



CAJ 13/99

# **ESTUDIO INICIAL DE APOORTE DE SEDIMENTOS DEL RÍO JEQUETEPEQUE AL EMBALSE GALLITO CIEGO**

**Rafaela Delgado Loayza**

## **RESUMEN**

El presente estudio del Consorcio para el Desarrollo Sostenible de la Ecorregión Andina (CONDESAN) con sede en el Perú, obtiene resultados iniciales de la sedimentación del Embalse Gallito Ciego. Se tiene como objetivo ayudar a las autoridades de la Cuenca del Jequetepeque y a los administradores de la Represa en el desarrollo de un Estudio Sedimentológico Integral que permita reducir la colmatación de dicho depósito de aguas.

Se empezó realizando la caracterización de la cuenca del Río Jequetepeque y del embalse Gallito Ciego, y se recopilaron los datos sobre el régimen de precipitación en la cuenca, la ubicación de zonas críticas de aporte de sedimentos y otras relacionadas del Informe del Plan de Ordenamiento Ambiental de la Cuenca del Jequetepeque que realizara la ONERN entre los años 1985 a 1988, esto constituye el conocimiento de los aspectos cualitativos relevantes en el fenómeno en estudio.

A su vez, la estimación de aspectos cuantitativos se hizo a partir de los registros hidrológicos de cuatro estaciones ubicadas en el eje del río Jequetepeque; primero se analizó la confiabilidad de los datos de caudales líquidos y concentraciones sólidas, luego las series corregidas y completadas se utilizaron en los cálculos respectivos de ingreso de sólidos, aplicando las diferentes teorías de transporte de sedimentos en los que son también determinantes los aspectos cualitativos.

Con fines de presentación para este Congreso se ha priorizado mostrar las consideraciones tomadas respecto a la estimación cuantitativa de sólidos dentro del Embalse de nuestro interés.

## **I. INTRODUCCION**

El reservorio Gallito Ciego, canales principales, redes de riego y drenaje (estas últimas actualmente en construcción), permiten en una primera etapa, la optimización del riego de más de 35000 ha y la incorporación de otras 7000 ha, en el departamento de La Libertad. Así mismo se encuentra operando la central hidroeléctrica de Gallito Ciego con una potencia máxima de 34000 Kw.

El embalse fue diseñado para una vida útil de 50 años, con un volumen útil de 400.4 MMC y un volumen para sedimentos de 86 MMC. Además, por la ubicación de las canteras del material de presa, un volumen adicional de 17 MMC se sumó al volumen total del embalse, pero no se tiene información topográfica de replanteo, ni las cantidades extraídas de cada cantera.

Los cálculos iniciales de aporte de sedimentos se hicieron usando series muy cortas de concentraciones sólidas (69/71) y el correspondiente análisis de caudales líquidos se hizo excluyendo los años extraordinariamente húmedos, pero Jequetepeque es una cuenca afectada por el Fenómeno de El Niño y el transporte de sedimentos en esos años es alarmante, además la presa no tiene compuertas de purga, el embalse es alargado y se sedimenta casi el total de sólidos; por lo que después de once años de operación hay evidencias lamentables de la rápida colmatación del Embalse Gallito Ciego.

### **1.1. Objetivo y Alcances del Estudio**

Se propuso un estudio inicial para estimar la cantidad de sólidos que ingresó a la represa Gallito Ciego desde su inicio de operación, mediante el análisis de las mediciones de concentración de sedimentos y de caudal líquido, registrados diariamente en la estación Yonán, ubicada en el cauce del río Jequetepeque muy próxima al embalse. Se realizó también, la recopilación de información general de la cuenca y del embalse, poniéndose énfasis en la ubicación de las zonas de mayor potencialidad de erosión en base a información existente.

## **II CARACTERIZACIÓN DE LA CUENCA**

### **2.1. Ubicación Geográfica**

La Cuenca del río Jequetepeque comprende territorios de las provincias de Cajamarca, Contumazá, San Pablo y San Miguel en Cajamarca, y las provincias de Chepén y Pacasmayo en La Libertad. Se extiende entre las latitudes 6°48' y 7°30' Sur y las longitudes 78°22' y 79°41' Oeste, con niveles latitudinales que varían entre 00 y 4188 m.s.n.m.

