

**ESTUDIO DE DELIMITACIÓN DE LA FAJA MARGINAL DEL RÍO MAJES CAMANÁ DEL “PROYECTO INSTALACION IMPLEMENTACION DE MEDIDAS DE PREVENCION PARA EL CONTROL DE DESBORDE E INUNDACIONES DEL RÍO MAJES CAMANÁ-DEPARTAMENTO DE AREQUIPA” EN BASE A LOS ESTUDIOS ELABORADOS POR JICA**



## TABLA DE CONTENIDOS

<b>1. GENERALIDADES .....</b>	<b>3</b>
1.1. INTRODUCCION .....	3
1.2. ANTECEDENTES .....	3
1.3. IDENTIFICACION DEL PROBLEMA.....	4
1.4. OBJETIVOS .....	4
1.5. JUSTIFICACION .....	4
1.6. GLOSARÍO DE TÉRMINOS .....	5
1.7. NORMATIVIDAD LEGAL .....	5
1.8. ENTIDADES INVOLUCRADAS.....	6
1.9. ASPECTOS SOCIALES .....	7
<b>2. UBICACIÓN DEL ESTUDIO.....</b>	<b>8</b>
2.1. UBICACIÓN GEOGRÁFICA.....	8
2.2. UBICACIÓN HIDROGRÁFICA.....	8
2.3. UBICACIÓN POLÍTICA.....	8
2.4. VÍAS DE ACCESO .....	8
<b>3. DIAGNÓSTICO Y CARACTERÍSTICA DE LA CUENCA .....</b>	<b>9</b>
3.1. CLIMA.....	9
3.1.1. <i>Elementos Meteorológicos.....</i>	9
3.2. GEOLOGÍA .....	17
3.3. SITUACIÓN ACTUAL DE LA VEGETACIÓN Y REFORESTACIÓN .....	17
3.4. INVENTARIO DE PUNTOS CRÍTICOS EN LA ZONA DE ESTUDIO.....	18
3.5. NIVELES Y ZONAS DE INUNDACIÓN .....	19
<b>4. DELIMITACION DE LA FAJA MARGINAL.....</b>	<b>21</b>
4.1. ASPECTO TOPOGRÁFICO.....	21
4.2. ASPECTOS FISIOGRAFICOS .....	21
4.2.1. <i>Características Fisiográficas .....</i>	21
4.2.2. <i>Aspectos Ambientales de las obra de control de inundaciones proyectadas .....</i>	24
4.3. ASPECTOS DE HIDROLOGIA E HIDRÁULICA FLUVIAL .....	25
5.3.1 <i>Cálculo del Caudal Máximo Ordinario .....</i>	25
4.3.2. <i>Análisis de caudal de descarga.....</i>	28
5.3.3 <i>Identificación de puntos socavados.....</i>	35
4.4. CRITERIOS TÉCNICOS PARA DETERMINACIÓN DEL ANCHO DE FAJA .....	35
4.5. DELIMITACIÓN DE LA FAJA Y SISTEMATIZACIÓN EN PLANO.....	35
<b>5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....</b>	<b>42</b>

## 1. GENERALIDADES

---

### 1.1. INTRODUCCION

---

El estudio **DELIMITACIÓN DE LA FAJA MARGINAL DEL RÍO MAJES CAMANÁ DEL “PROYECTO INSTALACION - IMPLEMENTACION DE MEDIDAS DE PREVENCION PARA EL CONTROL DE DESBORDES E INUNDACIONES DEL RÍO MAJES CAMANÁ – DEPARTAMENTO DE LIMA” EN BASE A LOS ESTUDIOS BÁSICOS PRESENTADOS POR EL JICA.**, es prioritario debido a la situación actual del río, en lo referente a las defensas ribereñas naturales, contaminación y seguridad de las propiedades marginales, puesto que en la temporada de avenidas y fenómeno El Niño, las lluvias han causado desastres en ambas márgenes del cauce del Río Majes Camaná comprendidos en el área del estudio.

La normativa legal vigente sobre el tema, como la “Ley de Recursos Hídricos N° 29338 y su Reglamento”, establece que en los terrenos aledaños a los cauces naturales o artificiales, se mantiene una faja marginal de terreno necesaria para la protección, el uso primario del agua, el libre tránsito, la pesca, caminos de vigilancia u otros servicios. El Reglamento determina su extensión.”.

Corresponde a la Autoridad de Aguas fijar, en cada caso, el ancho de la faja marginal. De lo dispuesto en la resolución **Jefatura N°300-2011 ANA**, así mismo establece los usos permitidos en estas áreas.

### 1.2. ANTECEDENTES

---

La Dirección General de Infraestructura Hidráulica (DGIH) es la Unidad Formuladora del estudio de pre inversión “Programa de Protección de Valles y Poblaciones Rurales Vulnerables ante inundaciones” inscrito en el Sistema de Inversión Pública, con el Código PROG-97-2009-SNIP y entre los PIP conformante se encuentra el Proyecto "Instalación - Implementación de Medidas de Prevención para el Control de Desbordes e Inundaciones del Río Majes – Camaná, Departamento de Arequipa"; cuyo estado es activo con perfil aprobado, siendo el nivel mínimo recomendado el de factibilidad, encentrándose en la etapa final de la elaboración con la intervención de la Agencia de Cooperación Internacional del Japón – JICA; siendo la Unidad Ejecutora propuesta el Programa Sub Sectorial de Irrigación - PSI.

El PIP contempla como medidas estructurales:

- Conformación de diques y enrocado de protección río Majes – Camaná, en los tramos: 0+000 al 4+500 Margen Izquierdo, Tramo 7+500+ al 9+500 Margen Izquierdo, Tramo 11+000 al 17+000 Margen Izquierdo; Tramo 48+000 al 50+500 Margen Izquierdo, Tramo 52+000 al 56+000 Margen Izquierdo, Tramo 59+000-62+500 Derecho 59+500-62+500 Izquierdo, Tramo 65+000-66+500 Derecho 64+500-66+500 Izquierdo
- **Recuperación de cobertura vegetal en tramos críticos:** Reforestación paralelo a los diques del río Majes-Camaná

### 1.3. IDENTIFICACION DEL PROBLEMA

---

El Perú es un país expuesto al alto riesgo de desastres naturales como terremotos, Tsunami, etc., entre las que se figuran las inundaciones; estos eventos de desborde de ríos son recurrentes, y se presentan aun cuando no se presente el Fenómeno de El Niño; ocasionado pérdidas económicas.

Las inundaciones en la parte baja de la cuenca principalmente son ocasionados por la falta de medidas de protección y mantenimiento de la cobertura vegetal y control de cárcavas en la parte alta y media de la cuenca, provocando erosión y transporte de sedimentos como consecuencia de las altas precipitaciones dándose las máximas descargas que superan la capacidad de la sección hidráulica del río en la parte baja de la cuenca (niveles los muros de encauzamiento o diques), trayendo como consecuencia perdida de la producción agrícola, infraestructura hidráulica, corte de vías de comunicación, etc.

Las planicies de inundación han sido, desde siempre, los lugares preferidos para la actividad socioeconómica, tal como sucede en los valles de Majes y Camaná, puesto que las demandas extremas de recursos naturales debidas al crecimiento de la población rurales han obligado a las personas a ubicarse junto con sus posesiones más cerca de los ríos. Las medidas de control de crecidas y de protección frente a éstas han estimulado a la población a utilizar de manera excesiva las áreas protegidas, incrementando así los riesgos de crecidas y las pérdidas que éstas pueden causar.

La construcción de viviendas e instalación de cultivos sobre las márgenes del río, cuyas zonas han sido evaluadas como de riesgo y vulnerable a desastres naturales, se encuentran expuestas a un alto riesgo potencial, especialmente en épocas de avenidas, como consecuencia de los eventos naturales extremos que se dan cíclicamente en el Perú.

La vulnerabilidad de la cuenca baja se incrementa debido a la limitada capacidad de gestión de riesgo ante las inundaciones del poblador de la zona.

### 1.4. OBJETIVOS

---

El objetivo del presente estudio de la Delimitación de la Faja Marginal del Proyecto “Instalación - implementación de medidas de prevención para el control de desbordes e inundaciones del río Majes Camaná – Departamento de Lima”.

### 1.5. JUSTIFICACION

---

Los valles de Majes y Camaná, tiene como fuente principal de recurso hídrico al Río Majes Camaná, necesario para el abastecimiento de agua potable y los planes de cultivo y riego necesarios para el progreso de la ciudad, teniendo en consideración que los distritos abarcados en el estudio, tienen como actividades principales la agricultura y ganadería, viéndose la necesidad imperiosa de construir vías de vigilancia para mantener las estructuras de captación, protegidas y supervisadas, ante cualquier evento natural o producido por el hombre, que pudiera detener la dotación de agua para sus diferentes usos.

De esta manera se logra un ordenamiento de la población y un control de los

factores degradantes del río, como son los contaminantes en sus diferentes formas.

## 1.6. GLOSARIO DE TÉRMINOS

---

**Eje de un cauce:** línea imaginaria que sigue la dirección predominante del flujo de agua, determinado por el “talweg” del cauce.

**Talweg:** línea que conecta los puntos más bajos de sucesivas secciones transversales de un cauce superficial.

**Degradación:** descenso general y progresivo del perfil longitudinal del lecho de un cauce como resultado de la erosión a largo plazo.

**Nivel Promedio de Máximas Avenidas o Crecientes Ordinarias:** es el promedio de los niveles alcanzados por la superficie libre del cuerpo de agua.

**Nivel de Aguas Máximas Extraordinarias:** nivel que puede alcanzar un cuerpo de agua al transitar sobre él, la avenida máxima extraordinaria. Ésta avenida se establece de acuerdo a la importancia y potencial de daños materiales o personales que podría originar el desborde del cuerpo de agua.

**Cauce o Álveo:** área de terreno que contiene un cuerpo de agua, pudiendo ser éste de régimen permanente o temporal. El límite superior del cauce está constituido por el Nivel Promedio de Máximas Avenidas, mientras el límite inferior es el Talweg del cauce.

**Cauce Inactivo:** cauce o álveo por el que no discurre el agua por variación de su curso.

**Cauce Estable:** se define así, a la condición en la cual una corriente de agua tiene una pendiente y una sección transversal que permite que el cauce transporte el agua y el sedimento entregado por la cuenca colectora, sin degradación, ni erosión significativa de las márgenes

**Riberas:** área de los ríos, arroyos, lagunas, comprendidos entre el nivel mínimo de sus aguas y el nivel de su máximo creciente.

**Faja marginal:** área inmediata superior al cauce o álveo de la fuente de agua, natural o artificial, que permite el uso primario de las aguas, la protección, operación, rehabilitación, mantenimiento, vigilancia y libre acceso a dichos cuerpos de agua.

## 1.7. NORMATIVIDAD LEGAL

---

- Constitución Política del Perú
- Decreto Legislativo N ° 653 “Ley de Promoción de las Inversiones en el Sector Agrario”.
- Ley N° 29338 “Ley de Recursos Hídricos” publicada el 31 de marzo 2009 (Artículo 74° Fajas Marginales del Título V Protección del Agua y Artículo 119° Programa de control de avenidas, desastres e inundaciones del Título XI Los Fenómenos Naturales).
- Decreto Supremo N ° 001-2010-AG publicado el 24 de marzo 2010 que aprueba el “Reglamento de la Ley 29338, Ley de Recursos Hídricos” (Artículos 108° al 122°).

- Resolución Jefatural N° 202-2009-ANA-J
- Decreto Legislativo N° 997 del 12 de marzo 2008, que aprueba la Ley de Organización y Funciones del Ministerio de Agricultura (crea la Autoridad Nacional del Agua).
- Reglamento de Organización y funciones de la Autoridad Nacional del Agua (Artículos 33° y 36°) aprobado por el Decreto Supremo N° 006-2010-AG.
- Instructivo Técnico N° 001-DGAS-DODR, aprobado por Resolución Directoral N° 0035-80-AG-DGAS, del 28 de octubre de 1980. "Definición de linderos de propiedades marginales y autorizaciones de ocupación temporal de riberas naturales con fines de siembra de cultivos temporales"

## 1.8. ENTIDADES INVOLUCRADAS

A continuación se indican las instituciones y entidades involucradas en el presente estudio, así como los beneficiarios

GRUPO	INTERÉS
Organización de Usuarios de Riego: Junta de Usuarios de Camaná y Junta de Usuarios Majes	Tener la seguridad que sus cultivos y cosechas no serán afectados por inundaciones ante desborde del río durante los meses de avenidas.
Ministerio de Agricultura (MINAG)	La Política Agraria, en el marco de la hoja de ruta, se orienta principalmente a disminuir los altos niveles de pobreza en el campo en un contexto de crecimiento más inclusivo, así como a reducir las brechas de competitividad que presenta el agro peruano, bajo un enfoque de desarrollo sostenible.
Ministerio de Economía y Finanzas (MEF)	La participación del MEF consiste en evaluar la pertinencia del endeudamiento externo para financiar el PIP
Agencia de Cooperación Internacional del Japón	Tiene como objetivo contribuir al desarrollo socioeconómico de los países en desarrollo a través la cooperación internacional.
Gobierno Regional de Arequipa (GORE)	Diseña políticas, prioridades, estrategias, programas y proyectos que promuevan el desarrollo regional de manera concertada y participativa.
Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología (SENAMHI)	Conducir las actividades meteorológicas, hidrológicas, agro meteorológicas y ambientales del país
INDECI	Promover el desarrollo de capacidades humanas para la preparación, respuesta y rehabilitación en las entidades públicas, sector privado y ciudadanía en general
La Autoridad Nacional del Agua (ANA)	Mantener y promover el uso sostenible de los recursos hídricos, se encarga de llevar a cabo los estudios necesarios y elaborar los principales planes, programas de cooperación económica y técnica nacional e internacional

## 1.9. ASPECTOS SOCIALES

---

Perú es un país expuesto a un alto riesgo de desastres naturales, como terremotos, maremotos, inundaciones etc., sobre todo, en los años en que aparece el Fenómeno El Niño, que se produce con una cierta periodicidad anual, ocurren numerosas inundaciones y derrumbamientos, debido a las lluvias torrenciales.

Al mismo tiempo, diversas actividades para el desarrollo y la mejora de las condiciones de vida, de los medios de subsistencia y de la seguridad humana están provocando la degradación del medio ambiente y del ecosistema.

La ausencia de diálogo entre los diferentes sectores profesionales, entre los expertos y el público en general complica aún más el proceso de gestión de riesgos por crecidas; el escaso conocimiento de la necesidad real del mantenimiento de las obras de defensas ribereñas (prevención) conlleva a que no se desarrollen estas acciones ni se destinen presupuesto para este rubro.

