

# Diseño básico y costos del proyecto hidroeléctrico Peje



# Abstract

This document shows they present the procedures and tools used to realize a basic design and analysis of costs of the hydroelectric project Peje for the Edificadora Beta company.

The object of this report is to realize a preliminary design of the structures, estimating a cost of construction, generation and analysis of profitability of the project.

The design and analysis of costs, is expected to form the basis for future pre feasibility and feasibility.

One possessed a study of natural flows of the river Peje which used as base for the basic design, the costs of the project were estimated, and by means of an analysis of the capacity of the reservoir with the flows of the river there was obtained a capacity of generation of 4MW, the project not is viable economically, nevertheless it is possible to optimize costs to improve his profitability, making it more attractive from the point of view of the investor.

Keyword: Designs, Hydroelectric, Generation, Profitability, Cost, Power, Flow, Dam, Drain, Pipeline, Reservoir.

# Resumen

Se presenta en este documento los procedimientos y herramientas utilizados para realizar un diseño básico y análisis de costos del proyecto hidroeléctrico Peje para la empresa Edificadora Beta.

El objetivo de este informe es realizar un diseño preliminar de las obras, estimando un costo de construcción, generación y análisis de rentabilidad del proyecto.

Del diseño y análisis de costos se espera que sirva de base para una futura pre factibilidad y factibilidad.

Se contó con un estudio de caudales naturales del Río Peje el cual sirvió de base para el diseño básico, se estimaron los costos del proyecto, y mediante un análisis de la capacidad del embalse con los caudales del Río se obtuvo una capacidad de generación de 4MW, el proyecto no es viable económicamente, sin embargo se puede optimizar costos mediante un diseño más detallado para mejorar su rentabilidad, haciéndolo más atractivo desde el punto de vista del inversionista.

Palabra Clave: Diseño, Hidroeléctrico, Generación, Rentabilidad, Costo, Potencia. Caudal, Presa, Vertedor, Tubería, Embalse.

# **Diseño Básico y Costos del Proyecto Hidroeléctrico Peje**



**JORGE ANDRÉS MURILLO VEGA**

**Proyecto final de graduación para optar por el grado de  
Licenciatura en Ingeniería en Construcción**

Febrero del 2010

**INSTITUTO TECNOLÓGICO DE COSTA RICA  
ESCUELA DE INGENIERÍA EN CONSTRUCCIÓN**

# Contenido

Prefacio.....	1
Resumen ejecutivo .....	2
Introducción.....	3
Marco conceptual.....	5
Metodología .....	11
Resultados .....	13
Análisis de los resultados .....	48
Conclusiones .....	52
Recomendaciones .....	53
Apéndices.....	54
Anexos .....	55
Referencias.....	56



# Prefacio

En la actualidad la gran demanda de energía ha provocado la necesidad de desarrollar proyectos de generación, en nuestro país el desarrollo de plantas de generación hidroeléctrica ha crecido en gran medida en los últimos años, ya que contamos con una gran riqueza de recursos hídricos y una topografía adecuada.

En su mayoría, en Costa Rica, los proyectos más importantes de generación hidroeléctrica son realizados por el ICE, sin embargo el sector privado se ha enfocado cada vez en esta área de la ingeniería.

Edificadora Beta S.A es una empresa desarrolladora de proyectos de generación hidroeléctrica, la finalidad de este proyecto es brindarle a esta empresa las bases de estudio para un posible análisis de pre factibilidad y factibilidad del proyecto hidroeléctrico Peje, ubicado en la zona de San Carlos, mediante la cuenca del Río Peje.

En el proyecto se muestra un diseño básico de las obras, generación, costos y análisis de rentabilidad del proyecto hidroeléctrico Peje.

Finalmente quiero agradecer a mi padre por el gran sacrificio y valentía, a mi madre por ser un gran ejemplo de lucha y perseverancia, a ellos, que con tanto sacrificio lucharon para que pudiera estudiar. También agradecer a mis compañeros de trabajo, el ingeniero Jorge Zapata por su valioso aporte y paciencia en el diseño del proyecto y a Marco Blanco por su colaboración y enseñanza para la realización de los planos. A la empresa Edificadora Beta por permitirme realizar este proyecto, en especial al Ingeniero Luis Carlos Chaves. Agradecer también a mis profesores guía el Ingeniero Juan Carlos Coghi y el Ingeniero Fernando Ortiz por sus consejos y aportes.

Finalmente agradecer al Creador de la vida, quien me ha dado entendimiento y sabiduría para tomar las decisiones correctas que me han formado en la vida y que hoy me hacen ser quién soy.

# Resumen ejecutivo

En este proyecto se planteó el diseño básico de las obras, el presupuesto del proyecto, estimación de la potencia de generación y rentabilidad económica sirviendo como base de un estudio más avanzado ya sea a nivel de pre factibilidad ó factibilidad.

Las obras se diseñaron basadas en caudales naturales del Río Peje, estos caudales se obtuvieron de un traslado por Área y lluvia de los valores registrados en la estación # 69-14-02 Javillos.

Se analizó la zona probable de ubicación, así como las consideraciones ambientales del proyecto, se planteó una ubicación óptima para la colocación de las obras involucradas en la generación como casa maquinas y embalse.

Se estimó el costo total del proyecto y se desglosó por obra.

Mediante un análisis del comportamiento del embalse con los caudales naturales del Río Peje se estimó la producción de energía para un año hidrológico promedio del proyecto.

Estimando los ingresos por generación y los costos de operación y mantenimiento del proyecto se analizó la rentabilidad de éste con financiamiento bancario.

Este tema puede ser de interés para que la Escuela de Ingeniera en Construcción presente nuevos proyectos de investigación relacionados con el tema de generación, además, actualmente, el desarrollo de proyectos hidroeléctricos está en constante aumento por la creciente demanda de energía en el país.

# Introducción

El desarrollo y crecimiento constante de la población mundial y los grandes avances tecnológicos que requieren de una gran demanda energética han hecho que día a día sea necesaria la búsqueda de nuevas fuentes para la obtención de energía.

Nuestro país cuenta con alto potencial en recursos hídricos que, poco a poco por la creciente demanda de energía se han comenzado a explotar con la construcción de proyectos hidroeléctricos en los últimos años.

El Instituto Costarricense de Electricidad (ICE) ha desarrollado los proyectos energéticos más importantes en nuestro país, pero por ser un ente estatal se ha visto limitado en tiempo de reacción ante la creciente demanda, de ahí que empresas del sector privado han ayudado a suplir la demanda creciente especializándose cada vez más en esta área de la ingeniería.

Edificadora Beta es una empresa costarricense que se fundó en el año 1987, con sus oficinas centrales en la zona de San Carlos, pero desde 1991 se ha especializado en la búsqueda, diseño y construcción de proyectos hidroeléctricos. Adicionalmente nace su subsidiaria Hidro Mantenimiento S.A., presta servicios de operación y mantenimiento de centrales hidroeléctricas. En el campo de proyectos hidroeléctricos cabe destacar que Edificadora Beta construyó en el periodo de 1992-1993 el proyecto hidroeléctrico Caño grande I, el cual fue el primer proyecto hidroeléctrico construido en Costa Rica bajo el amparo de la ley 7200 que autoriza la generación eléctrica autónoma (privada), también durante el periodo 1998-1999 construyó el proyecto Chocosuelas I, primer proyecto hidroeléctrico para autoabastecimiento de una cooperativa de electrificación rural en Costa Rica, mas reciente realizó la gestión, estudios, diseño y construcción del proyecto hidroeléctrico Canalete con una capacidad instalada de 17.5 MW ubicado en la zona de Upala. La empresa ha centrado su interés en realizar los estudios iniciales para

analizar y desarrollar un proyecto hidroeléctrico en la zona de San Carlos, alimentado por la aguas del Río Peje.

Actualmente, la empresa cuenta con un levantamiento topográfico de la zona en estudio, y un estudio de caudales del Río Peje obtenido con base en un traslado por Área y Lluvia de los valores registrados en la estación # 69-14-02 Javillos.

## Objetivo general

- Realizar el diseño básico y análisis de costos del Proyecto Hidroeléctrico Peje.

## Objetivos específicos

- Realizar un diseño básico de las obras y sub obras del proyecto hidroeléctrico Peje.
- Estimar el costo del proyecto Hidroeléctrico.
- Calcular la generación e ingresos del proyecto hidroeléctrico.
- Realizar un análisis de rentabilidad del proyecto.

## Limitaciones

Se contó con un estudio de caudales que va del año 1964 al 1997, el cual se tomó como un estudio válido y representativo de este informe.

El tiempo de realización que se tuvo para este informe no permitió profundizar más en el desarrollo del tema.

## **Exclusiones**

No se contó con un estudio hidrológico que pueda garantizar la existencia a futuro del recurso hídrico del Río Peje.

El estudio geotécnico quedó fuera del análisis de este informe ya que por tratarse de estudios preliminares no se realizó, pero fue necesaria la visita a campo para comprobar por métodos visuales la consistencia y condiciones topográficas que definieron la mejor ubicación de los elementos más importantes tales como la ubicación de la toma, presa, embalse, tubería forzada y casa de máquinas.

Al igual que el estudio geotécnico, el estudio de impacto ambiental no forma parte de este informe, aunque se realizó un análisis de la zona para a priori determinar si el área involucrada es adecuada para el desarrollo del proyecto, identificando algunas generalidades biológicas y posibles efectos ambientales.

# Marco conceptual

## Concepto de proyecto hidroeléctrico

El agua en movimiento es aprovechada para obtener energía eléctrica.

Primero se almacena agua en un embalse donde hay una energía potencial acumulada, luego pasa a un sistema de conducción que la transporta a las turbinas donde inmediatamente comienzan a girar utilizando la energía mecánica de estas por los generadores para producir energía eléctrica, de ahí se distribuye a una subestación que amplía la tensión para que pueda llegar a los centros de consumo.

## Componentes de un proyecto hidroeléctrico

Generalmente los elementos más importantes a considerar para la construcción civil y operación de un proyecto hidroeléctrico son: Obra de presa, Toma, desgravador y desarenador, tipo de conducción, embalse, antecámara, tubería forzada, casa de máquina, equipo electromecánico, canal de restitución, subestación y línea de transmisión.

### Obra de presa

Su clasificación es dada de acuerdo con el tipo de material para su construcción (relleno, roca, concreto) y en función de su configuración en la forma que resisten las fuerzas impuestas, se pueden clasificar en:

**Presas de relleno:** Son las presas que se construyen con terraplenes de suelos o rocas, las características como pendientes aguas arriba como aguas abajo son similares, lo que genera una sección de ésta muy ancha y grandes volúmenes de construcción en relación con su altura.

**Presas de concreto:** En su construcción se utiliza concreto en masa, hay diferencia en los parámetros de sus taludes, tienden a ser muy resistentes aguas abajo y muy verticales aguas arriba.

Actualmente las presas de concreto se dividen en:

- Presas de gravedad: Las presas de gravedad de hormigón están diseñadas para que el peso de la presa en sí (fuerza de gravedad) es suficiente para resistir el vuelco de las fuerzas aplicadas a la presa.
- Presas de contrafuerte: Su concepto estructural consiste en una pantalla continua y delgada de concreto soportada en intervalos regulares por contrafuertes aguas abajo, este tipo de diseño en contrafuerte se le puede considerar como la versión aligerada de la presa de gravedad.
- Presas de arco: Poseen una forma curvada, tiene la particularidad que su configuración le permite trasladar las fuerzas a los estribos, en términos estructurales son más eficientes que las mencionadas anteriormente, ya que se reduce considerablemente el volumen de concreto para su construcción. Se le considera la más sofisticada de las presas

de concreto, cabe destacar la importancia de la estabilidad de los estribos para mantener la seguridad y integridad de la estructura (Novak, 2001).

## Otras obras complementarias a la presa

Para el adecuado funcionamiento de una presa es necesario acoplarlas con otros elementos, ya que en crecientes elevadas se dé un controlado vaciado y descarga de agua. Los vertederos son obras esenciales y se construyen de acuerdo con tipo y propósito de la presa.

Generalmente cuando el embalse se encuentra lleno, es cuando entra en funcionamiento el vertedor que saca las aguas por encima del nivel normal.

También las obras de desagüe son necesarias para evacuar el agua cuando sea operacionalmente requerido. Cabe destacar que estos elementos complementarios pueden acomodarse fácilmente en una presa de concreto.

## Obra de toma (Bocatoma)

Se puede considerar que la obra de toma es la estructura hidráulica de mayor relevancia.

Su función principal es captar en parte o en su totalidad el caudal de una corriente para desviarlo a un sistema de conducción, su estructura ayuda a regular y prevenir la obstrucción en su entrada con desechos que se encuentran en el río flotando, cualquier fallo en su estructura podría poner en peligro el éxito del proyecto (Villón, 2010)

## Desgravador y Desarenador

Son obras hidráulicas que cumplen la función principal de retener las partículas de un determinado tamaño que no fueron detenidas en la toma, estos sedimentos son propios del arrastre del río, por lo general tienen compuertas para su debida limpieza y así evitar una acumulación de partículas.

En esta obra la velocidad del flujo se reduce considerablemente de tal manera que las partículas arrastradas se acumulan en el fondo (Villón, 2010).

## Tipo de conducción

Dependiendo de las condiciones topográficas del terreno se puede seleccionar una conducción por medio de un canal abierto ó tubería, y esta a su vez puede construirse enterrada o expuesta.

## Obra de embalse

El embalse se le puede considerar un lago artificial con la función de almacenaje de agua, en esta obra es donde se tiene un mayor control del uso del agua, ya que durante los periodos picos de demanda el nivel del agua en el embalse disminuye considerablemente, debido a que el caudal de salida generalmente es mucho mayor al de entrada permitiendo una generación óptima en las horas de demanda.

## Obra de antecámara

La obra de antecámara cumple la función de mantener siempre un nivel constante de agua aunque el embalse se encuentre vaciado para garantizar que no entre el aire en la tubería forzada.

## Tubería forzada o de presión

Por lo general, las tuberías de presión son elementos de gran diámetro, tienen que diseñarse para soportar altos esfuerzos desarrollados por las presiones estáticas y por el golpe de ariete (Novak, 2001). Se pueden usar de acero, concreto y de poliéster reforzado con fibra de vidrio (GRP).

La función principal de la tubería de presión es transportar el agua desde el embalse a la casa de máquinas.

## Obra de Casa máquina

La casa de máquinas es una estructura donde se alojan los equipos hidráulicos y eléctricos, su base está formada por una estructura de concreto gran volumen.

Generalmente la casa de máquinas se equipa con una grúa que levanta y mueve los equipos para su mantenimiento y reparación.

En la casa de máquinas también se ubica la sala de control, donde un equipo de operadores controla el proceso de generación.

## Turbinas Hidráulicas

Las turbinas son las encargadas de convertir la energía del agua en una energía mecánica, esta potencia mecánica se desarrolla en el eje que a la vez acciona generadores eléctricos acoplados en el eje de la turbina.

Su selección se hace de acuerdo con salto, su rotor se diseña para una velocidad óptima y eficiencia máxima según el salto de diseño, la información de eficiencia de las turbinas es suministrada por el proveedor por medio de gráficas de eficiencia para condiciones distintas de carga (Novak 2001).

## Canal de restitución

Es el canal que lleva el agua de vuelta a la corriente una vez que ha pasado por las turbinas, por lo general el canal de restitución también cumple la función de disipar la energía que lleva el flujo hacia la corriente.

## Subestación

La función de la subestación es aumentar la tensión que ha sido generada por los alternadores en la casa de máquinas, de la subestación se distribuye la energía a los centros de consumo.

# Concepto de potencia hidroeléctrica

Esta potencia se extrae de la capacidad natural que tienen los recursos hídricos, el agua que se encuentra a una determinada altura llega a un nivel aguas abajo donde mueve un sistema de turbinas accionando los generadores que

producen electricidad, la potencia hidráulica (P) está definida de la siguiente manera:

$$P = \eta \rho g Q H \quad 1$$

$\eta$  = Eficiencia de turbina  
 $Q$  = Caudal en  $m^3/s$   
 $H$  = Salto ó caída neta  
 $g$  = Aceleración de la gravedad  
 $\rho$  = Densidad del agua

La caída neta (H) se obtiene de restar a la diferencia de niveles entre el embalse y el cauce aguas abajo las pérdidas que se generaron por el transporte del agua.

## Caudal de avenida máxima

Es el caudal máximo en una condición más desfavorable, apropiado para el diseño seguro de una estructura.

El caudal máximo es aceptado como una norma para diseñar vertederos en presas donde una falla podría convertirse en una catástrofe. Una manera simple de cálculo para un caudal máximo es el método de Creager, que es un método muy utilizado y consiste en asociar los caudales máximos por unidad de área con diferentes periodos de retorno, medidos en cuencas hidrológicas de todo el mundo. La fórmula de Creager está definida de la siguiente manera:

$$Q_{max} = 1.3C \left( \frac{A}{2.59} \right)^{0.963A^{-0.048}} \quad 2$$

Donde:

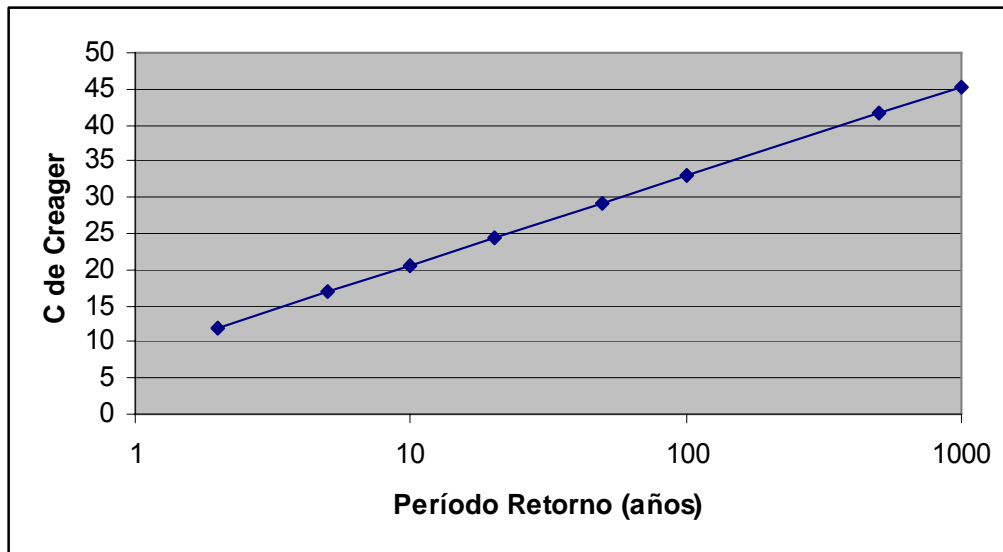
$Q_{max}$  = Caudal máximo en  $m^3/s$   
 $A$  = Área de la cuenca en  $km^2$   
 $C$  = Coeficiente de Creager

Este coeficiente de Creager (C) para nuestro país fue obtenido por Jiménez y Chacón (1998) para la cuenca del Caribe como se muestra en la figura 1.

<sup>1</sup> Novak, Diseño de estructuras hidráulicas.

<sup>2</sup> Jiménez O., y Chacón R., (1998), "Avenidas de Diseño para Pequeños Proyectos Hidroeléctricos"





**Figura1.** Periodo de retorno vs. Constante de Creager (Avenidas de Diseño para Pequeños Proyectos Hidroeléctricos, Jimenez y Chacón, 1998)

Para seleccionar el periodo adecuado de retorno para el tipo de obra en estudio se siguen las recomendaciones de las normas españolas vigentes (Berga, L., "Failures and Hydrological Incidents of Dams in Spain", International

Commission on Large Dams, 19th Congress, Florence, 1997) como se muestra en el cuadro 1.

<b>Cuadro 1. Normas vigentes españolas para clasificación de estructuras</b>						
<b>Caudales máximos recomendados</b>						
<b>Categoría de presa</b>	<b>Riesgo de pérdidas de vida</b>	<b>Efecto sobre servicios esenciales</b>	<b>Daños materiales</b>	<b>Daños ambientales</b>	<b>Avenida de Diseño</b>	<b>Avenida Extrema</b>
<b>A</b>	Graves efectos sobre la comunidad	Graves efectos sobre servicios esenciales	Muy importantes	Muy importantes	1.000	5.000-10.000
<b>B</b>	Efecto en un número reducido de casas	Ningún Efecto	Importantes	Importantes	500	1.000-5.000
<b>C</b>	Ninguna o pérdida incidental de vidas	Ningún Efecto	Moderados	Moderados	100	100-500

# Demanda de la potencia hidroeléctrica

El sistema de potencia hidroeléctrica debe tener la suficiente capacidad para cumplir con la exigencia de demanda, esta demanda de potencia varía constantemente dependiendo de la carga que exijan los centros de consumo en un determinado periodo de tiempo, ya sean horas, días y años.

Para proyectos hidroeléctricos que manejan un sistema de almacenamiento del agua para generación, en las horas “punta” definidas como las horas de mayor demanda energética, su nivel de agua se va reduciendo significativamente según la demanda en un periodo de tiempo, por esto es necesario diseñar un embalse que tenga capacidad de responder a esta demanda sin perder en su totalidad su capacidad de llenado óptimo, que es el nivel normal para seguir operando, y así continuar con la generación de la siguiente etapa o ciclo de demanda.

# Caudal ecológico

Es el caudal mínimo que debe mantenerse libre, el tramo de aprovechamiento entre el sitio de toma y desfogue aguas abajo no debe quedar seco, se debe discurrir continua y permanentemente un caudal mínimo, que es el equivalente al 10% del caudal promedio anual de la fuente<sup>3</sup>.

El caudal mínimo está conformado por un caudal de rebose más un caudal aportado por otros afluentes en el tramo de toma a casa máquinas.

Si el caudal aportado por las otra fuentes es mayor o igual en un 5% al caudal promedio anual, el caudal de rebose será un 5% del caudal promedio anual.

---

<sup>3</sup> Diario Oficial La Gaceta, N°94, 20 de mayo 2010

# Factor de planta

El factor de planta es un indicador de la capacidad del proyecto en un lapso de tiempo, se estima dividiendo la energía generada por el proyecto en un periodo de tiempo dado sobre la energía que hubiera podido generar la planta si lo hiciera a la mayor capacidad.

# Preparación y evaluación de proyectos

Un proyecto se fundamenta en la búsqueda de una solución inteligente al planteamiento de un problema pendiente a resolver, entre tantas, una necesidad humana. (Sapag, 2003).

Un proyecto se da por la necesidad de dar solución a un problema o simplemente aprovechar un negocio para darle soluciones a terceros. Son muchos los factores que pueden ocasionar el fracaso o éxito de un proyecto, si una comunidad rechaza un servicio quiere decir que no se analizó adecuadamente la necesidad de la comunidad.

# El estudio Financiero

El estudio financiero es la última etapa para conocer la viabilidad económica de un determinado proyecto. En esta etapa se ordena la información económica y se analiza por medio de tablas y cuadros la información del proyecto para conocer su rentabilidad.

# Criterio del valor actual neto (VAN)

Lo que indica este criterio es que si el valor actual neto (VAN) es igual o superior a cero se debe considerar aceptar el proyecto.

Este método toma en cuenta el valor del dinero en el tiempo, esto quiere decir que es preferible una cierta cantidad de dinero actualmente que la misma cantidad en el futuro.

El VAN se define como la diferencia de todos los ingresos y egresos, es el método conceptualmente muy exacto y se puede expresar de la siguiente manera:

$$VAN = \sum_{t=1}^n \frac{Y_t}{(1+i)^t} - \sum_{t=1}^n \frac{E_t}{(1+i)^t} - I_0 \quad 4$$

Donde:

$Y_t$  = Flujo de ingresos del proyecto

$E_t$  = Los egresos

$I_0$  = La inversión inicial

$i$  = Tasa de descuento

# Criterio de la tasa interna de retorno

El criterio de la tasa interna de retorno (TIR) en función de una tasa de rendimiento, califica al proyecto, donde los desembolsos son iguales a los beneficios.

Es considerado una medida cómoda y utilizada que genera una tasa de rentabilidad de las inversiones, sirviendo como una manera útil de comunicar la rentabilidad, y es definida por la siguiente ecuación:

$$\sum_{t=1}^n \frac{Y_t}{(1+r)^t} - \sum_{t=1}^n \frac{E_t}{(1+r)^t} + I_0 \quad 5$$

<sup>4</sup> Sapag Chain, Preparación y Evaluación de Proyectos

<sup>5</sup> Sapag Chain, Preparación y Evaluación de Proyectos

Donde:

$Y_t$  = Flujo de ingresos del proyecto

$E_t$  = Los egresos

$I_0$  = La inversión inicial

$r$  = Tasa interna de retorno

# Metodología

El diseño básico y costo del proyecto hidroeléctrico Peje tiene como finalidad analizar la rentabilidad económica de éste, sirviendo como base para el futuro estudio de pre-factibilidad que involucra otros estudios específicos como lo son los estudios de impacto ambiental, geotécnicos, hidrológicos y un diseño con mayor detalle.

Primeramente, este análisis se iniciará con una investigación documental, recopilando información por medio de la lectura de documentos y materiales bibliográficos.

El siguiente paso será realizar visitas al sitio haciendo recorridos por la zona con un equipo y personal del área de topografía e ingeniería de Edificadora Beta, en estas visitas de campo se analizará de acuerdo con las condiciones topográficas y ambientales del lugar las posibles zonas donde se pueden ubicar y construir elementos importantes del proyecto como casa de máquinas, obras de toma, presa, embalse, tubería de presión y otras sub obras para la conformación del proyecto. Se buscará una ubicación de estos elementos siempre tomando en consideración aspectos ambientales, que a pesar de que en este informe queda excluido el estudio de impacto ambiental, se hará un reconocimiento de la zona para determinar si el área involucrada en este análisis es adecuada para el desarrollo del proyecto.

Otro aspecto relevante que determinará las ubicaciones y diseño será el aspecto económico de éste, por ejemplo, una adecuada selección de la obra de embalse podría disminuir costos en movimientos de tierra.

Una vez definido el trazado del proyecto y por tanto la ubicación de los elementos principales del proyecto se procederá al diseño hidráulico de la presa y toma, el desarenador, conducción hacia el embalse, definición de la capacidad del embalse, selección de tubería a presión (diámetro y espesor necesario), diseño de los bloques de anclaje necesarios para garantizar la estabilidad en los PI's, definición de los equipos

turbogeneradores a utilizar y por último la definición del canal de restitución.

El diseño de todos estos elementos se basa en un estudio de caudales naturales del Río Peje que va del año 1964 a 1997 facilitado por Edificadora Beta, estimados con base en un traslado por Área y Lluvia de los valores registrados en la estación # 69-14-02 Javillos.

Para seguridad de todo el proyecto es necesario establecer la posible avenida máxima que se puede presentar en un periodo de retorno dado en años, para estimar esta avenida máxima posible es necesario definir el área de influencia de la cuenca hasta la toma del proyecto y aplicar el método de Creager.

Definiendo el diseño básico del proyecto se procede a realizar un perfil que va del inicio de la tubería de presión hasta su llegada a casa máquinas para identificar la ubicación de los PI's que son ubicaciones donde será necesario la construcción de elementos de concreto que van a proteger la tubería del incremento de esfuerzos debido a cambios de dirección horizontales y verticales de ésta.

Se incluirá detalles de plantas y secciones de antecámara, rápida, presa, casa máquinas, desarenador y otros elementos ajustados al diseño hidráulico para efectos de presupuesto.

Se realizará un presupuesto del proyecto incluyendo aspectos necesarios como el valor de los terrenos, acceso al sitio, obras preliminares y manejos de agua.

El presupuesto será realizado por volumen de obra, se hará basado en rendimientos y densidades ya definidos por Edificadora Beta en experiencias de proyectos anteriores, así como costos por metro cúbico, kilogramo de acero y metro cuadrado de construcción. En esta etapa de diseño básico el nivel de detalle no permite manejar costos detallados del presupuesto, ya que a este nivel no forma parte el diseño estructural, sin embargo si se considera un costo aproximado por densidad de acero dependiendo de la obra.

Con el diseño básico y ubicación de las obras importantes se procede a calcular la potencia a instalar del proyecto, esta potencia a instalar se obtiene conociendo la caída bruta del sistema definida como la diferencia de niveles entre el nivel normal de operación del embalse y el nivel de casa de máquinas, seguidamente se realiza el cálculo de pérdidas del sistema para obtener la caída neta, establecida como el valor de la caída bruta menos las pérdidas del sistema de transporte del caudal, con estos valores más la eficiencia del equipo turbo-generador y los caudales ya establecidos se determina la potencia a generar del proyecto hidroeléctrico Peje.

Se hará una estimación de ingresos por ventas de energía más probable para un año promedio hidrológico, se calculará los costos de operación y mantenimiento del proyecto requerido para la generación, estimando los costos directos e indirectos del proyecto se hará un análisis para medir si el proyecto es rentable, y si se puede seguir adelante con otros estudios más profundos como lo son pre factibilidad, factibilidad y diseño final.

# Resultados

## Localización de las obras

Los elementos importantes a ubicar son la obra de presa, toma, embalse y Casa máquinas, estos elementos definirán la magnitud y ubicación de las obras como desarenador, canal de conducción, rápida, antecámara y tubería de presión.

La presa se ubicará de forma transversal al Río Peje, en la cota 543,00 del terreno natural, la obra de derivación o toma se construirá en la margen izquierda del Río. A continuación se muestra en la figura 2 la ubicación del sitio a construir la presa.

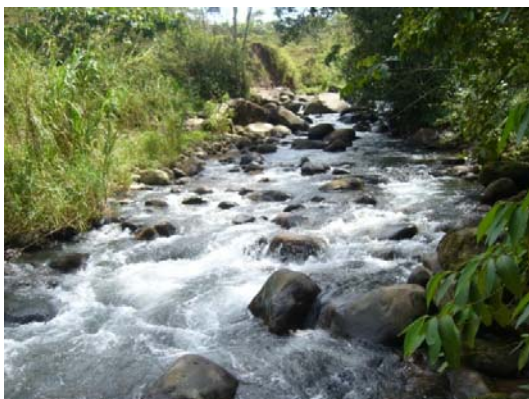


Figura 2. Zona ubicación de la presa

Seguidamente se ubicará el desarenador y el canal de conducción hasta la obra del embalse. El embalse se construirá aproximadamente a 65 m de la obra de toma, ubicado en el sector sur del río Peje, aprovechando una pequeña depresión natural del terreno y un área suficiente para su construcción de aproximadamente una hectárea. Seguidamente se muestra en la

Figura 3 la ubicación seleccionada para la construcción del embalse.



Figura 3. Sitio ubicación de la obra de embalse.

La antecámara se ubicará en el fondo del embalse, en el costado noroeste, esta obra dará inicio a la tubería de presión.

Finalmente la ubicación propuesta para la casa máquinas será en la cota 350,00 del terreno natural en un pequeño desmonte del terreno al pie de una ladera por la margen izquierda del Río Peje. En la figura 4 se puede observar la zona de ubicación de casa máquinas.



Figura 4. Zona de ubicación de casa máquinas

# Caracterización ambiental

## Generalidades biológicas y efectos ambientales

El área en que se ejecutará el proyecto y sus alrededores, en general, presentan condiciones típicas de zonas de agricultura y ganadería, en las cuales no se presentan bosques maduros sino más bien algunos parches de bosques, principalmente a orillas del Río Peje y quebradas o en pendientes extremadamente fuertes, que impidieron la extracción de la madera.

Estos parches de bosques son de poco tamaño y están muy alterados, además de que muchas veces son recorridos por el ganado o son constantemente chapeados, por lo cual no constituyen hábitats para especies de bosques primarios o especies que requieren grandes áreas para subsistir.

Cerca de la zona del sitio propuesta para la ubicación del embalse se encuentra alterado en gran medida por las obras de movimiento de tierras y bote de escombros debido a las obras del proyecto carretero de San Carlos-San Ramón. A continuación se muestra la Figura 5.



**Figura 5.** Tramo para obra carretera San Carlos-San Ramón. En la Figura 6 se muestra un sitio de botadero del proyecto carretera San Carlos-San Ramón, ubicado al noroeste del sitio a ubicar el embalse, aproximadamente a 200 metros, mostrando alteración de la geomorfología.



**Figura 6.** Botadero de las obras carretera San Carlos-San Ramón

Cerca del sitio de toma no hay presencia de árboles, es una zona usada como potrero para ganado vacuno al igual que el sitio del embalse y canal de conducción.

El mayor impacto ambiental del Proyecto se localiza en la zona de toma y embalse, pues para su ejecución será necesario realizar excavaciones, movimientos de tierra y accesos.

Respecto a las obras de conducción del agua desde el embalse hasta la casa máquinas estas serán enterradas, se hará un camino angosto al lado de la tubería, el cual no generará cambios relevantes en la geomorfología de la zona.

Los principales impactos en la geomorfología, se presentarán en la construcción del embalse.

El principal impacto paisajístico positivo del proyecto será indiscutiblemente la construcción de un nuevo elemento acuático.

El caudal del Río Peje será disminuido en un tramo aproximadamente de 1,7 kilómetros, lo que sin duda alguna produce un impacto en la zona, sin embargo, como estipula las leyes de nuestro país, se dejará el paso del 10% del caudal promedio anual, a lo que se llama caudal ecológico, este permite la no alteración de flora y fauna en el sector. Posteriormente las aguas son restituidas al cauce después de su aprovechamiento.



# Diseño básico

Para el diseño básico de las obras es necesario conocer los caudales naturales del Río Peje, estos fueron facilitados por Edificadora Beta, el cuadro 2

muestra los caudales naturales del periodo 1964-1997, que fueron estimados en base a un traslado por Área y lluvia de los valores registrados en la estación # 69-14-02 Javillos.

<b>CUADRO 2. CAUDALES PROMEDIOS EN EL SITIO DE TOMA DEL RÍO PEJE</b>														
<b>AÑO</b>	<b>ENE</b>	<b>FEB</b>	<b>MAR</b>	<b>ABR</b>	<b>MAY</b>	<b>JUN</b>	<b>JUL</b>	<b>AGO</b>	<b>SET</b>	<b>OCT</b>	<b>NOV</b>	<b>DIC</b>	<b>PROM</b>	<b>m3/s</b>
64	65	2,15	0,78	0,59	0,54	0,76	1,72	2,49	2,26	2,86	2,64	2,00	0,96	1,64
65	66	2,09	1,00	1,23	0,61	0,62	1,24	2,11	3,11	2,62	2,30	3,09	2,36	1,86
66	67	3,04	2,38	1,29	0,92	1,97	1,90	2,23	3,45	2,39	2,87	2,85	4,35	2,47
67	68	1,59	0,86	0,68	0,75	0,89	2,44	2,19	3,17	2,51	3,08	2,86	1,70	1,89
68	69	1,75	1,61	1,36	0,91	1,47	2,05	2,61	2,14	2,49	2,63	5,13	2,76	2,24
69	70	0,95	0,66	0,55	0,55	0,56	0,94	0,96	2,06	2,33	2,46	5,14	6,01	1,93
70	71	3,45	4,82	1,17	1,87	1,83	2,19	2,62	2,61	3,24	2,83	3,61	6,53	3,06
71	72	2,85	1,15	0,93	1,83	1,42	1,97	1,91	2,46	2,80	2,98	1,33	0,69	1,86
72	73	1,26	1,17	0,69	0,58	1,07	1,11	1,17	2,15	2,06	2,25	1,66	1,45	1,39
73	74	1,15	1,30	0,55	0,43	0,71	2,11	2,02	2,14	2,75	3,16	2,98	2,76	1,84
74	75	1,33	0,73	0,74	0,49	0,69	1,93	2,22	2,22	2,39	3,59	2,25	3,39	1,83
75	76	0,70	0,56	0,46	0,41	0,50	0,79	1,96	1,93	2,20	2,14	3,10	2,97	1,48
76	77	1,35	0,98	0,71	0,45	0,86	1,31	2,20	2,29	2,85	2,11	2,62	1,22	1,58
77	78	1,07	0,77	0,58	0,45	0,38	1,02	1,21	1,62	1,70	2,61	2,03	1,18	1,22
78	79	0,85	1,11	0,77	0,53	0,68	1,48	2,12	2,20	2,22	2,11	2,43	1,65	1,51
79	80	0,80	0,58	0,46	0,66	0,77	1,34	1,73	1,94	1,89	1,95	3,21	1,64	1,41
80	81	1,53	1,14	0,56	0,44	0,62	1,22	1,84	1,95	2,80	2,38	2,46	3,91	1,74
81	82	3,25	1,01	0,98	0,80	2,05	2,39	2,37	2,17	1,68	2,44	4,11	2,85	2,18
82	83	1,22	0,74	0,57	0,48	0,74	1,26	2,17	2,11	1,69	3,21	2,36	1,51	1,50
83	84	1,90	0,86	0,96	0,56	0,67	0,80	1,68	1,90	2,11	2,63	1,62	0,91	1,38
84	85	1,85	0,69	0,76	0,42	0,58	0,96	1,72	2,29	2,22	2,45	2,05	1,32	1,44
85	86	0,96	0,85	0,51	0,38	0,45	1,24	1,85	2,07	1,87	1,22	1,64	1,03	1,17
86	87	0,89	0,64	0,83	0,60	0,63	1,25	1,48	1,50	1,57	2,26	1,70	1,19	1,21
87	88	1,00	0,96	0,53	0,58	0,67	1,13	1,74	2,16	1,62	1,94	1,31	1,37	1,25
88	89	1,71	1,45	0,70	0,43	0,64	0,86	1,16	1,84	2,35	2,51	1,14	2,01	1,40
89	90	0,96	0,59	0,60	0,47	0,54	1,46	1,83	1,51	2,20	2,38	2,87	1,89	1,44
90	91	1,12	0,61	0,67	0,44	0,74	1,19	1,57	1,49	1,72	2,04	1,86	1,89	1,28
91	92	0,64	0,57	0,46	0,37	0,62	1,50	1,66	1,91	2,42	1,97	2,38	1,26	1,31
92	93	0,74	0,48	0,48	0,41	0,60	0,88	2,07	1,76	1,74	1,70	1,32	1,95	1,18
93	94	0,92	0,86	0,83	0,53	0,70	1,16	1,36	2,73	2,09	2,02	1,24	1,24	1,31
94	95	0,81	0,45	0,38	0,37	0,44	0,69	1,15	1,79	1,75	1,52	1,28	1,21	0,99
95	96	0,66	0,82	0,55	0,47	0,64	1,08	1,41	1,62	1,67	1,80	1,82	1,62	1,18
96	97	1,51	2,37	0,78	0,58	1,36	2,39	2,54	2,21	2,02	2,22	2,03	2,06	1,84
<b>PROMEDIO</b>		<b>1,45</b>	<b>1,07</b>	<b>0,72</b>	<b>0,62</b>	<b>0,84</b>	<b>1,42</b>	<b>1,86</b>	<b>2,14</b>	<b>2,21</b>	<b>2,38</b>	<b>2,41</b>	<b>2,15</b>	<b>1,61</b>
<b>DESV.STD.</b>		<b>0,59</b>	<b>0,37</b>	<b>0,63</b>	<b>0,46</b>	<b>0,67</b>	<b>0,70</b>	<b>1,51</b>	<b>2,10</b>	<b>0,83</b>	<b>0,87</b>	<b>0,46</b>	<b>0,74</b>	

Fuente: Edificadora Beta S.A.

Con los datos de caudales se obtiene los caudales promedios mensuales del Río Peje, mostrados en la Figura 7 donde se observa que el caudal

mínimo se presenta en el mes de abril con un valor de 0,616 m<sup>3</sup>/s, además el caudal máximo promedio corresponde al mes de noviembre con un valor de 2,408 m<sup>3</sup>/s. Los cuatro meses más

secos son los meses febrero, marzo, abril y mayo, los 4 meses de mayor caudal son agosto,

setiembre, octubre y noviembre.

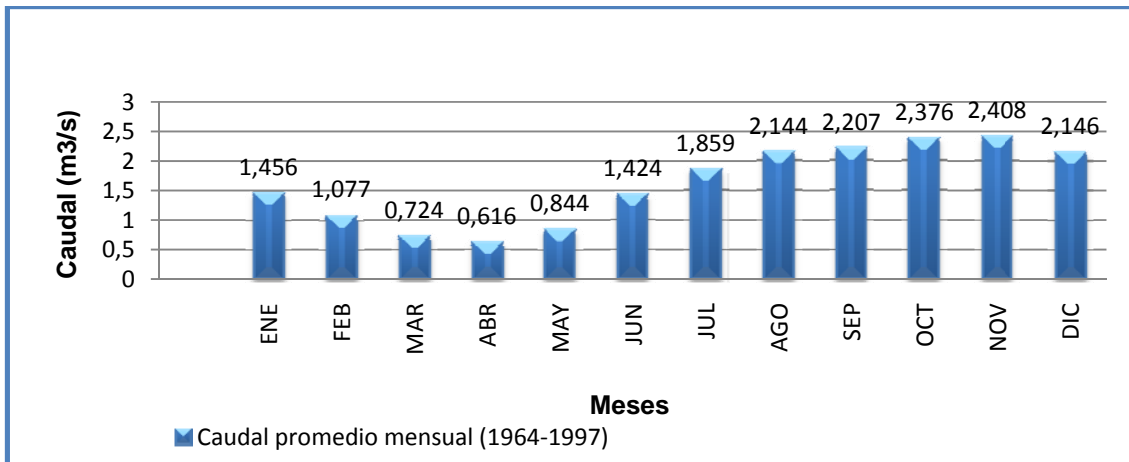


Figura 7. Caudales promedio mensuales del Río Peje

El caudal promedio anual que se obtiene es de 1,607 m³/s y se muestra en el cuadro.3.

CUADRO 3. PROMEDIO CAUDALES MENSUALES	
Enero	1,456 m³/s
Febrero	1,077 m³/s
Marzo	0,724 m³/s
Abril	0,616 m³/s
Mayo	0,844 m³/s
Junio	1,424 m³/s
Julio	1,859 m³/s
Agosto	2,144 m³/s
Setiembre	2,207 m³/s
Octubre	2,376 m³/s
Noviembre	2,408 m³/s
Diciembre	2,146 m³/s
<b>Promedio</b>	<b>1,607 m³/s</b>

## Diseño hidráulico y selección del tipo de presa

Para este proyecto de generación se estimó usar una presa de gravedad tipo vertedora. Para su diseño hidráulico es necesario estimar la avenida máxima posible para un periodo de años

determinado, ya que una falla en esta estructura podría poner en riesgo la totalidad del proyecto, por lo tanto se debe diseñar con la menor probabilidad de excedencia posible.

Para obtener la avenida máxima, es necesario estimar el área de influencia de la cuenca del Río Peje en la zona de ubicación de la obra de toma.

Para estimar de forma aproximada el área de influencia se hace un trazado en las hojas cartográficas de Ciudad Quesada y Aguas Zarcas (escala 1:50.000, del Instituto Geográfico Nacional) que son las hojas donde se ubica la cuenca del Río en estudio. El área obtenida es de 19,00 Km<sup>2</sup> hasta el sitio de toma, en el apéndice 1 se muestra el trazado del área de influencia de la cuenca.

De acuerdo con el cuadro 1 de la sección del marco conceptual, se clasifica como una presa tipo C, esto debido a que en este caso del P.H. Peje se considera una presa de gravedad de concreto, la cual no presenta serios daños en caso de ser excedido el caudal máximo de diseño, no hay riesgo de pérdidas de vidas humanas y los daños ambientales serían moderados ya que el hecho de construir la presa altera muy poco el efecto de una creciente sobre el cauce, por tanto se clasifica como una presa tipo C, para lo cual se debe considerar una avenida de diseño de 100 años. En la figura 1 de la sección del marco conceptual para un periodo de retorno de 100 años la constante de Creager tiene un valor de 33. Aplicando la ecuación 2 referenciada en el marco conceptual con un área de 19 Km<sup>2</sup> y un

valor de 33 para la constante de Creager se obtiene el caudal de avenida máxima con un valor

de 216,65 m<sup>3</sup>/s como se muestra en el cuadro 4.

<b>CUADRO 4. AVENIDA MÁXIMA PERMITIDA EN LA PRESA VERTEDEDORA</b>							
<b>PERIODO RETORNO (AÑOS)</b>							
2	5	10	20	50	100	500	1000
<b>CONSTANTE DE CREAGER</b>							
12	17	21	24	29	33	42	45
<b>CAUDAL DE AVENIDA RÍO PEJE(m<sup>3</sup>/s)</b>							
<b>78,78</b>	<b>111,61</b>	<b>137,87</b>	<b>157,56</b>	<b>190,39</b>	<b>216,65</b>	<b>275,73</b>	<b>295,43</b>

Para el diseño hidráulico de la presa vertedora se analizaron dos opciones, un vertedor de Cresta circular y tipo Creager, ver apéndice 2 donde se muestra el análisis para el diseño hidráulico de la presa vertedora.

Para la opción uno, el vertedor de cresta circular se diseña considerando valores de ancho del vertedor (b), altura del paramento aguas arriba

(w), carga de agua sobre la Cresta (h) y digitando valores de radio (r), se iteran hasta obtener un valor mayor a la avenida máxima de Creager para un periodo de 100 años, garantizando que la estructura resista en caso de una avenida máxima de agua, el resumen del resultado obtenido se muestra en el siguiente cuadro.

<b>CUADRO 5. AVENIDA MÁXIMA PERMITIDA PARA VERTEDEDOR DE CRESTA CIRCULAR</b>					
<b>Tipo de vertedor</b>	<b>b</b>	<b>h</b>	<b>w</b>	<b>r</b>	<b>Avenida máxima permitida</b>
Cresta Circular	26,00 m	2,40 m	2,55 m	2,50 m	<b>218,820 m<sup>3</sup>/s</b>

La opción dos, vertedor tipo Creager, al igual que el vertedor de cresta circular se itera los valores de ancho del vertedor (b), carga de agua sobre la cresta (h) y altura del paramento aguas arriba (w), hasta obtener un valor de avenida máxima permitida, que tiene que ser mayor a la avenida

máxima de Creager para un periodo de 100 años. El resultado se muestra a continuación en Cuadro 6.

<b>CUADRO 6. AVENIDA MÁXIMA PERMITIDA PARA UN VERTEDEDOR TIPO CREAGER</b>					
<b>Tipo de vertedor</b>	<b>b</b>	<b>h</b>	<b>w</b>	<b>Cd</b>	<b>Avenida máxima permitida</b>
Perfil Creager	20,00 m	2,85 m	1,40 m	2,26	<b>216,980 m<sup>3</sup>/s</b>

El vertedor de cresta circular, según el cuadro 5 necesita un ancho de 26 metros, una altura del paramento aguas arriba de 2,6 metros obteniendo un valor de avenida máxima permitida de 218,82 m<sup>3</sup>/s superando los 216,65 m<sup>3</sup>/s de avenida máxima correspondientes a un periodo de 100 años mostrados en el cuadro 4. Para la presa vertedora de tipo Creager en el cuadro 6 se muestran los resultados, necesita un ancho (b) de 20 metros, altura de paramento (w) de 1,4 metros,

un coeficiente de descarga (c) de 2,26 y una avenida máxima permitida de 216,98 m<sup>3</sup>/s, siendo superior a la avenida máxima para un periodo de 100 años mostrado en el cuadro 4.

Utilizando el Software Hcanales Versión 3, desarrollado en la Escuela de Ingeniería Agrícola del Instituto Tecnológico de Costa Rica, se hace una revisión del vertedor tipo Creager, dando como resultado un caudal de avenida máxima permitida de 216,99 m<sup>3</sup>/s, siendo un valor muy

semejante al propuesto para este informe, la figura 8 muestra el cálculo con Hcanales V.3. En el apéndice 3 se muestra una planta y perfil de la presa de tipo Creager, donde se establecen los

niveles de avenida máxima permitidos y nivel del río actual.

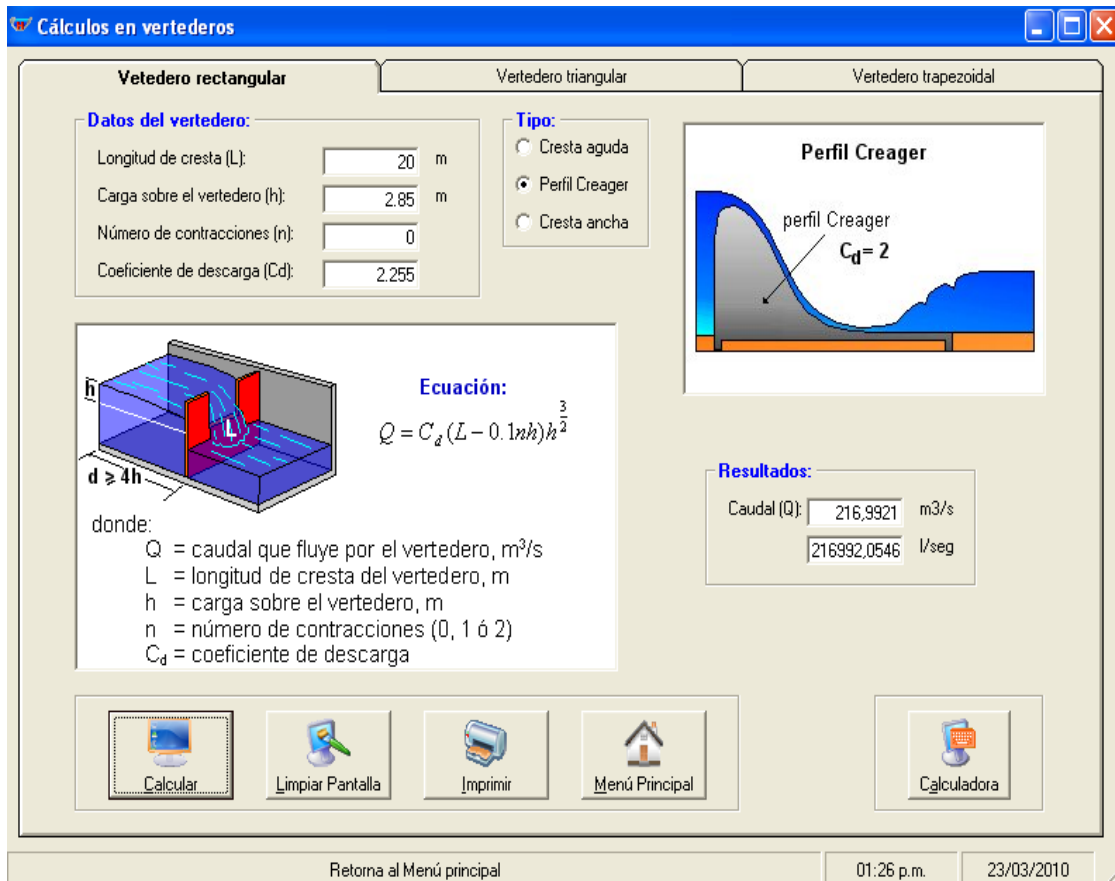


Figura No 8. Avenida máxima permitida para un vertedor tipo Creager (Software Hcanales V.3 (Máximo Villón))

## Diseño hidráulico de la obra de derivación (toma)

Para el diseño hidráulico de la toma se considera como un orificio de pared de bajo espesor (pared delgada) y completamente sumergido. Para este análisis se considera un orificio de sección rectangular, ver

Apéndice 4 donde se muestra análisis para el diseño hidráulico de la toma. Haciendo una iteración de la mínima dimensión del orificio (a), ancho del orificio (b), carga de agua sobre el orificio (H), se obtiene un coeficiente de gasto (cd) y un caudal de entrada (Q). El cuadro siguiente muestra un resumen del resultado obtenido.

CUADRO 7. CAUDAL DE ENTRADA PARA EL ORIFICO DE TOMA						
Tipo de Orificio	a	b	Área	H	Cd	Caudal de entrada
Rectangular	0,85 m	1,10 m	0,94 m <sup>2</sup>	1,00 m	0,60 m	2,480 m <sup>3</sup> /s

Según el cuadro anterior, para un orificio de 1,10 metros de ancho por 0,85 metros de alto y una carga de agua de 1,0 metros sobre el orificio el caudal a derivar corresponde a 2,480 m<sup>3</sup>/s, este valor es mayor al valor del caudal máximo promedio correspondiente al mes de noviembre con un valor de 2,408 m<sup>3</sup>/s mostrado en el cuadro 3.

En la sección de localización de obras de este informe se ubicó la obra de toma cerca de la cota 543,00 del terreno natural, el orificio rectangular de la toma se colocará a un nivel de 544,00, un metro por debajo de la Cresta de la presa para poder derivar el caudal y transportarlo. En el apéndice 5 se muestra un perfil de la obra de toma y en el apéndice 3 una vista de planta de la toma, la toma se compone del orificio de derivación, un tanque con una compuerta de limpieza en el fondo, rejillas, orificio de caudal ecológico y una compuerta para mantener el control del flujo de agua.

## Diseño Hidráulico de las compuertas de descarga de fondo

Para diseñar la descarga de fondo se analiza la capacidad de las compuertas para descargar un determinado caudal, la descarga de fondo cumplirá la función de descargar el agua en caso de avenidas, generalmente para estas obras la descarga de fondo forma parte de la presa derivadora, para este caso se propuso una compuerta de 2,0 metros de ancho por 1,5 metros de alto, para un área de compuerta de 3,0 m<sup>2</sup>, utilizando HCANALES V.3 se ingresa estos datos para obtener un caudal de descarga, el resultado arrojado por el programa es de 8,23 m<sup>3</sup>/s como se muestra en la siguiente figura, en el apéndice 3 se muestra la obra de descarga de fondo.

**Cálculos en compuertas y orificios**

**Compuerta**

**Datos de la compuerta:**

Ancho de la compuerta (b): 2 m

Tirante aguas arriba (y1): 1.5 m

Abertura de la compuerta (a): 1.5 m

Coefficiente de contracción (Cc): 0.62

**Ecuaciones:**

$$Q = C_d b a \sqrt{2g y_1} \quad \text{m}^3/\text{s}$$

donde:

$$C_d = \frac{C_c C_v}{\sqrt{1 + \frac{C_c a}{y_1}}}$$

para fines prácticos:

$$C_c = 0.62$$

$$C_v = 0.96 + 0.079 \frac{a}{y_1}$$

b = ancho compuerta, m  
a = abertura compuerta, m  
y1 = tirante aguas arriba compuerta, m  
Cd = coeficiente descarga  
Cc = coeficiente contracción  
Cv = coeficiente velocidad

**Elementos de una compuerta**

$y_2 = C_c \times a$   
 $L = \frac{a}{C_c}$

**Resultados:**

Coefficiente de velocidad (Cv): 1.039

Coefficiente de descarga (Cd): 0.5061

Caudal (Q): 8.2369 m<sup>3</sup>/s  
8236.944 l/seg

Activar la calculadora

03:52 p.m. 17/08/2010

Figura No 9. Dimensionamiento de compuerta de descarga de fondo (Software Hcanales V.3 (Máximo Villón))

## Caudal ecológico, rebose y caudal de entrada al embalse

El tomar, almacenar y conducir las aguas del Río Peje hasta casa máquinas causaría una disminución considerable en el caudal de la cuenca del Peje hasta su restitución nuevamente al cauce natural, se debe considerar un caudal libre para no secar el tramo que va de la toma a casa máquinas, este caudal se conoce como caudal ecológico, las leyes de nuestro país establecen un valor del 10% del caudal promedio anual<sup>6</sup>, sin embargo consideran que si hay un aporte de afluentes igual o superior al 5% del caudal promedio anual, se puede considerar un caudal de rebose del 5% del promedio anual en sitio de toma.

El levantamiento topográfico realizado por Edificadora Beta es limitado y no se muestra si hay afluentes en el tramo de casa máquinas a sitio de toma, en visitas al campo se hizo un recorrido y se logro estimar la presencia de varios afluentes que aportan caudal al Peje, ubicados entre la toma y desfogue. Para estimar correctamente el caudal ecológico es necesario calcular los aportes de caudal de los afluentes, siendo necesario hacer estudios más profundos y de un determinado costo, para efectos de este documento no se consideró. Se concluye que el aporte de los afluentes en el tramo de toma a casa máquinas es superior al 5% del caudal promedio anual, seleccionando un caudal de rebose del 5% del promedio anual.

El cuadro 8 muestra el valor del caudal promedio anual menos el caudal de rebose.

<b>CUADRO 8. CAUDAL DE REBOSE Y CAUDAL PROMEDIO NETO</b>	
<b>Caudal</b>	<b>Valor</b>
Promedio Anual	1,61 m <sup>3</sup> /s
Rebose (5%)	0,08 m <sup>3</sup> /s
<b>Caudal neto</b>	<b>1,53 m<sup>3</sup>/s</b>

Despreciando las pérdidas en la conducción al embalse por su corta longitud, obtendríamos un caudal neto entrando al embalse de 1,53 m<sup>3</sup>/s como se muestra en el cuadro 8.

En la figura 10 se muestra el resultado de los caudales promedios mensuales restándoles el caudal de rebose con un valor de 0,08 m<sup>3</sup>/s en el sitio de toma del proyecto.

<sup>6</sup> Diario oficial la Gaceta, N°98, 20 mayo 2010

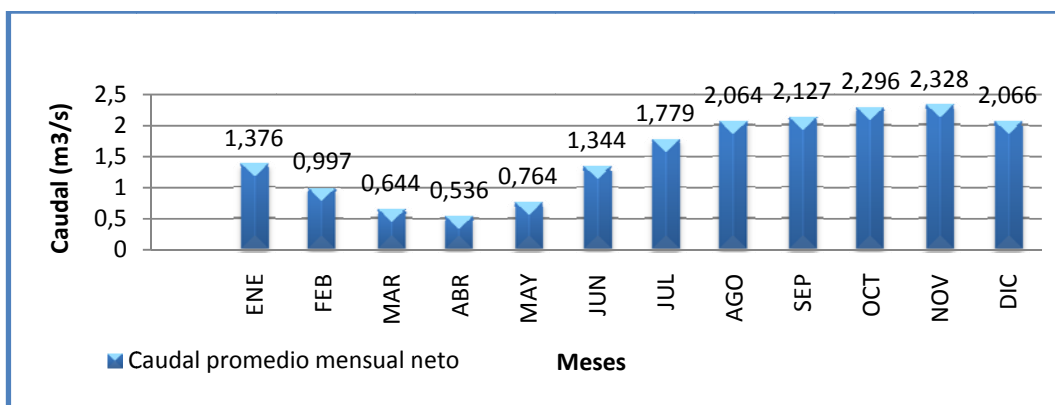


Figura No 10. Caudal promedio mensual neto del Río Peje.

## Nivel de operación máxima del embalse y caída bruta del proyecto

Definido la ubicación de casa máquinas en la cota 350 del terreno natural, el nivel de operación máxima del embalse se definirá inicialmente en el nivel 543,50 metros sobre el nivel del mar, obtendríamos como resultado una caída bruta del proyecto de 193,50 metros, el resultado es mostrado en la siguiente tabla.

CUADRO 9. CAÍDA BRUTA DEL PROYECTO	
Nivel máximo Embalse	543,50 msnm
Nivel casa Maquinas	350,00 msnm
<b>Caída bruta sistema</b>	<b>193,50 m</b>

## Caída neta, Caudal a turbinar y potencia de generación

Para este análisis se considera pérdidas de fricción en la tubería de presión, inicialmente se supone perdidas 12 metros columna de agua, dando como resultado una caída neta del sistema de 181,50 mostrado a continuación en el cuadro 10.

CUADRO 10. CAÍDA NETA DEL SISTEMA	
Caída bruta	193,50 m
Perdidas por fricción	12,00 m.c.a
<b>Caída Neta</b>	<b>181,50 m</b>

Suponiendo inicialmente una eficiencia con turbina tipo Francis de 91% (n) y con los datos de caída neta (H), caudal promedio neto (Q), calculamos la potencia (P) a generar por medio de la ecuación 1 mostrada en la sección del marco conceptual, se obtiene como resultado una potencia de 2,48 MW, esta potencia la llamaremos generación a filo de agua, ya que se considera el caudal promedio neto del Río Peje y no un caudal a turbinar por medio de un embalse, el resumen del cálculo se presenta a continuación en el cuadro 11.

CUADRO 11. POTENCIA DE GENERACIÓN A FILO DE AGUA	
Datos	Valor
n	91%
Q	1,53 m³/s
H	181,50 m
g	9,81 m/s
<b>P</b>	<b>2,48 MW</b>

Al incluir un embalse de regulación en el proyecto se podrá tener una mayor potencia de generación, almacenando una cantidad de agua suficiente para generar a una potencia determinada en un periodo de tiempo. La potencia mínima que se podría instalar en el proyecto sería de 2,48 MW. Si aumentamos la potencia de generación, el caudal aumentaría. Despejando el caudal (Q) en la ecuación 1 de la sección del marco conceptual obtenemos resultados distintos de caudales para diferentes iteraciones de potencia, el resultado se resume en el cuadro 12.



<b>CUADRO 12. CAUDALES A TURBINAR PARA DIFERENTES POTENCIAS DE GENERACIÓN</b>	
<b>Potencia</b>	<b>Caudal a turbinar</b>
2,48 MW	1,53 m <sup>3</sup> /s
2,75 MW	1,70 m <sup>3</sup> /s
3,00 MW	1,85 m <sup>3</sup> /s
3,25 MW	2,01 m <sup>3</sup> /s
3,50 MW	2,16 m <sup>3</sup> /s
3,75 MW	2,31 m <sup>3</sup> /s
4,00 MW	2,47 m <sup>3</sup> /s
4,25 MW	2,62 m <sup>3</sup> /s
4,50 MW	2,78 m <sup>3</sup> /s

Partiendo de una potencia de 4,00 MW el caudal a turbinar saliendo del embalse será de 2,47 m<sup>3</sup>/s como se muestra en el cuadro 12, siendo un poco mayor al valor máximo promedio mensual correspondiente al mes de noviembre mostrado en el cuadro 3, con un valor de 2,408 m<sup>3</sup>/s, garantizando que en los meses de mayor caudal el caudal de entrada al embalse sea similar al de salida, haciendo que el proyecto genere a filo de agua.

## **Diseño hidráulico del desarenador**

El desarenador se diseña dependiendo del diámetro de la partícula, generalmente para proyectos hidroeléctricos el diámetro se estima de acuerdo con su caída como se muestra en el cuadro 13.

<b>CUADRO 13. DIÁMETRO DE PARTÍCULA EN FUNCIÓN DE LA ALTURA DE CAÍDA</b>	
<b>Diámetro (d) de la Partícula(mm)</b>	<b>Altura de Caída (H) m</b>
0,6	100-200
0,5	200-300
0,3	300-500
0,1	500-1000

Fuente: "Diseño de estructuras hidráulicas" Máximo Villón, 2010

En el cuadro 10 la caída bruta corresponde a un valor de 193,50 metros, el cual lo coloca en el rango de 100 a 200 metros con un diámetro de

diseño de 0,6 mm según cuadro 13. Definido el diámetro de la partícula es necesario estimar la velocidad del flujo en el desarenador, el cuadro 14 muestra la constante (a) de velocidad en función del diámetro.

<b>CUADRO 14. CONSTANTE DE VELOCIDAD DEL FLUJO EN FUNCIÓN DEL DIÁMETRO DE LA PARTÍCULA</b>	
<b>a</b>	<b>d(mm)</b>
51	< 0,1
44	0,1 a 1
36	>1

Fuente: "Diseño de estructuras hidráulicas" Máximo Villón, 2010

Con un diámetro de partícula de 0,6 mm el valor de la constante(a) es de 44. El cuadro siguiente corresponde al cálculo de la velocidad del flujo en función del diámetro de diseño.

<b>CUADRO 15. VELOCIDAD DEL FLUJO EN FUNCIÓN DEL DIÁMETRO</b>		
<b>Diámetro partícula</b>	<b>a</b>	<b>Velocidad del flujo</b>
0,60 mm	44	0,34 m/s

En la figura 11 se muestra un nomograma donde para un diámetro de partícula (d) de 0,6 mm se estima que la velocidad de caída de la partícula (w) equivale a 6,50 cm/s.

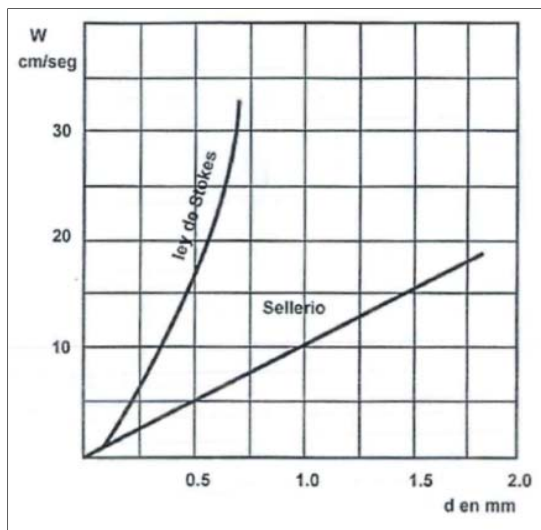


Figura No 11. Velocidad de partícula en función del diámetro (Diseño de estructuras hidráulicas, Máximo Villón, 2010)

En el apéndice 6 se muestra el cálculo hidráulico del desarenador, en el cual proponiendo una profundidad inicial ( $h_i$ ) en el desarenador de 1,8 metros, y conociendo la velocidad del flujo ( $v$ ), velocidad de caída de la partícula, caudal a turbinar ( $Q$ ) y diámetro de la partícula ( $D$ ) se estima la longitud del desarenador ( $L$ ), longitud de transición ( $L_t$ ) y el ancho del tanque ( $b$ ), el cuadro siguiente resume el cálculo de la longitud y ancho del desarenador.

<b>CUADRO 16. LONGITUD DE TRANSICIÓN, LONGITUD DE TANQUE Y ANCHO DEL DESARENADOR</b>	
D	0,60 mm
v	0,34 m/s
w	6,50 cm/s
Q	2,47 m <sup>3</sup> /s
$h_i$	1,80 m
<b>L</b>	<b>15,00 m</b>
<b>L<sub>t</sub></b>	<b>5,00 m</b>
<b>B</b>	<b>4,00 m</b>

La longitud total del desarenador será la suma de  $L+L_t$ , dando como resultado una longitud final del desarenador de 20, metros lineales y un ancho ( $B$ )

de 4,00 metros. Para la profundidad del tanque ( $h_t$ ) se estima un 2% de pendiente<sup>7</sup>, siendo  $h_t$  la suma de la profundidad inicial ( $h_i$ ) más el cambio de profundidad ( $\Delta h$ ), el resumen del cálculo se muestra en el cuadro 17.

**CUADRO 17. PROFUNDIDAD DEL TANQUE DESARENADOR CON 2% DE PENDIENTE**

Pendiente	2%
$L_t$	15,00 m
$h_i$	1,80 m
$\Delta h$	0,30 m
<b><math>h_t</math></b>	<b>2,10 m</b>

En la profundidad máxima del tanque se encuentra una compuerta que se utilizará para limpiar el desarenador cuando sea necesario, esta limpieza generalmente se debe a la acumulación de partículas. En el apéndice 5 se muestra una vista de perfil y planta del desarenador.

**Diseño hidráulico del canal de conducción**

Para el diseño hidráulico de la sección del canal de conducción se utilizó el software Hcanales V.3, en este programa se ingresa el valor de caudal de diseño (caudal a turbinar), un ancho de solera ( $b$ ) de un metro, un valor de talud ( $Z$ ) de 1,1 metros, una rugosidad del concreto ( $n$ ) de 0,014 y 0,1% de pendiente ( $S$ ), el resultado se muestra en la figura 12.

