



SEDIMENTACIÓN DEL RESERVORIO POECHOS Y MEDIDAS DE PROLONGACIÓN DE SU VIDA ÚTIL

Zivko Gencel

Universidad Nacional de Piura, Facultad de Ingeniería Civil, Piura, Castilla, Domicilio: Residencial Grau, bl."P" #302, Piura, PERU,
Teléfono domicilio: 51 73 30 32 35
E-mail: zaugencel@yahoo.com

RESUMEN

El reservorio Poechos forma la presa en el cauce del río Chira a ~20 km al sur de la frontera del Perú con Ecuador. Ideado como un reservorio de volumen total de 1025 millones de m³ con 885 de volumen útil al principio, y 140 millones de m³ destinados para atenuación de picos de avenidas, después de solo 29 años (2004) tenía el volumen útil reducido a prácticamente mitad por acumulación de sedimentos. En solo cuatro años de estos 29 (1983,1998,1999 y 2000) el aporte de sedimentos fue prácticamente la mitad del total (187 de los 397 millones de m³). Estos cuatro años correspondían a los años de Fenómeno del Niño o FEN (ENSO). El riego existente de 105,000 ha requiere disponer de reserva mínima de 350 millones de m³ en Mayo cada año. Se recomendó, sobre elevar la presa por cinco metros cosa que permitiría llegar al año ~2040 con el volumen mínimo útil intacto. ¿Qué hacer después? En estos momentos no se tiene respuesta alguna. La excusa de los asesores técnicos es que no existe mejor opción. Sin embargo, existen soluciones que aseguran el tránsito del sedimento hacia el cauce natural del río aguas abajo de la presa.

ABSTRACT

The Poechos reservoir is created by dam of the same name in the Chira river valley at ~20 km in South from Ecuadorian border. Designed as 1025 million m³ total volume with 885 out of it as useful and 140 destined to flood transit, the reservoir suffered only 29 years later (2004) a loss of 397 million of m³ because of sediment retention. During only four years with strong ENSO phenomena (1983,1998,1999 and 2000) the reservoir accumulated more than 47% of it.

The existing irrigation compromise of 105,000 Ha requires 350 millions of m³ of water accumulated at the beginning of the May. It was recommended heighten the dam for five meters which offers maintain this minimum of reserves even in the year ~2040. There is no answer to the question ¿What to do after 2040? The technical staff in charge considers that there is no better solution.

Nevertheless there are different solutions which guarantees the sediment transit through reservoir.

INTRODUCCIÓN

Poechos es el nombre de la presa de tierra combinada con la parte central de concreto de gravedad (conteniendo el principal órgano de evacuación de excedencias – aliviadero de compuertas), ubicada en el cauce del río Chira (Catamayo en Ecuador) a unos 20km aguas abajo de la frontera con Ecuador. Es una de las presas de mayor longitud de corona – ¡nueve kilómetros! Su corona se encuentra a casi 50 m por encima del cauce del río en su parte mas alta. Fue diseñada para operar con la cota máxima de operación a 3m por debajo de la corona pudiendo almacenar 1025 millones de metros cúbicos estando destinados los 885MMC al almacenamiento o volumen útil y los 140MMC como espacio de operación de emergencia. Jamás operó con esta cota porque el remanso causado hubiera inundado campos agrícolas y otras propiedades en la zona fronteriza del Ecuador con quien tampoco el Perú nunca logró acuerdo alguno para poder operar el reservorio Poechos a su plena capacidad. Por lo tanto la máxima cota de operación se mantenía a 5m por debajo de la corona disponiendo de un volumen útil de 885 MMC.



Figura 1.-Mapa del Norte del Perú con reservorio Poechos y parte de áreas agrícolas dependientes

La previsión de espacio para almacenar los sedimentos en cincuenta años era de 400MMC pero este espacio fue colmatado al pasar solo 58% del tiempo de la vida útil proyectada o 29 años. El reservorio ha entrado en operación regular desde 1978 y la pérdida de capacidad acumulativa por sedimentación se ha producido: en años 1983, 1998, 1999 y 2000 se perdió un total de 187MMC y en resto de 25 años 210MMC.

Los años 1983 y 1998 se caracterizaron por presencia del fenómeno climático de “El Niño” en su magnitud extrema. En otras palabras se trataba de años extraordinariamente húmedos. Dada la circunstancia de reducción de posibles provisiones de agua para, cada vez creciente demanda, se formularon soluciones tentativas.



