



RESOLUCIÓN DIRECTORAL N° 001 -2018-ANA-DPDRH

Lima, 03 SET. 2018

VISTO:

El Informe Técnico N° 039-2018-ANA-DPDRH-UEPRH/MMGB; y,

CONSIDERANDO:

Que, la Directiva General N° 06-2011-ANA-J-OPP denominada "Normas y procedimientos para el elaboración, entrega, recepción, aprobación, difusión y cautela de los estudios financiados con recursos de la Autoridad Nacional del Agua" en el acápite a) del numeral 5.4, establece que los estudios financiados por la Autoridad Nacional del Agua, una vez concluidos, son aprobados obligatoriamente mediante resolución del órgano encargado de la elaboración de los mismos;

Que, el Reglamento de Organización y Funciones (ROF) de esta Autoridad, aprobado por Decreto Supremo N° 018-2017-MINAGRI, en el numeral j) del artículo 40 establece como función de esta Dirección, participar, promover, proponer y supervisar, en el marco del Sistema Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres (SINAGERD), las acciones de prevención y mitigación de daños por ocurrencia de eventos hidrológicos extremos y de menor magnitud asociados al cambio climático, en coordinación con los gobiernos regionales y locales;

Que, el Informe Técnico del visto refiere que el "Estudio de Tratamiento del cauce del río Chira para el control de inundaciones" establece los parámetros hidrológicos e hidráulicos del río como caudales máximos de diseño, ancho estable del río que facilite el tránsito de avenidas ordinarias y extremas, corrigiendo los tramos trenzados, estrangulamientos del cauce niveles de flujo, velocidades máximas y otros, se ha identificado zonas vulnerables, susceptibles a desborde y erosión por acción del río Chira por influencia de las quebradas y por la inadecuada extracción de material de acarreo, concluyendo sea aprobado el citado Estudio;

Que, el Plan Operativo Institucional (POI) 2016 de la Autoridad Nacional del Agua, aprobado por Resolución Jefatural N° 332-2015-ANA y sus modificaciones, estableció en la Meta Presupuestaria N° 152: Estudios de tratamiento de cauces para el control de avenidas; la Tarea N° 11: "Estudio de tratamiento de cauce para el control de inundaciones de los ríos priorizados en la AAA Jequetepeque - Zarumilla" incluyendo en el Formato N° 4, al río Chira, tarea a cargo de la entonces Dirección de Estudios de Proyectos Hidráulicos Multisectoriales;

Que, la Oficina de Asesoría Jurídica a través del Informe Legal N° 744-2018-ANA-OAJ, concluye que es viable aprobar mediante resolución el citado estudio;



Que, la Oficina de Planeamiento y Presupuesto con Memorándum N° 2184-2018-ANA-OPP/UPM opina que el citado Estudio formó parte de la Tarea 11 de la Meta Presupuestaria N° 152 del POI Institucional 2016;

Que, el "Estudio Tratamiento del cauce del río Chira para el control de inundaciones" constituye una herramienta de gestión para los Consejos de Cuenca, Gobiernos Regionales, Gobiernos Locales e instituciones privadas, de tal manera que les permita planificar medidas estructurales y no estructurales para la reducción del riesgo de inundaciones y erosión fluvial en el río Chira;

Que, en aplicación a lo previsto en la Directiva General N° 06-2011-ANA-J-OPP, corresponde emitir el acto administrativo que apruebe el "Estudio tratamiento del cauce del río Chira para el control de inundaciones";

Con el visto de la Oficina de Asesoría Jurídica y en aplicación de las facultades previstas en el numeral j) del artículo 40 del Reglamento de Organizaciones y Funciones de la Autoridad Nacional del Agua aprobado por Decreto Supremo N° 018-2017-MINAGRI;

SE RESUELVE:

ARTÍCULO 1.- Aprobar el "Estudio Tratamiento del cauce del río Chira para el control de inundaciones", estructurado en ocho (8) capítulos, que como anexo forma parte integrante de la presente resolución.

ARTÍCULO 2.- Disponer la publicación de la presente resolución y del estudio aprobado en el artículo precedente en el portal institucional: www.ana.gob.pe.

Regístrese y comuníquese,



Ing. CARLOS ANTONIO PERLECHE FUENTES

Director

Dirección de Planificación y Desarrollo de los Recursos Hídricos
Autoridad Nacional del Agua



MINISTERIO
DE AGRICULTURA
Y RIEGO



Autoridad Nacional del Agua



Estudio de Tratamiento de Cauce del río Chira para el Control de Inundaciones

Dirección de Estudios de Proyectos Hidráulicos Multisectoriales





MINISTERIO
DE AGRICULTURA
Y RIEGO



Autoridad Nacional del Agua



Río Chira

Capítulo I: Generalidades



1



ANA	FOLIO N°
DPDRH	03

MINISTERIO DE AGRICULTURA

José Manuel Hernández

Ministro de Agricultura

AUTORIDAD NACIONAL DEL AGUA

Ing. Juan Carlos Sevilla Gildemeister

Jefe

DIRECCIÓN DE ESTUDIOS DE PROYECTOS HIDRAULICOS MULTISECTORIALES

Ing. Tomás Alfaro Abanto

Director

Coordinador del estudio: Ing. Tomás Alfaro Abanto

Equipo técnico: Ing. Jeanne Susan Quiñones Rojas

Ing. Juan Bardález Reátegui

Eco. Wuilliams Eduardo Ciurlizza Garnique

Servicios: Ing. Javier Zenón Hernández Muchaypiña (Geología y Geotecnia)

ANA	FOLIO N°
DPDRH	04

INDICE GENERAL

RESUMEN EJECUTIVO

CAPITULO I: Generalidades

- 1.1 Antecedentes
- 1.2 Objetivos
 - 1.2.1 Objetivo General
 - 1.2.2 Objetivos Específicos
- 1.3 Articulación con los Planes Estratégicos
- 1.4 Ámbito del estudio
- 1.5 Problemática
- 1.6 Justificación

CAPITULO II: Datos de la cuenca

- 2.1 Generalidades
- 2.2 Características geomorfológicas
- 2.3 Principales tributarios

CAPITULO III: Geología y geotecnia

- 3.1 Generalidades
 - 3.1.1 Introducción
- 3.2 Objetivo del estudio
- 3.3 Ubicación del proyecto
- 3.4 clima e hidrografía general
- 3.5 accesos terrestres y aéreos al área del proyecto
 - 3.5.1 Carreteras Principales
 - 3.5.2 Vía Aérea
- 3.6 Metodología de trabajo
- 3.7 Equipo de investigación
- 3.8 Geología Regional
 - 3.8.1 Unidades Litológicas
- 3.9 Unidades Geomorfológicas
- 3.10 Riesgos Geodinámicos Externos en el Área de Estudio
- 3.11 Geotecnia del área de estudio
 - 3.11.1 Consideraciones sísmicas
 - 3.11.2 Investigaciones geológico-geotécnicas en el río Chira
- 3.12 Cantera de rocas
 - 3.12.1 Cantera de Rocas ubicadas en el río Chira
- 3.13 Cálculo de la capacidad portante
- 3.14 Conclusiones
- 3.15 Recomendaciones

CAPITULO IV: Caudales máximos – eventos extremos

- 4.1 Umbral De Caudales

ANA	FOLIO N°
DPDRH	05

- 4.2 Planteamiento Hidrológico
 - 4.2.1 Método estadístico
 - 4.2.2 Método Fuller
 - 4.2.3 Método Envolvente de Creager
- 4.3 Cálculo de Caudales Máximos
- 4.4 Resultados
- 4.5 Conclusiones y Recomendaciones

CAPITULO V: Análisis de la Vulnerabilidad

- 5.1 Identificación de peligros
- 5.2 Identificación de zonas vulnerables
 - 5.2.1 Poblaciones vulnerables por activación de quebradas
 - 5.2.2 Identificación y descripción de puntos críticos en cauce principal
- 5.3 Conclusiones y recomendaciones

CAPITULO VI: Hidráulica fluvial

- 6.1 Análisis hidráulico del cauce
 - 6.1.1 Morfología fluvial
 - 6.2.2 Acondicionamiento del cauce al régimen de equilibrio
 - 6.2.3 Parámetros hidráulicos fluviales y elementos del cauce
 - 6.2.4 Llanura de inundación
- 6.2 Granulometría
- 6.3 Análisis de socavación

CAPITULO VII: Propuesta de medidas estratégicas

- 7.1 Medidas en el cauce principal
- 7.2 Presupuesto

CAPITULO VIII: Conclusiones y recomendaciones

ÍNDICE

CAPITULO I.....	3
GENERALIDADES	3
1.1 Antecedentes	3
1.2 Objetivos	3
1.2.1 Objetivo General.....	3
1.2.2 Objetivos Específicos	4
1.3 Articulación con los instrumentos de gestión	4
1.4 Ámbito del estudio	5
1.4.1 Ubicación geográfica	5
1.4.2 Demarcación Hidrográfica.....	5
1.4.3 Demarcación Política	5
1.4.4 Demarcación Administrativa.....	5
1.5 Problemática	6
1.6 Justificación	8



CAPITULO I

GENERALIDADES

1.1 Antecedentes

Antes de la Reforma Agraria, las haciendas importantes y entidades privadas involucradas en el manejo y administración del agua, asumieron la responsabilidad del mantenimiento y construcción de obras de defensa ribereña. En la Reforma Agraria y la promulgación de la Ley General de Aguas, el Estado asume el mantenimiento de los cauces de los ríos, mediante obras de encauzamiento y protección de sus márgenes; su accionar era más intenso en las épocas de máximas avenidas; la intervención de los agricultores era mínimo, más bien pasivo y el Estado desempeñó un papel más activo.

Durante los años 1997 a 1998, el Ministerio de Agricultura adquirió maquinaria pesada como excavadoras, tractores de orugas, cargadores frontales y volquetes para realizar trabajos de descolmatación de ríos, quebradas, drenes y reforzamiento de obras de captación en prevención del Fenómeno El Niño 1998. En el periodo de 1999 al 2009 el Ministerio de Agricultura ha ejecutado acciones, en los ríos del País, para disminuir problemas de inundaciones; estas acciones se ejecutaron con el Programa de Encauzamiento de Ríos y Protección de Estructuras de Captación-PERPEC. En el río Chira se han ejecutado principalmente diques enrocados, descolmatación y espigones.

Durante el periodo 2015-2016, el Ministerio de Agricultura y Riego ejecutó en el río Chira un aproximado de S/.22.1 millones en actividades de descolmatación para disminuir los efectos negativos del Fenómeno El Niño, pronosticado por el ENFEN. Estas actividades fueron ejecutadas en los sectores de Miramar, La Bocana, Vichayal, La Huaca, Tamarindo, Amotape, Puente Simón Rodríguez.

1.2 Objetivos

1.2.1 Objetivo General

Disponer de una herramienta de gestión para los Consejos Hídricos de Cuenca, Gobiernos Regionales, Gobiernos Locales e instituciones privadas; de tal manera



ANA	FOLIO N°
DPDRH	07

les permita planificar medidas estratégicas para la reducción de riesgos de inundaciones y erosión fluvial, en el río Chira.

1.2.2 Objetivos Específicos

- Establecer los parámetros hidrológicos e hidráulicos del río como: caudales máximos de diseño, ancho estable del río (que facilite el drenaje del caudal de avenidas ordinarias y extremas, corrigiendo los tramos trezados, estrangulamiento y ensanchamiento del cauce), niveles de flujo, velocidades máximas, otros.
- Identificar las zonas vulnerables, susceptible a desborde y erosión por acción del río Chira, afluentes y por la inadecuada extracción de materiales de acarreo.
- Proponer medidas estratégicas de solución (estructural y no estructural) para el plan de Gestión de Riesgos. Las medidas estructurales son las defensas ribereñas como diques, espigones, descolmatación, limpieza de cauce, reforestación, etc. Las medidas estratégicas no estructurales corresponde al ordenamiento territorial, capacitaciones, sistema de alerta temprana, ordenanzas, delimitación de faja marginal, etc.

1.3 Articulación con los instrumentos de gestión



- El Estudio se encuentra articulado al Plan Bicentenario El Perú hacia el 2021, mediante el Eje Estratégico 6: Recursos Naturales y Ambiente en los siguientes lineamientos políticos: (2) Impulsar la gestión integrada de los recursos naturales, la gestión integrada de los recursos hídricos y el ordenamiento territorial y (4) Fomentar la investigación sobre el patrimonio natural y las prácticas ancestrales de manejo de recursos y la reducción de la vulnerabilidad.
- Se encuentra articulado a la Política 32 referido a la Gestión del Riesgo de Desastre, que tiene por finalidad proteger la vida, salud e integridad de la población y que debe ser implementada por los organismos públicos de todos los niveles de gobierno.
- La Política y Estrategia Nacional de Recursos Hídricos y el Plan Nacional de Recursos Hídricos, eje 5 Adaptación al cambio climático y eventos extremos, recomienda formular e implementar programas de reducción de la vulnerabilidad como por ejemplo el programa para la gestión de los riesgos de inundación, huaicos y deslizamientos.
- El gobierno regional de Piura tiene un Plan Estratégico de Desarrollo Regional

Concertado 2013-2016, eje estratégico Recursos Naturales, Biodiversidad Gestión Ambiental y Gestión del Riesgo de Desastres (Defensa Civil), considera acciones como: identificar peligros y vulnerabilidades; sensibilizar, capacitar y organizar a la población ante eventos recurrentes; Reforestar las partes altas de las cuencas hidrográficas; Incrementar el número de estaciones hidrometereológicas y de alerta temprana; Control de avenidas de los ríos para la reducción de vulnerabilidades; Ampliar y mejorar las defensas ribereñas como prevención frente a la presencia del Fenómeno El Niño y otros eventos climáticos.

1.4 Ámbito del estudio

1.4.1 Ubicación geográfica

La cuenca del río Chira, está ubicada en la vertiente del Pacífico entre las coordenadas 3° 41'- 5° 14, Latitud Sur y 79° 19'-81° 0' Longitud Oeste.

1.4.2 Demarcación Hidrográfica

La cuenca del río Chira forma parte de la vertiente del Océano Pacífico y limita con las siguientes cuencas:

Por el Norte: cuencas Pariñas, Fernandez y Tumbes

Por el Este: con Ecuador

Por el Sur: cuenca Piura

Por el Oeste: Océano Pacífico e Intercuencas 1391 y 1379



1.4.3 Demarcación Política

Políticamente la cuenca hidrográfica del río Chira, se ubica en la parte norte del Perú y abarca parte del departamento de Piura y parte del Ecuador; forma parte de la vertiente del Pacífico.



1.4.4 Demarcación Administrativa

La Administración Local de Agua (ALA) Chira, se encargan de administrar las aguas de uso agrario y no agrario en el ámbito de su jurisdicción, dependen jerárquicamente de la Autoridad Administrativa del Agua.



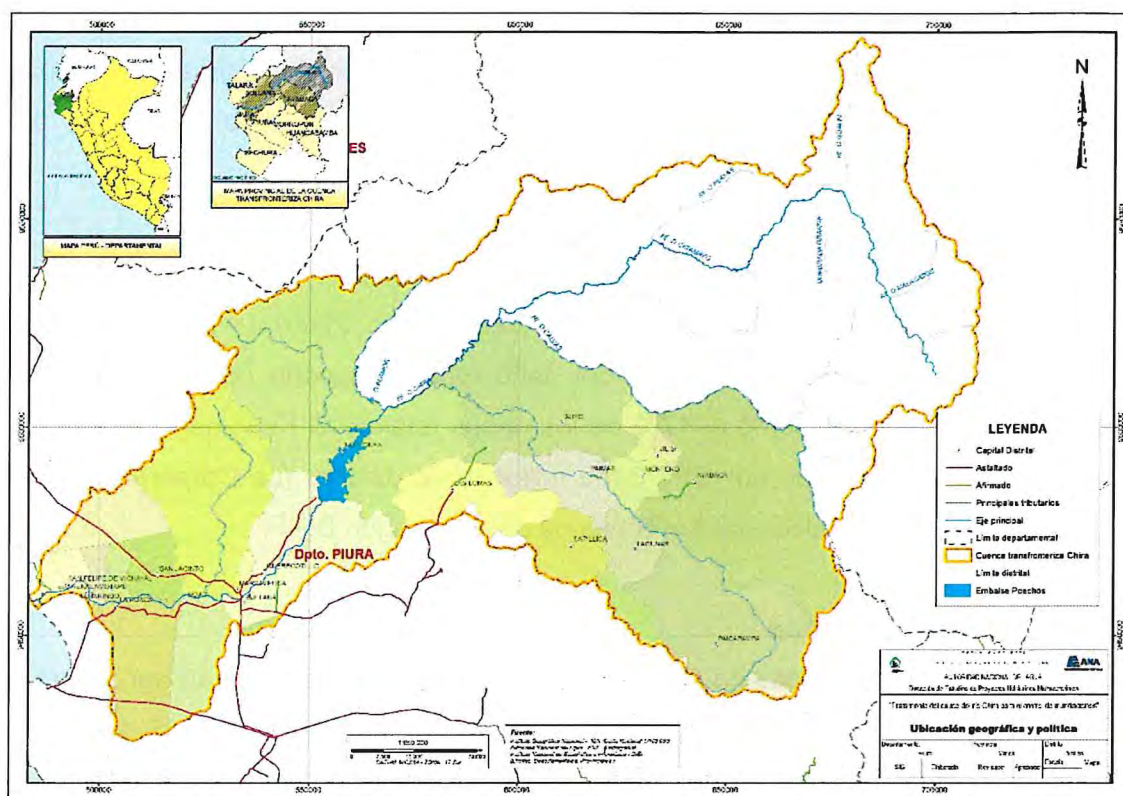


Figura 1. Ubicación de la cuenca del río Chira

1.5 Problemática

1.5.1 General

La ocurrencia de inundaciones en el País y su relación con los eventos extremos y los impactos económicos y sociales, ocurridas en el ámbito de las cuencas de las tres vertientes: Pacífico, Amazonas y del Titicaca; han originado anegamiento de calles y viviendas, desborde o destrucción de canales de riego, interrupción o destrucción de carreteras, interrupción de suministro de agua potable y contaminación, inundación y erosión de predios agrícolas y falla de drenes. En resumen afectación importante a las actividades económicas del país.

El desarrollo de las ciudades y su expansión urbana han invadido la faja marginal (por lo general están asentadas las poblaciones de más bajos recursos), obstruyendo los cauces naturales de los ríos y quebradas, reduciendo su cauce y disminuyendo su capacidad de descarga.

En el norte del país, se nota una estrecha relación entre el Fenómeno El Niño (Los



más intensos y catalogados como catastróficos se registraron en 1925, 1982-83 y 1997-98), las precipitaciones extremas y las inundaciones, sin embargo no siempre pueden ser atribuidas a este Fenómeno, sino también a procesos naturales meteorológicos.

El Fenómeno El Niño 1997-98 ocasionó daños en el país por US\$ 3500 millones de dólares (La Corporación Andina de Fomento, 2000). Los sectores productivos fueron afectados con 46% del daño total, transporte con 21% de los daños, agropecuaria sufrió el 17% de los daños totales. El Fenómeno El Niño 1982-83 ocasionó daños por US\$ 3283 millones de dólares (La Corporación Andina de Fomento), y US\$ 1000 millones de dólares según BIRF.

1.5.2 Específica

Durante el fenómeno El Niño (FEN) 1982-83, las pérdidas en agricultura, pesca, minería y manufacturero en Lambayeque ascendieron a US\$ 186.1 millones. Durante el FEN 1997-98, los daños durante este evento la superficie agrícola perdida y afectada sumaron 11 078 Ha y el número de viviendas destruidas, no habitables, parcialmente destruidas y levemente afectado, sumaron 28 560¹.

El equipo técnico de la Comisión de Regantes de Miguel Checa, en la provincia de Sullana (Piura), informó que 367 hectáreas de cultivos se han perdido por inundación en los distritos de Querecotillo y Salitral, por el incremento en el cauce del caudal del río Chira (RPP, 2012).

La presa Sullana, construida para un caudal de diseño de 3500 m³/s, sufrió daños durante las crecidas producidas por la presencia del fenómeno El Niño 1997-98, debido a la erosión intensa que se desarrolló aguas abajo y produjo un ensanchamiento importante del lecho, y la socavación de las obras de disipación de energía. Los caudales de crecida en Sullana están influenciados por el embalse Poechos, el cual tiene una capacidad de almacenamiento y amortiguamiento importante. Para la mayor crecida se determinó el amortiguamiento del 30% del caudal pico de ingreso al embalse (7 300 m³/s). La capacidad de almacenamiento se ha reducido a un 60% debido a la acumulación de sedimentos. Por lo tanto, es recomendable examinar el efecto del embalse Poechos sobre los caudales pico y

¹Informe Técnico 1, Impactos del Fenómeno El Niño (FEN) en la economía regional de Piura, Lambayeque y La Libertad, GIZ

sus posibles atenuaciones del impacto sobre los caudales de crecida aguas abajo, debido a la reducción de su capacidad de almacenamiento. Por seguridad, los caudales de diseño de obras importantes no deberían tomar en cuenta la amortiguación del embalse².

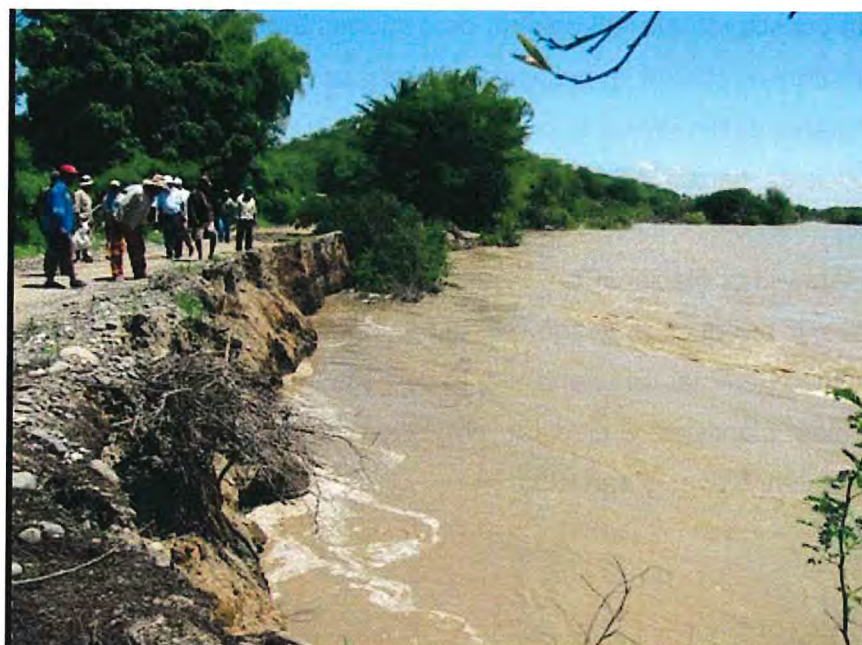


Figura 2. Erosión del río Chira. Fuente RPP, 2012

En el periodo de 1995 al 2016 han ocurrido 115 emergencias por inundaciones en la región Piura, ocasionando el fallecimiento-desaparecidos de 38 personas, 79 136 damnificados-heridos-afectados, 59 198 viviendas destruidos-afectados y 8 100 hectáreas afectados-destruidos³.

1.6 Justificación

Según el Reglamento de la Ley de Recursos Hídricos N° 29338, artículo 263°, indica que “la Autoridad Nacional del Agua definirá y pondrá a disposición de los gobiernos regionales y locales los criterios generales y caudales de los ríos que se utilizarán para el dimensionamiento de las obras que se proyecten en los programas de control de avenidas, desastres e inundaciones y otros proyectos específicos”.

² Diagnóstico de ocurrencia de sequías, inundaciones y cambio climático global en el Perú

³ Estadísticas de emergencias, INDECI

En el artículo 264° de la misma Ley “la Autoridad Nacional del Agua, en coordinación con las oficinas regionales de Defensa Civil, elabora los programas integrales de control de avenidas los mismos que debe ser incluido en los planes de gestión de recursos hídricos en la cuenca”.

El artículo 266°, hace mención que el programa integral de control de avenidas está constituido por el conjunto de acciones estructurales y no estructurales que permiten el control, prevención y mitigación de los efectos de los fenómenos naturales destinados a la protección de los bienes asociados al agua naturales o artificiales, tierras, poblaciones aledañas, vías de comunicación e infraestructura”.

La Autoridad Nacional del Agua del Perú propone medidas estratégicas, para prevenir o reducir el riesgo contra las inundaciones y erosiones fluviales; con la finalidad de dotar una herramienta de gestión a los actores de la cuenca, que les permita planificar y ejecutar proyectos que conlleven a la protección de la población, bienes y servicios.





MINISTERIO
DE AGRICULTURA
Y RIEGO

ANA	FOLIO N°
DPDRH	10

 **ANA**
Autoridad Nacional del Agua



Capítulo II: Información básica de la cuenca



ÍNDICE

CAPITULO II:.....	13
INFORMACIÓN BÁSICA DE LA CUENCA	13
2.1 Generalidades	13
2.2 Características geomorfológicas.....	13
2.3 Principales tributarios.....	22



LISTADO DE FIGURAS

Figura 1 Distribución de la pendiente de la cuenca del río Chira.....	19
Figura 2. Curvas hipsométricas características.....	20
Figura 3. Curva hipsométrica del río Chira	20
Figura 4. Altitud media de la cuenca del río Chira.....	22
Figura 5. Red hídrica río Chira.....	23

LISTADO DE CUADROS

Cuadro 1 . Coeficiente de compacidad.....	16
Cuadro 2 . Factor de forma.....	17
Cuadro 3 . Clases de pendiente, Van Zuidam.....	18
Cuadro 4 . Caracterización de la pendiente de una cuenca por Heras.....	18
Cuadro 5 . Cálculo de la curva hipsométrica.....	21
Cuadro 6 . Parámetros geomorfológicos de la cuenca del Río Chira.....	22



CAPITULO II:

INFORMACIÓN BÁSICA DE LA CUENCA

2.1 Generalidades

2.1.1 Ubicación

La cuenca del río Chira tiene 17,801 km² (fuente: elaboración propia), está ubicada en la vertiente del Pacífico entre las coordenadas: 3° 41' - 5° 14' Latitud Sur y 79° 19', 81° 0' Longitud Oeste; delimitado por el Este con Ecuador, por el Sur con la cuenca Piura; por el Norte con las Cuencas Pariñas, Fernandez y Tumbes; y por el Oeste con las Intercuencas 1391 y 1379.

2.2 Características geomorfológicas

PARÁMETROS BÁSICOS

2.2.1 Área de la cuenca (A)

El área de la cuenca es probablemente la característica geomorfológica más importante para el diseño. Está definida como la proyección horizontal de toda el área de drenaje de un sistema de escorrentía dirigido directa o indirectamente a un mismo cauce natural.

La Cuenca transfronteriza del río Chira tiene una superficie de 17,801 km² entre Perú y Ecuador, de los cuales 10,534.76 km² (ANA, 2013) pertenecen al Perú.

2.2.2 Perímetro de la cuenca (P)

El perímetro de la cuenca o la longitud de la línea de divorcio de la hoya es un parámetro importante, pues en conexión con el área nos puede decir algo sobre la forma de la cuenca.

El perímetro (P) de la cuenca transfronteriza del río Chira es 898 Km (fuente: elaboración propia) y el perímetro de la cuenca que pertenece al Perú es de 772 Km (fuente: elaboración propia).



2.2.3 Longitud del cauce principal (L)

Es la longitud mayor de recorrido que realiza el río, desde la cabecera de la cuenca, siguiendo todos los cambios de dirección o sinuosidades, hasta un punto fijo de interés, puede ser una estación de aforo o desembocadura, expresado en unidades de longitud.

Desde sus nacientes hasta la desembocadura en el mar tiene un recorrido de 305 Km (fuente: elaboración propia), de los cuales 172 Km (fuente: elaboración propia) pertenecen al Perú

2.2.4 Ancho promedio de la cuenca (Ap)

Relación entre el área de la cuenca y la longitud del cauce principal, cuya expresión es la siguiente:

$$Ap = A/L$$

Donde:

Ap : Ancho promedio de la cuenca (km).

A : Área de la cuenca (km²).

L : Longitud del cauce principal (km).

Haciendo uso de esta relación, resulta un ancho de 58.29 Km (fuente: elaboración propia).

2.2.5 Desnivel altitudinal del cauce (DA)

Es el valor de la diferencia entre la cota más alta de la cuenca y la más baja. Se relaciona con la variabilidad climática y ecológica puesto que una cuenca con mayor cantidad de pisos altitudinales puede albergar más ecosistemas al presentarse variaciones importantes en su precipitación y temperatura:

$$DA = HM - Hm$$

Donde:

HM : Cota mayor

Hm : Cota menor



La cota mayor es de 1773 m.s.n.m y la cota menor es 0 m.s.n.m, por lo tanto el desnivel longitudinal del cauce principal del río Chira es 1773 m.s.n.m. (fuente: elaboración propia).

PARÁMETROS DE FORMA (MORFOLOGÍA)

La forma de una cuenca es determinante de su comportamiento hidrológico (cuencas con la misma área pero de diferentes formas presentan diferentes respuestas hidrológicas–hidrogramas diferentes por tanto- ante una lámina precipitada de igual magnitud y desarrollo), de ahí que algunos parámetros traten de cuantificar las características morfológicas por medio de índices o coeficientes. Los parámetros de forma principales son: Coeficiente de Gravelius-compacidad y Rectángulo equivalente y factor de forma.

2.2.6 Coeficiente de compacidad o Gravelius (Kc)

Este está definido como la relación entre el perímetro de la cuenca P y el perímetro de un círculo que contenga la misma área de la cuenca hidrográfica. Se calcula haciendo uso de la relación:

$$Kc = \frac{P}{2\sqrt{\pi A}} = 0.28 \frac{P}{\sqrt{A}}$$

De la expresión, Kc puede ser mayor o igual a 1, y se incrementa con la irregularidad de la forma de la cuenca. Una cuenca de forma circular posee el coeficiente mínimo igual a 1 y tiene mayor tendencia a las crecientes en la medida que el valor de Kc se aproxima a la unidad; cuando se aleja de la unidad, presenta una forma más irregular con relación al círculo.

Por lo tanto:

$Kc = 1$: tiempo de concentración menor, cuenca circular, mayor tendencia a crecientes;

$Kc = 2$: tiempo de concentración mayor, cuenca de forma alargada, menor tendencia a crecientes.

Este coeficiente define la forma de la cuenca, respecto a la similaridad con formas redondas, dentro de rangos que se muestran a continuación:



Cuadro 1 . Coeficiente de compacidad

Rango	Forma
1.00 - 1.25	Redonda a oval redonda (compacta).
1.25 - 1.50	Oval redonda a oval oblonga.
1.50 - 1.75	Oval oblonga a rectangular oblonga.
>1.75	Casi rectangular (alargada).

Fuente: (FAO, 1985)

Haciendo uso de la relación $Kc = 0.28 \frac{P}{\sqrt{A}}$, el coeficiente de compacidad es 1.88 (fuente: elaboración propia), por lo tanto la cuenca tiene un tiempo de concentración mayor y menor tendencia a crecientes, es una cuenca de forma alargada.

2.2.7 Factor de forma (Kf)

Se define como el cociente entre el ancho promedio del área de la cuenca Ap y la longitud del cauce principal. Haciendo uso de la relación. El ancho promedio se obtiene cuando se divide el área de la cuenca por la longitud del cauce principal, por lo tanto el Coeficiente de Forma queda definido así:

$$Ff = \frac{Ap}{L} = \frac{A/L}{L} = \frac{A}{L^2}$$

Donde:

A : Área de la cuenca (km^2).

L : Longitud de cauce principal de la cuenca (km).

En la medida que el factor de Forma de una cuenca determinada sea más bajo, estará menos sujeta a crecientes que otra del mismo tamaño pero con mayor Coeficiente de Forma de forma.

Explica que la cuenca es de forma alargada, se espera una respuesta moderada a las inundaciones debido a las precipitaciones.



Cuadro 2 . Factor de forma

Factor de forma	Tipo de forma
1.00	Cuadrado con salida central
0.79	Circular o redonda
0.50	Cuadrado con salida lateral
0.40 y 0.50	Oval
<0.30	Rectangular alargada

Se tiene un factor de forma de 0.19 (fuente: elaboración propia), resultando una cuenca rectangular alargada, por lo tanto estará menos sujeta a crecientes.

PARÁMETROS DE RELIEVE

El relieve de una cuenca tiene más influencia sobre la respuesta hidrológica que su forma; podemos decir que a mayor relieve o pendiente la generación de escorrentía se produce en tiempos menores.

Los parámetros de relieve principales son: pendiente media del cauce (I_c), pendiente media de la cuenca (J), curva hipsométrica y altura media (H).

2.2.8 Pendiente media del cauce (I_c)

Relaciona la altitud máxima (HM), la altitud mínima (Hm) y la longitud del río, a través de la siguiente relación:

$$I_c = \frac{HM - Hm}{1000L}$$



La pendiente predominante del eje del cauce es 0.58% (fuente: elaboración propia).

2.2.9 Pendiente media de la cuenca (J)

La pendiente media de la cuenca depende de la configuración del terreno y es aquel parámetro que controla la velocidad con que se dará la escorrentía superficial en dicha cuenca, poder de arrastre y erosión sobre la cuenca.

Van Zuidam (1986) propone una categorización de la pendiente de la cuenca (cuadro 3).



Según Heras, propone una categorización del relieve, según la pendiente del terreno (cuadro 4).

Cuadro 3 . Clases de pendiente, Van Zuidam

Clase de pendiente		Condiciones del terreno
(°)	(%)	
0-2	0-2	Planicie, sin denudación aprecianle.
2-4	2-7	Pendiente muy baja, peligro de erosión.
4-8	7-15	Pendiente baja, peligro severo de erosión.
8-16	15-30	Pendiente moderada, deslizamiento ocasionales, peligro de erosión severo.
16-35	30-70	Pendiente fuerte, procesos denudacionales intensos (deslizamientos), peligro extremo de erosión de suelos.
35-55	70-140	Pendiente muy fuerte, afloramientos rocosos, procesos denudacionales intensos, reforestación posible.
>35	>140	Extremadamente fuerte, afloramientos rocosos, procesos denudacionales severos (caída de rocas), cobertura vegetal limitada.

Cuadro 4 . Caracterización de la pendiente de una cuenca por Heras

Pendiente en %	Tipo de terreno
2	Llano
5	Suave
10	Accidentado medio
15	Accidentado
25	Fuerte Accidentado
50	Escarpado
>50	Muy escarpado

Según Van Zuidam la cuenca muestra una pendiente media en el orden de 18.69%, por lo tanto según el criterio de Van Zuidam es pendiente moderada con deslizamientos ocasionales y peligro de erosión severo.

En la figura 1, se muestra la distribución de la pendiente de la cuenca del río Chira



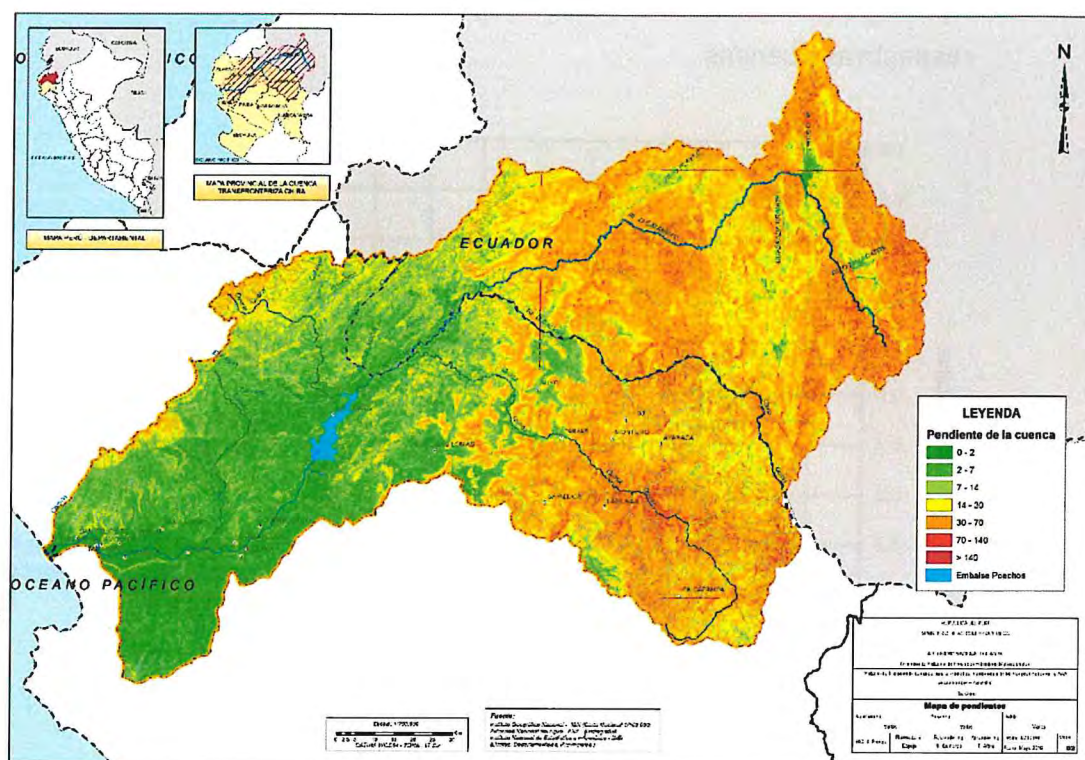


Figura 1 Distribución de la pendiente de la cuenca del río Chira.

(Fuente: elaboración propia)

2.2.10 Curva Hipsométrica

Esta curva representa el área drenada variando con la altura de la superficie de la cuenca. También podría verse como la variación media del relieve de la cuenca.

La curva hipsométrica se construye llevando al eje de las abscisas los valores de la superficie drenada proyectada en Km^2 o en porcentaje, obtenida hasta un determinado nivel, el cual se lleva al eje de las ordenadas, generalmente en metros.

Normalmente se puede decir que los dos extremos de la curva tienen variaciones abruptas. Una curva hipsométrica de concavidad hacia arriba, indica una cuenca con valles extensos y cumbres escarpadas y lo contrario indicaría valles profundos y sabanas planas. Es posible convertir la curva hipsométrica en función adimensional, usando en lugar de valores totales en los ejes, valores relativos, dividiendo la altura y el área por sus respectivos valores máximos. Las curvas



hipsométricas también han sido asociadas con las edades de los ríos de las respectivas cuencas.

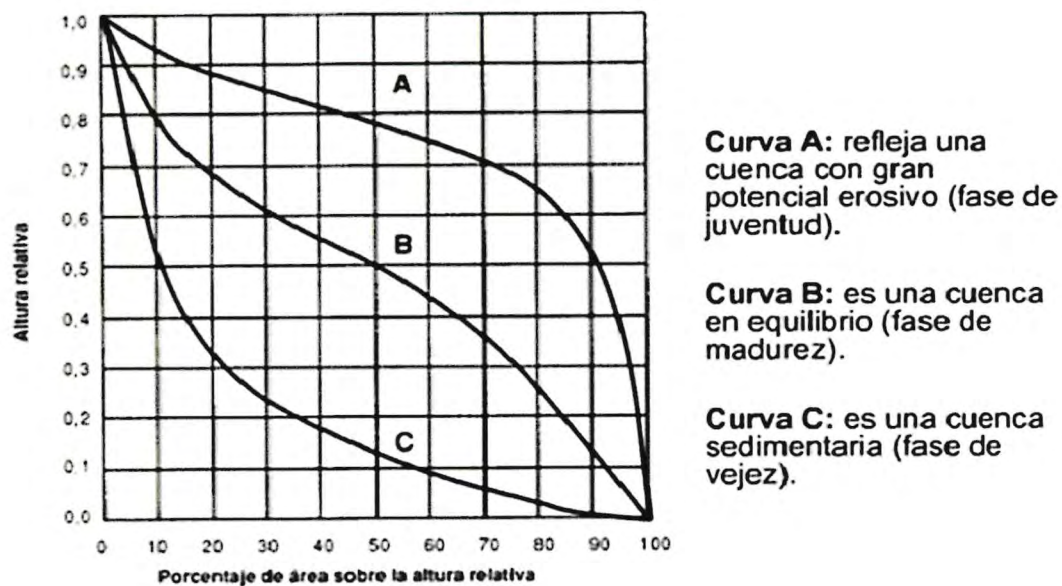


Figura 2. Curvas hipsométricas características

Según la figura 3 se observa una curva hipsométrica con concavidad hacia arriba, indicando que la cuenca del río Chira es una cuenca sedimentaria en la fase de vejez con valles extensos y cumbres escarpadas.

Figura 3. Curva hipsométrica del río Chira



Fuente: elaboración propia)

Intervalo entre curvas de nivel (m)	Cota Media (m)	Área (km ²)	Área / Área Total (%)	Porcentaje acumulado (%)
0 - 259	129.5	4431	24.90%	100.00%
260 - 518	389	2528	14.20%	75.10%
519 - 778	648.5	1075	6.04%	60.90%
779 - 1037	908	917	5.15%	54.87%
1038 - 1297	1167.5	1224	6.88%	49.72%
1298 - 1556	1427	1431	8.04%	42.84%
1557 - 1815	1686	1600	8.99%	34.80%
1816 - 2075	1945.5	1362	7.65%	25.81%
2076 - 2334	2205	1012	5.69%	18.15%
2335 - 2594	2464.5	735	4.13%	12.47%
2595 - 2853	2724	518	2.91%	8.34%
2854 - 3112	2983	432	2.42%	5.43%
3113 - 3372	3242.5	351	1.97%	3.00%
3373 - 3631	3502	161	0.90%	1.03%
3632 - 3891	3761.5	22	0.12%	0.12%

Cuadro 5 . Cálculo de la curva hipsométrica
(Fuente: elaboración propia)

2.2.11 Altitud media de la cuenca

La altura o elevación media de la cuenca tiene importancia principalmente en zonas montañosas, pues nos da una idea de la climatología de la región, basándonos en un patrón general climático de la zona. La elevación promedio está referida al nivel del mar. La elevación media de la cuenca se obtiene a partir de la curva hipsométrica, que equivale a la cota correspondiente al 50% del área de la cuenca

Según la figura 4, la cuenca del río Chira tiene una altitud media de 1200 m.s.n.m.
(fuente: elaboración propia).



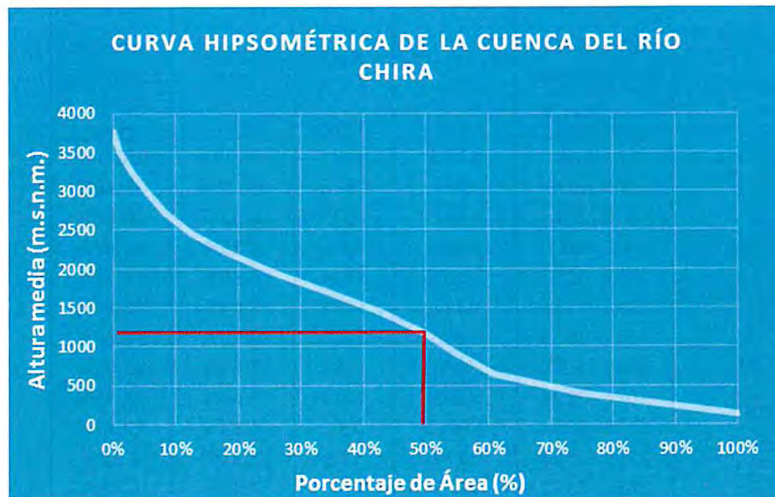


Figura 4. Altitud media de la cuenca del río Chira.

(Fuente: elaboración propia)

En el Cuadro 6, se muestra los parámetros de la cuenca.

Cuadro 6. Parámetros geomorfológicos de la cuenca del Río Chira

Nombre del cauce	Parámetros básicos										Parámetros de forma		Parámetros de Relieve			
	Área (A)		Perímetro (P)		Longitud del cauce principal (L)		Ancho promedio (Ap= A/L)	H _M (cauce)	H _m (cauce)	Desnivel Altitudinal del cauce	Coeficiente de compactad (Kc)	Factor de forma (Ff)	Pendiente media del cauce(%)	Pendiente media de la cuenca (%)	Curva Hsométrica	Altitud media de la cuenca
	Perú [Km²]	Total [Km²]	Perú [Km]	Total [Km]	Perú [Km]	Total [Km]	[Km]	[m.s.n.m.]	[m.s.n.m.]	[m.s.n.m.]						
Río Chira	10534.76	17801	772	898	172	305	58.29	1773	0	1773	1.88	0.19	0.58	18.69	Vejez	1200

(Fuente: elaboración propia)

2.3 Principales tributarios

El río Chira tiene una longitud de 201.81 Km (ANA, 2013), aguas arriba toma el nombre de río Catamayo en el Ecuador.

En el Ecuador:

- Río Malacatos, Gualiel y Playas desembocan en el río Catamayo en el Ecuador.

En la margen izquierda los principales tributarios desde aguas arriba hasta aguas abajo son:

- Río Calvas, desemboca en el río Chira a la altura del centro poblado La toma, este río recorre el límite de Perú y Ecuador.
- Río Quiroz, tiene una longitud de 176.18 (ANA, 2013) desemboca en el río Chira a la altura del centro poblado Pedro Dominguez en el distrito de Suyo.

ANA	FOLIO N°
DPDRH	18



INVESTIGACIONES GEOLOGICAS Y GEOTECNICAS EN EL RIO CHIRA



INDICE

CAPÍTULO Iii.....	27
INVESTIGACIONES GEOLÓGICAS Y GEOTÉCNICAS.....	27
3.1 Generalidades	27
3.1.1 Introducción	27
3.2 Objetivo del estudio	27
3.3 Ubicación del proyecto	28
3.4 clima e hidrografía general.....	29
3.5 accesos terrestres y aéreos al área del proyecto.....	29
3.5.1 Carreteras Principales	29
3.5.2 Vía Aérea	29
3.6 Metodología de trabajo	30
3.7 Equipo de investigación	30
3.8 Geología Regional	30
3.8.1 Unidades Litológicas	31
3.9 Unidades Geomorfológicas.....	32
3.10 Riesgos Geodinámicos Externos en el Área de Estudio.....	33
3.11 Geotecnia del área de estudio.....	36
3.11.1 Consideraciones sísmicas	36
3.11.2 Investigaciones geológico-geotécnicas en el río Chira	38
3.12 Cantera de rocas.....	40
3.12.1 Cantera de Rocas ubicadas en el río Chira	41
3.13 Cálculo de la capacidad portante	42
3.14 Conclusiones	47
3.15 Recomendaciones	48



Listado de figuras

Figura 1. Se observa la ubicación de calicatas y canteras de rocas a lo largo del río Chira.....	28
Figura 2. Terraza aluvial en el río Chira. Cauce del río con depósitos fluviales	32
Figura 3. Vista panorámica tomada aguas abajo del río Chira. Se puede observar depósitos fluviales compuesto de gravas y arenas. En la margen derecha se observa la erosión ribereña producida por el río durante las crecidas.....	33
Figura 4. Sector en donde se observa la erosión de la ladera de la margen derecha del río Chira	34
Figura 5. Sector en donde se observa muro de enrocado construido a fin de evitar la erosión de laderas e inundación. Este lugar se encuentra aguas abajo de la Presa de Poechos. Se observa la roca de arenisca grande colocada al volteo	34
Figura 6. Sector del río en donde se observa la terraza alta con fuerte erosión ribereña que la ha escarpado. Se puede observar que esta está compuesta de suelos finos limo arcilloso de color gris claro a beige. Esta toma está localizada en la margen derecha y aguas abajo del curso del río, a la altura de la calicata CRCH-02.....	35
Figura 7. Se muestra las zonas sísmicas en que ha sido dividido el Perú.....	37

Listado de cuadros

Cuadro 1. Cuadro de condiciones y parámetros geotécnicos.....	39
Cuadro 2. Cuadro resumen de pruebas in situ de densidad de arena.....	40
Cuadro 3. Cuadro de cálculo de capacidad portante estimada del suelo en calicatas #1 y #2 ..	43
Cuadro 4. Cuadro de cálculo de capacidad portante estimada del suelo en calicatas #3 y #4 ..	44
Cuadro 5. Cuadro de cálculo de capacidad portante estimada del suelo en calicatas #5 y #6 ..	45
Cuadro 6. Cuadro de cálculo de capacidad portante estimada del suelo en calicatas #7 y #8 ..	46



CAPÍTULO III

INVESTIGACIONES GEOLÓGICAS Y GEOTÉCNICAS

3.1 Generalidades

3.1.1 Introducción

Fueron ubicados en el campo ocho puntos críticos a lo largo del río Chira. Estos puntos fueron ubicados conjuntamente con personal de la ANA-PIURA en donde se observó que esta área era posible de sufrir inundaciones y erosión fluvial. Las calicatas excavadas tuvieron una profundidad de excavación entre 0.70m y 2.00m. El nivel freático alto encontrado en la mayoría de las calicatas determinó la profundidad final de excavación. En cada calicata fueron colectadas muestras disturbadas a fin de determinar sus propiedades índices.

A lo largo del río Chira se realizó una inspección geológica de campo con la finalidad de determinar 02 zonas de canteras de rocas competentes a ser usados como material de enrocado. A las muestras de rocas extraídas se le realizaron pruebas geomecánicas a fin de evaluar sus características geotécnicas y determinar si cumplen con los estándares de construcción. Las pruebas que se realizaron a las muestras de rocas fueron ensayos de resistencia al desgaste, peso específico y durabilidad.

En el presente estudio se han determinado las alternativas más adecuadas de prevención y control de erosión e inundación en zonas críticas determinadas a lo largo del río en mención.

Para el estudio de campo se contó con los mapas geológicos de escala 1:100000 levantados por el INGEMMET.

3.2 Objetivo del estudio

El presente estudio Geológico - Geotécnico a nivel de perfil, ha sido preparado a solicitud de la Autoridad Nacional del Agua y cuyo objetivo es la determinación de las alternativas adecuadas para el tratamiento de cauce en el río Chira y que permitan el control de las inundaciones y erosión de las márgenes del río en periodos extraordinarios como es el caso del fenómeno El Niño. El presente estudio ha permitido determinar lo siguiente:

- Conocer las características geotécnicas del suelo de fundación.
- Determinación de la capacidad portante de los suelos investigados.
- En las áreas determinadas se ha logrado determinar el tipo de obra de encauzamiento a ser utilizada.
- Conocimiento de la geomorfología, litología de las riberas del cauce del río que están siendo afectadas por erosión y desbordamiento en el área de estudio.
- Ubicar dos zonas de canteras de rocas y evaluar su material a fin de ser utilizados como material de enrocado.
- Se dan las conclusiones y recomendaciones más adecuadas que permitan enfrentar la erosión de riberas y desbordamiento del río en épocas de periodos excepcionales.

3.3 Ubicación del proyecto

La cuenca del río Chira se encuentra ubicada en el departamento de Piura en el noroccidente del Perú. Sus coordenadas geográficas están comprendidas entre los 79°12'30" y 81°19'36" de longitud oeste; y los 4°04'50" y 6°22'12" de latitud sur. Este departamento tiene una superficie de 35 940 km² y limita por el norte, con el Departamento de Tumbes; por el sur limita con el Departamento de Lambayeque, por el oeste, con el Océano Pacífico; por el este, con el Departamento de Cajamarca y la República del Ecuador. Las altitudes varían entre el nivel del mar y sobre los 4000 msnm. El río Chira está ubicado en el Departamento de Piura y discurre por las Provincias de Sullana y Paita.

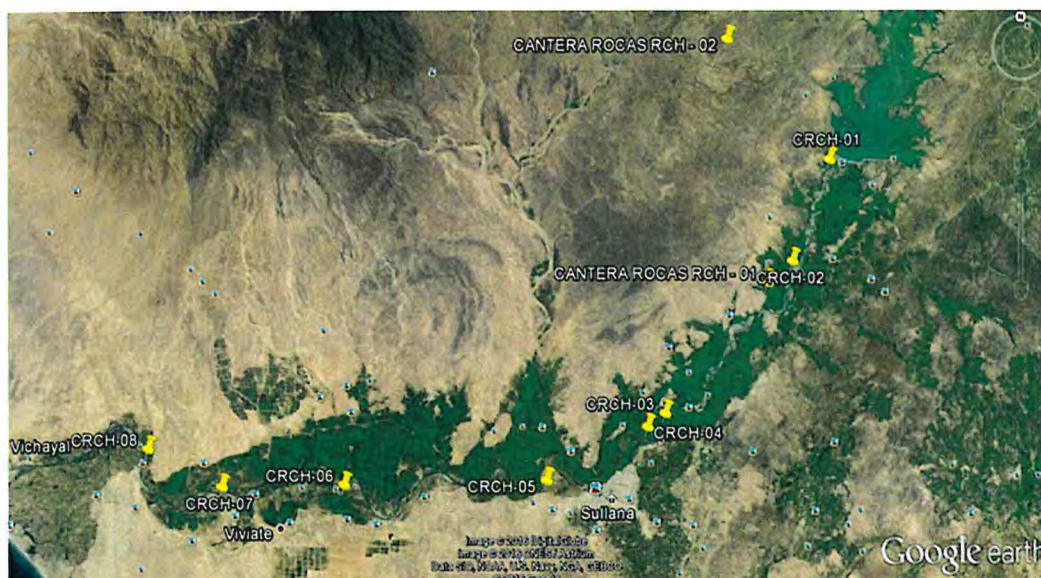


Figura 1. Se observa la ubicación de calicatas y canteras de rocas a lo largo del río Chira

3.4 Clima e hidrografía general

El clima en la zona de estudio en general es cálido y húmedo. Existen algunas variaciones en las zonas de tablazos y llanuras en donde el clima es caluroso y desértico. El río Chira nace en la Cordillera Occidental de los andes a más de 3000 msnm en la República del Ecuador. En el Ecuador toma el nombre de Río Catamayo y al entrar al territorio peruano recibe el nombre de Río Chira. El río Chira en la parte peruana tiene un área de 11502.1 km². Este río discurre por las provincias de Sullana y Paita, es uno de los más caudalosos de la costa y lleva agua todo el año. Según la Dirección General de Hidrología y Recursos Hídricos la Cuenca del Río Chira y Piura, tienen las siguientes características:

- Precipitación media areal en la cuenca de Chira y Piura fue de: 846,8 mm y 623,2 mm respectivamente.
- La precipitación mínima: de 0 a 900 mm
- Precipitación máxima de: 0 a 3000 mm desde el litoral hasta la divisoria de aguas.
- La temperatura mediana: 16 a 24° C
- La temperatura mínima: 10 a 20° C
- La temperatura máxima: 20 a 32° C
- La humedad relativa presentó variaciones de: 70 a 84%
- La velocidad del viento presentó fluctuaciones de: 1.0 a 5.0 m/s
- Las horas de sol fluctuaron de 168 a 192 hrs /año
- La Evapotranspiración de referencia varió de: 1250 a 1850 mm/año.



3.5 Accesos terrestres y aéreos al área del proyecto

3.5.1 Carreteras Principales

La primera ruta parte de Lima hacia Piura siguiendo la Panamericana Norte. De la ciudad de Piura se sigue por carretera asfaltada hasta la ciudad de Sullana y de ahí hasta la Presa de Poechos por vía también asfaltada. De la carretera asfaltada nacen vías carrozables que llevan a los puntos de excavación de calicatas.



3.5.2 Vía Aérea

La ciudad de Piura, muy próxima a la zona de estudio está conectada con la ciudad de Lima vía aérea. El servicio comercial es diario y en aviones de mediana a gran capacidad.



3.6 Metodología de trabajo

Para realizar el presente Estudio geológico geotécnico con fines de Tratamiento de cauce para el control de inundaciones, en este río se realizó la revisión y evaluación de la información geológica existente. El INGEMMET, la Autoridad Nacional del Agua, el Gobierno Regional de Piura han realizado los siguientes estudios:

- Geología de los Cuadrángulos de Paita, Piura, Talara, Sullana, Lobitos, Qda. Seca, Zorritos, Tumbes y Zarumilla a escala 1:100000 – Boletín N° 54 – Serie A, 1994.
- Riesgo Geológico en la Región Piura, Boletín N° 52 Serie C, Geodinámica e Ingeniería Geológica - 2013.

