embalse
Gualeguaycito	Río
Itapebí	Río
Represa	Embalse
Represa	Río Aguas abajo
Dayman	Río

Tabla 3 - Estaciones de muestreo de ictioplancton en el embalse de Salto Grande

FAMILIA	ESPECIE	NOMBRE COMUN
Engraulidae	<i>Lycengraulis grossiedens</i>	Anchoa
Anostomidae	<i>Leporinus obtusidens</i>	Boga
Curimatidae	<i>Prochilodus lineatus</i>	Sábalo
Tetragonopteridae	<i>Rhaphiodon vulpinus</i>	Chafalote
	<i>Cyrtocharax squamosus</i>	Dientudo jorobado
Ramphichthyidae	<i>Hypopomus brevirostris</i>	Banderita
Doradidae	<i>Megalodoras laevigatulus</i>	Armado
Pimelodidae	<i>Iheringichthyswestermanni</i>	Trompudo
	<i>Parapimelodus valenciennesi</i>	Porteño
	<i>Pimelodus clarias</i>	Amarillo
	<i>Pseudopimelodus zungaro</i>	Zúngaro
	<i>Luciopimelodus patí</i>	Patí
	<i>Sorubim lima</i>	Cucharón
	<i>Pseudopimelodus coruscans</i>	Surubí
Trichomycteridae	<i>Homodiaetus sp</i>	Chupa chupa
Sciaenidae	<i>Pachyurus bonariensis</i>	Corvina
Achiridae	<i>Achirus jenynsi</i>	Lenguado

Tabla 4- Grupos y especies identificadas en muestreos de ictioplancton

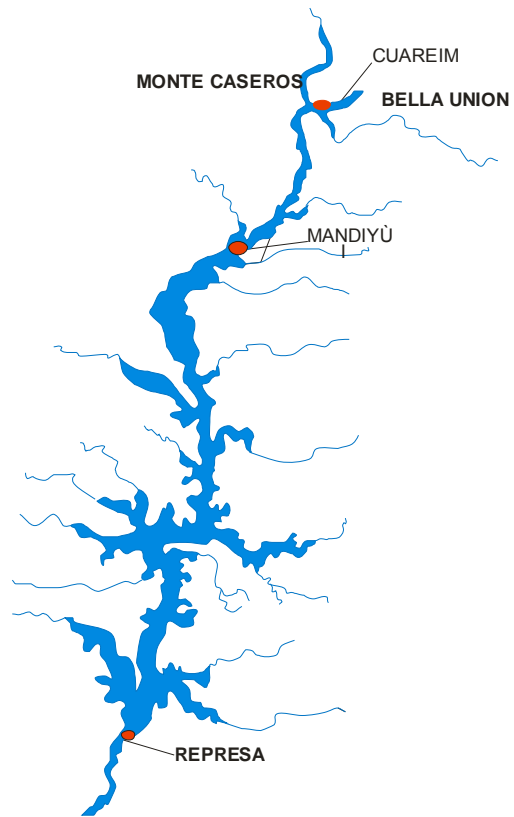


Fig.6- Estaciones al norte y sur del embalse con mayor abundancia de ictioplancton



Fig. 7 -Larvas de sábalo- Especie poco representada en los muestreos encontradas al norte del embalse

ANEXO - ETAPA II

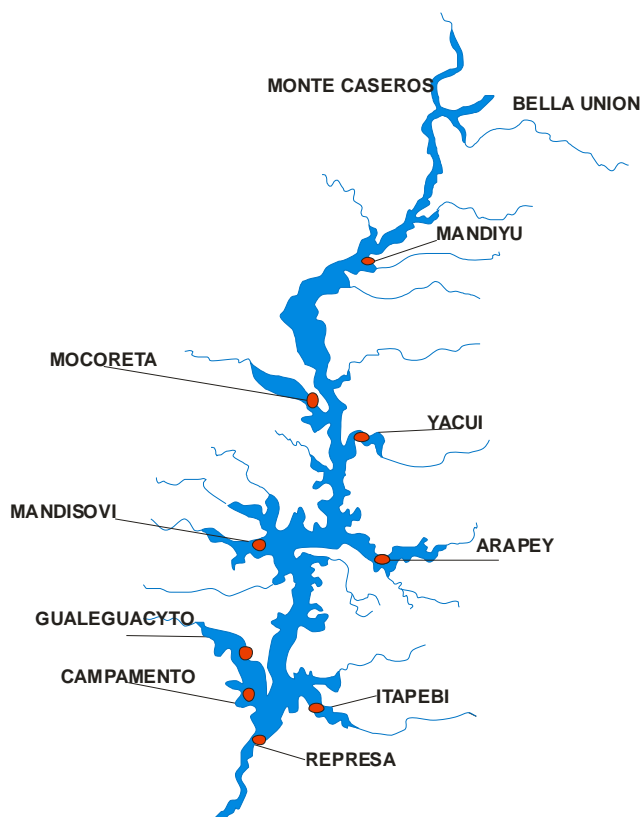


Fig. 8 - Estaciones de muestreo para el estudio de las variaciones de la ictofauna - Segundo período.