Figura 2.-Vista aérea del bloque central de la presa Poechos con aliviadero de compuertas en operación durante avenidas

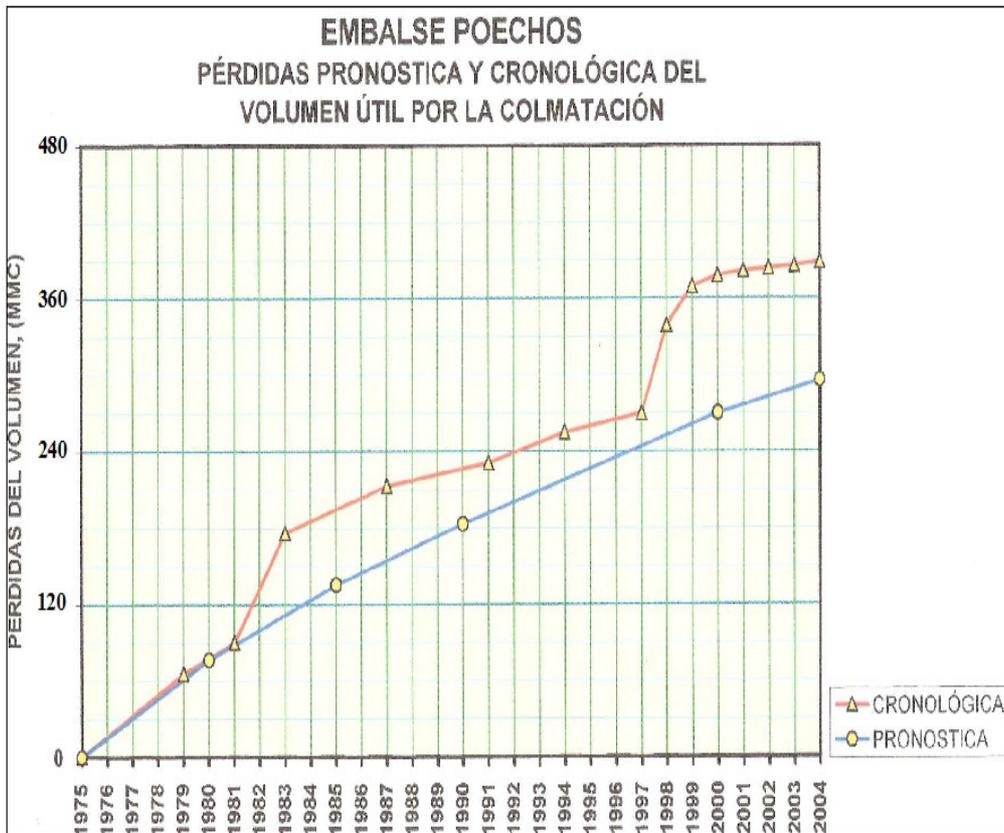


Figura 3.-Deposición de sedimentos desde 1975 (ya se producía remanso en época de avenidas por la presa parcialmente terminada) hasta 2004

VARIANTES DE SOLUCIONES ANALIZADAS A LA FECHA

Observando la variación de volúmenes totales anuales de flujo del río y de los sedimentos acumulados en el reservorio (figuras 3 y 4) se puede deducir que mayores caudales generados en la cuenca implican mayores masas de sedimento retenidas en el reservorio porque la presa no tiene orificios bajos de evacuación de grandes caudales junto con sedimentos practica que se ha hecho notoria en el diseño de presas recién desde los años 1970, sobre todo, en áridas

regiones de Norte de África por los diseñadores franceses. Primeras obras consideradas con la finalidad de evacuación de sedimento mas fino eran orificios para expulsión de corrientes de densidad (agua cargada de solidos finos en suspensión a niveles cercanos al fondo). Con el tiempo se ha hecho notoria la práctica de diseñar evacuadores de gran capacidad situados cerca a los cimientos de presas - sobre el fondo de cauces de ríos que sufrían represamiento. El diseño de factibilidad de la presa de Poechos fue elaborado el año 1968 por IECO de EE.UU. El diseño detallado de la presa y obras anexas fue culminado el año 1978 por Energoprojekt, de Yugoslavia prácticamente paralelo a la construcción de la presa.

Las proyecciones de las dos empresas en cuanto a cantidades de sedimentos a ser retenidos por el reservorio se mostraron adecuadas, salvo para años caracterizados por la presencia del fenómeno El Niño cuando se registraron crecimientos descomunales de acumulaciones de sedimentos en el.

En aquella época el fenómeno del Niño tenía recién desde 1969 una solida hipótesis, que con el tiempo fue corroborada, lanzada por el científico de UCLA - California, Jakob Bjerknes.

