

00000460



Expediente Técnico:

"CONSTRUCCIÓN DE QOCHA, PARA LA RECUPERACIÓN DE LOS  
SERVICIOS ECOSISTÉMICOS DE REGULACIÓN HÍDRICA EN LA  
MICROCUEENCA DE LLAUTA, DISTRITO DE LLAUTA-PROVINCIA DE  
LUCANAS DEPARTAMENTO DE AYACUCHO"



EPS EMAPICA S.A.

## CAPITULO III: INGENIERÍA DEL PROYECTO



SER. CA. INGENIERÍA  
NOMBRE: [Firma]  
FECHA: [Firma]

00000450



Expediente Técnico:

"CONSTRUCCIÓN DE QOCHA, PARA LA RECUPERACIÓN DE LOS  
SERVICIOS ECOSISTÉMICOS DE REGULACIÓN HÍDRICA EN LA  
MICROCUENCA DE LLAUTA, DISTRITO DE LLAUTA-PROVINCIA DE  
LUCANAS DEPARTAMENTO DE AYACUCHO"



EPS EMAPICA S.A.

## PLANTEAMIENTO HIDRÁULICO



*Sergio*  
SERGIO QUISPE LLAORA  
INGENIERO AGRÍCOLA  
Reg. CIP. N° 109395

# **"EMPRESA MUNICIPAL DE AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO DE ICA S.A."**



## **EXPEDIENTE TECNICO**

CONSTRUCCIÓN DE QOCHA, PARA LA RECUPERACIÓN DE LOS SERVICIOS  
ECOSISTÉMICOS DE REGULACIÓN HÍDRICA EN LA MICROCUENCA DE  
LLAUTA, DISTRITO DE LLAUTA-PROVINCIA DE LUCANAS DEPARTAMENTO  
DE AYACUCHO

## **PLANTEAMIENTO HIDRAULICO**



## PLANTEAMIENTO DE LA INVERSION.

Se utilizará el agua proveniente de la zona alta del distrito de Llauta, cuyo mayor uso de agua, se da en la zona media y baja del distrito, por lo tanto, como beneficiarios principales por su demanda hídrica y como usuarios para riego deberían ser los que se preocupen más en la conservación y preservación de los ecosistemas de la parte alta de la cuenca.

Frente a la problemática de escases del recurso hídrico en las zonas alto andinas, el presente proyecto plantea el almacenamiento de  $V = 29,450.77 \text{ m}^3$  de las aguas de lluvia en áreas de recarga en la parte alta de las cuencas y/o microcuencas, mediante la construcción de 01 Qocha en época de lluvia. Las aguas almacenadas en esta Qocha se descargarán y discurrirán por gravedad mediante los canales naturales (quebradas) existentes, luego aguas mas abajo son captadas para luego ser conducidas a las unidades productoras mediante estructuras existentes.

Las Qocha contemplan la construcción de dique construido con material natural de la zona, construcción de aliviadero, construcción de toma de fondo, construcción de caja de válvulas e instalación de tubería de 6" para descarga, las áreas de recarga, volumen de embalse y las dimensiones de obras complementarias se indican en los siguientes cuadros:

Cuadro N° 1. 1: Características hídricas de la Sub Cuenca y Embalse de las Qocha:

Descripción de la Intervención	Nombre de la Acción	Superficie de Recarga Hídrica (ha)	Volumen Incremental de Recarga Hídrica (m3)	Superf. Espejo de Agua (m2)
Dique y Obras Conexas para Qocha	Tucumachay-Sora.	405	29,450.77	24,869.51

Fuente: Elaboración Propia.

Cuadro N° 1. 2: Dimensiones del dique por Qocha

QOCHA	DIQUE			ALIVIADERO			TUBERIA DE DESCARGA		EMBALSE		TIPO DE DIQUE
	Longitud (m)	Altura (m)	Ancho Corona (m)	Longitud (m)	Ancho (m)	Alto (m)	Diámetro Descarga (mm)	Longitud (m)	Espejo de Agua (m2)	Volumen Embalse (m3)	
Tucumachay-Sora	175	3.50	4.00	24.0	5.0 - 2.50	0.6	153.00	18.00	24,869.51	29,450.77	Tierra

Fuente: Elaboración Propia

De acuerdo al as metas del proyecto se tiene el siguiente esquema de planteamiento hidráulico.


