



PERÚ

Ministerio
de Agricultura y Riego



AUTORIDAD ADMINISTRATIVA DEL AGUA I CAPLINA OCOÑA
ADMINISTRACION LOCAL DEL AGUA OCOÑA PAUSA

**ESTUDIO HIDRÁULICO – HIDROLÓGICO PARA DELIMITACIÓN DE LAS
FAJAS MARGINALES**

QUEBRADA CHORUNGA, TRIBUTARIO DEL RIO OCOÑA



Meta : 17,0 km

Región : Arequipa
Provincia : Condesuyos
Distrito : Río Grande

Diciembre, 2018



PERÚ

Ministerio
de Agricultura y Riego



*Decenio de la Igualdad de oportunidades para mujeres y hombres
«Año del Diálogo y la Reconciliación Nacional»*

ESTUDIO HIDRÁULICO – HIDROLÓGICO PARA DELIMITACIÓN DE LAS FAJAS MARGINALES DE LA QUEBRADA CHORUNGA, TRIBUTARIO DEL RÍO OCOÑA

I. GENERALIDADES

- 1.1 Introducción
- 1.2 Objetivos y metas
- 1.3 Justificación
- 1.4 Alcances

II. DESCRIPCIÓN GENERAL DEL TRAMO EN ESTUDIO

- 2.1 Ubicación: Política, Geográfica e Hidrográfica
- 2.2 Descripción del tramo de estudio
- 2.3 Aspectos Hidrológicos
- 2.4 Población beneficiada

III. ANÁLISIS DE MÁXIMAS AVENIDAS

- 3.1 Selección del Método para determinación de máximas avenidas.
- 3.2 Determinación de caudales máximos

IV. TOPOGRAFÍA

- 4.1 Puntos de Control y Levantamiento Topográfico

V. SIMULACIÓN HIDRÁULICA DE LA QUEBRADA

- 5.1 Descripción del modelo
- 5.1 Configuración del Modelo
- 5.2 Simulación Hidráulica
- 5.3 Generación de mapas de inundación

VI. DELIMITACIÓN DE LA FAJA MARGINAL

- 6.1 Dimensionamiento del cauce y faja marginal
- 6.2 Límites de la faja marginal

VIII. DISEÑO PROTOTIPO DE HITOS

IX. CONCLUSIONES RECOMENDACIONES

X. ANEXOS



PERÚ

Ministerio
de Agricultura y Riego



*Decenio de la Igualdad de oportunidades para mujeres y hombres
«Año del Diálogo y la Reconciliación Nacional»*

I. GENERALIDADES

1.1 Introducción

La Ley Orgánica de Gobiernos Regionales N° 27867, señala que los Gobiernos Regionales tienen como función Formular, aprobar, ejecutar, evaluar, dirigir, controlar y administrar las políticas en materia de Defensa Civil, en concordancia con la política general del gobierno y los planes sectoriales. También tiene las funciones de organizar y ejecutar acciones de prevención de desastres y brindar ayuda directa e inmediata a los damnificados y la rehabilitación de las poblaciones afectadas.

La LEY N° 29664 que crea el Sistema Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres (SINAGERD): Los Gobiernos Regionales y Locales son integrantes del SINAGERD, y formulan, aprueban normas y planes, evalúan, dirigen, organizan, supervisan, fiscalizan y ejecutan los procesos de la Gestión del Riesgo de Desastres, en el ámbito de su competencia.

En materia de recursos hídricos, la Ley de Recursos Hídricos N° 29338 establece que, El Estado dentro de la gestión prospectivas de riesgos delega a la Autoridad Nacional de Aguas –ANA, la acción reguladora que acompaña a los planes de desarrollo y de ordenamiento territorial y a la implementación de la gestión correctiva de riesgos. La Autoridad Nacional del Agua, fomenta programas integrales de control de avenidas, desastres naturales o artificiales y prevención de daños por inundaciones o por otros impactos del agua y sus bienes asociados, promoviendo la coordinación de acciones estructurales, institucionales y operativas necesarias.

Las Autoridades Administrativas del Agua son los órganos desconcentrados de la ANA que tienen entre sus funciones: Desarrollar acciones de supervisión, control y vigilancia para asegurar la conservación, protección de calidad y uso sostenible de los recursos hidráulicos, ejerciendo facultad sancionadora; elaborar estudios técnicos que sirvan de sustento a los Planes de Gestión de los Recursos Hídricos en la cuencas; aprobar la delimitación de fajas marginales; autorizar la ejecución de obras en los bienes naturales asociados al agua; efectuar coordinaciones interinstitucional con los Gobiernos Regionales, Autoridades Municipales, COFOPRI y acciones de sensibilización para formación de la cultura del agua.

De acuerdo al Art. 113 del reglamento de la Ley de Recursos Hídricos aprobado con Decreto Supremo N° 001-2010-AGA, establece que, las fajas marginales son bienes de dominio público hidráulico. Están conformadas por las áreas inmediatas superiores a las riberas de las fuentes de agua, naturales o artificiales y las dimensiones en ambos márgenes de un cuerpo de agua son fijadas por la AAA, de acuerdo a los criterios establecidos en el reglamento.

*Decenio de la Igualdad de oportunidades para mujeres y hombres
«Año del Diálogo y la Reconciliación Nacional»*

Según el Art. 5.1 la Autoridad Administrativa del Agua – AAA, es la autoridad competente para aprobar la delimitación de la faja marginal, en base a un estudio de delimitación. El respaldo legal para la delimitación de cauces y fajas marginales se encuentra amparado desde el Art. 108 hasta el Art. 130 del capítulo III (causas, riberas y fajas marginales) del título V del reglamento de Ley 29338. La Resolución Jefatural R.J. N° 332-2016-ANA de la Autoridad Nacional del Agua aprueban Reglamento para la Delimitación y Mantenimiento de Fajas Marginales

1.2 Objetivos y metas

Objetivos:

- Mediante un modelamiento hidráulico, estimar las zonas inundables en el cauce de la quebrada Chorunga, tributario del río Ocoña, que colinda con áreas agrícolas y servicios públicos, en el ámbito del distrito Río Grande, Provincia de Condesuyos, Arequipa.

Metas:

- Delimitar las fajas marginales de la quebrada Chorunga en un tramo de 17,0 km. a partir del encuentro con el río Ocoña en dirección aguas arriba. Ámbito del Distrito de Río Grande, provincia de Condesuyos, departamento de Arequipa

1.3 Justificación

La Cuenca de la quebrada Chorunga, se encuentra ubicada entre las coordenadas UTM WGS84 Norte 8 225 246 a 8 281 208 y UTM WGS84 Este 699 017 a 750 879. Políticamente se encuentra ubicada en el departamento o región Arequipa, provincia de Condesuyos, distritos de Andaray y parte del distrito de Río Grande.

La cuenca ocupa una superficie de 1 069,27 Km² que representa el 6,68% del total de la cuenca (15 998,127 Km²); Presenta una pendiente media de 2.74%; la temperatura media es de 14°C y la precipitación media anual es 69 mm; la evapotranspiración potencial es de 1140 mm.

Los periodos de lluvias (Enero – Marzo), la quebrada Chorunga y en general todas las quebradas y afluentes de cuenca del río Ocoña, se activan con el ingreso de caudales arrastrando materiales sólidos y sedimentos, produciendo impactos negativos sobre zonas agrícolas y alto riesgo a los centros poblados e infraestructura de servicios (vías, puentes, red de agua y alcantarillado, red de alumbrado, viviendas y otros) del distrito de Río Grande.



*Decenio de la Igualdad de oportunidades para mujeres y hombres
«Año del Diálogo y la Reconciliación Nacional»*

El curso fluvial y su espacio natural de la fuente de agua como es la quebrada Chorunga, se han venido alterando debido a las actividades antrópicas (agricultura y minería), ocasionado impactos negativos sobre el curso fluvial y además ponemos alto riesgo a las actividades asentada en la zona. Los fenómenos antrópicos se tratan aquellas amenazas cuyo origen se refiere a las acciones que la humanidad impulsa para, aprovechar la transformación de la naturaleza.

1.4 Alcances

La Ley Orgánica de Gobiernos Regionales N° 27867:

Señala que los Gobiernos Regionales tienen como función Formular, aprobar, ejecutar, evaluar, dirigir, controlar y administrar las políticas en materia de Defensa Civil, en concordancia con la política general del gobierno y los planes sectoriales. También tiene las funciones de organizar y ejecutar acciones de prevención de desastres y brindar ayuda directa e inmediata a los damnificados y la rehabilitación de las poblaciones afectadas.

La Ley N° 29664 que crea el Sistema Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres (SINAGERD):

Los Gobiernos Regionales y Locales son integrantes del SINAGERD, y formulan, aprueban normas y planes, evalúan, dirigen, organizan, supervisan, fiscalizan y ejecutan los procesos de la Gestión del Riesgo de Desastres, en el ámbito de su competencia.

Ley de Recursos Hídricos N° 29338:

Establece que El Estado dentro de la gestión prospectiva de riesgos delega a la Autoridad Nacional de Aguas - ANA, la acción reguladora que acompaña a los planes de desarrollo y de ordenamiento territorial y a la implementación de la gestión correctiva de riesgos.

II. DESCRIPCION GENERAL DEL TRAMO EN ESTUDIO

2.1 Ubicación: Política, Geográfica e Hidrográfica

Ubicación Política:

Región : Arequipa
Provincia : Condesuyos
Distrito : Río Grande
Ubigeo : 040606

*Decenio de la Igualdad de oportunidades para mujeres y hombres
«Año del Diálogo y la Reconciliación Nacional»*

Ubicación Geográfica:

NOMBRE DE LA QUEBRADA	LONGITUD DEL TRAMO (Km)	LUGAR	PROGRESIVA (km)		
			INICIO	FIN	
Chorunga	17.00	Desde el encuentro con el río Ocoña en dirección aguas arriba. Ambito del Distrito de Río Grande, provincia de Condesuyos, departamento de Arequipa	0+000	17+000	
		COORDENADA (UTM-WGS84)	ALTITUD (msnm)		
		INICIO	FIN	INICIO	FIN
		N: 8238139 E: 699884	N: 8244749 E: 714441	475	1020

Tramo a delimitar la faja marginal:



Ilustración: Ámbito del estudio

Ubicación Hidrográfica:

Carta Nacional Geográfica: 32-P, 33-P, 33-Q y 33-Q

Nivel 3 : Ocoña

Nivel 4 : Chorunga



PERÚ

Ministerio de Agricultura y Riego



Decenio de la Igualdad de oportunidades para mujeres y hombres
«Año del Diálogo y la Reconciliación Nacional»

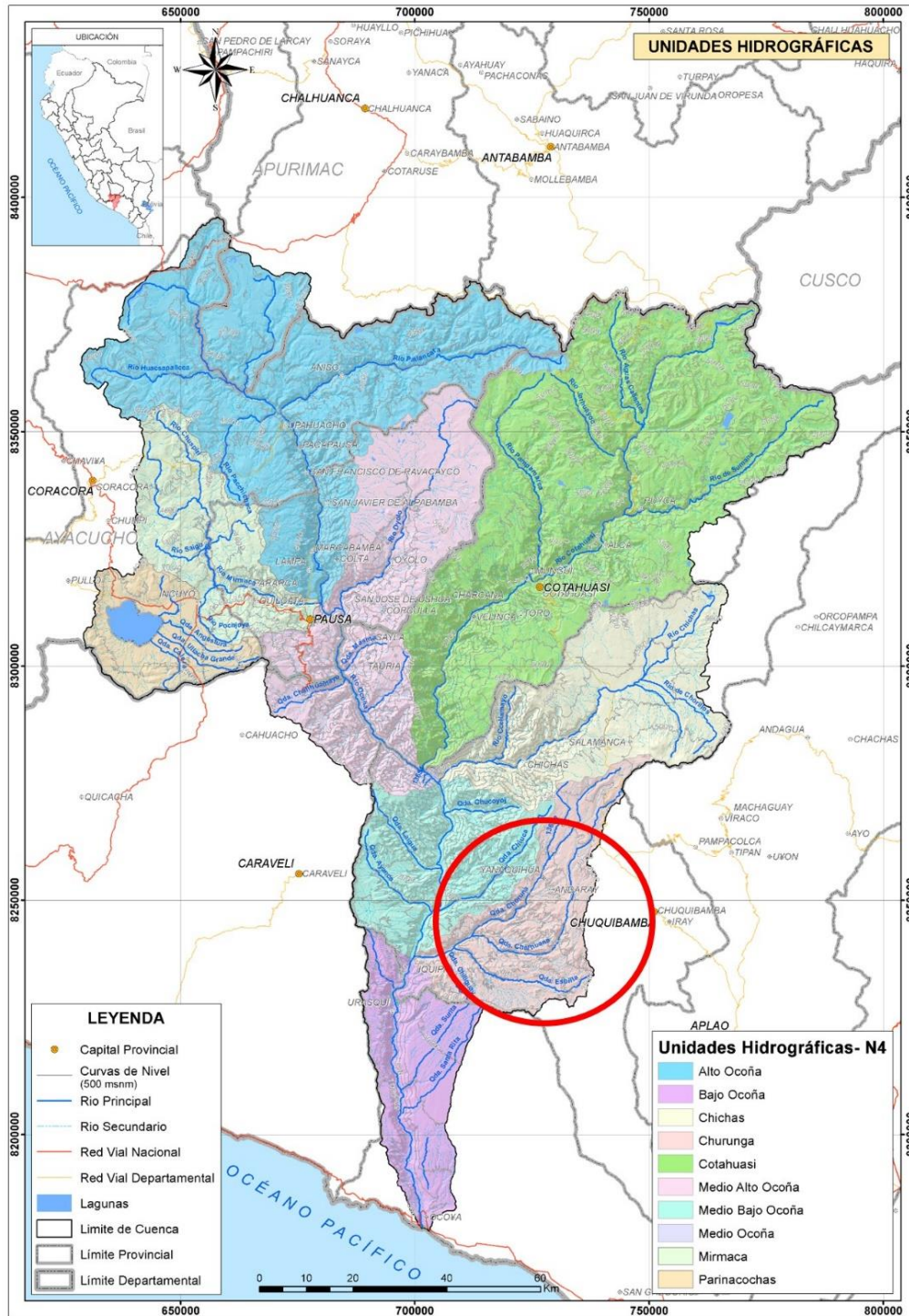


Ilustración: Ámbito de la cuenca Ocoña



*Decenio de la Igualdad de oportunidades para mujeres y hombres
«Año del Diálogo y la Reconciliación Nacional»*

2.2 Descripción del tramo de estudio

La quebrada Chorunga nace desde las faldas del Nevado Coropuna a una altitud que bordea los 4,800 m.s.n.m., tiene una longitud de 69.07 km. Recorre los distritos de Salamanca, Yanaquihua y Río Grande, desembocando en el río Ocoña por la margen izquierda donde se encuentra la empresa minera Century Mining Perú que explota oro. Aguas arriba también se tiene presencia minera en los Distritos de Andaray y Yanaquihua.