El año de conclusión de la construcción de la presa Poechos esta realidad fue muy escasamente difundida inclusive entre especialistas de Binney & Partners quienes tenían a cargo la supervisión de la obra. Se hablaba de algunos aspectos de síntomas del fenómeno.

Así la presa no fue equipada de manera optima y la temerosa operación que no tomaba en sería consideración la evacuación de los sedimentos mediante lavados estacionales terminó poniendo el reservorio en la difícil situación que atraviesa en actualidad.

Hoy, a pesar de gran avance en investigaciones y estando la pronta difusión de sus resultados favorecida por globalización solo es posible pronosticar el fenómeno con unos meses de anticipación sin poder decir con certeza cuál será su intensidad.

El análisis de precipitaciones de las estaciones pluviométricas de la cuenca del río Chira demuestra que es la parte peruana de la cuenca que aporta la mayor cantidad de sedimentos durante los eventos El Niño ya que esta parte baja, normalmente casi no registra precipitaciones y consiste de tierras eriazas sin mayor cobertura vegetal.

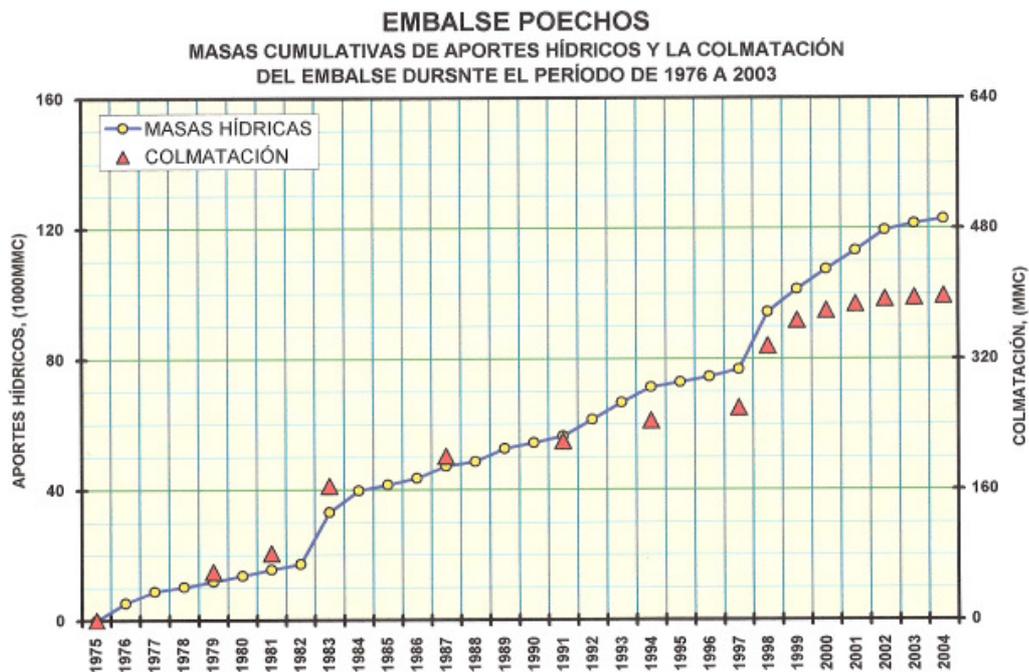


Figura 4.–Deposición de sedimentos desde 1975 (ya se producía remanso en época de avenidas por la presa parcialmente terminada) hasta 2004 comparado con aportes hídricos del río Chira en curvas acumulativas.

Para dar solución al problema de prematura pérdida de volumen útil del reservorio Poechos se ha elaborado un estudio de pre factibilidad en el cual se han analizado soluciones variantes incluida evacuación de sedimentos mediante dragado. Sin embargo, nuevamente, a pesar de todo, ni una sola solución alternativa ha contemplado la posibilidad de equipar la presa con evacuadores bajos de gran capacidad.

Solo se ha constatado que por preocupación respecto a la inseguridad de llenar el reservorio el lavado de sedimentos no representa una alternativa viable.

Solución alternativa que comprende lavados del vaso del reservorio Poechos en años húmedos

Según los autores del estudio de pre factibilidad “Debido al enorme riesgo de no llenar el embalse de Poechos al final de la temporada de avenidas, descarga de sólidos en suspensión del vaso del embalse, mediante su operación, en las temporadas de avenidas, con los niveles bajos del pelo de agua, no es económicamente aceptable, como la medida programada y organizada para los fines de reducir acumulación de sólidos en suspensión que han ingresado al vaso del reservorio.”

