

**Universidad Nacional de Ingeniería
Facultad de Ingeniería Civil**



**"ESTUDIO DE LA INFRAESTRUCTURA
HIDRAULICA DE LAS CULTURAS MOCHE Y
CHIMÚ"**

**Tesis para optar el Título Profesional de:
INGENIERO CIVIL**

**Tesista: LISBETH PIMENTEL ALIAGA
Asesor: Ing. Edgar Rodríguez Zubiarte**

**Lima- Perú
2012**

MOTIVACION

El interés de conocer mas sobre las técnicas y los conocimientos que tuvieron los antiguos pobladores de las culturas Moche y Chimú, en sus proyectos de riego, principalmente de la infraestructura hidráulica.

OBJETIVOS

Objetivos Generales: Identificar y ubicar las principales obras hidráulicas, entre los valles La Leche y Nepeña.

Caracterizar las técnicas y procedimientos utilizados en la construcción de la infraestructura hidráulica.

Objetivos Específicos: Elaboración de un plano integral de la ubicación de los principales sistemas de canales.

Estudio hidráulico del canal El Moro y el Acueducto de Ascope, evaluación de su estado actual.

CONTENIDO

Capítulo I

FUNDAMENTO TEÓRICO

Capítulo II

INFORMACIÓN BÁSICA →

Capítulo III

**DESCRIPCIÓN GENERAL DE LA
INFRAESTRUCTURA MOCHE Y
CHIMÚ** →

Capítulo IV

**ESTUDIO DEL CANAL EL MORO Y
EL ACUEDUCTO DE ASCOPE** →

INFORMACIÓN BÁSICA

Cultura Moche

- Tuvo su apogeo aproximadamente entre los años 300 y 700 D.C.
- La economía de los Moche estuvo basada en la agricultura como actividad principal.
- Se desarrollaron técnicas de cultivo y se construyeron complejos sistemas de irrigación.

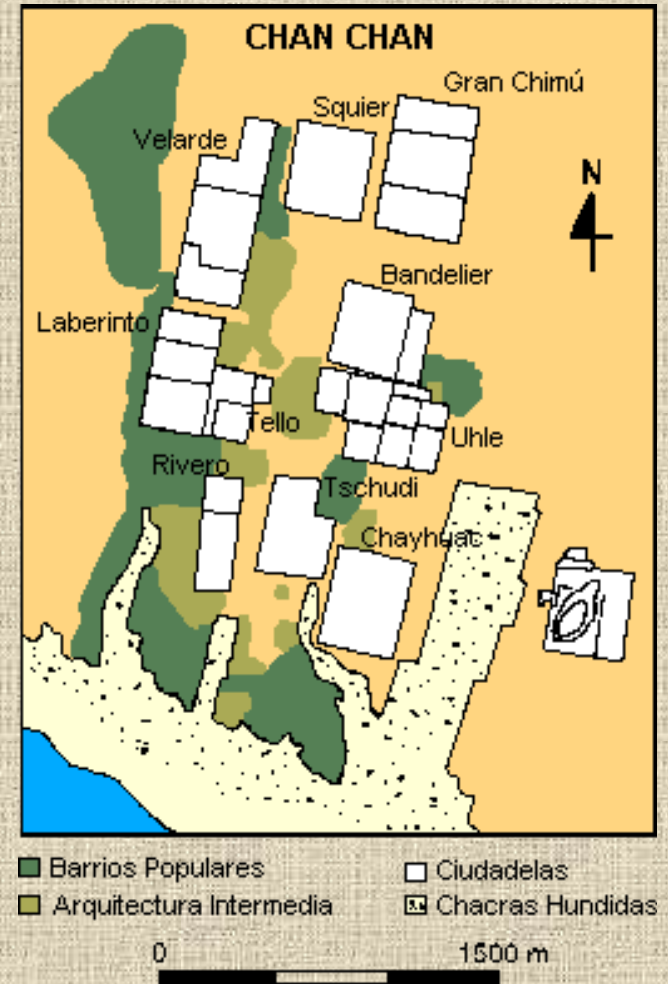


Figura (a) Idealización de la papa (b) El creador de los mochicas desgrana las mazorcas del maíz.

INFORMACIÓN BÁSICA

Cultura Chimú

- Floreció entre los años 1 100 y 1 400 D.C, mucho después de la desaparición de la Cultura Moche.
- La economía de los Chimúes tuvo una base agrícola, pero debió complementarse con la caza, la pesca, la industria y el comercio.
- Los laboriosos Chimúes tuvieron un final sangriento: terminaron derrotados por los Incas quienes los hicieron sus vasallos.



PERIODO DE DESARROLLO DE LA INFRAESTRUCTURA HIDRÁULICA

Estados Culturales		Horizontes	Periodos	Edad	Costa Norte		
ESTADO AGRICOLA DESARROLLADO	Ciudades Imperiales	Horizonte Tardío A	Inca Imperial	1438	INCA		
	Centros de Poder	Intermedio Tardío B	Gobiernos locales y regionales	1200	LAMBAYEQUE	CHIMU	
	Ciudades Imperiales	Horizonte Medio C	Tiahuanaco-Huari	700		TIAHUANACO-HUARI	
	Centros de Poder	Intermedio Temprano D	Gobiernos Regionales y Locales (I) Culturas Clasicas	300	VIRU	MOCHE	5
							4
		3					
	2						
	1						
Centros Cultistas de Poder	Horizonte Temprano E	Centros Cultistas	Tardío	D.C A.C	VICUS		
			Complejo Formativo / Complejo Chavin	300 1000	CABALLO MUERTO		

Suy Suy (1963),

La construcción del canal mas antiguo debió iniciarse en el horizonte Intermedio-Temprano.

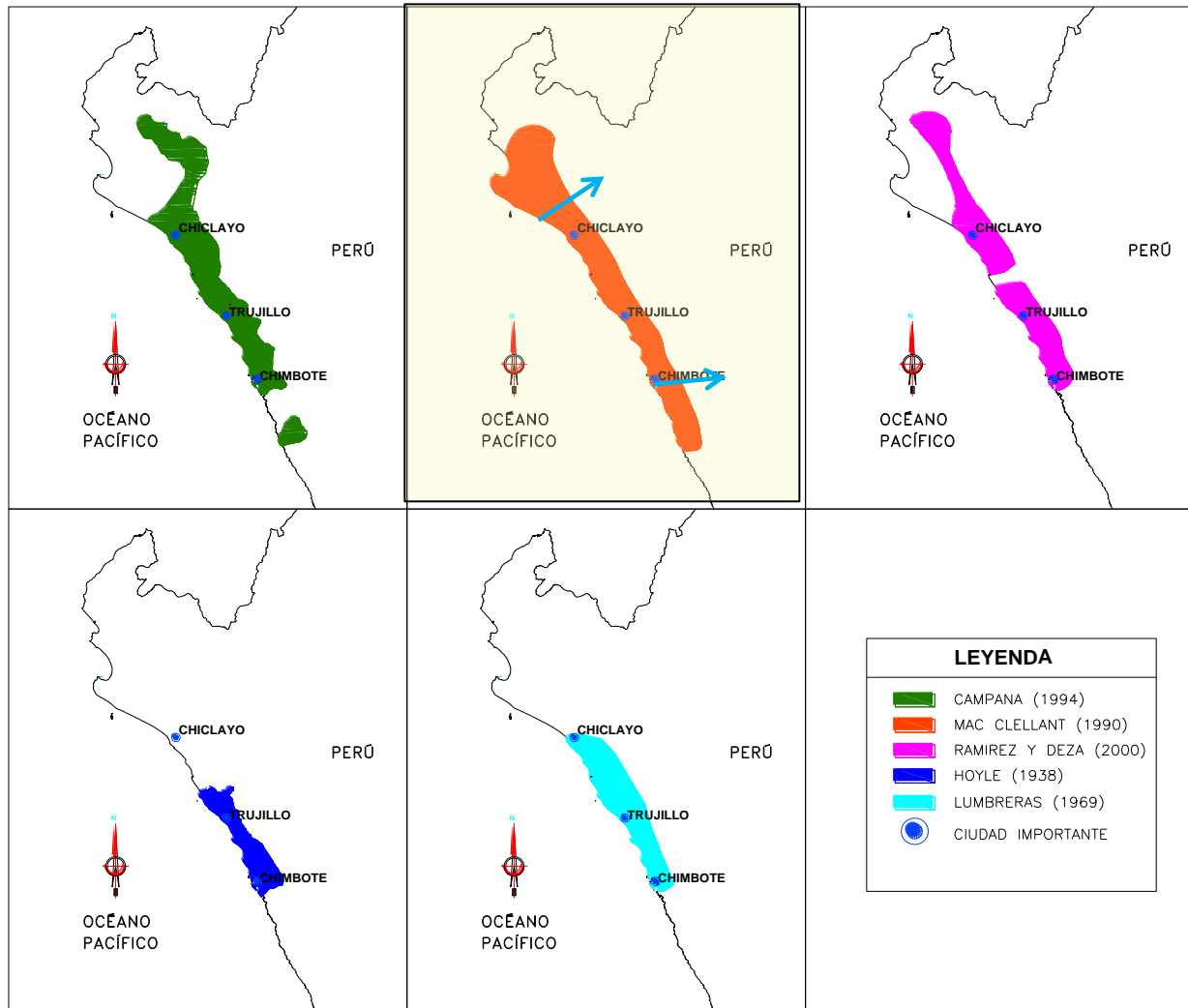
- Moches - mayor desarrollo.
- Chimúes - extensión y desarrollo de mejores técnicas constructivas. Mayor desarrollo agrícola de los valles.

ÁREA DE INFLUENCIA DEL ESTUDIO

Influencia de la Cultura Moche

McClelland (1990)

Desde el valle de La Leche hasta el valle de Nepeña.



AGRICULTURA

Según Larco (1940):

- La agricultura se convirtió en la mayor fuerza económica.
- Ampliaron continuamente las áreas de cultivo.

Valles	Extensión (ha)		
Chicama	17 065	PE CHAVIMOCHIC (ha)	PE CHINECAS (ha)
Santa Catalina	6 700		
Virú	1 450		
Chao y Huamanzanga	4 700		
Santa	1 300		
Lacramarca	400		
Nepeña	2 000		
TOTAL	33 615	144 385	52 324

Fuente: Moche, Larco (1940)

AGRICULTURA

- Sistemas de entrega de agua para aprovechar de manera más eficiente el riego.

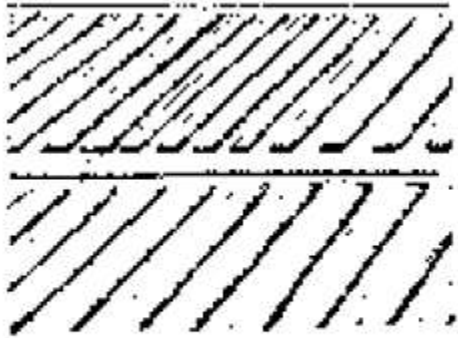


Fig. No. 297.- Disposición y forma de los surcos rectos.

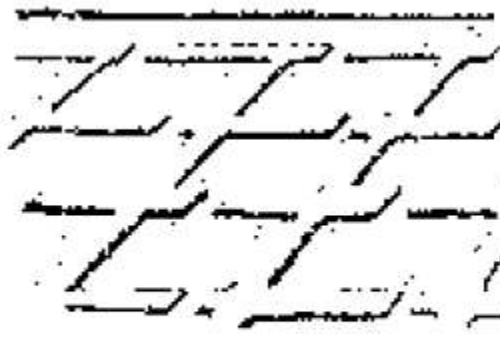


Fig. No. 298.- El sistema de regadío denominado de pozas o melgas.



Fig. No. 299.- Los originales surcos mochas en forma de caracol.

Fuente: Hoyle (1940)



Fuente: Vestigios de los Campos de cultivo – Canal La Cumbre.