Estación	1980	1981	1982	1984	1990-95
Campamento	20.06	24.37	17.54	19.58	17
Guauguaycito	25.3	26.75	24.61	13.02	14
Mandisoví	26.79		34.22	21.61	
Mocoretá	72.06	76.21	47.88	51.79	79
Itapebí	24.5	19.94	18.58	14.44	28
Arapey	21.26	22.97	17.17	10.75	24
Yacuy				21.44	
Mandiyú				33.53	40

Tabla 5 CPUE media anual comparada en los distintos períodos

3 - ESTADO ACTUAL

Culminado los estudios del Convenio CARU – CTM, el área Ecología de la CTM ajusta un programa para atender aspectos vinculados a las escalas de peces, la presencia de contaminantes en tejido de peces y relaciones tróficas con mejillones. Vinculado a esta temática se evalúan afectaciones directas de la operación de la central sobre los peces tanto en paradas de máquinas para mantenimientos como en las recatas de compuerta de toma donde se producen acumulaciones y eventuales mortandades. En estos casos se han realizado tareas evaluatorias e incorporado modificaciones tendientes a reducir efectos.

3.1- Programa Evaluación de las Escala de peces

Los estudios anteriores han demostrado eficiencia de las escalas en el pasaje de peces de pequeño porte y con ritmo de actividades nocturno, quedando en el debe evaluaciones frente a desplazamiento de grandes migradores.

Se distinguen en este programa dos tipos de actividades, el Control y análisis de operación de las escalas y el Monitoreo de la transferencia de peces.

3.1.1 – Control y análisis de operación de las escalas

Las limitantes de diseño en su funcionamiento (por niveles de río y embalse), las fallas electromecánicas y la complejidad de las migraciones dificultan la continuidad en las evaluaciones a los sistemas.

El porcentaje de tiempo en servicio para los últimos años se describe en la **Fig. 9**

Tanto aspectos electromecánicos como hidrológicos son las causas de fuera de servicio de las escalas.

Por factores hidrológicos, salen de servicio cuando el nivel del embalse es menor a 33 mt., o cuando la cota aguas abajo es menor a 5,40mt. y con vertederos abiertos.

Las fallas electromecánicas constituyen otra de las causas de la salida de servicio.

Tanto fallas como factores hidrológicos, representan un porcentaje similar en los fuera de servicio y se expresan en las graficas en las **fig. 10 y 11**, y ambos factores tienen una incidencia promedio de 50%. La tendencia al final del período es a mayor influencia de los factores hidrológicos.

Considerando los meses de noviembre a marzo donde es de esperarse migraciones de reproducción, el comportamiento en la serie indica mayor disponibilidad de escalas al promediar el mismo, lo que afectaría las especies que realizan desplazamientos reproductivos tardíos como el sábalo.

En resumen es de esperar para períodos migratorios una disponibilidad de un 50 % del tiempo total para cada escala, si tomamos la serie histórica y en el desglose mes a mes (Fig. 12).

3.1.2 - Monitoreo de la transferencia de peces

Los esfuerzos de evaluación se concentran en periodos de grandes acumulaciones de peces al pie de la represa. Consisten básicamente en la operación de la jaula en la cámara superior, donde se registra las especies, caudales empleados, tiempos de llamada y salida, complementando con apreciaciones de la oferta aguas abajo.

Esta metodología si bien resulta imprecisa dado que genera disturbios en la cámara superior, permite realizar estimaciones semicuantitativas, tener información de las especies migrantes e inferir los motivos de estos desplazamientos. Esto es posible mediante las capturas en la cámara superior donde se extraen submuestras para conocer la condición gonadal y otros parámetros biológicos de las especies involucradas. Detalles de las capturas se ilustran en las **Fig 13 y 14**.

Se ha concretado registros importantes en algunos períodos destacándose los datos obtenidos en los años 1997 al 1999 donde se evaluaron importantes migraciones

Para 1997 se produjeron en otoño – invierno, al año siguiente en primavera y en 1999 se extendió desde julio hasta principio de noviembre, estando representadas las especies migratorias más conocidas, dorado, sábalo y bogas

Los movimientos de individuos juveniles observados en otoño quizás respondan a ascensos con fines tróficos o debido a factores térmicos.