En el presente estudio se realizó la verificación de la Geología Regional en el valle del río Chira, se excavaron 08 calicatas con fines de investigación geológico-geotécnico. A lo largo del río Chira se ubicaron dos canteras de rocas. Se extrajeron 02 muestras de roca para su análisis, en el laboratorio para la determinación de sus características geotécnicas.

3.7 Equipo de investigación

La ejecución del presente estudio requirió el uso del siguiente equipo:

- Camioneta 4x4.
- Equipo de toma de densidad natural – Método del cono de arena.
- GPS MAP 64 Garmin
- Brújula y picota.
- Planos geológicos levantados por el INGEMMET a escala de 1:100000.
- Cámara fotográfica.

3.8 Geología Regional

La zona de estudio abarca el cuadrángulo de Sullana. En la cuenca del río Chira el INGEMMET ha cartografiado Formaciones geológicas que van desde el Cretáceo superior hasta el Cuaternario. En este estudio solo serán descritas aquellas Formaciones sobre las cuales se han ubicado las áreas críticas y los yacimientos de materiales de préstamo.



3.8.1 Unidades Litológicas

Rocas Intrusivas Mesozoicas

Estas rocas constituyen cuerpos intrusivos y el INGEMMET los ha cartografiado al noreste del Cuadrángulo de Sullana. Estos cuerpos intrusivos se observan en la zona de estudio sin mostrar un relieve pronunciado debido a la erosión sufrida durante su historia geológica. Estas rocas de composición gabrodioríticas en el campo fueron observados de color marrón rojizas debido a la alteración sufrida por intemperismo. La roca fresca es de color verde oscura, holocristalina, con texturas porfiroides. Estas rocas son de gran dureza y bien compactas debido a su naturaleza misma.

Formación Verdún

Esta Formación geológica aflora en ambos márgenes del Rio Chira. Esta unidad litológica, mayormente es clástica y consiste de la intercalación de areniscas de grano medio a grueso, ligeramente diagenizadas con lutitas laminares algo bentoníticas, las cuales al alterarse dan una coloración gris verdoso a amarillento de tonalidad purpura. La edad de esta Formación geológica es Terciario-Eoceno, la cual ha sido determinada por el INGEMMET.



Formación Chira

La Formación Chira aflora a lo largo del rio Chira. En la margen izquierda del rio es donde se puede observar los mayores afloramientos rocosos. En la parte inferior, esta Formación está compuesta de lutitas bentoníticas laminadas de tonalidades oscuras. La parte media está compuesta por areniscas de grano grueso y de colores blanquecinos con horizontes conglomerádicos. La parte superior se observan lutitas y limolitas grises a marrones, areniscas limolíticas, lutitas bentoníticas y tobas amarillo verdosas y que por alteración presentan colores blanquecinos. La edad de esta Formación es Terciario-Eoceno superior.



Formación Mirador

Esta Formación aflora a lo largo del rio Chira y presenta sus mejores desarrollos en la margen derecha del rio Chira. La parte basal de esta unidad litológica está compuesta de conglomerados constituidos por areniscas arcósicas, de grano fino de color amarillo a ocre plomizo, con tintes verdosos. Son poco compactas y en algunos niveles son arenas sin cohesión y deleznales. La parte media de la



Formación está conformada por niveles de areniscas tobaceas abigarradas. La parte superior de esta unidad litológica está conformada por areniscas coquiníferas de grano fino en una matriz areno arcillosa con macrofósiles. La edad de esta Formación datada por el INGEMMET es del Eoceno.

3.9 Unidades Geomorfológicas

Depósitos aluviales

Estos depósitos están compuestos de depósitos de limos, arcillas y gravas las cuales se encuentran formando las terrazas altas del rio Chira. Son relativamente extensos y forman las terrazas ribereñas y las llanuras de inundación abandonadas o antiguas del rio.



Figura 2. Terraza aluvial en el rio Chira. Cauce del rio con depósitos fluviales

Depósitos Fluviales

Estos depósitos se encuentran conformando el lecho del río, así como también en la llanura de inundación del lecho del rio. Litológicamente están compuestos de gravas y arenas de grano fino, medio a grueso.





Figura 3. Vista panorámica tomada aguas abajo del río Chira. Se puede observar depósitos fluviales compuesto de gravas y arenas. En la margen derecha se observa la erosión ribereña producida por el río durante las crecidas

3.10 Riesgos Geodinámicos Externos en el Área de Estudio



Los riesgos geodinámicos que se han observado a lo largo del río Chira son las erosiones de las terrazas ribereñas, derrumbes de las márgenes del río, inundaciones de las terrazas bajas y afectación de poblados asentados en las márgenes del río Chira.



Erosión de la ribera e inundación de las Terrazas Bajas

Conjuntamente con personal de Ingenieros de la ANA-Piura fueron determinados 08 puntos críticos de erosión de riberas a lo largo del río Chira. La erosión de ribera se produce todos los años en época de lluvias acentuándose aún más en los años en que se produce el fenómeno del Niño.



Entre Salitral y Sullana el INGEMMET determino en el año 2009, 10 km de margen afectados por el río Chira. En este tramo del río es necesario incrementar la construcción de defensas ribereñas como diques de enrocados entre otros.



Figura 4. Sector en donde se observa la erosión de la ladera de la margen derecha del rio Chira



Figura 5. Sector en donde se observa muro de enrocado construido a fin de evitar la erosión de laderas e inundación. Este lugar se encuentra aguas abajo de la Presa de Poechos. Se observa la roca de arenisca grande colocada al volteo





AUTORIDAD NACIONAL DEL AGUA
 VºBº
 Ing. Oscar Dario Vargas Cerón
 Director(e)
 Dirección de Planificación y Desarrollo de los Recursos

AUTORIDAD NACIONAL DEL AGUA
 VºBº
 Carlos Antonio Perleche Fuentes
 Coordinador
 Dirección de Planificación y Desarrollo de los Recursos Hídricos

Figura 6. Sector del río en donde se observa la terraza alta con fuerte erosión ribereña que la ha escarpado. Se puede observar que esta está compuesta de suelos finos limo arcilloso de color gris claro a beige. Esta toma está localizada en la margen derecha y aguas abajo del curso del río, a la altura de la calicata CRCH-02

AUTORIDAD NACIONAL DEL AGUA
 VºBº
 Ing. JORGE ALFARO SANTO
 Director(e)
 Dirección de Estudios de Ingeniería Hidráulica Multidisciplinaria

3.11 Geotecnia del área de estudio

3.11.1 Consideraciones sísmicas

Intensidades

El trabajo de Silgado (1978) es la fuente básica de datos de intensidades sísmicas que describe los principales eventos sísmicos ocurridos en el Perú. De acuerdo a la Norma 030 "DISEÑO SISMORRESISTENTE" DEL REGLAMENTO NACIONAL DE EDIFICACIONES, modificada últimamente con el Decreto Supremo N° 003-2016-VIVIENDA, la zona de estudio está ubicada en la zona sísmica IV, que es de sismicidad alta, en donde está previsto que ocurran sismos de intensidades del orden de VIII - IX en la escala de Mercalli modificada.

Zonificación Sísmica

En el territorio peruano se han establecido diversas zonas sísmicas, las cuales presentan diferentes características de acuerdo a la mayor o menor ocurrencia de sismos. El Departamento de Piura en donde se encuentra el área de estudio de acuerdo al mapa de Zonificación Sísmica del Perú está comprendida en la Zona Sísmica IV, correspondiéndole una sismicidad alta y un factor de zona $Z = 0.45$ g.



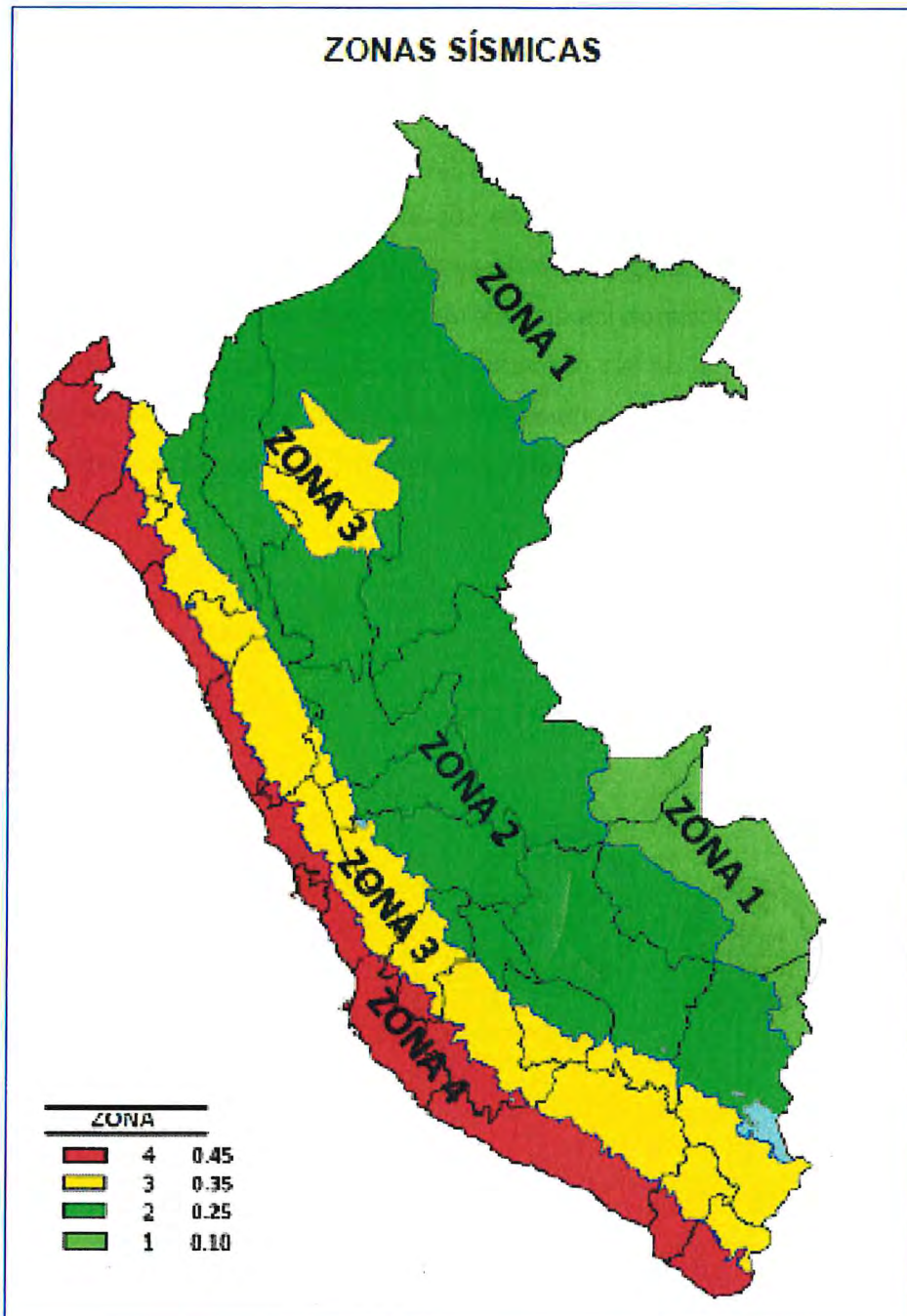


Figura 7. Se muestra las zonas sísmicas en que ha sido dividido el Perú

Tipo de Suelo y Periodo

Los suelos existentes y determinados durante la exploración geológica geotécnica hecho a lo largo del Rio Chira están conformados por gravas arenosas, arenas gravosas y arenas sueltas de baja compacidad a los cuales les corresponde un perfil de suelo tipo S3 con un periodo Tps de 1.0 seg y un factor de suelo de S = 1.1.

3.11.2 Investigaciones geológico-geotécnicas en el río Chira

El presente estudio fue realizado a lo largo del río Chira, desde la localidad de San Antonio hasta San Felipe de Vichaya.

Se excavaron en total 08 calicatas a fin de caracterizar las propiedades físico-mecánicas del suelo que servirá de soporte a las obras por construirse. Fueron determinados en el campo 02 canteras de rocas y fueron extraídas dos muestras a las cuales se le hicieron los análisis de mecánica de rocas correspondientes.

La profundidad final de las calicatas estuvo supeditada a la presencia del nivel freático. Se extrajeron ocho muestras representativas, las cuales se remitieron al Laboratorio de Mecánica de Suelos de La Pontificia Universidad Católica del Perú para su análisis respectivo.





Cuadro 1. Cuadro de condiciones y parámetros geotécnicos

PROPIEDAD	UNIDAD	CALICATAS - RIO CHIRA							
		CRCH-01	CRCH-02	CRCH-03	CRCH-04	CRCH-05	CRCH-06	CRCH-07	CRCH-08
Profundidad	m	1.20	0.70	1.60	1.50	1.20	0.80	0.90	1.00
Nivel Freático	m	1.10	0.60	1.50	1.40	1.10	0.70	0.80	0.90
Gravas	%	36.1	81.1	47.5	57.4	0	0.1	1.4	0
Arenas	%	61.7	18.3	52.3	41.4	99.5	99.8	98.6	99.7
Finos	%	2.2	0.6	0.2	1.2	0.5	0.1	0	0.3
Clasificación SUCS	-	SP	GP	SP	GP	SP	SP	SP	SP
Límite líquido	%	NP	NP	NP	NP	NP	NP	NP	NP
Límite plástico	%	NP	NP	NP	NP	NP	NP	NP	NP
Índice de plasticidad	%	-	-	-	-	-	-	-	-
Densidad Natural	gr/cc	1.943	-	1.898	1.768	1.637	1.712	1.699	1.619
PARAMETROS GEOTECNICOS									
Angulo de Fricción (ϕ)	°	29	32	29	32	29	29	29	29
Cohesión (c)	-	0	0	0	0	0	0	0	0
Capacidad de drenaje	-	BUENA	BUENA	BUENA	BUENA	BUENA	BUENA	BUENA	BUENA

Cuadro 2. Cuadro resumen de pruebas in situ de densidad de arena

ING. JAVIER HERNANDEZ Consultor	REGISTRO DE DENSIDAD DE ARENA - RIO CHIRA						
	PROYECTO ESTUDIO GEOLOGICO, GEOTECNICO DEL RIO CHIRA.						

Calicata N°	CRCH-01	CRCH-03	CRCH-04	CRCH-05	CRCH-06	CRCH-07	CRCH-08
Profundidad de Calicata, m	1.20	1.60	1.50	1.20	0.80	0.90	1.00
Profundidad de desarrollo de prueba, m	0.50	1.15	1.25	0.40	0.50	0.40	0.40

1	Prof. De hueco de Prueba (15 cms)	15	15	15	15	15	15
2	W cono + W recipiente (gr) 586g + 176.5g	762.8	762.8	762.8	762.8	762.8	762.8
3	V recipiente (cc) 4196.6 cc	4196.6	4196.6	4196.6	4196.6	4196.6	4196.6

5	W cono + W recipiente + Warena (gr) Recipiente lleno de arena.	6529.1	6529.1	6529.1	6529.1	6529.1	6529.1
6	W arena (gr) (5) - (2)	5766.3	5766.3	5766.3	5766.3	5766.3	5766.3
7	D arena calibrada (gr/cc) (6) / (3)	1.374	1.374	1.374	1.374	1.374	1.374

8	W cono + W recipiente + Warena.recip (gr) Wsistema con arena que queda en recipiente	1715.8	1784.6	1900.5	1925.9	2133.2	1506.3	1678.7
9	W arena en hueco + Warena en cono (gr) (5) - (8)	4813.3	4744.5	4628.6	4603.2	4395.9	5022.8	4850.4
10	W arena en cono (gr)	1542.90	1542.90	1542.90	1542.90	1542.90	1542.90	1542.90
11	Vhueco (cc) [(9) - (10)]/(7)	2380.13	2330.06	2245.71	2227.23	2076.36	2532.60	2407.13
12	W bolsa (gr)	17.7	17.7	17.7	17.7	17.7	17.7	17.7
13	W bolsa + W muestra húmeda (gr)	6318.0	5292.6	3988	3664.6	3572.1	4321.2	3915.2
14	W muestra húmeda (gr) (13) - (12)	4624.3	4421.5	3970.3	3646.9	3554.4	4303.5	3897.5

15	Densidad Muestra Húmeda (gr/cc) (14) / (11)	1.943	1.898	1.768	1.637	1.712	1.699	1.619
----	--	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------

3.12 Cantera de rocas

Se realizó una campaña exploratoria de búsqueda de canteras de rocas a lo largo del río Chira mediante el cual se determinaron 02 canteras de rocas. A cada muestra de roca se le envió al laboratorio de Mecánica de Suelos y Rocas de la Pontificia Universidad Católica del Perú para su análisis respectivo. Los resultados se muestran líneas abajo.

3.12.1 Cantera de Rocas ubicadas en el río Chira

Las 02 posibles canteras de rocas son:

Cantera de Rocas 01

Esta cantera de rocas está ubicada en la Localidad conocida como La Peña. Está ubicada en afloramientos pertenecientes a la Formación Miramar de edad Terciaria. En el lugar de afloramiento estas rocas son Areniscas de color gris claro a gris amarillento, grano medio a grueso, poco compactas.

Se necesita realizar el levantamiento topográfico del área a fin de determinar el material rocoso a extraerse.

Coordenadas: X: 0546807

Y: 9472797

Cota: 66 msnm.

DATUM: WGS84-17 SUR



Resultados de Laboratorio

Abrasión: 51.5 %

Absorción: 7.39 %

Peso Específico Aparente: 2.41 gr/cc

Disponibilidad estimada: 2 000 000 m3

Rendimiento de cantera: 80%

Método de explotación: Con explosivos



La muestra de roca analizada en esta cantera presenta un desgaste por abrasión del 51.5%, lo que la hace una roca de no adecuada para ser utilizado como material para enrocado.

Cantera de Rocas 02

Esta cantera de rocas se encuentra ubicada cerca de la localidad de Panales, localizada al este de la represa de Poechos. Son rocas ígneas del Cretáceo Superior. Esta cantera de rocas está constituida por rocas intrusivas del tipo Gabro, y en superficie tienen un color marrón rojizo y en muestra sana la coloración es gris oscuro. Son rocas bien compactadas y de gran dureza.

Estas rocas intrusivas se encuentran aflorando en el extremo noreste del cuadrángulo de Sullana y existen potentes afloramientos para abastecer de buena roca a las obras de encauzamiento por ejecutarse.

Para realizar la cubicación del material a extraerse será necesario realizar el levantamiento topográfico de la zona.

Coordenadas: X: 0543535
Y: 9490242
Cota: 254 msnm. **DATUM: WGS84-17 SUR**

Resultados de Laboratorio

Abrasión: 19.5 %
Absorción: 0.34 %
Peso Específico Aparente: 2.93 gr/cc
Disponibilidad Estimada: 20'000,000 m3
Rendimiento de cantera: 80%
Método de explotación: Por voladura

Esta roca tiene un desgaste de 19.5% por la que la hace una roca de buena calidad, apta para ser usada como material para construir diques de enrocado y espigones entre otras obras.

3.13 Cálculo de la capacidad portante

Para el cálculo de la capacidad portante del suelo se empleará la fórmula de Terzaghi para zapata continuas y de longitud infinita normal.

$$q_{ad} = \frac{(c * N_c * \gamma * D_f * N_q + 0.5 * B * \gamma * N_\gamma)}{F.S}$$

Donde:

q_{ad} : Capacidad portante admisible (gr/cc)
 ϕ : Angulo de fricción interna
 γ : Densidad Natural (gr/cc)
 C : Cohesión (kg/cm2)
 D_f : Profundidad de cimentación (m)
 B : Ancho de zapata (m)
 N_q, N_c, N_γ : Factores de capacidad de carga (Función de ϕ)
 FS : Factor de seguridad



Cuadro 3. Cuadro de cálculo de capacidad portante estimada del suelo en calicatas #1 y #2

DESIGNACION	TIPO DE SUELO	B m	Df m	PARAMETROS GEOTECNICOS			PARAMETROS DE CARGA			qult kg/cm2	FS	qadm kg/cm2
				γ	ϕ	C	Nq	Nc	N γ			
CRCH-01	SP	2	1	1.94	29	0	16.44	27.86	19.34	6.95	3	2.32
			2	1.94	29	0	16.44	27.86	19.34	10.15	3	3.38
			3	1.94	29	0	16.44	27.86	19.34	13.34	3	4.45
		3	1	1.94	29	0	16.44	27.86	19.34	8.83	3	2.94
			2	1.94	29	0	16.44	27.86	19.34	12.03	3	4.01
			3	1.94	29	0	16.44	27.86	19.34	15.22	3	5.07



DESIGNACION	TIPO DE SUELO	B m	Df m	PARAMETROS GEOTECNICOS			PARAMETROS DE CARGA				qult kg/cm2	FS	qadm kg/cm2
				γ	ϕ	C	Nq	Nc	N γ				
CRCH-02	GP	2	1	1.94	32	0	23.18	35.49	30.21	10.37	3	3.46	
			2	1.94	32	0	23.18	35.49	30.21	14.88	3	4.96	
			3	1.94	32	0	23.18	35.49	30.21	19.38	3	6.46	
		3	1	1.94	32	0	23.18	35.49	30.21	13.31	3	4.44	
			2	1.94	32	0	23.18	35.49	30.21	17.81	3	5.94	
			3	1.94	32	0	23.18	35.49	30.21	22.32	3	7.44	



Cuadro 4. Cuadro de cálculo de capacidad portante estimada del suelo en calicatas #3 y #4

DESIGNACION	TIPO DE SUELO	B m	Df m	PARAMETROS GEOTECNICOS			PARAMETROS DE CARGA				qult kg/cm2	FS	qadm kg/cm2
				γ	ϕ	c	Nq	Nc	N γ				
CRCH-03	SP	2	1	1.90	29	0	16.44	27.86	19.34	6.79	3	2.26	
			2	1.90	29	0	16.44	27.86	19.34	9.91	3	3.30	
			3	1.90	29	0	16.44	27.86	19.34	13.03	3	4.34	
		3	1	1.90	29	0	16.44	27.86	19.34	8.63	3	2.88	
			2	1.90	29	0	16.44	27.86	19.34	11.75	3	3.92	
			3	1.90	29	0	16.44	27.86	19.34	14.87	3	4.96	

DESIGNACION	TIPO DE SUELO	B m	Df m	PARAMETROS GEOTECNICOS			PARAMETROS DE CARGA				qult kg/cm2	FS	qadm kg/cm2
				γ	ϕ	c	Nq	Nc	N γ				
CRCH-04	GP	2	1	1.77	32	0	23.18	35.49	30.21	9.44	3	3.15	
			2	1.77	32	0	23.18	35.49	30.21	13.54	3	4.51	
			3	1.77	32	0	23.18	35.49	30.21	17.63	3	5.88	
		3	1	1.77	32	0	23.18	35.49	30.21	12.11	3	4.04	
			2	1.77	32	0	23.18	35.49	30.21	16.21	3	5.40	
			3	1.77	32	0	23.18	35.49	30.21	20.31	3	6.77	



Cuadro 5. Cuadro de cálculo de capacidad portante estimada del suelo en calicatas #5 y #6

DESIGNACION	TIPO DE SUELO	B m	Df m	PARAMETROS GEOTECNICOS			PARAMETROS DE CARGA			qult kg/cm2	FS	qadm kg/cm2
				γ gr/cc	ϕ °	C kg/cm2	Nq	Nc	N γ			
CRCH-05	SP	2	1	1.64	29	0	16.44	27.86	19.34	5.86	3	1.95
			2	1.64	29	0	16.44	27.86	19.34	8.55	3	2.85
			3	1.64	29	0	16.44	27.86	19.34	11.24	3	3.75
	3	1	1.64	29	0	16.44	27.86	19.34	7.44	3	2.48	
		2	1.64	29	0	16.44	27.86	19.34	10.13	3	3.38	
		3	1.64	29	0	16.44	27.86	19.34	12.82	3	4.27	

DESIGNACION	TIPO DE SUELO	B m	Df m	PARAMETROS GEOTECNICOS			PARAMETROS DE CARGA			qult kg/cm2	FS	qadm kg/cm2
				γ	ϕ	C	Nq	Nc	N γ			
CRCH-06	SP	2	1	1.71	29	0	16.44	27.86	19.34	6.13	3	2.04
			2	1.71	29	0	16.44	27.86	19.34	8.94	3	2.98
			3	1.71	29	0	16.44	27.86	19.34	11.76	3	3.92
	3	1	1.71	29	0	16.44	27.86	19.34	7.78	3	2.59	
		2	1.71	29	0	16.44	27.86	19.34	10.60	3	3.53	
		3	1.71	29	0	16.44	27.86	19.34	13.41	3	4.47	

Cuadro 6. Cuadro de cálculo de capacidad portante estimada del suelo en calicatas #7 y #8

DESIGNACION	TIPO DE SUELO	B m	Df m	PARAMETROS GEOTECNICOS			PARAMETROS DE CARGA			quilt kg/cm ²	FS	qadm kg/cm ²
				γ	ϕ	C						
				gr/cc	°	kg/cm ²	Nq	Nc	N γ			
CRCH-07	SP	2	1	1.70	29	0	16.44	27.86	19.34	6.08	3	2.03
			2	1.70	29	0	16.44	27.86	19.34	8.87	3	2.96
			3	1.70	29	0	16.44	27.86	19.34	11.67	3	3.89
	3		1	1.70	29	0	16.44	27.86	19.34	7.72	3	2.57
			2	1.70	29	0	16.44	27.86	19.34	10.52	3	3.51
			3	1.70	29	0	16.44	27.86	19.34	13.31	3	4.44

DESIGNACION	TIPO DE SUELO	B m	Df m	PARAMETROS GEOTECNICOS			PARAMETROS DE CARGA			quilt kg/cm ²	FS	qadm kg/cm ²
				γ	ϕ	C						
				gr/cc	°	kg/cm ²	Nq	Nc	N γ			
CRCH-08	SP	2	1	1.62	29	0	16.44	27.86	19.34	5.79	3	1.93
			2	1.62	29	0	16.44	27.86	19.34	8.46	3	2.82
			3	1.62	29	0	16.44	27.86	19.34	11.12	3	3.71
	3		1	1.62	29	0	16.44	27.86	19.34	7.36	3	2.45
			2	1.62	29	0	16.44	27.86	19.34	10.02	3	3.34
			3	1.62	29	0	16.44	27.86	19.34	12.68	3	4.23



ANA	FOLIO N°
DPDRH	30

3.14 Conclusiones

- La Región Piura se encuentra ubicada en la parte Noroccidental del territorio peruano y por su ubicación geográfica cercana a la línea ecuatorial tiene clima variable y cada cierto tiempo se presenta el fenómeno de El Niño causando inundaciones y erosión fluvial en ambas márgenes del río Chira. Estas inundaciones provocan daños a la infraestructura vial, agrícola y también a centros poblados ubicados en sus márgenes.
- En el Boletín N° 52, serie C "Estudio de Riesgo Geológico en la Región Piura", publicado por el INGEMMET en el año 2013 determino que en este departamento existen 1343 ocurrencias de peligros geológicos y geohidrológicos. Dentro de este grupo un 6.33% le corresponde a la erosión fluvial y un 4.17% le corresponde a la inundación fluvial, por lo que es un serio problema que el estado debe afrontar a fin de conservar los suelos agrícolas y la infraestructura ya construida. La cuenca del río Chira presenta estos problemas al igual que otras cuencas del Departamento de Piura.
- La cuenca del río Chira geomorfológicamente se encuentra ubicada en la zona de Llanuras o planicies inundables.
- La cuenca del río Chira se encuentra en la Zona IV, de actividad sísmica media. Las máximas intensidades sísmicas en el sector corresponden al grado VIII-IX en la escala de Mercalli (MM) y con magnitudes de 7.8 Ms en la escala de Richter.
- Las investigaciones geotécnicas fueron desarrolladas desde la parte sur de la represa de Poechos hasta la localidad de San Felipe de Vichaya.
- En las investigaciones geológicas geotécnicas realizados a lo largo del río Chira se han determinado suelos granulares de clasificación SUCS: GP y SP. Considerando una profundidad de cimentación de 2.00 m y un ancho de zapata de 2.00 m la capacidad portante en las arenas varía de un rango que va desde 2.82 Kg/cm² hasta 3.38 kg/cm². La capacidad portante de las gravas va desde 4.51 kg/cm² hasta 4.96 kg/cm².
- La cimentación de la uña del enrocado será en suelo competente y cuya profundidad mínima de la uña de cimentación será de 2.00 m.
- Los resultados de laboratorio respecto a la alternativa de la Cantera de Roca 02, han sido satisfactorios para ser utilizados como materiales de enrocado al cumplir con las normas. Los afloramientos rocosos en donde se ha ubicado la Cantera de Rocas 02 dada su magnitud es suficiente para aportar el material



que se requiera para construir los diques u otras estructuras en donde se requiera rocas de buena calidad.

- La Cantera de Roca 01 se descarta como zona de préstamo debido a que no cumple con las características geomecánicas por lo que esta alternativa no es viable.
- El material de préstamo principal para la construcción de gaviones son las gravas que se encuentran mayormente en la cabecera del río. Hacia la parte baja del río las gravas van desapareciendo y predominan las arenas.

3.15 Recomendaciones

- Para fines constructivos se recomienda adoptar en los diseños Sismo-Resistente el siguiente parámetro sísmico: Factor de Zona = 0.45 Factor (g).
- Se recomienda construir defensas ribereñas rígidas del tipo de enrocado que requieran uña de cimentación. Los bloques de rocas serán colocados en forma ordenada con un talud de 1.5:1 a lo largo de las zonas que presentan erosión de ladera y peligros de inundación.
- Se debe considerar como otra alternativa la construcción de Gaviones caja con colchones Reno para evitar la socavación. Para la construcción de estos gaviones se utilizarían las gravas y cantos rodados del lecho del río Chira ubicados en la cabecera del río. Cabe indicar que a partir de la ubicación de la calicata CRCH-04 hasta la calicata CRCH-08 las gravas disminuyen considerablemente e incrementándose el porcentaje de arenas por lo que se debe construir diques de enrocado y espigones con rocas de la cantera seleccionada.
- Para evitar la erosión de las curvas de las riberas de las terrazas se recomienda construir espigones de roca.
- La cantera de rocas a ser usada es la Cantera de Rocas 02, la cual presenta características geomecánicas óptimas para ser utilizada en la construcción de los diques de enrocado.
- La cantera de rocas 01 compuesta mayormente de areniscas no deben ser usadas en la construcción de los diques de enrocado ya que no cumplen con las características geomecánicas. Se ha observado que los diques de enrocado y espigones contruidos con anterioridad en el cauce del río Chira están compuestos de roca arenisca la cual no cumple con las características geomecánicas por lo que en lo sucesivo no debe emplearse este tipo de roca.



- Conservar en buen estado los diques de rocas y espigones que ya han sido contruidos. Reparar los que han sido dañados.
- Se necesita realizar la limpieza del cauce ya que se ha observado gran cantidad de material fluvial acumulado en el lecho del rio.





MINISTERIO
DE AGRICULTURA
Y RIEGO



Capítulo IV: Caudales máximos



1



CAPITULO IV	53
CAUDALES MÁXIMOS-EVENTOS EXTREMOS.....	53
4.1 UMBRAL DE CAUDALES	53
4.2 PLANTEAMIENTO HIDROLÓGICO	54
4.2.1 <i>Método estadístico.....</i>	<i>55</i>
4.2.2 <i>Método Fuller.....</i>	<i>58</i>
4.2.3 <i>Método Envolvente de Creager.....</i>	<i>59</i>
4.3 CÁLCULO DE CAUDALES MÁXIMOS.....	60
4.4 RESULTADOS	66
4.5 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	67



Listado de cuadros

CUADRO 1. RESUMEN DEL PLANTEAMIENTO HIDROLÓGICO	55
CUADRO 2. DESCARGA MÁXIMA ANUAL RÍO CHIRA ESTACIÓN PUENTE SULLANA	58
CUADRO 3. VALORES DE LOS COEFICIENTES SEGÚN REGIÓN DEL PERÚ	59
CUADRO 4. CAUDALES MÁXIMOS PARA VARIOS PERIODOS DE RETORNO, MEDIANTE FUNCIONES PROBABILÍSTICAS	65
CUADRO 5. CAUDALES MÁXIMOS INSTANTÁNEOS MEDIANTE FULLER	66
CUADRO 6. CAUDALES MÁXIMOS EN LAS ESTACIONES DE CONTROL	66

Listado de figuras

FIGURA 1. CAUDAL PROM DIARIO ESTACIÓN PUENTE SULLANA, 1992-1998	54
FIGURA 2. UBICACIÓN DE LAS ESTACIONES DE CONTROL EC	55
FIGURA 3. MAPA DE REGIONALIZACIÓN DE LAS AVENIDAS DEL PERÚ	60
FIGURA 4. DISTRIBUCIÓN NORMAL.....	61
FIGURA 5. DISTRIBUCIÓN LOG NORMAL DE 2 PARÁMETROS	61
FIGURA 6. DISTRIBUCIÓN LOG NORMAL DE 3 PARÁMETROS	62
FIGURA 7. DISTRIBUCIÓN GAMMA DE 2 PARÁMETROS.....	62
FIGURA 8. DISTRIBUCIÓN GAMMA DE 3 PARÁMETROS	63
FIGURA 9. DISTRIBUCIÓN LOG – PEARSON TIPO III	63
FIGURA 10. DISTRIBUCIÓN GUMBEL	64
FIGURA 11. DISTRIBUCIÓN LOG GUMBEL.....	64
FIGURA 12. GUMBEL MEJOR AJUSTE, MÉTODO GRÁFICO	65



CAPITULO IV

CAUDALES MÁXIMOS-EVENTOS EXTREMOS

Un evento climático extremo, son fenómenos meteorológicos normalmente raros que están por encima del percentil 90° y más bajo que el percentil 10° y varía según los lugares. Un fenómeno climático extremo es una media de una serie de fenómenos meteorológicos en un período concreto, media que de por sí es extrema (por ejemplo la precipitación durante una estación)¹.

4.1 Umbral de caudales

La Autoridad Nacional del Agua, no ha determinado para el río Chira umbrales de caudales para **alerta** y **emergencia**. En la imagen se aprecia la distribución de caudales promedios diarios para los años 1992 – 1998, se observa caudales superiores a 1500 m³/s.

Situándonos en el año 1998, fenómeno El Niño, el caudal promedio anual del río Chira fue de 484.28 m³/s, con un máximo de 3,050.00 m³/s (Marzo) y un mínimo de 25.80 m³/s (Octubre), valores obtenidos de la estación Puente Sullana, que indican un año excepcional, generándose inundaciones y daños considerables principalmente por el arrastre de material de lodos, piedras y troncos que son altamente erosivos en los desbordes ocurridos en caseríos y zonas bajas del valle. (Montenegro Gambini 2012).



¹ IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change)

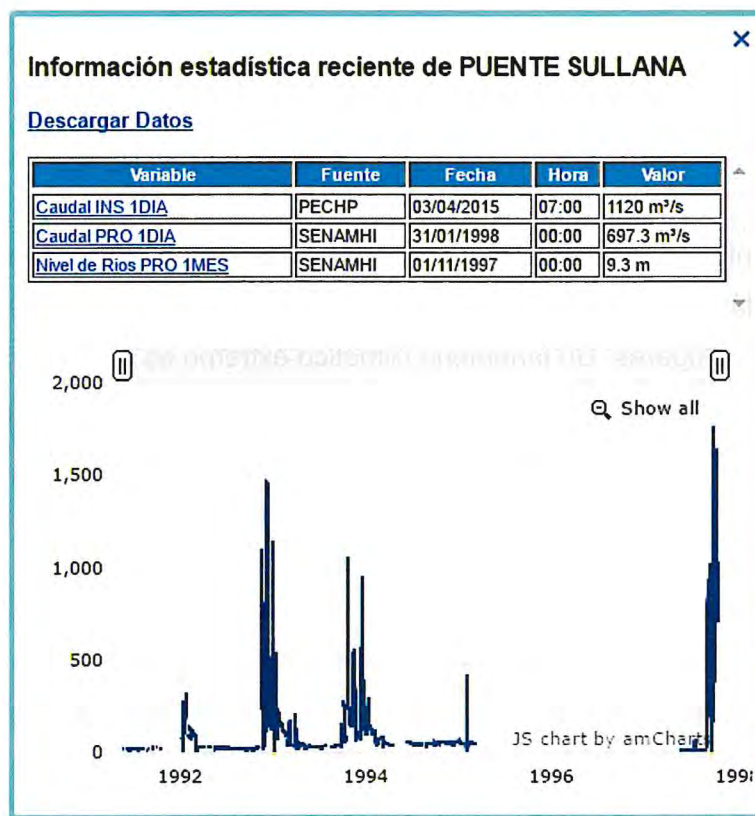


Figura 1. Caudal Prom diario estación Puente Sullana, 1992-1998
Fuente. SADHO

4.2 Planteamiento hidrológico

- Los caudales se calcularon en 1 punto o Estación de Control (EC), distribuido como se muestra en la figura.
- Se calculó caudales en la parte baja de la cuenca (sub cuenca Bajo Chira) a la altura del centro poblado La Huerta del Distrito de Marcavelica, haciendo uso del método estadístico (EC-01). Para ello se contó con un registro histórico de caudales promedio diario de 40 años (1972 – 2011) de la estación Puente Sullana del Proyecto Especial Chira Piura. Se ha tomado en cuenta los caudales del Fenómeno El Niño.

Cuadro 1. Resumen del planteamiento hidrológico

Estación de control (EC)	Método	Descripción
EC-01	Estadístico	Empleo de distribuciones probabilísticas

En la figura 4, se muestra la ubicación de la estación de control, tomando en cuenta la confluencia con los tributarios

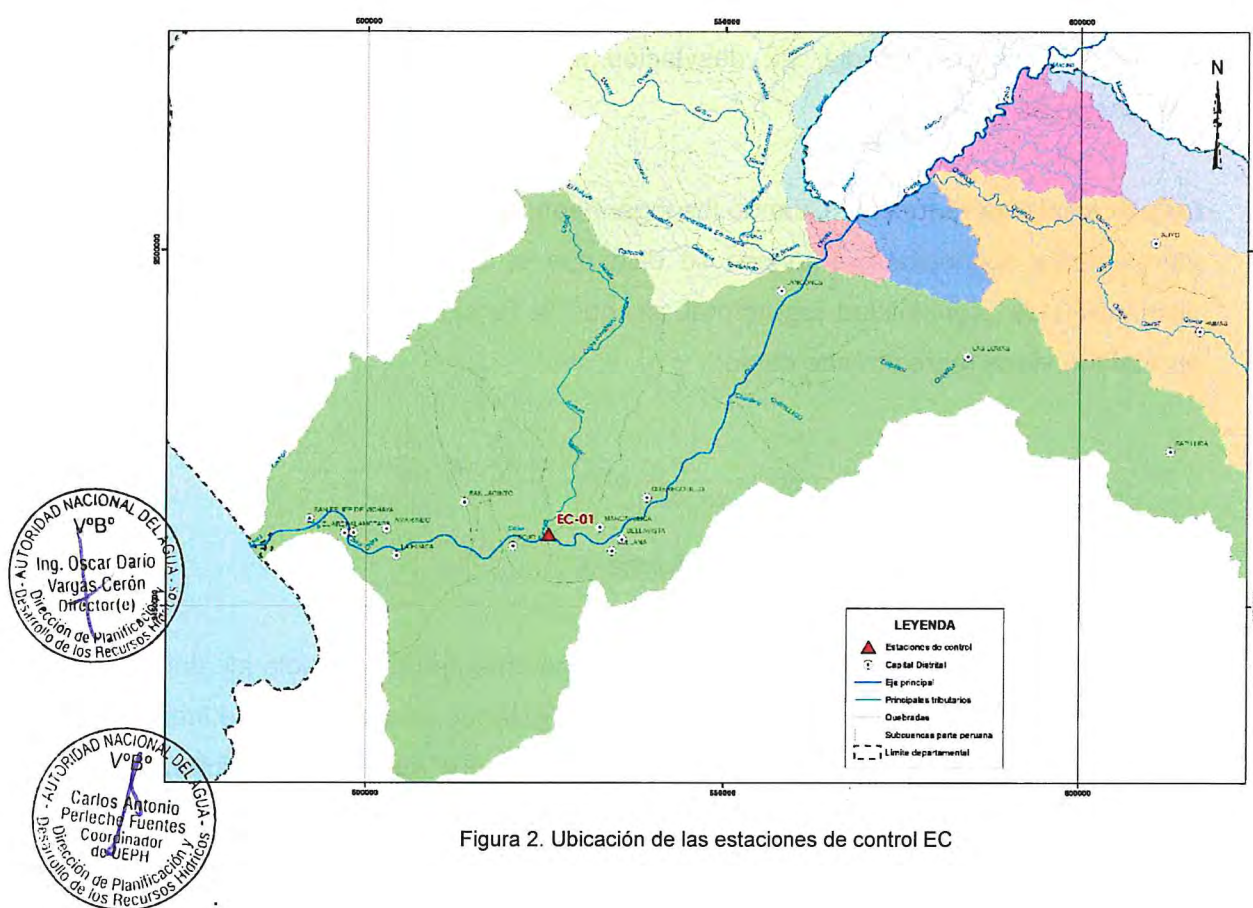


Figura 2. Ubicación de las estaciones de control EC

4.2.1 Método estadístico

a. Sustento teórico. Este método está basado en el análisis de la frecuencia de las crecidas. El caudal es considerado como una variable aleatoria continua, que permite evaluar su distribución estadística, el cual puede ser ajustado a una ley teórica de probabilidad (Gumbel, Log Pearson II, etc.).

Con el uso del programa HidroEsta, se evaluó la serie histórica de caudales

máximos anuales con 8 modelos probabilísticos, considerando un nivel de significancia de 5%, método de estimación de parámetros, Parámetros Ordinarios y pruebas de bondad de ajuste por Kolmogorov.

Normal. Una variable aleatoria X se distribuye de acuerdo con una distribución de probabilidades Normal si su Función de Densidad de Probabilidades está dada como:

$$f_x(x) = \frac{1}{\sigma_x \sqrt{2\pi}} e^{-\frac{(x-\mu_x)^2}{2\sigma_x^2}}$$

Los parámetros son: media, μ_x , desviación estándar σ_x . La asimetría de la distribución es cero.

Log-Normal 2 parámetros. Cuando los logaritmos, $\ln(x)$, de una variable x están normalmente distribuidos, entonces se dice que la distribución de x sigue la distribución de probabilidad log-normal, en que la función de probabilidad log-normal $f(x)$ viene representado como:

$$f(x) = \frac{1}{x\sigma_y\sqrt{2\pi}} \text{EXP} \left\{ -\frac{1}{2} \left[\frac{\ln x - \mu_y}{\sigma_y} \right]^2 \right\}$$

Parámetro de escala μ_y y parámetro de forma σ_y

Log-Normal 3 parámetros. Muchos casos el logaritmo de una variable aleatoria x, del todo no son normalmente distribuido, pero restando un parámetro de límite inferior x_0 , antes de tomar logaritmos, se puede conseguir que sea normalmente distribuida.

La función de densidad, de la distribución log-normal de 3 parámetros, es:

$$f(x) = \frac{1}{(x-x_0)\sigma_y\sqrt{2\pi}} \text{EXP} \left\{ -\frac{1}{2} \left[\frac{\ln(x-x_0) - \mu_y}{\sigma_y} \right]^2 \right\}$$

Parámetro de posición x_0 , parámetro de escala μ_y y parámetro de forma σ_y^2 .

Gamma 2 parámetros. Se dice que una variable aleatoria x, tiene una distribución gamma de 2 parámetros si su función densidad de probabilidad es:



$$f(x) = \frac{x^{\gamma-1} e^{-\frac{x}{\beta}}}{\beta^{\gamma} \Gamma(\gamma)}$$

Parámetro de forma γ , parámetro de escala β

Gamma 3 parámetros o Pearson Tipo III. Cuando una variable aleatoria x se ajustan a una distribución Pearson Tipo III, se dice que la variable aleatoria x se ajusta a una distribución Log Pearson Tipo III. Su función densidad de probabilidad es:

$$f(x) = \frac{(x - x_0)^{\gamma-1} e^{-\frac{(x-x_0)}{\beta}}}{\beta^{\gamma} \Gamma(\gamma)}$$

Gumbel. A partir de la distribución general de valores extremos, se pueden derivar tres tipos de distribuciones: la tipo I, comúnmente conocida como Gumbel, la tipo II y la tipo III, llamada también Weibull.

Elas difieren entre sí por el valor del parámetro de forma. La expresión general de la función de densidad de probabilidades para la distribución extrema tipo I o Gumbel es:

$$f_x(x) = \frac{1}{\alpha} \exp \left[-\frac{x - \beta}{\alpha} \exp \left(-\frac{x - \beta}{\alpha} \right) \right]$$

Parámetros de escala α y parámetro de posición β

Distribución Log-Gumbel. La función de distribución acumulada de la distribución Gumbel tiene la forma:

$$F(x) = e^{-e^{-\frac{(x-\mu)}{\alpha}}}$$

para: $-\infty < x < \infty$

donde:

$0 < \alpha < \infty$ es el parámetro de escala

$-\infty < \mu < \infty$ es el parámetro de posición, llamado también valor central o moda, si en la ecuación, la variable x se reemplaza por $\ln x$, se obtiene la función acumulada de la distribución log-Gumbel, o distribución de Fréchet.

b. Información empleada.

Se ha usado la data histórica de caudales medios diarios, están disponible en el proyecto Especial Chira Piura en coordinación con la Autoridad Nacional del Agua (ANA).



La información histórica de caudales promedio diario corresponde a la estación Puente Sullana, periodo de 1972 a 2011, un total de 40 años.

Cuadro 2. Descarga Máxima Anual río Chira estación Puente Sullana

Año	Q _{max} (m ³ /s)	Año	Q _{max} (m ³ /s)
1,972	2640.3	1,992	2355.5
1,973	1208.6	1,993	1400
1,974	347.9	1,994	1100
1,975	816.9	1,995	58
1,976	1249.5	1,996	140
1,977	921.5	1,997	925
1,978	51.1	1,998	3005
1,979	175.5	1,999	1195.2
1,980	53.8	2,000	1111
1,981	693.7	2,001	2252.9
1,982	299	2,002	2516.5
1,983	3025	2,003	167.7
1,984	1059	2,004	38.2
1,985	85	2,005	462.1
1,986	40	2,006	812
1,987	540	2,007	216.7
1,988	37.3	2,008	2594.03
1,989	545	2,009	1468.34
1,990	45	2,010	892.09
1,991	31.3	2,011	606.14

Fuente: Proyecto Especial Chira Piura

4.2.2 Método Fuller

Para diseño de estructuras de protección o control de inundaciones se requiere caudales máximos instantáneos razón por la cual se empleará el método de Fuller, a partir de los caudales calculados con el método estadístico

Empleando el método de Fuller, se calcularon los caudales máximos instantáneos, a partir de los caudales máximos diarios calculados con el método estadístico.

$$Q_{\text{inst}} = Q \cdot \left(1 + \frac{2.66}{A^{0.3}} \right) \quad A \text{ en km}^2$$

Caudal instantáneo Q_{inst} , caudal calculado para un determinado periodo de retorno Q , área de la cuenca húmeda o de interés A (en km²).



4.2.3 Método Envolvente de Creager

Los caudales máximos se calcularán en función del área de la cuenca y el periodo de retorno, con la siguiente relación

$$Q_{max} = (C_1 + C_2) * \text{Log}(T) * A^{mA-n}$$

Donde,

C_1 , C_2 , m y n son coeficientes adimensionales para diferentes regiones del Perú.

Q_{max} , caudal máximo

T , periodo de retorno

En el cuadro 3, se muestra los valores de los coeficientes para cada región del Perú y en la figura 5, se muestra la regionalización de avenidas del Perú. Según estas consideraciones el ámbito de estudio se ubica en la región 1.

Cuadro 3. Valores de los coeficientes según región del Perú

N°	Región	Cuenca	C1	C2	m	n
1	Costa Norte (frontera)	Tumbes a Piura	1.01	4.37	1.02	0.04
2	Costa Norte	Cascajal a Santa	0.10	1.28	1.02	0.04
3	Sierra Norte	Alto Marañón	0.27	1.48	1.02	0.04
4	Costa Central	Lacramarca a Camaná-Majes	0.09	0.36	1.24	0.04
5	Costa sur	Quilca a Caplina	0.11	0.26	1.24	0.04
	Titicaca	Titicaca				
6	Sierra Central Sur	Mantaro, Apurimac y Urubamba	0.18	0.31	1.24	0.04
7	Selva	Ucayali, Bajo Marañón, Madre de Dios y Amazonas	0.22	0.37	1.24	0.04

Fuente: Análisis regional de las avenidas en los ríos del Perú; Trau W. y Gutierrez R.; 1979



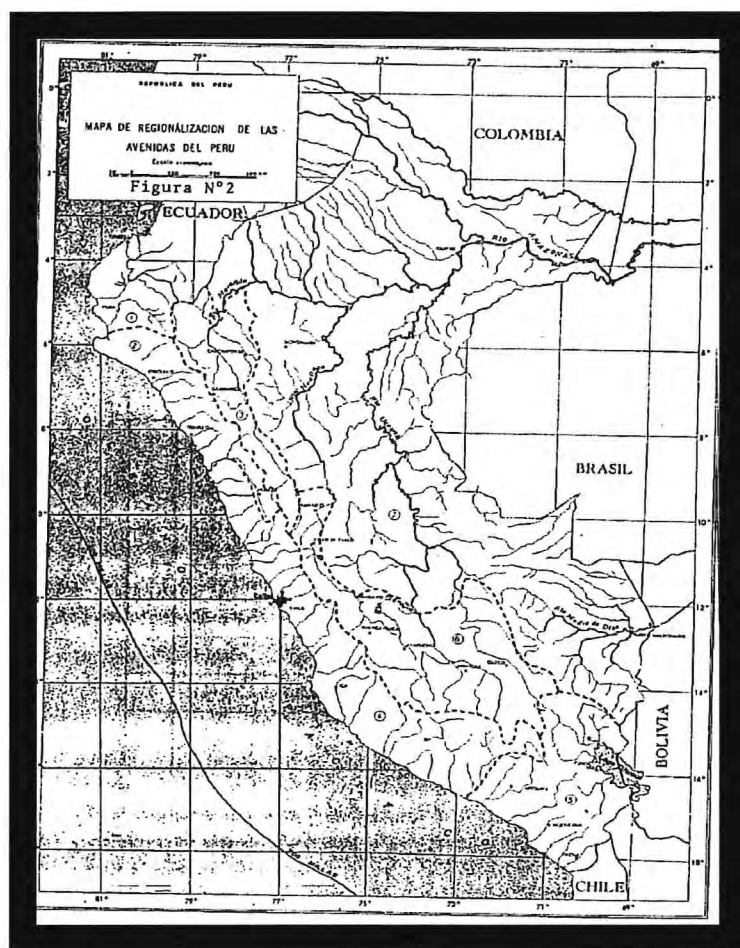


Figura 3. Mapa de Regionalización de las Avenidas del Perú

Fuente: Análisis regional de las avenidas en los ríos del Perú; Trau W. y Gutierrez R.; 1979

4.3 Cálculo de caudales máximos

- a. Los caudales en la estación hidrométrica Puente Sullana, que abarca las subcuencas de Bajo Chira (Unidad Hidrográfica 13817, Unidad Hidrográfica 13819, Chipillico y Saman), Alamor, La Solana, Macara, Medio Alto Chira, Medio Bajo Chira, Medio Chira y Quiroz. En el Cuadro 15, se indican los caudales máximos instantáneos para varios periodos de retorno, calculados mediante el método estadístico.