SISTEMAS DE RIEGO – Agua Subterránea

1. Huachaqes o Mahamaes:



Fuente: El Comercio

Gran Huachaque ceremonial
ubicado en la ciudadela Tschudi,
Chan Chan, Trujillo



Mahamaes en Choroval, Valle de Moche



SISTEMAS DE RIEGO – Agua Superficial

2. Sistemas de Canales:



Canal San Antonio



Canal La Cumbre

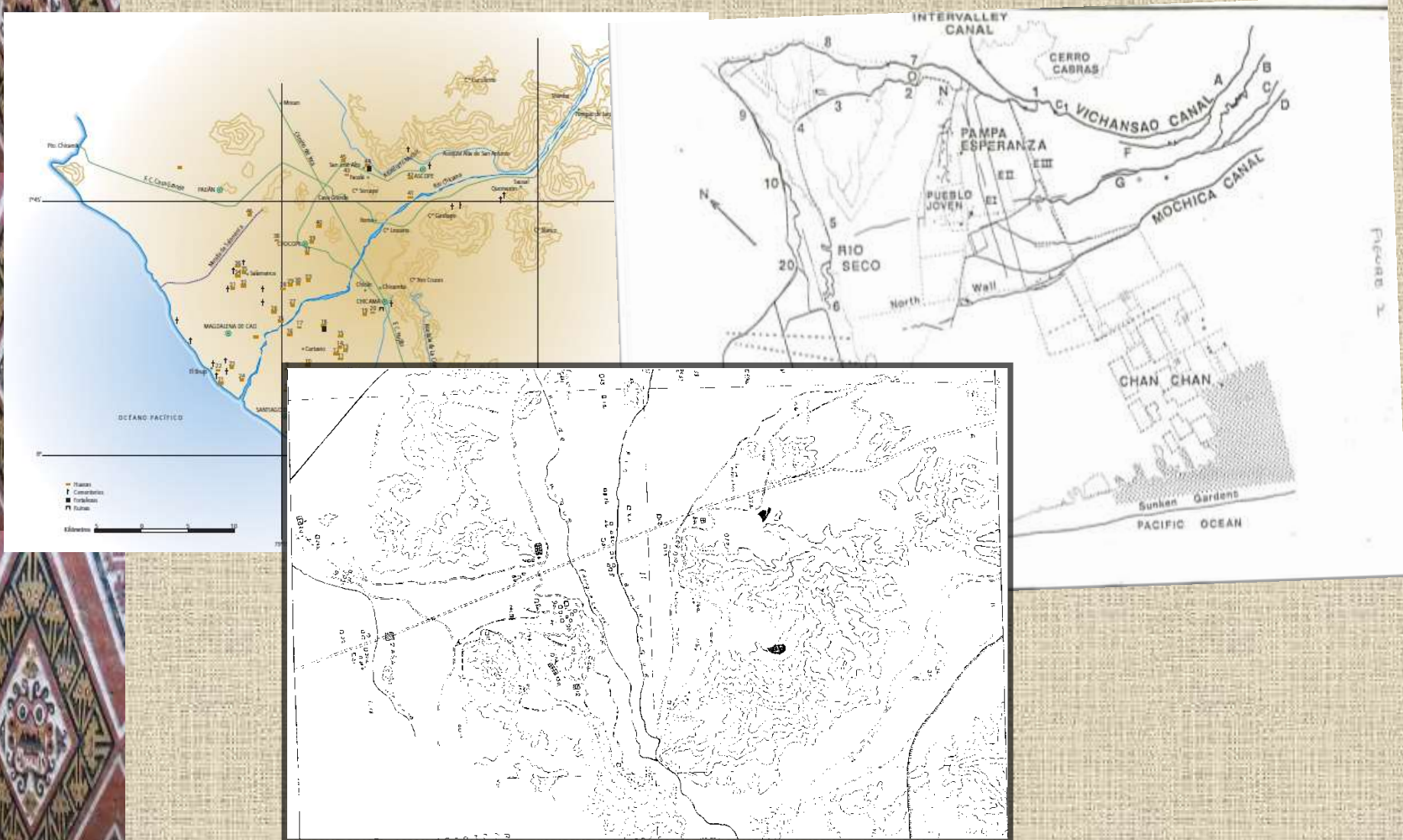
ELABORACIÓN DEL PLANO DE INVENTARIO DE LA INFRAESTRUCTURA HIDRÁULICA

Información Base:

Estudios anteriores presentados en testimonios arqueológicos:

- Croquis de ubicación de las estructuras en planos no oficiales y sin escala.
- Descripciones literales de la ubicación de las estructuras, crónicas, etc.

ELABORACIÓN DEL PLANO DE INVENTARIO DE LA INFRAESTRUCTURA HIDRÁULICA



ELABORACIÓN DEL PLANO DE INVENTARIO DE LA INFRAESTRUCTURA HIDRÁULICA

- **Rafael Larco Hoyle (1940)**, “Los Mochicas”
- **Eling, Jr. Herbert (1977)** - sistema de riego antiguo de Talambo en el valle de Jequetepeque.
- **Rogger Ravines (1978)** - irrigación de la costa norte del Perú
- **E. Deeds , J. Kus, M. Moseley, F. Nials, C. Ortloff, L. Pippin, S. Pozorski and T. Pozorski (1978)** estudiaron la irrigación prehispánica con énfasis en la Pampa Esperanza del Valle de Moche.
- Estudio interdisciplinario por el Programa de Riego Antiguo integrado por **Eric Deeds, James Kus, Michael Moseley, Charles Ortloff, Lonnie Pipin, Sheila y Thomas Pozorski**, los que centran sus estudios en la Pampa de la Esperanza y río Seco de Huanchaco.
- **Charles R. Ortloff (1981)** Ingeniería Hidráulica Chimú, sistema de canales de la Cumbre y en el sistema de canales de Pampas Huanchaco.
- **James S. Kus Kus (1985)** presentó un del canal de La Cumbre.
- **Charles Ortloff, Michael Moseley, Robert Feldman (1985)** estudio en la ingeniería hidráulica del Sistema del Canal Intervalle “La Cumbre”.
- **Fidel Ramírez Prado, Jaime Deza Rivasplata (2000)**, realizaron una recopilación de todas las obras hidráulicas prehispánicas existentes a lo largo de la costa norte del Perú.

INFRAESTRUCTURA PRINCIPAL DE RIEGO EN EL ÁREA DE ESTUDIO

Principales Valles

- **Lambayeque**
- **Zaña**
- **Jequetepeque**
- **Chicama**
- **Moche (Santa Catalina)**
- **Santa**

INFRAESTRUCTURA PRINCIPAL DE RIEGO EN EL ÁREA DE ESTUDIO

Infraestructura Hidráulica

- **Sistemas de captación**
- **Sistemas de transporte**
- **Sistemas de distribución**
- **Sistemas de almacenamiento**

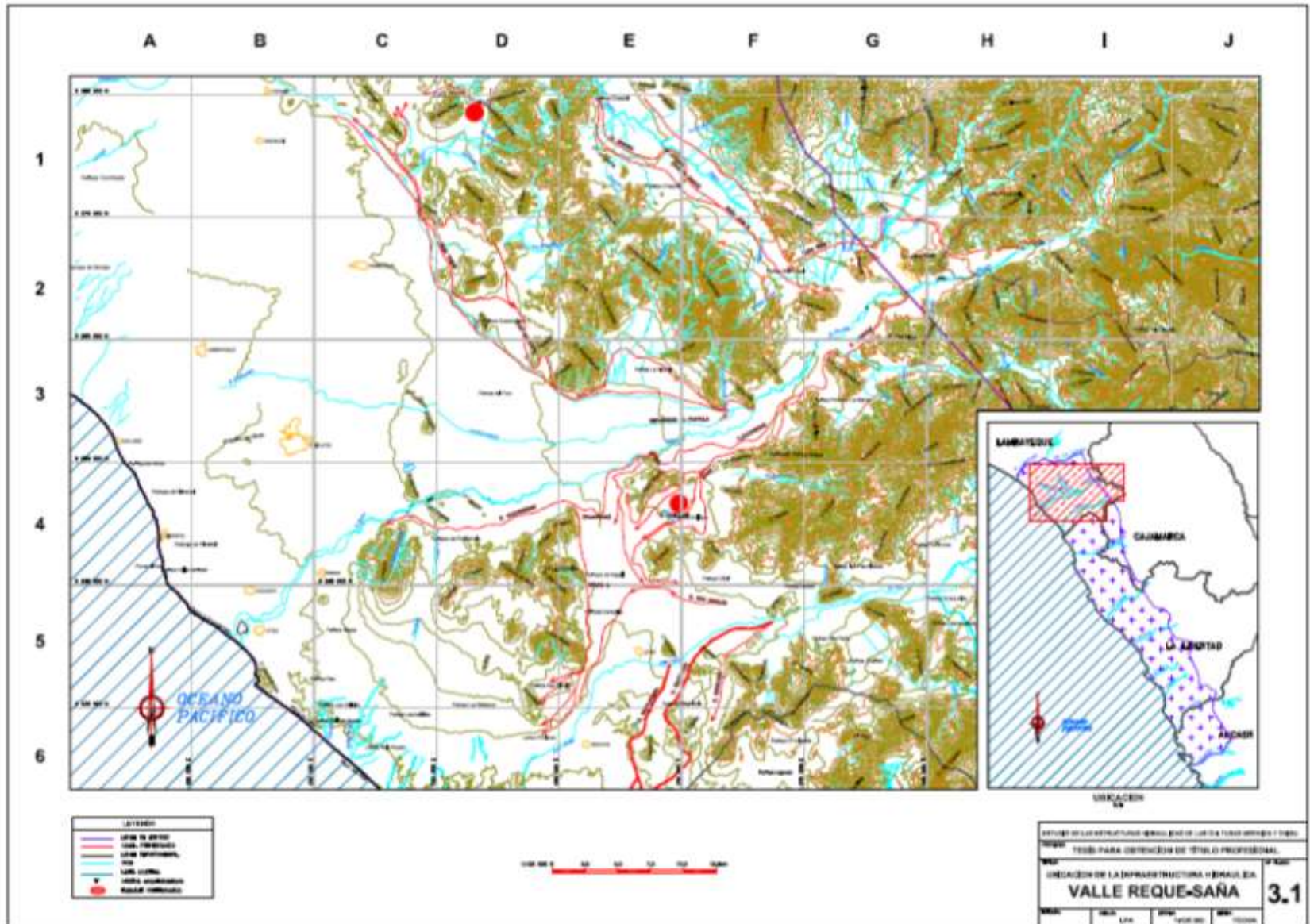
ELABORACION DEL PLANO DE INVENTARIO DE LA INFRAESTRUCTURA HIDRAULICA

Ubicación de la Infraestructura Hidráulica,

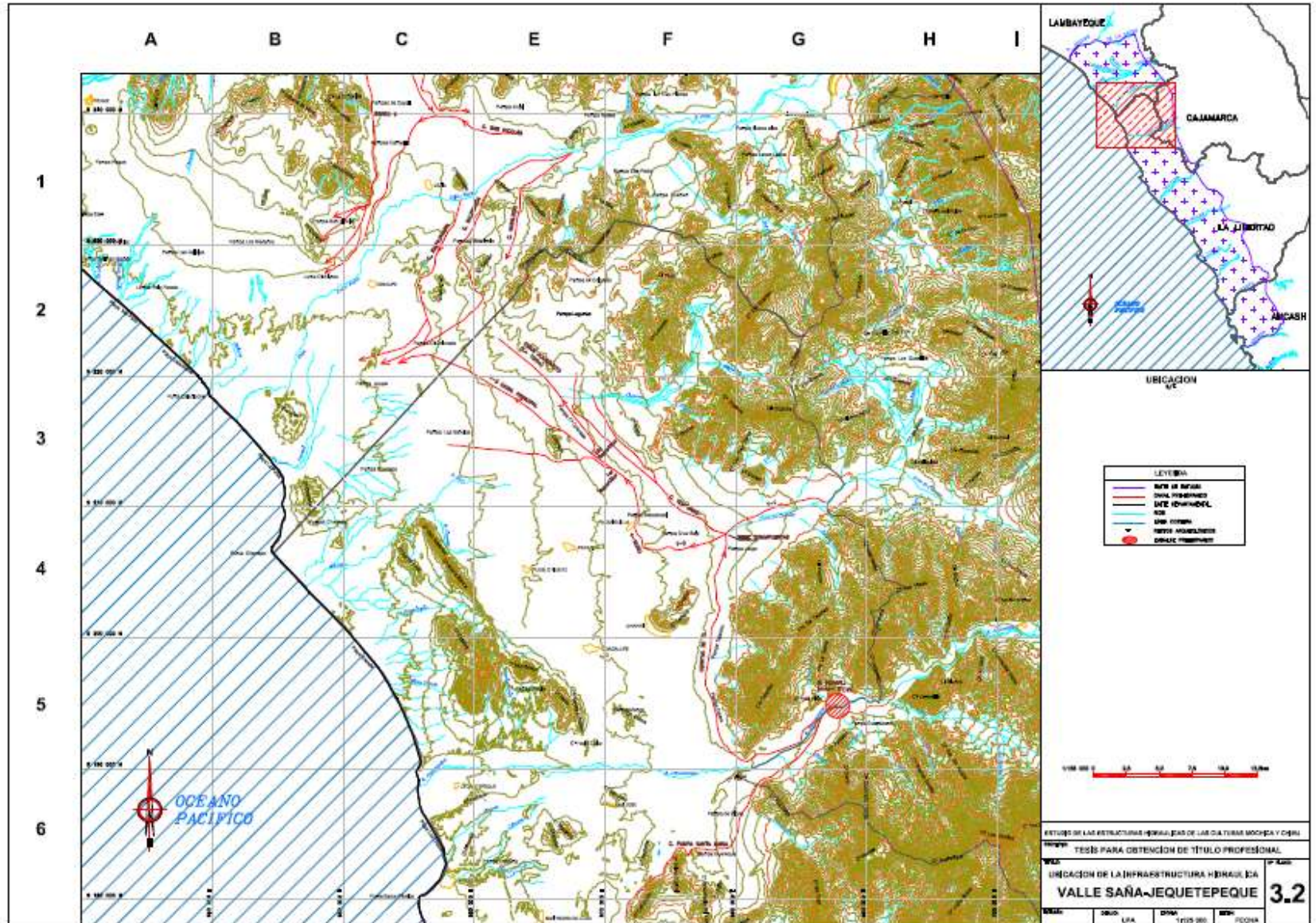
*Clasificada por Valles

Plano	Nº Plano
Ubicación de las Infraestructuras Hidráulicas Valle Reque-Zaña	3.1
Ubicación de las Infraestructuras Hidráulicas Valle Zaña-Jequetepeque	3.2
Ubicación de las Infraestructuras Hidráulicas Valle Chicama	3.3
Ubicación de las Infraestructuras Hidráulicas Valle Moche	3.4

