

2012

# Mijo River Project



Steven R Hall

Brigham Young University

4/11/2012

## Mijo River Project

---

*Steve Hall, Spencer Taylor, Jennie Purcell*

*Winter 2012*

### **Resumen ejecutivo**

El río Mijo proyecto consistió en la construcción de una serie de presas en el río Mijo en la República Dominicana. Una represa se encuentra en Los Rulos, cerca de la confluencia del río Mijo y su afluente Arroyo Grande. Los Rulos es 5 kilómetros aguas arriba de la corriente de calibre sitio de cacheo de El, que es de 28 kilómetros al este de la ciudad de San Juan. El sitio de la construcción propuesta de El Yayales, una segunda presa, es de 7,5 kilómetros aguas arriba de la confluencia del río Mijo y Arroyo Grande formando una cadena de presas del río Mijo. El propósito del proyecto es mejorar la disponibilidad de agua de riego (3.598 hectáreas) y la generación de energía eléctrica (7,78 MW).

El Instituto Nacional de Recursos Hidráulicos (INDRHI), siempre que el diseño propuesto para el sistema de represas en el río Mijo. En resumen, el primer dique situado cerca de Yayales generaría 5,91 MW de potencia, donde la presa inferior en la confluencia de los ríos Mijo y el Arroyo Grande generaría 1,9 MW de potencia. La altura propuesta para la presa de Yayales es de 18 metros que proporcionan 84 metros de la cabeza de la turbina situada a 5.5 kilómetros aguas abajo de la presa. La presa más baja situada en la confluencia tendría una altura de 16 metros, proporcionando 45 metros de la cabeza de la turbina de baja situado a 1.5 kilómetros aguas abajo de la presa. El agua utilizada para producir energía hidráulica seguirá ir aguas abajo para suministrar el agua necesaria para el riego ..

En la República Dominicana, la eficiencia en el diseño de las turbinas es de 60%. El uso de este tipo de eficiencia en la ecuación de poder, necesitaba flujo se determinó para ambas turbinas. Estos caudales se determinó que eran 12 cms de Yayales y 7 cms de Los Rulos. Para determinar si estos flujos eran incluso plausible, ArcGIS y los datos históricos de un medidor de flujo en El cacheo se utilizaron para generar curvas de flujo de duración. Las curvas de duración de flujo se utiliza para encontrar el flujo en un 85%, o en otras palabras, el flujo que podría ser garantizada por lo menos 85% del tiempo. Se encontró por ambos métodos, que el 85% del tiempo habrá un flujo de aproximadamente 4 cm. Al verificar los datos históricos con el método de análisis, estamos seguros de que los datos históricos son exactos.

Utilizando los mismos datos históricos mencionados anteriormente, una curva de almacenamiento acumulada fue generada. Utilizando la curva de almacenamiento acumulativo, la cantidad de capacidad de almacenamiento necesaria para flujos específicos fue capaz de determinar. Se encontró que para producir 12 cms para Yayales, una capacidad de almacenamiento de 147 millones de metros cúbicos sería necesario. La capacidad de almacenamiento de Yayales se determinó utilizando el Sistema de Modelado de Cuencas Hidrográficas (WMS), y se encontró que era de 1,5 millones de metros cúbicos, una capacidad mucho menor que lo que se necesita. Por lo tanto, la curva de almacenamiento acumulativa se utiliza para encontrar lo que el flujo sería plausible dado 1,5 millones de m<sup>3</sup> de almacenamiento y que el flujo se encontró que era 1,5 cms. El análisis muestra que las presas no ofrecen almacenamiento suficiente para producir la energía hidroeléctrica que desee durante todo el año.

## **Introducción**

La República Dominicana es una tierra rica en recursos naturales, y está experimentando dolores de crecimiento de su población y la economía se expanda. Con el fin de saciar la creciente demanda de energía eléctrica, INDRH tiene la intención de utilizar los recursos renovables de la

República Dominicana de agua y ha propuesto que varias presas y embalses se construyeron en conjunto con las centrales hidroeléctricas en todo el país. El proyecto Mijo río es una de estas represas propuestas.

### **Restricciones del Proyecto**

The project specified that one dam would be located at Los Rulos near the confluence of the river Mijo and its tributary stream Arroyo Grande. A second dam constructed at the site of El Yayales, 7.5 km upstream of the first dam; the goal being to improve availability of irrigation water (3.598 hectares) and electric power generation (7.78 MW).