El resultado que arroja el programa es un flujo sub crítico o lento, el tirante del agua ( $y$ ) tendrá un valor de 0,89 metros y un espejo de agua ( $T$ ) con un valor de 2,97 metros.

En el apéndice 7 se muestra la sección del canal de conducción, la longitud del tramo de conducción desde la toma hasta la rápida de embalse es de aproximadamente 28 metros de longitud.

<sup>7</sup> Máximo Villón, Diseño de Estructuras Hidráulicas, 2010

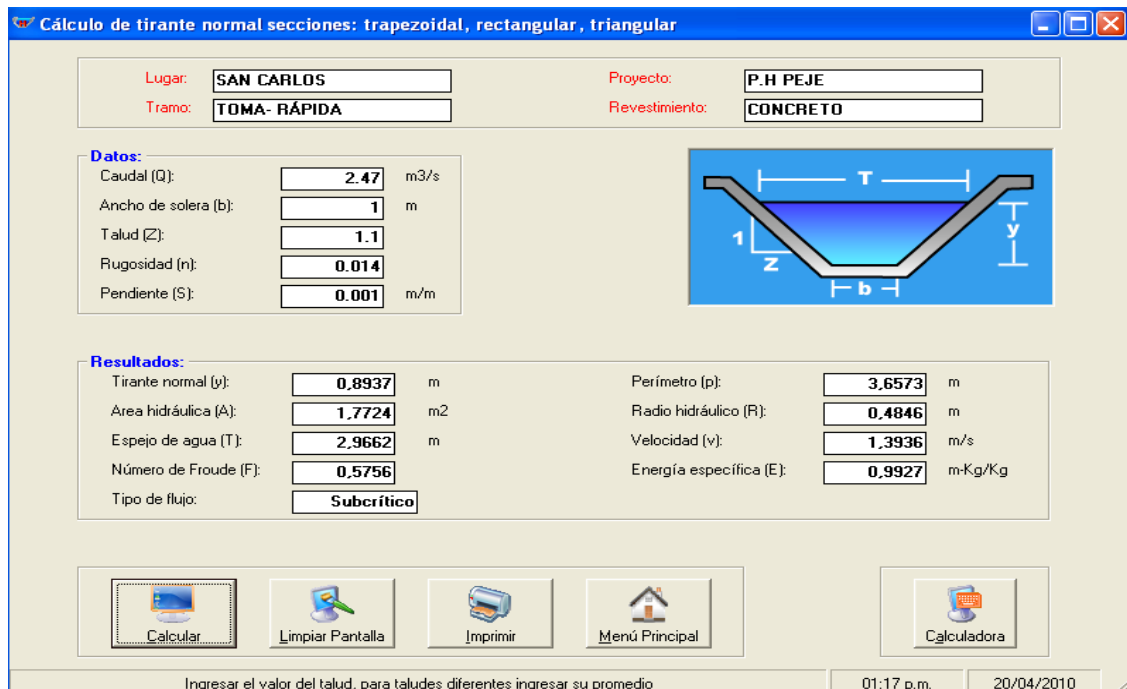


Figura 12. Sección del canal de conducción (Software Hcanales V.3 (Máximo Villón))

## Capacidad del embalse y tiempo de generación

Para estimar la capacidad del embalse se relaciona el caudal de entrada al embalse con el caudal a turbinar y los tiempos de producción energética. El caudal de entrada al embalse es de  $1,53 \text{ m}^3/\text{s}$  mostrado en el cuadro 8, y el caudal a turbinar es de  $2,47 \text{ m}^3/\text{s}$  como se muestra en el cuadro 12 para una generación de 4 MW.

El caudal a turbinar es mucho mayor al caudal de entrada al embalse, lo cual es necesario almacenar y regular un volumen de agua para poder cubrir la demanda en un periodo de

generación. El periodo de generación se estimó en 5 horas punta (de 10:00a.m a 12:30pm y de 5:30p.m a 8:00pm), esto se definió consultando con el personal de Hidro mantenimiento S.A quienes brindan servicio de operación y mantenimiento de plantas hidroeléctricas. El volumen de agua necesario para generar en ese tiempo es de  $44.460,00 \text{ m}^3$ , mientras que el volumen de agua entrando al embalse en ese periodo de 5 horas será de  $27.540,00 \text{ m}^3$ , lo cual dará un faltante de volumen de agua de  $16.920 \text{ m}^3$ . En el cuadro 18 se muestra el resumen del análisis anterior.

<b>CUADRO 18. VOLUMEN REQUERIDO DE EMBALSE A MÁXIMA GENERACIÓN EN CONDICIONES NORMALES</b>				
	<b>Caudal</b>	<b>Horas generación</b>	<b>En una hora</b>	<b>Volumen de agua</b>
Saliendo	$2,47 \text{ m}^3/\text{s}$	5,00 h	3.600,00 s	$44.460,00 \text{ m}^3$
Entrando	$1,53 \text{ m}^3/\text{s}$	5,00 h	3.600,00 s	$27.540,00 \text{ m}^3$
Volumen requerido				<b><math>16.920,00 \text{ m}^3</math></b>

El volumen faltante de  $16.920,00 \text{ m}^3$  será la capacidad necesaria de almacenamiento del embalse.

La estimación anterior no garantiza que en los meses más secos en el Río Peje se pueda generar a la máxima potencia en 5 horas de

periodo punta. El caudal de entrada al embalse es un caudal promedio anual, siendo un valor mucho mayor a los caudales del mes de febrero, marzo, abril y mayo, estos meses son los meses que presentan los menores caudales del Río Peje (ver

cuadro 3). Tomando en consideración estos cuatro meses más secos se estima un nuevo valor de volumen requerido de embalse. Se considera un caudal promedio mensual de los cuatro meses más secos como se muestra en el cuadro 19.

<b>CUADRO 19. PROMEDIO CAUDALES MENSUALES DE LOS CUATRO MESES MÁS SECOS</b>			
<b>Meses</b>	<b>Caudal</b>	<b>Caudal ecológico (5%)</b>	<b>Caudal neto</b>
Febrero	1,077 m <sup>3</sup> /s	0,054 m <sup>3</sup> /s	1,023 m <sup>3</sup> /s
Marzo	0,724 m <sup>3</sup> /s	0,036 m <sup>3</sup> /s	0,688 m <sup>3</sup> /s
Abril	0,616 m <sup>3</sup> /s	0,031 m <sup>3</sup> /s	0,585 m <sup>3</sup> /s
Mayo	0,844 m <sup>3</sup> /s	0,042 m <sup>3</sup> /s	0,802 m <sup>3</sup> /s
<b>Promedio</b>	<b>0,815 m<sup>3</sup>/s</b>	<b>0,041 m<sup>3</sup>/s</b>	<b>0,775 m<sup>3</sup>/s</b>

Del cuadro 18, el volumen necesario para generar a 5 horas es de 44.460,00 m<sup>3</sup> y considerando ahora un caudal de entrada al embalse de 0,775 m<sup>3</sup>/s obtenido del cuadro 19, el volumen

ingresando al embalse será de 13.950,00 m<sup>3</sup>, el embalse deberá tener una capacidad de almacenamiento de 30.510,00 m<sup>3</sup>, el resultado se muestra en el cuadro siguiente.

<b>CUADRO 20. VOLUMEN REQUERIDO DE EMBALSE A MÁXIMA GENERACIÓN EN CONDICIONES SECAS</b>				
	<b>Caudal</b>	<b>Horas generación</b>	<b>En una hora</b>	<b>Volumen de agua</b>
Salida	2,470 m <sup>3</sup> /s	5,00 h	3.600,00 s	44.460,00 m <sup>3</sup>
Entrada	0,775 m <sup>3</sup> /s	5,00 h	3.600,00 s	13.950,00 m <sup>3</sup>
			Volumen requerido	<b>30.510,00 m<sup>3</sup></b>

El análisis anterior garantiza que en épocas de bajo caudal en el Río Peje la capacidad estimada del embalse cubrirá la demanda en las horas punta, que es el periodo de máxima generación. El lugar donde se construirá el embalse es un terreno de espacio limitado, ya que muy cercano al sitio se encuentran las obras de construcción de la carretera San Carlos-San Ramón y el cauce del Río Peje. Con una capacidad de 30,510.00 m<sup>3</sup> de almacenamiento de agua se necesitaría un área de construcción de casi una hectárea, que es aproximadamente con el terreno que se cuenta de acuerdo con levantamiento topográfico, el nivel de abatimiento del embalse es de 5 metros de profundidad para alcanzar la capacidad requerida.

El terreno de construcción del embalse limita la generación del proyecto a 4 MW, para generar a una capacidad mayor es necesario incrementar el caudal a turbinar, requiriendo una mayor capacidad de almacenamiento del embalse. En el cuadro 9 se definió el nivel máximo de operación del embalse de 543.50 msnm, considerando un nivel de abatimiento de 5 metros,

el nivel mínimo de operación del embalse será de 538.50 msnm.

En el apéndice 8 Se muestra la propuesta en planta del embalse.

## **Diseño hidráulico de la tubería forzada**

Para el diseño se consideró una tubería a presión en acero. Definido el caudal a turbinar o de salida del embalse, la tubería se inicia en la obra de antecámara donde se regula el flujo de salida. En el apéndice 9 se muestra la memoria de cálculo del diámetro de la tubería forzada.

El diámetro de la tubería depende de la pendiente, caudal y un coeficiente de rugosidad (n), que para este caso se estimó en 0,015<sup>8</sup> que es un valor muy común para elementos de acero. Con la ubicación del embalse y de casa máquinas se estimó la longitud (L) de la tubería a presión con un valor de aproximadamente 1694,68 metros,

<sup>8</sup> Máximo Villón, Manual práctico para el diseño de canales

ver apéndice 10, donde se propone el perfil de la tubería a presión. Con la longitud de la tubería y la caída del sistema se obtiene la pendiente promedio (S) con un valor de 10,71%, el cuadro 21 resume del cálculo del diámetro global.

<b>CUADRO 21. DIÁMETRO GLOBAL DEL TRAMO TOTAL DE TUBERÍA</b>	
Caudal	2,47 m <sup>3</sup> /s
N	0,015
L	1.694,68 m
Caída	181,50 m
S	10,71%
<b>D</b>	<b>1,179 m</b>

La velocidad depende de la sección de la tubería y el caudal, conociendo el caudal y el diámetro se puede estimar una velocidad para todo el tramo de tubería, en el cuadro 22 se establece la velocidad (V) en la tubería a presión. Según criterios y experiencia del personal de ingeniería de Edificadora Beta, los rangos permitidos de velocidades están entre valores 2,00 y 4,00 m/s, a velocidades mayores se produce un efecto de erosión en la tubería.

<b>CUADRO 22. VELOCIDAD EN EL TRAMO TOTAL DE TUBERÍA A PRESIÓN</b>			
Caudal	D	Área	V
2,47 m <sup>3</sup> /s	1,179m	1,09 m <sup>2</sup>	<b>2,26 m/s</b>

Con el caudal a turbinar e iterando valores mayores de velocidad que no pasen los límites se disminuye el diámetro de la tubería. Este procedimiento se realiza dividiendo el tramo de la tubería en varias secciones e iterando las velocidades para definir diferentes diámetros con diferentes espesores y al final se escoge la opción que implique menor inversión económica. Para este proyecto se definió dos tramos, el primer tramo de tubería va de la estación 0+000 a la estación 0+830 y el segundo tramo que va de la estación 0+830 a la 1+660, ver apéndice 10, perfil de la tubería a presión. En el cuadro 23 se

muestra el diámetro (D) obtenido de la iteración de velocidades (V) para los dos tramos de tubería.

<b>CUADRO 23. DIÁMETRO DE TUBERÍA PARA DIFERENTES ESTACIONES</b>			
Estación	Caudal	V	D
0+000 a 0+830	2,47 m <sup>3</sup> /s	2,84 m/s	<b>1,05 m</b>
0+830 a 1+660	2,47 m <sup>3</sup> /s	3,13 m/s	<b>1,00 m</b>

Para la estación que va de la 0+000 a 0+800 se incrementó la velocidad hasta un valor de 2,84 m/s, como resultado el diámetro es de 1,05 metros y para la estación de 0+830 a la 1+660 con una velocidad de 3,34 m/s se obtiene un diámetro de 1,00 metros, nótese que los valores de velocidades propuestos en el cuadro 23 se encuentran entre el rango recomendado por Edificadora Beta. La tubería se construirá enterrada, se colocará un filtro y geotextil en la base de la excavación, en el apéndice 11 se observa la propuesta de sección de la tubería a presión.

## Perdidas de fricción en la tubería a presión

Para estimar las pérdidas por fricción se utilizó la fórmula de Hazen-Williams, para este informe se consideró únicamente las pérdidas debidas a la fricción en la tubería forzada, por su extensa longitud es la de mayor consideración, en el apéndice 12 se muestra la memoria de cálculo para las pérdidas en el sistema de conducción a casa máquinas.

La longitud para cada estación es de aproximadamente 847,34 metros, en el cuadro siguiente se muestra el cálculo de las pérdidas de fricción (H<sub>f</sub>) para las dos estaciones.

<b>CUADRO 24. PERDIDAS POR FRICCIÓN PARA EL TRAMO DE TUBERÍA A PRESIÓN</b>					
Estación	Caudal	Longitud	D	CH	H <sub>f</sub>
0+000 a 0+830	2,470 m <sup>3</sup> /s	847,34 m	1,05 m	130	4,59 m.c.a
0+830 a 1+660	2,470 m <sup>3</sup> /s	847,34 m	1,00 m	130	5,82 m.c.a
				<b>Total</b>	<b>10,41 m.c.a</b>

El valor de pérdidas para la longitud total de la tubería a presión es de 10,41 metros columna de agua, del cuadro 10 se había estimado inicialmente pérdidas por 12 metros columna de agua, como en este análisis no se consideró pérdidas locales, ni otro tipo de pérdidas, se continuará el diseño con los 12 metros columna de agua como pérdidas del sistema.

## Determinación de espesores en tubería forzada

La tubería de presión se debe diseñar para soportar la carga hidráulica total, la carga aumenta en cada tramo hasta llegar a casa máquinas con la máxima carga hidráulica. En el apéndice 13 se muestra un total de 20 estaciones, donde por condiciones topográficas fue necesario cambiar la dirección de la tubería forzada en 20 puntos hasta casa de máquinas. Para cada una de estas estaciones se analizó su carga hidráulica (H) y se definió un determinado espesor (t). En el cuadro 25 se muestra el resumen de los resultados.

<b>CUADRO 25. ESPESORES PARA EL TRAMO DE TUBERÍA HASTA CASA MÁQUINAS</b>					
<b>PI</b>	<b>Estación</b>		<b>H (m.c.a)</b>	<b>D (cm)</b>	<b>t (cm)</b>
1	0+000,000	0+053,790	10,27	105	<b>0,27</b>
2	0+053,790	0+260,000	26,44	105	<b>0,32</b>
3	0+260,000	0+471,430	41,26	105	<b>0,37</b>
4	0+471,430	0+480,000	43,84	105	<b>0,38</b>
5	0+480,000	0+584,780	76,53	105	<b>0,49</b>
6	0+584,780	0+612,940	77,96	105	<b>0,49</b>
7	0+612,940	0+667,390	80,72	105	<b>0,50</b>
8	0+667,390	0+775,880	119,94	105	<b>0,63</b>
9	0+775,880	0+921,440	129,6	105	<b>0,66</b>
10	0+921,440	1+055,890	138,55	105	<b>0,69</b>
11	1+055,890	1+102,710	145,25	100	<b>0,69</b>
12	1+102,710	1+197,700	158,84	100	<b>0,73</b>
13	1+197,700	1+226,830	173,01	100	<b>0,78</b>
14	1+226,830	1+276,920	197,4	100	<b>0,86</b>
15	1+276,920	1+502,360	218,31	100	<b>0,92</b>
16	1+502,360	1+525,410	219,45	100	<b>0,92</b>
17	1+525,410	1+566,670	236,67	100	<b>0,98</b>
18	1+566,670	1+596,460	241,68	100	<b>0,99</b>
19	1+596,460	1+635,330	248,21	100	<b>1,01</b>
20	1+635,330	1+660,570	260,62	100	<b>1,05</b>

máquinas, ya que la carga hidráulica es máxima en ese punto.

Se muestra en el cuadro 25 que al incrementarse la carga hidráulica (H) debido al aumento de la altura de caída del sistema y de fuerzas dinámicas producidas por el fluido en la tubería, se produce también un incremento en el espesor de la tubería necesario para resistir estas cargas en el sistema.

El mayor espesor de la tubería se encuentra en el punto 20, donde se ubica casa

## Selección de espesores comerciales

Los espesores determinados en el cuadro 25 se ajustan a un espesor comercial, el ajuste se analiza en el cuadro 26.

<b>CUADRO 26. ESPESOR COMERCIAL PARA DIFERENTES ESTACIONES DE TUBERÍA A PRESIÓN</b>												
PI	Estación		D (cm)	t (cm)	Ajuste					t comercial (pulgadas)		
1	0+000,000	0+053,790	105,00	0,27	3	/	16	=	0,48	3	/	16
2	0+053,790	0+260,000	105,00	0,32	3	/	16	=	0,48	3	/	16
3	0+260,000	0+471,430	105,00	0,37	3	/	16	=	0,48	3	/	16
4	0+471,430	0+480,000	105,00	0,38	3	/	16	=	0,48	3	/	16
5	0+480,000	0+584,780	105,00	0,49	4	/	16	=	0,64	1	/	4
6	0+584,780	0+612,940	105,00	0,49	4	/	16	=	0,64	1	/	4
7	0+612,940	0+667,390	105,00	0,50	4	/	16	=	0,64	1	/	4
8	0+667,390	0+775,880	105,00	0,63	4	/	16	=	0,64	1	/	4
9	0+775,880	0+921,440	105,00	0,66	5	/	16	=	0,79	5	/	16
10	0+921,440	1+055,890	105,00	0,69	5	/	16	=	0,79	5	/	16
11	1+055,890	1+102,710	100,00	0,69	5	/	16	=	0,79	5	/	16
12	1+102,710	1+197,700	100,00	0,73	5	/	16	=	0,79	5	/	16
13	1+197,700	1+226,830	100,00	0,78	5	/	16	=	0,79	5	/	16
14	1+226,830	1+276,920	100,00	0,86	6	/	16	=	0,95	3	/	8
15	1+276,920	1+502,360	100,00	0,92	6	/	16	=	0,95	3	/	8
16	1+502,360	1+525,410	100,00	0,92	6	/	16	=	0,95	3	/	8
17	1+525,410	1+566,670	100,00	0,98	7	/	16	=	1,11	7	/	16
18	1+566,670	1+596,460	100,00	0,99	7	/	16	=	1,11	7	/	16
19	1+596,460	1+635,330	100,00	1,01	7	/	16	=	1,11	7	/	16
20	1+635,330	1+660,570	100,00	1,05	7	/	16	=	1,11	7	/	16

## Estimación de los bloques de anclaje

Debido al cambio de dirección en la tubería de presión, ya sean horizontales o verticales se producen fuerzas hidrostáticas que provocan un empuje desestabilizando la estructura, en esos puntos de cambio, estas fuerzas de empuje pueden provocar un fallo o un desplazamiento en la estructura de la tubería. Para evitar que estas

fuerzas afecten la tubería se diseñan bloques , masivos de concreto en los puntos de cambio de dirección para transmitir al terreno las fuerzas involucradas. En el apéndice 14 se detalla el cálculo de los bloques de anclaje para las 20 estaciones de tubería. Para la estimación de los bloques se supuso inicialmente una capacidad de soporte del terreno de 6000kg/m<sup>2</sup>. En el cuadro 27 se muestra el resumen del cálculo de volumetría.

<b>CUADRO 27. VOLUMEN DE CONCRETO REQUERIDO PARA LOS BLOQUES DE ANCLAJE</b>							
Ítem	Estación	Pi's	Volumen concreto	Ítem	Estación	Pi's	Volumen concreto
1	0+053,790	PIVH-1	4,74 m <sup>3</sup>	11	1+102,710	PIVH-11	39,74 m <sup>3</sup>
2	0+260,000	PIV-2	4,68 m <sup>3</sup>	12	1+197,700	PIV-12	43,70 m <sup>3</sup>
3	0+471,430	PIV-3	7,91 m <sup>3</sup>	13	1+226,830	PIVH-13	67,34 m <sup>3</sup>
4	0+480,000	PIVH-4	10,83 m <sup>3</sup>	14	1+276,920	PIV-14	43,18 m <sup>3</sup>
5	0+584,780	PIV-5	16,54 m <sup>3</sup>	15	1+502,360	PIVH-15	53,55 m <sup>3</sup>
6	0+612,940	PIVH-6	19,16 m <sup>3</sup>	16	1+525,410	PIV-16	73,75 m <sup>3</sup>
7	0+667,390	PIV-7	37,70 m <sup>3</sup>	17	1+566,670	PIV-17	32,28 m <sup>3</sup>
8	0+775,880	PIV-8	24,93 m <sup>3</sup>	18	1+596,460	PIVH-18	13,79 m <sup>3</sup>
9	0+921,440	PIVH-9	45,05 m <sup>3</sup>	19	1+635,330	PIV-19	80,23 m <sup>3</sup>
10	1+055,890	PIV-10	13,13 m <sup>3</sup>	20	1+660,570	PIV-20	59,20 m <sup>3</sup>
						<b>Total</b>	<b>691,00 m<sup>3</sup></b>



## Diseño hidráulico del canal de restitución

Al igual que el canal de conducción se utilizó el software Hcanales V.3, ingresando el valor de

caudal de diseño (caudal a turbinar), un ancho de solera (b) de 1,5 metros, un valor de talud (Z) de 1,5 metros, una rugosidad del concreto (n) de 0,014 y 0.1% de pendiente (S), el resultado se muestra en la siguiente figura.

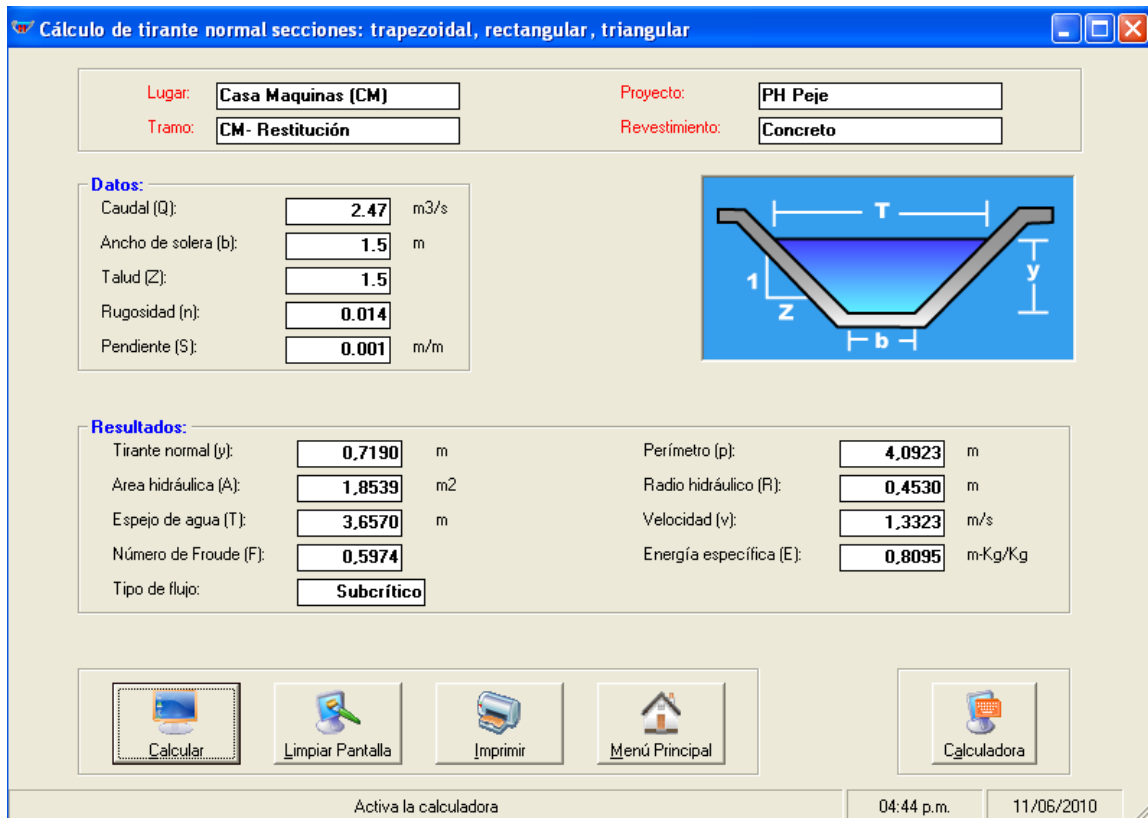


Figura 13. Sección del canal de restitución (Software Hcanales V.3 Máximo Villón)

De la figura 12 el tipo de flujo es sub crítico o lento, el tirante del agua (y) tendrá un valor de 0.71 metros y un espejo de agua (T) con un valor de 3.65 metros.

En el apéndice 15 se muestra la propuesta para la sección del canal de restitución al Río Peje. El levantamiento topográfico realizado por Edificadora Beta no incluye detalles aguas abajo de casa máquinas.

En el sitio propuesto para casa máquinas la distancia al cauce del Río Peje es de aproximadamente 60 metros según visitas al sitio.

# Presupuesto del proyecto hidroeléctrico

## Costos constructivos

Para la estimación de los costos de construcción del proyecto se utilizó los rendimientos de mano de obra, materiales, maquinaria, densidades y costos unitarios ya definidos por Edificadora Beta en proyectos realizados en el pasado.

El presupuesto se estimó con base en diseño básico y la distribución propuesta para el proyecto, en el apéndice 16 se muestra la planta general del proyecto según el diseño básico

En el apéndice 17 se muestra los cálculos estimados de materiales para los diferentes elementos constructivos del proyecto.

En el cuadro 28 se muestra las obras y actividades involucradas en el proyecto.

<b>CUADRO 28. OBRAS Y ACTIVIDADES DEL PROYECTO</b>	
<b>Código</b>	<b>Resumen</b>
1a	Obras preliminares
2a	Instalaciones provisionales
3a	Caminos públicos
4a	Caminos internos
5a	Caminos constructivos
6a	Presa y cuenco
7a	Toma y desgravador
8a	Descarga de fondo de la presa
9a	Muros de cierre de presa
10a	Canal de Conducción
11a	Obra de Desarenador
12a	Obra de Rápida
13a	Obra de Embalse
14a	Obra de Antecámara
15a	Obra de vaciado
19a	Caseta de control
20a	Tubería de acero
21a	Casa de máquinas
22a	Canal de Restitución
23a	Subestación y línea de transmisión
24a	Manejos de agua

Las actividades mostradas en el cuadro 28 son las que definen los costos de construcción del proyecto.

Las obras preliminares e instalaciones provisionales son necesarias antes de iniciar con la construcción de otras obras, en el cuadro siguiente se desglosan los costos.

<b>CUADRO 29. DESGLOSE DE COSTOS DE OBRAS PRELIMINARES E INSTALACIONES PROVISIONALES</b>		
<b>Código</b>	<b>Resumen</b>	<b>Total</b>
<b>1A</b>	<b>Obras preliminares</b>	<b>\$147.468,1</b>
1A01	Movimiento de tierras	\$37.480,3
1A03	Construcción de campamento	\$108.225,0
1A06	Construcción de cerramiento	\$1.762,8
<b>2A</b>	<b>Instalaciones provisionales</b>	<b>\$94.614,1</b>
2A0101	Construcción cerca de púas	\$1.101,7
2A0102	Conformación de terraza	\$4.247,2
2A0103	Lastreado de patio	\$17.115,1
2A0104	Construcción de edificaciones	\$72.150,0

Los costos de estas actividades se calcularon con precios unitarios establecidos por Edificadora Beta como son costos por metro cuadrado de edificación y costos por metro cúbico de movimiento de tierra. Los costos unitarios, rendimientos y densidades no serán mostrados en este informe por políticas internas de confidencialidad de datos de Edificadora beta.

En el costo del proyecto se incluyen los costos de caminos constructivos, internos y mantenimiento de caminos públicos. En el cuadro 30 se desglosa los costos de acceso al proyecto.

<b>CUADRO 30. DESGLOSE DE COSTOS PARA CAMINOS DEL PROYECTO</b>		
<b>Código</b>	<b>Resumen</b>	<b>Total</b>
<b>3A</b>	<b>Caminos públicos</b>	<b>\$68.460,6</b>
3A02	Mantenimiento de camino	\$68.460,6
<b>4A</b>	<b>Caminos internos</b>	<b>\$224.183,9</b>
4A02	Mantenimiento de caminos	\$61.614,5
4A03	Manejos de agua	\$146.704,2
4A05	Cerramiento	\$15.865,2
<b>5A</b>	<b>Caminos constructivos</b>	<b>\$216.510,3</b>
5A01	Movimiento de tierras	\$106.952,9
5A02	Mantenimiento de caminos	\$46.210,9
5A03	Manejos de agua	\$1.732,0
5A04	Construcción de caminos	\$61.614,5

Para los caminos públicos se estimó un tramo de 2 kilómetros de mantenimiento que incluye dos capas de lastre en el proceso constructivo. Para el camino interno se estima un tramo de 1,8 kilómetros, necesarios para tener acceso a todo el proyecto una vez finalizadas las obras.

Algunos tramos de los caminos constructivos al terminar las obras pasaran a formar parte del tramo de caminos internos.

### **Costos de la presa de derivación**

La presa se compone de un núcleo de concreto pobre de gran volumen y una capa externa o piel de concreto de alta resistencia ( $350\text{kg/cm}^2$ ), así como muros y enrocado de protección (ver apéndice 3). Para su construcción primeramente es necesario construir diques, con la finalidad de aislar y proteger la construcción de la presa de una posible avenida máxima, una vez construida la presa se eliminan los diques. En el cuadro 31 se detallan los costos de construcción de la presa.

<b>CUADRO 31. DESGLOSE DE COSTOS DE LA PRESA</b>		
<b>Código</b>	<b>Resumen</b>	<b>Total</b>
<b>6A</b>	<b>Presa y cuenco</b>	<b>\$475.096,6</b>
<b>6A01</b>	<b>Manejo de río</b>	<b>\$37.664,0</b>
6A0101	Desvió margen izquierda	\$18.833,7
6A0102	Desvió margen derecha	\$18.830,2
<b>6A02</b>	<b>Movimiento de tierras</b>	<b>\$124.789,9</b>
6A0201	Alistado de terreno	\$124.789,9
<b>6A03</b>	<b>Estructura presa y cuenco</b>	<b>\$307.691,3</b>
6A0301	Sello	\$16.158,5
6A0303	Núcleo de presa	\$136.923,3
6A0304	Piel de presa	\$121.398,
6A0305	Muros de presa	\$18.636,2
6A0306	Relleno contra estructura	\$6.528,7
6A0307	Afinado para nivel de desplante	\$3.337,7
6A0308	Geotextil no tejido y relleno	\$4.708,5
<b>6A04</b>	<b>Enrocado de protección</b>	<b>\$4.951,3</b>

La obra de descarga de fondo se considera una obra propia de la presa, esta cumple la función de descargar el agua del Peje en caso de avenidas. A continuación en el cuadro 32 se desglosan los costos de la obra de descarga de fondo.

<b>CUADRO 32. DESGLOSE DE COSTOS DE LA OBRA DE DESCARGA DE FONDO</b>		
<b>Código</b>	<b>Resumen</b>	<b>Total</b>
<b>8A</b>	<b>Descarga de fondo</b>	<b>\$143.063,3</b>
<b>8A01</b>	<b>Estructura</b>	<b>\$143.063,3</b>
8A0101	Sello	\$3.989,6
8A0102	Losa de aproximación	\$7.329,7
8A0103	Losa de concreto	\$11.152,2
8A0105	Muros descarga de fondo	\$43.111,2
8A0106	Losa aérea	\$4.371,4
8A0107	Estructuras metálicas	\$66.776,7
8A0108	Relleno contra estructura	\$6.332,2

Los muros de cierre junto a la presa encausan el río aumentando el nivel del agua y luego se deriva

en el orificio de la toma (ver apéndice 3). Los muros de cierre son de gran espesor y conllevan un gran volumen de concreto. El desglose de costos de los muros de cierre se muestra en el cuadro siguiente.

<b>CUADRO 33. DESGLOSE DE COSTOS DE MUROS DE CIERRE</b>		
<b>Código</b>	<b>Resumen</b>	<b>Total</b>
<b>9A</b>	<b>Muros de cierre</b>	<b>\$104.014,1</b>
<b>9A01</b>	<b>Muro margen izquierda</b>	<b>\$59.577,4</b>
9A0102	Losa de cimentación	\$18.980,0
9A0103	Muro margen izquierda	\$40.597,4
<b>9A02</b>	<b>Muro de cierre margen derecha</b>	<b>\$44.436,7</b>
9A0202	Losa de cimentación	\$13.941,6
9A0203	Muro de cierre margen derecha	\$30.495,0

### Costos de la toma y desgravador

La obra de toma es una obra en su mayoría compuesta por muros de gran espesor, rejillas y 2 compuertas, en la toma se regula la entrada del caudal del Río Peje, en el cuadro siguiente se detalla el desglose de costos para la toma y desgravador.

<b>CUADRO 34. DESGLOSE DE COSTOS DE LA OBRA DE TOMA Y DESGRAVADOR</b>		
<b>Código</b>	<b>Resumen</b>	<b>Total</b>
<b>7A</b>	<b>Toma y desgravador</b>	<b>\$267.139,0</b>
<b>7A01</b>	<b>Estructura de toma</b>	<b>\$267.139,0</b>
7A0101	Losa de cimentación	\$27.425,1
7A0102	Muros de toma	\$65.875,5
7A0103	Losa aérea	\$16.821,8
7A0104	Estructuras metálicas menores	\$149.776,2
7A0105	Relleno contra estructura	\$6.332,2
7A0106	Afinado o sustitución para el nivel de desplante	\$908,1

### Costos del canal de conducción

El tramo de conducción de la toma al embalse es de aproximadamente 28 metros de longitud (Ver apéndice 7), el canal trapezoidal será de concreto con un espesor de 15 cm, una cama de nivelación en lastre fino y en todo su tramo llevará un filtro longitudinal, el desglose de costos del canal de conducción se muestra en la tabla siguiente.

<b>CUADRO 35. DESGLOSE DE COSTOS DEL CANAL DE CONDUCCIÓN</b>		
<b>Código</b>	<b>Resumen</b>	<b>Total</b>
<b>10A</b>	<b>Canal de conducción</b>	<b>\$47.562,5</b>
10A01	Movimiento de tierras	\$32.037,0
10A02	Canal trapezoidal	\$13.981,9
10A03	Filtros de canal trapezoidal	\$1.543,8

### Costos del desarenador

El desarenador al igual que la toma se compone de muros con gran espesor, posee una compuerta de limpieza en la zona más profunda del tanque, la longitud aproximada del desarenador es de 22 metros, el desglose de costos de esta obra se muestra a continuación en la siguiente tabla.

<b>CUADRO 36. DESGLOSE DE COSTOS PARA EL DESARENADOR</b>		
<b>Código</b>	<b>Resumen</b>	<b>Total</b>
<b>11A</b>	<b>Desarenador</b>	<b>\$291.817,4</b>
<b>11A01</b>	<b>Movimiento de tierras</b>	<b>\$9.996,3</b>
<b>11A02</b>	<b>Estructura desarenador</b>	<b>\$281.821,0</b>
11A0201	Sello	\$16.306,8
11A0202	Losa cimentación	\$100.481,0
11A0203	Muros desarenador	\$132.947,8
11A0204	Losa aérea	\$8.675,1
11A0205	Estructuras metálicas menores	\$23.410,2

## Costos de la obra de embalse

El embalse también se complementa con una rápida de acceso y una obra de antecámara donde se inicia la tubería de presión, en la antecámara también se localiza la obra de vaciado que funciona como aliviadero del embalse. En el apéndice 18 se muestra el detalle para la obra de rápida, la losa de la rápida tiene una pendiente del 50%, misma que la pendiente del talud del embalse, con una relación de 2:1. El desglose de costos de la obra de rápida se muestra en el siguiente cuadro.

<b>CUADRO 37. DESGLOSE DE COSTOS DE LA RÁPIDA</b>		
Código	Resumen	Total
<b>12A</b>	<b>Rápida</b>	<b>\$78.679,0</b>
<b>12A01</b>	<b>Movimiento de tierras</b>	<b>\$15.616,1</b>
<b>12A02</b>	<b>Estructura</b>	<b>\$63.062,8</b>
12A0201	Sello	\$5.250,6
12A0202	Losa de cimentación	\$20.232,1
12A0203	Muros	\$23.089,0
12A0204	Losa aérea	\$12.934,3
12A0205	Estructuras metálicas	\$1.556,5

La obra de antecámara se compone de muros de gran espesor, una pasarela, rejillas, compuerta de control y una transición para unir el embalse con la tubería a presión, en el apéndice 19 se propone un perfil y planta para la antecámara, se detalla en el cuadro siguiente el costo de la antecámara.

<b>CUADRO 38. DESGLOSE DE COSTOS DE LA OBRA DE ANTECÁMARA</b>		
Código	Resumen	Total
<b>14A</b>	<b>Antecámara</b>	<b>\$575.910,0</b>
<b>14A01</b>	<b>Movimiento de tierras</b>	<b>\$63.398,3</b>
<b>14A02</b>	<b>Estructura</b>	<b>\$506.011,7</b>
14A0201	Sello	\$8.177,4
14A0202	Losa de cimentación	\$83.878,7
14A0203	Muros	\$226.785,5
14A0204	Losa aérea	\$34.317,6
14A0205	Estructuras metálicas menores	\$152.852,2
<b>14A03</b>	<b>Tubo de aireación</b>	<b>\$6.500,0</b>

La obra de vaciado o aliviadero del embalse se compone de una tubería de 80 cm de diámetro recubierta en concreto donde llega a un canal rectangular que transporta el agua del embalse de vuelta al cauce del Río Peje.

En el cuadro 39 se muestra los costos del aliviadero.

<b>CUADRO 39. DESGLOSE DE COSTOS DE LA OBRA DE ALIVIADERO</b>		
Código	Resumen	Total
<b>15A</b>	<b>Obra de vaciado</b>	<b>\$76.507,20</b>
<b>15A01</b>	<b>Tubería de vaciado</b>	<b>\$55.082,03</b>
15A0101	Sello	\$1.232,02
15A0102	Recubrimiento tubería	\$24.366,01
15A0103	Tubería d= 0,8 m	\$29.484,00
<b>15A03</b>	<b>Canal de vaciado</b>	<b>\$21.425,17</b>
15A0301	Sello	\$1.120,02
15A0302	Losa cimentación	\$2.349,51
15A0303	Muros canal vaciado	\$17.955,64

Para la conformación del embalse se requiere de un gran movimiento de tierra y afinado de los taludes del mismo, para su construcción es necesario colocar geotextiles y geomembranas para que el agua acumulada no se filtre por el terreno y el embalse no pierda volumen de agua. El desglose de costos de construcción del embalse se define a continuación en el cuadro 40.

<b>CUADRO 40. DESGLOSE DE COSTOS DEL EMBALSE</b>		
Código	Resumen	Total
<b>13A</b>	<b>Embalse</b>	<b>\$397.955,3</b>
<b>13A01</b>	<b>Movimiento de tierras</b>	<b>\$164.199,0</b>
<b>13A02</b>	<b>Taludes</b>	<b>\$15.341,3</b>
<b>13A03</b>	<b>Filtros de embalse</b>	<b>\$67.016,7</b>
13A0301	Filtro tipo 1	\$23.018,4
13A0302	Filtro tipo 1a	\$9.116,5
13A0303	Filtro tipo 2	\$29.700,5
13A0304	Filtro tipo 3	\$5.181,2
13A04	Cerramiento	\$2.159,4
13A0401	Cerca de alambre de púas	\$2.159,4
<b>13A05</b>	<b>Impermeabilización</b>	<b>\$149.238,7</b>

## Costos de la tubería de acero

Por su gran longitud, de 1694,68 metros y 20 puntos de cambio de dirección, la tubería de presión es de las obras de mayor valor económico del proyecto, ya que además de incluir el costo del acero requerido, se necesita de grandes movimientos de tierra, y un alto volumen de concreto en los puntos donde se requiera la colocación de los bloques de anclaje.

En la base de la cama donde se colocará la tubería se empleará un filtro en toda la longitud del tramo. El peso total de la tubería de acero es de 349,67 toneladas, y su costo se estima en base a un precio unitario por kilogramo de acero.

En la siguiente tabla se muestra un desglose de costos de la tubería forzada.

<b>CUADRO 41. DESGLOSE DE COSTOS DE LA TUBERÍA A PRESIÓN</b>		
<b>Código</b>	<b>Resumen</b>	<b>Total</b>
<b>20A</b>	<b>Tubería de acero</b>	<b>\$2.588.587,3</b>
<b>20A01</b>	<b>Bloques de anclaje</b>	<b>\$324.482,5</b>
<b>20A02</b>	<b>Tubería de presión</b>	<b>\$1.814.255,6</b>
20A0201	Suministro e instalación	\$1.723.153,9
20A0202	Filtro - 1694.68m	\$91.101,7
<b>20A03</b>	<b>Movimientos de tierra</b>	<b>\$449.849,0</b>

## Costos de la casa máquinas

Para este proyecto se considera una casa máquinas de 90 m<sup>2</sup>, donde se incluye la sala de control. En su base hay una estructura de concreto de gran volumen, necesaria para dar soporte al equipo turbo-generador, en el costo se incluyó un dique de protección debido a su cercanía con el Río Peje. En el apéndice 15 se muestra una propuesta en planta de casa máquinas.

Cercano a casa máquinas se encuentra el patio de transformadores y la cámara de restitución, donde se encausa el agua hacia el canal de restitución. En el cuadro 42 se define el desglose del costo de casa máquinas.

<b>CUADRO 42. DESGLOSE DE COSTOS DE CASA MÁQUINAS</b>		
<b>Código</b>	<b>Resumen</b>	<b>Total</b>
<b>21A</b>	<b>Casa de máquinas</b>	<b>\$396.791,4</b>
21A01	Instalaciones provisionales	\$62.232,5
21A0102	Movimientos de tierra	\$31.166,4
21A0103	Construcción de edificaciones	\$31.066,0
<b>21A02</b>	<b>Actividades generales</b>	<b>\$58.311,1</b>
21A0201	Movimientos de tierra	\$17.109,6
21A0202	Protección contra erosión	\$7.800,0
21A0203	Superficie de ruedo	\$27.073,0
21A0204	Planche	\$1.388,4
21A0205	Limpieza general	\$4.940,0
<b>21A03</b>	<b>Sala de máquinas</b>	<b>\$178.236,8</b>
21A0301	Losa de cimentación	\$100.634,0
21A0302	Superestructura metálica	\$44.370,4
21A0303	Cerramientos	\$13.819,9
21A0304	Estructura de techos	\$9.176,4
21A0305	Hojalatería	\$286,8
21A0306	Acabados	\$9.949,1
<b>21A05</b>	<b>Sala de control</b>	<b>\$8.742,9</b>
21A0501	Paredes de mampostería	\$2.089,3
21A0502	Estructura de techos	\$641,5
21A0503	Hojalatería	\$709,2
21A0504	Acabados	\$5.302,8
<b>21A06</b>	<b>Cámara restitución</b>	<b>\$23.814,2</b>
21A0601	Losa de cimentación	\$8.375,2
21A0602	Muros	\$15.439,0
<b>21A07</b>	<b>Sistema eléctrico</b>	<b>\$26.442,0</b>
<b>21A08</b>	<b>Sistema de agua potable</b>	<b>\$5.521,3</b>
<b>21A09</b>	<b>Sistema de agua pluviales</b>	<b>\$6.674,3</b>
<b>21A10</b>	<b>Sistema de aguas negras</b>	<b>\$8.528,2</b>
<b>21A11</b>	<b>Dique protección casa máquinas</b>	<b>\$18.287,7</b>

## Montaje electromecánico

El montaje electromecánico corresponde a un rubro de casa máquinas, tiene un costo muy elevado, donde se incluye el puente grúa, equipo turbogenerador, sistemas eléctricos y control y su costo se muestra en el cuadro 43. El costo del montaje electromecánico corresponde a un costo por kilowatt instalado estimado y definido por Edificadora Beta.

<b>CUADRO 43. DESGLOSE DE COSTOS DEL MONTAJE ELECTROMECAÁNICO</b>		
<b>Código</b>	<b>Resumen</b>	<b>Total</b>
<b>21A04</b>	<b>Montaje electromecánico</b>	<b>\$2.444.732,4</b>
21A0401	Puente grúa	\$38.284,4
21A0402	turbo- generador	\$1.531.376,0
21A0404	Sistemas eléctricos y control	\$875.072,0

## Costos del canal de restitución

El canal de restitución se compone de una losa de concreto, cama de nivelación en lastre fino y un filtro longitudinal en todo el tramo del canal (ver apéndice 15). La longitud estimada para el canal es de 60 metros desde casa máquinas hasta el cauce del Río Peje. En el cuadro siguiente se estiman los costos para el canal de restitución

<b>CUADRO 44. DESGLOSE DE COSTOS DEL CANAL DE RESTITUCIÓN</b>		
<b>Código</b>	<b>Resumen</b>	<b>Total</b>
<b>22A</b>	<b>Restitución</b>	<b>\$35.169,0</b>
<b>22A01</b>	<b>Canal de restitución</b>	<b>\$35.169,0</b>
22A0101	Canal trapezoidal- 60m	\$28.666,8
22A0102	Filtro- 60 mL	\$3.649,3
22A0103	Movimiento de tierras	\$2.852,8

## Manejos de agua del proyecto

Es necesario tener un control de las aguas, así como incluir en los costos la construcción de cunetas revestidas en caminos internos, cunetas sin revestir en áreas importantes como los alrededores del embalse, toma y casa máquinas, el siguiente cuadro muestra el costo por manejo de aguas.

<b>CUADRO 45. DESGLOSE DE COSTOS DEL MANEJO DE AGUAS</b>		
<b>Código</b>	<b>Resumen</b>	<b>Total</b>
<b>24A</b>	<b>Manejos de agua</b>	<b>\$116.026,8</b>
24A01	Cuneta sin revestir tipo 2	\$3.173,5
24A02	Cuneta sin revestir tipo 3	\$2.115,7
24A03	Cuneta sin revestir tipo 4	\$2.115,7
24A04	Cuneta revestida tipo 3r	\$3.327,1
24A05	Cuneta revestida tipo 4r	\$58.730,8
24A08	Bajante de 45% (114 ml)	\$10.883,3
24A09	Bajante de 80% (300 ml)	\$35.680,5

## Subestación y línea de transmisión

La subestación se encuentra ubicada cerca de casa máquinas, se incluye en los costos el transformador, celdas de salida al generador y celdas de salida al transformador.

La línea de transmisión se compone de cables AAAC con cable 4/0 de fases, un montaje horizontal de 24,9 Kv y postes de madera de 15 metros. La longitud aproximada de la línea es de 3,5 km desde casa máquinas a la subestación más cercana ubicada en el centro de Ciudad Quesada.

En el cuadro 46 se muestra el desglose de costos para la subestación y línea de transmisión.

**CUADRO 46. DESGLOSE DE COSTOS DE LA SUBESTACIÓN Y LINEA DE TRASMISIÓN**

Código	Resumen	Total
<b>23A</b>	<b>Subestación y línea de transmisión</b>	<b>\$490.577,50</b>
23A01	Trasformador de potencia	\$214.200,00
23A02	Celda de salida al generador	\$101.150,00
23A05	Línea de transmisión (3,5 km a subestación)	\$97.877,50
23A06	Celda de salida al transformador	\$77.350,00

**Resumen de costos de construcción**

Los costos del proyecto se estimaron de acuerdo con rendimientos, densidades y costos unitarios proporcionados por la empresa Edificadora Beta.

Las obras de montaje electromecánico y tubería de presión son las obras de mayor costo, sumados representan un 54,09% del costo total de construcción.

En el cuadro 47 se resumen los costos de construcción del proyecto.

**CUADRO 47. RESUMEN DE COSTOS CONSTRUCTIVOS DEL PROYECTO HIDROELÉCTRICO PEJE 4MW**

Código	Actividad	Monto	Porcentaje
<b>A</b>	<b>Total de costos de construcción</b>	<b>\$9.305.804,38</b>	<b>100,00%</b>
1A	Obras preliminares	\$147.468,10	1,58%
2A	Instalaciones provisionales	\$94.614,10	1,02%
3A	Camino público 2 km	\$68.460,60	0,74%
4A	Camino interno 1.8 km	\$224.183,94	2,41%
5A	Camino constructivo 1,3 km	\$216.510,39	2,33%
6A	Presa y cuenco Disipador	\$475.096,64	5,11%
7A	Toma y Desgravador	\$267.139,04	2,87%
8A	Descarga de fondo	\$143.063,34	1,54%
9A	Muros de cierre	\$104.014,16	1,12%
10A	Canal de conducción	\$47.562,87	0,51%
11A	Desarenador	\$291.817,44	3,14%
12A	Rápida	\$78.679,00	0,85%
13A	Embalse	\$397.955,36	4,28%
14A	Antecámara	\$575.910,04	6,19%
15A	Obra de vaciado	\$76.507,20	0,82%
19A	Caseta de control	\$24.937,71	0,27%
20A	Tubería de acero	\$2.588.587,32	27,82%
21A	Casa de máquinas	\$396.791,44	4,26%
21A04	Montaje electromecánico	\$2.444.732,40	26,27%
22A	Restitución	\$35.169,01	0,38%
23A	Subestación y línea de transmisión	\$490.577,50	5,27%
24A	Manejos de agua	\$116.026,80	1,25%



El costo de construcción del proyecto es de 9.305.804,38 dólares como se muestra en el cuadro.47, en este monto se incluye la administración del proyecto, utilidades, bodegas, administración de campo, seguridad ocupacional e imprevistos del constructor, los porcentajes para estos rubros no se muestran en este informe por políticas de privacidad de la empresa Edificadora Beta.

## Otros costos

Se incluyen otros costos de construcción, como los montos aproximados del terreno, permisos de construcción, seguros de construcción, conceptualización, gestoría, ingeniería, inspección e imprevistos.

El área necesaria para la construcción de las obras de casa máquinas, tubería a presión, embalse, conducción y toma se estimó en un total de 11,06 hectáreas, con un costo aproximado para esa zona de 3500 colones el metro cuadrado de terreno, en estos costos también se incluyen gastos bancarios y la gerencia del proyecto.

En el cuadro 48 se resume el cierre del presupuesto, donde se estimó un monto total del proyecto de 12.767.240,67 millones de dólares americanos.

Con una capacidad de generación de 4000 MW el costo por Kw instalado es de 3.191,81 dólares americanos.

<b>CUADRO 48. CIERRE DEL PRESUPUESTO PARA EL PROYECTO HIDROELÉCTRICO PEJE 4MW</b>			
<b>ACTIVIDAD</b>		<b>MONTO</b>	<b>PORCENTAJE</b>
<b>A</b>	<b>COSTOS DIRECTOS DE CONSTRUCCIÓN</b>	<b>\$9.305.804,38</b>	<b>72,89%</b>
	1A Obras preliminares	\$147.468,10	1,16%
	2A Instalaciones provisionales	\$94.614,10	0,74%
	3A Caminos públicos 2 km	\$68.460,60	0,54%
	4A Caminos internos 1.8 km	\$224.183,94	1,76%
	5A Caminos constructivos 1,3 km	\$216.510,39	1,70%
	6A Presa y cuenco	\$475.096,64	3,72%
	7A Toma y desgravador	\$267.139,04	2,09%
	8A Descarga de fondo	\$143.063,34	1,12%
	9A Muros de cierre	\$104.014,16	0,81%
	10A Canal de conducción	\$47.562,87	0,37%
	11A Desarenador	\$291.817,44	2,29%
	12A Rápida	\$78.679,00	0,62%
	13A Embalse	\$397.955,36	3,12%
	14A Antecámara	\$575.910,04	4,51%
	15A Obra de vaciado	\$76.507,20	0,60%
	19A Caseta de control	\$24.937,71	0,20%
	20A Tubería de acero	\$2.588.587,32	20,28%
	21A Casa de máquinas	\$396.791,44	3,11%
	21A04 Montaje electromecánico	\$2.444.732,40	19,15%
	22A Restitución	\$35.169,01	0,28%
	23A Subestación y línea de transmisión	\$490.577,50	3,84%
	24A Manejos de agua	\$116.026,80	0,91%
<b>B</b>	<b>OTROS COSTOS DE CONSTRUCCIÓN</b>	<b>\$1.747.443,95</b>	<b>13,69%</b>
	Imprevistos (6,5%)	\$604.877,28	4,74%
	Permisos de Construcción (1%)	\$93.058,04	0,73%
	Seguros de Construcción	\$118.928,18	0,93%
	Conceptualización, Gestoría, Ingeniería e Inspección	\$930.580,44	7,29%
	<b>COSTO TOTAL DE CONSTRUCCIÓN (A + B)</b>	<b>\$11.053.248,32</b>	<b>86,58%</b>
<b>C</b>	<b>TERRENOS (11,60 HECTAREAS)</b>	<b>\$719.200,00</b>	<b>5,63%</b>
<b>D</b>	<b>OTROS COSTOS</b>	<b>\$994.792,35</b>	<b>7,79%</b>
	Gastos Bancarios y legales	\$773.727,38	6,06%
	Gerencia de proyecto	\$221.064,97	1,73%
<b>E</b>	<b>COSTO TOTAL DEL PROYECTO (A+B+C+D)</b>	<b>\$12.767.240,67</b>	<b>100,00%</b>
	<b>Kw instalados</b>	<b>4000,00 Kw</b>	
	<b>Costo por Kw instalado (US\$)</b>	<b>3.191,81</b>	

# Generación del proyecto

En el apartado del diseño básico se determinó que la potencia de generación del proyecto es de 4000 Kw (4 MW), definido y limitado por el área de terreno para la construcción del embalse.

Como mínimo se debe garantizar la generación a máxima potencia en las horas punta definidas de 10:00a.m a 12:30p.m y de 5:30p.m a 8:00p.m, dando un total de 5 horas.

Sin embargo hay meses donde el caudal derivado permite que se pueda generar a una determinada potencia sin utilizar por completo la capacidad del embalse requerida para generar a las horas punta ó máxima generación.

Estas etapas de generación se conocen como periodos fuera de punta, donde se incluye el periodo de valle y periodo de noche, el periodo de valle se define a las horas de 6:15a.m a 10:00a.m y de 12:45p.m a 5:30p.m, el periodo de noche va de las horas de 12:15a.m a 6:00a.m y de 8:15p.m a 12:00a.m.

La Autoridad Reguladora de los Servicios Públicos (ARESEP) establece tarifas por energía y potencia desglosados en las horas punta, y fuera de punta.

Realizando un ejercicio en el cual se modela la generación del proyecto hidroeléctrico Peje, con la capacidad de almacenamiento diseñada para el embalse y utilizando como disponible los caudales promedios para todos los meses del año, se estima un despacho de energía probable para cada mes.

En la siguiente figura se muestra la curva de Generación y Comportamiento del volumen del embalse para un día típico de hidrología promedio para el mes de noviembre.

En la figura 10 se muestra que el caudal promedio del Peje para el mes de Noviembre corresponde a 2,33 m<sup>3</sup>/s, siendo este el mes de mayor caudal en el Río Peje.

En la figura 14, para el periodo de noche la generación es de 3000 Kw, en valle de 4000 Kw y en punta de 4000 Kw, se genera casi a máxima capacidad para todo el día, al finalizar la generación, cerca de las 12:00am (24:00 horas) el nivel de embalse a llegado a un nivel de aproximadamente 23,500.00 m<sup>3</sup>, el mínimo que requiere para iniciar el siguiente periodo de generación.

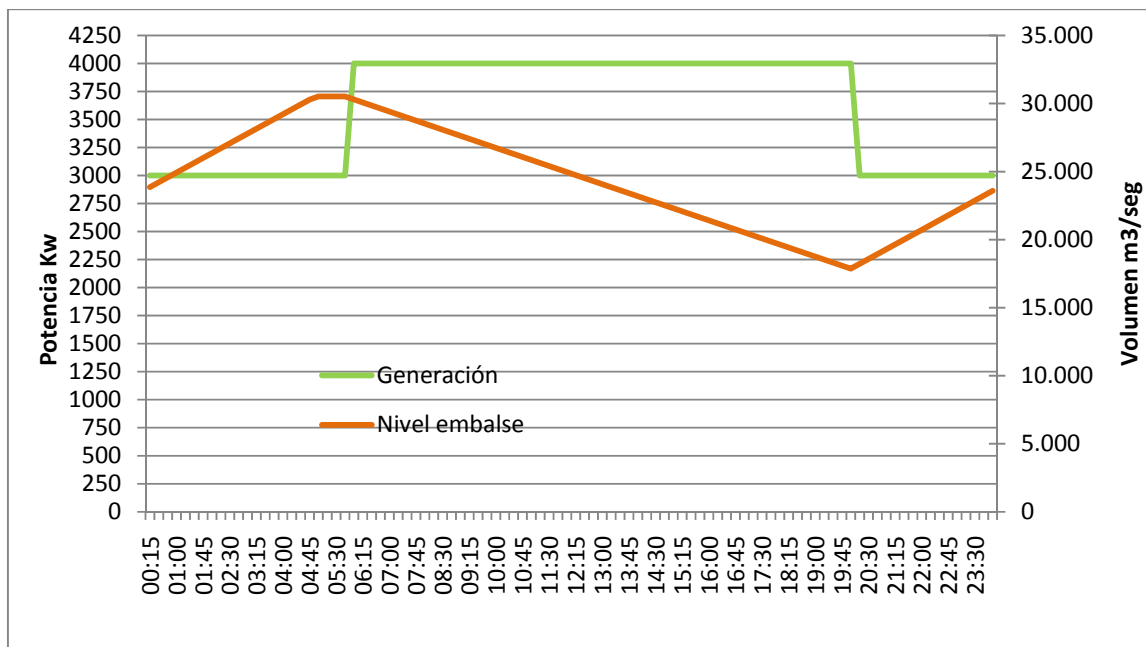


Figura 14. Generación y comportamiento del volumen del embalse para un día típico del mes de noviembre.

La figura 15 muestra la curva de Generación y Comportamiento del volumen del embalse

para un día típico de hidrología promedio del mes de julio.

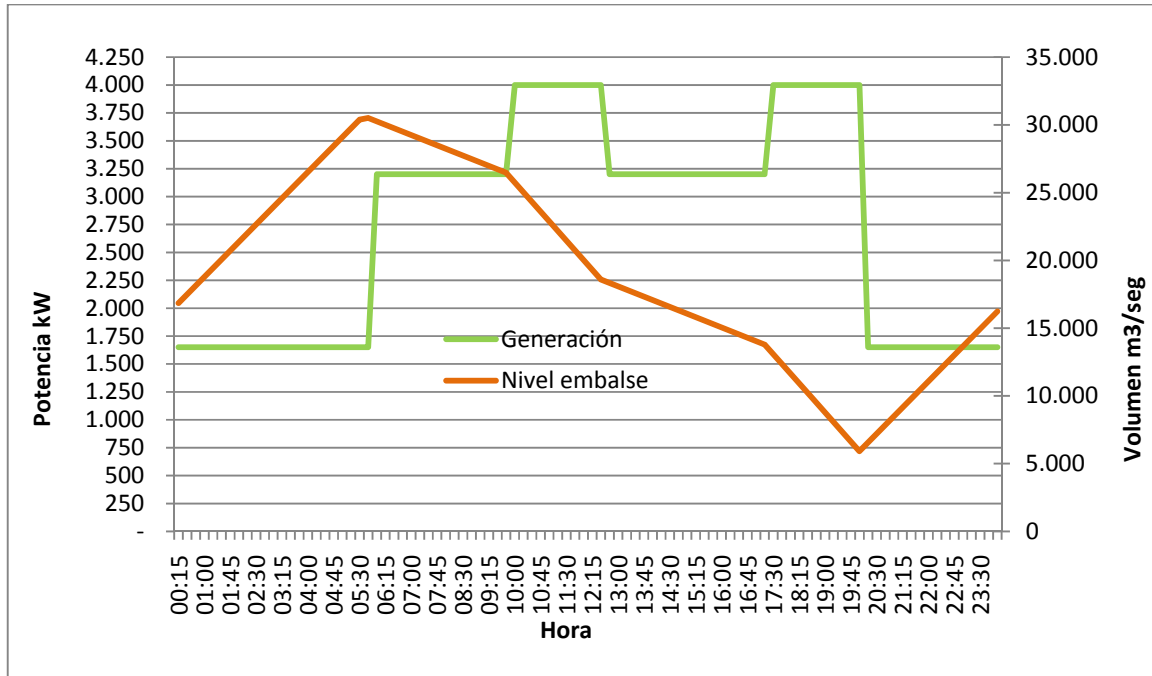


Figura 15. Generación y comportamiento del volumen del embalse para un día típico del mes de julio

Para el mes de noviembre el caudal promedio mensual es de 2.33 m<sup>3</sup>/s como se muestra en la figura 9, siendo un 30% mayor el caudal correspondiente al mes de julio. En la figura 15, se presentan los tres periodos de generación, en el periodo de noche se genera a una capacidad de 1650 Kw, en el de valle a 3200 Kw y en punta a 4000 Kw, permitiendo una recuperación del nivel de embalse para el ciclo siguiente. La potencia de generación en este mes es menor a la producida

en el mes de noviembre, debido a que el caudal promedio mensual de noviembre es mayor al de julio.

El mes más crítico en cuanto a generación es abril, según la figura 10 el caudal promedio mensual corresponde a un valor de 0,54 m<sup>3</sup>/s, siendo el mes con el caudal más seco del Peje, la siguiente figura muestra la distribución de la generación y comportamiento del nivel de embalse para el mes de abril.

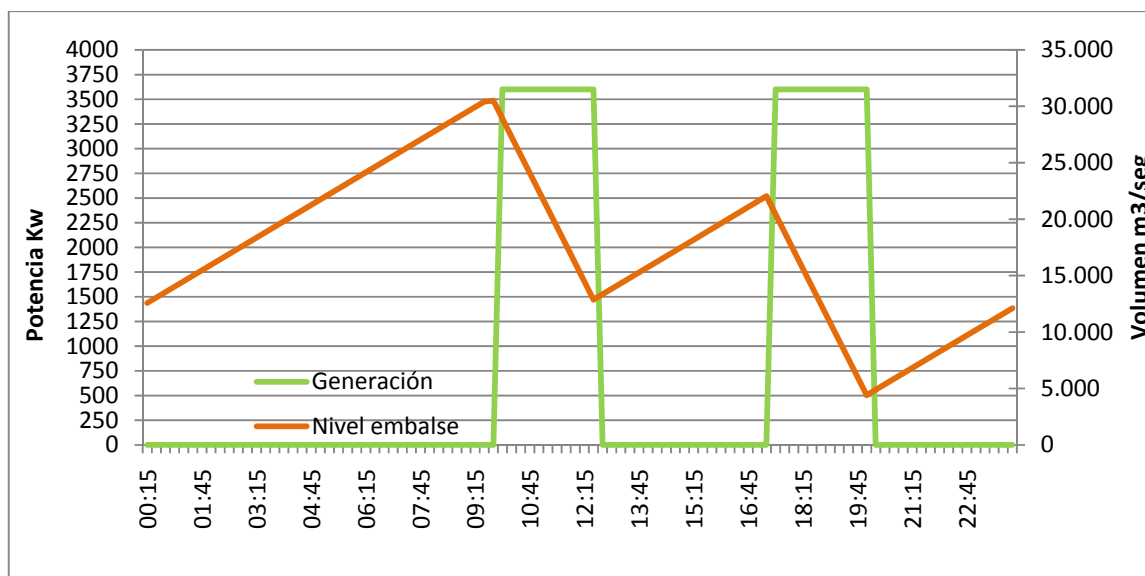


Figura 16. Generación y comportamiento del volumen del embalse para un día típico del mes de Abril

La generación para el mes de abril se da solo para el periodo punta, el caudal promedio del mes de abril no es suficiente para generar en otros periodos fuera de punta, inclusive, no logra la máxima potencia en punta de 4000 Kw, alcanzando solamente una potencia de generación de 3600 Kw.

En el apéndice 20 se muestra la generación y comportamiento del embalse para distintos meses del año.

El cuadro siguiente muestra un resumen de la potencia de generación para un año hidrológico promedio.

<b>CUADRO 49. POTENCIA DE GENERACIÓN PARA UN AÑO HIDROLÓGICO PROMEDIO</b>			
Mes	Periodo Generación		
	KW Punta	KW Valle	KW Noche
Enero	4.000,00	2.200,00	500,00
Febrero	4.000,00	1.450,00	0,00
Marzo	4.000,00	200,00	0,00
Abril	3.600,00	0,00	0,00
Mayo	4.000,00	700,00	0,00
Junio	4.000,00	2350,00	0,00
Julio	4.000,00	3.200,00	1.650,00
Agosto	4.000,00	4.000,00	2.000,00
Septiembre	4.000,00	4.000,00	2.200,00
Octubre	4.000,00	4.000,00	2.850,00
Noviembre	4.000,00	4.000,00	3.000,00
Diciembre	4.000,00	4.000,00	2.000,00

En la cuadro 49, los meses de máxima potencia de generación son los meses de agosto, setiembre, octubre y noviembre, correspondientes a los periodos de mayor caudal de la cuenca del Peje. Abril y marzo son los meses de menor generación.

En el Cuadro 50 se resume la producción de energía para un año hidrológico promedio. La producción de energía para el intervalo de meses de enero a junio no superan el 10% del total anual, pero, de julio a diciembre la producción

de energía es mayor al 10% del total anual, abril corresponde al mes de menor producción

energética con 2,93%

<b>CUADRO 50. PRODUCCIÓN DE ENERGÍA EN KILOWATT HORA PARA UN AÑO HIDROLÓGICO PROMEDIO</b>					
<b>Mes</b>	<b>Periodo Generación</b>			<b>Total (Kwh)</b>	<b>Porcentaje</b>
	<b>Punta (Kwh)</b>	<b>Valle (Kwh)</b>	<b>Noche (Kwh)</b>		
Enero	682.000,00	596.750,00	151.125,00	1.429.875,00	7,06%
Febrero	616.000,00	355.250,00	0,00	971.250,00	4,80%
Marzo	682.000,00	54.250,00	0,00	736.250,00	3,64%
Abril	594.000,00	0,00	0,00	594.000,00	2,93%
Mayo	682.000,00	189.875,00	0,00	871.875,00	4,31%
Junio	660.000,00	616.875,00	0,00	1.276.875,00	6,31%
Julio	682.000,00	868.000,00	498.712,50	2.048.712,50	10,12%
Agosto	682.000,00	1.085.000,00	604.500,00	2.371.500,00	11,72%
Septiembre	660.000,00	1.050.000,00	643.500,00	2.353.500,00	11,63%
Octubre	682.000,00	1.085.000,00	861.412,50	2.628.412,50	12,99%
Noviembre	660.000,00	1.050.000,00	877.500,00	2.587.500,00	12,78%
Diciembre	682.000,00	1.085.000,00	604.500,00	2.371.500,00	11,72%
<b>Total</b>				<b>20.241.250,00</b>	<b>100,00%</b>

## Factor de planta

El factor de planta para un año promedio hidrológico equivale a 0,60, y se obtiene

dividiendo la energía generada entre lo que produciría a máxima capacidad, el resultado se resume en el siguiente cuadro.