### **2.2. El Río Jequetepeque**

El Río Jequetepeque que corre de Este a Oeste 150 km para entregar sus aguas al Pacífico, tiene más de treinta ríos secundarios y muchos riachuelos y quebradas menores. Las características hídricas de esta red de drenaje están en función de las condiciones climáticas, de allí, la presencia de ríos y riachuelos continuos, temporales, periódicos y ocasionales. Es decir, que la diferenciación de los periodos secos y húmedos tan marcados en el año hidrológico hace que el Río Jequetepeque sea de régimen muy irregular, pues con excepción de la subcuenca alta del Puclush, la cuenca no tiene mucha capacidad de retención de agua. El 60 a 80 por ciento de la masa anual escurre en tres meses y en

promedio la relación entre el mes de menor descarga y el mes de mayor descarga es de 1:25.

### 2.3. El Embalse Gallito Ciego

La obra fundamental del proyecto de irrigación de Jequetepeque Zaña, se emplaza en el cauce del río, comprende: la presa, el aliviadero, la carretera actual, la central hidroeléctrica y obras complementarias.

**a. Situación Geográfica.** El embalse Gallito Ciego está ubicado en el distrito de Yonán, Prov. de Contumazá en Cajamarca, aproximadamente a 7°13' latitud Sur y 79°10' longitud Oeste. Su altitud media es de 350 m.s.n.m.

**b. Datos del embalse.** La presa se localiza sobre el curso inferior del río Jequetepeque, en un estrechamiento del valle con laderas inclinadas, forma un vaso de aproximadamente 12 km de largo y de 1 a 2 km de ancho, cubriendo un área de aprox. 14 km<sup>2</sup> y su volumen útil de 400.4 millones de metros cúbicos, constituyéndose como el segundo de mayor capacidad en el Perú.

**c. Datos de la presa.** La presa Gallito Ciego es de tierra zonificada, de sección aproximadamente simétrica, con una altura máxima de 105,44 m y con un núcleo central de impermeabilización de concreto armado. Sus dimensiones generales son: un ancho de 10 m con una longitud de 797 m en la corona y 527 m de ancho con una longitud de 450 m en la base. Los taludes exteriores de la presa están protegidos por un enrocado ("rip rap") para contrarrestar la acción erosiva del oleaje aguas arriba y otros agentes atmosféricos aguas abajo.

#### d. Datos Característicos Iniciales

- Nivel Mínimo de la explotación..... 361.00 m.s.n.m.
- Nivel Máximo de embalse útil..... 404.00 m.s.n.m.
- Nivel Máximo en crecidas.....410.30 m.s.n.m.
- Volumen Muerto por sedimentación..... 86.0 M.M.C.
- Volumen de embalse útil ..... 400.40 M.M.C.
- Volumen de retención de crecidas..... 85.60 M.M.C.

### 2.4. Parámetros Fisiográficos de la Cuenca Alta (Nacientes hasta la presa)

- Área ..... 3600 Km<sup>2</sup>
- Longitud Cauce Principal ..... 99 Km
- Altitud Media ..... 2050 m.s.n.m.
- Pendiente del curso principal ..... 2,0 %
- Pendiente de la cuenca ..... 25 %
- Número de Orden de la red ..... 5 (adim.)

## 2.5. Precipitaciones

Según los mapas de Isoyetas del Estudio de la ONERN la precipitación media total anual (1964-1986) en la cuenca alta muestra un gradiente lineal con respecto a la altitud, variando desde 100 mm cerca al embalse hasta 1100 mm en las zonas más altas siendo la precipitación en la margen derecha mayor que en la margen izquierda. En el año 1982-83 con El Niño la precipitación media anual tomó valores desde 220 mm en la zona del embalse, hasta 1400 mm en la cota 3000 m.s.n.m. y en las partes más altas se conservó el valor de 1100 mm. En el año 1997-98 es muy probable que se haya superado estos límites.

## 2.6. Condiciones Hidrológicas

El año hidrológico se inicia en el mes de octubre con las primeras lluvias, sigue un periodo de descargas altas desde noviembre hasta abril y otro de descargas bajas o estiaje de mayo a setiembre.