El proyecto especifica que una presa se ubicaría en Los Rulos, cerca de la confluencia del río Mijo y su afluente Arroyo Grande. Una segunda represa construida en el sitio de El Yayales, 7,5 km aguas arriba de la primera presa, el objetivo es mejorar la disponibilidad de agua de riego (3.598 hectáreas) y la generación de energía eléctrica (7,78 MW).

Aproximadamente 5,9 MW de potencia que se genera en El Yayales, mientras que el restante 1,9 MW se generarían en Los Rulos. El Yayales tendría aproximadamente 84 m de altura de carga disponible, mientras que Los Rulos tendría aproximadamente 45 metros de la cabeza. En la República Dominicana, una eficiencia en el diseño de un 60% se utiliza debido a la falta de disponibilidad de super-eficientes turbinas. Para calcular la cantidad de flujo que sería necesario para producir la potencia deseada, la ecuación de energía se utilizó. Hemos utilizado estos valores para la cabeza, la eficiencia y el poder para averiguar lo que el caudal que se necesita para generar la potencia deseada.

### **Materiales y Métodos**

#### **Datos**

INDRHI proporcionan datos históricos de una estación de agua llamado El cacheo. Esta estación se encuentra el agua en el río Mijo, aguas abajo de Yayales y Rulos Los. El cacheo siempre de 12 años de datos de caudal que era imprescindible para nuestro análisis. También tomamos nuestras propias flujo de datos en la confluencia del Grande y Arroyo Mijo en el sitio de Los Rulos. Las mediciones se realizaron en el ancho y la profundidad del río por seis secciones en este punto en el río. Luego, utilizando palillos, una cinta métrica, y un cronómetro, la velocidad que el dispositivo se trasladó a una distancia de 9,1 metros se registró. El uso de estas mediciones se calculó la velocidad de flujo a ser de unos 2 cm, que es un valor razonable teniendo en cuenta las curvas de duración. Estas mediciones y cálculos se resumen a continuación en la Tabla 1.

Table 1: Flow Calculation Results for Mijo River at Los Rulos		
Total Cross Sectional Area [m <sup>2</sup> ]	Avg. Velocity [m/s]	Estimated Flow [cms]
2.95	0.70	2.08

## WMS

Una curva de elevación-almacenamiento era una herramienta esencial que teníamos que genera para determinar si habría suficiente espacio de almacenamiento en nuestro embalse propuesto para apoyar la demanda deseada de 12 cms. Para generar la curva, el Modelo Digital de Elevación en WMS se utilizó con la calculadora de la detención de cuenca, construido en un instrumento de WMS. El embalse propuesto tendría un volumen de 1,5 millones de metros cúbicos frente a los cerca de 150 millones de metros cúbicos que son necesarios para satisfacer la demanda de 12 cms.

## ArcGIS/Excel

Usando el ArcGIS programa y los MDE proporcionados por el INDRHI, una curva de caudales se generó (Figura 1). Esta curva de caudales es el resultado de ecuaciones matemáticas y

los métodos de predicción, por lo tanto, los flujos de esta curva son estimaciones. Sin embargo, la exactitud de la curva estimada fue verificada por el uso de los datos históricos de la estación de agua cacheo El. Los datos de la estación El cacheo también se utilizó para generar una curva de caudales en Excel (Figura 2). Al comparar las dos curvas, hemos encontrado que los flujos eran bastante similares; produciendo un caudal medio de 85% aproximadamente 4 cms.

Los datos históricos proporcionados por El cacheo se utilizó también para producir una curva de almacenamiento acumulativo (Figura 3). La capacidad de almacenamiento necesaria para mantener estos flujos se encontró graficando las tasas de flujo determinados en esta curva. La diferencia entre la línea de flujo y la línea curva representa la capacidad de almacenamiento necesaria. Un resumen de las conclusiones de este análisis se puede encontrar en la sección de resultados de este informe