El Tramo a estudiar de la quebrada Chorunga es 17,0 km. a partir del encuentro con el río Ocoña en dirección aguas arriba

DATOS GENERALES

TIPO DE FUENTE: QUEBRADA	CÓDIGO DE LA FUENTE INVENTARIADA:
NOMBRE DE LA FUENTE: QUEBRADA CHORUNGA	LONGITUD (KM): 69.07
FECHA DE INVENTARIO: 01/08/2015	PENDIENTE MEDIA (m/m): 0.063
CÓDIGO PFAFSTETTER:	ALA: OCOÑA PAUSA

UBICACIÓN POLÍTICA Y GEOGRÁFICA:

CENTRO POBLADO MENOR: Huallullo, Alto Molino, Miraflores, San Juan de Chorunga, Charco cCoccha, Pampacha, Santa Rita	DISTRITO: Salamanca, Andaray, Yanaquihua, Río Grande
PROVINCIA: CONDESUYOS	DEPARTAMENTO: AREQUIPA
ZONIFICACIÓN UTM (HUSO): 18 Southern	
INICIO	FIN
COORDENADA UTM NORTE Y (m): 8278346	COORDENADA UTM NORTE Y (m): 8238004
COORDENADA UTM ESTE X (m): 743969	COORDENADA UTM ESTE X (m): 699747
ALTITUD (msnm): 4799	ALTITUD (msnm): 471

CARACTERÍSTICAS

ANCHO DE CAUCE (m):	ACCESIBILIDAD : - Carretera afirmada - Carretera sin afirmar - Camino de herradura
ALTURA DE CAUCE (m):	

*Decenio de la Igualdad de oportunidades para mujeres y hombres
«Año del Diálogo y la Reconciliación Nacional»*

Las superficies en esta zona son reducidas debido a la escasez de agua, el río Chorunga es de régimen esporádico, y mas aún parte del agua es utilizada con fines mineros (parte alta de la cuenca).

La vía de acceso a la zona se inicia en la carretera Panamericana Sur que une toda la zona costera del Perú de Norte a Sur, partiendo de la ciudad de Ocoña a través de una carretera sin afirmar, cuyo rumbo es por la margen izquierda del río Ocoña (aguas arriba del puente Ocoña) cruzando por los distritos de Mariano Nicolás Valcárcel y Río Grande hasta llegar a los poblados de Chorunga.

La quebrada Chorunga por su naturaleza geológica, se caracteriza por tener pendiente hacia el oeste, con presencia de montañas de topografía abrupta, cuencas y subcuencas que drenan hacia el oeste, con patrón de drenaje dendrítico o arborescente. está bisectada por el Río Ocoña y sus tributarios como el Río Chorunga.

Esta unidad geomorfológica constituye las Terrazas Laterales y Centrales formadas por el arrastre y depósito de los materiales provenientes de las partes altas de la cuenca. Hacia la parte media de la cuenca, se observan materiales retrabajados originados en la cuenca de la quebrada Esbilla.



Se presentan Terrazas Aluvionales, predominantemente, en las desembocaduras de las quebradas ubicadas a lo largo del cauce del Río Chorunga. A mayor longitud de la quebrada mayores depósitos aluvionales, estos depósitos de abanico están constituidos por intercalación de capas de arenas arcillosas y gravas subangulosas y niveles de grava gruesa subredondeada con matriz areno arcillosas y lentes de arcilla arenosa.

Debido a su baja permeabilidad, nula recarga y aparentemente poco espesor para constituir un acuífero se considera poco probable que exista un acuífero explotable en este tipo de materiales.

El abanico aluvional de la quebrada Esbilla se extiende hasta el cauce del Río Chorunga afectando la dirección de escurrimiento de sus aguas; debido a la competencia de este tipo de materiales se pueden observar en el mismo cauce del río remanentes aluvionales a manera de terrazas aisladas.

*Decenio de la Igualdad de oportunidades para mujeres y hombres
«Año del Diálogo y la Reconciliación Nacional»*

Los Escombros Coluviales de la zona, son depósitos que se encuentran cubriendo las laderas de los cerros que conforman los flancos de las quebradas, se encuentran circundando los afloramientos rocosos, el clima desértico y la poca precipitación coadyuvan a que esta cobertura se observe en casi toda la cuenca.

2.3 Aspectos Hidrológicos

Cuenca de la quebrada Chorunga se encuentra ubicada entre las coordenadas UTM WGS84 Norte 8 225 246 a 8 281 208 y UTM WGS84 Este 699 017 a 750 879. Políticamente se encuentra ubicada en el departamento o región Arequipa, provincia de Condesuyos, distritos de Andaray y parte del distrito de Río Grande.

La cuenca ocupa una superficie de 1 069,27 Km² que representa el 6,68% del total de la cuenca (15 998,127 Km²); Presenta una pendiente media de 2.74%; la temperatura media es de 14°C y la precipitación media anual es 69 mm, esto según los mapas de isotermas e isoyetas presentados; la evapotranspiración potencial es de 1140 mm.

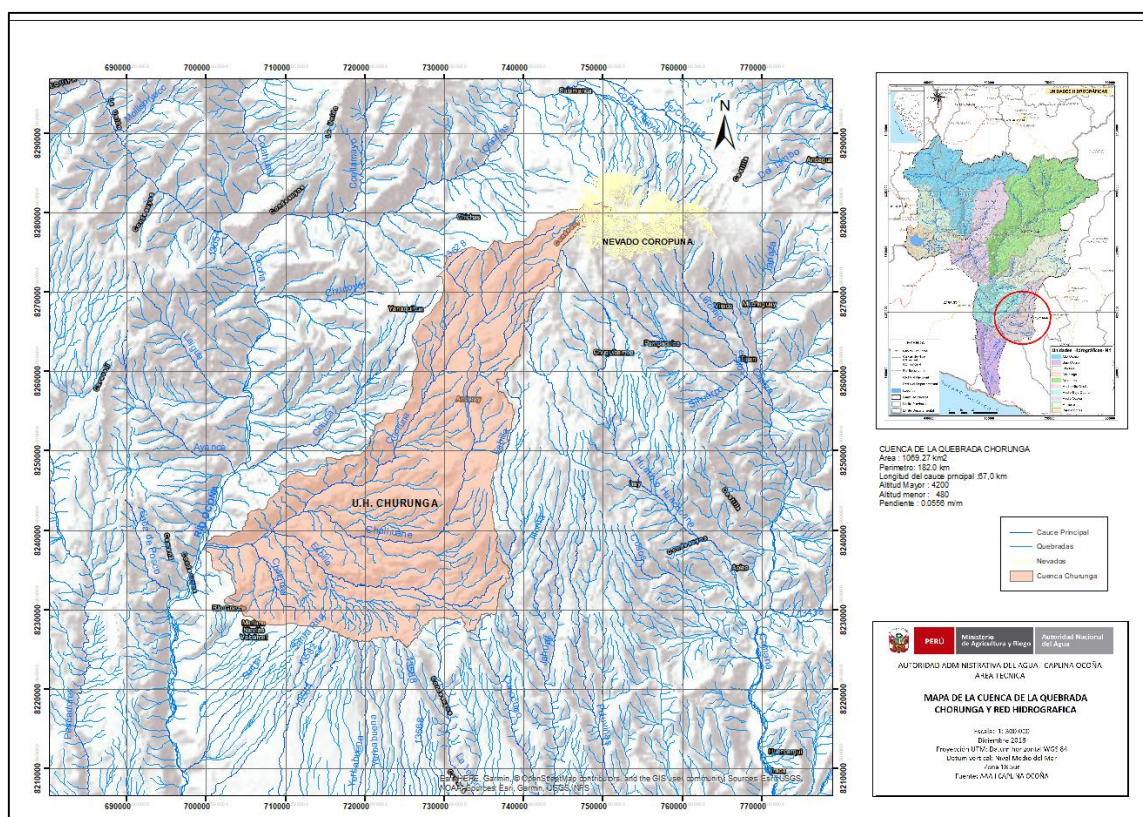


Ilustración: Cuenca de la quebrada Chorunga

La cuenca está delimitada por la línea imaginaria conocida como “divortiumacuarium” o “línea divisoria de aguas” la cual podríamos definir como el lugar geométrico de los puntos más altos

*Decenio de la Igualdad de oportunidades para mujeres y hombres
«Año del Diálogo y la Reconciliación Nacional»*

que separan las precipitaciones que caen y encaminan la escorrentía resultante para nuestro sistema fluvial la cual realizamos con el programa Arc Gis 10.2.

Características principales de la cuenca de la quebrada Chorunga

Área: 1 069.0 km²
 Perímetros: 182.0 km
 Longitud del cauce principal: 67.0 km
 Altitud mayor: 4200
 Altitud menor: 480
 Pendiente: 0.0556 m/m

Según el método propuesto de división de cuencas se han definido 9 Unidades Hidrográficas menores, las cuales se muestran en el mapa y cuadro siguiente:

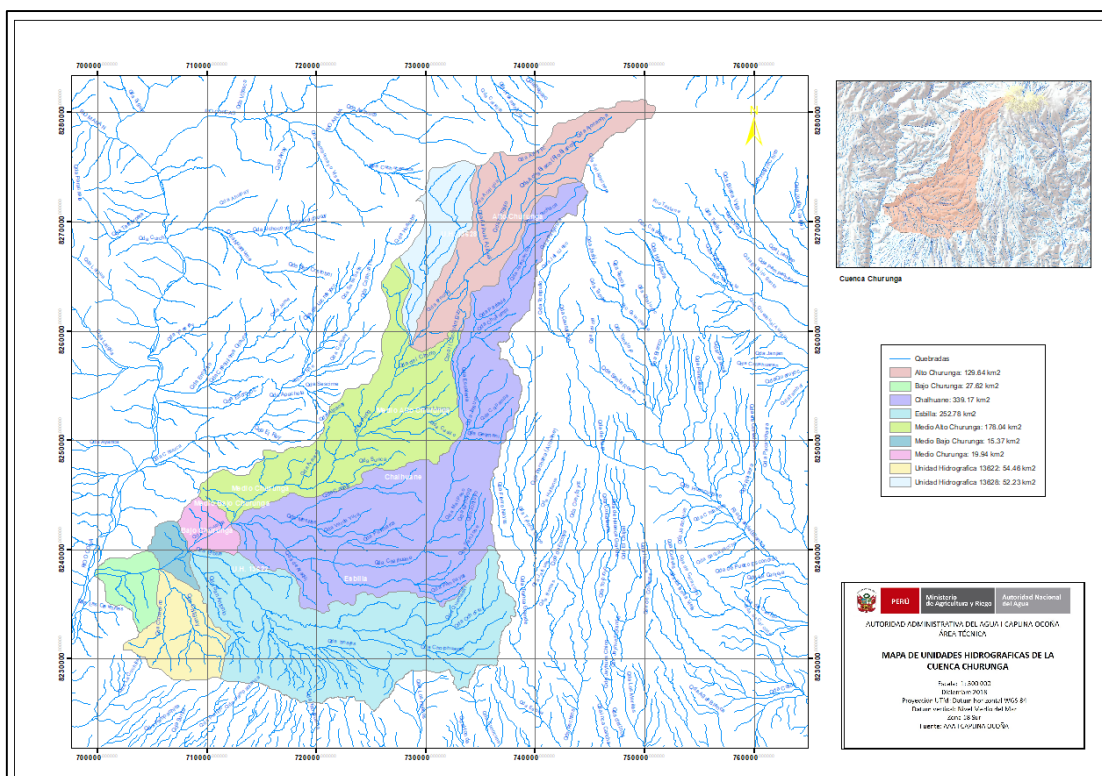












Ilustración: Unidades hidrográficas menores (Fuente ANA)

 Quebradas	 Medio Alto Churunga: 178.04 km ²
 Alto Churunga: 129.64 km ²	 Medio Bajo Churunga: 15.37 km ²
 Bajo Churunga: 27.62 km ²	 Medio Churunga: 19.94 km ²
 Chalhuane: 339.17 km ²	 Unidad Hidrográfica 13622: 54.46 km ²
 Esbilla: 252.78 km ²	 Unidad Hidrográfica 13628: 52.23 km ²



PERÚ

Ministerio de Agricultura y Riego



Decenio de la Igualdad de oportunidades para mujeres y hombres
«Año del Diálogo y la Reconciliación Nacional»

Precipitación:

Se tomado en cuenta 3 estaciones pluviométricas que registran datos de precipitaciones en 24 horas, siendo la más representativa en la cuenca Chorunga y con mayor extensión de datos actualizados, es la Estación Yanaquihua. La información histórica recopilada desde los años 1992 al 2017. Así mismo se han tomado en cuenta mapas de Isoyetas en periodos húmedo elaborado en el estudio de “Evaluación de Recursos Hídricos en la Cuenca de Ocoña – elaborado por el Consorcio Iclan Typsa del año 2015”.