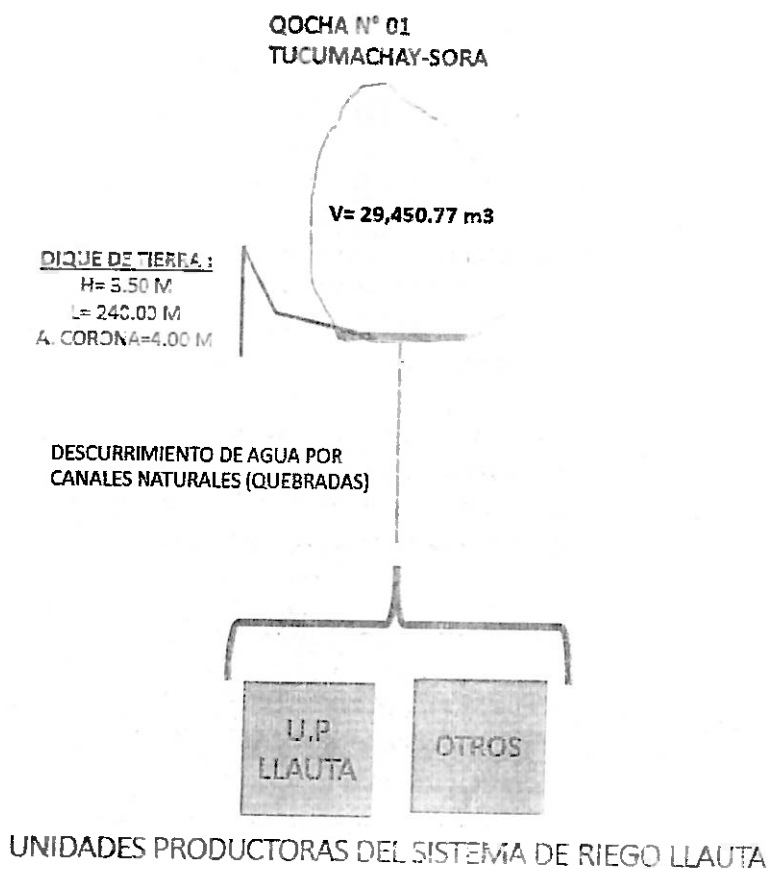
  
SERGIO QUISPE LAURA  
INGENIERO AGRICOLA  
Reg. CIP. N° 109369

Figura 1 1. Esquema del planteamiento Hidráulico Sistema de Riego Llauta.



### 1.1. CRITERIO Y CONSIDERACIONES DE DISEÑO PARA LAS QOCHAS.

Es un elemento principal dentro de la actividad en el cual mostraremos los cálculos necesarios y pertinentes constituidos en el dique. Para esto nos valdremos de algunos criterios basados de la literatura tradicional, especialmente del Bureau of reclamation y Manuales de Pequeñas presas de tierra; dada la envergadura del proyecto se trabajará con factores de seguridad acorde a las características según el dique de la Qocha, considerando y contemplando los esfuerzos por cargas hidrostática, como por análisis sísmico.

En la actualidad, los dique y/o diques de tierra son los tipos más comunes y en nuestro caso particular son diques de tierra con dimensiones pequeñas que nos sirven para almacenar agua en las Qochas, en su construcción utilizaremos materiales en estado natural con un mínimo de tratamiento. Dentro de la ingeniería estás actividades están sujetas a fallas estas fallas obligan a darse cuenta de que los métodos empíricos debían cambiarse por procedimientos racionales de ingeniería, tanto en el proyecto como en la construcción. Dichos procedimientos se contemplan en la presente memoria.

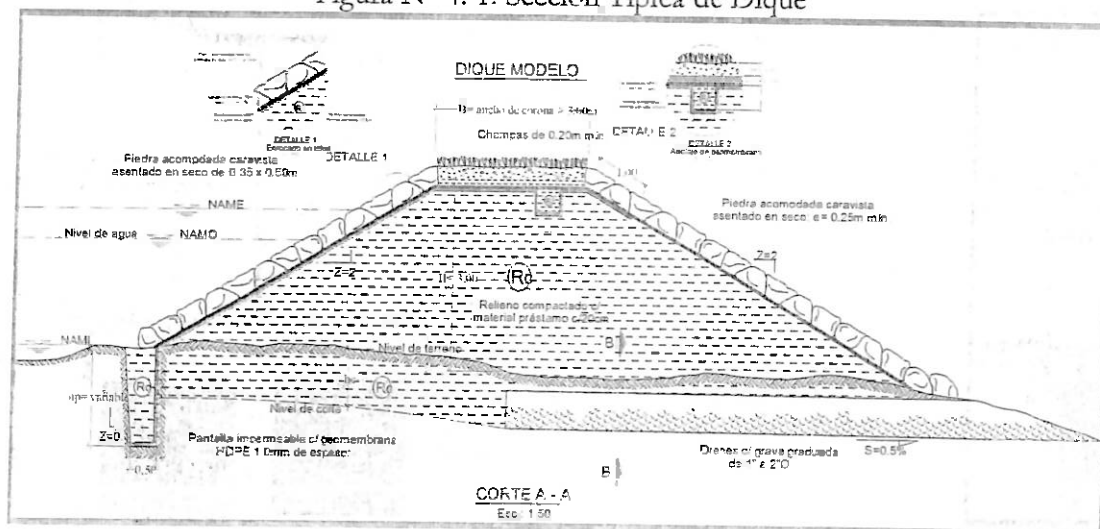


SERGIO QUISPE LAURA  
INGENIERO AGRICOLA  
Reg. CIP. N° 109359

### 1.1.1. Dique o pequeña presa

Estas actividades consisten en construir un dique con material propio seleccionado de la zona, puede ser material de préstamo o enrocado, que combinado con material ligante expandida taconeada y/o compactado en un proceso por capas en todo el cuerpo de la estructura, con el fin de formar un monolito que con la impermeabilización de cara húmeda (instalación de Geomembrana, geotextil y concreto), acumule agua de lluvia en la concavidad natural, además servirá para fomentar infiltraciones lentas que originen aguas abajo el afloramiento de puquiales (ojos de agua o nacientes de agua) y humedales.

Figura N° 4. 1: Sección Típica de Dique

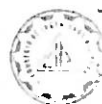


Fuente: Elaboración Propia

### 4 Partes de un dique

Se describen a continuación los elementos del dique de la Qocha.

- ❖ **Cuerpo del dique:** Los términos se emplean como sinónimos, para designar la estructura que tiene por objeto crear un almacenamiento de agua o derivar el río. En algunos casos, a fin de evitar excesivas repeticiones, se usa la palabra terraplén, si es de relleno de suelo o pedraplén si es de relleno de enrocado. La ubicación estará en la sección de cierre del vaso (boquilla).
- ❖ **Corona:** Es la superficie superior del dique de la Qocha.
- ❖ **Drenes:** elemento ubicado en la parte inferior posterior de dique de la Qocha sirve para desfogue de agua por filtración.
- ❖ **Diafragma:** elemento ubicado en la parte frontal inferior, que sirve para el anclaje de estructura impermeable.
- ❖ **Geomembrana:** elemento que sirve como pantalla impermeable en todo el frente del dique, en cara en contacto con el agua (cara húmeda).