Los registros de caudales de la serie Yonán corregida y extendida para los años 1969 a 1998, muestran los siguientes valores hidrológicos para el río Jequetepeque:

- Masa media anual..... 825 MMC
- Máxima descarga media mensual (m<sup>3</sup>/s)..... 321.45 m<sup>3</sup>/s
- Mínima descarga media mensual (m<sup>3</sup>/s)..... 0.17 m<sup>3</sup>/s

## III. SEDIMENTACION DEL EMBALSE

Para el proyecto de Jequetepeque se "asignó" un período de vida útil de 50 años, sin embargo los organismos encargados de su manejo deben preocuparse por trascender estos parámetros ya que la presión social cuando llegue el momento de racionar el agua será cada vez mayor.

Las acciones de control de sedimentación en cada embalse, parte por cuantificar el gasto sólido total; nuestras metodologías se basan para esto en la cuantificación de los sólidos transportados en suspensión, pero ésta arrastra mucha inseguridad; entonces, se trata de lograr los mejores resultados dentro de un rango de incertidumbre intrínseca en el área de la sedimentología. Aunque las estimaciones cuantitativas del presente estudio posiblemente sean muy referenciales, por el tipo y calidad de la información básica disponible y por las singularidades del fenómeno en estudio, por el momento son suficientes para advertir el problema de colmatación de Gallito Ciego.

### 3.1. Recopilación de Datos

En primer lugar se recopila los registros históricos, interesa no solo la cantidad de datos numéricos de cada estación, sino también la información cualitativa relevante. El registro

realizado por las instituciones pertinentes no es bueno por limitaciones fundamentalmente económicas y de administración. pero ha podido obtenerse datos de las siguientes estaciones:

<b>Estación</b>	<b>Altitud m.s.n.m.</b>	<b>Area Cuenca km2</b>
Pte. Chilete	1000	983
Las Paltas	800	1065
Llallán	700	2550
Yonán	428	3421
Ventanillas	252	3625

La estación Ventanillas posee datos de caudales líquidos desde 1918, que podrían ser materia de amplio análisis, pues por sus particularidades puede decirse que no es una serie homogénea, ha existido desfase geográfico de la sección de aforo (1940), cambio de método de medición y equipamiento con instrumentos más sofisticados (1967), alteración de su régimen por el funcionamiento del embalse (1988), etc. pero escapa a los alcances del presente estudio analizar la serie completa. Además las estaciones Llallán, Chilete y Las Paltas, recién empiezan a funcionar en el año 1969, y Yonán en 1975, por lo que se ha decidido analizar la consistencia, completar datos y extender series por correlación simple o múltiple de estas series entre los períodos 1969 a 1998. Respecto a los registros de sólidos se ha recopilado información de concentraciones de la estación Yonán.

La estación Yonán ubicada en la entrada al embalse funciona desde Nov. de 1975, ésta es en nuestro caso la estación más importante, pues son sus caudales líquidos y sólidos los que usaremos para obtener finalmente los datos hidrológicos y sedimentológicos de este estudio inicial. Para el período de 1987 a 1998 se cuenta con datos medios diarios de concentración y de caudal líquido respectivamente, no constando los caudales instantáneos al momento de tomar cada muestra de sólidos. Pero sí se tiene estos datos puntuales de concentración con su correspondiente caudal instantáneo para el período Oct 1988 a Oct 1993. En la estación Yonán no se han realizado mediciones de transporte sólido de fondo.

### **3.2. Tratamiento de Datos**

El análisis de la información comienza con la observación de hidrogramas los mismos que muestran de forma gráfica, el comportamiento histórico de cada variable. Como resultado de este análisis se ha determinado periodos dudosos en los datos de la estación Chilete entre los años 1975-76, estación Llallán 1978, entre otras. Enseguida se elabora las curvas doble masa para detectar inconsistencias, para después pasar a los análisis estadísticos si es que son necesarios y a la posterior extensión y completación de datos por correlación lineal o múltiple. Una vez realizados los procedimientos anteriores, se obtiene la información completa, homogénea y libre de saltos y tendencias que es finalmente la información de trabajo.