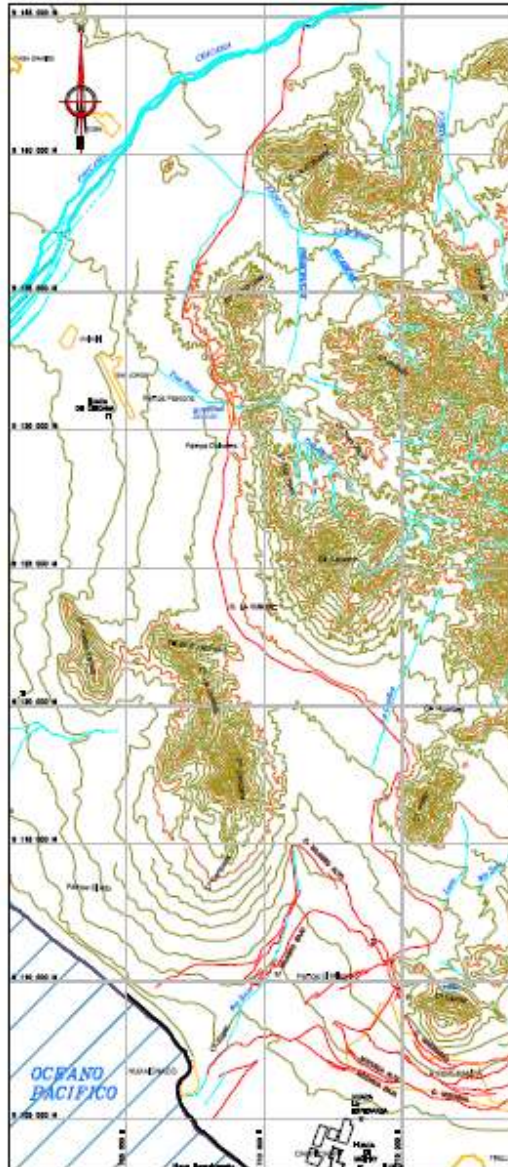
VALLE REQUE-SAÑA



VALLE SAÑA-JEQUETEPEQUE

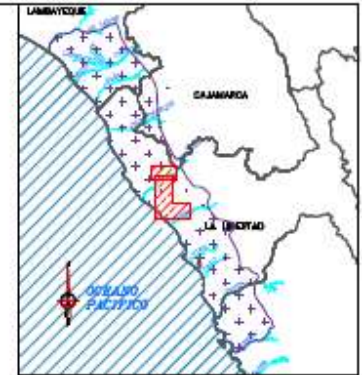
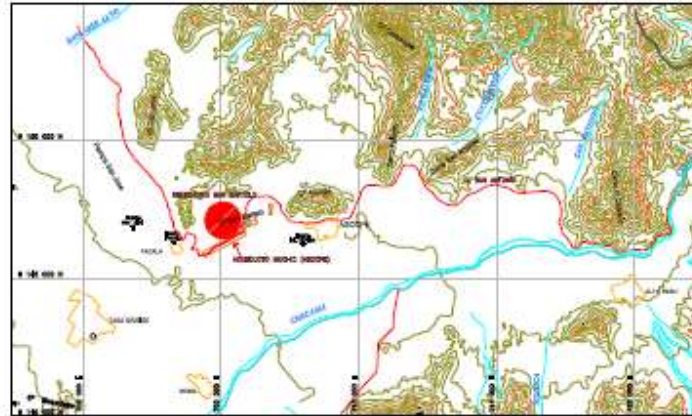


VALLE CHICAMA



CANAL LA CUMBRE

CANAL SAN ANTONIO

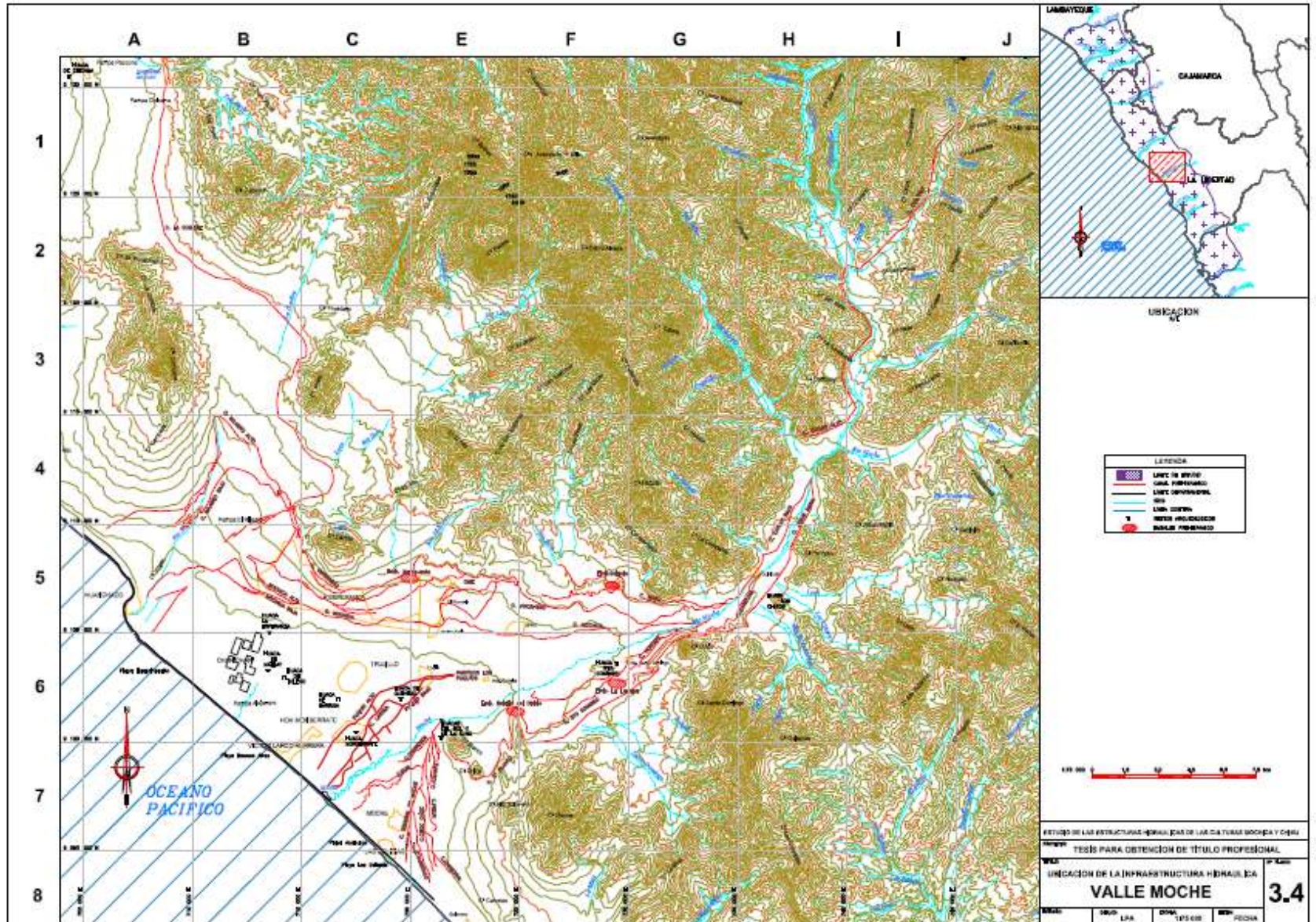


UBICACION



ESTUDIO DE LAS ESTRUCTURAS HERRAJEAS DE LAS CANTAS MOCHAS Y CANTA			
TESIS PARA OBTENCIÓN DE TÍTULO PROFESIONAL			
UBICACION DE LA INFRAESTRUCTURA HERRAJEAS			Escala
VALLE CHICAMA			3.3
FECHA:	ELABORADO POR:	OTRO:	FECHA:

VALLE MOCHE



ESTUDIO DE LA ESTRUCTURA ORGANIZACIONAL DE LAS CULTURAS BOQUEA Y OCHO
 TESIS PARA OBTENCION DE TITULO PROFESIONAL
 UBICACION DE LA INFRAESTRUCTURA HERRAJE SA
VALLE MOCHIE
3.4

FECHA:	UBICACION:	ESCALA:	PROYECTO:	FECHA:
	LPA	1:50,000		

INFRAESTRUCTURA PRINCIPAL DE RIEGO EN EL ÁREA DE ESTUDIO

Bocatomas

Nombre Estructura	Valle	Ubicación Plano N°, Cuadrícula N°	Longitud (km)	Dimensiones	Estado
Atajo	Lambayeque	Plano N° 3.1, C-3	-	-	-
Huabal	Jequetepeque	Plano N° 3.2, F-5	-	-	-

Acueductos

Nombre Estructura	Valle	Ubicación Plano N°, Cuadrícula N°	Longitud (km)	Dimensiones	Estado
Dique-Acueducto	Jequetepeque	Plano N° 3.2, D-2	10.0	h:7,5m	-
Ascope	Chicama	Plano N° 3.3	1.8	h:15m s:5,66 %	-
Licapa	Chicama	(*)			
Quebrada del oso	Chicama	Plano N° 3.3	1.1	-	-
Mampuesto	Moche	(*)			
Tambo Real	Santa	(*)	-	-	-
Acequia Incaica	Santa	(*)	33.6	-	-

Embalses

Nombre Estructura	Valle	Ubicación Plano N°, Cuadrícula N°	Longitud (km)	Dimensiones	Estado
Collique	Lambayeque	Plano N° 3.1, E-4	-	-	-
San Bartolo	Chicama	Plano N° 3.3	-	-	-
Mampuesto	Moche	Plano N° 3.4, C-5	0.8	h:10m b:20m	-
Bolsillo del Diablo	Moche	Plano N° 3.4, E-6	-	-	-

INFRAESTRUCTURA PRINCIPAL DE RIEGO EN EL ÁREA DE ESTUDIO

Canales

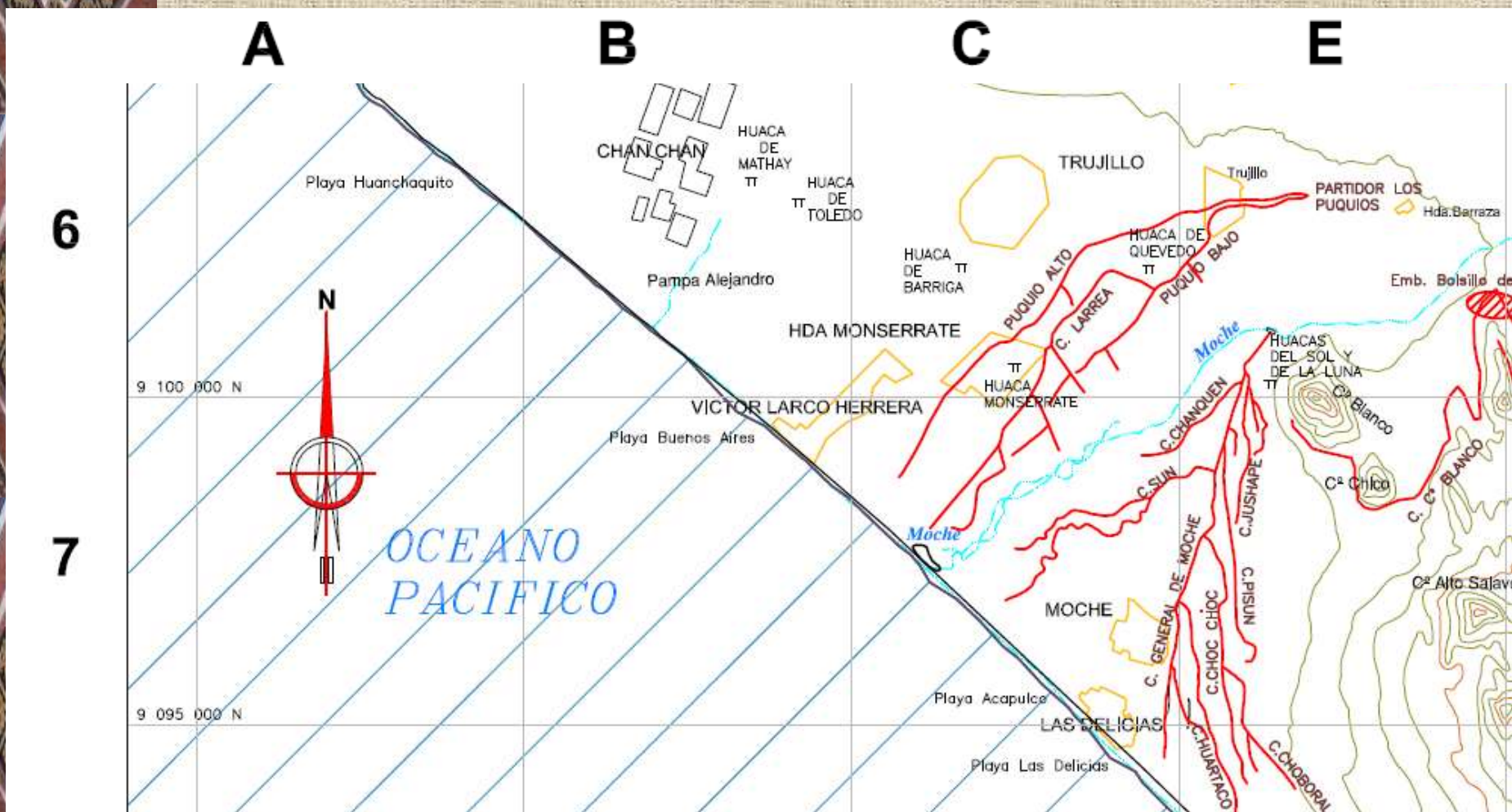
Nombre Estructura	Valle	Ubicación Plano N°, Cuadrícula N°	Longitud (km)	Dimensiones	Estado
Taymi Antiguo	Lambayeque	Plano N° 3.1, D-2	78.0	-	-
Taymi Anexo	Lambayeque	Plano N° 3.1, D-1	7.5	-	-
Racarumi I	Lambayeque	Plano N° 3.1, G-2	45.0	-	-
Racarumi II	Lambayeque	Plano N° 3.1, F-2	44.0	h:12 -15m	-
Chancay	Lambayeque	Plano N° 3.1, G-2	52.0	-	-
Cucureque	Lambayeque	Plano N° 3.1, F-3	42.0	-	-
Brazo 1	Lambayeque	Plano N° 3.1, F-4	19.0	-	-
Brazo 2	Lambayeque	Plano N° 3.1, E-4	17.0	-	-
C. Simpilipampa	Saña	Plano N° 3.2, C-2	17.0	-	-
C. Matalindo	Saña	Plano N° 3.2, E-1	10.0	-	-
C. Saltropon	Saña	Plano N° 3.2, C-1	23.0	-	-
San Nicolas	Saña	Plano N° 3.2, E-1	18.0	-	-
C. Talambo	Jequetepeque	Plano N° 3.2, F-5	26.0	h:4m , b:6m	-
C. Temprano	Jequetepeque	Plano N° 3.2, F-4	27.0	-	-
C. T-1	Jequetepeque	Plano N° 3.2, G-3	8.0	-	-
C. T-2	Jequetepeque	Plano N° 3.2, F-4	27.0	-	-
C. T-3	Jequetepeque	Plano N° 3.2, E-3	19.0	-	-
C. Pampa de Santa Maria/C. Tecapa	Jequetepeque	Plano N° 3.2, F-6	25.0	-	-
C. La Cumbre	Chicama	Plano N° 3.3	63.0	h:1-2m , b:2-10	-
C. San Antonio	Chicama	Plano N° 3.3	36.0	-	-
La Mochica	Moche	Plano N° 3.4, F-5	19.5	-	Rehab.
La Mochica Alta	Moche	Plano N° 3.4, B-5	3.3	-	Rehab.
La Mochica Bajo	Moche	Plano N° 3.4, B-5	8.7	b:3m	Rehab.
Puquio alto	Moche	Plano N° 3.4, C-6	8.2	-	Rehab.
Puquio bajo	Moche	Plano N° 3.4, E-6	4.8	-	Rehab.
Puquio de Larrea	Moche	Plano N° 3.4, C-6	5.6	-	Rehab.
Canal Sto. Domingo	Moche	Plano N° 3.4, F-6	7.0	-	Rehab.

