

APROVECHAMIENTO HIDROELÉCTRICO “LA PALCA” SAN JUAN

J. Orellano¹, L. M. Calvo², C. Vega¹, R. Muñoz¹ y E. Alonso³

¹Instituto de Investigaciones Hidráulicas. ²FI. UNSJ., Hidroestructura, ³Ambiental.

Dirección.: Urquiza (n) 91 T.0264-4272251

E-mail: orellano@unsj.edu.ar, lcalvo@hidroestructuras.com.ar, cvega@unsj.edu.ar, shopweld@yahoo.com, elena.alonso@eysa.com.ar

Introducción

En San Juan los criterios seguidos para la construcción de los Aprovechamientos Hidroeléctricos han sido de buscar financiación externa con ayuda del Estado Nacional y a medida que se concretaban y comenzaban a generar se utilizaban los ingresos para ayudar a financiar los nuevos emprendimientos, y pagar el mantenimiento y operación de las Centrales Hidroeléctricas.

El modelo ha resultado altamente exitoso y la Provincia cuenta con el Río San Juan en su mayor parte sistematizado por los Embalses de Quebrada de Ullum, Punta Negra y Caracoles y en plena etapa de construcción el de Tambolar.

El Sistema Energético de la Provincia se está actualizando rápidamente desde la creación del Ente Provincial Regulador de la Electricidad con la interconexión en 500KV entre Mendoza y San Juan y el posterior cierre hasta La Rioja imprescindibles para completar una malla adicional, ya que desde San Juan partirá la Línea hacia Rodeo, para proseguir luego con la línea Rodeo - La Rioja, interconexiones que permitirán eliminar la grave condición de cola de línea de estas dos últimas provincias, posibilitando el incremento de la confiabilidad del SADI en los sistemas Cuyo, NOA, NEA y Centro. Parte de las líneas de transmisión han sido solventadas por los grandes emprendimientos minero interesados en contar con servicios energéticos que le permitan reemplazar a la generación con combustibles líquidos.

Marco teórico y fundamentación

El marco referencial para entender la presentación del presente trabajo, es el estudio de la transformación de la Energía Cinética del agua para generación de Energía eléctrica.

Para que estas acciones se lleven a cabo se hace necesario construir las obras civiles que conforman el aprovechamiento.

El trabajo se afirma en el entendimiento de la necesidad de producir energía limpia necesaria en nuestro país aprovechando todas las potencialidades de las geografías y de la presencia de cursos de agua económica y ambientalmente utilizables.

Fundamentado en estudios básicos de topografía, hidrología, geología, geotecnia y sismicidad se obtuvo la idea de desarrollar un Aprovechamiento Hidroeléctrico de gran altura y bajo caudal, que exigía la generación sobre la base de turbinas Pelton de varios chorros muy comunes en el mercado hidromecánico. El principio de funcionamiento es relativamente simple, ya que constituye una evolución lógica de la antigua rueda hidráulica. La primera idea proyecto fue plasmada por la Consultora Española INITEC en el año 2000 y sobre los principios de desarrollo económico y social, resulta más que satisfactorio comprobar que luego de transcurrir dieciocho años no solo se han mantenido las expectativas de crecimiento del sector minero señaladas por INITEC, sino que se han concretado importantísimos emprendimientos de la gran minería metalífera nuevos y su entrada en explotación permitió que se constituya en un impulso fundamental al desarrollo de los recursos mineros.

Esto ha permitido que se cambien las características económicas de la zona revirtiendo los magros resultados, la baja concentración demográfica, la fuerte dependencia del empleo público y la acentuada tendencia a la emigración.

Objetivo

El objetivo del proyecto es la generación de energía para:

- Su incorporación al Sistema Argentino de Interconexión, SADI.
- Para la provisión de energía a las zonas donde se localizan proyectos minero-metalífero con explotación de oro, plata y cobre entre los que se pueden mencionar: Veladero y Gualcamayo, en explotación, Pascua Lama, El Carmen, Azules, Altar, José María, Filo del Sol y otros en exploración.

Descripción metodológica

La metodología es no experimental, el diseño es transversal y descriptivo.

Resultados obtenidos

El Aprovechamiento sobre el Río de La Palca se inicia a través de una captación en azud con un muy pequeño embalse de regulación máxima de tres horas que posee compuertas que permiten aliviar los caudales de crecida y eliminar los sólidos que se depositen frente al azud.

La obra de toma, desrripiador y desarenador se ubican sobre la margen derecha del río con características que permite eliminar el mayor volumen de sólidos traídos por el agua.

La conducción del caudal a turbinar se hace con un túnel de aproximadamente 35 Km excavado en la roca y con funcionamiento a superficie libre para obtener el máximo desnivel. Al final de la conducción se ubica la cámara de carga que alimenta, la tubería forzada y la casa de máquinas y los canales de restitución al río.