Registros de Precipitación máxima de la Estación pluviométrica Yanaquihua

PRECIPITACION MAXIMA 24 horas (mm)													
Estación : YANAQUIHUA				Latitud : 15° 46' "S"				Dpto. : AREQUIPA					
Codigo :				Longitt : 72° 52' "W"				Prov. : CONDESUYOS					
				Altitud : 3130 msnm.				Dist. : YANAQUIHUA					
Año	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic	Max
1992	0.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.3
1993	10.8	13.8	4.5	0.0	0.0	0.0	0.0	2.8	0.0	0.3	0.0	0.1	13.8
1994	13.0	27.9	7.6	5.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	27.9
1995	44.1	0.1	15.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.4	0.0	4.8	0.3	44.1
1996	11.3	6.5	1.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.2	0.0	0.0	0.2	1.3	11.3
1997	8.9	17.2	63.9	0.0	0.0	0.0	0.0	11.4	7.2	0.0	0.0	6.8	63.9
1998	39.4	16.9	12.1	0.0	0.0	6.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.5	17.3	39.4
1999	22.2	20.8	14.3	0.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.9	0.0	1.4	22.2
2000	24.1	33.2	14.7	7.8	1.3	0.3	0.0	0.0	0.0	0.5	0.0	5.7	33.2
2001	8.4	15.2	13.8	0.6	0.8	0.2	0.0	0.0	0.0	0.2	0.0	0.3	15.2
2002	6.2	17.8	0.0	5.6	0.4	0.0	0.2	0.0	0.0	0.0	0.0	4.1	17.8
2003	2.6	17.3	11.7	11.7	3.8	0.0	0.4	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0	17.3
2004	14.3	25.9	5.0	8.9	0.2	0.0	0.1	0.0	0.0	0.2	0.0	6.3	25.9
2005	13.0	23.6	14.8	5.0	0.5	0.2	0.1	0.0	0.5	0.2	0.0	2.9	23.6
2006	14.6	33.8	23.7	4.7	0.0	0.6	0.0	0.0	1.9	0.2	0.0	0.4	33.8
2007	12.9	22.0	9.5	4.7	0.8	0.1	0.1	0.0	0.0	0.2	0.0	3.4	22.0
2008	7.7	20.3	5.6	6.1	0.2	0.1	0.1	0.0	0.0	0.1	0.0	3.5	20.3
2009	13.5	26.5	16.0	4.8	0.4	0.3	0.0	0.0	0.8	0.2	0.0	2.2	26.5
2010	6.5	9.3	0.0	2.7	0.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	9.3
2011	5.8	17.8	0.0	8.4	0.2	0.0	0.4	0.0	0.0	0.0	0.0	8.2	17.8
2012	30.6	34.0	14.9	15.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.5	0.0	10.6	34.0
2013	17.6	32.3	14.4	0.0	2.5	0.5	0.0	0.0	0.0	0.5	0.0	0.8	32.3
2014	4.1	0.0	11.3	1.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	11.3
2015	3.6	3.2	15.7	0.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	15.7
2016	0.0	38.6	8.1	9.4	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.4	0.0	0.0	38.6
2017	29.2	29.0	39.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	3.8	0.0	0.0	0.7	39.3

Decenio de la Igualdad de oportunidades para mujeres y hombres
«Año del Diálogo y la Reconciliación Nacional»

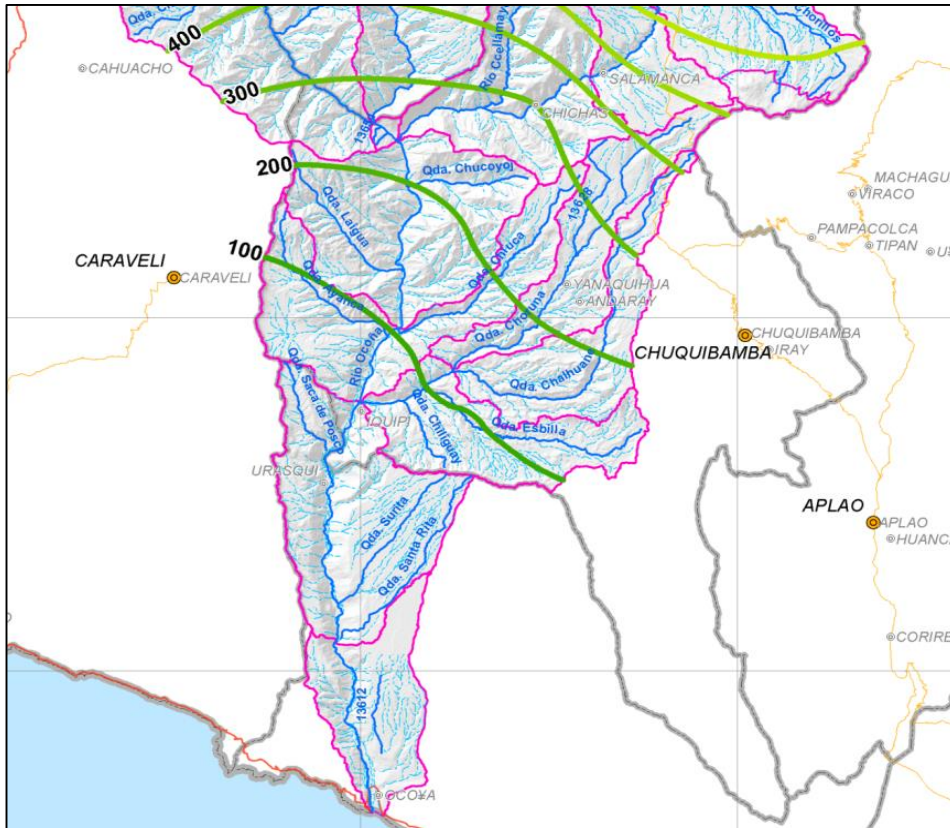
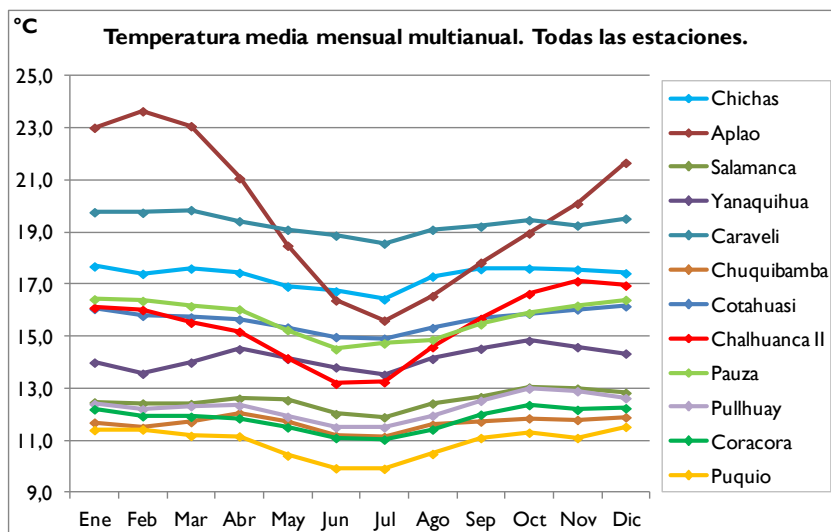


Ilustración: Mapa de Isoyetas, estación Humeda)

Climatología:

Las variables de temperatura, humedad relativa, velocidad del viento y evaporación, para fines del presente estudio se utilizó la información de obra en la ANA y de la página Web de SENAMHI



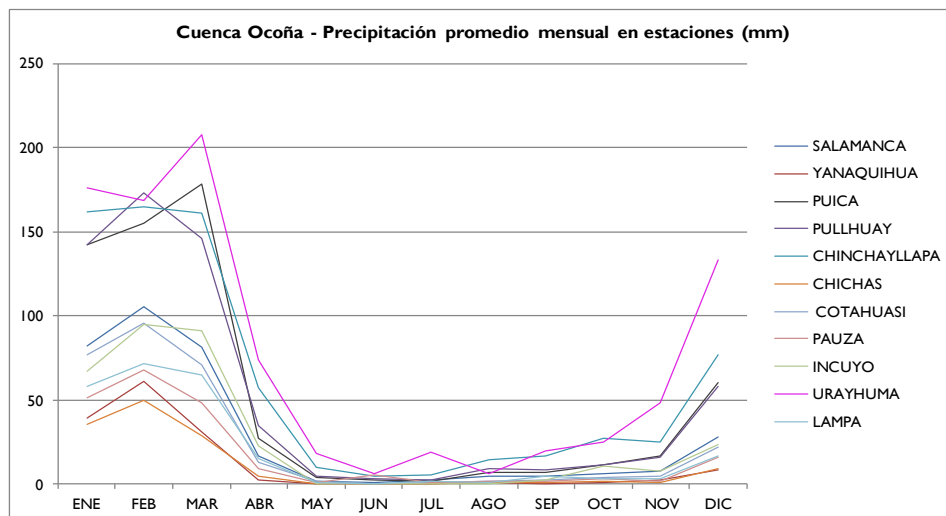
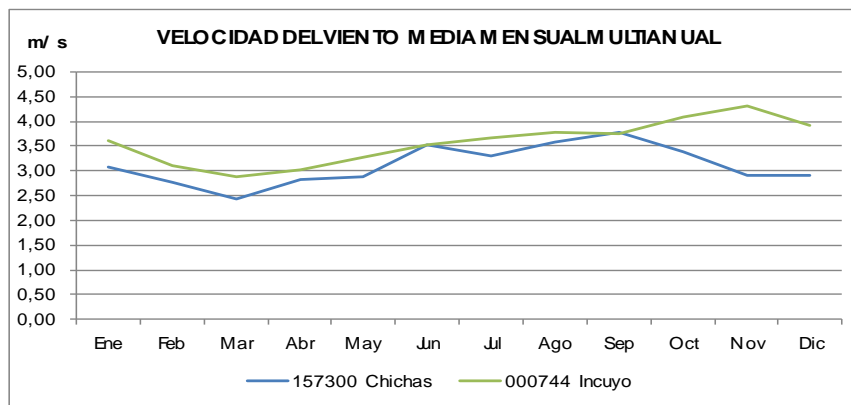
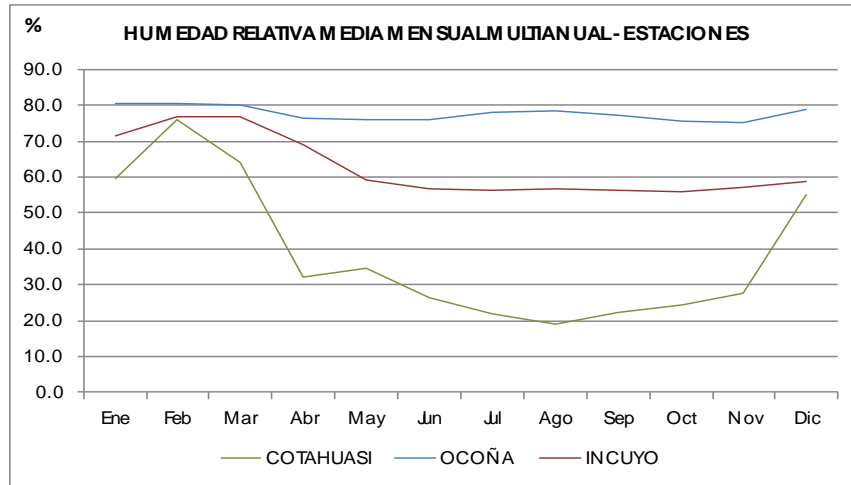


PERÚ

Ministerio de Agricultura y Riego



Decenio de la Igualdad de oportunidades para mujeres y hombres
«Año del Diálogo y la Reconciliación Nacional»





PERÚ

Ministerio
de Agricultura y Riego



*Decenio de la Igualdad de oportunidades para mujeres y hombres
«Año del Diálogo y la Reconciliación Nacional»*

2.4 Población beneficiada

El distrito de Río Grande-Arequipa es uno de los ocho distritos que conforman la provincia de Condesuyos en el Departamento de Arequipa.

Los poblados se comunican con la ciudad de Arequipa, siendo las vías posibles: Carretera Arequipa - Valle de Majes - Camaná - Ocoña- Iquipi - San Juan de Chorunga: Correctamente asfaltada y señalizada entre Arequipa y Ocoña, Afirmada con baches entre Ocoña e Iquipi, Trocha sin afirmar entre Iquipi y San Juan de Chorunga.