INFRAESTRUCTURA PRINCIPAL DE RIEGO EN EL ÁREA DE ESTUDIO

Canales

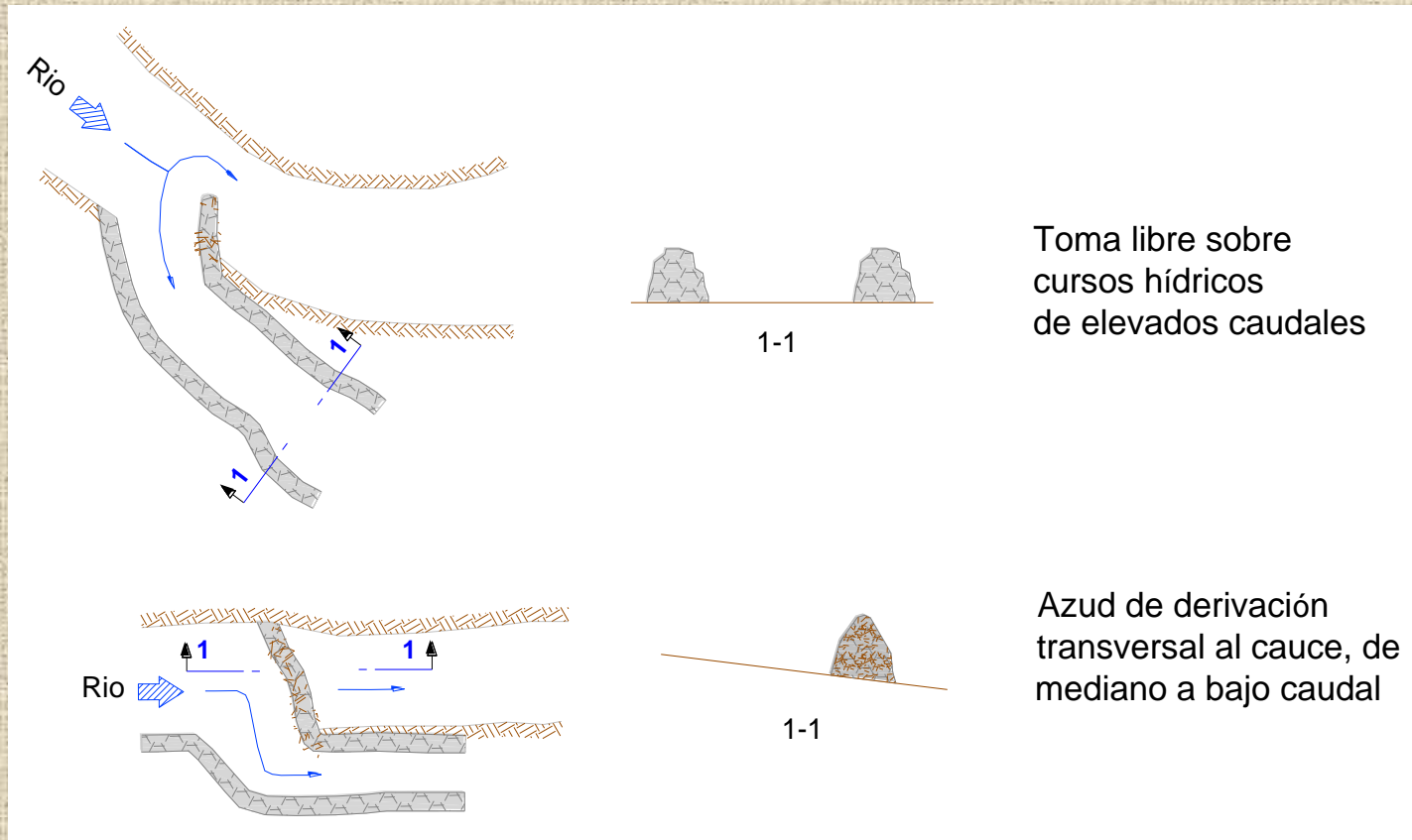
Nombre Estructura	Valle	Ubicación Plano N°, Cuadrícula N°	Longitud (km)	Dimensiones	Estado
General La Moche	Moche	Plano N° 3.4, C-7	6.9	-	Rehab.
Choc Choc	Moche	Plano N° 3.4, E-7	4.0	-	Rehab.
Chanquen	Moche	Plano N° 3.4, E-7	2.0	-	Rehab.
Sun	Moche	Plano N° 3.4, C-7	4.8	-	Rehab.
Pisun	Moche	Plano N° 3.4, E-7	3.6	-	Rehab.
Jushape	Moche	Plano N° 3.4, E-7	2.4	-	Rehab.
Mitin	Moche	(*)	-	-	-
Huabalito	Moche	(*)	-	-	-
Choboral	Moche	Plano N° 3.4, E-8	2.3	-	Rehab.
La Barraca	Moche	(*)	-	-	-
Quirihuas	Moche	Plano N° 3.4, H-5	10.7	-	Rehab.
El Tambo	Moche	(*)	-	-	-
Carrizo grande y chico	Moche	(*)	-	-	-
Moro	Moche	Plano N° 3.4, G-5	9.2	h:1.3m , b:3m	Rehab.
Vinchasao	Moche	Plano N° 3.4, F-5	24.7	h:1.1m , b:3-6m	Rehab.
Huatape	Moche	Plano N° 3.4, G-6	5.7	-	Rehab.
Jesus Maria	Moche	Plano N° 3.4, H-4	21.2	-	Rehab.
Cerro Blanco	Moche	Plano N° 3.4, E-7	7.5	-	Rehab.
Catuy Alto	Moche	Plano N° 3.4, H-4	-	-	Rehab.
Catuy Bajo	Moche	Plano N° 3.4, H-4	6.8	-	-
Cumbray	Moche	Plano N° 3.4, I-2	20.3	-	Rehab.
Milagro Alto	Moche	Plano N° 3.4, B-4	16.3	-	-
Milagro Bajo	Moche	Plano N° 3.4, B-4	7.1	-	-
Acequia Incaica	Santa	(*)	-	-	-
Acequia Santa Clara	Santa	(*)	-	-	-
La Puntilla	Lambayeque	Plano N° 3.1, F-3	-	-	-
Siete Compuertas	Jequetepeque	Plano N° 3.2, F-4	-	-	-
Los Puquios	Moche	Plano N° 3.4, E-6	-	-	Rehab.

Nombre Estructura	Valle	Ubicación Plano N°, Cuadrícula N°	Longitud (km)	Dimensiones	Estado
General La Moche	Moche	Plano N° 3.4, C-7	6.9	-	Rehab.
Choc Choc	Moche	Plano N° 3.4, E-7	4.0	-	Rehab.
Chanquen	Moche	Plano N° 3.4, E-7	2.0	-	Rehab.
Sun	Moche	Plano N° 3.4, C-7	4.8	-	Rehab.
Pisun	Moche	Plano N° 3.4, E-7	3.6	-	Rehab.
Jushape	Moche	Plano N° 3.4, E-7	2.4	-	Rehab.



CARACTERÍSTICAS GENERALES DE LA INFRAESTRUCTURA HIDRÁULICA

1. Bocatoma → Rústicas



Fuente: Damiani (2002)

CARACTERÍSTICAS GENERALES DE LA INFRAESTRUCTURA HIDRÁULICA

2. Canales →

Trapezoidal



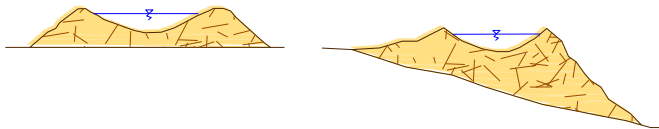
Sobre terraplén artificial o mixto

Rectangular



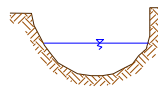
En terreno natural, terraplén artificial o mixto

Tolva



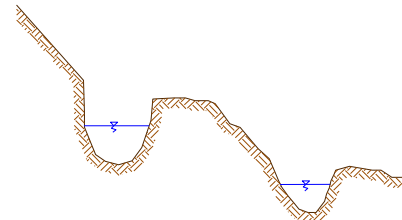
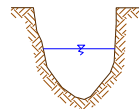
En terreno natural o sobre terraplén artificial