<b>CUADRO 51. FACTOR DE PLANTA PROMEDIO PARA EL PROYECTO HIDROELÉCTRICO PEJE DE 4 MW POTENCIA</b>			
<b>Mes</b>	<b>Energía generada (kwh)</b>	<b>Capacidad máxima (Kwh)</b>	<b>Factor de Planta</b>
Enero	1.429.875,00	2.855.516,64	0,50
Febrero	971.250,00	2.579.176,32	0,38
Marzo	736.250,00	2.855.516,64	0,26
Abril	594.000,00	2.763.403,20	0,21
Mayo	871.875,00	2.855.516,64	0,31
Junio	1.276.875,00	2.763.403,20	0,46
Julio	2.048.712,50	2.855.516,64	0,72
Agosto	2.371.500,00	2.855.516,64	0,83
Septiembre	2.353.500,00	2.763.403,20	0,85
Octubre	2.628.412,50	2.855.516,64	0,92
Noviembre	2.587.500,00	2.763.403,20	0,94
Diciembre	2.371.500,00	2.855.516,64	0,83
<b>Total /Promedio</b>	<b>20.241.250,00</b>	<b>33.621.405,60</b>	<b>0,60</b>

# Ingresos y rentabilidad del proyecto

La tarifa que se aplica para las compras de energía eléctrica del ICE a los generadores privados la fija la Autoridad Reguladora de los Servicios Públicos (ARESEP), en el anexo 1 se muestran las tarifas vigentes de la ARESEP

En el cuadro 53 se muestra los ingresos por producción de energía.

## Estimación de ingresos y costos de operación

Con una capacidad instalada de 4000 Kw y una producción de energía anual promedio de 20.241.250,00 Kwh mostrada en el cuadro 50, se hace la estimación de los ingresos por año que puede generar el proyecto hidroeléctrico, así como los costos de operación y mantenimiento.

<b>CUADRO 53. INGRESOS POR PRODUCCIÓN DE ENERGÍA PARA UN AÑO PROMEDIO HIDROLÓGICO</b>				
<b>Mes</b>	<b>Periodo de producción energía</b>			<b>Total</b>
	<b>Punta</b>	<b>Valle</b>	<b>Noche</b>	
Enero	\$38.485,26	\$32.821,25	\$8.311,88	\$79.618,39
Febrero	\$34.760,88	\$19.538,75	\$0,00	\$54.299,63
Marzo	\$38.485,26	\$2.983,75	\$0,00	\$41.469,01
Abril	\$33.519,42	\$0,00	\$0,00	\$33.519,42
Mayo	\$38.485,26	\$10.443,13	\$0,00	\$48.928,39
Junio	\$37.243,80	\$33.928,13	\$0,00	\$71.171,93
Julio	\$38.485,26	\$47.740,00	\$27.429,19	\$113.654,45
Agosto	\$38.485,26	\$59.675,00	\$33.247,50	\$131.407,76
Septiembre	\$35.356,20	\$31.500,00	\$19.305,00	\$86.161,20
Octubre	\$36.534,74	\$32.550,00	\$25.842,38	\$94.927,12
Noviembre	\$35.356,20	\$31.500,00	\$26.325,00	\$93.181,20
Diciembre	\$36.534,74	\$32.550,00	\$18.135,00	\$87.219,74
<b>Total</b>				<b>\$935.558,22</b>

En el cuadro 53, se muestra que el ingreso total por producción de energía corresponde a 935.558,22 dólares.

En el cuadro 54 se estiman los ingresos por potencia de generación, con un total de

327.227,84 dólares, los ingresos son mayores en los meses de enero a agosto, debido a una tarifa más alta por encontrarse en el periodo seco.

<b>CUADRO 54. INGRESOS POR POTENCIA PARA UN AÑO PROMEDIO HIDROLÓGICO</b>				
<b>Mes</b>	<b>Periodo Generación</b>			<b>Total</b>
	<b>Punta</b>	<b>Valle</b>	<b>Noche</b>	
Enero	\$34.071,60	\$5.219,53	\$1.318,06	\$40.609,19
Febrero	\$34.071,60	\$3.440,14	\$0,00	\$37.511,74
Marzo	\$34.071,60	\$474,50	\$0,00	\$34.546,10
Abril	\$30.664,44	\$0,00	\$0,00	\$30.664,44
Mayo	\$34.071,60	\$1.660,76	\$0,00	\$35.732,36
Junio	\$34.071,60	\$5.575,40	\$0,00	\$39.647,00
Julio	\$34.071,60	\$7.592,04	\$4.349,61	\$46.013,25
Agosto	\$34.071,60	\$9.490,05	\$5.272,25	\$48.833,90
Septiembre	\$3.416,50	\$0,57	\$0,35	\$3.417,42
Octubre	\$3.416,50	\$0,57	\$0,45	\$3.417,52
Noviembre	\$3.416,50	\$0,57	\$0,47	\$3.417,54
Diciembre	\$3.416,50	\$0,57	\$0,32	\$3.417,38
<b>Total</b>				<b>\$327.227,85</b>

Los ingresos totales por generación del proyecto corresponden a la suma de los ingresos por producción de energía en un año promedio hidrológico más los ingresos por potencia de un año promedio hidrológico, en el cuadro 55 se

estima los ingresos por potencia y energía para un año promedio hidrológico.

<b>CUADRO 55. INGRESOS POR GENERACIÓN PARA UN AÑO PROMEDIO HIDROLÓGICO</b>			
<b>Mes</b>	<b>Ingresos por Potencia</b>	<b>Ingresos por Energía</b>	<b>Total</b>
Enero	\$40.609,19	\$79.618,39	\$120.227,58
Febrero	\$37.511,74	\$54.299,63	\$91.811,37
Marzo	\$34.546,10	\$41.469,01	\$76.015,11
Abril	\$30.664,44	\$33.519,42	\$64.183,86
Mayo	\$35.732,36	\$48.928,39	\$84.660,74
Junio	\$39.647,00	\$71.171,93	\$110.818,93
Julio	\$46.013,25	\$113.654,45	\$159.667,69
Agosto	\$48.833,90	\$131.407,76	\$180.241,66
Septiembre	\$3.417,42	\$86.161,20	\$89.578,62
Octubre	\$3.417,52	\$94.927,12	\$98.344,63
Noviembre	\$3.417,54	\$93.181,20	\$96.598,74
Diciembre	\$3.417,38	\$87.219,74	\$90.637,12
<b>Total</b>			<b>\$1.262.786,06</b>



El ingreso promedio para un año hidrológico según el cuadro 55 es de 1.262.786,06 dólares.

Los costos de operación y mantenimiento para el proyecto se estiman en un 10% de los ingresos anuales por generación, siendo un porcentaje ya definido por la empresa Hidro Mantenimiento S.A, en estos costos se incluyen el personal operativo de la planta, personal de mantenimiento, herramientas y equipo usado para el mantenimiento y reparaciones de la planta, en el

cuadro 56 se estima los costos por operación y mantenimiento del proyecto.

<b>CUADRO 56. COSTOS DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO PARA UN AÑO PROMEDIO HIDROLÓGICO</b>		
<b>Mes</b>	<b>Total</b>	<b>Costos operación y mantenimiento (10%)</b>
Enero	\$120.227,58	\$12.022,76
Febrero	\$91.811,37	\$9.181,14
Marzo	\$76.015,11	\$7.601,51
Abril	\$64.183,86	\$6.418,39
Mayo	\$84.660,74	\$8.466,07
Junio	\$110.818,93	\$11.081,89
Julio	\$159.667,69	\$15.966,77
Agosto	\$180.241,66	\$18.024,17
Septiembre	\$89.578,62	\$8.957,86
Octubre	\$98.344,63	\$9.834,46
Noviembre	\$96.598,74	\$9.659,87
Diciembre	\$90.637,12	\$9.063,71
<b>Total</b>	<b>\$1.262.786,06</b>	<b>\$126.278,61</b>

El monto de costos de operación y mantenimiento mostrado en el cuadro 56 es de 126.278,61 dólares para un año promedio hidrológico, obtenido del 10% de los ingresos por ventas de generación.

plazo de 15 años y un financiamiento bancario del 80% del costo total del proyecto.

## **Inversión y financiamiento bancario**

Para el análisis de la rentabilidad del proyecto hidroeléctrico Peje con una generación de 4000 Kw de capacidad máxima, se estima el valor actual neto (VAN) y la tasa interna de retorno (TIR). La inversión inicial del proyecto se muestra en el cuadro 57. El proyecto se construirá con un con financiamiento suponiendo inicialmente un

<b>CUADRO 57. INVERSIÓN INICIAL DEL PROYECTO HIDROELÉCTRICO</b>		
<b>Código</b>	<b>Actividad</b>	<b>Monto (\$)</b>
<b>A</b>	Costos de construcción	(6.899.356)
<b>A.1</b>	Equipos eléctrico y turbo generador	(2.406.448)
<b>B</b>	Otros costos de construcción	(1.747.444)
<b>C</b>	Terrenos	(719.200)
<b>D</b>	Otros costos	(994.792)
<b>Total</b>		<b>(12.767.241)</b>

En el cuadro 58 se detalla el monto del financiamiento y el monto de la inversión inicial.

<b>CUADRO 58. FINANCIAMIENTO E INVERSIÓN</b>	
<b>Descripción</b>	<b>Monto (\$)</b>
Costo Inicial	(12.767.241,67)
Financiamiento bancario (80%)	(10.213.792,54)
Inversión	(2.553.448,13)

Según el cuadro 58 el préstamo bancario será de 10.213.792,54 dólares y el inversionista deberá aportar un capital de 2.553.448,13 dólares (20% del costo inicial).

En el cuadro 59 se estima la amortización del financiamiento bancario a 12 años plazo y una tasa fija de interés del 8%, con una cota anual de 1.193.273,00 dólares.

<b>CUADRO 59. AMORTIZACIÓN DEL FINANCIAMIENTO PARA 15 AÑOS PLAZO</b>					
<b>Año</b>	<b>principal (\$)</b>	<b>cuota (\$)</b>	<b>Interés 8%(\$)</b>	<b>amortización (\$)</b>	<b>saldo (\$)</b>
1	10,213,793	1,193,273	817,103	376,169	9,837,623
2	9,837,623	1,193,273	787,010	406,263	9,431,360
3	9,431,360	1,193,273	754,509	438,764	8,992,596
4	8,992,596	1,193,273	719,408	473,865	8,518,731
5	8,518,731	1,193,273	681,499	511,774	8,006,957
6	8,006,957	1,193,273	640,557	552,716	7,454,241
7	7,454,241	1,193,273	596,339	596,933	6,857,308
8	6,857,308	1,193,273	548,585	644,688	6,212,619
9	6,212,619	1,193,273	497,010	696,263	5,516,356
10	5,516,356	1,193,273	441,309	751,964	4,764,392
11	4,764,392	1,193,273	381,151	812,121	3,952,271
12	3,952,271	1,193,273	316,182	877,091	3,075,180
13	3,075,180	1,193,273	246,014	947,258	2,127,921
14	2,127,921	1,193,273	170,234	1,023,039	1,104,882
15	1,104,882	1,193,273	88,391	1,104,882	0

La vida útil de los equipos eléctricos y el sistema turbogenerador es de 30 años, de la obra civil se estimará en 50 años, estos valores son estimados y usados en estudios a nivel de pre factibilidad por Edificadora Beta S.A, los cuales serán usados como válidos para este informe.

Partiendo inicialmente de una valoración del proyecto a 25 años, un financiamiento a 15 años plazo y rendimiento mínimo esperado del 10% para los inversionistas, se realiza un flujo de caja donde se considera los ingresos, gastos, depreciación e impuesto de renta (30%) obteniéndose como resultado un valor del VAN negativo de 2.151.902,00 dólares y un TIR del 3,2% mostrado en el cuadro 60. En el apéndice 21 se muestra el flujo de caja.

<b>CUADRO 60. VALORES DEL VAN Y TIR</b>	
Financiamiento( \$)	(10.213.792,54)
Costo Inicial (\$)	(12.767.241)
Inversión (\$)	(2.553.448,13)
<b>VAN (\$)</b>	<b>(2.448.902)</b>
<b>TIR</b>	<b>3.2%</b>

Con un ingreso promedio anual de 1.262.786,00 dólares, la tarifa promedio será de 0,062 dólares por Kwh instalado.

<b>CUADRO 61. INGRESO PARA DIFERENTES TARIFAS PROMEDIO</b>		
<b>Tarifa</b>	<b>Energía anual promedio(Kw)</b>	<b>Promedio anual de ventas(\$)</b>
\$0,062	20.241.250,00	\$1.262.786,06
\$0,070	20.241.250,00	\$1.416.887,50
\$0,075	20.241.250,00	\$1.518.093,75
\$0,080	20.241.250,00	\$1.619.300,00
\$0,085	20.241.250,00	\$1.720.506,25
\$0,090	20.241.250,00	\$1.821.712,50
\$0,095	20.241.250,00	\$1.922.918,75

En el cuadro 61 se estima los ingresos para tarifas promedio mayores a \$0,062, con la finalidad de analizar el proyecto en caso de un aumento tarifario por parte de la ARESEP.

Con las nuevas tarifas mostradas en el cuadro 61 se estima nuevos valores del TIR y VAN, el resumen del cálculo se muestra en el cuadro 62, donde se aprecia que a tarifas mayores a 0,085 dólares por kilowatt hora el proyecto adquiere valores positivos del VAN En el apéndice 21 se encuentra el flujo de caja para cada nueva tarifa promedio para un año hidrológico del río Peje.

<b>CUADRO 62. ESTIMACIÓN DEL VAN Y TIR PARA DIFERENTES TARIFAS DE GENERACIÓN</b>							
<b>Índice</b>	<b>Actual</b>	<b>Aumento tarifario/promedio</b>					
	<b>\$0,062</b>	<b>\$0,070</b>	<b>\$0,075</b>	<b>\$0,080</b>	<b>\$0,085</b>	<b>\$0,090</b>	<b>\$0,095</b>
<b>SECTOR PRIVADO</b>							
Venta anual	\$1.262.786	\$1.416.887	\$1.518.093	\$1.619.300	\$1.720.506	\$1.821.712	\$1.922.918
VAN (25 años)	(\$2.448.902)	(\$1.567.670)	(\$988.920)	(\$410.164)	\$168.586	\$747.336	\$1.326.086
TIR	3,20%	5,50%	7,10%	8,80%	10,50%	12,30%	14,20%

# Análisis de los resultados

El diseño básico realizado para el proyecto hidroeléctrico Peje se basó en las ubicaciones propuestas para las obras más importantes como la presa, toma, embalse y casa máquinas, también en los caudales promedios mensuales facilitados por Edificadora Beta S.A.

En el lugar donde se desarrollará el proyecto el impacto ambiental será mínimo, ya que la zona es típica de agricultura y ganadería, y ha sido modificada en el pasado por la acción del hombre, no hay presencia de bosques maduros, sin embargo la obra de embalse requerirá de grandes movimientos de tierra, siendo la obra que generará un mayor cambio en la geomorfología del lugar. La tubería de presión discurre por terrenos deforestados y usados para fines agrícolas y ganaderos; asimismo el sitio en que se ubicará casa de máquinas.

Para el diseño de la presa se estimó usar una presa de gravedad que funciona como vertedor, se analizaron 2 tipos de vertedores, de acuerdo a un análisis de la posible avenida máxima en un periodo de 100 años hasta el sitio de toma, se seleccionó la que consumirá menos recursos económicos, en este caso es la presa vertedora tipo Creager que en comparación con la de cresta circular tiene un radio menor y necesita de un ancho menor para su construcción (ver cuadro 5 y 6), de acuerdo con cuadro 6 para la presa de tipo Creager la altura del paramento es de 1,40 metros, sin embargo en la propuesta de diseño se llega a una altura de 2,00 metros (ver apéndice 3), debido a que aguas arriba de la presa se produce acumulación de sedimentos.

Para la obra de toma se hizo un diseño hidráulico del orificio en condiciones siempre sumergidas, el área mínima del orificio es de  $0,94 \text{ m}^2$  y un caudal a derivar de  $2,480 \text{ m}^3/\text{s}$  según el cuadro 7, siendo este caudal un poco mayor al del promedio mensual de más caudal, que para el Río Peje corresponde al mes de noviembre con un caudal promedio mensual de  $2,408 \text{ m}^3/\text{s}$ . En caso de grandes avenidas del Río Peje se cerraran las compuertas en la toma, vertiendo el

agua por encima de la cresta de la presa vertedora y por las compuertas de la obra de descarga de fondo que es parte de la presa vertedora.

La toma llevará un orificio para un caudal de rebose y será restituído en el Río Peje, el valor del caudal de rebose se estimó en  $0,08 \text{ m}^3/\text{s}$  (80 L/s), equivalente al 5% del caudal promedio anual, no se estimó un 10% del caudal de rebose debido a que se consideró que los afluentes que llegan al Río Peje entre el tramo de toma a casa máquinas tienen un aporte mayor o igual al 5% del caudal promedio anual.

Una vez que el caudal ha sido derivado por la toma es conducido hasta el desarenador. El desarenador se diseñó con el caudal a turbinar, se basó en un diámetro probable de partícula según la caída del sistema y una velocidad de partícula en el flujo, la profundidad inicial que tendrá el desarenador es de 1,8 metros y una profundidad final de 2,10 metros para una longitud total de 20,00 metros según cuadros 16 y 17, este diseño garantizará que las partículas mayores a 0,60 mm (Ver cuadro 13) se sedimenten en el tanque y no sean arrastrado hasta el embalse sedimentándolo.

La conducción hasta el embalse se diseñó como un caudal trapezoidal revestido en concreto, su sección se estimó utilizando el software HCANALES V.3 (ver figura 12), el tirante del canal da un valor 0,89 metros, un espejo de agua de 2,97 metros y un flujo lento, la longitud necesaria de canal de conducción es de 28 metros hasta la rápida del embalse, este diseño es apropiado para evitar velocidades críticas en la conducción que pueden provocar turbulencias no deseadas en la entrada al embalse.

La generación del proyecto es de 4 MW y el caudal a turbinar (Caudal de diseño) tendrá un valor de  $2,47 \text{ m}^3/\text{s}$  según cuadro 12.

La generación del proyecto es limitada por condiciones topográficas, el terreno seleccionado para el embalse es ideal por su topografía para realizar su construcción, sin embargo su área está limitada por el mismo Río Peje al norte y por las

obras de construcción de la carretera San Carlos-San Ramón al sur (Ver apéndice 16).

Esta limitación de área no permite que se pueda extender a una mayor capacidad de almacenamiento con el fin de poder obtener un mayor caudal a turbinar y una mayor generación, la capacidad máxima del embalse será de 30.510,00 m<sup>3</sup> según cuadro 20, y se definió por los 4 meses más secos de la cuenca en estudio (ver cuadro 19) y el caudal a turbinar, garantizando que se pueda generar a máxima potencia en un lapso de tiempo.

El nivel máximo del embalse se definió en la cota 543,50 msnm, 50 cm por debajo del nivel de ubicación del orificio de toma, la diferencia de niveles garantiza que el agua no se devuelva o se acumule.

El nivel de abatimiento definido para el embalse es de 5 metros de profundidad, un valor mínimo para obtener la capacidad de almacenamiento necesaria en el embalse.

La ubicación de casa máquinas y el embalse definen la caída bruta del sistema, sin embargo en el tramo de tubería se tiene pérdidas por fricción, en los 1694,68 metros que tiene la tubería de presión se estimó pérdidas por fricción de 10,41 metros columna de agua como se muestra en el cuadro 24, las pérdidas por fricción fueron las únicas pérdidas analizadas en este informe ya que son las de mayor consideración por la extensa longitud de la tubería forzada.

La tubería será en acero, y se propusieron dos diámetros según cuadro 23, del tramo 0+000 a 0+830 un diámetro de 1,05 metros y del tramo 0+830 a 1+660 un diámetro de 1,00 metros (ver apéndice 10), para una longitud de cada tramo de 847,34 metros, esta reducción en los diámetros se hizo con la finalidad de reducir costos en material y son producto de iterar diámetros aumentando la velocidad en el conducto de tubería y manteniendo el caudal a turbinar constante dando como resultado una disminución de diámetros.

El trazado de la tubería a presión se realizó de una manera donde el movimiento de tierra y bote de escombros sean mínimos, aunque esto implicó una mayor longitud de tubería y más cambios de dirección de ésta.

Será necesario hacer 20 cambios de dirección de la tubería para llegar hasta casa máquinas (ver apéndice 10 y 16)

En estos 20 puntos de cambio de dirección es necesario diseñar bloques masivos o bloques de anclaje de concreto para evitar que las fuerzas

de empuje del agua en el conducto de tubería provoquen fallos en la estructura o desplazamientos no deseados, los bloques de anclaje cumplen la función principal de pasar estos esfuerzos al terreno. El volumen total de concreto que se necesita para los 20 puntos de cambio de dirección es de 691,00 m<sup>3</sup> según cuadro 27.

Los espesores de la tubería son variables, según el cuadro 25, conforme aumenta la carga hidráulica del sistema, aumenta el espesor de la tubería para soportar esa carga, estos espesores de tubería se ajustaron a espesores comerciales como se muestra en el cuadro 26.

Al igual que el canal de conducción, el canal de restitución se diseñó mediante el software HCANALES V.3 (ver figura 13), proponiendo un canal trapezoidal con una pendiente de 0,1% ,una rugosidad de 0,014, un ancho de solera y talud con un valor de 1,50 metros cada uno y introduciendo el caudal a turbinar el programa propone un tirante de 0,71 metros y un espejo de agua de 3,65 metros, estableciéndolo en el rango de flujo lento, este diseño garantiza bajas velocidades en el canal para que la transición al cauce del Río Peje no sea turbulenta.

El monto total del presupuesto se estimó en 12.672.240,67 dólares, con un precio por kilowatt instalado de 3.191,81 dólares según el cuadro 48, los elementos más pesados en cuanto a costo son el montaje electromecánico y la construcción de la tubería forzada, según el cuadro 47 sumados representa el 54,09% del costo constructivo y un 39,43% del costo total del proyecto según cuadro 48, los costos del montaje electromecánico se estimaron con un precio unitario por kilowatt instalado y la tubería forzada por un precio unitario de kilogramo de acero, estos costos unitarios fueron definidos por Edificadora Beta. En estos proyectos de generación las obras de acceso son de mucha importancia y de gran valor económico ya que la magnitud del proyecto requiere tener acceso a ciertas obras de importancia para el traslado de personal y equipo para el mantenimiento de la planta.

El rubro por caminos de acceso es de 509.154,93 dólares, incluyendo mantenimiento de caminos públicos, caminos internos y caminos constructivos, representando un 3,98% del costo total del proyecto.

Utilizando algunas obras como antecámara, rápida, descarga de fondo, muros de cierre, caseta de control y casa máquinas de otros

proyectos diseñados y construidos por Edificadora Beta en el pasado, se ajustan al diseño hidráulico para efectos de presupuesto y con los estimados en el diseño básico se estima el costo de las obras constructivas que tienen un valor de 9.305.804,38 dólares, y representa el 72,89% del costo total del proyecto según cuadro 48.

En el costo de casa máquinas se incluye la construcción de un dique de aproximadamente 50 metros de longitud que servirá de protección en caso de avenidas del Peje, ya que no hay una topografía adecuada aguas abajo del desfogue y estudio de los afluentes que desembocan en el Peje.

El costo por compra del terreno equivale a un monto de 719.200,00 dólares, representando un 5,63% del costo total del proyecto según cuadro 48, estos costos del terreno se estimaron a un precio por metro cuadrado de aproximadamente 3500 cólonos, obtenido consultando precios de terrenos en zonas cercanas al desarrollo del proyecto.

Los costos por permisos, imprevistos e ingeniería pertenecientes al rubro de otros costos equivalen a un monto de 1.747.443,95 dólares representando un 13,69% del costo total del proyecto mostrado en la tabla 48, estos costos de trámites, ingeniería e inspección son necesarios para el adecuado manejo del proceso constructivo.

El proyecto incurre en otros gastos como los trámites bancarios y la gerencia del proyecto que tiene un valor de 994.792,35 dólares, equivalente al 7,79% del costo total del proyecto según cuadro 48.

Para la estimación de la producción de energía se realizó un ejercicio con la capacidad del embalse y los caudales promedios mensuales estimando un despacho de energía del proyecto, el embalse se diseño garantizando que como mínimo se genere a máxima potencia en horas punta, en el cuadro 49 se muestra que el proyecto trabaja casi al 100% de su máxima potencia en el periodo punta, sin embargo también le permite generar en periodos fuera de punta como valle y noche. En el cuadro 50 se muestra la producción de energía para un año promedio hidrológico con una producción total de energía de 20.241.250,00 Kwh (20,24GWh).

Si la planta trabajara siempre a su mayor capacidad, el despacho de energía para un año promedio hidrológico sería de 33.621.405,60 Kwh (33,62 GWh) obteniéndose un factor de planta de 0,60 como se muestra en el cuadro 51, esto indica

que en un año promedio el proyecto generará al 60% de su máxima potencia. El mes de noviembre tiene un factor de planta superior al 0,90, indicando que en este mes se trabajará casi a su máxima capacidad, de lo contrario sucede en el mes de abril, donde el factor de planta es de aproximadamente una cuarta parte de su máxima capacidad, debido a que el caudal promedio mensual del Río Peje en el mes de abril corresponde al más bajo del año.

Los ingresos totales del proyecto por potencia y despacho de energía en un año hidrológico promedio equivalen a 1.262.786,06 dólares, donde el mes con mayor ingreso es agosto según el cuadro 55, este mes no representa el de mayor producción de energía, pero se encuentra en el periodo de mayor demanda (de Enero a Agosto) donde la tarifa aprobada por la ARESEP tiene un mayor precio, mientras que el mes donde se perciben ingresos menores es abril con un monto de 64.183,86 dólares, estos bajos ingresos se deben a que en este mes su caudal promedio mensual es el más bajo del Río Peje.

Los costos de operación y mantenimiento se estimaron en un 10% de los ingresos por ventas de energía, este porcentaje está definido en base a la experiencia que tiene la empresa Hidro Mantenimiento S.A en la operación y mantenimiento de proyectos hidroeléctricos, el costo equivale a 126.278,61 dólares para un año promedio.

Considerando la depreciación de equipos importantes como los sistemas eléctricos y turbo generador del proyecto, así como la depreciación de la obra civil se estima un flujo de caja del proyecto, proyectado a 25 años (Un proyecto hidroeléctrico puede mantenerse en funcionamiento más de 40 años) y financiado a 15 años con un 80% del costo total del proyecto, y suponiendo que los inversionistas esperan un rendimiento mínimo del 10% de su inversión se calcula el valor actual neto (VAN) con un valor negativo de 2.448.902,00 dólares según cuadro 60, lo que indica que el proyecto no es rentable debido a las tarifas actualmente vigentes de la ARESEP, y un valor del TIR muy bajo del 3,20%, siendo esto el rendimiento que generará los flujos futuros de efectivo sobre la inversión hecha.

La tarifa promedio anual corresponde a \$0,062/Kw instalado, en el cuadro 61 para tarifas mayores a la actual se estima nuevos ingresos por ventas de generación, esto con la finalidad de

analizar el proyecto si se diera un aumento en la tarifa promedio por parte de la ARESEP, en el cuadro 62 se estima el VAN y TIR para las nuevas tarifas. Si se diera un aumento tarifario promedio mayor a \$0,085/Kw el proyecto sería aceptable o rentable, ya que tendría un valor actual neto (VAN) superior a cero.

# Conclusiones

- La ubicación de las obras de casa máquinas, embalse y presa definen la magnitud y ubicación de las obras complementarias como canal de conducción, tubería a presión, toma, desarenador y canal de restitución.
- El impacto ambiental será mínimo en la zona donde se desarrollará el proyecto, debido a que los terrenos ya han sido alterados por la acción del hombre, sin embargo, el embalse provocará un cambio importante en la geomorfología de la zona.
- La presa vertedora del proyecto será la de tipo Creager, ya que la presa vertedora de cresta circular requiere de una mayor cantidad recursos agregando un mayor costo al proyecto.
- El terreno donde se hará la obra del embalse es ideal en cuanto a condiciones topográficas para su construcción, pero limita la generación del proyecto a 4000 Kw.
- La tubería forzada y el montaje electromecánico son las obras que generarán una mayor inversión en el proyecto.
- El diseño del embalse propuesto garantiza la generación a máxima capacidad en los periodos punta para todos los meses del año excepto para el mes de abril por su bajo caudal.
- El proyecto generará a filo agua con máxima capacidad cuando el caudal de entrada al embalse sea igual al caudal a turbinar.
- Con el análisis de generación para cada mes del año se garantiza un análisis más realista de la posible producción de energía e ingresos en un año promedio hidrológico.
- En el periodo de invierno se garantiza que no solo se producirá energía en periodos punta, sino que también lo hará en periodo valle y noche.
- El proyecto no es rentable para el inversionista desde la evaluación planteada en este informe y con las tarifas actuales de la ARESEP.



# Recomendaciones

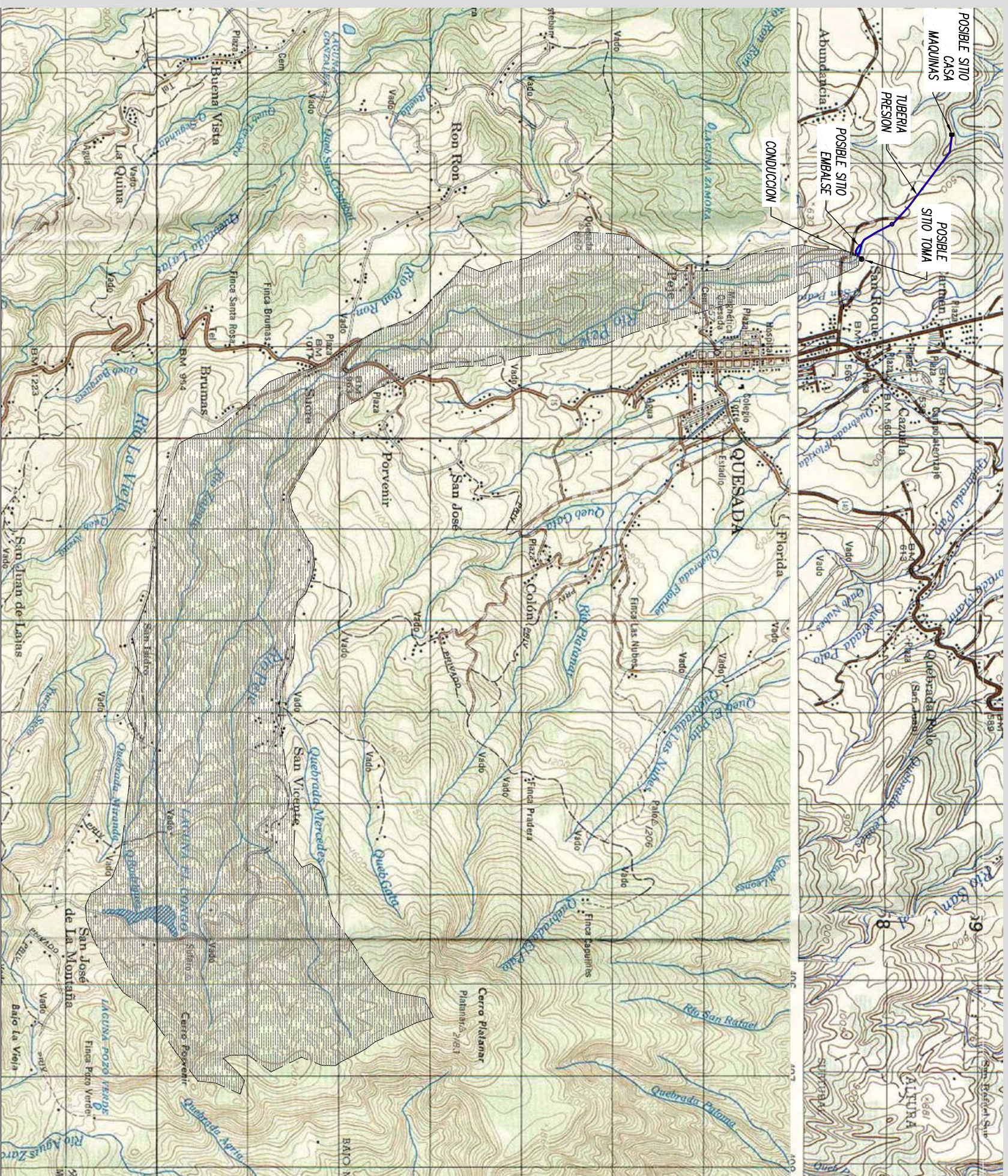
- Estimar el uso de una tubería en GRP y compararla contra la tubería de acero analizando la opción más económica para reducir costos.
- Realizar un análisis para estimar la avenida máxima en casa máquinas y descartar la posibilidad de inundación en la sala de máquinas.
- Se recomienda realizar un análisis de caudales de los afluentes que aportan caudal al Río Peje entre casa máquinas y toma para analizar un caudal de rebose óptimo del proyecto.
- Optimizar el trazado de la tubería forzada para disminuir los cambios de dirección reduciendo el volumen total de concreto a usar en los bloques de anclaje, garantizando una reducción de costos.
- Hacer un análisis de la cuenca del Río San Pedro para construir otra toma y derivar el nuevo caudal al embalse del Peje, incrementando la generación de proyecto.
- Realizar otros análisis de tipos de presas vertedoras seleccionando la que requiera de menores recursos económicos.
- Hacer un análisis más detallado del sitio seleccionado para la construcción del embalse, con la finalidad de darle mayor capacidad de almacenamiento y garantizar el 100% de la generación en punta para todo el año.
- Se recomienda mantener un control del comportamiento del embalse en los periodos de generación para garantizar la recuperación de sus niveles normales de operación en los siguientes ciclos de generación.
- Estudiar otras opciones de financiamiento que beneficien la rentabilidad del proyecto.
- Se recomienda explorar en materiales de construcción y equipos para disminuir los costos de inversión.
- Continuar con la siguiente etapa de pre factibilidad haciendo un mejor análisis del diseño para optimizar costos y lograr que el proyecto sea más atractivo para el inversionista.

# Apéndices

- Apéndice 1: Trazado del área de cuenta.
- Apéndice 2: Análisis del diseño hidráulico de la presa.
- Apéndice 3: Vista en planta y sección de la presa y toma.
- Apéndice 4: Análisis del diseño de la toma.
- Apéndice 5: Sección de la toma y desarenador.
- Apéndice 6: Análisis de diseño del desarenador.
- Apéndice 7: Sección del canal de conducción.
- Apéndice 8: Vista en planta del embalse.
- Apéndice 9: Análisis de diseño de la tubería forzada.
- Apéndice 10: Vista de perfil de la tubería forzada.
- Apéndice 11: Sección de la tubería a presión.
- Apéndice 12: Cálculo de pérdidas por fricción.
- Apéndice 13: Cálculo de espesores de tubería.
- Apéndice 14: Cálculo de los bloques de anclaje.
- Apéndice 15: Sección del canal de restitución y planta de casa máquinas.
- Apéndice 16: Planta general del proyecto.
- Apéndice 17: Cálculo de materiales para presupuesto.
- Apéndice 18: Vista en planta y perfil de la rápida.
- Apéndice 19: Vista en Planta y perfil de la antecámara.
- Apéndice 20: Comportamiento del embalse y generación para un año promedio hidrológico.
- Apéndice 21: Estimación del flujo de caja y flujos para diferentes tarifas.


**Apéndice 1: Trazado del área de cuenca.**





SIMBOLOGIA	
CUENCA RIO PEJE	— — — — —
TRAZADO PROYECTO	— — — — —
POSSIBLE SITIO TOMA	●
POSSIBLE SITIO CASA MAQUINAS	■

**NOTA:**  
 BASADO EN LA HOJA CARTOGRAFICAS I.G.N. QUESADA  
 Y AGUAS ZARCAS FOTOGRAFIAS AEREAS E INFORMACION DE CAMPO  
 AREA CUENCA 19.00 km<sup>2</sup>

ETAPA :	<b>DISEÑO BÁSICO</b>		
PROYECTO :	<b>P.H. PEJE</b>		
ELABORADO POR :	ESTUDIANTE ANDRÉS MURILLO		
 <b>Edificadora Beta</b> Apto. 400-4400, Ciudad Quesada, Costa Rica tel. (506) 2460 5727, fax (506) 2460 9100 e-mail: info@beta.cr, www.beta.cr			
CONTENIDO :	-AREA CUENCA RIO PEJE		
ESCALA:	FECHA:	LAMINA:	
1-50,000	MARZO 2010	PHP-EGP-01-001	



**Apéndice 2:** Análisis del diseño hidráulico de la presa.

ANÁLISIS PARA EL DISEÑO HIDRÁULICO DE LA PRESA VERTEDORA PARA EL P.H PEJE

Vertedor Río Peje (opción 2)	
Ancho del Vertedor	26,00 m
Carga Agua sobre la cresta	2,40 m
Altura del paramento aguas arriba	2,55 m
r	2,50
<b>Para la condición -1</b>	
$\frac{h}{r}$	0,96
$\left(6 - \frac{20r}{w + 3r}\right) =$	1,02
$\frac{h}{r} \leq \left(6 - \frac{20r}{w + 3r}\right)$	Cumple
<b>Para la condición -2</b>	
$\frac{h}{r} \leq 1$	Cumple
$w > r$	Cumple
$r > 0,2 m$	Cumple
$\mu$	0,767
<b>Avenida Maxima permitida</b>	<b>218,82 m³/s</b>
<b>Avenida max Creager</b>	<b>216,65 m³/s</b>
	Cumple

Vertedor Río Peje (opción #2)	
Ancho del Vertedor	20,00 m
Carga Agua sobre la cresta	2,85 m
Altura del paramento aguas arriba	1,40 m
Coefficiente de descarga	2,255
C1	2,255
C2	5,711
<b>Avenida Maxima permitida</b>	<b>216,98 m³/s</b>
<b>Avenida max Creager</b>	<b>216,65 m³/s</b>
$Q_{PERMITIDO} \geq Q_{100 años}$	Cumple

Tomado de página 270 , Sotelo. Vertedor de Cresta circular y talud inclinado aguas abajo

$$\mu = 0.312 + \frac{0.09h}{w} + \sqrt{0.30 - 0.01 \left(5 - \frac{h}{r}\right)^2}$$

h : Carga de Agua  
w : Altura de paramento Aguas arriba  
r : radio  
μ : coeficiente de contracción

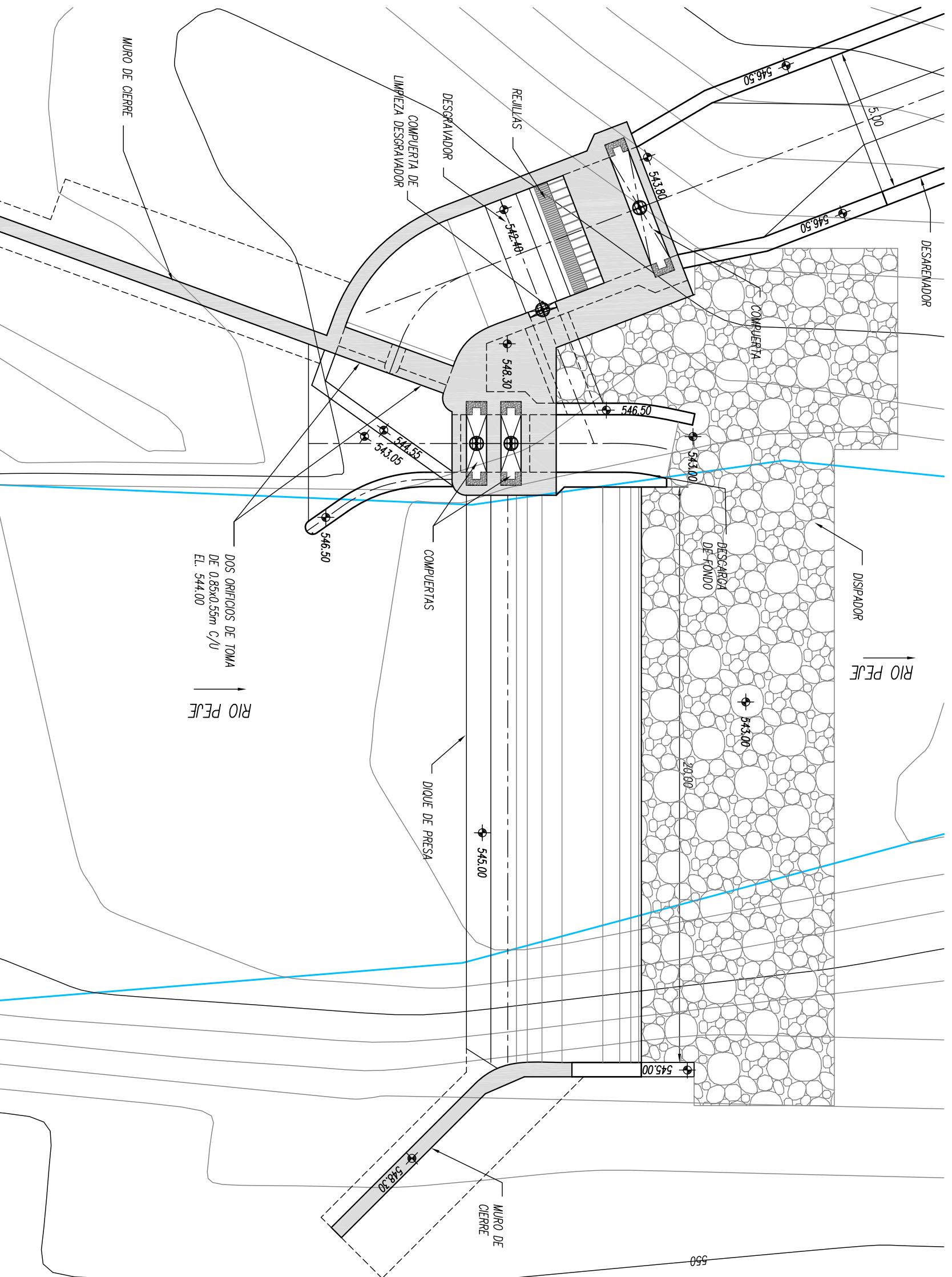
Para la condición: -1  $\frac{h}{r} \leq \left(6 - \frac{20r}{w + 3r}\right)$   
-2  $\frac{h}{r} \leq 1, w > r > 0.2 m$

$$Q = \frac{2}{3} \sqrt{2g} \mu b h^{3/2} \quad (7-5)$$

b : Ancho del Vertedor


**Apéndice 3:** Vista en planta y sección de la presa y toma.

ESTE DOCUMENTO ES PROPIEDAD INTELECTUAL DE  
**EDIFICADORA BETA S.A.**  
 NO PUEDE SER REPRODUCIDO, NI COMUNICADO  
 A TERCEROS SIN AUTORIZACION ESCRITA.



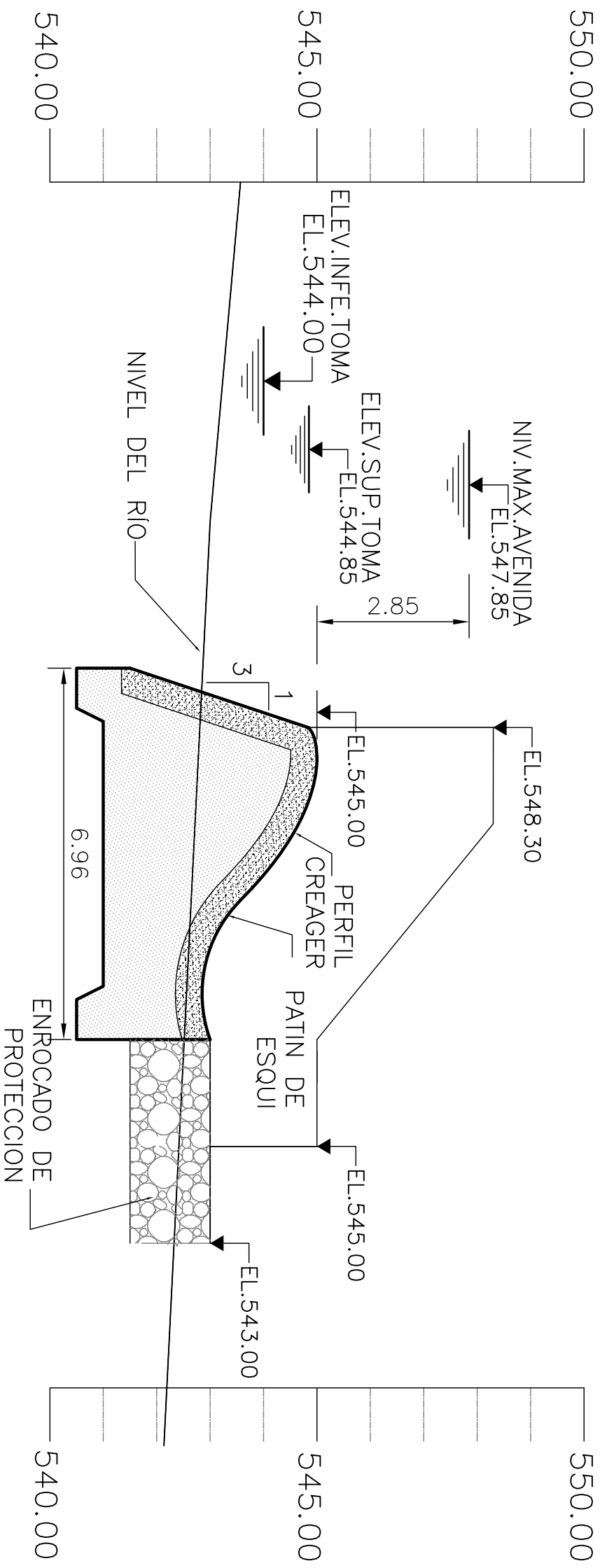
**VISTA DE PLANTA DIQUE Y TOMA RIO PEJE**

ESCALA: 1-150

PROYECTO: <b>PROYECTO          HIDROELECTRICO          PEJE</b>			
ETAPA: <b>DISEÑO BÁSICO</b>			
PROVINCIA: <b>02 ALAJUELA</b>	CANTON : <b>10 SAN CARLOS</b>	DISTRITO : <b>01 QUESADA</b>	
ELABORADO POR: ESTUDIANTE ANDRÉS MURILLO COLABORÓ: MARCO BLANCO			
 <b>Edificadora Beta</b> Apto. 400-4400, Ciudad Quesada, Costa Rica tel. (506) 2460 5727, fax (506) 2460 9100 e-mail: info@beta.cr, www.beta.cr			
CONTENIDO: -VISTA DE PLANTA DIQUE Y TOMA RIO PEJE			
ESCALA	FECHA :	LAMINA :	
1-150	MAYO 2010	PPEJ-TOMA-01-001	



ESTE DOCUMENTO ES PROPIEDAD INTELECTUAL DE  
**EDIFICADORA BETA S.A.**  
 NO PUEDE SER REPRODUCIDO, NI COMUNICADO  
 A TERCEROS SIN AUTORIZACION ESCRITA.



**SECCIÓN DE PRESA CREAGER**  
 ESCALA 1:100

PROYECTO:

**PROYECTO  
 HIDROELECTRICO  
 PEJUÉ**

ETAPA:

**DISEÑO BÁSICO**

PROVINCIA:	CANTON :	DISTRITO :
02 ALAJUELA	10 SAN CARLOS	01 QUESADA
ELABORADO POR: ESTUDIANTE ANDRÉS MURILLO		
COLABORÓ: MARCO BLANCO		



CONTENIDO:

-SECCIÓN TRANSVERSAL VERTEDOR TIPO CREAGER

ESCALA	FECHA :	LAMINA :
INDICADA	ABRIL 2010	PEJ-PRE1-01-001

**Apéndice 4:** Análisis del diseño de la toma.

**ANÁLISIS PARA EL DISEÑO HIDRÁULICO DE LA TOMA PARA EL P.H PEJE**

Cuando la toma se comporta como un vertedor:

Toma Río Peje	
Ancho del Vertedor	2,60 m
Carga Agua sobre la cresta	0,65 m
Altura del paramento aguas arriba	2,00 m
h/b	0,25
$\frac{h}{b} > 0.13$	Cumple
$\mu$	0,634
<b>Caudal de entrada</b>	<b>2,55 m<sup>3</sup>/s</b>
<b>Caudal de diseño</b>	<b>2,47 m<sup>3</sup>/s</b>
$Q_{ENTRADA} \geq Q_{DISEÑO}$	Cumple

Tomado de página 244 , Sotelo. Vertedor de pared rectangular

$$\mu = \left[ 0.6075 + \frac{0.0041}{h} \right] \times \left[ 1 + 0.55 \left( \frac{h}{h+w} \right)^2 \right] \quad \text{Hegly (Tabla 7.1)}$$

Para :  $\frac{h}{b} > 0.13$

$$Q = \frac{2}{3} \sqrt{2g} \mu b h^{3/2} \quad (7-5)$$

w : Altura de paramento Aguas arriba

$\mu$  : coeficiente de contracción

b : Ancho del Vertedor

h : Carga de Agua

Cuando la toma esta sumergida la analizamos como orificio:

Toma Río Peje	
Mínima dimensión	0,85 m
b	1,10 m
Area de orificio	0,94 m <sup>2</sup>
Carga Agua sobre el orificio	1,00 m
Número de Re (23°C temp. Agua)	396116,89
$Re \geq 10^5$	Cumple
Cd	0,6
<b>Caudal de entrada</b>	<b>2,48 m<sup>3</sup>/s</b>
<b>Caudal de diseño</b>	<b>2,47 m<sup>3</sup>/s</b>
$Q_{ENTRADA} \geq Q_{DISEÑO}$	Cumple

Tomado de página 209, Sotelo. Orificios de grandes dimensiones

$$Re = \frac{\sqrt{2gH} a}{\gamma}$$

H : Carga de Agua

Cd : Coeficiente de gasto

a : Mínima dimensión del orificio

$$Cd = 0,6 \quad \text{si } Re \geq 10^5 \quad (\text{Ver figura 6.4}) \quad \text{pag 208}$$

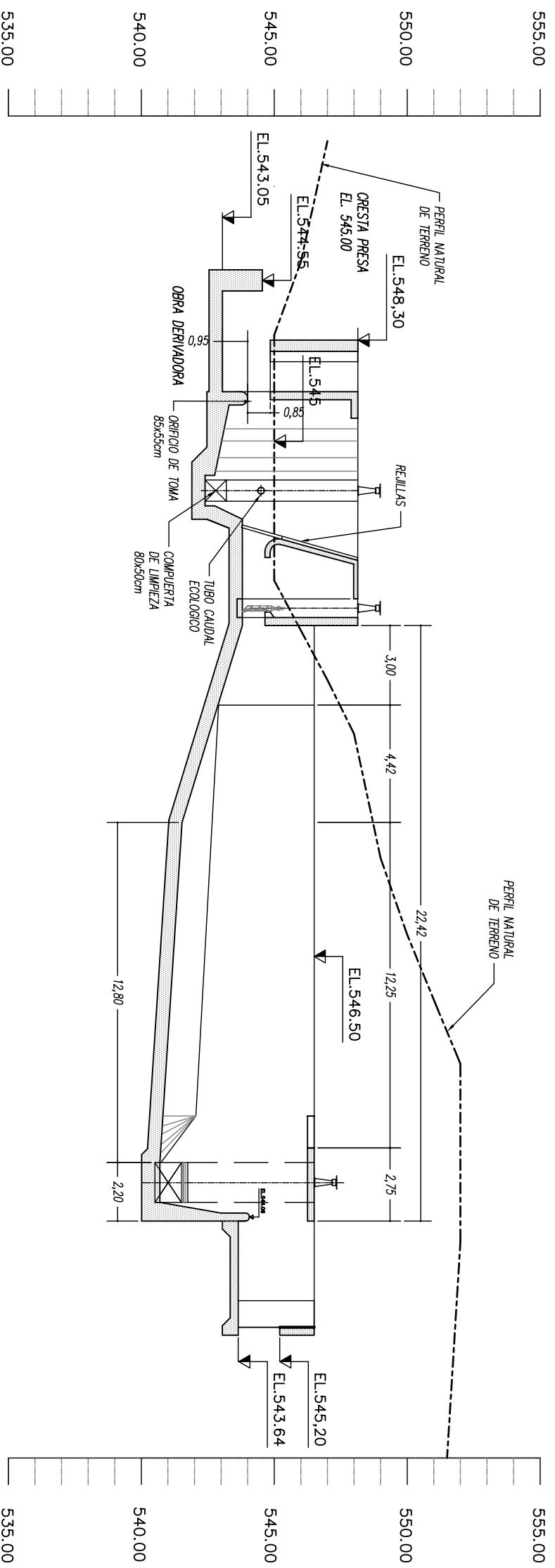
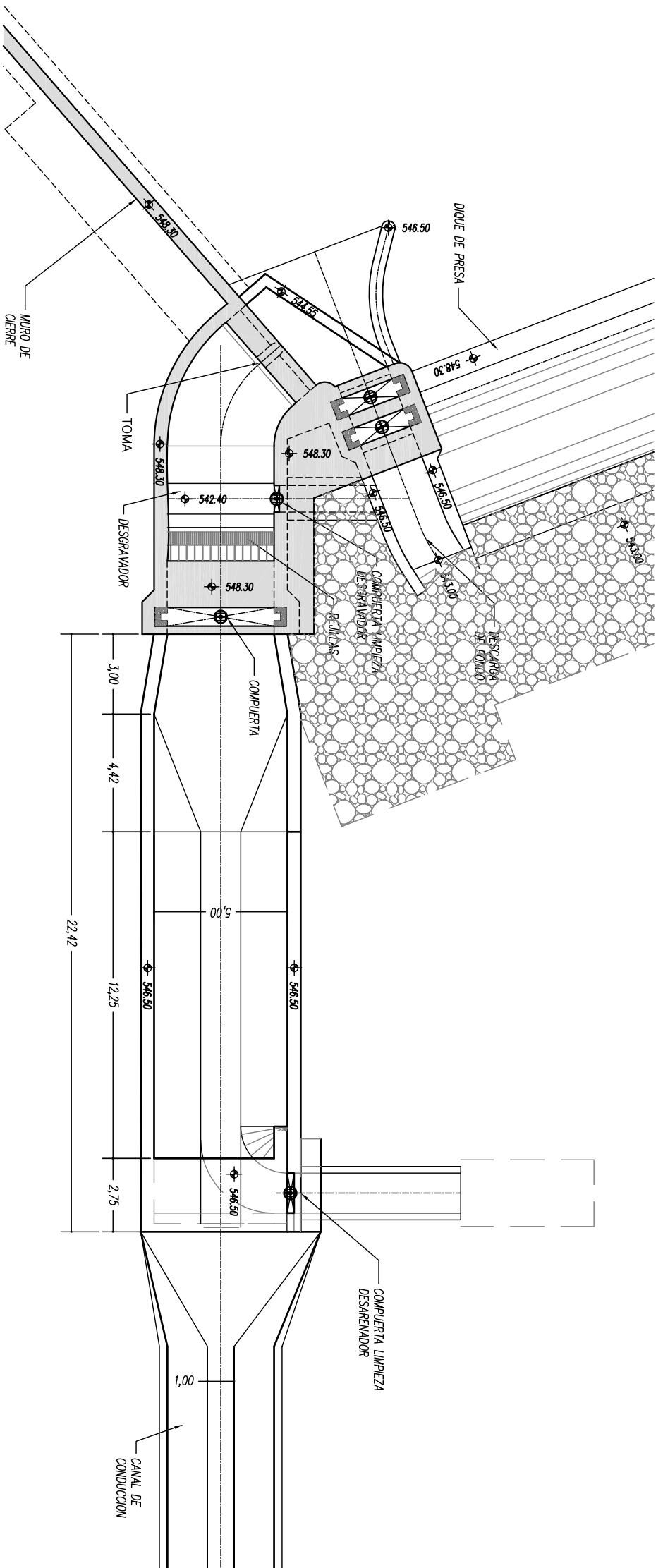
Re : Número de Reynolds

Q = Caudal de entrada

$$Q = Cd A \sqrt{2gH} \quad (6-4)$$

**Apéndice 5:** Sección de la toma y desarenador.

ESTE DOCUMENTO ES PROPIEDAD INTELECTUAL DE  
**EDIFICADORA BETA S.A.**  
 NO PUEDE SER REPRODUCIDO, NI COMUNICADO  
 A TERCEROS SIN AUTORIZACION ESCRITA.



PROYECTO:

## PROYECTO HIDROELECTRICO P E J E

ETAPA:

### DISEÑO BÁSICO

PROVINCIA:	CANTON :	DISTRITO :
02 ALAJUELA	10 SAN CARLOS	01 QUESADA

ELABORADO POR: ESTUDIANTE ANDRÉS MURILLO  
 COLABORÓ: MARCO BLANCO



**Edificadora Beta**

Apto. 400-4400, Ciudad Quesada, Costa Rica  
 tel. (506) 2460 5727, fax (506) 2460 9100  
 e-mail: info@beta.cr, www.beta.cr

CONTENIDO:

-VISTA DE PLANTA DE DESARENADOR  
 -SECCIÓN TRANSVERSAL DESARENADOR

ESCALA	FECHA :	LAMINA :
1-200	MAYO 2010	PHPEJ-DES-01-001

1-200 MAYO 2010 PHPEJ-DES-01-001

**Apéndice 6:** Análisis de diseño del desarenador.

## DISEÑO HIDRÁULICO DEL DESARENADOR

Nota: Para plantas hidroeléctricas el tamaño de la partícula va en función de la altura de la caída

Diametro (d) de la Particula(mm)	Altura de Caída(H) m
0,6	100-200
0,5	200-300
0,3	300-500
0,1	500-1000

Fuente: "Diseño de Estructuras Hidráulicas", Villón (2010)

Cálculo de la velocidad del agua en el desarenador:

Con a= 44 y d= 0,5 mm tenemos=

$$v = a\sqrt{d} = 0,34\text{m/s}$$

a	d(mm)
51	< 0,1
44	0,1 a 1
36	>1

Fuente: "Diseño de Estructuras Hidráulicas", Villón (2010)

### Datos

V promedio partícula=	0,34 m/s
∅ de la partícula =	0,60 mm ← Para caída de 100-200m
Velocidad de caída partícula W=	6,50c m/s ← Pag 100, tabla 6.3(villón, 2010)
Q diseño =	2,47 m <sup>3</sup> /s
Profundida inicial desarenador h =	1,80 m

### Calculos

$$\frac{L}{h} = \frac{V}{w} = 5,243$$

$$A = 7,25 \text{ m}^2$$

### Resultados Desarenador

(Longitud del desarenador) L=	9,44 mL
(Ancho del desarenador) B=	4,03 mL
(Profundidad inicial del desarenador) h =	1,80 m

Corrección de la longitud del desarenador por efectos retardatorios de turbulencia

Velocidad de escurrimiento(m/s)	K
0,2	1,25
0,3	1,50
0,5	2,00

Fuente: "Diseño de Estructuras Hidráulicas", Villón (2010)

Interpolando se obtiene:  $K = 1,60$

Corrección de la longitud del desarenador  $L = K \frac{hv}{w} = 15,10 \text{ m}$

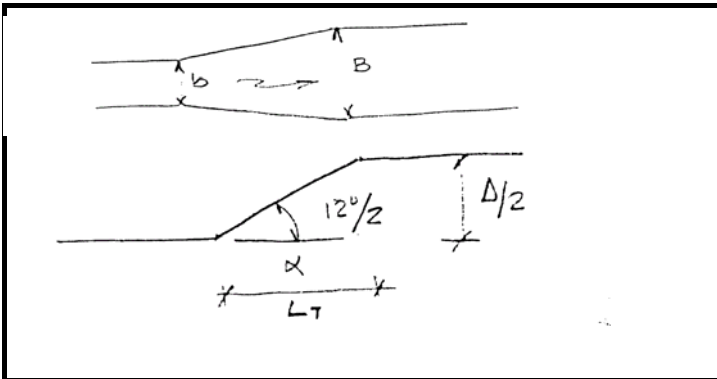
## DISEÑO HIDRÁULICO DE TRANSICIÓN CANAL-DESARENADOR

Datos:

- b: Ancho menor del canal
- B: Ancho mayor del canal
- Lt: Largo de la transición diseñada
- $\Delta$ : Diferencia entre b y B
- $\alpha$ : Angulo de transición
- y: Tirante normal del canal
- A: Area transversal del canal
- R: Radio hidráulico

### Parametros del canal de entrada:

n: 0,014      Manning  
 S: 0,0010 m/m  
 \*Q: 2,45 m<sup>3</sup>/s      \* Caudal de diseño



$$\frac{Qn}{S^{1/2}} = AR^{2/3} = 1,08$$

Como  $A = by$  ,  $R = \frac{y}{2}$  ,  $b = 2y$

y=	0,95 m
b=	1,89 m

Las transiciones se hacen con un angulo maximo de 12°

$$\Delta = B - b = 2,14 \text{ m}$$

$$Lt = \frac{\Delta}{2 \tan \alpha} = 5,02 \text{ mL}$$

### Analisis del cálculo:

La longitud total del desarenador será  $Lt + L =$  **20,13 mL**  
 Una profundidad inicial de transición = **0,95 m**  
 Una profundidad inicial de desarenador de = **1,80 m**

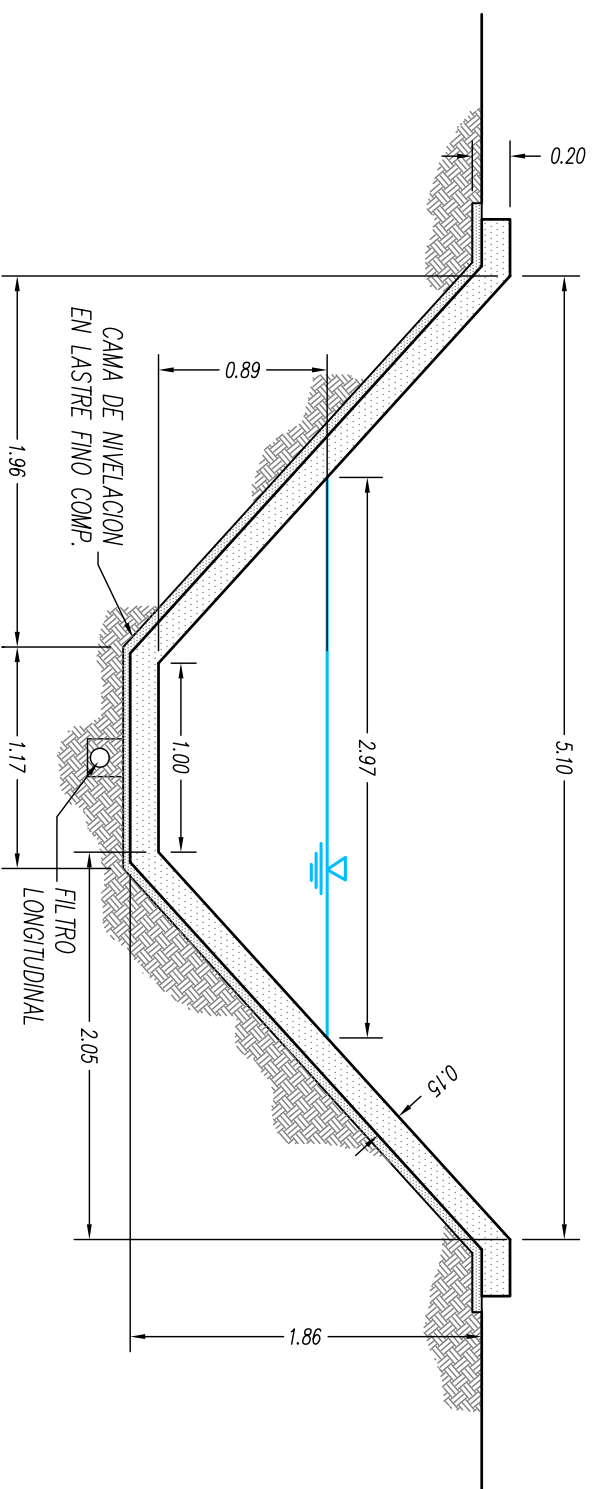
Con una pendiente del 2% (según Villón,2010) se tiene:

Profundidad maxima desarenador 2% de pendiente= **2,10 m**



**Apéndice 7:** Sección del canal de conducción.

ESTE DOCUMENTO ES PROPIEDAD INTELECTUAL DE  
**EDIFICADORA BETA S.A.**  
 NO PUEDE SER REPRODUCIDO, NI COMUNICADO  
 A TERCEROS SIN AUTORIZACION ESCRITA.