SERGIO QUISPE LAURA  
INGENIERO AGRICOLA  
Reg. CIP. N° 109399

- ❖ **Altura del dique (Qocha):** Se define como la distancia vertical máxima entre la corona y la cimentación (dentellón), la cual no necesariamente coincide con la medida desde el cauce del río, por la presencia de depósitos aluviales.
- ❖ **Talud:** Es la pendiente entre las longitudes del cateto vertical y el horizontal; por ejemplo, un talud 1:2 significa que la cotangente del ángulo que forma el plano o traza con la horizontal es de 2.
- ❖ **Tratamiento con champas y piedras:** componente principal de la mitigación ambiental consiste en la colocación de champas y piedras como medio de soporte.
- ❖ **Borde libre:** distancia vertical entre la corona y Nivel de tirante del caudal de salida por el vertedero.

#### Niveles característicos

- ❖ **Nivel de Inoperativo (N.I):** es el nivel mínimo de agua en el embalse. Delimita superiormente el volumen muerto del embalse el cuál debe exceder en capacidad al volumen de sedimentos calculado durante la vida útil con el fin de que el embalse los pueda contener. Cota superior del volumen muerto y que corresponde al nivel del umbral de la estructura de captación (toma o descarga de servicio).
- ❖ **Nivel de Operación (N.O):** Nivel de Operación. La operación del dique se lleva a cabo entre el N.I (Nivel de Inoperativo) y el N.O, que es el máximo nivel con que se puede operar el dique; cuando el vertedor de excedencias no es controlado por compuertas, el N.O coincide con la rasante de su cresta o punto más bajo del vertedor. Corresponde al Volumen Útil del embalse.
- ❖ **Nivel de Avenidas (N.A):** Nivel de Aguas Máximas Extraordinarias, es el nivel más alto que debe alcanzar el agua en el vaso bajo cualquier condición. El volumen que queda entre ese nivel y el N.O, llamado super-almacenamiento, sirve para controlar las avenidas que se presentan cuando el nivel del vaso está cercano al N.O. Es el momento en que la avenida de diseño alcanza la altura de descarga que mantiene al aliviadero de demasías trabajando a plena capacidad.

$$\text{Vol. total de embalse} = \text{Vol. Inoperativo} + \text{Vol. útil} + \text{Vol. Extraordinario}$$

#### 1.1.2. Diseño de dique de tierra

##### ⚡ Consideraciones generales

- ❖ **Fuerzas que actúan sobre la cortina.**
  - Interna (sub-presión).
  - Externa (presión hidrostática).
  - Presión de azolves.
  - Presión del hielo.



REGIÓN DE ICA  
GOBIERNO REGIONAL  
INGENIERO AGUERO  
FEE. 000000000

- Sismos.
  - En el agua.
  - En la estructura
- Presión del viento
- Presión de las olas

No todas las fuerzas intervienen en los cálculos, unas se desprecian por tener efecto mínimo y otras porque en nuestro medio no los hay, como la presión del hielo.

#### 4 Método de cálculo

Consiste en ordenar los cálculos de tal manera que se puede seguir una secuencia lógica de los mismos, para poder analizar en cualquier plano horizontal y obtener los esfuerzos de los puntos en donde se considere necesario. Este problema se ha resuelto formando una tabla de cálculo que satisface los requisitos deseados.

El método es el siguiente:

- a) Elegir la sección por analizar.
- b) Determinar las condiciones del análisis.
- c) Considerar las fuerzas que intervienen en el cálculo.
- d) Determinar datos del proyecto, constantes e hipótesis.
- e) Efectuar los cálculos por medio de la tabla.

#### 4 Criterios para diseñar un dique para la qocha.

Previo análisis se debe tener en consideración las fallas graves o catastróficas en dique de materiales locales que según el orden de ocurrencia son:

- a) Rebase de la cortina.
- b) Sifonamiento mecánico.
- c) Agrietamiento transversal.
- d) Deslizamiento del talud aguas abajo.
- e) Sismos.
- f) Licuación.
- g) Perdidas por filtración.

#### 4 Factores que influyen en el diseño:

El diseño de una cortina de tierra y enrocado está basado en estudios analíticos, además de la experiencia del proyectista.

Además, las características en particular de cada sitio, porque para cada sitio puede existir una gran variedad de soluciones económicas como funcionales, los factores que afectan al diseño son:

- a) Función de la actividad.



SERGIO QUISPE LAURA  
INGENIERO AGRICOLA  
REG. C.P. Nº 109399



- b) Tipo, calidad y localización de los materiales.
- c) Características de la boquilla, cimentación y del vaso.
- d) Desviación de agua.
- e) Acción probable del oleaje.
- f) Características climatológicas de la región.
- g) Características geológicas de la región.
- h) Importancia general de la actividad.

4 Pre dimensionamiento de las características geométricas de un dique (Qocha).

Proyectar un terraplén significa determinar la sección transversal de un dique. La gran heterogeneidad de material de construcción, hace imposible la aplicación de fórmulas de diseño.

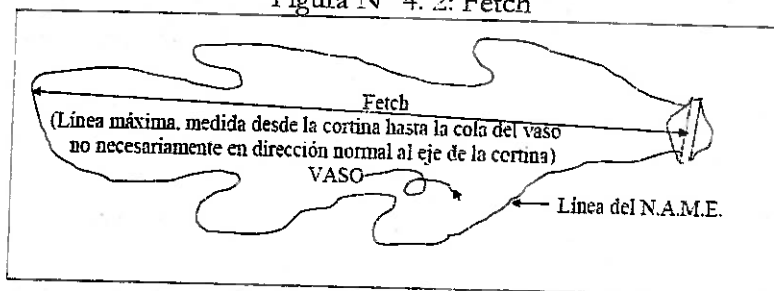
Un terraplén debe cumplir los siguientes requisitos:

- Debe tener taludes estables bajo todas las condiciones de construcción y operación de la qocha.
- Debe controlar las filtraciones a través de él.
- Debe estar seguro contra rebosamientos.
- Los taludes deben estar seguros contra la erosión.
- El costo debe ser mínimo y el uso de materiales económicos a disposición máxima.
- Los terraplenes pueden ser del tipo homogénea, compuesta o de diafragma y los taludes se determinan de acuerdo al tipo de suelo, cimentación y tipo del dique.