Circular



Sobre terraplén artificial

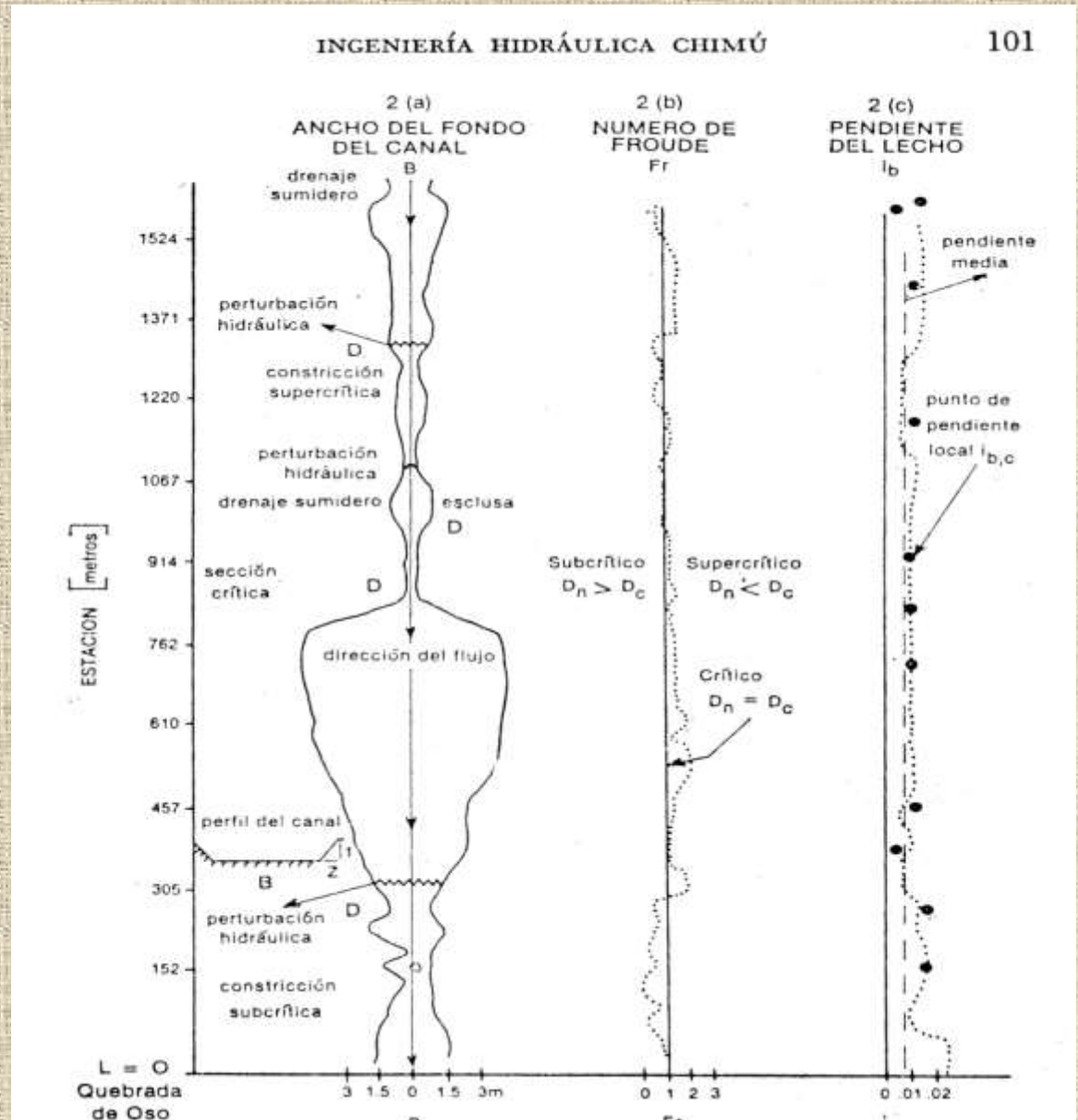
Ovoidal



En terreno natural o en terraplenes mixtos

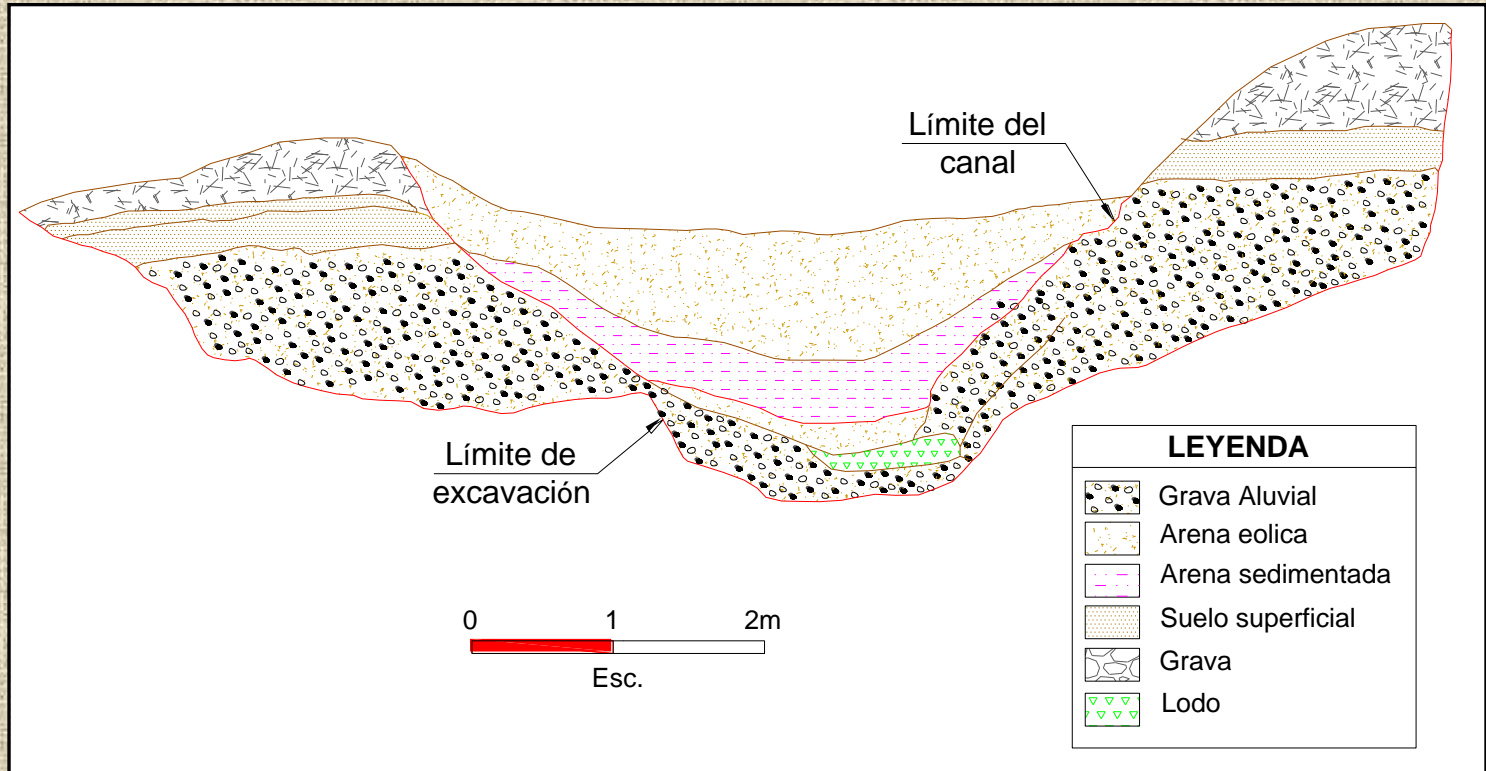
CARACTERÍSTICAS - CANALES

- Alineamiento
- Velocidad



CARACTERÍSTICAS - CANALES

- Sedimentación y erosión del canal



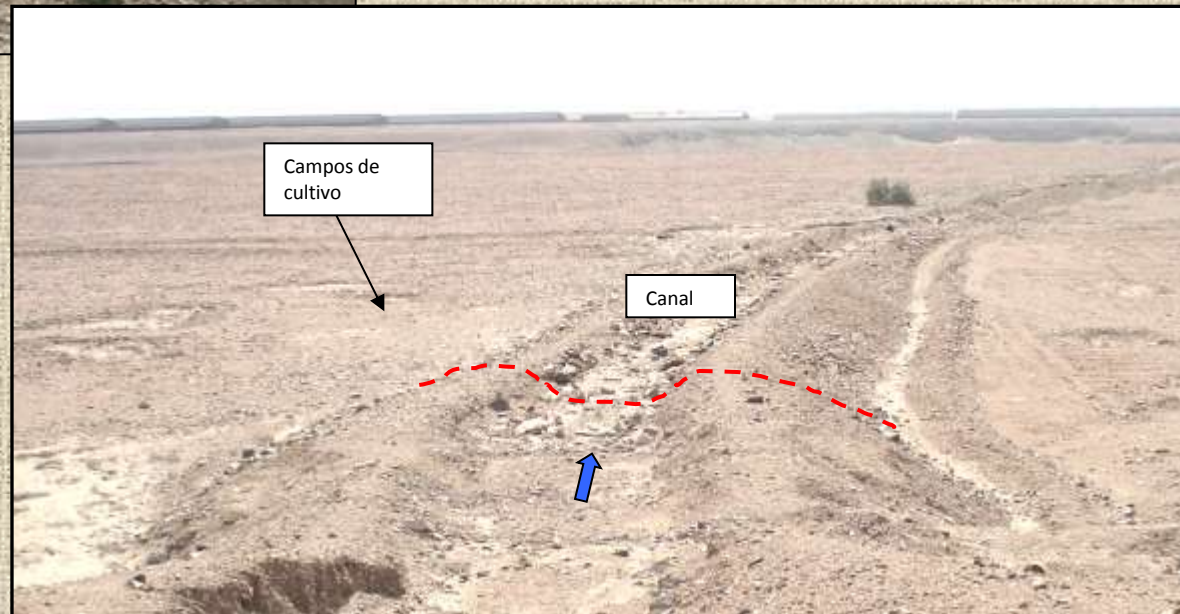
Sección transversal del Canal La Cumbre (Kus,1973)

CARACTERÍSTICAS - CANALES

- Zonas de laderas



- Zonas llanas



CARACTERÍSTICAS - CANALES

- Canales secundarios

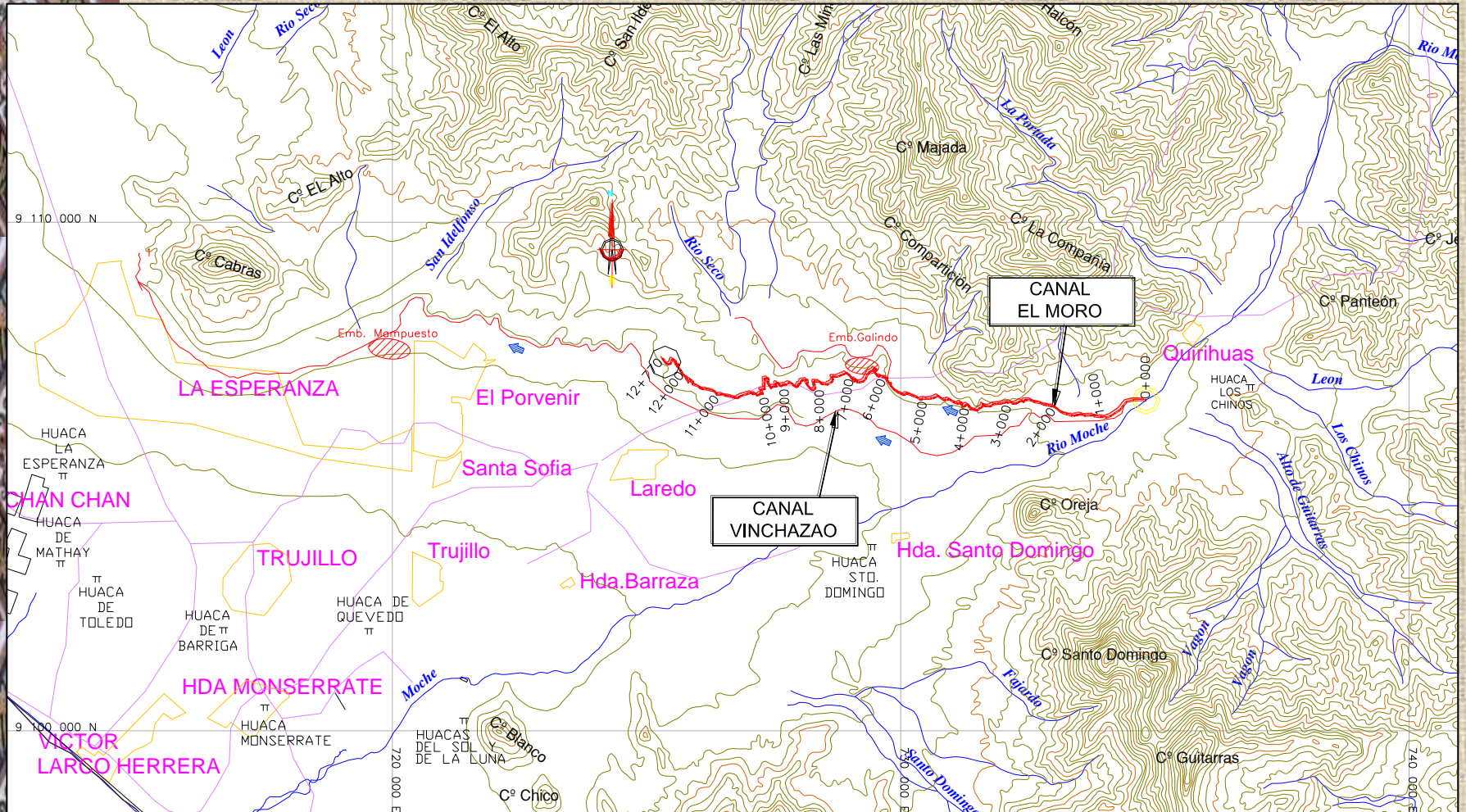


CARACTERÍSTICAS GENERALES DE LA INFRAESTRUCTURA HIDRÁULICA

3. Acueductos → atravesar zonas de quebradas o depresiones.
4. Embalses → abastecimiento en época de estiaje.



ESTUDIO DEL CANAL EL MORO

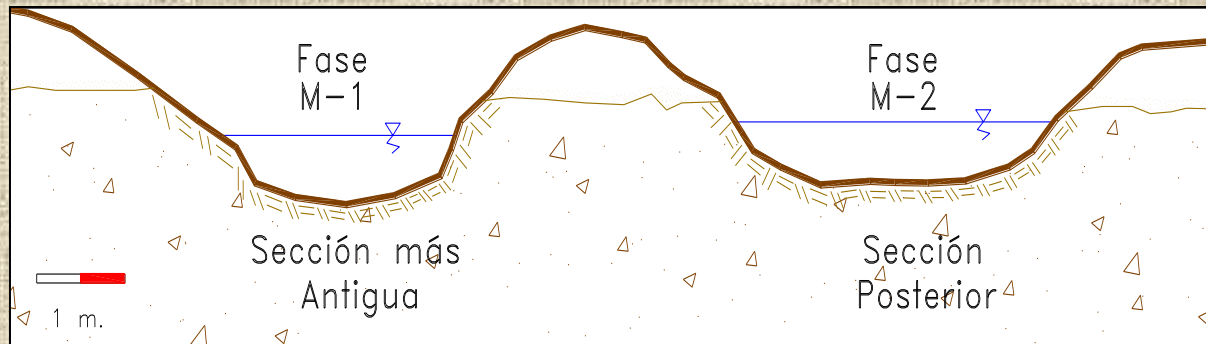


Ubicación del Canal El Moro

ESTUDIO DEL CANAL EL MORO

Situación Original :

- Ortloff et al., 1985 → Época de los Moches
- Dos fases de uso
 - Fase 1 → Moche IV y Chimú Temprano $Q=2,4 \text{ m}^3/\text{s}$
 - Fase 2 → Chimús, después de un evento FEN 1100 DC (Niño de Naylamp) $Q=5,8 \text{ m}^3/\text{s}$