El sábalo ha resultado la especie más capturada en la cámara superior representando el 90 % de las capturas, la boga 7 % y el 3 restante el dorado.

Sobre el dorado existen pasajes de individuos juveniles y cuando realizan ascenso con otras especies.

La mayor captura registrada corresponde a 565 ejemplares de sábalos en un solo lance. Si bien los ritmos de actividad no son constantes se ha observado el pasaje continuo de sábalos durante el día y considerando en 10 horas / 10 ciclos, subestimando un mínimo de 500 ejemplares por salida estaríamos en unos 50000 ejemplares transferidos en una escala diariamente.

Existe coincidencia con resultados obtenidos en trabajos anteriores en cuanto al manejo de caudales bajos 0.5 a 1.5 m³/seg. que resultan en mayor traslado de especímenes , válidos para ejemplares de pequeño porte.

Con el fin de optimizar el monitoreo de las transferencias se realizaron ensayos de mediciones por métodos hidroacústicos. El objetivo fue estudiar la factibilidad de incorporar esta metodología en la evaluación de los pasajes, abordándose el diseño de un sistema automático y permanente para contabilizar el número y determinar la estructura de tallas de los peces que son transferidos y recomendar pautas de manejo para la operación de las esclusas.

La hidroacústica es uno de los métodos aconsejados para la evaluación y cuantificación de poblaciones de peces, resultando un sistema bastante preciso a la hora de establecer densidades.

Luego de más de un año de ensayos se consideró que el sistema presentaba una serie de dificultades en su aplicación, con interferencias de los transductores y la necesidad de contar con un volumen constante de salida de agua, lo que implicaría una serie de modificaciones en los sistemas.

Estableciendo una valoración del papel de las escalas de peces, algunos autores plantean dudas en cuanto a la conveniencia del pasaje de peces desde el río al embalse, cuestionando que se trata de ambientes que evolucionan en forma diferente. Consideramos no obstante que resulta un aporte a la biodiversidad y al intercambio genético, por tratarse de especies comunes a ambos sistemas.

Queda claro que las escalas pueden y aportan a la diversidad pero pueden no resultar determinantes en la conservación de las especies pues la fragmentación río – embalse es probable que lleve a las poblaciones a desarrollar estrategias diferentes e independientes. Las escalas de peces constituyen pues una herramienta para atender parcialmente las necesidades migratorias de varias especies pero no imprescindibles en su conservación.

3.2.- Relaciones tróficas entre larvas de mejillón dorado y larvas de peces.

El mejillón dorado *Limnoperna fortunei* se ha constituido en un recurso alimentario importante en los cursos de agua que ha colonizado. Diferentes especies de peces en sus distintos estadios consumen diferentes estadios de mejillón (larvas y adultos).

La magnitud de este nuevo recurso trófico es tal que se ha sugerido que puede ser responsable por el aumento del 300 % en los desembarcos de peces de agua dulce en la Argentina entre 1994 y 2004 (Boltovskoy et al., 2006).

Con el fin de interpretar las relaciones tróficas entre larvas de limnoperna y larvas de peces se estableció un sistema de muestreos semanales y simultáneos de ambos en el embalse de Salto Grande con el fin de analizar el consumo de larvas del mejillón (Fig 17). Para el desarrollo de estos estudios se requirió los servicios del departamento de Ecología, Genética y Evolución de la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales de Buenos Aires

Entre el 11 de octubre de 2005 y el 18 de marzo de 2008 se obtuvieron un total de 97 muestras de ictioplancton. El material fue colectado con red de 200 μ m de apertura de malla en arrastres horizontales de 10 a 15 minutos.

Las muestras fueron periódicamente remitidas a Buenos Aires donde las larvas eran aisladas, medidas, identificadas y su contenido estomacal analizado.

En total se identificaron larvas de 15 taxones diferentes predominando ampliamente la anchoita.

Debido a su alta frecuencia de consumo y sus biomásas relativamente altas los cladoceros aportaron la mayor cantidad de biomasa a las dietas de los peces (más del 90 %). Todo los demás ítems fueron responsables de fracciones sensiblemente menores: Limnoperna y copépodos ocuparon el segundo y tercer lugar con 20 y 10 % respectivamente (Tabla 6).

Se ha verificado que por lo menos 17 especies de peces en sus estadios adultos y 11 larvales consumen mejillones. Especies como el sábalo, surubí, cucharón y bagre trompudo comen larvas mientras la raya, la boga y armado se alimentan de adultos.