Las máquinas de generación serán Pelton con el objeto de aprovechar los pequeños caudales con gran salto y lo producido podrá ser agregado al sistema nacional y utilizado por la minería.

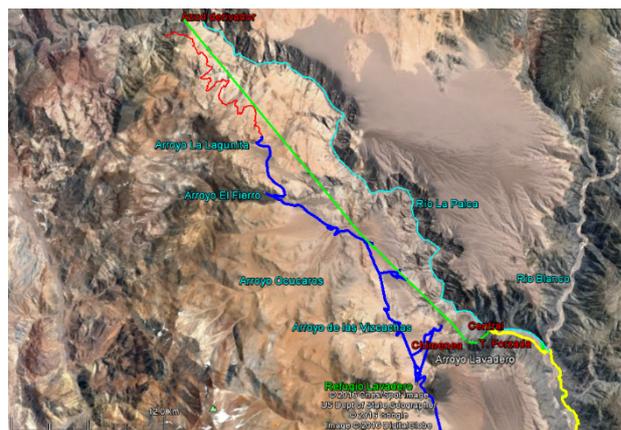


Figura 1.- Traza del túnel de conducción a la central.

La ubicación geográfica caracterizada por alturas entre 3000 y 4000 msnm ofrece condiciones climáticas rigurosas con nieves desde mayo hasta octubre y fuertes vientos desde el Zonda hasta el sur. Los accesos a las distintas zonas de obras en la actualidad son precarios y requerirán una gran cantidad de esfuerzo y dinero para dejarlos en condiciones adecuadas de transitabilidad, Figuras 1 y 2.

Se definió que la hidrología del Río La Palca es marcadamente nival y sus valores medios y de crecidas se estiman en aproximadamente el 70% de los aforados en el Río Jáchal con un caudal medio de aproximadamente $9 \text{ m}^3/\text{s}$ y registra un régimen sin grandes picos de crecida ya que los aguaceros caen fuera de su cuenca. La Palca nace en la confluencia de los Ríos Valle del Cura y Las Taguas. El río corre profundamente encajonado con pendiente media del 1,55%, con desniveles entre el lecho y sus márgenes de más de 1000m. La morfología, topografía y geología del valle y las márgenes hacen inviable la implantación de una gran presa de embalse. La cantidad de sedimento que arrastra diariamente este río de alta montaña, es de un valor medio diario para $Q = 8 \text{ m}^3/\text{seg.}$



Figura 2.- Desnivel entre la Traza del túnel y el río.

Azud derivador. Es muy importante que el pequeño embalse que conforme el azud actúe como primer gran decantador.

La obra está provista de seis compuertas de sector que son estructuras móviles que permitan evacuar regularmente los sólidos decantados y asegurar el pasaje de los caudales máximos de crecida calculados.

Desrripiador. Se diseñaron las obras que permitan eliminar la mayor cantidad de sólidos traídos por el río antes del ingreso a la conducción. Se diseñó auto limpiante contiguo al vertedero de avenidas. Por lo tanto resulta absolutamente imprescindible retener al menos todas las gravas mediante su estructura.

Desarenador. Los desarenadores tienen como fin el limitar el tamaño de partícula del agua a la salida de los mismos. La condición impuesta en los inyectores de la turbina Pelton es: D máximo de partícula admisible = 0,1 mm, Velocidad de salida aproximada en los inyectores = $90 \text{ m}/\text{seg.}$ En consecuencia en tan alta velocidad partículas de mayor tamaño serían erosivas para dichos dispositivos. Para lograr tal objetivo se diseñaron Tres (3) Cámaras desarenadoras, para que dos estén en operación y la tercera en limpieza.

Galería de Conducción. Se desarrolla desde la cámara de ingreso a la conducción a superficie libre, hasta la cámara de carga de la tubería forzada. Es la obra más importante del aprovechamiento ya que absorberá la mayor parte del presupuesto De aproximadamente 35 Km, desarrollada sobre margen derecha de 3,5 m de diámetro y escurrimiento a superficie libre en toda su longitud.

Cámara de carga. La cámara de carga de ingreso a la tubería

forzada de diámetro 2,50 m, posee: rejas, compuerta vagón y compuerta de limpieza. En el costado izquierdo (norte) se ubica un vertedero lateral de desborde $Q_{\text{diseño}} = 20 \text{ m}^3/\text{seg.}$, conducción en túnel 70 m de longitud aproximada para descarga al río. Lateral al canal se ha diseñado un camino de ingreso y salida a la cámara de carga, que cumplirá dicho objetivo al finalizar las obras pero en la etapa constructiva será un túnel de acceso para construir la pequeña caverna la cámara de carga y el túnel de la galería.

Tubería Forzada, bifurcación y válvulas esféricas

La tubería forzada es diámetro 2,50 m y longitud aproximada 1000 m debiendo salvar un desnivel geométrico de 521 m, en una pendiente aproximada de 45° .

