

Diseño para el mejoramiento y ampliación del canal de irrigación entre los caseríos de Yeguada parte baja y Aractullan, distrito de Mollepata, provincia de Santiago de Chuco - La Libertad

Design for the improvement and expansion of the irrigation channel between the landowners of Yeguada part baja and Aractullan, district of Mollepata, province of Santiago de Chuco - La Libertad

Esleyter Alonso Mendoza Guzmán ¹

RESUMEN:

El presente proyecto propone el Diseño para el mejoramiento y ampliación del canal de irrigación entre los caseríos de Yeguada Baja y Aractullan, distrito de Mollepata, provincia de Santiago de Chuco departamento La Libertad, el cual tiene un déficit de funcionamiento y transporta 112.35 l/s que abastece a 126.38 hectáreas, con un canal diseñado sin criterio técnico (curvas que son menores a 10 metros y una pendiente mayor al 5 por mil, que permite la existencia de colmatación en los primeros kilómetros, disminuyendo así su caudal), que por consecuencia causan filtraciones, deslizamientos y no llega a abastecer a los 622.04 hectáreas que tiene el proyecto.

El proyecto cuenta con una superficie accidentada de tipo II con pendientes de 1% al 38%, con un suelo tipo grava limosa con variaciones a grava arcillosa, con una capacidad admisible de carga de 2.04 kg/cm² en captación, sin embargo en reservorio y tramos con 1.97 kg/cm², clasificado como un suelo estable y de buena resistencia a cargas. En el estudio hidrológico se obtuvo una oferta máxima de 0.61m³/s y una demanda de 0.35m³/s. Se diseñó el canal con la demanda del cultivo y con el software de H canales para obtener las secciones en la variación de pendiente, para que cumpla con lo que estipula ANA en sus diseños de obras hidráulicas, en el proyecto se tiene una bocatoma, un desarenador, un reservorio de 30m³ para reservas de uso, 41 compuertas metálicas para distribución de agua en parcelas, 3 caídas verticales para disipar energía, pantallas deflectoras en zonas que superan el 15% de pendiente para reducir la velocidad del agua, con un espesor de 0.07m y revestimiento de concreto 175 kg/cm², se determinó que el impacto es positivo al finalizar el proyecto, obteniendo un presupuesto de S/. 1, 283,501.40 soles.

Palabras claves: Estudio hidrológico, canal, obras de arte, irrigación, Aractullan.

ABSTRACT:

The present project proposes the Design for the improvement and expansion of the irrigation channel between the villages of Yeguada Baja and Aractullan, district of Mollepata, province of Santiago de Chuco, La Libertad, which has an operational deficit and transports 112.35 l / s that supplies 126.38 hectares, with a canal designed without technical criteria (curves of less than 10 meters and a slope greater than 5 per thousand, which allows the existence of sedimentation in the first kilometers, thus decreasing its flow), which consequently cause filtrations, landslides and does not manage to supply the 622.04 hectares that the project has.

The project has a rough surface of type II with slopes of 1% to 38%, with a gravel-like soil with variations in the clayey gravel, with a permissible load capacity of 2.04 kg / cm² in the basin, however in Deposits and sections with 1.97 kg / cm², classified as stable floor and good resistance to loads. In the hydrological study, a maximum supply of 0.61m³ / s and a demand of 0.35m³ / s was obtained. The channel was designed with the demand of the crop and with the software of H channels to obtain the sections in the variation of the slope, so that it complies with what ANA stipulates in its designs of hydraulic works, in the project it has one outlet, a deviator, a reservoir of 30 m³ for reserves of use, 41 metal gates to distribute water in plots, 3 vertical drops to dissipate energy, deflectors in areas that exceed 15% slope to reduce water velocity, with a thickness of 0.07 m and concrete When covering 175 kg / cm², it was determined that the impact is positive at the end of the project, obtaining a budget of S / . 1, 283,501.40 PEN.

Key words: Hydrological study, canal, works of art, irrigation, Aractullan.