### 3.3. Fuentes principales de incertidumbre

En el caso del Embalse Gallito Ciego, los valores estimados se ven afectados principalmente por inseguridad en los siguientes aspectos:

**a. Mediciones.** Los valores de concentración son datos instantáneos que varían no sólo con el caudal líquido, sino con la profundidad de la toma de muestra. Según el Manual de Operación y Mantenimiento del embalse Gallito Ciego, la medición de sedimentos debería hacerse con turbisonda, tomando nueve muestras en diferentes puntos de la sección transversal; no obstante, siempre se ha obtenido solamente una muestra superficial en el eje del río utilizando un recipiente, éste es un dato que introduce mucha incertidumbre a los cálculos. Esta situación se hace más crítica en época de avenidas, pues las mediciones (de líquidos y sólidos) se hacen más complicadas y los errores de seguro aumentan.

**b. Cálculo del Transporte Sólido en Suspensión.** El transporte sólido en ríos como el Jequetepeque es fluctuante, la variación de la concentración tiene una cierta correspondencia con el gasto líquido, pero no hay una relación exacta. En nuestro caso se han obtenido aproximaciones aceptables ajustando el dispersograma de valores instantáneos de caudal líquido-concentración según diferentes rangos de caudales, lo cual es más representativo que ajustar por ejemplo dispersogramas mensuales de datos medios diarios de gasto líquido-gasto sólido. Pero a pesar de esta relativa ventaja no se deja de considerar las limitaciones del procedimiento.

**c. Cálculo del Transporte Sólido de Fondo.** A falta de mediciones reales del arrastre de fondo en la estación Yonán, se ha optado por considerar para los cálculos la capacidad de arrastre de fondo. Para tal fin, se ha empleado la fórmula de Meyer Peter, pero dado que esta fue desarrollada a partir de análisis en un canal de laboratorio, su aplicación en ríos siempre conlleva inseguridad. Una sección de río puede ser muy estable hasta ciertos límites de caudales y concentraciones pero para condiciones extremas los parámetros utilizados en los cálculos pueden variar drásticamente afectando los valores finales.

**d. Peso Específico Sumergido y Volumen de sedimentos.** Las cantidades de sólidos se expresan en peso pero la sedimentación dentro del embalse se evalúa en volumen, hay que transformar el peso a volumen usando el dato de peso específico del material depositado, cuya estimación es difícil. El peso específico depende de la granulometría del material sedimentado, de las reglas de operación y de la compactación de los sedimentos a lo largo del tiempo. Se ha utilizado el valor de 1.35 Ton/m<sup>3</sup>, en base a un análisis en la etapa de diseño; no se ha podido dar nuevos valores, porque no se han hecho en Yonán otros análisis del material sólido que ingresa, ni se han tomado muestras del interior del embalse.

### 3.4. Factor de Seguridad

La cantidad de sólidos en suspensión se calcula a partir de muestras puntuales de concentración, pero hemos mencionado que múltiples aspectos afectan la confiabilidad de los resultados, es necesario por tanto, considerar un factor de seguridad para la estimación de la cantidad de sólidos que pasaron por la sección de río en estudio.

Para escoger el factor de seguridad se ha considerado principalmente lo siguiente:

- El muestreador solo es superficial, por lo que la muestra proporciona datos menores que el valor medio real, (según la distribución vertical teórica de concentraciones). Esta incertidumbre aumenta porque solo hay un punto de muestreo y por los probables errores fortuitos en la toma de muestras y en el procesamiento de datos.
- Para caudales altos la sección de aforo sufre modificaciones, el manual de operación dice que la sección Yonán solo sirve para aforar con aceptable precisión hasta los 200 m/s, sin embargo los caudales que se suelen registrar son mucho mayores, así que en épocas de avenida cuando los caudales y la concentración adquieren valores determinantes es cuando menos precisión hay en los aforos. A esto se suma los errores en la determinación de caudales cuando la curva de descarga de la sección se sigue usando así hayan cambiado las condiciones iniciales o cuando la sección de aforo ha sido arrasada y se obtienen los caudales promedios por la diferencia de elevación del agua en el vaso usando la curva característica altura-volumen de diseño.
- En el último fenómeno de El Niño, ocurrieron desplomes, arrastre de la carretera, secciones de aforo y márgenes del río Jequetepeque, obviamente las condiciones del lecho cambiaron incrementándose la cantidad de sólidos transportados, sobre todo por arrastre.