Se sigue el trayecto de Arequipa hasta el Valle de Majes pasando rumbo noroeste por el kilómetro 48, se toma el desvío a Camaná y se sigue de frente por la carretera pegada al Océano hasta llegar al poblado de Ocoña donde se toma desvío rumbo norte siguiendo el río Ocoña hasta llegar al desvío donde se toma el camino de la derecha, el de la izquierda va hacia Caravelí, hasta llegar a Iquipi de donde se sigue rumbo Noreste hasta llegar al anexo de San Juan de Chorunga.

Población beneficiada: INEI (2017)

- Total 3 263 habitantes.
- Densidad 6,19 hab/km².

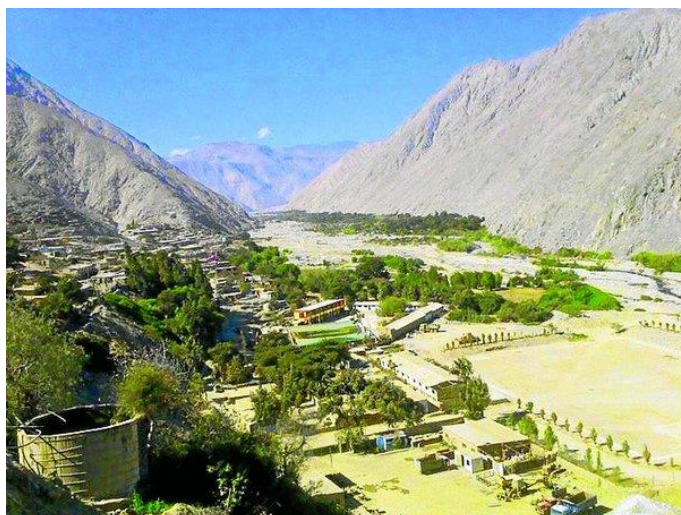


Ilustración: Valle Churunga



PERÚ

Ministerio de Agricultura y Riego



Decenio de la Igualdad de oportunidades para mujeres y hombres
«Año del Diálogo y la Reconciliación Nacional»

III. ANÁLISIS DE MÁXIMAS AVENIDAS

3.1 Selección del Método para determinación de máximas avenidas.

Sobre la base de los registros de precipitación máxima en 24 horas, de la estación pluviométrica Yanaquihua, periodo 1992-2017, se tiene los siguientes cálculos.

Table with 8 columns: Año, P (mm), P (mm), Posición (m), P >= P (m/(N+1)), T (años) (N+1)/m, Y=Log P. Includes summary statistics for n=26 and n+1=27.

Two tables side-by-side: 'Análisis de Máximas Precipitaciones - Método Log-Normal' and 'Cálculo de los Límites de Confianza - Método Log-Normal'. Both show data for T (años) from 2 to 1000, including P, K=Z, Y, and various limit values.



Decenio de la Igualdad de oportunidades para mujeres y hombres
«Año del Diálogo y la Reconciliación Nacional»

Análisis de Máximas Precipitaciones - Método de Gumbel				Cálculo de los Límites de Confianza - Método de Gumbel						
T años	P	K	P (mm)	Grados de libertad: 35- 2 = 24			t (estad.) = 2.064			
T años	P	K	P (mm)	T años	P	K	P (mm)	IC(P)	LCI(P)	LCS(P)
2	0.50000	-0.1643	22.31	2	0.50000	-0.1643	22.31	4.37	17.94	26.68
5	0.20000	0.7195	34.21	5	0.20000	0.7195	34.21	4.87	29.34	39.08
10	0.10000	1.3046	42.09	10	0.10000	1.3046	42.09	5.91	36.19	48.00
25	0.04000	2.0438	52.05	25	0.04000	2.0438	52.05	7.63	44.42	59.68
50	0.02000	2.5923	59.43	50	0.02000	2.5923	59.43	9.06	50.37	68.50
75	0.01333	2.9111	63.73	75	0.01333	2.9111	63.73	9.93	53.79	73.66
100	0.01000	3.1367	66.76	100	0.01000	3.1367	66.76	10.56	56.20	77.32
150	0.00667	3.4541	71.04	150	0.00667	3.4541	71.04	11.46	59.58	82.50
200	0.00500	3.6791	74.07	200	0.00500	3.6791	74.07	12.10	61.97	86.17
300	0.00333	3.9959	78.33	300	0.00333	3.9959	78.33	13.01	65.32	91.34
400	0.00250	4.2205	81.36	400	0.00250	4.2205	81.36	13.66	67.70	95.02
500	0.00200	4.3947	83.71	500	0.00200	4.3947	83.71	14.17	69.54	97.88
1000	0.00100	4.9355	90.99	1000	0.00100	4.9355	90.99	15.76	75.23	106.75

Análisis de Máximas Precipitaciones Método Log-Pearson Tipo III					Cálculo de los Límites de Confianza - Método Log-Pearson Tipo III								
T años	P	K	Y estimado	P (mm) antilog(Y)	Grados de libertad: 35 - 2 = 24			t (estad.) = 2.064					
T años	P	K	Y	P (mm)	T años	P	K	Y	IC(Y)	LCI(Y)	LCS(Y)	LCI(P)	LCS(P)
2	0.50000	0.3672	1.4402	27.56	2	0.50000	0.3672	1.4402	0.1407	1.2995	1.5809	19.93	38.10
5	0.20000	0.5751	1.5280	33.73	5	0.20000	0.5751	1.5280	0.1470	1.3811	1.6750	24.05	47.32
10	0.10000	0.5850	1.5322	34.06	10	0.10000	0.5850	1.5322	0.1474	1.3848	1.6796	24.26	47.81
25	0.04000	0.5935	1.5358	34.34	25	0.04000	0.5935	1.5358	0.1477	1.3881	1.6835	24.44	48.25
50	0.02000	0.6258	1.5494	35.44	50	0.02000	0.6258	1.5494	0.1489	1.4005	1.6983	25.15	49.93
75	0.01333	0.6586	1.5633	36.59	75	0.01333	0.6586	1.5633	0.1502	1.4131	1.7135	25.89	51.70
100	0.01000	0.6886	1.5760	37.67	100	0.01000	0.6886	1.5760	0.1515	1.4246	1.7275	26.58	53.39
150	0.00667	0.7408	1.5980	39.63	150	0.00667	0.7408	1.5980	0.1537	1.4443	1.7517	27.82	56.46
200	0.00500	0.7848	1.6166	41.36	200	0.00500	0.7848	1.6166	0.1557	1.4609	1.7724	28.90	59.21
300	0.00333	0.8569	1.6471	44.37	300	0.00333	0.8569	1.6471	0.1592	1.4879	1.8063	30.75	64.01
400	0.00250	0.9151	1.6716	46.95	400	0.00250	0.9151	1.6716	0.1622	1.5095	1.8338	32.32	68.21
500	0.00200	0.9642	1.6924	49.25	500	0.00200	0.9642	1.6924	0.1648	1.5276	1.8572	33.70	71.98
1000	0.00100	1.1393	1.7664	58.40	1000	0.00100	1.1393	1.7664	0.1749	1.5915	1.9412	39.04	87.35

Comparación de los Valores de Caudales Máximos Obtenidos					
T años	P	P (mm) observado	P (mm) Log-Normal	P (mm) Gumbel	P (mm) Log-Pearson
2	0.50000	23.6	19.28	22.31	27.56
5	0.20000	34.0	43.71	34.21	33.73
10	0.10000	44.0	67.07	42.09	34.06
25	0.04000	63.9	105.88	52.05	34.34
50	0.02000	63.9	142.19	59.43	35.44
75	0.01333	63.9	166.56	63.73	36.59
100	0.01000	63.9	185.37	66.76	37.67
150	0.00667		214.15	71.04	39.63
200	0.00500		236.28	74.07	41.36
300	0.00333		270.01	78.33	44.37
400	0.00250		295.85	81.36	46.95
500	0.00200		317.04	83.71	49.25
1000	0.00100		389.65	90.99	58.40

Se ha determinado los caudales máximos para distintos periodos de retorno en la Cuenca Chorunga, bajo modelos de Lluvia – Esguerrimiento.



PERÚ

Ministerio de Agricultura y Riego



Decenio de la Igualdad de oportunidades para mujeres y hombres
«Año del Diálogo y la Reconciliación Nacional»

Estimativo con Método Racional:

R CALCULO CAUDAL - METODO EMPIRICO

Procesar Pagina Imprimir

CUENCA DEL RIO CHORUNGA

Información de la cuenca		Formula de R. Temez	
Longitud de Cauce Principal (Km)	67.00	$T_c = 0.3 (L / S_j^{0.25})^{0.75}$	
Pendiente del Cauce del Rio (Manning)	0.0556	Longitud del cauce principal (Km)	67.00
Diferencia de Cotas (m)	3720.00	Pendiente media del Tramo	0.0556
Area de la Cuenca Humeda (Km)	1069.27	Tiempo de Concentracion (Horas)	7.8429
Periodo de Retomo (años)	50.00	Formula de Kirpich	
Coficiente de Escorrentia (C)	0.4000	$T_c = 0.06628 (L^{0.77})(S_k^{-0.385})$	
Soil Conservation Service of California		Longitud del Cauce Principal (Km)	67.00
$T_c = (0.871 (L^3 / H))^{0.385}$		Diferencia de Cotas Extremas (m)	3720.00
Diferencia de cotas extremas (m)	3720.00	Pendiente cauce principal (Manning)	0.0556
Longitud del cauce principal (Km)	67.00	Tiempo de Concentracion (Horas)	5.1358
Tiempo de Concentracion (Horas)	5.1448	Caudal Maximo - Metodo de Mac Math	
Promedio de Tiempo de Concentracion (Tc)		$Q = 0.001 C I A^{0.58} S^{0.45}$	
6.0411	Seleccion Tc (Horas) 5.14	Coficiente de Escorrentia (C)	0.40
Formula de Mac Math - Calculo de Intensidad		Area de la Cuenca Humeda (Ha)	106927.00
$I = 2.6934 T^{0.2747} T_c^{0.3679}$		Pendiente (0/00)	55.60
Periodo de Retomo (Años)	50.00	Intensidad (mm/hora)	64.9760
Tiempo de Concentracion (Minutos)	308.40	Caudal Maximo (m3/s)	131.00
Intensidad (mm/hora)	64.9760		

Intensidad — Duración – Frecuencia

A partir de las precipitaciones máximas en 24 horas se dedujeron las precipitaciones máximas de diseño para duraciones menores de 24 horas y diferentes periodos de retorno, para ello se adoptó el criterio de la ley de proporcionalidad sugerida por Dick & Peschke:

$$P_d = P_{24} \left(\frac{d}{1440} \right)^{0.25}$$

Pd = Precipitación para una duración "d" (mm)

P24 = Precipitación máxima en 24 horas (mm)

d = Duración de la precipitación (minutos)

Los resultados de las precipitaciones máximas de diseño se presentan en el siguiente Cuadro



PERÚ

Ministerio de Agricultura y Riego



Decenio de la Igualdad de oportunidades para mujeres y hombres
«Año del Diálogo y la Reconciliación Nacional»

Precipitaciones Máximas de Diseño para Duraciones menores a 24 horas

Periodo de Retorno (años)	2	5	10	25	50	100	200
Precipitación Max. 24 horas (mm)	20.49	38.44	50.32	65.33	76.47	87.53	98.55

Duración		Precipitación Máxima (mm)						
		Periodo de Retorno (años)						
Hr.	min.	2	5	10	25	50	100	200
0.17	10.20	5.94	11.15	14.60	18.95	22.18	25.39	28.59
0.33	19.80	7.02	13.16	17.23	22.37	26.19	29.97	33.75
0.50	30.00	7.78	14.60	19.12	24.82	29.05	33.25	37.44
0.67	40.20	8.38	15.71	20.57	26.70	31.26	35.78	40.28
0.83	49.80	8.84	16.58	21.70	28.17	32.98	37.75	42.50
1.00	60.00	9.26	17.37	22.73	29.52	34.55	39.55	44.52
1.50	90.00	10.25	19.22	25.16	32.67	38.24	43.77	49.28
2.00	120.00	11.01	20.65	27.04	35.10	41.09	47.03	52.95
4.00	240.00	13.09	24.56	32.15	41.74	48.86	55.93	62.97
6.00	360.00	14.49	27.18	35.58	46.20	54.07	61.89	69.69
7.00	420.00	15.06	28.25	36.98	48.01	56.20	64.32	72.42
8.00	480.00	15.57	29.21	38.23	49.64	58.10	66.51	74.88
10.00	600.00	16.46	30.88	40.43	52.49	61.44	70.32	79.18
11.00	660.00	16.86	31.63	41.40	53.75	62.92	72.02	81.09
12.00	720.00	17.23	32.32	42.31	54.94	64.30	73.60	82.87
24.00	1440.00	20.49	38.44	50.32	65.33	76.47	87.53	98.55

Asimismo, con las precipitaciones máximas de diseño se realizó la estimación de las intensidades máximas de precipitación para diferentes duraciones y periodos de retorno, lo cual se muestra en el siguiente Cuadro.