¹ Universidad César Vallejo - Estudiante de Ingeniería Civil.
E-mail: esleytermg@gmail.com

1. INTRODUCCIÓN:

La implementación del mejoramiento del canal fue establecido para irrigar los terrenos agrícolas de los caseríos de Yeguada baja y Aractullan de Mollepata, de la provincia de Santiago de Chuco; caseríos ubicados en la serranía liberteña a más de 3525 msnm. La necesidad de desarrollar el presente trabajo se centra en presentar una opción de solución a la problemática en la que atraviesan las comunidades indicadas, un tanto perjudicial en el ámbito agrícola, por lo que los caseríos no cuentan con el recurso hídrico óptimo para irrigación de sus cultivos; el cual se pierde en el camino por las filtraciones y el bajo caudal de 112.35 l/s que transporta actualmente con una sección rectangular de 0.50m de base y 0.25m de altura.

En la actualidad existe un canal con una longitud total de 5.057 km, revestido 2 km de su longitud, el cual se encuentra en mal estado; y, continúa con un canal sin revestir y con un diseño que no reúnen los criterios mínimos de diseño, el cual las curvas son menores a 10 metros, así como las pendientes mayores al 5 por mil que establece el Autoridad Nacional del Agua (ANA).

Otras problemáticas presente son las filtraciones excesivas del proyecto, el cual en los primeros tramos crea pantanos y ocasiona deslizamiento del terreno, perjudicando terrenos de los beneficiarios.

Para mejorar la calidad de vida y salvar los obstáculos mencionados se ha propuesto como alternativa de solución un diseño geométrico para el canal y obras de arte, tomando como referencia técnica fundamentalmente el Manual de criterios de diseño de obras hidráulicas para la formulación de proyectos hidráulicos multisectoriales y de afianzamiento hídrico (ANA) - 2010.

El presente trabajo se ha organizado en 13 capítulos y se ha planteado cumplir los siguientes objetivos:

- Ejecutar el respectivo levantamiento topográfico del área de estudio, considerando la afectación en uso predial, así como las áreas donde se proyectarán obras de arte.
- Realizar el estudio de mecánica de suelos, para identificar las características mecánicas, físicas, químicas y estratigráficas.
- Ejecutar el estudio hidrológico respectivo de la zona de influencia (Hidrología)
- Realizar el diseño geométrico de la carretera y obras de arte, en concordancia a la normativa vigente nacional.
- Realizar el estudio de impacto ambiental del área de estudio, con el fin de hacer el seguimiento a la modificación del ambiente durante el proceso constructivo y posterior al él.
- Elaboración del presupuesto general del proyecto, fórmula polinómica y el análisis de costos unitarios por partidas.

2. ASPECTOS GENERALES:

2.1. Ubicación del Proyecto

El Proyecto se halla ubicado en:

Región	: La Libertad
Provincia	: Santiago de Chuco
Distritos	: Mollepata
Caseríos	: Aractullan y Yeguada parte Baja

Tabla 1. Ubicación geográfica del inicio y fin de Proyecto

COORDENADAS UTM-WGS84	INICIO	FIN
ESTE (m)	174299.931	174319.439
NORTE (m)	9100511.174	9096696.280
COTA (m)	3192.939	3558.878

2.2. Aspecto Socioeconómico

La actividad predominante en la zona es la agricultura de subsistencia y ganadería doméstica. La implementación del proyecto permitirá beneficiar a más de 2000 familias y mejorar su calidad de vida de los pobladores.

3. LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO:

La topografía se realizó con un Estación Total marca TOPCOM ES 105 y el apoyo de un GPS GARMIN MAP 64S. El levantamiento se inició en la bocatoma existente que abarca sobre el río Aractullan, tomando como eje al canal existente y toma de datos de entre 50 a 100m a cada lado.