Por el método de muestreo, metodología de cálculos y singularidades de la cuenca, se obtiene finalmente un factor de seguridad de 1.82, luego de multiplicar los factores parciales.

### **3.5. Cálculo del Volumen de Sedimentos**

El procedimiento de cálculo en sus diversas etapas encierra alguna dificultad, por encontrarnos con casos específicos que demandan optar por un criterio a veces no tan investigado; la laboriosidad se supera usando software adecuado, pero debemos tener cuidado en la aplicación de cada etapa.

Dada las características de toma de datos se ha optado por buscar una relación determinística (por rangos de caudal) entre los existentes valores instantáneos de gasto líquido y su correspondiente concentración sólida, mediciones hechas con diferente frecuencia a lo largo del año, pues obviamente, la mayor cantidad de muestras por día, se recogió en época de avenidas. Usando esta relación y el dato de caudal medio diario, se obtienen los respectivos pesos de sólidos en suspensión, multiplicando la concentración por el caudal líquido y por el tiempo.

Al no disponerse de mediciones de arrastre de fondo, se asumen los valores obtenidos mediante la aplicación de la fórmula de Meyer Peter, que proporciona un valor de capacidad máxima de carga de fondo para cada caudal líquido, este valor sumado al valor de sólidos en suspensión constituye la cantidad total de sólidos transportados por la corriente.

A las cantidades totales de sedimentos se las afecta por un factor de seguridad (1.82) y con el valor de la eficiencia de retención del embalse (98%) se deduce el porcentaje de sólidos que vuelven a salir de éste. Por último, los volúmenes finales de colmatación se obtienen a través del uso del valor de peso específico del material sedimentado (1.35T/M3), aproximándose así el volumen probable que la masa de sedimentos ocupa dentro del vaso.

### **3.6. Resultados Iniciales (Dic. 1998)**

- a. El total de sólidos que ingresaron por la sección Yonán al embalse Gallito Ciego en el período Oct 87 a Jun. 98 es de aproximadamente 60.9 MMC.
- b. En años secos el aporte medio anual fue de 0.57MMC, en años húmedos un aproximado a 4.5 MMC y en el año extremo de El Niño 97/98 poco más de 39 MMC.
- c. En promedio desde el inicio de operación del Embalse, la colmatación se ha dado a razón de 5.54 MMC por año; los cálculos de volumen muerto se hicieron considerando un aporte medio anual igual a 1.7 MMC.
- d. Se estima que el 90% del total de sólidos ingresa a Gallito Ciego entre los meses de Febrero a Abril.
- e. El análisis de los aportes sólidos anuales muestran que sólo durante el año hidrológico 1997-98 ingresó al reservorio cerca del 65% de la cantidad total ingresada desde el inicio de operación. Esto demuestra que cuando hacemos la evaluación del total de sólidos que recogerá un embalse a lo largo de su vida útil, la masa total está constituida esencialmente por las descargas sólidas producidas en los períodos extremadamente húmedos.

## **V. CONCLUSIONES**

- a. El presente cálculo de ingreso de sedimentos, no considera la entrada de volúmenes aparentemente importantes de las quebradas que ingresan directamente al embalse. (Qbds. Caracol, Qda. Las Huacas, Qda. Montegrando, otras). Además, en estos once años de funcionamiento se han debido promover desplomes y asentamientos al interior de la represa. De acuerdo a la última batimetría (Abr. 99) se acumularon en el interior del embalse 97MMC. Los cálculos se hicieron comparando las condiciones topográficas del vaso en el año 1972 con las condiciones hasta fines del año pasado, levantadas a partir de secciones transversales.
- b. No se hacen análisis granulométricos, ni mineralógicos, ni de peso específico. Lo que limita el cálculo de cantidad de sólidos de arrastre y peso específico del material sedimentado e imposibilita determinar la procedencia de los sedimentos y su poder destructivo en las instalaciones de la hidroeléctrica Gallito Ciego.
- c. El Jequetepeque es un río con características que precisaban una presa con sistema de purga muy eficiente; ahora la compuerta de fondo está totalmente cubierta, y la única manera de contrarrestar la colmatación acelerada del embalse es mediante la evacuación de sedimentos por medios a investigarse en lo inmediato y con obras en el río aguas arriba y en la cuenca.