Intensidades Máximas de precipitación para Duraciones Menores a 24 horas

Periodo de Retorno (años)	2	5	10	25	50	100	200
Precipitación Max. 24 horas (mm)	20.49	38.44	50.32	65.33	76.47	87.53	98.55

Duración		Intensidad Maxima (mm/h)						
		Periodo de Retorno (años)						
Hr.	min.	2	5	10	25	50	100	200
0.17	10.20	34.97	65.60	85.87	111.49	130.50	149.37	168.18
0.33	19.80	21.26	39.89	52.22	67.79	79.35	90.83	102.26
0.50	30.00	15.57	29.21	38.23	49.64	58.10	66.51	74.88
0.67	40.20	12.50	23.45	30.70	39.86	46.65	53.40	60.12
0.83	49.80	10.65	19.97	26.14	33.94	39.73	45.48	51.20
1.00	60.00	9.26	17.37	22.73	29.52	34.55	39.55	44.52
1.50	90.00	6.83	12.81	16.77	21.78	25.49	29.18	32.85
2.00	120.00	5.50	10.33	13.52	17.55	20.54	23.51	26.47
4.00	240.00	3.27	6.14	8.04	10.44	12.21	13.98	15.74
6.00	360.00	2.41	4.53	5.93	7.70	9.01	10.32	11.61
7.00	420.00	2.15	4.04	5.28	6.86	8.03	9.19	10.35
8.00	480.00	1.95	3.65	4.78	6.21	7.26	8.31	9.36
10.00	600.00	1.65	3.09	4.04	5.25	6.14	7.03	7.92
11.00	660.00	1.53	2.88	3.76	4.89	5.72	6.55	7.37
12.00	720.00	1.44	2.69	3.53	4.58	5.36	6.13	6.91
24.00	1440.00	0.85	1.60	2.10	2.72	3.19	3.65	4.11



PERÚ

Ministerio de Agricultura y Riego



Decenio de la Igualdad de oportunidades para mujeres y hombres
«Año del Diálogo y la Reconciliación Nacional»

Las intensidades máximas de precipitación se ajustaron al modelo I-D-F:

$$I = \frac{K T^m}{t^n}$$

Donde:

I= intensidad Máxima (mm/h)

T= período de retorno (años)

t = duración de precipitación (minutos)

K,m,n, parámetros del modelo que se determinan mediante un análisis de regresión múltiple.

La ecuación resultante es la siguiente:

$$I = \frac{206.45T^{0.32}}{t^{0.75}}$$

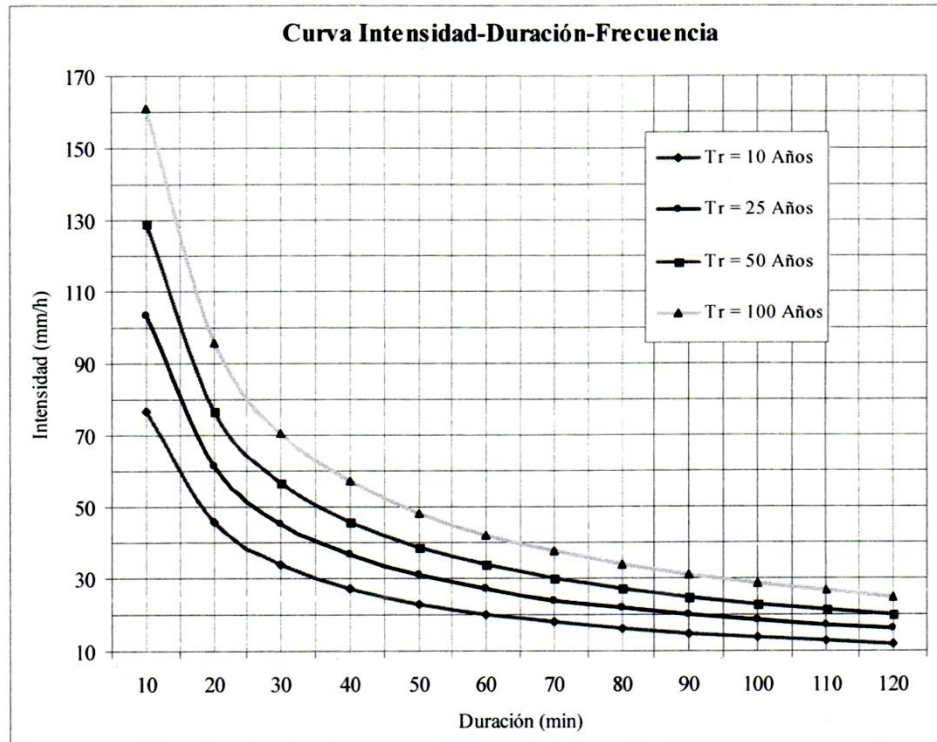
En el siguiente cuadro, se muestran los valores calculados para diferentes intensidades, duraciones y periodos de retorno, en base a la información registrada en la estación Yanaquihua.

Relación entre Intensidad - Duración – Frecuencia

Duración (t) (minutos)	Intensidad Máxima (mm/h)			
	Periodo de Retorno (T) en años			
	10	25	50	100
10	76.89	103.18	128.90	161.03
20	45.72	61.35	76.64	95.75
30	33.73	45.27	56.55	70.64
40	27.18	36.48	45.57	56.93
50	22.99	30.86	38.55	48.16
60	20.06	26.92	33.62	42.00
70	17.87	23.98	29.95	37.42
80	16.16	21.69	27.10	33.85
90	14.80	19.86	24.81	30.99
100	13.67	18.35	22.92	28.64
110	12.73	17.08	21.34	26.66
120	11.93	16.00	19.99	24.98

*Decenio de la Igualdad de oportunidades para mujeres y hombres
«Año del Diálogo y la Reconciliación Nacional»*

Intensidad - Duración - Periodos de Retorno



Máximas Avenidas:

Ante la ausencia de estaciones de medición de caudales en la quebrada de Chorunga, se utilizaron modelos de generación de envolventes de máximas descargas. Estas fórmulas han sido desarrollada denominado "método precipitación escorrentía". La aplicación de este método permite la estimación de los caudales máximos para diferentes periodos de retorno.



Decenio de la Igualdad de oportunidades para mujeres y hombres «Año del Diálogo y la Reconciliación Nacional»

MODELO LLUVIA-ESCURRIMIENTO																											
SUB CUENCA CHURUNGA																											
AREA DE LA CUENCA = 1069.27 Km2 LONGITUD DEL C.P. = 67.000 Km DESNIVEL DEL C.P. = 3720 m PENDIENTE PROMEDIO DEL CAUCE TAYLOR-SCHWARZ = 0.055522 Milésimas VALOR (e) DE LA FORMULA DE KUIHILING = 0.619 Adimensional		RESULTADO DEL ANALISIS PROBABILISTICO DE Hp 24 hrs (PONDERADO) <table border="1"> <tr> <th>Tr</th> <th>Hp 24 hrs</th> </tr> <tr><td>2</td><td></td></tr> <tr><td>5</td><td>38.00</td></tr> <tr><td>10</td><td>42.09</td></tr> <tr><td>20</td><td>48.00</td></tr> <tr><td>25</td><td>52.04</td></tr> <tr><td>50</td><td>59.40</td></tr> <tr><td>100</td><td>66.76</td></tr> <tr><td>500</td><td></td></tr> <tr><td>1,000</td><td></td></tr> <tr><td>10,000</td><td></td></tr> </table>		Tr	Hp 24 hrs	2		5	38.00	10	42.09	20	48.00	25	52.04	50	59.40	100	66.76	500		1,000		10,000			
Tr	Hp 24 hrs																										
2																											
5	38.00																										
10	42.09																										
20	48.00																										
25	52.04																										
50	59.40																										
100	66.76																										
500																											
1,000																											
10,000																											
<table border="1"> <thead> <tr> <th>EST. CLIMATOLOGICAS ANALIZADAS :</th> <th colspan="2">PONDERACION DEL COEF. DE ESCURRIMIENTO</th> </tr> <tr> <th></th> <th>% del área</th> <th>Valor N</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1.- Yanaquihua</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>2.-</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>3.-</td> <td>50</td> <td>85</td> </tr> <tr> <td>4.-</td> <td>45</td> <td>73</td> </tr> <tr> <td>5.-</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>total =</td> <td>95</td> <td></td> </tr> </tbody> </table>		EST. CLIMATOLOGICAS ANALIZADAS :	PONDERACION DEL COEF. DE ESCURRIMIENTO			% del área	Valor N	1.- Yanaquihua			2.-			3.-	50	85	4.-	45	73	5.-			total =	95		Agricultura de temporal Matorral desértico	
EST. CLIMATOLOGICAS ANALIZADAS :	PONDERACION DEL COEF. DE ESCURRIMIENTO																										
	% del área	Valor N																									
1.- Yanaquihua																											
2.-																											
3.-	50	85																									
4.-	45	73																									
5.-																											
total =	95																										
COEFICIENTE DE KUIHILING																											
Tc		e																									
0.01	0.7																										
1	0.7																										
6	0.6																										
24	0.55																										
60	0.45																										
I.- DETERMINACION DEL GASTO DE DISEÑO MEDIANTE LA APLICACION DEL METODO LLUVIA - ESCURRIMIENTO																											
I.1.- CARACTERISTICAS PSIOGRAFICAS DE LA CUENCA																											
AREA DE LA CUENCA (A) = 1069.27 Km2		LONGITUD DEL C.P. (L) = 67 Km																									
LONGITUD DEL C.P. (L) = 67 Km		DESNIVEL DEL C.P. (D) = 3720 m																									
PENDIENTE PROMEDIO DEL CAUCE TAYLOR-SCHWARZ = 0.055522																											
III. 2.- CALCULO DEL TIEMPO DE CONCENTRACION (Tc)																											
A) Método de Rowe																											
$Tc = \left(\frac{0.87 L^{0.385}}{D} \right)^{\frac{3}{}}$		=	5.14 HRS																								
B) Método de Kirpich																											
$Tc = 0.0003245 \left(\frac{L^{0.77}}{S^{\frac{1}{2}}} \right)$		=	5.14 HRS																								
C) Método del SCS																											
$Tc = \frac{1.15 L}{3085 D^{0.38}}$		=	5.06 HRS																								
Tc seleccionado =		5.06	HRS																								



Decenio de la Igualdad de oportunidades para mujeres y hombres «Año del Diálogo y la Reconciliación Nacional»

I. 3.- CALCULO DEL NUMERO DE ESCURRIMIENTO (N)

Mediante el empleo de la cartografía del tipo y uso de suelo del INEGI, escala 1 : 50 , 000 se obtuvo el siguiente valor ponderado de N correspondiente a la cuenca en estudio

N ponderado de la cuenca = 75.35

I. 4.- DETERMINACION DE LA LLUVIA MEDIA DE DISEÑO

Una vez aplicados los diferentes métodos de distribución probabilística, se decidió utilizar la correspondiente al método de Matorral desértico por ser éste el que presentó mejor ajuste con respecto a los datos de la estación Yanaquihua

Tr (años)	Hp media en 24 hrs (mm)
2	
5	38.0
10	42.1
20	48.0
25	52.0
50	59.4
100	66.8
500	
1,000	

Para obtener la Hp de diseño se utilizó la fórmula de Emil Kuishiling y C.E. Gransky, quienes consideran que la duración de la tormenta es igual al tiempo de concentración. Este método sugiere las siguientes expresiones :

$$Hp = \frac{K Tc^{1-e}}{(1 - e)}$$

De donde :

$$K = \frac{Hp (1 - e)}{Tc^{1-e}}$$

Para apegar la distribución de la tormenta a la forma de la curva de máxima intensidad el método sugiere emplear un factor (e), el cual depende del tiempo de concentración y cuyo valor oscila entre 0.45 y 0.80, en nuestro caso su valor será de : 0.619

Al aplicar las ecuaciones anteriores, se obtienen los siguientes resultados :

Tr (años)	K	Hp media de diseño (mm)
2		
5	4.31	20.99
10	4.78	23.25
20	5.45	26.51
25	5.91	28.75
50	6.74	32.81
100	7.58	36.88
500		
1,000		



Decenio de la Igualdad de oportunidades para mujeres y hombres
«Año del Diálogo y la Reconciliación Nacional»

I.5.- CALCULO DEL GASTO MAXIMO

I.5.1.- METODO RACIONAL

$$Qd = 0.278 C I A$$

Para calcular la lluvia en exceso se aplicó el criterio del Servicio de Conservación de Suelos en E U A (SCS)

$$He = \frac{(Hp - (508/N) + 5.08)^2}{(Hp + (2032/N) - 20.32)}$$

$$C = He / Hpd ; I = \frac{K}{(1 + e) Tc} e$$

Al utilizar las ecuaciones anteriores, se obtienen los siguientes resultados :

Tr (años)	He (mm)	I (mm / hr)	Qmáx (m3/seg)
2			
5	0.22	4.15	12.8
10	0.49	4.60	28.8
20	1.05	5.24	61.9
25	1.54	5.68	90.8
50	2.64	6.49	155.2
100	3.97	7.29	233.4
500			
1,000			

I.5.2.- METODO DEL HIDROGRAMA UNITARIO TRIANGULAR

Las características del hidrograma unitario triangular se determinaron mediante las fórmulas siguientes :

$$Qd = \frac{0.556 He A}{n Tp}$$

donde :

$$Tp = 0.60 Tc + \frac{D}{2} = 5.56 ; n = 2 + \frac{\text{área} - 250}{1583.33} = 2.51743$$

Tr (años)	Q máximo (m3/seg)
2	
5	9.3
10	20.8
20	44.7
25	65.6
50	112.1
100	168.6
500	
1,000	



Decenio de la Igualdad de oportunidades para mujeres y hombres
«Año del Diálogo y la Reconciliación Nacional»

I.5.3.- METODO DE VEN TE CHOW			
$Qd = A X Y Z$	donde :	X = H_e / D (Factor de escurrimiento)	
		Y = 0.278 (Factor climático)	
		Z = Qp/Qe (Factor de reducción)	
	0.64		
$tr = 0.0050 (L / S^{0.5}) =$	3.5435	hrs	
Cálculo de la relación Tc / tr 1.4272			
De acuerdo a la gráfica que muestra la relación entre Z y Tc/Tr , se tiene :			
	Z = $Qp / Qe =$	0.86	
	imaginario	-0.86	
Tr (años)	X	Q máximo (m3/seg)	
5	0.04	11.0	
10	0.10	24.8	
20	0.21	53.2	
25	0.31	78.0	
50	0.52	133.4	
100	0.79	200.6	
500			
1,000			
T A B L A R E S U M E N			
PARA N = 75.4			
GASTOS MAXIMOS (m³ / seg)			
Tr (años)	RACIONAL	HUT	VEN TE CHOW
5	12.8	9.3	11.0
10	28.8	20.8	24.8
20	61.9	44.7	53.2
25	90.8	65.6	78.0
50	155.2	112.1	133.4
100	233.4	168.6	200.6
SUB CUENCA CHURUNGA			

Con fines de modelamiento de inundación de la quebrada Chorunga del valle agrícola del distrito Río Grande, se ha determinado un caudal máximo de **130 m3/s**, para un Periodo de retorno (T) de 50 años.