El trabajo se inició en la progresiva 0+000 km cuya coordenada pertenece a la inicial y culminó en la progresiva 05+057 km del caserío Yeguada Baja. Se consideró 5 BM y 30 cambios de estación (E). El BM1 y el BM5 respectivamente se ubican en las coordenadas 74371.280E 9100489.592 N y 74462116 E 9096947.109N.

Con los datos obtenidos en campo se procedió a realizar la simulación del terreno mediante la triangulación y generación de curvas de nivel en el Software AutoCAD Civil 3D. Así mismo con ayuda de este software y Ms. Excel, se realizó el trazo tentativo del eje.

Mediante el cálculo de las pendientes longitudinales y transversales se determinó que se trataba de un terreno ubicado en una zona de topografía ondulada.

4. ESTUDIO DE SUELOS:

4. 1. Estudio de suelos

Para el reconocimiento del tipo de suelo con el que se cuenta se realizaron 5 calicatas, las que fueron extraídas a lo largo del eje de la vía proyectada a profundidades de 1.5m.

Para la caracterización se realizaron ensayos y se determinó la granulometría, humedad, límites de Atterberg, clasificación de suelos por el método AASHTO y SUCS.

Tabla 2. Numero de Calicatas y su Ubicación

Calicata	Kilometraje	Profundidad (m)
C-01	Km 0+050	1.50
C-02	Km 0+100	1.50
C-03	Km 3+000	1.50
C-04	Km 4+000	1.50
C-05	Km 5+000	1.50

En el estudio de mecánica de suelos se determinó que el suelo predominante según la clasificación "SUCS" como un suelo arcilla ligera arenosa con grava (CL), por su lado la clasificación "AASHTO" lo clasifica como un material limo-arcilloso (A-6) (7). Con una carga admisible en bocatoma de 2.04 kg/cm² y en reservorio de 1.97 kg/cm².

5. ESTUDIO HIDROLÓGICO Y DISEÑO DE OBRAS DE ARTE:

Para el diseño de las obras de arte, bocatoma, reservorio, canal, caídas verticales, compuertas, en el que se estimó las precipitaciones anuales, máximas avenidas.

Tomando como datos de análisis la información proporcionada por las estaciones meteorológicas de la zona (Cachicadán) y brindadas por el ministerio de agricultura-Dirección Regional-La Libertad.

Para el canal se ha considerado un periodo de retorno de 50 años, mostrando una avenida de 41.58mm/h. con los coeficientes de cultivo y evapotranspiración se determinó los caudales de oferta y demanda, que corresponden a 675.5 l/s para el río y 344.8 l/s necesarios para los cultivos.

De este estudio se determinó el uso de un reservorio apoyado de 30 m³, para la futura ampliación área de

cultivos, también el uso de disipadores como pantallas deflectoras y gradas o escalones con caídas verticales en 3 puntos.

6. DISEÑO GEMÉTRICO:

Según el diseño geométrico se obtuvieron los parámetros del canal, tal como la velocidad de diseño o directriz de 3 m/s máxima por estar revestida de concreto perteneciendo a un canal de primer orden y presentar un terreno ondulado (tipo 2), pendientes máximas del 38 %.

De acuerdo al Manual de diseño de obras hidráulicas de ANA (Autoridad Nacional del Agua), se calcularon y tomaron las siguientes consideraciones:

Tabla 5. Cuadros Resumen de consideraciones geométricas

Características	Criterio Técnico
Categoría del canal	Primer orden
Sección de canal	Rectangular
Orografía Tipo	Tipo 2 (Terreno Ondulado)
Velocidad máxima (diseño)	VD = 3 m/s
Revestimiento	Concreto 175 kg/cm ² (e=7.5cm)
Rugosidad	n = 0.011
Caudal máximo	1 m ³ /s
Radio mínimo	10 m.
Sección Típica	
• Ancho (solera)	1m.
• Tirante	0.20m.
• Altura Total	0.30m.
• Camino	1m.

7. ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL:

Con el objetivo de minimizar los impactos negativos se ha previsto la elaboración de un sistema de gestión ambiental, en el que se considera la instalación de 1 botadero, baños provisionales, depósitos para la disposición de desechos y basura.

de tierras. Los demás impactos son de intensidad menos relevante. La ejecución del proyecto por otro lado de manera positiva mejorará la calidad de vida y generará puestos de trabajo para los pobladores de la zona.

8. COSTOS Y PRESUPUESTOS:

Para la ejecución del proyecto propuesto, a precios de mercado teniendo:

Costo directo:	945,837.44 soles
Gastos Generales (10%):	94,583.44 soles
Utilidad 5%:	47,297.87 soles
Sub Total:	1,087,713.05 soles
IGV (18%):	195,788.35 soles
Total	1,283,501.40 Soles

9. RESULTADOS Y DISCUSIONES:

- La topografía de la zona de proyecto al ser accidentada y con pendientes altas en algunos tramos, con un rango de 1% al 38% de pendiente en algunos sectores, y en promedio de 4% a 5%, tal es el caso del proyecto de Reyes (2008) que nos dice que su pendiente no varía del 5% en todo su tramo de 1380m de canal por lo que la conducción de agua es óptima, para los tramos que son de mayor pendiente que son en la progresiva 4+485 tenemos que optar por modelos de disipación de energía, como es el caso de pantallas deflectoras que reducirán la velocidad del agua en 60%, teniendo como referencia de un trabajo similar a un proyecto escala de Marín, Menjívar y Zavaleta (2012) que determina la velocidad del fluido se puede disminuir en 68% con vertederos u obras disipadoras de energía, el cual se tiene en el proyecto una velocidad que no supera los 3m/s, cumpliendo con el manual de diseño de ANA (Autoridad Nacional del Agua).

- Casignia (2014) en su proyecto que dimensiono un canal con algoritmos definidos como lo hace el software. Para ello obtener los parámetros del tirante, radio hidráulico, área hidráulica, velocidad del agua, tipo de flujo entre otros, el cual cumple con los parámetros que nos brinda el manual de diseño de ANA, además nos facilita el diseño para poder posteriormente introducirlos al software Civil 3D para su diseño geométrico.

- Por otra parte se tiene como resultado la pérdida de caudal en todo el canal de un 80% hasta llegar al final por el número de compuertas proyectadas al diseño del proyecto, como antecedente tenemos un trabajo simulado de Covarrubias (2016) que nos dice que en su modelo de un canal de 2 entradas y 2 salidas tiene una variación del caudal de 20% de total que transporta el canal, sin embargo ya está incluido la pérdida de canal de nuestro diseño a base del método Hargreaves que nos ayuda a calcular la evapotranspiración y los coeficientes de consumo de cada planta ("k" de consumo), pero en su trabajo de Chan (2015) detalla que mediante una modelación numérica y los coeficientes de Clement y Clemmens brindan un cálculo estimado de consumo, así como también el estado de canal, si cuenta con fallas se debe priorizar su rehabilitación para no tener problemas con las pérdidas de caudal.

- En cuanto al diseño de la sección del canal este se tuvo presente al manual de diseño de obras hidráulicas de ANA con ayuda del software H canales, teniendo como dimensiones de base de 1m y de altura 0.30m. Con un espesor de revestimiento de 0.075m (aproximadamente 3pulg.) según ANA, el cual se tiene un valor similar al estudio realizado por Castro y Pérez (2016) en su proyecto "Mejoramiento e identificación de riesgos en el canal la peligrosa Marmot – Gran Chimú" el cual toma el valor conforme a la dimensión del canal que tiene.