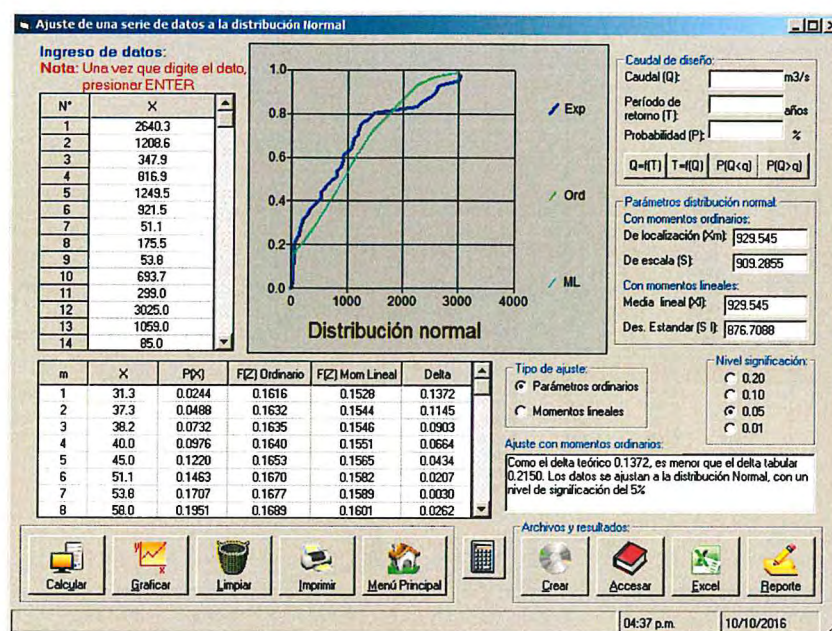


Figura 4. Distribución Normal

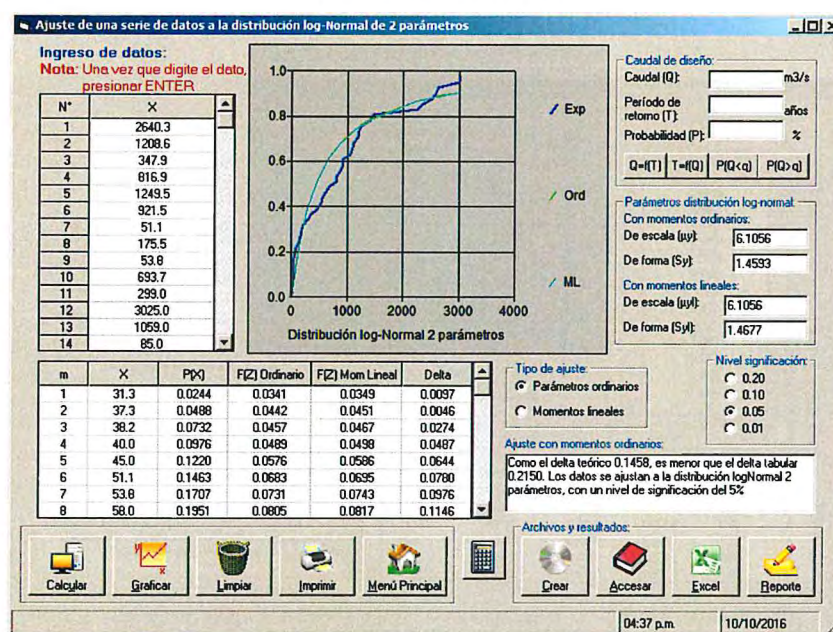


Figura 5. Distribución Log normal de 2 parámetros

Ing. Oscar Dario Vargas Cerón
Director(e)
Dirección de Planificación y Control de los Recursos Hídricos

Carlos Antonio Perleche Fuentes
Coordinador de UEPH
Dirección de Planificación y Control de los Recursos Hídricos

Ing. TOMAS ALFARO SANTO
Director(e)
Dirección de Estudios de Ingeniería Hidráulica y Recursos Hídricos

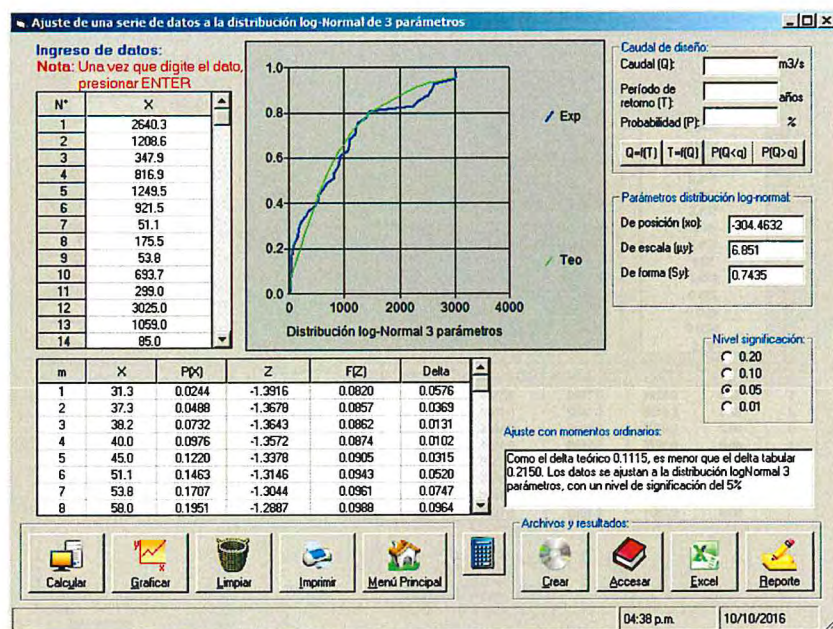


Figura 6. Distribución Log normal de 3 parámetros

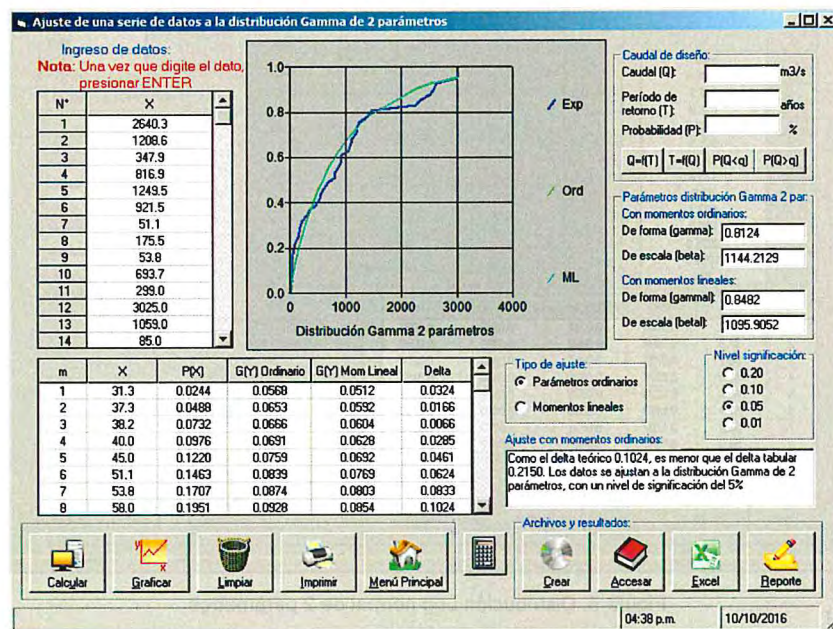


Figura 7. Distribución Gamma de 2 parámetros

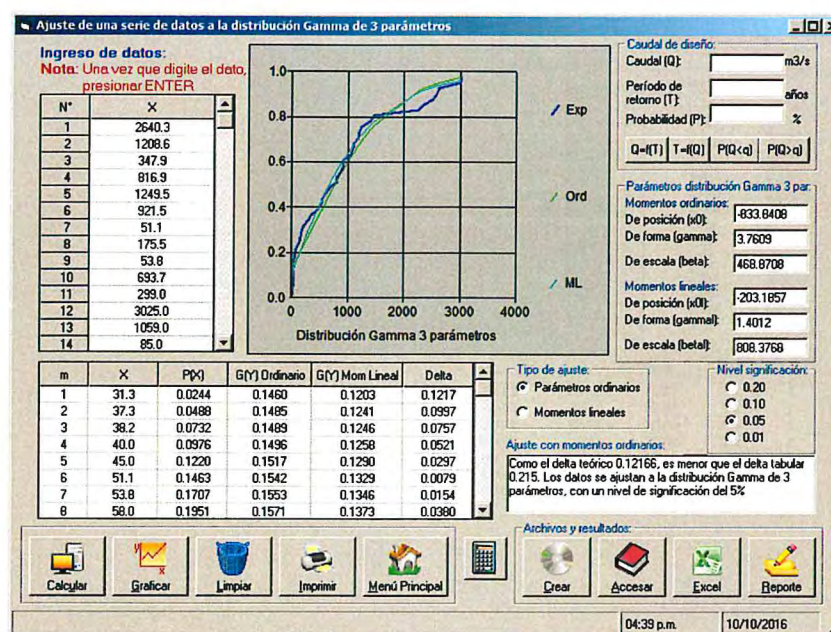


Figura 8. Distribución Gamma de 3 parámetros

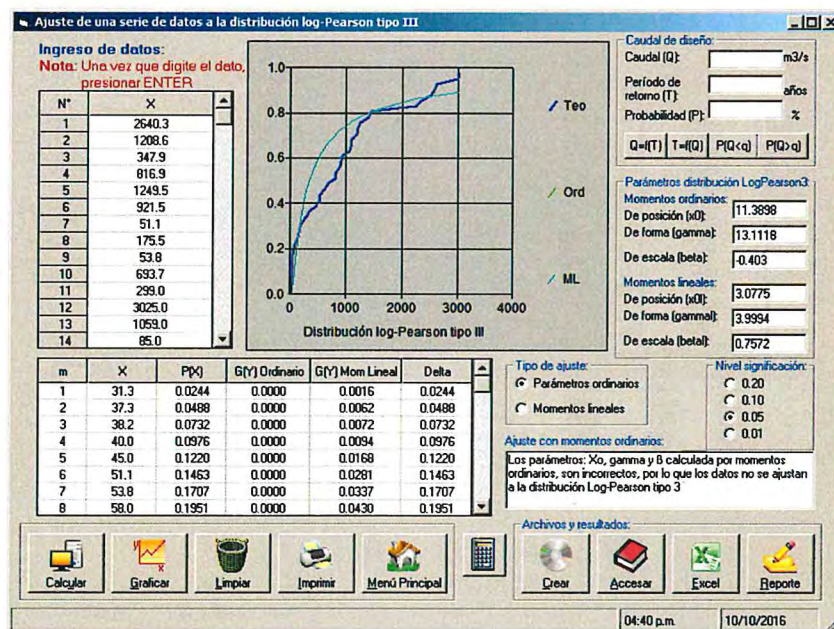


Figura 9. Distribución Log – Pearson tipo III

AUTORIDAD NACIONAL DEL AGUA - V°B°
 Ing. Oscar Darío Vargas Cerón
 Director (e)
 Dirección de Planificación y Desarrollo de los Recursos Hídricos

AUTORIDAD NACIONAL DEL AGUA - V°B°
 Carlos Antonio Perleche Fuentes
 Coordinador
 DUEPH
 Dirección de Planificación y Desarrollo de los Recursos Hídricos

AUTORIDAD NACIONAL DEL AGUA - V°B°
 Ing. TOMÁS ALFARO ABANTO
 Director (e)
 Dirección de Estudios e Investigaciones

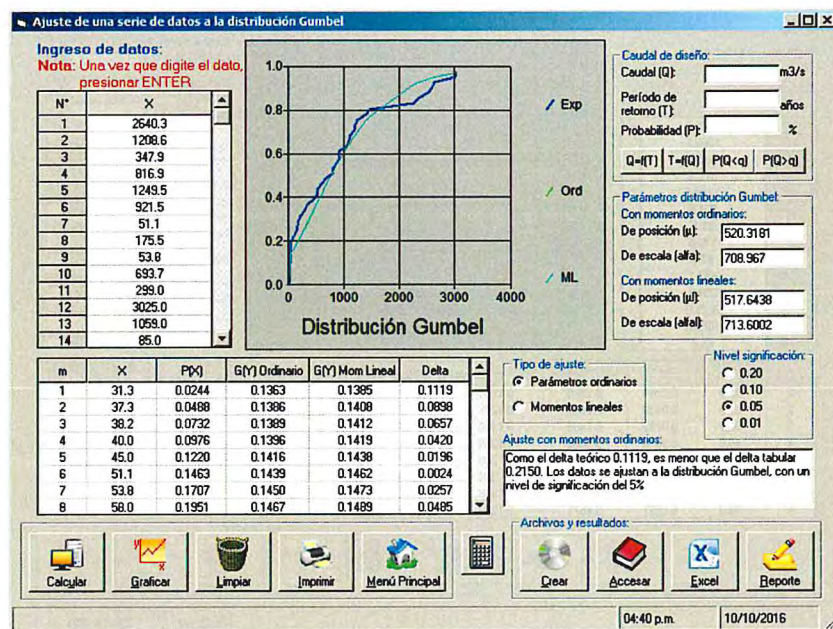


Figura 10. Distribución Gumbel

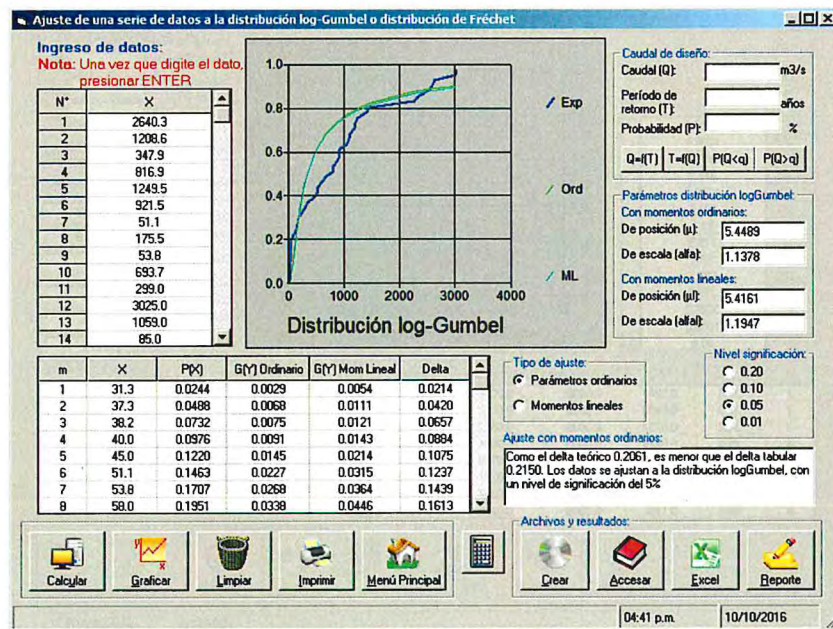


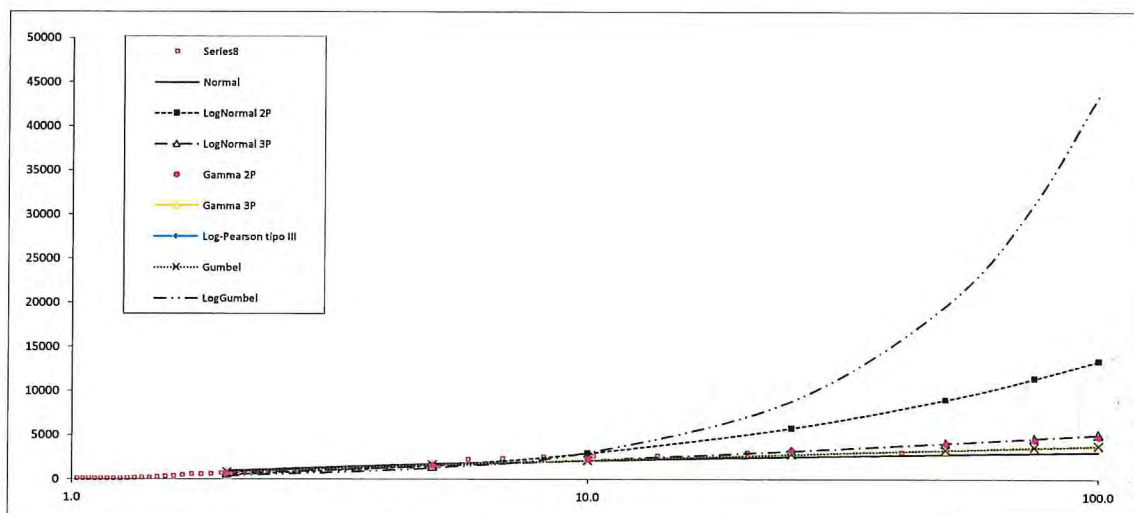
Figura 11. Distribución Log Gumbel



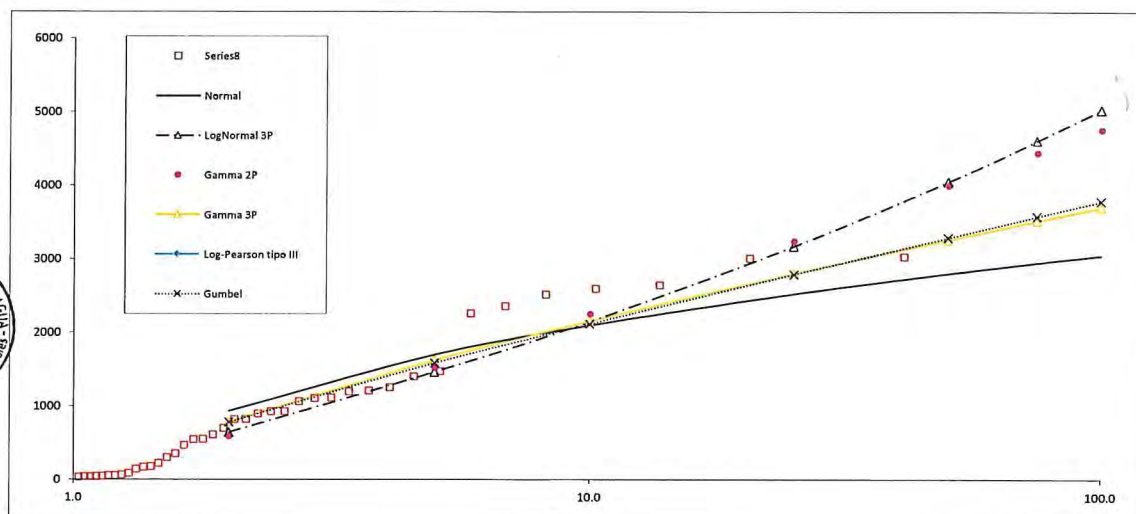
Cuadro 4. Caudales máximos para varios periodos de retorno, mediante funciones probabilísticas

Periodo de Retorno (T)	P	Distribución Normal	Distribución Log Normal 2 parámetros	Distribución Log Normal 3 parámetros	Gamman 2 parámetros	Gamman 3 parámetros	Log-Pearson tipo III	Gumbel	Log Gumbel
2.0	0.500	929.6	448.4	640.4	587.2	776.0		780.2	352.8
5.0	0.200	1694.7	1530.9	1461.8	1517.6	1614.8		1583.7	1281.2
10.0	0.100	2095.0	2910.5	2145.9	2251.4	2148.2		2115.8	3009.0
25.0	0.040	2521.8	5773.3	3169.1	3239.8	2792.8		2788.0	8850.4
50.0	0.020	2797.4	8985.1	4047.1	3995.6	3251.8		3286.7	19703.6
75.0	0.013	2945.3	11391.6	4606.3	4439.8	3512.0		3576.5	31374.4
100.0	0.010	3045.3	13374.8	5024.7	4755.4	3693.5		3781.7	43607.8

En la figura siguiente, se observa que el registro histórico de caudales, tiene un buen ajuste a la distribución Gumbel; por lo tanto se tomarán estos caudales para los estudios y diseño de estructuras.



VºBº
 Ing. Oscar Dario Vargas Cerón
 Director (el)
 Dirección de Planificación y Estudios de los Recursos Hídricos



VºBº
 Carlos Antonio Parleche Fuentes
 Coordinador (el)
 Dirección de Planificación y Estudios de los Recursos Hídricos

VºBº
 Ing. TOMÁS ALFARO TABANTO
 Director (e)
 Dirección de Estudios de los Recursos Hídricos

Figura 12. Gumbel mejor ajuste, método gráfico

Mediante el método de Fuller, se calcularon los caudales máximos instantáneos, a partir de los caudales máximos diarios calculados anteriormente. En el cuadro siguiente, se muestra los caudales máximos instantáneos en las estaciones de control, los cuales deberán ser usados en el dimensionamiento de las defensas ribereñas y cálculos de los parámetros fluviales del río.

Cuadro 5. Caudales Máximos Instantáneos mediante Fuller

T.R. (años)	$Q_{\max}$ (m ³ /s)	Área (Km ²)	Q_{inst} (m ³ /s)
2	780.2	14933	896.3
5	1583.7	14933	1819.4
10	2115.8	14933	2430.7
25	2788	14933	3202.9
50	3286.7	14933	3775.8
75	3576.5	14933	4108.7
100	3781.7	14933	4344.5

4.4 RESULTADOS

Los caudales en la estación de control EC-01 para diferentes periodos de retorno se muestran en el cuadro siguiente.

Cuadro 6. Caudales máximos en las estaciones de control

T.R. (años)	$Q_{\max}$ (m ³ /s)	Área (Km ²)	Q_{inst} (m ³ /s)
2	780.2	14933	896.3
5	1583.7	14933	1819.4
10	2115.8	14933	2430.7
25	2788	14933	3202.9
50	3286.7	14933	3775.8
75	3576.5	14933	4108.7
100	3781.7	14933	4344.5



4.5 Conclusiones y recomendaciones

CONCLUSIONES

- Los caudales máximos han sido calculados en 1 punto de control, en los cuales se han determinado los resultados que se muestran en el cuadro correspondiente.
- El mejor ajuste se presenta en la distribución Gumbel, en el grupo de cálculo de los métodos estadísticos.
- Los valores que correspondan a cada valor de periodo de retorno, deberán ser utilizados considerando el tipo de estructura a proyectar: Puentes, defensas ribereñas, sistemas de riego, etc
- Las pruebas de bondad de ajuste han determinado un valor de 0.1119, para la distribución Gumbel.

RECOMENDACIONES



- El análisis presentado como referencia para entender mejor el comportamiento hidráulico de la cuenca del Chira, en la cual deberá tenerse en cuenta que los valores del evento máximo deberán tomarse para el cálculo de estructuras de defensa ribereña e infraestructura afines. Teniendo en cuenta el grado de afectación ante un posible evento máximo en donde el tramo encauzado de acuerdo al análisis no se afectará.



- Los cálculos presentados deberán contrastarse y modelarse de acuerdo a la topografía de cada sector considerando también aportes (alfuentes) que no deben significar una variación importante de caudal.





MINISTERIO
DE AGRICULTURA
Y RIEGO



Autoridad Nacional del Agua



Capítulo V: Análisis de la vulnerabilidad



INDICE

INDICE	69
Listado de figuras.....	70
Listado de cuadros	70
CAPITULO V.....	71
ANÁLISIS DE LA VULNERABILIDAD	71
5.1 Identificación de peligros	72
5.2 Identificación de zonas vulnerables	73
5.2.1 Poblaciones vulnerables por activación de quebradas.....	73
5.2.2 Identificación y descripción de puntos críticos en cauce principal	75
.....	76
.....	76
.....	76
5.3 Conclusiones y recomendaciones.....	89



Listado de figuras

Figura 1. Ubicación de las poblaciones en riesgo por activación de quebradas	73
Figura 2. Zona Vulnerable 01, sector La Chililique	75
Figura 3. Ubicación de la zona vulnerable 02 y 11	76
Figura 4. Ubicación de la zona vulnerable 03.....	76
Figura 5. Ubicación de la zona vulnerable 04.....	77
Figura 6. Ubicación de la zona vulnerable 05.....	78
Figura 7. Ubicación de la zona vulnerable 06.....	78
Figura 8. Ubicación de la zona vulnerable 07.....	79
Figura 9. Ubicación de la zona vulnerable 08.....	80
Figura 10. Ubicación de la zona vulnerable 09.....	80
Figura 11. Ubicación de la zona vulnerable 10.....	81
Figura 12. Ubicación de la zona vulnerable 12.....	82
Figura 13. Ubicación de la zona vulnerable 13.....	82
Figura 14. Ubicación de la zona vulnerable 14.....	83
Figura 15. Ubicación de la zona vulnerable 15.....	84
Figura 16. Ubicación de la zona vulnerable 16.....	84
Figura 17. Ubicación de la zona vulnerable 17.....	85
Figura 18. Ubicación de la zona vulnerable 18 y 19	86
Figura 19. Ubicación de puntos críticos.....	88

Listado de cuadros

Cuadro 1. Poblaciones en riesgo por activación de quebradas	74
Cuadro 2. Ubicación de las zonas vulnerables por erosión e inundación	87



CAPITULO V

ANÁLISIS DE LA VULNERABILIDAD

La Ley N° 29664, Sistema Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres (SINAGERD), define la vulnerabilidad como la susceptibilidad de la población, la estructura física o las actividades socioeconómicas, de sufrir daños por acción de un peligro o amenaza.

Los peligros naturales están inmersos en un entorno cambiante y dinámico, que incluye no sólo las condiciones económicas y sociales, sino también las condiciones físicas. Es necesario evaluar, como estos cambios pueden afectar el proyecto y también como la ejecución del mismo puede afectar a dichas condiciones. En particular, los proyectos se circunscriben a un ambiente físico que lo expone a una serie de peligros: sismos, inundaciones, lluvias intensas, deslizamientos, sequías, entre otros, y por tanto, se hace necesario identificar los peligros y sus potenciales impactos.

El Perú, debido a sus características físicas y condiciones naturales, presenta gran ocurrencia de diversos y múltiples peligros. La situación descrita se ha incrementado en las últimas décadas, debido principalmente a la ocupación informal del territorio por falta de un ordenamiento territorial. Ello no sólo incrementa la condición de vulnerabilidad de la población, sino que contribuye a la generación de conflictos de uso en el territorio y nuevos peligros facilitando la existencia de viviendas e infraestructura en zonas de alto peligro susceptibles a sismos, deslizamientos, huaycos, alud, inundaciones y otros

El conocimiento de los peligros dentro del proceso de identificación, formulación y evaluación de proyectos, permite tomar en cuenta el potencial impacto del medio ambiente y el entorno sobre el proyecto, de tal manera que sea posible implementar medidas para no afectar la operación del proyecto y para reducir los riesgos y potenciales daños.

El análisis de la vulnerabilidad, es el proceso mediante el cual se evalúa las condiciones existentes de los factores de la vulnerabilidad: exposición, fragilidad y resiliencia, de la población o de sus medios de vida.

En ese capítulo se ha identificado las zonas vulnerables (puntos críticos) en el cauce del río Chira por erosión e inundación entre los sectores entre Chililique – Pardo de Zela



en el distrito de Querecotillo, hasta el sector Alto Las Valencias Miramar en el distrito de Vichayal de la provincia y departamento Piura, como consecuencia del desnivel topográfico de las riberas o áreas aledañas y de las condiciones físico-mecánico del suelo y los taludes. Asimismo, se considera zonas vulnerables a aquellos lugares donde hay antecedentes de desborde y/o erosión que actualmente se encuentren en peligro inminente. Cabe diferenciar que los puntos críticos, son aquellos lugares donde hay antecedentes que ha ocurrido desborde, erosión o que a la vista se encuentre en un inminente peligro.

5.1 Identificación de peligros

El Río Chira, presenta riesgos por inundación y erosión en la cuenca media y baja del valle, donde las pendientes son bajas y no siempre se cuentan con terrazas altas. Dichos riesgos son provocados por el régimen de descargas de los ríos y sus principales afluentes, que presenta crecientes en épocas de lluvias en la parte alta.

En la cuenca, de originarse fuertes precipitaciones pueden ocurrir perturbaciones geodinámicas por la reactivación de los cursos principales y de las pequeñas quebradas, con movilización de los escombros rocosos de las laderas y procesos de erosión e inundación por efecto de crecidas de los ríos indicados y sus afluentes.

La presa Sullana, construida para un caudal de diseño de 3500 m³/s, sufrió daños durante las crecidas producidas por la presencia del fenómeno El Niño 1997-98, debido a la erosión intensa que se desarrolló aguas abajo y produjo un ensanchamiento importante del lecho, y la socavación de las obras de disipación de energía. Los caudales de crecida en Sullana están influenciados por el embalse Poechos, el cual tiene una capacidad de almacenamiento y amortiguamiento importante. Para la mayor crecida se determinó el amortiguamiento del 30% del caudal pico de ingreso al embalse (7300 m³/s). La capacidad de almacenamiento se ha reducido a un 60% debido a la acumulación de sedimentos. Por lo tanto, es recomendable examinar el efecto del embalse Poechos sobre los caudales pico y sus posibles atenuaciones del impacto sobre los caudales de crecida aguas abajo, debido a la reducción de su capacidad de almacenamiento¹.

¹ Diagnóstico de la ocurrencia de sequías, inundaciones y cambio climático global en el Perú

5.2 Identificación de zonas vulnerables

5.2.1 Poblaciones vulnerables por activación de quebradas

Se han identificado 59 poblados asentados en las márgenes de quebradas, poniendo en riesgo directo a 46,720 personas y 9,429 viviendas en caso de activarse por acción de lluvias recurrentes, extremas como El FEN². Algunas de estas poblaciones son: Becara, Bellavista, Canchaque, Caracucho, Caraveli, Algarrobos, Chamelico, El Higuero, El Overol, El Tocto, Colán, El Ingenio, El Virrey, La Matanza, Pedregal, Somate Alto, entre otros.

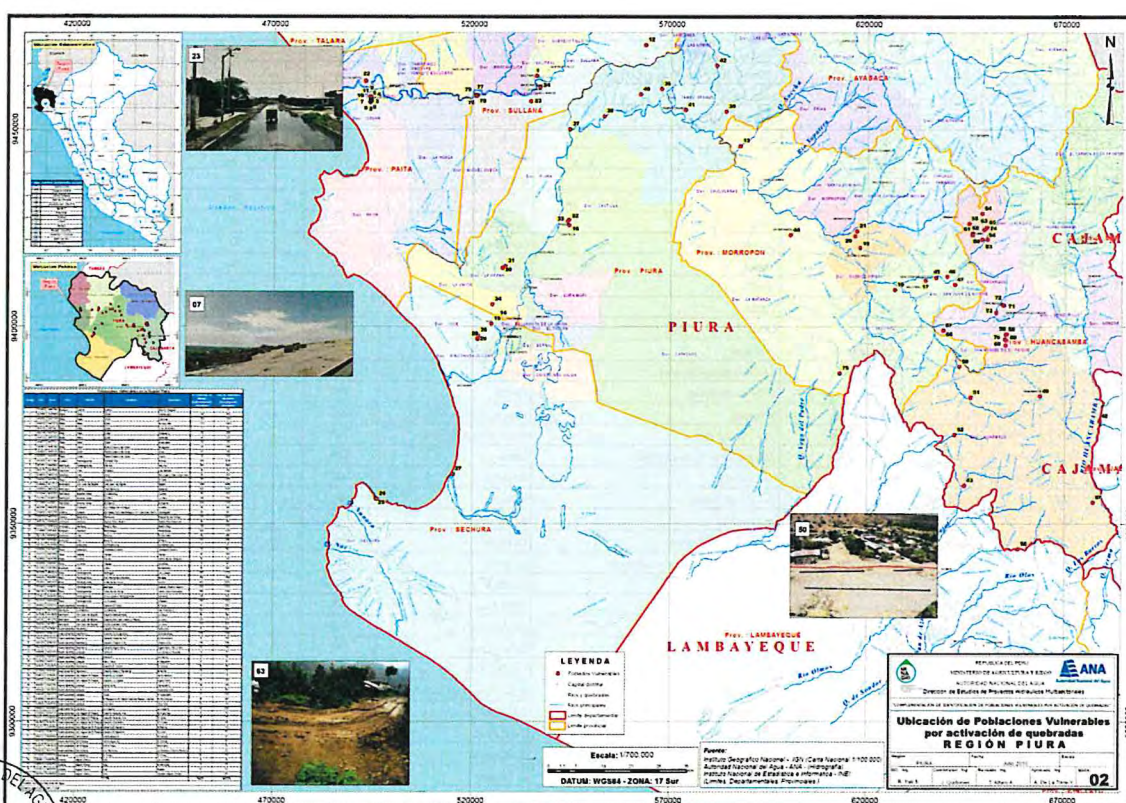


Figura 1. Ubicación de las poblaciones en riesgo por activación de quebradas

AUTORIDAD NACIONAL DEL AGUA
VºBº
Carlos Antonio
Perleche Fuentes
Coordinador
de UEPH
Dirección de Planificación y
Desarrollo de los Recursos Hídricos

AUTORIDAD NACIONAL DEL AGUA
VºBº
Ing. JUAN
ALFARO SANTO
Director (e)
Dirección de Estudio de
Recursos Hídricos

AUTORIDAD NACIONAL DEL AGUA
VºBº
Ing. Oscar Darío
Vargas Cerón
Director (e)
Dirección de Planificación y
Desarrollo de los Recursos Hídricos

² Identificación de Poblaciones Vulnerables por Activación de Quebradas

Cuadro 1. Poblaciones en riesgo por activación de quebradas

Código	Este	Norte	Prov.	Distrito	Localidad	Quebrada	N° Viviendas en Riesgo	N° Habitantes en riesgo (Directamente Afectados)	N° Habitantes en riesgo (Indirectamente Afectados)	Total de Habitantes afectados
1	535839	9463565	Sullana	Salitral	Salitral	Mocho Delgado	5	25	33	58
2	493950	9456805	Paita	Paita	Colán	Centenario	100	500	665	1,165
3	494203	9457120	Paita	Paita	Colán	Libertad	250	1,250	1,663	2,913
4	494150	9457279	Paita	Paita	Colán	Arroyo Mio	172	1,200	1,596	2,796
5	494162	9457451	Paita	Paita	Colán	9 de diciembre	5	23	31	54
6	494136	9457547	Paita	Paita	Colán	Salaverry	50	250	333	583
7	494132	9457653	Paita	Paita	Colán	Cahuide	40	200	266	466
8	494077	9457917	Paita	Paita	Colán	Atahualpa	30	150	200	350
9	494053	9458100	Paita	Colan	Pueblo Nuevo de Colan	Bolognesi	40	200	266	466
10	494020	9458145	Paita	Colan	Pueblo Nuevo de Colan	Grau	60	300	399	699
11	493976	9458357	Paita	Colan	Pueblo Nuevo de Colan	Sucre	20	100	133	233
12	563435	9471426	Sullana	Tambogrande	Somate Alto	El Ereo	500	2,500	3,325	5,825
13	587557	9445864	Morropón	Tambogrande	Paccha	Paccha	600	3,000	3,990	6,990
14	526179	9402060	Sechura	Vice	Chalaco	Las Menjas	20	100	133	233
15	524659	9400749	Sechura	Vice	Vice	Don Juan y San José Vice	50	250	333	583
16	544240	9425843	Flura	Castilla	Castilla	El Gallo	55	275	366	641
17	634654	9411717	Morropón	San Juan de Bigote	San Juan de Bigote	Bigote	1,200	6,000	7,980	13,980
18	626858	9409352	Morropón	Salitral	Villa Malacasi	Malacasi	900	5,000	6,650	11,650
19	618044	9420065	Morropón	Buenos Aires	La Maravilla	Carizzo	80	800	1,064	1,864
20	616762	9423014	Morropón	Buenos Aires	La Rica	La Rica	140	750	998	1,748
21	617206	9424271	Morropón	Buenos Aires	El Ingenio	El Ingenio	300	1,800	2,394	4,194
22	492756	9462290	Paita	Vichayal	San Felipe de Vichayal	Avelino	30	150	200	350
23	534438	9457186	Sullana	Sullana	AH Jose Carlo Mariategui y AH Sanchez Cerro	Ceneguillo	20	60	80	140
24	536719	9460784	Sullana	Bellavista	Bellavista	Boqueron de Nuñez	750	2,250	2,993	5,243
25	495734	9356429	Sechura	Sechura	Puerto Rico -Buzon	Puerto Rico-Bayovar	50	200	266	466
26	495974	9356334	Sechura	Sechura	Puerto Rico	Puerto Rico	100	210	279	489
27	515086	9362641	Sechura	Sechura	Parachique	Parachique	200	1,000	1,330	2,330
28	521139	9396824	Sechura	Vice	Becara	El Alto Perú	50	200	266	466
29	521165	9397222	Sechura	Vice	Becara	El Pozo	50	250	333	583
30	527392	9414900	Flura	Catacaos	Cumbibira Sur	Cumbibira Sur	5	25	33	58
31	528086	9415407	Flura	Catacaos	Cumbibira Centro	Cumbibira Centro	10	50	67	117
32	544173	9427096	Flura	Castilla	Tacala	Tacala	40	160	213	373
33	543802	9426786	Flura	Castilla	Tacala	Señor de los Milagros	30	120	160	280
34	524882	9405661	Flura	La Union	Yapato	Coveñas	10	40	53	93
35	521300	9397804	Sechura	Vice	Letra	Cementerio	50	200	266	466
36	567508	9460258	Flura	Tambogrande	Pedregal	Los Luises	350	1,750	2,328	4,078
37	544334	9450099	Flura	Tambogrande	San Fernando-Olivares	Parales	300	1,500	1,995	3,495
38	552983	9453416	Flura	Tambogrande	Valle de los Incas	Honda	400	2,000	2,660	4,660
39	583948	9454563	Flura	Tambogrande	Malingas	Saínas (Pueblo Nuevo)	200	1,000	1,330	2,330
40	562190	9458889	Flura	Tambogrande	Valle de los Incas	Santa Julia Atahualpa	300	1,500	1,995	3,495
41	573601	9454985	Flura	Tambogrande	Zona urbana Tambogrande	Carneros	100	500	665	1,165
42	581516	9466200	Flura	Tambogrande	La Cruceta	Añafale	300	1,500	1,995	3,495
43	644562	9359734	Huancabamba	Huamarca	El Tocto	El Tocto	40	200	266	466
44	600375	9423308	Morropón	La Matanza	La Matanza	San Francisco	122	610	811	1,421
45	637322	9412508	Morropón	San Juan de Bigote	Caserío Manzanares	La Goya	80	325	432	757
46	640147	9412785	Morropón	San Juan de Bigote	Caserío Alto San José-La Pareja	La Laya	120	510	678	1,188
47	642024	9410683	Morropón	San Juan de Bigote	Centro poblado Dotor	La Loca	115	410	545	955
48	679180	9376067	Huancabamba	Huamarca	Caserío Polvasal	Peña Azul	57	285	379	664
49	663619	9392412	Huancabamba	Huamarca	Caserío Cuchupampa	Cuchupampa	300	1,520	2,022	3,542
50	643234	9389916	Huancabamba	Huamarca	Caserío Huacas Alto	El Cementerio	50	300	399	699
51	646120	9382103	Huancabamba	Huamarca	Caserío Chignila Alta	Chignila Alta	150	700	931	1,631
52	642120	9372614	Huancabamba	Huamarca	Caserío Algarrobos	Algarrobos (Río Limón)	20	100	133	233
53	648880	9422183	Huancabamba	Lalaquiz	Caraveli	La Loma-La Hoyada	14	75	100	175
54	648906	9422265	Huancabamba	Lalaquiz	Caraveli	La Curva	12	90	120	210
55	645569	9426193	Huancabamba	Lalaquiz	Mary Chico	El Hguerón	12	60	80	140
56	658301	9343676	Huancabamba	Huamarca	Caserío El Overal	El Overal	20	100	133	233
57	677556	9355483	Huancabamba	Huamarca	Caserío Nuevo Tasajeras	El Buitre	15	75	100	175
58	654676	9398062	Huancabamba	San Miguel El Faique	Caserío La Capilla	Cerro Blanco	12	70	93	163
59	655729	9399405	Huancabamba	San Miguel El Faique	Caserío La Capilla	Agua Tocto	30	160	213	373
60	646501	9423755	Huancabamba	Lalaquiz	Caracucho	Caracucho	30	150	200	350
61	646448	9423508	Huancabamba	Lalaquiz	Tunal	Guayaquil Alto	16	200	266	466
62	646446	9423315	Huancabamba	Lalaquiz	Tunal	El Guayaquil	19	145	193	338
63	649369	9424634	Huancabamba	Lalaquiz	El Papayo e I.E. Néstor Manuel Martos Garrido	El Alto Papayo	25	205	273	478
64	648858	9428793	Huancabamba	Lalaquiz	Cruz Alta	Cruz Alta	23	145	193	338
65	650014	9425262	Huancabamba	Lalaquiz	La Laguna	La Laguna	40	250	333	583
66	639209	9399119	Huancabamba	San Miguel El Faique	Caserío Huacas Alta	El Algarrobo	10	30	40	70
67	639111	9399029	Huancabamba	San Miguel El Faique	Caserío Huacas Alta	El Ceibo	15	75	100	175
68	654882	9395374	Huancabamba	San Miguel de El Faique	Caserío Chamelico	El Yumbé	8	40	53	93
69	654721	9398868	Huancabamba	San Miguel de El Faique	Caserío El Hguerón	El Pashul	20	120	160	280
70	654835	9396718	Huancabamba	San Miguel de El Faique	Caserío El Hguerón	El Limón	10	60	80	140
71	654413	9405409	Huancabamba	Canchaque	Canchaque N1	El Carrizo	5	23	31	54
72	654195	9405553	Huancabamba	Canchaque	Canchaque N2	El Carrizo	5	22	29	51
73	652513	9403625	Huancabamba	Canchaque	Santa Rosa	Pusmalca	5	20	27	47
74	650230	9422183	Huancabamba	Canchaque	Los Ranchos	La Sabana (Chorro Blanco)	12	32	43	75
75	612920	9398199	Morropón	La Matanza	El Virrey	El Virrey	20	100	133	233
76	520901	9458752	Sullana	Miguel Checa	Sojo	Los Acaros	10	50	67	117
77	520818	9458579	Sullana	Miguel Checa	Sojo	El Mercado	10	50	67	117
78	520553	9458686	Sullana	Miguel Checa	Sojo	Rambo	10	50	67	117
79	520494	9458628	Sullana	Miguel Checa	Sojo	Teodoro Miguel Cortez	5	25	33	58
TOTAL							9,429	46,720	62,138	108,858

5.2.2 Identificación y descripción de puntos críticos en cauce principal

Sector Chililique, Pardo de Zela– Distrito de Querecotillo

En el sector Chililique, Pardo de Zela, aguas abajo de la Presa Poechos; la principal amenaza es la erosión e inundación que pone en riesgo la superficie agrícola (9.1 has de cultivos de arroz), el Sifón Chililique y 1.44Km del Canal Miguel Checa, ubicados en la margen derecha del río Chira.

Se identifica como efectos previsibles ante la erosión y la Inundación, la pérdida de terrenos de superficie agrícola, y el colapso de canal de riego.



Figura 2. Zona Vulnerable 01, sector La Chililique

Sector Santa Victoria – Guayabo – Elena Gutiérrez

En el sector Santa Victoria-Guayabo-Elena Gutiérrez, aguas abajo de la Presa Poechos; la principal amenaza es la erosión e inundación que pone en riesgo la superficie agrícola (16.25 has de cultivos de arroz), el sifón Santa Elena y el Canal Miguel Checa, ubicados en la margen derecha del río Chira, y que ocasionaría la interrupción de riego de la comisión de regantes Miguel Checa.

Se identifica como efectos previsibles ante la erosión y la Inundación, la pérdida de terrenos de superficie agrícola, y el colapso de canal de riego.



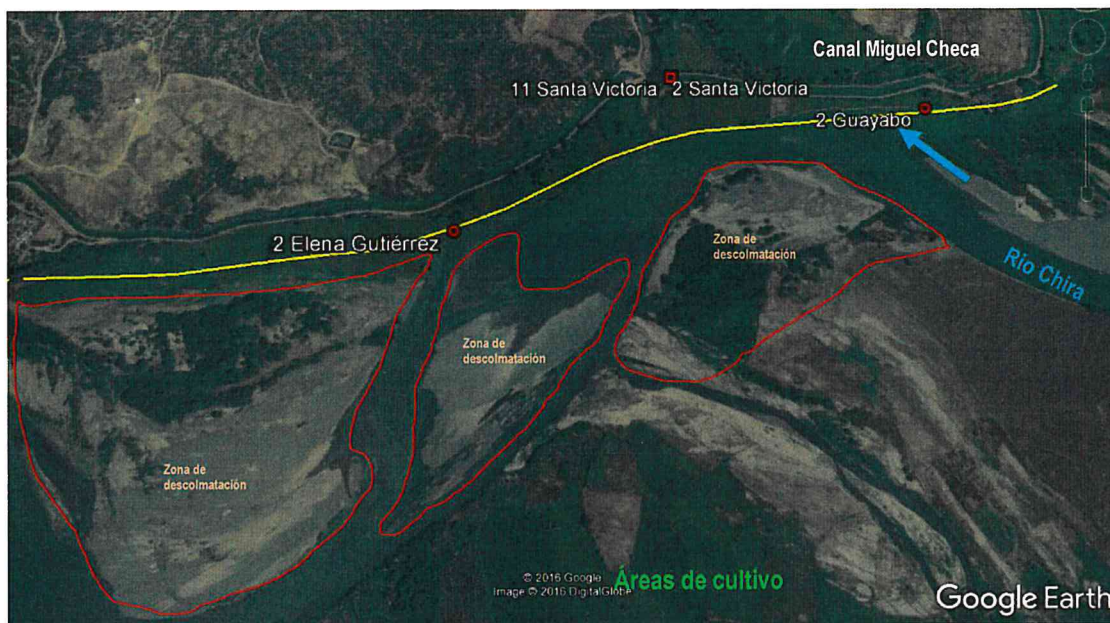


Figura 3. Ubicación de la zona vulnerable 02 y 11

Sector Cementerio

En el sector Cementerio, aguas abajo de la Presa Poechos; la principal amenaza es la erosión e inundación que pone en riesgo la superficie agrícola (44 has de cultivos de arroz y bananas), el Canal Potreritos y Miguel Checa, ubicados en la margen derecha del río Chira, y que ocasionaría la interrupción de riego de la comisión de regantes Miguel Checa y Potreritos.

Se identifica como efectos previsibles ante la erosión y la Inundación, la pérdida de terrenos de superficie agrícola, y el colapso de canal de riego.

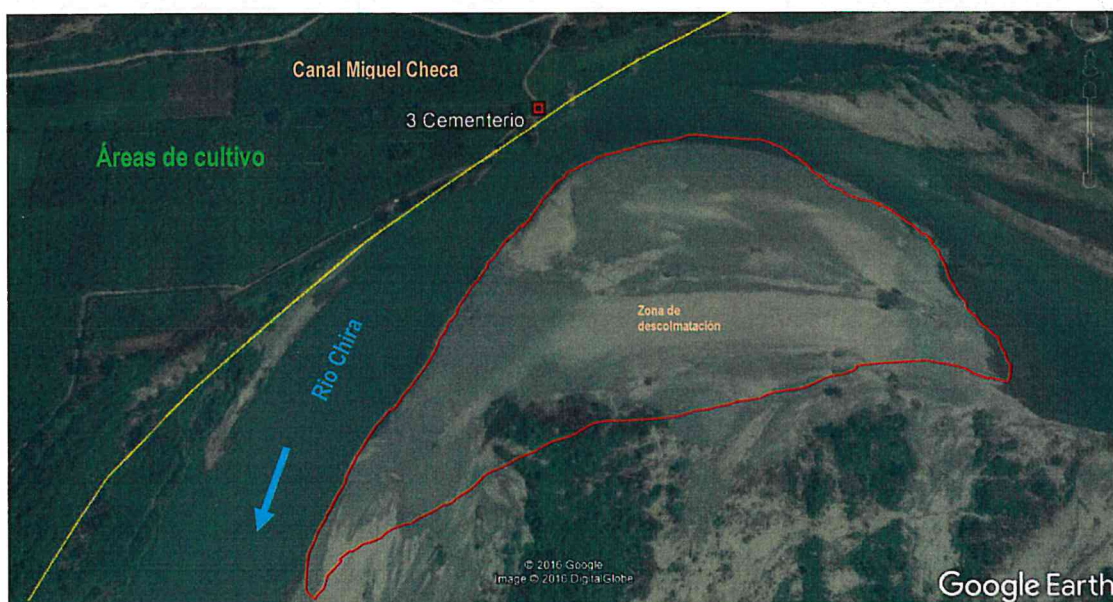


Figura 4. Ubicación de la zona vulnerable 03

Sector Santa Potreritos

En el sector Santa Potreritos, aguas abajo de la Presa Poechos; la principal amenaza es la erosión e inundación que pone en riesgo la superficie agrícola (45.6 has de cultivos de arroz y bananas), el Canal Potreritos y Plátano I, ubicados en la margen derecha del río Chira, y que ocasionaría la interrupción de riego de las comisiones de regantes involucradas.

Se identifica como efectos previsibles ante la erosión y la Inundación, la pérdida de terrenos de superficie agrícola, y el colapso de canal de riego.

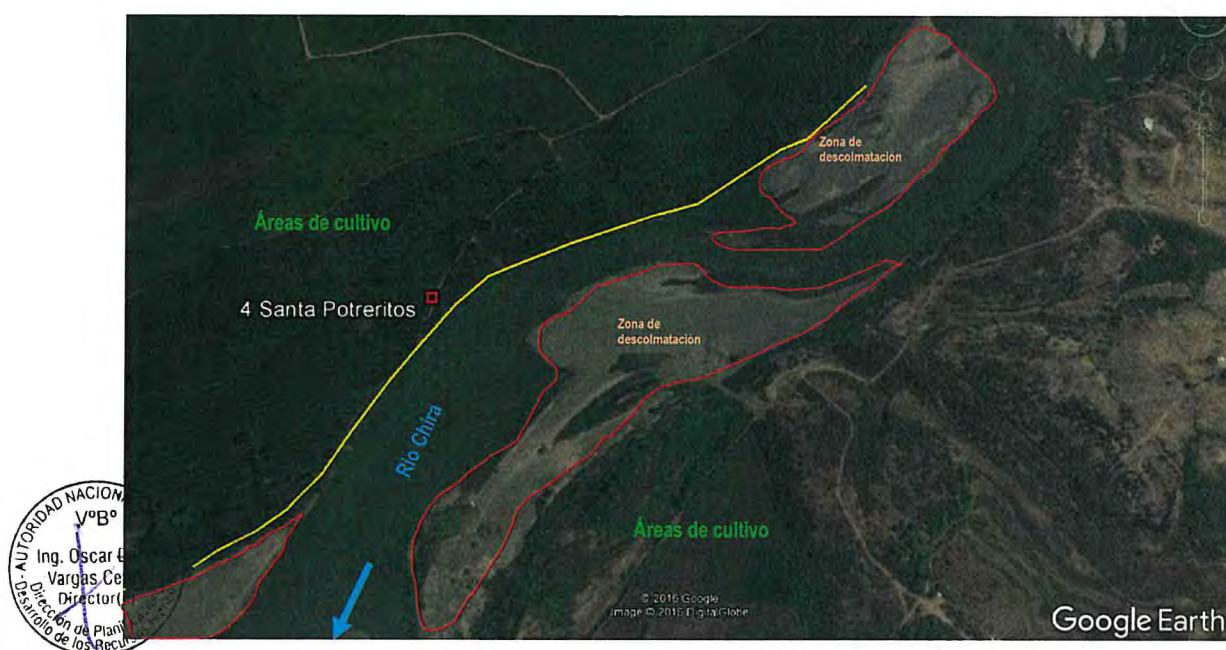


Figura 5. Ubicación de la zona vulnerable 04



Sector Media Luna

En el sector Santa Potreritos, aguas abajo de la Presa Poechos; la principal amenaza es la erosión e inundación que pone en riesgo la superficie agrícola (65.7 has de cultivos de arroz y bananas), el Canal Miguel Checa y el dren Santa Rosa, ubicados en la margen derecha del río Chira, y que ocasionaría la interrupción de riego de las comisiones de regantes involucradas.

Se identifica como efectos previsibles ante la erosión y la Inundación, la pérdida de terrenos de superficie agrícola, y el colapso de canal de riego.



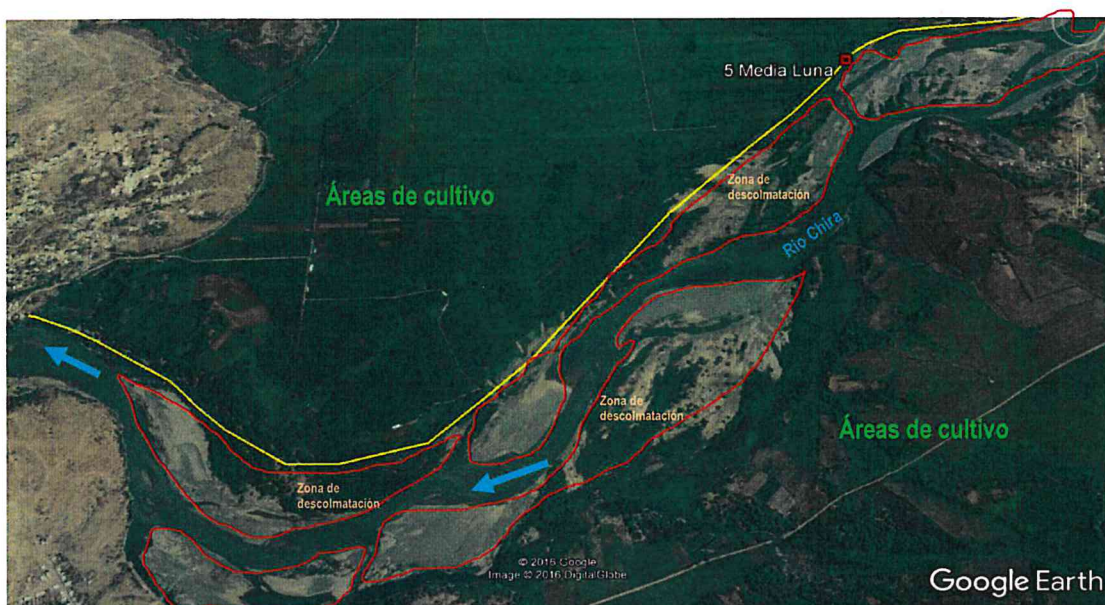


Figura 6. Ubicación de la zona vulnerable 05

Sector San Enrique

En el sector Santa Potreritos, aguas abajo de la Presa Poechos; la principal amenaza es la erosión e inundación que pone en riesgo la superficie agrícola (110 has de cultivos de bananas), infraestructura de riego, ubicados en la margen derecha del río Chira, y que ocasionaría la interrupción de riego de las comisiones de regantes involucradas.

Se identifica como efectos previsibles ante la erosión y la Inundación, la pérdida de terrenos de superficie agrícola, y el colapso de canal de riego.

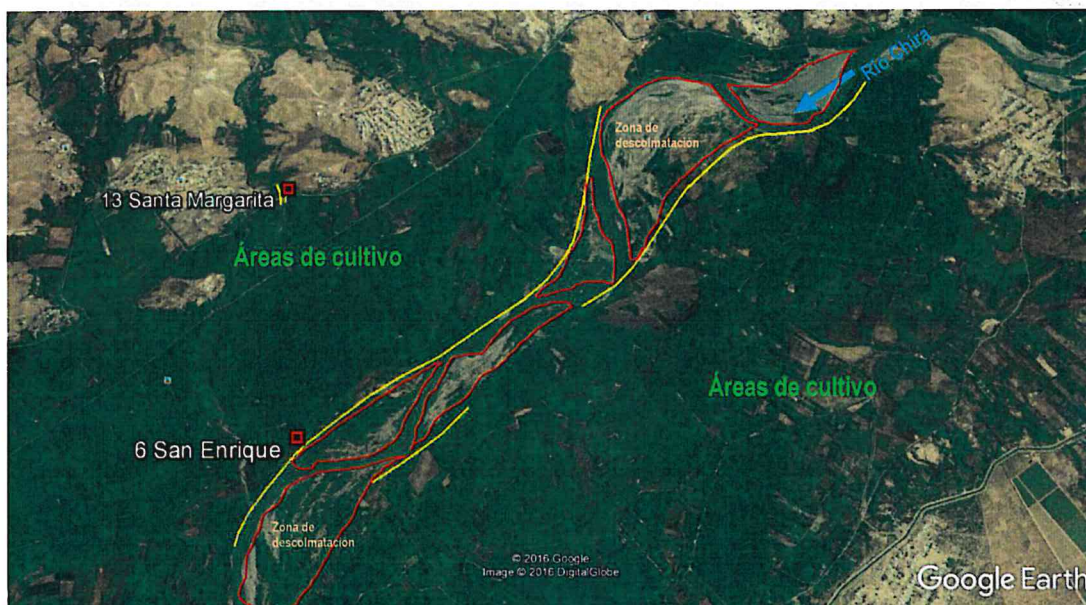


Figura 7. Ubicación de la zona vulnerable 06

Sector Santa Angélica

En el sector Santa Angélica, aguas abajo de la Presa Poechos; la principal amenaza es la erosión e inundación que pone en riesgo la superficie agrícola (110 has de cultivos de bananas), infraestructura de riego, ubicados en la margen derecha del río Chira, y que ocasionaría la interrupción de riego de las comisiones de regantes involucradas.

Se identifica como efectos previsibles ante la erosión y la Inundación, la pérdida de terrenos de superficie agrícola, y el colapso de canal de riego.

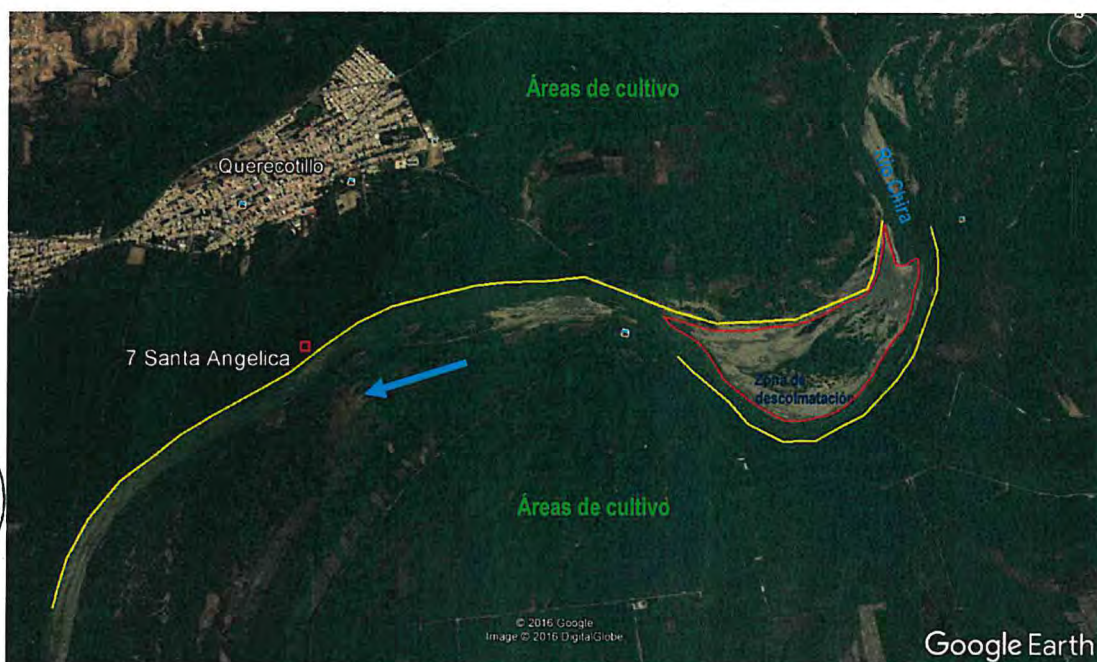


Figura 8. Ubicación de la zona vulnerable 07

Sector Garabato

En el sector Santa Garabato, aguas abajo de la Presa Poechos; la principal amenaza es la erosión e inundación que pone en riesgo la superficie agrícola (150 has entre bananos, Arroz, Mango y Ciruelo), infraestructura de riego, ubicados en la margen derecha del río Chira, y que ocasionaría la interrupción de riego de las comisiones de regantes involucradas.

Se identifica como efectos previsibles ante la erosión y la Inundación, la pérdida de terrenos de superficie agrícola, y el colapso de canal de riego.