PERÚ

Ministerio
de Agricultura y Riego



*Decenio de la Igualdad de oportunidades para mujeres y hombres
«Año del Diálogo y la Reconciliación Nacional»*

Coeficientes de escorrentía:

El Valor del coeficiente de escorrentía depende de diversos factores:

- Permeabilidad de la superficie
- Pendiente y características de encharcamiento de la superficie
- Características y condiciones de Suelo (Humedad antecedente, compactación, porosidad, posición del nivel freático).
- Vegetación

Para el presente estudio se ha tenido en cuenta el mapa ecológico del ámbito de la investigación, el cual contiene entre otros aspectos, las zonas de escurrimiento superficial (llamado también zonas de vida). La finalidad de presentar esta información expresada a través de la zonificación espacial, es facilitar el cálculo del caudal medio anual en cualquier punto de interés. Este cálculo se efectúa a partir de los datos de precipitación y coeficientes de escurrimiento identificados para cada una de las zonas de escurrimiento. En el siguiente cuadro se muestra un ejemplo de la información que se consigna para cada zona de escurrimiento (zona de vida) y en el cuadro subsiguiente se muestra las características principales para todas las zonas de escurrimiento correspondientes al ámbito de la investigación.

El Coeficiente de escorrentía optado en la microcuenca de la quebrada Pasto Raíz es de $C = 0,45$ sustentado en lo siguiente

Relación de Zona de Escurrimiento - Precipitación - Escurrimiento

Parámetro	Valor
Zona de Vida	and-Ms
Precipitación (mm)	187.5
Coeficiente de Escurrimiento	0.36
Escurrimiento Superficial (mm)	67.5



PERÚ

Ministerio de Agricultura y Riego

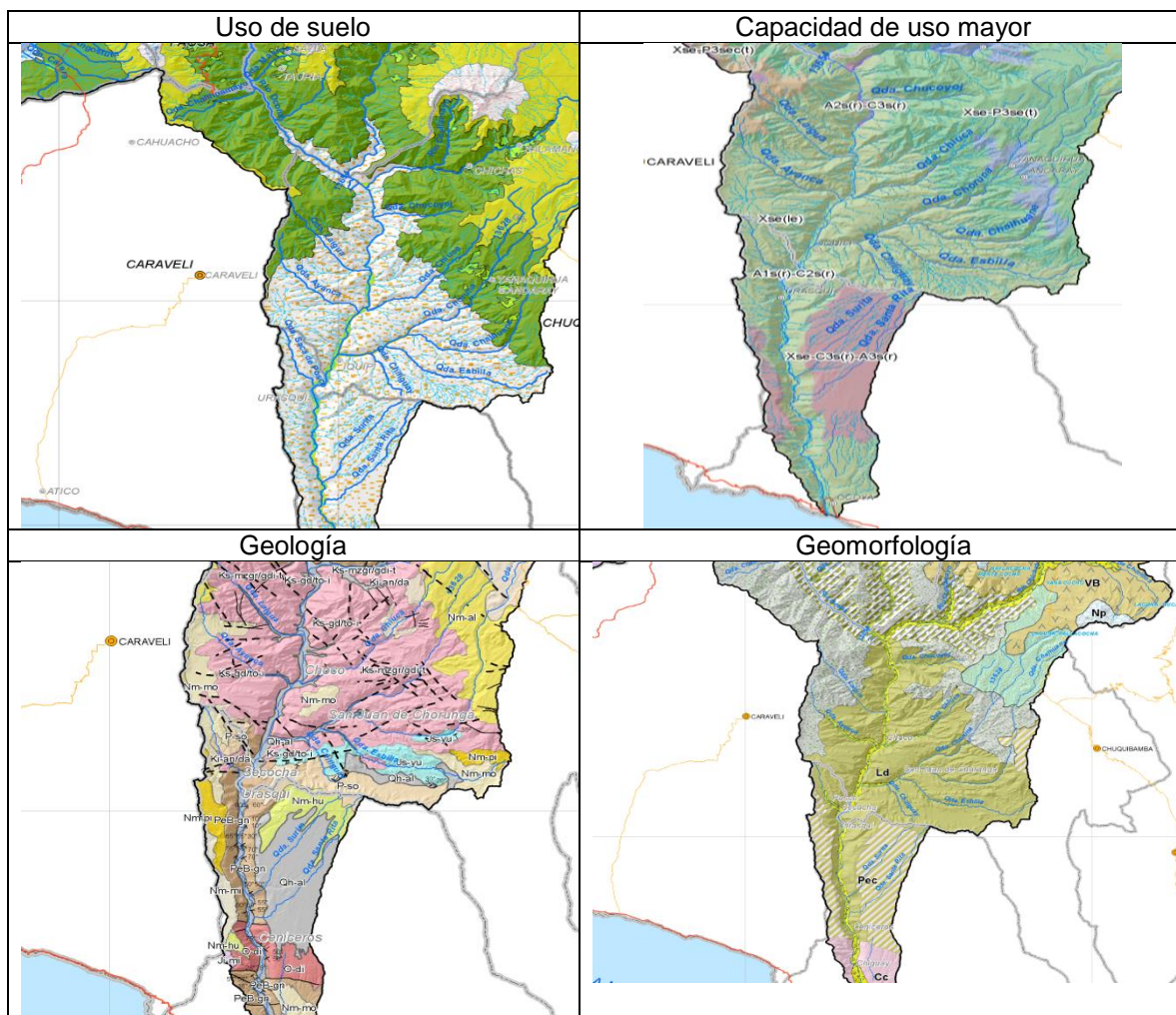


Decenio de la Igualdad de oportunidades para mujeres y hombres
«Año del Diálogo y la Reconciliación Nacional»

Caracterización de las Zonas de Escurrimiento

Símbolo	Zona de Vida	Precipitación (mm)	Coefficiente de Escurrimiento (*)
dd-S	Desierto desecado Subtropical	15.625 - 31.25	0.25
dd-MBS	Desierto desecado Montano Bajo Subtropical	15.625 - 31.26	0.25
ds-MBS	Desierto superdrido Montano Bajo Subtropical	31.25 - 62.5	0.30
dp-MBS	Desierto perarido Montano Bajo Subtropical	62.5 - 125	0.30
da-MS	Desierto arido Montano Subtropical	62.5 - 125	0.36
and-MS	Matorral desertico Montano Subtropical	125 - 250	0.36
md-SaS	Matorral desertico Subandino Subtropical	125 - 250	0.40
ph-SaS	Paramo humedo Subandino Suptropical	250 - 500	0.45
tmh-AS	Tundra muy humeda Andino Subtropical	250 - 500	0.68
NS	Nival Subtropical	>1000	-

(*) Inventario Nacional de Aguas Superficiales, ONERN 1980





PERÚ

Ministerio
de Agricultura y Riego



*Decenio de la Igualdad de oportunidades para mujeres y hombres
«Año del Diálogo y la Reconciliación Nacional»*

IV. TOPOGRAFÍA

4.1 Puntos de Control y Levantamiento Topográfico



TIN Raster de la Topografía

Los planos de la topografía se adjuntan en Anexo:

V. SIMULACIÓN HIDRÁULICA

5.1 Descripción del modelo

Hoy en día disponemos de diversos softwares específicos de modelización hidráulica que facilitan la entrada de datos y permiten visualizar gráficamente los resultados, incluso exportarlos en forma de tablas, lo que nos facilita su interpretación. Entre todo ellos, destaca sin duda el software HEC-RAS (desarrollado por el Hydrologic Engineering Center del US Army Corps of Engineers)

El HEC-geoRAS, es una extensión para ArcGIS, que se compone de una serie de procedimientos, herramientas y utilidades diseñadas para procesar datos georreferenciados que permite realizar la preparación de los datos geométricos para importarlos en HEC-RAS.

Mediante HEC-geoRAS creamos un archivo de importación a HEC-RAS que recoge los datos de la geometría del terreno incluyendo el cauce del río o quebrada, las secciones transversales, las líneas de flujo, etc. Finalmente, estos resultados permiten obtener los mapas de inundación y riesgo, para delimitación de la faja marginal.

5.2 Configuración del Modelo

Determinado el caudal máximo de la quebrada Chorunga de 130.0 m³/s, para un periodo de retorno de 50 años, el dato permitirá la modelización hidráulica que facilitan la entrada de datos y permiten visualizar gráficamente los resultados, incluso exportarlos en forma de tablas, lo que nos facilita su interpretación.

Esquema fluvial: dibujo, en la ventana de la Geometría (ver figura) del esquema fluvial. A partir de la topografía y trazo del eje de la quebrada.

Datos de las secciones: Seleccionamos el eje de la quebrada y tramo de ubicación de la sección transversal trazada cada 100 metros. Daremos las coordenadas de las secciones (Cross Section X-Y Coordinates) de izquierda a derecha mirando a la sección hacia aguas abajo.

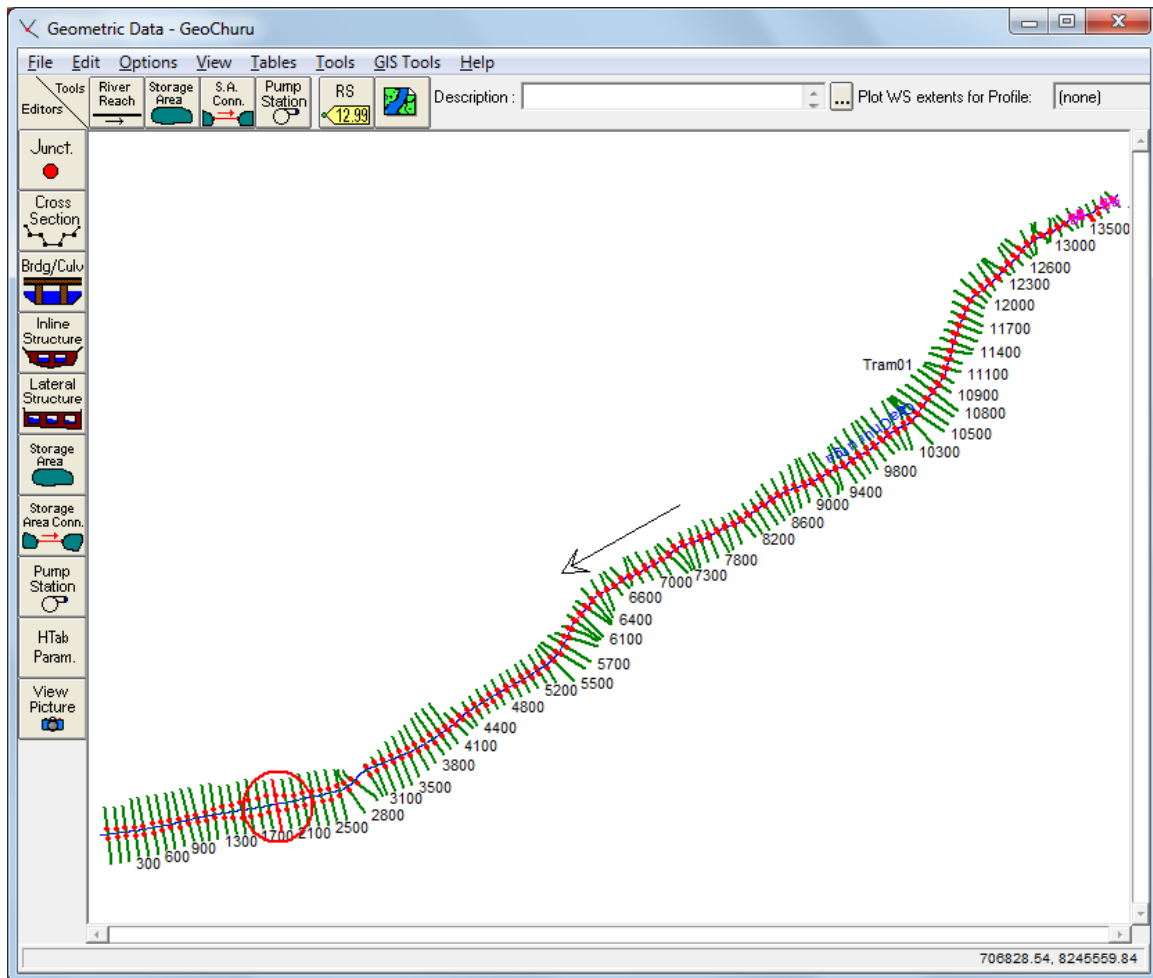


PERÚ

Ministerio
de Agricultura y Riego



Decenio de la Igualdad de oportunidades para mujeres y hombres
«Año del Diálogo y la Reconciliación Nacional»



▪ **Coefficientes de Pérdida de Energía:**

Los valores del coeficiente deberían poder calibrarse a partir de datos reales de elevaciones, calados o tirantes de láminas de agua. En su defecto se deben usar valores de características similares de modelos ya computados u obtenidos de forma experimental.