La incidencia de las larvas velígeras de *Limnoperna* en la dieta de larvas de peces es muy alta, representando el 100 % de los contenidos estomacales para

protolarvas de *P. lineatus*. Estos valores indican que las larvas de peces seleccionan las velígeras positivamente y que este nuevo recurso puede tener un importante impacto sobre la dinámica de poblaciones del sábalo y boga, especies de interés ecológico y económico.

Las larvas de *Limnoperna* están presentes en el plancton de Salto Grande entre septiembre y enero y entre marzo y mayo a densidades de 2000 a 4000 individuos por m³, con picos de más de 12000 ind. m³, periodo que coincide con la época de reproducción de la mayoría de los peces de la cuenca, por lo que se estima que resulta una fuente importante de alimento para las larvas de peces.

Uno de los efectos más estudiados de las invasiones de bivalvos de agua dulce es su impacto sobre las relaciones tróficas de los organismos nativos. Las interacciones con el plancton tiene dos aspectos opuestos; por un lado, las altas tasas de pastoreo de los moluscos afecta la abundancia y la composición del plancton, pero por el otro contribuyen a esas mismas comunidades con sus larvas planctónicas. Si bien el balance general de las nuevas interrelaciones es complicado, se han descrito efectos tanto adversos como positivos sobre las comunidades (Boltovskoy et al (2008)).

3.3 - Evaluación efectos operación de la central sobre peces

Se compone de actividades temporales vinculadas a eventos de afectación directa sobre los peces como parada de máquinas y conflictos relacionados con baja generación de energía.

3.3.1 - Ensayos de aireación en pozos de compuerta de Toma

La mortandad de peces en los pozos de compuerta de Toma ocurren en los estiajes y resultan un problema no solo por la afectación a los peces sino también por los trastornos de limpieza y emisión de olores.

La escasa o nula generación propicia el estancamiento del agua en dichos pozos lo que sumado a las altas temperaturas hace que el oxígeno disuelto en el agua alcance niveles críticos para los peces. (*Fig. 16 y 17*).

Períodos prolongados de anoxia llevan a la ocurrencia de grandes mortandades; una vez reestablecidas condiciones de oxígeno adecuados, muchas veces persisten algunas muertes debido a secuelas del estrés por anoxia o por cambios en

parámetros físico- químicos del agua, resultado de la putrefacción de gran cantidad de materia orgánica.

En coordinación con Mantenimiento Mecánico (hidromecánica y regulación) se realizaron distintos ensayos en vanos de ambas márgenes y ante diferentes condiciones con el propósito de optimizar un sistema de suministro de aire en las recatas para reestablecer condiciones que eviten las mortandades en las mismas.

Los trabajos han consistido en realizar controles de Oxígeno disuelto, porcentaje de saturación, temperatura y ph a distintas profundidades, hasta los 10 m.

Se tomaron datos en vanos sin aire, con máquinas generando a diferentes potencias y con inyección de aire comprimido. En este último caso se registró la evolución de los parámetros en el tiempo.

Se puede establecer que en máquinas funcionando potencias superiores a los 110 Mw en forma continua no presentan problemas, debe sonar una alarma a partir de muchas horas de generación al límite inferior técnico (60Mw).

Con máquinas en servicio potencias de 110 Mw mantienen niveles aceptables de OD pero si en el correr del día bajan a 90 Mw, caso estudiado en la unidad 10 para enero, los valores pueden caer por debajo de 4 mg/l, sobre todo en los primeros 4 metros y se registra alguna mortandad (el problema radica en que para estas potencias el valor de OD observado, en los mejores casos apenas llega a 4.6)

Potencias de 115 Mw registradas en diciembre para la Unidad 4 mostraron valores de oxígeno normales (7.9 a 8.6 mg/l).

El sistema de suministro de aire comprimido desde cota 39, distribuido tanto a 5 como a 9 mts con una flauta que lo disperse resulta efectivo y de acuerdo a la presión que se le proporcione puede recuperar en pocas horas niveles de oxígeno compatible con las necesidades de los peces. Por otra parte una vez reestablecido estos valores, existe una autonomía de 48 horas para esta época del año, con temperaturas en el agua superiores a los 25 °C y temperaturas ambientes por encima de los 30, sin necesidad de proporcionar aire durante este período. Se puede suministrar aire en forma alternadamente en vanos donde se observe que los valores se acercan a niveles críticos.

A partir de estos ensayos se ha instalado en forma permanente un sistema de oxigenación de todas las unidades de margen izquierda, alimentado por aire comprimido de la central.