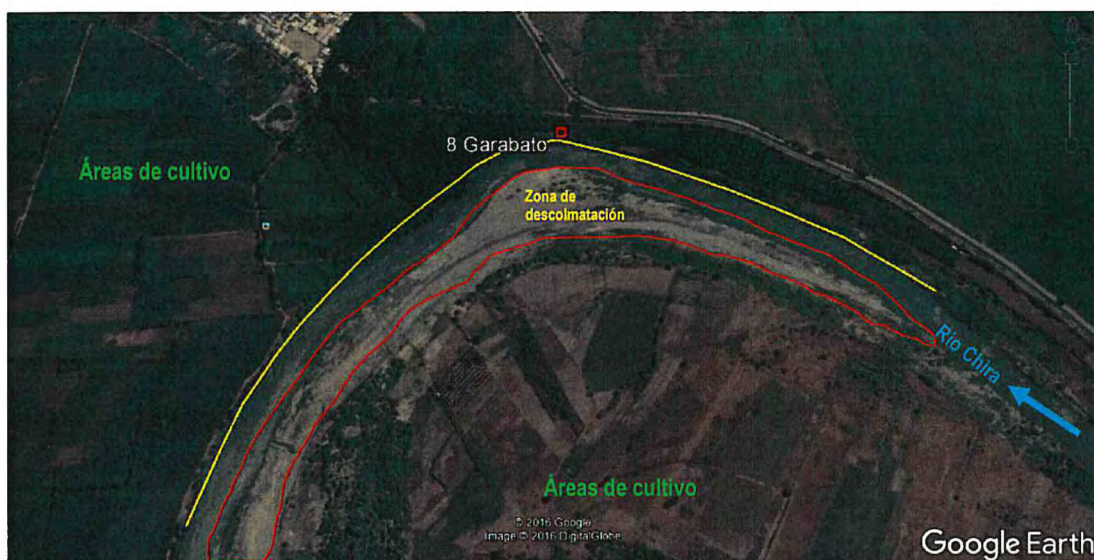


Figura 9. Ubicación de la zona vulnerable 08

Sector San Fernando

En el sector San Fernando, aguas abajo de la Presa Poechos; la principal amenaza es la erosión e inundación que pone en riesgo la superficie agrícola (54 has entre bananos, Arroz, Mango y Ciruelo), infraestructura de riego, ubicados en la margen derecha del río Chira, y que ocasionaría la interrupción de riego de las comisiones de regantes involucradas.

Se identifica como efectos previsibles ante la erosión y la Inundación, la pérdida de terrenos de superficie agrícola, y el colapso de canal de riego.

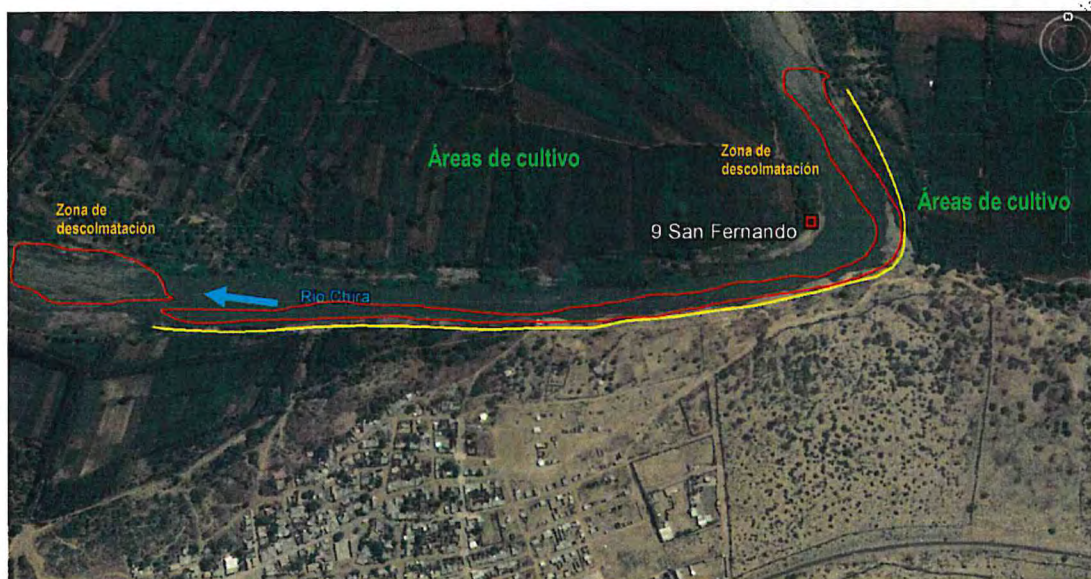


Figura 10. Ubicación de la zona vulnerable 09



Sector Cucho Alto y Bajo

En el sector Cucho Alto y Bajo, aguas abajo de la Presa Poechos; la principal amenaza es la erosión e inundación que pone en riesgo la superficie agrícola (185 has entre bananos y Arroz), infraestructura de riego, ubicados en la margen derecha del río Chira, y que ocasionaría la interrupción de riego de las comisiones de regantes involucradas.

Se identifica como efectos previsibles ante la erosión y la Inundación, la pérdida de terrenos de superficie agrícola, y el colapso de canal de riego.

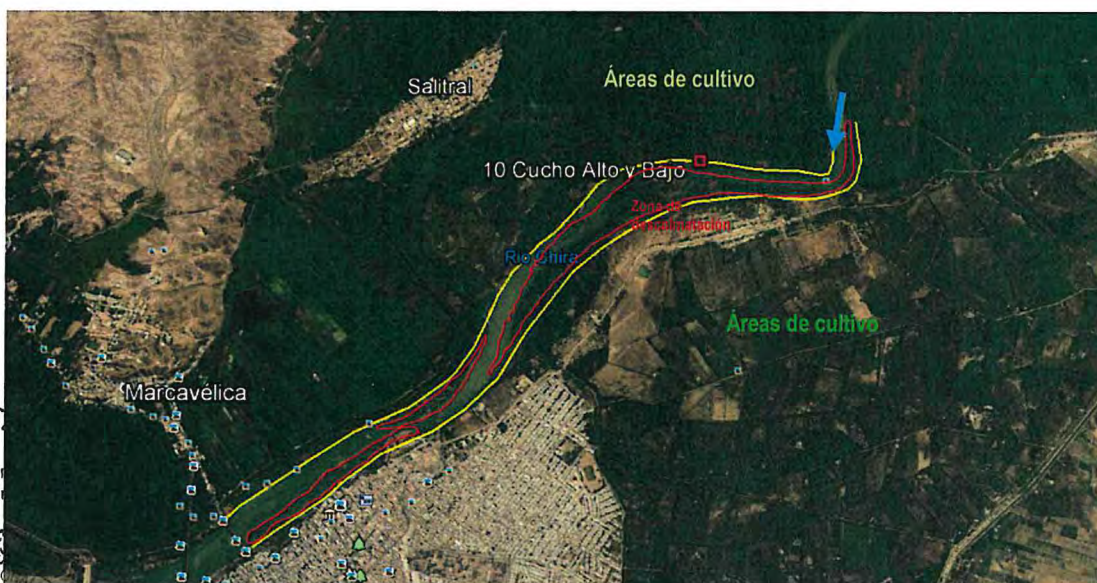


Figura 11. Ubicación de la zona vulnerable 10

Sector Sifón Samán

El Sifón Samán, cruza la quebrada del mismo nombre el cual se encuentra amenazado a ser destruido ante el incremento excesivo de las lluvias, logrando interrumpir el flujo de las aguas que se conducen a las áreas de cultivo instaladas aguas abajo.

Se identifica como efectos previsibles la destrucción del sifón e interrupción del riego a los terrenos de superficie agrícola.

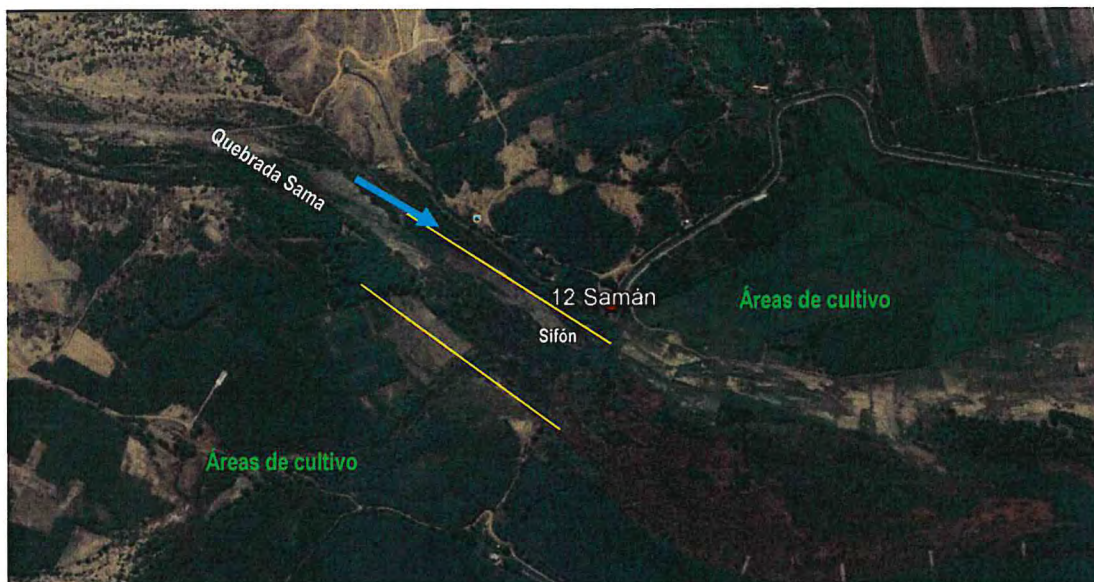


Figura 12. Ubicación de la zona vulnerable 12

Sector Sifón Santa Margarita

El Sifón Santa Margarita, cruza la quebrada del mismo nombre el cual se encuentra amenazado a ser destruido ante el incremento excesivo de las lluvias, logrando interrumpir el flujo de las aguas que se conducen a las áreas de cultivo instaladas aguas abajo.

Se identifica como efectos previsibles la destrucción del sifón e interrupción del riego a los terrenos de superficie agrícola.



Figura 13. Ubicación de la zona vulnerable 13

Sector La Manuela

En el sector La Manuela, aguas abajo de la Presa Poechos; la principal amenaza es la erosión, inundación y Colapso de la Infraestructura de Riego del Canal Norte, Vía Panamericana Norte, Zonas Urbanas y Sectores Agrícolas.

Los sectores de la margen derecha y el Arenal del valle del Chira que cuentan con un total de 9,000 ha y 2,500 usuarios de cultivo de arroz, plátano, mango, caña de azúcar, maíz, hortalizas, y pan llevar que beneficiaran a 12,500 familias y La vía panamericana norte.



Figura 14. Ubicación de la zona vulnerable 14

Sector La Ratona

El sector estaría afectado por Inundación, Erosión y Colapso de la Infraestructura del sifón del Dren N 7 La Ratona.

Los sectores de la margen derecha y el Arenal del valle del Chira que cuentan con un total de 7000 ha y 2000 usuarios de cultivo de arroz, plátano, mango, caña de azúcar, maíz, hortalizas, y pan llevar que beneficiaran a 10,000 familias.



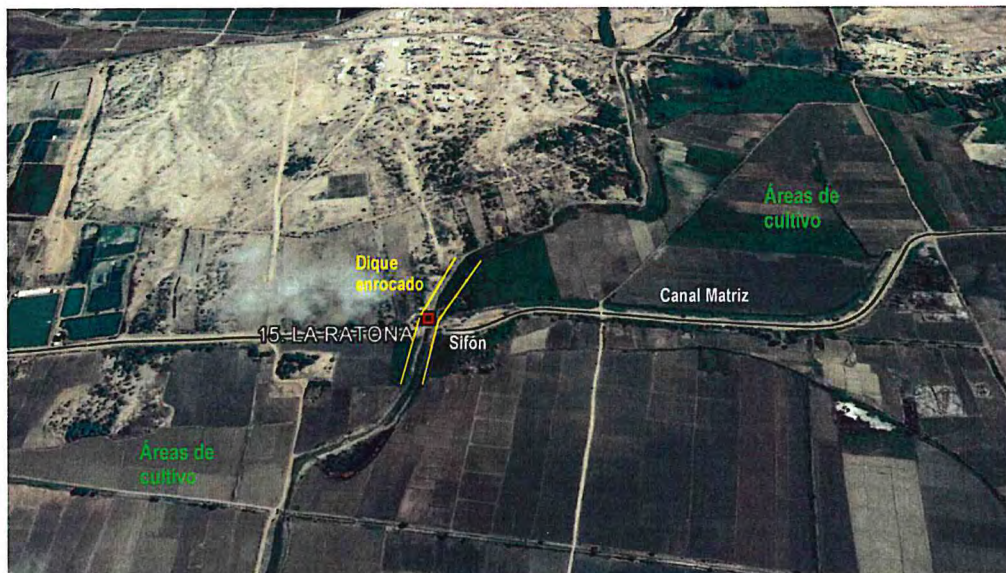


Figura 15. Ubicación de la zona vulnerable 15

Sector Montelima /Caña Brava

El sector estaría afectado por Inundación, Erosión y Colapso de la Infraestructura del sifón del Dren N 6 Montelima.

Los sectores de la margen derecha y el Arenal del valle del Chira que cuentan con un total de 6000 ha y 1500 usuarios de cultivo de arroz, plátano, mango, caña de azúcar, maíz, hortalizas, y pan llevar que beneficiaran a 7500 familias y los anexos cercanos.



Figura 16. Ubicación de la zona vulnerable 16

Sector Sechurita

El sector estaría afectado por inundación, erosión y colapso De La Infraestructura del sifón del Dren N 5 Sechurita.

Los sectores de la margen derecha y el Arenal del valle del Chira que cuentan con un total de 5000 ha y 1300 usuarios de cultivo de arroz, plátano, mango, caña de azúcar, maíz, hortalizas, y pan llevar que beneficiaran a 6500 familias y los anexos cercanos.

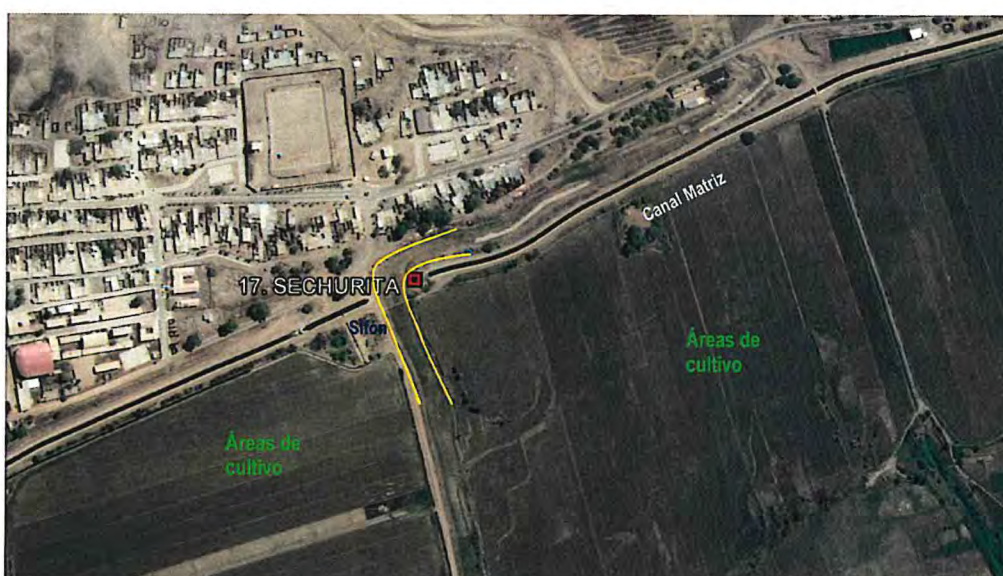


Figura 17. Ubicación de la zona vulnerable 17

Sector Vichayal Miramar (Paredones)

El sector estaría afectado por Inundación y Erosión de la vía de acceso Pasamayito al Distrito de Vichayal y pérdida de terrenos en el sector Los Paredones.

Los sectores de la margen derecha y la comunidad de Vichayal y Miramar que cuentan con 4000 ha y 900 usuarios de cultivo de maíz, hortalizas, y pan llevar que beneficiaran a 5400 familias y los anexos cercanos.



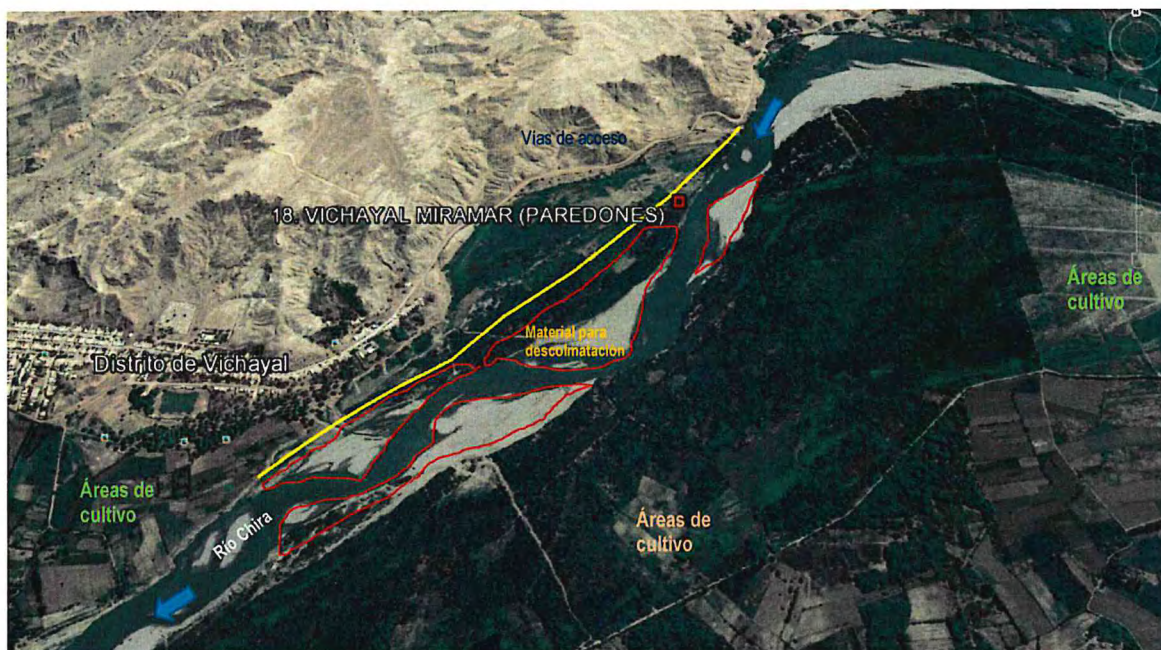


Figura 18. Ubicación de la zona vulnerable 18 y 19



Cuadro 2. Ubicación de las zonas vulnerables por erosión e inundación

Nº	Coordenadas UTM Zona 17		Ubicación		Rio	Margen	Amenaza	Efectos previsibles	Elementos expuestos
	Este	Norte	Sector o lugar	Distrito					
1	551621	9481731	Chililique – Pardo de Zela	Querecotillo	Chira	D	Erosión, Inundación	Inundación de superficie agrícola, y colapso de canal de riego	Áreas agrícolas (9.1 has de arroz), sectores Chililique Pardo de Zela, sifón Chililique y canal 1,44Km Miguel Checa, 50 usuarios
2	550161	9478894	Santa Victoria – Guayabo – Elena Gutiérrez	Querecotillo	Chira	D	Erosión, Inundación	Inundación y pérdida de superficie agrícola, y colapso de canal de riego	Áreas agrícolas (16.25has arroz), sectores afectados Guayabo, Santa Victoria y Elena Gutierrez, Sifón Santa + 2 Km de canal, 30 usuarios.
3	549875	9477223	Cementerio	Querecotillo	Chira	D	Erosión, Inundación	Inundación y pérdida de superficie agrícola, y colapso de canal de riego	Áreas agrícolas (44 has arroz y banano) + 1 Km Canal Potreritos y Miguel Checa
4	549512	9475597	Santa Potreritos	Querecotillo	Chira	D	Erosión, Inundación	Inundación y pérdida de superficie agrícola	Áreas agrícolas (45.6 has), 1.5 Km de canal Platano I, potreritos.
5	548730	9474372	Media Luna	Querecotillo	Chira	D	Erosión, Inundación	Inundación y pérdida de superficie agrícola	Áreas agrícolas (65.7 has), Dren Santa Rosa, Canal Miguel Checa
6	541978	9466832	San Enrique	Querecotillo	Chira	D	Erosión, Inundación	Inundación y pérdida de superficie agrícola	Áreas agrícolas (110 has bananos)
7	539420	9464290	Santa Angelica	Querecotillo	Chira	D	Erosión, Inundación	Inundación y pérdida de superficie agrícola	Áreas agrícolas (110 has bananos)
8	529556	9460423	Garabato	Marcavelica	Chira	D	Erosión, Inundación	Inundación y pérdida de superficie agrícola	Áreas agrícolas (150 has bananos, Arroz, Mango y Ciruelo), Tramo del canal Norte y laterales
9	529232	9458650	San Fernando	Marcavelica	Chira	D	Erosión, Inundación	Inundación y pérdida de superficie agrícola, colapso de canales	Áreas agrícolas (54 has bananos, Arroz, Mango y Ciruelo), Tramo del canal Norte y laterales
10	537596	9462429	Cucho Alto y Bajo	Marcavelica	Chira	D	Erosión, Inundación	Inundación y pérdida de superficie agrícola	Áreas agrícolas (185 has bananos y Arroz), infraestructura de riego menor
11	550161	9478894	Sifón Santa Victoria	Marcavelica	Chira/Qda. Santa Victoria	D	Erosión, Inundación	Colapso de infraestructura de conducción y taludes de transiciones	Sifón Santa Victoria
12	529044	9467403	Sifón Samán	Marcavelica	Chira./ Qda. Saman	D	Erosión, Inundación	Colapso de infraestructura de conducción y taludes de transiciones	Sifón Samán
13	541286	9468863	Sifón Santa Margarita	Marcavelica	Chira./ Qda. Santa Margarita	D	Erosión, Inundación	Colapso de infraestructura de conducción y taludes.	Sifón Santa Margarita
14	514444	9463418	La Manuela	Ignacio Escudero	Chira	D	Erosión, Inundación	Inundación, Erosión y Colapso de la Infraestructura de Riego del Canal Norte, Vía Panamericana Norte, Zonas Urbanas y Sectores Agrícolas	Sectores de la margen derecha y el Arenal con un total de 9,000 ha. y 2,500 usuarios de cultivo de arroz, plátano, mango, caña de azúcar, maíz, hortalizas, y pan llevar que beneficiaran a 12,500 familias y La vía panamericana norte.
15	509867	9462773	La Ratona	Ignacio Escudero	Chira	D	Erosión, Inundación	Inundación, Erosión y Colapso de la Infraestructura del sifón del Dren N 7 La Ratona	Los sectores de la margen derecha y el Arenal con un total de 7000 ha. y 2000 usuarios de cultivo de arroz, plátano, mango, caña de azúcar, maíz, hortalizas, y pan llevar que beneficiaran a 10 000 familias.
16	507507	9462603	Montelima /Caña Brava	Ignacio Escudero	Chira	D	Erosión, Inundación	Inundación, Erosión y Colapso de la Infraestructura del sifón del Dren N 6 Montelima	Los sectores de la margen derecha y el Arenal con un total de 6000 ha. y 1500 usuarios de cultivo de arroz, plátano, mango, caña de azúcar, maíz, hortalizas, y pan llevar que beneficiaran a 7500 familias y los anexos cercanos.
17	53412	9460789	Sechurita	Tamarindo	Chira	D	Erosión, Inundación	Inundación, Erosión y Colapso de la Infraestructura del sifón del Dren N 5 Sechurita	Los sectores de la margen derecha y el Arenal con un total de 5000 ha. y 1300 usuarios de cultivo de arroz, plátano, mango, caña de azúcar, maíz, hortalizas, y pan llevar que beneficiaran a 6500 familias y los anexos cercanos.
18	494283	9462811	Vichayal Miramar (Paredones)	Vichayal	Chira	D	Erosión, Inundación	Inundación y Erosión de la vía de acceso Pasamayito al Distrito de Vichayal y pérdida de terrenos en el sector Los Paredones	Los sectores de la margen derecha y la comunidad de Vichayal y Miramar que cuentan con 4000 ha. y 900 usuarios de cultivo de maíz, hortalizas, y pan llevar que beneficiaran a 5400 familias y los anexos cercanos.
19	489600	9461440	Alto Las Valencias _ Miramar	Vichayal	Chira	D	Erosión, Inundación	Inundación y Erosión del dique de contención y camino de acceso al distrito de Vichayal Miramar y pérdida de terrenos de cultivos en el sector Alto Las Valencias	Los sectores de la margen derecha y la comunidad de Vichayal y Miramar que cuentan con 4000 ha. y 900 usuarios de cultivo de maíz, hortalizas, y pan llevar que beneficiaran a 5400 familias y los anexos cercanos.

AUTORIDAD NACIONAL DEL AGUA
 VºBº
 Ing. Oscar Darío Vargas Cerón
 Director (e)
 Dirección de Planificación y Desarrollo de los Recursos Hídricos

AUTORIDAD NACIONAL DEL AGUA
 VºBº
 Carlos Antonio Perlecho Fuentes
 Coordinador de UEPH
 Dirección de Planificación y Desarrollo de los Recursos Hídricos

AUTORIDAD NACIONAL DEL AGUA
 VºBº
 Ing. TOMÁS ALFARO SANTO
 Director (e)
 Dirección de Estudios de Impacto Ambiental

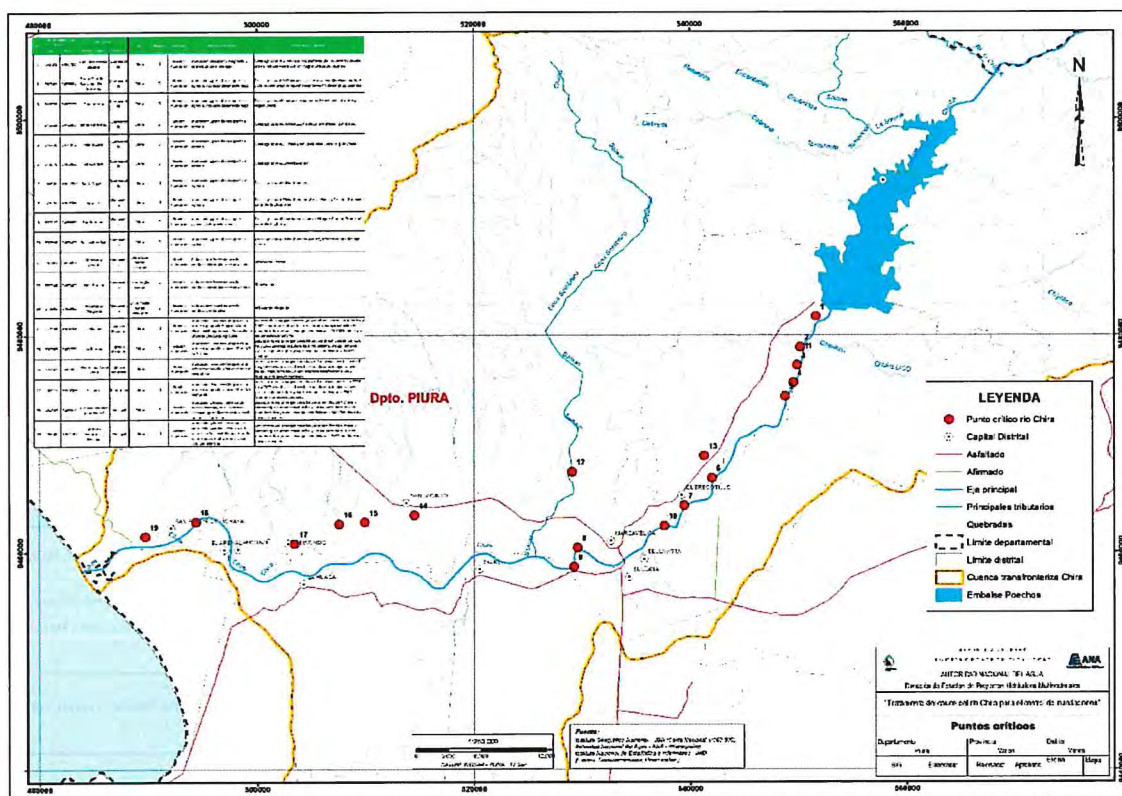


Figura 19. Ubicación de puntos críticos



5.3 Conclusiones y recomendaciones

- Se han identificado un total de diecisiete (19) puntos críticos en el área de estudio correspondiente a la cuenca del río Chira.
- Los principales fenómenos recurrente en las cuencas en estudio, se encuentra caracterizado por las fuertes lluvias e inundaciones, producto de ello el río Chira en la actualidad se encuentran con procesos de colmatación y erosión, generando riesgo a la población, áreas agrícolas, infraestructura hidráulica y vial, entre otros; este dato es clave porque las intensas lluvias y daños que se han reportado, permiten tomar acciones preventivas con el desarrollo de futuros proyectos de impacto para la población, mediante medidas estructurales (dique enrocado, gaviones, geobolsas, etc.) y no estructurales (Plan de Fortalecimiento de Capacidades en Gestión del Riesgo de Desastres).

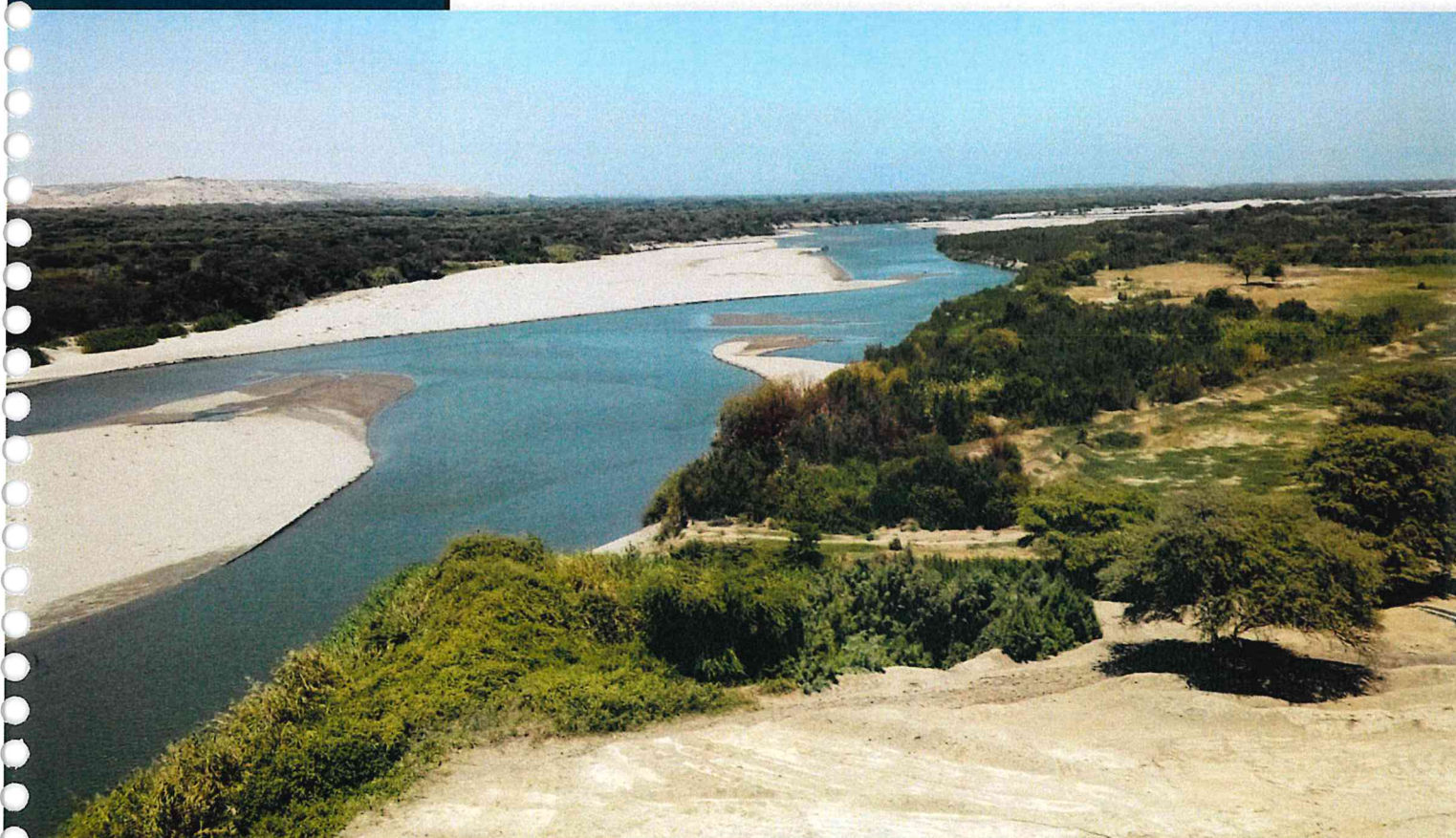




MINISTERIO
DE AGRICULTURA
Y RIEGO

ANA	FOLIO N°
DPDRH	54

 **ANA**
Autoridad Nacional del Agua



Capítulo VI: Hidráulica fluvial

INDICE

CAPITULO VI.....	93
HIDRAULICA FLUVIAL	93
6.1 Análisis hidráulico del cauce.....	93
6.1.1 Morfología fluvial	93
6.2.2 Acondicionamiento del cauce al régimen de equilibrio	96
6.2.3 Parámetros hidráulicos fluviales y elementos del cauce	100
6.2.4 Llanura de inundación	104
6.2 Granulometría	106
6.3 Análisis de socavación.....	108



Listado de figuras

Figura 1. Variación del caudal promedio, estación Puente Sullana	93
Figura 2. Grado de la sinuosidad de un río	94
Figura 3. Sinuosidad del río Chira	95
Figura 4. Tipos de ríos	95
Figura 5. Comportamiento unidireccional del río Chira, se aprecia flujo de agua dentro del cauce principal	96
Figura 6. Trazo para reducir curvas	97
Figura 7. Existencia de estructuras de cruce (puente y bocatoma), condicionan la delimitación del eje	97
Figura 8. Defensas ribereñas, condicionan la delimitación del eje del río Chira	98
Figura 9. Coordenadas del eje del río Chira	99
Figura 10. Morfología del río Chira	105
Figura 11. Cambios en el río Chira, año 2004	105
Figura 12. Cambios en el río Chira, 2010	106
Figura 13. Llanura de inundación P.R.100 años	111

Listado de cuadros

Cuadro 1. Propuesta de coordenadas de las progresivas	99
Cuadro 2. Pendiente del río Chira	100
Cuadro 3. Valores de K2	103
Cuadro 5. Granulometría del cauce del río Chira	106
Cuadro 5. Valores de Manning	107
Cuadro 6. Profundidad del cauce del río Chira	111



CAPITULO VI

HIDRAULICA FLUVIAL

6.1 Análisis hidráulico del cauce

6.1.1 Morfología fluvial

Los factores físicos principales que actúan como condicionantes en un cauce estable son: el régimen hidrológico, la sinuosidad y geomorfología.

Régimen hidrológico. El caudal del río Chira varía de acuerdo a los meses del año y al espacio que recorre. Entre los meses de febrero a mayo, se registran los mayores caudales y entre los meses de agosto a diciembre, se presentan los caudales más bajos del año (figura 1).

El embalse de Poechos regula el río Chira, dándole un carácter de río de régimen permanente.

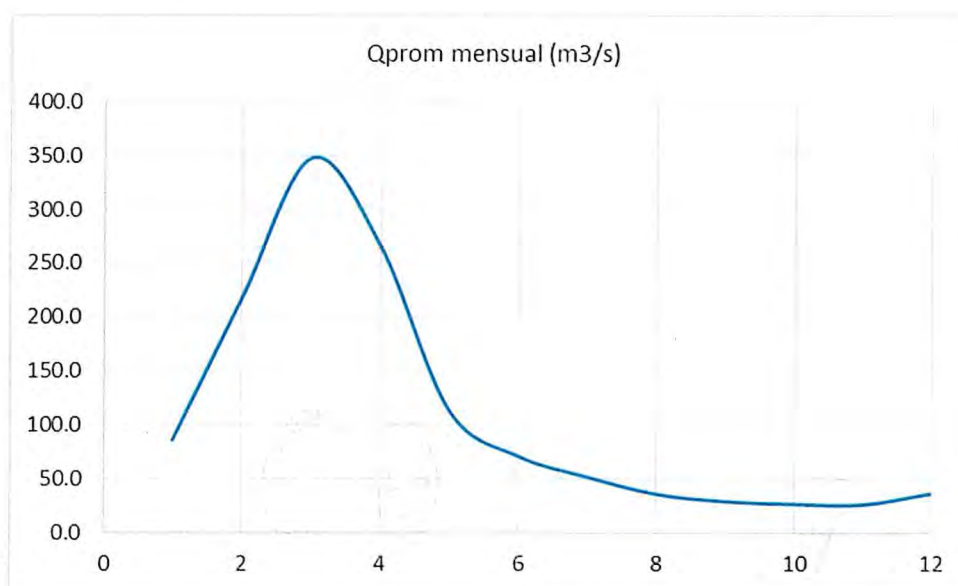


Figura 1. Variación del caudal promedio, estación Puente Sullana

Fuente: Autoridad Nacional del Agua

Sinuosidad. Es otro factor importante en la estabilidad de un río. Un río en estado natural no es recto. Por lo tanto, un encauzamiento recto con curvaturas pequeñas

(fondo móvil), no es capaz de conducir las aguas en línea recta sino que desarrolla inestabilidad lateral. Los ríos de gran sinuosidad tienen mayor longitud y menor pendiente; asimismo, las curvas generan resistencia al flujo; por lo tanto la capacidad de desagüe es menor, pudiendo originar desbordamiento mayores. Si las orillas no son resistentes, la acción sobre las curvas puede causar erosión en las márgenes.

La sinuosidad de un río se establece entre la longitud del Talweg y la longitud del valle. El valor mínimo de la sinuosidad es 1 y correspondería a un río perfectamente recto, figura 2.

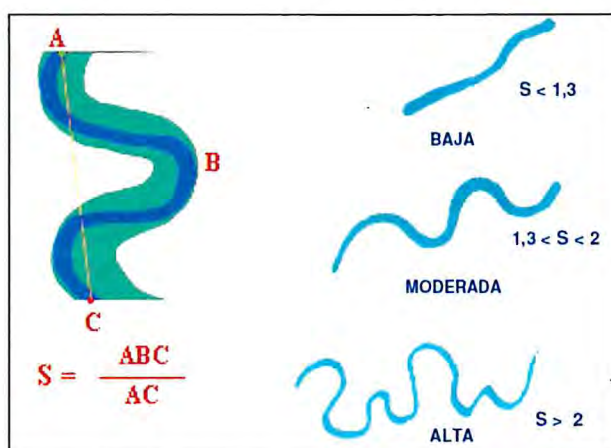


Figura 2. Grado de la sinuosidad de un río

Fuente. Rocha

Bajo este concepto, la sinuosidad del río Chira tiene un coeficiente de 1.30, el cual le corresponde una sinuosidad baja a moderada. Esta sinuosidad se ha calculado para el tramo del valle aguas abajo del embalse Poechos.



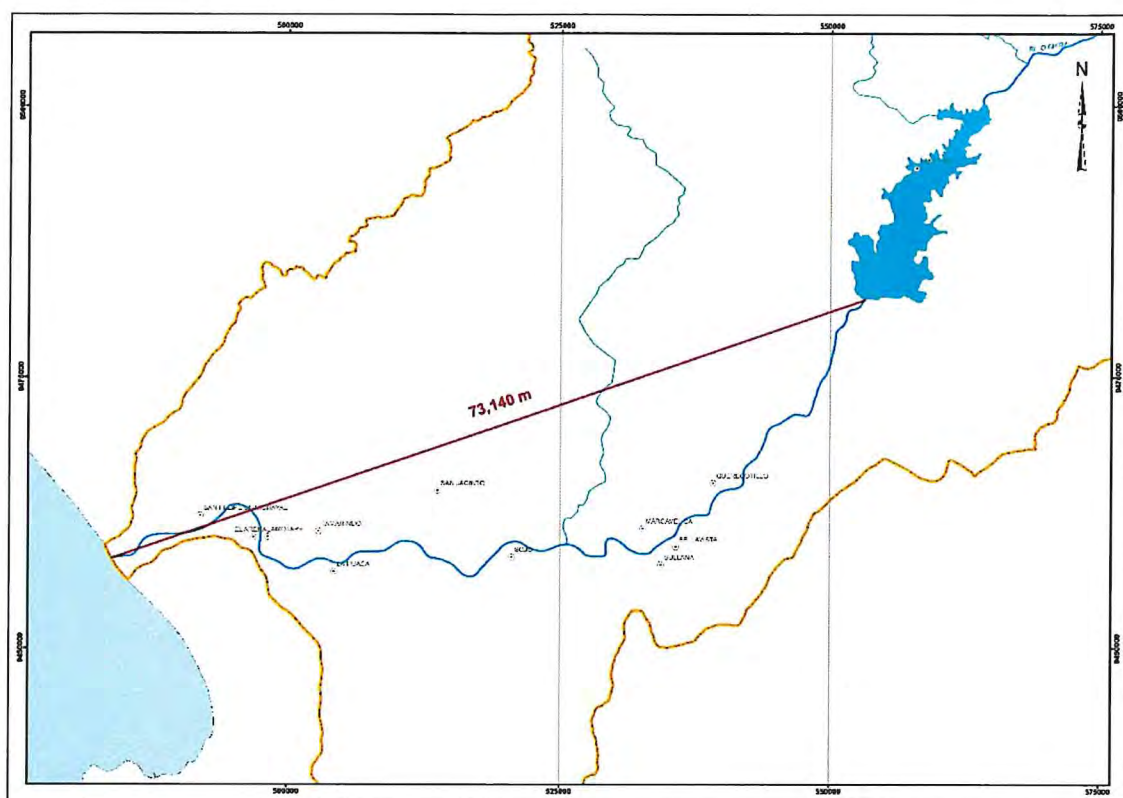


Figura 3. Sinuosidad del río Chira



Morfología fluvial considera tres tipos principales de ríos: rectos, trenzados y meándricos (figura 4).

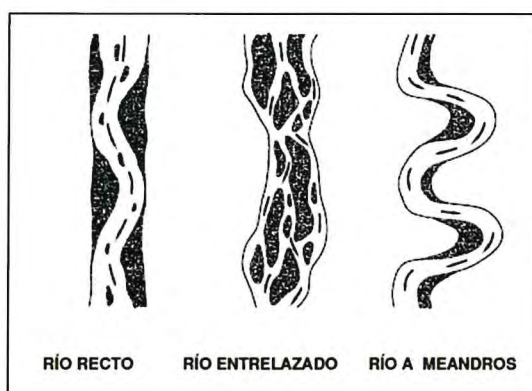


Figura 4. Tipos de ríos

El río Chira nace en los Andes Peruanos con dirección hacia el litoral marino, con una pendiente promedio del cauce de 0.58% y una pendiente promedio de la cuenca de 18.69%. Estas características son limitantes para que el cauce tenga

un comportamiento unidireccional, formándose flujos dentro de un ancho de cauce definido a manera de río trenzado sin llegar a tener este comportamiento.



Figura 5. Comportamiento unidireccional del río Chira, se aprecia flujo de agua dentro del cauce principal

Fuente: Google earth



6.2.2 Acondicionamiento del cauce al régimen de equilibrio

Para satisfacer las condiciones de régimen estable del río Chira se establece los criterios para definir el eje y pendiente del cauce.



a. Eje del río

Sobre la base de imágenes satelitales y la carta nacional, se propone el eje del río, teniendo en cuenta los siguientes criterios:

- **Sinuosidad del río.** Se ha rectificado con tramos compuesto por curvas grandes y ligeramente rectas, considerando que la pendiente de equilibrio va a permitir un equilibrio entre la sedimentación y la erosión. Se tiene en cuenta que no deben existir alineaciones rectas sino curvas (figura 6).



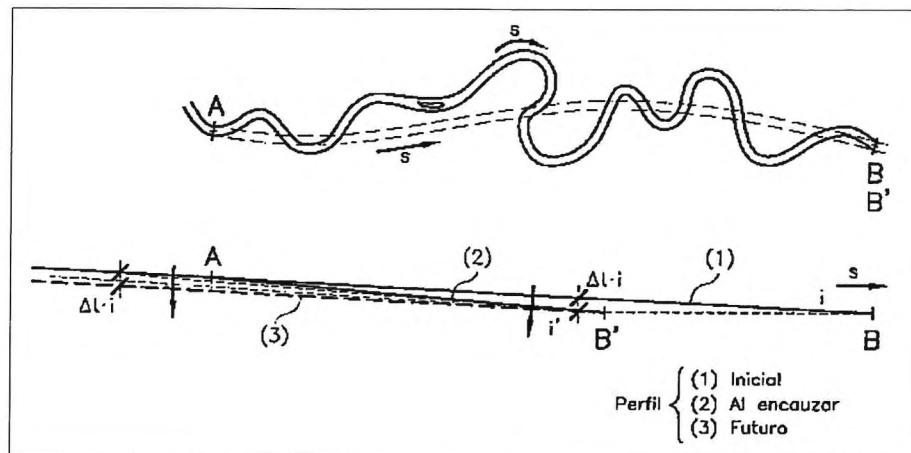


Figura 6. Trazo para reducir curvas

Fuente: Ingeniería de Ríos- Martín, J.

Dentro de la curvatura no es recomendable trazar arcos de círculos, ya que la curvatura es constante y cambiaría bruscamente de signo en el punto de tangencia.

- **Estructuras viales de cruce e hidráulicas.** Los puentes y bocatomas de alguna forma limitan el ancho de un río (figura 7).



Figura 7. Existencia de estructuras de cruce (puente y bocatoma), condicionan la delimitación del eje

Fuente: Google Earth



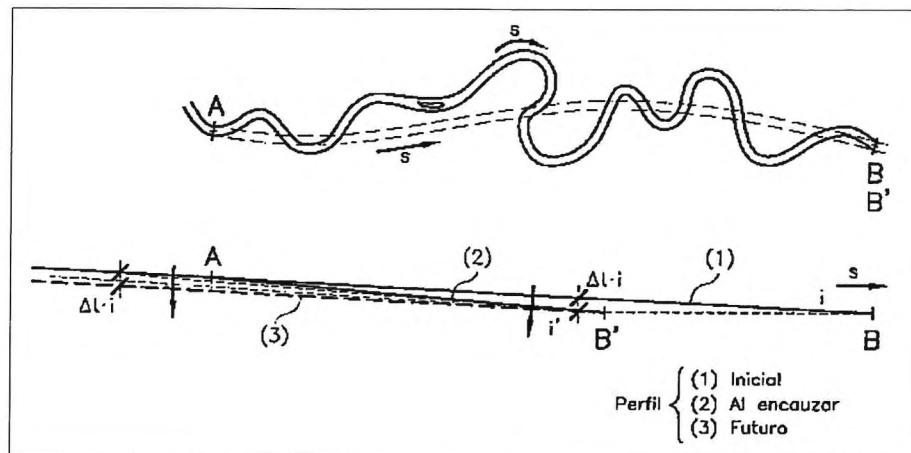


Figura 6. Trazo para reducir curvas

Fuente: Ingeniería de Ríos- Martín, J.

Dentro de la curvatura no es recomendable trazar arcos de círculos, ya que la curvatura es constante y cambiaría bruscamente de signo en el punto de tangencia.

- **Estructuras viales de cruce e hidráulicas.** Los puentes y bocatomas de alguna forma limitan el ancho de un río (figura 7).



Figura 7. Existencia de estructuras de cruce (puente y bocatoma), condicionan la delimitación del eje

Fuente: Google Earth



- **Predios agrícolas.** Se ha tenido en cuenta la propiedad privada como límite, para no generar conflictos con los propietarios.
- **Estrangulaciones naturales.** Existen tramos del río con presencia de zonas rocosas que definen de manera natural el ancho del río, el cual no puede ser modificado.
- **Existencia de obras de defensa ribereña.** Las obras construidas en los cauces de los ríos pueden estar bien o mal ubicadas con respecto a la alineación de los bordes de las márgenes y ancho estable.



Figura 8. Defensas ribereñas, condicionan la delimitación del eje del río Chira

Fuente: Google Earth

- **Aspectos legales.** Se hace referencia a la Ley de Recursos Hídricos y a la Directiva sobre delimitación de Fajas Marginales.

En la figura 9 y en el cuadro 1, se muestra el eje del río Chira y las coordenadas en UTM.

Cuadro 1. Propuesta de coordenadas de las progresivas

N°	X	Y	Longitud	N°	X	Y	Longitud
0	483817	9458275	0	10	524589	9459386	50
1	487936	9460480	5	11	529202	9458600	55
2	492788	9461338	10	12	532468	9458762	60
3	496819	9462541	15	13	536240	9461567	65
4	498672	9458108	20	14	539766	9464343	70
5	502963	9458287	25	15	542932	9467366	75
6	507543	9458928	30	16	545853	9471110	80
7	512173	9459448	35	17	548914	9474049	85
8	516188	9456783	40	18	550497	9478715	90
9	519923	9459591	45	19	553116	9482343	94

Fuente: Elaboración propia.

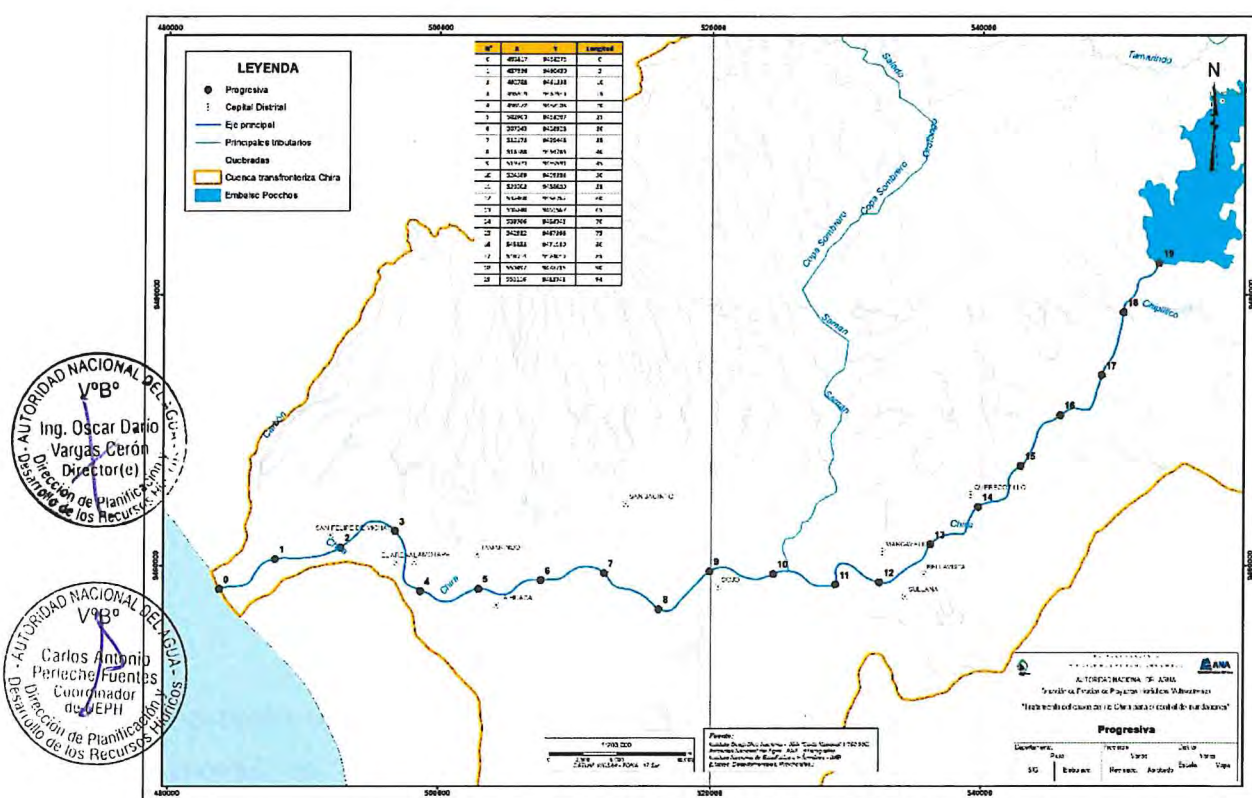


Figura 9. Coordenadas del eje del río Chira

b. Pendiente del río

La pendiente promedio del río Chira es 0.58% (0.0058). En el tramo del embalse Poechos la pendiente promedio es de 0.071%. En el cuadro siguiente, se indica las pendientes promedio por tramos de 5 kilómetros.

Cuadro 2. Pendiente del río Chira

N°	X	Y	Longitud	Cota	Pendiente m/m
0	483817	9458275	0	0	-
1	487936	9460480	5	1	0.0002
2	492788	9461338	10	3	0.0004
3	496819	9462541	15	7	0.0008
4	498672	9458108	20	11	0.0008
5	502963	9458287	25	12	0.0002
6	507543	9458928	30	16	0.0008
7	512173	9459448	35	20	0.0008
8	516188	9456783	40	21	0.0002
9	519923	9459591	45	22	0.0002
10	524589	9459386	50	26	0.0008
11	529202	9458600	55	29	0.0006
12	532468	9458762	60	30	0.0002
13	536240	9461567	65	35	0.0010
14	539766	9464343	70	38	0.0006
15	542932	9467366	75	42	0.0008
16	545853	9471110	80	50	0.0016
17	548914	9474049	85	58	0.0016
18	550497	9478715	90	65	0.0014
19	553116	9482343	94	67	0.0005

6.2.3 Parámetros hidráulicos fluviales y elementos del cauce

El análisis hidráulico permite determinar los niveles de aguas máximas, llanura de inundación, velocidades y otros parámetros hidráulicos, para avenidas extremas con diferentes períodos de retorno; de manera se visualice el comportamiento del flujo de acuerdo a las características morfológicas del cauce.

a. Cálculo del ancho estable

El ancho estable, se calculó tomando en consideración 5 criterios o métodos: (1) Recomendación Práctica, (2) Método de Petits, (3) Método de Simons y Henderson, (4) Método de Blench y Altunin y (5) Método de Manning y Strickler. Todos estos métodos son empíricos y bajo la teoría del régimen estable.

i) Método de Petits. La expresión empleada es la siguiente

$$B = 4.44 * Q^{0.5}$$

ii) Método de Blench. está basado en la teoría de régimen estable y en función del caudal de diseño, factor de fondo (Fb) y en el factor de orilla (Fs). Los factores Fb y Fs, tienen en cuenta la concentración del material transportado



en suspensión, el diámetro de las partículas de fondo y la resistencia de las orillas a ser erosionada.