## 2. UBICACIÓN DEL ESTUDIO

---

### 2.1. UBICACIÓN GEOGRÁFICA

---

La zona en estudio está ubicada al sur de la capital del Perú, en el departamento de Arequipa, geográficamente entre las coordenadas

(8159779.41 S – 738495.70E) altitud 6 m.s.n.m.

(8200736.08 S – 771214.73E) altitud 399 msnm.

### 2.2. UBICACIÓN HIDROGRÁFICA

---

Cuenca : Río Majes Camaná

#### **Límites de la cuenca**

Norte : Intercuenca Alto Apurimac

Sur : Intercuenca133– Océano Pacífico

Este : Cuenca Vitor Chili

Oeste : Cuencas Ocoña – Intercuenca 135

### 2.3. UBICACIÓN POLÍTICA

---

Políticamente el área del proyecto se ubica como sigue:

- Región : Arequipa
- Provincia : Castilla y Camaná
- Distrito : Uraca-Corire, José María Quimper, Nicolás de Piérola.

### 2.4. VÍAS DE ACCESO

---

La zona en estudio está ubicada al sur de la capital del Perú, en el departamento de Arequipa, dentro de las provincias de Castilla y Camaná.

La principal vía de acceso desde la ciudad de Lima, la constituye la carretera Panamericana Sur hasta los distritos de las provincias de Camaná, y el acceso hacia la zona del estudio, se realiza a través de una carretera asfaltada y un camino de afirmado en regular estado de conservación a lo largo de los 66.50 km de longitud del Río Majes Camaná, área de influencia del estudio.

**Tabla N° 01: Vía de acceso**

De	A	Distancia (Km)	Tiempo (Hrs)	Tipo Vía
Lima	Camaná	855	13	Asfaltada Panamericana sur
Camaná	Mariscal Cáceres	7	0.5	Asfaltada - Camino Carrozable (Regular)
Camaná	Nicolás de Piérola	10	0.5	Asfaltada - Camino Carrozable (Regular)
Camaná	Desvío Majes Uraca	62	1.5	Asfaltada
Desvío Majes Uraca	Uraca	42	1	Camino Carrozable (Regular)

### 3. DIAGNÓSTICO Y CARACTERÍSTICA DE LA CUENCA

#### 3.1. CLIMA

La temperatura es el elemento meteorológico más ligado por sus variaciones al factor altitudinal. En la cuenca el clima varía desde el tipo semi cálido (19°C aproximadamente), en el área de la Costa, al tipo frígido (3°C aproximadamente), en el sector de puna, quedando comprendida entre estos extremos una serie de variaciones térmicas que caracterizan a cada uno de los pisos altitudinales.

##### 3.1.1. Elementos Meteorológicos

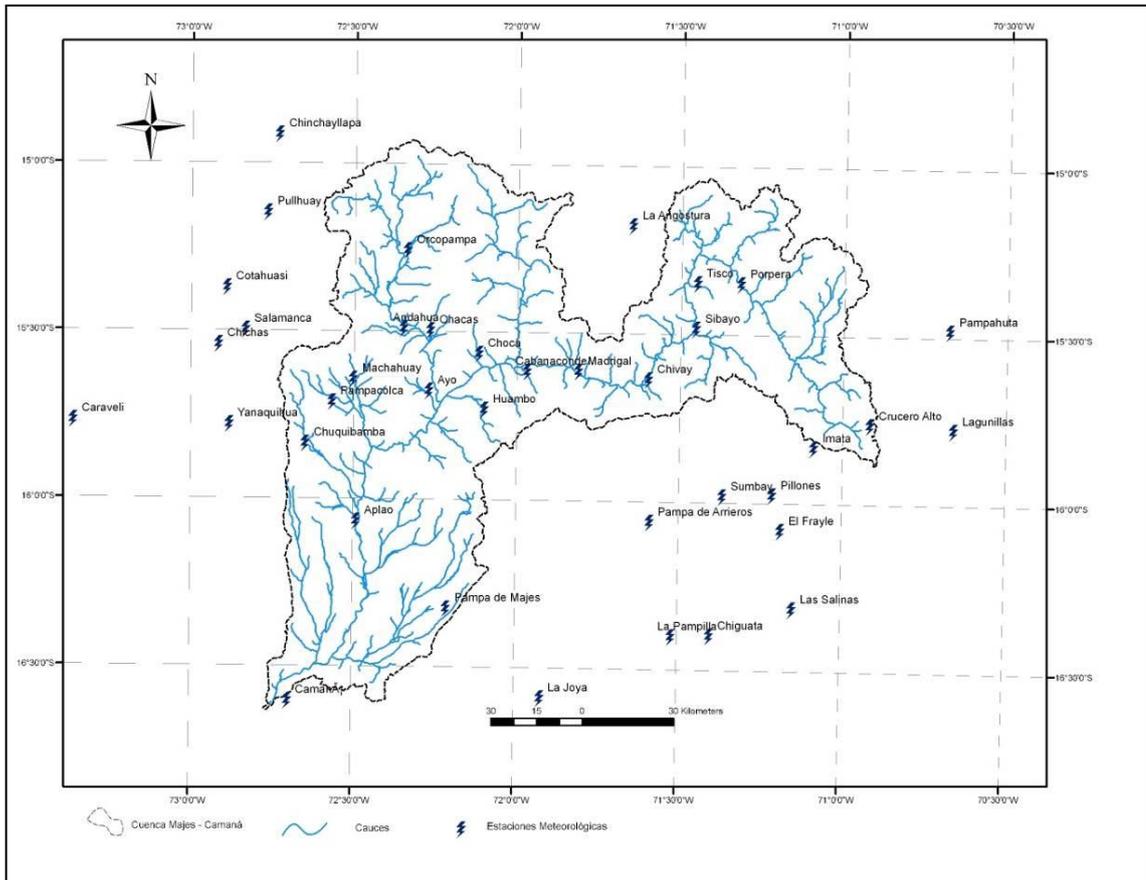
#### **a) Precipitación**

##### **1. Situación del monitoreo pluvial**

En la cuenca del Río Majes Camaná, hasta la fecha se lleva el monitoreo de precipitaciones en 38 estaciones indicadas en la Figura 01, que presentan un nivel de precisión relativamente bueno de datos recolectados.

**Tabla N° 02: Lista de estaciones de monitoreo pluvial**

Estación meteorológica	Coordenadas		
	Latitud	Longitud	Altitud (msnm)
Andahua	15° 29'37	72° 20'57	3528
Aplao	16° 04'10	72° 29'26	645
Ayo	15° 40'45	72° 16'13	1956
Cabanaconde	15° 37'7	71° 58'7	3379
Camaná	16° 36'24	72° 41'49	15
Caravelí	15° 46'17	73° 21'42	1779
Chachas	15° 29'56	72° 16'2	3130
Chichas	15° 32'41	72° 54'59.7	2120
Chiguata	16° 24'1	71° 24'1	2943
Chinchayllapa	14° 55'1	72° 44'1	4497
Chivay	15° 38'17	71° 35'49	3661
Choco	15° 34'1	72° 07'1	3192
Chuquibamba	15° 50'17	72° 38'55	2832
Cotahuasi	15° 22'29	72° 53'28	5088
Crucero Alto	15° 46'1	70° 55'1	4470
El Frayle	16° 05'5	71° 11'14	4267
Huambo	15° 44'1	72° 06'1	3500
Imata	15° 50'12	71° 05'16	4445
La Angostura	15° 10'47	71° 38'58	4256
La Joya	16°35'33	71°55'9	1292
La Pampilla	16° 24'12.2	71° 31'.6	2400
Lagunillas	15° 46'46	70° 39'38	4250
Las Salinas	16° 19'5	71° 08'54	4322
Machahuay	15° 38'43	72° 30'8	3150
Madrigal	15° 36'59.7	71° 48'42	3262
Orcopampa	15° 15'39	72° 20'20	3801
Pampa de Arrieros	16° 03'48	71° 35'21	3715
Pampa de Majes	16° 19'40	72° 12'39	1434
Pampacolca	15° 42'51	72° 34'3	2950
Pampahuta	15° 29'1	70° 40'33.3	4320
Pillones	15° 58'44	71° 12'49	4455
Porpera	15° 21'1	71° 19'1	4152
Pullhuay	15° 09'1	72° 46'1	3113
Salamanca	15° 30'1	72° 50'1	3303
Sibayo	15° 29'8	71° 27'11	3827
Sumbay	15° 59'1	71° 22'1	4294
Tisco	15° 21'1	71° 27'1	4175
Yanaquihua	15° 46'59.8	72° 52'57	2815



**Figura N° 01: Mapa de ubicación de las estaciones de monitoreo**

## 2. Precipitaciones mensuales

Según la tabla N° 03 las precipitaciones aumentan entre octubre y abril y disminuyen bastante de mayo a septiembre.

**Tabla 03: Precipitaciones mensuales (mm) de la estación TISCO**

**TOTAL MONTHLY PRECIPITATION (mm)**

BASIN Camaná - Majes	GAGE TISCO	DEPARTMENT AREQUIPA	LONGITUDE 71° 27'1	LATITUDE 15° 21'1
-------------------------	---------------	------------------------	-----------------------	----------------------

Year	Month												Total
	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec	
1963											41.1	131.8	
1964	86.1	72.9	114.4	42.9	22.0	0.0	0.0	6.1	4.4	17.9	59.7	57.6	484.0
1965	75.0	161.1	85.9	42.5	0.3	0.0	9.2	0.0	24.0	22.0	10.4	151.7	582.1
1966	110.3	184.9	64.6	10.6	45.1	0.0	0.0	4.5	0.0	43.3	79.7	55.0	598.0
1967	103.8	161.0	220.2	64.5	13.1	0.6	8.2	9.4	41.8	23.6	12.7	90.5	749.4
1968	266.0	119.6	179.4	31.6	4.0	5.1	5.5	5.8	20.0	52.9	84.6	31.7	806.3
1969	150.1	113.0	52.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	4.0	60.8	97.7	478.0
1970	139.6	150.5	138.5	22.4	9.5	0.0	1.0	1.1	35.6	5.1	4.7	146.8	654.9
1971	140.0	183.5	101.2	30.1	2.6	0.9	0.0	0.0	0.0	5.0	2.2	132.7	598.2
1972	362.1	188.7	235.5	32.7	0.1	0.0	2.3	0.1	55.1	32.9	32.1	90.1	1031.7
1973	297.8	190.2	159.2	81.1	15.9	0.0	8.2	10.2	31.1	7.6	60.6	53.9	915.7
1974	290.2	172.9	44.7	80.7	1.5	14.5	0.0	111.1	9.3	4.3	7.5	50.2	786.8
1975	146.6	246.7	122.4	30.2	20.8	3.2	0.0	1.0	8.0	48.3	1.4	131.4	760.1
1976	153.0	107.7	166.8	41.6	9.3	7.5	4.6	2.3	58.9	0.5	0.6	71.9	624.7
1977	67.0	239.2	118.8	7.1	4.1	0.0	2.3	0.0	11.7	16.3	110.2	49.8	626.6
1978	317.6	24.1	78.7	68.9	0.0	4.0	0.0	1.0	2.3	26.9	78.6	60.0	662.2
1979	127.4	88.0	123.3	16.5	0.0	0.0	2.5	2.5	0.0	59.2	71.2	93.7	584.4
1980	72.5	43.1	183.6	2.2	0.0	0.0	13.5	25.9	28.1	94.1	2.1	30.2	495.3
1981	205.2		52.0	73.0	2.0	0.0	0.0	46.8	9.0	24.8	52.3	110.6	
1982	161.0	45.9	122.8	34.9	0.0	0.5	0.0	0.0	80.9	105.5	150.5	70.0	772.0
1983	46.7	93.7	81.0	47.9	12.0	0.5	0.5	0.0	35.2	18.0	2.5	32.4	370.5
1984	178.4	256.0	284.8	11.1	10.5	3.0	0.0	28.4	0.0	46.3	135.5	125.6	1079.6
1985	32.9	263.0	134.4	49.7	10.0	14.8	0.0	0.0	15.4	0.0	70.0	142.4	732.6
1986	105.9	162.7	178.9	98.4	12.5	0.0	2.8	52.2	18.1	11.0	11.0	149.6	803.1
1987	212.5	42.9	26.2	23.6	3.4	2.1	27.0	4.5	2.0	23.3	24.6	29.0	421.1
1988	216.9	72.5	97.0	63.5	8.5	0.0	0.0	4.0	6.8	0.0	4.0	30.2	503.4
1989	123.9	93.0	159.5	50.7	0.0	0.0	0.0	3.0	0.0	0.0	12.0	4.0	446.1
1990	118.4	27.6	58.5	25.6	12.5	39.5	0.0	13.0	5.0	52.5	0.0		
1991	150.6	72.7	162.3	10.7	3.5	30.7	3.0	1.6	3.5	29.2	48.6	0.0	516.4
1992	51.6	73.8	32.9	4.8	0.0	2.7	2.8	40.0	1.0	25.2	24.7	85.6	345.1
1993	230.9	82.4	133.9	49.9	6.2	1.3	0.3	25.1	15.5	34.2	63.7	106.1	749.5
1994	241.6	218.1	74.3	45.6	10.1	2.8	1.5	1.7	0.0	1.0	25.2	72.7	694.6
1995	121.5	135.0	215.7	27.8	3.7	0.1	0.0	2.8	8.6	13.1	22.3	122.0	672.7
1996	187.3	156.8	83.0	61.6	12.0	0.0	0.3	14.1	11.7	10.6	41.3	146.6	725.4
1997	175.0	201.8	86.5	31.7	18.1	0.0	0.0	33.1	64.8	14.0	60.1	102.2	787.3
1998	271.1	114.9	96.6	15.9	0.5	3.0	0.0	0.8	0.5	9.6	48.5	75.9	637.4
1999	199.2	273.9	198.2	30.5	6.0	0.1	1.2	0.6	23.5	75.3	10.7	90.3	909.5
2000	194.3	242.5	157.2	21.5	28.7	7.8	0.4	11.4	1.6	70.9	22.1	97.9	856.4
2001	240.3	239.0	144.2	108.9	31.3	5.4	16.5	12.0	8.4	18.7	8.6	35.9	869.0
2002	123.6	241.6	186.8	134.9	17.4	8.0	31.8	0.6	19.1	44.7	82.2	113.3	1004.1
2003	83.5		193.1	29.2	11.8	1.5	3.6	4.1	13.2	14.8		114.6	
2004	208.7	176.4	138.0	39.4	2.4	0.5	20.3	14.9	15.4	3.2	7.0	72.7	698.8
2005	124.4	207.0	127.5	56.9	0.5	0.0	0.1	0.7	23.2	11.6	18.8	103.4	674.1
2006	202.0	200.4	195.5	62.4	6.1	4.1	0.0	7.7	25.6	29.3	61.6	78.8	873.4
2007	187.0	179.7	180.4	38.4	9.1	0.1	9.7	0.8	16.1	13.7	22.9	96.2	753.8
2008	257.8	123.5	70.0	5.5	3.2	2.7	0.1	0.6	1.7	17.1	5.0	95.6	582.7
2009	104.6	203.6	133.3	65.6	2.8	0.0	11.1	2.4	23.9	9.9	47.9	64.6	669.7
2010	179.1	164.6	73.0	69.3	6.4	2.1	2.2	1.0	6.2	21.2	13.4	142.9	681.4
2011		233.8	96.9	104.8									
Pp Maxima	362.1	273.9	284.8	134.9	45.1	39.5	31.8	111.1	80.9	105.5	150.5	151.7	1079.6
Pp Media	166.8	153.2	128.4	43.7	8.5	3.6	4.1	10.8	16.7	25.8	38.7	85.9	687.9
Pp Minima	32.9	24.1	26.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	345.1

### 3. Precipitaciones de 24 horas máximas/año

La tabla N° 04 presenta las precipitaciones de 24 horas máximas/año (precipitaciones diarias) en cada estación en la cuenca del Río Majes Camaná.