**SECCION TIPICA CONDUCCION (CANAL TRAPEZOIDAL)**  
 ESCALA: 1-40

PROYECTO:

**PROYECTO  
 HIDROELECTRICO  
 PEJUE**

ETAPA:

**DISEÑO BÁSICO**

PROVINCIA:	CANTON :	DISTRITO :
02 ALAJUELA	10 SAN CARLOS	01 QUESADA

ELABORADO POR: ESTUDIANTE ANDRÉS MURILLO  
 COLABORÓ: MARCO BLANCO

**Edificadora Beta**  
 Apto. 400-4400, Ciudad Quesada, Costa Rica  
 tel. (506) 2460 5727, fax (506) 2460 9100  
 e-mail: info@beta.cr, www.beta.cr

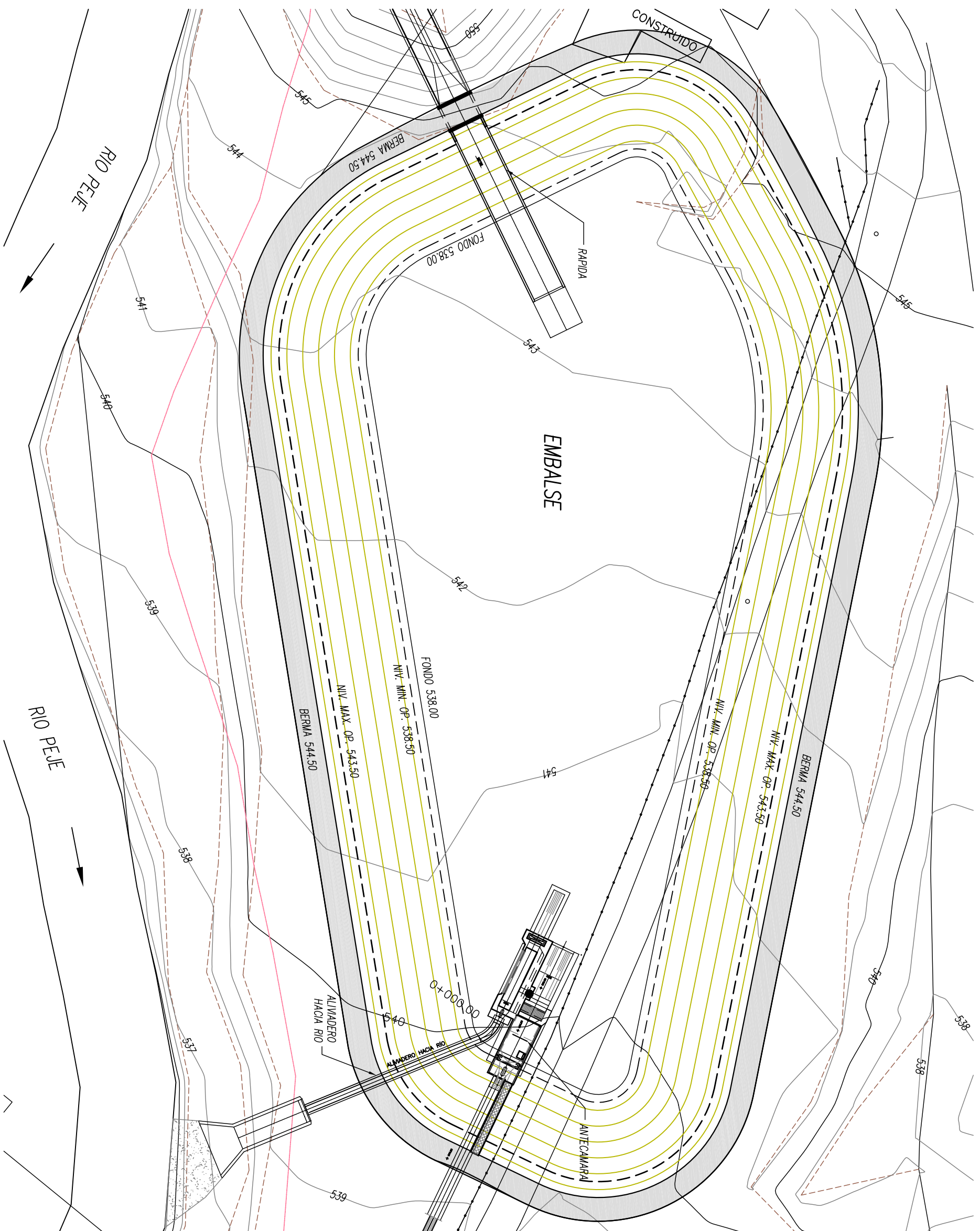
CONTENIDO:

-SECCION TIPICA CANAL CONDUCCION

ESCALA	FECHA :	LAMINA :
1-40	MAYO 2010	PHPEJ-COND-01-001

**Apéndice 8:** Vista en planta del embalse.

ESTE DOCUMENTO ES PROPIEDAD INTELECTUAL DE  
**EDIFICADORA BETA S.A.**  
 NO PUEDE SER REPRODUCIDO, NI COMUNICADO  
 A TERCEROS SIN AUTORIZACION ESCRITA.



PROYECTO:

## PROYECTO HIDROELECTRICO PEJE

ETAPA:

### DISENO BÁSICO

PROVINCIA:	CANTON :	DISTRITO :
02 ALAJUELA	10 SAN CARLOS	01 QUESADA

ELABORADO POR: ESTUDIANTE ANDRÉS MURILLO  
 COLABORÓ: MARCO BLANCO



CONTENIDO:

-PLANTA EMBALSE DE REGULACION

ESCALA	FECHA :	LAMINA :
1-500	MAYO 2010	PPPEJ-EMBA-01-001

**Apéndice 9:** Análisis de diseño de la tubería forzada.

## CÁLCULO DEL DIAMETRO ECONÓMICO PARA EL P.H PEJE

Simbología:

**S:** Pendiente del río  
**n:** Coeficiente de rugosidad de Manning  
**L:** Longitud de tubería  
**Q:** Caudal de salida en embalse  
**V:** Velocidad en tubería

Valores conocidos:

\*Q = 2,47 m<sup>3</sup>/s      \*Valor obtenido del caudal necesario de salida  
n = 0,015      para generar 4.0 MW (Ver capacidad del embalse)  
L = 1.694,68 m  
Caída Neta = 181,50 m

Cálculos

$$S = \frac{\text{Nivel mayor} - \text{nivel menor}}{L} = 0,1071 \quad \text{Nota: Pendiente aproximada según cotas}$$

$$D = 1.548 \left( \frac{nQ}{S^{1/2}} \right)^{\frac{1}{8}} = 1,1790 \text{ m}$$

Con este valor de diámetro obtenemos la velocidad media en la tubería

$$V = \frac{Q}{A} = V = 2,26 \text{ m/s} \quad \text{Dato aceptable}$$

**Nota:**

Los rangos de velocidades en la tubería de presión se encuentran entre un rango de 2,0 m/s a 4m/s, según criterios de diseño en Edificadora Beta.

Ajuste de diámetro:

Haciendo el ajuste del diámetro tenemos

D= 1,18 m
-----------

Resultados del ajuste:

Q = 2,49 m <sup>3</sup> /s
V = 2,28 m/s

**Nota:**

Las fórmulas para este cálculo fueron obtenidas del Cap.8 "Diseño de Acueductos y Alcantarillados", López Alfredo (1999)

## CÁLCULO DEL ESPESOR DE TUBERÍA PARA EL P.H SAN CARLOS

Condición:

En tubería de pared delgada se tiene que cumplir lo siguiente:

$$\frac{t}{D} < 0.1$$

Donde:

t: Espesor de tubería  
D: Diámetro de tubería

$$\sigma = \frac{HD}{2t}$$

Donde:

H: Elev. estática máxima + (Elev. Dinámica\*1,35)  
 $\sigma$ : esfuerzo máximo permisible, 1600 kg/cm<sup>2</sup>

Despejamos el espesor de la tubería y tenemos:

$$t = \frac{HD}{2\sigma} =$$

Elevación embalse = 543,50 msnm  
Elevación Casa maq = 350,00 msnm

$$\text{Elevación estática máx} = \text{Elev. Embalse} - \text{Elev Casa maq.} = 193,50 \text{ m}$$

$$\text{Elevación dinámica} = \text{Elevación estática} + 35\% = 261,23 \text{ m}$$

$$\text{Entonces H} = 454,73 \text{ m}$$

Sustituyendo D en  $\frac{t}{D} < 0.1$  tenemos:

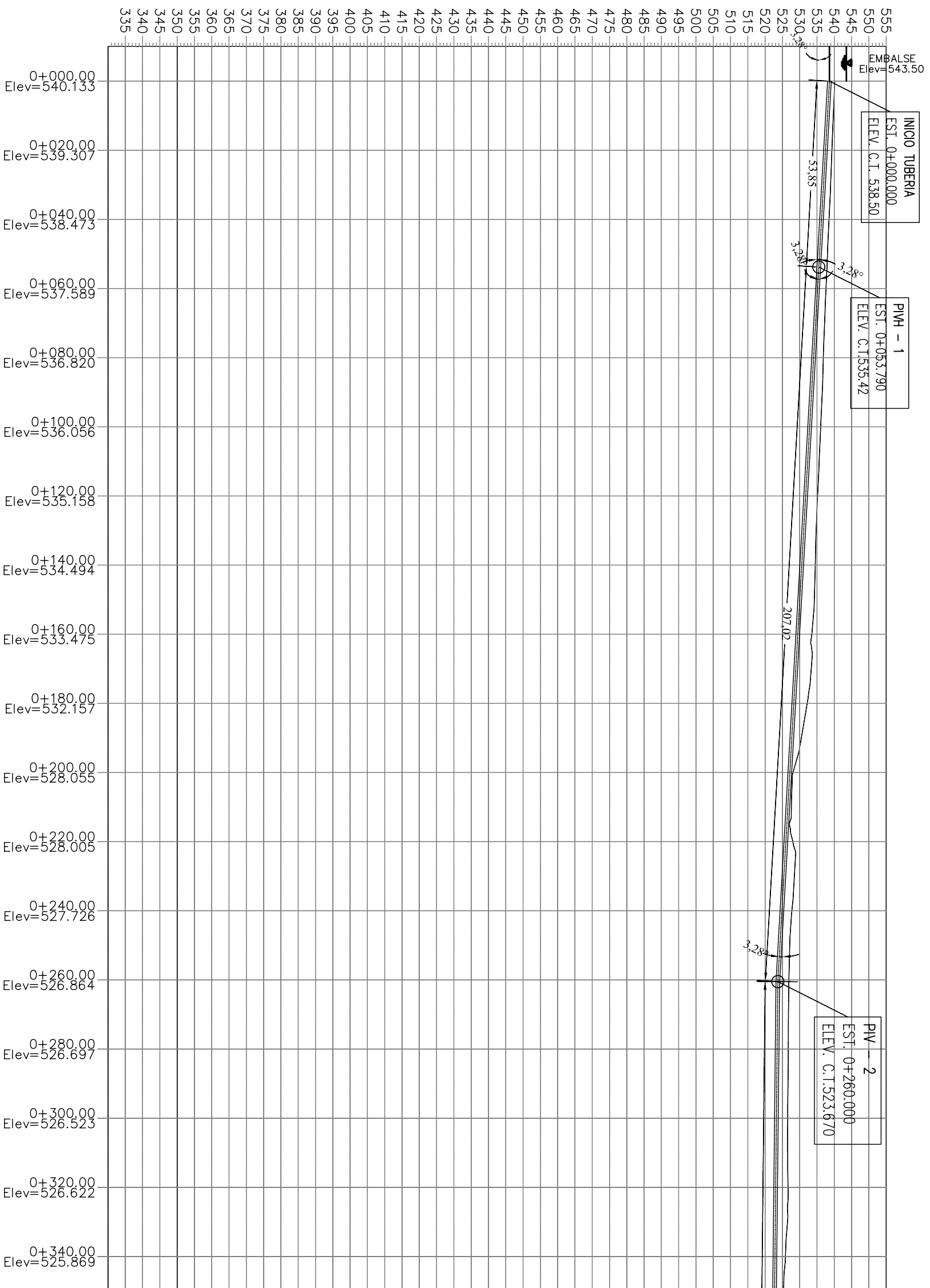
$t = \frac{H D(0.1)}{2\sigma} =$	0,17 cm	<b>Espesor real</b>
----------------------------------	---------	---------------------

Verificación de la condición:

$$\frac{t}{D} < 0.1 \quad 0,00136 \quad \text{Cumple}$$

**Apéndice 10:** Vista de perfil de la tubería forzada.





# PROYECTO HIDROELECTRICO PEJUE

ETAPA:  
**DISEÑO BÁSICO**

PROVINCIA: CANTON :  
02 ALAJUELA 10 SAN CARLOS 01 QUESADA

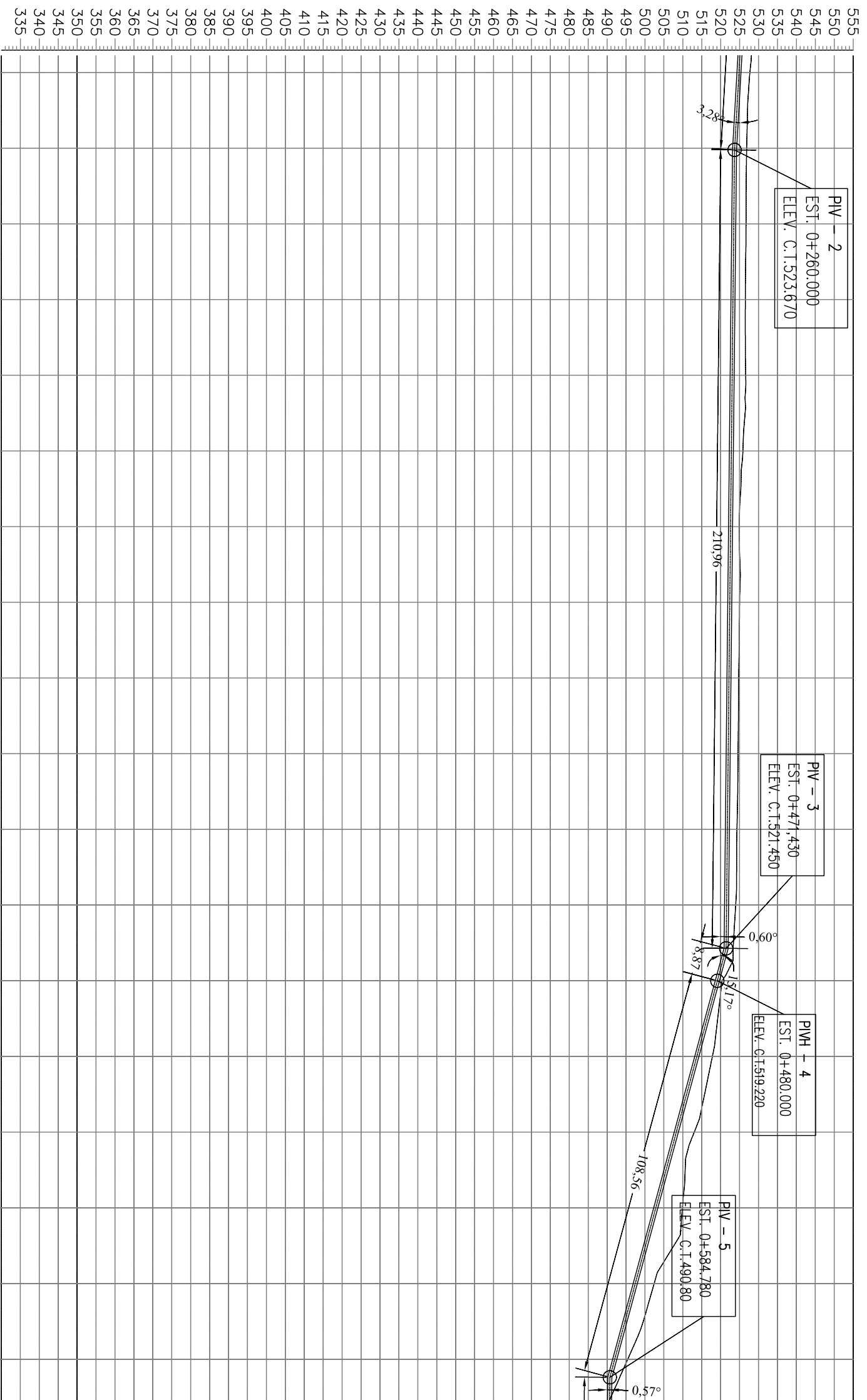
ELABORADO POR: ESTUDIANTE ANDRÉS MURILLO  
COLABORÓ: MARCO BLANCO



CONTENIDO:

PERFIL DE TUBERÍA A PRESIÓN

ESCALA	FECHA :	LAMINA :
1-1,250	ABRIL 2010	PHPEJ-PERF-01-001



# PROYECTO HIDROELECTRICO PEJUE

ETAPA:  
**DISEÑO BÁSICO**

PROVINCIA: CANTON :  
02 ALAJUELA 10 SAN CARLOS 01 QUESADA

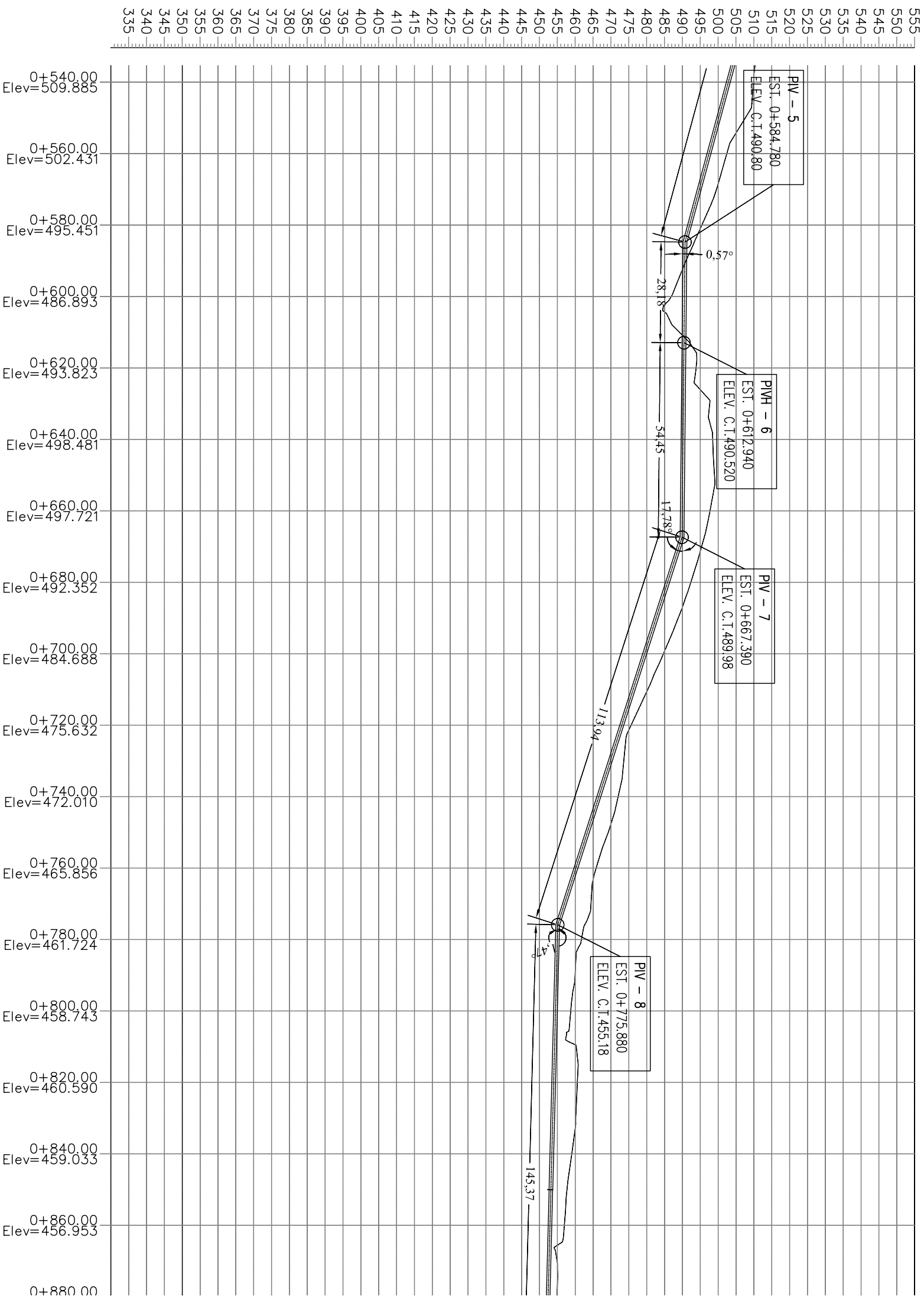
ELABORADO POR: ESTUDIANTE ANDRÉS MURILLO  
COLABORÓ: MARCO BLANCO



CONTENIDO:

PERFIL DE TUBERÍA A PRESIÓN

ESCALA	FECHA :	LAMINA :
1-1,250	ABRIL 2010	PHPEJ-PERF-01-002



# PROYECTO HIDROELECTRICO PEJE

ETAPA:  
**DISEÑO BÁSICO**

PROVINCIA: 02 ALAJUELA      CANTON : 10 SAN CARLOS      DISTRITO : 01 QUESADA

ELABORADO POR: ESTUDIANTE ANDRÉS MURILLO  
COLABORÓ: MARCO BLANCO



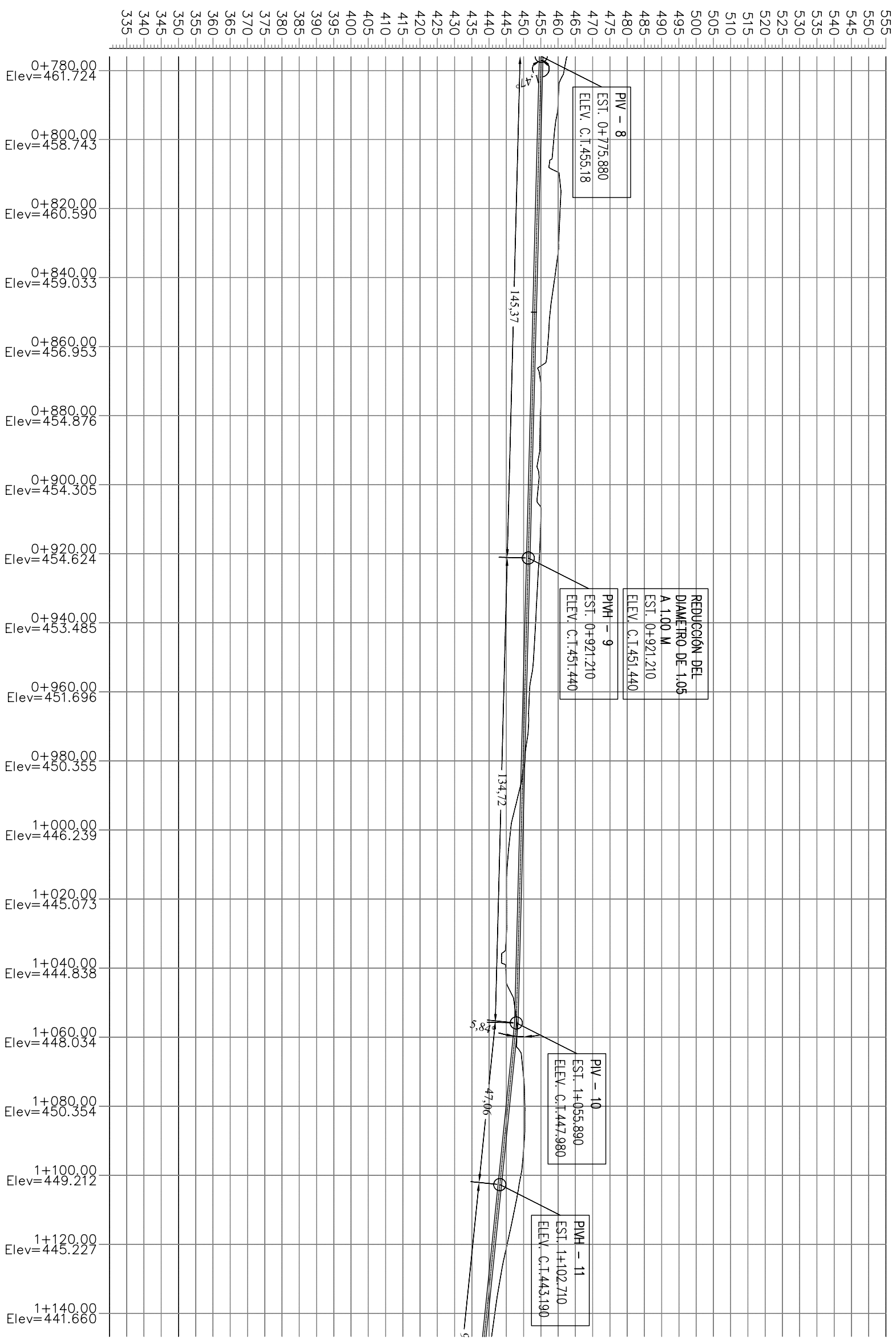
**Edificadora Beta**  
Apto. 400-4400, Ciudad Quesada, Costa Rica  
tel: (506) 2460 5727, fax (506) 2460 9100  
e-mail: info@beta.cr, www.beta.cr

CONTENIDO:

PERFIL DE TUBERÍA A PRESIÓN

ESCALA	FECHA :	LAMINA :
--------	---------	----------

1-1,250	ABRIL 2010	PHPEJ-PERF-01-003
---------	------------	-------------------



# PROYECTO HIDROELECTRICO PEJE

ETAPA:

## DISEÑO BÁSICO

PROVINCIA:	CANTON :	DISTRITO :
02 ALAJUELA	10 SAN CARLOS	01 QUESADA

ELABORADO POR: ESTUDIANTE ANDRÉS MURILLO  
 COLABORÓ: MARCO BLANCO

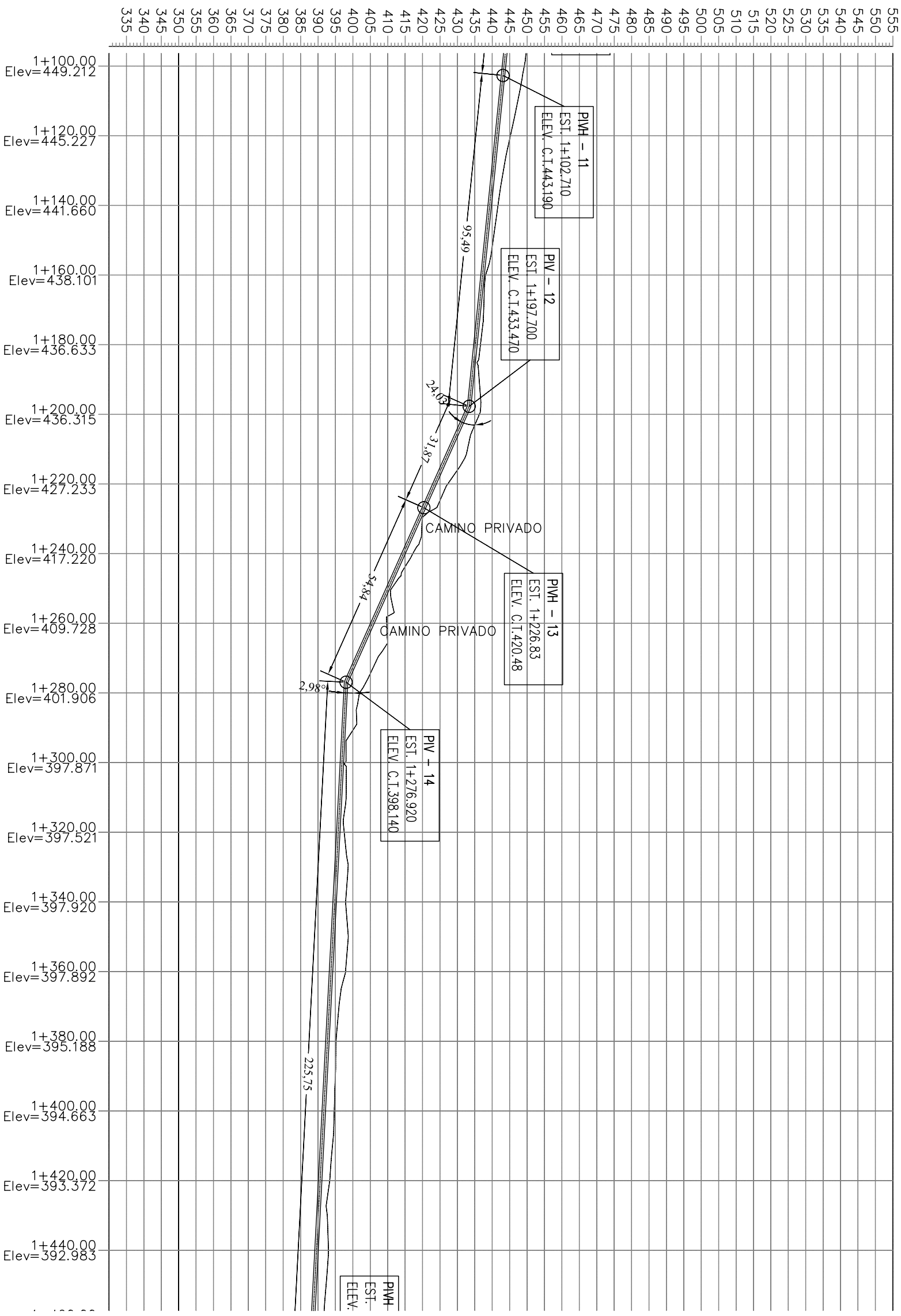


**Edificadora Beta**  
 Apto. 400-4400, Ciudad Quesada, Costa Rica  
 Tel: (506) 2460 5727, fax (506) 2460 9100  
 e-mail: info@beta.cr, www.beta.cr

CONTENIDO:

PERFIL DE TUBERÍA A PRESIÓN

ESCALA	FECHA :	LAMINA :
1-1,250	ABRIL 2010	PHPEJ-PERF-01-004



# PROYECTO HIDROELECTRICO PEJE

ETAPA:  
**DISEÑO BÁSICO**

PROVINCIA: 02 ALAJUELA      CANTON : 10 SAN CARLOS      DISTRITO : 01 QUESADA

ELABORADO POR: ESTUDIANTE ANDRÉS MURILLO  
COLABORÓ: MARCO BLANCO

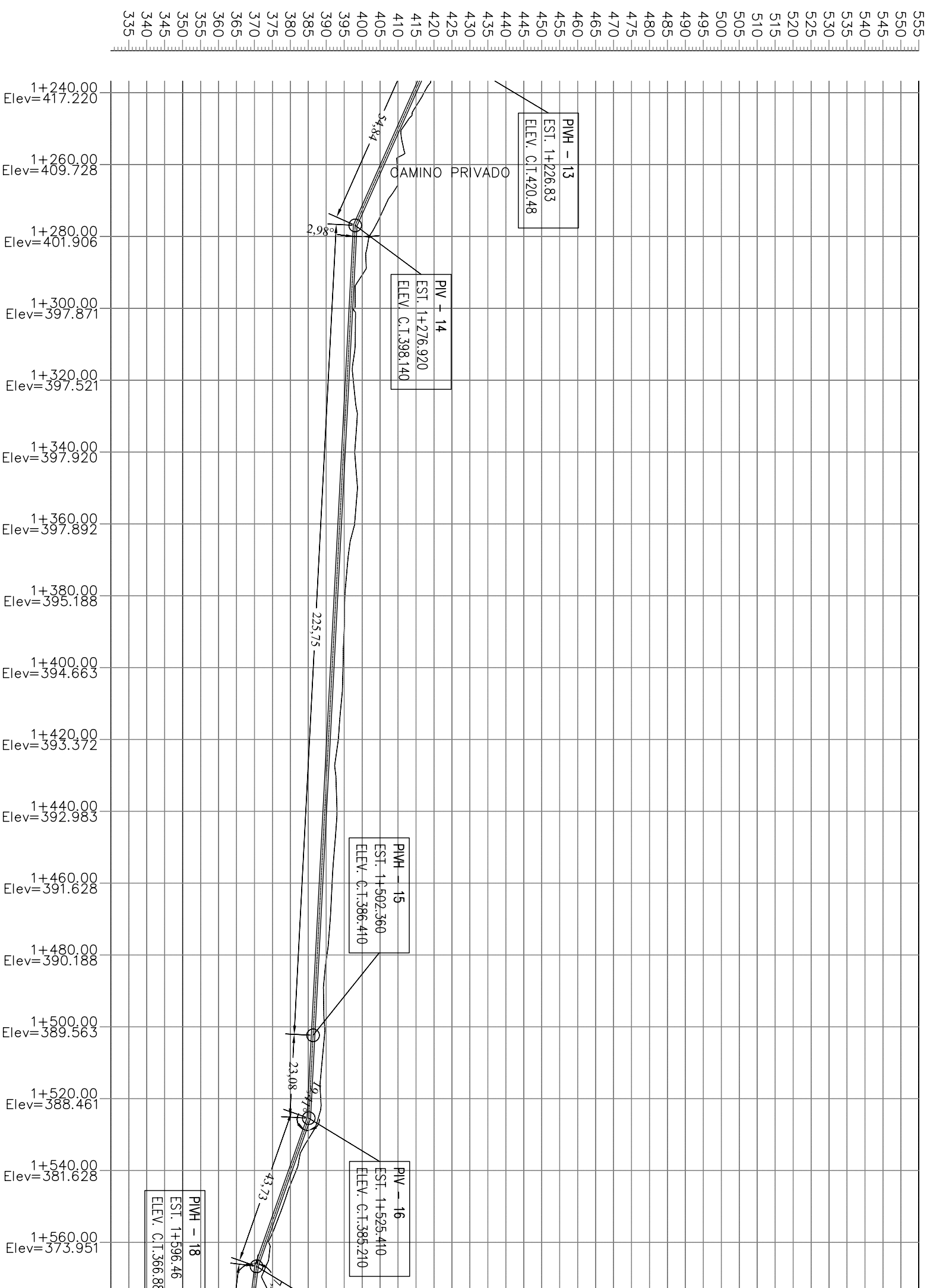
**Edificadora Beta**  
Apto. 400-4400, Ciudad Quesada, Costa Rica  
tel: (506) 2460 5727, fax (506) 2460 9100  
e-mail: info@beta.cr, www.beta.cr

CONTENIDO:

PERFIL DE TUBERÍA A PRESIÓN

ESCALA	FECHA :	LAMINA :
1-1,250	ABRIL 2010	PHPEJ-PERF-01-005





# PROYECTO HIDROELECTRICO PEJE

ETAPA:

## DISEÑO BÁSICO

PROVINCIA: 02 ALAJUELA CANTON : 10 SAN CARLOS DISTRITO : 01 QUESADA

ELABORADO POR: ESTUDIANTE ANDRÉS MURILLO  
COLABORÓ: MARCO BLANCO



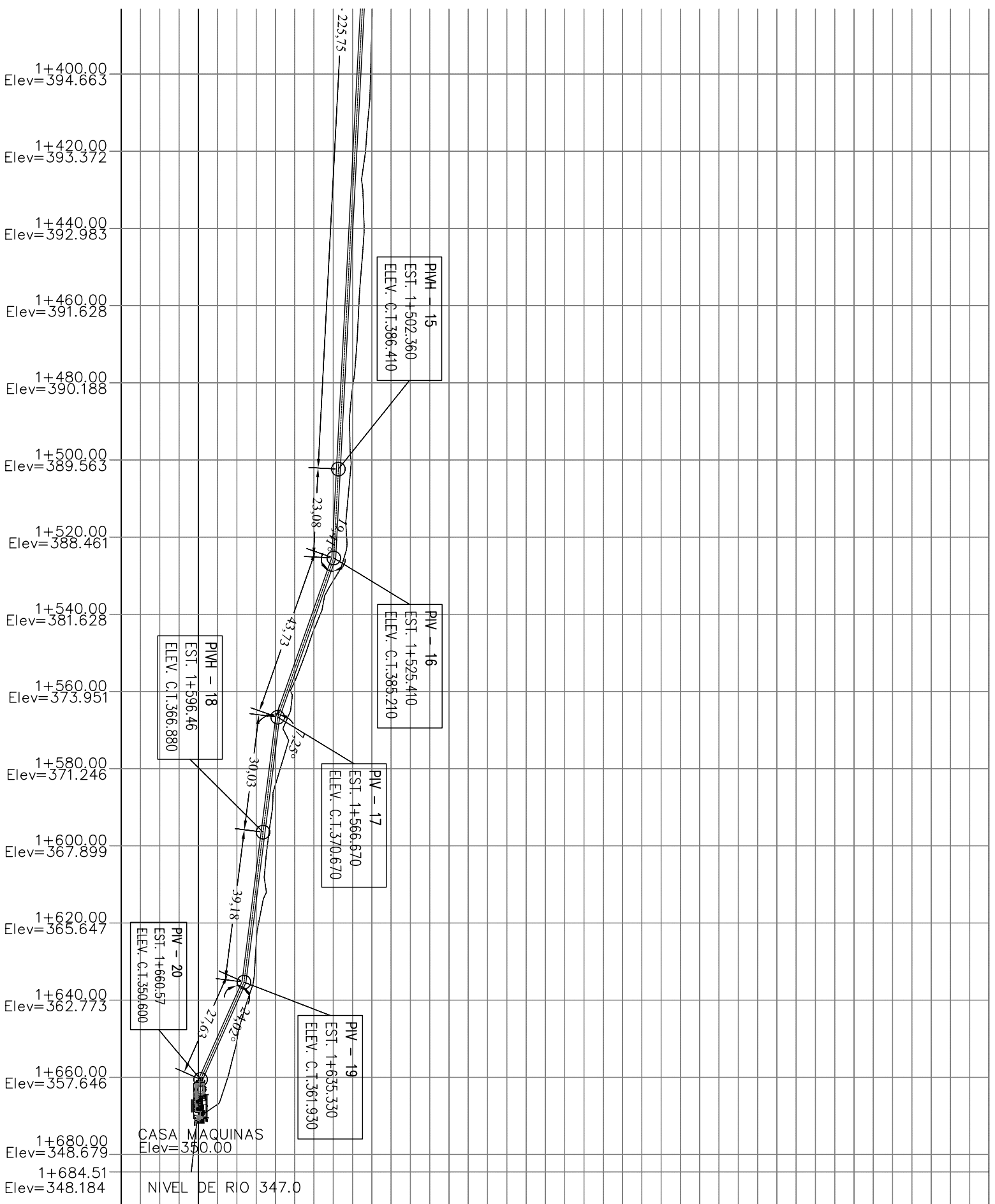
**Edificadora Beta**  
Apto. 400-4400, Ciudad Quesada, Costa Rica  
tel: (506) 2460 5727, fax (506) 2460 9100  
e-mail: info@beta.cr, www.beta.cr

CONTENIDO:

PERFIL DE TUBERÍA A PRESIÓN

ESCALA	FECHA :	LAMINA :
1-1,250	ABRIL 2010	PHPEJ-PERF-01-006

555  
550  
545  
540  
535  
530  
525  
520  
515  
510  
505  
500  
495  
490  
485  
480  
475  
470  
465  
460  
455  
450  
445  
440  
435  
430  
425  
420  
415  
410  
405  
400  
395  
390  
385  
380  
375  
370  
365  
360  
355  
350  
345  
340  
335



# PROYECTO HIDROELECTRICO PEJE

ETAPA:

## DISEÑO BÁSICO

PROVINCIA: 02 ALAJUELA CANTON : 10 SAN CARLOS DISTRITO : 01 QUESADA

ELABORADO POR: ESTUDIANTE ANDRÉS MURILLO  
COLABORÓ: MARCO BLANCO



CONTENIDO:

PERFIL DE TUBERÍA A PRESIÓN

ESCALA

FECHA :

LAMINA :

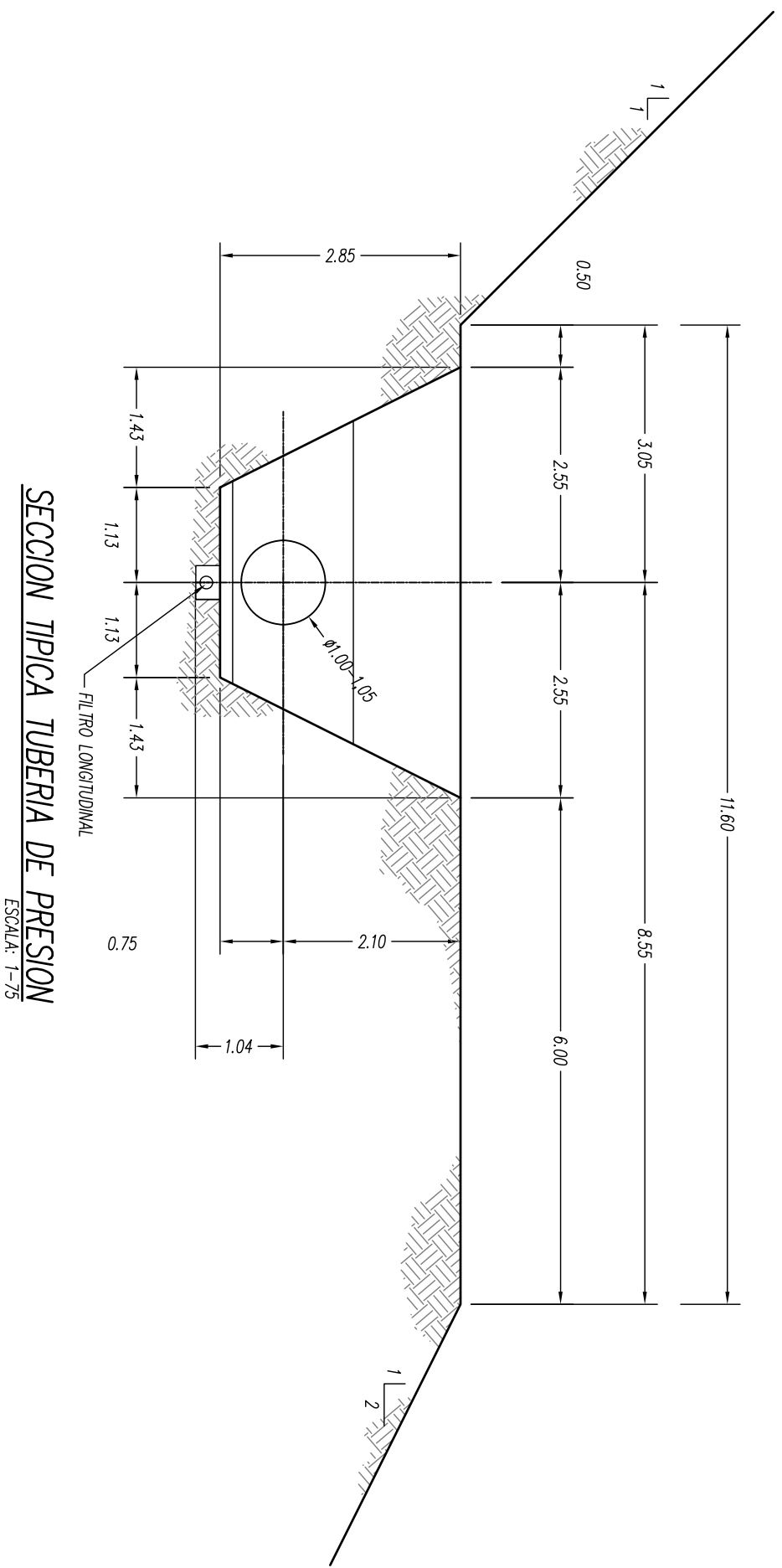
1-1,250

ABRIL 2010

PHPEJ-PERF-01-007

**Apéndice 11:** Sección de la tubería a presión.





PROYECTO:

**PROYECTO  
 HIDROELECTRICO  
 PEJUE**

ETAPA:

**DISEÑO BÁSICO**

PROVINCIA:	CANTON :	DISTRITO :
02 ALAJUELA	10 SAN CARLOS	01 QUESADA

ELABORADO POR: ESTUDIANTE ANDRÉS MURILLO  
 COLABORÓ: MARCO BLANCO

  
**Edificadora Beta**  
 Apto. 400-4400, Ciudad Quesada, Costa Rica  
 tel. (506) 2460 5727, fax (506) 2460 9100  
 e-mail: info@beta.cr, www.beta.cr

CONTENIDO:

-SECCION TIPICA TUBERIA PRESION

ESCALA	FECHA :	LAMINA :
1-75	MAYO 2010	PHPEJ-COND-01-001

**Apéndice 12:** Cálculo de pérdidas por fricción.

**ANÁLISIS DE PERDIDAS POR FRICCIÓN (GLOBAL)**

**FORMULA DE HAZEN-WILLIAMS (DESARROLLADA PARA REYNOLDS MAYORES A 100,000.00)**

**PERDIDAS POR FRICCIÓN (Re > 100,000.00)**

- J PERDIDA POR FRICCIÓN DE LA TUBERÍA m (PIES)
- K CONSTANTE =  $1.21 \times 10^{10}$  PARA UNIDADES METRICAS ( $10^{50}$  PARA UNIDADES INGLESAS)
- Q CAUDAL l/s (gpm)
- C COEFICIENTE DE HAZEN WILLIAM (150 PVC - 140 POLIETILENO - 130 ACERO NUEVO - 85 ACERO VIEJO)
- D DIAMETRO INTERNO DEL TUBO mm (pulg)
- L LONGITUD DE LA TUBERÍA (m)

K	Q	C	D	L	J	Re
	l/s		mm	m	m	
1,21E+10	2.470,000	130,0	1.050,0	847,3	<b>4,6334</b>	2.964.000,0

PI (J x 1.26)	<b>4,6334</b>
---------------	---------------

PERDIDAS m/ml	<b>0,00547</b>
---------------	----------------

K	Q	C	D	L	J	Re
	l/s		mm	m	m	
1,21E+10	2.470,000	130,0	1.000,0	847,3	<b>5,8762</b>	3.112.200,0

PI (J x 1.26)	<b>5,8762</b>
---------------	---------------

PERDIDAS m/ml	<b>0,00693</b>
---------------	----------------

<b>TOTAL</b>	<b>10,50961</b>
--------------	-----------------

**Apéndice 13:** Cálculo de espesores de tubería.

PH PEJE  
DISEÑO BÁSICO Y ANÁLISIS DE COSTOS

TABLA ESPESOR DE TUBERIA DE ACERO

ACERO  
A 537 CL 1

ESPEORES

PI	ESTACION	ELEV LC TUB (msnm)	ELEV ESTAT MAX (msnm)	ELEV DINAM 35% (msnm)	CARGA TOTAL (m.c.a.)	# TRAMO	UBICACIÓN	σ (kg/cm2)	H (m.c.a)	D (cm)	t (cm)	t (cm) + 0.238 cm	FRACCION	cm	COMERCIAL
INICIO	0+000,000	538,50	543,50	544,00	5,50										
						1	TP	1600	10,27	105,02	0,03	0,27	3 / 16 = 0,48		3 / 16
1	0+053,790	535,42	543,50	545,69	10,27										
						2	TP	1600	26,44	105,02	0,09	0,32	3 / 16 = 0,48		3 / 16
2	0+260,000	527,67	543,50	554,11	26,44										
						3	TP	1600	41,26	105,02	0,14	0,37	3 / 16 = 0,48		3 / 16
3	0+471,430	521,45	543,50	562,71	41,26										
						4	TP	1600	43,84	105,02	0,14	0,38	3 / 16 = 0,48		3 / 16
4	0+480,000	519,22	543,50	563,06	43,84										
						5	TP	1600	76,53	105,02	0,25	0,49	4 / 16 = 0,64		1 / 4
5	0+584,780	490,80	543,50	567,33	76,53										
						6	TP	1600	77,96	105,02	0,26	0,49	4 / 16 = 0,64		1 / 4
6	0+612,940	490,52	543,50	568,48	77,96										
						7	TP	1600	80,72	105,02	0,26	0,50	4 / 16 = 0,64		1 / 4
7	0+667,390	489,98	543,50	570,70	80,72										
						8	TP	1600	119,94	105,02	0,39	0,63	4 / 16 = 0,64		1 / 4
8	0+775,880	455,18	543,50	575,12	119,94										
						9	TP	1600	129,60	105,02	0,43	0,66	5 / 16 = 0,79		5 / 16
9	0+921,440	451,44	543,50	581,04	129,60										
						10	TP	1600	138,55	105,02	0,45	0,69	5 / 16 = 0,79		5 / 16
10	1+055,890	447,98	543,50	586,53	138,55										
						11	TP	1600	145,25	100,03	0,45	0,69	5 / 16 = 0,79		5 / 16
11	1+102,710	443,19	543,50	588,44	145,25										
						12	TP	1600	158,84	100,03	0,50	0,73	5 / 16 = 0,79		5 / 16
12	1+197,700	433,47	543,50	592,31	158,84										
						13	TP	1600	173,01	100,03	0,54	0,78	5 / 16 = 0,79		5 / 16
13	1+226,830	420,48	543,50	593,49	173,01										
						14	TP	1600	197,40	100,03	0,62	0,86	6 / 16 = 0,95		3 / 8
14	1+276,920	398,14	543,50	595,54	197,40										
						15	TP	1600	218,31	100,03	0,68	0,92	6 / 16 = 0,95		3 / 8
15	1+502,360	386,41	543,50	604,72	218,31										
						16	TP	1600	219,45	100,03	0,69	0,92	6 / 16 = 0,95		3 / 8
16	1+525,410	385,21	543,50	604,66	219,45										
						17	TP	1600	236,67	100,03	0,74	0,98	7 / 16 = 1,11		7 / 16
17	1+566,670	370,67	543,50	607,34	236,67										
						18	TP	1600	241,68	100,03	0,76	0,99	7 / 16 = 1,11		7 / 16
18	1+596,460	366,88	543,50	608,56	241,68										
						19	TP	1600	248,21	100,03	0,78	1,01	7 / 16 = 1,11		7 / 16
19	1+635,330	361,93	543,50	610,14	248,21										
						20	TP	1600	260,62	100,03	0,81	1,05	7 / 16 = 1,11		7 / 16
20	1+660,570	350,60	543,50	611,22	260,62										
											Promedio	0,45	0,69		
														0,79	

**Apéndice 14:** Cálculo de los bloques de anclaje.

**Tabla Resumen diseño de Tubería de Presión**

ITEM	ESTACION	PI	Volumen concreto Armado (m <sup>3</sup> )	V. de Concreto 1ra Etapa (m3)	V. de Concreto 2da Etapa (m3)	Formaleta 1era Etapa	Formaleta 2da Etapa	Volumen de sello (m3)	e comercial (cm)	e comercial (pulgadas)
INICIO	0+000,000	INICIO								
1	0+053,790	PIVH-1	4,7	1,19	3,56	0,95	3,75	0,47	0,48	3/16"
2	0+260,000	PIV-2	4,7	1,17	3,51	0,94	3,70	0,47	0,48	3/16"
3	0+471,430	PIV-3	7,9	1,98	5,93	1,58	6,25	0,79	0,48	3/16"
4	0+480,000	PIVH-4	10,8	2,71	8,13	2,17	8,56	1,08	0,48	3/16"
5	0+584,780	PIV-5	16,5	4,13	12,40	3,31	13,07	1,65	0,64	1/4"
6	0+612,940	PIVH-6	19,2	4,79	14,37	3,83	15,14	1,92	0,64	1/4"
7	0+667,390	PIV-7	37,7	9,42	28,27	7,54	29,79	3,77	0,64	1/4"
8	0+775,880	PIV-8	24,9	6,23	18,70	4,99	19,71	2,49	0,64	1/4"
9	0+921,440	PIVH-9	45,0	11,26	33,78	9,01	35,61	4,50	0,79	5/16"
10	1+055,890	PIV-10	13,1	3,28	9,84	2,63	10,38	1,31	0,79	5/16"
11	1+102,710	PIVH-11	39,7	9,94	29,81	7,95	31,42	3,97	0,79	5/16"
12	1+197,700	PIV-12	43,7	10,92	32,77	8,74	34,54	4,37	0,79	5/16"
13	1+226,830	PIVH-13	67,3	16,84	50,51	13,47	53,24	6,73	0,79	5/16"
14	1+276,920	PIV-14	43,2	10,79	32,38	8,64	34,13	4,32	0,95	3/8"
15	1+502,360	PIVH-15	53,6	13,39	40,16	10,71	42,33	5,36	0,95	3/8"
16	1+525,410	PIV-16	73,8	18,44	55,31	14,75	58,30	7,38	0,95	3/8"
17	1+566,670	PIV-17	32,3	8,07	24,21	6,46	25,52	3,23	1,11	7/16"
18	1+596,460	PIVH-18	13,8	3,45	10,34	2,76	10,90	1,38	1,11	7/16"
19	1+635,330	PIV-19	80,2	20,06	60,17	16,05	63,42	8,02	1,11	7/16"
20	1+660,570	PIV-20	59,2	14,80	44,40	11,84	46,80	5,92	1,11	7/16"
		<b>TOTAL m3</b>	<b>691</b>	<b>173</b>	<b>519</b>					

## INFORMACIÓN

Descripción PI	Clasificación
PI HORIZONTAL	1
PI VERTICAL CONCAVO TERRENO	2
PI VERTICAL CONVEXO HACIA ARRIBA	3
PI V.H. CONCAVO TERRENO	4
PI V.H. CONVEXO HACIA ARRIBA	5

FACTOR AMPLIFICACIÓN CARGA VIVA	1,6
---------------------------------	-----

PI:	PIVH-1
CLASIFICACIÓN:	4

Peso del agua	kg/m <sup>3</sup>	1000
Peso Unitario de tubería	kg/m <sup>3</sup>	7850,0
Peso Unitario de concreto	kg/m <sup>3</sup>	2400
Diámetro interno de Tubería	m	1,050
Diámetro externo de Tubería	m	1,060
Caudal	m <sup>3</sup> /s	2,46
Carga de agua	mca	10,27
Estacionamiento PI anterior		0+000,000
Estacionamiento PI actual		0+053,790
Estacionamiento PI posterior		0+260,000
Distancia a apoyo + cercano anterior	m	53,790
Distancia a apoyo + cercano posterior	m	206,21
Ángulo horizontal	grados	28,68
Ángulo vertical anterior	grados	3,28
Ángulo vertical posterior	grados	-3,28
Capacidad Soporte del suelo	kg/m <sup>2</sup>	6000
Coefficiente fricción del suelo	$\mu$	0,35
Elevación PI anterior	m.s.n.m.	538,500
Elevación PI actual	m.s.n.m.	535,420
Elevación PI posterior	m.s.n.m.	527,67

### ANCLAJE TIPO 1 PI HORIZONTAL

$$R=2PA_{sen}(\theta/2)$$

$A_{interna}$	m <sup>2</sup>	0,87
$A_{externa}$	m <sup>2</sup>	0,88
P	kg/m <sup>2</sup>	10.270,00
R	kg	4.406,57



$$R \leq \beta H_a L + W_1 \mu$$

$\beta$	kg/m <sup>2</sup>	3.000,00
---------	-------------------	----------

$$H_a = \frac{R + 2,4 \frac{\pi D^2}{4} L \mu}{\beta L + 2,4 B L \mu}$$

B	m	1,66
L	m	1,70
H <sub>aMIN</sub>	m	0,76
Dim. <sub>MIN</sub>	m	1,66

H <sub>aDEF</sub>	m	1,66
-------------------	---	------

Peso concreto

W <sub>1</sub>	kg	7.640,36
----------------	----	----------

#### Verificaciones

R	kg	4.414,84
$\beta H_a L$	kg	8.464,49
W <sub>1</sub> μ	kg	2674,13

$$R \leq \beta H_a L + W_1 \mu$$

7.063,74

≤

11138,62

**OK!!!**

#### ANCLAJE TIPO 2 PI VERTICAL CÓNCAVO RESULTANTE EN DIRECCIÓN TERRENO

$$m = \frac{Cota2 - Cota1}{Abscisa2 - Abscisa1}$$

m <sub>1</sub>		- 0,05725971
m <sub>2</sub>		- 0,03758305

$$\alpha = \tan^{-1}(m)$$

$\alpha_1$		-0,057
$\alpha_2$		-0,038

$$E_v = PA(\text{sen} \alpha_2 - \text{sen} \alpha_1)$$

P	kg/m <sup>2</sup>	10.270,00
---	-------------------	-----------

$A_{\text{interna}}$	$\text{m}^2$	0,87
$E_V$	kg	174,44

Dimensionamiento

$E_V$	kg	279,11
Dim. <sub>MIN</sub>	m	1,66
B	m	1,66
$H_{\text{aDEF}}$	m	1,68

$L_{\text{min}}$	m	0,03
$L_{\text{usar}}$	m	1,70

Peso concreto

$W_1$	kg	7.777,79
-------	----	----------

**Verificaciones**

$E_V$	kg	279,11
$W_1$	kg	7.777,79

$$E_V \leq W_1$$

$$279,11 \leq 7777,79 \quad \text{OK!!!}$$

$$E_H = PA(\cos\alpha_1 - \cos\alpha_2)$$

P	$\text{kg}/\text{m}^2$	10.270,00
$A_{\text{interna}}$	$\text{m}^2$	0,87
$E_H$	kg	8,27

$$2.855,54 \leq 6000 \quad \text{OK!!!}$$

**ANCLAJE TIPO 3**  
**PI VERTICAL CONVEXO**  
**RESULTANTE EN DIRECCIÓN FUERA DEL**  
**TERRENO**

$$m = \frac{\text{Cota2} - \text{Cota1}}{\text{Abscisa2} - \text{Abscisa1}}$$

m <sub>1</sub>		-0,057259714
m <sub>2</sub>		-0,037583046

$$\alpha = \tan^{-1}(m)$$

$\alpha_1$		-0,057
$\alpha_2$		-0,038

$$E_V = PA(\text{sen}\alpha_2 - \text{sen}\alpha_1)$$

P	kg/m <sup>2</sup>	10.270,00
A <sub>interna</sub>	m <sup>2</sup>	0,87
E <sub>V</sub>	kg	279,11

Dimensionamiento

E <sub>V</sub>	kg	279,11
Dim.-MIN	m	1,66
B	m	1,66
H <sub>aDEF</sub>	m	1,66

L <sub>min</sub>	m	0,06
L <sub>usar</sub>	m	1,70

Peso concreto

$$W = E_V$$

W <sub>1</sub>	kg	7640,36
----------------	----	---------

$$E_H = PA(\text{cos}\alpha_1 - \text{cos}\alpha_2)$$

P	kg/m <sup>2</sup>	10.270,00
A <sub>interna</sub>	m <sup>2</sup>	0,87
E <sub>H</sub>	kg	13,23

E <sub>H</sub>	kg	13,23
W	kg	7.640,36

L	m	1,70
---	---	------

H <sub>aMAX</sub>		981,4
H <sub>aDEF</sub>		1,7

$$\frac{H_a}{2} E_H \leq W \frac{L}{2}$$

$$10,98 \leq 6494,31 \quad \text{OK!!!}$$

$$E_V \leq W_1 \quad 279,11 \leq 7640,36 \quad \text{OK!!!}$$

$$E_H \leq W_1 \mu \quad 13,23 \leq 2674,13 \quad \text{OK!!!}$$

DIMENSIONES DEL BLOQUE		
B	1,7	m
H <sub>A</sub>	1,7	m
L	1,7	m
Volumen	4,7	m <sup>3</sup>

METODO 1	9,35	m <sup>3</sup>
----------	------	----------------

### INFORMACIÓN

Descripción PI	Clasificación
PI HORIZONTAL	1
PI VERTICAL CONCAVO TERRENO	2
PI VERTICAL CONVEXO HACIA ARRIBA	3
PI V.H. CONCAVO TERRENO	4
PI V.H. CONVEXO HACIA ARRIBA	5

FACTOR AMPLIFICACIÓN CARGA VIVA	1,6
---------------------------------	-----

PI:	PIV-2
CLASIFICACIÓN:	3

Peso del agua	kg/m <sup>3</sup>	1000
Peso Unitario de tubería	kg/m <sup>3</sup>	7850,0
Peso Unitario de concreto	kg/m <sup>3</sup>	2400
Diámetro interno de Tubería	m	1,050

Diámetro externo de Tubería	m	1,060
Caudal	m <sup>3</sup> /s	2,46
Carga de agua	mca	26,44
Estacionamiento PI anterior		0+053,790
Estacionamiento PI actual		0+260,000
Estacionamiento PI posterior		0+471,430
Distancia a apoyo + cercano anterior	m	206,210
Distancia a apoyo + cercano posterior	m	211,43
Ángulo horizontal	grados	0
Ángulo vertical anterior	grados	3,28
Ángulo vertical posterior	grados	-0,60
Capacidad Soporte del suelo	kg/m <sup>2</sup>	6000
Coefficiente fricción del suelo	$\mu$	0,35
Elevación PI anterior	m.s.n.m.	535,420
Elevación PI actual	m.s.n.m.	527,670
Elevación PI posterior	m.s.n.m.	521,45

#### ANCLAJE TIPO 1 PI HORIZONTAL

$$R=2PA_{sen}(\theta/2)$$

A <sub>interna</sub>	m <sup>2</sup>	0,87
A <sub>externa</sub>	m <sup>2</sup>	0,88
P	kg/m <sup>2</sup>	26.440,00
R	kg	-

$$R \leq \beta H_a L + W_1 \mu$$

$\beta$	kg/m <sup>2</sup>	3.000,00
---------	-------------------	----------

$$H_a = \frac{R + 2,4 \frac{\pi D^2}{4} L \mu}{\beta L + 2,4 B L \mu}$$

B	m	1,66
L	m	1,70
H <sub>aMIN</sub>	m	0,17
Dim.-MIN	m	1,66

H <sub>aDEF</sub>	m	1,66
-------------------	---	------

Peso concreto

W <sub>1</sub>	kg	7.640,36
----------------	----	----------

**Verificaciones**

R	kg	-
$\beta H_a L$	kg	8.464,49
$W_1 \mu$	kg	2674,13

$$R \leq \beta H_a L + W_1 \mu \quad - \quad \leq \quad 11138,62 \quad \text{OK!!!}$$

**ANCLAJE TIPO 2  
PI VERTICAL CÓNCAVO  
RESULTANTE EN DIRECCIÓN TERRENO**

$$m = \frac{\text{Cota2} - \text{Cota1}}{\text{Abscisa2} - \text{Abscisa1}}$$

$m_1$		-0,037583046
$m_2$		-0,02941872

$$\alpha = \tan^{-1}(m)$$

$\alpha_1$		-0,038
$\alpha_2$		-0,029

$$E_v = PA(\sin \alpha_2 - \sin \alpha_1)$$

P	kg/m <sup>2</sup>	26.440,00
$A_{\text{interna}}$	m <sup>2</sup>	0,87
$E_v$	kg	186,67

**Dimensionamiento**

$E_v$	kg	298,67
Dim-MIN	m	1,66
B	m	1,66
$H_{aDEF}$	m	1,68

$L_{\text{min}}$	m	0,03
$L_{\text{usar}}$	m	1,70

Peso concreto

$W_1$	kg	7.777,79
-------	----	----------

**Verificaciones**

$E_V$	kg	298,67
$W_1$	kg	7.777,79

$$E_V \leq W_1$$

$$298,67 \leq 7777,79 \quad \text{OK!!!}$$

$$E_H = PA(\cos\alpha_1 - \cos\alpha_2)$$

P	kg/m <sup>2</sup>	26.440,00
$A_{\text{interna}}$	m <sup>2</sup>	0,87
$E_H$	kg	6,25

$$2.650,77 \leq 6000 \quad \text{OK!!!}$$

**ANCLAJE TIPO 3  
PI VERTICAL CONVEXO  
RESULTANTE EN DIRECCIÓN FUERA DEL TERRENO**

$$m = \frac{\text{Cota2} - \text{Cota1}}{\text{Abscisa2} - \text{Abscisa1}}$$

$m_1$		-0,037583046
$m_2$		-0,02941872

$$\alpha = \tan^{-1}(m)$$

$\alpha_1$		-0,038
$\alpha_2$		-0,029

$$E_V = PA(\sin\alpha_2 - \sin\alpha_1)$$

P	kg/m <sup>2</sup>	26.440,00
$A_{\text{interna}}$	m <sup>2</sup>	0,87
$E_V$	kg	298,67

Dimensionamiento

$E_V$	kg	298,67
-------	----	--------

Dim-MIN	m	1,66
B	m	1,66
H <sub>aDEF</sub>	m	1,66

L <sub>min</sub>	m	0,07
L <sub>usar</sub>	m	1,70

Peso concreto

$$W = E_v$$

W <sub>1</sub>	kg	7640,36
----------------	----	---------

$$E_H = PA(\cos\alpha_1 - \cos\alpha_2)$$

P	kg/m <sup>2</sup>	26.440,00
A <sub>interna</sub>	m <sup>2</sup>	0,87
E <sub>H</sub>	kg	10,01

E <sub>H</sub>	kg	10,01
W	kg	7.640,36
L	m	1,70

H <sub>aMAX</sub>		1298,2
H <sub>aDEF</sub>		1,7

$$\frac{H_a}{2} E_H \leq W \frac{L}{2}$$

$$8,30 \leq 6494,31 \quad \text{OK!!!}$$

$$E_v \leq W_1 \quad 298,67 \leq 7640,36 \quad \text{OK!!!}$$

$$E_H \leq W_1 \mu \quad 10,01 \leq 2674,13 \quad \text{OK!!!}$$

DIMENSIONES DEL BLOQUE		
B	1,7	m
H <sub>A</sub>	1,7	m
L	1,7	m
Volumen	4,7	m <sup>3</sup>

METODO 1	9,35	m <sup>3</sup>
----------	------	----------------



## INFORMACIÓN

Descripción PI	Clasificación
PI HORIZONTAL	1
PI VERTICAL CONCAVO TERRENO	2
PI VERTICAL CONVEXO HACIA ARRIBA	3
PI V.H. CONCAVO TERRENO	4
PI V.H. CONVEXO HACIA ARRIBA	5

FACTOR AMPLIFICACIÓN CARGA VIVA	1,6
---------------------------------	-----

PI:	PIV-3
CLASIFICACIÓN:	3

Peso del agua	kg/m <sup>3</sup>	1000
Peso Unitario de tubería	kg/m <sup>3</sup>	7850,0
Peso Unitario de concreto	kg/m <sup>3</sup>	2400
Diámetro interno de Tubería	m	1,050
Diámetro externo de Tubería	m	1,060
Caudal	m <sup>3</sup> /s	2,46
Carga de agua	mca	41,26
Estacionamiento PI anterior		0+260,000
Estacionamiento PI actual		0+471,430
Estacionamiento PI posterior		0+480,000
Distancia a apoyo + cercano anterior	m	211,430
Distancia a apoyo + cercano posterior	m	8,57
Ángulo horizontal	grados	0
Ángulo vertical anterior	grados	0,60
Ángulo vertical posterior	grados	-15,17
Capacidad Soporte del suelo	kg/m <sup>2</sup>	6000
Coefficiente fricción del suelo	$\mu$	0,35
Elevación PI anterior	m.s.n.m.	527,670
Elevación PI actual	m.s.n.m.	521,450
Elevación PI posterior	m.s.n.m.	519,22

### ANCLAJE TIPO 1 PI HORIZONTAL

$$R=2PA_{sen}(\theta/2)$$

$A_{interna}$	m <sup>2</sup>	0,87
$A_{externa}$	m <sup>2</sup>	0,88
P	kg/m <sup>2</sup>	41.260,00
R	kg	-

$$R \leq \beta H_a L + W_1 \mu$$

$\beta$	kg/m <sup>2</sup>	3.000,00
---------	-------------------	----------

$$H_a = \frac{R + 2,4 \frac{\pi D^2}{4} L \mu}{\beta L + 2,4 B L \mu}$$

B	m	1,66
L	m	1,70
H <sub>aMIN</sub>	m	0,17
Dim.MIN	m	1,66

H <sub>aDEF</sub>	m	1,66
-------------------	---	------

Peso concreto

W <sub>1</sub>	kg	7.640,36
----------------	----	----------

### Verificaciones

R	kg	-
$\beta H_a L$	kg	8.464,49
W <sub>1</sub> μ	kg	2674,13

$$R \leq \beta H_a L + W_1 \mu$$

$$- \leq 11138,62 \quad \text{OK!!!}$$

### ANCLAJE TIPO 2 PI VERTICAL CÓNCAVO RESULTANTE EN DIRECCIÓN TERRENO

$$m = \frac{\text{Cota2} - \text{Cota1}}{\text{Abscisa2} - \text{Abscisa1}}$$

m <sub>1</sub>		- 0,02941872
m <sub>2</sub>		- 0,26021004

$$\alpha = \tan^{-1} (m)$$

$\alpha_1$		-0,029
$\alpha_2$		-0,255

$$E_v = PA(\text{sen}\alpha_2 - \text{sen}\alpha_1)$$

P	kg/m <sup>2</sup>	41.260,00
A <sub>interna</sub>	m <sup>2</sup>	0,87
E <sub>v</sub>	kg	7.949,08