La expresión empleada es la siguiente:

$$B = 1.81(QFb/Fs)^{1/2}$$

Factor de Fondo	F _b
Material Fino	0.80
Material Grueso	1.20
Factor de Orilla	F _s
Materiales suelto (orilla de barro y arena)	0.10
Materiales ligeramente cohesivos (orilla de barro, arcilla, fangosa)	0.20
Materiales cohesivo	0.30

- iii) **Método de Simons y Albertson.** está basado en la teoría de régimen estable y está en función del caudal de diseño y de las condiciones de fondo del río.

$$B_m = 0.90 K_1 Q^{0.512}$$



Material	K1
Fondo y orillas de arena	6.3
Fondo de arena y orillas cohesivas	4.74
Fondo y orillas cohesivas	3.96
Fondo y orillas con material grueso no cohesivo	3.16
Fondo de arena y orillas no cohesivas	3.09

- iv) **Método de Manning - Altunin..**



$$B = \left(\frac{n Q K^{5/3}}{S^{1/2}} \right)^{\frac{3}{3+5m}}$$

Tipo de cauce	n	Tipo de cauce	m	Tipo de material	K
Cauces en planicie		Aluvial	0.5	Cauces formado en material aluvial (8-12)	8
1. Limpio, recto, nivel lleno, sin fallas o pozos profundos (0.025-0.033)	0.030	Arenoso	0.7	Cauces difícilmente erosionables (3-5)	4
2. Igual que anterior pero con más piedras y pastos (0.030-0.040)	0.035	De montaña	1.0	Cauces con orillas muy fácilmente erosionable (16-	18
3. Limpio curvado, algunos pozos y bancos (0.033-0.045)	0.040				
4. Igual que anterior pero con algunos pastos y piedras (0.035-0.05)	0.045				
5. Igual que arriba, niveles más bajos, pendiente y secciones más inefectivas (0.040-0.055)	0.048				
6. Igual que 4, pero con más piedras (0.045-0.060)	0.050				
7. Tramos sucios, con pastos y pozos profundos (0.050-0.080)	0.070				
recorridos de las crecida con mucha madera o arbustos bajos (0.075-0.15)	0.100				
Cauces de montaña, sin vegetación en el canal, laeras con pendientes pronunciadas, árboles y arbustos a lo largo de las laderas.					
1. Fondo grava, canto rodado y algunas rocas (0.030-0.050)	0.040				
2. Fondo canto rodado y algunas rocas (0.040-0.070)	0.050				

b. Altura media del agua

Este parámetro se calculó considerando las fórmulas de Manning y Simonsn, cuyas expresiones:

Manning

$$Y = \left(\frac{nQ}{BS^{1/2}} \right)^{3/5}$$

Donde:

Y: tirante (m)

n: coeficiente de Manning

Q: caudal en m³/s

S: pendiente

B: ancho estable (m)

Simons

$$Y = 121K_2Q^{0.361}$$

Donde:

K₂: coeficiente que depende del tipo de material del fondo y orillas del cauce



Cuadro 3. Valores de K2

Material	K2
Fondo y orillas de arena	0.41
Fondo de arena y orillas cohesivas	0.475
Fondo y orillas cohesivas	0.56
Fondo y orillas con material grueso no cohesivo	0.27
Fondo de arena y orillas no cohesivas	

c. Velocidad media del flujo

Este parámetro se calculó considerando las fórmulas de Manning, Chezy y Lacey, considerando agua limpia y con transporte de sedimentos. Las fórmulas son las siguientes:

Manning

$$V = \frac{1}{n} R^{2/3} S^{1/2}$$

Donde:

V: velocidad del flujo (m/s)

R: radio hidráulico (m)



Chezy

$$V = C \sqrt{R \cdot S}$$

$$C = \frac{R^{1/6}}{n}$$

C: coeficiente de Chey



Lacey

$$V = \frac{Y_m^{1/4}}{0.06 D_m^{1/8}} (RS)^{1/2}$$

$$V = 10.8 (Y_m RS)^{1/3}$$



Donde:

Y_m : tirante (m)

D_m : diámetro medio de la partícula

6.2.4 Llanura de inundación

La llanura de inundación se determinó mediante una simulación hidráulica del río Chira desde el reservorio Poechos hasta la desembocadura en el mar, para caudales con periodo de retorno de 25, 50 y 100 años. Los resultados fueron validados en campo en coordinación con actores de la cuenca involucradas en la gestión del riesgo de desastres.

El modelo utilizado es el IBER v 2.3.2, un modelo hidrodinámico y bidimensional, resuelve las ecuaciones 2D Shallow Water Equations (2D-SWE) o ecuaciones de St. Venan. Estas ecuaciones asumen una distribución de presión hidrostática y una distribución relativamente uniforme de la velocidad en profundidad. La hipótesis de presión hidrostática se cumple razonablemente en el flujo en ríos, así como en las corrientes generadas por la marea en estuarios¹.

Para la aplicación del modelo IBER requiere las siguientes consideraciones:

- Caudales de diseño.
- Premisas de simulación.
- Condiciones de Borde.
- Coeficientes de pérdidas de energía.
- Coeficiente de rugosidad de Manning "n".
- Generación de superficies, según tipo de cobertura.
- Mallado de las superficies

Dentro de la metodología también se ha considerado las inundaciones pasadas y un análisis simple de las imágenes históricas.



¹ Atlas de Inundación Jequetepeque Zarumilla

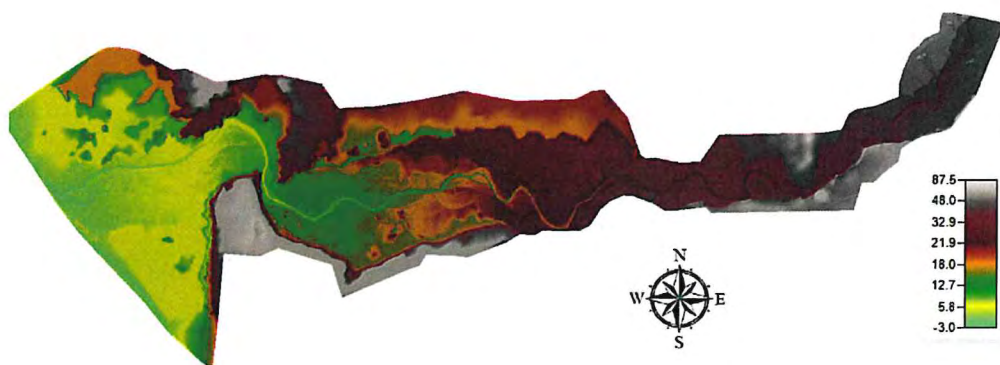


Figura 10. Morfología del río Chira

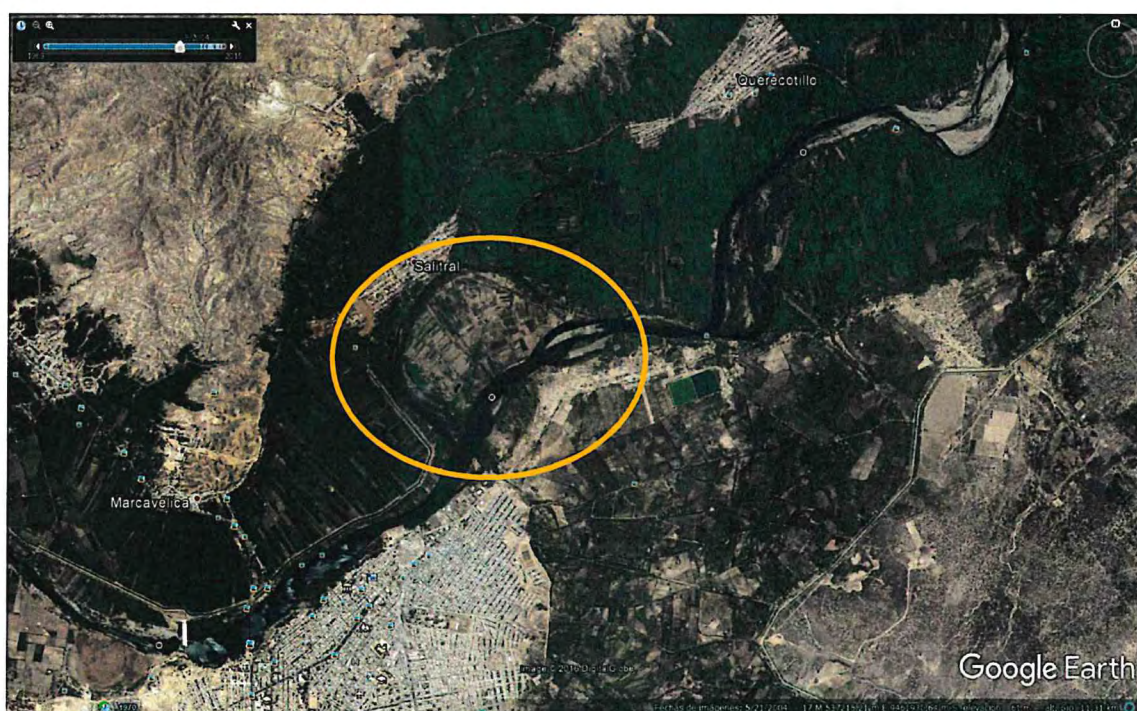


Figura 11. Cambios en el río Chira, año 2004





Figura 12. Cambios en el río Chira, 2010

De producirse estos caudales las inundaciones podrían afectar principalmente zonas agrícolas, puentes, carreteras y podrían estar en riesgo los poblados de Quercotillo, Salitral, Sullana, San Miguel de Tangarará, Amotape.

6.2 Granulometría

Se realizaron investigaciones geotécnicas mediante 8 excavaciones exploratorias (calicatas), en las riberas del río Chira. Los resultados se presentan en anexos y un resumen en el cuadro 5.

Cuadro 4. Granulometría del cauce del río Chira

CALICATA	N	E	D ₅₀	SUCS	CARACTERISTICAS GENERALES	cp (Kg/cm ²)
CRCH - 01	9481620	551664	0.42	SP	Arena gravosa de grano medio a grueso	3.38
CRCH - 02	9474336	548766	17.58	GP	Graca arenosa, mal graduada	4.96
CRCH - 03	9463403	538725	4.16	SP	Arena gravosa de grano medio a grueso	3.30
CRCH - 04	9462433	537344	8.47	GP	Graca arenosa, mal graduada	4.51
CRCH - 05	9458582	529386	0.48	SP	Arena mal graduada	2.85
CRCH - 06	9458260	513308	0.41	SP	Arena mal graduada	2.98
CRCH - 07	9458108	503584	0.48	SP	Arena mal graduada	2.96
CRCH - 08	9460838	497689	0.32	SP	Arena mal graduada	0.32

d. Coeficiente de rugosidad

La elección del coeficiente de rugosidad ("n" de Manning), se realizó mediante la observación en campo de las características del cauce principal, márgenes

derecha e izquierda; comparados con valores de tablas (Cuadro 6). Los valores de "n" varían según las características de los tramos del río.

En el cuadro 5, se muestra los valores del coeficiente de Manning ("n") del cauce y llanura del río Chira.

Cuadro 5. Valores de Manning

Tipo de canal y descripción	Mínimo	Normal	Máximo
A. Cauces naturales			
1. Canales principales			
a. Limpio, recto, lleno, sin fisuras, fondo profundo	0.025	0.03	0.033
b. Igual al anterior, pero con algo de piedras y hierba	0.03	0.035	0.04
c. Limpio, sinuoso, poco profundo y bancos	0.033	0.04	0.045
d. Igual al anterior, pero con algo de hierba y piedras	0.035	0.045	0.05
e. Igual al anterior, niveles inferiores, más pendientes y secciones menos efectivas	0.04	0.048	0.055
f. Como el "d" pero mas piedras	0.045	0.05	0.06
g. Tramo lento, hierbas, fondo profundo	0.05	0.07	0.08
h. Tramo con mayor maleza, fondo profundo, o recorrido de crecidas con soporte de madera y arbustos bajos	0.07	0.1	0.15
2. Llanura de inundación			
a. Pastura sin arbustos			
1. Pasto corto	0.025	0.03	0.035
2. Pasto alto	0.03	0.035	0.05
b. Áreas cultivadas			
1. Sin cultivo	0.02	0.03	0.04
2. Cultivo maduro alineado	0.025	0.035	0.045
3. Campo de cultivo maduro	0.03	0.04	0.05
c. Arbustos			
1. Arbustos escasos, mucha maleza,	0.035	0.05	0.07
2. Pequeños arbustos y árboles, en invierno	0.035	0.05	0.06
3. Pequeños arbustos y árboles, en verano	0.04	0.06	0.08
4. Arbustos mediano a denso, en invierno	0.045	0.07	0.11
5. Arbustos mediano a denso, en verano	0.07	0.1	0.16
d. Árboles			
1. Terreno despejado con tocones de árboles, sin brotes	0.03	0.04	0.05
2. Igual que el anterior, pero con muchos brotes	0.05	0.06	0.08
3. Soporte de madera, algunos árboles caídos, pequeño crecimiento inferior, flujo por debajo de las ramas	0.08	0.1	0.12
4. Igual al anterior, pero con flujo por encima de las ramas	0.1	0.12	0.16
5. Sauces densos, en verano, rectos	0.11	0.15	0.2
3. Cauces de montañas, sin vegetación en el canal, márgenes usualmente empinados, con árboles y arbustos sobre márgenes submergidos			
a. Fondo: grava, guijarros, y algo de cantos radados	0.03	0.04	0.05
b. Fondo: guijarros con mucho canto rodado	0.04	0.05	0.07

Fuente: Ven T. Chow



6.3 Análisis de socavación

La socavación en el río, puede presentarse de diversas formas: socavación normal o general, socavación en estrechamientos, socavación en curvas, erosión en márgenes, socavación local en pilas y socavación local en estribos.

i. Socavación general, es el descenso del fondo de un río, producto de las crecientes y la capacidad de arrastre del material sólido. La posibilidad de arrastre de los materiales de fondo en cada sección, depende de la relación entre la velocidad media del agua y la velocidad media requerida para arrastrar las partículas que constituyen el fondo del cauce.

Para la determinación de la socavación general se tomará el criterio de L. L. Lischtván-Lebediev.

Para que exista arrastre de las partículas en una determinada sección del cauce, es necesario que la velocidad media del agua (velocidad real, V_r), sea mayor que la velocidad media erosiva (V_c) requerida para que el material existente en esa sección sea arrastrada. La erosión cesa cuando $V_c = V_r$.

Considera valores de velocidades máximas para suelos granulares en función del diámetro medio de la partícula y de la profundidad del flujo y para suelos no cohesivos en función de la profundidad del flujo y el tamaño de la partícula.

Si $V_r < V_c$, considera agua clara

Si $V_r > V_c$, considera lecho móvil

- ❖ La velocidad crítica (V_c), se calcula mediante las siguientes expresiones:

Suelos cohesivos

$$V_c = 0.60\beta\gamma_m^{1.18}H_s^x$$

Donde:

γ_m : peso volumétrico (específico) del material seco a una profundidad de H_s (ton/m³)

β : coeficiente de frecuencia, con que se repite la avenida

$\beta = 0.7929 + 0.0973\log T_r$, T_r : tiempo de retorno, también puede usarse tablas

H_s : tirante, a cuya profundidad se desea conocer el valor V_c

x : exponente en función del peso volumétrico del material seco

$$x = 0.892619 - 0.58073\gamma_m + 0.136275\gamma_m^2$$



Suelos no cohesivos

$$V_c = 0.68\beta D_m^{0.28} H_s^z$$

Donde:

D_m : diámetro medio de las partículas del material granular

z : exponente en función del diámetro medio

- ❖ La profundidad de socavación se calcula mediante las siguientes fórmulas

Suelo no cohesivo

$$H_s = \left(\frac{\alpha h^{5/3}}{0.68\beta\mu\varphi D_m^{0.28}} \right)^{\frac{1}{(1+z)}}$$

φ : factor de corrección por forma de transporte de sedimento

$\varphi = 1$, si $\gamma = 1 \text{ t/m}^3$, (agua clara)

$\varphi = -0.54 + 1.5143\gamma_m$, $\gamma_m > 1 \text{ t/m}^3$ (lecho móvil)

μ : factor de corrección por contracción del cauce

$\mu : 1$, en el tramo en estudio no hay obstáculos como puentes.

$$\alpha = \frac{Q}{B\mu h_m^{5/3}}$$

h_m : tirante hidráulico (m)

B : ancho estable del cauce (m)

Suelo cohesivo

$$H_s = \left(\frac{\alpha h^{5/3}}{0.60\beta\mu\varphi\gamma_s^{1.18}} \right)^{\frac{1}{(1+x)}}$$

x : exponente variable que depende del diámetro del material

H_s-h_m : profundidad de socavación (m)



ii. Socavación en estrechamientos, se produce por el aumento de la capacidad de arrastre de sólidos que adquiere una corriente cuando su velocidad aumenta por efecto de una reducción de la sección del cauce.

iii. Socavación en curvas, la capacidad de arrastre de sólidos y la profundidad de erosión es mayor en la parte más exterior de la curvatura. La velocidad disminuye en la parte interna de la curvatura y aumenta el depósito de material, disminuyendo la zona útil para el flujo del agua.

iv. Erosión en márgenes, es la erosión de un flujo de agua de los materiales térreos deleznales o solubles que formen sus orillas; en crecientes el poder erosivo es mayor debido al aumento de la velocidad.

v. Socavación local en pilas, una pila de un puente en la corriente de un río produce un cambio de las condiciones hidráulicas; así como en la capacidad de producir arrastre de sólidos. Si la capacidad de arrastre supera localmente el aporte del gasto sólido del río, ocurrirá en la pila una socavación local.

vi. Socavación local en estribos, es muy parecido a la socavación en las pilas de los puentes.

En el cuadro 6, se indica la profundidad de socavación general para los diferentes tramos del río Chira.



Cuadro 6. Profundidad del cauce del río Chira

Y	Longitud	Cota	Pendiente m/m	Coefficiente de rugosidad	D50 (mm)	Ancho estable (m)		Tirante (m)		Velocidad sin sedimentos (m/s)	Velocidad con sedimentos (m/s)	Socavación general (m)
9458275	0	0	-	-	-							
9460480	5	1	0.0002	0.030	0.32	300	400	5.8	6.8	1.8	2.4	1.6
9461338	10	3	0.0004					5.5	6.5	2.2	3.3	2.2
9462541	15	7	0.0008	5.0		5.9	2.8	4.4	2.8			
9458108	20	11	0.0008	5.0		5.9	2.8	4.4	2.8			
9458287	25	12	0.0002	0.035	0.48	280	385	6.1	7.3	1.8	2.4	0.8
9458928	30	16	0.0008					5.0	5.9	2.8	4.2	2.1
9459448	35	20	0.0008		5.0			5.9	2.8	4.2	2.1	
9456783	40	21	0.0002		6.1			7.3	1.8	2.5	1.0	
9459591	45	22	0.0002		6.1			7.3	1.8	2.5	1.0	
9459386	50	26	0.0008		5.0			5.9	2.8	4.3	2.4	
9458600	55	29	0.0006	0.48	5.2			6.1	2.5	3.7	2.0	
9458762	60	30	0.0002		5.8			6.9	1.9	2.3	1.2	
9461567	65	35	0.0010	0.030	8.47			4.6	5.5	3.1	3.1	-
9464343	70	38	0.0006		4.16			5.0	5.9	2.6	2.8	-
9467366	75	42	0.0008	0.035	4.16			5.0	5.9	2.8	3.2	-
9471110	80	50	0.0016		17.58			4.6	5.4	3.5	3.5	-
9474049	85	58	0.0016		0.42	4.6	5.4	3.5	5.6	2.8		
9478715	90	65	0.0014			4.6	5.5	3.3	5.3	2.7		
9482343	94	67	0.0005			5.3	6.3	2.4	3.5	2.0		

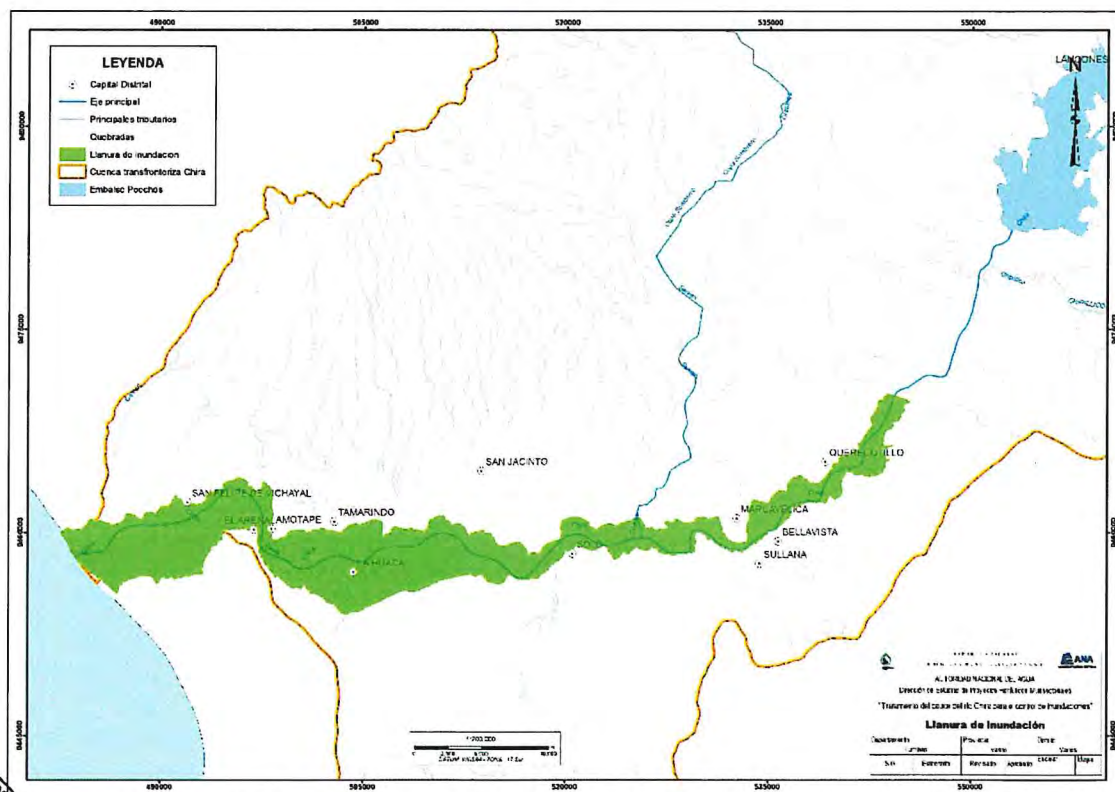


Figura 13. Llanura de inundación P.R.100 años



MINISTERIO
DE AGRICULTURA
Y RIEGO



Autoridad Nacional del Agua



Capítulo VII: Propuesta de medidas estratégicas



INDICE

CAPITULO VII.....	115
PROPUESTA DE MEDIDAS ESTRATEGICAS.....	115
7.1 Medidas en el cauce principal	115
7.2 Presupuesto	121



Listado de figuras

Figura 1. Propuesta entre el Km 0 al 15	116
Figura 2. Propuesta Km 25 – 40	116
Figura 3. Propuesta tramo Km 50 al 75	118
Figura 4. Propuesta tramo 85 - 94 Km	119

Listado de cuadros

Cuadro 1. Recomendaciones para el control de inundaciones del río Chira	120
Cuadro 2. Presupuesto estimado para el control de inundaciones del río Chira	121



CAPITULO VII

PROPUESTA DE MEDIDAS ESTRATEGICAS

7.1 Medidas en el cauce principal

Las medidas que se recomiendan están orientadas a disminuir los efectos negativos de las inundaciones en poblaciones y de la erosión en predios agrícolas agrícolas e infraestructura de servicios. No se pretende evitar las inundaciones, ya que las características del valle del río Chira están fuertemente influenciados por la marea, baja pendiente, altas precipitaciones y presencia de fenómenos climáticos.

Se propone lo siguiente:

1. Se toma como eje referencial del cauce, aquella que resulta de trazar considerando las características morfológicas actuales.



2. Tramo: 0 – 15 Km

Incluye los puntos críticos 19 (Alto Las Valencias Miramar) y 18 (Vichayal Miramar-Paredones).

- Se propone descolmatación y un dique de material propio en la margen derecha una longitud de 10 Km, con un ancho entre 300 a 400 metros.



3. Tramo: 25 – 40 Km

Incluye los puntos críticos 17 sector Sechurita, 16 sector Montelima Caña brava, 15 sector La Ratona, 14 La Manuela. Se propone lo siguiente:

- Limpieza de la quebrada Tamarindo en una longitud de 8.5 Km y un ancho de 14 metros.
- Limpieza de la quebrada Monteluna en una longitud de 3.0 Km y un ancho de 16 metros.
- Limpieza de la quebrada La Ratona en una longitud de 4.5 Km y un ancho de 18 metros.
- Limpieza de la quebrada Ignacio Escudero en una longitud de 6.0 Km y un ancho de 16 metros.



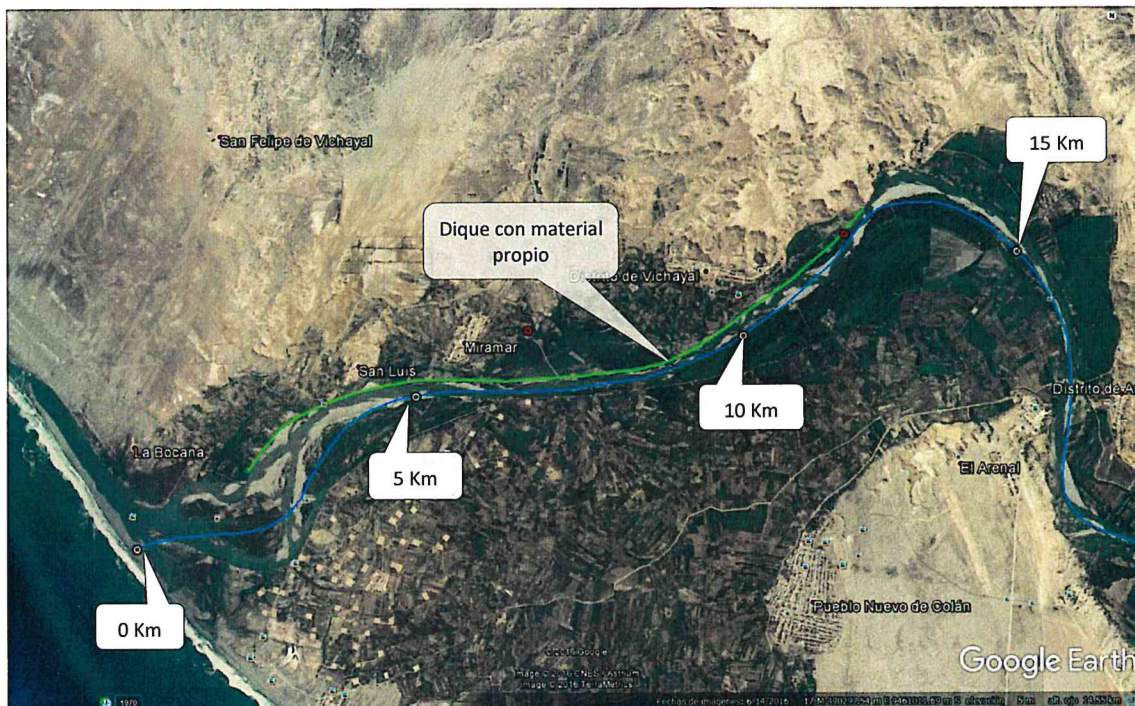


Figura 1. Propuesta entre el Km 0 al 15



Figura 2. Propuesta Km 25 – 40



4. Tramo: 50 – 60 Km

Incluye los puntos críticos 12 sector Sifón Samán, 9 sector San Fernando, 8 sector Garabato. Se propone lo siguiente:

- Limpieza de la quebrada Samán, protección de taludes con roca al volteo y encauzamiento en una longitud de 1.0 Km.
- Protección de taludes con roca al volteo o geobolsas en una longitud de 2.5 Km, en la margen derecha.

5. Tramo: 65 – 70 Km

Incluye los puntos críticos 10 sector Cucho Alto y Bajo y 7 sector Santa Angélica. Se propone lo siguiente:

- Descolmatación, recuperación de cauce un ancho promedio de 280 metros y conformación de dique con material propio, en una longitud de 5 Km.
- Protección de taludes con roca al volteo o geobolsas en una longitud de 3.5 Km, en la margen derecha.



6. Tramo: 70 – 75 Km

Incluye los puntos críticos 6 sector San Enrique y 13 sector Sifón Santa Margarita. Se propone lo siguiente:

- Descolmatación, recuperación de cauce un ancho promedio de 280 metros y conformación de dique con material propio, en una longitud de 5 Km.
- Batería de espigones en una longitud en una longitud de 1500 metros.
- Limpieza de la quebrada Qda. Margarita, protección de taludes con roca al volteo y encauzamiento en una longitud de 1.0 Km.



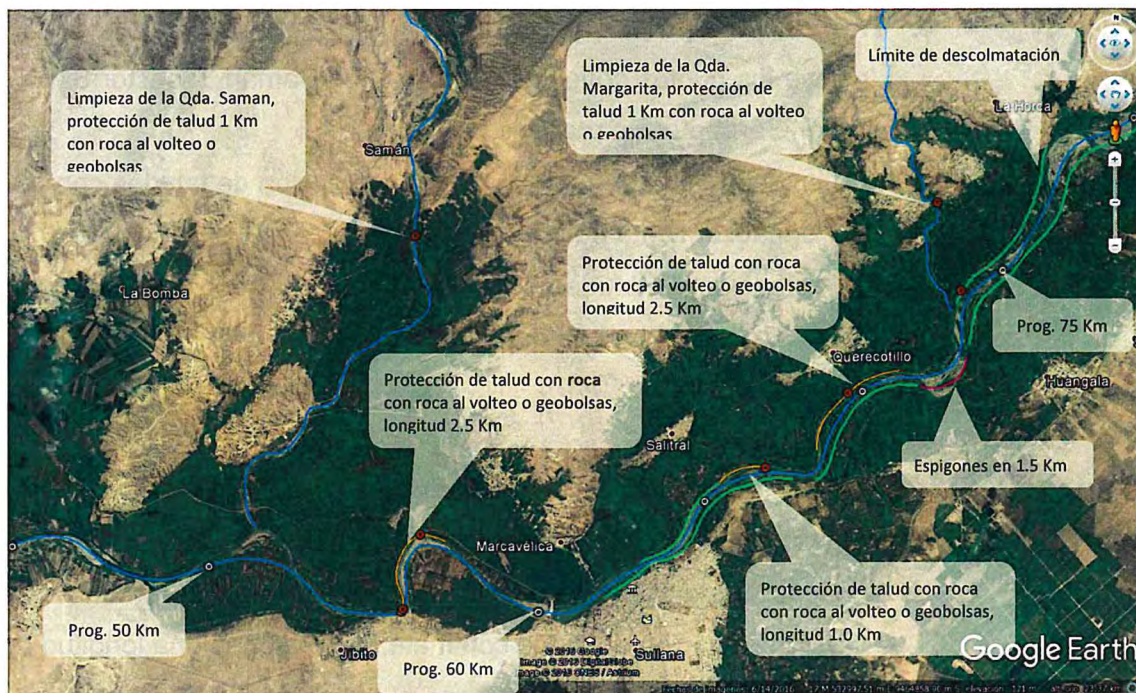


Figura 3. Propuesta tramo Km 50 al 75



7. Tramo: 85 – 94 Km

Incluye los puntos críticos 5 sector Media Luna, 4 sector Santa Potreritos, 3 sector Cementerio, 2 y 11 sector Santa Victoria, Guayabo, Elena Gutiérrez y 1 sector Chililique Pardo de Zela. Se propone lo siguiente:

- Descolmatación, recuperación de cauce un ancho promedio de 280 metros y conformación de dique con material propio, en una longitud de 7 Km.
- Batería de espigones en una longitud en una longitud de 3000 metros en la margen derecha y 1000 metros en la margen izquierda.
- Roca al volteo para protección de canal en una longitud de 1700 metros.



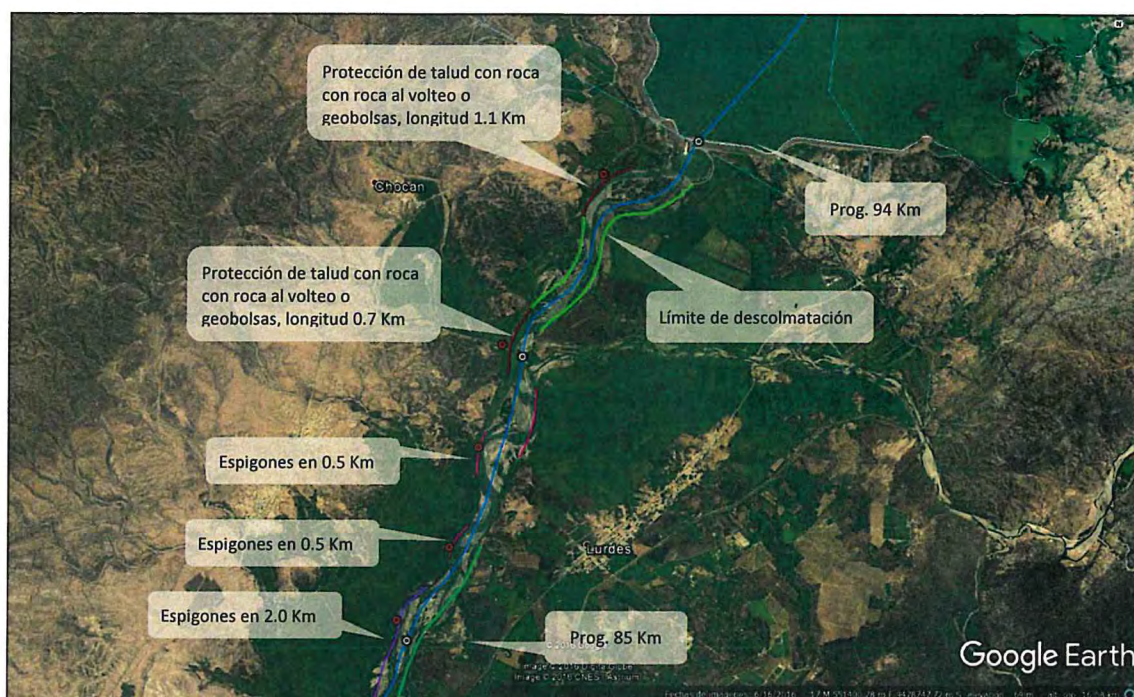


Figura 4. Propuesta tramo 85 - 94 Km



8. Programa de capacitación y sensibilización, sobre Alerta Temprana, Gestión de Riesgos ante inundaciones, simulacros, etc. Este programa debe ser promovido por el Gobierno Regional, Gobierno Local, Sectores y entidades privadas

En el siguiente cuadro se muestra recomendaciones específicas de acuerdo a los puntos críticos identificados.

Cuadro 1. Recomendaciones para el control de inundaciones del río Chira

Punto crítico	Este	Norte	Tramo	Sector o lugar	Amenaza	Elementos expuestos	Propuesta
18	494283	9462811	0 - 15	Vichayal Miramar (Paredones)	Erosión, Inundación	Los sectores de la margen derecha y la comunidad de Vichayal y Miramar que cuentan con 4000 ha. y 900 usuarios de cultivo de maíz, hortalizas, y pan llevar que beneficiaran a 5400 familias y los anexos cercanos.	Descolmatación y dique de material propio, MD, longitud 10 Km, ancho de 300 a 400 metros
19	489600	9461440	0 - 15	Alto Las Valencias _ Miramar	Erosión, Inundación	Los sectores de la margen derecha y la comunidad de Vichayal y Miramar que cuentan con 4000 ha. y 900 usuarios de cultivo de maíz, hortalizas, y pan llevar que beneficiaran a 5400 familias y los anexos cercanos.	
14	514444	9463418	20 - 45	La Manuela	Erosión, Inundación	Sectores de la margen derecha y el Arenal con un total de 9,000 ha. y 2,500 usuarios de cultivo de arroz, plátano, mango, caña de azúcar, maíz, hortalizas, y pan llevar que beneficiaran a 12,500 familias y La vía panamericana norte.	• Limpieza de la quebrada Ignacio Escudero en una longitud de 6.0 Km y un ancho de 16 metros.
15	509867	9462773	20 - 45	La Ratona	Erosión, Inundación	Los sectores de la margen derecha y el Arenal con un total de 7000 ha. y 2000 usuarios de cultivo de arroz, plátano, mango, caña de azúcar, maíz, hortalizas, y pan llevar que beneficiaran a 10 000 familias.	• Limpieza de la quebrada La Ratona en una longitud de 4.5 Km y un ancho de 18 metros.
16	507507	9462603	20 - 45	Montelima /Caña Brava	Erosión, Inundación	Los sectores de la margen derecha y el Arenal con un total de 6000 ha. y 1500 usuarios de cultivo de arroz, plátano, mango, caña de azúcar, maíz, hortalizas, y pan llevar que beneficiaran a 7500 familias y los anexos cercanos.	• Limpieza de la quebrada Monteluna en una longitud de 3.0 Km y un ancho de 16 metros.
17	503412	9460789	20 - 45	Sechurita	Erosión, Inundación	Los sectores de la margen derecha y el Arenal con un total de 5000 ha. y 1300 usuarios de cultivo de arroz, plátano, mango, caña de azúcar, maíz, hortalizas, y pan llevar que beneficiaran a 6500 familias y los anexos cercanos.	• Limpieza de la quebrada Tamarindo en una longitud de 8.5 Km y un ancho de 14 metros.
8	529556	9460423	50 - 60	Garabato	Erosión, Inundación	Áreas agrícolas (150 has bananos, Arroz, Mango y Ciruelo), Tramo del canal Norte y laterales	• Protección de taludes con roca al volteo o geobolsas en una longitud de 2.5 Km, en la margen derecha.
9	529232	9458650	50 - 60	San Fernando	Erosión, Inundación	Áreas agrícolas (54 has bananos, Arroz, Mango y Ciruelo), Tramo del canal Norte y laterales	
12	529044	9467403	50 - 60	Sifón Samán	Erosión, Inundación	Sifón Samán	• Limpieza de la quebrada Samán, protección de taludes con roca al volteo y encauzamiento en una longitud de 1.0 Km.
7	539420	9464290	65 - 70	Santa Angelica	Erosión, Inundación	Áreas agrícolas (110 has bananos)	• Descolmatación, recuperación de cauce un ancho promedio de 280 metros y conformación de dique con material propio, en una longitud de 5 Km.
10	537596	9462429	65 - 70	Cucho Alto y Bajo	Erosión, Inundación	Áreas agrícolas (185 has bananos y Arroz), infraestructura de riego menor	• Protección de taludes con roca al volteo o geobolsas en una longitud de 3.5 Km, en la margen derecha.
13	541286	9468863	70 - 75	Sifón Santa Margarita	Erosión, Inundación	Sifón Santa Margarita	• Limpieza de la quebrada Qda. Margarita, protección de taludes con roca al volteo y encauzamiento en una longitud de 1.0 Km.
6	541978	9466832	70 - 75	San Enrique	Erosión, Inundación	Áreas agrícolas (110 has bananos)	• Descolmatación, recuperación de cauce un ancho promedio de 280 metros y conformación de dique con material propio, en una longitud de 5 Km. • Batería de espigones en una longitud en una longitud de 1500 metros.
1	551621	9481731	85 - 94	Chillique – Pardo de Zela	Erosión, Inundación	Áreas agrícolas (9.1 has de arroz), sectores Chillique Pardo de Zela, sifón Chillique y canal 1,44Km Miguel Checa, 50 usuarios	• Descolmatación, recuperación de cauce un ancho promedio de 280 metros y conformación de dique con material propio.
2	550161	9478894	85 - 94	Santa Victoria – Guayabo – Elena Gutiérrez	Erosión, Inundación	Áreas agrícolas (16.25has arroz), sectores afectados Guayabo, Santa Victoria y Elena Gutierrez, Sinfón Santa + 2 Km de canal, 30 usuarios.	• Roca al volteo para protección de canal en una longitud de 1700 metros.
11	550161	9478894	85 - 94	Sifón Santa Victoria	Erosión, Inundación	Sifón Santa Victoria	
3	549875	9477223	85 - 94	Cementerio	Erosión, Inundación	Áreas agrícolas (44 has arroz y banano) + 1 Km Canal Potreritos y Miguel Checa	• Batería de espigones en una longitud en una longitud de 3000 metros en la margen derecha y 1000 metros en la margen izquierda.
4	549512	9475597	85 - 94	Santa Potreritos	Erosión, Inundación	Áreas agrícolas (45.6 has), 1.5 Km de canal Platano I, potreritos.	
5	548730	9474372	85 - 94	Media Luna	Erosión, Inundación	Áreas agrícolas (65.7 has), Dren Santa Rosa, Canal Miguel Checa	



7.2 Presupuesto

Se requiere una inversión de S/. 65 millones para implementar las medidas estratégicas de control de inundaciones y mitigar los efectos negativos de las inundaciones y erosiones. La inversión va a permitir un ahorro al estado peruano de S/ 975 millones de producirse inundaciones de gran magnitud.

Cuadro 2. Presupuesto estimado para el control de inundaciones del río Chira

Punto Crítico	Medidas Estratégicas	Ancho Estable (m)	Corte (m)	Longitud (m)	Costo Referencial S/. (m³)	TOTAL S/.
	Tramo 0 - 15					
	Descolmatación y dique de material propio	300.00	1.50	10,000	4.00	18,000,000
	Tramo 20 - 45					
	Limpieza de la quebrada Ignacio Escudero	16.00	0.50	6,000	2.40	115,200
	Limpieza de la quebrada La Ratona	18.00	0.50	4,500	2.40	97,200
	Limpieza de la quebrada Monteluna	16.00	0.50	3,000	2.40	57,600
	Limpieza de la quebrada Tamarindo	14.00	0.50	8,500	2.40	142,800
	Tramo 65 - 70					
	Descolmatación y recuperación de cauce	280.00	1.20	5,000	3.50	5,880,000
	Tramo 70 - 75					
	Descolmatación y recuperación de cauce	280.00	1.20	5,000	3.50	5,880,000
	Tramo 85 - 94					
	Descolmatación y recuperación de cauce	280.00	1.20	7,000	3.50	8,232,000
	COSTO DIRECTO - SUB TOTAL					38,404,800

Punto Crítico	Medidas Estratégicas	Extracción, Carguio, Transporte y Colocación (m³)			Costo Referencial S/. (m³)	TOTAL S/.
	Tramo 50 - 60					
	Protección de taludes con roca al volteo o geobolsas	30,000			78.04	2,341,200
	Limpieza de la quebrada Samán, protección de taludes con roca al volteo	12,000			78.04	936,480
	Tramo 65 - 70					
	Protección de taludes con roca al volteo o geobolsas	42,000			78.04	3,277,680
	Tramo 70 - 75					
	Protección de taludes con roca al volteo o geobolsas	12,000			78.04	936,480
	Tramo 85 - 94					
	Protección de taludes con roca al volteo o geobolsas	33,000			78.04	2,575,320
	COSTO DIRECTO - SUB TOTAL					10,067,160

Punto Crítico	Medidas Estratégicas	Longitud	Nº de espigones	S/. espigon	TOTAL S/.
	Tramo 70 - 75				
	Espigones	1,500	12.00	300,000	3,600,000
	Tramo 85 - 94				
	Espigones	4,000	33	300,000	9,900,000
	COSTO DIRECTO - SUB TOTAL				13,500,000

	COSTO DIRECTO - SUB TOTAL					61,971,960
	GASTOS GENERALES 5%					3,098,598
	PRESUPUESTO TOTAL					65,070,558



CAPITULO IX

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

1. El presente estudio se ha elaborado sobre el concepto de régimen hidráulico estable, conservación del medio ambiente y la participación de diferentes actores; traerá consigo que las autoridades, organizaciones y empresas privadas, cuenten con una herramienta de gestión participativa al momento de priorizar proyectos de defensa ribereña y control de inundaciones, enmarcado en la gestión del riesgo de desastre de la cuenca del río Chira.
2. En este estudio se ha realizado un análisis de la vulnerabilidad del río *Chira*, en la cual se han detectado 19 puntos críticos en una longitud de 94 Km desde la desembocadura hasta el reservorio Poechos que ponen en riesgo a poblaciones, cultivos, carreteras, puentes y otros servicios. De ocurrir una inundación de gran magnitud moderada a fuerte estaríamos perdiendo cerca de S/. 975 millones.
3. Se han realizado calicatas a lo largo del río Chira con la finalidad de determinar sus características geotécnicas que ayuden con el diseño de las estructuras de protección. Los resultados indican que la capacidad portante del suelo es buena,



siendo adecuado para cimentación.

Los caudales máximos de diseño se han calculado para varios periodos de retorno, en la cual se han incluido la influencia del fenómeno El Niño, quiere decir que los valores indicados son valores máximos instantáneos.



5. Se ha evaluado el comportamiento del río Chira en el tiempo y en el espacio, se ha detectado que existe tramos que tienen una moderada dinámica, en ambas márgenes, con respecto al eje actual.



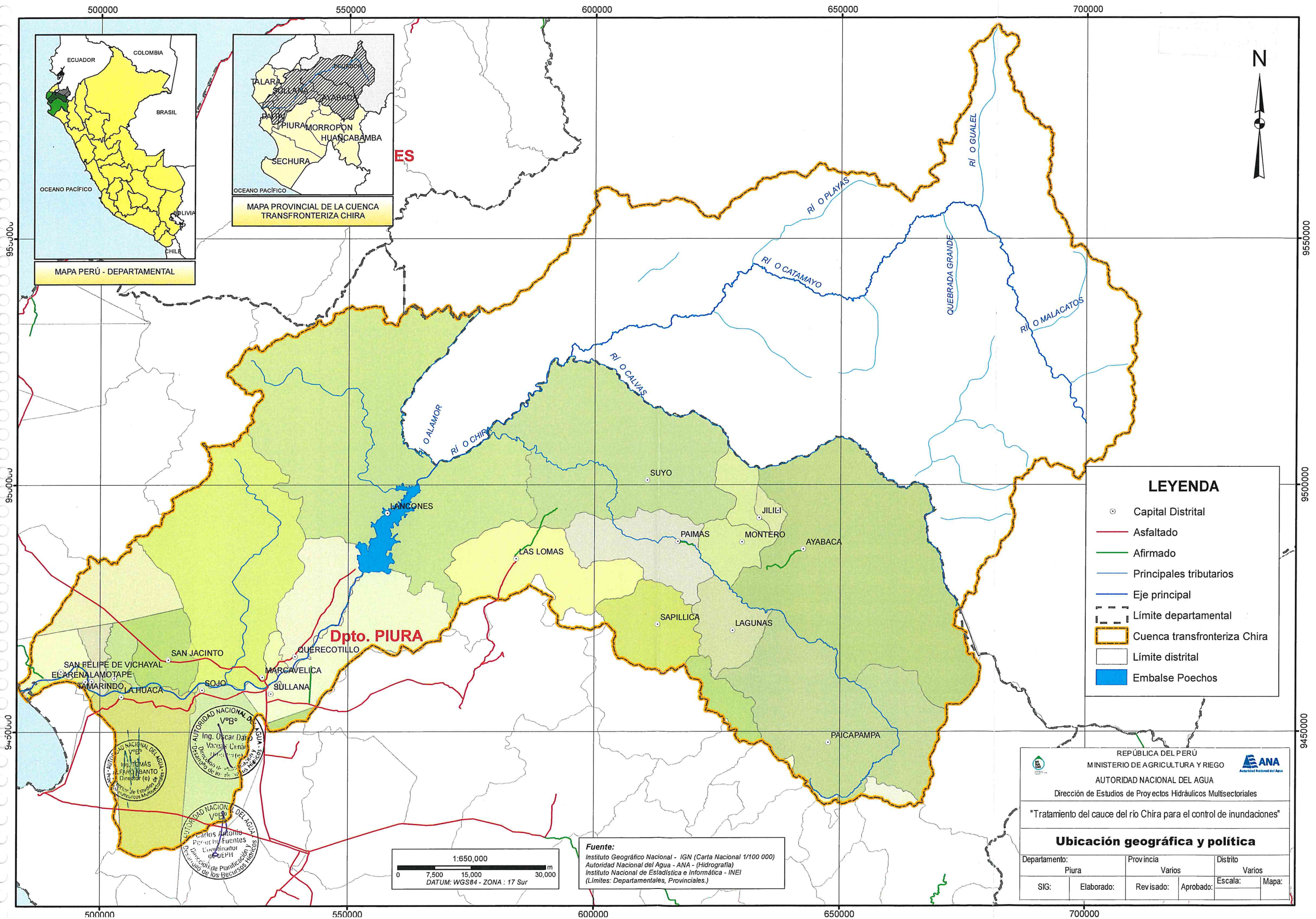
6. Los parámetros del río Chira velocidad, tirante de agua, socavación, ancho estable, entre otros, se han calculado considerando la situación más desfavorable. Es decir la velocidad se encuentra afectado por la presencia de sedimentos considerando un flujo con presencia de sedimentos. El tirante se ha calculado con el menor ancho estable y la socavación se ha calculado con los valores mayores de velocidad, ancho

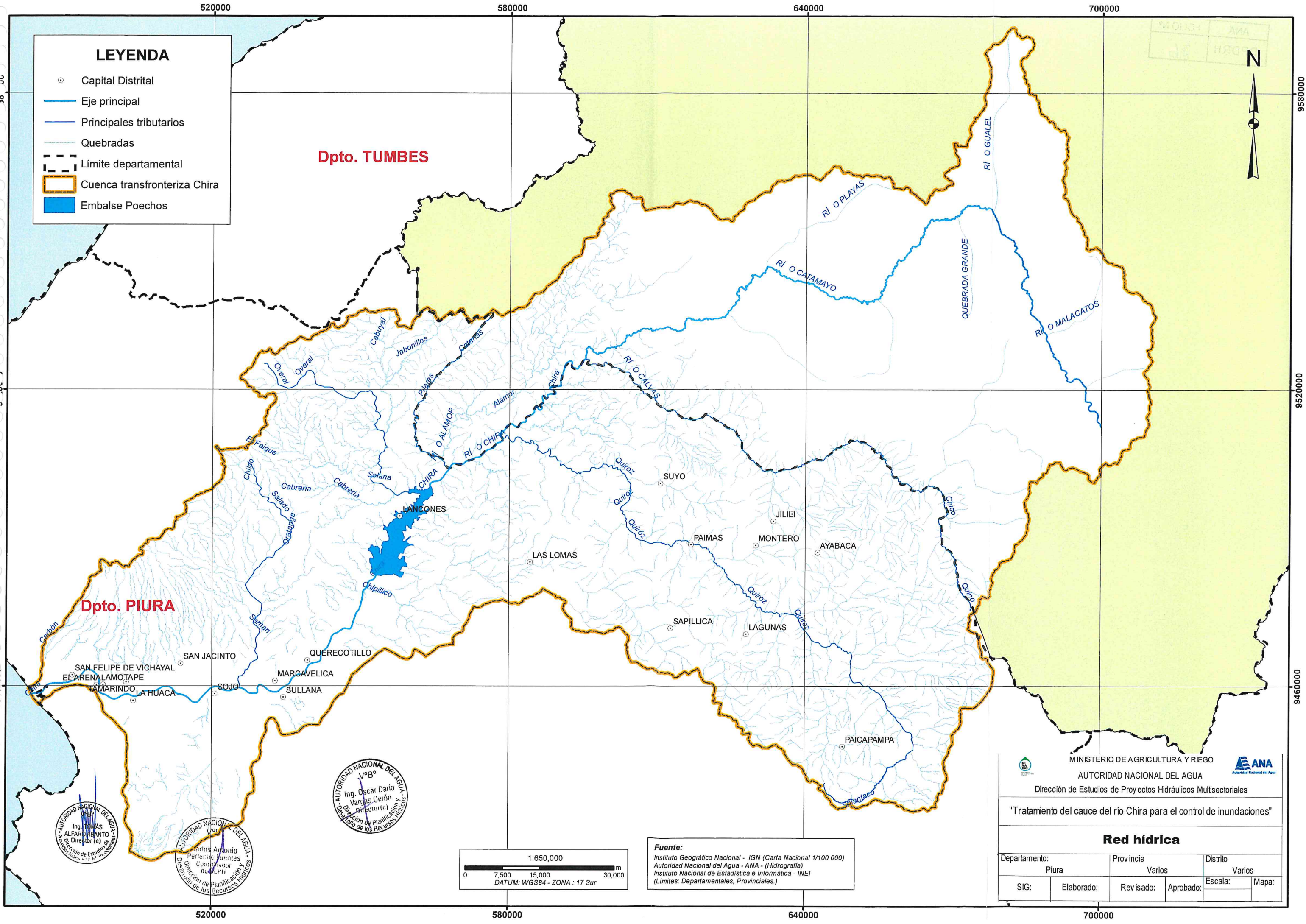
ANA	FOLIO N°
DPDRH	73

y mayores tirantes.

7. Las medidas estratégicas propuesta para el río Chira, toma el concepto del control de inundaciones mediante trabajos de descolmatación, ampliación del cauce hasta el ancho de mantenimiento recomendado.
8. Se recomienda la implementación de las medidas estratégicas por parte del gobierno regional de Piura, gobiernos locales, ministerio de Agricultura y Riego, juntas de usuarios del agua y otras instituciones.
9. Es importante que el seguimiento de la implementación de estas medidas sea a través del Ministerio Público, Defensoría del Pueblo y la Autoridad Nacional del Agua.







LEYENDA

- Capital Distrital
- Eje principal
- Principales tributarios
- Quebradas
- Limite departamental
- Cuenca transfronteriza Chira
- Embalse Poechos

Dpto. TUMBES

Dpto. PIURA

Fuente:

Instituto Geográfico Nacional - IGN (Carta Nacional 1/100 000)
Autoridad Nacional del Agua - ANA - (Hidrografía)
Instituto Nacional de Estadística e Informática - INEI
(Límites: Departamentales, Provinciales.)