- Por último, se tiene el costo total del proyecto que tiene un costo de S/. 1, 283,501.40 nuevos soles, influye muchos aspectos como son; la accesibilidad en cuanto al manejo de materiales, mano de obra y/o trabajos que se realizaran en el lugar. El costo disminuiría si fuese en una zona accesible todo el tiempo del proyecto, ya que los cambios climáticos afectan a los diferentes accesos, también se tiene en cuenta que no es un área protegida por el estado, ya que su costo aumentaría aún más, como es el caso de la investigación de SOL Sol (2015) en su trabajo detalla que el costo por desarrollarse en una zona protegida como es el parque nacional del Huascarán su costo se aumenta en 10.44% a 22.22% a diferencia de proyectos que se ejecutan fuera de áreas protegidas.

10. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

10.1 Conclusiones:

- El estudio topográfico fue realizado de manera técnica, obteniendo como resultado un terreno tipo II, en una zona ondulada.

- El estudio de suelos realizado en laboratorio se determinó un suelo de arcilla ligera arenosa (GM) y arcilla ligera tipo gravas (CL), con porcentaje de finos fluctúa entre 15% y 65%. Se determinaron humedades relativas entre el 8% y 23%, con cargas admisibles de 2.04 kg/cm² y 1.97 kg/cm², características de un buen terreno.

- En el estudio hidrológico se obtuvo que la micro cuenca brinda 2m³/s en épocas de mayor cauce con una oferta normal de 0.675 m³/s y 0.294 m³/s en tiempo de estiaje, con una demanda de consumo de 0.345 m³/s, con una evapotranspiración máxima de 169.3 mm/mes. Con el estudio hidrológico, se diseñó; una bocatoma, un desarenador, canal, 41

compuertas, 500 pantallas deflectoras y 3 pozas de disipadoras.

- Para el diseño del canal se tiene una sección de base de 1m. y de altura 0.30m., con un pase o camino de 1 m., por poseer pendientes mayores del 5% a partir de la progresiva 2+800 , el cual también se determinó que se utilizaran pantallas deflectoras y pozas disipadoras con el objetivo de reducir la velocidad del agua para evitar erosión del mismo.

- Se realizó el análisis y la evaluación de los diferentes aspectos del presente proyecto y se concluyó que la realización de esta ocasionaría un impacto negativo en relación al movimiento de tierra y generando polvo y ruido, sin embargo los impactos positivos generan el crecimiento económico y social, mejorando la calidad de vida de los beneficiarios y generando puestos de trabajo.

- Se realizó el análisis del presupuesto del proyecto con ayuda del software S10 presupuestos obteniendo un total de S/. 1, 283,501.40. Son: (un millón doscientos ochenta y tres mil quinientos uno 40/100soles).

10.2 Recomendaciones:

- Para la realización del levantamiento topográfico es necesario recorrer la zona con los pobladores del lugar a fin de tener una mejor visión de obras de arte y elementos del canal, de esta manera el trabajo de replanteo topográfico se realizará de manera eficiente.

- Al momento de realizar el levantamiento topográfico se deben colocar BM's cada 500 metros, el estacado deberá realizarse de manera que se asegure su permanencia, se recomienda colocarse lejos del eje central del canal a unos 10 metros, tener estacado muy cerca al eje corren el riesgo de ser removidos

complicando el replanteo a futuro.

- Se recomienda que la junta de usuarios tenga un plan de cuidado del proyecto, así como su mantenimiento y cuidado del mismo, para que el proyecto tenga mayor efectividad y mayor duración.

- Se deben tener en cuenta que el presupuesto está basado en un periodo de diseño el cual varía hasta que sea aprobado o ejecutado, por lo que se recomienda actualizar costos de insumos y realizar el reajuste de precios.

