

**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA
LA MOLINA**

FACULTAD DE INGENIERÍA AGRÍCOLA



•DISEÑO DE UN SISTEMA DE ALERTA TEMPRANA PARA LA
PROTECCIÓN DE CAMPAMENTOS DE CONSTRUCCIÓN ANTE
EVENTOS HIDROLÓGICOS EXTREMOS ó CUENCA URUBAMBA•

Presentada por:

JORGE ANGELO NIÑO DE GUZMÁN CERNA

TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO DE:
INGENIERO AGRÍCOLA

Lima ó Perú

2017

Este trabajo se lo dedico a mis padres, Jorge y Smila, por su amor, ejemplo y apoyo incondicional; a mi hermano Carlos por su confianza y frases de aliento constantes; y a mis amigos porque nunca dejaron de estar cuando los necesité.

AGRADECIMIENTOS

- Al departamento de Recursos Hídricos de la Universidad Nacional Agraria La Molina, por todo el apoyo prestado para la realización del presente trabajo.
- A la ingeniera Teresa Velásquez, asesora de esta tesis, por su orientación e incondicional apoyo a lo largo de esta investigación.
- A mis amigos y colegas de esta hermosa carrera.

ÍNDICE GENERAL

I.	INTRODUCCIÓN.....	1
II.	OBJETIVOS.....	2
2.1	OBJETIVO GENERAL.....	2
2.2	OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	2
III.	REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA.....	3
3.1	ANTECEDENTES.....	3
3.2	MARCO NORMATIVO.....	3
3.2.1	Ley 29664: Ley que crea el Sistema Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres (SINAGRED).....	3
3.2.2	D.S. N° 048-2011-PCM Reglamento de la Ley 29664.....	4
3.3	SISTEMA DE ALERTA TEMPRANA.....	4
3.3.1	Sistemas automatizados:.....	6
3.3.2	Sistemas comunitarios.....	6
3.4	INSTRUMENTOS UTILIZADOS.....	6
3.5	COMPONENTES DEL SAT.....	8
3.6	FUNCIONAMIENTO DE UN SISTEMA DE ALERTA TEMPRANA.....	9
IV.	MATERIALES Y MÉTODOS.....	10
4.1	MATERIALES.....	10
4.2	PROGRAMAS DE CÓMPUTO UTILIZADOS.....	10
4.3	METODOLOGÍA.....	12
4.3.1	Descripción del área de estudio.....	12
4.3.2	Recolección de información de campo.....	12
4.3.3	Cálculos hidrológicos e hidráulicos para la determinación de caudales y niveles como parte del diseño de la red de monitoreo.....	51
V.	RESULTADOS Y DISCUSIONES.....	85
5.1	RESULTADOS DEL MODELAMIENTO HIDROLÓGICO CON HEC-HMS.....	85
5.2	RESULTADOS DEL MODELAMIENTO HIDRÁULICO CON HEC-RAS.....	87
5.3	CUADROS DE CAUDALES Y NIVELES DE AGUA PARA LAS REGLAS LIMNIMÉTRICAS DEL SISTEMA DE ALERTA TEMPRANA.....	89
5.3.1	Sector 1.....	89
5.3.2	Sector 2.....	93
5.3.3	Sector 3.....	96
5.3.4	Sector 4.....	99
5.3.5	Sector 5.....	102
5.3.6	Sector 6.....	105
5.3.7	Reglas complementarias.....	108
5.4	INSTRUCTIVO PARA LA CORRECTA LECTURA E INTERPRETACIÓN DE LAS ESTACIONES DE MEDICIÓN.....	110
5.4.1	Consideraciones para la lectura e interpretación de niveles de agua en las reglas limnimétricas del sistema de alerta temprana.....	110

5.4.2	Lectura e interpretación de reglas asimétricas	118
5.4.3	Consideraciones especiales	121
VI.	CONCLUSIONES	130
VII.	RECOMENDACIONES	131
VIII.	BIBLIOGRAFÍA	132
IX.	ANEXOS	135

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 ó Ubicación política, geográfica e hidrográfica de las reglas propuestas.....	13
Tabla 2 ó Accesibilidad a principales ciudades	19
Tabla 3 ó Ubicación de regla limnimétrica RL-08	20
Tabla 4 ó Ubicación de tramo para levantamiento topográfico de regla limnimétrica RL-08.....	21
Tabla 5 ó Ubicación de regla limnimétrica RC-CA26.....	23
Tabla 6 ó Ubicación de tramo para levantamiento topográfico de regla limnimétrica RC-CA26	24
Tabla 7 ó Ubicación de regla limnimétrica RL-06	24
Tabla 8 ó Ubicación de tramo para levantamiento topográfico de regla limnimétrica RL-06.....	25
Tabla 9 ó Ubicación de regla limnimétrica RL-07	28
Tabla 10 ó Ubicación de tramo para levantamiento topográfico de regla limnimétrica RL-07	28
Tabla 11 ó Ubicación de regla limnimétrica RL-05	30
Tabla 12 ó Ubicación de regla limnimétrica RL-05	33
Tabla 13 ó Ubicación de tramo para levantamiento topográfico de regla limnimétrica RL-04.....	34
Tabla 14 ó Ubicación de regla limnimétrica AL-136 ó control Quebrada Chirumbia.....	36
Tabla 15 ó Ubicación de tramo para levantamiento topográfico de regla limnimétrica AL-136 Qda. Chirumbia	37
Tabla 16 ó Ubicación de regla limnimétrica AL-136 ó control río Urubamba.....	38
Tabla 17 ó Ubicación de tramo para levantamiento topográfico de regla limnimétrica AL-136 río Urubamba	38
Tabla 18 ó Ubicación de regla limnimétrica RL-03	39
Tabla 19 ó Ubicación de tramo para levantamiento topográfico de regla limnimétrica RL-03.....	40
Tabla 20 ó Ubicación de regla limnimétrica RL-02	41
Tabla 21 ó Ubicación de tramo para levantamiento topográfico de regla limnimétrica RL-02.....	42
Tabla 22 ó Ubicación de regla limnimétrica AL-085	44
Tabla 23 ó Ubicación de tramo para levantamiento topográfico de regla limnimétrica AL-085.....	44
Tabla 24 ó Ubicación de regla limnimétrica KITENI.....	47
Tabla 25 ó Ubicación de tramo para levantamiento topográfico de regla limnimétrica KITENI.....	47
Tabla 26 ó Ubicación de regla limnimétrica RQ-CA06.....	49
Tabla 27 ó Ubicación de tramo para levantamiento topográfico de regla limnimétrica RQ-CA06	49
Tabla 28 ó Ubicación de la estación hidrométrica Km105	52
Tabla 29 ó Descargas promedio mensuales de la estación hidrométrica Km105 (m ³ /s)	53
Tabla 30 ó Descargas promedio mensuales para las cuencas de drenaje de las reglas limnimétricas.....	56
Tabla 31 ó Ubicación de estaciones meteorológicas de la cuenca del río Urubamba	57
Tabla 32 ó Ubicación de estaciones meteorológicas de la cuenca del río Apurímac	57
Tabla 33 ó Precipitación máxima en 24 horas (mm) ó estaciones representativas cuenca Urubamba (1964 ó 1982).....	58
Tabla 34 ó Precipitación máxima en 24 horas (mm) - estaciones representativas cuenca Urubamba (1983 ó 2013).....	59
Tabla 35 ó Precipitación máxima en 24 horas (mm) ó estaciones representativas cuenca Apurímac (1964 - 2013).....	60
Tabla 36 ó Mejor ajuste de la precipitación máxima en 24 horas ó estaciones representativas cuenca Urubamba	62
Tabla 37 ó Mejor ajuste de la precipitación máxima en 24 horas ó estaciones representativas cuenca Apurímac	62
Tabla 38 ó Precipitación máxima en 24 horas para diferentes tiempos de retorno (mm) ó cuenca río Urubamba - I.....	63
Tabla 39 ó Precipitación máxima en 24 horas para diferentes tiempos de retorno (mm) ó cuenca río Urubamba - II.....	63
Tabla 40 ó Precipitación máxima en 24 horas para diferentes tiempos de retorno (mm) ó cuenca Apurímac	63
Tabla 41 ó Precipitación ponderada de los componentes y unidades independientes de los modelos hidrológicos	65
Tabla 42 ó Precipitación de diseño de los componentes y unidades independientes de los modelos hidrológicos	66
Tabla 43 ó Hietogramas adimensionales de tormentas típicas 24 horas	67
Tabla 44 ó Condición hidrológica	69
Tabla 45 ó Clasificación hidrológica de los suelos.....	70
Tabla 46 ó Condición de humedad antecedente propuesta por SCS.....	71

Tabla 47 ó Número de curva para complejos hidrológicos de suelo.....	71
Tabla 48 ó Valores de CN por componente hidrológico.....	73
Tabla 49 ó Calculo de la abstracción inicial y tiempo de retardo (Tlag) por componentes de los modelos y unidades independientes	76
Tabla 50 ó Descripción de los componentes de los modelos hidrológicos.....	78
Tabla 51 ó Composición de los modelos hidrológicos	80
Tabla 52 ó Valores de coeficientes de rugosidad ñõ de Manning seleccionados	83
Tabla 53 ó Condiciones de frontera para el modelamiento hidráulico.....	83
Tabla 54 ó Caudales de máximas avenidas para diferentes periodos de retorno resultante del modelamiento con HEC HMS (m ³ /s).....	85
Tabla 55 ó Caudales de máximas avenidas corregidos de entrada para los modelamientos hidráulicos (m ³ /s)	86
Tabla 56 ó Resultados de los niveles de agua alcanzados para los diferentes periodos de retorno evaluados. 88	
Tabla 57 ó Cuadro de niveles de cotas (m.s.n.m.) vs caudales estimados (m ³ /s) para regla RL-05	90
Tabla 58 ó Cuadro de niveles de cotas (m.s.n.m.) vs caudales estimados (m ³ /s) para regla RQ-CA06	91
Tabla 59 ó Cuadro de niveles de cotas (m.s.n.m.) vs caudales estimados (m ³ /s) para regla AL-136 URU	92
Tabla 60 ó Cuadro de niveles de cotas (m.s.n.m.) vs caudales estimados (m ³ /s) para regla RL-04.....	94
Tabla 61 ó Cuadro de niveles de cotas (m.s.n.m.) vs caudales estimados (m ³ /s) para regla AL-136 CHIR....	95
Tabla 62 ó Cuadro de niveles de cotas (m.s.n.m.) vs caudales estimados (m ³ /s) para regla RL-03	97
Tabla 63 ó Cuadro de niveles de cotas (m.s.n.m.) vs caudales estimados (m ³ /s) para regla KITENI.....	98
Tabla 64 ó Cuadro de niveles de cotas (m.s.n.m.) vs caudales estimados (m ³ /s) para regla RL-02.....	100
Tabla 65 ó Cuadro de niveles de cotas (m.s.n.m.) vs caudales estimados (m ³ /s) para regla AL-085.....	101
Tabla 66 ó Cuadro de niveles de cotas (m.s.n.m.) vs caudales estimados (m ³ /s) para regla RL-08.....	103
Tabla 67 ó Cuadro de niveles de cotas (m.s.n.m.) vs caudales estimados (m ³ /s) para regla RC-CA26	104
Tabla 68 ó Cuadro de niveles de cotas (m.s.n.m.) vs caudales estimados (m ³ /s) para regla RL-01	106
Tabla 69 ó Cuadro de niveles de cotas (m.s.n.m.) vs caudales estimados (m ³ /s) para regla TICUMPINIA .	107
Tabla 70 ó Cuadro de niveles de cotas (m.s.n.m.) vs caudales estimados (m ³ /s) para reglas RL-06 y RL-07	109
Tabla 71 ó Formato modelo para registro de lecturas en reglas limnimétricas.....	117