4 Fetch.

El proceso de oleaje es de carácter intermitente y se produce a alturas de impacto variable sobre el paramento de aguas arriba. El peligro radica en que el dique de materiales sueltos podría sobrepasarla y verter sobre ella. Los empujes dinámicos son de poca intensidad como para tenerlos en cuenta.

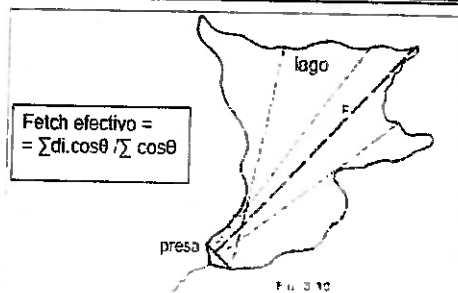
Figura N° 4. 2: Fetch



- Se calcula un resguardo sobre el nivel máximo previsible.
- Otra forma es calcular el fetch o línea de agua (F) el cual es la máxima longitud entre el dique y la orilla más alejada.



*Laura*  
SERGIO QUISPE LAURA  
INGENIERO AGRICOLA  
REG. C.P. N° 109339



- Existen algunos métodos de cálculo para la altura de la ola (algunos en función de F), Stevenson propone la siguiente:

$$a = 0,76 + 0,34 \times \sqrt{F} - 0,26 \times \sqrt[4]{F} \quad (m)$$

donde: F= fetch (km)

Iribarren propone otra de la forma: (usada en olas marítimas)

$$a = 1,2 \times \sqrt[4]{F} \quad (m)$$

Para el presente proyecto no se está considerando el promedio de ambas fórmulas empíricas, considerando el Fetch más crítico (mayor longitud). Debido a que la magnitud de embalse y la longitud de máxima de Fetch no superan en 100m.

#### 4 Taludes

El proceso de oleaje es de carácter intermitente y se produce a alturas de impacto variable.

#### TALUDES RECOMENDADOS PARA DIQUE (QOCHAS) SEGÚN EL BUREAU OF RECAMATION DE USA

- a) Taludes recomendados para el dique pequeñas de tierra homogénea sobre cimentaciones estables.

Cuadro N° 4. 3: Taludes De Tierra Homogénea

Caso	Tipo	Propósito	Sojetas a desembalse rápidos (15 cm a mas)	Clasificación de suelos	Talud de aguas arriba	Talud de aguas abajo
A	Homogénea u homogénea modificada	Regulación c almacenamien to	No	GW, GP, SW, SP GC, GM, SC, SM CL, ML CH, MH	Ferreable no adecuado	
					2 1/2: 1	2: 1
					3: 1	2 1/2: 1
					3 1/2: 1	2 1/2: 1
B	Homogénea modificada	Almacenamien to	Si	GW, GP, SW, SP GC, GM, SC, SM CL, ML CH, MH	Ferreable no adecuado	
					3: 1	2: 1
					5 1/2: 1	2 1/2: 1
					4: 1	2 1/2: 1

Fuente: BUREAU OF RECLAMATION

- b) Taludes que se recomienda para el dique pequeñas de tierra de sección compuesta en cimentaciones estables

Cuadro N° 4. 4: Taludes De Tierra De Sección Compuesta



SERGIO QUISPE LAURA  
INGENIERO AGRICOLA  
Reg. CIP. N° 109399

Expediente Técnico :

"CONSTRUCCIÓN DE QOCHA, PARA LA RECUPERACIÓN DE LOS SERVICIOS ECOSISTÉMICOS DE REGULACIÓN HÍDRICA EN LA MICROCUENCA DE LLAUTA, DISTRITO DE LLAUTA-PROVINCIA DE LUCANAS DEPARTAMENTO DE AYACUCHO"

Caso	Tipo	Propósito	Sujetas a desembalse rápidos (15 cm o más)	Clasificación del material exterior	Clasificación del material del núcleo	Talud de aguas arriba	Talud de aguas abajo
A	Compuesta con el núcleo mínimo	Cualquiera	No crítico	No es crítico relleno de roca GW, GP, SW (gravoso) o SP (gravoso)	No es crítico GC, GM, SC, SM, CL, ML, CH o MH	2:1	2:1
B	Compuesta con el núcleo máximo	Regulación y almacenamiento	No	No es crítico relleno de roca GW, GP, SW (gravoso) o SP (gravoso)	GC, GM, SC, SM, CL, ML, CH, MH	2:1 3:1 4:1 5:1	2:1 3:1 4:1 5:1
C	Compuesta con el núcleo máximo	Almacenamiento	Si	No es crítico relleno de roca GW, GP, SW (gravoso) o SP (gravoso)	GC, GM, SC, SM, CL, ML, CH, MH	2:1 3:1 4:1 5:1	2:1 3:1 4:1 5:1

Fuente: BUREAU OF RECLAMATION

### 1.1.3. Pre dimensionamiento:

A continuación, se detalla memoria de cálculo o cálculos justificatorios correspondiente a los componentes necesarios para el planteamiento de estructura de dique.