- d. Según el Plan de Ordenamiento Ambiental de la Cuenca (ONERN 1988), la mayor producción de sedimentos para periodos ordinarios se localiza aguas arriba de la cota 1000 m.s.n.m. y aguas abajo en años excepcionales. Esto condicionará el tipo de obras prioritarias de control de sedimentación que han de localizarse en cada parte de la cuenca del Jequetepeque.
- e. Es muy claro que por la formación del delta de sedimentos, buena parte de ellos se han ubicado en el espacio correspondiente al volumen útil, esto contrariamente a lo planificado, ha reducido la capacidad de regulación del embalse en sólo once años, y pronto se notarán los problemas que esto origina, además se tornan menos viables la ejecución de la segunda y tercera etapa del proyecto.
- f. La protección de los proyectos de irrigación a través de la preservación de cuencas no es un trabajo de último minuto, de época de emergencia, ni de un proyecto temporal, es por el contrario una tarea permanente y cuyos resultados no pueden observarse sino en el largo plazo. No obstante ser Jequetepeque Zaña, un proyecto muy importante del INADE, no se han realizado trabajos de conservación que disminuyan el transporte de sólidos al embalse, a pesar de existir en ese sentido un estudio muy serio de la ONERN (1988). Ahora la administración, operación y mantenimiento está pasando a la Junta de Usuarios correspondiente y cuando en poco tiempo se empiece a notar los problemas propios de la sedimentación ya producida, quienes tuvieron a su cargo la vida del proyecto en sus primeros años ya no podrán responder por su gestión. Los conflictos de tipo social, sobretodo, afectarán como suele suceder a los menos favorecidos, a aquellos que fueron los principales sustentos en la época en que se diseñó y gestionó el mucho dinero que se invirtió en este proyecto.

## **VI. RECOMENDACIONES**

- a. Se recomienda la inmediata ejecución de obras de prevención y control de erosión, de acuerdo a una política de priorización producto de un Estudio Sedimentológico Integral que sea liderado por los las Instituciones propias de la cuenca e impulsada por instituciones exógenas y con la participación de las Universidades de la región.
- b. La reforestación y otras obras de control de erosión de superficie nunca perderán vigencia pero, sus resultados se observarán en el largo plazo. La construcción de obras de infraestructura para impedir el ingreso de sólidos al sistema fluvial y los trabajos de estabilización de taludes deberán ser prioritarios. Estos trabajos deben ser planificados con sumo cuidado evitando en todo momento alterar el equilibrio natural del entorno en el cual se ubicaran.
- c. Pensando en el mediano y largo plazo, se recomienda la actualización del estudio de erosión de la cuenca, la instalación de pluviógrafos en por lo menos dos estaciones (cuenca media y alta del Jequetepeque, respectivamente), y el establecimiento de estaciones de aforo de caudales líquidos y concentraciones sólidas a la salida de por lo menos tres subcuencas de la zona media alta del

Jequetepeque. Son importantes también los estudios de distribución de sedimentos dentro del embalse y de peso específico del material sedimentado.

La información que enriquecerá a la actualmente disponible, servirá para optimizar cada vez más las medidas de protección de la cuenca y del embalse, y aumentará la confiabilidad de los diseños de las obras de aprovechamiento de recursos que en el futuro sin duda se harán imprescindibles para el bienestar de los seres humanos que habiten la cuenca.