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 ó Funcionamiento de un SAT.....	9
Figura 2 ó Esquema general de ubicación política de las reglas propuestas.....	14
Figura 3 ó Ubicación general de reglas limnimétricas.....	15
Figura 4 ó Ubicación Sectores 1, 2, 3 y 4.....	16
Figura 5 ó Ubicación Sector 5.....	17
Figura 6 ó Ubicación Sector 6.....	18
Figura 7 ó Ubicación de regla limnimétrica RL-08.....	21
Figura 8 ó Imagen tomada desde la margen izquierda ó RL-08.....	22
Figura 9 ó Vista hacia aguas arriba - RL-08.....	22
Figura 10 ó Ubicación de regla limnimétrica RC-CA26.....	23
Figura 11 ó Imagen tomada desde la margen izquierda ó RC-CA26.....	24
Figura 12 ó Ubicación de regla limnimétrica RL-06.....	25
Figura 13 ó Vista de puente Marampampa desde margen derecha.....	26
Figura 14 ó Vista de puente Marampampa desde margen izquierda.....	26
Figura 15 ó Vista hacia aguas arriba, desde puente Marampampa.....	27
Figura 16 ó Vista hacia aguas abajo, desde puente Marampampa.....	27
Figura 17 ó Ubicación de regla limnimétrica RL-07.....	28
Figura 18 ó Vista de inicio del tramo para topografía, hacia aguas abajo.....	29
Figura 19 ó Vista hacia aguas abajo, desde puente Buenavista.....	29
Figura 20 ó Vista del sector recomendado para instalación de Regla RL-07.....	30
Figura 21 ó Ubicación de regla limnimétrica RL-05.....	31
Figura 22 ó Vista hacia aguas arriba, desde puente peatonal.....	31
Figura 23 ó Vista hacia aguas abajo, desde puente peatonal.....	32
Figura 24 ó Recomendación para ubicación de Regla RL-05 en base de estribo de puente.....	32
Figura 25 ó Ubicación de regla limnimétrica RL-04.....	33
Figura 26 ó Puente Concepción Inpitari ó cercano a C.P. Santa María.....	34
Figura 27 ó Vista hacia aguas arriba, desde puente Concepción.....	34
Figura 28 ó Vista hacia aguas abajo, desde puente Concepción.....	35
Figura 29 ó Vista del estribo derecho en puente Concepción.....	35
Figura 30 ó Ubicación de regla limnimétrica AL-136 ó control Quebrada Chirumbia.....	36
Figura 31 ó Vista hacia aguas arriba desde puente peatonal ó Qda. Chirumbia.....	37
Figura 32 ó Vista del tramo para topografía de Regla AL-136, desde margen derecha.....	37
Figura 33 ó Ubicación de regla limnimétrica AL-136 ó control río Urubamba.....	38
Figura 34 ó Defensas ribereñas en margen derecha del río Urubamba, para campamento AL-136.....	39
Figura 35 ó Ubicación de regla limnimétrica RL-03.....	40
Figura 36 ó Ubicación para la RL-03.....	40
Figura 37 ó Imágenes del sector de ubicación para la RL-03.....	41
Figura 38 ó Ubicación de regla limnimétrica RL-02.....	42
Figura 39 ó Vista hacia aguas arriba, tomada desde el puente peatonal.....	42
Figura 40 ó Vista hacia aguas abajo, tomada desde el puente peatonal.....	43
Figura 41 ó Vista del puente peatonal sobre río Manogali.....	43
Figura 42 ó Ubicación de regla limnimétrica AL-085.....	44
Figura 43 ó Vista hacia aguas arriba, tomada desde el puente Manogali.....	45
Figura 44 ó Vista hacia aguas abajo, tomada desde el puente Manogali.....	45
Figura 45 ó Vista del estribo del Puente Manogali ubicado en la margen izquierda.....	46
Figura 46 ó Vista de las instalaciones del Acopio Logístico AL-085.....	46
Figura 47 ó Ubicación de regla limnimétrica KITENI.....	47
Figura 48 ó Vista del campamento KITENI desde margen derecha.....	48
Figura 49 ó Vista del campamento KITENI hacia aguas arriba.....	48
Figura 50 ó Ubicación de regla limnimétrica RQ-CA06.....	49
Figura 51 ó Sección para la ubicación de regla limnimétrica RQ-CA06.....	50
Figura 52 ó Estructura de soporte para ubicar la regla limnimétrica RQ-CA06.....	50
Figura 53 ó Ubicación de la estación hidrométrica Km 105.....	53
Figura 54 ó Curvas de distribuciones adimensionales SCS.....	68
Figura 55 ó Esquema del tiempo de retardo.....	74
Figura 56 ó Esquema de corrección de caudales máximos.....	86
Figura 57 ó Esquema de sectorización de reglas limnimétricas.....	112
Figura 58 ó Esquema de comparación de cota de nivel vs cota de campamento.....	114

Figura 59 ó Modelo de regla limnimétrica graduada con cotas de nivel de agua	120
Figura 60 ó Modelo de gráfica de caudales vs niveles para las reglas limnimétricas	121
Figura 61 ó Gráfica de caudales vs niveles para las reglas complementarias.....	122
Figura 62 ó Gráfica de caudales vs niveles para la regla AL-136 CHIR.....	125
Figura 63 ó Gráfica de caudales vs niveles para la regla AL-085.....	127
Figura 64 ó Gráfica de caudales vs niveles para la regla RC-CA26	129

RESUMEN

El Perú, debido a su configuración geográfica, se encuentra expuesto a la ocurrencia de inundaciones. En el Cusco estas constituyen un problema recurrente, por ello el presente trabajo titulado "Diseño de un Sistema de Alerta Temprana para la protección de campamentos de construcción ante eventos hidrológicos extremos-cuenca Urubamba" tiene como objetivo realizar un plan para prevenir y mitigar este tipo de desastre. Para lograr este diseño fue necesario en primer término, identificar las posibles ubicaciones para la instalación de las reglas limnimétricas de alerta y control en campamentos. Una vez establecidos los lugares de emplazamiento de las reglas se procedió a realizar los cálculos hidrológicos e hidráulicos, tomando como referencia periodos de retorno de: 05, 10, 20, 25, 50, 100 y 200 años, para la obtención de las gráficas de niveles (msnm) vs caudales (m^3/s), las cuales a su vez sirvieron para la generación de 15 reglas limnimétricas de alerta y control. Cada una de estas reglas fue caracterizada con colores (verde, amarillo, naranja y rojo), con distintos grados de significancia que van de menor a mayor nivel de peligrosidad; de este modo se adoptarán las medidas necesarias para los distintos escenarios de acuerdo al protocolo de seguridad establecido. Finalmente se elaboró un instructivo indicando las principales consideraciones para la correcta lectura e interpretación de los niveles de alerta en las reglas, en el cual se contempla: el tipo, la forma y la frecuencia de lectura; se incluye también un formato para el registro de los niveles del caudal; y se hace una especial mención de los niveles y caudales en campamentos inundables (AL-136, AL-085 y RC-CA26) los cuales para un periodo de retorno bajo (menor a 10 años) se encuentran ante el riesgo de inundación inminente, esto debido a que la cota (msnm) de los campamentos y/o acopios logísticos involucrados, son menores o iguales al nivel alcanzado por dicho caudal en la sección evaluada para la instalación de las reglas limnimétricas.

ABSTRACT

Peru, due to its geographical configuration, is exposed to the occurrence of floods. In Cusco these are a repetitive problem, then arises the need to take actions to prevent and mitigate this disaster. This is why the present work titled "Designing an Early Warning System for the protection of construction camps in extreme hydrological events - Urubamba basin" aims at the design of an Early Warning System (EWS) in the water network of The Urubamba river basin. To achieve this design it was necessary firstly to identify the possible locations for the installation of the limnimetric rulers of early warning and control in camps. Once established the places of emplacement of the rulers, hydrological and hydraulic calculations were made taking as reference return periods of: 05, 10, 20, 25, 50, 100 and 200 years, in order to obtain the graphs of levels (msnm) vs. flows (m^3/s), which were used to generate 15 limnimetric rulers of alert and control in camps. Each of these rulers was characterized by colors ranging from lowest to highest level of danger in the following order: green, yellow, orange and red; in this way, it must be taken the correct actions for the different scenarios according to the established security protocol. Finally, an instructive indicating the main considerations for the correct reading and interpretation of alert levels in the rulers was elaborated, which includes: the type and form of reading, as well as the significance of each alert level; In addition to the reading frequency, a format is also included for the correct reading and recording of the flow levels; (RL-06 and RL-07) for sector 1 and a special mention about the levels and flows in flood camps (AL-136, AL-085 and RC-CA26) is made, it shows that for a low return period (less than 10 years) the risk of flooding is imminent, due to the fact that the level (msnm) of the camps and/or logistic stores involved are less than or equal to the level reached by said flow in the evaluated section for the installation of the limnimetric rules.

I. INTRODUCCIÓN

El Perú, es un país que debido a su configuración geográfica, se encuentra expuesto a la ocurrencia de diversos desastres naturales. En la región andina, donde el territorio es muy accidentado debido a la presencia de la Cordillera de los Andes, que lo atraviesa de sur a norte, existen numerosas cuencas hidrográficas, de diversos tamaños, las cuales reciben lluvias intensas durante varios meses del año, que hacen que el caudal de los ríos que las conforman se incremente, pudiendo llegar a niveles sobre estimados, ocasionando inundaciones de distintas magnitudes que podrían llegar a significar pérdidas humanas y materiales significativas. Principalmente para conocer con anticipación la ocurrencia de este tipo de eventos naturales y eliminar la incertidumbre que estos generan es que se establecen los Sistemas de Alerta Temprana.

Los Sistemas de Alerta Temprana conocidos como SAT (INDECI), son un conjunto de procedimientos e instrumentos, a través de los cuales se monitorea una amenaza o evento adverso (natural o antrópico) de carácter previsible. Para diseñar un SAT se recolectan y procesan datos e información, ofreciendo pronósticos o predicciones temporales sobre su acción y posibles efectos. Millones de personas en todo el mundo salvan sus vidas y sus medios de subsistencia gracias a la implementación de estos sistemas.

La presente investigación se elabora con el fin de desarrollar un Sistema de Alerta Temprana, que servirá para la protección de campamentos de construcción ubicados en la cuenca del río Urubamba, en los distritos de Echarate, Yanatile, Calca y Pisac, provincias de La Convención y Calca, departamento de Cusco, los cuales brindarán las facilidades operativas para la ejecución de obras de tipo lineal. Este SAT estará compuesto por reglas limnimétricas, localizadas a lo largo de la cuenca y tendrá como finalidad la implementación de acciones de prevención y mitigación ante eventos de inundación que pudieran atentar contra la integridad de la obra, los equipos y el personal a cargo.

II. OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GENERAL

Diseñar un Sistema de Alerta Temprana en la red hídrica de la cuenca del río Urubamba (subcuencas Vilcanota, Ocosbamba, Yanatile, Urubamba, Chirumbia y Manogali) para la protección de campamentos de construcción y acopio logístico ante eventos hidrológicos extremos.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

En pos de lograr el objetivo principal, se deberán cumplir de forma sistemática los siguientes objetivos específicos:

- Identificar las posibles ubicaciones para la instalación de reglas limnimétricas de alerta temprana y control en campamentos.
- Realizar los cálculos hidrológicos e hidráulicos para la determinación de caudales y niveles de agua, los cuales servirán como información básica y de soporte para el desarrollo de la red de monitoreo de alerta temprana.
- Elaborar un instructivo indicando las principales consideraciones para la correcta lectura e interpretación de los niveles de agua en las reglas limnimétricas.

III. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

3.1 ANTECEDENTES

El Marco de Sendai para la Reducción del Riesgo de Desastres 2015-2030 se adoptó en la tercera Conferencia Mundial de las Naciones Unidas celebrada en Sendai (Japón) el 18 de marzo del 2015. Este es el resultado de una serie de consultas entre las partes interesadas que se iniciaron en marzo del 2012 y de las negociaciones intergubernamentales que tuvieron lugar entre julio del 2014 y marzo del 2015, con el apoyo de la Oficina de las Naciones Unidas para la Reducción del Riesgo de Desastres, a petición de la Asamblea General de las Naciones Unidas.

El Marco de Sendai es el instrumento sucesor del Marco de Acción de Hyogo para 2005-2015: Aumento de la resiliencia de las naciones y las comunidades ante los desastres. El marco de Acción de Hyogo se concibió para dar un mayor impulso a la labor mundial en relación con el Marco Internacional de Acción del Decenio Internacional para la Reducción de los Desastres Naturales de 1989 y la Estrategia de Yokohama para un Mundo Más Seguro: Directrices para la prevención de los desastres naturales, la preparación para casos de desastre y la mitigación de sus efectos, adoptada en 1994, así como su Plan de Acción, y la Estrategia Internacional para la Reducción de los Desastres de 1999.

3.2 MARCO NORMATIVO

3.2.1 Ley 29664: Ley que crea el Sistema Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres (SINAGRED)

Art. 13. Definición y funciones del INDECI

- Desarrollar, coordinar y facilitar la formulación y ejecución del Plan Nacional de Gestión del riesgo de Desastres, en lo que corresponde a los procesos de preparación, respuesta y rehabilitación, promoviendo su implementación.

- Elaborar los lineamientos para el desarrollo de los instrumentos técnicos que las entidades públicas puedan utilizar para la planificación, organización, ejecución y seguimiento de las acciones de preparación, respuesta y rehabilitación.

3.2.2 D.S. N° 048-2011-PCM Reglamento de la Ley 29664

Art. 9. Funciones del INDECI

- 9.5 Promover la Instalación y actualización de los sistemas de alerta temprana y los medios de difusión y comunicación sobre emergencias y desastres a la población

Art. 29. Preparación

La Preparación está constituida por el conjunto de acciones de planeamiento, de desarrollo de capacidades, organización de la sociedad, operación eficiente de las instituciones regionales y locales encargadas de la atención y socorro, establecimiento y operación de la red nacional de alerta temprana y de gestión de recursos, entre otros, para anticiparse y responder en forma eficiente y eficaz, en caso de desastre o situación de peligro inminente, a fin de procurar una óptima respuesta en todos los niveles de gobierno y de la sociedad

3.3 SISTEMA DE ALERTA TEMPRANA

El SAT constituye un mecanismo articulado de gestión de información, análisis oportuno, toma de decisiones y acciones, producto de un proceso concertado de actores técnicos científicos, funcionarios públicos con competencia y la sociedad civil, que permiten alertar, dar alarma y evacuar a las poblaciones en tiempo oportuno, de forma eficiente y eficaz y responde esencialmente a la capacidad organizada de la sociedad en sus diferentes niveles institucionales y de la sociedad civil (PREDES, 2014).

Según ONU (2008), es el conjunto de capacidades necesarias para generar y difundir información de alerta que sea oportuna y significativa, con el fin de permitir que las personas, las comunidades y las organizaciones amenazadas por un tipo de peligro se

preparen y actúen de forma apropiada y con suficiente tiempo de anticipación para reducir la posibilidad de que se produzcan pérdidas o daños.

Consiste en recibir información, analizar y actuar organizadamente sobre la base de sistemas de vigilancia y monitoreo de peligros; establecer, desarrollar acciones y capacidades locales para actuar con autonomía y resiliencia (PCM, 2011).

Los Sistemas de Alerta Temprana son aplicables tanto a eventos naturales, como a aquellos provocados por la actividad humana y por la interacción de ambos elementos, cuyas características permiten su vigilancia y monitoreo.

Entre las amenazas o eventos más comunes a los cuales se aplican SAT tenemos las inundaciones, deslizamientos de tierra, huracanes, volcanes, tsunamis, incendios forestales, fenómeno del niño y la niña, entre otros.

Las inundaciones son aquellas condiciones en las que los ríos debido al aumento excesivo de su caudal, se desbordan y salen de su cauce en forma temporal, afectando a las poblaciones y el entorno bajo sus zonas de influencia. Entre las posibles causas tenemos lluvias fuertes y constantes, obstrucción de los cauces, ruptura de presas y diques, entre otros. Los daños por consecuencia de las inundaciones, producen elevados costos sociales, económicos y ambientales.