**Tabla N° 04-1: Precipitaciones de 24 horas máximas/año (pp diarias) en cada estación en la cuenca del Río Majes Camaná (1/2)**

Year	Andahua	Aplao	Ayo	Cabanacon de	Camaná	Caravelí	Chachas	Chichas	Chiguata	Chinchaylla pa	Chivay	Choco	Chuquibamba	Cotahuasi	Crucero Alto	El Frayle	Huambo
1963													20.0				
1964		7.2						13.0					10.5	11.8	21.5		28.8
1965		2.2				10.0	18.2	24.0	7.5	20.0	14.2	8.0	0.9	16.3	38.1		23.3
1966		2.2			6.0	0.0	15.8	23.0	9.3	7.0	24.0	8.4	13.3	17.2	31.5		17.7
1967		7.3			2.5	14.0	16.7	3.8	17.1	18.9		8.2	29.5	18.8	34.7		28.4
1968		0.6			2.5	29.0	22.0	19.7	16.3	30.0		9.8	23.3	30.1	38.5		22.5
1969		1.5			13.0	7.0	27.0	30.2	9.0	19.3		11.1	37.4	18.2	26.8		17.8
1970	18.0	7.5	11.5	24.8	0.4	19.6	30.5	25.6	8.2	25.2		14.3	35.3	14.2	21.9		23.7
1971	22.0	4.7	13.5	31.1	5.2	4.5	34.5	22.0	16.0	50.0	21.5	31.5	28.5	17.1	18.5	24.1	25.1
1972	30.1	2.8	12.0	26.9	5.4	19.3	23.6	10.0	39.0	28.9	21.5	18.2	32.5	59.4	27.2	19.7	40.3
1973	21.9	6.3	9.1	25.0	16.4	7.3	21.7	15.0	19.5	20.0	24.0	16.6	32.8	30.0	32.8	21.7	20.7
1974	23.4	1.4	7.1	22.0		4.3	18.5	8.3	30.9	21.5	30.0	15.5	18.4	16.0	27.9	25.4	31.2
1975	71.0	1.2	9.0	29.2	8.0	4.0	33.3	23.6	23.3	18.8	49.0	24.0	20.5	26.4	28.5	21.8	26.4
1976	27.5	5.4	13.4	33.4	10.3	30.0	36.7	10.1	42.9	20.0	24.5	20.2	36.6	22.5	15.0	15.8	22.7
1977	19.2	1.8	7.3	28.9	2.1	5.7	27.0	14.0	34.6	23.0	38.0	15.0	30.7	20.8	28.4	32.4	14.0
1978	19.8	0.3	10.5	26.0	1.3	0.5	22.4	7.0	12.8	16.7	17.0	33.3	19.2	19.2	14.9	31.5	28.7
1979	16.4	0.0	8.6	16.9	0.5	10.1	17.4	5.8	24.8	25.8	20.6	15.0	12.2	20.1	31.0	16.5	21.1
1980	18.7	0.3	10.0	17.1	0.0	5.3	21.6	9.8	12.4	15.5	28.3	7.7	15.8	26.7	24.7	21.7	16.7
1981	20.6	2.3	11.4	26.5	0.3	23.0	24.5	15.0	28.9	20.0	20.6	18.6	25.8	40.7	21.5	30.4	23.2
1982	20.1	0.0	4.1	31.0	6.5	2.5	13.9	6.8	9.2	17.0	29.8	19.0		13.2	38.9	27.7	16.4
1983	5.4	0.0	0.1	21.1	4.0	2.8	7.3	6.0	3.8	14.3	9.0	10.0			20.0	32.5	17.4
1984	28.6	13.0	18.9	33.5		22.7	29.0	13.8	21.0	34.1	36.2	22.1		24.3	28.3	17.8	33.9
1985	17.9	0.0	12.2	29.1		2.0	19.0	22.9	20.3	20.7	25.5	15.0		18.9	22.9	21.2	24.6
1986	22.4	6.0	12.8	71.5		11.3	21.3	23.5	37.9	18.8	27.5	18.0		30.0	19.2	18.4	34.4
1987	30.7	0.8	10.3	92.8		2.2	36.0	21.0	39.4	18.7	17.4	10.0	27.2	17.3	14.4	12.6	42.8
1988	30.7	0.4	9.9	40.0		8.4	22.8	22.2	22.7	18.4	31.3		7.2	26.9	18.8	20.0	30.4
1989	32.8	0.5	5.3	24.5		12.5	19.0	27.5	32.2	19.1	13.0	11.7	33.0		19.2	18.6	17.0
1990	20.6	1.6	4.5	23.0		6.5	35.6	12.9	18.9	18.5	34.7	13.3	23.0		18.0	58.5	36.0
1991	33.2	0.9	3.4	6.9		0.0	20.0	12.0	13.5	20.0	36.8	16.7	3.2		19.5	23.5	15.8
1992	12.4	2.8	1.8	17.0			10.5	2.3	5.2	14.8	8.0	10.4			13.9	18.2	6.3
1993	17.8	0.3	1.7	20.0		2.0	16.1	12.5	21.8	14.3	16.4	6.5	8.0		22.6	24.7	16.8
1994	31.4	1.2	8.6	23.2		11.0	23.0	26.1	35.3	21.6	16.0	16.7	36.8	0.0	32.1	39.0	16.9
1995	21.6	2.1	14.8	32.8	0.0	15.2	18.6	22.2	48.8	30.6	30.1	24.0	29.6	14.7	31.8	32.5	17.9
1996	22.4	1.3	15.6	22.2	0.9	1.9	21.1	19.5	10.2	25.0	39.7	11.8	10.0	29.8	27.6	21.4	16.9
1997	28.9	3.7	18.3	51.0	2.2	33.0	35.4	14.2	44.0	29.4	30.3	21.3	19.6	26.7	27.4	21.6	32.9
1998	33.5	1.2	16.9	38.3	3.6	18.5	25.9	29.6	12.6	34.9	23.4	24.5	82.0	26.2	23.6	20.9	25.3
1999	26.6	1.4	14.5	32.9	2.3	7.1	35.3	23.0	25.0	24.0	29.2	19.2	26.0	33.0	32.7	25.7	26.6
2000	24.9	1.0	8.6	24.6	2.9	15.6	15.8	19.8	36.2	45.1	24.4	18.4	28.0	26.6	21.9	15.9	18.7
2001	30.6	2.0	15.4	48.6	1.4	11.5	19.0	17.4	20.9	31.5	29.8	19.8	70.4	22.8	25.9	13.4	17.0
2002	27.3	4.8	16.6	30.6	4.4	13.7	22.5	22.6	24.3	28.8	28.1	20.9	47.7	27.5	30.6	17.8	27.9
2003	17.5	0.0	8.7	19.3	0.4	0.0	17.8	8.7	9.2	31.6	14.7	13.7	14.5	18.0	15.7	11.7	25.5
2004	23.0	9.0	35.6	22.9	0.5	1.5	21.4	18.9	18.7	25.8	24.8	24.6	16.6	25.7	28.2	28.4	30.4
2005	21.1	1.7	12.1	24.4	0.8	16.5	12.8	10.7	13.0	39.1	27.8	13.6	14.6	11.0	35.3	20.1	18.3
2006	25.0	0.9	9.4	25.3	0.6	4.2	19.6	18.3	14.4	30.9	26.5	17.7	18.2	13.5	23.4	28.3	31.8
2007	21.6	2.7	14.0	27.4	3.0	2.6	28.6	10.6	23.4	30.2	24.7	40.0	10.9	25.4	32.5	21.2	21.0
2008	23.3	6.4	23.5	24.0	9.8	5.0	18.0	25.7	20.7	30.8	35.7	23.8	15.4	17.4	15.4	28.2	29.2
2009	19.7	0.0	10.2	16.8	3.2	9.1	17.1	23.0	9.9	28.6	30.6	20.6	15.7	11.8	32.7	43.6	16.8
2010	27.2	0.9	7.8	23.9	4.5	1.3	18.7	9.3	9.7	25.6	26.9	11.9	17.0	17.7	33.8		23.3
2011	21.2	2.0	13.3	26.6		7.2	31.2	15.1	19.2		27.7	19.8	17.0	21.7	27.9		32.9

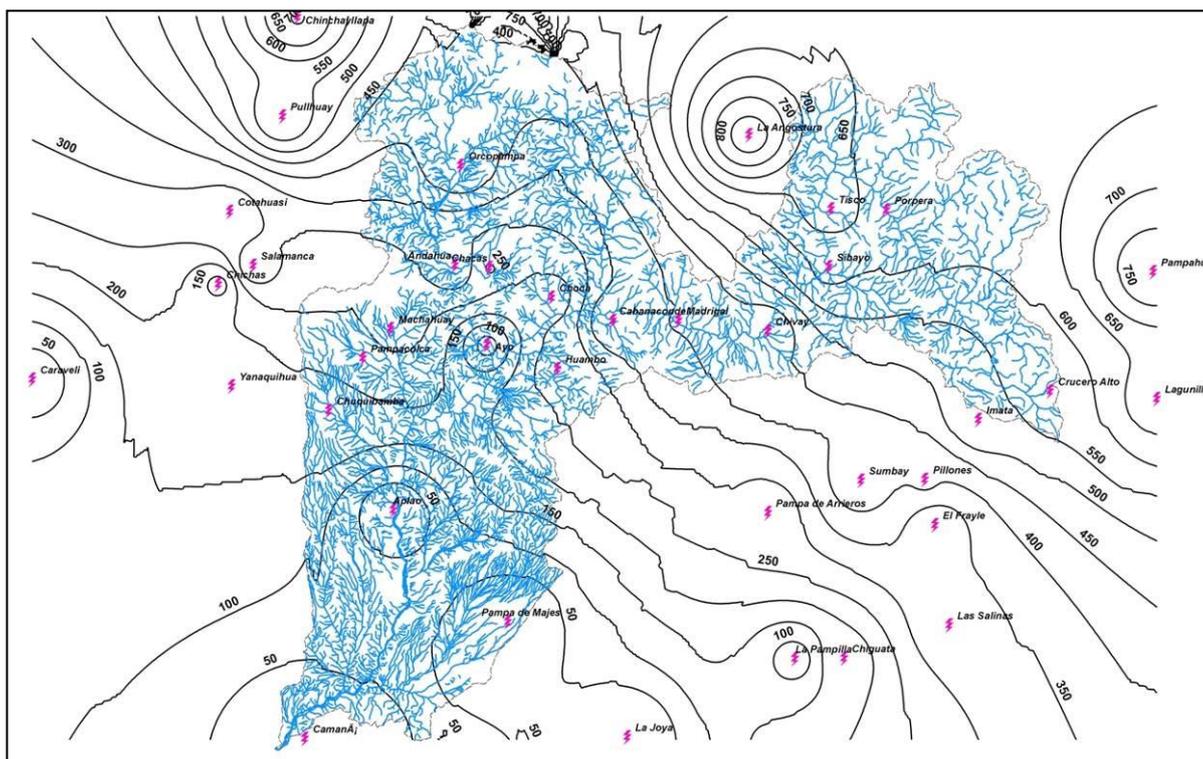
**Tabla N° 04-2: Precipitaciones de 24 horas máximas/año (pp diarias) en cada estación en la cuenca del Río Majes Camaná (2/2)**