Expediente Técnico :

"CONSTRUCCIÓN DE QOCHA, PARA LA RECUPERACIÓN DE LOS  
SERVICIOS ECOSISTÉMICOS DE REGULACIÓN HÍDRICA EN LA  
MICROCUEENCA DE LLAUTA, DISTRITO DE LLAUTA-PROVINCIA DE  
LUCANAS DEPARTAMENTO DE AYACUCHO"

# CALCULO JUSTIFICATORIO QOCHA TUCUMACHAY-SORA



REGIÓN ICA  
INGENIERO AGRÍCOLA  
RGE OF Nº 109399

**OOCHA TUCUMACHAY-SORA****PREDIMENSIONAMIENTO DE DIQUE**

De la Geología y Geotecnia y en detalle del Perfil Estratigráfico plasmado en ellos, se determina que la roca o material estable se encuentra a 0.70 mts. del nivel actual del terreno por tanto se tiene lo siguiente:

Línea de Excavación Máxima	:	4215.80 m.s.n.m	
Cota del terreno	:	4216.50 m.s.n.m	
Profundidad de Dentellón	:	0.70	Profundidad para contar con suelo estable
CORONACION	:	4219.83 m.s.n.m	
NA	:	4219.53 m.s.n.m	NIVEL AVENIDA
NO	:	4219.23 m.s.n.m	NIVEL OPERACIÓN (COTA
FETCH	:	0.24 km	

**RESGUARDO (Hs)**

Desde el nivel de agua en el embalse hasta la coronación de la gocha, hay que dejar un margen o resguardo, para prever las sobreelevaciones producidas por distintas causas que puedan provocar un aumento del nivel de agua.

Estas sobreelevaciones del nivel del embalse o los descensos de la coronación de gochas de material suelto, son las pérdidas de resguardo y pueden ser causadas por los siguientes agentes:

- \* Avenidas
- \* Viento
- \* Sismo
- \* Asientos Anómalos
- \* Deslizamientos de Laderas de Embalse

Según la SPANCOLD, en su Guía Criterios para Proyectos de Presas y Sus Obras Anejas (1), se indica que existen 03 categorías de Presas A, B y C; para el presente proyecto y dadas las condiciones se considera como categoría C.

FETCH : (F)

El fetch se obtendrá para distintas desviaciones del eje central de cálculo respecto a la normal a la coronación, como el ángulo en la figura adjunta y de todos ellos se elegirá el mayor.

\* Para el presente, considerando la magnitud del proyecto; se resumirá que la longitud del fetch será igual a la longitud desde punto medio del dique hasta el borde más alejado de la costa de embalse considerado.

Fetch = 0.24 Km

VELOCIDAD DEL VIENTO : (V)

Según guía (1) se acepta definir el viento como un escalar, sin tener en cuenta la dirección de actuación. Se supondrá en consecuencia que el máximo viento actúa en dirección del fetch más largo.

Como no se dispone de ninguna otra información acerca de la velocidad del viento, la "Guía Técnica N°02: Criterios para Proyectos de Presas y Sus Obras Anejas", establece lo siguiente recomendación: "A  
falta de información específica se supondrá que, en situaciones extremas, la velocidad del viento de cálculo para

00000447

**OOCHA TUCUMACHAY-SORA****PREDIMENSIONAMIENTO DE DIQUE**

presa de categoria A sea 44.4 m/s. Para presa de categoria B esa velocidad puede ser menor 40m/s y para presa de categoria C algo menor 36m/s".

Del mismo modo, a falta de datos concretos, el valor del viento de proyecto sera un 20% menor que el indicado para situacion extrema.

Como viento normal o frecuente y tambien a falta de informacion especifica se recomienda suponer que la velocidad de este viento es de 15m/s para presa de categoria A, de 12m/s para presa de categoria B y que, para presa de categoria C, igual a 10m/s.

$$V = \boxed{10} \text{ m/s}$$

TIEMPO NECESARIO DE OLEAJE: (T)

El oleaje en el embalse tarda cierto tiempo en desarrollarse. Siguiendo las indicaciones del USBR (1992) se puede suponer que el tiempo necesario para el desarrollo completo viene dado por la expresion:

Siendo:

\* t = Tiempo en horas

\* F = Fetch en km

\* V = Velocidad del viento m/s

$$t = \frac{F}{V} \quad T = \boxed{0.15} \text{ hr}$$

$T < 1h \Rightarrow \text{Ok}$

Si el tiempo obtenido es menor que 1 hora, se puede suponer el oleaje estara totalmente desarrollado. Por el contrario, si el tiempo es claramente superior a una hora se obtendra el dato de velocidad del viento

ALTURA DE OLA POR VIENTO: (H<sub>0</sub>)

La altura de ola señalada por el viento en el vaso depende de la velocidad y duraci3n del mismo, del fetch y de la profundidad del vaso.

Altura de ola por viento : Formula empírica de STEVENSON

$$H_0 = 0.76 + 0.34(F)^{1/2} - 0.26(F)^{1/4} \dots\dots(m)$$

Altura de ola por viento : Formula empírica de IRIBARREN

$$H_0 = 1.20(F)^{1/4} \dots\dots(m)$$

Siguiendo las recomendaciones del USBR (1992) se considera aceptable estimar la altura de ola significativa en el embalse (zona central) mediante la expresion:

Altura de ola por viento : Formula por USBR

$$H_0 = V^{1.23} (F)^{1/2} / 87.3 \dots\dots(m)$$

Por tanto se tiene los resultados para cada uno de ellos:

H <sub>0</sub> (Stevenson)	=	<input type="text" value="0.74"/>	m
H <sub>0</sub> (Iribarren)	=	<input type="text" value="0.84"/>	m
H <sub>0</sub> (USBR)	=	<input type="text" value="0.09"/>	m
H <sub>0</sub> (Promedio)	=	<input type="text" value="0.56"/>	m

Considernado que las primeras formulas usadas para presas de categoria A y B. consideramos el valor de la formula recomendada por la BUREAU, para diques de tierra y categoria C

$$H_0 \text{ (USBR)} = \boxed{0.09} \text{ m}$$

La altura de ola a considerar en los calculos del remonte del agua creado por el oleaje no sera la altura de ola significativa indica en la expresion anterior. Diques o presas de categoria C unicamente, se utilizara un valor en porcentaje mayor de 27%, quedando la expresion y altura de ola de la siguiente manera:

$$H_s = \boxed{0.12} \text{ m}$$



*ful*  
**FERREROS LAURA**  
 INGENIERO AGRICOLA  
 REG. C. A. N.º 109399

**QOCHA TUCUMACHAY-SORA****PREDIMENSIONAMIENTO DE DIQUE**

Nota: para nuestro dimensionamiento no hemos considerado el analisis de la altura de ola por sismo, asientos anormales y deslizamiento de laderas.