Basado en lo anterior los Sistemas de Alerta Temprana, para inundaciones, juegan un papel importante al monitorear las condiciones hidrometeorológicas y el comportamiento de los cauces de los ríos o cuencas hidrográficas, con lo cual se pronostican las probabilidades de una inundación sobre un área específica.

En los Sistemas de Alerta Temprana para inundaciones, podemos identificar dos modalidades: los automatizados y los operados por las comunidades:

3.3.1 Sistemas automatizados:

Los sistemas automatizados se basan en la observación y monitoreo mediante la utilización de redes telemétricas, estaciones de lluvia y niveles de los ríos, modelos hidrológicos computarizados, sensores remotos, y / o satélites; con lo cual se vigila la cantidad de lluvia y los niveles de los ríos, para finalmente pronosticar crecidas en forma precisa.

Estos sistemas tienen aplicación en cuencas hidrográficas grandes y se apoyan en organizaciones de tipo técnico-científico como los Centros Especializados en Hidrometeorología, Universidades, Sistema Nacional de Protección Civil, Gobiernos Locales y otros actores sociales.

3.3.2 Sistemas comunitarios

Estos sistemas tienen aplicación en cuencas hidrográficas medianas y pequeñas; son de fácil manejo, ya que sus instrumentos son básicos y no requieren de técnicos especializados; los recursos disponibles para su creación y funcionamiento son limitados; participan un conjunto de actores, en donde la comunidad organizada es el elemento fundamental, y cuya participación se ejerce en forma voluntaria.

Con estos sistemas las comunidades identifican sus riesgos, aumentan sus capacidades para enfrentar emergencias y reducen la posibilidad de pérdidas de vidas y daños materiales. Por ello es indispensable su activa participación, en todos los aspectos del establecimiento y funcionamiento de los SAT, sean estos de tipo automatizado o comunitario, ya que ambos sistemas aportan y contribuyen al fortalecimiento de los procesos de desarrollo de las comunidades donde son implementados.

3.4 INSTRUMENTOS UTILIZADOS

La aplicación y utilización de equipos e instrumentos para un Sistema de Alerta Temprana dependerá de las características y particularidades de los eventos o amenazas, de su ubicación geográfica, y de los recursos disponibles.

En caso de sistemas automatizados se utilizan instrumentos sofisticados o tecnológicos como satélites, sensores remotos, redes telemétricas y otros que permiten transmitir información directa desde los equipos de medición hasta los centros de análisis y de toma de decisión. En cuanto a sistemas comunitarios se utilizan equipos de bajo costo y de fácil manejo.

En los Sistemas de Alerta Temprana (SAT) para inundaciones, se mide la cantidad de lluvia precipitada y el nivel de caudal de los ríos, para ello se utilizan dos instrumentos fundamentales:

- La medición de la cantidad de lluvia precipitada se mide mediante un instrumento llamado pluviómetro, estos son recipientes, en algunos casos graduados, que permiten medir la cantidad de agua que cae durante un tiempo determinado, pueden ser automatizados o manuales. En los sistemas comunitarios, los voluntarios se encargan de la lectura, registro y transmisión de los datos obtenidos en estos instrumentos de medición.
- La medición de los niveles de los ríos, también se puede efectuar mediante la utilización de instrumentos automatizados con sensores ubicados en tubos que se colocan en zonas donde se pueda determinar los cambios de nivel de agua, la información se registra y es procesada automática y directamente.
- También se utilizan las reglas limnimétricas, su uso es generalizado por su bajo costo y fácil manejo, no requiere de personal especializado, sólo de una comunidad organizada y comprometida con su propia seguridad, este instrumento consiste en colocar dentro o fuera de los ríos, postes o reglas graduadas en centímetros, y pintadas en tres colores relacionados a las alertas (verde, amarillo y rojo); como alternativa se pueden pintar y graduar postes de las bases de puertos o embarcaderos, puentes, árboles, piedras, pisos u otros elementos del entorno que sirvan como regla y permita realizar una vigilancia adecuada de los cambios en los niveles de los ríos. Al igual que los pluviómetros, cuando la comunidad participa, los voluntarios se encargan de la lectura, registro y transmisión de los datos obtenidos en estas reglas.

3.5 COMPONENTES DEL SAT

Para el diseño e implementación de un Sistema de Alerta Temprana, se debe tener en cuenta una serie de elementos y de estructuras multi-sectoriales y multi-institucionales, además otros componentes que determinan su aplicación y éxito.

Algunas organizaciones internacionales identifican cuatro elementos fundamentales que deben ser tomados en cuenta para la creación de un SAT:

A. Existencia y conocimiento del riesgo:

Se debe identificar las amenazas y tener conocimiento de los riesgos, o eventos potencialmente peligrosos que puedan afectar a las poblaciones, infraestructuras y recursos expuestos al impacto de dichos fenómenos.

Esto debe estar plasmado en un Mapa de Riesgo, ya que conociendo las amenazas, vulnerabilidades y los elementos expuestos a dichos fenómenos, podremos estimar la potencialidad del peligro y los daños que se puedan generar.

B. Respaldo técnico e institucional:

Se debe contar con el respaldo de instituciones científico - técnicas, para que el estudio, vigilancia, seguimiento y evaluación de una amenaza o evento adverso contenga una base científica.

Es necesaria la participación de las autoridades locales e instituciones nacionales, que componen el INDECI, las cuales tienen la responsabilidad de establecer operaciones y acciones relacionadas con la preparación y la respuesta en caso de materializarse dichos eventos.

C. Difusión y comunicación:

Es clave la comunicación y la difusión de información, para motivar y concientizar a los habitantes de las comunidades y a sus autoridades locales, sobre la importancia del

conocimiento de los riesgos, amenazas, vulnerabilidades, planes de emergencias y medidas de prevención y reducción de riesgos a desastres, como el Sistemas de Alerta Temprana, que incluye la transmisión de datos, emisión de alertas, alarmas y la coordinación de comunicaciones en situaciones de emergencia.

D. Capacidad de respuesta:

Es necesario contar con la participación directa de las comunidades, las cuales deben estar organizadas y preparadas con sus Planes de Respuesta debidamente actualizados, para actuar en caso de emergencias.

Los SAT forman parte de la preparación y aportan información para la toma de decisiones en materia de gestión del riesgo y el desarrollo de las comunidades. Esta preparación local requiere del apoyo y coordinación con entidades nacionales para una mayor efectividad de la respuesta y de las acciones integrales de reducción de riesgo a desastres.

3.6 FUNCIONAMIENTO DE UN SISTEMA DE ALERTA TEMPRANA

El funcionamiento de un Sistema de Alerta Temprana consiste en los siguientes pasos: lectura y registro de la medición de los instrumentos sobre el evento monitoreado; transmisión de los datos registrados; procesamiento y análisis de los datos transmitidos; pronóstico de la situación; establecimiento del nivel y tipo de alerta; difusión del nivel de alerta; activación de un Plan de Emergencias o Evacuación.



Figura 1 ó Funcionamiento de un SAT

IV. MATERIALES Y MÉTODOS

La finalidad de esta actividad es preparar todos los elementos indispensables para llevar a cabo el trabajo de campo de forma efectiva y segura.

4.1 MATERIALES

4.1.1 Materiales y Equipos

- Libreta de campo
- GPS Garmin
- Cámara fotográfica
- Equipos de telefonía móvil

4.1.2 Indumentaria de Protección

- Zapatos y/o botas de seguridad (según condición de terreno)
- Pantalón
- Camisa o polo manga larga
- Chaleco con cinta reflectiva de seguridad
- Lentes de seguridad (contraste negro y contraste transparente)
- Casco de seguridad con barbiquejo
- Impermeable o cortaviento (según condición del terreno)

4.2 PROGRAMAS DE CÓMPUTO UTILIZADOS

- HEC-HMS: Sistema de Modelación Hidrológica que se utilizó para simular los procesos hidrológicos completos del sistema de la cuenca del río Urubamba, incluyendo procedimientos de análisis hidrológico tradicional como la infiltración de eventos, hidrogramas unitarios, etc.
- HEC-RAS: Sistema de análisis de ríos, se empleó para definir las planicies de inundación, es decir, determinar el nivel del agua en cada sección transversal en el tramo de estudio en el río Urbamba.

- **HIDROESTA:** Herramienta sobre la base de visual basic, que se utilizó para evaluar a qué tipo de distribución (normal, log normal, gamma 2 parámetros, gumbel, etc.) se ajusta mejor la serie de datos observados en cada una de las estaciones pluviométricas.

- **ARCGIS:** Software empleado para realizar todos los geoprosos de la información base (cartografía). Se definen los parámetros morfométricos y los DEM de precipitación ponderada, como inputs para la realización del modelo.

- **AUTOCAD CIVIL 3D:** Con la ayuda de este programa se procesaron los datos topográficos georeferenciados para preparar la información geométrica que se importó al HEC-RAS.

4.3 METODOLOGÍA

4.3.1 Descripción del área de estudio

Los campamentos y acopios logísticos, seleccionados para el presente estudio, se encuentran emplazados sobre áreas de terreno con riesgo de afectación por eventos extremos relacionados a las crecidas de caudales de los ríos, razón por lo cual se ha resuelto la implementación de un Sistema de Alerta Temprana conformado por reglas limnimétricas localizadas en puntos de control de caudales aguas arriba de los campamentos a proteger.

Las reglas limnimétricas propuestas para alerta temprana y control en campamentos, están ubicadas entre los pisos altitudinales de selva alta y sierra sur del Perú, en los distritos de Echarate, Yanatile, Calca y Písac, pertenecientes a las provincias de La Convención y Calca, departamento de Cusco.

4.3.2 Recolección de información de campo

En esta etapa se recaba toda la información de campo necesaria para realizar el modelamiento hidráulico respectivo que permita calcular los niveles de agua con los cuales establecer niveles de alerta frente a avenidas de caudales en los ríos Vilcanota, Urubamba, Yanatile, Ocosbamba, Chirumbia y Manogali. Las labores fueron realizadas entre los días 01 al 08 de Diciembre del 2015.

A. Ubicación de reglas limnimétricas propuestas

La descripción de la ubicación política, geográfica e hidrográfica de las reglas propuestas se detalla en la siguiente tabla:

Tabla 1 ó Ubicación política, geográfica e hidrográfica de las reglas propuestas

Sector	Regla	Departamento	Provincia	Distrito	Coordenadas UTM - Este	Coordenadas UTM ó Norte	Área (km ²)	Subcuenca	Cuenca	Vertiente
Sector 01	RL-05	Cusco	La Convención	Echarate	764 960	8 592 221	12745.33	Urubamba	Urubamba	Atlántico
	RL-06	Cusco	La Convención	Echarate	801 324	8 592 567	1409.25	Yanatile	Urubamba	Atlántico
	RL-07	Cusco	Calca	Yanatile	780 651	8 585 974	737.54	Ocosbamba	Urubamba	Atlántico
	RQ-CA06	Cusco	La Convención	Echarate	761 401	8 600 471	15920.02	Urubamba	Urubamba	Atlántico
	AL-136 (Urubamba)	Cusco	La Convención	Echarate	750 187	8 603 970	16030.16	Urubamba	Urubamba	Atlántico
Sector 02	RL-04	Cusco	La Convención	Echarate	758 672	8 608 598	255.63	Chirumbia	Urubamba	Atlántico
	AL-136 (Chirumbia)	Cusco	La Convención	Echarate	750 490	8 604 232	292.3	Chirumbia	Urubamba	Atlántico
Sector 03	RL-03	Cusco	La Convención	Echarate	725 403	8 602 666	17156.72	Urubamba	Urubamba	Atlántico
	KITENI	Cusco	La Convención	Echarate	713 588	8 601 677	17869.72	Urubamba	Urubamba	Atlántico
Sector 04	RL-02	Cusco	La Convención	Echarate	710 986	8 621 835	76.76	Manogali	Urubamba	Atlántico
	AL-085	Cusco	La Convención	Echarate	716 535	8 620 361	248.2	Manogali	Urubamba	Atlántico
Sector 05	RL-08*	Cusco	Calca	Písac	190 961	8 514 277	7113.97	Vilcanota	Urubamba	Atlántico
	RC-CA26*	Cusco	Calca	Calca	180 339	8 523 200	7413.89	Vilcanota	Urubamba	Atlántico
Sector 06	RL-01	Cusco	La Convención	Echarate	729 176	8 671 296	32092.80	Urubamba	Urubamba	Atlántico
	TICUMPINIA	Cusco	La Convención	Echarate	723 425	8 685 604	32361.05	Urubamba	Urubamba	Atlántico

Fuente: Elaboración propia. (*) Estas ubicaciones se localizan en la Zona 19L Sur