Year	Imata	La Angostura	La Joya	La Pampilla	Lagunillas	Las Salinas	Machahuay	Madrigal	Orcopampa	Pampa de Arrieros	Pampa de Majes	Pampacocla	Pampahuta	Pillones	Porpera	Pullhuay	Salamanca	Sbayo	Sumbay	Tisco	Yanaquihua
1963																					20.5
1964						21.5				15.3		12.7								28.2	7.2
1965						18.0	8.0	18.7		20.0		17.7		60.7		30.2	15.0			47.8	
1966			0.0			19.9		18.4		11.6		8.2		19.0	32.7	12.2	10.5		12.5	33.5	17.6
1967			1.0			19.2	20.3	20.1		34.0		29.9		23.1	26.7	28.5	22.6		22.3	45.6	14.1
1968			3.0			17.2	23.5	28.1		15.0		21.2		33.7	36.7	21.6	18.5		30.7	30.9	23.8
1969			0.0			20.0	16.1	20.7		17.3		43.8		21.5	45.8		21.5		67.5	50.0	17.5
1970	21.5	34.6	5.1		34.2	11.0	22.9	18.9	83.1	16.3	1.9	22.1	33.3	23.2	40.5	26.3	24.6	35.9	18.6	36.0	42.6
1971	32.2	40.5	0.7		24.9	23.1	16.6	22.5	17.0	20.9	7.1	18.7	33.6	31.4	38.5	54.3	26.9	26.0	39.5	24.9	10.1
1972	33.4	38.0	1.7	21.3	24.3	13.6	40.2	33.3	27.3	41.8	1.0	27.5	35.4	22.3	36.0	40.0	30.7	51.3	36.7	44.7	55.0
1973	35.2	27.7	0.6	22.1	41.3	13.2	24.1	16.2	57.0	18.0	21.5	23.5	31.4	15.6	21.2	41.1	24.2	29.8	22.5	25.7	20.9
1974	34.7	43.7	4.0	16.0	43.6	12.4	13.5	31.6	36.7	17.2	1.8	19.5	33.1	9.4	27.5	29.2	17.5	40.0	44.0	37.4	17.2
1975	23.7	56.5	3.0	46.7	39.4	10.4	23.2	24.9	29.2	19.8	1.2	18.8	26.2	18.3	21.0	44.1	32.4	26.1	27.2	37.7	15.9
1976	24.1	44.0	4.3	24.0	23.7	15.0	23.1	24.9	23.7	30.7	2.2	25.2	35.2	17.6	13.5	35.3	22.3	31.4	23.8	38.5	18.7
1977	24.2	52.2	0.0	6.8	25.8	16.9	9.6	20.1	21.9	27.3	1.8	31.6	27.0	28.3	21.5	25.5	20.2	30.5	18.3	38.5	34.5
1978	35.1	36.2	0.0	8.0	27.7	12.3	9.2	25.1	26.5	20.0	0.0	27.4	34.0	38.5	22.4	21.8	15.3	31.3	36.8	33.2	9.3
1979	30.6	22.2	0.0	10.9	32.5	13.9	17.0	15.8	25.7	9.5	0.0	27.6	31.8	19.4	17.5	22.3	17.7	40.8	22.0	49.0	15.1
1980	21.2	38.7	3.0	6.2	26.2	24.8	29.0	19.5	18.9	29.8	0.8	15.7	36.5	17.4	21.2	19.5	10.8	23.6	16.8	42.5	13.5
1981	36.3	37.9	0.0	5.4	36.4	18.6	14.0	33.8	21.8	26.4	0.3	19.6	45.3	28.1	19.2	33.1	34.2	31.2	24.5	52.0	21.6
1982	20.7	31.0	0.0	3.9	25.6	17.1	9.2	18.8	19.1	20.9	0.0	18.5	22.9	16.1	15.0	15.5	14.8	35.8	18.9	37.0	12.1
1983	15.4	38.2	0.0	1.5	33.0	10.0		10.0	15.3		0.1	15.0	30.4	23.8	16.0	13.8	12.9	21.5		30.0	38.0
1984	29.3	89.9	3.0	14.7	32.0	13.4	24.0	24.6	32.2	50.6	0.9	26.6	43.6	28.0	14.7	33.9	49.0	40.1	25.7	33.0	41.0
1985	34.9	53.2	2.3	15.3	28.3	14.5	18.4	31.1	18.1	20.3	0.8		32.6	20.1	21.5	23.7	14.7	23.4		26.5	14.0
1986	27.8	35.9	18.7	18.4	25.3	10.1	37.5	20.7	14.9	50.7	21.1		35.7	32.0	16.5	26.1	21.8	25.9		50.0	53.0
1987	23.9	24.4	0.0	19.0	29.4	12.5	9.0	19.8	19.6		0.6	39.0	25.2	13.6	11.0	15.5	25.0	19.3	30.0	35.0	68.5
1988	20.1	56.3	0.1	11.5	23.5	11.7	30.0	34.4	28.8	6.0	1.0	0.0	32.4	30.1	17.5	14.2	28.9	47.2	39.0	39.0	11.5
1989	18.2	26.6	1.3	22.9	28.1	13.6	38.0	16.7	22.0	37.7	1.8	0.0	34.3	17.0	15.4	20.6	17.6	18.2	56.4	30.0	43.1
1990	37.0	33.1	4.0	11.5	28.9	9.6	18.5	24.6	29.0		6.1		27.1	31.7	17.0		23.1	41.3	58.0	48.0	22.3
1991	31.0	48.4	0.0	7.7	23.1	9.6	18.4	12.4	15.7	19.6	11.6		32.1	36.0	22.0		19.5	24.6	32.0	30.5	11.9
1992	27.1	34.8	1.2	3.4	19.2	9.3	5.2	22.0	13.0	4.4	8.4	0.5	36.6	23.8	12.0	18.2	6.8	19.2	28.0	23.2	0.3
1993	27.6	32.0	0.7	13.5	36.7	14.1	20.0	12.1	15.0	29.4	0.1	0.0	36.3	50.5	27.6	31.8	15.6	27.3	35.0	32.0	13.8
1994	28.6	35.8	0.0	13.6	23.7	25.5	44.5	17.3	30.0	18.2	2.2	6.7	37.3	30.8	35.4	33.9	29.5	34.9	35.8	35.0	27.9
1995	27.7	48.6	0.0	28.0	29.5	41.2	27.5	33.9	19.0	14.0	10.5	28.2	25.4	22.6	46.0	14.9	22.6	36.3	31.3	43.8	44.1
1996	23.9	49.0	0.0	12.1	21.5	21.1	15.0	25.4	27.0	1.2	0.0	16.0	39.8	16.9	38.4	18.2	13.3	21.3	25.4	32.9	11.3
1997	22.7	31.4	1.9	33.4	22.8	21.5	38.0	30.7	18.5	14.8	2.7	27.9	42.3	21.0	42.3	20.6	32.7	33.6	27.8	32.0	63.9
1998	30.6	40.9	0.5	9.5	31.2	24.5	17.1	24.6	23.3	15.7	1.8	42.4	38.0	26.4	36.9	18.7	24.7	30.0	27.7	120.0	39.4
1999	57.2	39.0	0.0	12.3	30.0	42.3	20.6	27.9	32.8	18.5	2.5	24.2	38.6	26.6	88.3	19.0	31.7	30.5	27.0	43.8	22.2
2000	21.9	31.4	0.5	23.7	22.5	20.6	26.2	26.3	24.3	25.6	3.7	27.4	34.4	22.1	38.8	26.1	21.4	27.8	27.9	32.2	17.1
2001	52.5	49.3	2.4	30.0	34.5	27.2	34.7	36.2	20.8	20.8	1.0	27.4	49.9	25.1	30.1	29.6	26.2	30.3	26.6	33.0	30.1
2002	25.5	37.5	1.0	15.4	26.3	42.0	28.0	29.8	27.6	72.4	6.8	39.8	47.9	35.7	31.3	22.5	18.5	42.4	23.0	39.2	26.2
2003	23.8	31.5	0.0	5.5	37.8	19.5	16.7	15.1	18.3	7.2	0.4	17.3	36.4	15.6	37.0	23.1	21.0	31.5	14.3	28.5	6.7
2004	32.5	22.9	2.3	8.4	29.7	39.6	19.4	21.2	26.5	13.4	3.5	15.4	40.0	26.4	31.5	34.8	22.6	47.2	16.9	30.6	13.4
2005	31.4	32.2	0.0	5.2	37.8	28.4	25.0	35.7	27.0	8.8	0.2	23.2	43.3	21.3	30.7	25.0	12.9	33.5	21.7	29.7	12.1
2006	55.4	37.5	0.0	14.9	33.2	21.2	28.0	38.2	17.0	5.2	0.0	29.1	33.1	30.4	38.9	32.0	20.8	30.6	21.5	34.6	13.6
2007	28.2	26.3	6.7	7.9	16.4	24.4	23.1	20.4	24.4	8.6	11.0	18.4	33.0	25.6	36.1	23.8	18.2	25.2	16.0	27.6	10.6
2008	30.2	34.3	5.4	25.5		32.8	21.5	18.8	19.2	22.7	9.0	17.3	38.6	23.1	37.8	19.8	10.4	45.2	15.8	44.0	21.5
2009	33.0	29.2	0.0	8.4		18.2	30.8	28.0	18.3	19.2	1.5	19.1	26.3	22.3	35.2	28.7	16.4	29.4	16.1	30.7	17.4
2010	27.5	33.2	0.6	4.7		13.6	10.7	29.6	22.2	10.6	1.0	21.7	32.7	21.0	29.4	19.9	14.7	34.5	20.6	25.6	9.2
2011	30.7	31.7	1.5	17.0		24.8	22.9	34.1	20.5	15.8	4.9	15.3	28.3	32.1	44.7	30.7	20.3	40.6		32.0	17.8

#### 4. Mapa de isoyetas

En la figura 02 se presenta el mapa de isoyetas de la cuenca del Río Majes-Camaná. Esta cuenca se caracteriza porque la precipitación anual varía considerablemente dependiendo de las zonas, con un mínimo de 50mm y máximo de 750 mm aproximadamente. La precipitación es baja cuanto más cerca esté de la costa del Pacífico (cuenca baja), y se va incrementando a medida que se va aumentando las altitudes (cuenca alta).

La precipitación anual en la cuenca baja, sujeta a control de inundaciones, es reducida oscilando entre 50 y 200 mm.



Fuente: Elaborado por el Equipo de Estudio de JICA con base en los datos de SENAMHI

**Figura N° 02: Mapa de isoyetas-Cuenca río Majes Camaná**

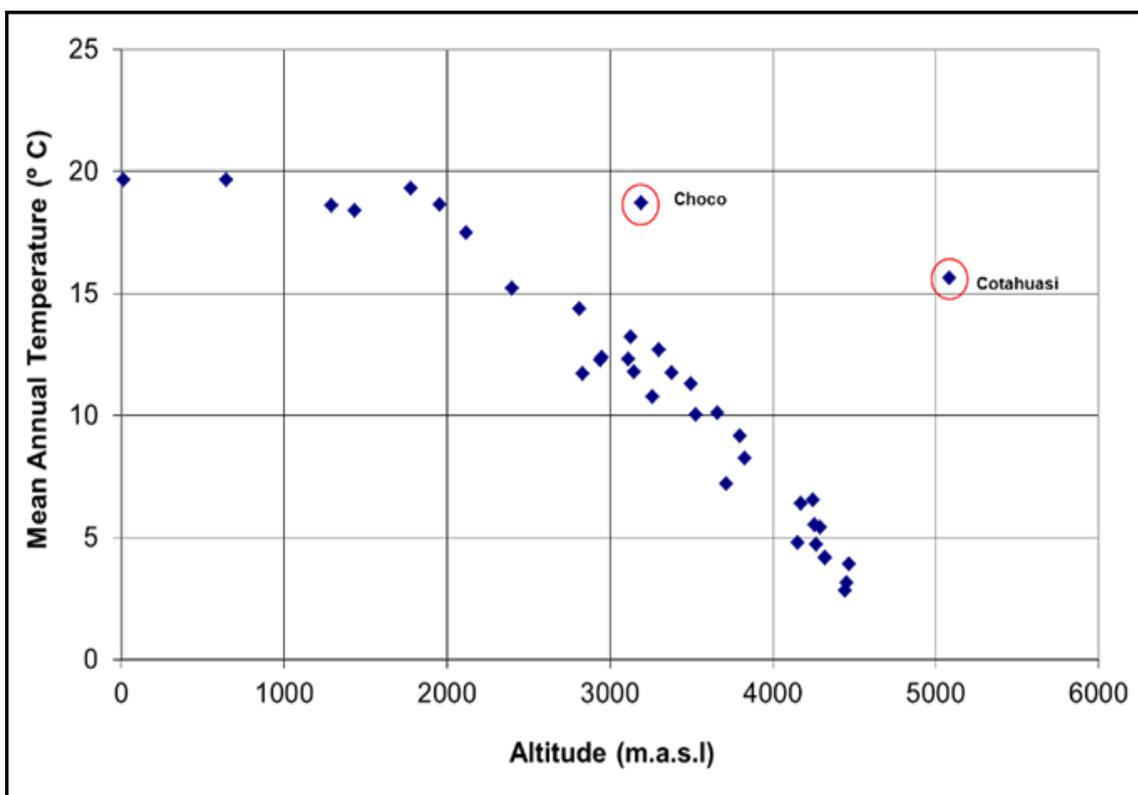
#### b) Temperatura

En la cuenca del río Majes-Camaná, se registra una temperatura media anual semi cálida del orden de 19°C en la cuenca baja hasta 800m de altitud y a partir de dicha altitud la temperatura va bajando gradualmente. En las estaciones Pampacolca y Chuquibamba, ubicadas entre 2,200m y 3,100m de altitud, se registran temperaturas entre 10.8 °C y 12.9°C. En cuanto a la temperatura media mensual máxima es de 20°C y la mínima de -6.8°C.

La tabla 05 presenta la temperatura media anual y la altitud de cada estación. Asimismo la Figura03 muestra la relación entre la altitud y la temperatura media anual.

**Tabla 05: Altitud y temperatura media anual en las estaciones ubicadas en la cuenca del río Majes Camaná**

Weather Station	Altitude (m.a.s.l.)	Mean Annual Temperature (°C)
Andahua	3528	10.05
Aplao	645	19.67
Ayo	1956	18.64
Cabanaconde	3379	11.74
Camaná	15	19.67
Caravelí	1779	19.29
Chachas	3130	13.20
Chichas	2120	17.47
Chiguata	2943	12.27
Chivay	3661	10.09
Choco	3192	18.70
Chuquibamba	2832	11.71
Cotahuasi	5088	15.62
Crucero Alto	4470	3.91
El Frayle	4267	4.72
Huambo	3500	11.30
Imata	4445	2.83
La Angostura	4256	5.50
La Joya	1292	18.59
La Pampilla	2400	15.20
Lagunillas	4250	6.52
Las Salinas	4322	4.20
Machahuay	3150	11.76
Madrigal	3262	10.75
Orcopampa	3801	9.16
Pampa de Arrieros	3715	7.18
Pampa de Majes	1434	18.40
Pampacolca	2950	12.37
Pampahuta	4320	4.16
Pillones	4455	3.13
Porpera	4152	4.79
Pullhuay	3113	12.30
Salamanca	3303	12.68
Sibayo	3827	8.23
Sumbay	4294	5.42
Tisco	4175	6.39
Yanaquihua	2815	14.38



**Figura N° 03: Relación entre la altitud y la temperatura media anual en las Estaciones.**

### 3.2. GEOLOGÍA

Se ha formado un cañón por la erosión de 800m aproximadamente de suelo, donde en el medio recorre el río. El ancho del valle es de 4,2 km, el ancho del río es de 400 m.

En la superficie de la montaña no se aprecia vegetación alguna, se observan la formación de depósito de materiales clásticos desprendidos por el derrumbe o por la erosión eólica

La roca sedimentaria del periodo Mesozoico es la principal de los patrones de producción, principalmente por el mecanismo de la caída de grandes gravas y fracturación y la erosión eólica. no se observa vegetación enraizada probablemente por el arrastre de sedimentos.

### 3.3. SITUACIÓN ACTUAL DE LA VEGETACIÓN Y REFORESTACIÓN

El estudio más reciente sobre la clasificación de la vegetación es el que fue realizado por la FAO en el año 2005, con la colaboración del INRENA. En este estudio se utilizó como base de datos el Mapa Forestal 1995.