**BORDE LIBRE (B.l)**

Se define como el resguardo de una Qocha, a la diferencia de altura entre el máximo nivel del embalse en avenidas y el de coronación.

Borde libre mínimo, procedimiento combinado de Knapen:

$$Bl (\text{min}) = 0.75H_s + (V_s)^2/2g \dots\dots\dots(\text{m})$$

Dónde:  $H_s$  : Altura de la ola en metros

Velocidad ola según Gaillard:  $= 1.52 + 2 H_s$

$$V_s = 1.52 + 2H_s \dots\dots\dots(\text{m/s})$$

$$\begin{array}{rcl} H_s & = & 0.12 \text{ m} \\ V_g & = & 1.76 \text{ m/s} \\ Bl (\text{min}) & = & 0.25 \text{ m} \end{array}$$

Entonces concluimos y asumimos como Bl mínimo =

0.30 m

**NIVEL DE LA CORONA DEL DIQUE:**

Es el nivel en la cortina al cual queda el coronamiento de la presa, el que nunca debe ser rebasado por el agua.

$$\begin{array}{rcl} N.\text{Corona} & = & N.A + B.l \\ N.\text{Corona} & = & 4219.83 \text{ msnm} \end{array}$$

**ALTURA DEL DIQUE: ( $H_t$ )**

$H_t$  = cota de la corona - cota de excavación máxima

$$H_t = 3.33 \text{ m}$$

**ANCHO DE CORONA**

Aunque la anchura de la coronación de una presa de tierra o escollera apenas tiene influencia en su estabilidad, respondiendo mas bien a propósitos de tipo funcional y constructivos, es importante que se satisfaga algun requerimiento de anchura mínima.

la determinación de ancho de corona se obtuvo, con la aplicación de las siguientes expresiones teoricas: donde  $H$  es la altura de la presa del punto mas bajo en el cauce de la corriente en metros.

Ancho de Corona Según Bureau Of Reclamation:

$$\begin{array}{rcl} Ac & = & 1+1.1 \cdot H^{1/2} \text{ m} \\ Ac & = & 3.01 \text{ m} \end{array}$$

Ancho de Corona Según Norma G. Post - P London:

$$\begin{array}{rcl} Ac & = & 1.6 \cdot (H)^{1/2} \text{ m} \\ Ac & = & 2.92 \text{ m} \end{array}$$

Ancho de Corona Según Norma Japonesa:

$$\begin{array}{rcl} Ac & = & (3.6 \cdot H^{1/3}) - 3 \text{ m} \\ Ac & = & 2.38 \text{ m} \end{array}$$

Ancho de Corona Según Manual On Small Earth Dams FAO:

$$\begin{array}{rcl} Ac & = & (0.4 \cdot H) + 1 \text{ m} \\ Ac & = & 2.33 \text{ m} \end{array}$$



SERGIO QUISTE LAURA  
INGENIERO AGRICOLA  
Reg. CIP. N° 109399

**OOCHA TUCUMACHAY-SORA****PREDIMENSIONAMIENTO DE DIQUE**

Por lo tanto usamos un ancho de corona promedio Ac	2.66	m
Asumimos	3.00	m

Se toma un valor de 3.0 m (Referencia Manual On Small Earth Dams FAO - ítem 6.11 Pag. 54), donde se menciona que en la etapa de predimensionamiento, para pequeños diques de tierra el ancho de corona mínimo es 2.0 m, el ancho de corona debe permitir el paso mínimo de equipos para la construcción del dique.

**TALUDES RECOMENDADOS**

El proceso de oleaje es de carácter intermitente y se produce a alturas de impacto variable

TALUDES RECOMENDADOS PARA PRESAS SEGÚN EL BUREAU OF RECLAMATION DE USA

a).- Taludes Recomendados para las presas de tierra homogéneas sobre cimientos estables.

CUADRO N° 1 PENDIENTES DE TALUDES PARA PRESAS HOMOGÉNEAS TÍPICAS		
Altura (m.)	Talud Aguas Arriba	Talud Aguas Abajo
5	2.00 H : 1 V	1.50 H : 1 V
5 a 10	2.50 H : 1 V	2.00 H : 1 V
12 a 15	2.75 H : 1 V	2.50 H : 1 V
20 a 30	3.00 H : 1 V	2.50 H : 1 V

b).- Taludes que se recomienda para las presas pequeñas de tierra de sección compuesta en cimientos estables

Caso	Tipo	Propósito	Sujetas a desmoronarse rápido (15 cm a más)	Clasificación del material exterior	Clasificación del material del núcleo	Talud de aguas arriba	Talud de aguas abajo
A	Compuesta con el núcleo mínimo	Cualquiera	No	No es núcleo relleno de rocas GM, GP, SP gravales o SP gravales	No es núcleo relleno de rocas GM, GP, SP gravales o SP gravales	2 : 1	2 : 1
B	Compuesta con el núcleo máximo	Regulación o almacenamiento	No	No es núcleo relleno de rocas GM, GP, SP gravales o SP gravales	GM, GP, SP CL, SCL CH, MCH	2 : 1 3 : 1 3 : 1 3 : 1	2 : 1 2 : 1 2 : 1 2 : 1
C	Compuesta con el núcleo máximo	Almacenamiento	Si	No es núcleo relleno de rocas GM, GP, SP gravales o SP gravales	GM, GP, SP CL, SCL CH, MCH	2 : 1 2 : 1 3 : 1 3 : 1	2 : 1 2 : 1 2 : 1 2 : 1