3.3.2 - Mortandad de peces en parada de máquinas

Las paradas de máquinas generan acumulaciones y muerte de peces tanto en la cámara espiral como en el tubo de aspiración (Fig 18). Para conocer la relevancia de estas mortandades se han realizado evaluaciones en dichos compartimentos como también estudios complementarios aguas abajo a fin de conocer la oferta de peces en dicha zona y tener un orden de magnitud del impacto de la maniobra.

Al parar máquinas y bajar los tableros auxiliares queda agua que deben sacarse con bomba. Junto al agua se producen acumulaciones y mortandades de peces. En la cámara espiral los peces provienen del embalse y en el tubo de aspiración del río lo que marcará diferencias específicas entre los peces afectados.

La evaluación se realiza sobre los peces que son retirados por el personal asignado y una vez que se acumulan en recipientes para su disposición final, se toman submuestras identificando especies y tomando parámetros biológicos; se pesa el contenido de estos recipientes y luego se contabilizan los tachos extraídos por maniobra.

En los muestreos realizados el promedio de capturas es de una tonelada considerando ambos recintos.

Resulta más variable los datos del tubo de aspiración que los de cámara espiral debido a la alta complejidad de las concentraciones de peces aguas abajo.

Las especies capturadas incluyen mayoritariamente a peces de fondo como bagres, peces eléctricos y rayas. Los sábalos resultan comunes en la cámara espiral, mientras que en el tubo de aspiración se capturan solo en períodos migratorios y en estos casos resulta la especie mayoritaria.

Para tener un orden de magnitud del impacto de la central sobre las poblaciones de peces aguas abajo se realizaron monitoreos hidroacústicos obteniéndose registros de densidades para determinados periodos en la zona de exclusión.

Las evaluaciones se realizaron en primavera y con distintos niveles de restitución.

Los resultados indican concentraciones de peces en áreas reducidas ubicadas inmediatas a la central, coincidentes con zonas de profundidad de 7,8 y hasta 11 metros.

Los valores estuvieron en densidades de 7881 y 5117 peces por hectárea lo que arroja valores totales de peces para toda el área de estudio de 558000 y 362300 peces respectivamente.

De acuerdo a estos datos el impacto generado por las paradas de máquinas sobre las poblaciones resulta mínimo.

SINTESIS Y PERSPECTIVAS

La instalación de la represa ha impactado en distinto grado a diferentes grupos de peces donde dichas afectaciones van desde efectos directos como interrupción parcial y para algunas especies, a los desplazamientos migratorios o de carácter indirectos generando modificaciones en las áreas de cría, desove, cambios bruscos en los niveles hidrométricos, modificaciones en las velocidades de derivas, modificaciones en la calidad de agua (tendencias crecientes a la eutrofización).

En este marco se integran nuevos ambientes como potenciales áreas de cría y otras fuentes de alimentos como los mejillones que plantearán futuros reajustes de las especies.

La tendencia del embalse coincidente con ambientes similares, ha sido al predominio de peces iliófagos y pequeños depredadores.

Las especies migradoras sin embargo están presentes y habrá que determinar el papel de este en sus etapas de desarrollo, dado el impacto tanto ambiental como social que estas poseen. La presencia reiterada de ejemplares juveniles de grandes migradores en brazos laterales indicaría que estas especies en algún estadio de desarrollo usan el embalse como zonas alimentación.

La identificación de áreas de cría y lugares de desove de las especies migradoras se consideran de prioridad en el futuro y arrojarán luz sobre el actual impacto de la represa en la fragmentación de las poblaciones de peces y contribuirán a definir el rol que deberán cumplir las escalas de peces.