**Tabla 3.1.-6 Registro historial de forestación 1994-2003 (antiguamente Departamento)**

(Unidades: ha)

Departamento	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	Total
Arequipa	3.758	435	528	1.018	560	632	nr	37	282	158	7.408

De acuerdo con el Mapa Forestal 1995 y sus aclaratorias, la distribución de las cuencas que se extienden desde la costa hasta las sierras andinas, por lo general, presentan diferentes coberturas vegetales según las altitudes. En esta cuenca las zonas desde la costa hasta unos 2,500msnm tienen muy poca vegetación, caracterizándose por terrenos áridos principalmente de las herbáceas y cactáceas, como Tillandsiaspp, la tara (Caesalpineaspinosa), la flor de amancaes (Ismeneamancae), cactus (Haageocereusspp.), trébol (Oxalisspp.), papa silvestre (Solanumspp) entre otros y aún subiendo un poco más de altitud sólo existen escasos arbustos diseminados en el área.

#### 3.4. INVENTARIO DE PUNTOS CRÍTICOS EN LA ZONA DE ESTUDIO

Dentro de las actividades del programa de protección de valles y poblaciones rurales y vulnerables ante inundaciones, se elaboró el estudio de factibilidad del estudio "Instalación – Implementación de medidas de Prevención para el Control de Desbordes e Inundaciones del Río Majes Camaná – Provincia Majes Camaná – Departamento de Lima. Como resultado de este estudio se identificaron los 7 tramos más vulnerables ante inundaciones, los cuales se detallan en la tabla N° 07.

**Tabla N° 07: Lista de tramos vulnerable ante inundaciones**

Tramo N°	Tramo Progresiva	Longitud (Km)	Medidas Estructurales propuestos en el PIP	Distrito
1	0+000 al 4+500 Margen izquierdo	4.50	Dique Margen Izquierda 4.5 km.	José María Quimper
2	7+500 al 9+500 Margen izquierdo	2.00	Dique Margen Izquierda 2 km.	Nicolás de ]Pierola
3	11+000 al 17+100 Margen izquierdo	6.00	Dique Margen Izquierda 6 km.	Uraca
4	48+000 al 50+600 Margen izquierda	2.50	Dique Margen Izquierda 2.5 km. Reforestación MI 2.5 km x 11 m.	Uraca
5	52+100 al 56+300 Margen izquierdo	4.00	Dique Margen Izquierda 4.3 km. Reforestación MI 4 km x 11 m.	Uraca
6	59+400 al 62+600 D 59+600 al 62+600 I	6.50	Dique Margen Derecha 3.3 km. Margen Izquierda 2.9 km. Reforestación MD 3.5 km x 11 m. Reforestación MI 3.0 km x 11 m.	Uraca
7	65+400 al 66+500 D 64+700 al 66+700 I	3.50	Dique Margen Derecha 1.3 km. Margen Izquierda 1.6 km. Reforestación MD 1.5 km x 11 m. Reforestación MI 2.0 km x 11 m.	Uraca

Total 29 km

### 3.5. NIVELES Y ZONAS DE INUNDACIÓN

Una de las características de los ríos objeto de estudio es que se producen inundaciones estacionales acompañadas de una afluencia de gran cantidad de sedimentos, provocando la erosión de las márgenes, la subida del

lecho y la consecuente disminución de la capacidad hidráulica, lo que da lugar a la ocurrencia de frecuentes inundaciones. A continuación se resume las características del desbordamiento del río.

**Tramo 1:**

Los diques existentes en este tramo se encuentran muy obsoletos, existiendo numerosos tramos erosionados. Actualmente, se producen desbordamientos en el río arriba (río Majes), por lo que los que ocurren en este tramo están amortiguados. Tramo donde se requiere tomar medidas contra el envejecimiento de los diques existentes y asegurar la altura necesaria de los mismos.

**Tramo 2:**

Actualmente, se producen desbordamientos en el río arriba (río Majes), por lo que los que ocurren en este tramo resultan amortiguados. Cuando avance la rehabilitación río arriba de ahora en adelante, aumentará el impacto en este tramo, siendo enorme la superficie anegable. Tramo donde el desbordamiento en la margen izquierdo puede afectar al centro de Camaná y a extensos terrenos agrícolas

**Tramo 3:**

Existe una bocatoma en el km13 aproximadamente, mediante un canal de agua construido a lo largo del río. Actualmente, el dique construido en el margen izquierdo en el km12, se encuentra parcialmente erosionado, por lo que existe preocupación por la influencia que pueda ejercer en dicho canal adyacente. Tramo donde la inundación puede afectar enormemente al canal de riego

**Tramo 4:**

Tramo donde escasea más la capacidad hidráulica en este río, razón por la cual aun cuando se trata de una crecida muy pequeña, empieza a desbordarse el agua, y los daños son más grandes conforme al aumento de la magnitud de la crecida.

Tramo donde es importante asegurar la capacidad hidráulica y mejorar los diques.

**Tramo 5:**

Tramo donde es importante asegurar la capacidad hidráulica y mejorar los diques para proteger la segunda zona agrícola más importante del Valle Majes.

**Tramo 6:**

Escasea la capacidad hidráulica debido al estrangulamiento, produciéndose frecuentemente inundaciones en los terrenos agrícolas río arriba. Es importante asegurar la capacidad hidráulica y mejorar los diques para proteger los terrenos agrícolas.

**Tramo 7:**

Tramo donde aun cuando se trata de una crecida muy pequeña, empieza a desbordarse el agua, y los daños son más grandes conforme al aumento de la magnitud de la crecida. es importante asegurar la capacidad hidráulica y mejorar los diques.

## 4. DELIMITACION DE LA FAJA MARGINAL

---

### 4.1. ASPECTO TOPOGRÁFICO

---

Se realizó el levantamiento topográfico entre las progresivas 0+000 al 66+500, con mayor detalle en los tramos crítico, a lo largo de los 29 Km, mediante el establecimiento de una poligonal principal de apoyo de cinco estaciones; y el de sección longitudinal del río y de secciones transversales del cauce del río, han sido levantadas por métodos satelitales mediante mediciones de tiempo real (sistema RTK). El levantamiento topográfico fue realizado a partir de los vértices de la Poligonal de apoyo, empleándose para este fin las Coordenadas UTM derivadas del proceso respectivo.

Esta actividad se realizó mediante el empleo de estaciones totales electrónicas, serie GPT-3000 con láser infrarrojo a partir de los puntos de control de poligonal básica de apoyo, establecidos con el objeto de que los planos a generar se encuentren dentro de los parámetros cartográficos en sistema UTM, y topográfica para las secciones respectivas, de acuerdo a escalas que permitan la visualización completa de los detalles del terreno. Se están registrando en los levantamientos los detalles con su respectiva codificación. Las curvas de nivel menores son cada metro y las curvas de nivel mayores son cada 1 metros.

En el Anexo 1 se muestran los planos de planta, perfil longitudinal y secciones transversales cada 100 metros en escala 1:2500.

### 4.2. ASPECTOS FISIOGRAFICOS

---

El presente estudio corresponde al diagnóstico físico de una sección de la cuenca del Río Majes Camaná, correspondiente al área de influencia del estudio de Delimitación de la Faja Marginal en los valles de Majes y Camaná.

Es importante saber, que nuestro río, nace en la laguna Ticllacochoa, ubicada al pie de las cordilleras de Ticlla y Pichahuarco, en la divisoria de cuencas con el río Mala. Su caudal es alimentado con las aguas de una serie de lagunas y nevado importante y discurre cambiando constantemente de dirección, especialmente en el sector más alto. Luego de recorrer aproximadamente 220 km. con una pendiente promedio de 2% desemboca en el Océano Pacífico.

#### 4.2.1. Características Fisiográficas

---

Las características físicas de una cuenca son elementos que tienen una gran importancia en el comportamiento hidrológico de la misma. Dichas características físicas se clasifican en dos tipos según su impacto en el drenaje: las que condicionan el volumen de escurrimiento como el área y el tipo de suelo de la cuenca, y las que condicionan la velocidad de respuesta como el orden de corriente, la pendiente, la sección transversal, etc.

- **Coefficiente de Compacidad.**

Es la relación entre el perímetro de la cuenca ( Km. ) y la longitud de la circunferencia de un círculo de área igual a la de la cuenca (km<sup>2</sup>).

En donde:

$$A = \pi R^2 \quad R = \sqrt{\frac{A}{\pi}} = \sqrt{\frac{317.43 \text{ Km}^2}{3.1416}} = 10.05 \text{ Km}$$

$$K_c = \frac{P}{2\pi R} = 0.28 \frac{P}{\sqrt{A}} = \frac{116.28 \text{ Km}}{\sqrt{317.43 \text{ Km}^2}}$$

$$\mathbf{K_c = 1.83}$$

P: perímetro de la cuenca, en km.

A: área de drenaje de la cuenca, en km<sup>2</sup>

Este coeficiente es un número adimensional, que varía con la forma de la cuenca, independientemente de su tamaño; cuanto más irregular sea la cuenca, mayor será el Coeficiente de Compacidad. Una cuenca circular posee un coeficiente mínimo, igual a uno y tiene mayor tendencia a las crecientes, en la medida en que este número sea próximo a la unidad. En el presente estudio, el coeficiente de compacidad es igual a 1.83 e indica que la cuenca puede presentar inundaciones, debido a que los tiempos de concentración de los diferentes puntos de la cuenca, son relativamente similares, lo que conlleva a la mayor posibilidad de que se presenten grandes avenidas.

- **Factor de Forma de Horton**

Es la relación entre el ancho medio y la longitud axial de la cuenca. La longitud axial de la cuenca, se mide cuando se sigue el curso de agua mas largo, desde la desembocadura hasta la cabecera más distante en la cuenca. El ancho medio, B, se obtiene cuando se divide el área por la unidad de longitud axial de la cuenca.

$$K_f = B/L$$

$$B = A/L$$

$$K_f = A/L^2$$

$$K_f = \frac{A}{L} = \frac{A}{L^2} = \frac{317.43 \text{ Km}^2}{(34.340 \text{ Km})^2}$$

$$\mathbf{K_f = 0.27}$$

En donde:

B: ancho medio, en Km.

L: longitud axial de la Cuenca, en Km.

A: área de drenaje, en Km<sup>2</sup>.

Una cuenca con un factor de forma bajo, está menos sujeta a inundaciones que otra del mismo tamaño pero con mayor factor de forma.

- **Curva Hipsométrica**

Las curvas hipsométricas sirven, además, para definir características fisiográficas de las cuencas; es la representación gráfica del relieve de una cuenca, representa el estudio de la variación de la elevación de las diferentes superficies de la cuenca, con referencia al nivel medio del mar. Esta variación puede ser indicada por medio de un gráfico, que muestre el porcentaje de área de drenaje que existe por encima o por debajo de varias elevaciones.

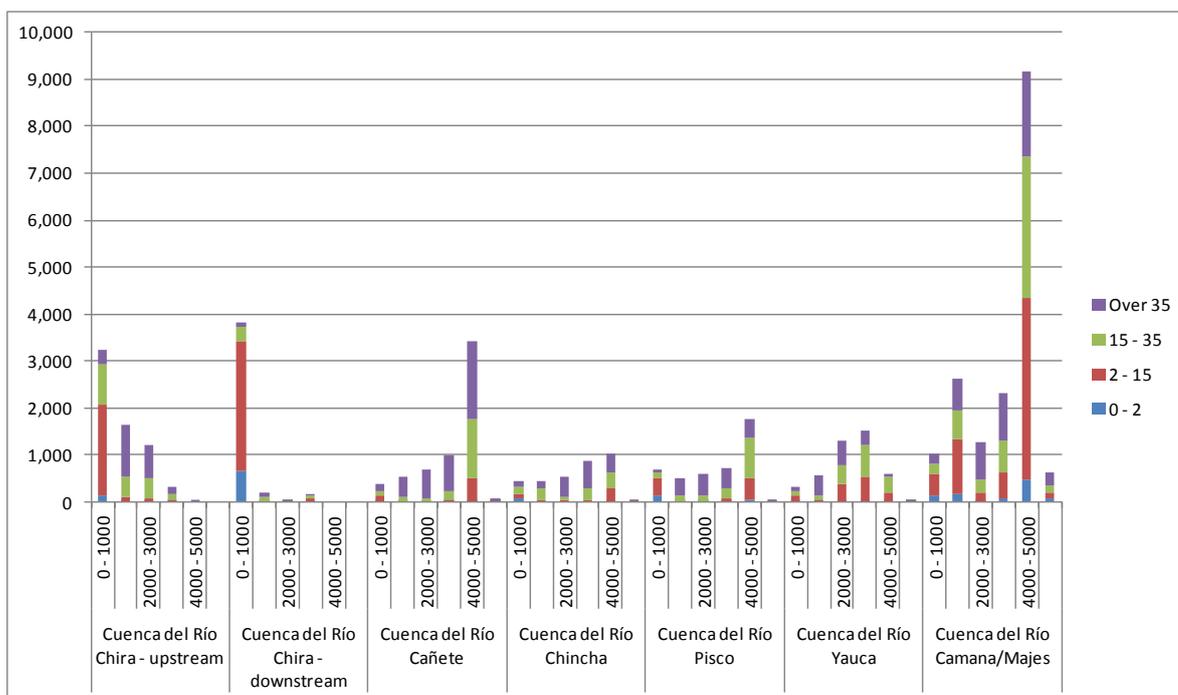
- **Altitud Media de la Cuenca**

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.

- **Pendiente del Río Majes Camaná**

En la cuenca de Majes Camaná, las pendientes superiores a 35° representan el 60%, existen muchas pendientes con más de 35°, principalmente en altitudes entre 4,000~5,000m.

**Tabla N ° 08: Relación entre pendiente y altitud en cada cuenca**



#### 4.2.2. Aspectos Ambientales de las obra de control de inundaciones proyectadas

A continuación se describen los impactos ambientales positivos y negativos directos e indirectos, que la ejecución del estudio podría generar en el ámbito de influencia de la zona; los hitos a ser colocados no dañan el medio ambiente en forma considerable, por ser construidos básicamente de piedras y cemento con superficie pulidas. En lo posible y en lugares necesarios se realizará una reforestación, como parte de los trabajos referente a defensas ribereñas naturales.

- **Incorporación de la Obra al Paisaje Natural.**

Si bien es cierto las nuevas estructuras se incorporan gradualmente al paisaje del lugar, hasta constituirse en un nuevo elemento más en la armonía del lugar, constituye inicialmente un factor de alteración del paisaje a tomarse en cuenta.