11. BIBLIOGRAFÍA:

- [1] ESPINOSA, Jan y MORALES, Javier. Evaluación de fenómenos hidráulicos en el canal Chaquín del sistema de riego de valle de Virú primer tramo. Tesis (Título de ingeniero civil). Trujillo: Universidad Privada Antenor Orrego, 2015.
- [2] CASTRO, Carlos y PEREZ, Eddie. Mejoramiento e identificación de riesgos en el canal la peligrosa Marmot – Gran Chimú. Tesis (Título de ingeniero Agrícola). Trujillo: Universidad Nacional de Trujillo, 2016.
- [3] CASIGNIA, Marcos. Dimensionamiento hidráulico de una estructura de unión de dos canales. Tesis (Título de Ingeniero Civil). Quito: Universidad Central del Ecuador, 2014.
- [4] CHAN, Eduardo. Revisión de la capacidad y funcionamiento hidráulico de un canal mediante modelación numérica. Tesis (Maestro en Ingeniería Civil – Hidráulica). México: Universidad Nacional Autónoma de México, 2015.
- [5] MINISTERIO DE TRANSPORTE Y COMUNICACIONES (MTC). Manual de Carreteras Hidrología, Hidráulica y Drenaje. Lima. Perú. 2013.
- [6] AUTORIDAD NACIONAL DEL AGUA (ANA). Manual de diseños de obras hidráulicas para la

- formulación de proyectos hidráulicos. Criterios de diseños de obras hidráulicas para la formulación de proyectos hidráulicos multisectoriales y de afianzamiento hídrico. Dirección de estudios de proyectos hidráulicos multisectoriales, Lima, Perú, 2010. P.59, 170.
- [7] GARCÍA Elmer. Manual de Diseño Hidráulico de Canales y Obras de Arte Primera Edición. Chiclayo. 1987, p 124-132.
- [8] VILLON Máximo. Diseño de Estructuras Hidráulicas: pérdidas por infiltración en canales. 2 ed. Lima, PE, Villón, 2005 p. 29-39.
- [9] MARTÍNEZ, Fernández. Diseño hidráulico de un canal de llamada. Secretaría de agricultura, ganadería, desarrollo rural, pesca y alimentación (SEGARPA). Montecillo, México, 2012. 26p.
- [10] GRANT T HALVORSON. Troubleshooting Concrete Cracking During Construction, Concrete Construction, California, 1993.
- [11] ORGANIZACIÓN DE LAS NACIONES UNIDAS (ONU). La ciencia y la cultura, Informe de las Naciones Unidas sobre el Desarrollo de los Recursos Hídricos en el mundo 2016 - UNESCO. Agua y Empleo. Paris, Francia, 2016
- [12] VILLAMARIN Sorayda. Manual básico de diseño de estructuras de disipación de energía hidráulica. Tesis (título de ingeniero civil). Escuela Politécnica del Ejército. Sangolqui, Ecuador. 2013
- [13] VILLÓN Máximo. Hidráulica de Canales. Costa Rica: Editorial Tecnología de Costa Rica. 2008.
- [14] CHAUDHRY Hanif. Open- Channel Flow. Estados Unidos: Universidad de Carolina del Sur. 2008
- [15] DUKE Energy. Estudio Hidrológico de los Ríos Santa y Chancay - Centrales Hidroeléctricas del Cañon del Pato y Carhuaquero. Lima, Perú, 2007, p.536-544.
- [16] HUAMÁN, José. Determinación de la eficiencia de conducción del canal de riego Huayrapongo, distrito de Baños del Inca – Cajamarca. Tesis (Título de ingeniero civil). Cajamarca: Universidad Nacional de Cajamarca, 2013.
- [17] SOLSOL, Angelina. Análisis de costos en el proceso constructivo del canal Cullicocha – Chaquicocha ubicado en área protegida (Parque Nacional Huascarán). Tesis (Título de Ingeniero agrícola). Lima: Universidad Nacional Agraria La Molina, 2015.
- [18] CALDERON, Edwin. Desarrollo de un sistema de control neuro – difuso de la distribución de agua en un tramo de un canal principal de riego. Tesis (Título de ingeniero de control y automatización). Lima: Pontificia Universidad Católica del Perú, 2014.
- [19] CHAN, Eduardo. Revisión de la capacidad y funcionamiento hidráulico de un canal mediante modelación numérica. Tesis (Maestro en Ingeniería Civil – Hidráulica). México: Universidad Nacional Autónoma de México, 2015.