ANEXO - ETAPA III

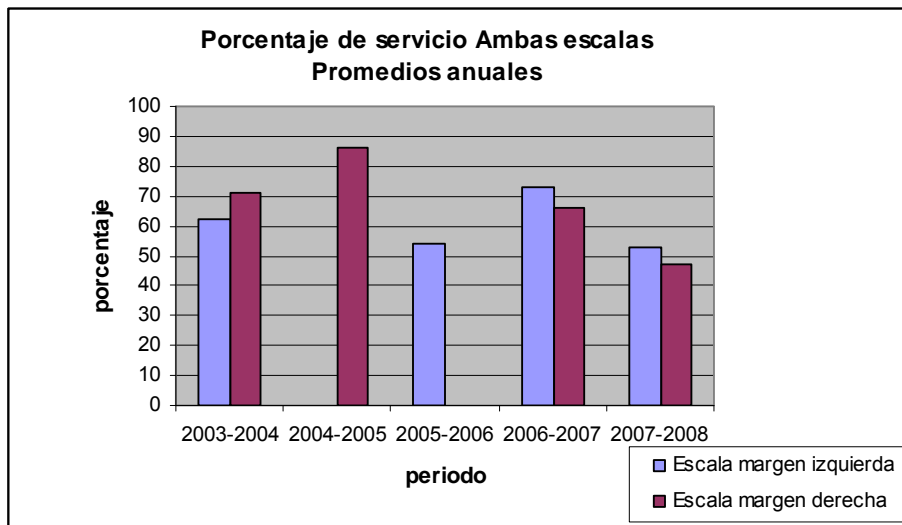


Fig. 9- Funcionamiento de las escalas en el periodo considerado

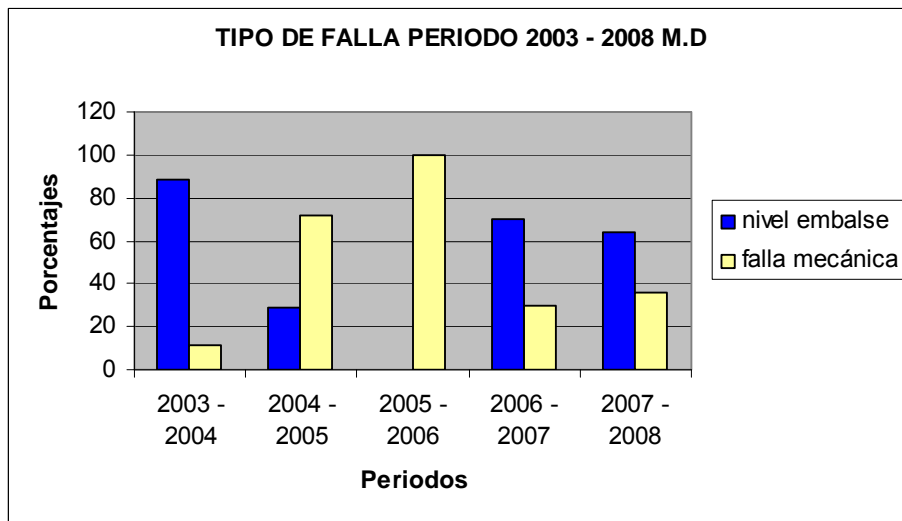


Fig. - 10 Considerando la serie histórica ambas causas poseen una incidencia similar en los porcentajes de fuera de servicio

ANEXO - ETAPA III

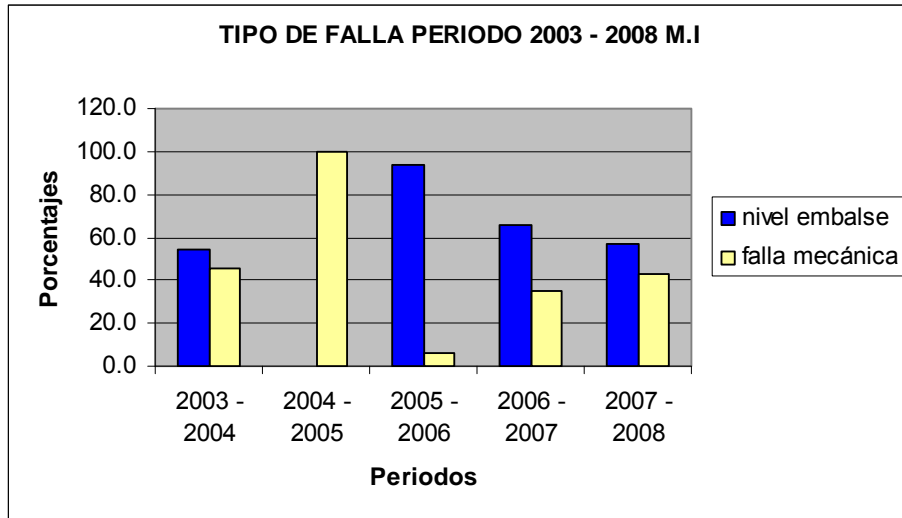


Fig. 11 A partir del año 2005 la variable embalse ha tenido mayor peso sobre la disponibilidad en escala de margen izquierda