Se trata de una variable que tiene una gran influencia en la precisión de los resultados de la computación. Depende de un gran número de factores como: rugosidad, vegetación, irregularidades, alineación, erosión o sedimentación, obstrucciones, tamaño y forma de la sección, etc. Como valores de referencia, el programa se basa en las tablas incluidas en el libro Hidrología de Canales Abiertos de Ven Te Chow.

El programa HEC RAS usa tres tipos de coeficientes para la evaluación de las pérdidas de energía:

- ✓ Coeficientes de rozamiento de Manning (o su equivalente k de fricción)
- ✓ Coeficientes de expansión y contracción en transiciones



PERÚ

Ministerio
de Agricultura y Riego



*Decenio de la Igualdad de oportunidades para mujeres y hombres
«Año del Diálogo y la Reconciliación Nacional»*

- ✓ Coeficientes de pérdidas en viaductos o culverts
- ✓ Coeficiente Manning

Para el presente modelo se utiliza el rango de 0.030 a 0.070, que corresponde al factor corrientes naturales, se utiliza 0.05 para los márgenes y para el centro 0.035, considerando las características de los tramos evaluados.

Las contracciones y expansiones de flujo por cambios de sección suelen ser causas muy comunes de pérdidas de energía. Es entonces cuando el programa las evalúa a través de los coeficientes especificados en la sección correspondiente.

Esos coeficientes son multiplicados por la variación de término cinético, en valor absoluto, entre dos secciones para obtener la pérdida de energía que se produce en la transición de ambas.

Para régimen subcrítico los valores de los coeficientes de contracción y expansión usados por el programa son para contracción 0.05 y para expansión 0.03.



PERÚ


Ministerio de Agricultura y Riego



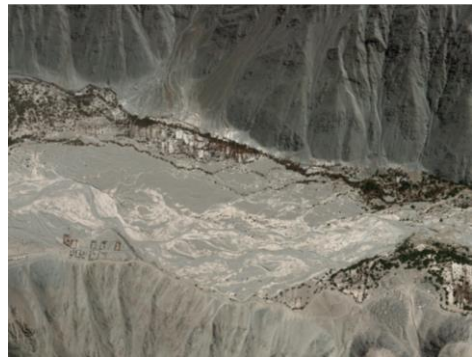
Decenio de la Igualdad de oportunidades para mujeres y hombres
«Año del Diálogo y la Reconciliación Nacional»

Coefficientes "Manning" de la Quebrada Chorunga


Progresiva	2+00		
Coordenadas UTM	Y-NORTE (m)	804,450.91	
	X - ESTE (m)	8,200,430.51	
Coefficiente	Izquierda	Centro	Derecha
n0	0.024	0.024	0.024
n1	0.020	0.020	0.020
n2	0.005	0.000	0.005
n3	0.010	0.010	0.010
n4	0.005	0.005	0.005
m5	1.000	1.000	1.000
$n=(n0+n1+n2+n3+n4)*m5$			
n	0.064	0.059	0.064




Progresiva	5+00		
Coordenadas UTM	Y-NORTE (m)	804,449.85	
	X - ESTE (m)	8,200,428.55	
Coefficiente	Izquierda	Centro	Derecha
n0	0.024	0.024	0.024
n1	0.020	0.020	0.020
n2	0.005	0.000	0.005
n3	0.010	0.010	0.010
n4	0.005	0.005	0.005
m5	1.000	1.000	1.000
$n=(n0+n1+n2+n3+n4)*m5$			
n	0.064	0.059	0.064



Progresiva	10+00		
Coordenadas UTM	Y-NORTE (m)	804,392.32	
	X - ESTE (m)	8,200,294.20	
Coefficiente	Izquierda	Centro	Derecha
n0	0.024	0.024	0.024
n1	0.020	0.020	0.020
n2	0.005	0.000	0.005
n3	0.010	0.010	0.010
n4	0.005	0.005	0.005
m5	1.000	1.000	1.000
$n=(n0+n1+n2+n3+n4)*m5$			
n	0.064	0.059	0.064



Progresiva	15+00		
Coordenadas UTM	Y-NORTE (m)	804,343.66	
	X - ESTE (m)	8,200,185.87	
Coefficiente	Izquierda	Centro	Derecha
n0	0.024	0.024	0.024
n1	0.020	0.020	0.020
n2	0.005	0.005	0.005
n3	0.010	0.010	0.010
n4	0.005	0.005	0.005
m5	1.000	1.000	1.000
$n=(n0+n1+n2+n3+n4)*m5$			
n	0.064	0.064	0.064





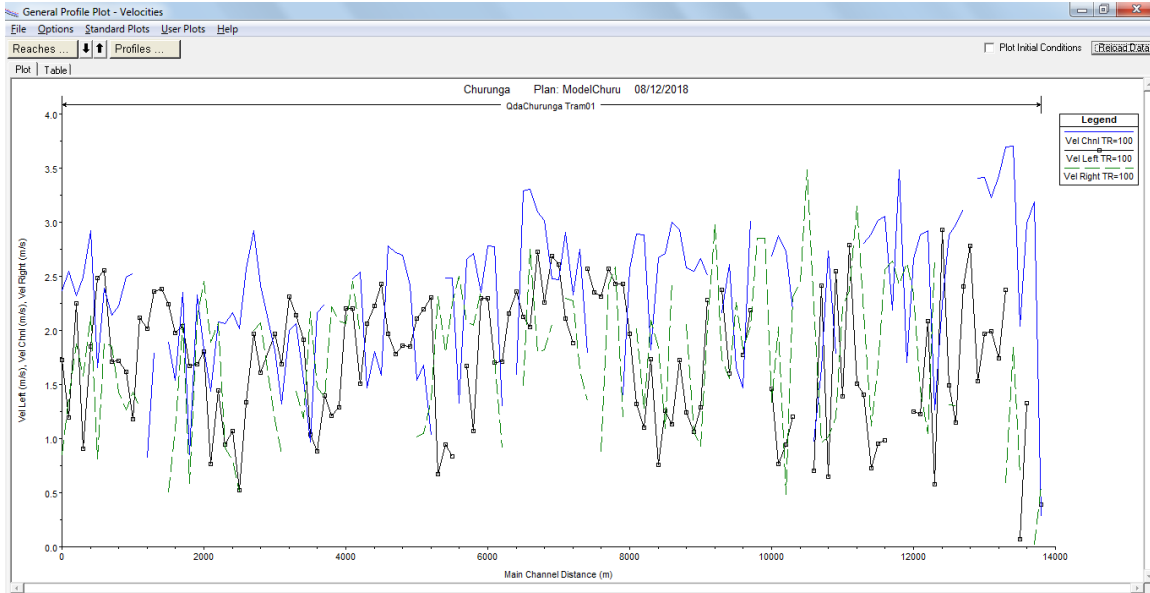
PERÚ

Ministerio de Agricultura y Riego



Decenio de la Igualdad de oportunidades para mujeres y hombres
«Año del Diálogo y la Reconciliación Nacional»

5.3 Simulación Hidráulica



Profile Output Table - Standard Table 1

HEC-RAS Plan: Plan_01 River: QdaChurunga Reach: Tram01 Profile: TR=100

Reach	River Sta	Profile	Q Total (m3/s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m2)	Top Width (m)	Froude # Chl
Tram01	13900	TR=100	130.00	1018.74	1019.39	1019.39	1019.41	0.000307	0.28	248.50	154.89	0.14
Tram01	13800	TR=100	130.00	1010.00	1011.31	1011.31	1011.83	0.012235	3.19	40.74	38.77	0.99
Tram01	13700	TR=100	130.00	1004.00	1005.73	1005.73	1006.12	0.010776	2.99	53.69	69.73	0.94
Tram01	13600	TR=100	130.00	998.00	999.95		1000.16	0.003641	2.04	64.56	51.41	0.57
Tram01	13500	TR=100	130.00	995.00	998.80	998.80	999.47	0.014100	3.70	36.93	26.94	0.97
Tram01	13400	TR=100	130.00	990.00	991.81	991.81	992.42	0.014062	3.69	39.29	33.63	1.07
Tram01	13300	TR=100	130.00	985.00	986.32	986.32	986.68	0.012326	3.43	58.16	78.79	1.02
Tram01	13200	TR=100	130.00	980.00	981.45	981.45	981.80	0.014225	3.23	55.75	80.52	1.00
Tram01	13100	TR=100	130.00	974.60	975.91	975.91	976.32	0.013536	3.41	50.63	65.28	1.05
Tram01	13000	TR=100	130.00	971.00	972.75	972.75	973.15	0.009720	3.41	58.34	67.37	0.88
Tram01	12900	TR=100	130.00	966.00	965.41	965.41	965.80	0.027164		46.74	59.41	0.00
Tram01	12800	TR=100	130.00	961.52	962.49	962.49	962.86	0.022635	3.12	49.40	73.07	1.26
Tram01	12700	TR=100	130.00	957.00	958.50	958.50	958.94	0.012859	2.98	45.73	53.84	1.00
Tram01	12600	TR=100	130.00	952.10	953.62	953.62	953.99	0.013528	2.89	53.48	77.67	1.01
Tram01	12500	TR=100	130.00	947.00	947.63	947.63	948.05	0.023151	2.24	45.26	53.59	1.17
Tram01	12400	TR=100	130.00	941.87	942.17	942.17	942.53	0.018353	1.26	50.62	72.04	0.93
Tram01	12300	TR=100	130.00	938.00	939.40	939.40	939.71	0.010778	2.92	62.22	96.51	0.93
Tram01	12200	TR=100	130.00	933.15	934.77	934.77	935.09	0.011474	2.89	59.42	85.87	0.96
Tram01	12100	TR=100	130.00	928.00	929.38	929.38	929.68	0.022741	2.67	54.47	91.67	1.21
Tram01	12000	TR=100	130.00	924.00	924.35	924.35	924.68	0.019741	1.70	51.70	75.50	1.03
Tram01	11900	TR=100	130.00	919.00	919.96	919.96	920.44	0.028276	3.48	44.48	73.08	1.41
Tram01	11800	TR=100	130.00	913.64	914.61	914.61	914.96	0.026393	2.19	49.74	72.17	1.22
Tram01	11700	TR=100	130.00	908.00	909.30	909.30	909.71	0.016477	3.05	47.04	61.38	1.11
Tram01	11600	TR=100	130.00	903.00	904.60	904.60	904.95	0.012785	3.01	56.13	82.13	1.00
Tram01	11500	TR=100	130.00	898.00	899.48	899.48	899.85	0.009616	2.89	55.88	76.71	0.90
Tram01	11400	TR=100	130.00	894.68	895.43	895.43	895.72	0.021696	2.80	57.00	107.21	1.21
Tram01	11300	TR=100	130.00	890.00	889.64	889.64	890.14	0.019300		42.90	44.21	0.00
Tram01	11200	TR=100	130.00	886.00	885.57	885.57	885.93	0.026798		49.43	70.05	0.00
Tram01	11100	TR=100	130.00	881.00	880.31	880.31	880.55	0.029163		59.78	123.06	0.00
Tram01	11000	TR=100	130.00	876.00	876.34	876.34	876.63	0.017136	1.78	56.99	91.13	0.99