Para el lavado de los solidos puede usarse el aliviadero de compuertas cuya cota de umbral se encuentra en la cota 78 msnm o unos treinta metros por debajo de la corona de la presa y/o unos 25 m por debajo del nivel máximo en operación mantenido durante casi treinta años cosa que hace posible pensar en lavados del reservorios en años húmedos.

Pero naturalmente esta solución todavía puede considerarse demasiado riesgosa desde el punto de vista de daños a la producción agrícola no realizada por no lograr llenar el reservorio – las circunstancias hidrológicas son muy caprichosas pero aun el relativo fracaso de una campaña agrícola es mal menor que tener un reservorio lleno de sedimentos sin capacidad alguna de regulación ni siquiera mensual.

La cota del vaso del reservorio más baja esta en ~68 msnm.

EMBALSE POECHOS PERFIL LONGITUDINAL DE LOS NIVELES DEL FONDO

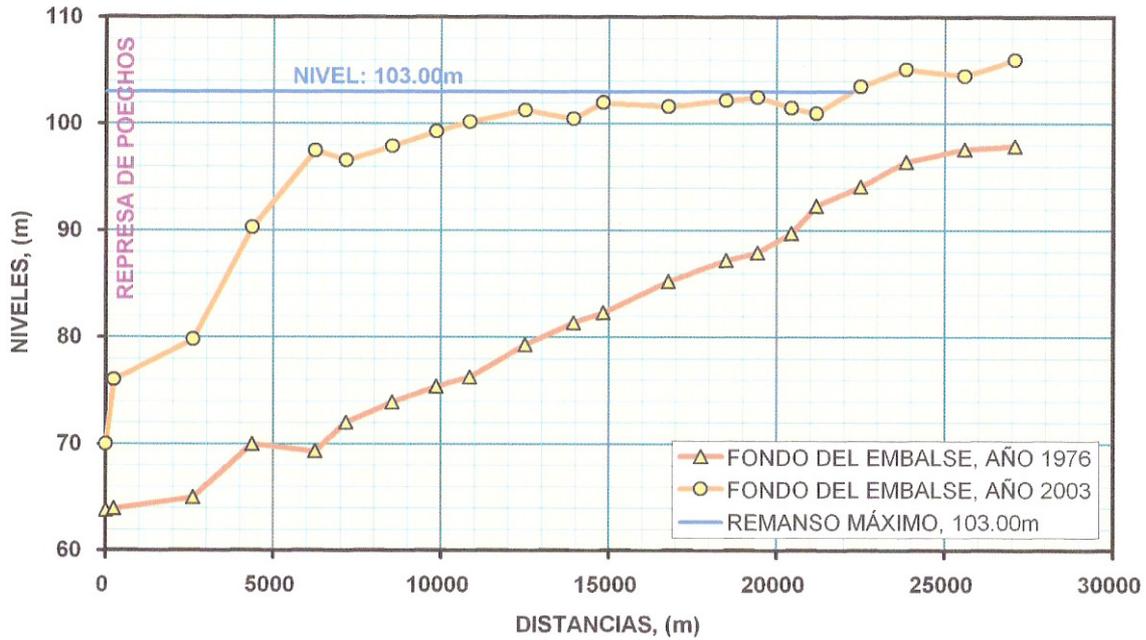
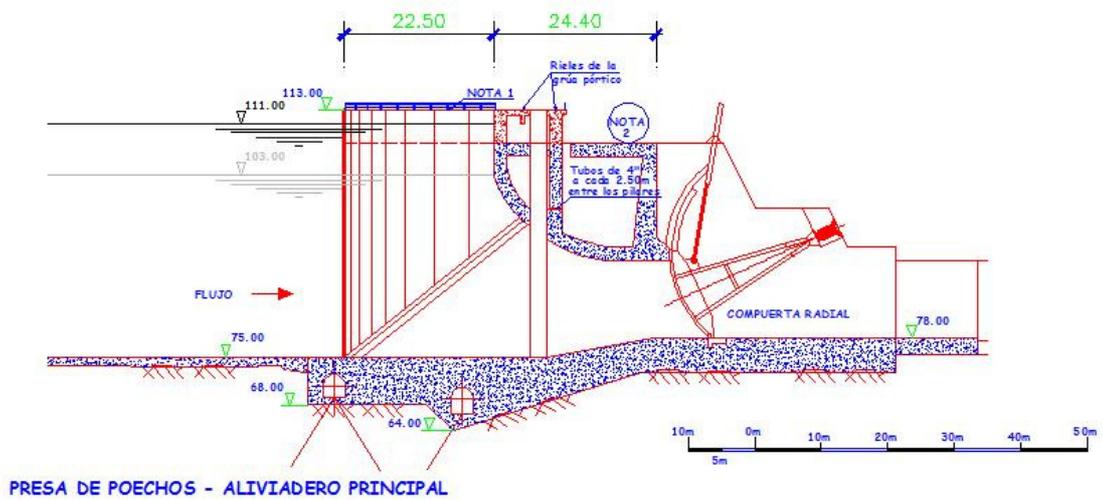