Sin embargo en cuanto a la fauna, los hitos a ser colocados no alteran significativamente los ecosistemas en las que son emplazados, no impiden el flujo natural de las aguas, ni el desarrollo de especies vegetales nativas. En consecuencia, no provocan impacto negativo a las comunidades biológicas, en el caso del río desde el fitoplancton hasta los peces y en el caso de los suelos desde microorganismos hasta animales que componen la fauna local.

- **Generación de Ruidos.**

La generación de ruidos será mínima, debido a que no se hará uso de maquinaria pesada en la fase de colocación de hitos, solo será necesario vehículos adecuados para el transporte de hitos. En caso de ejecutar obras con respecto a los caminos de vigilancia se podría alterar el

hábitat de la fauna, originando migraciones de las especies. Debe tomarse en cuenta este punto en la realización de obras.

- **Emisiones Atmosféricas.**

La utilización de las maquinarias y vehículos puede ocasionar la emanación de las partículas en niveles que podrían alterar las condiciones atmosféricas. Las emisiones de monóxido de carbono, óxido de nitrógeno e hidrocarburos volátiles de plomo, pueden generarse por el mal funcionamiento de los vehículos. Debido a que no será necesario maquinaria pesada, solo vehículos para el transporte de hitos, las emisiones atmosféricas serán casi nulas.

- **Alteración de la Vegetación Ribereña.**

La vegetación ribereña puede verse alterada por acciones como: la apertura de caminos de acceso y las acciones propias del movimiento del personal y vehículos que generan compactación.

#### 4.3. ASPECTOS DE HIDROLOGIA E HIDRÁULICA FLUVIAL

Las estaciones de monitoreo de caudal ubicadas en las áreas objeto del estudio no cuentan con el monitoreo automático, sino con un monitoreo periódico manual una vez diaria (7:00 a.m.) o 2 veces diarias (7:00 a.m. y 7:00 p.m.). Tratándose de un monitoreo a las horas fijas, es muy probable que no se hayan registrado caudales instantáneos máximos como los caudales picos de inundaciones; el monitoreo de nivel de agua se hace con un indicador del nivel de agua y el valor medido se convierte en el caudal según una fórmula elaborada previamente a partir de los datos del levantamiento transversal fluvial y del aforo.

Los ríos nacen en altiplanos comunicados a los Andes y recorren por abanicos aluviales desembocando en la costa. Las estaciones de monitoreo están ubicadas en la cuenca media y la baja de abanicos aluviales en la costa. Puesto que en la zona costera casi no llueve, se supone que casi no hay entrada del agua desde los afluentes y los datos monitoreados indican precisamente el volumen de descarga de las áreas objeto. Por tanto, es recomendable considerar las estaciones de monitores de caudal ubicadas curso más bajo como puntos de referencia para el análisis de descarga.

El planteamiento hidráulico del Estudio fue definido tomando en cuenta las características y exigencias que presenta la topografía del río y del punto de vista funcional y económico. El detalle se describe a continuación.

##### 5.3.1 Cálculo del Caudal Máximo Ordinario

###### **Sistema de monitoreo actual de precipitaciones**

Se revisó el sistema actual de la toma de datos de precipitaciones que se utilizan en el análisis de descarga, a la par de recoger y procesar los datos pluviales necesarios para dicho análisis. Los datos de las precipitaciones fueron obtenidos de SENAMHI y de ELECTRO PERU.

En la cuenca del Río Majes Camaná se está realizando el monitoreo de la precipitación en 48 estaciones, (incluyendo las inoperativas actualmente), desde 1964.

Sin embargo, cabe recordar que en algunos sitios no ha sido posible obtener los datos precisos, ya sea porque hubo un lapso de tiempo prolongado en el que se había dejado de tomar datos en algunas estaciones o por otras razones. Así, el análisis de descarga se realizó utilizando los datos de 38 estaciones que registraban datos relativamente precisos. Estas estaciones son las que se indican en la tabla 09

**Tabla N° 09: Lista de estaciones de monitoreo pluvial (cuenca del Río Majes-Camaná)**

Estación meteorológica	Coordenadas		
	Latitud	Longitud	Altitud (msnm)
Andahua	15° 29'37	72° 20'57	3528
Aplao	16° 04'10	72° 29'26	645
Ayo	15° 40'45	72° 16'13	1956
Cabanaconde	15° 37'7	71° 58'7	3379
Camaná	16° 36'24	72° 41'49	15
Caravelí	15° 46'17	73° 21'42	1779
Chachas	15° 29'56	72° 16'2	3130
Chichas	15° 32'41	72° 54'59.7	2120
Chiguata	16° 24'1	71° 24'1	2943
Chinchayllapa	14° 55'1	72° 44'1	4497
Chivay	15° 38'17	71° 35'49	3661
Choco	15° 34'1	72° 07'1	3192
Chuquibamba	15° 50'17	72° 38'55	2832
Cotahuasi	15° 22'29	72° 53'28	5088
Crucero Alto	15° 46'1	70° 55'1	4470
El Frayle	16° 05'5	71° 11'14	4267
Huambo	15° 44'1	72° 06'1	3500
Imata	15° 50'12	71° 05'16	4445
La Angostura	15° 10'47	71° 38'58	4256
La Joya	16°35'33	71°55'9	1292
La Pampilla	16° 24'12.2	71° 31'.6	2400
Lagunillas	15° 46'46	70° 39'38	4250
Las Salinas	16° 19'5	71° 08'54	4322
Machahuay	15° 38'43	72° 30'8	3150
Madrigal	15° 36'59.7	71° 48'42	3262
Orcopampa	15° 15'39	72° 20'20	3801
Pampa de Arrieros	16° 03'48	71° 35'21	3715
Pampa de Majes	16° 19'40	72° 12'39	1434
Pampacolca	15° 42'51	72° 34'3	2950
Pampahuta	15° 29'1	70° 40'33.3	4320
Pillones	15° 58'44	71° 12'49	4455
Porpera	15° 21'1	71° 19'1	4152
Pullhuay	15° 09'1	72° 46'1	3113
Salamanca	15° 30'1	72° 50'1	3303
Sibayo	15° 29'8	71° 27'11	3827
Sumbay	15° 59'1	71° 22'1	4294
Tisco	15° 21'1	71° 27'1	4175
Yanaquihua	15° 46'59.8	72° 52'57	2815

## Análisis de precipitaciones

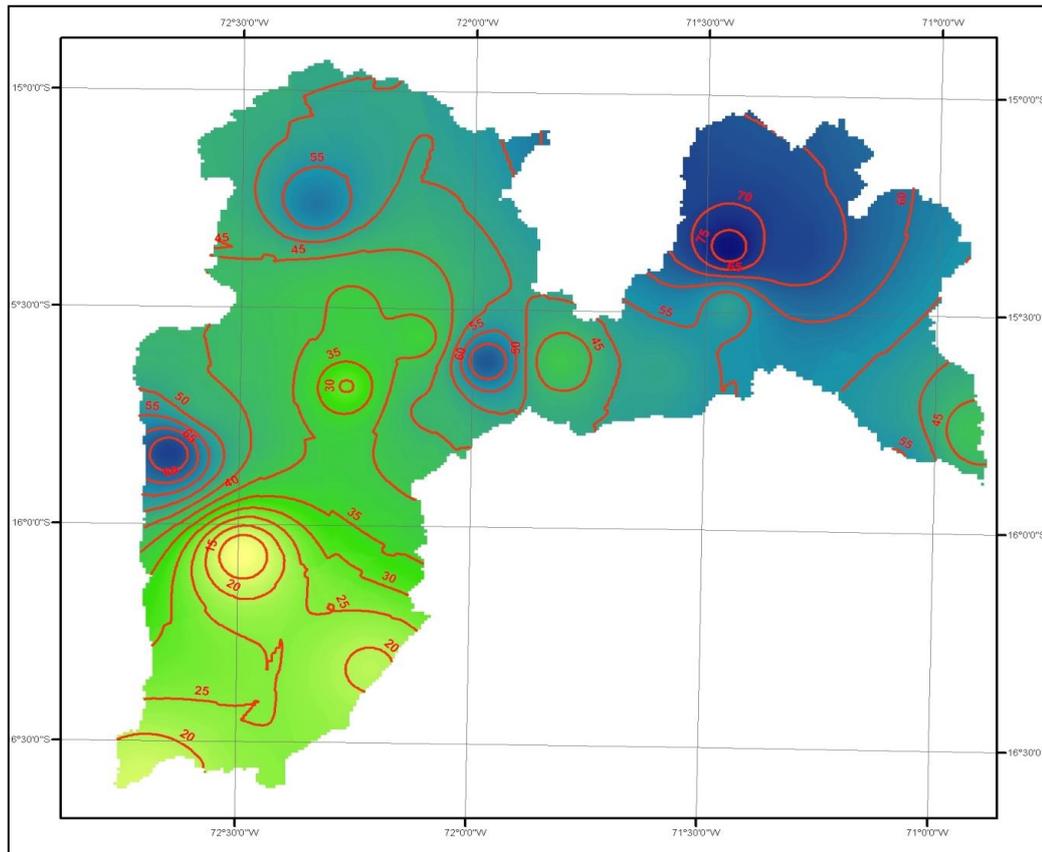
Se realizó el cálculo estadístico hidrológico utilizando los datos de precipitaciones recogidos de las diferentes estaciones, para determinar la precipitación con período de retorno de 24 horas en cada estación.

Se probaron varios modelos de distribución de períodos de retorno y se adoptó el modelo más apropiado.

En la tabla N° 10 se presenta los puntos de monitoreo y las precipitaciones con período de retorno de 24 horas en el punto de referencia (Estación Socsi). En la figura N°05 se presenta el mapa de isoyetas de precipitaciones con período de retorno de 50 años.

**Tabla N° 10: Precipitaciones con período de retorno de 24 horas**

Station	Coordinates			Precipitation for T (years)						
	Latitude	Longitude	Altitude (masl)	2	5	10	25	50	100	200
Andahua	15° 29'37	72° 20'57	3538	24.30	31.33	34.83	38.29	40.33	42.02	43.43
Aplao	16° 04'10	72° 29'26	625	1.71	5.03	7.26	9.51	10.71	11.56	12.14
Ayo	15° 40'45	72° 16'13	1950	10.28	16.43	20.51	25.66	29.48	33.27	37.05
Cabanaconde	15° 37'7	71° 58'7	3369	26.58	37.88	45.89	56.58	64.95	73.67	82.79
Camaná	16° 36'24	72° 41'49	29	3.18	7.16	9.79	13.11	15.58	18.03	20.46
Caravelí	15° 46'17	73° 21'42	1757	7.67	16.07	22.60	31.46	38.30	45.21	52.15
Chachas	15° 29'56	72° 16'2	3130	22.21	28.60	32.08	35.83	38.24	40.37	42.30
Chichas	15° 32'41	72° 54'59.7	2120	16.28	23.47	27.01	30.37	32.23	33.67	34.80
Chiguata	16° 24'1	71° 24'1	2945	18.88	29.98	37.33	46.40	52.94	59.27	65.42
Chinchayllapa	14° 55'1	72° 44'1	4514	23.12	31.21	36.57	43.34	48.37	53.35	58.32
Chivay	15° 38'17	71° 35'49	3663	24.50	32.74	38.20	45.09	50.21	55.29	60.35
Choco	15° 34'1	72° 07'1	3160	16.10	22.92	27.45	33.16	37.39	41.60	45.79
Chuquibamba	15° 50'17	72° 38'55	2839	21.65	36.96	47.09	59.89	69.39	78.82	88.21
Cotahuasi	15° 22'29	72° 53'28	5086	21.20	29.97	35.78	43.12	48.56	53.96	59.35
Crucero Alto	15° 46'1	70° 55'1	4486	25.33	31.66	35.20	39.10	41.67	44.02	46.17
El Frayle	16° 05'5	71° 11'14	4110	22.33	29.95	35.43	42.89	48.83	55.12	61.82
Huambo	15° 44'1	72° 06'1	3500	22.87	30.14	34.96	41.05	45.57	50.05	54.52
Imata	15° 50'12	71° 05'16	4451	28.35	37.09	42.87	50.18	55.60	60.98	66.34
La Angostura	15° 10'47	71° 38'58	4260	35.90	45.89	53.22	63.31	71.46	80.18	89.57
La Joya	16°35'33	71°55'9	1279	1.22	4.74	7.89	11.93	14.65	16.98	18.92
La Pampilla	16° 24'12.2	71° 31'6	2388	12.65	21.64	27.66	35.01	40.23	45.20	49.94
Lagunillas	15° 46'46	70° 39'38	4385	28.55	34.30	37.75	41.81	44.67	47.40	50.05
Las Salinas	16° 19'5	71° 08'54	3369	18.05	25.72	30.80	37.22	41.98	46.70	51.41
Machahuay	15° 38'43	72° 30'8	3000	21.06	29.80	34.71	40.03	43.45	46.46	49.14
Madrigal	15° 36'59.7	71° 48'42	3238	23.63	30.07	33.66	37.59	40.17	42.50	44.63
Orcopampa	15° 15'39	72° 20'20	3805	21.51	29.58	36.83	48.66	59.81	73.37	89.92
Pampa de Arrieros	16° 03'48	71° 35'21	3720	18.86	32.08	40.82	51.88	60.07	68.21	76.32
Pampa de Majes	16° 19'40	72° 12'39	1442	2.07	6.68	10.56	15.55	18.98	22.04	24.69
Pampacolca	15° 42'51	72° 34'3	2895	21.13	29.11	34.40	41.08	46.04	50.95	55.86
Pampahuta	15° 29'1	70° 40'33.3	4317	34.18	39.66	42.87	46.58	49.14	51.57	53.89
Pillones	15° 58'44	71° 12'49	4428	24.00	32.95	38.88	46.36	51.92	57.43	62.92
Porpera	15° 21'1	71° 19'1	4142	27.40	40.61	49.37	60.42	68.63	76.77	84.88
Pullhuay	15° 09'1	72° 46'1	3098	24.47	32.43	37.63	44.15	48.97	53.77	58.60
Salamanca	15° 30'1	72° 50'1	3153	19.86	26.64	31.13	36.81	41.02	45.20	49.36
Sibayo	15° 29'8	71° 27'11	3839	31.25	38.61	42.98	48.06	51.59	54.93	58.13
Sumbay	15° 59'1	71° 22'1	4300	25.43	35.57	43.10	53.56	62.08	71.26	81.17
Tisco	15° 21'1	71° 27'1	4198	33.41	42.74	51.24	65.12	78.15	93.95	113.15
Yanaquihua	15° 46'59.8	72° 52'57	2834	20.70	35.78	45.76	58.38	67.74	77.03	86.29



**Figura N° 05: Mapa de isoyetas de precipitaciones con período de retorno de 50 años**

#### 4.3.2. Análisis de caudal de descarga

Los datos del caudal han sido obtenidos principalmente de la Autoridad Nacional del Agua (ANA). El monitoreo de caudal de la cuenca del Río Majes-Camaná corresponde a las estaciones de Huatiapa y del Puente Carretera Camaná.