MINISTERIO DE AGRICULTURA Y RIEGO

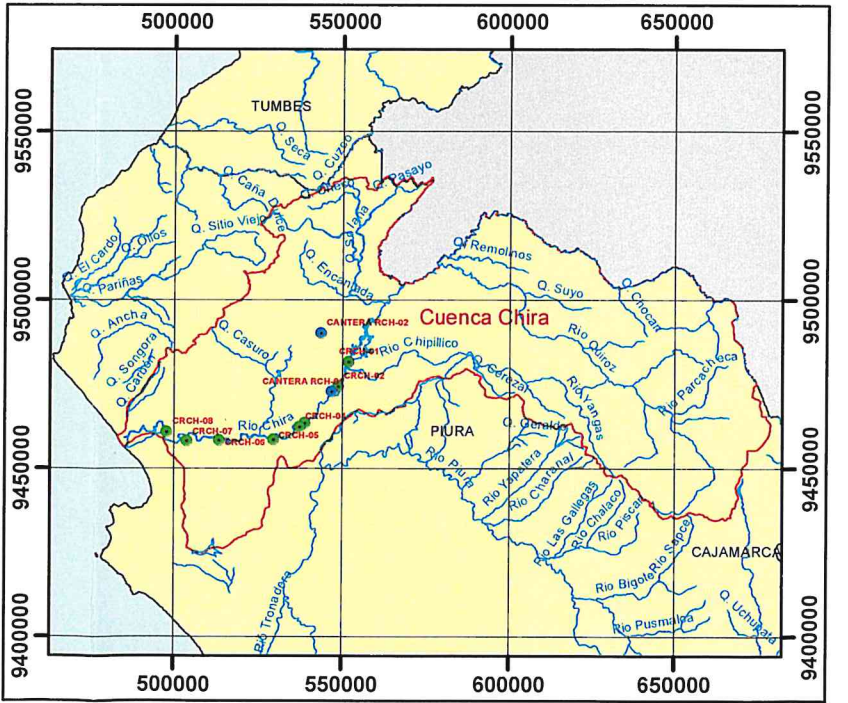
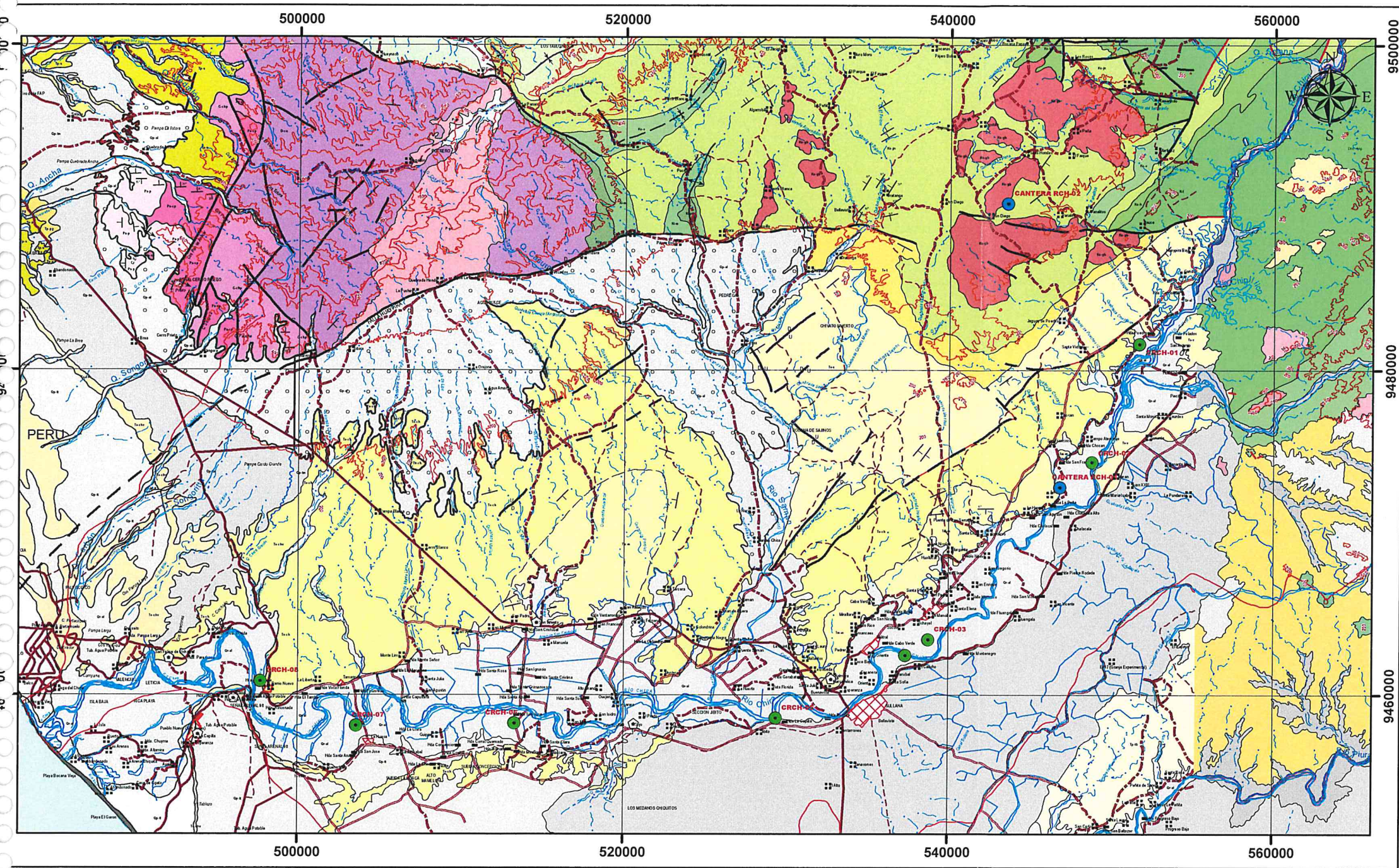
AUTORIDAD NACIONAL DEL AGUA

Dirección de Estudios de Proyectos Hidráulicos Multisectoriales

"Tratamiento del cauce del río Chira para el control de inundaciones"

Red hídrica

Departamento:		Provincia		Distrito	
Piura		Varios		Varios	
SIG:	Elaborado:	Revisado:	Aprobado:	Escala:	Mapa:



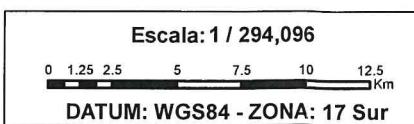
Formaciones Geológicas

Qr-e	Dep. eólico	Qp-al	Depositos antiguos aluvia	Ks-p	Fm. Pazul
Qr-tt	Fm. Tablazo-Talara	Tm-m	Fm. Miramar	Ks-e	Fm. Encuentros
Qr-al	Dep. aluvial	Te-v	Fm. Verдум	Ks-ta	Fm. Tablones
Te-ch	Fm. Chira	C-chp	Fm. Chaleco de Paño	Ks-jn	Fm. Jahuay Negro
Te-chv	Fm. Chira-Verдум	Tp-tb	Fm. Tambo blanco	Ks-h	Fm. Huasimal
Qp-tm	Fm. Tablazo Mancora	Ki-m	Fm. Muerto	P-gr	granito
Te-t	Fm. Talara	K-l	Fm. Lancones	Ks-gb	gabros
Pi-cn	Fm. Cerro Negro	Ki-p	Fm. Pananga		

Leyenda

- CALICATAS
- CANTERAS
- Curvas Maestras
- Rios
- Cuenca Chira

DESCRIPCION	X	Y	COTA (m)
CRCH - 01	551664	9481620	67
CRCH - 02	548766	9474336	62
CRCH - 03	538725	9463403	40
CRCH - 04	537344	9462433	38
CRCH - 05	529386	9458582	22
CRCH - 06	513308	9458260	12
CRCH - 07	503584	9458108	13
CRCH - 08	497689	9460838	9
CANTERA RCH- 01	546807	9472797	66
CANTERA RCH-02	543535	9490242	254



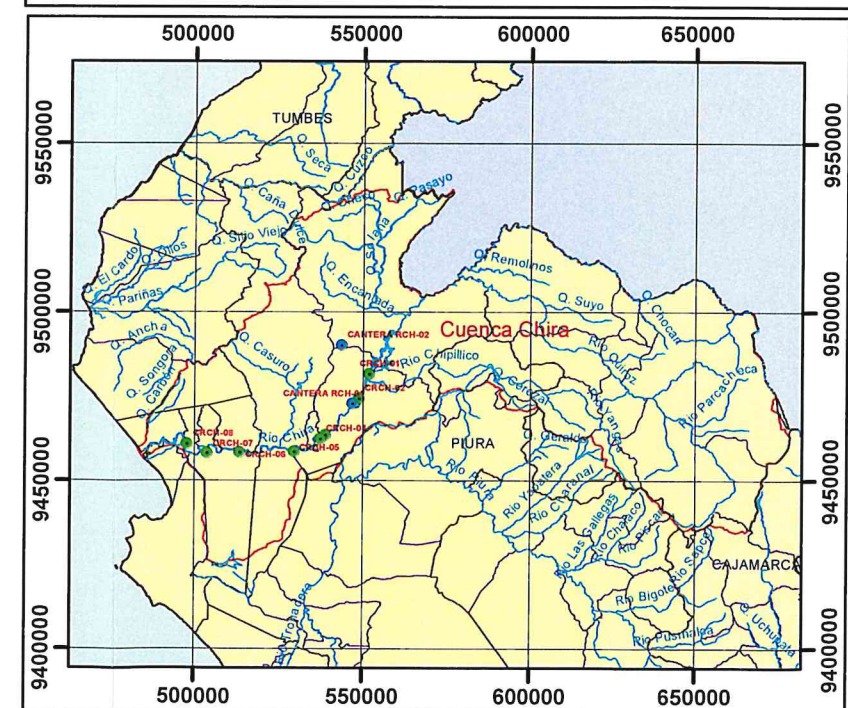
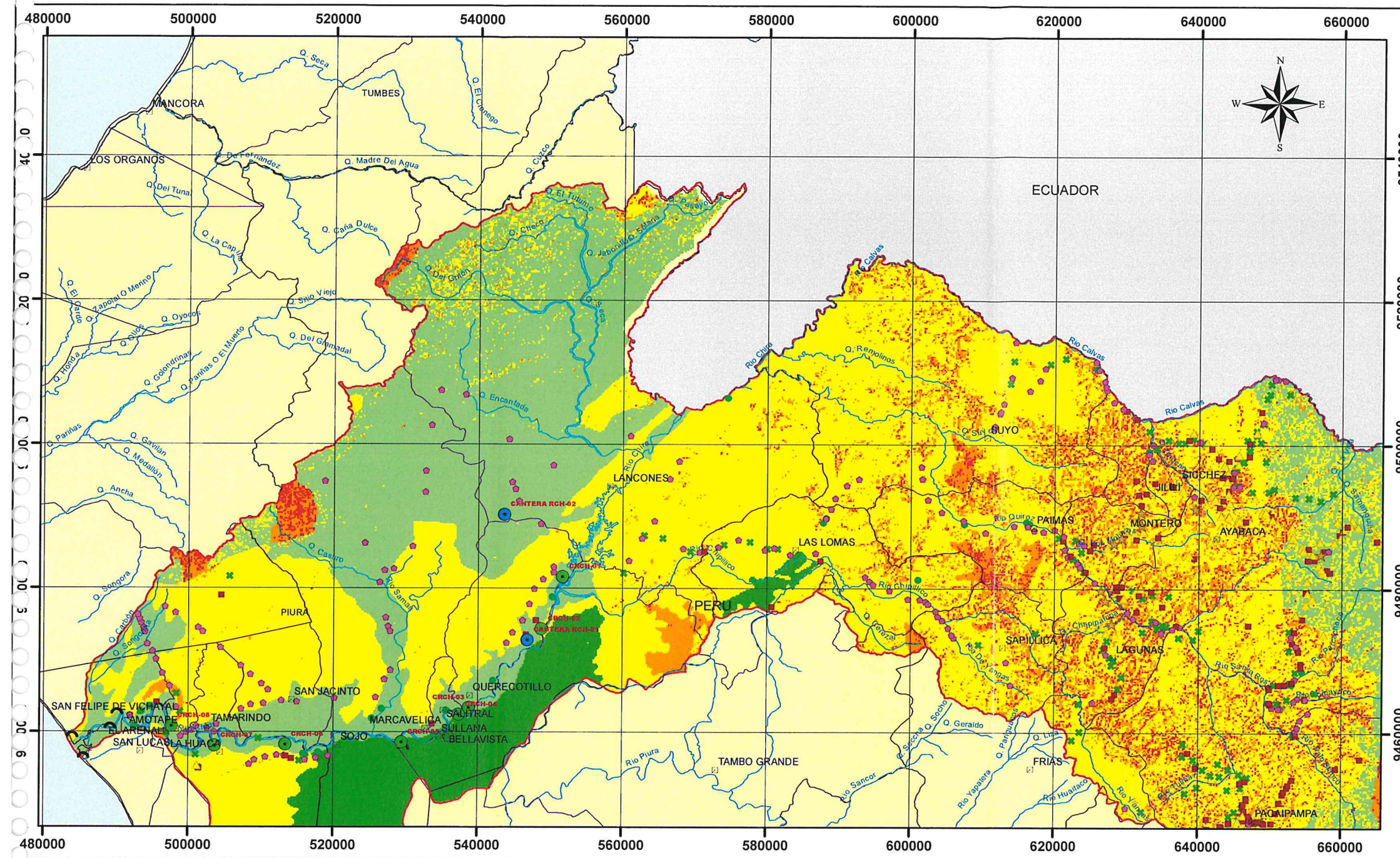
Fuente:
Instituto Geográfico Nacional - IGN (Carta Nacional 1/100 000)
Autoridad Nacional del Agua - ANA - (Hidrografía)
Instituto Nacional de Estadística e Informática - INEI
(Límites: Departamentales, Provinciales.)

REPUBLICA DEL PERU
MINISTERIO DE AGRICULTURA Y RIEGO
AUTORIDAD NACIONAL DEL AGUA
DIRECCIÓN DE ESTUDIOS DE PROYECTOS
HIDRÁULICOS MULTISECTORIALES

"Estudio de tratamiento de cauce para el control de inundaciones de los ríos priorizados en la AAA Jequetepeque - Zaramilla"

Mapa Geológico Cuenca del río Chira

Departamento:	PIURA	Provincia:	VARIOS	Distrito:	VARIOS
SIG: Ing.	Elaborado: Ing.	Revisado: Ing.	Aprobado: Ing.	Escala: 1 / 294,096	MAPA:
J. Hernández	J. Hernández	J. Bardalez	T. Alfaro A.	Fecha: Junio 2016	1a



Peligros geológicos

- | | | |
|-----------------|---------------------|----------------------------|
| ■ Caida | ~ Arenamiento | Movimientos en masa |
| ▲ Deslizamiento | ● Erosión Fluvial | Muy baja |
| ● Flujo | ➔ Erosión Marina | Baja |
| ★ Mov. Complejo | ✱ Erosión de Ladera | Media |
| ◆ Reptacion | ▼ Hundimiento | Alta |
| ◆ Vuelco | ≈ Inundación | Muy alta |

Leyenda

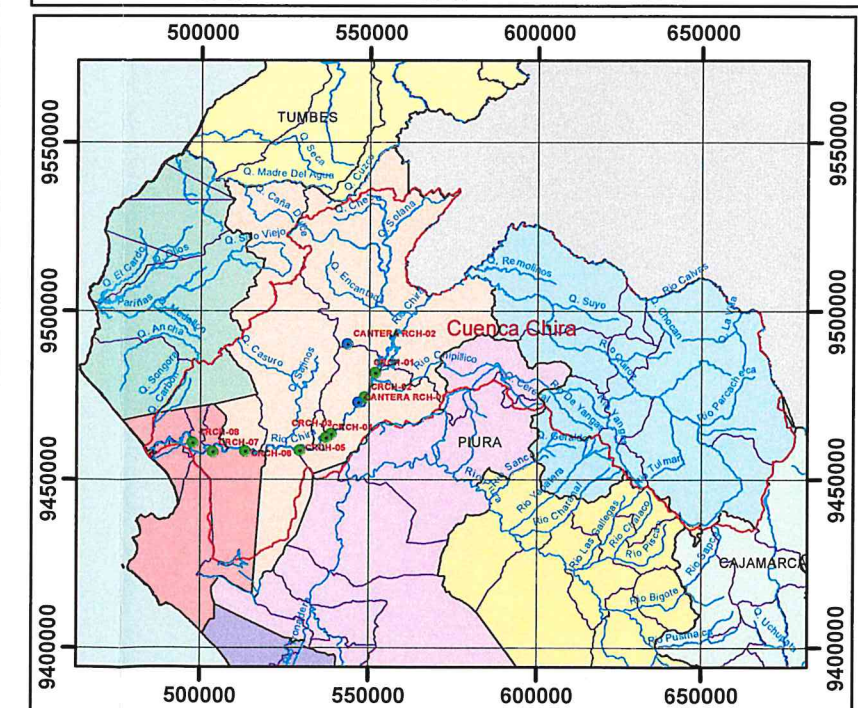
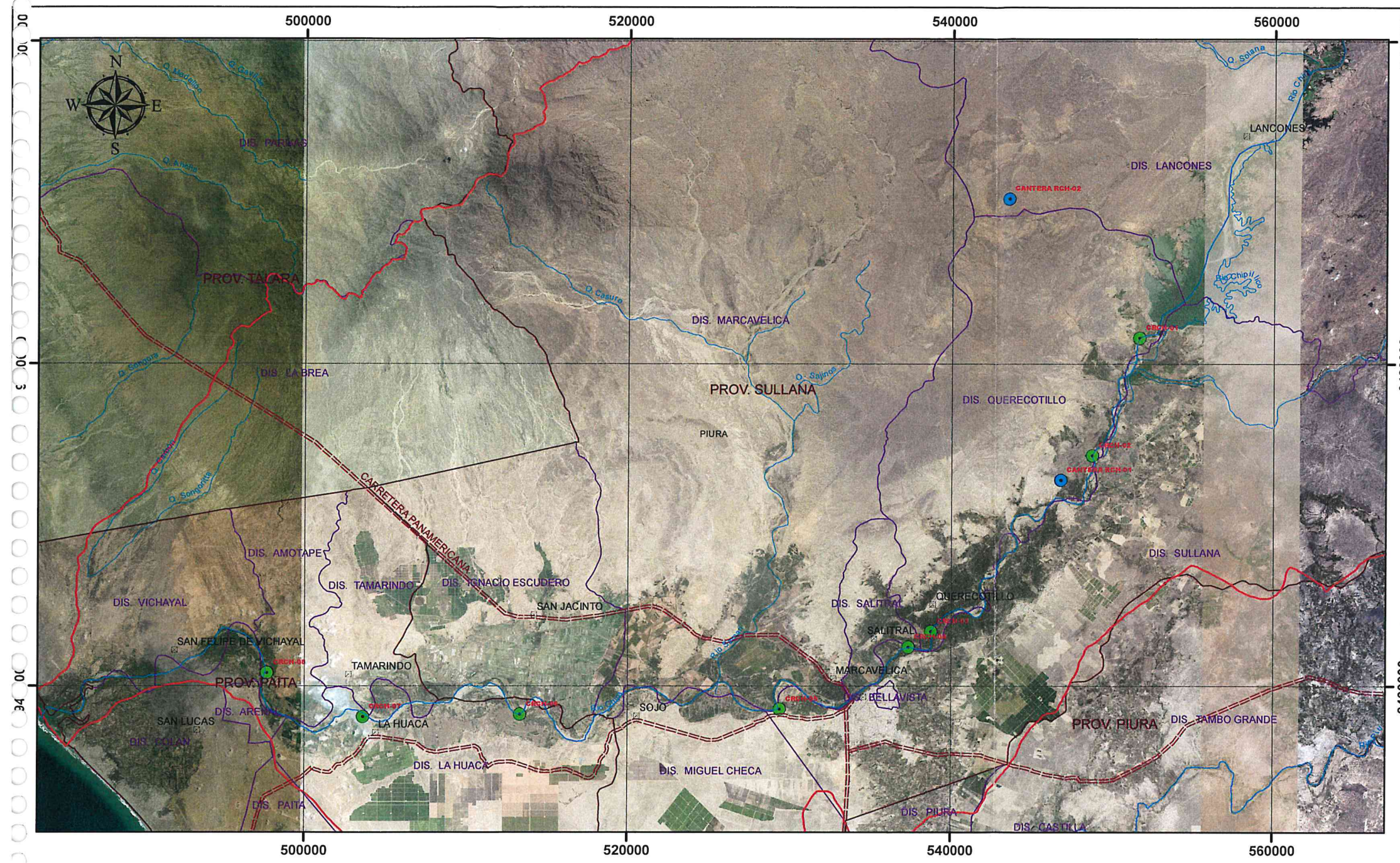
- CALICATAS
- CANTERAS
- Capital distrital
- Ríos
- Cuenca Chira
- Distritos
- Provincias
- Departamentos
- Sudamerica
- Océano Pacifico

DESCRIPCION	X	Y	COTA (m)
CRCH - 01	551664	9481620	67
CRCH - 02	548766	9474336	62
CRCH - 03	538725	9463403	40
CRCH - 04	537344	9462433	38
CRCH - 05	529386	9458582	22
CRCH - 06	513308	9458260	12
CRCH - 07	503584	9458108	13
CRCH - 08	497689	9460838	9
CANTERA RCH- 01	546807	9472797	66
CANTERA RCH-02	543535	9490242	254

Escala: 1 / 658,187
 0 3.25 6.5 13 19.5 26 32.5 Km
 DATUM: WGS84 - ZONA: 17 Sur

Fuente:
 Instituto Geográfico Nacional - IGN (Carta Nacional 1/100 000)
 Autoridad Nacional del Agua - ANA - (Hidrografía)
 Instituto Nacional de Estadística e Informática - INEI
 (Límites: Departamentales, Provinciales.)

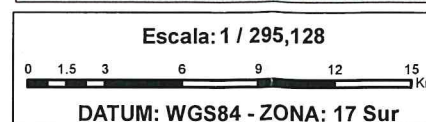
REPUBLICA DEL PERU MINISTERIO DE AGRICULTURA Y RIEGO AUTORIDAD NACIONAL DEL AGUA DIRECCIÓN DE ESTUDIOS DE PROYECTOS HIDRÁULICOS MULTISECTORIALES			
ESTUDIO: "Estudio de tratamiento de cauce para el control de inundaciones de los ríos priorizados en la AAA Jequetepeque - Zarumilla" Mapa de peligros geológicos Cuenca del río Chira			
Departamento:	Provincia:	Distrito:	
PIURA	VIARIOS	VIARIOS	
SIG: Ing.	Elaborado: Ing.	Revisado: Ing.	Aprobado: Ing.
J. Hernández	J. Hernández	J. Bardales	T. Alfaro A.
Escala: 1 / 658,187			MAPA:
Fecha: Junio 2016			1c



Legenda

- CALICATAS
- CANTERAS
- Capital distrital
- Rios
- Vias_Peru
- Cuenca Chira
- Provincias
- Distritos
- Departamentos
- Océano Pacífico
- Sudamerica

DESCRIPCION	X	Y	COTA (m)
CRCH - 01	551664	9481620	67
CRCH - 02	548766	9474336	62
CRCH - 03	538725	9463403	40
CRCH - 04	537344	9462433	38
CRCH - 05	529386	9458582	22
CRCH - 06	513308	9458260	12
CRCH - 07	503584	9458108	13
CRCH - 08	497689	9460838	9
CANTERA RCH- 01	546807	9472797	66
CANTERA RCH-02	543535	9490242	254



Fuente:
 Instituto Geográfico Nacional - IGN (Carta Nacional 1/100 000)
 Autoridad Nacional del Agua - ANA - (Hidrografía)
 Instituto Nacional de Estadística e Informática - INEI
 (Límites: Departamentales, Provinciales.)

REPÚBLICA DEL PERU

MINISTERIO DE AGRICULTURA Y RIEGO

AUTORIDAD NACIONAL DEL AGUA

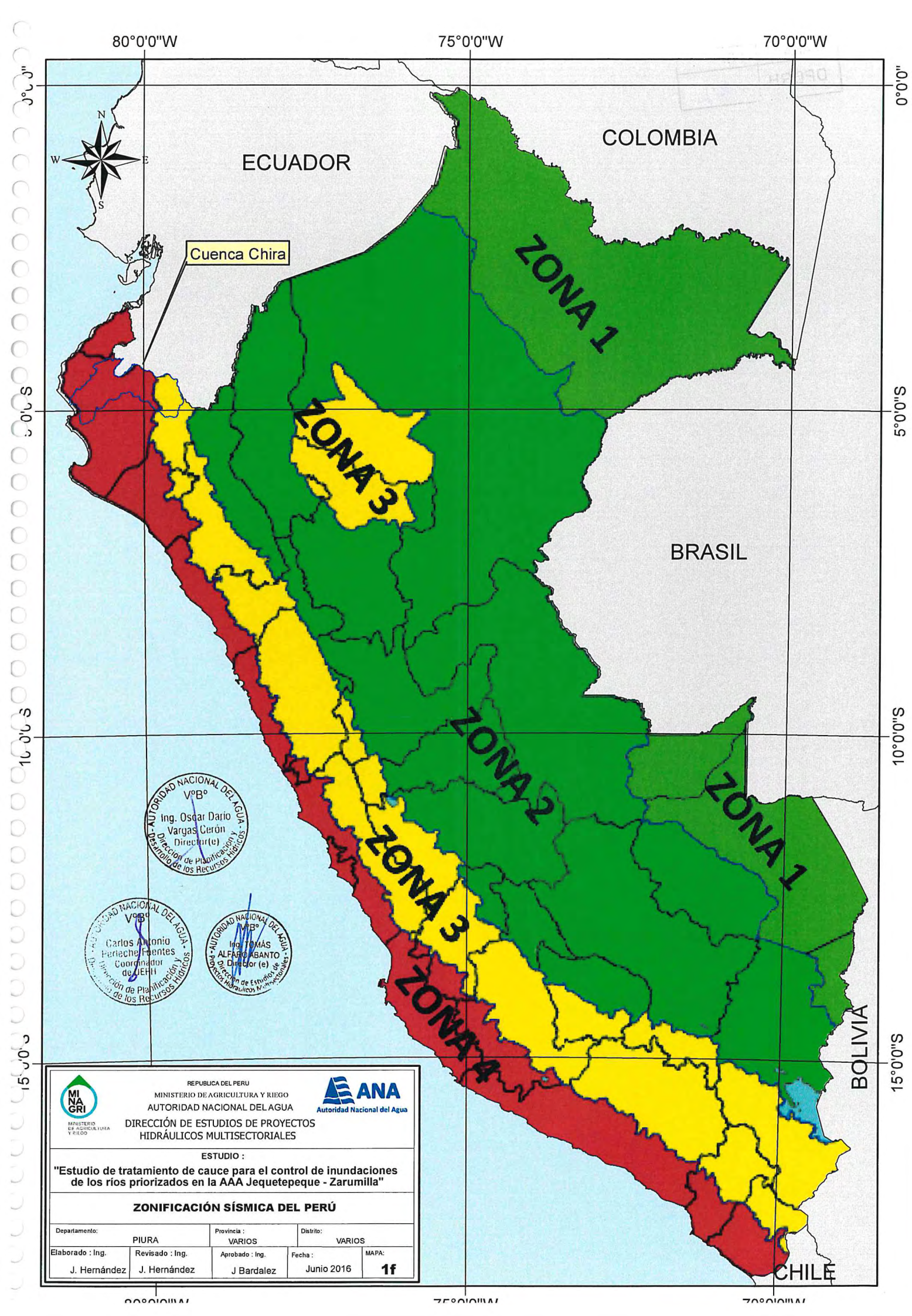
DIRECCIÓN DE ESTUDIOS DE PROYECTOS HIDRÁULICOS MULTISECTORIALES

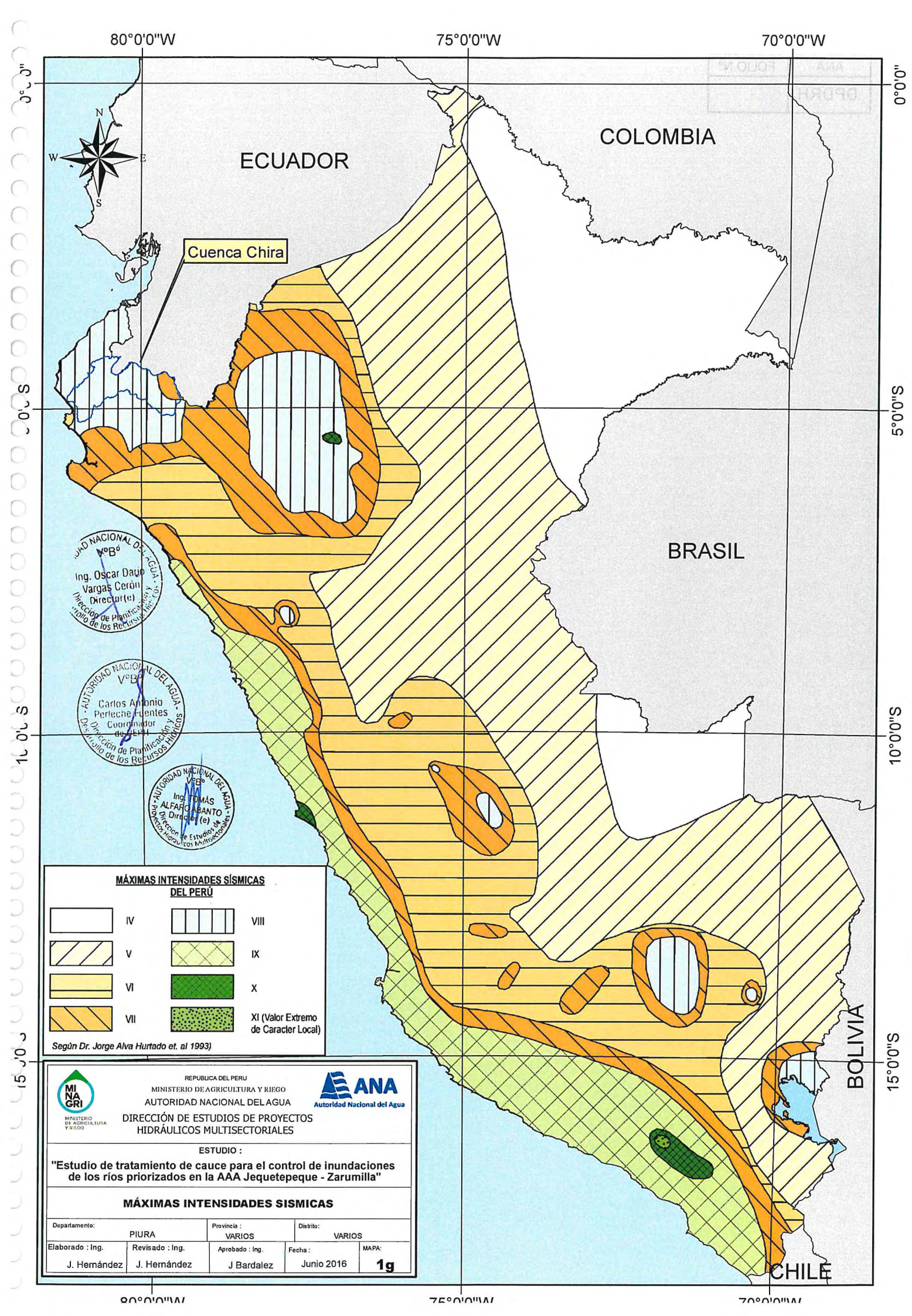
ESTUDIO :

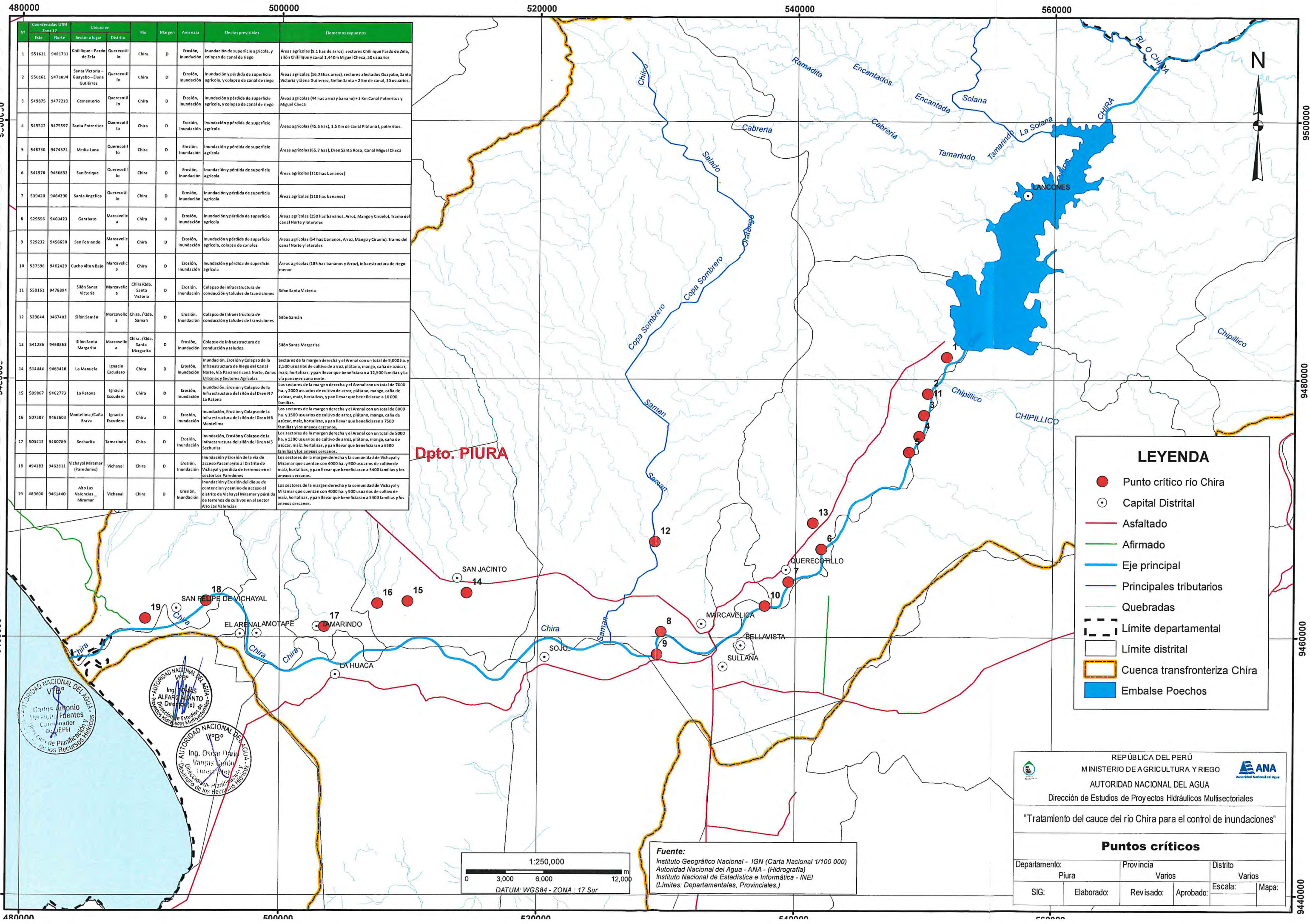
"Estudio de tratamiento de cauce para el control de inundaciones de los ríos priorizados en la AAA Jequetepeque - Zarumilla"

Ubicación Geográfica Cuenca del río Chira

Departamento:	PIURA	Provincia:	VIARIOS	Distrito:	VIARIOS
SIG : Ing.	Elaborado : Ing.	Revisado : Ing.	Aprobado : Ing.	Escala: / 295,128	MAPA:
J. Hernández	J. Hernández	J. Bardalez	T. Alfaro A.	Fecha : Junio 2016	1d







Nº	Coordenadas UTM Zona 17		Ubicación		Río	Margen	Amenaza	Efectos previsibles	Elementos expuestos
	Este	Norte	Sector o lugar	Distrito					
1	551611	9481731	Chillique - Pardo de Zela	Querecotillo	Chira	D	Erosión, Inundación	Inundación de superficie agrícola, y colapso de canal de riego	Áreas agrícolas (9.1 has de arroz), sectores Chillique Pardo de Zela, siñón Chillique y canal 1,44Km Miguel Checa, 50 usuarios
2	550161	9478894	Santa Victoria - Guayabo - Elena Gutiérrez	Querecotillo	Chira	D	Erosión, Inundación	Inundación y pérdida de superficie agrícola, y colapso de canal de riego	Áreas agrícolas (16.25has arroz), sectores afectados Guayabo, Santa Victoria y Elena Gutiérrez, Siñón Santa + 2 Km de canal, 30 usuarios.
3	549875	9477223	Cementerio	Querecotillo	Chira	D	Erosión, Inundación	Inundación y pérdida de superficie agrícola, y colapso de canal de riego	Áreas agrícolas (44 has arroz y banano) + 1 Km Canal Potrerillos y Miguel Checa
4	549512	9475597	Santa Potrerillos	Querecotillo	Chira	D	Erosión, Inundación	Inundación y pérdida de superficie agrícola	Áreas agrícolas (45.6 has), 1.5 Km de canal Platano I, potrerillos.
5	548730	9474372	Media Luna	Querecotillo	Chira	D	Erosión, Inundación	Inundación y pérdida de superficie agrícola	Áreas agrícolas (65.7 has), Dren Santa Rosa, Canal Miguel Checa
6	541978	9466832	San Enrique	Querecotillo	Chira	D	Erosión, Inundación	Inundación y pérdida de superficie agrícola	Áreas agrícolas (110 has bananos)
7	539420	9464390	Santa Angelica	Querecotillo	Chira	D	Erosión, Inundación	Inundación y pérdida de superficie agrícola	Áreas agrícolas (110 has bananos)
8	529556	9460423	Garabato	Marcavelica	Chira	D	Erosión, Inundación	Inundación y pérdida de superficie agrícola	Áreas agrícolas (150 has bananos, Arroz, Mango y Ciruelo), Tramo del canal Norte y laterales
9	529232	9458650	San Fernando	Marcavelica	Chira	D	Erosión, Inundación	Inundación y pérdida de superficie agrícola, colapso de canales	Áreas agrícolas (54 has bananos, Arroz, Mango y Ciruelo), Tramo del canal Norte y laterales
10	537596	9462429	Cucho Alto y Bajo	Marcavelica	Chira	D	Erosión, Inundación	Inundación y pérdida de superficie agrícola	Áreas agrícolas (185 has bananos y Arroz), infraestructura de riego menor
11	550161	9478894	Siñón Santa Victoria	Marcavelica	Chira/Oda. Santa Victoria	D	Erosión, Inundación	Colapso de infraestructura de conducción y taludes de transiciones	Siñón Santa Victoria
12	529044	9467403	Siñón Samán	Marcavelica	Chira./Oda. Saman	D	Erosión, Inundación	Colapso de infraestructura de conducción y taludes de transiciones	Siñón Samán
13	541286	9468863	Siñón Santa Margarita	Marcavelica	Chira./Oda. Santa Margarita	D	Erosión, Inundación	Colapso de infraestructura de conducción y taludes.	Siñón Santa Margarita
14	514444	9463418	La Manuela	Ignacio Escudero	Chira	D	Erosión, Inundación	Inundación, Erosión y Colapso de la Infraestructura de Riego del Canal Norte, Vía Panamericana Norte, Zonas Urbanas y Sectores Agrícolas	Sectores de la margen derecha y el Arenal con un total de 9,000 ha. y 2,500 usuarios de cultivo de arroz, plátano, mango, caña de azúcar, maíz, hortalizas, y pan llevar que beneficiaran a 12,500 familias y La vía panamericana norte.
15	509867	9462773	La Ratona	Ignacio Escudero	Chira	D	Erosión, Inundación	Inundación, Erosión y Colapso de la Infraestructura del siñón del Dren N°7 La Ratona	Los sectores de la margen derecha y el Arenal con un total de 7000 ha. y 2000 usuarios de cultivo de arroz, plátano, mango, caña de azúcar, maíz, hortalizas, y pan llevar que beneficiaran a 10 000 familias.
16	507507	9462603	Montelima/Caña Brava	Ignacio Escudero	Chira	D	Erosión, Inundación	Inundación, Erosión y Colapso de la Infraestructura del siñón del Dren N°6 Montelima	Los sectores de la margen derecha y el Arenal con un total de 6000 ha. y 1500 usuarios de cultivo de arroz, plátano, mango, caña de azúcar, maíz, hortalizas, y pan llevar que beneficiaran a 7500 familias y los anexos cercanos.
17	503412	9460789	Sechurita	Tamarindo	Chira	D	Erosión, Inundación	Inundación, Erosión y Colapso de la Infraestructura del siñón del Dren N°5 Sechurita	Los sectores de la margen derecha y el Arenal con un total de 5000 ha. y 1300 usuarios de cultivo de arroz, plátano, mango, caña de azúcar, maíz, hortalizas, y pan llevar que beneficiaran a 6500 familias y los anexos cercanos.
18	494283	9462811	Vichayal Miramar (Paredones)	Vichayal	Chira	D	Erosión, Inundación	Inundación y Erosión de la vía de acceso Pasamayito al Distrito de Vichayal y pérdida de terrenos en el sector Los Paredones	Los sectores de la margen derecha y la comunidad de Vichayal y Miramar que cuentan con 4000 ha. y 900 usuarios de cultivo de maíz, hortalizas, y pan llevar que beneficiaran a 5400 familias y los anexos cercanos.
19	489600	9461440	Alto Las Valencias	Vichayal	Chira	D	Erosión, Inundación	Inundación y Erosión del dique de contención y camino de acceso al distrito de Vichayal Miramar y pérdida de terrenos de cultivos en el sector Alto Las Valencias	Los sectores de la margen derecha y la comunidad de Vichayal y Miramar que cuentan con 4000 ha. y 900 usuarios de cultivo de maíz, hortalizas, y pan llevar que beneficiaran a 5400 familias y los anexos cercanos.

LEYENDA

Punto crítico río Chira

Capital Distrital

Asfaltado

Afirmado

Eje principal

Principales tributarios

Quebradas

Límite departamental

Límite distrital

Cuenca transfronteriza Chira

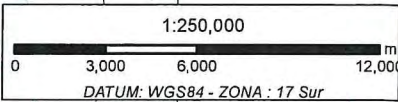
Embalse Poechos

REPÚBLICA DEL PERÚ
MINISTERIO DE AGRICULTURA Y RIEGO
AUTORIDAD NACIONAL DEL AGUA
Dirección de Estudios de Proyectos Hidráulicos Multisectoriales

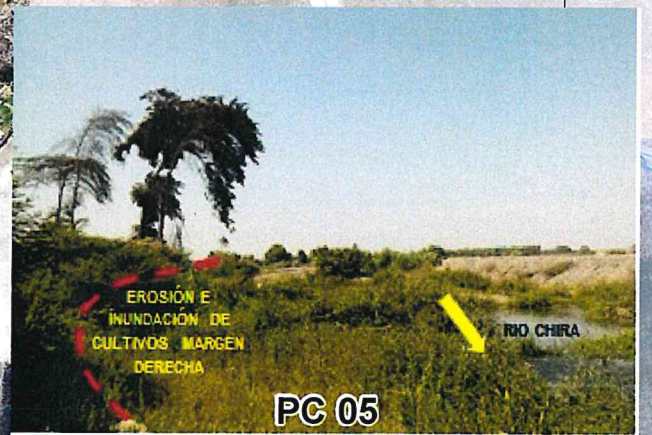
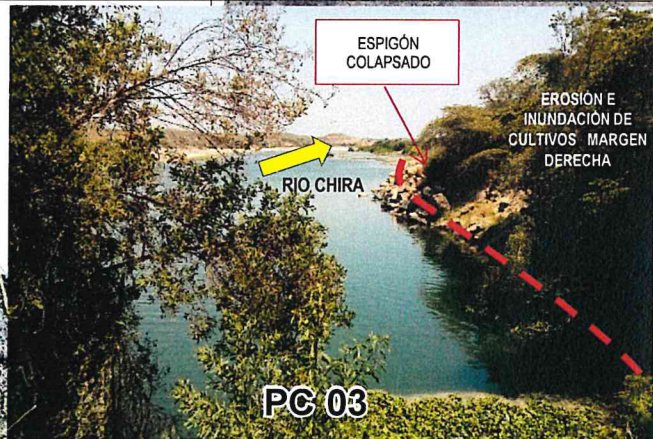
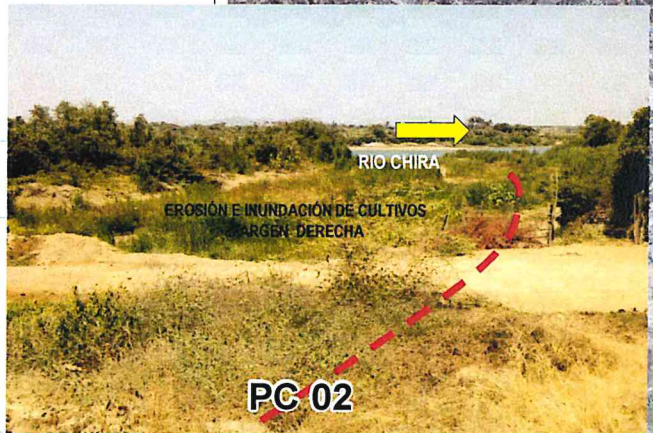
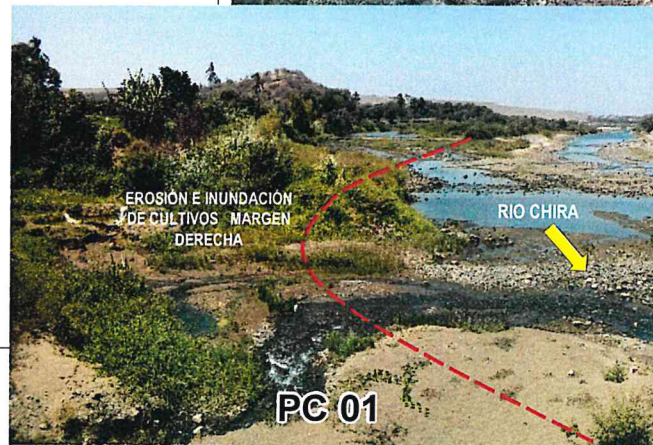
"Tratamiento del cauce del río Chira para el control de inundaciones"

Puntos críticos

Departamento:	Piura	Provincia:	Varios	Distrito:	Varios
SIG:	Elaborado:	Revisado:	Aprobado:	Escala:	Mapa:



Fuente:
Instituto Geográfico Nacional - IGN (Carta Nacional 1/100 000)
Autoridad Nacional del Agua - ANA - (Hidrografía)
Instituto Nacional de Estadística e Informática - INEI
(Límites: Departamentales, Provinciales.)



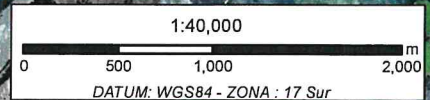
Qda. Jaguay de Poechos

Nº	Coordenadas UTM Zona 17		Ubicación		Río	Margen	Amenaza	Efectos previsibles	Elementos expuestos
	Este	Norte	Sector o lugar	Distrito					
1	551621	9481731	Chillique - Pardo de Zela	Querecotillo	Chira	D	Erosión, Inundación	Inundación de superficie agrícola, y colapso de canal de riego	Áreas agrícolas (9.1 has de arroz), sectores Chillique Pardo de Zela, Sifón Chillique y canal 1,44km Miguel Checa, 50 usuarios
2	550161	9478894	Santa Victoria - Guayabo - Elena Gutiérrez	Querecotillo	Chira	D	Erosión, Inundación	Inundación y pérdida de superficie agrícola, y colapso de canal de riego	Áreas agrícolas (16.25has arroz), sectores afectados Guayabo, Santa Victoria y Elena Gutierrez, Sifón Santa + 2 Km de canal, 30 usuarios.
3	549875	9477223	Cementerio	Querecotillo	Chira	D	Erosión, Inundación	Inundación y pérdida de superficie agrícola, y colapso de canal de riego	Áreas agrícolas (44 has arroz y banano) + 1 Km Canal Potreritos y Miguel Checa
4	549512	9475597	Santa Potreritos	Querecotillo	Chira	D	Erosión, Inundación	Inundación y pérdida de superficie agrícola	Áreas agrícolas (45.6 has), 1.5 Km de canal Platano I, potreritos.
5	548730	9474372	Media Luna	Querecotillo	Chira	D	Erosión, Inundación	Inundación y pérdida de superficie agrícola	Áreas agrícolas (65.7 has), Dren Santa Rosa, Canal Miguel Checa
11	550161	9478894	Sifón Santa Victoria	Marcavelica	Chira/Qda. Santa Victoria	D	Erosión, Inundación	Colapso de infraestructura de conducción y taludes de transiciones	Sifón Santa Victoria

LEYENDA

- Progresiva
- Punto crítico
- Capital Distrital
- Eje principal
- Quebradas
- Embalse Poechos

Fuente:
Instituto Geográfico Nacional - IGN (Carta Nacional 1/100 000)
Autoridad Nacional del Agua - ANA - (Hidrografía)
Instituto Nacional de Estadística e Informática - INEI
(Límites: Departamentales, Provinciales.)



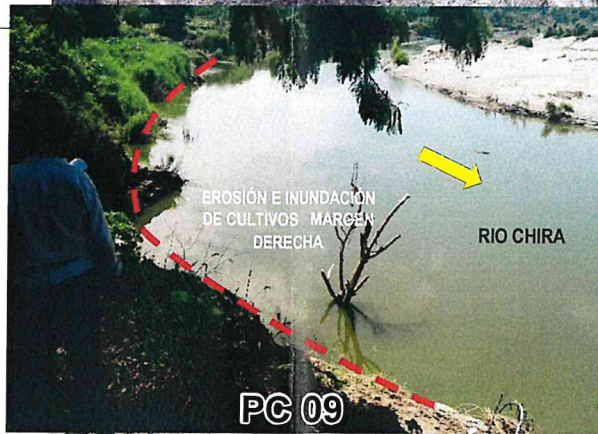
REPÚBLICA DEL PERÚ					
MINISTERIO DE AGRICULTURA Y RIEGO					
AUTORIDAD NACIONAL DEL AGUA					
Dirección de Estudios de Proyectos Hidráulicos Multisectoriales					
"Tratamiento del cauce del río Chira para el control de inundaciones"					
Puntos críticos					
Departamento:		Provincia:		Distrito:	
Piura		Varios		Varios	
SIG:	Elaborado:	Revisado:	Aprobado:	Escala:	Mapa:

LEYENDA

- Progresiva
- Punto crítico
- Capital Distrital
- Eje principal



PC 06



PC 09



PC 07



PC 08

Nº	Coordenadas UTM Zona 17		Ubicación		Rio	Margen	Amenaza	Efectos previsibles	Elementos expuestos
	Este	Norte	Sector o lugar	Distrito					
6	541978	9466832	San Enrique	Querecotillo	Chira	D	Erosión, Inundación	Inundación y pérdida de superficie agrícola	Áreas agrícolas (110 has bananos)
7	539420	9464290	Santa Angelica	Querecotillo	Chira	D	Erosión, Inundación	Inundación y pérdida de superficie agrícola	Áreas agrícolas (110 has bananos)
8	529556	9460423	Garabato	Marcavelica	Chira	D	Erosión, Inundación	Inundación y pérdida de superficie agrícola	Áreas agrícolas (150 has bananos, Arroz, Mango y Ciruelo), Tramo del canal Norte y laterales
9	529292	9458650	San Fernando	Marcavelica	Chira	D	Erosión, Inundación	Inundación y pérdida de superficie agrícola, colapso de canales	Áreas agrícolas (54 has bananos, Arroz, Mango y Ciruelo), Tramo del canal Norte y laterales
10	537596	9462429	Cucho Alto y Bajo	Marcavelica	Chira	D	Erosión, Inundación	Inundación y pérdida de superficie agrícola	Áreas agrícolas (185 has bananos y Arroz), Infraestructura de riego menor
12	529044	9467403	Sifón Samán	Marcavelica	Chira / Qda. Samán	D	Erosión, Inundación	Colapso de infraestructura de conducción y taludes de transiciones	Sifón Samán
13	541286	9468863	Sifón Santa Margarita	Marcavelica	Chira / Qda. Santa Margarita	D	Erosión, Inundación	Colapso de infraestructura de conducción y taludes	Sifón Santa Margarita



PC 10



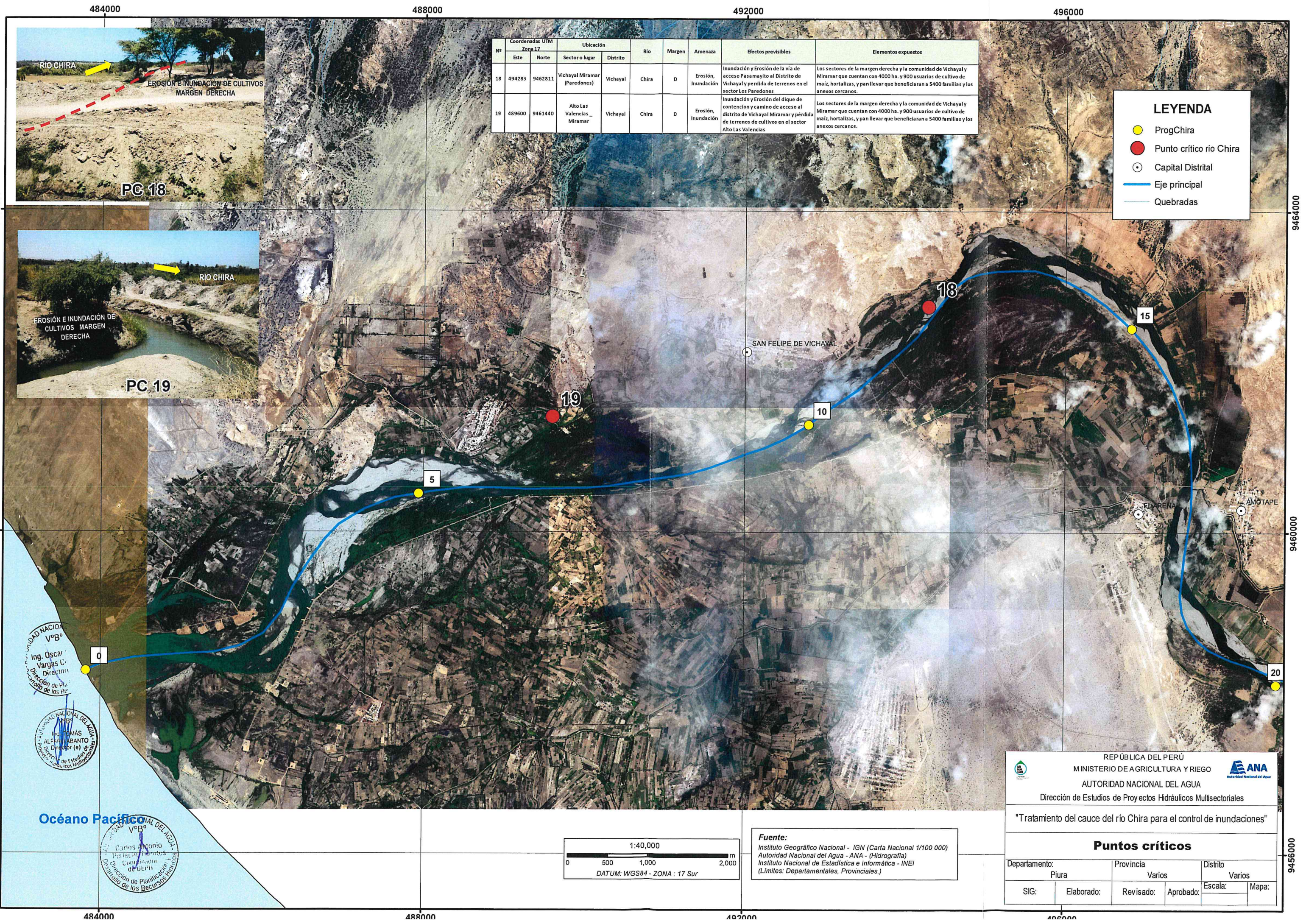
PC 13

REPÚBLICA DEL PERÚ
MINISTERIO DE AGRICULTURA Y RIEGO
AUTORIDAD NACIONAL DEL AGUA
Dirección de Estudios de Proyectos Hidráulicos Multisectoriales

"Tratamiento del cauce del río Chira para el control de inundaciones"

Puntos críticos

Departamento:	Provincia:	Distrito:
Piura	Varios	Varios
SIG:	Elaborado:	Revisado:
	Aprobado:	Escala:
		Mapa:



Nº	Coordenadas UTM Zona 17		Ubicación		Río	Margen	Amenaza	Efectos previsibles	Elementos expuestos
	Este	Norte	Sector o lugar	Distrito					
18	494283	9462811	Vichayal Miramar (Paredones)	Vichayal	Chira	D	Erosión, Inundación	Inundación y Erosión de la vía de acceso Pasamayito al Distrito de Vichayal y pérdida de terrenos en el sector Los Paredones	Los sectores de la margen derecha y la comunidad de Vichayal y Miramar que cuentan con 4000 ha. y 900 usuarios de cultivo de maíz, hortalizas, y pan llevar que beneficiaran a 5400 familias y los anexos cercanos.
19	489600	9461440	Alto Las Valencias_Miramar	Vichayal	Chira	D	Erosión, Inundación	Inundación y Erosión del dique de contención y camino de acceso al distrito de Vichayal Miramar y pérdida de terrenos de cultivos en el sector Alto Las Valencias	Los sectores de la margen derecha y la comunidad de Vichayal y Miramar que cuentan con 4000 ha. y 900 usuarios de cultivo de maíz, hortalizas, y pan llevar que beneficiaran a 5400 familias y los anexos cercanos.

LEYENDA

ProgChira

Punto crítico río Chira

Capital Distrital

Eje principal

Quebradas

REPÚBLICA DEL PERÚ

MINISTERIO DE AGRICULTURA Y RIEGO

AUTORIDAD NACIONAL DEL AGUA

Dirección de Estudios de Proyectos Hidráulicos Multisectoriales

ANA

Autoridad Nacional del Agua

"Tratamiento del cauce del río Chira para el control de inundaciones"

Puntos críticos

Departamento: Piura

Provincia: Varios

Distrito: Varios

SIG:

Elaborado:

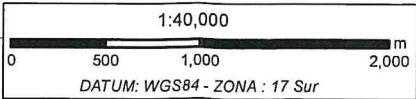
Revisado:

Aprobado:

Escala:

Mapa:

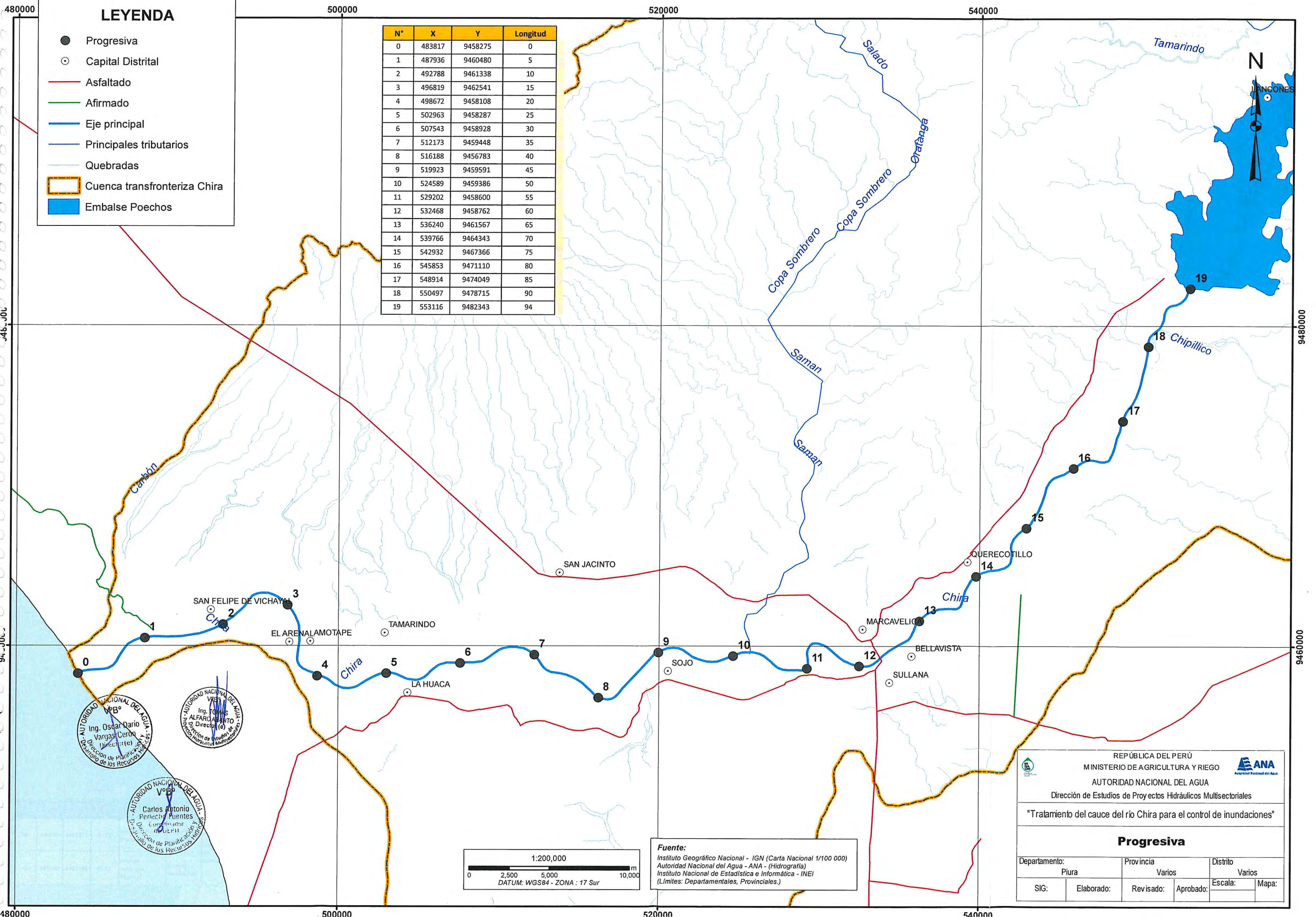
Fuente:
Instituto Geográfico Nacional - IGN (Carta Nacional 1/100 000)
Autoridad Nacional del Agua - ANA - (Hidrografía)
Instituto Nacional de Estadística e Informática - INEI
(Límites: Departamentales, Provinciales.)