Dimensionamiento

E <sub>v</sub>	kg	12.718,53
Dim·MIN	m	1,66
B	m	1,66
H <sub>aDEF</sub>	m	1,90

L <sub>min</sub>	m	1,28
L <sub>usar</sub>	m	2,40

Peso concreto

W <sub>1</sub>	kg	13.083,59
----------------	----	-----------

**Verificaciones**

E <sub>v</sub>	kg	12.718,53
W <sub>1</sub>	kg	13.083,59

$$E_v \leq W_1 \quad 12.718,53 \leq 13083,59 \quad \text{OK!!!}$$

$$E_H = PA(\text{cos}\alpha_1 - \text{cos}\alpha_2)$$

P	kg/m <sup>2</sup>	41.260,00
A <sub>interna</sub>	m <sup>2</sup>	0,87
E <sub>H</sub>	kg	1.136,32

$$91,65 \leq 6000 \quad \text{OK!!!}$$

**ANCLAJE TIPO 3  
PI VERTICAL CONVEXO  
RESULTANTE EN DIRECCIÓN FUERA DEL TERRENO**

$$m = \frac{Cota2 - Cota1}{Abscisa2 - Abscisa1}$$

$m_1$		-0,02941872
$m_2$		-0,260210035

$$\alpha = \tan^{-1}(m)$$

$\alpha_1$		-0,029
$\alpha_2$		-0,255

$$E_V = PA(\sin\alpha_2 - \sin\alpha_1)$$

P	kg/m <sup>2</sup>	41.260,00
$A_{interna}$	m <sup>2</sup>	0,87
$E_V$	kg	12.718,53

Dimensionamiento

$E_V$	kg	12.718,53
Dim.-MIN	m	1,66
B	m	1,66
$H_{aDEF}$	m	1,66

$L_{min}$	m	2,83
$L_{usar}$	m	2,87

Peso concreto

$$W = E_V$$

$W_1$	kg	12898,73
-------	----	----------

$$E_H = PA(\cos\alpha_1 - \cos\alpha_2)$$

P	kg/m <sup>2</sup>	41.260,00
$A_{interna}$	m <sup>2</sup>	0,87
$E_H$	kg	1.818,11

$E_H$	kg	1.818,11
W	kg	12.898,73
L	m	2,87

H <sub>aMAX</sub>		20,4
H <sub>aDEF</sub>		1,7

$$\frac{H_a}{2} E_H \leq W \frac{L}{2}$$

$$1.508,76 \leq 18509,68 \quad \text{OK!!!}$$

$$E_V \leq W_1 \quad 12.718,53 \leq 12898,73 \quad \text{OK!!!}$$

$$E_H \leq W_1 \mu \quad 1.818,11 \leq 4514,56 \quad \text{OK!!!}$$

DIMENSIONES DEL BLOQUE		
B	1,7	m
H <sub>A</sub>	1,7	m
L	2,9	m
<b>Volumen</b>	<b>7,9</b>	<b>m<sup>3</sup></b>
METODO 1	9,35	m <sup>3</sup>

## INFORMACIÓN

Descripción PI	Clasificación
PI HORIZONTAL	1
PI VERTICAL CONCAVO TERRENO	2
PI VERTICAL CONVEXO HACIA ARRIBA	3
PI V.H. CONCAVO TERRENO	4
PI V.H. CONVEXO HACIA ARRIBA	5

FACTOR AMPLIFICACIÓN CARGA VIVA	1,6
---------------------------------	-----

PI:	PIVH-4
CLASIFICACIÓN:	5

Peso del agua	kg/m <sup>3</sup>	1000
Peso Unitario de tubería	kg/m <sup>3</sup>	7850,0
Peso Unitario de concreto	kg/m <sup>3</sup>	2400

Diámetro interno de Tubería	m	1,050
Diámetro externo de Tubería	m	1,060
Caudal	m <sup>3</sup> /s	2,46
Carga de agua	mca	43,84
Estacionamiento PI anterior		0+471,430
Estacionamiento PI actual		0+480,000
Estacionamiento PI posterior		0+584,780
Distancia a apoyo + cercano anterior	m	8,570
Distancia a apoyo + cercano posterior	m	104,78
Ángulo horizontal	grados	20,1
Ángulo vertical anterior	grados	15,17
Ángulo vertical posterior	grados	-15,17
Capacidad Soporte del suelo	kg/m <sup>2</sup>	6000
Coefficiente fricción del suelo	$\mu$	0,35
Elevación PI anterior	m.s.n.m.	521,450
Elevación PI actual	m.s.n.m.	519,220
Elevación PI posterior	m.s.n.m.	490,80

#### ANCLAJE TIPO 1 PI HORIZONTAL

$$R=2PA_{sen}(\theta/2)$$

$A_{interna}$	m <sup>2</sup>	0,87
$A_{externa}$	m <sup>2</sup>	0,88
P	kg/m <sup>2</sup>	43.840,00
R	kg	13.253,54

$$R \leq \beta H_a L + W_1 \mu$$

$\beta$	kg/m <sup>2</sup>	3.000,00
---------	-------------------	----------

$$H_a = \frac{R + 2,4 \frac{\pi D^2}{4} L \mu}{\beta L + 2,4 B L \mu}$$

B	m	1,66
L	m	3,00
$H_{aMIN}$	m	1,17
Dim·MIN	m	1,85

$H_{aDEF}$	m	1,85
------------	---	------

Peso concreto

$W_1$	kg	15.757,00
-------	----	-----------

**Verificaciones**

R	kg	13.414,21
$\beta H_a L$	kg	16.650,00
$W_1 \mu$	kg	5514,95

$$R \leq \beta H_a L + W_1 \mu \qquad 21.462,74 \leq 22164,95 \qquad \text{OK!!!}$$

**ANCLAJE TIPO 2  
PI VERTICAL CÓNCAVO  
RESULTANTE EN DIRECCIÓN TERRENO**

$$m = \frac{\text{Cota2} - \text{Cota1}}{\text{Abscisa2} - \text{Abscisa1}}$$

		-
$m_1$		0,26021004
		-
$m_2$		0,27123497

$$\alpha = \tan^{-1}(m)$$

$\alpha_1$		-0,255
$\alpha_2$		-0,265

$$E_v = PA(\text{sen}\alpha_2 - \text{sen}\alpha_1)$$

P	kg/m <sup>2</sup>	43.840,00
$A_{\text{interna}}$	m <sup>2</sup>	0,87
$E_v$	kg	377,93

**Dimensionamiento**

$E_v$	kg	604,69
Dim. <sub>MIN</sub>	m	1,66
B	m	1,67
$H_{aDEF}$	m	2,00

$L_{\text{min}}$	m	0,06
$L_{\text{usar}}$	m	2,00

Peso concreto

$W_1$	kg	11.699,65
-------	----	-----------

### Verificaciones

$E_V$	kg	604,69
$W_1$	kg	11.699,65

$$E_V \leq W_1 \quad 604,69 \leq 11699,65 \quad \text{OK!!!}$$

$$E_H = PA(\cos\alpha_1 - \cos\alpha_2)$$

P	kg/m <sup>2</sup>	43.840,00
$A_{\text{interna}}$	m <sup>2</sup>	0,87
$E_H$	kg	100,42

$$3.321,84 \leq 6000 \quad \text{OK!!!}$$

### ANCLAJE TIPO 3 PI VERTICAL CONVEXO RESULTANTE EN DIRECCIÓN FUERA DEL TERRENO

$$m = \frac{\text{Cota}_2 - \text{Cota}_1}{\text{Abscisa}_2 - \text{Abscisa}_1}$$

$m_1$		-0,260210035
$m_2$		-0,271234969

$$\alpha = \tan^{-1}(m)$$

$\alpha_1$		-0,255
$\alpha_2$		-0,265

$$E_V = PA(\sin\alpha_2 - \sin\alpha_1)$$

P	kg/m <sup>2</sup>	43.840,00
$A_{\text{interna}}$	m <sup>2</sup>	0,87
$E_V$	kg	604,69

Dimensionamiento

$E_V$	kg	604,69
-------	----	--------



Dim-MIN	m	1,66
B	m	1,66
H <sub>aDEF</sub>	m	1,70

L <sub>min</sub>	m	0,13
L <sub>usar</sub>	m	3,84

Peso concreto

$$W = E_v$$

W <sub>1</sub>	kg	17874,58
----------------	----	----------

$$E_H = PA(\cos\alpha_1 - \cos\alpha_2)$$

P	kg/m <sup>2</sup>	43.840,00
A <sub>interna</sub>	m <sup>2</sup>	0,87
E <sub>H</sub>	kg	160,68

E <sub>H</sub>	kg	160,68
W	kg	17.874,58
L	m	3,84

H <sub>aMAX</sub>		427,2
H <sub>aDEF</sub>		1,7

$$\frac{H_a}{2} E_H \leq W \frac{L}{2}$$

$$136,57 \leq 34319,20 \quad \text{OK!!!}$$

$$E_v \leq W_1 \quad 604,69 \leq 17874,58 \quad \text{OK!!!}$$

$$E_H \leq W_1 \mu \quad 160,68 \leq 6256,10 \quad \text{OK!!!}$$

DIMENSIONES DEL BLOQUE		
B	1,7	m
H <sub>A</sub>	1,7	m
L	3,8	m
<b>Volumen</b>	<b>10,8</b>	<b>m<sup>3</sup></b>

METODO 1	9,35	m <sup>3</sup>
----------	------	----------------

## INFORMACIÓN

Descripción PI	Clasificación
PI HORIZONTAL	1
PI VERTICAL CONCAVO TERRENO	2
PI VERTICAL CONVEXO HACIA ARRIBA	3
PI V.H. CONCAVO TERRENO	4
PI V.H. CONVEXO HACIA ARRIBA	5

FACTOR AMPLIFICACIÓN CARGA VIVA	1,6
---------------------------------	-----

PI:	PIV-5
CLASIFICACIÓN:	3

Peso del agua	kg/m <sup>3</sup>	1000
Peso Unitario de tubería	kg/m <sup>3</sup>	7850,0
Peso Unitario de concreto	kg/m <sup>3</sup>	2400
Diámetro interno de Tubería	m	1,050
Diámetro externo de Tubería	m	1,063
Caudal	m <sup>3</sup> /s	2,46
Carga de agua	mca	76,53
Estacionamiento PI anterior		0+480,000
Estacionamiento PI actual		0+584,780
Estacionamiento PI posterior		0+612,940
Distancia a apoyo + cercano anterior	m	104,780
Distancia a apoyo + cercano posterior	m	28,16
Ángulo horizontal	grados	0
Ángulo vertical anterior	grados	15,17
Ángulo vertical posterior	grados	-0,57
Capacidad Soporte del suelo	kg/m <sup>2</sup>	6000
Coefficiente fricción del suelo	$\mu$	0,35
Elevación PI anterior	m.s.n.m.	519,220
Elevación PI actual	m.s.n.m.	490,800
Elevación PI posterior	m.s.n.m.	490,52

### ANCLAJE TIPO 1 PI HORIZONTAL

$$R=2PA_{sen}(\theta/2)$$

A <sub>interna</sub>	m <sup>2</sup>	0,87
A <sub>externa</sub>	m <sup>2</sup>	0,89
P	kg/m <sup>2</sup>	76.530,00
R	kg	-

$$R \leq \beta H_a L + W_1 \mu$$

$\beta$	kg/m <sup>2</sup>	3.000,00
---------	-------------------	----------

$$H_a = \frac{R + 2,4 \frac{\pi D^2}{4} L \mu}{\beta L + 2,4 B L \mu}$$

B	m	1,66
L	m	1,70
H <sub>aMIN</sub>	m	0,17
Dim. <sub>MIN</sub>	m	0,90

H <sub>aDEF</sub>	m	0,80
-------------------	---	------

Peso concreto

W <sub>1</sub>	kg	1.807,56
----------------	----	----------

#### Verificaciones

R	kg	-
$\beta H_a L$	kg	4.080,00
W <sub>1</sub> μ	kg	632,65

$$R \leq \beta H_a L + W_1 \mu$$

$$- \leq 4712,65 \quad \text{OK!!!}$$

#### ANCLAJE TIPO 2 PI VERTICAL CÓNCAVO RESULTANTE EN DIRECCIÓN TERRENO

$$m = \frac{\text{Cota2} - \text{Cota1}}{\text{Abscisa2} - \text{Abscisa1}}$$

m <sub>1</sub>		-0,271234969
m <sub>2</sub>		-0,009943182

$$\alpha = \tan^{-1}(m)$$

$\alpha_1$		-0,265
$\alpha_2$		-0,010

$$E_V = PA(\sin\alpha_2 - \sin\alpha_1)$$

P	kg/m <sup>2</sup>	76.530,00
A <sub>interna</sub>	m <sup>2</sup>	0,87
E <sub>V</sub>	kg	16.694,10

Dimensionamiento

E <sub>V</sub>	kg	26.710,56
Dim-MIN	m	1,66
B	m	1,66
H <sub>aDEF</sub>	m	2,80

L <sub>min</sub>	m	2,68
L <sub>usar</sub>	m	3,00

Peso concreto

W <sub>1</sub>	kg	27.135,28
----------------	----	-----------

### Verificaciones

E <sub>V</sub>	kg	26.710,56
W <sub>1</sub>	kg	27.135,28

$$E_V \leq W_1$$

$$26.710,56 \leq 27135,28 \quad \text{OK!!!}$$

$$E_H = PA(\cos\alpha_1 - \cos\alpha_2)$$

P	kg/m <sup>2</sup>	76.530,00
A <sub>interna</sub>	m <sup>2</sup>	0,87
E <sub>H</sub>	kg	2.308,36

$$85,14 \leq 6000 \quad \text{OK!!!}$$

**ANCLAJE TIPO 3  
PI VERTICAL CONVEXO  
RESULTANTE EN DIRECCIÓN FUERA DEL TERRENO**

$$m = \frac{Cota2 - Cota1}{Abscisa2 - Abscisa1}$$

m <sub>1</sub>		-0,271234969
m <sub>2</sub>		-0,009943182

$$\alpha = \tan^{-1} (m)$$

$\alpha_1$		-0,265
$\alpha_2$		-0,010

$$E_V = PA(\sin\alpha_2 - \sin\alpha_1)$$

P	kg/m <sup>2</sup>	76.530,00
A <sub>interna</sub>	m <sup>2</sup>	0,87
E <sub>V</sub>	kg	26.710,56

Dimensionamiento

E <sub>V</sub>	kg	26.710,56
Dim-MIN	m	1,66
B	m	1,66
H <sub>aDEF</sub>	m	1,66

L <sub>min</sub>	m	5,93
L <sub>usar</sub>	m	5,98

Peso concreto

$$W = E_V$$

W <sub>1</sub>	kg	26951,54
----------------	----	----------

$$E_H = PA(\cos\alpha_1 - \cos\alpha_2)$$

P	kg/m <sup>2</sup>	76.530,00
A <sub>interna</sub>	m <sup>2</sup>	0,87
E <sub>H</sub>	kg	3.693,38

E <sub>H</sub>	kg	3.693,38
W	kg	26.951,54
L	m	5,98

H <sub>aMAX</sub>		43,6
H <sub>aDEF</sub>		1,7

$$\frac{H_a}{2} E_H \leq W \frac{L}{2}$$

$$3.070,82 \leq 80585,10 \quad \text{OK!!!}$$

$$E_V \leq W_1 \quad 26.710,56 \leq 26951,54 \quad \text{OK!!!}$$

$$E_H \leq W_1 \mu \quad 3.693,38 \leq 9433,04 \quad \text{OK!!!}$$

DIMENSIONES DEL BLOQUE		
B	1,7	m
H <sub>A</sub>	1,7	m
L	6,0	m
<b>Volumen</b>	<b>16,5</b>	<b>m<sup>3</sup></b>
METODO 1	9,35	m <sup>3</sup>

## INFORMACIÓN

Descripción PI	Clasificación
PI HORIZONTAL	1
PI VERTICAL CONCAVO TERRENO	2
PI VERTICAL CONVEXO HACIA ARRIBA	3
PI V.H. CONCAVO TERRENO	4
PI V.H. CONVEXO HACIA ARRIBA	5

FACTOR AMPLIFICACIÓN CARGA VIVA	1,6
---------------------------------	-----

PI:	<b>PIVH-6</b>
CLASIFICACIÓN:	4

Peso del agua	kg/m <sup>3</sup>	1000
Peso Unitario de tubería	kg/m <sup>3</sup>	7850,0
Peso Unitario de concreto	kg/m <sup>3</sup>	2400
Diámetro interno de Tubería	m	1,050
Diámetro externo de Tubería	m	1,063
Caudal	m <sup>3</sup> /s	2,46

Carga de agua	mca	77,96
Estacionamiento PI anterior		0+584,780
Estacionamiento PI actual		0+612,940
Estacionamiento PI posterior		0+667,390
Distancia a apoyo + cercano anterior	m	28,160
Distancia a apoyo + cercano posterior	m	54,45
Ángulo horizontal	grados	25,7
Ángulo vertical anterior	grados	0,57
Ángulo vertical posterior	grados	-0,57
Capacidad Soporte del suelo	kg/m <sup>2</sup>	6000
Coefficiente fricción del suelo	$\mu$	0,35
Elevación PI anterior	m.s.n.m.	490,800
Elevación PI actual	m.s.n.m.	490,520
Elevación PI posterior	m.s.n.m.	489,98

### ANCLAJE TIPO 1 PI HORIZONTAL

$$R=2PA_{sen}(\theta/2)$$

$A_{interna}$	m <sup>2</sup>	0,87
$A_{externa}$	m <sup>2</sup>	0,89
P	kg/m <sup>2</sup>	77.960,00
R	kg	30.036,72

$$R \leq \beta H_a L + W_1 \mu$$

$\beta$	kg/m <sup>2</sup>	3.000,00
---------	-------------------	----------

$$H_a = \frac{R + 2,4 \frac{\pi D^2}{4} L \mu}{\beta L + 2,4 B L \mu}$$

B	m	1,66
L	m	2,40
$H_{aMIN}$	m	3,01
Dim-MIN	m	3,60

$H_{aDEF}$	m	4,80
------------	---	------

Peso concreto

$W_1$	kg	40.864,60
-------	----	-----------

### Verificaciones

R	kg	30.036,74
$\beta H_a L$	kg	34.560,00
$W_1 \mu$	kg	14302,61

$$R \leq \beta H_a L + W_1 \mu$$

48.058,79

≤

48862,61

**OK!!!**

ANCLAJE TIPO 2

PI VERTICAL CÓNCAVO

**RESULTANTE EN DIRECCIÓN TERRENO**

$$m = \frac{\text{Cota2} - \text{Cota1}}{\text{Abscisa2} - \text{Abscisa1}}$$

$m_1$		-0,009943182
$m_2$		-0,009917355

$$\alpha = \tan^{-1}(m)$$

$\alpha_1$		-0,010
$\alpha_2$		-0,010

$$E_v = PA(\text{sen}\alpha_2 - \text{sen}\alpha_1)$$

P	kg/m <sup>2</sup>	77.960,00
$A_{\text{interna}}$	m <sup>2</sup>	0,87
$E_v$	kg	1,74

Dimensionamiento

$E_v$	kg	2,79
Dim-MIN	m	1,66
B	m	1,66
$H_{aDEF}$	m	2,80

$L_{\text{min}}$	m	0,00
$L_{\text{usar}}$	m	1,00

Peso concreto

$W_1$	kg	9.045,09
-------	----	----------

**Verificaciones**

$E_v$	kg	2,79
$W_1$	kg	9.045,09



$$E_V \leq W_1$$

2,79

≤

9045,09

**OK!!!**

$$E_H = PA(\cos\alpha_1 - \cos\alpha_2)$$

P	kg/m <sup>2</sup>	77.960,00
A <sub>interna</sub>	m <sup>2</sup>	0,87
E <sub>H</sub>	kg	0,02

5.441,09

≤

6000 **OK!!!**

**ANCLAJE TIPO 3  
PI VERTICAL CONVEXO  
RESULTANTE EN DIRECCIÓN FUERA DEL TERRENO**

$$m = \frac{\text{Cota2} - \text{Cota1}}{\text{Abscisa2} - \text{Abscisa1}}$$

m <sub>1</sub>		-0,009943182
m <sub>2</sub>		-0,009917355

$$\alpha = \tan^{-1}(m)$$

α <sub>1</sub>		-0,010
α <sub>2</sub>		-0,010

$$E_V = PA(\sin\alpha_2 - \sin\alpha_1)$$

P	kg/m <sup>2</sup>	77.960,00
A <sub>interna</sub>	m <sup>2</sup>	0,87
E <sub>V</sub>	kg	2,79

Dimensionamiento

E <sub>V</sub>	kg	2,79
Dim-MIN	m	1,66
B	m	1,66
H <sub>aDEF</sub>	m	1,66

L <sub>min</sub>	m	0,00
L <sub>usar</sub>	m	1,00

Peso concreto

$W_1$	kg	4506,95
-------	----	---------

$$W = E_v$$

P	kg/m <sup>2</sup>	77.960,00
$A_{\text{interna}}$	m <sup>2</sup>	0,87
$E_H$	kg	0,03

$$E_H = PA(\cos\alpha_1 - \cos\alpha_2)$$

$E_H$	kg	0,03
W	kg	4.506,95
L	m	1,00

$H_{a\text{MAX}}$		162671,7
$H_{a\text{DEF}}$		1,7

$$\frac{H_a}{2} E_H \leq W \frac{L}{2}$$

$$0,02 \leq 2253,47 \quad \text{OK!!!}$$

$$E_v \leq W_1 \quad 2,79 \leq 4506,95 \quad \text{OK!!!}$$

$$E_H \leq W_1 \mu \quad 0,03 \leq 1577,43 \quad \text{OK!!!}$$

DIMENSIONES DEL BLOQUE		
B	1,7	m
$H_A$	4,8	m
L	2,4	m
<b>Volumen</b>	<b>19,2</b>	<b>m<sup>3</sup></b>

METODO 1	9,35	m <sup>3</sup>
----------	------	----------------

## INFORMACIÓN

Descripción PI	Clasificación
PI HORIZONTAL	1
PI VERTICAL CONCAVO TERRENO	2
PI VERTICAL CONVEXO HACIA ARRIBA	3
PI V.H. CONCAVO TERRENO	4
PI V.H. CONVEXO HACIA ARRIBA	5

FACTOR AMPLIFICACIÓN CARGA VIVA	1,6
---------------------------------	-----

PI:	PIV-7
CLASIFICACIÓN:	4

Peso del agua	kg/m <sup>3</sup>	1000
Peso Unitario de tubería	kg/m <sup>3</sup>	7850,0
Peso Unitario de concreto	kg/m <sup>3</sup>	2400
Diámetro interno de Tubería	m	1,050
Diámetro externo de Tubería	m	1,063
Caudal	m <sup>3</sup> /s	2,46
Carga de agua	mca	80,72
Estacionamiento PI anterior		0+612,940
Estacionamiento PI actual		0+667,390
Estacionamiento PI posterior		0+775,880
Distancia a apoyo + cercano anterior	m	54,450
Distancia a apoyo + cercano posterior	m	108,49
Ángulo horizontal	grados	0
Ángulo vertical anterior	grados	0,57
Ángulo vertical posterior	grados	17,78
Capacidad Soporte del suelo	kg/m <sup>2</sup>	6000
Coefficiente fricción del suelo	$\mu$	0,35
Elevación PI anterior	m.s.n.m.	490,520
Elevación PI actual	m.s.n.m.	489,980
Elevación PI posterior	m.s.n.m.	455,18

### ANCLAJE TIPO 1 PI HORIZONTAL

$$R=2PA_{sen}(\theta/2)$$

$A_{interna}$	m <sup>2</sup>	0,87
$A_{externa}$	m <sup>2</sup>	0,89

P	kg/m <sup>2</sup>	80.720,00
R	kg	-

$$R \leq \beta H_a L + W_1 \mu$$

$\beta$	kg/m <sup>2</sup>	3.000,00
---------	-------------------	----------

$$H_a = \frac{R + 2,4 \frac{\pi D^2}{4} L \mu}{\beta L + 2,4 B L \mu}$$

B	m	1,66
L	m	1,70
H <sub>aMIN</sub>	m	0,17
Dim.-MIN	m	0,90

H <sub>aDEF</sub>	m	0,90
-------------------	---	------

Peso concreto

W <sub>1</sub>	kg	2.486,01
----------------	----	----------

### Verificaciones

R	kg	3.337,88
$\beta H_a L$	kg	4.590,00
W <sub>1</sub> μ	kg	870,10

$$R \leq \beta H_a L + W_1 \mu$$

5.340,61

≤

5460,10

**OK!!!**

### ANCLAJE TIPO 2 PI VERTICAL CÓNCAVO RESULTANTE EN DIRECCIÓN TERRENO

$$m = \frac{Cota2 - Cota1}{Abscisa2 - Abscisa1}$$

m <sub>1</sub>		-0,009917355
m <sub>2</sub>		-0,320766891

$$\alpha = \tan^{-1}(m)$$

$\alpha_1$		-0,010
$\alpha_2$		-0,310

$$E_V = PA(\text{sen}\alpha_2 - \text{sen}\alpha_1)$$

P	kg/m <sup>2</sup>	80.720,00
A <sub>interna</sub>	m <sup>2</sup>	0,87
E <sub>V</sub>	kg	20.662,69

Dimensionamiento

E <sub>V</sub>	kg	33.060,31
Dim.-MIN	m	2,00
B	m	4,50
H <sub>aDEF</sub>	m	2,50

L <sub>min</sub>	m	1,22
L <sub>usar</sub>	m	3,35

Peso concreto

W <sub>1</sub>	kg	33.066,31
----------------	----	-----------

**Verificaciones**

E <sub>V</sub>	kg	33.060,31
W <sub>1</sub>	kg	33.066,31

$$E_V \leq W_1$$

$$33.060,31 \leq 33066,31 \quad \text{OK!!!}$$

$$E_H = PA(\text{cos}\alpha_1 - \text{cos}\alpha_2)$$

P	kg/m <sup>2</sup>	80.720,00
A <sub>interna</sub>	m <sup>2</sup>	0,87
E <sub>H</sub>	kg	3.337,88

$$4.386,51 \leq 6000 \quad \text{OK!!!}$$

**ANCLAJE TIPO 3**  
**PI VERTICAL CONVEXO**  
**RESULTANTE EN DIRECCIÓN FUERA DEL TERRENO**

$$m = \frac{Cota2 - Cota1}{Abscisa2 - Abscisa1}$$

$m_1$		-0,009917355
$m_2$		-0,320766891

$$\alpha = \tan^{-1}(m)$$

$\alpha_1$		-0,010
$\alpha_2$		-0,310

$$E_V = PA(\sin\alpha_2 - \sin\alpha_1)$$

P	kg/m <sup>2</sup>	80.720,00
$A_{interna}$	m <sup>2</sup>	0,87
$E_V$	kg	33.060,31

Dimensionamiento

$E_V$	kg	33.060,31
Dim-MIN	m	1,66
B	m	1,66
$H_{aDEF}$	m	1,66

$L_{min}$	m	7,34
$L_{usar}$	m	7,40

Peso concreto

$$W = E_V$$

$W_1$	kg	33351,40
-------	----	----------

$$E_H = PA(\cos\alpha_1 - \cos\alpha_2)$$

P	kg/m <sup>2</sup>	80.720,00
$A_{interna}$	m <sup>2</sup>	0,87
$E_H$	kg	5.340,61

$E_H$	kg	5.340,61
W	kg	33.351,40

L	m	7,40
---	---	------

H <sub>aMAX</sub>		46,2
H <sub>aDEF</sub>		1,7

$$\frac{H_a}{2} E_H \leq W \frac{L}{2}$$

$$4.440,39 \leq 123400,18 \quad \text{OK!!!}$$

$$E_V \leq W_1 \quad 33.060,31 \leq 33351,40 \quad \text{OK!!!}$$

$$E_H \leq W_1 \mu \quad 5.340,61 \leq 11672,99 \quad \text{OK!!!}$$

DIMENSIONES DEL BLOQUE		
B	4,5	m
H <sub>A</sub>	2,5	m
L	3,4	m
<b>Volumen</b>	<b>37,7</b>	<b>m<sup>3</sup></b>
METODO 1	9,35	m <sup>3</sup>

## INFORMACIÓN

Descripción PI	Clasificación
PI HORIZONTAL	1
PI VERTICAL CONCAVO TERRENO	2
PI VERTICAL CONVEXO HACIA ARRIBA	3
PI V.H. CONCAVO TERRENO	4
PI V.H. CONVEXO HACIA ARRIBA	5

FACTOR AMPLIFICACIÓN CARGA VIVA	1,6
---------------------------------	-----

<b>PI:</b>	<b>PIV-8</b>
<b>CLASIFICACIÓN:</b>	5

Peso del agua	kg/m <sup>3</sup>	1000
Peso Unitario de tubería	kg/m <sup>3</sup>	7850,0
Peso Unitario de concreto	kg/m <sup>3</sup>	2400
Diámetro interno de Tubería	m	1,050

Diámetro externo de Tubería	m	1,063
Caudal	m <sup>3</sup> /s	2,46
Carga de agua	mca	119,94
Estacionamiento PI anterior		0+667,390
Estacionamiento PI actual		0+775,880
Estacionamiento PI posterior		0+921,440
Distancia a apoyo + cercano anterior	m	108,490
Distancia a apoyo + cercano posterior	m	145,56
Ángulo horizontal	grados	0
Ángulo vertical anterior	grados	17,78
Ángulo vertical posterior	grados	-1,47
Capacidad Soporte del suelo	kg/m <sup>2</sup>	6000
Coefficiente fricción del suelo	$\mu$	0,35
Elevación PI anterior	m.s.n.m.	489,980
Elevación PI actual	m.s.n.m.	455,180
Elevación PI posterior	m.s.n.m.	451,44

#### ANCLAJE TIPO 1 PI HORIZONTAL

$$R = 2PA_{sen}(\theta/2)$$

A <sub>interna</sub>	m <sup>2</sup>	0,87
A <sub>externa</sub>	m <sup>2</sup>	0,89
P	kg/m <sup>2</sup>	119.940,00
R	kg	-

$$R \leq \beta H_a L + W_1 \mu$$

$\beta$	kg/m <sup>2</sup>	3.000,00
---------	-------------------	----------

$$H_a = \frac{R + 2,4 \frac{\pi D^2}{4} L \mu}{\beta L + 2,4 B L \mu}$$

B	m	1,66
L	m	2,00
H <sub>aMIN</sub>	m	0,17
Dim-MIN	m	0,90

H <sub>aDEF</sub>	m	1,65
-------------------	---	------

Peso concreto

W <sub>1</sub>	kg	8.911,09
----------------	----	----------



**Verificaciones**

R	kg	7.888,82
$\beta H_a L$	kg	9.900,00
$W_1 \mu$	kg	3118,88

$$R \leq \beta H_a L + W_1 \mu \quad 12.622,10 \leq 13018,88 \quad \text{OK!!!}$$

**ANCLAJE TIPO 2  
PI VERTICAL CÓNCAVO  
RESULTANTE EN DIRECCIÓN TERRENO**

$$m = \frac{\text{Cota2} - \text{Cota1}}{\text{Abscisa2} - \text{Abscisa1}}$$

$m_1$		-0,320766891
$m_2$		-0,025693872

$$\alpha = \tan^{-1}(m)$$

$\alpha_1$		-0,310
$\alpha_2$		-0,026

$$E_v = PA(\sin \alpha_2 - \sin \alpha_1)$$

P	kg/m <sup>2</sup>	119.940,00
$A_{\text{interna}}$	m <sup>2</sup>	0,87
$E_v$	kg	29.064,00

**Dimensionamiento**

$E_v$	kg	46.502,40
Dim.-MIN	m	1,66
B	m	1,66
$H_{aDEF}$	m	3,10

$L_{\text{min}}$	m	4,66
$L_{\text{usar}}$	m	4,69

**Peso concreto**

$W_1$	kg	48.036,70
-------	----	-----------

**Verificaciones**

$E_V$	kg	46.502,40
$W_1$	kg	48.036,70

$$E_V \leq W_1 \quad 46.502,40 \leq 48036,70 \quad \text{OK!!!}$$

P	kg/m <sup>2</sup>	119.940,00
$A_{\text{interna}}$	m <sup>2</sup>	0,87
$E_H$	kg	4.930,51

$$E_H = PA(\cos\alpha_1 - \cos\alpha_2)$$

$$196,73 \leq 6000 \quad \text{OK!!!}$$

**ANCLAJE TIPO 3  
PI VERTICAL CONVEXO  
RESULTANTE EN DIRECCIÓN FUERA DEL TERRENO**

$$m = \frac{\text{Cota2} - \text{Cota1}}{\text{Abscisa2} - \text{Abscisa1}}$$

$m_1$		-0,320766891
$m_2$		-0,025693872

$$\alpha = \tan^{-1}(m)$$

$\alpha_1$		-0,310
$\alpha_2$		-0,026

$$E_V = PA(\sin\alpha_2 - \sin\alpha_1)$$

P	kg/m <sup>2</sup>	119.940,00
$A_{\text{interna}}$	m <sup>2</sup>	0,87
$E_V$	kg	46.502,40

Dimensionamiento

$E_V$	kg	46.502,40
Dim.-MIN	m	1,66

B	m	1,66
H <sub>aDEF</sub>	m	2,45

L <sub>min</sub>	m	6,08
L <sub>usar</sub>	m	6,12

Peso concreto

$$W = E_v$$

W <sub>1</sub>	kg	46807,43
----------------	----	----------

$$E_H = PA(\cos\alpha_1 - \cos\alpha_2)$$

P	kg/m <sup>2</sup>	119.940,00
A <sub>interna</sub>	m <sup>2</sup>	0,87
E <sub>H</sub>	kg	7.888,82

E <sub>H</sub>	kg	7.888,82
W	kg	46.807,43
L	m	6,12

H <sub>aMAX</sub>		36,3
H <sub>aDEF</sub>		2,5

$$\frac{H_a}{2} E_H \leq W \frac{L}{2}$$

$$9.663,80 \leq 143230,74 \quad \text{OK!!!}$$

$$E_v \leq W_1 \quad 46.502,40 \leq 46807,43 \quad \text{OK!!!}$$

$$E_H \leq W_1 \mu \quad 7.888,82 \leq 16382,60 \quad \text{OK!!!}$$

DIMENSIONES DEL BLOQUE		
B	1,7	m
H <sub>A</sub>	2,5	m
L	6,1	m
<b>Volumen</b>	<b>24,9</b>	<b>m<sup>3</sup></b>

METODO 1	9,35	m <sup>3</sup>
----------	------	----------------

## INFORMACIÓN

Descripción PI	Clasificación
PI HORIZONTAL	1
PI VERTICAL CONCAVO TERRENO	2
PI VERTICAL CONVEXO HACIA ARRIBA	3
PI V.H. CONCAVO TERRENO	4
PI V.H. CONVEXO HACIA ARRIBA	5

FACTOR AMPLIFICACIÓN CARGA VIVA	1,6
---------------------------------	-----

PI:	PIVH-9
CLASIFICACIÓN:	4

Peso del agua	kg/m <sup>3</sup>	1000
Peso Unitario de tubería	kg/m <sup>3</sup>	7850,0
Peso Unitario de concreto	kg/m <sup>3</sup>	2400
Diámetro interno de Tubería	m	1,050
Diámetro externo de Tubería	m	1,066
Caudal	m <sup>3</sup> /s	2,46
Carga de agua	mca	129,60
Estacionamiento PI anterior		0+775,880
Estacionamiento PI actual		0+921,440
Estacionamiento PI posterior		1+055,890
Distancia a apoyo + cercano anterior	m	145,560
Distancia a apoyo + cercano posterior	m	134,45
Ángulo horizontal	grados	37,05
Ángulo vertical anterior	grados	1,47
Ángulo vertical posterior	grados	-1,47
Capacidad Soporte del suelo	kg/m <sup>2</sup>	6000
Coefficiente fricción del suelo	$\mu$	0,35
Elevación PI anterior	m.s.n.m.	455,180
Elevación PI actual	m.s.n.m.	451,440
Elevación PI posterior	m.s.n.m.	447,98

## ANCLAJE TIPO 1 PI HORIZONTAL

$$R=2PA_{sen}(\theta/2)$$

$A_{interna}$	m <sup>2</sup>	0,87
$A_{externa}$	m <sup>2</sup>	0,89

P	kg/m <sup>2</sup>	129.600,00
R	kg	71.333,66

$$R \leq \beta H_a L + W_1 \mu$$

$\beta$	kg/m <sup>2</sup>	3.000,00
---------	-------------------	----------

$$H_a = \frac{R + 2,4 \frac{\pi D^2}{4} L \mu}{\beta L + 2,4 B L \mu}$$

B	m	1,67
L	m	5,15
H <sub>aMIN</sub>	m	3,31
Dim. <sub>MIN</sub>	m	5,25

H <sub>aDEF</sub>	m	5,25
-------------------	---	------

Peso concreto

W <sub>1</sub>	kg	97.077,96
----------------	----	-----------

### Verificaciones

R	kg	71.333,78
$\beta H_a L$	kg	81.112,50
W <sub>1</sub> μ	kg	33977,29

$$R \leq \beta H_a L + W_1 \mu$$

114.134,04

≤

115089,79

**OK!!!**

### ANCLAJE TIPO 2 PI VERTICAL CÓNCAVO RESULTANTE EN DIRECCIÓN TERRENO

$$m = \frac{Cota2 - Cota1}{Abscisa2 - Abscisa1}$$

m <sub>1</sub>		-0,025693872
m <sub>2</sub>		-0,025734474

$$\alpha = \tan^{-1}(m)$$

$\alpha_1$		-0,026
$\alpha_2$		-0,026

$$E_V = PA(\text{sen}\alpha_2 - \text{sen}\alpha_1)$$

P	kg/m <sup>2</sup>	129.600,00
A <sub>interna</sub>	m <sup>2</sup>	0,87
E <sub>V</sub>	kg	4,55

Dimensionamiento

E <sub>V</sub>	kg	7,29
Dim.-MIN	m	1,67
B	m	1,67
H <sub>aDEF</sub>	m	1,68

L <sub>min</sub>	m	0,00
L <sub>usar</sub>	m	1,00

Peso concreto

W <sub>1</sub>	kg	4.575,33
----------------	----	----------

**Verificaciones**

E <sub>V</sub>	kg	7,29
W <sub>1</sub>	kg	4.575,33

$$E_V \leq W_1$$

$$7,29 \leq 4575,33 \quad \text{OK!!!}$$

$$E_H = PA(\text{cos}\alpha_1 - \text{cos}\alpha_2)$$

P	kg/m <sup>2</sup>	129.600,00
A <sub>interna</sub>	m <sup>2</sup>	0,87
E <sub>H</sub>	kg	0,12

$$2.750,58 \leq 6000 \quad \text{OK!!!}$$

**ANCLAJE TIPO 3**  
**PI VERTICAL CONVEXO**  
**RESULTANTE EN DIRECCIÓN FUERA DEL TERRENO**

$$m = \frac{Cota2 - Cota1}{Abscisa2 - Abscisa1}$$

$m_1$		-0,025693872
$m_2$		-0,025734474

$$\alpha = \tan^{-1}(m)$$

$\alpha_1$		-0,026
$\alpha_2$		-0,026

$$E_V = PA(\sin\alpha_2 - \sin\alpha_1)$$

P	kg/m <sup>2</sup>	129.600,00
$A_{interna}$	m <sup>2</sup>	0,87
$E_V$	kg	7,29

Dimensionamiento

$E_V$	kg	7,29
Dim-MIN	m	1,67
B	m	1,67
$H_{aDEF}$	m	2,45

$L_{min}$	m	0,00
$L_{usar}$	m	2,00

Peso concreto

$$W = E_V$$

$W_1$	kg	15308,40
-------	----	----------

$$E_H = PA(\cos\alpha_1 - \cos\alpha_2)$$

P	kg/m <sup>2</sup>	129.600,00
$A_{interna}$	m <sup>2</sup>	0,87
$E_H$	kg	0,19

$E_H$	kg	0,19
W	kg	15.308,40

L	m	2,00
---	---	------

H <sub>aMAX</sub>		163429,4
H <sub>aDEF</sub>		2,5

$$\frac{H_a}{2} E_H \leq W \frac{L}{2}$$

$$0,23 \leq 15308,40 \quad \text{OK!!!}$$

$$E_V \leq W_1 \quad 7,29 \leq 15308,40 \quad \text{OK!!!}$$

$$E_H \leq W_1 \mu \quad 0,19 \leq 5357,94 \quad \text{OK!!!}$$

DIMENSIONES DEL BLOQUE		
B	1,7	m
H <sub>A</sub>	5,3	m
L	5,2	m
<b>Volumen</b>	<b>45,0</b>	<b>m<sup>3</sup></b>
METODO 1	9,35	m <sup>3</sup>

## INFORMACIÓN

Descripción PI	Clasificación
PI HORIZONTAL	1
PI VERTICAL CONCAVO TERRENO	2
PI VERTICAL CONVEXO HACIA ARRIBA	3
PI V.H. CONCAVO TERRENO	4
PI V.H. CONVEXO HACIA ARRIBA	5

FACTOR AMPLIFICACIÓN CARGA VIVA	1,6
---------------------------------	-----

<b>PI:</b>	<b>PIV-10</b>
<b>CLASIFICACIÓN:</b>	2

Peso del agua	kg/m <sup>3</sup>	1000
Peso Unitario de tubería	kg/m <sup>3</sup>	7850,0
Peso Unitario de concreto	kg/m <sup>3</sup>	2400
Diámetro interno de Tubería	m	1,050



Diámetro externo de Tubería	m	1,066
Caudal	m <sup>3</sup> /s	2,46
Carga de agua	mca	138,55
Estacionamiento PI anterior		0+921,440
Estacionamiento PI actual		1+055,890
Estacionamiento PI posterior		1+102,710
Distancia a apoyo + cercano anterior	m	134,450
Distancia a apoyo + cercano posterior	m	46,82
Ángulo horizontal	grados	0
Ángulo vertical anterior	grados	1,47
Ángulo vertical posterior	grados	-5,84
Capacidad Soporte del suelo	kg/m <sup>2</sup>	6000
Coefficiente fricción del suelo	$\mu$	0,35
Elevación PI anterior	m.s.n.m.	451,440
Elevación PI actual	m.s.n.m.	447,980
Elevación PI posterior	m.s.n.m.	443,19

**ANCLAJE TIPO 1  
PI HORIZONTAL**

$$R=2PA_{sen}(\theta/2)$$

$A_{interna}$	m <sup>2</sup>	0,87
$A_{externa}$	m <sup>2</sup>	0,89
P	kg/m <sup>2</sup>	138.550,00
R	kg	-

$$R \leq \beta H_a L + W_1 \mu$$

$\beta$	kg/m <sup>2</sup>	3.000,00
---------	-------------------	----------

$$H_a = \frac{R + 2,4 \frac{\pi D^2}{4} L \mu}{\beta L + 2,4 B L \mu}$$

B	m	1,67
L	m	5,15
$H_{aMIN}$	m	0,17
Dim.-MIN	m	0,90

$H_{aDEF}$	m	5,25
------------	---	------

Peso concreto

$W_1$	kg	97.077,96
-------	----	-----------

**Verificaciones**

R	kg	-
---	----	---

$\beta H_a L$	kg	81.112,50
$W_1 \mu$	kg	33977,29

$$R \leq \beta H_a L + W_1 \mu \quad - \quad \leq \quad 115089,79 \quad \text{OK!!!}$$

**ANCLAJE TIPO 2  
PI VERTICAL CÓNCAVO  
RESULTANTE EN DIRECCIÓN TERRENO**

$$m = \frac{\text{Cota2} - \text{Cota1}}{\text{Abscisa2} - \text{Abscisa1}}$$

$m_1$		-0,025734474
$m_2$		-0,102306707

$$\alpha = \tan^{-1}(m)$$

$\alpha_1$		-0,026
$\alpha_2$		-0,102

$$E_V = PA(\sin \alpha_2 - \sin \alpha_1)$$

P	kg/m <sup>2</sup>	138.550,00
$A_{\text{interna}}$	m <sup>2</sup>	0,87
$E_V$	kg	9.126,83

Dimensionamiento

$E_V$	kg	14.602,93
Dim-MIN	m	1,67
B	m	2,50
$H_{aDEF}$	m	2,10

$L_{\text{min}}$	m	0,97
$L_{\text{usar}}$	m	2,50

Peso concreto

$W_1$	kg	15.636,79
-------	----	-----------

**Verificaciones**

$E_V$	kg	14.602,93
$W_1$	kg	15.636,79

$E_V \leq W_1$                       14.602,93                       $\leq$                       15636,79                      **OK!!!**

P	kg/m <sup>2</sup>	138.550,00
$A_{interna}$	m <sup>2</sup>	0,87
$E_H$	kg	583,45

$E_H = PA(\cos\alpha_1 - \cos\alpha_2)$

4.838,36                       $\leq$                       6000                      **OK!!!**

**ANCLAJE TIPO 3  
PI VERTICAL CONVEXO  
RESULTANTE EN DIRECCIÓN FUERA DEL TERRENO**

$m = \frac{Cota2 - Cota1}{Abscisa2 - Abscisa1}$

$m_1$		-0,025734474
$m_2$		-0,102306707

$\alpha = \tan^{-1}(m)$

$\alpha_1$		-0,026
$\alpha_2$		-0,102

$E_V = PA(\sin\alpha_2 - \sin\alpha_1)$

P	kg/m <sup>2</sup>	138.550,00
$A_{interna}$	m <sup>2</sup>	0,87
$E_V$	kg	14.602,93

Dimensionamiento

$E_V$	kg	14.602,93
Dim-MIN	m	1,67
B	m	1,67

H <sub>aDEF</sub>	m	2,50
-------------------	---	------

L <sub>min</sub>	m	1,86
------------------	---	------

L <sub>usar</sub>	m	1,92
-------------------	---	------

Peso concreto

$$W = E_v$$

W <sub>1</sub>	kg	15079,93
----------------	----	----------

P	kg/m <sup>2</sup>	138.550,00
---	-------------------	------------

A <sub>interna</sub>	m <sup>2</sup>	0,87
----------------------	----------------	------

$$E_H = PA(\cos\alpha_1 - \cos\alpha_2)$$

E <sub>H</sub>	kg	933,53
----------------	----	--------

E <sub>H</sub>	kg	933,53
----------------	----	--------

W	kg	15.079,93
---	----	-----------

L	m	1,92
---	---	------

H <sub>aMAX</sub>		31,0
-------------------	--	------

H <sub>aDEF</sub>		2,5
-------------------	--	-----

$$\frac{H_a}{2} E_H \leq W \frac{L}{2}$$

$$1.166,91 \leq 14476,73 \quad \text{OK!!!}$$

$$E_v \leq W_1 \quad 14.602,93 \leq 15079,93 \quad \text{OK!!!}$$

$$E_H \leq W_1 \mu \quad 933,53 \leq 5277,97 \quad \text{OK!!!}$$

DIMENSIONES DEL BLOQUE		
B	2,5	m
H <sub>A</sub>	2,1	m
L	2,5	m
<b>Volumen</b>	<b>13,1</b>	<b>m<sup>3</sup></b>

METODO 1	9,35	m <sup>3</sup>
----------	------	----------------

## INFORMACIÓN

Descripción PI	Clasificación
PI HORIZONTAL	1
PI VERTICAL CONCAVO TERRENO	2
PI VERTICAL CONVEXO HACIA ARRIBA	3
PI V.H. CONCAVO TERRENO	4
PI V.H. CONVEXO HACIA ARRIBA	5

FACTOR AMPLIFICACIÓN CARGA VIVA	1,6
---------------------------------	-----

PI:	PIVH-11
CLASIFICACIÓN:	4

Peso del agua	kg/m <sup>3</sup>	1000
Peso Unitario de tubería	kg/m <sup>3</sup>	7850,0
Peso Unitario de concreto	kg/m <sup>3</sup>	2400
Diámetro interno de Tubería	m	1,000
Diámetro externo de Tubería	m	1,016
Caudal	m <sup>3</sup> /s	2,46
Carga de agua	mca	145,25
Estacionamiento PI anterior		1+055,890
Estacionamiento PI actual		1+102,710
Estacionamiento PI posterior		1+197,700
Distancia a apoyo + cercano anterior	m	46,820
Distancia a apoyo + cercano posterior	m	94,99
Ángulo horizontal	grados	20,16
Ángulo vertical anterior	grados	3,28
Ángulo vertical posterior	grados	-3,28
Capacidad Soporte del suelo	kg/m <sup>2</sup>	6000
Coefficiente fricción del suelo	$\mu$	0,35
Elevación PI anterior	m.s.n.m.	447,980
Elevación PI actual	m.s.n.m.	443,190
Elevación PI posterior	m.s.n.m.	433,47

### ANCLAJE TIPO 1 PI HORIZONTAL

$$R=2PA_{sen}(\theta/2)$$

$A_{interna}$	m <sup>2</sup>	0,79
$A_{externa}$	m <sup>2</sup>	0,81
P	kg/m <sup>2</sup>	145.250,00
R	kg	39.960,65

$$R \leq \beta H_a L + W_1 \mu$$

$\beta$	kg/m <sup>2</sup>	3.000,00
---------	-------------------	----------

$$H_a = \frac{R + 2,4 \frac{\pi D^2}{4} L \mu}{\beta L + 2,4 B L \mu}$$

B	m	3,50
L	m	3,79
H <sub>aMIN</sub>	m	1,89
Dim. <sub>MIN</sub>	m	0,90

H <sub>aDEF</sub>	m	3,00
-------------------	---	------

Peso concreto

$W_1$	kg	88.014,09
-------	----	-----------

#### Verificaciones

R	kg	39.960,88
$\beta H_a L$	kg	34.065,00
$W_1 \mu$	kg	30804,93

$$R \leq \beta H_a L + W_1 \mu$$

63.937,41

≤

64869,93

**OK!!!**

#### ANCLAJE TIPO 2

#### PI VERTICAL CÓNCAVO

#### RESULTANTE EN DIRECCIÓN TERRENO

$$m = \frac{\text{Cota2} - \text{Cota1}}{\text{Abscisa2} - \text{Abscisa1}}$$

$m_1$		-0,102306707
$m_2$		-0,102326561

$$\alpha = \tan^{-1}(m)$$

$\alpha_1$		-0,102
$\alpha_2$		-0,102

$$E_V = PA(\sin\alpha_2 - \sin\alpha_1)$$

P	kg/m <sup>2</sup>	145.250,00
A <sub>interna</sub>	m <sup>2</sup>	0,79
E <sub>V</sub>	kg	2,23

Dimensionamiento

E <sub>V</sub>	kg	3,57
Dim-MIN	m	1,62
B	m	1,62
H <sub>aDEF</sub>	m	1,68

L <sub>min</sub>	m	0,00
L <sub>usar</sub>	m	1,00

Peso concreto

W <sub>1</sub>	kg	4.570,00
----------------	----	----------

### Verificaciones

E <sub>V</sub>	kg	3,57
W <sub>1</sub>	kg	4.570,00

$$E_V \leq W_1$$

$$3,57 \leq 4570,00 \quad \text{OK!!!}$$

$$E_H = PA(\cos\alpha_1 - \cos\alpha_2)$$

P	kg/m <sup>2</sup>	145.250,00
A <sub>interna</sub>	m <sup>2</sup>	0,79
E <sub>H</sub>	kg	0,23

$$2.829,79 \leq 6000 \quad \text{OK!!!}$$

**ANCLAJE TIPO 3**  
**PI VERTICAL CONVEXO**  
**RESULTANTE EN DIRECCIÓN FUERA DEL TERRENO**

$$m = \frac{Cota2 - Cota1}{Abscisa2 - Abscisa1}$$

$m_1$		-0,102306707
$m_2$		-0,102326561

$$\alpha = \tan^{-1}(m)$$

$\alpha_1$		-0,102
$\alpha_2$		-0,102

$$E_V = PA(\sin\alpha_2 - \sin\alpha_1)$$

P	kg/m <sup>2</sup>	145.250,00
$A_{interna}$	m <sup>2</sup>	0,79
$E_V$	kg	3,57

Dimensionamiento

$E_V$	kg	3,57
Dim-MIN	m	1,62
B	m	1,62
$H_{aDEF}$	m	1,00

$L_{min}$	m	0,00
$L_{usar}$	m	1,00

Peso concreto

$$W = E_V$$

$W_1$	kg	1932,33
-------	----	---------

$$E_H = PA(\cos\alpha_1 - \cos\alpha_2)$$

P	kg/m <sup>2</sup>	145.250,00
$A_{interna}$	m <sup>2</sup>	0,79
$E_H$	kg	0,37

$E_H$	kg	0,37
W	kg	1.932,33



L	m	1,00
---	---	------

H <sub>aMAX</sub>		5289,8
H <sub>aDEF</sub>		1,0

$$\frac{H_a}{2} E_H \leq W \frac{L}{2}$$

$$0,18 \leq 966,16 \quad \text{OK!!!}$$

$$E_V \leq W_1 \quad 3,57 \leq 1932,33 \quad \text{OK!!!}$$

$$E_H \leq W_1 \mu \quad 0,37 \leq 676,31 \quad \text{OK!!!}$$

DIMENSIONES DEL BLOQUE		
B	3,5	m
H <sub>A</sub>	3,0	m
L	3,8	m
<b>Volumen</b>	<b>39,7</b>	<b>m<sup>3</sup></b>
METODO 1	9,35	m <sup>3</sup>

## INFORMACIÓN

Descripción PI	Clasificación
PI HORIZONTAL	1
PI VERTICAL CONCAVO TERRENO	2
PI VERTICAL CONVEXO HACIA ARRIBA	3
PI V.H. CONCAVO TERRENO	4
PI V.H. CONVEXO HACIA ARRIBA	5

FACTOR AMPLIFICACIÓN CARGA VIVA	1,6
---------------------------------	-----

<b>PI:</b>	<b>PIV-12</b>
<b>CLASIFICACIÓN:</b>	4

Peso del agua	kg/m <sup>3</sup>	1000
Peso Unitario de tubería	kg/m <sup>3</sup>	7850,0
Peso Unitario de concreto	kg/m <sup>3</sup>	2400
Diámetro interno de Tubería	m	1,000

Diámetro externo de Tubería	m	1,016
Caudal	m <sup>3</sup> /s	2,46
Carga de agua	mca	158,84
Estacionamiento PI anterior		1+102,710
Estacionamiento PI actual		1+197,700
Estacionamiento PI posterior		1+226,830
Distancia a apoyo + cercano anterior	m	94,990
Distancia a apoyo + cercano posterior	m	29,13
Ángulo horizontal	grados	0
Ángulo vertical anterior	grados	5,84
Ángulo vertical posterior	grados	-24,03
Capacidad Soporte del suelo	kg/m <sup>2</sup>	6000
Coefficiente fricción del suelo	$\mu$	0,35
Elevación PI anterior	m.s.n.m.	443,190
Elevación PI actual	m.s.n.m.	433,470
Elevación PI posterior	m.s.n.m.	420,48

### ANCLAJE TIPO 1 PI HORIZONTAL

$$R = 2PA_{sen}(\theta/2)$$

$A_{interna}$	m <sup>2</sup>	0,79
$A_{externa}$	m <sup>2</sup>	0,81
P	kg/m <sup>2</sup>	158.840,00
R	kg	-

$$R \leq \beta H_a L + W_1 \mu$$

$\beta$	kg/m <sup>2</sup>	3.000,00
---------	-------------------	----------

$$H_a = \frac{R + 2,4 \frac{\pi D^2}{4} L \mu}{\beta L + 2,4 B L \mu}$$

B	m	1,62
L	m	5,15
$H_{aMIN}$	m	0,15
Dim·MIN	m	0,90

$H_{aDEF}$	m	5,25
------------	---	------

Peso concreto

$W_1$	kg	94.851,61
-------	----	-----------

**Verificaciones**

R	kg	10.174,24
$\beta H_a L$	kg	81.112,50
$W_1 \mu$	kg	33198,06

$$R \leq \beta H_a L + W_1 \mu \quad 16.278,79 \leq 114310,56 \quad \text{OK!!!}$$

**ANCLAJE TIPO 2  
PI VERTICAL CÓNCAVO  
RESULTANTE EN DIRECCIÓN TERRENO**

$$m = \frac{\text{Cota2} - \text{Cota1}}{\text{Abscisa2} - \text{Abscisa1}}$$

$m_1$		-0,102326561
$m_2$		-0,445932029

$$\alpha = \tan^{-1}(m)$$

$\alpha_1$		-0,102
$\alpha_2$		-0,419

$$E_V = PA(\text{sen}\alpha_2 - \text{sen}\alpha_1)$$

P	kg/m <sup>2</sup>	158.840,00
$A_{\text{interna}}$	m <sup>2</sup>	0,79
$E_V$	kg	38.135,59

**Dimensionamiento**

$E_V$	kg	61.016,94
Dim.-MIN	m	1,62
B	m	5,00
$H_{aDEF}$	m	4,00

$L_{\text{min}}$	m	2,03
$L_{\text{usar}}$	m	4,60

**Peso concreto**

$W_1$	kg	62.417,97
-------	----	-----------

**Verificaciones**

$E_V$	kg	61.016,94
$W_1$	kg	62.417,97

$$E_V \leq W_1 \quad 61.016,94 \leq 62.417,97 \quad \text{OK!!!}$$

P	kg/m <sup>2</sup>	158.840,00
$A_{\text{interna}}$	m <sup>2</sup>	0,79
$E_H$	kg	10.174,24

$$E_H = PA(\cos\alpha_1 - \cos\alpha_2)$$

$$5.366,74 \leq 6000 \quad \text{OK!!!}$$

**ANCLAJE TIPO 3  
PI VERTICAL CONVEXO  
RESULTANTE EN DIRECCIÓN FUERA DEL TERRENO**

$$m = \frac{\text{Cota2} - \text{Cota1}}{\text{Abscisa2} - \text{Abscisa1}}$$

$m_1$		-0,102326561
$m_2$		-0,445932029

$$\alpha = \tan^{-1}(m)$$

$\alpha_1$		-0,102
$\alpha_2$		-0,419

$$E_V = PA(\sin\alpha_2 - \sin\alpha_1)$$

P	kg/m <sup>2</sup>	158.840,00
$A_{\text{interna}}$	m <sup>2</sup>	0,79
$E_V$	kg	61.016,94

Dimensionamiento

$E_V$	kg	61.016,94
Dim.-MIN	m	1,62

B	m	3,00
H <sub>aDEF</sub>	m	3,00

L <sub>min</sub>	m	3,10
L <sub>usar</sub>	m	3,12

Peso concreto

$$W = E_v$$

W <sub>1</sub>	kg	61318,59
----------------	----	----------

$$E_H = PA(\cos\alpha_1 - \cos\alpha_2)$$

P	kg/m <sup>2</sup>	158.840,00
A <sub>interna</sub>	m <sup>2</sup>	0,79
E <sub>H</sub>	kg	16.278,79

E <sub>H</sub>	kg	16.278,79
W	kg	61.318,59
L	m	3,12

H <sub>aMAX</sub>		11,8
H <sub>aDEF</sub>		3,0

$$\frac{H_a}{2} E_H \leq W \frac{L}{2}$$

$$24.418,18 \leq 95657,00 \quad \text{OK!!!}$$

$$E_v \leq W_1 \quad 61.016,94 \leq 61318,59 \quad \text{OK!!!}$$

$$E_H \leq W_1 \mu \quad 16.278,79 \leq 21461,51 \quad \text{OK!!!}$$

DIMENSIONES DEL BLOQUE		
B	1,6	m
H <sub>A</sub>	5,3	m
L	5,2	m
<b>Volumen</b>	<b>43,7</b>	<b>m<sup>3</sup></b>
METODO 1	9,35	m <sup>3</sup>

## INFORMACIÓN

Descripción PI	Clasificación
PI HORIZONTAL	1
PI VERTICAL CONCAVO TERRENO	2
PI VERTICAL CONVEXO HACIA ARRIBA	3
PI V.H. CONCAVO TERRENO	4
PI V.H. CONVEXO HACIA ARRIBA	5

FACTOR AMPLIFICACIÓN CARGA VIVA	1,6
---------------------------------	-----

PI:	PIVH-13
CLASIFICACIÓN:	4

Peso del agua	kg/m <sup>3</sup>	1000
Peso Unitario de tubería	kg/m <sup>3</sup>	7850,0
Peso Unitario de concreto	kg/m <sup>3</sup>	2400
Diámetro interno de Tubería	m	1,000
Diámetro externo de Tubería	m	1,016
Caudal	m <sup>3</sup> /s	2,46
Carga de agua	mca	173,01
Estacionamiento PI anterior		1+197,700
Estacionamiento PI actual		1+226,830
Estacionamiento PI posterior		1+276,920
Distancia a apoyo + cercano anterior	m	29,130
Distancia a apoyo + cercano posterior	m	50,09
Ángulo horizontal	grados	37,06
Ángulo vertical anterior	grados	24,03
Ángulo vertical posterior	grados	-24,03
Capacidad Soporte del suelo	kg/m <sup>2</sup>	6000
Coefficiente fricción del suelo	$\mu$	0,35
Elevación PI anterior	m.s.n.m.	433,470
Elevación PI actual	m.s.n.m.	420,480
Elevación PI posterior	m.s.n.m.	398,14

### ANCLAJE TIPO 1 PI HORIZONTAL

$$R=2PA_{sen}(\theta/2)$$

$A_{interna}$	m <sup>2</sup>	0,79
$A_{externa}$	m <sup>2</sup>	0,81
P	kg/m <sup>2</sup>	173.010,00
R	kg	86.426,68

$$R \leq \beta H_a L + W_1 \mu$$

$\beta$	kg/m <sup>2</sup>	3.000,00
---------	-------------------	----------

$$H_a = \frac{R + 2,4 \frac{\pi D^2}{4} L \mu}{\beta L + 2,4 B L \mu}$$

B	m	2,30
L	m	8,00
H <sub>aMIN</sub>	m	2,32
Dim. <sub>MIN</sub>	m	3,66

H <sub>aDEF</sub>	m	3,66
-------------------	---	------

Peso concreto

W <sub>1</sub>	kg	146.052,75
----------------	----	------------

#### Verificaciones

R	kg	86.429,69
$\beta H_a L$	kg	87.840,00
W <sub>1</sub> μ	kg	51118,46

$$R \leq \beta H_a L + W_1 \mu$$

138.287,50

≤

138958,46

**OK!!!**

#### ANCLAJE TIPO 2

#### PI VERTICAL CÓNCAVO

#### RESULTANTE EN DIRECCIÓN TERRENO

$$m = \frac{\text{Cota2} - \text{Cota1}}{\text{Abscisa2} - \text{Abscisa1}}$$

m <sub>1</sub>		-0,445932029
m <sub>2</sub>		-0,445997205

$$\alpha = \tan^{-1}(m)$$

$\alpha_1$		-0,419
$\alpha_2$		-0,420

$$E_V = PA(\sin\alpha_2 - \sin\alpha_1)$$

P	kg/m <sup>2</sup>	173.010,00
A <sub>interna</sub>	m <sup>2</sup>	0,79
E <sub>V</sub>	kg	6,75

Dimensionamiento

E <sub>V</sub>	kg	10,80
Dim-MIN	m	1,62
B	m	1,00
H <sub>aDEF</sub>	m	1,68

L <sub>min</sub>	m	0,00
L <sub>usar</sub>	m	1,00

Peso concreto

W <sub>1</sub>	kg	4.570,00
----------------	----	----------

### Verificaciones

E <sub>V</sub>	kg	10,80
W <sub>1</sub>	kg	4.570,00

$$E_V \leq W_1$$

$$10,80 \leq 4570,00 \quad \text{OK!!!}$$

$$E_H = PA(\cos\alpha_1 - \cos\alpha_2)$$

P	kg/m <sup>2</sup>	173.010,00
A <sub>interna</sub>	m <sup>2</sup>	0,79
E <sub>H</sub>	kg	3,01

$$4.580,80 \leq 6000 \quad \text{OK!!!}$$



**ANCLAJE TIPO 3  
PI VERTICAL CONVEXO  
RESULTANTE EN DIRECCIÓN FUERA DEL TERRENO**

$$m = \frac{Cota2 - Cota1}{Abscisa2 - Abscisa1}$$

$m_1$		-0,445932029
$m_2$		-0,445997205

$$\alpha = \tan^{-1}(m)$$

$\alpha_1$		-0,419
$\alpha_2$		-0,420

$$E_V = PA(\sin\alpha_2 - \sin\alpha_1)$$

P	kg/m <sup>2</sup>	173.010,00
$A_{interna}$	m <sup>2</sup>	0,79
$E_V$	kg	10,80

Dimensionamiento

$E_V$	kg	10,80
Dim-MIN	m	1,62
B	m	1,62
$H_{aDEF}$	m	1,00

$L_{min}$	m	0,01
$L_{usar}$	m	1,00

Peso concreto

$$W = E_V$$

$W_1$	kg	1932,33
-------	----	---------

$$E_H = PA(\cos\alpha_1 - \cos\alpha_2)$$

P	kg/m <sup>2</sup>	173.010,00
$A_{interna}$	m <sup>2</sup>	0,79
$E_H$	kg	4,82

$E_H$	kg	4,82
W	kg	1.932,33

L	m	1,00
---	---	------

H <sub>aMAX</sub>		401,1
H <sub>aDEF</sub>		1,0

$$\frac{H_a}{2} E_H \leq W \frac{L}{2}$$

$$2,41 \leq 966,16 \quad \text{OK!!!}$$

$$E_V \leq W_1 \quad 10,80 \leq 1932,33 \quad \text{OK!!!}$$

$$E_H \leq W_1 \mu \quad 4,82 \leq 676,31 \quad \text{OK!!!}$$

DIMENSIONES DEL BLOQUE		
B	2,3	m
H <sub>A</sub>	3,7	m
L	8,0	m
<b>Volumen</b>	<b>67,3</b>	<b>m<sup>3</sup></b>
METODO 1	9,35	m <sup>3</sup>

## INFORMACIÓN

Descripción PI	Clasificación
PI HORIZONTAL	1
PI VERTICAL CONCAVO TERRENO	2
PI VERTICAL CONVEXO HACIA ARRIBA	3
PI V.H. CONCAVO TERRENO	4
PI V.H. CONVEXO HACIA ARRIBA	5

FACTOR AMPLIFICACIÓN CARGA VIVA	1,6
---------------------------------	-----

PI:	<b>PIV-14</b>
CLASIFICACIÓN:	3

Peso del agua	kg/m <sup>3</sup>	1000
Peso Unitario de tubería	kg/m <sup>3</sup>	7850,0

Peso Unitario de concreto	kg/m <sup>3</sup>	2400
Diámetro interno de Tubería	m	1,000
Diámetro externo de Tubería	m	1,019
Caudal	m <sup>3</sup> /s	2,46
Carga de agua	mca	197,40
Estacionamiento PI anterior		1+226,830
Estacionamiento PI actual		1+276,920
Estacionamiento PI posterior		1+502,360
Distancia a apoyo + cercano anterior	m	50,090
Distancia a apoyo + cercano posterior	m	225,44
Ángulo horizontal	grados	0
Ángulo vertical anterior	grados	24,03
Ángulo vertical posterior	grados	-2,98
Capacidad Soporte del suelo	kg/m <sup>2</sup>	6000
Coefficiente fricción del suelo	$\mu$	0,35
Elevación PI anterior	m.s.n.m.	420,480
Elevación PI actual	m.s.n.m.	398,140
Elevación PI posterior	m.s.n.m.	386,41