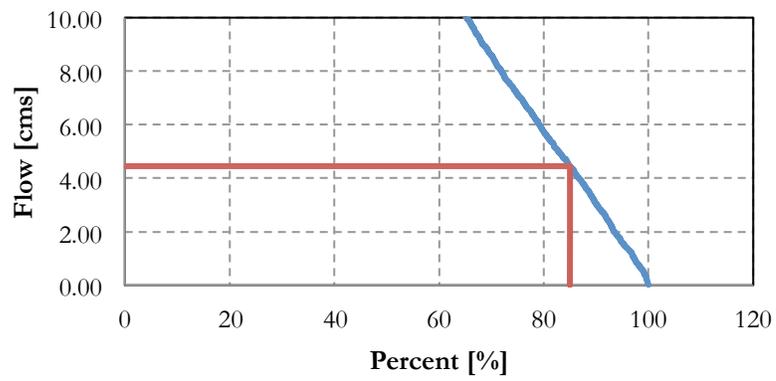
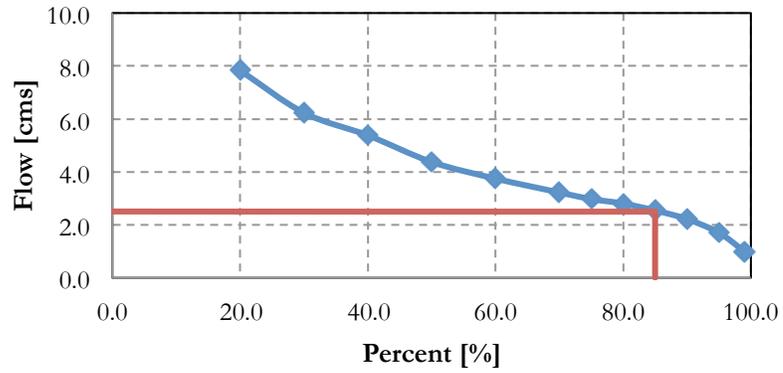


Figure 1 Flujo Duración Curva-El cacheo

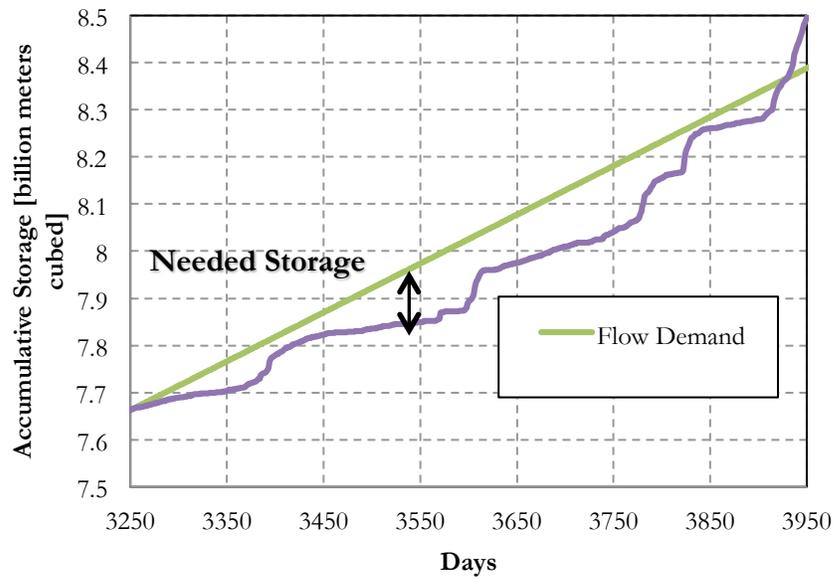


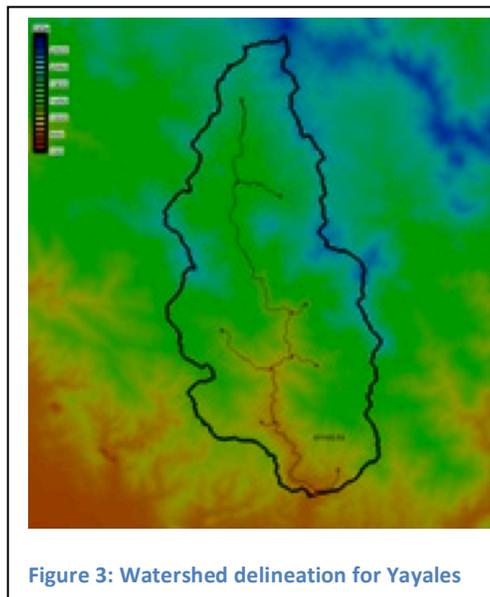
Figure 2 Curva acumulativa de almacenamiento