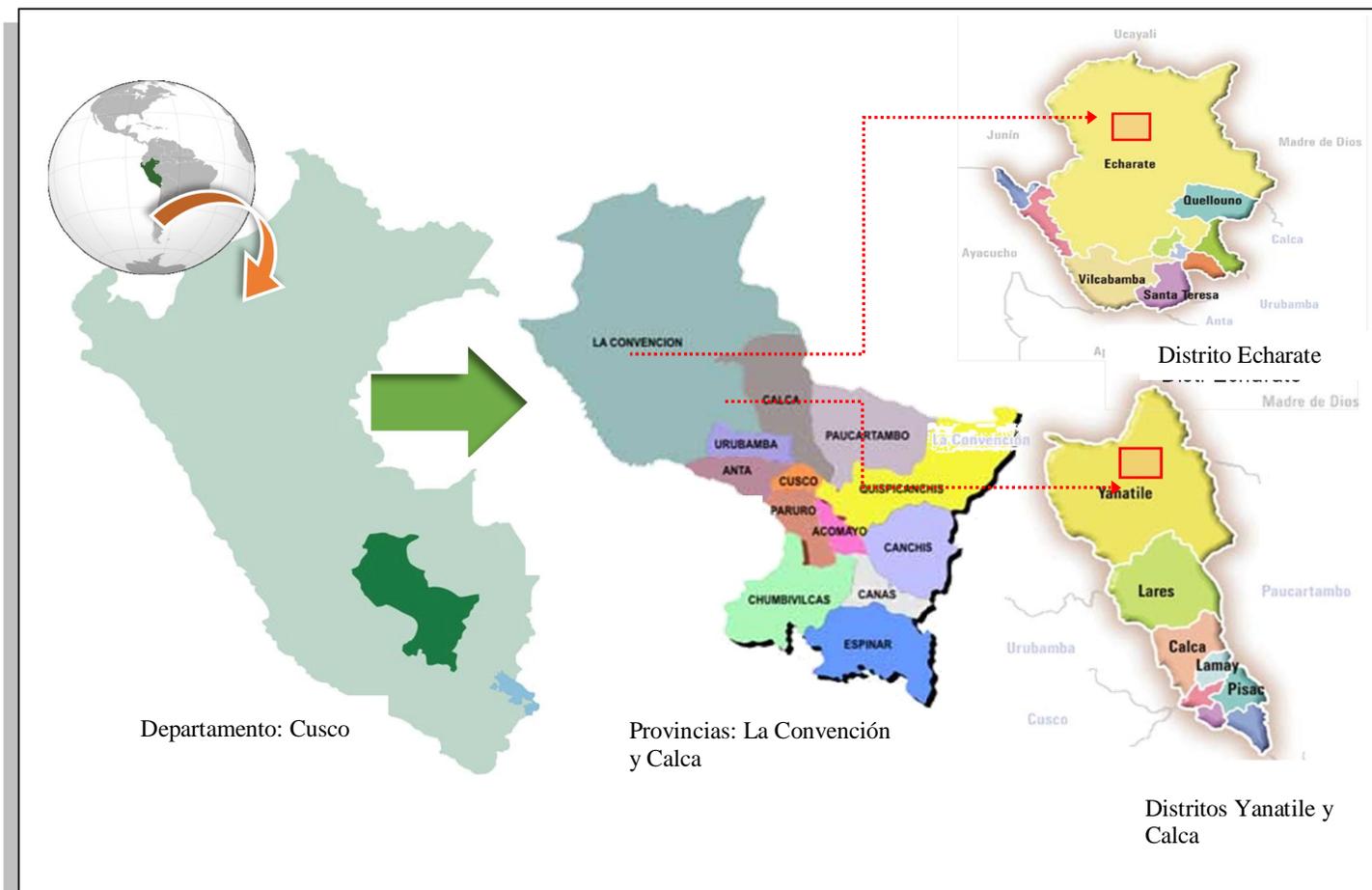


Figura 2 ó Esquema general de ubicación política de las reglas propuestas

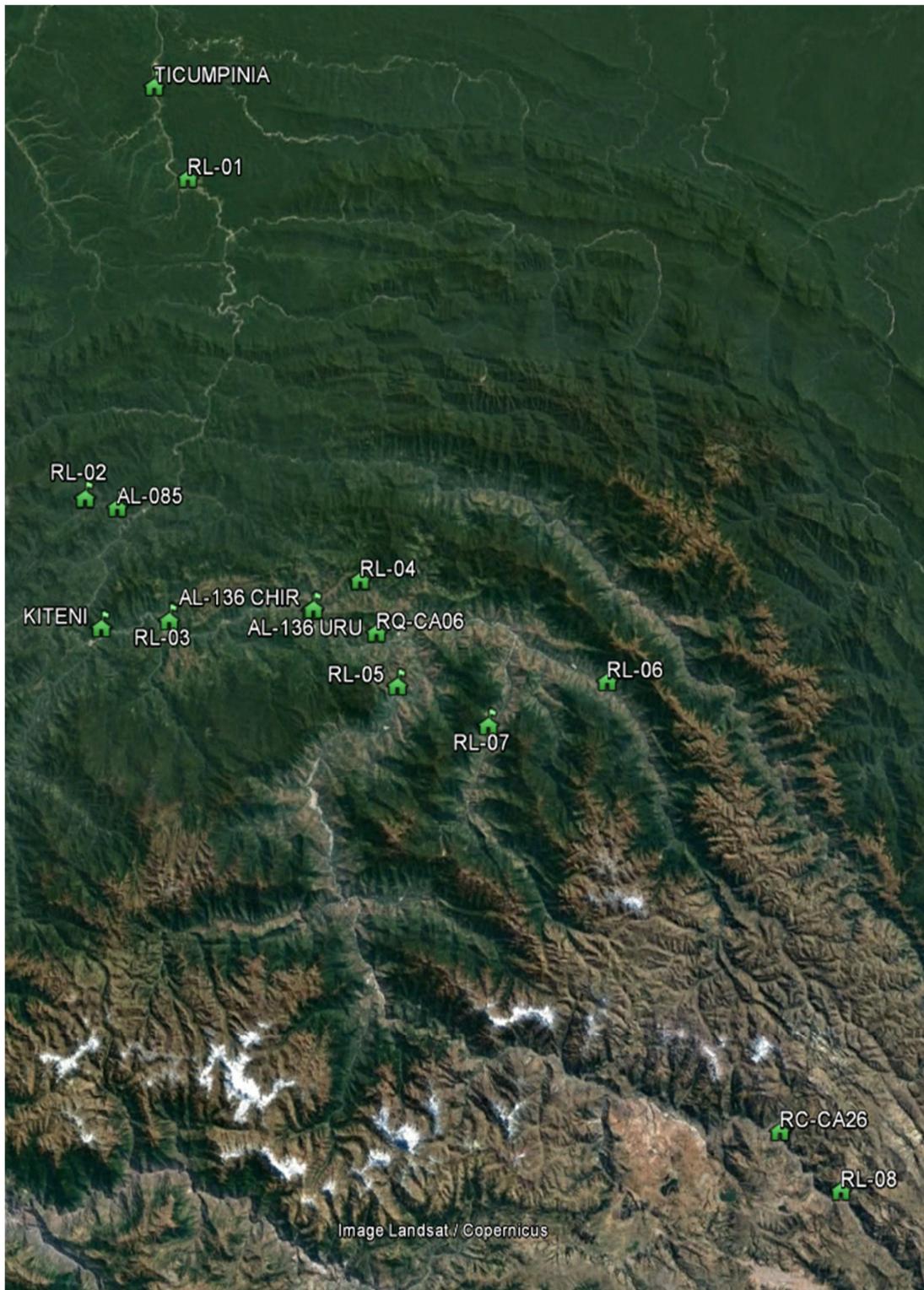


Figura 3 ó Ubicación general de reglas limnimétricas

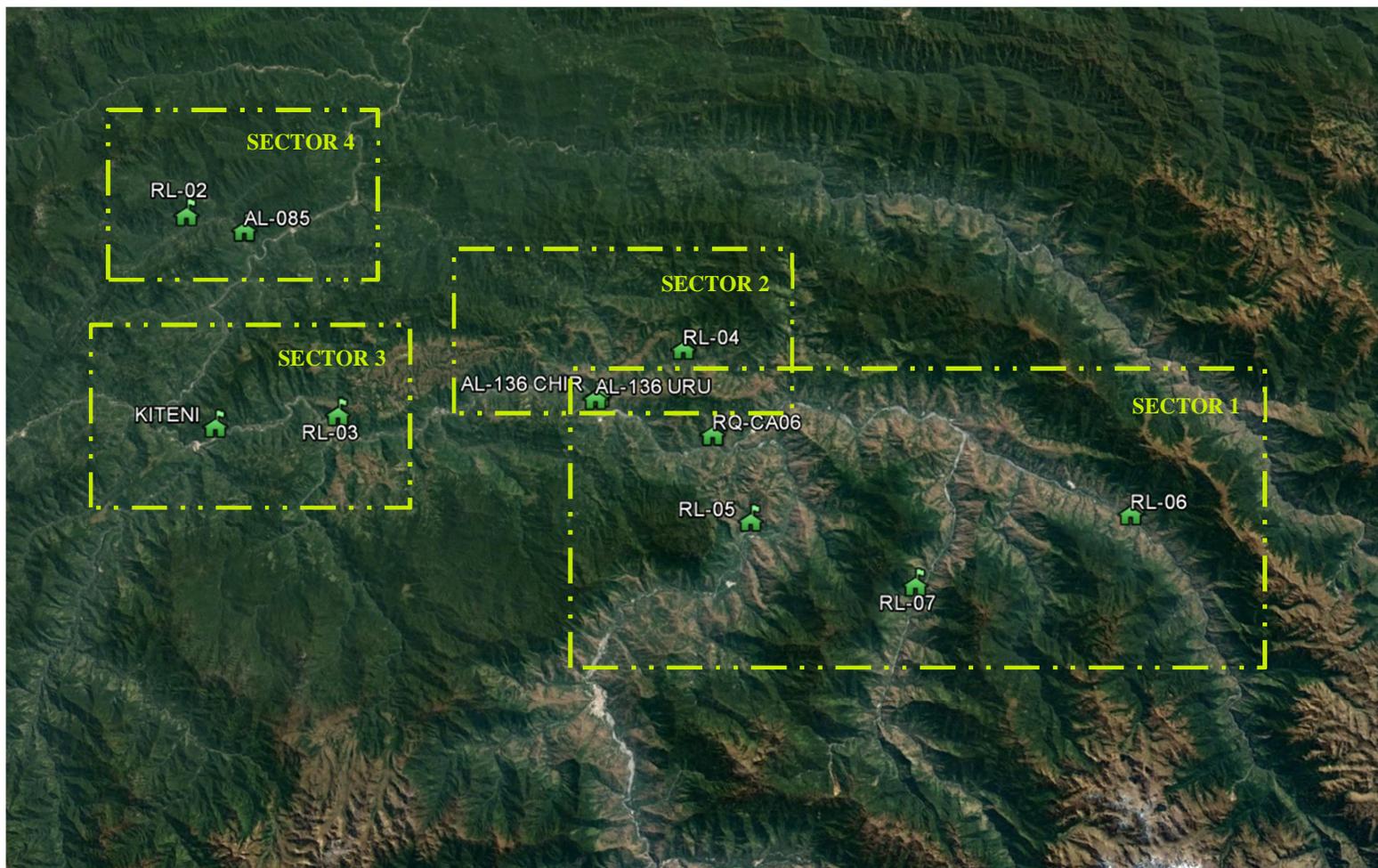


Figura 4 ó Ubicación Sectores 1, 2, 3 y 4

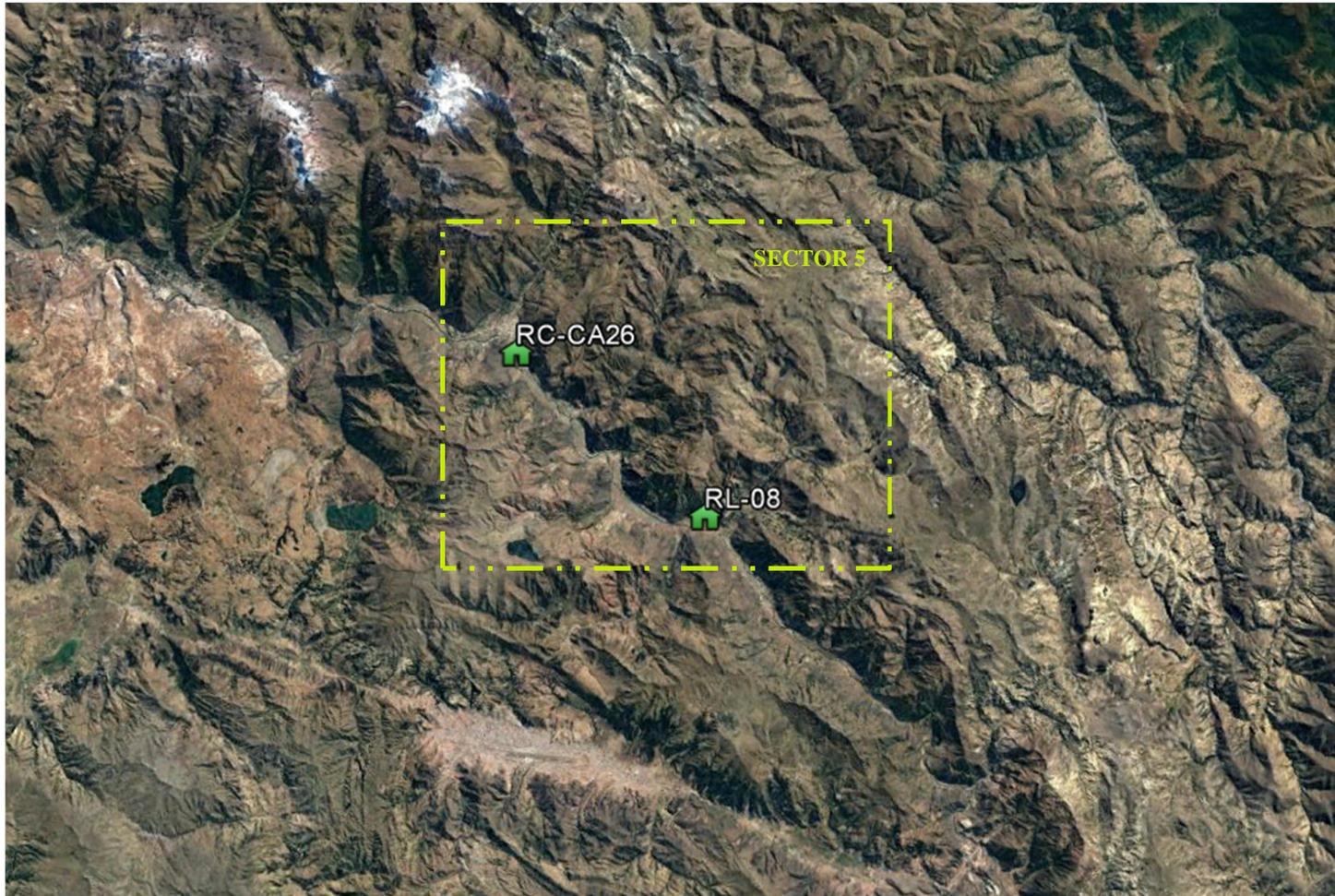


Figura 5 ó Ubicación Sector 5

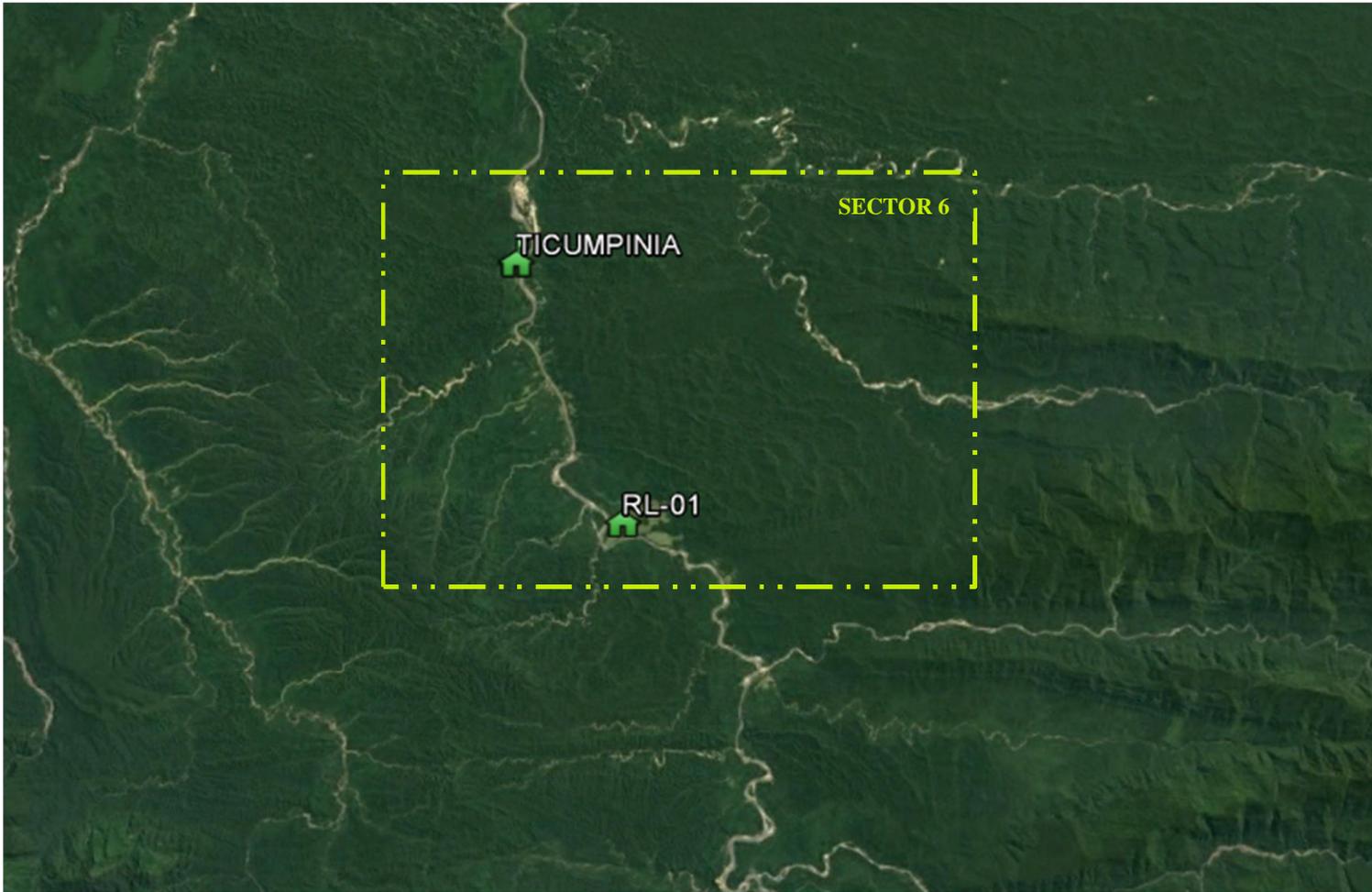


Figura 6 ó Ubicación Sector 6

B. Accesibilidad

Los puntos propuestos para las ubicaciones de reglas limnimétricas de alerta temprana y control en campamentos, son accesibles por vía terrestre, a través de accesos secundarios desde las principales ciudades de la cuenca del Urubamba, tales como Cusco, Quillabamba y Kiteni.

El recorrido desde Cusco hacia las principales ciudades, se resume en el siguiente cuadro:

Tabla 2 ó Accesibilidad a principales ciudades

Tramo	Distancia (km)	Tiempo (hrs)	Tipo de vía
Cusco ó Písac	35	1.0	Asfaltado
Písac ó Calca	16	0.5	Asfaltado
Cusco ó Quillabamba	205	5.0	Asfaltado
Quillabamba ó Quebrada Honda	95	3.0	Asfaltado
Quillabamba ó Palma Real	62	1.5	Asfaltado
Palma Real ó Santa María (Qda. Chirumbia)	18	1.0	Trocha carrozable
Palma Real ó Kiteni	85	2.0	Asfaltado
Kiteni ó Ivochote	63	1.5	Asfaltado / Afirmado

Fuente: Elaboración propia

- RL-08 y RC-CA06, son accesibles a través de la vía Cusco ó Písac ó Calca.
- RL-05, es accesible desde el C.P. Pampa Concepción, en la vía Quillabamba ó Kiteni.
- RL-06, es accesible desde la vía Quebrada Honda ó Lares.
- RL-07, es accesible desde la vía Quebrada Honda ó Ocobamba.
- RQ-CA26, es accesible desde la vía Quillabamba ó Palma Real.
- RL-04 y AL-136, son accesibles desde la vía Palma Real ó Santa María (Qda. Chirumbia).
- RL-03 y KITENI, son accesibles desde la vía Quillabamba ó Kiteni.
- AL-085, es accesibles desde la vía Kiteni ó Ivochote.
- RL-02, es accesible desde la vía Kiteni ó Alto Manogali.

C. Desplazamiento a los puntos propuestos

Esta actividad consiste en el traslado del personal por medio de un vehículo particular, acorde a los procedimientos de seguridad, hacia los puntos propuestos para la instalación de reglas limnimétricas, siguiendo un itinerario establecido de inspección de lugares, paradas técnicas y lugares de pernocte.

D. Identificación de puntos de control de caudales para la alerta temprana

Se presenta a continuación la identificación de los puntos propuestos para la ubicación de reglas limnimétricas y de los tramos requeridos para el levantamiento topográfico, con la finalidad de realizar el modelamiento hidráulico respectivo.

D.1 Control de Caudal RL-08

Tabla 3 ó Ubicación de regla limnimétrica RL-08

PUNTO DE INTERES	TIPO	ALTERNATIVA	COORDENADAS - UTM WGS 84				RIO
			ZONA	ESTE	NORTE	COTA. (referencial)	
				m	m	m.s.n.m.	
RL-08	Alerta Temprana	Única	19 L	190 961	8 514 277	2806	Vilcanota

Fuente: Elaboración propia

Tramo de alineamiento recto, encauzado con muros de contención. Ubicación frente a la estación hidrométrica Písac del SENAMHI. Se ubican viviendas en ambas márgenes del río. Se recomienda ubicar la regla en margen derecha. Se cuenta con señal de telefonía móvil y accesos vehiculares.



Figura 7 ó Ubicación de regla limnimétrica RL-08

Tramo para levantamiento topográfico:

Tabla 4 ó Ubicación de tramo para levantamiento topográfico de regla limnimétrica RL-08

UBICACIÓN	ESTE (M)	NORTE (M)
Aguas arriba	191 096	8 514 247
Aguas abajo	190 812	8 514 309

Fuente: *Elaboración propia*



Figura 8 ó Imagen tomada desde la margen izquierda ó RL-08

Se recomienda el levantamiento hasta el nivel de los muros de contención (margen derecha) y vía vehicular (margen izquierda), con una extensión de aprox. 20m hacia ambos márgenes.



Figura 9 ó Vista hacia aguas arriba - RL-08

D.2 Control de caudal para campamento RC-CA26

Tabla 5 ó Ubicación de regla limnimétrica RC-CA26

PUNTO DE INTERES	TIPO	ALTERNATIVA	COORDENADAS - UTM WGS 84				RIO
			ZONA	ESTE	NORTE	COTA. (referencial)	
				m	m	m.s.n.m.	
RC-CA26	Control campamento	1	19 L	180 339	8 523 200	2947	Vilcanota

Fuente: Elaboración propia

Alternativa 01 ubicada en un tramo de alineamiento recto, de aparentemente baja pendiente. Se recomienda ubicar la regla en margen derecha. Se cuenta con señal de telefonía móvil y accesos vehiculares por ambas márgenes.



Figura 10 ó Ubicación de regla limnimétrica RC-CA26

Se recomienda la instalación de la regla en el sitio identificado para la Alternativa 1.



Figura 11 ó Imagen tomada desde la margen izquierda ó RC-CA26

Tramo para levantamiento topográfico Alternativa 01

Tabla 6 ó Ubicación de tramo para levantamiento topográfico de regla limnimétrica RC-CA26

UBICACIÓN	ESTE (M)	NORTE (M)
Aguas arriba	180 452	8 523 118
Aguas abajo	180 210	8 523 287

Fuente: Elaboración propia

D.3 Control de Caudal RL-06

Tabla 7 ó Ubicación de regla limnimétrica RL-06

PUNTO DE INTERES	TIPO	ALTERNATIVA	COORDENADAS - UTM WGS 84				RIO
			ZONA	ESTE	NORTE	COTA. (referencial)	
				m	m	m.s.n.m.	
RL-06	Alerta Temprana	Única	18 L	801 324	8 592 567	1151	Yanatile

Fuente: Elaboración propia

Ubicación en puente Marampampa, tramo de alineamiento semirecto, con taludes verticales con desnivel aprox. de 15-20 m. distante aprox. 20 min de Quebrada Honda. El acceso al punto desde la carretera es por un sendero distante aprox. 250m hasta la ubicación de la regla. Se recomienda ubicar la regla en margen derecha, habilitando una estructura de soporte. La señal de telefonía móvil (Movistar) es débil.

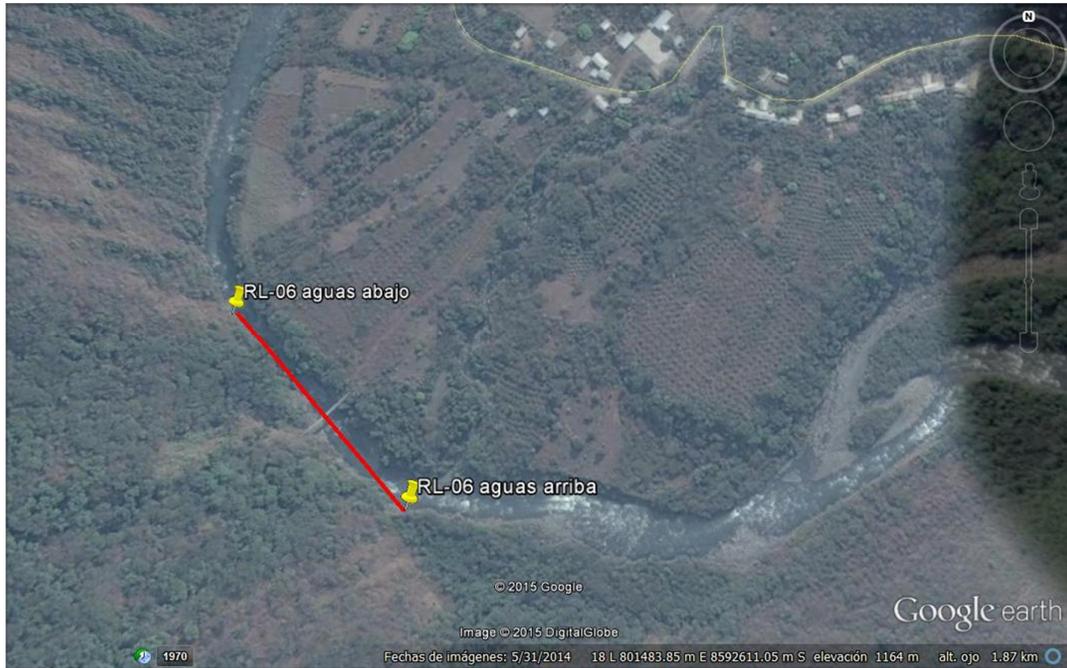


Figura 12 ó Ubicación de regla limnimétrica RL-06

Tramo para levantamiento topográfico:

Tabla 8 ó Ubicación de tramo para levantamiento topográfico de regla limnimétrica RL-06

UBICACIÓN	ESTE (M)	NORTE (M)
Aguas arriba	801 383	8 592 474
Aguas abajo	801 241	8 592 629

Fuente: *Elaboración propia*



Figura 13 ó Vista de puente Marampampa desde margen derecha



Figura 14 ó Vista de puente Marampampa desde margen izquierda



Figura 15 ó Vista hacia aguas arriba, desde puente Marampampa



Figura 16 ó Vista hacia aguas abajo, desde puente Marampampa

D.4 Control de Caudal RL-07

Tabla 9 ó Ubicación de regla limnimétrica RL-07

PUNTO DE INTERES	TIPO	ALTERNATIVA	COORDENADAS - UTM WGS 84				RIO
			ZONA	ESTE	NORTE	COTA. (referencial)	
				m	m	m.s.n.m.	
RL-07	Alerta Temprana	Única	18 L	780 651	8 585 974	1200	Ocosbamba

Fuente: Elaboración propia

Ubicación en puente Buenavista, tramo de alineamiento semirrecto. Se recomienda ubicar la regla en margen derecha, habilitando una estructura de soporte. No se cuenta con señal de telefonía móvil. Se tiene acceso vehicular.