#### ANCLAJE TIPO 1 PI HORIZONTAL

$$R=2PA_{sen}(\theta/2)$$

A <sub>interna</sub>	m <sup>2</sup>	0,79
A <sub>externa</sub>	m <sup>2</sup>	0,82
P	kg/m <sup>2</sup>	197.400,00
R	kg	-

$$R \leq \beta H_a L + W_1 \mu$$

$\beta$	kg/m <sup>2</sup>	3.000,00
---------	-------------------	----------

$$H_a = \frac{R + 2,4 \frac{\pi D^2}{4} L \mu}{\beta L + 2,4 B L \mu}$$

B	m	1,62
L	m	5,15
H <sub>aMIN</sub>	m	0,15
Dim.-MIN	m	0,90

H <sub>aDEF</sub>	m	0,90
-------------------	---	------

Peso concreto

W <sub>1</sub>	kg	7.926,41
----------------	----	----------

**Verificaciones**

R	kg	-
$\beta H_a L$	kg	13.905,00
$W_1 \mu$	kg	2774,24

$$R \leq \beta H_a L + W_1 \mu \quad - \quad \leq \quad 16679,24 \quad \text{OK!!!}$$

**ANCLAJE TIPO 2  
PI VERTICAL CÓNCAVO  
RESULTANTE EN DIRECCIÓN TERRENO**

$$m = \frac{\text{Cota2} - \text{Cota1}}{\text{Abscisa2} - \text{Abscisa1}}$$

$m_1$		-0,445997205
$m_2$		-0,052031583

$$\alpha = \tan^{-1}(m)$$

$\alpha_1$		-0,420
$\alpha_2$		-0,052

$$E_V = PA(\sin \alpha_2 - \sin \alpha_1)$$

P	kg/m <sup>2</sup>	197.400,00
$A_{\text{interna}}$	m <sup>2</sup>	0,79
$E_V$	kg	55.132,55

**Dimensionamiento**

$E_V$	kg	88.212,08
Dim.-MIN	m	1,62
B	m	1,63
$H_{aDEF}$	m	3,00

$L_{\text{min}}$	m	9,02
$L_{\text{usar}}$	m	9,20

**Peso concreto**

$W_1$	kg	89.247,99
-------	----	-----------

**Verificaciones**

$E_V$	kg	88.212,08
$W_1$	kg	89.247,99

$$E_V \leq W_1 \quad 88.212,08 \leq 89247,99 \quad \text{OK!!!}$$

P	kg/m <sup>2</sup>	197.400,00
$A_{\text{interna}}$	m <sup>2</sup>	0,79
$E_H$	kg	13.243,91

$$E_H = PA(\cos\alpha_1 - \cos\alpha_2)$$

$$69,08 \leq 6000 \quad \text{OK!!!}$$

**ANCLAJE TIPO 3  
PI VERTICAL CONVEXO  
RESULTANTE EN DIRECCIÓN FUERA DEL TERRENO**

$$m = \frac{\text{Cota2} - \text{Cota1}}{\text{Abscisa2} - \text{Abscisa1}}$$

$m_1$		-0,445997205
$m_2$		-0,052031583

$$\alpha = \tan^{-1}(m)$$

$\alpha_1$		-0,420
$\alpha_2$		-0,052

$$E_V = PA(\sin\alpha_2 - \sin\alpha_1)$$

P	kg/m <sup>2</sup>	197.400,00
$A_{\text{interna}}$	m <sup>2</sup>	0,79
$E_V$	kg	88.212,08

**Dimensionamiento**

$E_V$	kg	88.212,08
Dim-MIN	m	1,62
B	m	2,00

$H_{aDEF}$	m	2,80
------------	---	------

$L_{min}$	m	7,68
-----------	---	------

$L_{usar}$	m	7,71
------------	---	------

Peso concreto

$$W = E_v$$

$W_1$	kg	88520,13
-------	----	----------

P	kg/m <sup>2</sup>	197.400,00
---	-------------------	------------

$A_{interna}$	m <sup>2</sup>	0,79
---------------	----------------	------

$$E_H = PA(\cos\alpha_1 - \cos\alpha_2)$$

$E_H$	kg	21.190,26
-------	----	-----------

$E_H$	kg	21.190,26
-------	----	-----------

W	kg	88.520,13
---	----	-----------

L	m	7,71
---	---	------

$H_{aMAX}$		32,2
------------	--	------

$H_{aDEF}$		2,8
------------	--	-----

$$\frac{H_a}{2} E_H \leq W \frac{L}{2}$$

$$29.666,36 \leq 341245,12 \quad \text{OK!!!}$$

$$E_v \leq W_1 \quad 88.212,08 \leq 88520,13 \quad \text{OK!!!}$$

$$E_H \leq W_1 \mu \quad 21.190,26 \leq 30982,05 \quad \text{OK!!!}$$

DIMENSIONES DEL BLOQUE		
B	2,0	m
$H_A$	2,8	m
L	7,7	m
<b>Volumen</b>	<b>43,2</b>	<b>m<sup>3</sup></b>

METODO 1	9,35	m <sup>3</sup>
----------	------	----------------

## INFORMACIÓN

Descripción PI	Clasificación
PI HORIZONTAL	1
PI VERTICAL CONCAVO TERRENO	2
PI VERTICAL CONVEXO HACIA ARRIBA	3
PI V.H. CONCAVO TERRENO	4
PI V.H. CONVEXO HACIA ARRIBA	5

FACTOR AMPLIFICACIÓN CARGA VIVA	1,6
---------------------------------	-----

PI:	PIVH-15
CLASIFICACIÓN:	4

Peso del agua	kg/m <sup>3</sup>	1000
Peso Unitario de tubería	kg/m <sup>3</sup>	7850,0
Peso Unitario de concreto	kg/m <sup>3</sup>	2400
Diámetro interno de Tubería	m	1,000
Diámetro externo de Tubería	m	1,019
Caudal	m <sup>3</sup> /s	2,46
Carga de agua	mca	218,31
Estacionamiento PI anterior		1+276,920
Estacionamiento PI actual		1+502,360
Estacionamiento PI posterior		1+525,410
Distancia a apoyo + cercano anterior	m	225,440
Distancia a apoyo + cercano posterior	m	23,05
Ángulo horizontal	grados	27,42
Ángulo vertical anterior	grados	2,98
Ángulo vertical posterior	grados	-2,98
Capacidad Soporte del suelo	kg/m <sup>2</sup>	6000
Coefficiente fricción del suelo	$\mu$	0,35
Elevación PI anterior	m.s.n.m.	398,140
Elevación PI actual	m.s.n.m.	386,410
Elevación PI posterior	m.s.n.m.	385,21

### ANCLAJE TIPO 1 PI HORIZONTAL

$$R=2PA_{sen}(\theta/2)$$

$A_{interna}$	m <sup>2</sup>	0,79
$A_{externa}$	m <sup>2</sup>	0,82
P	kg/m <sup>2</sup>	218.310,00
R	kg	81.331,21

$$R \leq \beta H_a L + W_1 \mu$$

$\beta$	kg/m <sup>2</sup>	3.000,00
---------	-------------------	----------

$$H_a = \frac{R + 2,4 \frac{\pi D^2}{4} L \mu}{\beta L + 2,4 B L \mu}$$

B	m	1,70
L	m	10,00
H <sub>aMIN</sub>	m	1,99
Dim. <sub>MIN</sub>	m	3,15

H <sub>aDEF</sub>	m	3,15
-------------------	---	------

Peso concreto

W <sub>1</sub>	kg	108.932,11
----------------	----	------------

#### Verificaciones

R	kg	81.331,47
$\beta H_a L$	kg	94.500,00
W <sub>1</sub> μ	kg	38126,24

$$R \leq \beta H_a L + W_1 \mu$$

130.130,35

≤

132626,24

**OK!!!**

#### ANCLAJE TIPO 2

#### PI VERTICAL CÓNCAVO

#### RESULTANTE EN DIRECCIÓN TERRENO

$$m = \frac{\text{Cota2} - \text{Cota1}}{\text{Abscisa2} - \text{Abscisa1}}$$

m <sub>1</sub>		-0,052031583
m <sub>2</sub>		-0,052060738

$$\alpha = \tan^{-1}(m)$$

$\alpha_1$		-0,052
$\alpha_2$		-0,052



$$E_V = PA(\sin\alpha_2 - \sin\alpha_1)$$

P	kg/m <sup>2</sup>	218.310,00
A <sub>interna</sub>	m <sup>2</sup>	0,79
E <sub>V</sub>	kg	4,98

Dimensionamiento

E <sub>V</sub>	kg	7,97
Dim-MIN	m	1,62
B	m	1,63
H <sub>aDEF</sub>	m	3,00

L <sub>min</sub>	m	0,00
L <sub>usar</sub>	m	1,00

Peso concreto

W <sub>1</sub>	kg	9.700,87
----------------	----	----------

### Verificaciones

E <sub>V</sub>	kg	7,97
W <sub>1</sub>	kg	9.700,87

$$E_V \leq W_1$$

$$7,97 \leq 9700,87 \quad \text{OK!!!}$$

$$E_H = PA(\cos\alpha_1 - \cos\alpha_2)$$

P	kg/m <sup>2</sup>	218.310,00
A <sub>interna</sub>	m <sup>2</sup>	0,79
E <sub>H</sub>	kg	0,26

$$5.956,34 \leq 6000 \quad \text{OK!!!}$$

**ANCLAJE TIPO 3  
PI VERTICAL CONVEXO  
RESULTANTE EN DIRECCIÓN FUERA DEL TERRENO**

$$m = \frac{Cota2 - Cota1}{Abscisa2 - Abscisa1}$$

$m_1$		-0,052031583
$m_2$		-0,052060738

$$\alpha = \tan^{-1} (m)$$

$\alpha_1$		-0,052
$\alpha_2$		-0,052

$$E_V = PA(\sin\alpha_2 - \sin\alpha_1)$$

P	kg/m <sup>2</sup>	218.310,00
$A_{interna}$	m <sup>2</sup>	0,79
$E_V$	kg	7,97

Dimensionamiento

$E_V$	kg	7,97
Dim.-MIN	m	1,62
B	m	1,62
$H_{aDEF}$	m	1,62

$L_{min}$	m	0,00
$L_{usar}$	m	1,62

Peso concreto

$$W = E_V$$

$W_1$	kg	7030,43
-------	----	---------

$$E_H = PA(\cos\alpha_1 - \cos\alpha_2)$$

P	kg/m <sup>2</sup>	218.310,00
$A_{interna}$	m <sup>2</sup>	0,79
$E_H$	kg	0,41

$E_H$	kg	0,41
W	kg	7.030,43
L	m	1,62

H <sub>aMAX</sub>		27452,1
H <sub>aDEF</sub>		1,6

$$\frac{H_a}{2} E_H \leq W \frac{L}{2}$$

$$0,34 \leq 5694,65 \quad \text{OK!!!}$$

$$E_V \leq W_1 \quad 7,97 \leq 7030,43 \quad \text{OK!!!}$$

$$E_H \leq W_1 \mu \quad 0,41 \leq 2460,65 \quad \text{OK!!!}$$

DIMENSIONES DEL BLOQUE		
B	1,7	m
H <sub>A</sub>	3,2	m
L	10,0	m
<b>Volumen</b>	<b>53,6</b>	<b>m<sup>3</sup></b>

METODO 1	9,35	m <sup>3</sup>
----------	------	----------------

### INFORMACIÓN

Descripción PI	Clasificación
PI HORIZONTAL	1
PI VERTICAL CONCAVO TERRENO	2
PI VERTICAL CONVEXO HACIA ARRIBA	3
PI V.H. CONCAVO TERRENO	4
PI V.H. CONVEXO HACIA ARRIBA	5

FACTOR AMPLIFICACIÓN CARGA VIVA	1,6
---------------------------------	-----

<b>PI:</b>	<b>PIV-16</b>
<b>CLASIFICACIÓN:</b>	<b>2</b>

Peso del agua	kg/m <sup>3</sup>	1000
Peso Unitario de tubería	kg/m <sup>3</sup>	7850,0
Peso Unitario de concreto	kg/m <sup>3</sup>	2400
Diámetro interno de Tubería	m	1,000
Diámetro externo de Tubería	m	1,019
Caudal	m <sup>3</sup> /s	2,46
Carga de agua	mca	219,45

Estacionamiento PI anterior		1+502,360
Estacionamiento PI actual		1+525,410
Estacionamiento PI posterior		1+566,670
Distancia a apoyo + cercano anterior	m	23,050
Distancia a apoyo + cercano posterior	m	41,26
Ángulo horizontal	grados	0
Ángulo vertical anterior	grados	24,03
Ángulo vertical posterior	grados	-2,98
Capacidad Soporte del suelo	kg/m <sup>2</sup>	6000
Coefficiente fricción del suelo	$\mu$	0,35
Elevación PI anterior	m.s.n.m.	386,410
Elevación PI actual	m.s.n.m.	385,210
Elevación PI posterior	m.s.n.m.	370,67

### ANCLAJE TIPO 1 PI HORIZONTAL

$$R=2PA_{sen}(\theta/2)$$

A <sub>interna</sub>	m <sup>2</sup>	0,79
A <sub>externa</sub>	m <sup>2</sup>	0,82
P	kg/m <sup>2</sup>	219.450,00
R	kg	-

$$R \leq \beta H_a L + W_1 \mu$$

$\beta$	kg/m <sup>2</sup>	3.000,00
---------	-------------------	----------

$$H_a = \frac{R + 2,4 \frac{\pi D^2}{4} L \mu}{\beta L + 2,4 B L \mu}$$

B	m	1,62
L	m	5,15
H <sub>aMIN</sub>	m	0,15
Dim·MIN	m	0,90

H <sub>aDEF</sub>	m	0,90
-------------------	---	------

Peso concreto

W <sub>1</sub>	kg	7.926,41
----------------	----	----------

**Verificaciones**

R	kg	-
$\beta H_a L$	kg	13.905,00
$W_1 \mu$	kg	2774,24

$$R \leq \beta H_a L + W_1 \mu \quad - \quad \leq \quad 16679,24 \quad \text{OK!!!}$$

**ANCLAJE TIPO 2  
PI VERTICAL CÓNCAVO  
RESULTANTE EN DIRECCIÓN TERRENO**

$$m = \frac{\text{Cota2} - \text{Cota1}}{\text{Abscisa2} - \text{Abscisa1}}$$

$m_1$		-0,052060738
$m_2$		-0,352399418

$$\alpha = \tan^{-1}(m)$$

$\alpha_1$		-0,052
$\alpha_2$		-0,339

$$E_V = PA(\sin \alpha_2 - \sin \alpha_1)$$

P	kg/m <sup>2</sup>	219.450,00
$A_{\text{interna}}$	m <sup>2</sup>	0,79
$E_V$	kg	48.357,81

**Dimensionamiento**

$E_V$	kg	77.372,49
Dim-MIN	m	1,62
B	m	2,95
$H_{aDEF}$	m	2,50

$L_{\text{min}}$	m	4,37
$L_{\text{usar}}$	m	10,00

**Peso concreto**

$W_1$	kg	77.575,92
-------	----	-----------

**Verificaciones**

$E_V$	kg	77.372,49
$W_1$	kg	77.575,92

$$E_V \leq W_1 \quad 77.372,49 \leq 77.575,92 \quad \text{OK!!!}$$

P	kg/m <sup>2</sup>	219.450,00
$A_{\text{interna}}$	m <sup>2</sup>	0,79
$E_H$	kg	9.571,86

$$E_H = PA(\cos\alpha_1 - \cos\alpha_2)$$

$$5.252,49 \leq 6000 \quad \text{OK!!!}$$

**ANCLAJE TIPO 3  
PI VERTICAL CONVEXO  
RESULTANTE EN DIRECCIÓN FUERA DEL TERRENO**

$$m = \frac{\text{Cota2} - \text{Cota1}}{\text{Abscisa2} - \text{Abscisa1}}$$

$m_1$		-0,052060738
$m_2$		-0,352399418

$$\alpha = \tan^{-1}(m)$$

$\alpha_1$		-0,052
$\alpha_2$		-0,339

$$E_V = PA(\sin\alpha_2 - \sin\alpha_1)$$

P	kg/m <sup>2</sup>	219.450,00
$A_{\text{interna}}$	m <sup>2</sup>	0,79
$E_V$	kg	77.372,49

Dimensionamiento

$E_V$	kg	77.372,49
Dim-MIN	m	1,62
B	m	2,50
$H_{aDEF}$	m	2,50

$L_{min}$	m	5,93
$L_{usar}$	m	5,96

Peso concreto

$$W = E_V$$

$W_1$	kg	77725,62
-------	----	----------

$$E_H = PA(\cos\alpha_1 - \cos\alpha_2)$$

P	kg/m <sup>2</sup>	219.450,00
$A_{interna}$	m <sup>2</sup>	0,79
$E_H$	kg	15.314,97

$E_H$	kg	15.314,97
W	kg	77.725,62
L	m	5,96

$H_{aMAX}$		30,2
$H_{aDEF}$		2,5

$$\frac{H_a}{2} E_H \leq W \frac{L}{2}$$

$$19.143,72 \leq 231622,33 \quad \text{OK!!!}$$

$$E_V \leq W_1 \quad 77.372,49 \leq 77725,62 \quad \text{OK!!!}$$

$$E_H \leq W_1 \mu \quad 15.314,97 \leq 27203,97 \quad \text{OK!!!}$$

DIMENSIONES DEL BLOQUE		
B	3,0	m
$H_A$	2,5	m
L	10,0	m
<b>Volumen</b>	<b>73,8</b>	<b>m<sup>3</sup></b>

METODO 1	9,35	m <sup>3</sup>
----------	------	----------------

## INFORMACIÓN

Descripción PI	Clasificación
PI HORIZONTAL	1
PI VERTICAL CONCAVO TERRENO	2
PI VERTICAL CONVEXO HACIA ARRIBA	3
PI V.H. CONCAVO TERRENO	4
PI V.H. CONVEXO HACIA ARRIBA	5

FACTOR AMPLIFICACIÓN CARGA VIVA	1,6
---------------------------------	-----

PI:	PIV-17
CLASIFICACIÓN:	3

Peso del agua	kg/m <sup>3</sup>	1000
Peso Unitario de tubería	kg/m <sup>3</sup>	7850,0
Peso Unitario de concreto	kg/m <sup>3</sup>	2400
Diámetro interno de Tubería	m	1,000
Diámetro externo de Tubería	m	1,023
Caudal	m <sup>3</sup> /s	2,46
Carga de agua	mca	236,67
Estacionamiento PI anterior		1+525,410
Estacionamiento PI actual		1+566,670
Estacionamiento PI posterior		1+596,460
Distancia a apoyo + cercano anterior	m	41,260
Distancia a apoyo + cercano posterior	m	29,79
Ángulo horizontal	grados	0
Ángulo vertical anterior	grados	19,41
Ángulo vertical posterior	grados	-7,25
Capacidad Soporte del suelo	kg/m <sup>2</sup>	6000
Coefficiente fricción del suelo	$\mu$	0,35
Elevación PI anterior	m.s.n.m.	385,210
Elevación PI actual	m.s.n.m.	370,670
Elevación PI posterior	m.s.n.m.	366,88

## ANCLAJE TIPO 1 PI HORIZONTAL

$$R=2PA_{sen}(\theta/2)$$

$A_{interna}$	m <sup>2</sup>	0,79
$A_{externa}$	m <sup>2</sup>	0,82



P	kg/m <sup>2</sup>	236.670,00
R	kg	-

$$R \leq \beta H_a L + W_1 \mu$$

$\beta$	kg/m <sup>2</sup>	3.000,00
---------	-------------------	----------

$$H_a = \frac{R + 2,4 \frac{\pi D^2}{4} L \mu}{\beta L + 2,4 B L \mu}$$

B	m	1,62
L	m	5,15
H <sub>aMIN</sub>	m	0,15
Dim.-MIN	m	0,90

H <sub>aDEF</sub>	m	0,90
-------------------	---	------

Peso concreto

W <sub>1</sub>	kg	7.898,79
----------------	----	----------

### Verificaciones

R	kg	-
$\beta H_a L$	kg	13.905,00
W <sub>1</sub> μ	kg	2764,58

$$R \leq \beta H_a L + W_1 \mu$$

$$- \leq 16669,58 \quad \text{OK!!!}$$

### ANCLAJE TIPO 2 PI VERTICAL CÓNCAVO RESULTANTE EN DIRECCIÓN TERRENO

$$m = \frac{Cota2 - Cota1}{Abscisa2 - Abscisa1}$$

m <sub>1</sub>		-0,352399418
m <sub>2</sub>		-0,127223901

$$\alpha = \tan^{-1}(m)$$

$\alpha_1$		-0,339
$\alpha_2$		-0,127

$$E_V = PA(\text{sen}\alpha_2 - \text{sen}\alpha_1)$$

P	kg/m <sup>2</sup>	236.670,00
A <sub>interna</sub>	m <sup>2</sup>	0,79
E <sub>V</sub>	kg	38.347,48

Dimensionamiento

E <sub>V</sub>	kg	61.355,97
Dim.-MIN	m	1,62
B	m	2,00
H <sub>aDEF</sub>	m	3,00

L <sub>min</sub>	m	5,11
L <sub>usar</sub>	m	6,40

Peso concreto

W <sub>1</sub>	kg	62.153,65
----------------	----	-----------

### Verificaciones

E <sub>V</sub>	kg	61.355,97
W <sub>1</sub>	kg	62.153,65

$$E_V \leq W_1$$

$$61.355,97 \leq 62153,65 \quad \text{OK!!!}$$

$$E_H = PA(\text{cos}\alpha_1 - \text{cos}\alpha_2)$$

P	kg/m <sup>2</sup>	236.670,00
A <sub>interna</sub>	m <sup>2</sup>	0,79
E <sub>H</sub>	kg	9.087,18

$$62,32 \leq 6000 \quad \text{OK!!!}$$

**ANCLAJE TIPO 3  
PI VERTICAL CONVEXO  
RESULTANTE EN DIRECCIÓN FUERA DEL TERRENO**

$$m = \frac{Cota2 - Cota1}{Abscisa2 - Abscisa1}$$

$m_1$		-0,352399418
$m_2$		-0,127223901

$$\alpha = \tan^{-1}(m)$$

$\alpha_1$		-0,339
$\alpha_2$		-0,127

$$E_V = PA(\sin\alpha_2 - \sin\alpha_1)$$

P	kg/m <sup>2</sup>	236.670,00
$A_{interna}$	m <sup>2</sup>	0,79
$E_V$	kg	61.355,97

Dimensionamiento

$E_V$	kg	61.355,97
Dim-MIN	m	1,62
B	m	2,00
$H_{aDEF}$	m	2,00

$L_{min}$	m	8,04
$L_{usar}$	m	8,07

Peso concreto

$$W = E_V$$

$W_1$	kg	61565,95
-------	----	----------

$$E_H = PA(\cos\alpha_1 - \cos\alpha_2)$$

P	kg/m <sup>2</sup>	236.670,00
$A_{interna}$	m <sup>2</sup>	0,79
$E_H$	kg	14.539,49

$E_H$	kg	14.539,49
W	kg	61.565,95

L	m	8,07
---	---	------

H <sub>aMAX</sub>		34,2
H <sub>aDEF</sub>		2,0

$$\frac{H_a}{2} E_H \leq W \frac{L}{2}$$

$$14.539,49 \leq 248418,61 \quad \text{OK!!!}$$

$$E_V \leq W_1 \quad 61.355,97 \leq 61565,95 \quad \text{OK!!!}$$

$$E_H \leq W_1 \mu \quad 14.539,49 \leq 21548,08 \quad \text{OK!!!}$$

DIMENSIONES DEL BLOQUE		
B	2,0	m
H <sub>A</sub>	2,0	m
L	8,1	m
<b>Volumen</b>	<b>32,3</b>	<b>m<sup>3</sup></b>
METODO 1	9,35	m <sup>3</sup>

## INFORMACIÓN

Descripción PI	Clasificación
PI HORIZONTAL	1
PI VERTICAL CONCAVO TERRENO	2
PI VERTICAL CONVEXO HACIA ARRIBA	3
PI V.H. CONCAVO TERRENO	4
PI V.H. CONVEXO HACIA ARRIBA	5

FACTOR AMPLIFICACIÓN CARGA VIVA	1,6
---------------------------------	-----

<b>PI:</b>	<b>PIVH-18</b>
<b>CLASIFICACIÓN:</b>	4

Peso del agua	kg/m <sup>3</sup>	1000
Peso Unitario de tubería	kg/m <sup>3</sup>	7850,0
Peso Unitario de concreto	kg/m <sup>3</sup>	2400
Diámetro interno de Tubería	m	1,000

Diámetro externo de Tubería	m	1,023
Caudal	m <sup>3</sup> /s	2,46
Carga de agua	mca	241,68
Estacionamiento PI anterior		1+566,670
Estacionamiento PI actual		1+596,460
Estacionamiento PI posterior		1+635,330
Distancia a apoyo + cercano anterior	m	29,790
Distancia a apoyo + cercano posterior	m	38,87
Ángulo horizontal	grados	6,29
Ángulo vertical anterior	grados	7,25
Ángulo vertical posterior	grados	-7,25
Capacidad Soporte del suelo	kg/m <sup>2</sup>	6000
Coefficiente fricción del suelo	$\mu$	0,35
Elevación PI anterior	m.s.n.m.	370,670
Elevación PI actual	m.s.n.m.	366,880
Elevación PI posterior	m.s.n.m.	361,93

### ANCLAJE TIPO 1 PI HORIZONTAL

$$R = 2PA_{sen}(\theta/2)$$

A <sub>interna</sub>	m <sup>2</sup>	0,79
A <sub>externa</sub>	m <sup>2</sup>	0,82
P	kg/m <sup>2</sup>	241.680,00
R	kg	20.842,11

$$R \leq \beta H_a L + W_1 \mu$$

$\beta$	kg/m <sup>2</sup>	3.000,00
---------	-------------------	----------

$$H_a = \frac{R + 2,4 \frac{\pi D^2}{4} L \mu}{\beta L + 2,4 B L \mu}$$

B	m	1,62
L	m	5,15
H <sub>aMIN</sub>	m	1,08
Dim·MIN	m	1,65

H <sub>aDEF</sub>	m	1,65
-------------------	---	------

Peso concreto

W <sub>1</sub>	kg	22.940,03
----------------	----	-----------

**Verificaciones**

$R$	kg	20.845,03
$\beta H_a L$	kg	25.492,50
$W_1 \mu$	kg	8029,01

$$R \leq \beta H_a L + W_1 \mu \quad 33.352,05 \leq 33521,51 \quad \text{OK!!!}$$

**ANCLAJE TIPO 2  
PI VERTICAL CÓNCAVO  
RESULTANTE EN DIRECCIÓN TERRENO**

$$m = \frac{\text{Cota2} - \text{Cota1}}{\text{Abscisa2} - \text{Abscisa1}}$$

$m_1$		-0,127223901
$m_2$		-0,127347569

$$\alpha = \tan^{-1}(m)$$

$\alpha_1$		-0,127
$\alpha_2$		-0,127

$$E_v = PA(\text{sen}\alpha_2 - \text{sen}\alpha_1)$$

$P$	kg/m <sup>2</sup>	241.680,00
$A_{\text{interna}}$	m <sup>2</sup>	0,79
$E_v$	kg	22,93

**Dimensionamiento**

$E_v$	kg	36,69
Dim.-MIN	m	1,62
$B$	m	2,00
$H_{aDEF}$	m	3,00

$L_{\text{min}}$	m	0,00
$L_{\text{usar}}$	m	1,00

Peso concreto

$W_1$	kg	9.711,51
-------	----	----------

**Verificaciones**

$E_V$	kg	36,69
$W_1$	kg	9.711,51

$$E_V \leq W_1 \quad 36,69 \leq 9711,51 \quad \text{OK!!!}$$

$$E_H = PA(\cos\alpha_1 - \cos\alpha_2)$$

P	kg/m <sup>2</sup>	241.680,00
$A_{\text{interna}}$	m <sup>2</sup>	0,79
$E_H$	kg	2,92

$$4.874,10 \leq 6000 \quad \text{OK!!!}$$

**ANCLAJE TIPO 3  
PI VERTICAL CONVEXO  
RESULTANTE EN DIRECCIÓN FUERA DEL TERRENO**

$$m = \frac{\text{Cota2} - \text{Cota1}}{\text{Abscisa2} - \text{Abscisa1}}$$

$m_1$		-0,127223901
$m_2$		-0,127347569

$$\alpha = \tan^{-1}(m)$$

$\alpha_1$		-0,127
$\alpha_2$		-0,127

$$E_V = PA(\sin\alpha_2 - \sin\alpha_1)$$

P	kg/m <sup>2</sup>	241.680,00
$A_{\text{interna}}$	m <sup>2</sup>	0,79
$E_V$	kg	36,69

Dimensionamiento

$E_V$	kg	36,69
-------	----	-------

Dim-MIN	m	1,62
B	m	2,00
H <sub>aDEF</sub>	m	2,00

L <sub>min</sub>	m	0,00
L <sub>usar</sub>	m	1,00

Peso concreto

$$W = E_v$$

W <sub>1</sub>	kg	7628,99
----------------	----	---------

$$E_H = PA(\cos\alpha_1 - \cos\alpha_2)$$

P	kg/m <sup>2</sup>	241.680,00
A <sub>interna</sub>	m <sup>2</sup>	0,79
E <sub>H</sub>	kg	4,67

E <sub>H</sub>	kg	4,67
W	kg	7.628,99
L	m	1,00

H <sub>aMAX</sub>		1633,6
H <sub>aDEF</sub>		2,0

$$\frac{H_a}{2} E_H \leq W \frac{L}{2}$$

$$4,67 \leq 3814,50 \quad \text{OK!!!}$$

$$E_v \leq W_1 \quad 36,69 \leq 7628,99 \quad \text{OK!!!}$$

$$E_H \leq W_1 \mu \quad 4,67 \leq 2670,15 \quad \text{OK!!!}$$

DIMENSIONES DEL BLOQUE		
B	1,6	m
H <sub>A</sub>	1,7	m
L	5,2	m
<b>Volumen</b>	<b>13,8</b>	<b>m<sup>3</sup></b>

METODO 1	9,35	m <sup>3</sup>
----------	------	----------------



## INFORMACIÓN

Descripción PI	Clasificación
PI HORIZONTAL	1
PI VERTICAL CONCAVO TERRENO	2
PI VERTICAL CONVEXO HACIA ARRIBA	3
PI V.H. CONCAVO TERRENO	4
PI V.H. CONVEXO HACIA ARRIBA	5

FACTOR AMPLIFICACIÓN CARGA VIVA	1,6
---------------------------------	-----

PI:	PIV-19
CLASIFICACIÓN:	2

Peso del agua	kg/m <sup>3</sup>	1000
Peso Unitario de tubería	kg/m <sup>3</sup>	7850,0
Peso Unitario de concreto	kg/m <sup>3</sup>	2400
Diámetro interno de Tubería	m	1,000
Diámetro externo de Tubería	m	1,023
Caudal	m <sup>3</sup> /s	2,46
Carga de agua	mca	248,21
Estacionamiento PI anterior		1+596,460
Estacionamiento PI actual		1+635,330
Estacionamiento PI posterior		1+660,570
Distancia a apoyo + cercano anterior	m	38,870
Distancia a apoyo + cercano posterior	m	25,24
Ángulo horizontal	grados	0
Ángulo vertical anterior	grados	7,25
Ángulo vertical posterior	grados	24,02
Capacidad Soporte del suelo	kg/m <sup>2</sup>	6000
Coefficiente fricción del suelo	$\mu$	0,35
Elevación PI anterior	m.s.n.m.	366,880
Elevación PI actual	m.s.n.m.	361,930
Elevación PI posterior	m.s.n.m.	350,60

## ANCLAJE TIPO 1 PI HORIZONTAL

$$R=2PA_{sen}(\theta/2)$$

$A_{interna}$	m <sup>2</sup>	0,79
$A_{externa}$	m <sup>2</sup>	0,82

P	kg/m <sup>2</sup>	248.210,00
R	kg	-

$$R \leq \beta H_a L + W_1 \mu$$

$\beta$	kg/m <sup>2</sup>	3.000,00
---------	-------------------	----------

$$H_a = \frac{R + 2,4 \frac{\pi D^2}{4} L \mu}{\beta L + 2,4 B L \mu}$$

B	m	1,62
L	m	3,85
H <sub>aMIN</sub>	m	0,15
Dim. <sub>MIN</sub>	m	1,00

H <sub>aDEF</sub>	m	1,00
-------------------	---	------

Peso concreto

W <sub>1</sub>	kg	7.404,18
----------------	----	----------

### Verificaciones

R	kg	-
$\beta H_a L$	kg	11.550,00
W <sub>1</sub> μ	kg	2591,46

$$R \leq \beta H_a L + W_1 \mu \quad - \quad \leq \quad 14141,46 \quad \text{OK!!!}$$

### ANCLAJE TIPO 2 PI VERTICAL CÓNCAVO RESULTANTE EN DIRECCIÓN TERRENO

$$m = \frac{Cota2 - Cota1}{Abscisa2 - Abscisa1}$$

m <sub>1</sub>		-0,127347569
m <sub>2</sub>		-0,44889065

$$\alpha = \tan^{-1}(m)$$

$\alpha_1$		-0,127
$\alpha_2$		-0,422

$$E_V = PA(\text{sen}\alpha_2 - \text{sen}\alpha_1)$$

P	kg/m <sup>2</sup>	248.210,00
A <sub>interna</sub>	m <sup>2</sup>	0,79
E <sub>V</sub>	kg	55.245,49

Dimensionamiento

E <sub>V</sub>	kg	88.392,78
Dim.-MIN	m	1,62
B	m	2,83
H <sub>aDEF</sub>	m	2,70

L <sub>min</sub>	m	5,21
L <sub>usar</sub>	m	10,50

Peso concreto

W <sub>1</sub>	kg	89.704,19
----------------	----	-----------

**Verificaciones**

E <sub>V</sub>	kg	88.392,78
W <sub>1</sub>	kg	89.704,19

$$E_V \leq W_1$$

$$88.392,78 \leq 89704,19 \quad \text{OK!!!}$$

$$E_H = PA(\text{cos}\alpha_1 - \text{cos}\alpha_2)$$

P	kg/m <sup>2</sup>	248.210,00
A <sub>interna</sub>	m <sup>2</sup>	0,79
E <sub>H</sub>	kg	15.545,60

$$5.993,50 \leq 6000 \quad \text{OK!!!}$$

**ANCLAJE TIPO 3**  
**PI VERTICAL CONVEXO**  
**RESULTANTE EN DIRECCIÓN FUERA DEL TERRENO**

$$m = \frac{Cota2 - Cota1}{Abscisa2 - Abscisa1}$$

$m_1$		-0,127347569
$m_2$		-0,44889065

$$\alpha = \tan^{-1}(m)$$

$\alpha_1$		-0,127
$\alpha_2$		-0,422

$$E_V = PA(\sin\alpha_2 - \sin\alpha_1)$$

P	kg/m <sup>2</sup>	248.210,00
$A_{interna}$	m <sup>2</sup>	0,79
$E_V$	kg	88.392,78

Dimensionamiento

$E_V$	kg	88.392,78
Dim-MIN	m	1,62
B	m	4,00
$H_{aDEF}$	m	4,00

$L_{min}$	m	2,43
$L_{usar}$	m	2,50

Peso concreto

$$W = E_V$$

$W_1$	kg	91072,48
-------	----	----------

$$E_H = PA(\cos\alpha_1 - \cos\alpha_2)$$

P	kg/m <sup>2</sup>	248.210,00
$A_{interna}$	m <sup>2</sup>	0,79
$E_H$	kg	24.872,96

$E_H$	kg	24.872,96
W	kg	91.072,48

L	m	2,50
---	---	------

H <sub>aMAX</sub>		9,2
H <sub>aDEF</sub>		4,0

$$\frac{H_a}{2} E_H \leq W \frac{L}{2}$$

$$49.745,92 \leq 113840,59 \quad \text{OK!!!}$$

$$E_V \leq W_1 \quad 88.392,78 \leq 91072,48 \quad \text{OK!!!}$$

$$E_H \leq W_1 \mu \quad 24.872,96 \leq 31875,37 \quad \text{OK!!!}$$

DIMENSIONES DEL BLOQUE		
B	2,8	m
H <sub>A</sub>	2,7	m
L	10,5	m
<b>Volumen</b>	<b>80,2</b>	<b>m<sup>3</sup></b>

METODO 1	9,35	m <sup>3</sup>
----------	------	----------------

## INFORMACIÓN

Descripción PI	Clasificación n
PI HORIZONTAL	1
PI VERTICAL CONCAVO TERRENO	2
PI VERTICAL CONVEXO HACIA ARRIBA	3
PI V.H. CONCAVO TERRENO	4
PI V.H. CONVEXO HACIA ARRIBA	5

FACTOR AMPLIFICACIÓN CARGA VIVA	1,6
---------------------------------	-----

PI:	<b>PIV-20</b>
CLASIFICACIÓN:	3

Peso del agua	kg/m <sup>3</sup>	1000
Peso Unitario de tubería	kg/m <sup>3</sup>	7850,0

Peso Unitario de concreto	kg/m <sup>3</sup>	2400
Diámetro interno de Tubería	m	1,000
Diámetro externo de Tubería	m	1,023
Caudal	m <sup>3</sup> /s	2,46
Carga de agua	mca	260,62
Estacionamiento PI anterior		1+635,330
Estacionamiento PI actual		1+660,570
Estacionamiento PI posterior		1+670,440
Distancia a apoyo + cercano anterior	m	25,240
Distancia a apoyo + cercano posterior	m	9,87
Ángulo horizontal	grados	0
Ángulo vertical anterior	grados	24,02
Ángulo vertical posterior	grados	0,00
Capacidad Soporte del suelo	kg/m <sup>2</sup>	6000
Coefficiente fricción del suelo	$\mu$	0,35
Elevación PI anterior	m.s.n.m.	361,930
Elevación PI actual	m.s.n.m.	350,600
Elevación PI posterior	m.s.n.m.	350,60

### ANCLAJE TIPO 1 PI HORIZONTAL

$$R = 2PA_{sen}(\theta/2)$$

A <sub>interna</sub>	m <sup>2</sup>	0,79
A <sub>externa</sub>	m <sup>2</sup>	0,82
P	kg/m <sup>2</sup>	260.620,00
R	kg	-

$$R \leq \beta H_a L + W_1 \mu$$

$\beta$	kg/m <sup>2</sup>	3.000,00
---------	-------------------	----------

$$H_a = \frac{R + 2,4 \frac{\pi D^2}{4} L \mu}{\beta L + 2,4 \beta L \mu}$$

B	m	1,62
L	m	3,85
H <sub>aMIN</sub>	m	0,15
Dim. <sub>MIN</sub>	m	1,00

H <sub>aDEF</sub>	m	1,00
-------------------	---	------

Peso concreto

W <sub>1</sub>	kg	7.404,18
----------------	----	----------

**Verificaciones**

R	kg	-
$\beta H_a L$	kg	11.550,00
$W_1 \mu$	kg	2591,46

$$R \leq \beta H_a L + W_1 \mu \quad - \quad \leq \quad 14141,46 \quad \text{OK!!!}$$

**ANCLAJE TIPO 2  
PI VERTICAL CÓNCAVO  
RESULTANTE EN DIRECCIÓN TERRENO**

$$m = \frac{\text{Cota2} - \text{Cota1}}{\text{Abscisa2} - \text{Abscisa1}}$$

$m_1$		-0,44889065
$m_2$		0

$$\alpha = \tan^{-1}(m)$$

$\alpha_1$		-0,422
$\alpha_2$		0,000

$$E_V = PA(\text{sen}\alpha_2 - \text{sen}\alpha_1)$$

P	kg/m <sup>2</sup>	260.620,00
$A_{\text{interna}}$	m <sup>2</sup>	0,79
$E_V$	kg	83.883,60

**Dimensionamiento**

$E_V$	kg	134.213,75
Dim-MIN	m	1,62
B	m	4,00
$H_{aDEF}$	m	4,00

$L_{\text{min}}$	m	5,59
$L_{\text{usar}}$	m	9,90

Peso concreto

$W_1$	kg	134.696,23
-------	----	------------

### Verificaciones

$E_V$	kg	134.213,75
$W_1$	kg	134.696,23

$$E_V \leq W_1$$

$$134.213,75 \leq 134696,23 \quad \text{OK!!!}$$

$$E_H = PA(\cos\alpha_1 - \cos\alpha_2)$$

P	kg/m <sup>2</sup>	260.620,00
$A_{\text{interna}}$	m <sup>2</sup>	0,79
$E_H$	kg	17.963,84

$$12,18 \leq 6000 \quad \text{OK!!!}$$

### ANCLAJE TIPO 3 PI VERTICAL CONVEXO RESULTANTE EN DIRECCIÓN FUERA DEL TERRENO

$$m = \frac{\text{Cota2} - \text{Cota1}}{\text{Abscisa2} - \text{Abscisa1}}$$

$m_1$		-0,44889065
$m_2$		0

$$\alpha = \tan^{-1}(m)$$

$\alpha_1$		-0,422
$\alpha_2$		0,000

$$E_V = PA(\sin\alpha_2 - \sin\alpha_1)$$

P	kg/m <sup>2</sup>	260.620,00
$A_{\text{interna}}$	m <sup>2</sup>	0,79
$E_V$	kg	134.213,75



Dimensionamiento

$E_V$	kg	134.213,75
Dim-MIN	m	1,62
B	m	4,00
$H_{aDEF}$	m	4,00

$L_{min}$	m	3,68
$L_{usar}$	m	3,70

Peso concreto

$$W = E_V$$

$W_1$	kg	134787,26
-------	----	-----------

$$E_H = PA(\cos\alpha_1 - \cos\alpha_2)$$

P	kg/m <sup>2</sup>	260.620,00
$A_{interna}$	m <sup>2</sup>	0,79
$E_H$	kg	28.742,15

$E_H$	kg	28.742,15
W	kg	134.787,26
L	m	3,70

$H_{aMAX}$		17,4
$H_{aDEF}$		4,0

$$\frac{H_a}{2} E_H \leq W \frac{L}{2}$$

$$57.484,29 \leq 249356,44 \quad \text{OK!!!}$$

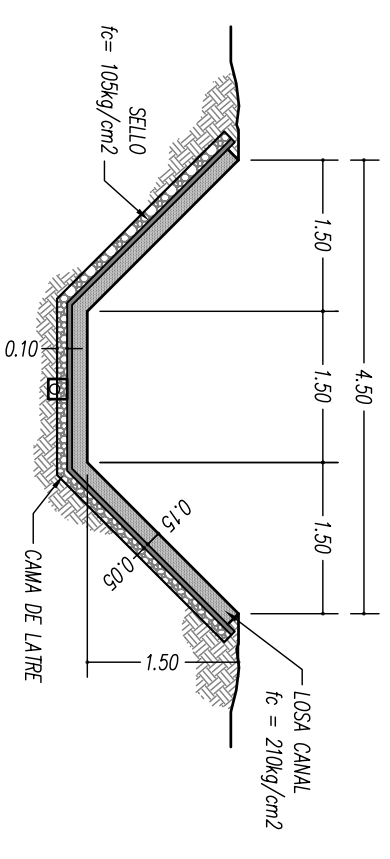
$$E_V \leq W_1 \quad 134.213,75 \leq 134787,26 \quad \text{OK!!!}$$

$$E_H \leq W_1 \mu \quad 28.742,15 \leq 47175,54 \quad \text{OK!!!}$$

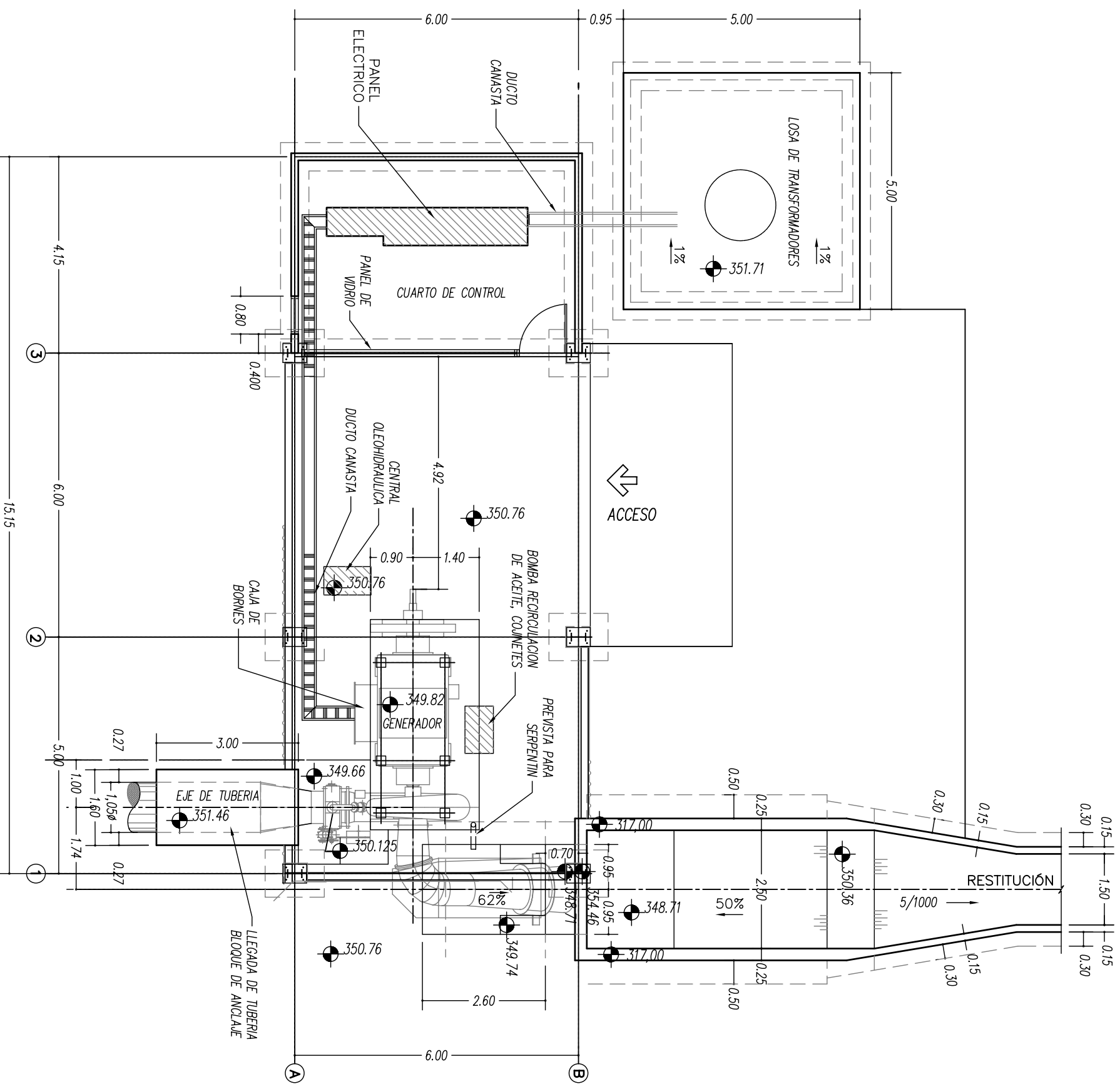
DIMENSIONES DEL BLOQUE		
B	4,0	m
$H_A$	4,0	m
L	3,7	m
<b>Volumen</b>	<b>59,2</b>	<b>m<sup>3</sup></b>
METODO 1	9,35	m <sup>3</sup>

**Apéndice 15:** Sección del canal de restitución y vista en planta de casa máquinas

ESTE DOCUMENTO ES PROPIEDAD INTELECTUAL DE  
**EDIFICADORA BETA S.A.**  
 NO PUEDE SER REPRODUCIDO, NI COMUNICADO  
 A TERCEROS SIN AUTORIZACION ESCRITA.




**SECCION TIPICA CANAL DE RESTITUCION**  
 ESCALA: 1-75



**VISTA EN PLANTA CASA DE MAQUINAS**

ESCALA 1:100

PROYECTO: <b>PROYECTO                  HIDROELECTRICO                  P E J E</b>			
ETAPA: <b>DISEÑO BÁSICO</b>			
PROVINCIA: 02 ALAJUELA	CANTON : 10 SAN CARLOS	DISTRITO : 01 QUESADA	
ELABORADO POR: ESTUDIANTE ANDRÉS MURILLO COLABORÓ: MARCO BLANCO			
 <b>Edificadora Beta</b> Apto. 400-4400, Ciudad Quesada, Costa Rica Tel: (506) 2460 5727, fax (506) 2460 9100 e-mail: info@beta.cr, www.beta.cr			
CONTENIDO: -VISTA DE PLANTA DE CASA DE MAQUINAS -SECCION TIPICA CANAL RESTITUCION			
ESCALA	FECHA :	LAMINA :	
INDICADA	MAYO 2010	PPEJ-CAMA-01-001	

**Apéndice 16:** Planta general del proyecto.



ESTE DOCUMENTO ES PROPIEDAD INTELECTUAL DE  
**EDIFICADORA BETA S.A.**  
 NO PUEDE SER REPRODUCIDO, NI COMUNICADO  
 A TERCEROS SIN AUTORIZACION ESCRITA.



**UBICACION GEOGRAFICA**

ESCALA: 1-25,000

BASADO EN LA HOJA IGN AGUAS ZARCAS, FOTOGRAFIAS AEREAS E INFORMACION DE CAMPO

PROYECTO:

**PROYECTO  
 HIDROELECTRICO  
 PEJE**

ETAPA:

**DISEÑO BÁSICO**

PROVINCIA:	CANTON :	DISTRITO :
02 ALAJUELA	10 SAN CARLOS	01 QUESADA

ELABORADO POR: ESTUDIANTE ANDRÉS MURLILLO  
 COLABORÓ: MARCO BLANCO



**Edificadora Beta**  
 Apto. 400-4400, Ciudad Quesada, Costa Rica  
 tel. (506) 2460 5727, fax (506) 2460 9100  
 e-mail: info@beta.cr, www.beta.cr

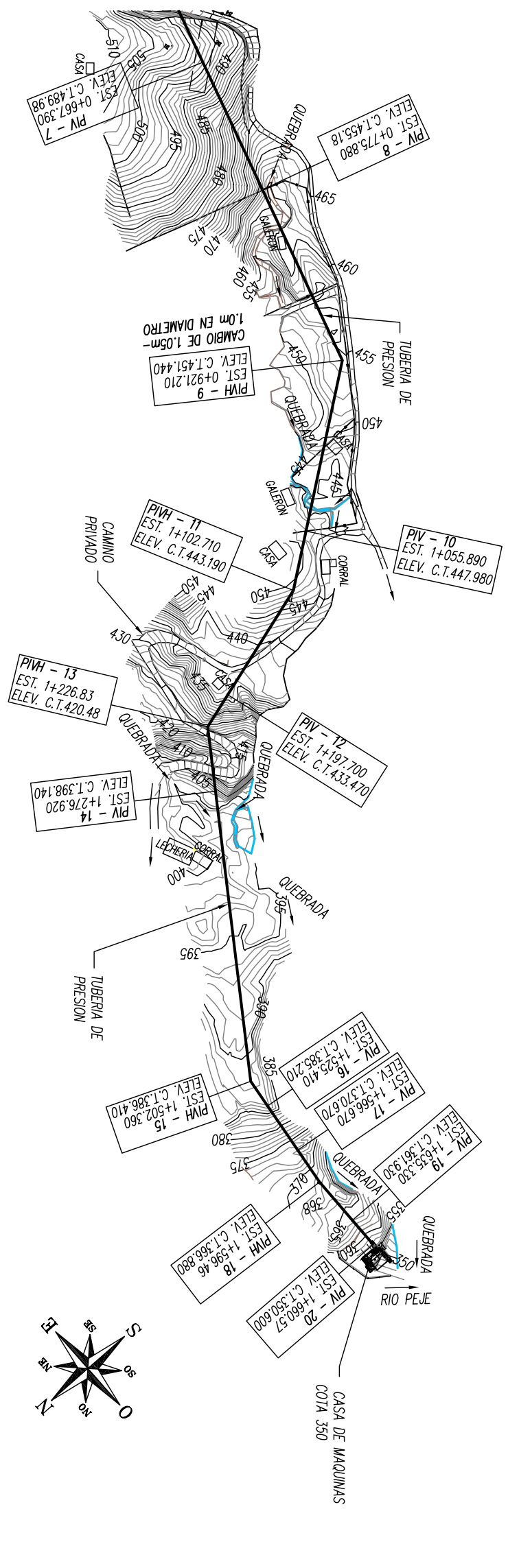
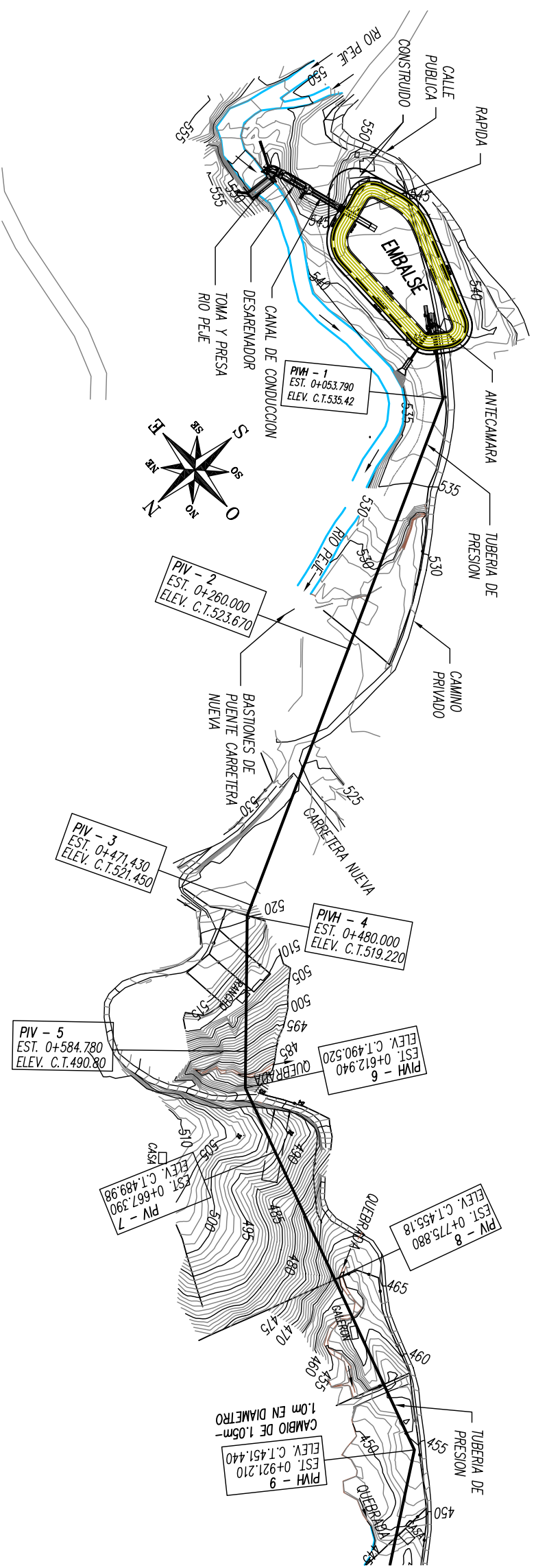
CONTENIDO:

UBICACIÓN GEOGRÁFICA DEL PROYECTO

ESCALA	FECHA :	LAMINA :
1-25,000	MAYO 2010	PHPEJ-AP-01-001



ESTE DOCUMENTO ES PROPIEDAD INTELECTUAL DE  
**EDIFICADORA BETA S.A.**  
 NO PUEDE SER REPRODUCIDO, NI COMUNICADO  
 A TERCEROS SIN AUTORIZACION ESCRITA.



PROYECTO:

# PROYECTO HIDROELECTRICO **PEJE**

ETAPA:

## DISENO BÁSICO

PROVINCIA:	CANTON :	DISTRITO :
02 ALAJUELA	10 SAN CARLOS	01 QUESADA

ELABORADO POR: ESTUDIANTE ANDRÉS MURILLO  
 COLABORÓ: MARCO BLANCO



CONTENIDO:

-PLANTA GENERAL DE PROYECTO

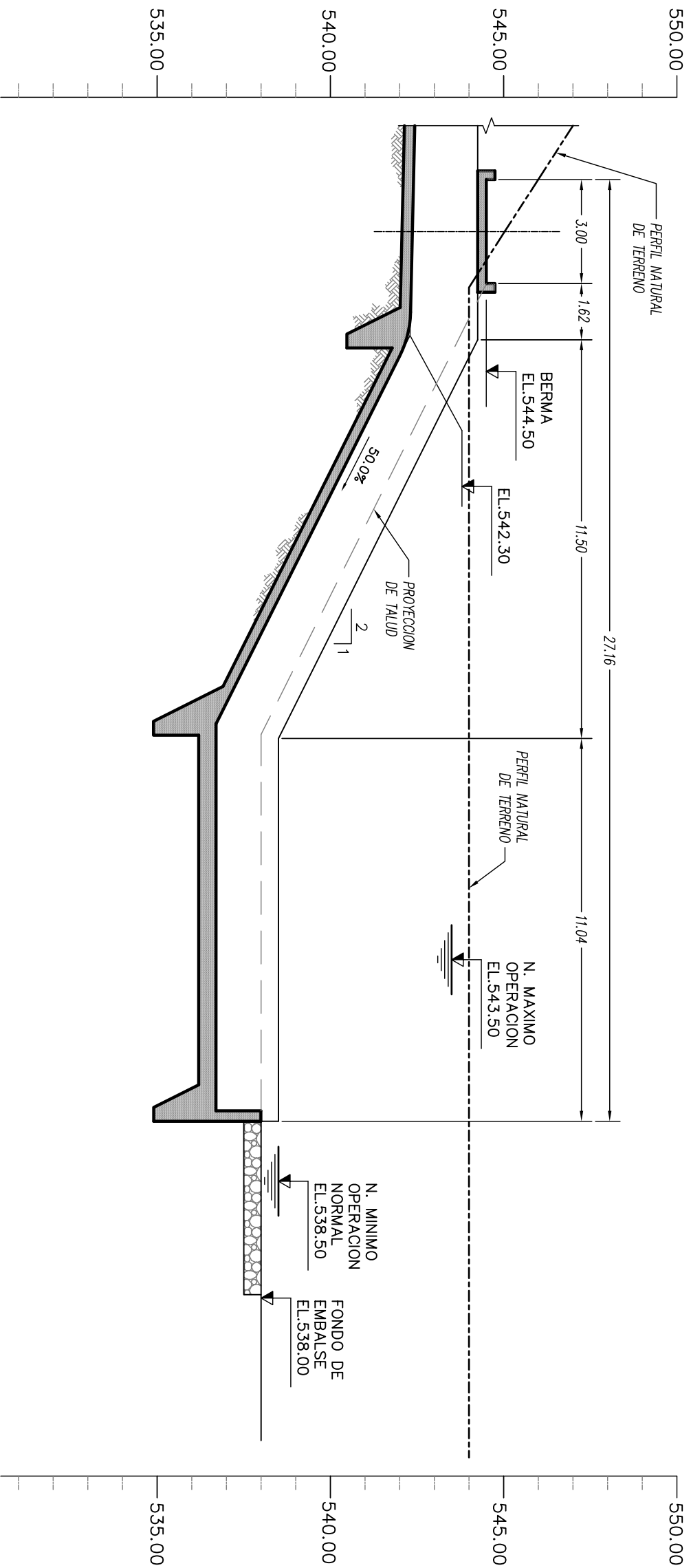
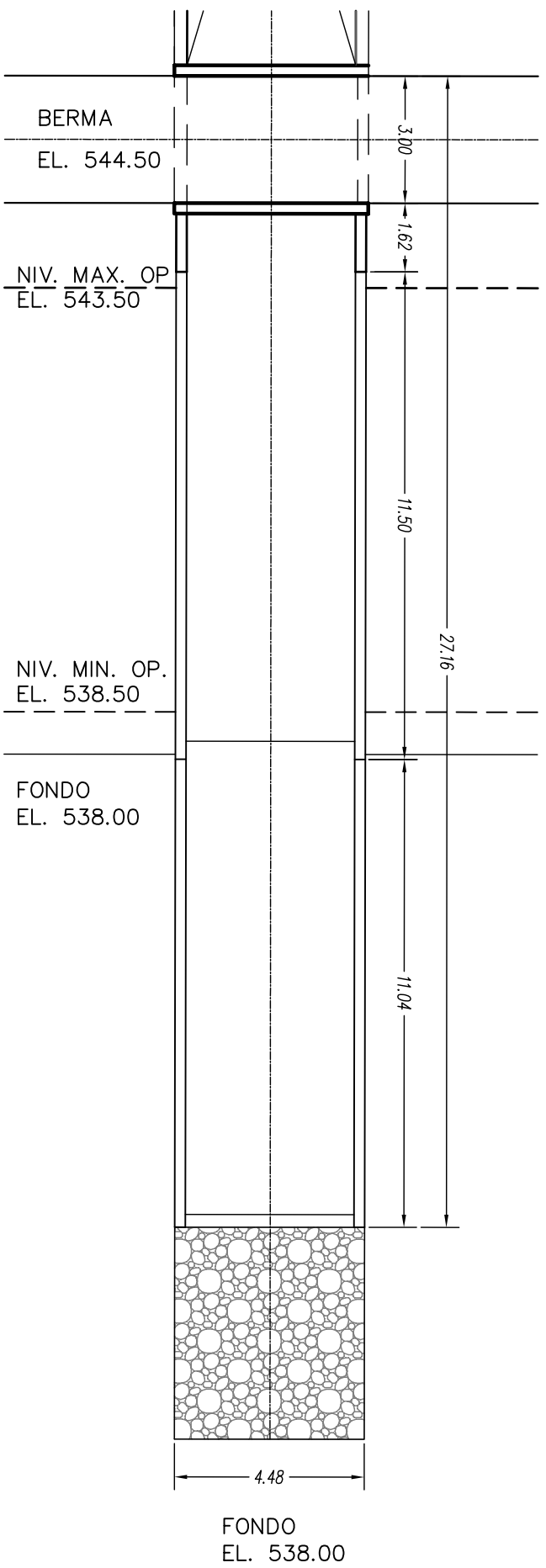
ESCALA	FECHA :	LAMINA :
1-4,000	MAYO 2010	PHPEJ-EGP-01-001

**Apéndice 17: Cálculo de materiales para presupuesto (No se muestra por políticas de privacidad de datos de la empresa Edificadora Beta. S.A.)**

**Apéndice 18:** Vista en planta y perfil de la rápida de entrada.



ESTE DOCUMENTO ES PROPIEDAD INTELECTUAL DE  
**EDIFICADORA BETA S.A.**  
 NO PUEDE SER REPRODUCIDO, NI COMUNICADO  
 A TERCEROS SIN AUTORIZACION ESCRITA.



PROYECTO:

## PROYECTO HIDROELECTRICO P E J E

ETAPA:

### DISEÑO BÁSICO

PROVINCIA: 02 ALAJUELA CANTON : 10 SAN CARLOS DISTRITO : 01 QUESADA

ELABORADO POR: ESTUDIANTE ANDRÉS MURILLO  
 COLABORÓ: MARCO BLANCO



**Edificadora Beta**  
 Apto. 400-4400, Ciudad Quesada, Costa Rica  
 tel. (506) 2460 5727, fax (506) 2460 9100  
 e-mail: info@beta.cr, www.beta.cr

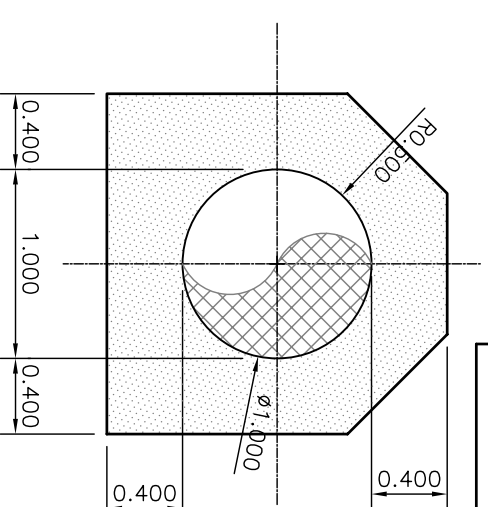
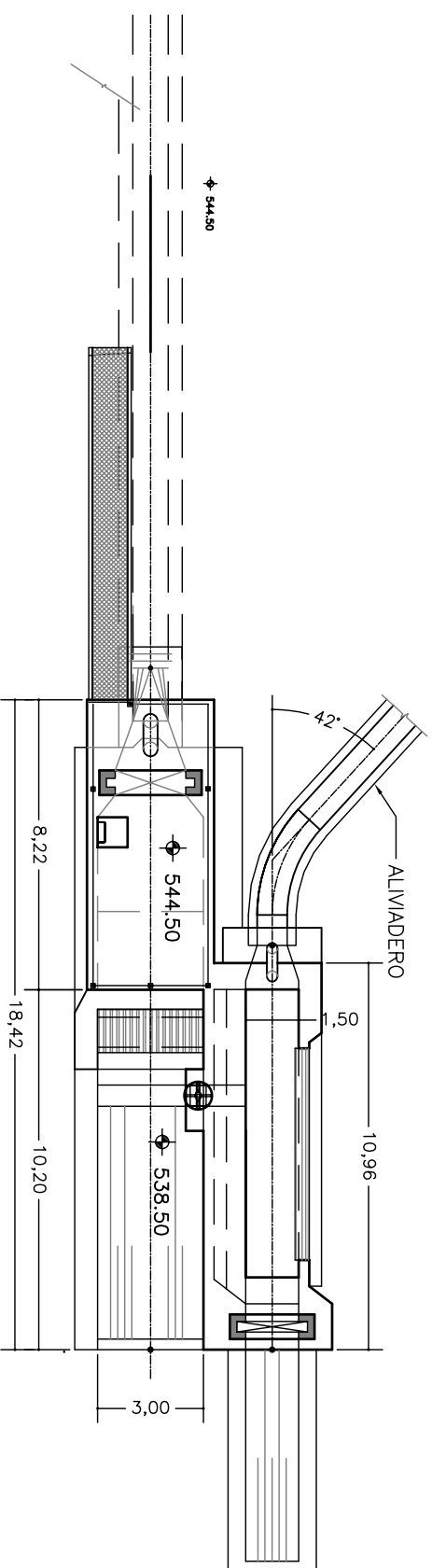
CONTENIDO:

-VISTA DE PLANTA DE RAPIDA  
 -SECCIÓN TRANSVERSAL RAPIDA

ESCALA	FECHA :	LAMINA :
1-200	MAYO 2010	PHPEJ-DES-01-001

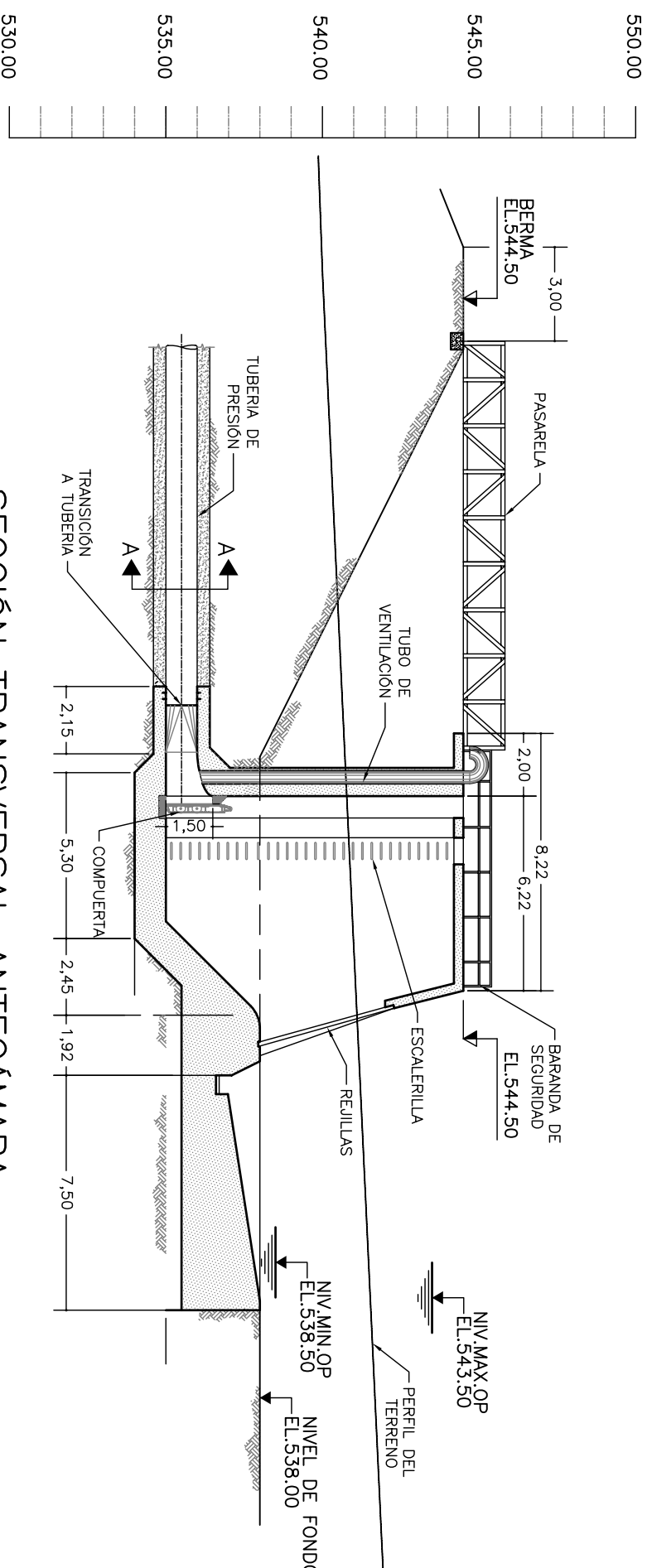
**Apéndice 19:** Planta y perfil de la antecámara.