Figura 5.-El máximo grosor de los depósitos respecto al fondo del cauce natural llega a más de 25 metros. Esto implica que las capas inferiores están consolidadas con posibles densidades volumétricas de 1.35 t/m³. Tal densidad podría requerir extracción - romper los lazos de cementación y agitación antes de poder pensar sobre evacuación

Pero el problema principal es que la acumulación de sedimentos se genera en una vasta área del vaso de hasta 70km². Las partes más altas quedan libres de sedimentos, por ahora.

La solución propuesta por el estudio de pre – factibilidad es sobre elevar la corona de la presa por cinco metros estableciendo el NAMO en la cota 111 msnm.

**PRESA DE POECHOS - PRESENTACION ESQUEMATICA DE SOBREELEVACION A LA COTA 113.00 MSNM
DE LA PRESA DE CONCRETO VISTA EN EL EJE DE ALIVIADERO DE COMPUERTAS**



NOTA 1: El contorno frente al agua consiste en barrera vertical semejante a sobreelevación presentada en el eje del aliviadero.
 NOTA 2: Edificación con sala de aceite a presión y comando de operación de compuertas.

Figura 6.- La propuesta del estudio de pre – factibilidad: Sobreelevación de la corona de presa por 5m. Por hoy, la presa tiene la corona en la cota 108.00 msnm y por analogía el NAMO se podría establecer en 106 msnm. La ventaja así ganada prolonga la vida útil del reservorio por unos hasta diez años más.

Otras soluciones posibles y soluciones que deben considerarse mas serias y realmente competitivas

- Uso de los sedimentos para extracción de poli metales:
 Las investigaciones conducidas en el sedimento depositado del reservorio han resultado dando indicios sobre existencia de oro, plata y otros metales. La tabla adjunta testimonia sobre posibilidades de aprovechamiento de los sedimentos para los fines de actividades extractivas. El gran problema es la eventual contaminación de sedimentos y la disposición final del material restante.

Tabla 01: Unidad - gr de metal / tonelada de suelo seco

Determinación	Unidad	Cantidad
Cobre (Cu)	(gr / Tn)	16.50
Zinc (Cd)	(gr / Tn)	13.20
Plata (Ag)	(gr / Tn)	4.50
Manganeso (Mn)	(gr / Tn)	413.45
Plomo (Pb)	(gr / Tn)	21.00
Oro (Au)	(gr / Tn)	4.50
Cromo (Cr)	(gr / Tn)	3.50

actividad extractiva requiere grandes cantidades para ser rentable. El reservorio es tan importante que esta alternativa cobra muy poca probabilidad y es notorio que se debe buscar la solución que permitirá descargas de sedimentos hacia aguas abajo.

- El cuerpo de presa de concreto en su parte central – de gravedad es un medio que hace legítima la idea de establecer evacuadores de bajo nivel ubicados uno a cada lado de la rápida instalados mediante perforación del cuerpo masivo de concreto de la parte central de la presa, con alcances, mediante conductos especiales en el fondo del vaso, hasta cierta distancia de la presa controlando el nivel de sedimentos acumulados anualmente y con bajos caudales comparados con los necesarios para lavar el reservorio mediante abertura de compuertas del aliviadero de compuertas. Las elevadas concentraciones de sedimentos en estas descargas se podrían diluir mediante simultáneas descargas de la salida de fondo y/o del mismo aliviadero de compuertas.
- La salida de fondo no se toma en cuenta como un órgano adecuado para las purgas de sedimentos primero por su toma instalada prácticamente en la presa y porque suministra caudal para la Central Hidroeléctrica de 10 MW, un canal de riego para 12,000 ha y caudal biológico

Pensando en soluciones serias se ofrece pregunta si existiera la posibilidad de la evacuación de sedimentos usando la gravedad. La respuesta es positiva y esta es la solución que el autor propone para realizar. Debería compararse con cualquier otra solución de las analizadas hasta ahora.