ESTUDIO DEL CANAL EL MORO

Situación actual:

$$n = 0,03$$

$$S = 0,002 \text{ m/m}$$

$$Q = 2,6 \text{ m}^3/\text{s}$$

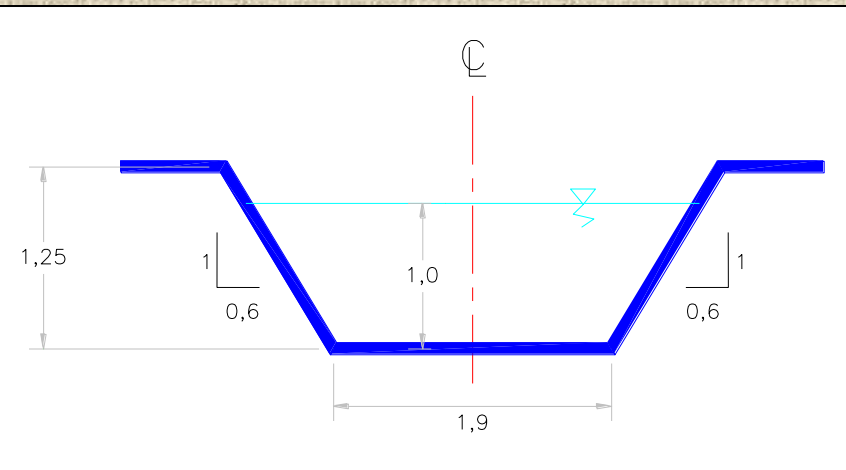
$$V = 1,0 \text{ m/s}$$

Estabilidad del canal erosionable:

$$\tau_0 = 1,02 \text{ kg/m}^2 \text{ (Esfuerzo cortante)}$$

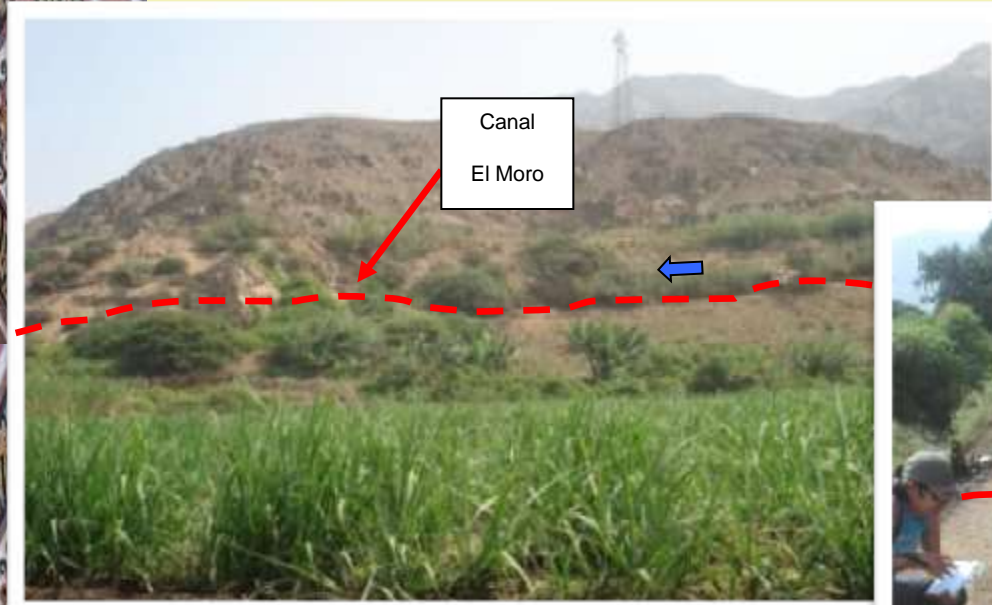
$$\tau_c = 1,1 \text{ kg/m}^2 \text{ (Esfuerzo cortante crítico)}$$

$$\tau_0 < \tau_c \rightarrow \text{canal estable}$$



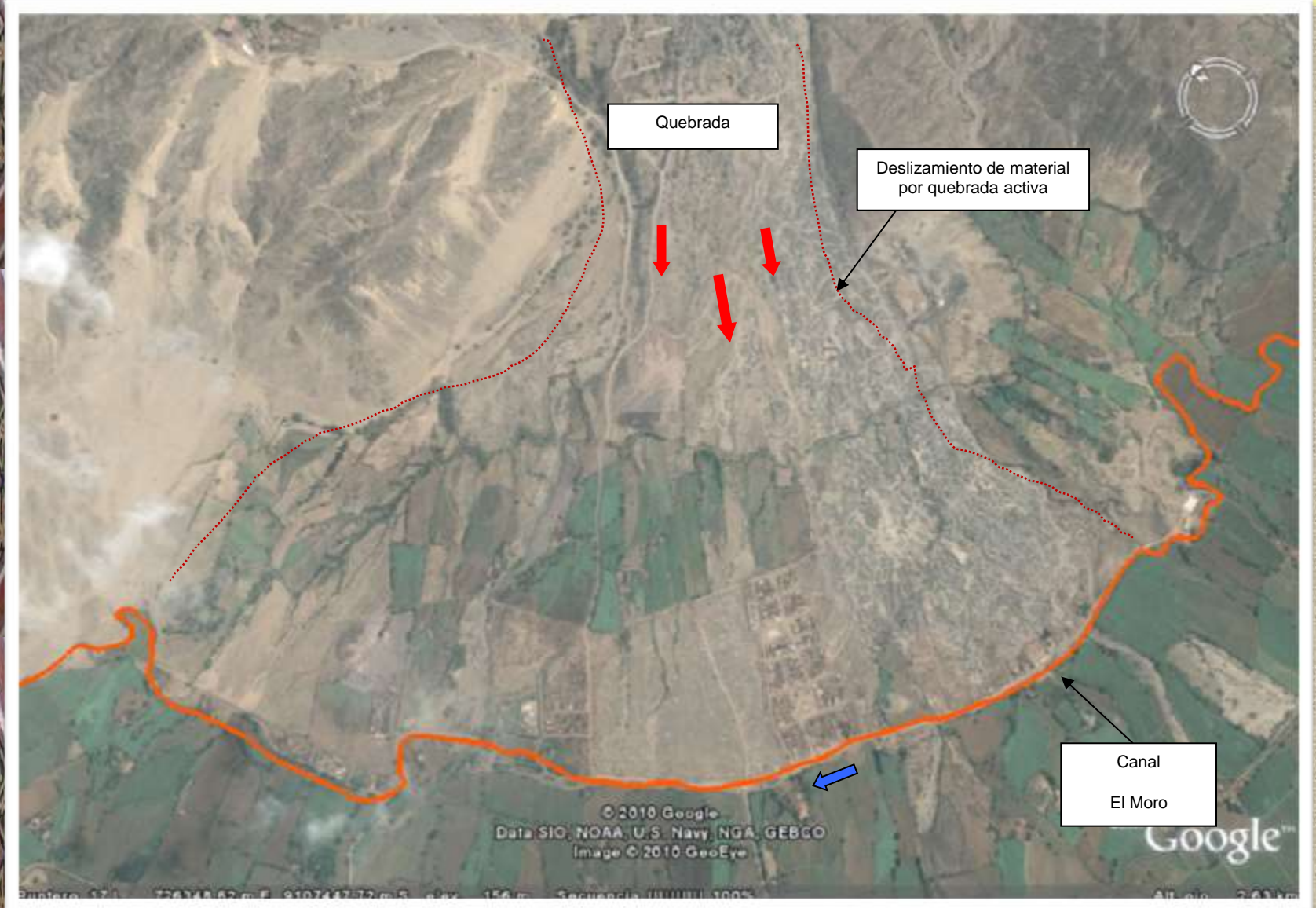
Sección Típica Promedio del Canal original El Moro (0+000-1+000)

ESTUDIO DEL CANAL EL MORO



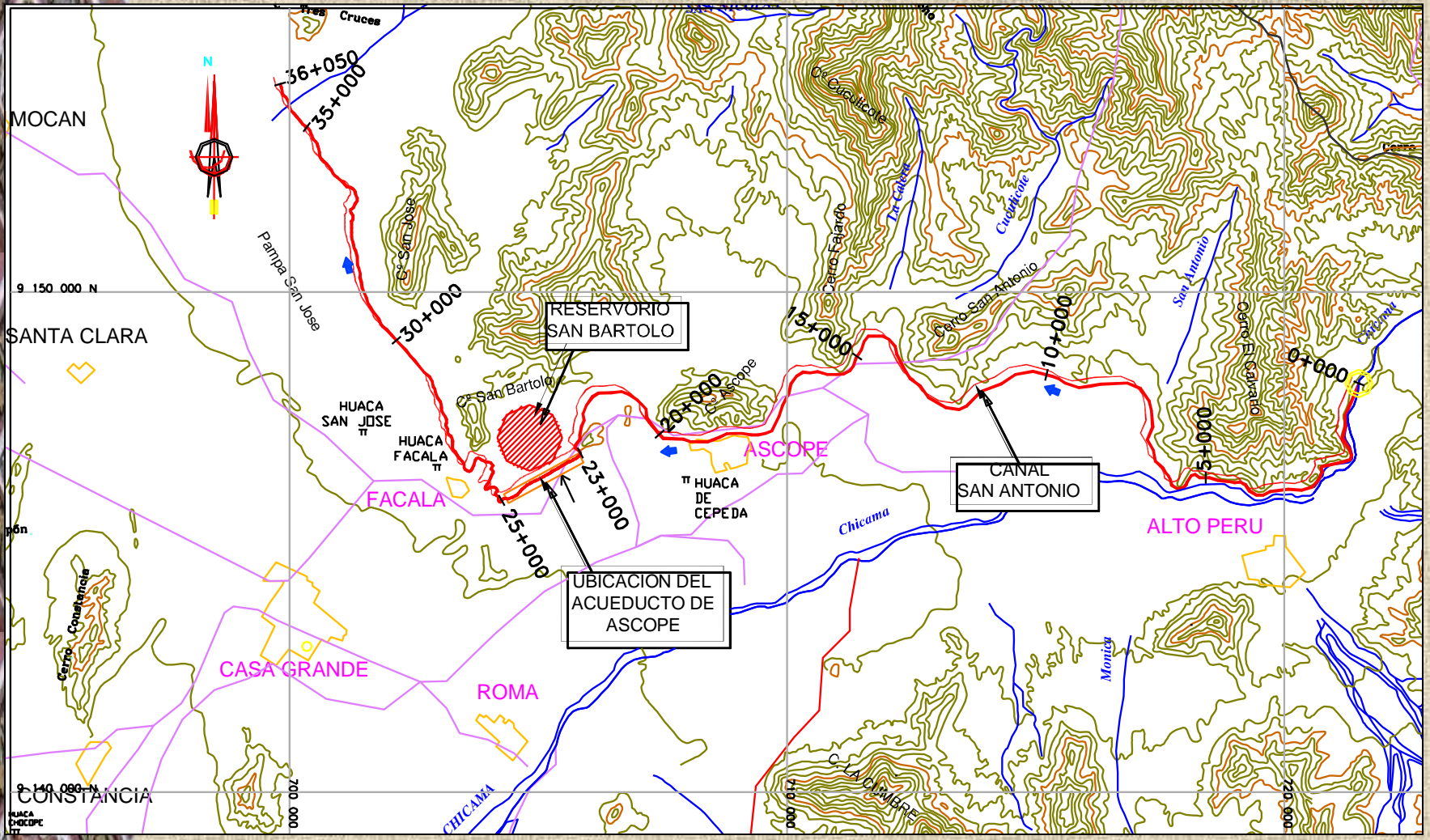
(a) Tramo del canal a media ladera.
(b, c) Canal El Moro en Topografía Plana

ESTUDIO DEL CANAL EL MORO



Cruce de Quebrada en el Canal El Moro

ESTUDIO DEL ACUEDUCTO DE ASCOPE



Ubicación del acueducto de Ascope – Sistema de irrigación La Laguna

ESTUDIO DEL ACUEDUCTO DE ASCOPE



- Volumen de material Utilizado: 420 000 m³
- Tiempo de construcción: 510 trabajadores → 165 días
- Área irrigada: considerando maíz → 1 830 ha

ESTUDIO DEL ACUEDUCTO DE ASCOPE

Situación actual:

$$n = 0,03$$

$$S = 0,002 \text{ m/m}$$

$$Q = 2,5 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$V = 1,1 \text{ m/s}$$