ESTE DOCUMENTO ES PROPIEDAD INTELECTUAL DE  
**EDIFICADORA BETA S.A.**  
 NO PUEDE SER REPRODUCIDO, NI COMUNICADO  
 A TERCEROS SIN AUTORIZACION ESCRITA.



VISTA EN PLANTA ANTECAMARA  
 ESCALA 1:200

SECCION A-A  
 ESCALA 1:40



SECCION TRANSVERSAL ANTECAMARA  
 ESCALA 1:200

PROYECTO:

**PROYECTO  
 HIDROELECTRICO  
 P E J E**

ETAPA:

**DISEÑO BÁSICO**

PROVINCIA:	CANTON :	DISTRITO :
02 ALAJUELA	10 SAN CARLOS	01 QUESADA

ELABORADO POR: ESTUDIANTE ANDRES MURILLO  
 COLABORÓ: MARCO BLANCO



Apto. 400-4400, Ciudad Quesada, Costa Rica  
 tel. (506) 2460 5727, fax (506) 2460 9100  
 e-mail: info@beta.cr, www.beta.cr

CONTENIDO:

- VISTA DE PLANTA DE ANTECAMARA
- SECCION TRANSVERSAL ANTECAMARA
- SECCION A-A

ESCALA	FECHA :	LAMINA :
1-200	MAYO 2010	PHPEJ-ANT-01-001

**Apéndice 20:** Comportamiento del embalse y generación para un año promedio hidrológico.

**ANÁLISIS PARA EL MES DE ENERO**

Potencia a Instalar	3.997,98
Potencia max comb	3.838,06

	Noche	Valle	Punta
Inicio p1	00:15	06:15	10:15
Fin p1	06:00	10:00	12:30
Inicio p2	20:15	12:45	17:45
Fin p2	00:00	17:30	20:00
Potencia firme	500,00	2.200,00	4.000,00
Energía kwh gen	151.125,00	596.750,00	682.000,00
Tarifa potencia	\$2,63613	\$2,37251	\$8,51790
Tarifa energía	\$0,05500	\$0,05500	\$0,05643
ingreso energía mes	\$8.311,88	\$32.821,25	\$38.485,26
Ingreso por potencia	\$1.318,06	\$5.219,53	\$34.071,60
ingreso total	\$120.227,58		
Volumen necesario	106.862,06	<b>Consignas de Generación kW</b>	
Caida neta	<b>181,50</b>	Punta 1	<b>4000</b>
Eficiencia	<b>0,87</b>	Valle 1	<b>2200</b>
Caudal ingreso	<b>1,38</b>	Noche 1	<b>500</b>
Nivel operación	<b>3.700,00</b>	Punta 2	<b>4000</b>
% mínimo nivel punta	<b>20%</b>	Valle 2	<b>2200</b>
Nivel inicial	<b>3.700,00</b>	Noche 2	<b>500</b>
Nivel máximo	25.515,43		
Nivel min	519,22		2%
Nivel final	15.695,18	<b>11.995,18</b>	
Dias del Mes	31,00		
Factor de Planta	0,50		
Capacidad de embalse	<b>30.510,00</b>		
Volumen perdido	-		

Hora	Noche gen	Valle gen	Pico gen	Generación	Caudal consu	Nivel embalse	revalse
00:15	500			500,00	0,32	4.648,50	-
00:30	500			500,00	0,32	5.596,99	-
00:45	500			500,00	0,32	6.545,49	-
01:00	500			500,00	0,32	7.493,99	-
01:15	500			500,00	0,32	8.442,49	-
01:30	500			500,00	0,32	9.390,98	-
01:45	500			500,00	0,32	10.339,48	-
02:00	500			500,00	0,32	11.287,98	-
02:15	500			500,00	0,32	12.236,47	-
02:30	500			500,00	0,32	13.184,97	-
02:45	500			500,00	0,32	14.133,47	-
03:00	500			500,00	0,32	15.081,97	-
03:15	500			500,00	0,32	16.030,46	-
03:30	500			500,00	0,32	16.978,96	-
03:45	500			500,00	0,32	17.927,46	-
04:00	500			500,00	0,32	18.875,95	-
04:15	500			500,00	0,32	19.824,45	-
04:30	500			500,00	0,32	20.772,95	-
04:45	500			500,00	0,32	21.721,45	-
05:00	500			500,00	0,32	22.669,94	-
05:15	500			500,00	0,32	23.618,44	-
05:30	500			500,00	0,32	24.566,94	-
05:45	500			500,00	0,32	25.515,43	-
06:00		2200		2.200,00	1,42	25.479,30	-
06:15		2200		2.200,00	1,42	25.443,16	-
06:30		2200		2.200,00	1,42	25.407,02	-
06:45		2200		2.200,00	1,42	25.370,88	-
07:00		2200		2.200,00	1,42	25.334,74	-
07:15		2200		2.200,00	1,42	25.298,60	-
07:30		2200		2.200,00	1,42	25.262,46	-
07:45		2200		2.200,00	1,42	25.226,32	-

Hora	Noche gen	Valle gen	Pico gen	Generación	Caudal consu	Nivel embalse	revalse	
08:00			2200	2.200,00	1,42	25.190,18	-	
08:15			2200	2.200,00	1,42	25.154,04	-	
08:30			2200	2.200,00	1,42	25.117,90	-	
08:45			2200	2.200,00	1,42	25.081,76	-	
09:00			2200	2.200,00	1,42	25.045,62	-	
09:15			2200	2.200,00	1,42	25.009,48	-	
09:30			2200	2.200,00	1,42	24.973,34	-	
09:45			2200	2.200,00	1,42	24.937,20	-	
10:00				4000	4.000,00	2,57	23.858,50	-
10:15				4000	4.000,00	2,57	22.779,81	-
10:30				4000	4.000,00	2,57	21.701,11	-
10:45				4000	4.000,00	2,57	20.622,41	-
11:00				4000	4.000,00	2,57	19.543,72	-
11:15				4000	4.000,00	2,57	18.465,02	-
11:30				4000	4.000,00	2,57	17.386,32	-
11:45				4000	4.000,00	2,57	16.307,63	-
12:00				4000	4.000,00	2,57	15.228,93	-
12:15				4000	4.000,00	2,57	14.150,24	-
12:30				4000	4.000,00	2,57	13.071,54	-
12:45			2200	2.200,00	1,42	13.035,40	-	
13:00			2200	2.200,00	1,42	12.999,26	-	
13:15			2200	2.200,00	1,42	12.963,12	-	
13:30			2200	2.200,00	1,42	12.926,98	-	
13:45			2200	2.200,00	1,42	12.890,84	-	
14:00			2200	2.200,00	1,42	12.854,70	-	
14:15			2200	2.200,00	1,42	12.818,56	-	
14:30			2200	2.200,00	1,42	12.782,42	-	
14:45			2200	2.200,00	1,42	12.746,28	-	
15:00			2200	2.200,00	1,42	12.710,14	-	
15:15			2200	2.200,00	1,42	12.674,00	-	
15:30			2200	2.200,00	1,42	12.637,86	-	
15:45			2200	2.200,00	1,42	12.601,72	-	
16:00			2200	2.200,00	1,42	12.565,58	-	
16:15			2200	2.200,00	1,42	12.529,44	-	
16:30			2200	2.200,00	1,42	12.493,30	-	
16:45			2200	2.200,00	1,42	12.457,16	-	
17:00			2200	2.200,00	1,42	12.421,02	-	
17:15			2200	2.200,00	1,42	12.384,88	-	
17:30				4000	4.000,00	2,57	11.306,19	-
17:45				4000	4.000,00	2,57	10.227,49	-
18:00				4000	4.000,00	2,57	9.148,79	-
18:15				4000	4.000,00	2,57	8.070,10	-
18:30				4000	4.000,00	2,57	6.991,40	-
18:45				4000	4.000,00	2,57	5.912,71	-
19:00				4000	4.000,00	2,57	4.834,01	-
19:15				4000	4.000,00	2,57	3.755,31	-
19:30				4000	4.000,00	2,57	2.676,62	-
19:45				4000	4.000,00	2,57	1.597,92	-
20:00				4000	4.000,00	2,57	519,22	-
20:15		500		500,00	0,32	1.467,72	-	
20:30		500		500,00	0,32	2.416,22	-	
20:45		500		500,00	0,32	3.364,71	-	
21:00		500		500,00	0,32	4.313,21	-	
21:15		500		500,00	0,32	5.261,71	-	
21:30		500		500,00	0,32	6.210,21	-	
21:45		500		500,00	0,32	7.158,70	-	
22:00		500		500,00	0,32	8.107,20	-	
22:15		500		500,00	0,32	9.055,70	-	
22:30		500		500,00	0,32	10.004,20	-	
22:45		500		500,00	0,32	10.952,69	-	
23:00		500		500,00	0,32	11.901,19	-	
23:15		500		500,00	0,32	12.849,69	-	
23:30		500		500,00	0,32	13.798,18	-	
23:45		500		500,00	0,32	14.746,68	-	
00:00		500		500,00	0,32	15.695,18	-	

**ANÁLISIS PARA EL MES DE FEBRERO**

Potencia a Instalar	3.997,98
Potencia max comb	3.838,06

	Noche	Valle	Punta
Inicio p1	00:15	06:15	10:15
Fin p1	06:00	10:00	12:30
Inicio p2	20:15	12:45	17:45
Fin p2	00:00	17:30	20:00
Potencia firme	-	1.450,00	4.000,00
Energía kwh gen	-	355.250,00	616.000,00
Tarifa potencia	\$2.63613	\$2.37251	\$8,51790
Tarifa energía	\$0,05500	\$0,05500	\$0,05643
ingreso energía mes	\$0,00	\$19.538,75	\$34.760,88
Ingreso por potencia	\$0,00	\$3.440,14	\$34.071,60
ingreso total	\$91.811,37		
Volumen necesario	80.363,75		
Caida neta	181,50	Consignas de Generación kW	
Eficiencia	0,87	Punta 1	4000
Caudal ingreso	1,00	Valle 1	1450
Nivel operación	14.100,00	Noche 1	0
% mínimo nivel punta	20%	Punta 2	4000
Nivel inicial	14.100,00	Valle 2	1450
Nivel máximo	30.510,00	Noche 2	0
Nivel min	360,50	1%	
Nivel final	14.712,44	612,44	
Dias del Mes	28,00		
Factor de Planta	0,38		
Capacidad de embalse	30.510,00		
Volumen perdido	5.135,46		

Hora	Noche gen	Valle gen	Pico gen	Generación	Caudal const	Nivel embalse	revalse
00:15	0			-	-	14.997,00	-
00:30	0			-	-	15.893,99	-
00:45	0			-	-	16.790,99	-
01:00	0			-	-	17.687,99	-
01:15	0			-	-	18.584,98	-
01:30	0			-	-	19.481,98	-
01:45	0			-	-	20.378,97	-
02:00	0			-	-	21.275,97	-
02:15	0			-	-	22.172,97	-
02:30	0			-	-	23.069,96	-
02:45	0			-	-	23.966,96	-
03:00	0			-	-	24.863,96	-
03:15	0			-	-	25.760,95	-
03:30	0			-	-	26.657,95	-
03:45	0			-	-	27.554,94	-
04:00	0			-	-	28.451,94	-
04:15	0			-	-	29.348,94	-
04:30	0			-	-	30.245,93	-
04:45	0			-	-	30.510,00	632,93
05:00	0			-	-	30.510,00	897,00
05:15	0			-	-	30.510,00	897,00
05:30	0			-	-	30.510,00	897,00
05:45	0			-	-	30.510,00	897,00
06:00			1450	1.450,00	0,93	30.510,00	57,16
06:15			1450	1.450,00	0,93	30.510,00	57,16
06:30			1450	1.450,00	0,93	30.510,00	57,16
06:45			1450	1.450,00	0,93	30.510,00	57,16
07:00			1450	1.450,00	0,93	30.510,00	57,16
07:15			1450	1.450,00	0,93	30.510,00	57,16
07:30			1450	1.450,00	0,93	30.510,00	57,16
07:45			1450	1.450,00	0,93	30.510,00	57,16
08:00			1450	1.450,00	0,93	30.510,00	57,16
08:15			1450	1.450,00	0,93	30.510,00	57,16
08:30			1450	1.450,00	0,93	30.510,00	57,16
08:45			1450	1.450,00	0,93	30.510,00	57,16
09:00			1450	1.450,00	0,93	30.510,00	57,16
09:15			1450	1.450,00	0,93	30.510,00	57,16
09:30			1450	1.450,00	0,93	30.510,00	57,16
09:45			1450	1.450,00	0,93	30.510,00	57,16
10:00				4000	4.000,00	2,57	29.090,20
10:15				4000	4.000,00	2,57	27.670,41
10:30				4000	4.000,00	2,57	26.250,61
10:45				4000	4.000,00	2,57	24.830,81
11:00				4000	4.000,00	2,57	23.411,02

Hora	Noche gen	Valle gen	Pico gen	Generación	Caudal consu	Nivel embalse	revalse	
11:15				4000	4.000,00	2,57	21.991,22	-
11:30				4000	4.000,00	2,57	20.571,43	-
11:45				4000	4.000,00	2,57	19.151,63	-
12:00				4000	4.000,00	2,57	17.731,83	-
12:15				4000	4.000,00	2,57	16.312,04	-
12:30				4000	4.000,00	2,57	14.892,24	-
12:45			1450	1.450,00	1.450,00	0,93	14.949,40	-
13:00			1450	1.450,00	1.450,00	0,93	15.006,56	-
13:15			1450	1.450,00	1.450,00	0,93	15.063,72	-
13:30			1450	1.450,00	1.450,00	0,93	15.120,88	-
13:45			1450	1.450,00	1.450,00	0,93	15.178,03	-
14:00			1450	1.450,00	1.450,00	0,93	15.235,19	-
14:15			1450	1.450,00	1.450,00	0,93	15.292,35	-
14:30			1450	1.450,00	1.450,00	0,93	15.349,51	-
14:45			1450	1.450,00	1.450,00	0,93	15.406,67	-
15:00			1450	1.450,00	1.450,00	0,93	15.463,83	-
15:15			1450	1.450,00	1.450,00	0,93	15.520,99	-
15:30			1450	1.450,00	1.450,00	0,93	15.578,15	-
15:45			1450	1.450,00	1.450,00	0,93	15.635,31	-
16:00			1450	1.450,00	1.450,00	0,93	15.692,46	-
16:15			1450	1.450,00	1.450,00	0,93	15.749,62	-
16:30			1450	1.450,00	1.450,00	0,93	15.806,78	-
16:45			1450	1.450,00	1.450,00	0,93	15.863,94	-
17:00			1450	1.450,00	1.450,00	0,93	15.921,10	-
17:15			1450	1.450,00	1.450,00	0,93	15.978,26	-
17:30				4000	4.000,00	2,57	14.558,46	-
17:45				4000	4.000,00	2,57	13.138,67	-
18:00				4000	4.000,00	2,57	11.718,87	-
18:15				4000	4.000,00	2,57	10.299,07	-
18:30				4000	4.000,00	2,57	8.879,28	-
18:45				4000	4.000,00	2,57	7.459,48	-
19:00				4000	4.000,00	2,57	6.039,68	-
19:15				4000	4.000,00	2,57	4.619,89	-
19:30				4000	4.000,00	2,57	3.200,09	-
19:45				4000	4.000,00	2,57	1.780,29	-
20:00				4000	4.000,00	2,57	360,50	-
20:15		0		-	-	-	1.257,49	-
20:30		0		-	-	-	2.154,49	-
20:45		0		-	-	-	3.051,49	-
21:00		0		-	-	-	3.948,48	-
21:15		0		-	-	-	4.845,48	-
21:30		0		-	-	-	5.742,48	-
21:45		0		-	-	-	6.639,47	-
22:00		0		-	-	-	7.536,47	-
22:15		0		-	-	-	8.433,46	-
22:30		0		-	-	-	9.330,46	-
22:45		0		-	-	-	10.227,46	-
23:00		0		-	-	-	11.124,45	-
23:15		0		-	-	-	12.021,45	-
23:30		0		-	-	-	12.918,45	-
23:45		0		-	-	-	13.815,44	-
00:00		0		-	-	-	14.712,44	-



**ANÁLISIS PARA EL MES DE MARZO**

Potencia a Instalar	3.997,98
Potencia max comb	3.838,06

	Noche	Valle	Punta														
Inicio p1	00:15	06:15	10:15														
Fin p1	06:00	10:00	12:30														
Inicio p2	20:15	12:45	17:45														
Fin p2	00:00	17:30	20:00														
Potencia firme	-	200,00	4.000,00														
Energía kwh gen	-	54.250,00	682.000,00														
Tarifa potencia	\$2,63613	\$2,37251	\$8,51790														
Tarifa energía	\$0,05500	\$0,05500	\$0,05643														
ingreso energía mes	\$0,00	\$2.983,75	\$38.485,26														
Ingreso por potencia	\$0,00	\$474,50	\$34.071,60														
ingreso total	\$76.015,11																
Volumen necesario	55.023,83	<table border="1"> <tr> <th colspan="2">Consignas de Generación kW</th> </tr> <tr> <td>Punta 1</td> <td>4000</td> </tr> <tr> <td>Valle 1</td> <td>200</td> </tr> <tr> <td>Noche 1</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>Punta 2</td> <td>4000</td> </tr> <tr> <td>Valle 2</td> <td>200</td> </tr> <tr> <td>Noche 2</td> <td>0</td> </tr> </table>		Consignas de Generación kW		Punta 1	4000	Valle 1	200	Noche 1	0	Punta 2	4000	Valle 2	200	Noche 2	0
Consignas de Generación kW																	
Punta 1	4000																
Valle 1	200																
Noche 1	0																
Punta 2	4000																
Valle 2	200																
Noche 2	0																
Caida neta	181,50																
Eficiencia	0,87																
Caudal ingreso	0,64																
Nivel operación	10.350,00																
% mínimo nivel punta	40%																
Nivel inicial	10.350,00																
Nivel máximo	30.510,00																
Nivel min	1.090,75	4%	29.419,25														
Nivel final	10.359,49	9,49	96,42%														
Dias del Mes	31,00																
Factor de Planta	0,26																
Capacidad de embalse	30.510,00																
Volumen perdido	579,12																

Hora	Noche gen	Valle gen	Pico gen	Generación	Caudal const	Nivel embalse	revalse
00:15	0			-	-	10.929,30	-
00:30	0			-	-	11.508,59	-
00:45	0			-	-	12.087,89	-
01:00	0			-	-	12.667,19	-
01:15	0			-	-	13.246,48	-
01:30	0			-	-	13.825,78	-
01:45	0			-	-	14.405,07	-
02:00	0			-	-	14.984,37	-
02:15	0			-	-	15.563,67	-
02:30	0			-	-	16.142,96	-
02:45	0			-	-	16.722,26	-
03:00	0			-	-	17.301,56	-
03:15	0			-	-	17.880,85	-
03:30	0			-	-	18.460,15	-
03:45	0			-	-	19.039,44	-
04:00	0			-	-	19.618,74	-
04:15	0			-	-	20.198,04	-
04:30	0			-	-	20.777,33	-
04:45	0			-	-	21.356,63	-
05:00	0			-	-	21.935,93	-
05:15	0			-	-	22.515,22	-
05:30	0			-	-	23.094,52	-
05:45	0			-	-	23.673,81	-
06:00			200	200,00	0,13	24.137,27	-
06:15			200	200,00	0,13	24.600,73	-
06:30			200	200,00	0,13	25.064,18	-
06:45			200	200,00	0,13	25.527,64	-
07:00			200	200,00	0,13	25.991,10	-
07:15			200	200,00	0,13	26.454,55	-
07:30			200	200,00	0,13	26.918,01	-
07:45			200	200,00	0,13	27.381,47	-
08:00			200	200,00	0,13	27.844,92	-
08:15			200	200,00	0,13	28.308,38	-

Hora	Noche gen	Valle gen	Pico gen	Generación	Caudal consi	Nivel embalse	revalse	
08:30			200	200,00	0,13	28.771,84	-	
08:45			200	200,00	0,13	29.235,29	-	
09:00			200	200,00	0,13	29.698,75	-	
09:15			200	200,00	0,13	30.162,21	-	
09:30			200	200,00	0,13	30.510,00	115,66	
09:45			200	200,00	0,13	30.510,00	463,46	
10:00				4000	4.000,00	2,57	28.772,50	-
10:15				4000	4.000,00	2,57	27.035,01	-
10:30				4000	4.000,00	2,57	25.297,51	-
10:45				4000	4.000,00	2,57	23.560,01	-
11:00				4000	4.000,00	2,57	21.822,52	-
11:15				4000	4.000,00	2,57	20.085,02	-
11:30				4000	4.000,00	2,57	18.347,53	-
11:45				4000	4.000,00	2,57	16.610,03	-
12:00				4000	4.000,00	2,57	14.872,53	-
12:15				4000	4.000,00	2,57	13.135,04	-
12:30				4000	4.000,00	2,57	11.397,54	-
12:45			200	200,00	0,13	11.861,00	-	
13:00			200	200,00	0,13	12.324,45	-	
13:15			200	200,00	0,13	12.787,91	-	
13:30			200	200,00	0,13	13.251,37	-	
13:45			200	200,00	0,13	13.714,82	-	
14:00			200	200,00	0,13	14.178,28	-	
14:15			200	200,00	0,13	14.641,74	-	
14:30			200	200,00	0,13	15.105,19	-	
14:45			200	200,00	0,13	15.568,65	-	
15:00			200	200,00	0,13	16.032,11	-	
15:15			200	200,00	0,13	16.495,56	-	
15:30			200	200,00	0,13	16.959,02	-	
15:45			200	200,00	0,13	17.422,48	-	
16:00			200	200,00	0,13	17.885,93	-	
16:15			200	200,00	0,13	18.349,39	-	
16:30			200	200,00	0,13	18.812,85	-	
16:45			200	200,00	0,13	19.276,30	-	
17:00			200	200,00	0,13	19.739,76	-	
17:15			200	200,00	0,13	20.203,22	-	
17:30				4000	4.000,00	2,57	18.465,72	-
17:45				4000	4.000,00	2,57	16.728,22	-
18:00				4000	4.000,00	2,57	14.990,73	-
18:15				4000	4.000,00	2,57	13.253,23	-
18:30				4000	4.000,00	2,57	11.515,73	-
18:45				4000	4.000,00	2,57	9.778,24	-
19:00				4000	4.000,00	2,57	8.040,74	-
19:15				4000	4.000,00	2,57	6.303,24	-
19:30				4000	4.000,00	2,57	4.565,75	-
19:45				4000	4.000,00	2,57	2.828,25	-
20:00				4000	4.000,00	2,57	1.090,75	-
20:15		0		-	-	1.670,05	-	
20:30		0		-	-	2.249,35	-	
20:45		0		-	-	2.828,64	-	
21:00		0		-	-	3.407,94	-	
21:15		0		-	-	3.987,24	-	
21:30		0		-	-	4.566,53	-	
21:45		0		-	-	5.145,83	-	
22:00		0		-	-	5.725,12	-	
22:15		0		-	-	6.304,42	-	
22:30		0		-	-	6.883,72	-	
22:45		0		-	-	7.463,01	-	
23:00		0		-	-	8.042,31	-	
23:15		0		-	-	8.621,61	-	
23:30		0		-	-	9.200,90	-	
23:45		0		-	-	9.780,20	-	
00:00		0		-	-	10.359,49	-	

**ANÁLISIS PARA EL MES DE ABRIL**

Potencia a Instalar	3.997,98
Potencia max comb	3.838,06

	Noche	Valle	Punta
Inicio p1	00:15	06:15	10:15
Fin p1	06:00	10:00	12:30
Inicio p2	20:15	12:45	17:45
Fin p2	00:00	17:30	20:00
Potencia firme	-	-	3.600,00
Energía kwh gen	-	-	594.000,00
Tarifa potencia	\$2,63613	\$2,37251	\$8,51790
Tarifa energía	\$0,05500	\$0,05500	\$0,05643
ingreso energía mes	\$0,00	\$0,00	\$33.519,42
Ingreso por potencia	\$0,00	\$0,00	\$30.664,44
ingreso total	\$64.183,86		
Volumen necesario	45.872,49		
Caida neta	181,50	Consignas de Generación kW	
		Punta 1	3600
Eficiencia	0,87	Valle 1	
			0
Caudal ingreso	0,54	Noche 1	
			0
Nivel operación	12.100,00	Punta 2	
			3600
% mínimo nivel punta	20%	Valle 2	
			0
Nivel inicial	12.100,00	Noche 2	
			0
Nivel máximo	30.510,00		
Nivel min	4.403,45	14%	
Nivel final	12.116,99	16,99	
Dias del Mes	30,00		
Factor de Planta	0,21		
Capacidad de embalse	30.510,00		
Volumen perdido	391,75		

Hora	Noche gen	Valle gen	Pico gen	Generación	Caudal const	Nivel embalse	revalse
00:15	0			-	-	12.582,10	-
00:30	0			-	-	13.064,19	-
00:45	0			-	-	13.546,29	-
01:00	0			-	-	14.028,39	-
01:15	0			-	-	14.510,48	-
01:30	0			-	-	14.992,58	-
01:45	0			-	-	15.474,67	-
02:00	0			-	-	15.956,77	-
02:15	0			-	-	16.438,87	-
02:30	0			-	-	16.920,96	-
02:45	0			-	-	17.403,06	-
03:00	0			-	-	17.885,16	-
03:15	0			-	-	18.367,25	-
03:30	0			-	-	18.849,35	-
03:45	0			-	-	19.331,44	-
04:00	0			-	-	19.813,54	-
04:15	0			-	-	20.295,64	-
04:30	0			-	-	20.777,73	-
04:45	0			-	-	21.259,83	-
05:00	0			-	-	21.741,93	-
05:15	0			-	-	22.224,02	-
05:30	0			-	-	22.706,12	-
05:45	0			-	-	23.188,21	-
06:00			0	-	-	23.670,31	-
06:15			0	-	-	24.152,41	-
06:30			0	-	-	24.634,50	-
06:45			0	-	-	25.116,60	-
07:00			0	-	-	25.598,70	-
07:15			0	-	-	26.080,79	-
07:30			0	-	-	26.562,89	-
07:45			0	-	-	27.044,98	-
08:00			0	-	-	27.527,08	-
08:15			0	-	-	28.009,18	-
08:30			0	-	-	28.491,27	-
08:45			0	-	-	28.973,37	-
09:00			0	-	-	29.455,47	-

Hora	Noche gen	Valle gen	Pico gen	Generación	Caudal	const	Nivel embalse	revalse
09:15			0	-	-		29.937,56	-
09:30			0	-	-		30.419,66	-
09:45			0	-	-		30.510,00	391,75
10:00				3600	3.600,00	2,32	28.906,98	-
10:15				3600	3.600,00	2,32	27.303,97	-
10:30				3600	3.600,00	2,32	25.700,95	-
10:45				3600	3.600,00	2,32	24.097,93	-
11:00				3600	3.600,00	2,32	22.494,91	-
11:15				3600	3.600,00	2,32	20.891,90	-
11:30				3600	3.600,00	2,32	19.288,88	-
11:45				3600	3.600,00	2,32	17.685,86	-
12:00				3600	3.600,00	2,32	16.082,85	-
12:15				3600	3.600,00	2,32	14.479,83	-
12:30				3600	3.600,00	2,32	12.876,81	-
12:45			0	-	-		13.358,91	-
13:00			0	-	-		13.841,00	-
13:15			0	-	-		14.323,10	-
13:30			0	-	-		14.805,20	-
13:45			0	-	-		15.287,29	-
14:00			0	-	-		15.769,39	-
14:15			0	-	-		16.251,49	-
14:30			0	-	-		16.733,58	-
14:45			0	-	-		17.215,68	-
15:00			0	-	-		17.697,77	-
15:15			0	-	-		18.179,87	-
15:30			0	-	-		18.661,97	-
15:45			0	-	-		19.144,06	-
16:00			0	-	-		19.626,16	-
16:15			0	-	-		20.108,26	-
16:30			0	-	-		20.590,35	-
16:45			0	-	-		21.072,45	-
17:00			0	-	-		21.554,54	-
17:15			0	-	-		22.036,64	-
17:30				3600	3.600,00	2,32	20.433,62	-
17:45				3600	3.600,00	2,32	18.830,61	-
18:00				3600	3.600,00	2,32	17.227,59	-
18:15				3600	3.600,00	2,32	15.624,57	-
18:30				3600	3.600,00	2,32	14.021,55	-
18:45				3600	3.600,00	2,32	12.418,54	-
19:00				3600	3.600,00	2,32	10.815,52	-
19:15				3600	3.600,00	2,32	9.212,50	-
19:30				3600	3.600,00	2,32	7.609,49	-
19:45				3600	3.600,00	2,32	6.006,47	-
20:00				3600	3.600,00	2,32	4.403,45	-
20:15		0		-	-		4.885,55	-
20:30		0		-	-		5.367,64	-
20:45		0		-	-		5.849,74	-
21:00		0		-	-		6.331,84	-
21:15		0		-	-		6.813,93	-
21:30		0		-	-		7.296,03	-
21:45		0		-	-		7.778,13	-
22:00		0		-	-		8.260,22	-
22:15		0		-	-		8.742,32	-
22:30		0		-	-		9.224,41	-
22:45		0		-	-		9.706,51	-
23:00		0		-	-		10.188,61	-
23:15		0		-	-		10.670,70	-
23:30		0		-	-		11.152,80	-
23:45		0		-	-		11.634,90	-
00:00		0		-	-		12.116,99	-
		9,75						
			8,75					

**ANÁLISIS PARA EL MES DE MAYO**

Potencia a Instalar	3.997,98						
Potencia max comb	3.838,06						
	Noche	Valle	Punta				
Inicio p1	00:15	06:15	10:15				
Fin p1	06:00	10:00	12:30				
Inicio p2	20:15	12:45	17:45				
Fin p2	00:00	17:30	20:00				
Potencia firme	-	700,00	4.000,00				
Energía kwh gen	-	189.875,00	682.000,00			871.875,00	
Tarifa potencia	\$2,63613	\$2,37251	\$8,51790				
Tarifa energía	\$0,05500	\$0,05500	\$0,05643				
ingreso energía mes	\$0,00	\$10.443,13	\$38.485,26				
Ingreso por potencia	\$0,00	\$1.660,76	\$34.071,60				
ingreso total	\$84.660,74						
Volumen necesario	65.159,79	Consignas de Generación kW					
Caida neta	181,50	Punta 1	4000				
Eficiencia	0,87	Valle 1	700				
Caudal ingreso	0,76	Noche 1	0				
Nivel operación	11.000,00	Punta 2	4000				
% mínimo nivel punta	20%	Valle 2	700				
Nivel inicial	11.000,00	Noche 2	0				
Nivel máximo	30.510,00						
Nivel min	16,37			0%			
Nivel final	11.013,11			13,11			
Dias del Mes	31,00						
Factor de Planta	0,31						
Capacidad de embalse	30.510,00						
Volumen perdido	807,53						
<b>Hora</b>	Noche gen	Valle gen	Pico gen	Generación	Caudal consu	Nivel embalse	realse
00:15	0			-	-	11.687,30	-
00:30	0			-	-	12.374,59	-
00:45	0			-	-	13.061,89	-
01:00	0			-	-	13.749,19	-
01:15	0			-	-	14.436,48	-
01:30	0			-	-	15.123,78	-
01:45	0			-	-	15.811,07	-
02:00	0			-	-	16.498,37	-
02:15	0			-	-	17.185,67	-
02:30	0			-	-	17.872,96	-
02:45	0			-	-	18.560,26	-
03:00	0			-	-	19.247,56	-
03:15	0			-	-	19.934,85	-
03:30	0			-	-	20.622,15	-
03:45	0			-	-	21.309,44	-
04:00	0			-	-	21.996,74	-
04:15	0			-	-	22.684,04	-
04:30	0			-	-	23.371,33	-
04:45	0			-	-	24.058,63	-
05:00	0			-	-	24.745,93	-
05:15	0			-	-	25.433,22	-
05:30	0			-	-	26.120,52	-
05:45	0			-	-	26.807,81	-
06:00			700	700,00	0,45	27.089,67	-
06:15			700	700,00	0,45	27.371,53	-
06:30			700	700,00	0,45	27.653,39	-
06:45			700	700,00	0,45	27.935,24	-
07:00			700	700,00	0,45	28.217,10	-
07:15			700	700,00	0,45	28.498,96	-
07:30			700	700,00	0,45	28.780,82	-
07:45			700	700,00	0,45	29.062,67	-
08:00			700	700,00	0,45	29.344,53	-
08:15			700	700,00	0,45	29.626,39	-
08:30			700	700,00	0,45	29.908,25	-
08:45			700	700,00	0,45	30.190,10	-
09:00			700	700,00	0,45	30.471,96	-
09:15			700	700,00	0,45	30.510,00	243,82
09:30			700	700,00	0,45	30.510,00	281,86
09:45			700	700,00	0,45	30.510,00	281,86
10:00				4000	4.000,00	28.880,50	-
10:15				4000	4.000,00	27.251,01	-
10:30				4000	4.000,00	25.621,51	-
10:45				4000	4.000,00	23.992,01	-
11:00				4000	4.000,00	22.362,52	-

Hora	Noche gen	Valle gen	Pico gen	Generación	Caudal consu	Nivel embalse	revalse
11:15			4000	4.000,00	2,57	20.733,02	-
11:30			4000	4.000,00	2,57	19.103,53	-
11:45			4000	4.000,00	2,57	17.474,03	-
12:00			4000	4.000,00	2,57	15.844,53	-
12:15			4000	4.000,00	2,57	14.215,04	-
12:30			4000	4.000,00	2,57	12.585,54	-
12:45			700	700,00	0,45	12.867,40	-
13:00			700	700,00	0,45	13.149,25	-
13:15			700	700,00	0,45	13.431,11	-
13:30			700	700,00	0,45	13.712,97	-
13:45			700	700,00	0,45	13.994,83	-
14:00			700	700,00	0,45	14.276,68	-
14:15			700	700,00	0,45	14.558,54	-
14:30			700	700,00	0,45	14.840,40	-
14:45			700	700,00	0,45	15.122,26	-
15:00			700	700,00	0,45	15.404,11	-
15:15			700	700,00	0,45	15.685,97	-
15:30			700	700,00	0,45	15.967,83	-
15:45			700	700,00	0,45	16.249,69	-
16:00			700	700,00	0,45	16.531,54	-
16:15			700	700,00	0,45	16.813,40	-
16:30			700	700,00	0,45	17.095,26	-
16:45			700	700,00	0,45	17.377,12	-
17:00			700	700,00	0,45	17.658,97	-
17:15			700	700,00	0,45	17.940,83	-
17:30			4000	4.000,00	2,57	16.311,34	-
17:45			4000	4.000,00	2,57	14.681,84	-
18:00			4000	4.000,00	2,57	13.052,34	-
18:15			4000	4.000,00	2,57	11.422,85	-
18:30			4000	4.000,00	2,57	9.793,35	-
18:45			4000	4.000,00	2,57	8.163,85	-
19:00			4000	4.000,00	2,57	6.534,36	-
19:15			4000	4.000,00	2,57	4.904,86	-
19:30			4000	4.000,00	2,57	3.275,36	-
19:45			4000	4.000,00	2,57	1.645,87	-
20:00			4000	4.000,00	2,57	16,37	-
20:15		0		-	-	703,67	-
20:30		0		-	-	1.390,96	-
20:45		0		-	-	2.078,26	-
21:00		0		-	-	2.765,56	-
21:15		0		-	-	3.452,85	-
21:30		0		-	-	4.140,15	-
21:45		0		-	-	4.827,45	-
22:00		0		-	-	5.514,74	-
22:15		0		-	-	6.202,04	-
22:30		0		-	-	6.889,33	-
22:45		0		-	-	7.576,63	-
23:00		0		-	-	8.263,93	-
23:15		0		-	-	8.951,22	-
23:30		0		-	-	9.638,52	-
23:45		0		-	-	10.325,82	-
00:00		0		-	-	11.013,11	-

**ANÁLISIS PARA EL MES DE JUNIO**

Potencia a Instalar	3.997,98		
Potencia max comb	3.838,06		
	Noche	Valle	Punta
Inicio p1	00:15	06:15	10:15
Fin p1	06:00	10:00	12:30
Inicio p2	20:15	12:45	17:45
Fin p2	00:00	17:30	20:00
Potencia firme	-	2.350,00	4.000,00
Energía kwh gen	-	616.875,00	660.000,00
Tarifa potencia	\$2,63613	\$2,37251	\$8,51790
Tarifa energía	\$0,05500	\$0,05500	\$0,05643
ingreso energía mes	\$0,00	\$33.928,13	\$37.243,80
Ingreso por potencia	\$0,00	\$5.575,40	\$34.071,60
ingreso total	\$110.818,93		
Volumen necesario	98.608,49	Consignas de Generación kW	
Caida neta	181,50	Punta 1	4000
Eficiencia	0,87	Valle 1	2350
Caudal ingreso	1,34	Noche 1	0
Nivel operación	19.000,00	Punta 2	4000
% mínimo nivel punta	20%	Valle 2	2350
Nivel inicial	19.000,00	Noche 2	0
Nivel máximo	30.510,00		
Nivel min	831,40		3%
Nivel final	20.180,14		1.180,14
Dias del Mes	30,00		
Factor de Planta	0,46		
Capacidad de embalse	30.510,00		
Volumen perdido	16.303,81		

Hora	Noche gen	Valle gen	Pico gen	Generación	Caudal const	Nivel embalse	realse	
00:15	0			-	-	20.209,30	-	
00:30	0			-	-	21.418,59	-	
00:45	0			-	-	22.627,89	-	
01:00	0			-	-	23.837,19	-	
01:15	0			-	-	25.046,48	-	
01:30	0			-	-	26.255,78	-	
01:45	0			-	-	27.465,07	-	
02:00	0			-	-	28.674,37	-	
02:15	0			-	-	29.883,67	-	
02:30	0			-	-	30.510,00	582,96	
02:45	0			-	-	30.510,00	1.209,30	
03:00	0			-	-	30.510,00	1.209,30	
03:15	0			-	-	30.510,00	1.209,30	
03:30	0			-	-	30.510,00	1.209,30	
03:45	0			-	-	30.510,00	1.209,30	
04:00	0			-	-	30.510,00	1.209,30	
04:15	0			-	-	30.510,00	1.209,30	
04:30	0			-	-	30.510,00	1.209,30	
04:45	0			-	-	30.510,00	1.209,30	
05:00	0			-	-	30.510,00	1.209,30	
05:15	0			-	-	30.510,00	1.209,30	
05:30	0			-	-	30.510,00	1.209,30	
05:45	0			-	-	30.510,00	1.209,30	
06:00			2350	2.350,00	1,51	30.358,18	-	
06:15			2350	2.350,00	1,51	30.206,36	-	
06:30			2350	2.350,00	1,51	30.054,54	-	
06:45			2350	2.350,00	1,51	29.902,72	-	
07:00			2350	2.350,00	1,51	29.750,90	-	
07:15			2350	2.350,00	1,51	29.599,08	-	
07:30			2350	2.350,00	1,51	29.447,26	-	
07:45			2350	2.350,00	1,51	29.295,44	-	
08:00			2350	2.350,00	1,51	29.143,63	-	
08:15			2350	2.350,00	1,51	28.991,81	-	
08:30			2350	2.350,00	1,51	28.839,99	-	
08:45			2350	2.350,00	1,51	28.688,17	-	
09:00			2350	2.350,00	1,51	28.536,35	-	
09:15			2350	2.350,00	1,51	28.384,53	-	
09:30			2350	2.350,00	1,51	28.232,71	-	
09:45			2350	2.350,00	1,51	28.080,89	-	
10:00				4000	4.000,00	2,57	26.973,39	-
10:15				4000	4.000,00	2,57	25.865,90	-
10:30				4000	4.000,00	2,57	24.758,40	-
10:45				4000	4.000,00	2,57	23.650,90	-
11:00				4000	4.000,00	2,57	22.543,41	-
11:15				4000	4.000,00	2,57	21.435,91	-
11:30				4000	4.000,00	2,57	20.328,41	-

Hora	Noche gen	Valle gen	Pico gen	Generación	Caudal consu	Nivel embalse	revalse	
11:45				4000	4.000,00	2,57	19.220,92	-
12:00				4000	4.000,00	2,57	18.113,42	-
12:15				4000	4.000,00	2,57	17.005,92	-
12:30				4000	4.000,00	2,57	15.898,43	-
12:45			2350		2.350,00	1,51	15.746,61	-
13:00			2350		2.350,00	1,51	15.594,79	-
13:15			2350		2.350,00	1,51	15.442,97	-
13:30			2350		2.350,00	1,51	15.291,15	-
13:45			2350		2.350,00	1,51	15.139,33	-
14:00			2350		2.350,00	1,51	14.987,51	-
14:15			2350		2.350,00	1,51	14.835,69	-
14:30			2350		2.350,00	1,51	14.683,87	-
14:45			2350		2.350,00	1,51	14.532,05	-
15:00			2350		2.350,00	1,51	14.380,23	-
15:15			2350		2.350,00	1,51	14.228,41	-
15:30			2350		2.350,00	1,51	14.076,59	-
15:45			2350		2.350,00	1,51	13.924,78	-
16:00			2350		2.350,00	1,51	13.772,96	-
16:15			2350		2.350,00	1,51	13.621,14	-
16:30			2350		2.350,00	1,51	13.469,32	-
16:45			2350		2.350,00	1,51	13.317,50	-
17:00			2350		2.350,00	1,51	13.165,68	-
17:15			2350		2.350,00	1,51	13.013,86	-
17:30				4000	4.000,00	2,57	11.906,36	-
17:45				4000	4.000,00	2,57	10.798,87	-
18:00				4000	4.000,00	2,57	9.691,37	-
18:15				4000	4.000,00	2,57	8.583,87	-
18:30				4000	4.000,00	2,57	7.476,38	-
18:45				4000	4.000,00	2,57	6.368,88	-
19:00				4000	4.000,00	2,57	5.261,38	-
19:15				4000	4.000,00	2,57	4.153,89	-
19:30				4000	4.000,00	2,57	3.046,39	-
19:45				4000	4.000,00	2,57	1.938,89	-
20:00				4000	4.000,00	2,57	831,40	-
20:15		0			-	-	2.040,69	-
20:30		0			-	-	3.249,99	-
20:45		0			-	-	4.459,29	-
21:00		0			-	-	5.668,58	-
21:15		0			-	-	6.877,88	-
21:30		0			-	-	8.087,18	-
21:45		0			-	-	9.296,47	-
22:00		0			-	-	10.505,77	-
22:15		0			-	-	11.715,06	-
22:30		0			-	-	12.924,36	-
22:45		0			-	-	14.133,66	-
23:00		0			-	-	15.342,95	-
23:15		0			-	-	16.552,25	-
23:30		0			-	-	17.761,55	-
23:45		0			-	-	18.970,84	-
00:00		0			-	-	20.180,14	-



**ANÁLISIS DEL MES DE JULIO**

Potencia a Instalar	3.997,98
Potencia max comb	3.838,06

	Noche	Valle	Punta
Inicio p1	00:15	06:15	10:15
Fin p1	06:00	10:00	12:30
Inicio p2	20:15	12:45	17:45
Fin p2	00:00	17:30	20:00
Potencia firme	1.650,00	3.200,00	4.000,00
Energía kwh gen	498.712,50	868.000,00	682.000,00
Tarifa potencia	\$2,63613	\$2,37251	\$8,51790
Tarifa energía	\$0,05500	\$0,05500	\$0,05643
ingreso energía mes	\$27.429,19	\$47.740,00	\$38.485,26
Ingreso por potencia	\$4.349,61	\$7.592,04	\$34.071,60
ingreso total	\$159.667,69		
Volumen necesario	153.111,04		
Caida neta	181,50	Consignas de Generación kW	
Eficiencia	0,87	Punta 1	4000
Caudal ingreso	1,78	Valle 1	3200
Nivel operación	16.200,00	Noche 1	1650
% mínimo nivel punta	40%	Punta 2	4000
Nivel inicial	16.200,00	Valle 2	3200
Nivel máximo	30.510,00	Noche 2	1650
Nivel min	5.915,75	19%	24.594,25
Nivel final	16.237,66	37,66	80,61%
Dias del Mes	31,00		
Factor de Planta	0,72		
Capacidad de embalse	30.510,00		
Volumen perdido	527,74		

Hora	Noche gen	Valle gen	Pico gen	Generación	Caudal const	Nivel embalse	revalse
00:15	1650			1.650,00	1,06	16.845,12	-
00:30	1650			1.650,00	1,06	17.490,24	-
00:45	1650			1.650,00	1,06	18.135,36	-
01:00	1650			1.650,00	1,06	18.780,48	-
01:15	1650			1.650,00	1,06	19.425,60	-
01:30	1650			1.650,00	1,06	20.070,72	-
01:45	1650			1.650,00	1,06	20.715,83	-
02:00	1650			1.650,00	1,06	21.360,95	-
02:15	1650			1.650,00	1,06	22.006,07	-
02:30	1650			1.650,00	1,06	22.651,19	-
02:45	1650			1.650,00	1,06	23.296,31	-
03:00	1650			1.650,00	1,06	23.941,43	-
03:15	1650			1.650,00	1,06	24.586,55	-
03:30	1650			1.650,00	1,06	25.231,67	-
03:45	1650			1.650,00	1,06	25.876,79	-
04:00	1650			1.650,00	1,06	26.521,91	-
04:15	1650			1.650,00	1,06	27.167,03	-
04:30	1650			1.650,00	1,06	27.812,15	-
04:45	1650			1.650,00	1,06	28.457,27	-
05:00	1650			1.650,00	1,06	29.102,39	-
05:15	1650			1.650,00	1,06	29.747,50	-
05:30	1650			1.650,00	1,06	30.392,62	-
05:45	1650			1.650,00	1,06	30.510,00	527,74
06:00		3200		3.200,00	2,06	30.257,36	-
06:15		3200		3.200,00	2,06	30.004,72	-
06:30		3200		3.200,00	2,06	29.752,09	-
06:45		3200		3.200,00	2,06	29.499,45	-
07:00		3200		3.200,00	2,06	29.246,81	-
07:15		3200		3.200,00	2,06	28.994,17	-
07:30		3200		3.200,00	2,06	28.741,53	-
07:45		3200		3.200,00	2,06	28.488,90	-
08:00		3200		3.200,00	2,06	28.236,26	-
08:15		3200		3.200,00	2,06	27.983,62	-
08:30		3200		3.200,00	2,06	27.730,98	-
08:45		3200		3.200,00	2,06	27.478,35	-
09:00		3200		3.200,00	2,06	27.225,71	-

09:15		3200		3.200,00	2,06	26.973,07	-
09:30		3200		3.200,00	2,06	26.720,43	-
09:45		3200		3.200,00	2,06	26.467,79	-
10:00			4000	4.000,00	2,57	25.751,80	-
10:15			4000	4.000,00	2,57	25.035,80	-
10:30			4000	4.000,00	2,57	24.319,80	-
10:45			4000	4.000,00	2,57	23.603,81	-
11:00			4000	4.000,00	2,57	22.887,81	-
11:15			4000	4.000,00	2,57	22.171,82	-
11:30			4000	4.000,00	2,57	21.455,82	-
11:45			4000	4.000,00	2,57	20.739,82	-
12:00			4000	4.000,00	2,57	20.023,83	-
12:15			4000	4.000,00	2,57	19.307,83	-
12:30			4000	4.000,00	2,57	18.591,83	-
12:45		3200		3.200,00	2,06	18.339,20	-
13:00		3200		3.200,00	2,06	18.086,56	-
13:15		3200		3.200,00	2,06	17.833,92	-
13:30		3200		3.200,00	2,06	17.581,28	-
13:45		3200		3.200,00	2,06	17.328,64	-
14:00		3200		3.200,00	2,06	17.076,01	-
14:15		3200		3.200,00	2,06	16.823,37	-
14:30		3200		3.200,00	2,06	16.570,73	-
14:45		3200		3.200,00	2,06	16.318,09	-
15:00		3200		3.200,00	2,06	16.065,45	-
15:15		3200		3.200,00	2,06	15.812,82	-
15:30		3200		3.200,00	2,06	15.560,18	-
15:45		3200		3.200,00	2,06	15.307,54	-
16:00		3200		3.200,00	2,06	15.054,90	-
16:15		3200		3.200,00	2,06	14.802,26	-
16:30		3200		3.200,00	2,06	14.549,63	-
16:45		3200		3.200,00	2,06	14.296,99	-
17:00		3200		3.200,00	2,06	14.044,35	-
17:15		3200		3.200,00	2,06	13.791,71	-
17:30			4000	4.000,00	2,57	13.075,72	-
17:45			4000	4.000,00	2,57	12.359,72	-
18:00			4000	4.000,00	2,57	11.643,72	-
18:15			4000	4.000,00	2,57	10.927,73	-
18:30			4000	4.000,00	2,57	10.211,73	-
18:45			4000	4.000,00	2,57	9.495,73	-
19:00			4000	4.000,00	2,57	8.779,74	-
19:15			4000	4.000,00	2,57	8.063,74	-
19:30			4000	4.000,00	2,57	7.347,75	-
19:45			4000	4.000,00	2,57	6.631,75	-
20:00			4000	4.000,00	2,57	5.915,75	-
20:15	1650			1.650,00	1,06	6.560,87	-
20:30	1650			1.650,00	1,06	7.205,99	-
20:45	1650			1.650,00	1,06	7.851,11	-
21:00	1650			1.650,00	1,06	8.496,23	-
21:15	1650			1.650,00	1,06	9.141,35	-
21:30	1650			1.650,00	1,06	9.786,47	-
21:45	1650			1.650,00	1,06	10.431,59	-
22:00	1650			1.650,00	1,06	11.076,71	-
22:15	1650			1.650,00	1,06	11.721,83	-
22:30	1650			1.650,00	1,06	12.366,95	-
22:45	1650			1.650,00	1,06	13.012,06	-
23:00	1650			1.650,00	1,06	13.657,18	-
23:15	1650			1.650,00	1,06	14.302,30	-
23:30	1650			1.650,00	1,06	14.947,42	-
23:45	1650			1.650,00	1,06	15.592,54	-
00:00	1650			1.650,00	1,06	16.237,66	-

**ANÁLISIS PARA EL MES DE AGOSTO**

Potencia a Instalar	3.997,98
Potencia max comb	3.838,06

	Noche	Valle	Punta
Inicio p1	00:15	06:15	10:15
Fin p1	06:00	10:00	12:30
Inicio p2	20:15	12:45	17:45
Fin p2	00:00	17:30	20:00
Potencia firme	2.000,00	4.000,00	4.000,00
Energía kwh gen	604.500,00	1.085.000,00	682.000,00
Tarifa potencia	\$2,63613	\$2,37251	\$8,51790
Tarifa energía	\$0,05500	\$0,05500	\$0,05643
ingreso energía mes	\$33.247,50	\$59.675,00	\$38.485,26
Ingreso por potencia	\$5.272,25	\$9.490,05	\$34.071,60
ingreso total	\$180.241,66		
Volumen necesario	177.234,64	Consignas de Generación kW	
Caida neta	181,50	Punta 1	4000
Eficiencia	0,87	Valle 1	4000
Caudal ingreso	2,06	Noche 1	2000
Nivel operación	15.500,00	Punta 2	4000
% mínimo nivel punta	20%	Valle 2	4000
Nivel inicial	15.500,00	Noche 2	2000
Nivel máximo	30.510,00		
Nivel min	4.318,70	14%	26.191,30
Nivel final	15.501,10	1,10	85,84%
Dias del Mes	31,00		
Factor de Planta	0,83		
Capacidad de embalse	30.510,00		
Volumen perdido	1.064,70		

Hora	Noche gen	Valle gen	Pico gen	Generación	Caudal consi	Nivel embalse	revalse
00:15		2000		2.000,00	1,29	16.198,90	-
00:30		2000		2.000,00	1,29	16.897,80	-
00:45		2000		2.000,00	1,29	17.596,70	-
01:00		2000		2.000,00	1,29	18.295,60	-
01:15		2000		2.000,00	1,29	18.994,50	-
01:30		2000		2.000,00	1,29	19.693,40	-
01:45		2000		2.000,00	1,29	20.392,30	-
02:00		2000		2.000,00	1,29	21.091,20	-
02:15		2000		2.000,00	1,29	21.790,10	-
02:30		2000		2.000,00	1,29	22.489,00	-
02:45		2000		2.000,00	1,29	23.187,90	-
03:00		2000		2.000,00	1,29	23.886,80	-
03:15		2000		2.000,00	1,29	24.585,70	-
03:30		2000		2.000,00	1,29	25.284,60	-
03:45		2000		2.000,00	1,29	25.983,50	-
04:00		2000		2.000,00	1,29	26.682,40	-
04:15		2000		2.000,00	1,29	27.381,30	-
04:30		2000		2.000,00	1,29	28.080,20	-
04:45		2000		2.000,00	1,29	28.779,10	-
05:00		2000		2.000,00	1,29	29.478,00	-
05:15		2000		2.000,00	1,29	30.176,90	-
05:30		2000		2.000,00	1,29	30.510,00	365,80
05:45		2000		2.000,00	1,29	30.510,00	698,90
06:00			4000	4.000,00	2,57	30.050,50	-
06:15			4000	4.000,00	2,57	29.591,01	-
06:30			4000	4.000,00	2,57	29.131,51	-
06:45			4000	4.000,00	2,57	28.672,01	-
07:00			4000	4.000,00	2,57	28.212,52	-
07:15			4000	4.000,00	2,57	27.753,02	-
07:30			4000	4.000,00	2,57	27.293,53	-
07:45			4000	4.000,00	2,57	26.834,03	-
08:00			4000	4.000,00	2,57	26.374,53	-
08:15			4000	4.000,00	2,57	25.915,04	-
08:30			4000	4.000,00	2,57	25.455,54	-
08:45			4000	4.000,00	2,57	24.996,04	-
09:00			4000	4.000,00	2,57	24.536,55	-
09:15			4000	4.000,00	2,57	24.077,05	-
09:30			4000	4.000,00	2,57	23.617,55	-
09:45			4000	4.000,00	2,57	23.158,06	-
10:00			4000	4.000,00	2,57	22.698,56	-
10:15			4000	4.000,00	2,57	22.239,06	-
10:30			4000	4.000,00	2,57	21.779,57	-
10:45			4000	4.000,00	2,57	21.320,07	-

Hora	Noche gen	Valle gen	Pico gen	Generación	Caudal cons	Nivel embalse	revalse
11:00			4000	4.000,00	2,57	20.860,58	-
11:15			4000	4.000,00	2,57	20.401,08	-
11:30			4000	4.000,00	2,57	19.941,58	-
11:45			4000	4.000,00	2,57	19.482,09	-
12:00			4000	4.000,00	2,57	19.022,59	-
12:15			4000	4.000,00	2,57	18.563,09	-
12:30			4000	4.000,00	2,57	18.103,60	-
12:45		4000		4.000,00	2,57	17.644,10	-
13:00		4000		4.000,00	2,57	17.184,60	-
13:15		4000		4.000,00	2,57	16.725,11	-
13:30		4000		4.000,00	2,57	16.265,61	-
13:45		4000		4.000,00	2,57	15.806,11	-
14:00		4000		4.000,00	2,57	15.346,62	-
14:15		4000		4.000,00	2,57	14.887,12	-
14:30		4000		4.000,00	2,57	14.427,63	-
14:45		4000		4.000,00	2,57	13.968,13	-
15:00		4000		4.000,00	2,57	13.508,63	-
15:15		4000		4.000,00	2,57	13.049,14	-
15:30		4000		4.000,00	2,57	12.589,64	-
15:45		4000		4.000,00	2,57	12.130,14	-
16:00		4000		4.000,00	2,57	11.670,65	-
16:15		4000		4.000,00	2,57	11.211,15	-
16:30		4000		4.000,00	2,57	10.751,65	-
16:45		4000		4.000,00	2,57	10.292,16	-
17:00		4000		4.000,00	2,57	9.832,66	-
17:15		4000		4.000,00	2,57	9.373,16	-
17:30			4000	4.000,00	2,57	8.913,67	-
17:45			4000	4.000,00	2,57	8.454,17	-
18:00			4000	4.000,00	2,57	7.994,68	-
18:15			4000	4.000,00	2,57	7.535,18	-
18:30			4000	4.000,00	2,57	7.075,68	-
18:45			4000	4.000,00	2,57	6.616,19	-
19:00			4000	4.000,00	2,57	6.156,69	-
19:15			4000	4.000,00	2,57	5.697,19	-
19:30			4000	4.000,00	2,57	5.237,70	-
19:45			4000	4.000,00	2,57	4.778,20	-
20:00			4000	4.000,00	2,57	4.318,70	-
20:15		2000		2.000,00	1,29	5.017,60	-
20:30		2000		2.000,00	1,29	5.716,50	-
20:45		2000		2.000,00	1,29	6.415,40	-
21:00		2000		2.000,00	1,29	7.114,30	-
21:15		2000		2.000,00	1,29	7.813,20	-
21:30		2000		2.000,00	1,29	8.512,10	-
21:45		2000		2.000,00	1,29	9.211,00	-
22:00		2000		2.000,00	1,29	9.909,90	-
22:15		2000		2.000,00	1,29	10.608,80	-
22:30		2000		2.000,00	1,29	11.307,70	-
22:45		2000		2.000,00	1,29	12.006,60	-
23:00		2000		2.000,00	1,29	12.705,50	-
23:15		2000		2.000,00	1,29	13.404,40	-
23:30		2000		2.000,00	1,29	14.103,30	-
23:45		2000		2.000,00	1,29	14.802,20	-
00:00		2000		2.000,00	1,29	15.501,10	-

**ANÁLISIS PARA EL MES DE SETIEMBRE**

Potencia a Instalar	3.997,98		
Potencia max comb	3.838,06		
	Noche	Valle	Punta
Inicio p1	00:15	06:15	10:15
Fin p1	06:00	10:00	12:30
Inicio p2	20:15	12:45	17:45
Fin p2	00:00	17:30	20:00
Potencia firme	2.200,00	4.000,00	4.000,00
Energía kwh gen	643.500,00	1.050.000,00	660.000,00
Tarifa potencia	\$0,00016	\$0,00014	\$0,85413
Tarifa energía	\$0,03000	\$0,03000	\$0,05357
ingreso energía mes	\$19.305,00	\$31.500,00	\$35.356,20
Ingreso por potencia	\$0,35	\$0,57	\$3.416,50
ingreso total	\$89.578,62		
Volumen necesario	181.752,38	Consignas de Generación kW	
Caida neta	181,50	Punta 1	4000
Eficiencia	0,87	Valle 1	4000
Caudal ingreso	2,13	Noche 1	2200
Nivel operación	17.700,00	Punta 2	4000
% mínimo nivel punta	20%	Valle 2	4000
Nivel inicial	17.700,00	Noche 2	2200
Nivel máximo	30.510,00		
Nivel min	7.550,60	25%	22.959,40
Nivel final	17.786,77	86,77	75,25%
Dias del Mes	30,00		
Factor de Planta	0,85		
Capacidad de embalse	30.510,00		
Volumen perdido	1.904,49		

Hora	Noche gen	Valle gen	Pico gen	Generación	Caudal consi	Nivel embalse	revalse
00:15		2200		2.200,00	1,42	18.339,76	-
00:30		2200		2.200,00	1,42	18.979,52	-
00:45		2200		2.200,00	1,42	19.619,28	-
01:00		2200		2.200,00	1,42	20.259,04	-
01:15		2200		2.200,00	1,42	20.898,80	-
01:30		2200		2.200,00	1,42	21.538,56	-
01:45		2200		2.200,00	1,42	22.178,32	-
02:00		2200		2.200,00	1,42	22.818,08	-
02:15		2200		2.200,00	1,42	23.457,84	-
02:30		2200		2.200,00	1,42	24.097,60	-
02:45		2200		2.200,00	1,42	24.737,36	-
03:00		2200		2.200,00	1,42	25.377,12	-
03:15		2200		2.200,00	1,42	26.016,88	-
03:30		2200		2.200,00	1,42	26.656,64	-
03:45		2200		2.200,00	1,42	27.296,40	-
04:00		2200		2.200,00	1,42	27.936,16	-
04:15		2200		2.200,00	1,42	28.575,92	-
04:30		2200		2.200,00	1,42	29.215,69	-
04:45		2200		2.200,00	1,42	29.855,45	-
05:00		2200		2.200,00	1,42	30.495,21	-
05:15		2200		2.200,00	1,42	30.510,00	624,97
05:30		2200		2.200,00	1,42	30.510,00	639,76
05:45		2200		2.200,00	1,42	30.510,00	639,76
06:00			4000	4.000,00	2,57	30.107,20	-
06:15			4000	4.000,00	2,57	29.704,41	-
06:30			4000	4.000,00	2,57	29.301,61	-
06:45			4000	4.000,00	2,57	28.898,81	-
07:00			4000	4.000,00	2,57	28.496,02	-
07:15			4000	4.000,00	2,57	28.093,22	-
07:30			4000	4.000,00	2,57	27.690,43	-
07:45			4000	4.000,00	2,57	27.287,63	-
08:00			4000	4.000,00	2,57	26.884,83	-
08:15			4000	4.000,00	2,57	26.482,04	-
08:30			4000	4.000,00	2,57	26.079,24	-
08:45			4000	4.000,00	2,57	25.676,44	-
09:00			4000	4.000,00	2,57	25.273,65	-
09:15			4000	4.000,00	2,57	24.870,85	-
09:30			4000	4.000,00	2,57	24.468,05	-
09:45			4000	4.000,00	2,57	24.065,26	-
10:00			4000	4.000,00	2,57	23.662,46	-
10:15			4000	4.000,00	2,57	23.259,66	-
10:30			4000	4.000,00	2,57	22.856,87	-
10:45			4000	4.000,00	2,57	22.454,07	-

Hora	Noche gen	Valle gen	Pico gen	Generación	Caudal consi	Nivel embalse	revalse
11:00			4000	4.000,00	2,57	22.051,28	-
11:15			4000	4.000,00	2,57	21.648,48	-
11:30			4000	4.000,00	2,57	21.245,68	-
11:45			4000	4.000,00	2,57	20.842,89	-
12:00			4000	4.000,00	2,57	20.440,09	-
12:15			4000	4.000,00	2,57	20.037,29	-
12:30			4000	4.000,00	2,57	19.634,50	-
12:45		4000		4.000,00	2,57	19.231,70	-
13:00		4000		4.000,00	2,57	18.828,90	-
13:15		4000		4.000,00	2,57	18.426,11	-
13:30		4000		4.000,00	2,57	18.023,31	-
13:45		4000		4.000,00	2,57	17.620,51	-
14:00		4000		4.000,00	2,57	17.217,72	-
14:15		4000		4.000,00	2,57	16.814,92	-
14:30		4000		4.000,00	2,57	16.412,13	-
14:45		4000		4.000,00	2,57	16.009,33	-
15:00		4000		4.000,00	2,57	15.606,53	-
15:15		4000		4.000,00	2,57	15.203,74	-
15:30		4000		4.000,00	2,57	14.800,94	-
15:45		4000		4.000,00	2,57	14.398,14	-
16:00		4000		4.000,00	2,57	13.995,35	-
16:15		4000		4.000,00	2,57	13.592,55	-
16:30		4000		4.000,00	2,57	13.189,75	-
16:45		4000		4.000,00	2,57	12.786,96	-
17:00		4000		4.000,00	2,57	12.384,16	-
17:15		4000		4.000,00	2,57	11.981,36	-
17:30			4000	4.000,00	2,57	11.578,57	-
17:45			4000	4.000,00	2,57	11.175,77	-
18:00			4000	4.000,00	2,57	10.772,98	-
18:15			4000	4.000,00	2,57	10.370,18	-
18:30			4000	4.000,00	2,57	9.967,38	-
18:45			4000	4.000,00	2,57	9.564,59	-
19:00			4000	4.000,00	2,57	9.161,79	-
19:15			4000	4.000,00	2,57	8.758,99	-
19:30			4000	4.000,00	2,57	8.356,20	-
19:45			4000	4.000,00	2,57	7.953,40	-
20:00			4000	4.000,00	2,57	7.550,60	-
20:15		2200		2.200,00	1,42	8.190,36	-
20:30		2200		2.200,00	1,42	8.830,12	-
20:45		2200		2.200,00	1,42	9.469,88	-
21:00		2200		2.200,00	1,42	10.109,65	-
21:15		2200		2.200,00	1,42	10.749,41	-
21:30		2200		2.200,00	1,42	11.389,17	-
21:45		2200		2.200,00	1,42	12.028,93	-
22:00		2200		2.200,00	1,42	12.668,69	-
22:15		2200		2.200,00	1,42	13.308,45	-
22:30		2200		2.200,00	1,42	13.948,21	-
22:45		2200		2.200,00	1,42	14.587,97	-
23:00		2200		2.200,00	1,42	15.227,73	-
23:15		2200		2.200,00	1,42	15.867,49	-
23:30		2200		2.200,00	1,42	16.507,25	-
23:45		2200		2.200,00	1,42	17.147,01	-
00:00		2200		2.200,00	1,42	17.786,77	-