## Results

### WMS

#### Delineación de la Cuenca

Usando WMS hemos sido capaces de generar datos de la cuenca como el área de la cuenca, esto era útil porque hace posible la generación de valores de caudal en el río sobre la base de un



evento de precipitación especificado, así como determinar la curva de duración de flujos basada en el flujo de cacheo datos (Figura 4). También fuimos capaces de determinar el volumen que un embalse en el río Mijo celebraría dadasciertas alturas de la presa. Para mantener una demanda de 12 cms sobre el río Mijo durante los períodos secos, la represa tendría que producir un depósito de 150 millones de metros cúbicos y una altura de agua de la superficie máxima de 120 metros. Un depósito de este tamaño en el río Mijo podría tomar entre 4 y 8 años para llenar.

Un depósito del tamaño de la propuesta con una altura de presa de 18 metros no contienen suficiente espacio de almacenamiento para afectar a un evento de crecidas máximas probables en el

río Mijo. Además, como los habitantes de los valles adyacentes al Río Mijo nos explicó, nunca las aguas elevan a una altura lo suficientemente peligroso como para requerir a la presa para el control de inundaciones común.

### **Fallo de Presa**

Cuando había realizado con éxito un modelo que nos sentimos cómodos con el entonces tomamos ese modelo y simulación de la inundación que se produciría si toda el agua detrás de la presa propuesta de 18 metros de altura fue enviado repentinamente abajo. Esto nos permitiría entender el resultado de la inundación peor de los casos durante un evento catastrófico en el que hubo rotura de la presa completa. Como se mencionó anteriormente, hemos encontrado que las poblaciones no estaría en peligro en un evento de ruptura de la represa. Si la altura de la presa se incrementaron a producir más capacidad de almacenamiento más investigación tendría que hacerse en cuanto a sus efectos sobre las inundaciones y el impacto de una falla de la presa.

### **ArcGIS/Excel**

Los requisitos de almacenamiento encontrados para varios tipos de demanda de flujo se muestran a continuación en la Tabla 2. Como indica el cuadro, la capacidad de almacenamiento necesaria para generar el 12 cms para producir la potencia deseada en El Yayaes (5,9 MW), es mucho más allá de lo que el sitio puede producir. Como se explicó anteriormente, la ubicación en la propuesta de la presa actual sólo tiene 1,5 millones de metros cúbicos de volumen. Esto significa que sólo un caudal de 1,5 cms se puede utilizar o no el depósito tendrá un flujo suficiente para rellenar (Tabla 2).

<b>Table 2: Potencial energía y almacenamiento necesario</b>		
<b>Flow [cms]</b>	<b>Power [MW]</b>	<b>Storage [million m<sup>3</sup>]</b>
1.5	0.7	1.03
2.0	1.0	2.0
2.5	1.2	2.9
3.0	1.5	4.4
3.5	1.7	7.2
4.0	2.0	12.4
4.5	2.2	17.6
5.0	2.5	23.0
6.0	3.0	33.6
12.0	5.9	146.5

### **Alternativas y Recomendaciones**

Debido a la falta de almacenamiento, generando un total de 7,78 MW en el río Mijo no es posible con el diseño propuesto. Por lo tanto, recomendamos a cualquiera de las expectativas, simplemente inferiores y producen menos energía, o aumentar la capacidad de almacenamiento mediante el aumento de la altura de la presa superior en Yayales.

Para producir 2,2 MW de potencia en el Yayales, la capacidad de almacenamiento tendría que aumentar en 16,1 millones de metros cúbicos (Tabla 3). Esto es posible, como se muestra por la curva de Elevación de almacenamiento, si una altura de la presa de 50 metros se utiliza. Sin embargo, el costo asociado con un incremento tan grande en altura de la presa deben ser considerados. Muy probablemente, la mayor potencia generada no compensará el costo de construcción adicional.

Por lo tanto, concluimos que la mejor opción posible es reducir las expectativas de poder, y sólo tiene que utilizar el largo del río (de flujo de aproximadamente 4 cm) para producir 2,0 MW de

potencia. Sin embargo, esta cantidad de energía que sólo puede generarse si los 84 metros de la cabeza se suministra. Se sugiere la construcción de la tubería de agua existente en la tubería de riego y agua potable para producir los 84 metros de la cabeza. Las mayores desventajas de este método son que este poder sólo se puede garantizar el 85% del tiempo, y el caudal del río no puede ser regulado.