EVACUACIÓN DE SEDIMENTOS APLICANDO EL PRINCIPIO DE ASPIRACIÓN

Cualquier solución de naturaleza practica destinada a evacuación de sedimentos en este caso debe de cumplir con algunas condiciones para resultar útil:

- No interfiere con funcionamiento de ningún otro órgano de obras anexas a la presa
- Las masas de sedimento evacuado se pueden controlar así como las concentraciones
- Pueden operar todos los años
- Representan menor costo que el necesario para sobre elevar la represa – solución seleccionada como alternativa mas favorable

La idea de evacuación por aspiración se parece mucho a la idea de aplicación de acción sifonica que, en este caso, también queda descartada por estar en conflicto con el aliviadero de compuertas que facilita otras soluciones menos complicadas.

La siguiente imagen satelital y el croquis con incorporación de líneas de ejes de los aspiradores y ubicación de los conductos respectivamente permiten entender cómo funciona la evacuación de sedimentos sirviéndose de gravedad. Por supuesto el diseño tiene que tomar en cuenta situaciones adversas que estimulan el funcionamiento de este sistema.

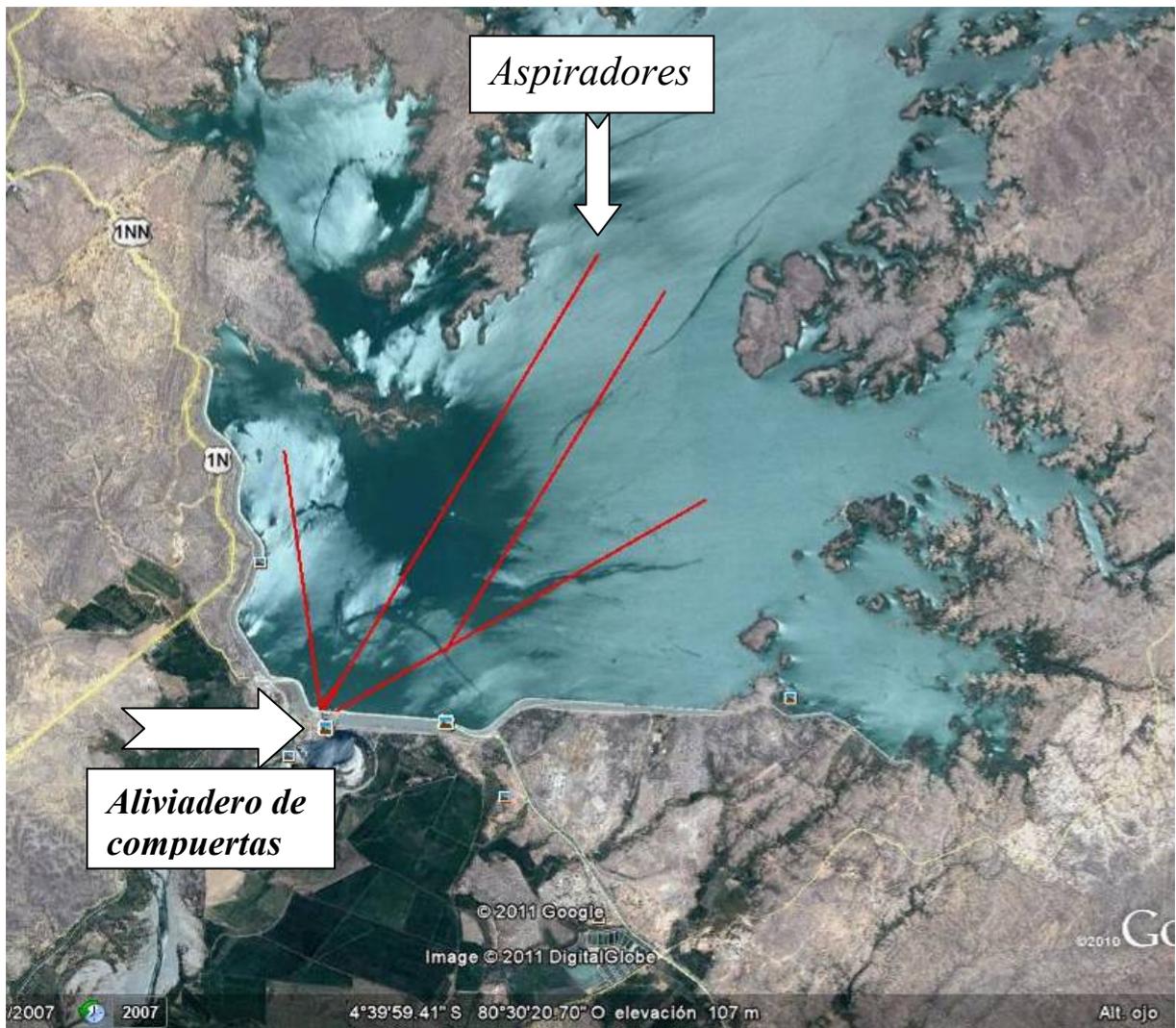


Figura 7.- La propuesta del autor del presente: Conductos aspiradores en su última posición siendo alargados según el progreso de evacuación de sedimentos, pudiendo ser las prolongaciones elásticas o rígidas con terminaciones manipulables desde objeto flotante..