Con una bifurcación de diseño hidrodinámico se instalará un pantalón con el objeto de alimentar en forma independiente a cada máquina. La regulación de caudales se logrará con dos válvulas esféricas adecuadas para cada máquina.

Central en Caverna. La central en caverna alojará 2 turbinas Pelton, sus correspondientes generadores eléctricos y los equipos auxiliares para operación de las máquinas. Un puente grúa servirá para movilizar los grandes pesos en etapa de montaje y mantenimiento.

Restitución al Río. El canal de restitución a superficie libre vuelca al río el caudal turbinado, un tramo es en túnel y al final al aire, con un camino de servicio paralelo.

Tiempo de ejecución, presupuesto y generación. El desarrollo de la obra ha sido estipulado en cuarenta (40) meses con un monto cercano a los doscientos cincuenta millones de dólares (USD 250.000.000) y Potencia máxima: 40,5 MW, Energía Anual Total = 250,40 GW-hora.

Con el Costo Mw-hora = 250 USD y Venta anual Energía = 37.560.000 USD, la tasa interna de Retorno (TIR) da un valor cercano a 13%.

Análisis ambiental del Aprovechamiento. Con la Alternativa de obras elegida de azud, escurrimiento en túnel por margen derecha del río y Central en caverna, más el desvío mediante un túnel excavado en la pared izquierda del río que luego será clausurado, resulta: - más simple y robusta desde el punto de vista técnico, menos costosa, en términos de costos de inversión y menos impactante sobre el medio natural. Los impactos socioeconómicos y ambientales se consideran irrelevantes al objeto.

Resultados con aporte original relevantes

Análisis de la generación. Se comparó el rendimiento de la variante de dos (2) turbinas Pelton iguales, de cinco (5) inyectores cada una, caudal $4,5 \text{ m}^3/\text{s}$ y una de $9 \text{ m}^3/\text{s}$ y seis (6) inyectores. Se demostró que no se detectan grandes diferencias entre la producción energética de: 1°- Una turbina con caudal máximo de $9 \text{ m}^3/\text{s}$ girando a 600 rpm, y 2°- Dos turbinas iguales de caudal máximo $4,5 \text{ m}^3/\text{s}$ girando a 750 rpm. Cuando el consumo supera los $4,5 \text{ m}^3/\text{s}$, se habilita la segunda turbina. En esta segunda unidad, se comienza trabajando con un solo inyector y luego se van agregando inyectores a medida que se incrementa el caudal. Cuando el caudal que circula por la central es del orden de $9 \text{ m}^3/\text{s}$ se encuentra habilitados los cinco inyectores de cada una de las dos turbinas. Las ventajas de la segunda opción son: -Cada una de las dos turbinas de $4,5 \text{ m}^3/\text{s}$ tiene menor tamaño que la turbina de $9 \text{ m}^3/\text{s}$.- Los generadores son también de menor tamaño, y más teniendo en cuenta la mayor velocidad de rotación de las turbinas más pequeñas. Lo anterior implica que: a) Puede disminuirse el tamaño del túnel de acceso a la central. b) La grúa de la central y los elementos de izaje son de menor capacidad. Además de la posibilidad de hacer un mantenimiento permanente a la turbina que no está en

operación y disminuir la probabilidad de dejar a la central totalmente fuera de servicio porque no se depende de una sola máquina para la generación.

Análisis Eléctrico. Las simulaciones demuestran que para el año de entrada de la CH La Palca el SIP presentará problemas de tensión y sobrecargas en condición de red. El evento más severo es la salida de servicio de la LEAT Gran Mendoza – Nueva San Juan, seguida por la salida de la LEAT Nueva San Juan – Rodeo Iglesia, y de la LAT Rodeo - Jáchal. Transformadores de la ET San Juan y ET Jáchal por lo que se sugirió la ampliación de estos vínculos. Es importante señalar, que los problemas mencionados anteriormente se producen por el incremento de la demanda del SIP y no por la Incorporación de la CH La Palca. Por el contrario, la mencionada central permitirá mejorar los perfiles de tensión del SIP - en especial de las barras de la zona norte de San Juan; y reducir las sobrecargas que pueden producirse en las líneas que conectan San Juan.

Conclusiones

De acuerdo a los resultados obtenidos en el resumen del proyecto, se considera altamente favorable, la construcción del Aprovechamiento Hidroeléctrico “La Palca”, en el Departamento de Iglesia en la Provincia de San Juan Argentina.

Referencias bibliográficas

INITEC (2000). Estudio de Viabilidad del Aprovechamiento Hidroeléctrico del Río de La Palca. Gobierno de la Provincia de San Juan.

U.S. Bureau of Reclamation (1965). Diseño de Presas Pequeñas.

Ven Te Chow, (1952) Diseño de canales.