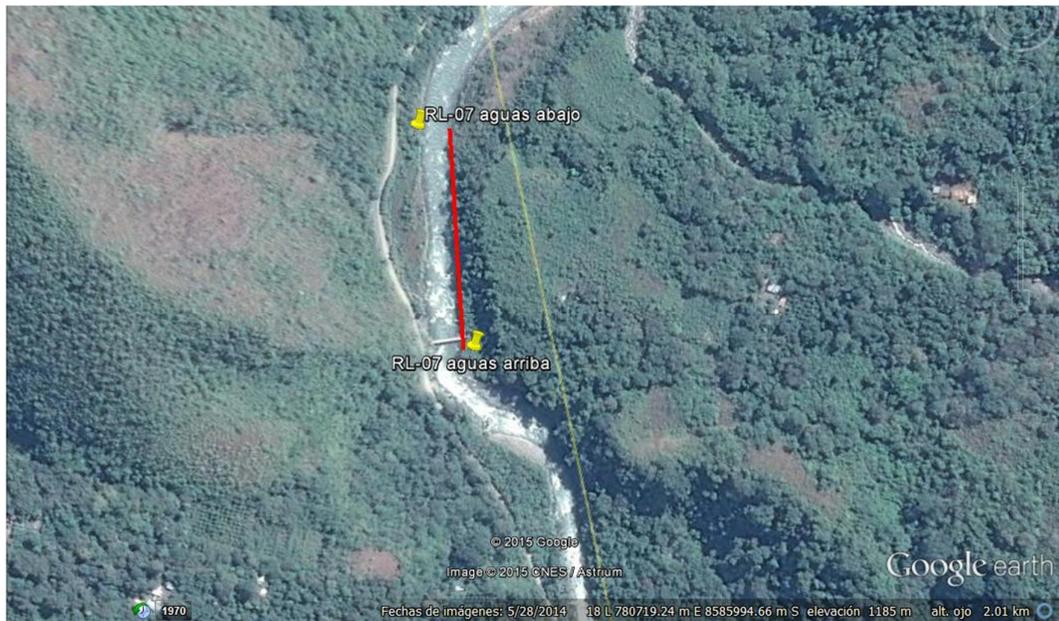


Figura 17 ó Ubicación de regla limnimétrica RL-07

Tramo para levantamiento topográfico:

Tabla 10 ó Ubicación de tramo para levantamiento topográfico de regla limnimétrica RL-07

UBICACIÓN	ESTE (M)	NORTE (M)
Aguas arriba	780 660	8 585 937
Aguas abajo	780 611	8 586 138



Figura 18 ó Vista de inicio del tramo para topografía, hacia aguas abajo



Figura 19 ó Vista hacia aguas abajo, desde puente Buenavista



Figura 20 ó Vista del sector recomendado para instalación de Regla RL-07

D.5 Control de Caudal RL-05

Tabla 11 ó Ubicación de regla limnimétrica RL-05

PUNTO DE INTERES	TIPO	ALTERNATIVA	COORDENADAS - UTM WGS 84				RIO
			ZONA	ESTE	NORTE	COTA. (referencial)	
				m	m	m.s.n.m.	
RL-05	Alerta Temprana	Única	18 L	764 960	8 592 221	902	Urubamba

Fuente: Elaboración propia

Ubicación en puente peatonal, tramo de alineamiento semirrecto. Se recomienda ubicar la regla en margen derecha, en la base del estribo del puente. Se cuenta con señal de telefonía móvil. Se tiene acceso vehicular. El C.P. Pampa Concepción se ubica aproximadamente a 400m del punto propuesto para la ubicación de la regla.

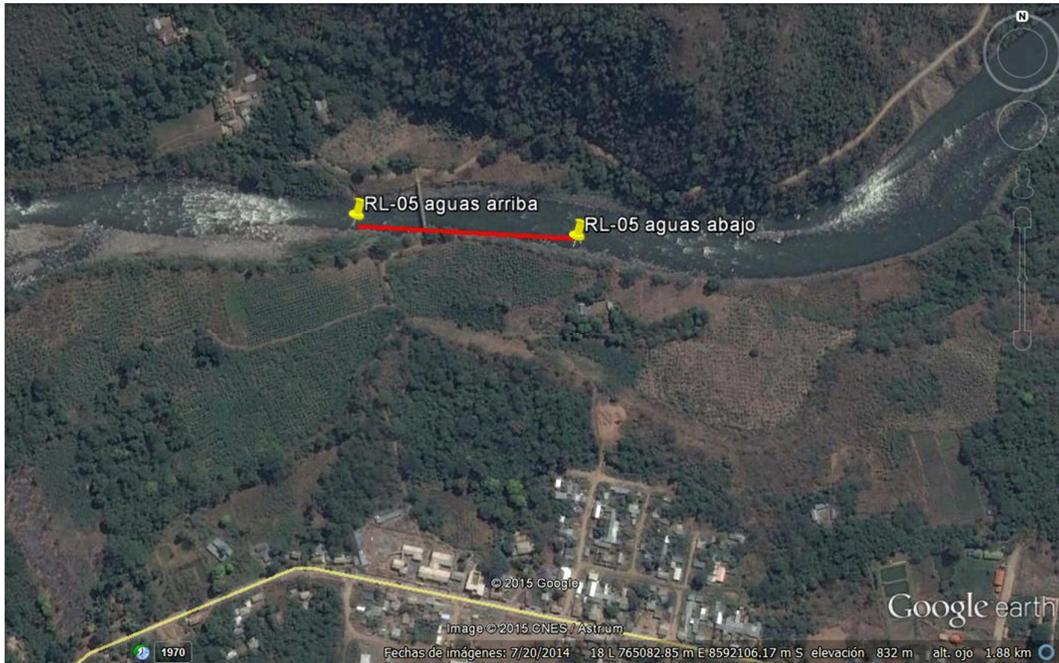


Figura 21 ó Ubicación de regla limnimétrica RL-05



Figura 22 ó Vista hacia aguas arriba, desde puente peatonal



Figura 23 ó Vista hacia aguas abajo, desde puente peatonal



Figura 24 ó Recomendación para ubicación de Regla RL-05 en base de estribo de puente

D.6 Control de Caudal RL-04

Tabla 12 ó Ubicación de regla limnimétrica RL-05

PUNTO DE INTERES	TIPO	ALTERNATIVA	COORDENADAS - UTM WGS 84				RIO
			ZONA	ESTE	NORTE	COTA. (referencial)	
				m	m	m.s.n.m.	
RL-04	Alerta Temprana	Única	18 L	758 672	8 608 598	941	Chirumbia

Fuente: Elaboración propia

Ubicación en puente Concepción, tramo de alineamiento semirrecto. Se recomienda ubicar la regla en el estribo del puente - margen derecha. Se cuenta con señal de telefonía móvil, sin embargo la cobertura no es estable. Se tiene acceso vehicular. El C.P. Santa María se localiza a 150m del punto propuesto para la regla.



Figura 25 ó Ubicación de regla limnimétrica RL-04

Tramo para levantamiento topográfico:

Tabla 13 ó Ubicación de tramo para levantamiento topográfico de regla limnimétrica RL-04

UBICACIÓN	ESTE (M)	NORTE (M)
Aguas arriba	758 706	8 608 639
Aguas abajo	758 598	8 608 495

Fuente: *Elaboración propia*



Figura 26 ó Puentes Concepción Inpitari ó cercano a C.P. Santa María



Figura 27 ó Vista hacia aguas arriba, desde puente Concepción



Figura 28 ó Vista hacia aguas abajo, desde puente Concepción



Figura 29 ó Vista del estribo derecho en puente Concepción

D.7 Control de Caudal para campamento AL-136 ó Quebrada Chirumbia

Tabla 14 ó Ubicación de regla limnimétrica AL-136 ó control Quebrada Chirumbia

PUNTO DE INTERES	TIPO	ALTERNATIVA	COORDENADAS - UTM WGS 84				RIO
			ZONA	ESTE	NORTE	COTA. (referencial)	
				m	m	m.s.n.m.	
AL-136	Control campamento ó Qda. Chirumbia	2	19 L	750 490	8 604 232	720	Chirumbia

Fuente: Elaboración propia

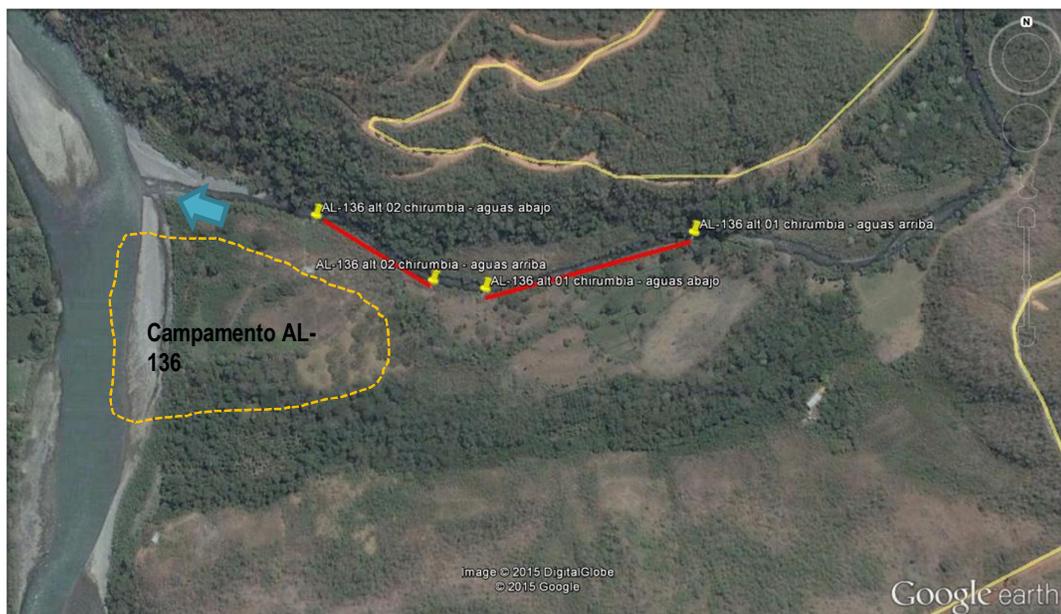


Figura 30 ó Ubicación de regla limnimétrica AL-136 ó control Quebrada Chirumbia

Se recomienda la instalación de la regla en el sitio identificado para la Alternativa 2.

Se recomienda la conformación de defensas ribereñas aguas arriba del tramo de Alternativa 1, debido a que se ha identificado evidencia de un cauce abandonado que podría activarse durante un evento extremo, originando un riesgo de inundación al campamento.

Tramo para levantamiento topográfico:

Tabla 15 ó Ubicación de tramo para levantamiento topográfico de regla limnimétrica AL-136

Qda. Chirumbia

UBICACIÓN	ESTE (M)	NORTE (M)
Aguas arriba	750 541	8 604 198
Aguas abajo	750 403	8 604 276

Fuente: Elaboración propia



Figura 31 ó Vista hacia aguas arriba desde puente peatonal ó Qda. Chirumbia



Figura 32 ó Vista del tramo para topografía de Regla AL-136, desde margen derecha

D.8 Control de Caudal para campamento AL-136 ó Río Urubamba

Tabla 16 ó Ubicación de regla limnimétrica AL-136 ó control río Urubamba

PUNTO DE INTERES	TIPO	ALTERNATIVA	COORDENADAS - UTM WGS 84				RIO
			ZONA	ESTE	NORTE	COTA. (referencial)	
				m	m	m.s.n.m.	
AL-136	Control campamento	Única	18 L	750 187	8 603 970	791	Urubamba

Fuente: Elaboración propia



Figura 33 ó Ubicación de regla limnimétrica AL-136 ó control río Urubamba

Tramo para levantamiento topográfico:

Tabla 17 ó Ubicación de tramo para levantamiento topográfico de regla limnimétrica AL-136 río Urubamba

UBICACIÓN	ESTE (M)	NORTE (M)
Aguas arriba	750 159	8 603 834
Aguas abajo	750 220	8 604 136

Fuente: Elaboración propia



Figura 34 ó Defensas ribereñas en margen derecha del río Urubamba, para campamento AL-136

D.9 Control de Caudal RL-03

Tabla 18 ó Ubicación de regla limnimétrica RL-03

PUNTO DE INTERES	TIPO	ALTERNATIVA	COORDENADAS - UTM WGS 84				RIO
			ZONA	ESTE	NORTE	COTA. (referencial)	
				m	m	m.s.n.m.	
RL-03	Alerta Temprana	2	18 L	725 403	8 602 666	651	Urubamba

Fuente: Elaboración propia

Ubicación en puente Iturijuhay, tramo de alineamiento semirrecto. Se recomienda ubicar la regla en margen derecha, habilitando una estructura de soporte. Se cuenta con señal de telefonía móvil de baja cobertura (Movistar). Se tiene acceso vehicular hasta las cercanías, y un sendero peatonal también utilizado por motos.



Figura 35 Ubicación de regla limnimétrica RL-03

Se recomienda la instalación de la regla en el sitio identificado para la Alternativa 2.

Tramo para levantamiento topográfico Alternativa 02:

Tabla 19 Ubicación de tramo para levantamiento topográfico de regla limnimétrica RL-03

UBICACIÓN	ESTE (M)	NORTE (M)
Aguas arriba	725 479	8 602 688
Aguas abajo	725 352	8 602 656

Fuente: Elaboración propia



Figura 36 Ubicación para la RL-03



Figura 37 ó Imágenes del sector de ubicación para la RL-03

D.10 Control de Caudal RL-02

Tabla 20 ó Ubicación de regla limnimétrica RL-02

PUNTO DE INTERES	TIPO	ALTERNATIVA	COORDENADAS - UTM WGS 84				RIO
			ZONA	ESTE	NORTE	COTA. (referencial)	
				m	m	m.s.n.m.	
RL-02	Alerta Temprana	Única	18 L	710 986	8 621 835	609	Manogali

Fuente: Elaboración propia

Ubicación en un puente peatonal, tramo de alineamiento semirrecto. Se recomienda ubicar la regla en margen derecha, habilitando una estructura de soporte. No se cuenta con señal de telefonía móvil. Se tiene acceso vehicular hasta las cercanías, y un sendero peatonal hasta el mismo sitio de ubicación.