**ANÁLISIS PARA EL MES DE OCTUBRE**

Potencia a Instalar	3.997,98		
Potencia max comb	3.838,06		
	Noche	Valle	Punta
Inicio p1	00:15	06:15	10:15
Fin p1	06:00	10:00	12:30
Inicio p2	20:15	12:45	17:45
Fin p2	00:00	17:30	20:00
Potencia firme	2.850,00	4.000,00	4.000,00
Energía kwh gen	861.412,50	1.085.000,00	682.000,00
Tarifa potencia	\$0,00016	\$0,00014	\$0,85413
Tarifa energía	\$0,03000	\$0,03000	\$0,05357
ingreso energía mes	\$25.842,38	\$32.550,00	\$36.534,74
Ingreso por potencia	\$0,45	\$0,57	\$3.416,50
ingreso total	\$98.344,63		
Volumen necesario	196.435,06		
Caida neta	<b>181,50</b>		
Eficiencia	<b>0,87</b>		
Caudal ingreso	<b>2,30</b>		
Nivel operación	<b>22.850,00</b>		
% mínimo nivel punta	<b>20%</b>		
Nivel inicial	<b>22.850,00</b>		
Nivel máximo	30.510,00		
Nivel min	16.220,30		
Nivel final	22.866,41		
Dias del Mes	31,00		
Factor de Planta	0,92		
Capacidad de embals	<b>30.510,00</b>		
Volumen perdido	1.893,77		

Consignas de Generación kW	
Punta 1	<b>4000</b>
Valle 1	<b>4000</b>
Noche 1	<b>2850</b>
Punta 2	<b>4000</b>
Valle 2	<b>4000</b>
Noche 2	<b>2850</b>

Hora	Noche gen	Valle gen	Pico gen	Generación	Caudal consi	Nivel embalse	revalse
00:15	2850			2.850,00	1,83	23.265,38	-
00:30	2850			2.850,00	1,83	23.680,76	-
00:45	2850			2.850,00	1,83	24.096,14	-
01:00	2850			2.850,00	1,83	24.511,53	-
01:15	2850			2.850,00	1,83	24.926,91	-
01:30	2850			2.850,00	1,83	25.342,29	-
01:45	2850			2.850,00	1,83	25.757,67	-
02:00	2850			2.850,00	1,83	26.173,05	-
02:15	2850			2.850,00	1,83	26.588,43	-
02:30	2850			2.850,00	1,83	27.003,81	-
02:45	2850			2.850,00	1,83	27.419,20	-
03:00	2850			2.850,00	1,83	27.834,58	-
03:15	2850			2.850,00	1,83	28.249,96	-
03:30	2850			2.850,00	1,83	28.665,34	-
03:45	2850			2.850,00	1,83	29.080,72	-
04:00	2850			2.850,00	1,83	29.496,10	-
04:15	2850			2.850,00	1,83	29.911,49	-
04:30	2850			2.850,00	1,83	30.326,87	-
04:45	2850			2.850,00	1,83	30.510,00	232,25
05:00	2850			2.850,00	1,83	30.510,00	415,38
05:15	2850			2.850,00	1,83	30.510,00	415,38
05:30	2850			2.850,00	1,83	30.510,00	415,38
05:45	2850			2.850,00	1,83	30.510,00	415,38
06:00			4000	4.000,00	2,57	30.259,30	-
06:15			4000	4.000,00	2,57	30.008,61	-
06:30			4000	4.000,00	2,57	29.757,91	-
06:45			4000	4.000,00	2,57	29.507,21	-
07:00			4000	4.000,00	2,57	29.256,52	-
07:15			4000	4.000,00	2,57	29.005,82	-
07:30			4000	4.000,00	2,57	28.755,13	-
07:45			4000	4.000,00	2,57	28.504,43	-
08:00			4000	4.000,00	2,57	28.253,73	-
08:15			4000	4.000,00	2,57	28.003,04	-
08:30			4000	4.000,00	2,57	27.752,34	-
08:45			4000	4.000,00	2,57	27.501,64	-
09:00			4000	4.000,00	2,57	27.250,95	-
09:15			4000	4.000,00	2,57	27.000,25	-
09:30			4000	4.000,00	2,57	26.749,55	-
09:45			4000	4.000,00	2,57	26.498,86	-
10:00			4000	4.000,00	2,57	26.248,16	-
10:15			4000	4.000,00	2,57	25.997,46	-
10:30			4000	4.000,00	2,57	25.746,77	-
10:45			4000	4.000,00	2,57	25.496,07	-

Hora	Noche gen	Valle gen	Pico gen	Generación	Caudal consi	Nivel embalse	revalse
11:00			4000	4.000,00	2,57	25.245,38	-
11:15			4000	4.000,00	2,57	24.994,68	-
11:30			4000	4.000,00	2,57	24.743,98	-
11:45			4000	4.000,00	2,57	24.493,29	-
12:00			4000	4.000,00	2,57	24.242,59	-
12:15			4000	4.000,00	2,57	23.991,89	-
12:30			4000	4.000,00	2,57	23.741,20	-
12:45		4000		4.000,00	2,57	23.490,50	-
13:00		4000		4.000,00	2,57	23.239,80	-
13:15		4000		4.000,00	2,57	22.989,11	-
13:30		4000		4.000,00	2,57	22.738,41	-
13:45		4000		4.000,00	2,57	22.487,71	-
14:00		4000		4.000,00	2,57	22.237,02	-
14:15		4000		4.000,00	2,57	21.986,32	-
14:30		4000		4.000,00	2,57	21.735,63	-
14:45		4000		4.000,00	2,57	21.484,93	-
15:00		4000		4.000,00	2,57	21.234,23	-
15:15		4000		4.000,00	2,57	20.983,54	-
15:30		4000		4.000,00	2,57	20.732,84	-
15:45		4000		4.000,00	2,57	20.482,14	-
16:00		4000		4.000,00	2,57	20.231,45	-
16:15		4000		4.000,00	2,57	19.980,75	-
16:30		4000		4.000,00	2,57	19.730,05	-
16:45		4000		4.000,00	2,57	19.479,36	-
17:00		4000		4.000,00	2,57	19.228,66	-
17:15		4000		4.000,00	2,57	18.977,96	-
17:30			4000	4.000,00	2,57	18.727,27	-
17:45			4000	4.000,00	2,57	18.476,57	-
18:00			4000	4.000,00	2,57	18.225,88	-
18:15			4000	4.000,00	2,57	17.975,18	-
18:30			4000	4.000,00	2,57	17.724,48	-
18:45			4000	4.000,00	2,57	17.473,79	-
19:00			4000	4.000,00	2,57	17.223,09	-
19:15			4000	4.000,00	2,57	16.972,39	-
19:30			4000	4.000,00	2,57	16.721,70	-
19:45			4000	4.000,00	2,57	16.471,00	-
20:00			4000	4.000,00	2,57	16.220,30	-
20:15		2850		2.850,00	1,83	16.635,69	-
20:30		2850		2.850,00	1,83	17.051,07	-
20:45		2850		2.850,00	1,83	17.466,45	-
21:00		2850		2.850,00	1,83	17.881,83	-
21:15		2850		2.850,00	1,83	18.297,21	-
21:30		2850		2.850,00	1,83	18.712,59	-
21:45		2850		2.850,00	1,83	19.127,97	-
22:00		2850		2.850,00	1,83	19.543,36	-
22:15		2850		2.850,00	1,83	19.958,74	-
22:30		2850		2.850,00	1,83	20.374,12	-
22:45		2850		2.850,00	1,83	20.789,50	-
23:00		2850		2.850,00	1,83	21.204,88	-
23:15		2850		2.850,00	1,83	21.620,26	-
23:30		2850		2.850,00	1,83	22.035,64	-
23:45		2850		2.850,00	1,83	22.451,03	-
00:00		2850		2.850,00	1,83	22.866,41	-



**ANÁLISIS PARA EL MES DE NOVIEMBRE**

Potencia a Instalar	3.997,98		
Potencia max comb	3.838,06		
	Noche	Valle	Punta
Inicio p1	00:15	06:15	10:15
Fin p1	06:00	10:00	12:30
Inicio p2	20:15	12:45	17:45
Fin p2	00:00	17:30	20:00
Potencia firme	3.000,00	4.000,00	4.000,00
Energía kwh gen	877.500,00	1.050.000,00	660.000,00
Tarifa potencia	\$0,00016	\$0,00014	\$0,85413
Tarifa energía	\$0,03000	\$0,03000	\$0,05357
ingreso energía mes	\$26.325,00	\$31.500,00	\$35.356,20
Ingreso por potencia	\$0,47	\$0,57	\$3.416,50
ingreso total	\$96.598,74		
Volumen necesario	199.823,37	Consignas de Generación kW	
Caida neta	181,50	Punta 1	4000
Eficiencia	0,87	Valle 1	4000
Caudal ingreso	2,33	Noche 1	3000
Nivel operación	23.500,00	Punta 2	4000
% mínimo nivel punta	20%	Valle 2	4000
Nivel inicial	23.500,00	Noche 2	3000
Nivel máximo	30.510,00		
Nivel min	17.861,90	59%	
Nivel final	23.578,73	78,73	
Dias del Mes	30,00		
Factor de Planta	0,94		
Capacidad de embalse	30.510,00		
Volumen perdido	1.207,94		

Hora	Noche gen	Valle gen	Pico gen	Generación	Caudal const	Nivel embalse	revalse
00:15		3000		3.000,00	1,93	23.857,30	-
00:30		3000		3.000,00	1,93	24.214,60	-
00:45		3000		3.000,00	1,93	24.571,91	-
01:00		3000		3.000,00	1,93	24.929,21	-
01:15		3000		3.000,00	1,93	25.286,51	-
01:30		3000		3.000,00	1,93	25.643,81	-
01:45		3000		3.000,00	1,93	26.001,11	-
02:00		3000		3.000,00	1,93	26.358,41	-
02:15		3000		3.000,00	1,93	26.715,72	-
02:30		3000		3.000,00	1,93	27.073,02	-
02:45		3000		3.000,00	1,93	27.430,32	-
03:00		3000		3.000,00	1,93	27.787,62	-
03:15		3000		3.000,00	1,93	28.144,92	-
03:30		3000		3.000,00	1,93	28.502,22	-
03:45		3000		3.000,00	1,93	28.859,53	-
04:00		3000		3.000,00	1,93	29.216,83	-
04:15		3000		3.000,00	1,93	29.574,13	-
04:30		3000		3.000,00	1,93	29.931,43	-
04:45		3000		3.000,00	1,93	30.288,73	-
05:00		3000		3.000,00	1,93	30.510,00	136,03
05:15		3000		3.000,00	1,93	30.510,00	357,30
05:30		3000		3.000,00	1,93	30.510,00	357,30
05:45		3000		3.000,00	1,93	30.510,00	357,30
06:00			4000	4.000,00	2,57	30.288,10	-
06:15			4000	4.000,00	2,57	30.066,21	-
06:30			4000	4.000,00	2,57	29.844,31	-
06:45			4000	4.000,00	2,57	29.622,41	-
07:00			4000	4.000,00	2,57	29.400,52	-
07:15			4000	4.000,00	2,57	29.178,62	-
07:30			4000	4.000,00	2,57	28.956,73	-
07:45			4000	4.000,00	2,57	28.734,83	-
08:00			4000	4.000,00	2,57	28.512,93	-
08:15			4000	4.000,00	2,57	28.291,04	-
08:30			4000	4.000,00	2,57	28.069,14	-
08:45			4000	4.000,00	2,57	27.847,24	-
09:00			4000	4.000,00	2,57	27.625,35	-
09:15			4000	4.000,00	2,57	27.403,45	-
09:30			4000	4.000,00	2,57	27.181,55	-
09:45			4000	4.000,00	2,57	26.959,66	-
10:00				4000	2,57	26.737,76	-
10:15				4000	2,57	26.515,86	-
10:30				4000	2,57	26.293,97	-
10:45				4000	2,57	26.072,07	-

Hora	Noche gen	Valle gen	Pico gen	Generación	Caudal consi	Nivel embalse	revalse	
11:00				4000	4.000,00	2,57	25.850,18	-
11:15				4000	4.000,00	2,57	25.628,28	-
11:30				4000	4.000,00	2,57	25.406,38	-
11:45				4000	4.000,00	2,57	25.184,49	-
12:00				4000	4.000,00	2,57	24.962,59	-
12:15				4000	4.000,00	2,57	24.740,69	-
12:30				4000	4.000,00	2,57	24.518,80	-
12:45			4000		4.000,00	2,57	24.296,90	-
13:00			4000		4.000,00	2,57	24.075,00	-
13:15			4000		4.000,00	2,57	23.853,11	-
13:30			4000		4.000,00	2,57	23.631,21	-
13:45			4000		4.000,00	2,57	23.409,31	-
14:00			4000		4.000,00	2,57	23.187,42	-
14:15			4000		4.000,00	2,57	22.965,52	-
14:30			4000		4.000,00	2,57	22.743,63	-
14:45			4000		4.000,00	2,57	22.521,73	-
15:00			4000		4.000,00	2,57	22.299,83	-
15:15			4000		4.000,00	2,57	22.077,94	-
15:30			4000		4.000,00	2,57	21.856,04	-
15:45			4000		4.000,00	2,57	21.634,14	-
16:00			4000		4.000,00	2,57	21.412,25	-
16:15			4000		4.000,00	2,57	21.190,35	-
16:30			4000		4.000,00	2,57	20.968,45	-
16:45			4000		4.000,00	2,57	20.746,56	-
17:00			4000		4.000,00	2,57	20.524,66	-
17:15			4000		4.000,00	2,57	20.302,76	-
17:30				4000	4.000,00	2,57	20.080,87	-
17:45				4000	4.000,00	2,57	19.858,97	-
18:00				4000	4.000,00	2,57	19.637,08	-
18:15				4000	4.000,00	2,57	19.415,18	-
18:30				4000	4.000,00	2,57	19.193,28	-
18:45				4000	4.000,00	2,57	18.971,39	-
19:00				4000	4.000,00	2,57	18.749,49	-
19:15				4000	4.000,00	2,57	18.527,59	-
19:30				4000	4.000,00	2,57	18.305,70	-
19:45				4000	4.000,00	2,57	18.083,80	-
20:00				4000	4.000,00	2,57	17.861,90	-
20:15		3000			3.000,00	1,93	18.219,21	-
20:30		3000			3.000,00	1,93	18.576,51	-
20:45		3000			3.000,00	1,93	18.933,81	-
21:00		3000			3.000,00	1,93	19.291,11	-
21:15		3000			3.000,00	1,93	19.648,41	-
21:30		3000			3.000,00	1,93	20.005,71	-
21:45		3000			3.000,00	1,93	20.363,02	-
22:00		3000			3.000,00	1,93	20.720,32	-
22:15		3000			3.000,00	1,93	21.077,62	-
22:30		3000			3.000,00	1,93	21.434,92	-
22:45		3000			3.000,00	1,93	21.792,22	-
23:00		3000			3.000,00	1,93	22.149,53	-
23:15		3000			3.000,00	1,93	22.506,83	-
23:30		3000			3.000,00	1,93	22.864,13	-
23:45		3000			3.000,00	1,93	23.221,43	-
00:00		3000			3.000,00	1,93	23.578,73	-

**ANÁLISIS PARA EL MES DE DICIEMBRE**

Potencia a Instalar	3.997,98
Potencia max comb	3.838,06

	Noche	Valle	Punta
Inicio p1	00:15	06:15	10:15
Fin p1	06:00	10:00	12:30
Inicio p2	20:15	12:45	17:45
Fin p2	00:00	17:30	20:00
Potencia firme	2.000,00	4.000,00	4.000,00
Energía kwh gen	604.500,00	1.085.000,00	682.000,00
Tarifa potencia	\$0,00016	\$0,00014	\$0,85413
Tarifa energía	\$0,03000	\$0,03000	\$0,05357
ingreso energía mes	\$18.135,00	\$32.550,00	\$36.534,74
Ingreso por potencia	\$0,32	\$0,57	\$3.416,50
ingreso total	\$90.637,12		
Volumen necesario	177.234,64	Consignas de Generación kW	
Caida neta	181,50	Punta 1	4000
Eficiencia	0,87	Valle 1	4000
Caudal ingreso	2,07	Noche 1	2000
Nivel operación	15.000,00	Punta 2	4000
% mínimo nivel punta	20%	Valle 2	4000
Nivel inicial	15.000,00	Noche 2	2000
Nivel máximo	30.510,00		
Nivel min	4.421,30	14%	
Nivel final	15.632,50	632,50	
Dias del Mes	31,00		
Factor de Planta	0,83		
Capacidad de embalse	30.510,00		
Volumen perdido	606,10		

Hora	Noche gen	Valle gen	Pico gen	Generación	Caudal const	Nivel embalse	revalse
00:15	2000			2.000,00	1,29	15.700,70	-
00:30	2000			2.000,00	1,29	16.401,40	-
00:45	2000			2.000,00	1,29	17.102,10	-
01:00	2000			2.000,00	1,29	17.802,80	-
01:15	2000			2.000,00	1,29	18.503,50	-
01:30	2000			2.000,00	1,29	19.204,20	-
01:45	2000			2.000,00	1,29	19.904,90	-
02:00	2000			2.000,00	1,29	20.605,60	-
02:15	2000			2.000,00	1,29	21.306,30	-
02:30	2000			2.000,00	1,29	22.007,00	-
02:45	2000			2.000,00	1,29	22.707,70	-
03:00	2000			2.000,00	1,29	23.408,40	-
03:15	2000			2.000,00	1,29	24.109,10	-
03:30	2000			2.000,00	1,29	24.809,80	-
03:45	2000			2.000,00	1,29	25.510,50	-
04:00	2000			2.000,00	1,29	26.211,20	-
04:15	2000			2.000,00	1,29	26.911,90	-
04:30	2000			2.000,00	1,29	27.612,60	-
04:45	2000			2.000,00	1,29	28.313,30	-
05:00	2000			2.000,00	1,29	29.014,00	-
05:15	2000			2.000,00	1,29	29.714,70	-
05:30	2000			2.000,00	1,29	30.415,40	-
05:45	2000			2.000,00	1,29	30.510,00	606,10
06:00			4000	4.000,00	2,57	30.052,30	-
06:15			4000	4.000,00	2,57	29.594,61	-
06:30			4000	4.000,00	2,57	29.136,91	-
06:45			4000	4.000,00	2,57	28.679,21	-
07:00			4000	4.000,00	2,57	28.221,52	-
07:15			4000	4.000,00	2,57	27.763,82	-
07:30			4000	4.000,00	2,57	27.306,13	-
07:45			4000	4.000,00	2,57	26.848,43	-
08:00			4000	4.000,00	2,57	26.390,73	-
08:15			4000	4.000,00	2,57	25.933,04	-
08:30			4000	4.000,00	2,57	25.475,34	-
08:45			4000	4.000,00	2,57	25.017,64	-
09:00			4000	4.000,00	2,57	24.559,95	-
09:15			4000	4.000,00	2,57	24.102,25	-
09:30			4000	4.000,00	2,57	23.644,55	-

Hora	Noche gen	Valle gen	Pico gen	Generación	Caudal	const Nivel embalse	realse
09:45			4000	4.000,00	2,57	23.186,86	-
10:00			4000	4.000,00	2,57	22.729,16	-
10:15			4000	4.000,00	2,57	22.271,46	-
10:30			4000	4.000,00	2,57	21.813,77	-
10:45			4000	4.000,00	2,57	21.356,07	-
11:00			4000	4.000,00	2,57	20.898,38	-
11:15			4000	4.000,00	2,57	20.440,68	-
11:30			4000	4.000,00	2,57	19.982,98	-
11:45			4000	4.000,00	2,57	19.525,29	-
12:00			4000	4.000,00	2,57	19.067,59	-
12:15			4000	4.000,00	2,57	18.609,89	-
12:30			4000	4.000,00	2,57	18.152,20	-
12:45			4000	4.000,00	2,57	17.694,50	-
13:00			4000	4.000,00	2,57	17.236,80	-
13:15			4000	4.000,00	2,57	16.779,11	-
13:30			4000	4.000,00	2,57	16.321,41	-
13:45			4000	4.000,00	2,57	15.863,71	-
14:00			4000	4.000,00	2,57	15.406,02	-
14:15			4000	4.000,00	2,57	14.948,32	-
14:30			4000	4.000,00	2,57	14.490,63	-
14:45			4000	4.000,00	2,57	14.032,93	-
15:00			4000	4.000,00	2,57	13.575,23	-
15:15			4000	4.000,00	2,57	13.117,54	-
15:30			4000	4.000,00	2,57	12.659,84	-
15:45			4000	4.000,00	2,57	12.202,14	-
16:00			4000	4.000,00	2,57	11.744,45	-
16:15			4000	4.000,00	2,57	11.286,75	-
16:30			4000	4.000,00	2,57	10.829,05	-
16:45			4000	4.000,00	2,57	10.371,36	-
17:00			4000	4.000,00	2,57	9.913,66	-
17:15			4000	4.000,00	2,57	9.455,96	-
17:30			4000	4.000,00	2,57	8.998,27	-
17:45			4000	4.000,00	2,57	8.540,57	-
18:00			4000	4.000,00	2,57	8.082,88	-
18:15			4000	4.000,00	2,57	7.625,18	-
18:30			4000	4.000,00	2,57	7.167,48	-
18:45			4000	4.000,00	2,57	6.709,79	-
19:00			4000	4.000,00	2,57	6.252,09	-
19:15			4000	4.000,00	2,57	5.794,39	-
19:30			4000	4.000,00	2,57	5.336,70	-
19:45			4000	4.000,00	2,57	4.879,00	-
20:00			4000	4.000,00	2,57	4.421,30	-
20:15		2000		2.000,00	1,29	5.122,00	-
20:30		2000		2.000,00	1,29	5.822,70	-
20:45		2000		2.000,00	1,29	6.523,40	-
21:00		2000		2.000,00	1,29	7.224,10	-
21:15		2000		2.000,00	1,29	7.924,80	-
21:30		2000		2.000,00	1,29	8.625,50	-
21:45		2000		2.000,00	1,29	9.326,20	-
22:00		2000		2.000,00	1,29	10.026,90	-
22:15		2000		2.000,00	1,29	10.727,60	-
22:30		2000		2.000,00	1,29	11.428,30	-
22:45		2000		2.000,00	1,29	12.129,00	-
23:00		2000		2.000,00	1,29	12.829,70	-
23:15		2000		2.000,00	1,29	13.530,40	-
23:30		2000		2.000,00	1,29	14.231,10	-
23:45		2000		2.000,00	1,29	14.931,80	-
00:00		2000		2.000,00	1,29	15.632,50	-

**Apéndice 21:** Estimación del flujo de caja y flujos para diferentes tarifas

PROYECTO HIDROELÉCTRICO PEJE 4MW

Inversión inicial del proyecto hidroeléctrico		
Código	Actividad	Monto (\$)
A	Costos de construcción	(6.899.356)
A.1	Equipos elect y turbo generador	(2.406.448)
B	Otros costos de construcción	(1.747.444)
C	Terrenos	(719.200)
D	Otros costos	(994.792)
<b>Total</b>		<b>(12.767.241)</b>

Costo capital K =	<b>10,0%</b>	
vida útil obra civil=	<b>50</b>	años
Vida útil equipos/generadores=	<b>30</b>	años
Impuesto de renta=	<b>30%</b>	

FLUJO CON TARIFA PROMEDIO DE \$0,062/Kw

Flujos netos	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9	Año 10	Año 11	Año 12	Año 13	Año 14	Año 15	Año 16	Año 17	Año 18	Año 19	Año 20
Ventas por generación	1.262.786,00	1.262.786,00	1.262.786,00	1.262.786,00	1.262.786,00	1.262.786,00	1.262.786,00	1.262.786,00	1.262.786,00	1.262.786,00	1.262.786,00	1.262.786,00	1.262.786,00	1.262.786,00	1.262.786,00	1.262.786,00	1.262.786,00	1.262.786,00	1.262.786,00	1.262.786,00
Costos Oper.Mant	(126.278,60)	(126.278,60)	(126.278,60)	(126.278,60)	(126.278,60)	(126.278,60)	(126.278,60)	(126.278,60)	(126.278,60)	(126.278,60)	(126.278,60)	(126.278,60)	(126.278,60)	(126.278,60)	(126.278,60)	(126.278,60)	(126.278,60)	(126.278,60)	(126.278,60)	(126.278,60)
Depreciacións Equip.Eléct y Genera.	(80.214,93)	(80.214,93)	(80.214,93)	(80.214,93)	(80.214,93)	(80.214,93)	(80.214,93)	(80.214,93)	(80.214,93)	(80.214,93)	(80.214,93)	(80.214,93)	(80.214,93)	(80.214,93)	(80.214,93)	(80.214,93)	(80.214,93)	(80.214,93)	(80.214,93)	(80.214,93)
Depreciación obra civil	(137.987,13)	(137.987,13)	(137.987,13)	(137.987,13)	(137.987,13)	(137.987,13)	(137.987,13)	(137.987,13)	(137.987,13)	(137.987,13)	(137.987,13)	(137.987,13)	(137.987,13)	(137.987,13)	(137.987,13)	(137.987,13)	(137.987,13)	(137.987,13)	(137.987,13)	(137.987,13)
Util.despues depreciación	918.305,34	918.305,34	918.305,34	918.305,34	918.305,34	918.305,34	918.305,34	918.305,34	918.305,34	918.305,34	918.305,34	918.305,34	918.305,34	918.305,34	918.305,34	918.305,34	918.305,34	918.305,34	918.305,34	918.305,34
Interes	(817.103,40)	(787.009,86)	(754.508,83)	(719.407,71)	(681.498,51)	(640.556,57)	(596.339,28)	(548.584,61)	(497.009,55)	(441.308,50)	(381.151,36)	(316.181,65)	(246.014,37)	(170.233,70)	(88.390,57)	-	-	-	-	-
Util. Antes de interes	101.201,94	131.295,48	163.796,51	198.897,63	236.806,83	277.748,76	321.966,06	369.720,73	421.295,78	476.996,84	537.153,98	602.123,69	672.290,97	748.071,64	829.914,77	918.305,34	918.305,34	918.305,34	918.305,34	918.305,34
Impto. 30%	(30.360,58)	(39.388,64)	(49.138,95)	(59.669,29)	(71.042,05)	(83.324,63)	(96.589,82)	(110.916,22)	(126.388,74)	(143.099,05)	(161.146,19)	(180.637,11)	(201.687,29)	(224.421,49)	(248.974,43)	(275.491,60)	(275.491,60)	(275.491,60)	(275.491,60)	(275.491,60)
Utilidad neta	70.841,36	91.906,84	114.657,56	139.228,34	165.764,78	194.424,14	225.376,24	258.804,51	294.907,05	333.897,79	376.007,78	421.486,58	470.603,68	523.650,15	580.940,34	642.813,74	642.813,74	642.813,74	642.813,74	642.813,74
Más Depreciación	218.202,06	218.202,06	218.202,06	218.202,06	218.202,06	218.202,06	218.202,06	218.202,06	218.202,06	218.202,06	218.202,06	218.202,06	218.202,06	218.202,06	218.202,06	218.202,06	218.202,06	218.202,06	218.202,06	218.202,06
Flujo de operación	289.043,42	310.108,90	332.859,62	357.430,40	383.966,84	412.626,20	443.578,30	477.006,57	513.109,11	552.099,85	594.209,84	639.688,64	688.805,74	741.852,21	799.142,40	861.015,80	861.015,80	861.015,80	861.015,80	861.015,80
Valor rescate planta																				
Valor rescate terreno																				
Amortización	(376.169,33)	(406.262,88)	(438.763,91)	(473.865,02)	(511.774,22)	(552.716,16)	(596.933,45)	(644.688,13)	(696.263,18)	(751.964,23)	(812.121,37)	(877.091,08)	(947.258,37)	(1.023.039,04)	(1.104.882,16)	-	-	-	-	-
Financiamiento (80%)	<b>10.213.792,54</b>																			
Flujo neto	<b>(2.553.448,13)</b>	(87.125,92)	(96.153,98)	(105.904,29)	(116.434,62)	(127.807,38)	(140.089,96)	(153.355,15)	(167.681,55)	(183.154,07)	(199.864,39)	(217.911,53)	(237.402,44)	(258.452,63)	(281.186,83)	(305.739,76)	861.015,80	861.015,80	861.015,80	861.015,80

RESULTADOS	
Financiamiento	(10.213.792,54)
Costo Inicial	(12.767.241)
Inversión	(2.553.448,13)
<b>VAN</b>	<b>(2.448.902)</b>
<b>TIR</b>	<b>3,2%</b>

PROYECTO HIDROELÉCTRICO PEJE 4MW

Inversión inicial del proyecto hidroeléctrico		
Código	Actividad	Monto (\$)
A	Costos de construcción	(6.899.356)
A.1	Equipos elect y turbo generador	(2.406.448)
B	Otros costos de construcción	(1.747.444)
C	Terrenos	(719.200)
D	Otros costos	(994.792)
<b>Total</b>		<b>(12.767.241)</b>

Costo capital K =	<b>10,0%</b>	
vida útil obra civil=	<b>50</b>	años
Vida útil equipos/generadores=	<b>30</b>	años
Impuesto de renta=	<b>30%</b>	

FLUJO CON TARIFA PROMEDIO DE \$0,070/Kw

Flujos netos	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9	Año 10	Año 11	Año 12	Año 13	Año 14	Año 15	Año 16	Año 17	Año 18	Año 19	Año 20
Ventas por generación	1.416.887,00	1.416.887,00	1.416.887,00	1.416.887,00	1.416.887,00	1.416.887,00	1.416.887,00	1.416.887,00	1.416.887,00	1.416.887,00	1.416.887,00	1.416.887,00	1.416.887,00	1.416.887,00	1.416.887,00	1.416.887,00	1.416.887,00	1.416.887,00	1.416.887,00	1.416.887,00
Costos Oper.Mant	(141.688,70)	(141.688,70)	(141.688,70)	(141.688,70)	(141.688,70)	(141.688,70)	(141.688,70)	(141.688,70)	(141.688,70)	(141.688,70)	(141.688,70)	(141.688,70)	(141.688,70)	(141.688,70)	(141.688,70)	(141.688,70)	(141.688,70)	(141.688,70)	(141.688,70)	(141.688,70)
Depreciacións Equip.Eléct y Genera.	(80.214,93)	(80.214,93)	(80.214,93)	(80.214,93)	(80.214,93)	(80.214,93)	(80.214,93)	(80.214,93)	(80.214,93)	(80.214,93)	(80.214,93)	(80.214,93)	(80.214,93)	(80.214,93)	(80.214,93)	(80.214,93)	(80.214,93)	(80.214,93)	(80.214,93)	(80.214,93)
Depreciación obra civil	(137.987,13)	(137.987,13)	(137.987,13)	(137.987,13)	(137.987,13)	(137.987,13)	(137.987,13)	(137.987,13)	(137.987,13)	(137.987,13)	(137.987,13)	(137.987,13)	(137.987,13)	(137.987,13)	(137.987,13)	(137.987,13)	(137.987,13)	(137.987,13)	(137.987,13)	(137.987,13)
Util.despues depreciación	1.056.996,24	1.056.996,24	1.056.996,24	1.056.996,24	1.056.996,24	1.056.996,24	1.056.996,24	1.056.996,24	1.056.996,24	1.056.996,24	1.056.996,24	1.056.996,24	1.056.996,24	1.056.996,24	1.056.996,24	1.056.996,24	1.056.996,24	1.056.996,24	1.056.996,24	1.056.996,24
Interes	(817.103,40)	(787.009,86)	(754.508,83)	(719.407,71)	(681.498,51)	(640.556,57)	(596.339,28)	(548.584,61)	(497.009,55)	(441.308,50)	(381.151,36)	(316.181,65)	(246.014,37)	(170.233,70)	(88.390,57)	-	-	-	-	-
Util. Antes de interes	239.892,84	269.986,38	302.487,41	337.588,53	375.497,73	416.439,66	460.656,96	508.411,63	559.986,68	615.687,74	675.844,88	740.814,59	810.981,87	886.762,54	968.605,67	1.056.996,24	1.056.996,24	1.056.996,24	1.056.996,24	1.056.996,24
Impto. 30%	(71.967,85)	(80.995,91)	(90.746,22)	(101.276,56)	(112.649,32)	(124.931,90)	(138.197,09)	(152.523,49)	(167.996,01)	(184.706,32)	(202.753,46)	(222.244,38)	(243.294,56)	(266.028,76)	(290.581,70)	(317.098,87)	(317.098,87)	(317.098,87)	(317.098,87)	(317.098,87)
Utilidad neta	167.924,99	188.990,47	211.741,19	236.311,97	262.848,41	291.507,77	322.459,87	355.888,14	391.990,68	430.981,42	473.091,41	518.570,21	567.687,31	620.733,78	678.023,97	739.897,37	739.897,37	739.897,37	739.897,37	739.897,37
Más Depreciación	218.202,06	218.202,06	218.202,06	218.202,06	218.202,06	218.202,06	218.202,06	218.202,06	218.202,06	218.202,06	218.202,06	218.202,06	218.202,06	218.202,06	218.202,06	218.202,06	218.202,06	218.202,06	218.202,06	218.202,06
Flujo de operación	386.127,05	407.192,53	429.943,25	454.514,03	481.050,47	509.709,83	540.661,93	574.090,20	610.192,74	649.183,48	691.293,47	736.772,27	785.889,37	838.935,84	896.226,03	958.099,43	958.099,43	958.099,43	958.099,43	958.099,43
Valor rescate planta																				
Valor rescate terreno																				
Amortización	(376.169,33)	(406.262,88)	(438.763,91)	(473.865,02)	(511.774,22)	(552.716,16)	(596.933,45)	(644.688,13)	(696.263,18)	(751.964,23)	(812.121,37)	(877.091,08)	(947.258,37)	(1.023.039,04)	(1.104.882,16)	-	-	-	-	-
Financiamiento (80%)	<b>10.213.792,54</b>																			
Flujo neto	<b>(2.553.448,13)</b>	9.957,71	929,65	(8.820,66)	(19.350,99)	(30.723,75)	(43.006,33)	(56.271,52)	(70.597,92)	(86.070,44)	(102.780,76)	(120.827,90)	(140.318,81)	(161.369,00)	(184.103,20)	(208.656,13)	958.099,43	958.099,43	958.099,43	958.099,43

RESULTADOS	
Financiamiento	(10.213.792,54)
Costo Inicial	(12.767.241)
Inversión	(2.553.448,13)
<b>VAN</b>	<b>(1.567.670)</b>
<b>TIR</b>	<b>5,5%</b>

PROYECTO HIDROELÉCTRICO PEJE 4MW

Inversión inicial del proyecto hidroeléctrico		
Código	Actividad	Monto (\$)
A	Costos de construcción	(6.899.356)
A.1	Equipos elect y turbo generador	(2.406.448)
B	Otros costos de construcción	(1.747.444)
C	Terrenos	(719.200)
D	Otros costos	(994.792)
<b>Total</b>		<b>(12.767.241)</b>

Costo capital K =	<b>10,0%</b>	
vida útil obra civil=	<b>50</b>	años
Vida útil equipos/generadores=	<b>30</b>	años
Impuesto de renta=	<b>30%</b>	

FLUJO CON TARIFA PROMEDIO DE \$0,075/Kw

Flujos netos	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9	Año 10	Año 11	Año 12	Año 13	Año 14	Año 15	Año 16	Año 17	Año 18	Año 19	Año 20
Ventas por generación	1.518.093,00	1.518.093,00	1.518.093,00	1.518.093,00	1.518.093,00	1.518.093,00	1.518.093,00	1.518.093,00	1.518.093,00	1.518.093,00	1.518.093,00	1.518.093,00	1.518.093,00	1.518.093,00	1.518.093,00	1.518.093,00	1.518.093,00	1.518.093,00	1.518.093,00	1.518.093,00
Costos Oper.Mant	(151.809,30)	(151.809,30)	(151.809,30)	(151.809,30)	(151.809,30)	(151.809,30)	(151.809,30)	(151.809,30)	(151.809,30)	(151.809,30)	(151.809,30)	(151.809,30)	(151.809,30)	(151.809,30)	(151.809,30)	(151.809,30)	(151.809,30)	(151.809,30)	(151.809,30)	(151.809,30)
Depreciacións Equip.Eléct y Genera.	(80.214,93)	(80.214,93)	(80.214,93)	(80.214,93)	(80.214,93)	(80.214,93)	(80.214,93)	(80.214,93)	(80.214,93)	(80.214,93)	(80.214,93)	(80.214,93)	(80.214,93)	(80.214,93)	(80.214,93)	(80.214,93)	(80.214,93)	(80.214,93)	(80.214,93)	(80.214,93)
Depreciación obra civil	(137.987,13)	(137.987,13)	(137.987,13)	(137.987,13)	(137.987,13)	(137.987,13)	(137.987,13)	(137.987,13)	(137.987,13)	(137.987,13)	(137.987,13)	(137.987,13)	(137.987,13)	(137.987,13)	(137.987,13)	(137.987,13)	(137.987,13)	(137.987,13)	(137.987,13)	(137.987,13)
Util.despues depreciación	1.148.081,64	1.148.081,64	1.148.081,64	1.148.081,64	1.148.081,64	1.148.081,64	1.148.081,64	1.148.081,64	1.148.081,64	1.148.081,64	1.148.081,64	1.148.081,64	1.148.081,64	1.148.081,64	1.148.081,64	1.148.081,64	1.148.081,64	1.148.081,64	1.148.081,64	1.148.081,64
Interes	(817.103,40)	(787.009,86)	(754.508,83)	(719.407,71)	(681.498,51)	(640.556,57)	(596.339,28)	(548.584,61)	(497.009,55)	(441.308,50)	(381.151,36)	(316.181,65)	(246.014,37)	(170.233,70)	(88.390,57)	-	-	-	-	-
Util. Antes de interes	330.978,24	361.071,78	393.572,81	428.673,93	466.583,13	507.525,06	551.742,36	599.497,03	651.072,08	706.773,14	766.930,28	831.899,99	902.067,27	977.847,94	1.059.691,07	1.148.081,64	1.148.081,64	1.148.081,64	1.148.081,64	1.148.081,64
Impto. 30%	(99.293,47)	(108.321,53)	(118.071,84)	(128.602,18)	(139.974,94)	(152.257,52)	(165.522,71)	(179.849,11)	(195.321,63)	(212.031,94)	(230.079,08)	(249.570,00)	(270.620,18)	(293.354,38)	(317.907,32)	(344.424,49)	(344.424,49)	(344.424,49)	(344.424,49)	(344.424,49)
Utilidad neta	231.684,77	252.750,25	275.500,97	300.071,75	326.608,19	355.267,55	386.219,65	419.647,92	455.750,46	494.741,20	536.851,19	582.329,99	631.447,09	684.493,56	741.783,75	803.657,15	803.657,15	803.657,15	803.657,15	803.657,15
Más Depreciación	218.202,06	218.202,06	218.202,06	218.202,06	218.202,06	218.202,06	218.202,06	218.202,06	218.202,06	218.202,06	218.202,06	218.202,06	218.202,06	218.202,06	218.202,06	218.202,06	218.202,06	218.202,06	218.202,06	218.202,06
Flujo de operación	449.886,83	470.952,31	493.703,03	518.273,81	544.810,25	573.469,61	604.421,71	637.849,98	673.952,52	712.943,26	755.053,25	800.532,05	849.649,15	902.695,62	959.985,81	1.021.859,21	1.021.859,21	1.021.859,21	1.021.859,21	1.021.859,21
Valor rescate planta																				
Valor rescate terreno																				
Amortización	(376.169,33)	(406.262,88)	(438.763,91)	(473.865,02)	(511.774,22)	(552.716,16)	(596.933,45)	(644.688,13)	(696.263,18)	(751.964,23)	(812.121,37)	(877.091,08)	(947.258,37)	(1.023.039,04)	(1.104.882,16)	-	-	-	-	-
Financiamiento (80%)	<b>10.213.792,54</b>																			
Flujo neto	<b>(2.553.448,13)</b>	73.717,49	64.689,43	54.939,12	44.408,79	33.036,03	20.753,45	7.488,26	(6.838,14)	(22.310,66)	(39.020,98)	(57.068,12)	(76.559,03)	(97.609,22)	(120.343,42)	(144.896,35)	1.021.859,21	1.021.859,21	1.021.859,21	1.021.859,21

RESULTADOS	
Financiamiento	(10.213.792,54)
Costo Inicial	(12.767.241)
Inversión	(2.553.448,13)
<b>VAN</b>	<b>(988.920)</b>
<b>TIR</b>	<b>7,1%</b>



PROYECTO HIDROELÉCTRICO PEJE 4MW

Inversión inicial del proyecto hidroeléctrico		
Código	Actividad	Monto (\$)
A	Costos de construcción	(6.899.356)
A.1	Equipos elect y turbo generador	(2.406.448)
B	Otros costos de construcción	(1.747.444)
C	Terrenos	(719.200)
D	Otros costos	(994.792)
	<b>Total</b>	<b>(12.767.241)</b>

Costo capital K =	<b>10,0%</b>	
vida útil obra civil=	<b>50</b>	años
Vida útil equipos/generadores=	<b>30</b>	años
Impuesto de renta=	<b>30%</b>	

FLUJO CON TARIFA PROMEDIO DE \$0,080/Kw

Flujos netos	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9	Año 10	Año 11	Año 12	Año 13	Año 14	Año 15	Año 16	Año 17	Año 18	Año 19	Año 20
Ventas por generación	1.619.300,00	1.619.300,00	1.619.300,00	1.619.300,00	1.619.300,00	1.619.300,00	1.619.300,00	1.619.300,00	1.619.300,00	1.619.300,00	1.619.300,00	1.619.300,00	1.619.300,00	1.619.300,00	1.619.300,00	1.619.300,00	1.619.300,00	1.619.300,00	1.619.300,00	1.619.300,00
Costos Oper.Mant	(161.930,00)	(161.930,00)	(161.930,00)	(161.930,00)	(161.930,00)	(161.930,00)	(161.930,00)	(161.930,00)	(161.930,00)	(161.930,00)	(161.930,00)	(161.930,00)	(161.930,00)	(161.930,00)	(161.930,00)	(161.930,00)	(161.930,00)	(161.930,00)	(161.930,00)	(161.930,00)
Depreciacións Equip.Eléct y Genera.	(80.214,93)	(80.214,93)	(80.214,93)	(80.214,93)	(80.214,93)	(80.214,93)	(80.214,93)	(80.214,93)	(80.214,93)	(80.214,93)	(80.214,93)	(80.214,93)	(80.214,93)	(80.214,93)	(80.214,93)	(80.214,93)	(80.214,93)	(80.214,93)	(80.214,93)	(80.214,93)
Depreciación obra civil	(137.987,13)	(137.987,13)	(137.987,13)	(137.987,13)	(137.987,13)	(137.987,13)	(137.987,13)	(137.987,13)	(137.987,13)	(137.987,13)	(137.987,13)	(137.987,13)	(137.987,13)	(137.987,13)	(137.987,13)	(137.987,13)	(137.987,13)	(137.987,13)	(137.987,13)	(137.987,13)
Util.despues depreciación	1.239.167,94	1.239.167,94	1.239.167,94	1.239.167,94	1.239.167,94	1.239.167,94	1.239.167,94	1.239.167,94	1.239.167,94	1.239.167,94	1.239.167,94	1.239.167,94	1.239.167,94	1.239.167,94	1.239.167,94	1.239.167,94	1.239.167,94	1.239.167,94	1.239.167,94	1.239.167,94
Interes	(817.103,40)	(787.009,86)	(754.508,83)	(719.407,71)	(681.498,51)	(640.556,57)	(596.339,28)	(548.584,61)	(497.009,55)	(441.308,50)	(381.151,36)	(316.181,65)	(246.014,37)	(170.233,70)	(88.390,57)	-	-	-	-	-
Util. Antes de interes	422.064,54	452.158,08	484.659,11	519.760,23	557.669,43	598.611,36	642.828,66	690.583,33	742.158,38	797.859,44	858.016,58	922.986,29	993.153,57	1.068.934,24	1.150.777,37	1.239.167,94	1.239.167,94	1.239.167,94	1.239.167,94	1.239.167,94
Impto. 30%	(126.619,36)	(135.647,42)	(145.397,73)	(155.928,07)	(167.300,83)	(179.583,41)	(192.848,60)	(207.175,00)	(222.647,52)	(239.357,83)	(257.404,97)	(276.895,89)	(297.946,07)	(320.680,27)	(345.233,21)	(371.750,38)	(371.750,38)	(371.750,38)	(371.750,38)	(371.750,38)
Utilidad neta	295.445,18	316.510,66	339.261,38	363.832,16	390.368,60	419.027,96	449.980,06	483.408,33	519.510,87	558.501,61	600.611,60	646.090,40	695.207,50	748.253,97	805.544,16	867.417,56	867.417,56	867.417,56	867.417,56	867.417,56
Más Depreciación	218.202,06	218.202,06	218.202,06	218.202,06	218.202,06	218.202,06	218.202,06	218.202,06	218.202,06	218.202,06	218.202,06	218.202,06	218.202,06	218.202,06	218.202,06	218.202,06	218.202,06	218.202,06	218.202,06	218.202,06
Flujo de operación	513.647,24	534.712,72	557.463,44	582.034,22	608.570,66	637.230,02	668.182,12	701.610,39	737.712,93	776.703,67	818.813,66	864.292,46	913.409,56	966.456,03	1.023.746,22	1.085.619,62	1.085.619,62	1.085.619,62	1.085.619,62	1.085.619,62
Valor rescate planta																				
Valor rescate terreno																				
Amortización	(376.169,33)	(406.262,88)	(438.763,91)	(473.865,02)	(511.774,22)	(552.716,16)	(596.933,45)	(644.688,13)	(696.263,18)	(751.964,23)	(812.121,37)	(877.091,08)	(947.258,37)	(1.023.039,04)	(1.104.882,16)	-	-	-	-	-
Financiamiento (80%)	<b>10.213.792,54</b>																			
Flujo neto	<b>(2.553.448,13)</b>	137.477,90	128.449,84	118.699,53	108.169,20	96.796,44	84.513,86	71.248,67	56.922,27	41.449,75	24.739,43	6.692,29	(12.798,62)	(33.848,81)	(56.583,01)	(81.135,94)	1.085.619,62	1.085.619,62	1.085.619,62	1.085.619,62

RESULTADOS	
Financiamiento	(10.213.792,54)
Costo Inicial	(12.767.241)
Inversión	(2.553.448,13)
<b>VAN</b>	<b>(410.164)</b>
<b>TIR</b>	<b>8,8%</b>

PROYECTO HIDROELÉCTRICO PEJE 4MW

Inversión inicial del proyecto hidroeléctrico		
Código	Actividad	Monto (\$)
<b>A</b>	Costos de construcción	(6.899.356)
<b>A.1</b>	Equipos elect y turbo generador	(2.406.448)
<b>B</b>	Otros costos de construcción	(1.747.444)
<b>C</b>	Terrenos	(719.200)
<b>D</b>	Otros costos	(994.792)
	<b>Total</b>	<b>(12.767.241)</b>

Costo capital K =	<b>10,0%</b>	
vida útil obra civil=	<b>50</b>	años
Vida útil equipos/generadores=	<b>30</b>	años
Impuesto de renta=	<b>30%</b>	

FLUJO CON TARIFA PROMEDIO DE \$0,085/Kw																				
Flujos netos	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9	Año 10	Año 11	Año 12	Año 13	Año 14	Año 15	Año 16	Año 17	Año 18	Año 19	Año 20
Ventas por generación	1.720.506,00	1.720.506,00	1.720.506,00	1.720.506,00	1.720.506,00	1.720.506,00	1.720.506,00	1.720.506,00	1.720.506,00	1.720.506,00	1.720.506,00	1.720.506,00	1.720.506,00	1.720.506,00	1.720.506,00	1.720.506,00	1.720.506,00	1.720.506,00	1.720.506,00	1.720.506,00
Costos Oper.Mant	(172.050,60)	(172.050,60)	(172.050,60)	(172.050,60)	(172.050,60)	(172.050,60)	(172.050,60)	(172.050,60)	(172.050,60)	(172.050,60)	(172.050,60)	(172.050,60)	(172.050,60)	(172.050,60)	(172.050,60)	(172.050,60)	(172.050,60)	(172.050,60)	(172.050,60)	(172.050,60)
Depreciacións Equip.Eléct y Genera.	(80.214,93)	(80.214,93)	(80.214,93)	(80.214,93)	(80.214,93)	(80.214,93)	(80.214,93)	(80.214,93)	(80.214,93)	(80.214,93)	(80.214,93)	(80.214,93)	(80.214,93)	(80.214,93)	(80.214,93)	(80.214,93)	(80.214,93)	(80.214,93)	(80.214,93)	(80.214,93)
Depreciación obra civil	(137.987,13)	(137.987,13)	(137.987,13)	(137.987,13)	(137.987,13)	(137.987,13)	(137.987,13)	(137.987,13)	(137.987,13)	(137.987,13)	(137.987,13)	(137.987,13)	(137.987,13)	(137.987,13)	(137.987,13)	(137.987,13)	(137.987,13)	(137.987,13)	(137.987,13)	(137.987,13)
Util.despues depreciación	1.330.253,34	1.330.253,34	1.330.253,34	1.330.253,34	1.330.253,34	1.330.253,34	1.330.253,34	1.330.253,34	1.330.253,34	1.330.253,34	1.330.253,34	1.330.253,34	1.330.253,34	1.330.253,34	1.330.253,34	1.330.253,34	1.330.253,34	1.330.253,34	1.330.253,34	1.330.253,34
Interes	(817.103,40)	(787.009,86)	(754.508,83)	(719.407,71)	(681.498,51)	(640.556,57)	(596.339,28)	(548.584,61)	(497.009,55)	(441.308,50)	(381.151,36)	(316.181,65)	(246.014,37)	(170.233,70)	(88.390,57)	-	-	-	-	-
Util. Antes de interes	513.149,94	543.243,48	575.744,51	610.845,63	648.754,83	689.696,76	733.914,06	781.668,73	833.243,78	888.944,84	949.101,98	1.014.071,69	1.084.238,97	1.160.019,64	1.241.862,77	1.330.253,34	1.330.253,34	1.330.253,34	1.330.253,34	1.330.253,34
Impto. 30%	(153.944,98)	(162.973,04)	(172.723,35)	(183.253,69)	(194.626,45)	(206.909,03)	(220.174,22)	(234.500,62)	(249.973,14)	(266.683,45)	(284.730,59)	(304.221,51)	(325.271,69)	(348.005,89)	(372.558,83)	(399.076,00)	(399.076,00)	(399.076,00)	(399.076,00)	(399.076,00)
Utilidad neta	359.204,96	380.270,44	403.021,16	427.591,94	454.128,38	482.787,74	513.739,84	547.168,11	583.270,65	622.261,39	664.371,38	709.850,18	758.967,28	812.013,75	869.303,94	931.177,34	931.177,34	931.177,34	931.177,34	931.177,34
Más Depreciación	218.202,06	218.202,06	218.202,06	218.202,06	218.202,06	218.202,06	218.202,06	218.202,06	218.202,06	218.202,06	218.202,06	218.202,06	218.202,06	218.202,06	218.202,06	218.202,06	218.202,06	218.202,06	218.202,06	218.202,06
Flujo de operación	577.407,02	598.472,50	621.223,22	645.794,00	672.330,44	700.989,80	731.941,90	765.370,17	801.472,71	840.463,45	882.573,44	928.052,24	977.169,34	1.030.215,81	1.087.506,00	1.149.379,40	1.149.379,40	1.149.379,40	1.149.379,40	1.149.379,40
Valor rescate planta																				
Valor rescate terreno																				
Amortización	(376.169,33)	(406.262,88)	(438.763,91)	(473.865,02)	(511.774,22)	(552.716,16)	(596.933,45)	(644.688,13)	(696.263,18)	(751.964,23)	(812.121,37)	(877.091,08)	(947.258,37)	(1.023.039,04)	(1.104.882,16)	-	-	-	-	-
Financiamiento (80%)	<b>10.213.792,54</b>																			
Flujo neto	<b>(2.553.448,13)</b>	201.237,68	192.209,62	182.459,31	171.928,98	160.556,22	148.273,64	135.008,45	120.682,05	105.209,53	88.499,21	70.452,07	50.961,16	29.910,97	7.176,77	(17.376,16)	1.149.379,40	1.149.379,40	1.149.379,40	1.149.379,40

RESULTADOS	
Financiamiento	(10.213.792,54)
Costo Inicial	(12.767.241)
Inversión	(2.553.448,13)
<b>VAN</b>	<b>168.586</b>
<b>TIR</b>	<b>10,5%</b>

PROYECTO HIDROELÉCTRICO PEJE 4MW

Inversión inicial del proyecto hidroeléctrico		
Código	Actividad	Monto (\$)
A	Costos de construcción	(6.899.356)
A.1	Equipos elect y turbo generador	(2.406.448)
B	Otros costos de construcción	(1.747.444)
C	Terrenos	(719.200)
D	Otros costos	(994.792)
<b>Total</b>		<b>(12.767.241)</b>

Costo capital K =	<b>10,0%</b>	
vida útil obra civil=	<b>50</b>	años
Vida útil equipos/generadores=	<b>30</b>	años
Impuesto de renta=	<b>30%</b>	

FLUJO CON TARIFA PROMEDIO DE \$0,090/Kw

Flujos netos	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9	Año 10	Año 11	Año 12	Año 13	Año 14	Año 15	Año 16	Año 17	Año 18	Año 19	Año 20
Ventas por generación	1.821.712,00	1.821.712,00	1.821.712,00	1.821.712,00	1.821.712,00	1.821.712,00	1.821.712,00	1.821.712,00	1.821.712,00	1.821.712,00	1.821.712,00	1.821.712,00	1.821.712,00	1.821.712,00	1.821.712,00	1.821.712,00	1.821.712,00	1.821.712,00	1.821.712,00	1.821.712,00
Costos Oper.Mant	(182.171,20)	(182.171,20)	(182.171,20)	(182.171,20)	(182.171,20)	(182.171,20)	(182.171,20)	(182.171,20)	(182.171,20)	(182.171,20)	(182.171,20)	(182.171,20)	(182.171,20)	(182.171,20)	(182.171,20)	(182.171,20)	(182.171,20)	(182.171,20)	(182.171,20)	(182.171,20)
Depreciacións Equip.Eléct y Genera.	(80.214,93)	(80.214,93)	(80.214,93)	(80.214,93)	(80.214,93)	(80.214,93)	(80.214,93)	(80.214,93)	(80.214,93)	(80.214,93)	(80.214,93)	(80.214,93)	(80.214,93)	(80.214,93)	(80.214,93)	(80.214,93)	(80.214,93)	(80.214,93)	(80.214,93)	(80.214,93)
Depreciación obra civil	(137.987,13)	(137.987,13)	(137.987,13)	(137.987,13)	(137.987,13)	(137.987,13)	(137.987,13)	(137.987,13)	(137.987,13)	(137.987,13)	(137.987,13)	(137.987,13)	(137.987,13)	(137.987,13)	(137.987,13)	(137.987,13)	(137.987,13)	(137.987,13)	(137.987,13)	(137.987,13)
Util.despues depreciación	1.421.338,74	1.421.338,74	1.421.338,74	1.421.338,74	1.421.338,74	1.421.338,74	1.421.338,74	1.421.338,74	1.421.338,74	1.421.338,74	1.421.338,74	1.421.338,74	1.421.338,74	1.421.338,74	1.421.338,74	1.421.338,74	1.421.338,74	1.421.338,74	1.421.338,74	1.421.338,74
Interes	(817.103,40)	(787.009,86)	(754.508,83)	(719.407,71)	(681.498,51)	(640.556,57)	(596.339,28)	(548.584,61)	(497.009,55)	(441.308,50)	(381.151,36)	(316.181,65)	(246.014,37)	(170.233,70)	(88.390,57)	-	-	-	-	-
Util. Antes de interes	604.235,34	634.328,88	666.829,91	701.931,03	739.840,23	780.782,16	824.999,46	872.754,13	924.329,18	980.030,24	1.040.187,38	1.105.157,09	1.175.324,37	1.251.105,04	1.332.948,17	1.421.338,74	1.421.338,74	1.421.338,74	1.421.338,74	1.421.338,74
Impto. 30%	(181.270,60)	(190.298,66)	(200.048,97)	(210.579,31)	(221.952,07)	(234.234,65)	(247.499,84)	(261.826,24)	(277.298,76)	(294.009,07)	(312.056,21)	(331.547,13)	(352.597,31)	(375.331,51)	(399.884,45)	(426.401,62)	(426.401,62)	(426.401,62)	(426.401,62)	(426.401,62)
Utilidad neta	422.964,74	444.030,22	466.780,94	491.351,72	517.888,16	546.547,52	577.499,62	610.927,89	647.030,43	686.021,17	728.131,16	773.609,96	822.727,06	875.773,53	933.063,72	994.937,12	994.937,12	994.937,12	994.937,12	994.937,12
Más Depreciación	218.202,06	218.202,06	218.202,06	218.202,06	218.202,06	218.202,06	218.202,06	218.202,06	218.202,06	218.202,06	218.202,06	218.202,06	218.202,06	218.202,06	218.202,06	218.202,06	218.202,06	218.202,06	218.202,06	218.202,06
Flujo de operación	641.166,80	662.232,28	684.983,00	709.553,78	736.090,22	764.749,58	795.701,68	829.129,95	865.232,49	904.223,23	946.333,22	991.812,02	1.040.929,12	1.093.975,59	1.151.265,78	1.213.139,18	1.213.139,18	1.213.139,18	1.213.139,18	1.213.139,18
Valor rescate planta																				
Valor rescate terreno																				
Amortización	(376.169,33)	(406.262,88)	(438.763,91)	(473.865,02)	(511.774,22)	(552.716,16)	(596.933,45)	(644.688,13)	(696.263,18)	(751.964,23)	(812.121,37)	(877.091,08)	(947.258,37)	(1.023.039,04)	(1.104.882,16)	-	-	-	-	-
Financiamiento (80%)	<b>10.213.792,54</b>																			
Flujo neto	<b>(2.553.448,13)</b>	264.997,46	255.969,40	246.219,09	235.688,76	224.316,00	212.033,42	198.768,23	184.441,83	168.969,31	152.258,99	134.211,85	114.720,94	93.670,75	70.936,55	46.383,62	1.213.139,18	1.213.139,18	1.213.139,18	1.213.139,18

RESULTADOS	
Financiamiento	(10.213.792,54)
Costo Inicial	(12.767.241)
Inversión	(2.553.448,13)
<b>VAN</b>	<b>747.336</b>
<b>TIR</b>	<b>12,3%</b>

PROYECTO HIDROELÉCTRICO PEJE 4MW

Inversión inicial del proyecto hidroeléctrico		
Código	Actividad	Monto (\$)
A	Costos de construcción	(6.899.356)
A.1	Equipos elect y turbo generador	(2.406.448)
B	Otros costos de construcción	(1.747.444)
C	Terrenos	(719.200)
D	Otros costos	(994.792)
<b>Total</b>		<b>(12.767.241)</b>

Costo capital K =	<b>10,0%</b>	
vida útil obra civil=	<b>50</b>	años
Vida útil equipos/generadores=	<b>30</b>	años
Impuesto de renta=	<b>30%</b>	

FLUJO CON TARIFA PROMEDIO DE \$0,090/Kw

Flujos netos	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9	Año 10	Año 11	Año 12	Año 13	Año 14	Año 15	Año 16	Año 17	Año 18	Año 19	Año 20
Ventas por generación	1.922.918,00	1.922.918,00	1.922.918,00	1.922.918,00	1.922.918,00	1.922.918,00	1.922.918,00	1.922.918,00	1.922.918,00	1.922.918,00	1.922.918,00	1.922.918,00	1.922.918,00	1.922.918,00	1.922.918,00	1.922.918,00	1.922.918,00	1.922.918,00	1.922.918,00	1.922.918,00
Costos Oper.Mant	(192.291,80)	(192.291,80)	(192.291,80)	(192.291,80)	(192.291,80)	(192.291,80)	(192.291,80)	(192.291,80)	(192.291,80)	(192.291,80)	(192.291,80)	(192.291,80)	(192.291,80)	(192.291,80)	(192.291,80)	(192.291,80)	(192.291,80)	(192.291,80)	(192.291,80)	(192.291,80)
Depreciacións Equip.Eléct y Genera.	(80.214,93)	(80.214,93)	(80.214,93)	(80.214,93)	(80.214,93)	(80.214,93)	(80.214,93)	(80.214,93)	(80.214,93)	(80.214,93)	(80.214,93)	(80.214,93)	(80.214,93)	(80.214,93)	(80.214,93)	(80.214,93)	(80.214,93)	(80.214,93)	(80.214,93)	(80.214,93)
Depreciación obra civil	(137.987,13)	(137.987,13)	(137.987,13)	(137.987,13)	(137.987,13)	(137.987,13)	(137.987,13)	(137.987,13)	(137.987,13)	(137.987,13)	(137.987,13)	(137.987,13)	(137.987,13)	(137.987,13)	(137.987,13)	(137.987,13)	(137.987,13)	(137.987,13)	(137.987,13)	(137.987,13)
Util.despues depreciación	1.512.424,14	1.512.424,14	1.512.424,14	1.512.424,14	1.512.424,14	1.512.424,14	1.512.424,14	1.512.424,14	1.512.424,14	1.512.424,14	1.512.424,14	1.512.424,14	1.512.424,14	1.512.424,14	1.512.424,14	1.512.424,14	1.512.424,14	1.512.424,14	1.512.424,14	1.512.424,14
Interes	(817.103,40)	(787.009,86)	(754.508,83)	(719.407,71)	(681.498,51)	(640.556,57)	(596.339,28)	(548.584,61)	(497.009,55)	(441.308,50)	(381.151,36)	(316.181,65)	(246.014,37)	(170.233,70)	(88.390,57)	-	-	-	-	-
Util. Antes de interes	695.320,74	725.414,28	757.915,31	793.016,43	830.925,63	871.867,56	916.084,86	963.839,53	1.015.414,58	1.071.115,64	1.131.272,78	1.196.242,49	1.266.409,77	1.342.190,44	1.424.033,57	1.512.424,14	1.512.424,14	1.512.424,14	1.512.424,14	1.512.424,14
Impto. 30%	(208.596,22)	(217.624,28)	(227.374,59)	(237.904,93)	(249.277,69)	(261.560,27)	(274.825,46)	(289.151,86)	(304.624,38)	(321.334,69)	(339.381,83)	(358.872,75)	(379.922,93)	(402.657,13)	(427.210,07)	(453.727,24)	(453.727,24)	(453.727,24)	(453.727,24)	(453.727,24)
Utilidad neta	486.724,52	507.790,00	530.540,72	555.111,50	581.647,94	610.307,30	641.259,40	674.687,67	710.790,21	749.780,95	791.890,94	837.369,74	886.486,84	939.533,31	996.823,50	1.058.696,90	1.058.696,90	1.058.696,90	1.058.696,90	1.058.696,90
Más Depreciación	218.202,06	218.202,06	218.202,06	218.202,06	218.202,06	218.202,06	218.202,06	218.202,06	218.202,06	218.202,06	218.202,06	218.202,06	218.202,06	218.202,06	218.202,06	218.202,06	218.202,06	218.202,06	218.202,06	218.202,06
Flujo de operación	704.926,58	725.992,06	748.742,78	773.313,56	799.850,00	828.509,36	859.461,46	892.889,73	928.992,27	967.983,01	1.010.093,00	1.055.571,80	1.104.688,90	1.157.735,37	1.215.025,56	1.276.898,96	1.276.898,96	1.276.898,96	1.276.898,96	1.276.898,96
Valor rescate planta																				
Valor rescate terreno																				
Amortización	(376.169,33)	(406.262,88)	(438.763,91)	(473.865,02)	(511.774,22)	(552.716,16)	(596.933,45)	(644.688,13)	(696.263,18)	(751.964,23)	(812.121,37)	(877.091,08)	(947.258,37)	(1.023.039,04)	(1.104.882,16)	-	-	-	-	-
Financiamiento (80%)	<b>10.213.792,54</b>																			
Flujo neto	<b>(2.553.448,13)</b>	328.757,24	319.729,18	309.978,87	299.448,54	288.075,78	275.793,20	262.528,01	248.201,61	232.729,09	216.018,77	197.971,63	178.480,72	157.430,53	134.696,33	110.143,40	1.276.898,96	1.276.898,96	1.276.898,96	1.276.898,96

RESULTADOS	
Financiamiento	(10.213.792,54)
Costo Inicial	(12.767.241)
Inversión	(2.553.448,13)
<b>VAN</b>	<b>1.326.086</b>
<b>TIR</b>	<b>14,2%</b>

# Anexos

- Anexo 1: Tarifas vigentes de la ARESEP

<b>TARIFA VIGENTE ENE-AGO</b>		
	<b>ENERGIA \$ por kWh</b>	<b>POTENCIA \$ por kW</b>
<b>PUNTA</b>	\$0,0564	\$8,5179
<b>VALLE</b>	\$0,0550	\$2,3725
<b>NOCHE</b>	\$0,0550	\$2,6361
<b>TARIFA PROPUESTA SET-DIC</b>		
	<b>ENERGIA \$ por kWh</b>	<b>POTENCIA \$ por kW</b>
<b>PUNTA</b>	\$0,0536	\$0,8541
<b>VALLE</b>	\$0,0300	\$0,0001
<b>NOCHE</b>	\$0,0300	\$0,0002
<p><b>Nota:</b> Horas punta de 7:00 horas a las 22:00 horas. Dentro de este período el operador del sistema, pactará con cada planta un horario que contendrá dos bloques de dos horas y media cada uno, separados por no menos de cinco horas. Fuera de punta son las restantes horas de la semana.</p>		

**Fuente:** Resolución 23-33, Gaceta #39 del 25 febrero del 2002

# Referencias

- Novak, P. 2001. **DISEÑO DE ESTRUCTURAS HIDRÁULICAS**. Colombia: Editorial McGRAW- HILL INTERAMERICANA S.A.
- Sotelo. G. 1997. **HIDRÁULICA GENERAL**. México, D.F: Editorial Limusa .S.A
- Villón, B. 2010. **DISEÑO DE ESTRUCTURAS HIDRÁULICAS**. Costa Rica: Editorial Centro de desarrollo de material bibliográfico (CDMB).
- Villón. B. 2009. **MANUAL PRÁCTICO PARA EL DISEÑO DE CANALES**. Costa Rica. Editorial Centro de desarrollo de material bibliográfico (CDMB).
- Jiménez O., y Chacón R., (1998), “**Avenidas de Diseño para Pequeños Proyectos Hidroeléctricos**”, XV Congreso Nacional de Recursos Hídricos, octubre.
- Berga, L. “Failures and Hydrological Incidents of Dams in Spain”, International Commission on Large Dams, 19th Congress, Florence, 1997.
- Gaceta N°98, 2004. Mayo. Jueves. DIARIO OFICIAL LA GACETA. **REGLAMENTO AMBIENTE Y ENERGÍA**, Costa Rica, página 30-32
- Lopez, C.2000. **DISEÑO DE ACUADUCTOS Y ALCANTARILLADOS**. Colombia. Editorial Alfaomega Grupo editor
- Sapag. N. 2007. **PROYECTOS DE INVERSIÓN. FORMULACIÓN Y EVALUACIÓN**. México: Editorial Pearson Educación de México
- Sapag. N. 2003. **PREPARACIÓN Y EVALUACIÓN DE PROYECTOS**. México. Editorial McGraw- Hill Interamericana.