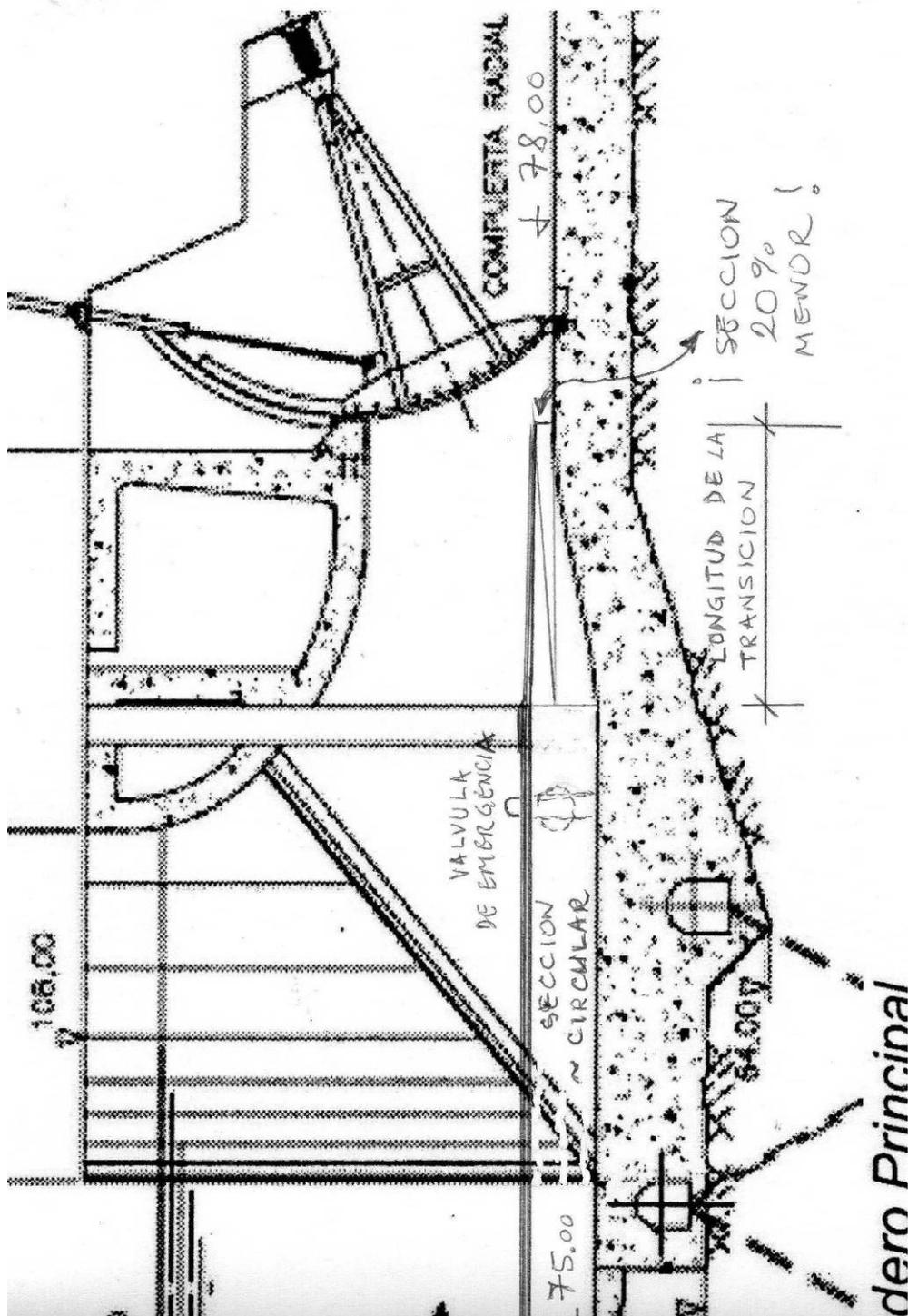


Figura 8.- La propuesta del autor del presente: Los aspiradores descargan en la zona de baja presión creada cerca a la compuerta por aumento de velocidad del fluido cuando la compuerta se abre. El otro extremo, boca del aspirador absorbe agua con altas concentraciones de sedimento cerca al fondo. La diferencia de presión entre entrada y salida del tubo aspirador debe ser ligeramente mayor que la disipación de energía en la longitud total del conducto habiéndose proyectado velocidades entre 1.5 y 3 m/s

En resumen, primero se extienden los aspiradores hasta centroide de masas de sedimento depositado más cercanos al aliviadero de compuertas o la presa y se controla su funcionamiento mediante aberturas de compuertas. El seguimiento de retiro de sedimento dará origen a la prolongación del aspirador pudiendo esta ser de tuberías elásticas o rígidas. El proceso se repite hasta que la longitud de las tuberías alcanzada corresponda a la máxima caída de presión admisible. De esta sencilla manera se va definiendo el límite máximo de extensión entre los extremos de aspiradores los que a partir de alcanzar máxima longitud estarían recogiendo nuevos aportes directamente.

Algunos cálculos aproximativos indican, para el caso de aliviadero de compuertas de la presa Poechos, que cuando hay agua es posible evacuar la cantidad anual de sedimentos retenidos en el reservorio (promedio 13 millones de metros cúbicos) en el plazo de diez días aproximadamente considerando existencia de suficientes cantidades de agua (en periodo lluvioso). La inversión estimada muy a groso modo alcanza valor máximo (para alcances a 4 km desde presa) y velocidades menores o iguales a dos metros por segundo, no supera USA \$ 12'000,000 (doce millones de dólares) monto diez veces menor que el necesario para poner en marcha sobre elevación de la corona de la presa y correspondientes adaptaciones. Por supuesto quedan algunos problemas técnicos menores que se resolverían en marcha del proyecto. La utilidad del proyecto es incomparablemente mayor, por estar en condiciones de reducir la masa de sedimentos presente en el reservorio o mantener un volumen útil fijo durante largos años de la vida de las obras.