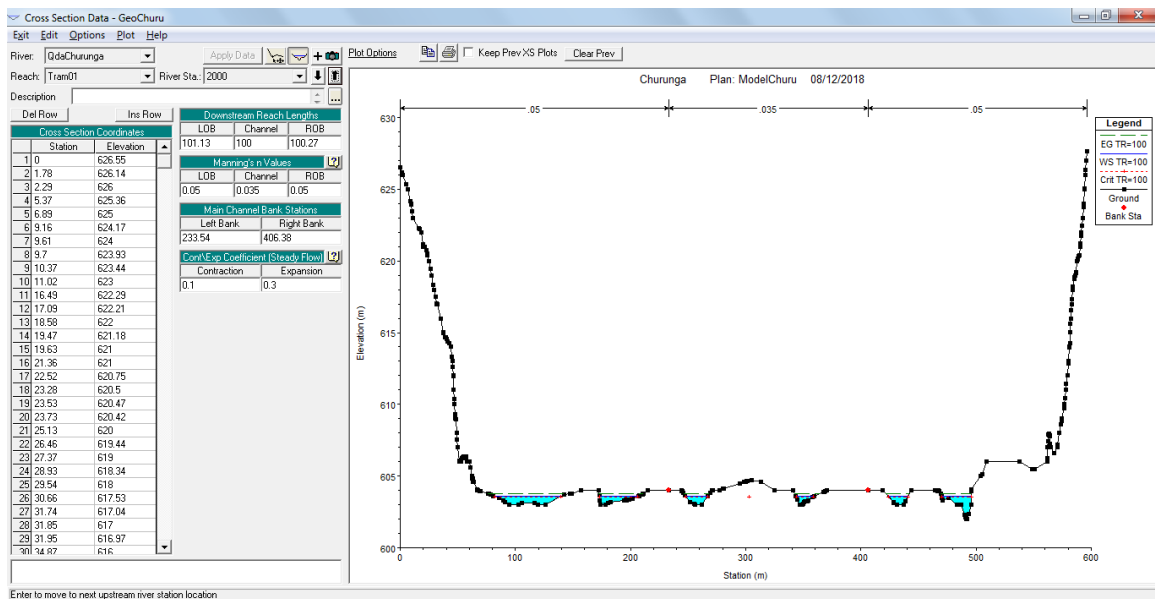
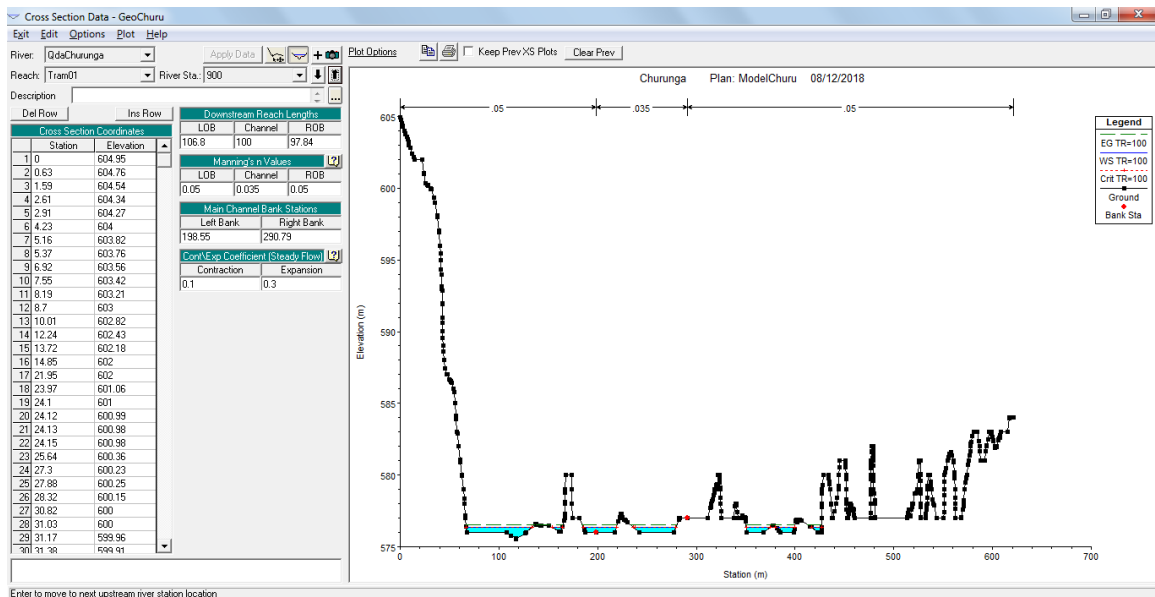


PERÚ

Ministerio de Agricultura y Riego



Decenio de la Igualdad de oportunidades para mujeres y hombres
«Año del Diálogo y la Reconciliación Nacional»



5.4 Generación de mapas de inundación

El peligro de inundación se puede definir con base en ciertos criterios, que pueden ser tirante y velocidad del agua alcanzada en la quebrada. Al desbordamiento del cauce natural se le conoce como inundación fluvial. Cuando se debe a un escurrimiento de lluvias dentro de una zona urbana y después de saturarse el suelo, su agua excedente dura horas o días, se le denomina inundación pluvial.

*Decenio de la Igualdad de oportunidades para mujeres y hombres
«Año del Diálogo y la Reconciliación Nacional»*

El modelo ha permitido identificar las zonas inundables de la quebrada Chorunga el cual se han generado Mapas georreferenciados cada 2,0 km de distancia según la progresivas del eje del cauce.

VI. DELIMITACIÓN DE LA FAJA MARGINAL DE LA QUEBRADA CHORUNGA

6.1 Dimensionamiento del cauce y faja marginal

La Quebrada Chorunga, varía los anchos de cauce notablemente entre 100 y 400 metros, según diferentes tramos de las progresivas, y cuenta con diques enrocados, vías de acceso, centros poblados, áreas agrícolas y actividad minera, colindantes al cauce de la quebrada.

Para la quebrada Chorunga se ha calculado caudales máximos de 130.0 m³/s, para un periodo de retorno de 50 años, teniendo en cuenta un área de drenaje de 1 069,27 km²; necesita un espacio para el curso fluvial y sus fajas marginales.

El Reglamento para delimitación de fajas marginales en cursos fluviales aprobado con R.J. N° 332-2016-ANA (Artículo 12°) expresa que; Tramos de ríos o quebradas con pendiente media (menores a 1%) y riberas desprotegidas, el ancho mínimo de la faja marginal es de 10,0 metros en ambas márgenes. Este espacio permitirá la construcción de diques enrocado y/ muros de protección.

6.2 Límites de la faja marginal

Los Puntos que delimitan la faja marginal de la quebrada se indican en los Mapas, y están propuestos cada 250 metros y zonas críticas vulnerables a invasiones, plasmado en una línea virtual enlazada en cada punto. La delimitación del espacio de la faja marginal es de un ancho de 10,0 metros, así lo recomienda la R.J. N° 332-2016-ANA (Artículo 12°): “Tramos de ríos o quebradas con pendiente media (menores a 1%) y riberas desprotegidas, el ancho mínimo 10,0 metros cada margen”.

- PUNTOS:



PERÚ

Ministerio de Agricultura y Riego



Decenio de la Igualdad de oportunidades para mujeres y hombres
«Año del Diálogo y la Reconciliación Nacional»

Table with 4 columns: PROGRESIVA (km), PUNTOS, ESTE, NORTE. It lists marginal limit points for the right margin from 0+000 to 17+000 km.

Table with 4 columns: PROGRESIVA (km), PUNTOS, ESTE, NORTE. It lists marginal limit points for the right margin from 0+000 to 17+000 km, continuing the sequence from the first table.

**PERÚ****Ministerio
de Agricultura y Riego**

*Decenio de la Igualdad de oportunidades para mujeres y hombres
«Año del Diálogo y la Reconciliación Nacional»*

■ **HITOS A MONUMENTAR:**

Para determinar los límites de la faja marginaran, se propone la construcción de Hitos cada 1,0 km en ambas márgenes de la quebrada, según las progresivas del eje del cauce.

HITOS DE LA MARGEN DERECHA			
PROGRESIVA (Km)	HITOS	ESTE	NORTE
0+00	HR-CH-01	699950.4984	8238231.7925
1+00	HR-CH-02	700841.0583	8238185.7169
2+00	HR-CH-03	701745.8910	8238062.1185
3+00	HR-CH-04	702717.8678	8237927.5440
4+00	HR-CH-05	703677.4711	8237941.1128
5+00	HR-CH-06	704646.3933	8238188.6617
6+00	HR-CH-07	705665.5769	8238352.1062
7+00	HR-CH-08	706510.0532	8238761.8121
8+00	HR-CH-09	707380.2796	8239236.6037
9+00	HR-CH-10	708183.8053	8239800.6612
10+00	HR-CH-11	708884.6722	8240564.3371
11+00	HR-CH-12	709745.4113	8241099.5814
12+00	HR-CH-13	710631.5228	8241531.6126
13+00	HR-CH-14	711523.3851	8241974.5158
14+00	HR-CH-15	712338.0366	8242609.3022
15+00	HR-CH-16	712726.5498	8243513.9340
16+00	HR-CH-17	713378.0517	8244303.1238
17+00	HR-CH-18	714385.6529	8244845.4185

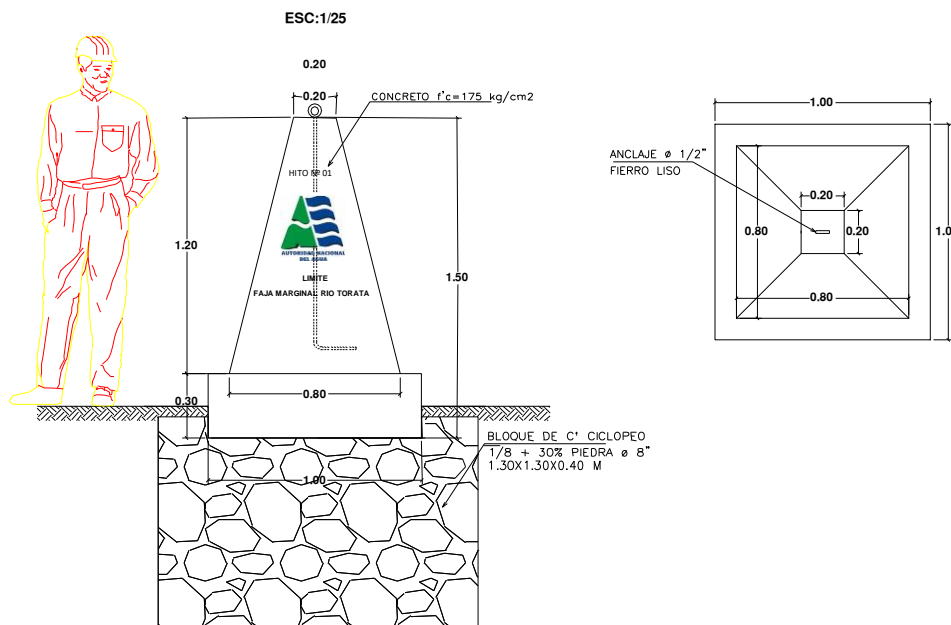
HITOS DE LA MARGEN IZQUIERDA			
PROGRESIVA (Km)	HITOS	ESTE	NORTE
0+00	HL-CH-01	699861.0037	8238082.7665
1+00	HL-CH-02	700837.2387	8237900.6716
2+00	HL-CH-03	701722.8696	8237786.7931
3+00	HL-CH-04	702688.2164	8237651.8521
4+00	HL-CH-05	703684.1417	8237776.9679
5+00	HL-CH-06	704650.6592	8237854.7497
6+00	HL-CH-07	705720.5098	8237920.9440
7+00	HL-CH-08	706698.8116	8238511.0689
8+00	HL-CH-09	707459.8386	8239085.9847
9+00	HL-CH-10	708286.8107	8239683.4634
10+00	HL-CH-11	708964.1170	8240470.9778
11+00	HL-CH-12	709930.1812	8240903.9130
12+00	HL-CH-13	710725.6279	8241345.4962
13+00	HL-CH-14	711623.0027	8241836.2111
14+00	HL-CH-15	712453.8408	8242560.7928
15+00	HL-CH-16	712804.1741	8243481.3963
16+00	HL-CH-17	713504.9735	8244181.6511
17+00	HL-CH-18	714477.7703	8244713.9508

Decenio de la Igualdad de oportunidades para mujeres y hombres
«Año del Diálogo y la Reconciliación Nacional»

VIII. GEORREFERENCIACIÓN Y DISEÑO PROTOTIPO DE HITOS

Los hitos o señalización están diseñados de forma de tronco de pirámide y de material noble (concreto de resistencia a la compresión mínimo $F_c = 175 \text{ kg/cm}^2$), de manera de que no se degraden, y su colocación debe garantizar su visibilidad y permanencia, con su ubicación georeferenciada en campo, respectivamente.

Los hitos se numerarán o codificarán de manera correlativa, según las progresivas existentes del curso fluvial y en concordancia con la información indicada en el Estudio de Delimitación de la Faja Marginal.



IX. CONCLUSIONES RECOMENDACIONES

9.1 Delimitar la faja marginal de la **Quebrada Chorunga** tributario del río Ocoña, en un tramo de 17, km. a partir del encuentro con el río Ocoña en dirección aguas arriba; ámbito del Distrito de Río Grande, provincia de Condesuyos, departamento de Arequipa; con las siguientes condiciones:

- Los anchos de cauce de inundación de la quebrada Chorunga varían entre los 100 y 400 metros, según diferentes tramos de las progresivas.
- El ancho de la faja marginal se debe establecer en 10,0 metros en cada margen, a partir de las condiciones naturales del cauce y límites de inundación.



PERÚ

Ministerio
de Agricultura y Riego



*Decenio de la Igualdad de oportunidades para mujeres y hombres
«Año del Diálogo y la Reconciliación Nacional»*

- El curso fluvial debe mantenerse descolmatado permanentemente, que permita el tránsito de caudales de 130,0 m³/s.
- El espacio de 10,0 metros de la faja marginal, permitirá planificar la construcción de diques enrocados y/o muros de protección ribereña. Los Diques enrocados existentes, son bienes asociación al agua y de dominio público hidráulico.

9.2 Las fajas marginales son áreas de uso restringido, hay determinadas actividades que están prohibidas en ellas; no pueden usarse para fines de asentamiento humano, agrícola u otra actividad que las afecte.

9.3. Existen algunos predios dentro del cauce inundable y la faja marginal de la quebrada Chorunga, con Unidades Catastrales de la base COFOPRI, estos predios forman parte de un registro de propiedades en fajas marginales que se adjuntan en Anexo.

9.4 Para la ejecución de obras de defensas ribereñas o muros de protección, se quiere la autorización de la Autoridad Administrativa del Agua.

X. ANEXOS

- a) Registros de propiedades en el cauce y faja marginal
- b) Modelamiento Hidráulico (CD)
- c) Mapas de cuenca
- d) Mapas de delimitación de la faja marginal
- e) Informe topográfico (CD)
- f) Planos de topografía (CD)