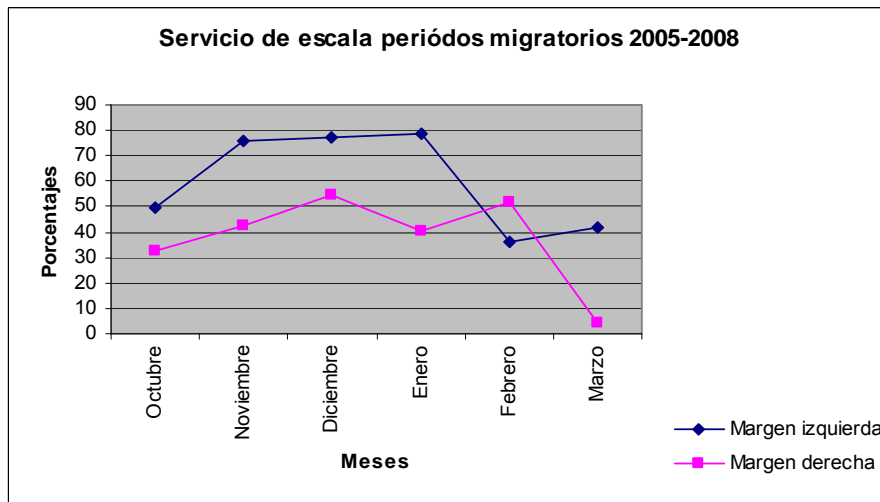


Fig 12- Disponibilidad de ambas escalas en los períodos migratorio expresada en porcentajes promedios para cada mes, considerando toda la serie



Fig. -13 - Jaula de captura ubicada en la compuerta de salida de las escalas



Fig. - 14- La jaula se retira parcialmente para la toma de Submuestras

Taxon	Porc.en el cont.estom.				Porcentaje en el medio (oferta)			
	Copép.	Cladóc.	L.fortunei	Rotif.	Copép.	Cladóc.	L.fortunei	Rotif.
Anchoíta	8.3	43.8	0	47.9	33.2	24.4	37.9	15.7
Anostomidae	0	100	0	0	36.9	46.6	16.5	0
Caraciforme	0	95.8	4.2	0	30.7	59.9	9.4	0
Corvina	16.7	83.3	0	0	54.7	23.6	21.8	0
Lenguado	0	25.1	74.9	0	58.2	29.3	12.5	0
P.lineatus	0	100	0	0	48.9	58.6	2.8	0
Pimelodino	0	80	20	0	33.9	45.2	21	0
Pimelodus	6.7	70.3	23.1	0	46.5	28.9	24.7	0
Siluriformes	0	72.2	27.8	0	31.8	59.7	8.5	0

Tabla 6- Comparación de los valores medios de la ingesta y oferta de alimento para los taxones de peces larvales.



Fig. 15 – Muestreo de ictioplancton para estudio de relaciones tróficas entre larvas de peces y mejillones