**CONCLUSIÓN:**

Como la presa presenta una altura menor de 5.0m y dentro de Caso A, concluimos que:

Talud Aguas Arriba:

H	V
2	1

Talud Aguas Abajo:

H	V
2	1



TERESA QUISPE LAURA  
INGENIERO AGRÍCOLA  
Reg. C.R. N° 109399



**QOCHA TUCUMACHAY-SORA****PROTECCION DE TALUD AGUAS ARRIBA Y ABAJO**

El talud aguas arriba debe ser protegido por la accion destructora del oclaje

a).- Enrocado volcado o colocado a mano RIP\_RAP

CRITERIO DE DISEÑO PARA ENROCADOS VOLCADOS		
Maxima Altura de Ola (m)	Tamaño Promedio Minimo de las Rocas (cm)	Espesor del Enrocado Volcado (cm)
0.00- 0.60	25	30
0.60- 1.20	30	45
1.20- 1.80	40	60
1.80- 2.40	45	75
2.40- 3.00	55	90

Fuente: USACE, 2004

El enrocado debe ser bien gradado desde un tamaño maximo igual a 1.5 veces el tamaño promedio hasta un minimo de 25 cm.

Esta constituido por gravay piedra picada gradada y su funcion es evitar que la accion de las olas erosione el terraplen a traves de los huecos del enrocado.

ESPESOR MINIMO DE LA CAPA BASE	
ALTURA DE LA OLA (m)	ESPESOR MINIMO (cm)
0.00- 1.20	15
1.20- 2.40	25
2.40- 3.00	30

Fuente: USACE, 2004

El USACE indica que el D 85 de la capa no debe ser inferior a 5 cm y debe estar constituido por una mezcla de fragmento de roca o canto rodado con tamaño que oscilen entre 30 y 50 cm

**CONCLUSION:**

Como las alturas de las olas son menores a 1.2 por tanto:

TAMAÑO MINIMODE ROGAS	30 a 50 cm
ESPESOR MINIMO DE LA CAPA BASE	30 cm



*Paul*  
SERGIO QUISPE LAURA  
INGENIERO AGRICOLA  
REG. CIP N° 109399

**OOCHA TUCUMACHAY-SORA****PREDIMENSIONAMIENTO DE TOMA DE DESCARGA****DESCARGA MAXIMA Y MINIMA - TUBERIA DE DESCARGA**

Utilizando la formula para tubos cortos con descarga libre:

$$Q = Cd * A * (2gH)^{1/2}$$

Datos:

A =	0.018 m <sup>2</sup>	<b>Tubería de 6 pulg</b>
Hmax =	3.33 m,	para la decarga maxima (ALTURA DE DIQUE)
Hmin =	0.4 m,	para la decarga minima
Cd =	0.6	
g =	9.81	

Aplicando: la ecuacion mencionada con los datos mencionados tenemos:

$$Q_{max} = 0.088 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$Q_{min} = 0.031 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$Q_{max} = 88.47 \text{ lt/seg}$$

$$Q_{min} = 30.66 \text{ lt/seg}$$

**DESCARGA DE FONDO****A) CALCULANDO EL DIAMETRO DE SALIDA**

$$D = \left[ \frac{4 * Q}{C * \pi * \sqrt{2} * g * h} \right]^{0.5}$$

$$Q = 0.060 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$C = 0.59$$

$$g = 9.81 \text{ m/s}^2$$

$$h = 3.33 \text{ mca}$$

$$D = 0.1261 \text{ m} \quad 126.11 \text{ mm} \quad \text{Tubería de 6" OK!!}$$

**B) VERIFICANDO LA VELOCIDAD DE SALIDA**

$$Q = V * A$$

Datos:

$$Q = 0.060 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$D = 0.1261 \text{ m}$$

$$D = 0.13 \text{ m}$$

$$V = \frac{4 * Q}{\pi * D^2} \quad V = 4.77 \text{ m/s} \quad \text{velocidad critica}$$

velocidad recomendada: 2.5m/s

Velocidad maxima permisible en tuberías HDPE 5.0 m/s



SERGIO QUISPE LAUREA  
INGENIERO AGRICOLA  
Reg. C. P. N° 109389

**OCHA TUCUMACHAY-SORA****PREDIMENSIONAMIENTO DE TOMA DE DESCARGA**

C) CALCULANDO LA ALTURA DE CARGA CON LA VELOC. RECOMENDADA

$$h = \left[ \frac{4 * Q}{C * \pi * D^2 * \sqrt{2 * g}} \right] ^2$$

Q= 0.060 m3/s

C= 0.59

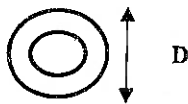
D= 0.13 m

g= 9.81 m/s2

h= 3.33 m/s

## D) DIAMETRO DE LA TOMA

El diametro de la toma de la presa sera:



D= 0.13 m

D= 4.83 pulgadas

D= 6.00 pulgadas

Asumido



CECILIO QUISPE LAURA  
 ASESOR AGRICOLA  
 REG. CIP. N° 109399

# OOCHA TUCUMACHAY-SORA

## CÁLCULO EN VERTEDERO TIPO I

**VERTEDERO RECTANGULAR CRESTA ANCHA**

Cálculos en vertederos

**Vertedero rectangular**

Longitud de cresta (L): 5 m

Carga sobre el vertedero (h): 0.17 m

Número de contracciones (n): 0

Coefficiente de descarga (Cd): 1.45

**Vertedero triangular**

Cresta aguda

Perfil Creager


Cresta ancha

Caudal (Q)