Se realizó el cálculo estadístico hidrológico utilizando los datos de la descarga máxima anual recogidos y procesados en los puntos de referencia, para determinar el caudal con diferentes probabilidades. En la tabla N° 11 se muestra el caudal probable con períodos de retorno entre 2 y 100 años.

**Tabla N° 11: Caudal probable en los puntos de control (m<sup>3</sup>/s) – Calculado a partir de datos de aforo**

Ríos	Períodos de retorno					
	2 años	5 años	10 años	25 años	60 años	100 años
Huatiapa	598	1.022	1.303	1.657	1.920	2.181
Puente Carretera Camaná	572	1.130	1.500	1.967	2.313	2.657

**Análisis de caudal de crecidas con período de retorno t-años**

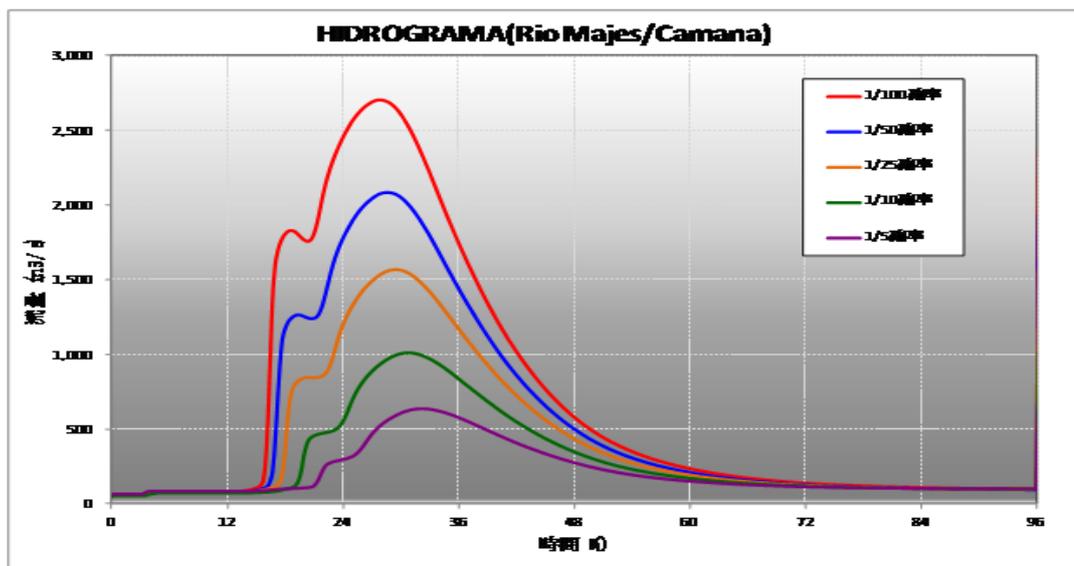
El caudal probable de inundación se analizó utilizando el modelo HEC-HMS, con el que se preparó la hietografía de diferentes períodos de retorno, y se calculó el caudal pico.

Para la precipitación utilizada en el análisis, se utilizó el hietograma para diferentes períodos de retorno preparada en el análisis de precipitación.

- En la tabla N° 11 se muestra el caudal de inundaciones con períodos de retorno de entre 2 y 100 años de la cuenca del Río Majes Camaná.
- Asimismo en la figura N° 6 se muestra la hidrografía de inundaciones probables en la cuenca del Río Majes Camaná.

**Tabla N° 12: Caudal pico según diferentes períodos de retorno (m<sup>3</sup>/s) – Análisis de descargas basados en precipitaciones**

Ríos	Períodos de retorno					
	2 años	5 años	10 años	25 años	50 años	100 años
Huatiapa	306	638	1007	1566	2084	2703



**Figura N° 06: Hidrograma (Río Majes Camaná)**

## Análisis de inundaciones

Para determinar el alcance del desbordamiento de los ríos para un período de retorno de 2, 10, 25 y 50 años.

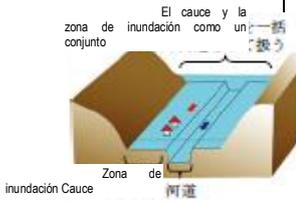
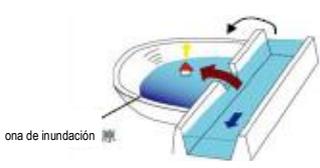
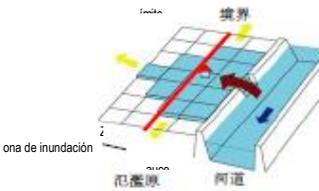
Dado que la DGIH realizó el análisis de inundación del estudio de perfil a nivel de programa utilizando el modelo HEC-RAS.

Normalmente, para el análisis de desbordamiento se utilizan tres métodos siguientes:

- ① Modelo unidimensional de flujo variado
- ② Modelo de tanques
- ③ Modelo bidimensional horizontal de flujo variado

Se sabe que los ríos tienen una pendiente entre 1/100 y 1/300 (1 % y 0.3 %), por lo que inicialmente se había seleccionado el modelo unidimensional de flujo variado suponiendo que las inundaciones son del tipo gravedad. Sin embargo, se consideró la posibilidad de que el agua desbordada se extienda dentro de la cuenca en la cuenca baja, por lo que para este estudio se decidió utilizar el **modelo bidimensional** horizontal de régimen variable para obtener resultados más precisos.

**Tabla N° 12: Metodología análisis de desbordamiento**

Métodos de análisis	Modelo unidimensional de flujo variado	Modelo de tanques	Modelo bidimensional horizontal de flujo variado
Concepto básico de la definición de la zona de inundación	En este método se considera que la zona de inundación forma parte del cauce del río, y se determina la zona de inundación calculando el nivel de agua del cauce en función del caudal máximo de inundación.	En este método se manejan la zona de inundación y el cauce separadamente, y se considera la zona de inundación como un cuerpo cerrado. A este cuerpo de agua cerrado se le denomina "taque" ( <i>pond</i> ) en el que el nivel de agua es uniforme. Se determina la zona de inundación en función de la relación entre el caudal desbordado del río y el ingreso a la zona de inundación, y las características topográficas de dicha zona (nivel de agua - capacidad - superficie).	En este método se manejan la zona de inundación y el cauce separadamente, y se determina la zona de inundación analizando el flujo bidimensional del comportamiento del agua desbordada que entró a la zona de inundación.
Planteamiento			

Características	Es aplicable a las inundaciones en el que el agua desbordada discurre por la zona de inundación por gravedad; es decir, a las inundaciones tipo corriente. En este método se debe manejar el área de análisis como una área desprotegida (sin diques).	Aplicable a las inundaciones tipo estancadas en las que el agua desbordada no se extienden por la presencia de montañas, colinas, terraplenes, etc. El nivel de agua dentro de este cuerpo cerrado se mantiene uniforme, sin pendiente ni velocidad de flujo. En el caso de existir variosterraplenes continuo dentro de la misma zona de inundación, puede ser necesario aplicar el modelo de tanques en serie distinguiendo la región interna.	Básicamente, es aplicable a cualquier tipo de inundaciones. Además del área máxima de inundación y el nivel de agua, este método permite reproducir la velocidad de flujo y su variación temporal. Es considerado como un método preciso en comparación con otros métodos, y como tal, es aplicado frecuentemente en la elaboración de los mapas de riesgo de inundaciones. Sin embargo, por su naturaleza, la precisión de análisis está sujeto al tamaño de las cuadrículas del modelo de análisis.
-----------------	--	--	---

En la Figura N° 07 se muestra el esquema conceptual del modelo bidimensional horizontal del régimen variable

Areas de Inundacion:

Sin Proyecto

Para T=5 años: 1607 has

Para T=10 años: 2252 has

Para T=25 años: 2603 has

Para T=50 años: 3672 has

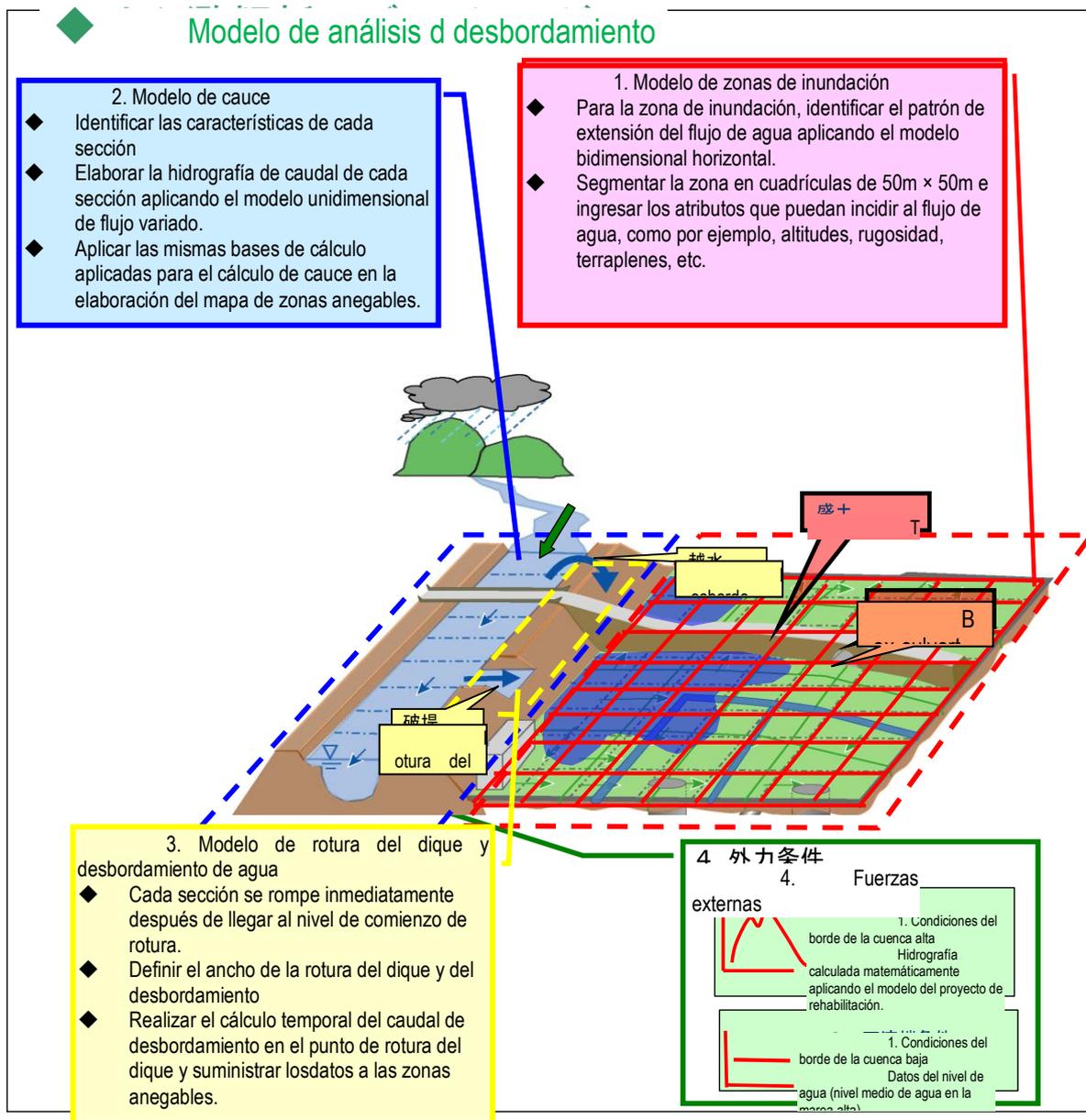
Con Proyecto

Para T=5 años: 234 has

Para T=10 años: 441 has

Para T=25 años: 648 has

Para T=50 años: 523 has



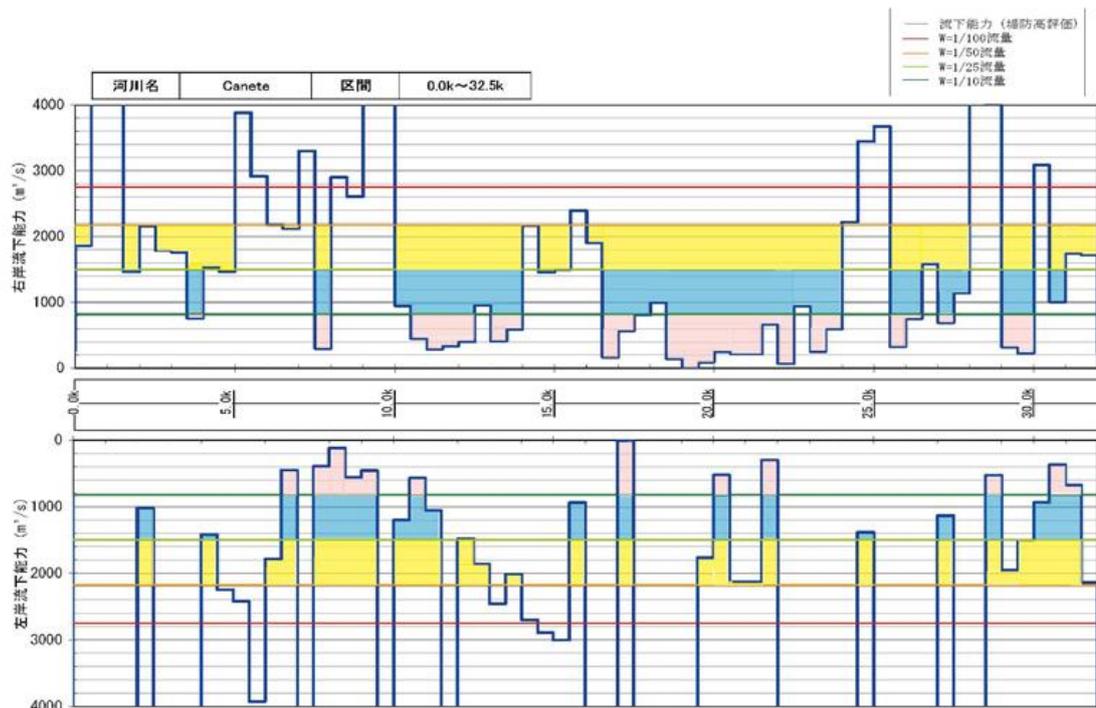
F

**Figura N° 07: Esquema conceptual del modelo de análisis de desbordamiento**

### Análisis de la capacidad hidráulica actual

Se estimó la capacidad hidráulica actual de los cauces con base en los resultados del levantamiento de los ríos y aplicando el método HEC-RAS, cuyos resultados se muestran en la figura N° 08. En esta figura se presenta también los caudales de inundaciones de diferentes períodos de retorno, lo

que permite evaluar en qué lugares de la cuenca del Río Majes Camaná pueden ocurrir desbordamientos y con qué magnitud de caudal de inundaciones.