Figura 38 ó Ubicación de regla limnimétrica RL-02

Tramo para levantamiento topográfico:

Tabla 21 ó Ubicación de tramo para levantamiento topográfico de regla limnimétrica RL-02

UBICACIÓN	ESTE (M)	NORTE (M)
Aguas arriba	710 947	8 621 827
Aguas abajo	711017	8 621 872

Fuente: *Elaboración propia*



Figura 39 ó Vista hacia aguas arriba, tomada desde el puente peatonal



Figura 40 ó Vista hacia aguas abajo, tomada desde el puente peatonal



Figura 41 ó Vista del puente peatonal sobre río Manogali

D.11 Control de Caudal para acopio logístico AL-085

Tabla 22 ó Ubicación de regla limnimétrica AL-085

PUNTO DE INTERES	TIPO	ALTERNATIVA	COORDENADAS - UTM WGS 84				RIO
			ZONA	ESTE	NORTE	COTA. (referencial)	
				m	m	m.s.n.m.	
AL-085	Control Campamento	Única	18 L	716 535	8 620 361	508	Manogali

Fuente: Elaboración propia

Ubicación en puente Manogali, aguas arriba del campamento (aprox. 250m). Se localiza adyacente a un conjunto de viviendas. El tramo presenta un alineamiento recto, con control litológico hacia ambas márgenes. Se recomienda ubicar la regla en la base del estribo margen izquierda. Se cuenta con señal de telefonía móvil de baja cobertura.



Figura 42 ó Ubicación de regla limnimétrica AL-085

Tramo para levantamiento topográfico:

Tabla 23 ó Ubicación de tramo para levantamiento topográfico de regla limnimétrica AL-085

UBICACIÓN	ESTE (M)	NORTE (M)
Aguas arriba	716 443	8 620 475
Aguas abajo	716 636	8 620 253

Fuente: Elaboración propia



Figura 43 ó Vista hacia aguas arriba, tomada desde el puente Manogali



Figura 44 ó Vista hacia aguas abajo, tomada desde el puente Manogali



Figura 45 ó Vista del estribo del Puente Manogali ubicado en la margen izquierda



Figura 46 ó Vista de las instalaciones del Acopio Logístico AL-085

En la figura anterior se aprecia las instalaciones del acopio logístico AL-085, el cual se ubica en la margen derecha del río Manogali, aguas abajo del puente del mismo nombre ubicado en la vía Kiteni ó Ivochote. El área de estas instalaciones está expuesta al riesgo de inundación por las crecidas anuales y/o extraordinarias del río Manogali.

D.12 Control de Caudal para campamento KITENI

Tabla 24 ó Ubicación de regla limnimétrica KITENI

PUNTO DE INTERES	TIPO	ALTERNATIVA	COORDENADAS - UTM WGS 84				RIO
			ZONA	ESTE	NORTE	COTA. (referencial)	
				m	m	m.s.n.m.	
KITENI	Control Campamento	Única	18 L	713 588	8 601 677	607	Urubamba

Fuente: Elaboración propia

Ubicación en tramo entre tangencias. Se recomienda ubicar la regla sobre la margen izquierda habilitando una estructura de soporte. Se cuenta con señal de telefonía móvil. Se tiene acceso vehicular. La ubicación de esta regla se localiza adyacente al campamento Kiteni.



Figura 47 ó Ubicación de regla limnimétrica KITENI

Tramo para levantamiento topográfico:

Tabla 25 ó Ubicación de tramo para levantamiento topográfico de regla limnimétrica KITENI

UBICACIÓN	ESTE (M)	NORTE (M)
Aguas arriba	713 702	8 601 653
Aguas abajo	713 502	8 601 705

Fuente: Elaboración propia

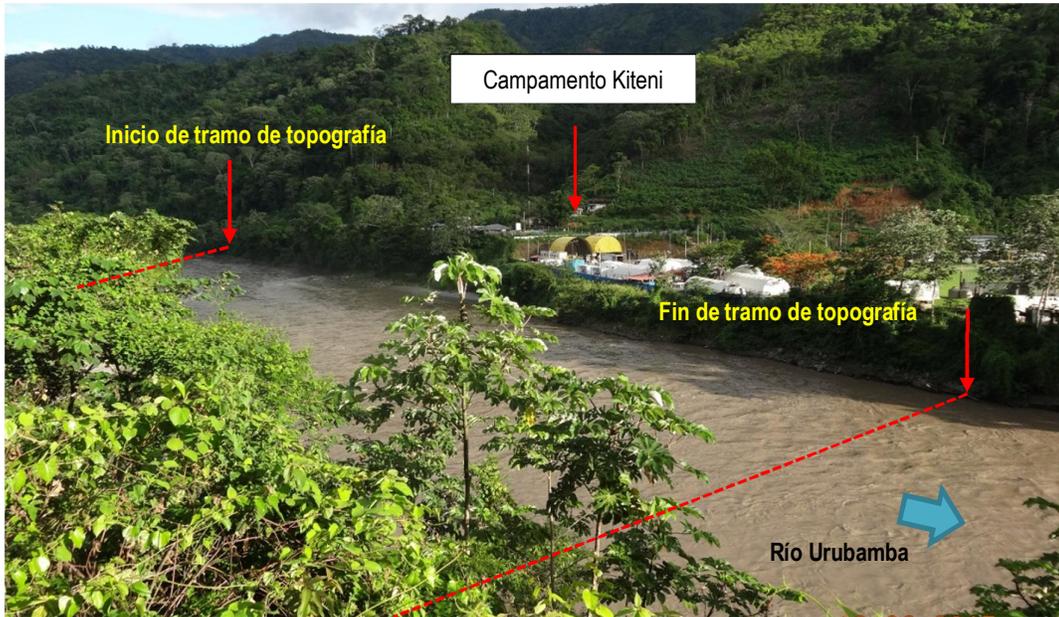


Figura 48 ó Vista del campamento KITENI desde margen derecha



Figura 49 ó Vista del campamento KITENI hacia aguas arriba

D.13 Control de Caudal para campamento RQ-CA06

Tabla 26 ó Ubicación de regla limnimétrica RQ-CA06

PUNTO DE INTERES	TIPO	ALTERNATIVA	COORDENADAS - UTM WGS 84				RIO
			ZONA	ESTE	NORTE	COTA. (referencial)	
				m	m	m.s.n.m.	
RQ-CA06	Control Campamento	Única	18 L	761 401	8 600 471	737	Urubamba

Fuente: Elaboración propia

Ubicación en tramo donde se ha identificado una oroya de cruce, aguas arriba del campamento. Se recomienda ubicar la regla en margen izquierda, en la base de la cimentación de la estructura de la oroya. No se cuenta con señal de telefonía móvil. Se tiene acceso vehicular.



Figura 50 ó Ubicación de regla limnimétrica RQ-CA06

Tramo para levantamiento topográfico:

Tabla 27 ó Ubicación de tramo para levantamiento topográfico de regla limnimétrica RQ-CA06

UBICACIÓN	ESTE (M)	NORTE (M)
Aguas arriba	761 539	8 600 487
Aguas abajo	761 251	8 600 447

Fuente: Elaboración propia



Figura 51 ó Sección para la ubicación de regla limnimétrica RQ-CA06

En la figura anterior se aprecia una estructura de cruce (oroya), cuya cimentación de la margen izquierda puede utilizarse para la instalación de la regla limnimétrica de control para el campamento RQ-CA06.



Figura 52 ó Estructura de soporte para ubicar la regla limnimétrica RQ-CA06

4.3.3 Cálculos hidrológicos e hidráulicos para la determinación de caudales y niveles como parte del diseño de la red de monitoreo

En este acápite se estima el comportamiento hidrológico e hidráulico de cada uno de los ríos donde se ubicarán las reglas limnimétricas de alerta y control, a través de la aplicación del modelo hidrológico con HEC-HMS y el modelo hidráulico para flujos con régimen permanente con el uso del HEC-RAS, los cuales permitirán conocer los niveles de agua, que servirán para la implementación de los rangos de alerta frente a eventos de máximas avenidas.

Es importante indicar que se realizará la corrección de caudales máximos generados con el HEC-HMS, puesto que para los datos de entrada al modelamiento hidráulico, al no contar con la batimetría, se toma como cauce de las secciones el espejo de agua hacia las márgenes. Es así que a dichos caudales máximos se le restará el valor de los caudales medios para el mes de diciembre (mes en que se realizó el levantamiento topográfico), y para ello se precisa del cálculo de caudales medios por el método de transposición de caudales.

A. Descripción de las cuencas de drenaje

Las cuencas de drenaje delimitadas hasta los puntos de ubicación de las reglas limnimétricas del Sistema de Alerta Temprana, se encuentran emplazadas en la cuenca del río Urubamba, donde la mayoría de ellas forma parte de la misma red hídrica principal, es decir del río Urubamba o Vilcanota, como es el caso de las cuencas delimitadas hasta las reglas RL-05, RQ-CA06, AL-136 (Urubamba), RL-06, KITENI, RL-08, RC-CA26, RL-01 y TICUMPINIA, cumpliéndose que en las partes altas (2000 a 6000 m.s.n.m.) se presenta una variada y compleja topografía, compuesta por montañas y picos entre los cuales destacan los nevados de Salkantay, el Pumacillo y Sajsarayoc, y demás elevaciones o cumbres propias de la cordillera. Por tanto esta parte de la cuenca de drenaje se caracteriza por tener un relieve con pendientes fuertes, quebradas abruptas y ríos torrentosos de corto recorrido. En la parte media, la cuenca presenta características típicas de valles y pies de monte, mientras que en las parte bajas de la cuenca (300 a 2000 m.s.n.m.), presenta un relieve ondulado, quebradas más amplias modelados por colinas y llanuras o planicies, sistemas cubiertos por una densa vegetación.

Con todo lo expuesto, se tiene que la cuenca se emplaza sobre entornos que van desde cumbres nevadas pasando por valles interandinos, y llegando hasta ceja de selva y llanura amazónica. La diversidad climática asociada a cada uno de estos entornos se inicia con climas semifríos y húmedos al extremo sur sobre las mayores altitudes variando al clima cálido húmedo a muy húmedo en el sector centro norte.

El esquema hidrográfico donde se localizan las cuencas de drenaje mencionadas, tiene como principal colector al río Urubamba, cuya red hídrica se extiende desde sus nacientes en el nudo de Vilcanota por encima de los 4000 msnm hasta su confluencia con el río Tambo, uno de los principales tributarios del río Amazonas. El río Urubamba tiene una serie de cuencas aportantes, donde parte de ellas son las de los ríos Yanatile, Oscobamba, Chirumbia y Manogali, cuencas de drenaje de las reglas RL-06, RL-07, RL-04, AL-136 (Chirumbia), RL-02 y AL-085; las cuales forman parte de los afluentes en la cuenca media del Urubamba, donde se emplazan entornos de ceja de selva a llanura amazónica, y que presentan climas subtropicales a tropicales.

B. Caudales medios

B.1 Información hidrométrica

Se recopiló información hidrométrica de la estación Km 105, registros obtenidos del Estudio Hidrológico para la Central Hidroeléctrica Santa Teresa II, elaborado por la empresa Luz del Sur S.A., como parte del aprovechamiento hidroeléctrico en la cuenca del río Vilcanota.

Tabla 28 ó Ubicación de la estación hidrométrica Km105

Estación	Río	Ubicación Política			Ubicación Geográfica		Altitud (m.s.n.m.)	Operador	Periodo registro (años)
		Dpto.	Prov.	Dtto.	Lat.	Long.			
Km. 105	Vilcanota	Cusco	Urubamba	Machu Picchu	13°10'S	72°32'O	2100	EGEMSA	1964-2009

Fuente: Elaboración propia

El resumen de descargas promedio mensuales corregidas y completadas de la estación hidrométrica Km105, se presenta en la siguiente tabla:

Tabla 29 ó Descargas promedio mensuales de la estación hidrométrica Km105 (m³/s)

Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic	Prom
240.74	293.09	289.83	169.32	73.17	44.75	35.78	31.82	32.39	41.21	68.73	119.52	240.74

Fuente: Senamhi

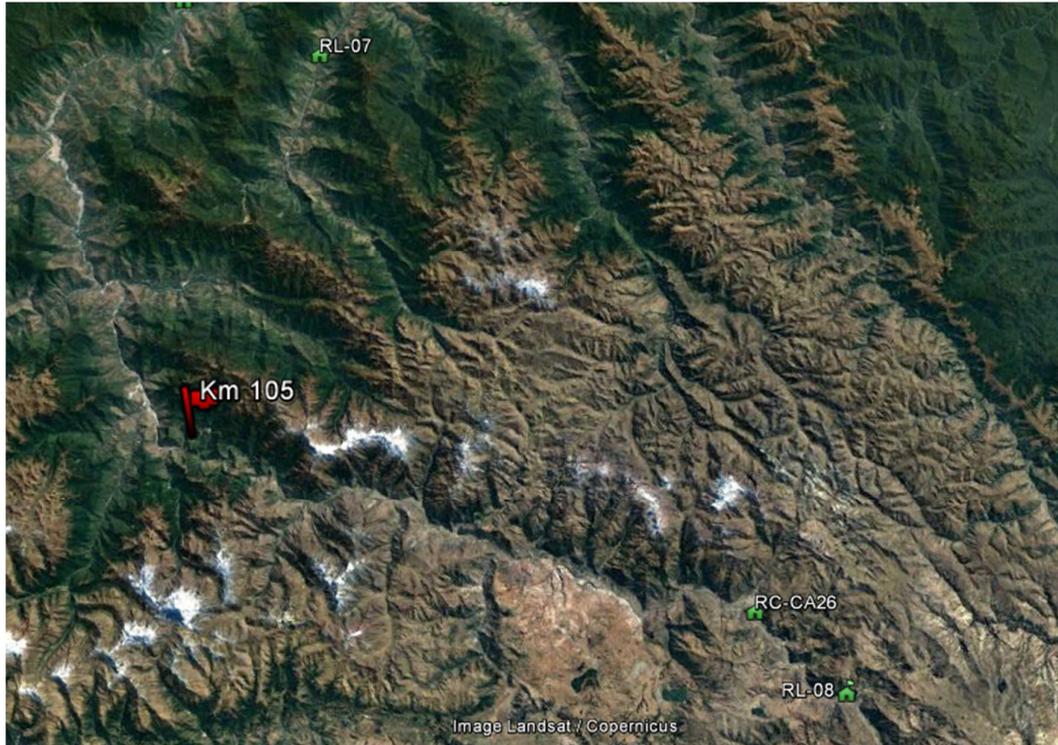


Figura 53 ó Ubicación de la estación hidrométrica Km 105

B.2 Descargas promedio para las cuencas de drenaje

La generación de las descargas promedio ha sido realizada aplicando el método de transposición de caudales, considerando el cálculo solo para el mes de diciembre; debido a que en dicho mes se realizó el levantamiento topográfico de los tramos de evaluación donde se han propuesto las reglas limnimétricas, y se obtuvieron las geometrías de los ríos desde el espejo de agua hacia ambos márgenes, es decir, no se realizó un levantamiento batimétrico del cauce del río. Por esta razón se requiere la corrección del caudal de entrada al modelo hidráulico.