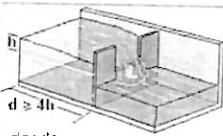
Carga (h)

**Vertedero trapezoidal**

**Cresta ancha**



$C_d = 1.45$



$d \geq 4h$

donde

Q = caudal que fluye por el vertedero, m<sup>3</sup>/s

L = longitud de cresta del vertedero, m

h = carga sobre el vertedero, m

n = número de contracciones (0, 1 ó 2)

C<sub>d</sub> = coeficiente de descarga

Equación:

$$Q = C_d (L - 0.1nh) h^{3/2}$$

Resultados:

Caudal (Q): 500.1728 m<sup>3</sup>/s

509172.7664 l/s

Calcular

Limpia Pantalla

Imprimir

Menu Principal

Calculadora

Retorno al Menu principal

05:02 p.m. 27/05/2021

### Caudal laminado Máximo de Diseño

Datos del vertedero :				
Ancho de Cresta	(b):	5.000	m	
Carga Sobre Vertedero	(h):	0.1700	m	
Numero de Contracciones	(n):	0.000		
Coefficiente de Descarga	(Cd):	1.450		
Caudal Maximo Avenida	(Q):	0.508	m <sup>3</sup> /s	

$$Q = 1.45 * b * y^{3/2} = 0.508 \text{ m}^3/\text{s}$$

Seccion Hidraulica de Cresta:				
Ancho de Cresta	(b):	5.000	m	
Altura de Cresta	(h0):	0.000	m	
Longitud de Cresta	(L):	0.700	m/m	
Borde Libre	(b.l):	0.300	m	
$H = Y + BL$	=	0.500	m	



SERVICIO QUÍMICO AGRÍCOLA  
INGENIERO AGRÍCOLA  
REG. C. P. N° 100959

# CARACTERÍSTICAS HIDRAULICAS Y GEOMÉTRICAS CANAL ALIVIADERO DE SECCION ABIERTA A GRAVEDAD

[illegible]

CUADRO RESUMEN DE CANAL CONDUCCION			
Tipo	Revestimiento	Longitud	Seccion
Tipo I	C/5e F'c=210Kcm <sup>2</sup> 6D% P.M	1.50	b=5, h=0.6, z=0
Tipo II	C/5e F'c=210Kcm <sup>2</sup> 60% P.M	16.00	b=2.5, h=0.6, z=0
		18.00	

Q = Caudal en m<sup>3</sup>/s.  
b = Ancho sofera en m.  
Z = Talud  
n = Rugosidad.  
S = Pendiente en m/m.  
Y = Tirante normal en m  
A = Area hidraulica en m<sup>2</sup>.  
T = Espejo de agua en m.  
F = Número Froud

Tipo de Revestimiento - Valor n	
Tierra	1
F' = 175 kg/cm² + 30% P.M	2
Tubeta HDPE	3
Tubeta PVC	4
F' = 175 kg/cm²	5

1. Calcula  $y_1$

$$y_1 = \begin{bmatrix} 0,20 \\ 0,15 \end{bmatrix} - \begin{bmatrix} 10 \\ 12 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 0,013 \\ 0,0093 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0,755 \\ 0,794 \end{bmatrix}$$

2. Calcula de  $y_2$

$$y_2 = \begin{bmatrix} 1,3 \\ 1,4 \end{bmatrix} - \begin{bmatrix} 10 \\ 12 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 0,135 \\ 0,135 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0,765 \\ 0,794 \end{bmatrix}$$

[illegible][illegible]

Cálculo de la base normal de acuerdo a la base de la estructura		Cálculo de la base normal de acuerdo a la base de la estructura	
<p>1. Cálculo de la base normal de acuerdo a la base de la estructura</p> <p>Base normal = 0.488 m x 3.34 m = 1.63 m</p>		<p>2. Cálculo de la base normal de acuerdo a la base de la estructura</p> <p>Base normal = 0.488 m x 3.34 m = 1.63 m</p>	
<p>3. Cálculo de la base normal de acuerdo a la base de la estructura</p> <p>Base normal = 0.488 m x 3.34 m = 1.63 m</p>		<p>4. Cálculo de la base normal de acuerdo a la base de la estructura</p> <p>Base normal = 0.488 m x 3.34 m = 1.63 m</p>	

00000433

<b>CALCULO HIDRAULICO</b>
---------------------------

Ac =	35	ha		
pm =	0.8	Estimacion muerta		
Ce =	0.1	C. efectivo	cota minima	4216.5
Kapr =	0.75	aprovechamiento	cota maxima	4219.5
			h <sub>pr</sub> =	3.00 m
Qavmax =	3.1	lt/sg		

elevacion	area	area 1 + area 2	area 1 + area 2	intervalo vertical (h)	0.5h	volumen parcial	volumen acumulado
m	m2	m2	ha	m	m	m3	m3
0	0			0.5			
4216.50	2006.968	2006.968	0.2006968	0.5	0.25	501.742	501.742
4217.00	2854.331	4861.299	0.4861299	0.5	0.25	1215.32475	1717.06675
4217.50	4183.213	9044.512	0.9044512	0.5	0.25	2261.128	3978.19475
4218.00	4537.29	13581.802	1.3581802	0.5	0.25	3395.4505	7373.64525
4218.50	4108.435	17690.237	1.7690237	0.5	0.25	4422.55925	11796.2045
4219.00	4580.128	22270.365	2.2270365	0.5	0.25	5567.59125	17363.7958
4219.50	4327.495	26597.86	2.659786	0.5	0.25	6649.465	24013.2608
4220.00	4733.596	31331.456	3.1331456	0.5	0.25	7832.864	31846.1248

Ve = 28000 m3

para coeficiente de aprovechamiento

Vapr = 21000 m3