## VII. BIBLIOGRAFIA

- ASCE-Manuals and Reports on Engineering Practice-Nº54 "Sedimentation Engineering". 1975
- Campaña Toro, R. "Estudio Sedimentológico de la Cuenca del Catamayo Chira con fines de aprovechamiento". Tesis FIC - UNI. 1996
- De Piérola, Vito Aliaga "Análisis de consistencia de series hidrometeorológicas" Lima. 1993
- Ofic. Nac. de Evaluación de Recursos Naturales (ONERN) "Estudio de Ordenamiento Ambiental de la Cuenca del Jequetepeque para la protección del Reservorio Gallito Ciego y el Valle Agrícola. Dic. 1988
- ONU-Programa para el Desarrollo. Organización Meteorológica Mundial "Manual de Instrucciones Estudios Hidrológicos". San José, Costa Rica. 1972
- Rocha Felices, A. "Transporte de Sedimentos Aplicado al Diseño de Estructuras Hidráulicas". CONCYTEC. Lima 1990.
- Vito Aliaga "Hidrología Estadística" Lima Feb. 1985
- Salzgitter Industriebau GMBH "Estudio de Factibilidad Técnica y Económica del Proyecto Jequetepeque Zaña". 1973
- "Estudio a Nivel de Licitación de la Presa Gallito Ciego". 1974
- "Manuales de Operación y Mantenimiento de la Presa Gallito Ciego. Proy. Jequetepeque - Zaña". 1985

## VIII. ANEXOS

### CUADRO N°1

VOLUMEN PROBABLE\* OCUPADO POR LOS SOLIDOS INGRESADOS A GALLITO CIEGO POR LA SECCION YONAN(MMC)  
PERIODO OCT 87 A JUN 98 (MILLONES DE METROS CUBICOS)

Año Hid	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	TOTALES	Porcentaje
87 - 88	0.006	0.016	0.028	0.130	0.249	0.125	0.192	0.058	0.024	0.0001	0.0000	0.0000	0.8	1.4%
88 - 89	0.009	0.043	0.029	0.157	1.108	1.032	0.676	0.091	0.027	0.009	0.0001	0.0007	3.2	5.2%
89 - 90	0.082	0.051	0.004	0.014	0.053	0.048	0.043	0.031	0.012	0.000	0.0000	0.0000	0.3	0.6%
90 - 91	0.031	0.076	0.072	0.011	0.025	0.302	0.105	0.065	0.007	0.000	0.0000	0.0000	0.7	1.1%
91 - 92	0.000	0.001	0.010	0.046	0.016	0.072	0.205	0.054	0.019	0.000	0.0000	0.0000	0.4	0.7%
92 - 93	0.010	0.014	0.004	0.005	0.256	4.251	1.358	0.154	0.036	0.010	0.0001	0.0008	6.1	10.0%
93 - 94	0.071	0.198	0.121	0.425	0.558	1.869	1.786	0.153	0.049	0.045	0.0001	0.0007	5.3	8.7%
94 - 95	0.002	0.016	0.034	0.027	0.249	0.216	0.199	0.044	0.014	0.000	0.0000	0.0000	0.8	1.3%
95 - 96	0.003	0.041	0.076	0.195	1.347	1.462	0.447	0.060	0.027	0.004	0.0000	0.0000	3.7	6.0%
96 - 97	0.015	0.013	0.000	0.003	0.119	0.067	0.056	0.036	0.003	0.000	0.0000	0.0000	0.3	0.5%
97 - 98	0.004	0.071	0.626	1.539	10.715	22.173	3.698	0.425	0.067	0.001	—	—	39.3	64.5%
<b>TOTAL</b>	<b>0.232</b>	<b>0.540</b>	<b>1.004</b>	<b>2.553</b>	<b>14.696</b>	<b>31.617</b>	<b>8.763</b>	<b>1.173</b>	<b>0.286</b>	<b>0.069</b>	<b>0.0003</b>	<b>0.0024</b>	<b>60.9</b>	<b>100.0%</b>
<b>Porcentaje</b>	<b>0.4%</b>	<b>0.9%</b>	<b>1.6%</b>	<b>4.2%</b>	<b>24.1%</b>	<b>51.9%</b>	<b>14.4%</b>	<b>1.9%</b>	<b>0.5%</b>	<b>0.1%</b>	<b>0.0005%</b>	<b>0.004%</b>	<b>100.0%</b>	

### GRAFICO N°1