Océano Pacífico

Ing. Oscar Vargas C.
Director General
Dirección de Planificación y Control de los Recursos

Ing. JONAS ALFARO TABANTO
Director (e)
Dirección de Planificación y Control de los Recursos

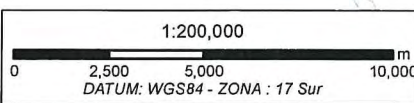


LEYENDA

- Progresiva
- ⊙ Capital Distrital
- Asfaltado
- Afirmado
- Eje principal
- Principales tributarios
- Quebradas
- ▭ Cuenca transfronteriza Chira
- Embalse Poechos

N°	X	Y	Longitud
0	483817	9458275	0
1	487936	9460480	5
2	492788	9461338	10
3	496819	9462541	15
4	498672	9458108	20
5	502963	9458287	25
6	507543	9458928	30
7	512173	9459448	35
8	516188	9456783	40
9	519923	9459591	45
10	524589	9459386	50
11	529202	9458600	55
12	532468	9458762	60
13	536240	9461567	65
14	539766	9464343	70
15	542932	9467366	75
16	545853	9471110	80
17	548914	9474049	85
18	550497	9478715	90
19	553116	9482343	94

Fuente:
Instituto Geográfico Nacional - IGN (Carta Nacional 1/100 000)
Autoridad Nacional del Agua - ANA - (Hidrografía)
Instituto Nacional de Estadística e Informática - INEI
(Límites: Departamentales, Provinciales.)



REPÚBLICA DEL PERÚ
MINISTERIO DE AGRICULTURA Y RIEGO
AUTORIDAD NACIONAL DEL AGUA
Dirección de Estudios de Proyectos Hidráulicos Multisectoriales

"Tratamiento del cauce del río Chira para el control de inundaciones"

Progresiva

Departamento:	Provincia:	Distrito:
Piura	Varios	Varios
SIG:	Elaborado:	Revisado:
	Aprobado:	Escala:
		Mapa:

5 7 6 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26 27 28 29 30 31 32 33 34 35 36 37 38 39 40 41 42 43 44 45 46 47 48 49 50 51 52 53 54 55 56 57 58 59 60 61 62 63 64 65 66 67 68 69 70 71 72 73 74 75 76 77 78 79 80 81 82 83 84 85 86 87 88 89 90 91 92 93 94 95 96 97 98 99 100 101 102 103 104 105 106 107 108 109 110 111 112 113 114 115 116 117 118 119 120 121 122 123 124 125 126 127 128 129 130 131 132 133 134 135 136 137 138 139 140 141 142 143 144 145 146 147 148 149 150 151 152 153 154 155 156 157 158 159 160 161 162 163 164 165 166 167 168 169 170 171 172 173 174 175 176 177 178 179 180 181 182 183 184 185 186 187 188 189 190 191 192 193 194 195 196 197 198 199 200 201 202 203 204 205 206 207 208 209 210 211 212 213 214 215 216 217 218 219 220 221 222 223 224 225 226 227 228 229 230 231 232 233 234 235 236 237 238 239 240 241 242 243 244 245 246 247 248 249 250 251 252 253 254 255 256 257 258 259 260 261 262 263 264 265 266 267 268 269 270 271 272 273 274 275 276 277 278 279 280 281 282 283 284 285 286 287 288 289 290 291 292 293 294 295 296 297 298 299 300 301 302 303 304 305 306 307 308 309 310 311 312 313 314 315 316 317 318 319 320 321 322 323 324 325 326 327 328 329 330 331 332 333 334 335 336 337 338 339 340 341 342 343 344 345 346 347 348 349 350 351 352 353 354 355 356 357 358 359 360 361 362 363 364 365 366 367 368 369 370 371 372 373 374 375 376 377 378 379 380 381 382 383 384 385 386 387 388 389 390 391 392 393 394 395 396 397 398 399 400 401 402 403 404 405 406 407 408 409 410 411 412 413 414 415 416 417 418 419 420 421 422 423 424 425 426 427 428 429 430 431 432 433 434 435 436 437 438 439 440 441 442 443 444 445 446 447 448 449 450 451 452 453 454 455 456 457 458 459 460 461 462 463 464 465 466 467 468 469 470 471 472 473 474 475 476 477 478 479 480 481 482 483 484 485 486 487 488 489 490 491 492 493 494 495 496 497 498 499 500 501 502 503 504 505 506 507 508 509 510 511 512 513 514 515 516 517 518 519 520 521 522 523 524 525 526 527 528 529 530 531 532 533 534 535 536 537 538 539 540 541 542 543 544 545 546 547 548 549 550 551 552 553 554 555 556 557 558 559 560 561 562 563 564 565 566 567 568 569 570 571 572 573 574 575 576 577 578 579 580 581 582 583 584 585 586 587 588 589 590 591 592 593 594 595 596 597 598 599 600 601 602 603 604 605 606 607 608 609 610 611 612 613 614 615 616 617 618 619 620 621 622 623 624 625 626 627 628 629 630 631 632 633 634 635 636 637 638 639 640 641 642 643 644 645 646 647 648 649 650 651 652 653 654 655 656 657 658 659 660 661 662 663 664 665 666 667 668 669 670 671 672 673 674 675 676 677 678 679 680 681 682 683 684 685 686 687 688 689 690 691 692 693 694 695 696 697 698 699 700 701 702 703 704 705 706 707 708 709 710 711 712 713 714 715 716 717 718 719 720 721 722 723 724 725 726 727 728 729 730 731 732 733 734 735 736 737 738 739 740 741 742 743 744 745 746 747 748 749 750 751 752 753 754 755 756 757 758 759 760 761 762 763 764 765 766 767 768 769 770 771 772 773 774 775 776 777 778 779 780 781 782 783 784 785 786 787 788 789 790 791 792 793 794 795 796 797 798 799 800 801 802 803 804 805 806 807 808 809 810 811 812 813 814 815 816 817 818 819 820 821 822 823 824 825 826 827 828 829 830 831 832 833 834 835 836 837 838 839 840 841 842 843 844 845 846 847 848 849 850 851 852 853 854 855 856 857 858 859 860 861 862 863 864 865 866 867 868 869 870 871 872 873 874 875 876 877 878 879 880 881 882 883 884 885 886 887 888 889 890 891 892 893 894 895 896 897 898 899 900 901 902 903 904 905 906 907 908 909 910 911 912 913 914 915 916 917 918 919 920 921 922 923 924 925 926 927 928 929 930 931 932 933 934 935 936 937 938 939 940 941 942 943 944 945 946 947 948 949 950 951 952 953 954 955 956 957 958 959 960 961 962 963 964 965 966 967 968 969 970 971 972 973 974 975 976 977 978 979 980 981 982 983 984 985 986 987 988 989 990 991 992 993 994 995 996 997 998 999 1000 1001 1002 1003 1004 1005 1006 1007 1008 1009 1010 1011 1012 1013 1014 1015 1016 1017 1018 1019 1020 1021 1022 1023 1024 1025 1026 1027 1028 1029 1030 1031 1032 1033 1034 1035 1036 1037 1038 1039 1040

===== Dique con material propio



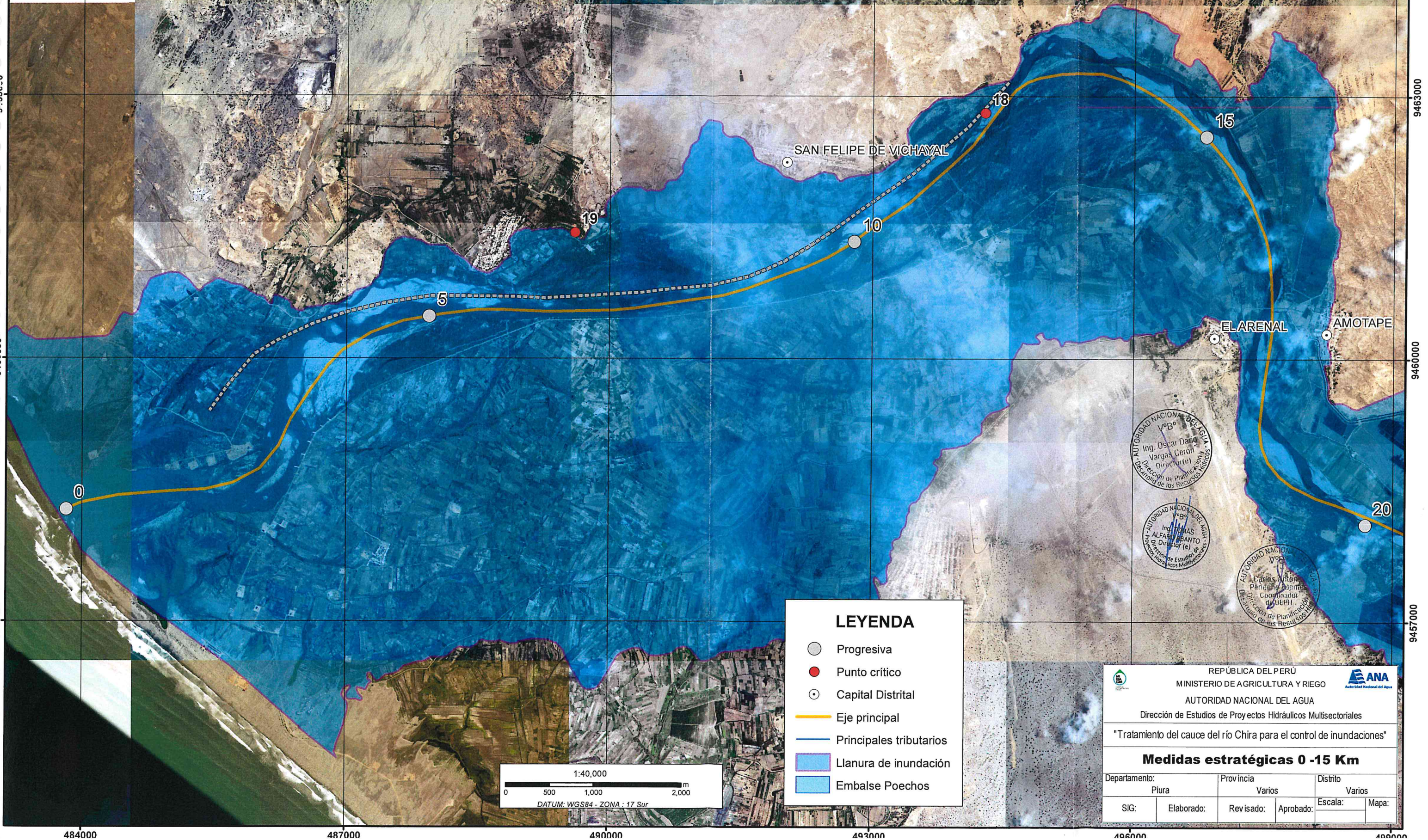
-  Progresiva
-  Punto crítico
-  Capital Distrital
-  Eje principal
-  Principales tributarios
-  Llanura de inundación
-  Embalse Poechos

		REPÚBLICA DEL PERÚ MINISTERIO DE AGRICULTURA Y RIEGO AUTORIDAD NACIONAL DEL AGUA			
Dirección de Estudios de Proyectos Hidráulicos Multisectoriales					
"Tratamiento del cauce del río Chira para el control de inundaciones"					
Medidas estratégicas 0 -15 Km					
Departamento: Piura		Provincia Varios		Distrito Varios	
SIG:	Elaborado:	Revisado:	Aprobado:	Escala:	Mapa:

Punto crítico	Este	Norte	Tramo	Sector o lugar	Amenaza	Propuesta
18	494283	9462811	0-15	Vichayal Miramar (Paredones)	Erosión, Inundación	Descolmatación y dique de material propio, MD, longitud 10 Km, ancho de 300 a 400 metros
19	489600	9461440	0-15	Alto Las Valencias _ Miramar	Erosión, Inundación	

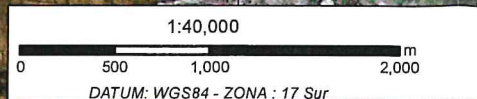
Esdras estratégicas

===== Dique con material propio

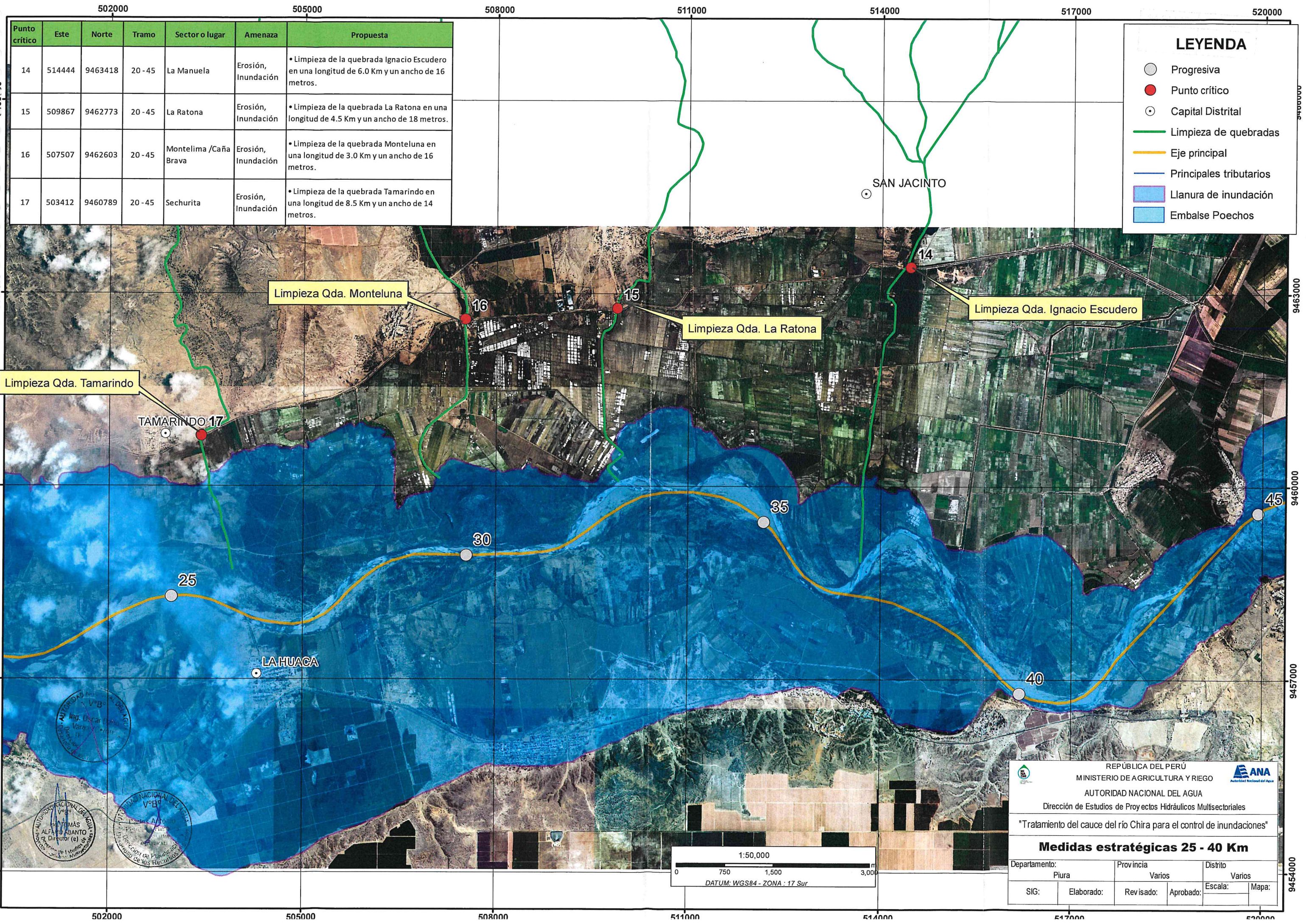


LEYENDA

-  Progresiva
-  Punto crítico
-  Capital Distrital
-  Eje principal
-  Principales tributarios
-  Llanura de inundación
-  Embalse Poechos



		REPÚBLICA DEL PERÚ MINISTERIO DE AGRICULTURA Y RIEGO AUTORIDAD NACIONAL DEL AGUA			
Dirección de Estudios de Proyectos Hidráulicos Multisectoriales					
"Tratamiento del cauce del río Chira para el control de inundaciones"					
Medidas estratégicas 0 -15 Km					
Departamento: Piura		Provincia Varios		Distrito Varios	
SIG:	Elaborado:	Revisado:	Aprobado:	Escala:	Mapa:



Punto crítico	Este	Norte	Tramo	Sector o lugar	Amenaza	Propuesta
14	514444	9463418	20 - 45	La Manuela	Erosión, Inundación	• Limpieza de la quebrada Ignacio Escudero en una longitud de 6.0 Km y un ancho de 16 metros.
15	509867	9462773	20 - 45	La Ratona	Erosión, Inundación	• Limpieza de la quebrada La Ratona en una longitud de 4.5 Km y un ancho de 18 metros.
16	507507	9462603	20 - 45	Montelima /Caña Brava	Erosión, Inundación	• Limpieza de la quebrada Monteluna en una longitud de 3.0 Km y un ancho de 16 metros.
17	503412	9460789	20 - 45	Sechurita	Erosión, Inundación	• Limpieza de la quebrada Tamarindo en una longitud de 8.5 Km y un ancho de 14 metros.

LEYENDA

Progresiva

Punto crítico

Capital Distrital

Limpieza de quebradas

Eje principal

Principales tributarios

Llanura de inundación

Embalse Poechos

REPÚBLICA DEL PERÚ

MINISTERIO DE AGRICULTURA Y RIEGO

AUTORIDAD NACIONAL DEL AGUA

Dirección de Estudios de Proyectos Hidráulicos Multisectoriales

"Tratamiento del cauce del río Chira para el control de inundaciones"

Medidas estratégicas 25 - 40 Km

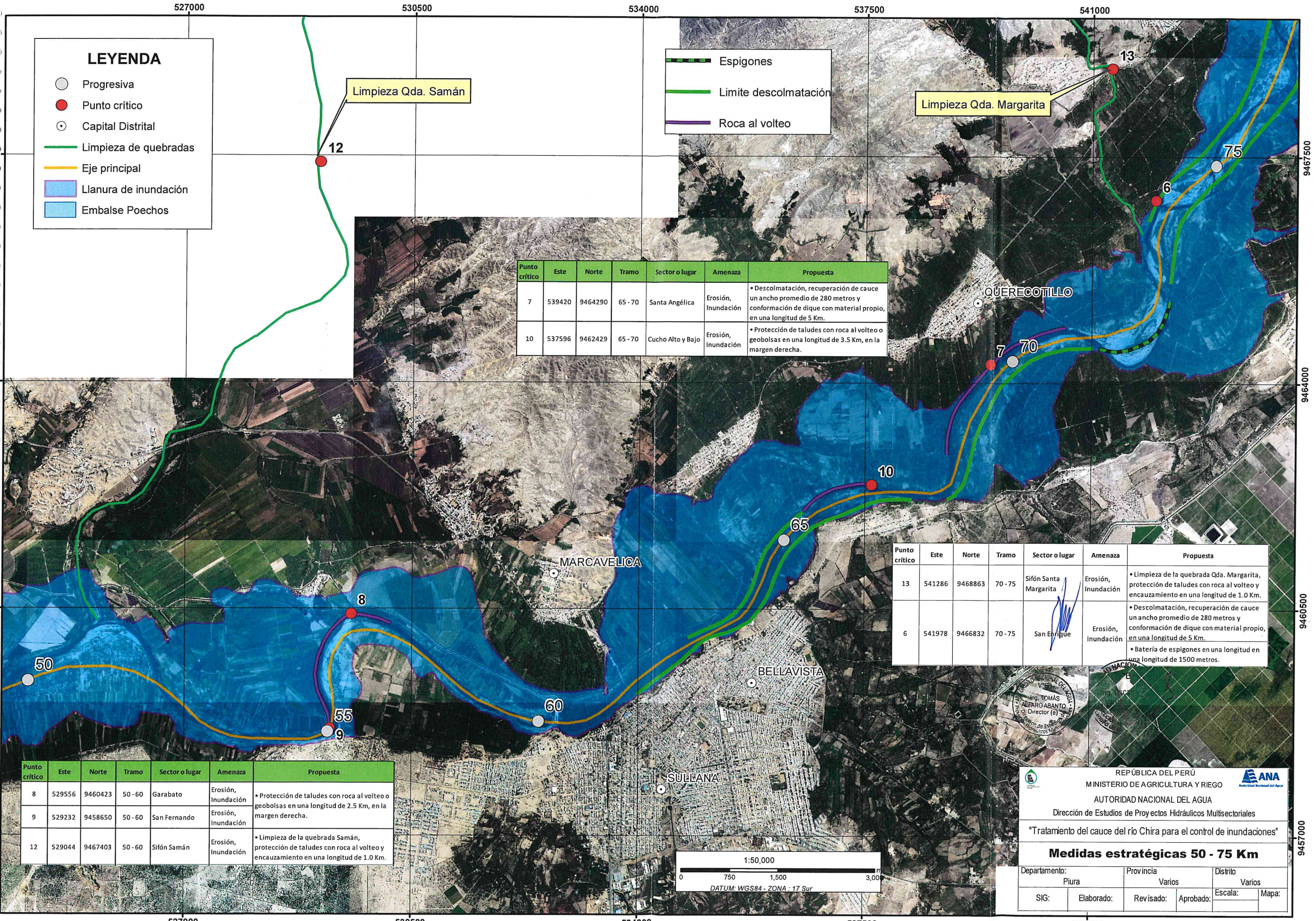
Departamento: Piura

Provincia: Varios

Distrito: Varios

SIG: Elaborado: Revisado: Aprobado:

Escala: Mapa:



LEYENDA

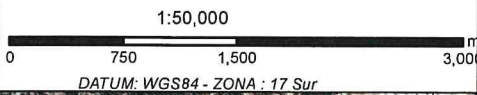
- Progresiva
- Punto crítico
- Capital Distrital
- Limpieza de quebradas
- Eje principal
- Llanura de inundación
- Embalse Poechos

- Espigones
- Limite descolmatación
- Roca al volteo

Punto crítico	Este	Norte	Tramo	Sector o lugar	Amenaza	Propuesta
7	539420	9464290	65 - 70	Santa Angélica	Erosión, Inundación	• Descolmatación, recuperación de cauce un ancho promedio de 280 metros y conformación de dique con material propio, en una longitud de 5 Km.
10	537596	9462429	65 - 70	Cucho Alto y Bajo	Erosión, Inundación	• Protección de taludes con roca al volteo o geobolsas en una longitud de 3.5 Km, en la margen derecha.

Punto crítico	Este	Norte	Tramo	Sector o lugar	Amenaza	Propuesta
13	541286	9468863	70 - 75	Sifón Santa Margarita	Erosión, Inundación	• Limpieza de la quebrada Qda. Margarita, protección de taludes con roca al volteo y encauzamiento en una longitud de 1.0 Km.
6	541978	9466832	70 - 75	San Enrique	Erosión, Inundación	• Descolmatación, recuperación de cauce un ancho promedio de 280 metros y conformación de dique con material propio, en una longitud de 5 Km. • Batería de espigones en una longitud en una longitud de 1500 metros.

Punto crítico	Este	Norte	Tramo	Sector o lugar	Amenaza	Propuesta
8	529556	9460423	50 - 60	Garabato	Erosión, Inundación	• Protección de taludes con roca al volteo o geobolsas en una longitud de 2.5 Km, en la margen derecha.
9	529232	9458650	50 - 60	San Fernando	Erosión, Inundación	
12	529044	9467403	50 - 60	Sifón Samán	Erosión, Inundación	• Limpieza de la quebrada Samán, protección de taludes con roca al volteo y encauzamiento en una longitud de 1.0 Km.



REPÚBLICA DEL PERÚ
MINISTERIO DE AGRICULTURA Y RIEGO
AUTORIDAD NACIONAL DEL AGUA
Dirección de Estudios de Proyectos Hidráulicos Multisectoriales

"Tratamiento del cauce del río Chira para el control de inundaciones"

Medidas estratégicas 50 - 75 Km

Departamento:	Piura	Provincia:	Varios	Distrito:	Varios
SIG:	Elaborado:	Revisado:	Aprobado:	Escala:	Mapa:

Medidas estratégicas

- Dique con material propio
- Roca al volteo
- Espigones
- Limite descolmatación
- Espigones

LEYENDA

- Progresiva
- Punto crítico
- Capital Distrital
- Limpieza de quebradas
- Eje principal
- Embalse Poechos

Punto crítico	Este	Norte	Tramo	Sector o lugar	Amenaza	Propuesta
1	551621	9481731	85 - 94	Chililique – Pardo de Zela	Erosión, Inundación	• Descolmatación, recuperación de cauce un ancho promedio de 280 metros y conformación de dique con material propio, en una longitud de 7 Km.
2	550161	9478894	85 - 94	Santa Victoria – Guayabo – Elena Gutiérrez	Erosión, Inundación	• Roca al volteo para protección de canal en una longitud de 1700 metros.
11	550161	9478894	85 - 94	Sifón Santa Victoria	Erosión, Inundación	
3	549875	9477223	85 - 94	Cementerio	Erosión, Inundación	• Batería de espigones en una longitud en una longitud de 3000 metros en la margen derecha y 1000 metros en la margen izquierda.
4	549512	9475597	85 - 94	Santa Potreritos	Erosión, Inundación	
5	548730	9474372	85 - 94	Media Luna	Erosión, Inundación	



REPÚBLICA DEL PERÚ
MINISTERIO DE AGRICULTURA Y RIEGO
AUTORIDAD NACIONAL DEL AGUA
Dirección de Estudios de Proyectos Hidráulicos Multisectoriales

"Tratamiento del cauce del río Chira para el control de inundaciones"

Medidas estratégicas 85 - 94 Km

Departamento:	Provincia:	Distrito:
Piura	Varios	Varios
SIG:	Elaborado:	Revísado:
		Aprobado:
		Escala:
		Mapa:

ANA	FOLIO N°
DPDRH	96

ANEXOS

ANA	FOLIO N°
DPDRH	97

11.1. Registro geotécnico

REGISTRO GEOTÉCNICO										
PROYECTO:				INVESTIGACIONES GEOLOGICAS GEOTECNICAS		ÁREA:		RÍO CHIRA		
SECTOR:				AGRICULTURA - ANA		PROPÓSITO:		PROTECCION CONTRA		
COORDENADA UTM:				551694 PROFUNDIDAD: 1.20 m		TIPO DE EXCAV.:		NUNDACIONES		
DATUM:				WGS84-17 Sur		FECHA DE INICIO:		12/05/2016		
COTA DE INICIO:				67 msnm		FECHA DE FIN:		12/05/2016		
NIVEL FREÁTICO:				1.10 m		ELABORÓ:		J-M		
REVISÓ:				J-M		CÓDIGO DE EXCAVACIÓN				
CRCH-01										
PROF. (m)	G R A F I C O	CARACTERES A DESCRIBIR - VISUAL	SUCS / AASHTO	GRANULOMETRIA (%)			Límite Líquido (%)	Límite Plástico (%)	Índice de Plasticidad	MUESTRA
				GRAVA	ARENA	FINOS				
0.25										
0.50		Grava arenosa, de color gris claro, con esporádicos bolos de 10 cm de largo, subangulares a subredondeados, polimícticos, medianamente compactados y con paredes húmedas. A 0.60 m de profundidad se observó un lente de arcilla de color gris oscuro, húmeda.								
0.75										
1.00		Arena gravosa, de color gris claro, de grano medio a grueso, en parte fina, subangular a subredondeado, mal graduada, con gravas polimícticas y de tamaño entre 100 a 300 cm y ocasionalmente se encuentran hasta de 8.00 cm, con pocos finos. Se observa suelta y de baja compactación.	SP	36.10	61.7	2.2	NP	NP	-	M-1
1.25										
1.50										
1.75										
2.00										
2.25										
2.50										
OBSERVACIONES: Nivel freático fue encontrado a 1.10 m								APROBADO: Ing. T. Alfaro		
								FECHA: 15/06/2016		



REGISTRO GEOTÉCNICO												
PROYECTO:		INVESTIGACIONES GEOLOGICAS GEOTECNICAS		ÁREA :		RÍO CHIRA		CÓDIGO DE EXCAVACIÓN				
SECTOR:		AGRICULTURA - ANA		PROPÓSITO:		PROTECCION CONTRA		CRCH-02				
COORDENADA UTM :		548766 PROFUNDIDAD : 0.70 m		TIPO DE EXCAV. :		Manual						
DATUM :		WGS84-17Sur NIVEL FREÁTICO : 0.60 m		FECHA DE INICIO :		12/05/2016		ELABORÓ : JHM				
				FECHA DE FIN :		12/05/2016		REVISÓ : JHM				
PROF. (m)	G R Á F I C O	CARACTERES A DESCRIBIR - VISUAL			SUCS / AASHTO	GRANULOMETRIA (%)			Límite Líquido (%)	Límite Plástico (%)	Índice de Plasticidad	MUESTRA
						GRAVA	ARENA	FINOS				
0.25		Grava arenosa, de color gris claro a gris oscuro, mal graduadas, en matriz arenosa, gravas son subangulares a subredondeados, polimíticos, suelto a medianamente compactadas y con paredes húmedas. La matriz arenosa es de granos medios a gruesos. Se observan bolos esporádicos de hasta 12 cm.			GP	81.1	18.3	0.6	NP	NP	-	M-2
0.50												
0.75												
1.00												
1.25												
1.50												
1.75												
2.00												
2.25												
2.50												
OBSERVACIONES:		Nivel freático fue encontrado a 0.60 m.						APROBADO: Ing. T. Alfaro				
								FECHA: 15/06/2016				



INVESTIGACIÓN GEOLÓGICA Y GEOTÉCNICA EN EL RÍO CHIRA

REGISTRO GEOTÉCNICO												
PROYECTO:		INVESTIGACIONES GEOLOGICAS GEOTECNICAS		ÁREA :		RÍO CHIRA		CÓDIGO DE EXCAVACIÓN				
SECTOR:		EN EL RÍO CHIRA - PIURA		PROPÓSITO:		PROTECCION CONTRA		CRCH-03				
COORDENADA UTM:		AGRICULTURA - ANA		TIPO DE EXCAV.:		Manual						
DATUM:		WGS84-17SUr		FECHA DE INICIO:		12/05/2016		ELABORÓ: JHM				
		NIVEL FREÁTICO:		FECHA DE FIN:		12/05/2016		REVISÓ: JHM				
PROF. (m)	G R A F I C O	CARACTERES A DESCRIBIR - VISUAL			SUCS /AASHTO	GRANULOMETRIA (%)			Límite Líquido (%)	Límite Plástico (%)	Índice de Plasticidad	MUESTRA
						GRAVA	ARENA	FINOS				
0.25		Arena, gris claro, de grano fino a gruesa, cuarzosa, subangular a subredondeada, medianamente compactada, paredes húmedas y presenta algunos lentes delgados de grava de 0.5 cm a 2.00 cm de origen polimítico.										
0.50												
0.75												
1.00		Arena gravosa, de color gris oscuro, grano medio a grueso, cuarzosa, subredondeada a redondeada, mal graduada, las gravas son polimíticas, subangulares a subredondeadas, tamaño menor de 2.5 cm. Medianamente compactada.			SP	47.50	52.3	0.2	NP	NP	-	M-3
1.25												
1.50												
1.75												
2.00												
2.25												
2.50												
OBSERVACIONES:		Nivel freático fue encontrado a 150 m.						APROBADO: Ing. T. Alfaro				
								FECHA: 15/06/2016				



REGISTRO GEOTÉCNICO												
PROYECTO:		INVESTIGACIONES GEOLOGICAS GEOTECNICAS		ÁREA:	RÍO CHIRA		CÓDIGO DE EXCAVACIÓN					
SECTOR:		EN EL RÍO CHIRA - FIURA		PROPÓSITO:	PROTECCION CONTRA		CRCH-04					
		AGRICULTURA - ANA			INUNDACIONES							
COORDENADA UTM:		537344	PROFUNDIDAD:	1.50 m	TIPO DE EXCAV.:	Manual						
		9462433	COTA DE INICIO:	38msnm	FECHA DE INICIO:	13/05/2016	ELABORÓ:	JHM				
DATUM:		WGS84-17Sur	NIVEL FREÁTICO:	1.40 m	FECHA DE FIN:	13/05/2016	REVISÓ:	JHM				
PROF. (m)	G R A F I C O	CARACTERES A DESCRIBIR - VISUAL			SUCS / AASHTO	GRANULOMETRIA (%)			Límite Líquido (%)	Límite Plástico (%)	Índice de Plasticidad	MUESTRA
						GRAVA	ARENA	FINOS				
0.25		Arena limo arcillosa, de color gris medio, paredes húmedas y medianamente compactada. A la profundidad de 1.0 m se observa un lente de arcilla marrón oscuro, de compactidad media.										
0.50												
0.75												
1.00												
1.25		Grava arenosa, de color gris medio, polimíticas, subangulares a subredondeados, mal graduadas, de 100 a 5.00 cm. Ocasionalmente con bolos de 20 cm, la matriz arenosa es de grano fino a medio, cuarzosa. Medianamente compactada.			GP	57.40	41.4	1.2	NP	NP	-	M-4
1.50												
1.75												
2.00												
2.25												
2.50												
OBSERVACIONES:		Nivel freático fue encontrado a 140 m.					APROBADO: Ing. T. Alfaro					
							FECHA: 15/06/2016					



REGISTRO GEOTÉCNICO												
PROYECTO:		INVESTIGACIONES GEOLOGICAS GEOTECNICAS		ÁREA:		RÍO CHIRA		CÓDIGO DE EXCAVACIÓN				
SECTOR:		AGRICULTURA - ANA		PROPÓSITO:		PROTECCION CONTRA INUNDACIONES		CRCH-05				
COORDENADA UTM:		529386	PROFUNDIDAD:	1.20 m	TIPO DE EXCAV.:		Manual					
DATUM:		9458582	COTA DE INICIO:	22 msnm	FECHA DE INICIO:		13/05/2016		ELABORÓ:	JHM		
		WGS84-17Sur	NIVEL FREÁTICO:	1.10 m	FECHA DE FIN:		13/05/2016		REVISÓ:	JHM		
PROF. (m)	GRÁFICO	CARACTERES A DESCRIBIR - VISUAL			SUCS / AASHTO	GRANULOMETRIA (%)			Límite Líquido (%)	Límite Plástico (%)	Índice de Plasticidad	MUESTRA
0.25		Arena, de color gris medio, cuarzosa de grano fino, subangular a subredondeado, mal graduada, baja compactad, hacia la base se encuentra saturado.			SP	0	99.5	0.5	NP	NP	-	M-5
0.50												
0.75												
1.00												
1.25												
1.50												
1.75												
2.00												
2.25												
2.50												
OBSERVACIONES:		Nivel freático fue encontrado a 1.10 m.							APROBADO: Ing. T. Alfaro			
									FECHA: 15/06/2016			



ANA	FOLIO N°
DPDRH	100

REGISTRO GEOTÉCNICO												
PROYECTO:	INVESTIGACIONES GEOLOGICAS GEOTECNICOS			ÁREA:	RÍO CHIRA			CÓDIGO DE EXCAVACIÓN				
SECTOR:	EN EL RÍO CHIRA - PIURA			PROPÓSITO:	PROTECCIÓN CONTRA			CRCH-06				
	AGRICULTURA - ANA				INUNDACIONES							
COORDENADA UTM:	513308	PROFUNDIDAD:	0.80 m	TIPO DE EXCAV.:	Manual			ELABORÓ:	JHM			
	9458260	COTA DE INICIO:	12 msnm	FECHA DE INICIO:	13/05/2016			REVISÓ:	JHM			
DATUM:	WGS84-17Sur	NIVEL FREÁTICO:	0.70 m	FECHA DE FIN:	13/05/2016							
PROF. (m)	GRÁFICO	CARACTERES A DESCRIBIR - VISUAL			SUCS / AASHTO	GRANULOMETRIA (%)			Límite Líquido (%)	Límite Plástico (%)	Índice de Plasticidad	MUESTRA
						GRAVA	ARENA	FINOS				
0.25		Arena, de color gris medio a gris oscuro, cuarzosa de grano fino, subangular a subredondeado, mal graduada, baja compactación, paredes se derrumban, con algunos niveles delgados de arcilla. Hacia la base la arena se encuentra saturada.			SP	0.1	99.8	0.1	NP	NP	-	M-6
0.50												
0.75												
1.00												
1.25												
1.50												
1.75												
2.00												
2.25												
2.50												
OBSERVACIONES:		Nivel freático fue encontrado a 0.70 m.							APROBADO: Ing. T. Alfaro			
									FECHA: 15/06/2016			



REGISTRO GEOTÉCNICO												
PROYECTO:		INVESTIGACIONES GEOLÓGICAS GEOTÉCNICAS		ÁREA:		RÍO CHIRA		CÓDIGO DE EXCAVACIÓN				
SECTOR:		EN EL RÍO CHIRA - PIURA		PROPÓSITO:		PROTECCIÓN CONTRA		CRCH-07				
COORDENADA UTM:		AGRICULTURA - ANA		TIPO DE EXCAV.:		INUNDACIONES		Manual				
DATUM:		503584 PROFUNDIDAD: 0.90 m		FECHA DE INICIO:		13/05/2016		ELABORÓ: JHM				
		9458108 COTA DE INICIO: 13 msnm		FECHA DE FIN:		13/05/2016		REVISÓ: JHM				
		WGS84-17Sur NIVEL FREÁTICO: 0.80 m										
PROF. (m)	GRÁFICO	CARACTERES A DESCRIBIR - VISUAL			SUCS / AASHTO	GRANULOMETRÍA (%)			Límite Líquido (%)	Límite Plástico (%)	Índice de Plasticidad	MUESTRA
0.25						GRAVA	ARENA	FINOS				
0.50		Arena, de color gris claro, cuazosa de grano fino a medio, subangular a subredondeado, mal graduada, baja compactación, paredes se derrumban y hacia la base se encuentra saturado por la presencia del nivel freático.			SP	1.4	98.6	0	NP	NP	-	M-7
0.75												
1.00												
1.25												
1.50												
1.75												
2.00												
2.25												
2.50												
OBSERVACIONES:		Nivel freático fue encontrado a 0.70 m.						APROBADO: Ing. T. Alfaro				
								FECHA: 15/06/2016				



REGISTRO GEOTÉCNICO												
PROYECTO:		INVESTIGACIONES GEOLOGICAS GEOTECNICAS		ÁREA :		RIO CHIRA		CÓDIGO DE EXCAVACIÓN				
SECTOR :		AGRICULTURA - ANA		PROPÓSITO:		PROTECCION CONTRA INUNDACIONES		CRCH-08				
COORDENADA UTM :		497689	PROFUNDIDAD :	1.00 m	TIPO DE EXCAV.:	Manual						
		9460838	COTA DE INICIO:	9.00 msnm	FECHA DE INICIO:	13/05/2016		ELABORÓ:	JHM			
DATUM :		WGS84-17Sur	NIVEL FREÁTICO:	0.90 m	FECHA DE FIN :	13/05/2016		REVISÓ:	JHM			
PROF. (m)	GRÁFICO	CARACTERES A DESCRIBIR - VISUAL			SUCS / AASHTO	GRANULOMETRIA (%)			Límite Líquido (%)	Límite Plástico (%)	Índice de Plasticidad	MUESTRA
						GRAVA	ARENA	FINOS				
0.25		Arena, de color gris medio, cuarzosa de grano fino a medio, subangular a subredondeado, mal graduada, baja compactidad, paredes húmedas y se derrumban. Escasa raíces en el tope. Hacia la base se encuentra saturado por la presencia del nivel freático.			SP	0	99.7	0.3	NP	NP	-	M-8
0.50												
0.75												
1.00												
1.25												
1.50												
1.75												
2.00												
2.25												
2.50												

OBSERVACIONES:

Nivel freático fue encontrado a 0.90 m.

APROBADO: Ing. T. Alfaro

FECHA: 15/08/2016



11.2. Registro fotográfico

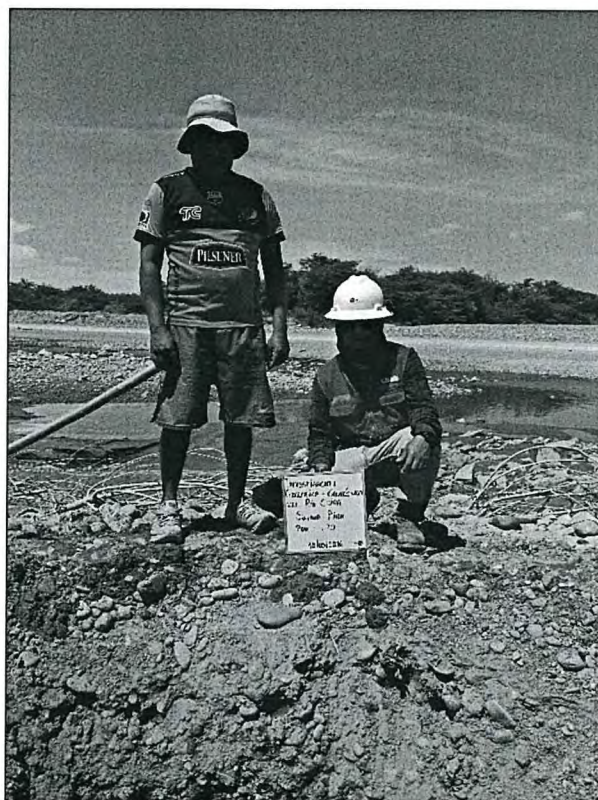


Figura 18.- Calicata CRCH-01 Cerca de la Presa Poechos

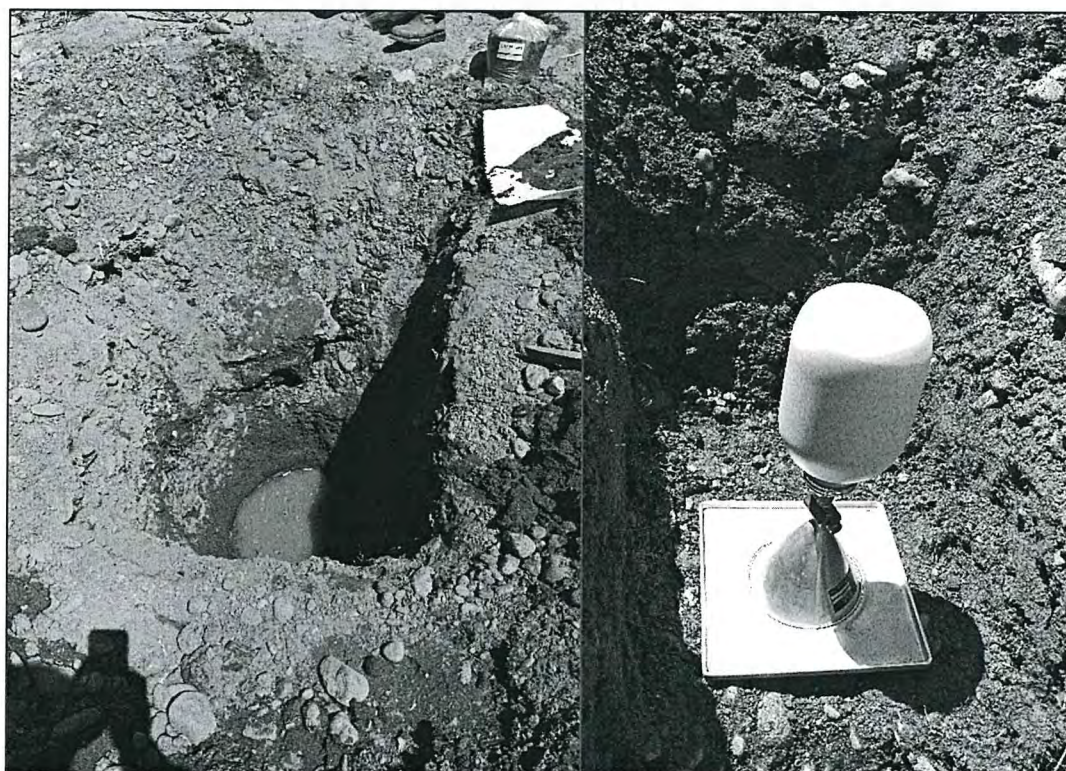


Figura 19.- Calicata CRCH-01. Se observa nivel freático somero





Figura 20.- Calicata CRCH-02 Deposito de Gravas arenosas con nivel freático somero.



Figura 21.- Calicata CRCH-02. Depósito de gravas. NF somero.



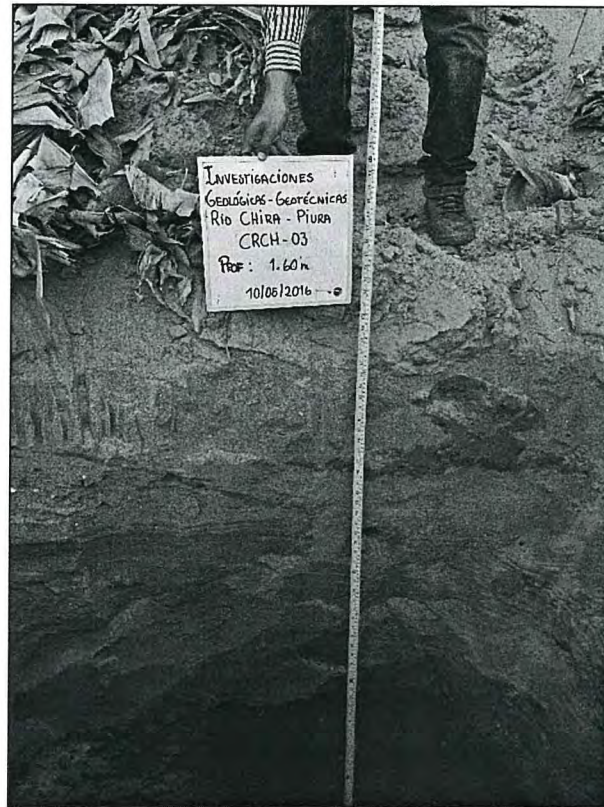


Figura 22.- Calicata CRCH-03. Arena fina a media en la parte superior.



Figura 23.- Calicata CRCH-03 Hacia la base se observa grava arenosa





Figura 24.- Calicata CRCH-04 Hacia el tope se observa arena limo arcillosa

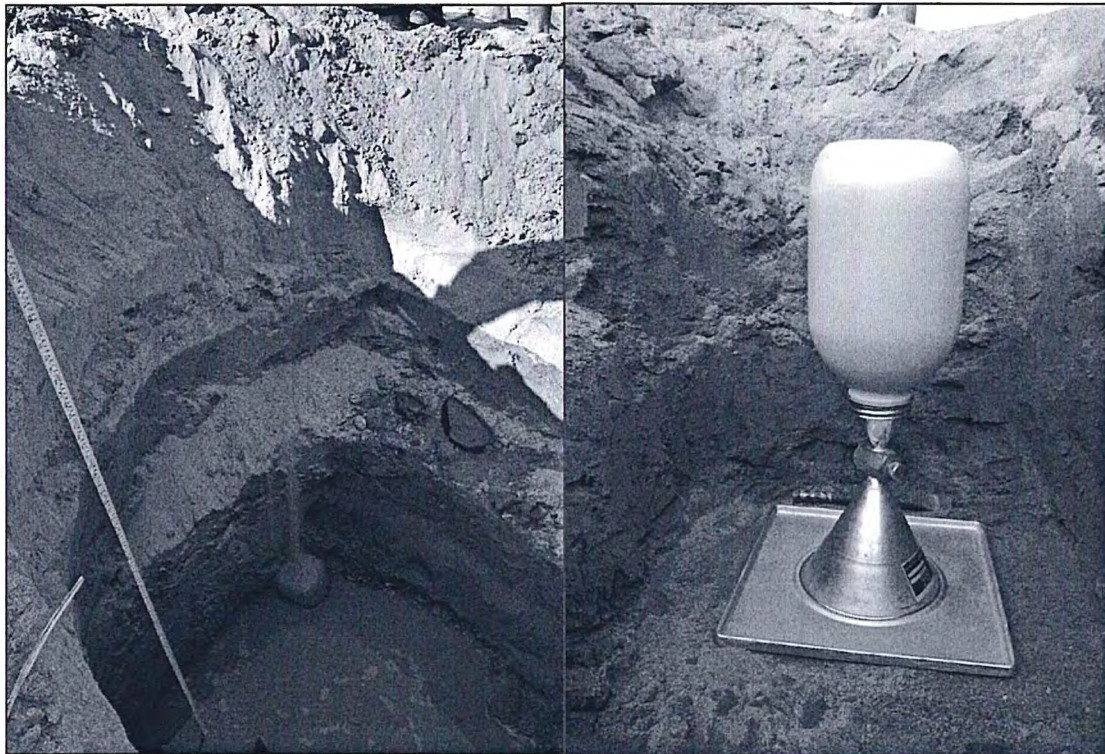


Figura 25.- Calicata CRCH-04 Hacia la base se observa arena gravosa.





Figura 27.- Calicata CRCH-05 Arena arcillo limosa



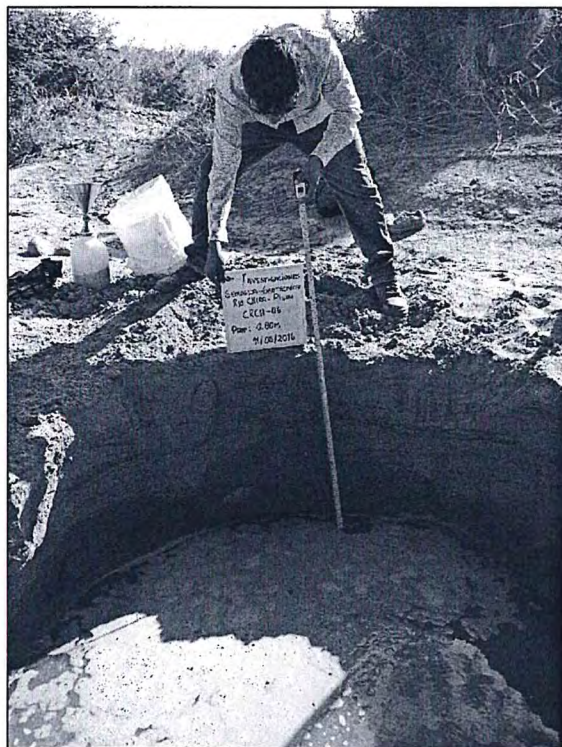


Figura 28.- Calicata CRCH-06 Arena fina a media

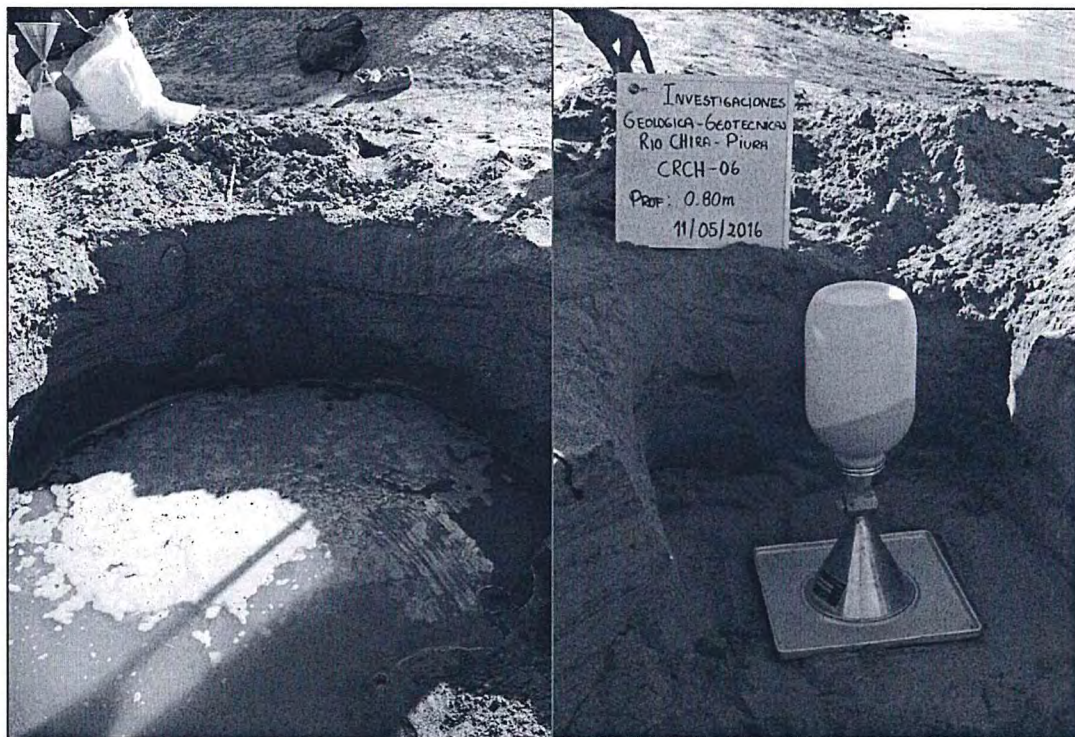


Figura 29.- Calicata CRCH-06 Arena fina a media



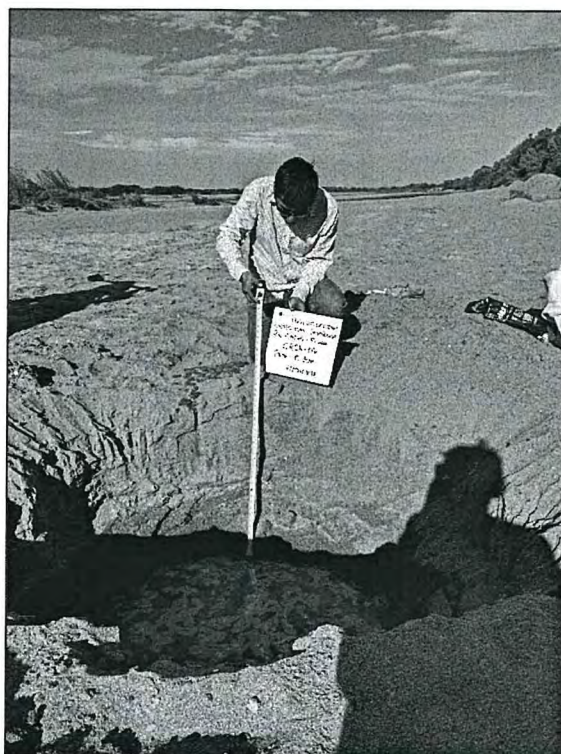


Figura 30.- Calicata CRCH-07 Arena fina.