ANEXO ETAPA III

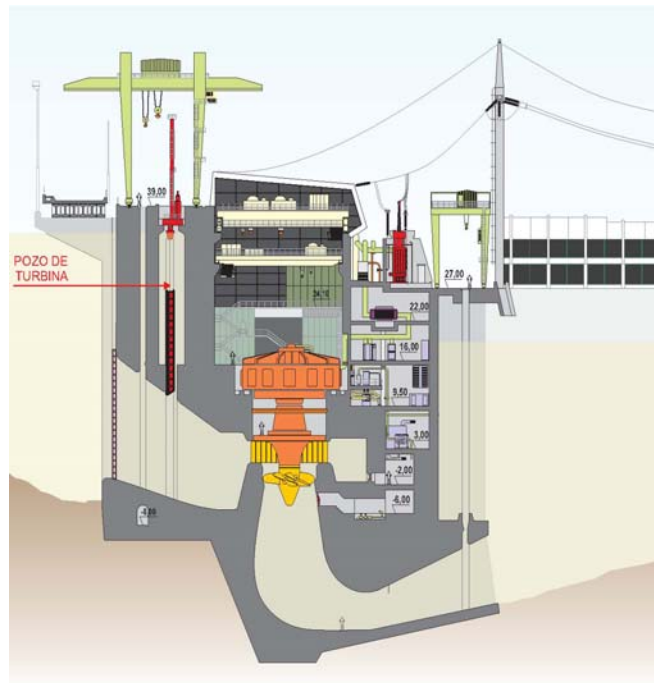


Fig. 16 – Corte de la central – Pozo de compuerta



Fig.17 - Detalle de vanos de pozo de compuerta

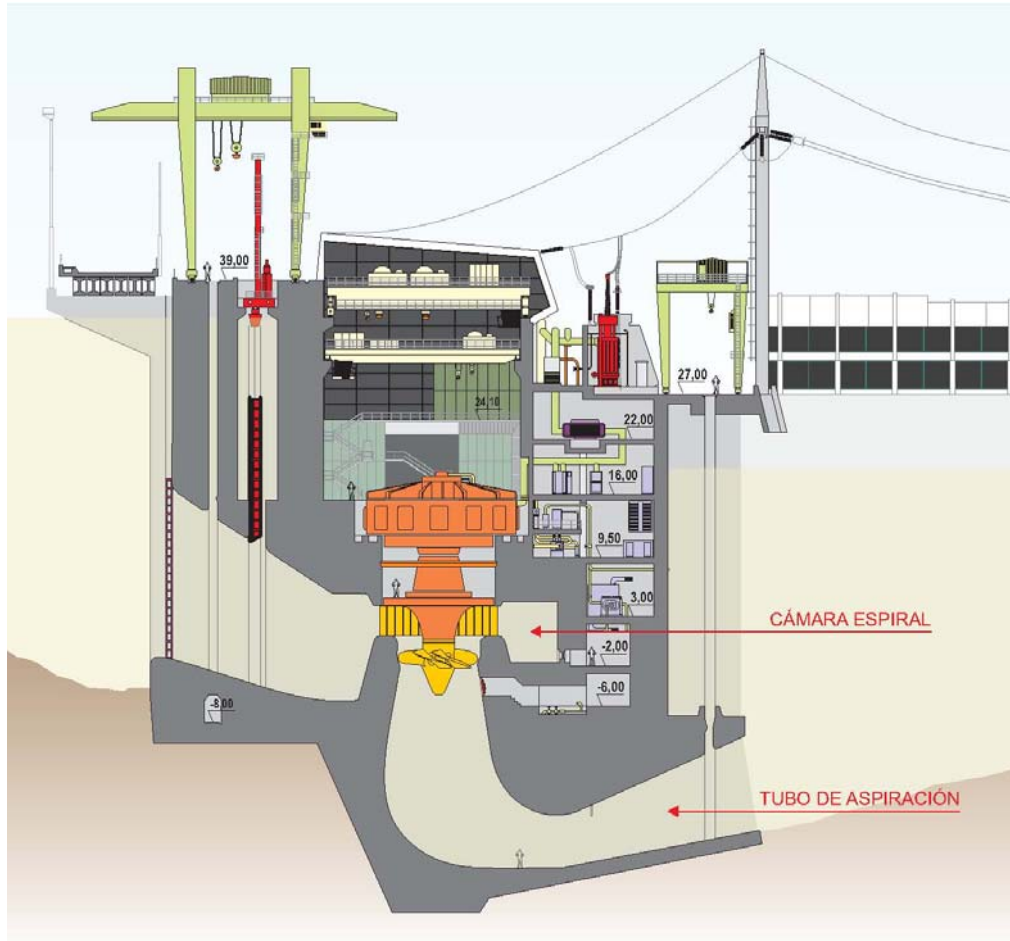


Fig. 18 – Sala de máquinas (corte transversal –esquema)

BIBLIOGRAFIA

- SALTO GRANDE – 1983 – Programa de desarrollo Ambiental –Convenio CTM/PNUMA Proyecto N°FP 1000-78-02- Implicaciones ambientales en el aprovechamiento múltiple. Informe final.
- CTM Salto Grande-INAPE-INIDEP- 1984 Informe de las campañas de monitoreo de la modificación de la fauna ictica en el embalse de Salto Grande correspondiente al año 1984.
- CTM Salto Grande-INAPE-INIDEP- 1984 - Programa de Operación y Evaluación del Funcionamiento y Eficiencia de los pasajes de peces. Inf. Agosto 1984
- CTM Salto Grande-INAPE-INIDEP- 1984 Programa de Operación y Evaluación del Funcionamiento y Eficiencia de los pasajes de peces. – Inf. Diciembre 1984
- CTM-CARU-INAPE –INIDEP (1990) Informe resultados de la investigación de la ictiofauna del embalse de Salto Grande-
- CARU 1992 – 2° Seminario sobre el Rio Uruguay y sus recursos pesqueros.
- CARU 1999 – Primeras jornadas sobre conservación de la fauna ictica en el río Uruguay-
- CTM Salto Grande – FUNDACION INNOVA (2009) Evaluación de los efectos del bivalvo invasor *Limnoperna fortunei* sobre la ecología del embalse de Salto Grande
- CTM Salto Grande (2008) Evaluación de los efectos del bivalvo *Limnoperna fortunei* sobre la ecología del embalse de Salto Grande- Depto Ecología, Genética y Evolución de Ciencias Exactas y Naturales, Univ. Bs Aires.