Conclusiones:

Las soluciones técnicas del problema de acumulación de sedimentos en los reservorios de acumulación de agua tienen que buscarse dentro del universo de posibilidades de darle tránsito a sedimentos aguas abajo de la presa. Otras soluciones solo prolongan la agonía de desabastecimiento de agua para necesidades creadas. Pensar en discontinuar el suministro del agua cual fuera la clase de demanda solo puede llevar hacia situaciones altamente y peligrosamente conflictivas. El principio aquí señalado de la evacuación de sedimento es sencillo y claro, los restantes problemas técnicos siempre presentes son de menor envergadura y pueden resolverse sobre la marcha.

Es útil añadir que el tránsito libre de sedimentos a través de reservorios tiene muchas ventajas medioambientales hecho que obliga a ingenieros a utilizar su creatividad ofreciendo para nuevas y antiguas obras igualmente soluciones eficientes en este sentido.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Colpex Project (2006): “Afianzamiento del reservorio de Poechos” Estudio de pre factibilidad, Lima Perú

Energoprojekt, Hidroinzenjering,(1978). Diseño definitiva de la presa de Poechos Proyecto especial Chira Piura, Peru

Arturo Rocha Felices, (2010), La problemática de sedimentación de embalses en el aprovechamiento de los ríos peruanos aplicada al embalse Poechos; Primer Congreso Internacional de Hidráulica, Hidrología y Saneamiento, Lima septiembre de 2010



Instituto de Recursos Hídricos



Facultad de Ciencias Exactas y Tecnológicas



Universidad Nacional de Santiago del Estero



Instituto Nacional del Agua



Subsecretaría de Recursos Hídricos



Agencia Nacional de Promoción Cient. y Tec.



Gobierno Prov. de Santiago del Estero



Ministerio de la Producción



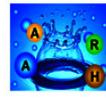
Secretaría del Agua



Secretaría de Desarrollo, Ciencia y Tecnología



Consejo Prof. de la Ingeniería y Arq.



Asociación Argentina de Recursos Hídricos



Asoc. Internacional de Invest. Hidroamb.



Comisión Regional del Río Bermejo



CORPORACION ARGENTINA TECNOLÓGICA S.A. INGENIERIA CIVIL E HIDRÁULICA