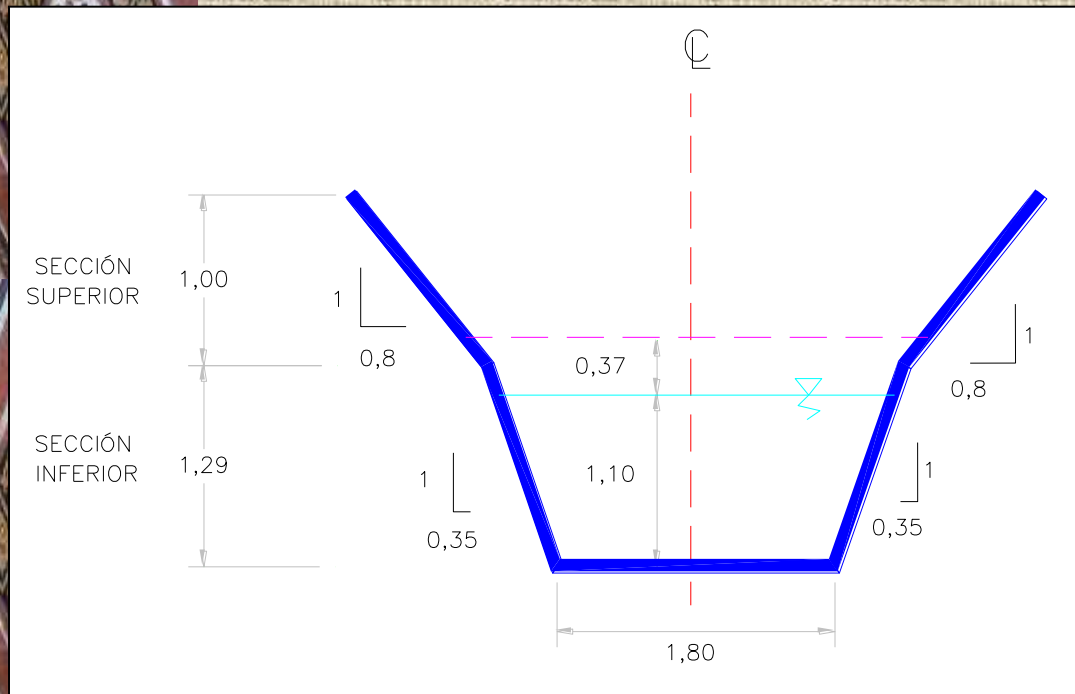
Estabilidad del canal erosionable:

Velocidad permisible

$$V_{ad.} = 1,2 \text{ m/s}$$

$$\tau_0 = 1,2 \text{ kg/m}^2 \text{ (Esfuerzo cortante)}$$

$$\tau_c = 1,3 \text{ kg/m}^2 \text{ (Esfuerzo cortante crítico)}$$



$$\begin{aligned} V &< V_{ad.} \\ \tau_0 &< \tau_c \end{aligned}$$

canal estable

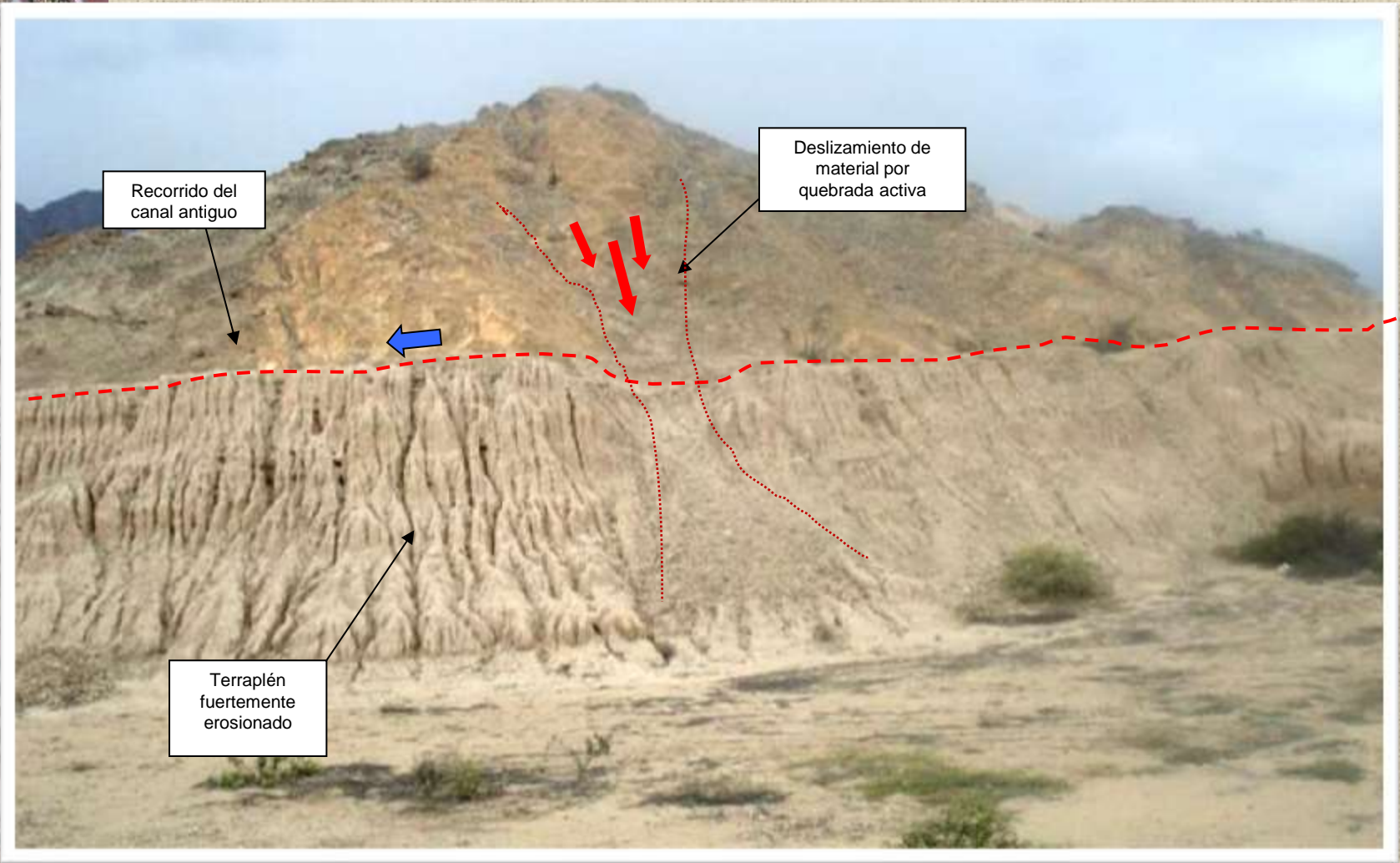
Sección Perfilada del Canal-
Acueducto.

ESTUDIO DEL ACUEDUCTO DE ASCOPE



Acueducto de Ascope y el Antiguo Canal que bordea los cerros

CANAL MÁS ANTIGUO



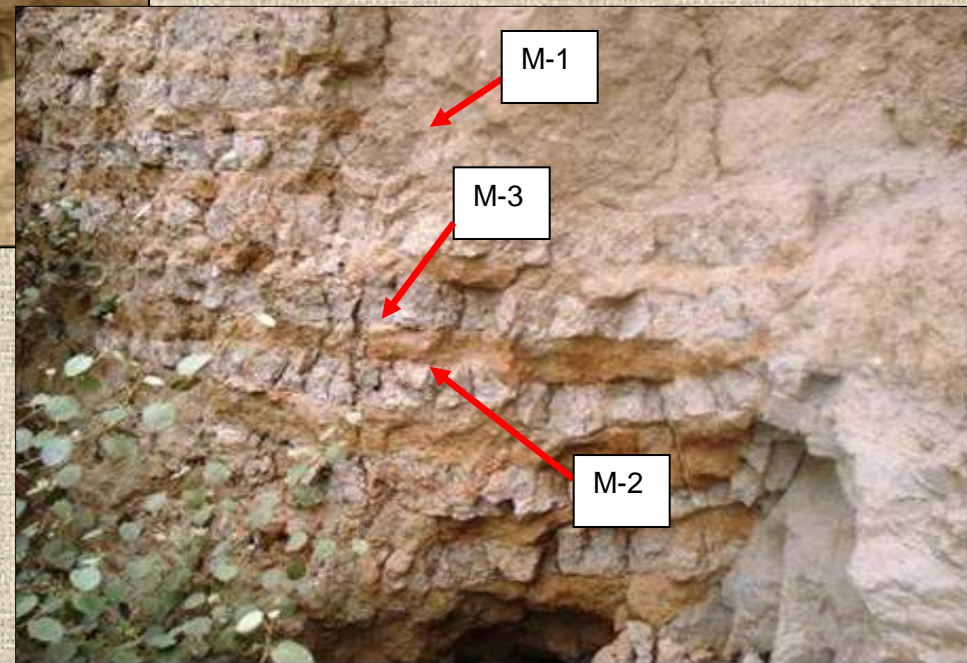
Canal antiguo afectado por la geodinámica de las quebradas que lo cruzan

CONSTRUCCIÓN DEL TERRAPLÉN



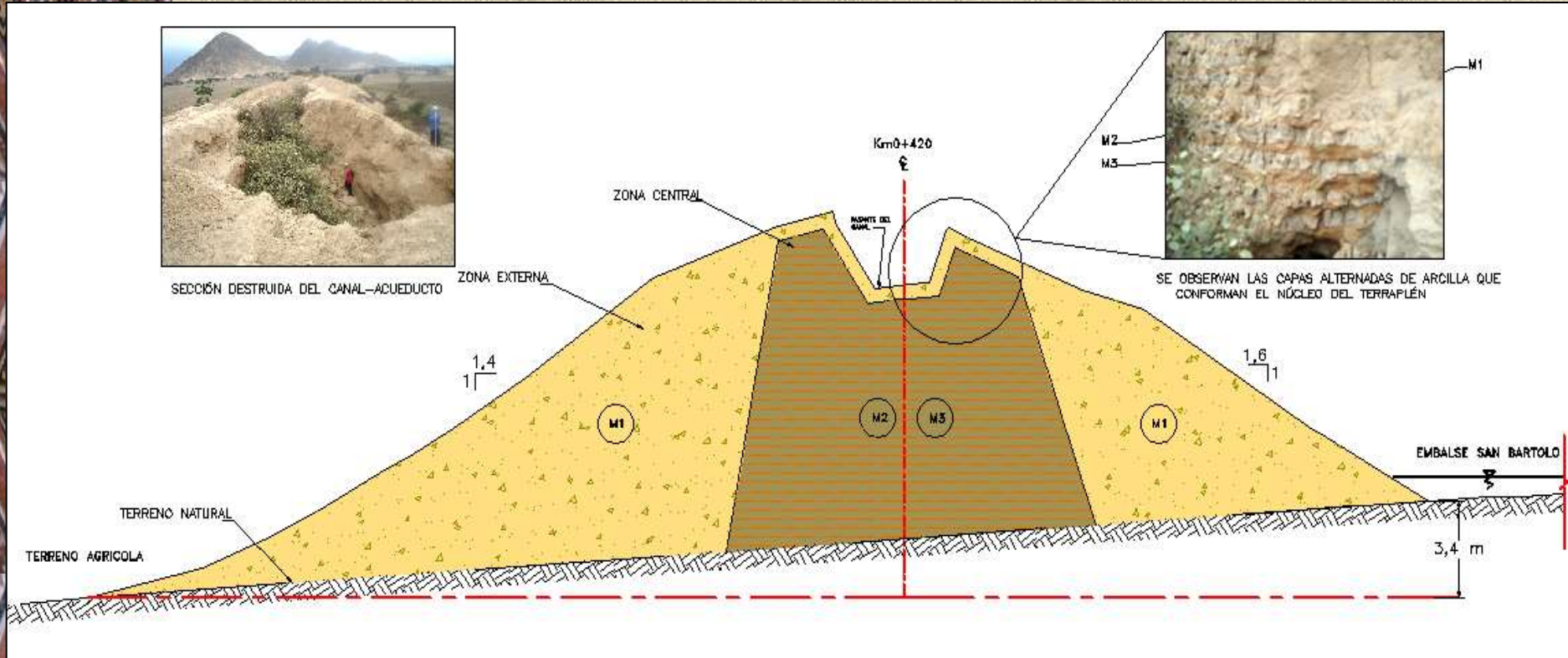
(a) Forado en el terraplén

(b) Conformación del cuerpo interno del terraplén



Muestra	Color	Clasificación S.U.C.S.	Clasificación AASHTO	
				IG
M-1	Pardo amarillento	CL-ML	A-4	5
M-2	Grisáceo	CL	A-6	16
M-3	Pardo amarillento	CL	A-7-6	20