**Figura N° 08: Capacidad hidráulica actual del Río Majes Camaná**

En la figura se aprecia la capacidad hidráulica actual del Río Majes Camaná, varía en un rango de caudales de 0 a 4000 m<sup>3</sup>/s; el caudal promedio anual a un 75% de persistencia es un valor muy por debajo de los caudales máximos analizados.

### Alcance del desbordamiento

A modo de referencia, en la figura N° 09 se muestran los resultados del cálculo de alcance de desbordamiento en la cuenca de Río Majes-Camaná frente al caudal de inundaciones con un período de retorno de 50 años. En el Anexo 2 se muestran los planos de área de inundación para la situación con proyecto y sin proyecto.

A 5 Km de la desembocadura del río, se producen desbordamientos, extendiéndose la corriente de inundación por la margen izquierdo. En la cuenca media y la alta se inundan de agua las tierras bajas, quedando estancada el agua por las montañas que lo rodean.



**Figura N° 9 Alcance de desbordamiento del Río Majes Camaná (inundaciones con período de 50 años)**

### 5.3.3 Identificación de puntos socavados

A continuación se hace un resumen de los puntos socavados en el Río Majes Camaná, de acuerdo con el resultado del estudio local y levantamiento topográfico. En el futuro será un tema también importante la toma de medidas contra los puntos socavados.

Río Majes-Camaná	<ul style="list-style-type: none"><li>• Margen izquierdo, km 12 a km 13</li></ul>	Es posible que el canal de riego construido a lo largo del río se vea afectado.
	<ul style="list-style-type: none"><li>• Km26</li></ul>	Los pilares y sus alrededores se encuentran erosionados en unos metros como consecuencia de la inundación de hace un año, siendo posible que resulten afectados aún más en el futuro.
	<ul style="list-style-type: none"><li>• Margen izquierdo, de km55 a km56.5</li></ul>	Todos los años los terrenos agrícolas sufren daños por la erosión causada por las inundaciones.
	<ul style="list-style-type: none"><li>• Margen derecho, km84.5</li></ul>	Cada año los diques siguen erosionándose gradualmente, y si la erosión se extiende aguas abajo, los puentes justo abajo de la erosión pueden verse afectados.
	<ul style="list-style-type: none"><li>• Margen derecho, km88.5</li></ul>	Se produjo una erosión de gran escala en los márgenes en febrero de 2011, resultando arrasadas algunas viviendas.

### 4.4. CRITERIOS TÉCNICOS PARA DETERMINACIÓN DEL ANCHO DE FAJA

El criterio básico para la determinación del ancho de la faja marginal, es:

#### De Ancho Variable

Consiste en la determinación de un ancho de faja marginal variable, acorde a las características del cuerpo de agua y su cauce, como son: la composición, edad y condición de la vegetación ribereña, la geomorfología del tramo de cauce, las especies de animales y plantas presentes en el tramo, la hidrología de la cuenca, **los usos de las tierras adyacentes** y la fragilidad del ecosistema que se trata de proteger.

### 4.5. DELIMITACIÓN DE LA FAJA Y SISTEMATIZACIÓN EN PLANO

Los criterios utilizados para la delimitación de la faja, fueron los normativos y los determinados en los trabajos de Campo y Gabinete, siendo los de mayor importancia los siguientes puntos:

- Por los servicios que presta.
- Por su situación como áreas marginales reservadas para los servicios públicos.
- Se trató en lo posible, que el lindero de la faja marginal sea paralelo al álveo o

cauce en su correspondiente margen.

- Lo correspondiente a las zonas de inundables, teniendo en consideración los cambios bruscos de pendiente y los parámetros fisiográficos que condicionen las posibles inundaciones en épocas de avenida.
- Zonas con defensa ribereña, como muros de contención y gaviones, que permitan la protección de la población y de sus viviendas.
- Zonas en donde exista excesiva socavación, que conlleve a la ganancia de terrenos aledaños

La delimitación de las fajas marginales de un tramo específico de un cauce de agua se sustenta en el levantamiento topográfico que se realizó previamente, el cual debe ser enlazado al Sistema Geodésico Nacional y expresado en cotas absolutas y coordenadas UTM referidas al Datum Horizontal WGS 84.

El levantamiento topográfico a efectuar se apoyará en la documentación de los hitos de concreto con núcleo metálico, empotrado en el terreno debidamente codificado, señalizando y mostrado en los planos correspondientes.

El proceso de delimitación de la faja marginal debe ser sistematizado en una base de datos georeferenciados creada, mantenida y actualizada por la ANA; esta base de datos debe actualizarse permanentemente con información a ser proporcionada por las AAA y/o ALA

Teniendo en cuenta los criterios mencionados anteriormente, se realizó la delimitación de la faja marginal, cuyo dimensionamiento se muestra en los planos a escala 1:4000 – 1:5000, en los tramos correspondientes al estudio indicados en Tabla N° 07: Lista de tramos vulnerable ante inundaciones. En el Anexo 3 se muestran los planos de delimitación de faja marginal para la situación con proyecto para los 5 tramos vulnerables del Río Majes Camaná incluyendo el cuadro de coordenadas UTM de hitos propuestos en el sistema WGS84 18S.

**Tabla 13: Ubicación de la Delimitación de la Faja Marginal**

Tramo Nº	Tramo	Ubicación de Delimitación de Faja Marginal (Progresiva)	Distrito
CAMANA1	Dique Margen Izquierda 4.5 km.	0+000 al 4+500 Dique Margen Izquierda	José María Quimper
CAMANA 2	Dique Margen Izquierda 2 km.	7+500 al 9+500 Dique Margen Izquierda	Nicolás de Pierola
CAMANA 3	Dique Margen Izquierda 6 km.	11+000 al 17+000 Dique Margen Izquierda	Uraca
CAMANA 4	Dique Margen Izquierda 2.5 km. Reforestación MI 2.5 km x 11 m.	48+500 al 50+500 Dique Margen Izquierda	Uraca
CAMANA 5	Dique Margen Izquierda 4.3 km. Reforestación MI 4 km x 11 m.	52+100 al 56+000 Dique Margen Izquierda	Uraca
CAMANA 6	Dique Margen Derecha 3.3 km. Margen Izquierda 2.9 km. Reforestación MD 3.5 km x 11 m. Reforestación MI 3.0 km x 11 m.	59+500 al 62+500 Margen Derecha. 59+600 al 62+500 Margen Izquierda.	Uraca
CAMANA 7	Dique Margen Derecha 1.3 km. Margen Izquierda 1.6 km. Reforestación MD 1.5 km x 11 m. Reforestación MI 2.0 km x 11 m.	65+400 al 66+500 Margen Derecha. 65+000 al 66+400 I Margen Izquierda.	Uraca

La ubicación de los hitos propuestos y el ancho de la faja marginal, se presentan a continuación:

<b>CAMANA 1</b>			
HITOS GEORREFERENCIADOS WGS-84			
CODIGO	MARGEN IZQUIERDA		ANCHO (m)
	ESTE	NORTE	
H1	738594.29	8159844.89	20
H2	738791.57	8160070.59	20
H3	738992.67	8160292.78	20
H4	739190.46	8160520.97	20
H5	739388.68	8160742.78	20
H6	739463.86	8160794.49	20
H7	739702.34	8160982.57	20
H8	739925.22	8161189.85	20
H9	740078.77	8161450.03	20
H10	740255.58	8161778.05	20
H11	740475.76	8162142.81	20
H12	740533.64	8162357.57	20
H13	740655.01	8162528.97	20
H14	740749.62	8162777.37	20
H15	740856.31	8163093.41	20
H16	741154.38	8163433.87	20

<b>CAMANA 2</b>			
HITOS GEORREFERENCIADOS WGS-84			
CODIGO	MARGEN IZQUIERDA		ANCHO (m)
	ESTE	NORTE	
H1	742477.20	8166060.75	20
H2	742366.86	8166446.47	20
H3	742359.29	8166731.58	20
H4	742510.40	8166981.55	20
H5	742658.28	8167249.44	20
H6	742670.80	8167547.92	20
H7	742799.64	8167915.75	20

<b>CAMANA 3</b>			
HITOS GEORREFERENCIADOS WGS-84			
CODIGO	MARGEN IZQUIERDA		ANCHO (m)
	ESTE	NORTE	
H1	743886.15	8168800.68	20
H2	744093.03	8169073.19	20
H3	744317.21	8169194.04	20
H4	744609.50	8169311.67	7.4
H5	744823.16	8169363.05	20
H6	745076.24	8169413.71	20
H7	745356.18	8169575.72	20
H8	745704.67	8169816.75	20
H9	745798.03	8169914.82	91
H10	746011.46	8170069.22	15
H11	746092.45	8170036.45	20
H12	746366.22	8170094.95	20
H13	746588.91	8170184.04	20
H14	746897.53	8170452.46	20
H15	747230.99	8170548.69	20
H16	747643.93	8170837.76	20
H17	748063.01	8171097.75	20
H18	748595.36	8171355.70	20
H19	748988.41	8171357.90	20

<b>MAJES 4</b>			
HITOS GEORREFERENCIADOS WGS-84			
CODIGO	MARGEN IZQUIERDA		ANCHO (m)
	ESTE	NORTE	
H1	768284.41	8189069.97	30
H2	768323.15	8189372.39	30
H3	768312.59	8189774.36	30
H4	768250.77	8190163.65	30
H5	768335.55	8190450.14	30
H6	768346.20	8190753.08	30
H7	768326.59	8191053.10	30
H8	768246.15	8191450.48	30
H9	768258.88	8191526.93	30

MAJES 5			
HITOS GEORREFERENCIADOS WGS-84			
CODIGO	MARGEN IZQUIERDA		ANCHO (m)
	ESTE	NORTE	
H1	768917.16	8192864.45	30
H2	769020.92	8193151.40	30
H3	768992.62	8193305.35	30
H4	769024.92	8193427.39	30
H5	769219.16	8193653.37	30
H6	769472.22	8194134.50	30
H7	769468.95	8194417.13	30
H8	769550.24	8194521.41	30
H9	769643.95	8194786.52	30
H10	769839.33	8195073.28	30
H11	770140.59	8195338.54	30
H12	770373.98	8195236.68	86
H13	770766.84	8195474.95	30
H14	770923.54	8195612.99	30
H15	771029.46	8195790.23	30
H16	771175.53	8196028.65	30

MAJES 6						
HITOS GEORREFERENCIADOS WGS-84						
CODIGO	MARGEN DERECHA			MARGEN IZQUIERDA		
	ESTE	NORTE	ANCHO (m)	ESTE	NORTE	ANCHO (m)
H1	772249.05	8198719.56	30	772526.96	8198938.43	25
H2	772291.42	8198790.94	30	772424.25	8199098.68	25
H3	772260.21	8198947.85	30	772133.26	8199389.55	25
H4	771969.94	8199037.28	30	771955.29	8199621.31	25
H5	771735.31	8199362.30	30	771874.99	8199906.13	25
H6	771545.54	8199592.62	30	771851.80	8200136.84	25
H7	771182.29	8200012.75	30	771614.58	8200429.90	25
H8	771221.37	8200365.15	30	771409.11	8200750.52	25
H9	771013.95	8200871.31	30	771397.61	8200951.23	25
H10	770958.60	8201111.68	30	771333.00	8201355.40	25
H11	770928.20	8201412.72	30	771342.02	8201428.12	25

MAJES 7						
HITOS GEORREFERENCIADOS WGS-84						
CODIGO	MARGEN DERECHA			MARGEN IZQUIERDA		
	ESTE	NORTE	ANCHO (m)	ESTE	NORTE	ANCHO (m)
H1	771139.33	8204068.88	38	771507.41	8203468.65	33
H2	771057.93	8204223.49	38	771518.33	8203467.64	33
H3	771190.64	8204456.90	38	771562.14	8203655.16	33
H4	771313.87	8204504.69	38	771529.80	8203860.07	33
H5	771399.38	8204629.18	38	771542.92	8204099.50	33
H6	771443.22	8204816.23	38	771623.31	8204335.09	33
H7	771471.01	8205009.60	38	771607.33	8204444.87	33
H8	771476.75	8205181.76	38	771633.17	8204614.63	33
H9				771757.87	8204763.72	33
H10				771814.07	8204983.13	33
H11				771806.18	8205085.33	33
H12				771786.34	8205085.80	33

## 5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

---

- La propuesta de delimitación de faja marginal en 7 tramos del Río Majes Camaná tiene como finalidad la protección de las márgenes del Río Majes Camaná y recuperación de cobertura vegetal en tramos críticos. De igual manera evita la ocupación de terrenos aledaños al cauce, denominados fajas marginales, un área intangible prohibida para poblaciones, cultivos, asentamientos humanos y otros.
- La delimitación de la faja en tramos críticos en ambas márgenes del río Camaná, no implica modificación de la propiedad de los terrenos donde se ubican dichas fajas, pero sí restricciones en el uso de tales áreas, en concordancia con los criterios detallados y los objetivos que la ley define para las fajas marginales.
- Se recomienda realizar trabajos de reforestación en sectores necesarios, para evitar posibles accidentes, debido a que en algunas zonas los árboles que constituyen la defensa ribereña natural, se encuentran sumamente socavados.
- Se debe realizar una publicidad educativa y normativa, referente la preservación del medio ambiente y respeto a la delimitación y demarcación de la faja marginal del Río Majes Camaná.
- Se concluye que los trabajos realizados en la cuenca del Río Majes Camaná, como parte del estudio Delimitación de la Faja Marginal, deben continuar, como un proceso sostenible y a largo plazo en toda la longitud del río..

## **ANEXOS**

### **Río Majes Camaná**

1. Anexo 1-Plano de planta río Majes Camaná, Plano de perfil longitudinal y de secciones transversales.
2. Anexo 2-Plano de inundación para  $tr=50$  años
3. Anexo 3- Plano de delimitación de faja marginal con hitos en coordenadas wgs84
- 4.



**ANEXO 1**

**Plano de planta río Majes  
Camaná, Plano de perfil  
longitudinal y de secciones  
transversales.**



**ANEXO 2**

**Plano de inundación para un  
tiempo de retorno de 50 años**



**ANEXO 3**

**Plano de delimitación de faja  
marginal con hitos en  
coordenadas wgs84**