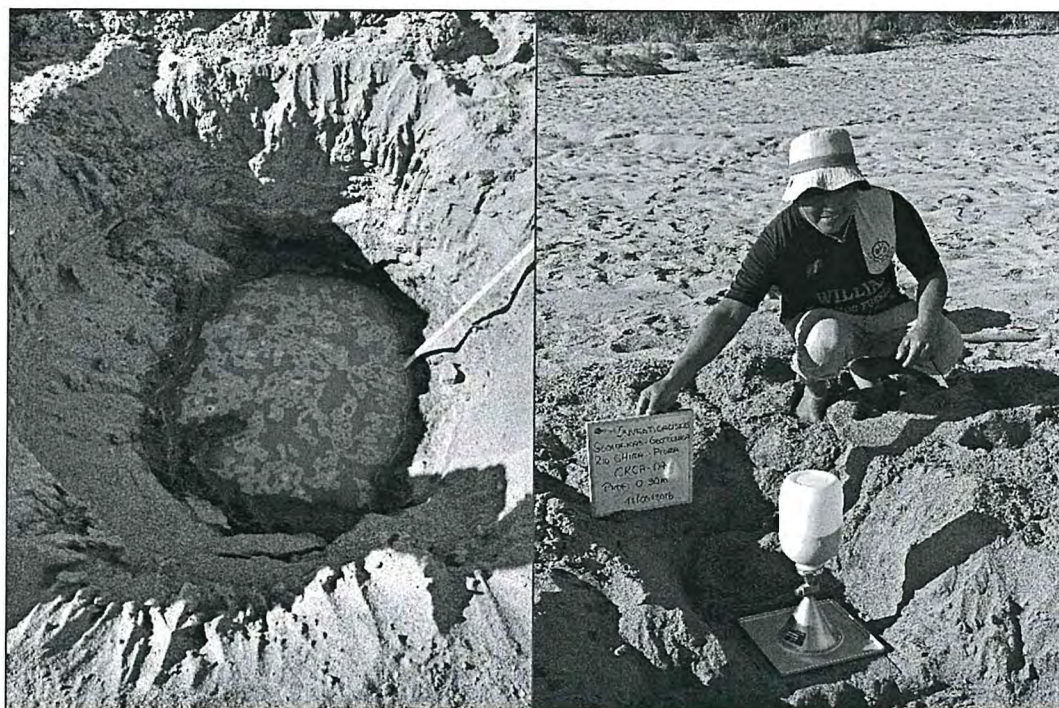


Figura 31.- Calicata CRCH-07 Arena fina.



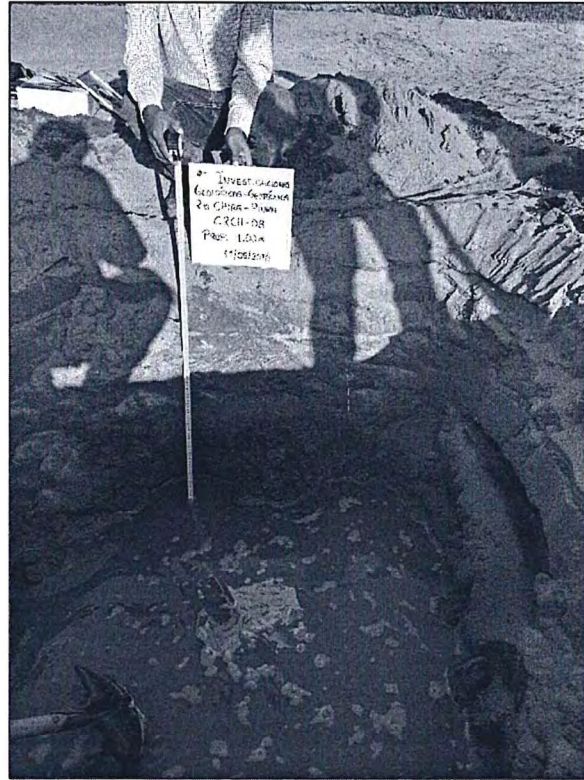


Figura 32.- Calicata CRCH-08 Arena fina a media.

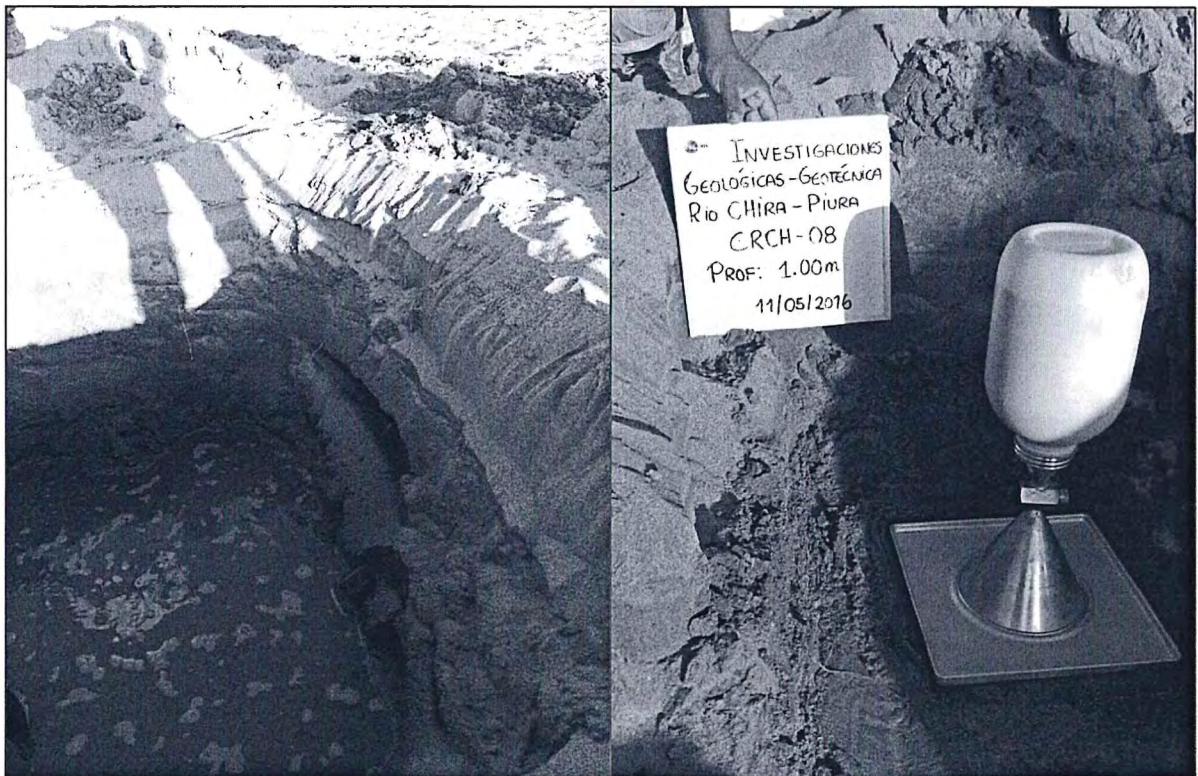


Figura 33.- Calicata CRCH-08 Arena fina a media



ANA	FOLIO N°
DPDRH	106

11.2.1. Cantera de rocas río Chira

Cantera de Rocas 01. Sector La Peña

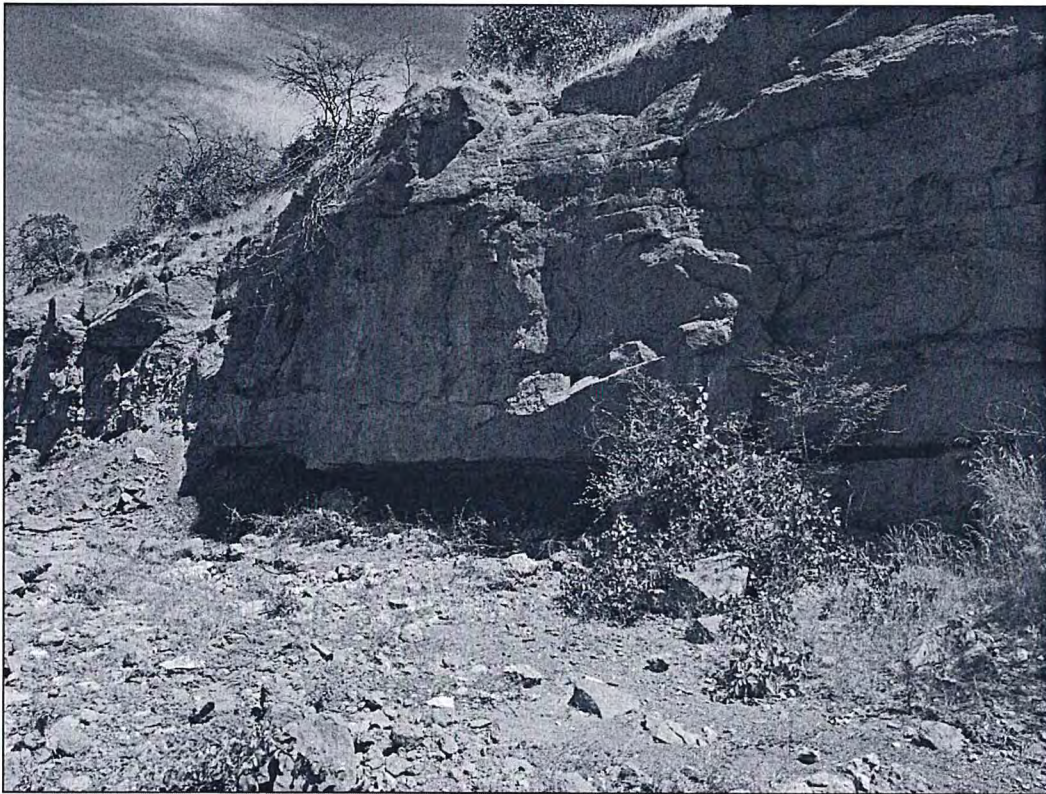


Figura 34.-Cantera de rocas La Peña. Areniscas medianamente compactadas.

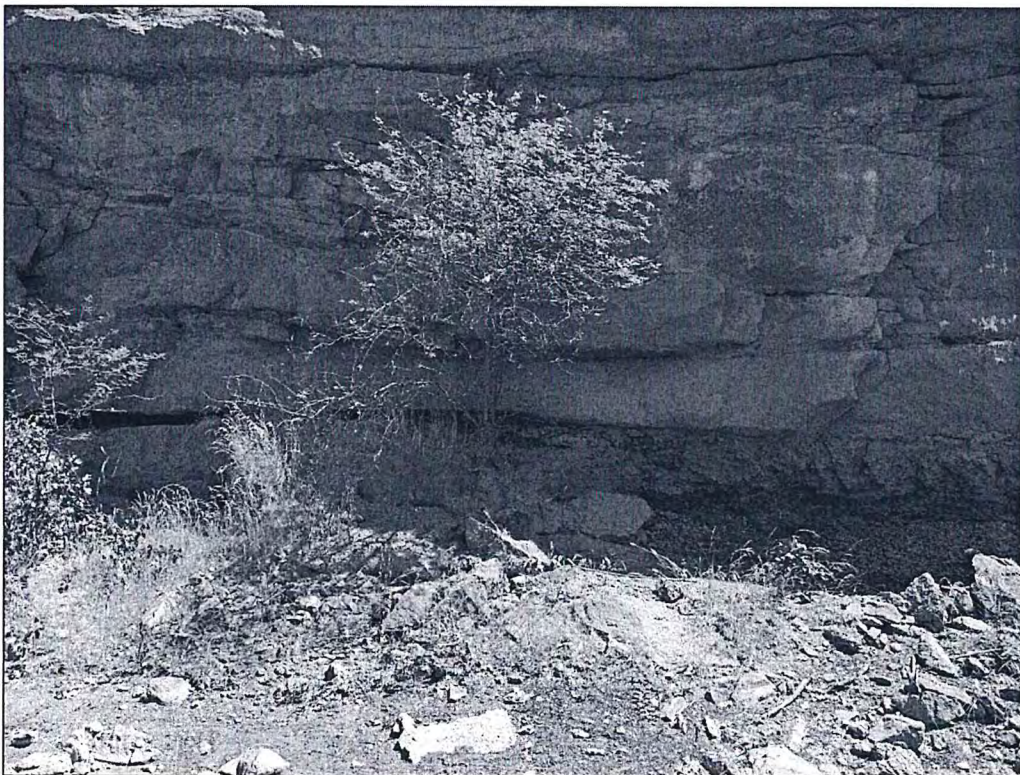


Figura 35.-Cantera de rocas La Peña. Areniscas medianamente compactadas.



Cantera de Rocas 02. Sector Panales



Figura 36.-Cantera de Rocas 02 Panales. Rocas intrusivas, duras.

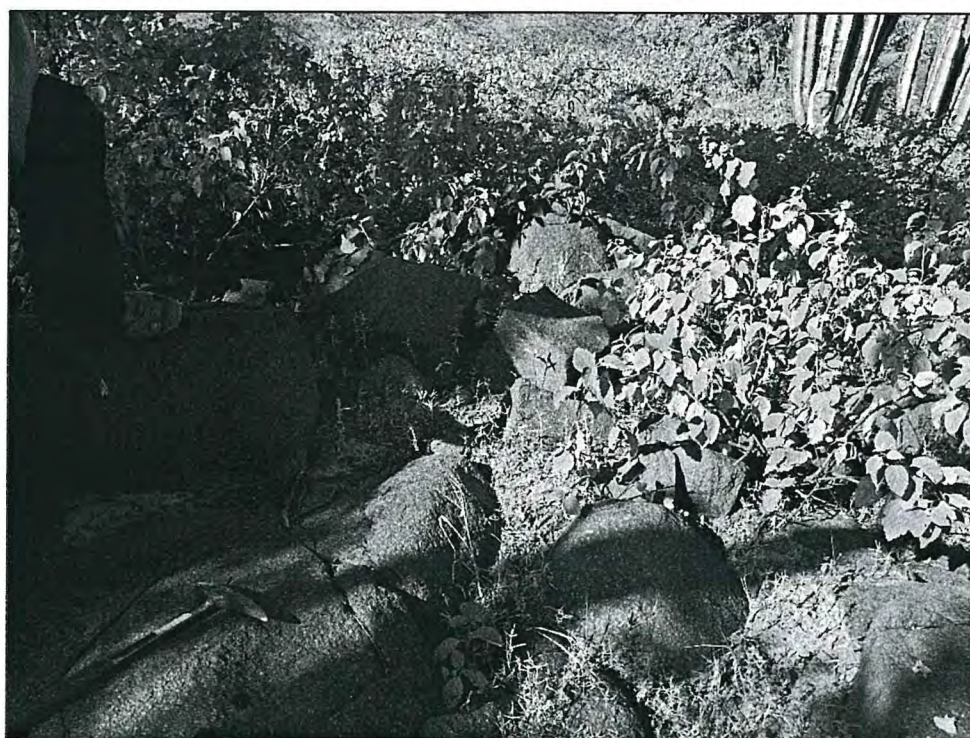


Figura 37.-Cantera de Rocas 02 Panales. Rocas intrusivas, duras





11.3. Resultados de Laboratorio – Ensayos de Clasificación



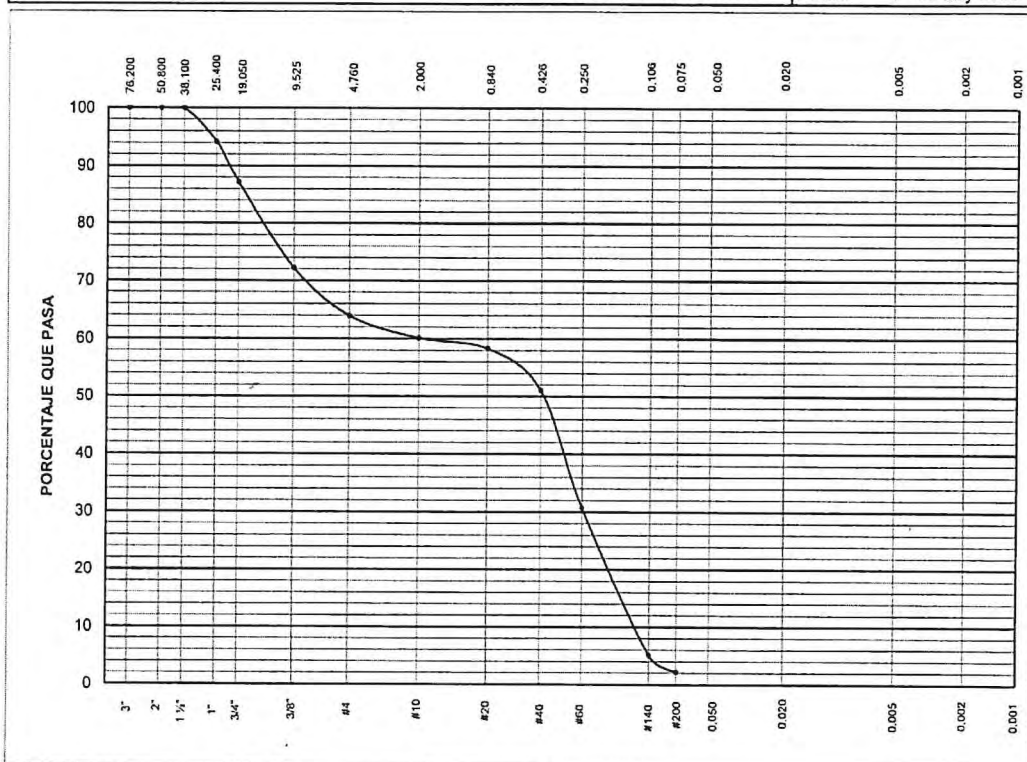
DEPARTAMENTO
DE INGENIERIA
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS



PUCP

ENSAYOS DE CLASIFICACIÓN
NTP 339.127, 339.128, 339.129, 339.131

Solicitante : HERNANDEZ MUCHAYPIÑA JAVIER ZENÓN	Expediente 16-104
Proyecto : INVESTIGACIONES GEOLÓGICAS GEOTÉCNICAS RIO CHIRA	
Muestra : CRCH- 01	Profundidad: 1.00-1.20 m Fecha : 25-may-2016



Tamiz ASTM	Porcentaje que pasa	Diámetro en mm	Porcentaje que pasa	LL = NP	LP = NP	IP = ---	CLASIFICACIÓN	
3"	100.0	---	---	---	---	---	SUCS	SP
2"	100.0	---	---	---	---	---	AASHTO	---
1 1/2"	100.0	---	---	---	---	---		
1"	94.2	---	---	---	---	---		
3/4"	87.1	---	---	---	---	---		
3/8"	72.2	---	---	---	---	---		
#4	63.9	---	---	---	---	---		
#10	60.1	---	---	---	---	---		
#20	58.3	---	---	---	---	---		
#40	51.0	---	---	---	---	---		
#60	30.7	---	---	---	---	---		
#140	5.1	---	---	---	---	---		
#200	2.2	---	---	---	---	---		

MANUEL A. OLCESE FRANZERO
Ingeniero Civil CIP 12969
Jefe del Laboratorio

16-104/1/GM/1 de 1



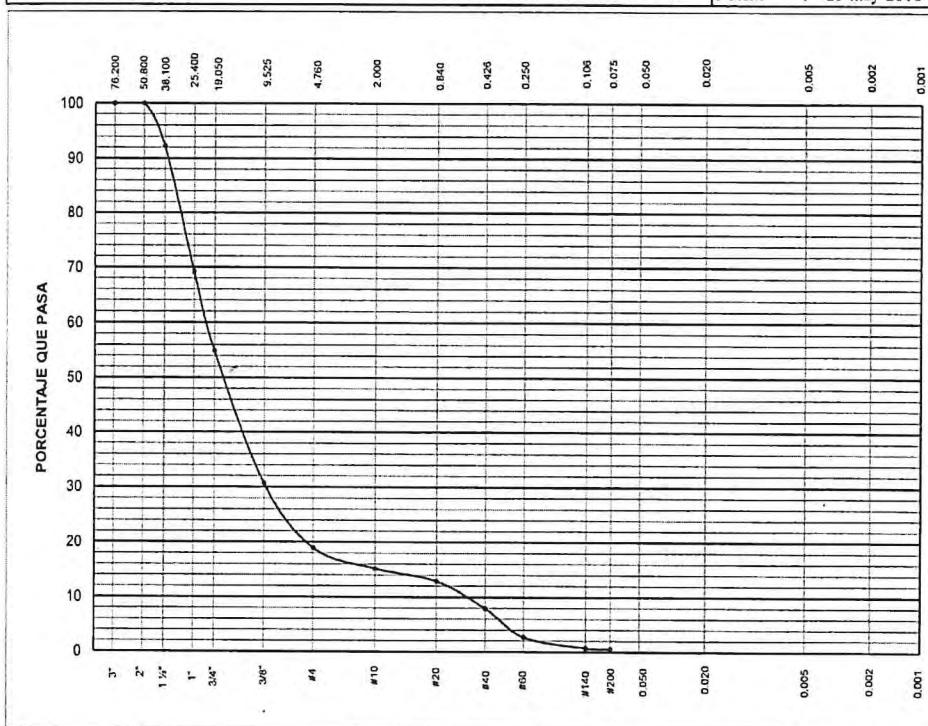
DEPARTAMENTO
DE INGENIERIA
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS



PUCP

ENSAYOS DE CLASIFICACIÓN
NTP 339.127, 339.128, 339.129, 339.131

Solicitante : HERNANDEZ MUCHAYPIÑA JAVIER ZENÓN	Expediente 16-104
Proyecto : INVESTIGACIONES GEOLÓGICAS GEOTÉCNICAS RIO CHIRA	
Muestra : CRCH- 02	Profundidad: 0.00-0.70 m
	Fecha : 25-may-2016



Tamiz	Porcentaje que pasa	Diámetro en mm	Porcentaje que pasa	LL = NP	LP = NP	IP = ---	CLASIFICACIÓN	
ASTM							SUCS	GP
3"	100.0	---	---	---	---	---	AASHTO	---
2"	100.0	---	---					
1 1/2"	92.2	---	---					
1"	69.2	---	---					
3/4"	54.9	---	---					
3/8"	30.6	---	---					
#4	18.9	---	---					
#10	15.1	---	---					
#20	12.9	---	---					
#40	7.9	---	---					
#60	2.7	---	---					
#140	0.7	---	---					
#200	0.6	---	---					



MANUEL A. OLCÉSE FRANZETI
Ingeniero Civil CIP 12969
Jefe del Laboratorio

16-104/2/GM/1 de 1



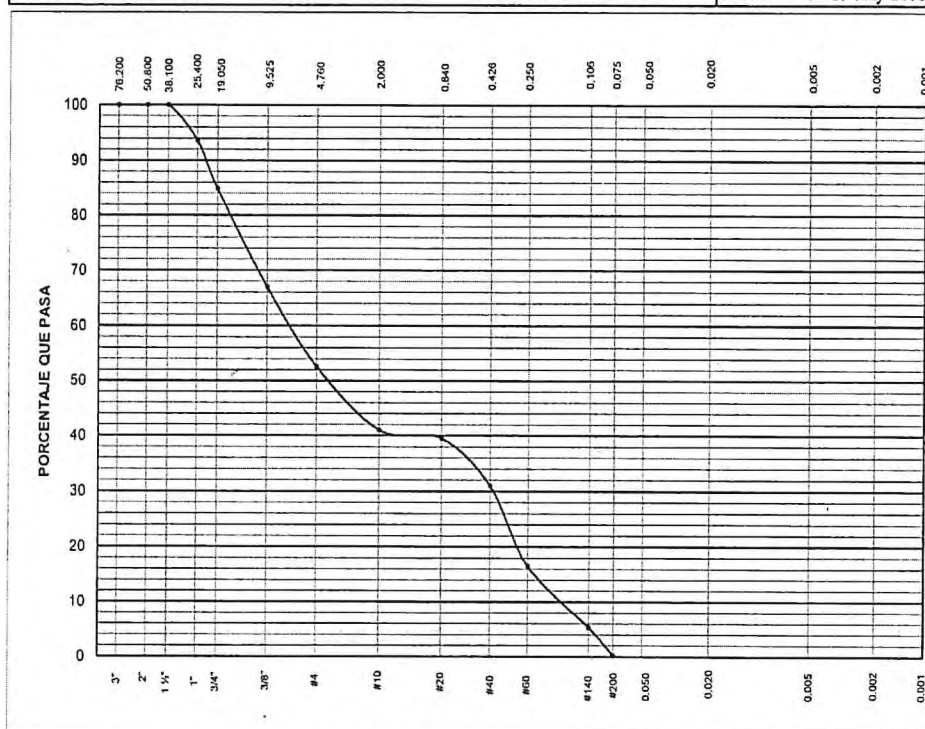
DEPARTAMENTO
DE INGENIERIA
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS



PUCP

ENSAYOS DE CLASIFICACIÓN
NTP 339.127, 339.128, 339.129, 339.131

Solicitante : HERNANDEZ MUCHA YPIÑA JAVIER ZENÓN	Expediente 16-104
Proyecto : INVESTIGACIONES GEOLÓGICAS GEOTÉCNICAS RIO CHIRA	Fecha : 25-may-2016
Muestra : CRCH- 03	Profundidad: 1.15-1.60 m



Tamiz ASTM	Porcentaje que pasa	Diámetro en mm	Porcentaje que pasa	LL = NP	LP = NP	IP = --	CLASIFICACIÓN	
3"	100.0	----	----	----	----	----	SUCS	SP
2"	100.0	----	----	----	----	----	AASHTO	-----
1 1/2"	100.0	----	----					
1"	93.6	----	----					
3/4"	84.8	----	----					
3/8"	67.0	----	----					
#4	52.5	----	----					
#10	41.0	----	----					
#20	39.5	----	----					
#40	30.9	----	----					
#60	16.5	----	----					
#140	5.3	----	----					
#200	0.2	----	----					
MANUEL A. OLCESE FRANZÉRO Ingeniero Civil CIP 12969 Jefe del Laboratorio								

16-104/3/GM/1 de 1



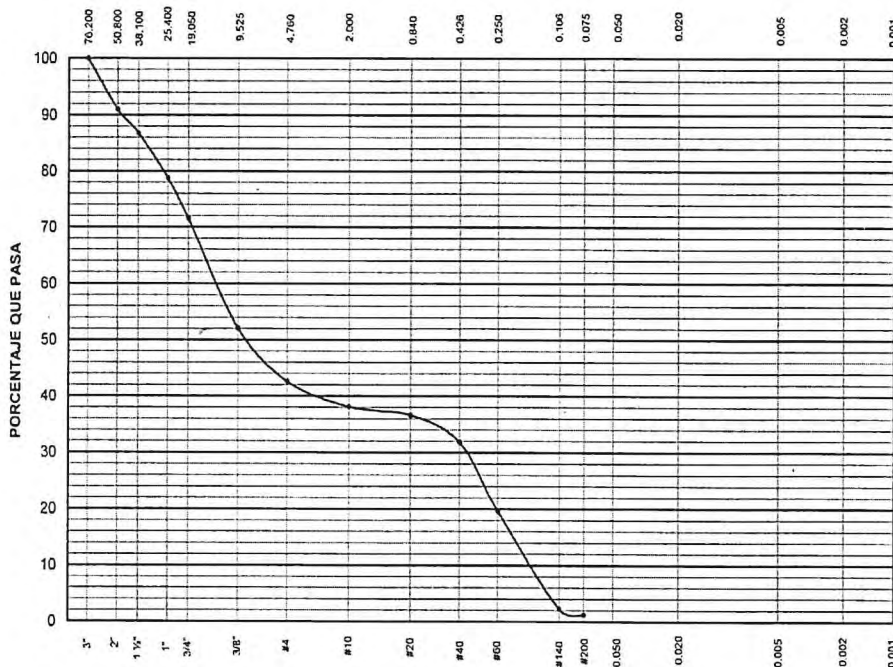
DEPARTAMENTO
DE INGENIERÍA
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS



PUCP

ENSAYOS DE CLASIFICACIÓN
NTP 339.127, 339.128, 339.129, 339.131

Solicitante : HERNANDEZ MUCHAYPIÑA JAVIER ZENÓN	Expediente 16-104
Proyecto : INVESTIGACIONES GEOLÓGICAS GEOTÉCNICAS RIO CHIRA	
Muestra : CRCH- 04	Profundidad: 1.40-1.50 m
	Fecha : 25-may-2016



Tamiz	Porcentaje que pasa	Diámetro en mm	Porcentaje que pasa	LL = NP	LP = NP	IP = --	CLASIFICACIÓN	
ASTM				----	----	----	SUCS	GP
3"	100.0	----	----				AASHTO	-----
2"	90.9	----	----					
1 1/2"	86.7	----	----					
1"	78.7	----	----					
3/4"	71.5	----	----					
3/8"	52.1	----	----					
#4	42.6	----	----					
#10	38.1	----	----					
#20	36.6	----	----					
#40	31.8	----	----					
#60	19.7	----	----					
#140	2.3	----	----					
#200	1.2	----	----					



MANUEL A. OLCESE FRANZERO
Ingeniero Civil CIP 12969
Jefe del Laboratorio

16-104/4/GM/1 de 1

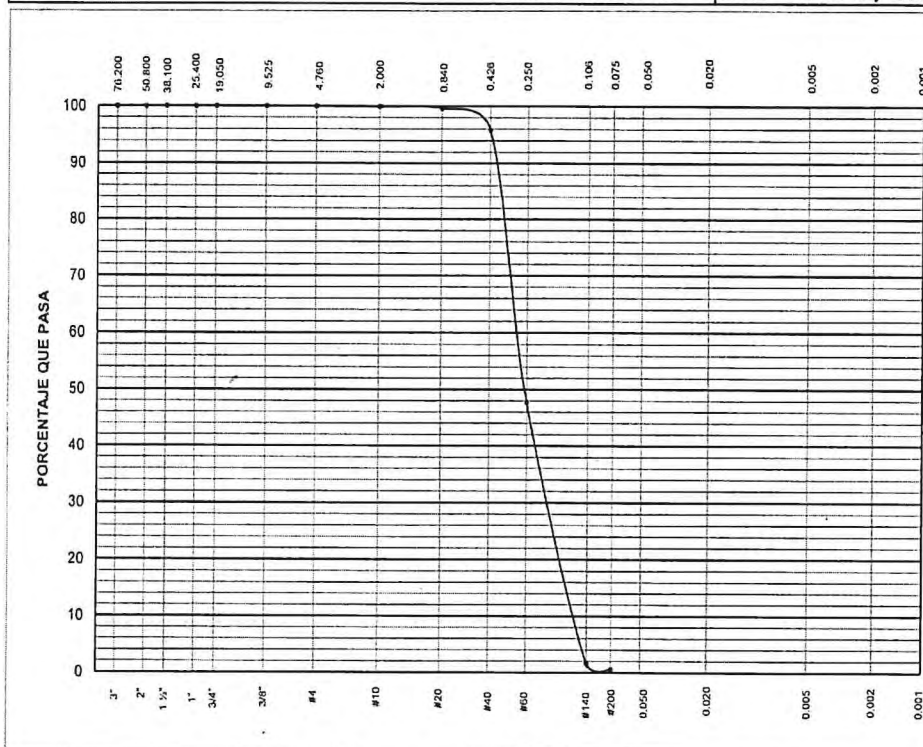


DEPARTAMENTO
DE INGENIERIA
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS



ENSAYOS DE CLASIFICACIÓN
NTP 339.127, 339.128, 339.129, 339.131

Solicitante : HERNANDEZ MUCHA YPIÑA JAVIER ZENÓN	Expediente 16-104
Proyecto : INVESTIGACIONES GEOLÓGICAS GEOTÉCNICAS RIO CHIRA	
Muestra : CRCH- 05	Profundidad: 0.00-1.20 m
	Fecha : 25-may-2016



Tamiz ASTM	Porcentaje que pasa	Diámetro en mm	Porcentaje que pasa	LL = NP	LP = NP	IP = --	CLASIFICACIÓN
3"	100.0	-----	-----	-----	-----	-----	SUCS SP
2"	100.0	-----	-----	-----	-----	-----	AASHTO -----
1 1/2"	100.0	-----	-----	-----	-----	-----	
1"	100.0	-----	-----	-----	-----	-----	
3/4"	100.0	-----	-----	-----	-----	-----	
3/8"	100.0	-----	-----	-----	-----	-----	
#4	100.0	-----	-----	-----	-----	-----	
#10	99.9	-----	-----	-----	-----	-----	
#20	99.6	-----	-----	-----	-----	-----	
#40	95.8	-----	-----	-----	-----	-----	
#60	47.7	-----	-----	-----	-----	-----	
#140	1.6	-----	-----	-----	-----	-----	
#200	0.5	-----	-----	-----	-----	-----	

MANUEL A. OLCESE FRANZOSO
Ingeniero Civil CIP 12969
Jefe del Laboratorio

16-104/5/GM/1 de 1

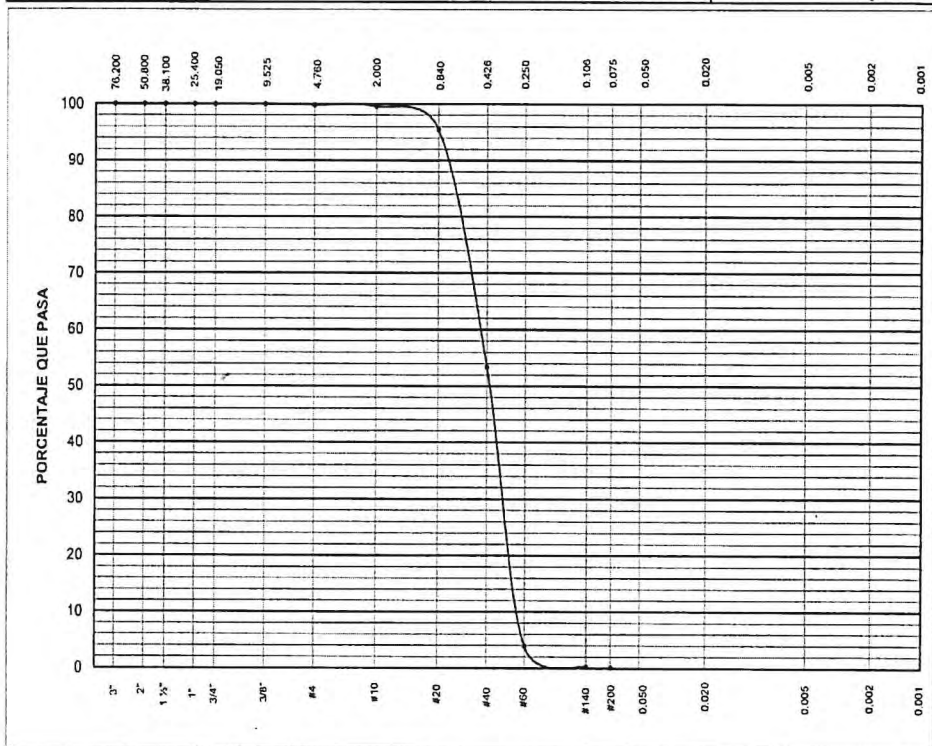


DEPARTAMENTO
DE INGENIERIA
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS



ENSAYOS DE CLASIFICACIÓN
NTP 339.127, 339.128, 339.129, 339.131

Solicitante : HERNANDEZ MUCHAYPIÑA JAVIER ZENÓN	Expediente 16-104
Proyecto : INVESTIGACIONES GEOLÓGICAS GEOTÉCNICAS RIO CHIRA	
Muestra : CRCH-06	Profundidad: 0.00-0.80 m
	Fecha : 25-may-2016



Tamiz	Porcentaje que pasa	Diámetro en mm	Porcentaje que pasa	LL = NP	LP = NP	IP = --	CLASIFICACIÓN	
ASTM							SUCS	SP
3"	100.0	---	---	---	---	---	AASHTO	-----
2"	100.0	---	---					
1 1/2"	100.0	---	---					
1"	100.0	---	---					
3/4"	100.0	---	---					
3/8"	100.0	---	---					
#4	99.8	---	---					
#10	99.6	---	---					
#20	95.5	---	---					
#40	53.4	---	---					
#60	3.9	---	---					
#140	0.3	---	---					
#200	0.1	---	---					

MANUELA OLCESE FRANZ
Ingeniero Civil CIP 12969
Jefe del Laboratorio

16-104/GM/1 de 1

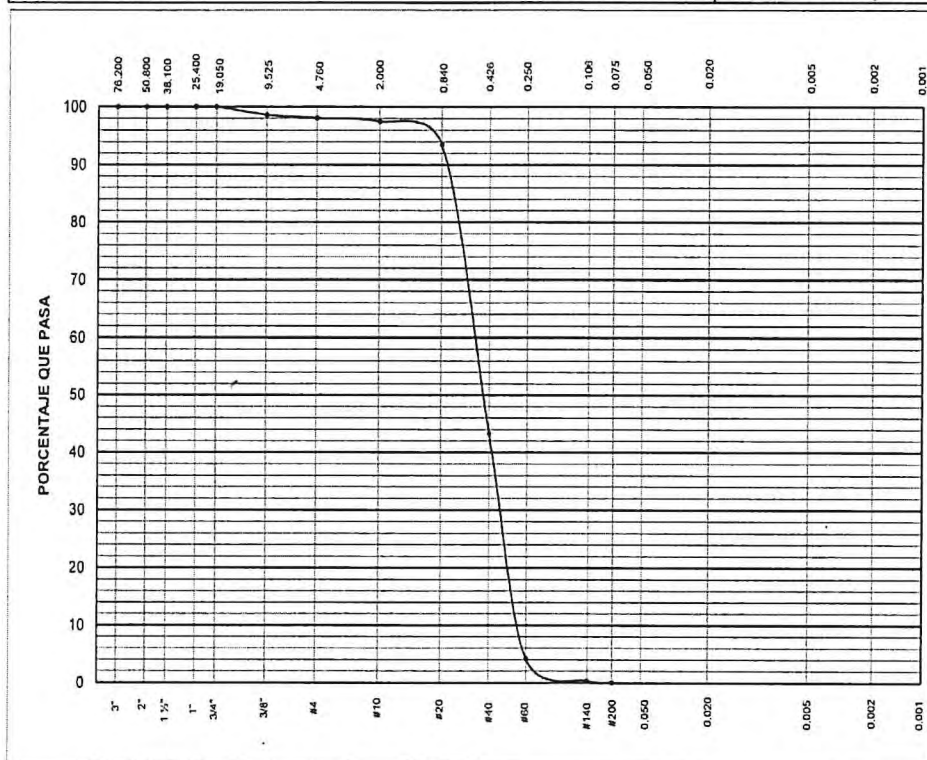


DEPARTAMENTO
DE INGENIERIA
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS



ENSAYOS DE CLASIFICACIÓN
NTP 339.127, 339.128, 339.129, 339.131

Solicitante : HERNANDEZ MUCHAYPIÑA JAVIER ZENÓN	Expediente 16-104
Proyecto : INVESTIGACIONES GEOLÓGICAS GEOTÉCNICAS RIO CHIRA	
Muestra : CRCH- 07	Profundidad: 0.00-0.90 m
	Fecha : 25-may-2016



Tamiz	Porcentaje que pasa	Diámetro en mm	Porcentaje que pasa	LL = NP	LP = NP	IP = ---	CLASIFICACIÓN	
ASTM							SUCS	SP
3"	100.0	-----	-----	-----	-----	-----	AASHTO	-----
2"	100.0	-----	-----					
1 1/2"	100.0	-----	-----					
1"	100.0	-----	-----					
3/4"	100.0	-----	-----					
3/8"	98.6	-----	-----					
#4	98.1	-----	-----					
#10	97.5	-----	-----					
#20	93.5	-----	-----					
#40	43.2	-----	-----					
#60	4.2	-----	-----					
#140	0.4	-----	-----					
#200	0.0	-----	-----					

MANUEL A. OLCESE FRANZEN
Ingeniero Civil CIP 12969
Jefe del Laboratorio

16-104/7/GM/1 de 1

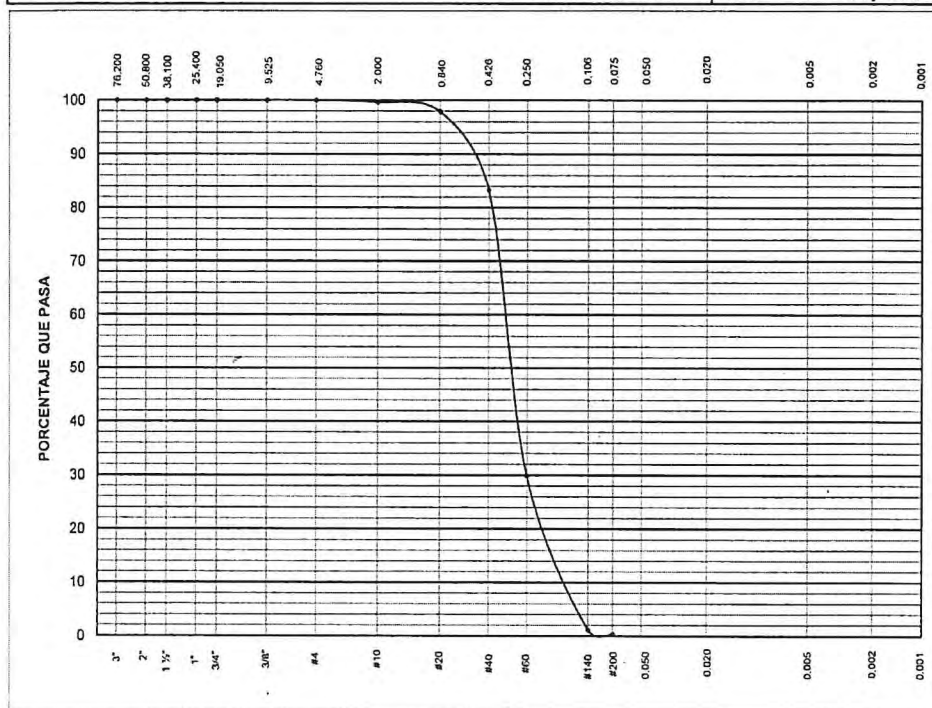


DEPARTAMENTO
DE INGENIERÍA
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS



ENSAYOS DE CLASIFICACIÓN
NTP 339.127, 339.128, 339.129, 339.131

Solicitante : HERNANDEZ MUCHAYPIÑA JAVIER ZENÓN	Expediente 16-104
Proyecto : INVESTIGACIONES GEOLÓGICAS GEOTÉCNICAS RIO CHIRA	
Muestra : CRCH- 08	Profundidad: 0.00-1.00 m Fecha : 25-may-2016



Tamiz ASTM	Porcentaje que pasa	Diámetro en mm	Porcentaje que pasa	LL = NP	-----	CLASIFICACIÓN
3"	100.0	-----	-----	LP = NP	-----	SUCS SP
2"	100.0	-----	-----	IP = --	-----	AASHTO -----
1 1/2"	100.0	-----	-----			
1"	100.0	-----	-----			
3/4"	100.0	-----	-----			
3/8"	100.0	-----	-----			
#4	100.0	-----	-----			
#10	99.7	-----	-----			
#20	97.9	-----	-----			
#40	83.3	-----	-----			
#60	29.8	-----	-----			
#140	1.2	-----	-----			
#200	0.3	-----	-----			

16-104/8/GM/1 de 1



ANA	FOLIO N°
DPDRH	112

11.4. Análisis de Rocas - Cantera de Rocas 01

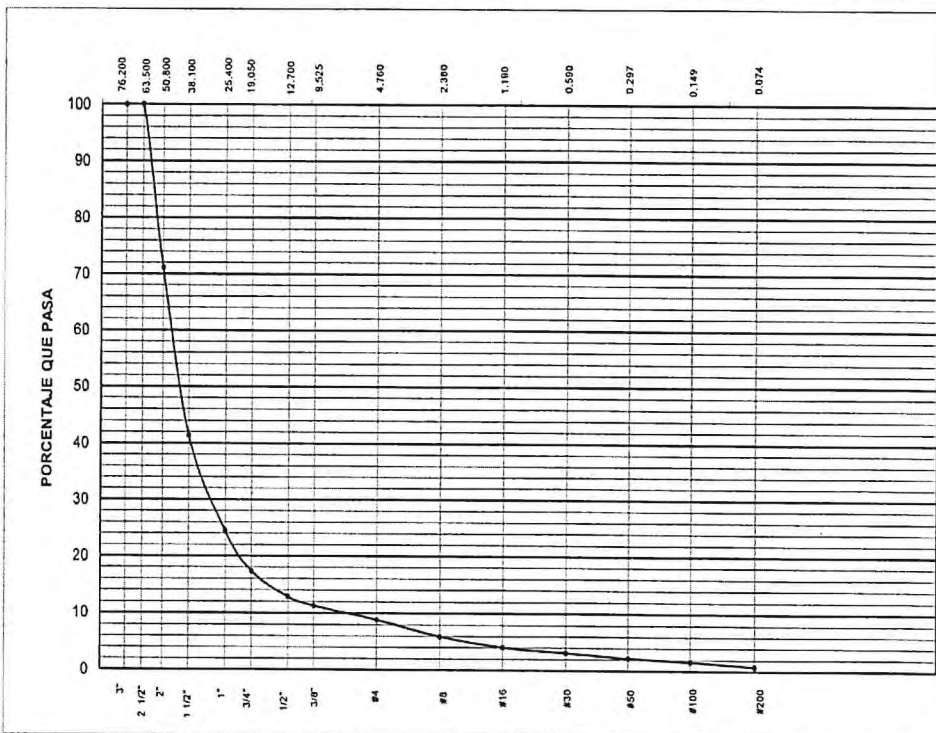
DEPARTAMENTO
DE INGENIERIA
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS



PUCP

**PROPIEDADES FÍSICAS DE AGREGADOS
ASTM C-136**

Solicitante : HERNANDEZ MUCHAYPIÑA JAVIER ZENÓN	Expediente : 16-112
Proyecto : INVESTIGACIONES GEOLOGICAS GEOTECNICOS RIO CHIRA	
Muestra : CANTERA ROCA 1 RIO CHIRA Profundidad: -----	Fecha : 02-jun-2016



Huso ASTM N° (para agregados gruesos) : -----				Peso Especifico de la Masa (Bulk) : 2.05 g/cm³	
Tamaño Máximo : 63.50 mm				Peso Bulk Superficialmente Seco : 2.20 g/cm³	
Tamaño Máximo Nominal : 63.50 mm				Peso Especifico Aparente : 2.41 g/cm³	
Módulo de Fineza : 8.04				Humedad de Absorción : 7.39 %	
Peso Unitario Compactado : -----				Humedad Natural : -----	
Peso Unitario Suelto : -----					
Tamiz ASTM		Porcentaje que pasa			
3"		100			
2 ½"		100			
2"		71			
1 1/2"		41			
1"		24			
3/4"		17			
1/2"		13			
3/8"		11			
		</			

16-112/21/AG/1 de 1



DEPARTAMENTO
DE INGENIERÍA
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS



PUCP

**PROPIEDADES FÍSICAS DE AGREGADOS
ASTM C-131/C-535**

Solicitante : HERNANDEZ MUCHAYPIÑA JAVIER ZENÓN	Expediente : 16-112
Proyecto : INVESTIGACIONES GEOLOGICAS GEOTECNICOS RIO CHIRA	
Muestra : CANTERA ROCA I RIO CHIRA	Fecha : 02-jun-2016

Abrasión Los Angeles	
Granulometría empleada	F
Número de Revoluciones	1,000
Peso Inicial (g)	10028.0
Peso Final >#12 (g)	4861.0
Coefficiente de Desgaste	51.5%

ADJACIO
VºF
J. Oscar
Largas
Direc
ión de l
de los l



MANUEL A. OLCESE FRANZERO
Ingeniero Civil CIP 12969
Jefe del Laboratorio

16-112/21/LA/1 de 1





11.5. Análisis de Rocas - Cantera de Rocas 02

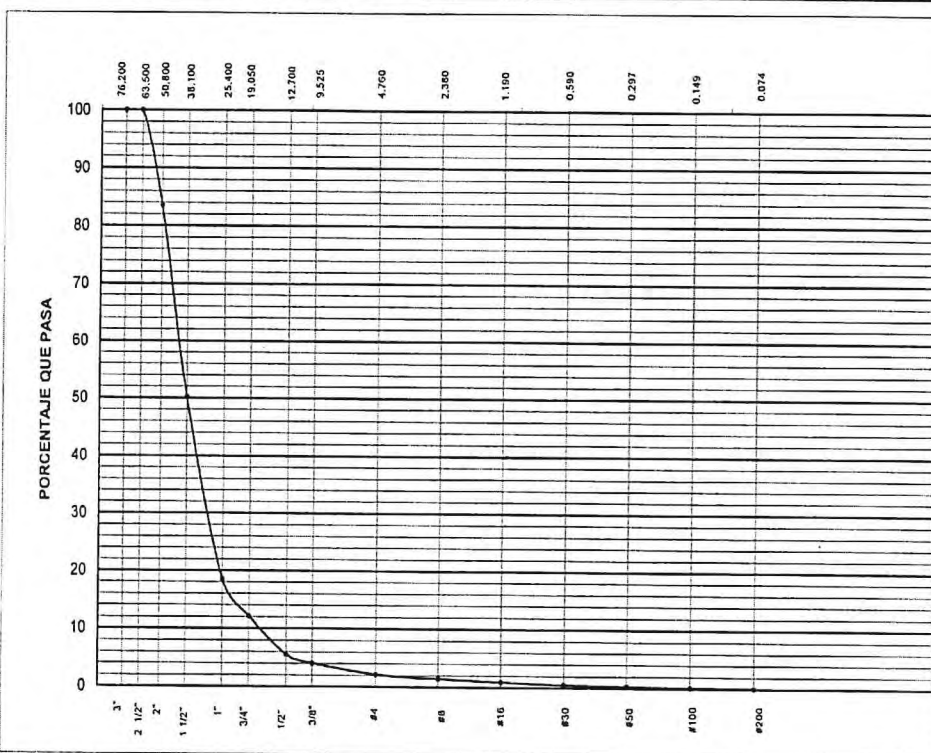
(1.92)

DEPARTAMENTO
DE INGENIERIA
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS



PROPIEDADES FÍSICAS DE AGREGADOS ASTM C-136

Solicitante : HERNANDEZ MUCHAYPIÑA JAVIER ZENÓN	Expediente : 16-112
Proyecto : INVESTIGACIONES GEOLOGICAS GEOTECNICOS RIO CHIRA	Fecha : 02-jun-2016
Muestra : CANTERA ROCA 2 RIO CHIRA Profundidad: -----	



Huso ASTM N° (para agregados gruesos) : -----				Peso Específico de la Masa (Bulk) : 2.90 g/cm³	
Tamaño Máximo : 63.50 mm				Peso Bulk Superficialmente Seco : 2.91 g/cm³	
Tamaño Máximo Nominal : 63.50 mm				Peso Específico Aparente : 2.93 g/cm³	
Módulo de Fineza : 8.28				Humedad de Absorción : 0.34 %	
Peso Unitario Compactado : -----				Humedad Natural : -----	
Peso Unitario Suelto : -----					
Tamiz ASTM	Porcentaje que pasa	Tamiz ASTM	Porcentaje que pasa		
3"	100	#4	2		
2 ½"	100	#8	1		
2"	84	#16	1		
1 1/2"	50	#30	1		
1"	18	#50	0		
3/4"	12	#100	0		
1/2"	6	#200	0.1		
3/8"	4	-----	-----		



MANUEL A. OLCESE FRANZERO
Ingeniero Civil CIP 12969
Jefe del Laboratorio

16-112/22/AG/1 de 1



DEPARTAMENTO
DE INGENIERIA
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS



PROPIEDADES FÍSICAS DE AGREGADOS
ASTM C-131/C-535

Solicitante : HERNANDEZ MUCHAYPIÑA JAVIER ZENÓN	Expediente : 16-112
Proyecto : INVESTIGACIONES GEOLOGICAS GEOTECNICOS RIO CHIRA	
Muestra : CANTERA ROCA 2 RIO CHIRA	Fecha : 02-jun-2016

Abrasión Los Angeles

Granulometría empleada	F
Número de Revoluciones	1,000
Peso Inicial (g)	10003.0
Peso Final >#12 (g)	8053.0
Coefficiente de Desgaste	19.5%



MANUEL A. OLCESE FRANZOSO
Ingeniero Civil CIP 12969
Jefe del Laboratorio

16-112/22/LA/1 de 1



11.6. Cuadros

CALICATAS EXCAVADAS EN EL RIO CHIRA - PIURA				
CALICATA	MUESTRA			D50
	CODIGO	PROFUNDIDAD (m)		(mm)
		De	A	
CRCH-01	M-1	1.00	1.20	0.416
CRCH-02	M-2	0.00	0.70	17.105
CRCH-03	M-3	1.15	1.60	4.16
CRCH-04	M-4	1.40	1.50	8.472
CRCH-05	M-5	0.00	1.20	0.258
CRCH-06	M-6	0.00	0.80	0.413
CRCH-07	M-7	0.00	0.90	0.482
CRCH-08	M-8	0.00	1.00	0.316

Cuadro 07: Cuadro de determinación del D50.

Resultados de Ensayos de Peso específico, Absorción y Abrasión en Muestras de Roca.							
CANTERA	JURISDICCION	MUESTRA	COORDENADAS WGS84		Peso Espec. aparente gr/cm3	ABSORCION % ASTM C-136	ABRASION % ASTM C-131
			N	E			
Cantera de Roca 01	AAA-Piura	R-1	9472797	546807	2.41	7.39	51.5
Cantera de Roca 02	AAA-Piura	R-2	9490242	543535	2.93	0.34	19.5

Cuadro 08: Cuadro de resultados de análisis de rocas.

JURISDICCION	CALICATA	COORDENADAS WGS84		COTA APROX. msnm	PROFUNDIDAD (m)		FECHA EXCAVACION	ENSAYO DE CAMPO
		N	E		TOTAL	NIVEL FREATICO		
AAA-Piura	CRCH-01	9481620	551664	67	1.20	1.10	12/05/2016	Densidad natural
AAA-Piura	CRCH-02	9474336	548766	62	0.70	0.60	12/05/2016	Densidad natural
AAA-Piura	CRCH-03	9463403	538725	40	1.60	1.50	12/05/2016	Densidad natural
AAA-Piura	CRCH-04	9462433	537344	38	1.50	1.40	13/05/2016	Densidad natural
AAA-Piura	CRCH-05	9458582	529386	22	1.20	1.10	13/05/2016	Densidad natural
AAA-Piura	CRCH-06	9458260	513308	12	0.80	0.70	13/05/2016	Densidad natural
AAA-Piura	CRCH-07	9458108	503584	13	0.90	0.80	13/06/2016	Densidad natural
AAA-Piura	CRCH-08	9460838	497689	9	1.00	0.90	13/06/2016	Densidad natural

Cuadro 09: Relación de calicatas

JURISDICCION	CALICATA	MUESTRO			ANALISIS GRANULOMETRICO			LIMITES			
		PROFUNDIDAD (m)						CONSISTENCIA %			
		CODIGO	DE	A	Malla 3"	Malla 4	Malla 200	LL	LP	IP	SUCS
AAA-Piura	CRCH-01	M-1	1.20	1.10	36.1	61.7	2.2	NP	NP	-	SP
AAA-Piura	CRCH-02	M-2	0.70	0.60	81.1	18.3	0.6	NP	NP	-	GP
AAA-Piura	CRCH-03	M-3	1.60	1.50	47.5	52.3	0.2	NP	NP	-	SP
AAA-Piura	CRCH-04	M-4	1.50	1.40	57.4	41.4	1.2	NP	NP	-	GP
AAA-Piura	CRCH-05	M-5	1.20	1.10	0.0	99.5	0.5	NP	NP	-	SP
AAA-Piura	CRCH-06	M-6	0.80	0.70	0.1	99.8	0.1	NP	NP	-	SP
AAA-Piura	CRCH-07	M-7	0.90	0.80	1.4	98.6	0.0	NP	NP	-	SP
AAA-Piura	CRCH-08	M-8	1.00	0.90	0.0	99.7	0.3	NP	NP	-	SP

Cuadro 10: Análisis granulométrico