CONSTRUCCIÓN DEL TERRAPLÉN

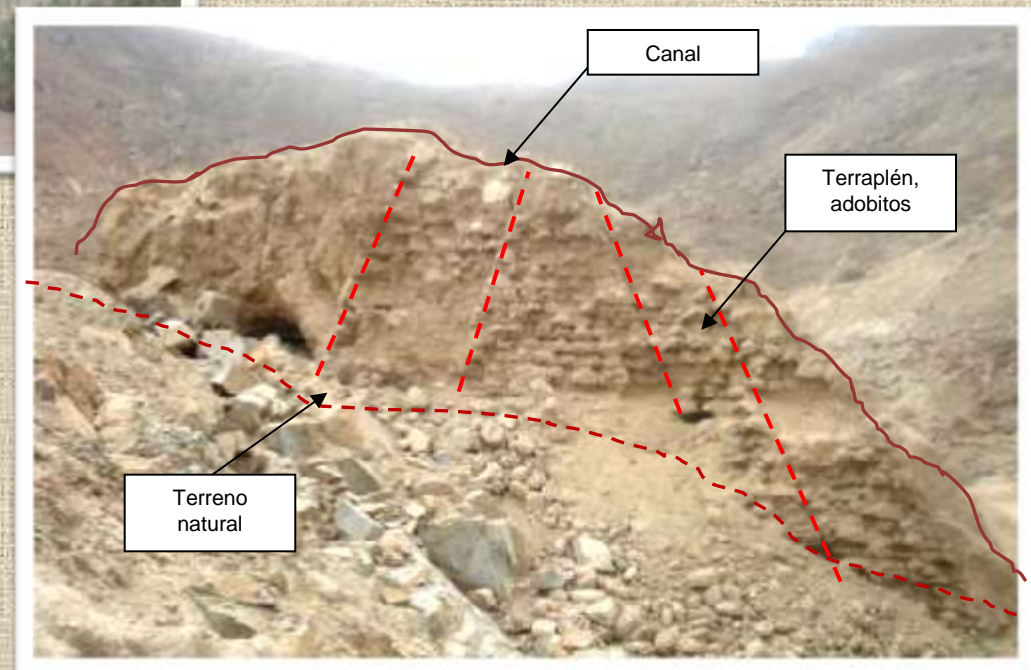


Conformación del terraplén acueducto de Ascope

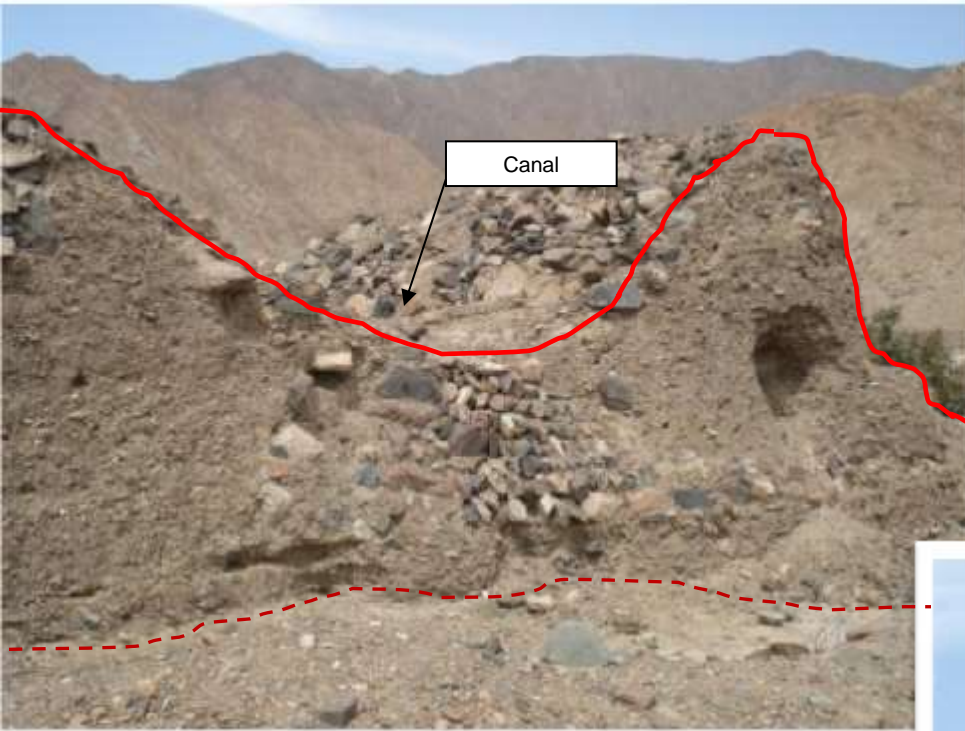
OTROS TIPOS DE TERRAPLÉN



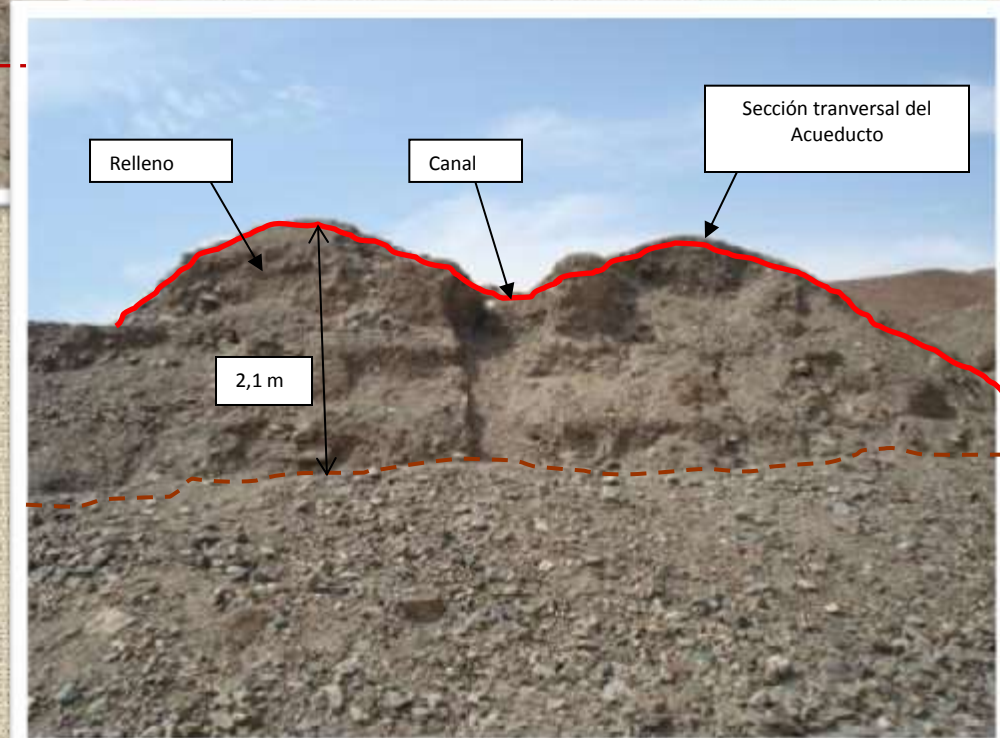
(a, b) Sección transversal de terraplenes cercanos al acueducto de Ascope.



OTROS TIPOS DE TERRAPLÉN



(a, b) Sección transversal de terraplenes, canal La Cumbre.

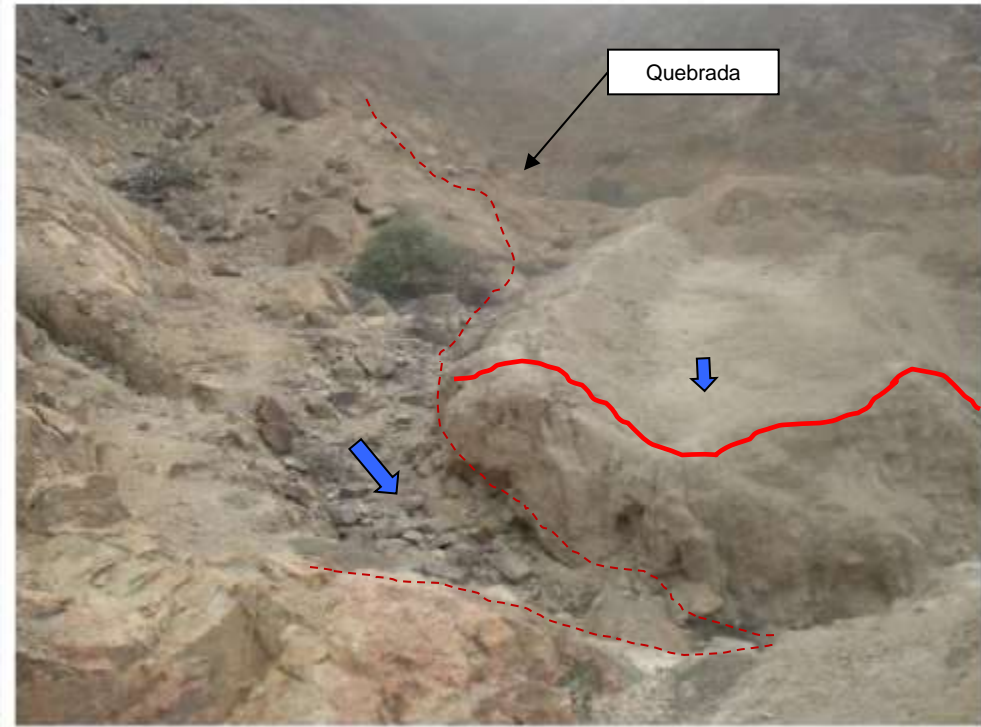


(1) QUEBRADAS



Quebrada del Oso-Canal La Cumbre

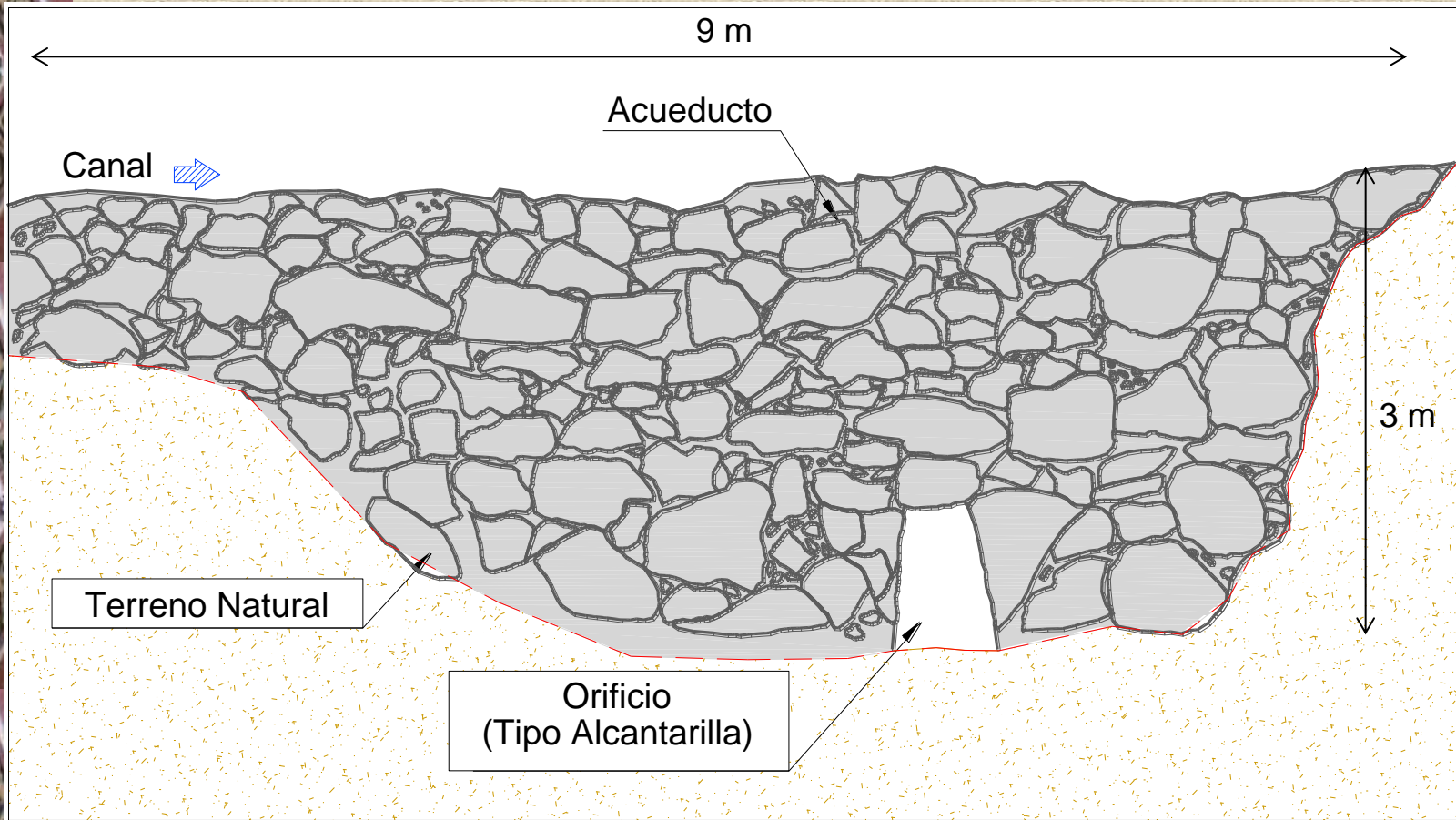
(1) QUEBRADAS



- (a) Canal Antiguo
- (b) Canal La Cumbre.



(1) QUEBRADAS



Fuente: Manrique/Suarez (1990)

- Acueducto con orificio tipo alcantarilla- Valle de Moche
- Complejo la Carbonera.

(2) EMBALSE SAN BARTOLO



- En el embalse San Bartolo no se ha encontrado ninguna estructura de descarga.

CONCLUSIONES

- La infraestructura hidráulica desarrollada por las Culturas Moche y Chimú, involucra sistemas de captación, canales, acueductos y embalses.
- La red de canales de irrigación, en el área de influencia, asciende en total a 816 km, principalmente en los valles de Lambayeque, Jequetepeque y Moche.
- Se estima que en la época de las Culturas Moche y Chimú se produjeron aproximadamente 15 Fenómenos de El Niño (Meganiños).
- El perfeccionamiento constructivo de los sistemas de irrigación fue gradual.

CONCLUSIONES

- Los canales en tramos de cruce de quebradas, carecían de una estructura que permitiera descargar el escurrimiento superficial de la quebrada (tipo alcantarilla), por lo que en la mayoría de los casos se encontraron estos tramos colapsados, lo que demuestra que aún se encontraban en proceso de perfeccionamiento en el diseño de estas estructuras.
- Con respecto al denominado embalse de San Bartolo, no se ha encontrado ninguna estructura de descarga del embalse, es difícil que los Moches o los Chimúes hayan podido aprovechar las aguas de este embalse en épocas de estiaje.

CONCLUSIONES

- Los vestigios de estas estructuras hidráulicas nos muestran la extensión de las zonas agrícolas que se desarrollaron en la época de las culturas Moche y Chimú y que en la actualidad se encuentran abandonadas. Parte de la solución en la recuperación de estas zonas es la puesta en valor de estas estructuras, utilizando técnicas y procedimientos constructivos modernos.



¡¡¡MUCHAS GRACIAS!!!