B.2.1 Método de transposición de caudales

La transposición de caudales (Ortiz, 2001. En: ZULUAGA, 2012) consiste en hallar un coeficiente (C) que permita llevar la información de un caudal conocido hasta el lugar de la toma; considerando la similitud de las cuencas partiendo de las variables, área de drenaje de la cuenca de interés (A_1), área de drenaje de la cuenca de la cual se tiene información (A_2), precipitación media ponderada de la cuenca en estudio (P_1), precipitación media ponderada de la cuenca de la que se tienen registros (P_2), evapotranspiración media de la cuenca en estudio y la evapotranspiración media de la cuenca de la que se tienen registros.

La variable de evapotranspiración se omite dado que como lo establece (Mora et al, 2004. En: PÉREZ, 2014) si no se conoce la evapotranspiración se puede obviar este factor de la ecuación.

El coeficiente de transposición se calcula:

$$C = \frac{A_1}{A_2} \times \frac{P_1}{P_2}$$

C	=	Coficiente de transposición de caudales
A_1	=	Área de la cuenca sin información
P_1	=	Precipitación media de la cuenca sin información
A_2	=	Área de la cuenca con información
P_2	=	Precipitación media de la cuenca con información

$$Q_1 = C \times Q_2$$

Q_1	=	Caudal medio de la cuenca sin información
C	=	Coficiente de transposición de caudales
Q_2	=	Caudal medio de la cuenca con información

Éste método es utilizado tanto para la completación como para la extensión de series de descargas promedios mensuales, el cual puede realizarse considerando distintos casos como se presenta a continuación:

- Caso de dos cuencas de características fisiográficas y de cobertura vegetal similar, con precipitaciones análogas se puede suponer que ambas tienen igual caudal específico.
- En un caso semejante al anterior, pero con precipitaciones medias un poco diferentes, la relación anterior se puede modificar por un coeficiente que pondere los diferentes valores de lluvia en las cuencas.
- En cuencas montañosas y homogéneas pluviométricamente.

El procedimiento para la transposición de caudales es el siguiente:

- Determinar si existen estaciones aledañas con suficiente información y que dichos datos correspondan a los períodos faltantes de la estación en estudio.
- Verificar si las estaciones aledañas se encuentran dentro o fuera de la cuenca a la que pertenece la estación de interés. También es importante revisar las series de precipitación media para cada estación y determinar si son o no análogas entre sí.

La transposición de caudales se basa en relaciones entre cuencas similares u homólogas, donde el área de las cuencas desempeña un papel preponderante, al igual que la precipitación media.

Para calcular la precipitación media de la cuenca se considera la precipitación obtenida en el análisis y tratamiento de la información pluviométrica, calculada por el método de curvas isoyetas, con valores promedios mensuales.

Las áreas de cada cuenca de drenaje se obtienen de las características geomorfológicas de cada una de ellas, mientras que la cuenca de la estación base corresponde a la cuenca asociada a la Estación Km. 105.

Las descargas promedio mensuales de la estación base (Km 105) para el mes de diciembre son transpuestos para cada regla limnimétrica del sistema de alerta temprana, y se presentan en la siguiente tabla:

Tabla 30 ó Descargas promedio mensuales para las cuencas de drenaje de las reglas limnimétricas

Sector	Regla	Area (km ²)	Pp mes diciembre (mm)	Q mes diciembre (m ³ /s)
Sector 01	RL-05	12694.1	142.1	188.2
	RL-06	1409.5	176.7	26.0
	RL-07	737.1	204.7	15.7
	RQ-CA06	15868.5	152.9	253.0
	AL-136 (Urubamba)	16030.2	152.9	255.6
Sector 02	RL-04	256.0	242.9	6.5
	AL-136 (Chirumbia)	292.3	243.8	7.4
Sector 03	RL-03	17108.4	158.5	282.9
	KITENI	17869.7	160.5	299.2
Sector 04	RL-02	76.7	297.4	2.4
	AL-085	248.2	306.4	7.9
Sector 05	RL-08	7039.9	110.1	80.8
	RC-CA26	7413.9	109.6	84.8
Sector 06	RL-01	32092.8	203.0	679.4
	TICUMPINIA	32361.1	201.6	680.2

Fuente: Elaboración propia

C. Cálculo de máximas avenidas

C.1 Estaciones pluviométricas de precipitaciones máximas en 24 horas

Para el cálculo de máximas avenidas, se ha utilizado un total de 24 estaciones meteorológicas distribuidas en las cuencas: Urubamba y Apurímac. Estas estaciones han sido seleccionadas y utilizadas para el análisis hidrológico de la cuenca del río Urubamba, debido a su influencia directa sobre las cuencas de drenaje de las reglas limnimétricas. De las 24 estaciones elegidas, 14 se encuentran ubicadas en la cuenca del río Urubamba y 10 en la cuenca del río Apurímac. (Véase Tabla 31)

Adicionalmente a los registros mencionados anteriormente, obtenidos del SENAMHI y COGA, se utilizaron registros de precipitación máxima en 24 horas de las siguientes fuentes:

- Estudio de Impacto Ambiental del Sistema de Transporte Andino del Sur
- Estudio de Impacto Ambiental del Proyecto Minero Constancia

Esta información se utilizó para completar los registros de años faltantes en las estaciones meteorológicas Cirialo (1966-1977), Sicuani (1964-1983, 1993-2007), Urcos (1964-1983) y Acomayo (1964-1980, 1982, 1991).

En el Anexo 03 Información histórica de precipitación máxima en 24 horas, se presenta el detalle de la información histórica de la precipitación máxima en 24 horas de las estaciones meteorológicas representativas utilizadas para el análisis de las cuencas de drenaje delimitadas a las reglas limnimétricas, ubicados en las cuencas de los ríos Urubamba y Apurímac.

Tabla 31 Ubicación de estaciones meteorológicas de la cuenca del río Urubamba

Cuenca	Estación	Coordenada Geográfica		Altitud (m.s.n.m.)	Fuente	Período de Registro
		Longitud	Latitud			
Urubamba	Ccatcca	71° 33' 37" O	13° 36' 00" S	3693	SENAMHI ¹	1986-2013
	Chacllabamba	71° 43' 0" O	13° 6' 0" S	3092	SENAMHI	2003-2013
	Challabamba	71°38' 50"O	13° 13' 03" S	2808	SENAMHI	2000-2013
	Cirialo	73°11' 01"O	12° 43' 01" S	1150	SENAMHI	1964-1977
	Granja Kcayra	71°52' 30"O	13° 33' 24" S	3219	SENAMHI	1983-2013
	Machu Picchu	72° 32' 45" O	13° 10' 01" S	2459	SENAMHI	1999-2013
	Malvinas PS1	72° 56' 37" O	11° 50' 39" S	382	COGA ² - SENAMHI	2010-2014
	Pisac	71° 50' 49" O	13° 24' 58" S	3147	SENAMHI	1983, 1985-2011
	Pomacanchi	71° 34' 22" O	14° 01' 41" S	3686	SENAMHI	1985-1987,1992-2013
	Quebrada Yanatile	72° 17' 01" O	12° 41' 01" S	1050	SENAMHI	1999-2003, 2005-2013
	Quillabamba	72°41' 31"O	12° 51' 22" S	990	SENAMHI	1996-2013
	Sicuani	71° 14' 14" O	14° 15' 13" S	3574	SENAMHI	1964-1983, 1993-2007
	Urcos	71° 38' 01" O	13° 42' 01" S	3666	SENAMHI	1964-1980
Urubamba	72°7' 30.87"O	13° 18' 12.92" S	3071	SENAMHI	1984-2013	

Fuente: Senamhi

Tabla 32 Ubicación de estaciones meteorológicas de la cuenca del río Apurímac

Cuenca	Estación	Coordenada Geográfica		Altitud (m.s.n.m.)	Fuente	Período de Registro
		Longitud	Latitud			
Apurímac	Acomayo	71° 41' 01" O	13° 55' 01" S	3227	SENAMHI	1964-1980, 1982, 1983, 1987-2013
	Anco	73° 34' 01" O	12° 58' 01" S	1379	SENAMHI	1965-1967-1981
	Caylloma	71° 46' 01" O	15° 11' 01" S	4299	SENAMHI	2002-2013
	Curahuasi	72° 44' 06" O	13° 33' 09" S	2737	SENAMHI	1983-2013

¹ Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología (SENAMHI)

² Compañía Operadora de Gas del Amazonas (COGA)

Cuenca	Estación	Coordenada Geográfica		Altitud (m.s.n.m.)	Fuente	Período de Registro
		Longitud	Latitud			
	La Angostura	71° 38' 58" O	15° 10' 47" S	4256	SENAMHI	1983-2013
	Livitaca	71°41' 01" O	14° 19' 01" S	3741	SENAMHI	1966-1982
	Machente	73°52'21.14" O	12°41' 1.92" S	1080	SENAMHI	1968-1969,1971-1982
	Paruro	71° 50' 41" O	13° 46' 03" S	3047	SENAMHI	1986-1987, 1993-2013
	Santo Tomas	72° 05'19" O	14°23'58" S	3253	SENAMHI	1964-1972, 1999-2013
	Tambobamba	72° 10' 01" O	13° 56' 01" S	3454	SENAMHI	1995-2013

Fuente: Senamhi

C.2 Precipitación máxima en 24 horas

Con base en los registros mensuales de precipitación máxima en 24 horas, reportados para las estaciones seleccionadas (Véase Tabla 31, Tabla 32 y Anexo 03 Información histórica de precipitación máxima en 24 horas), se presentan a continuación los registros anuales de precipitación máxima en 24 horas usados para la evaluación de las cuencas de drenaje delimitadas hasta la ubicación de las reglas limnimétricas.

Tabla 33 ó Precipitación máxima en 24 horas (mm) ó estaciones representativas cuenca Urubamba (1964 ó 1982)

Año	Cirialo	Sicuani	Urcos
1964	117.00	33.00	25.00
1965	25.00	24.00	25.00
1966	35.40	31.50	35.00
1967	56.00	29.80	20.00
1968	83.00	43.70	27.00
1969	51.00	20.10	25.00
1970	60.00	31.00	30.00
1971	49.20	31.80	24.00
1972	85.20	24.70	24.00
1973	68.40	26.80	28.00
1974	68.00	32.50	23.00
1975	85.40	25.40	37.00
1976	72.40	22.60	21.00
1977	78.20	24.80	21.00
1978	-	42.80	21.00
1979	-	28.70	23.00
1980	-	37.20	25.00
1981	-	35.50	-
1982	-	23.80	-

Fuente: Senamhi

Tabla 34 ó Precipitación máxima en 24 horas (mm) - estaciones representativas cuenca
Urubamba (1983 ó 2013)

Año	Quillabamba	Quebrada Yanatile	Machu Picchu	Urubamba	Granja Kcayra	Ccatcca	Pisac	Challabamba	Chacllabamba	Pomacanchi	Sicuni	Malvinas
1983	-	-	-	-	21.40	-	11.00	-	-	-	46.20	
1984	-	-	-	20.40	36.50	-		-	-	-	-	
1985	-	-	-	21.00	31.20	-	26.40	-	-	43.00	-	
1986	-	-	-	17.50	27.50	19.20	12.70	-	-	38.00	-	
1987	-	-	-	20.00	42.10	38.00	25.70	-	-	16.00	-	
1988	-	-	-	31.50	35.20	25.20	27.90	-	-	-	-	
1989	-	-	-	27.50	41.90	34.90	45.00	-	-	-	-	
1990	-	-	-	23.50	26.50	21.30	24.00	-	-	-	-	
1991	-	-	-	31.00	37.60	27.20	15.00	-	-	-	-	
1992	-	-	-	32.50	22.60	33.60	23.50	-	-	33.50	-	
1993	-	-	-	29.00	48.50	29.50	20.40	-	-	42.00	30.40	
1994	-	-	-	28.00	39.60	42.10	28.40	-	-	59.00	24.50	
1995	-	-	-	18.20	34.60	27.50	20.50	-	-	34.00	27.00	
1996	22.00	-	-	22.00	31.30	20.90	31.50	-	-	31.00	40.60	
1997	40.20	-	-	24.20	47.00	25.00	21.60	-	-	29.00	40.50	
1998	63.80	-	-	14.70	35.90	34.00	24.40	-	-	27.00	28.80	
1999	59.00	53.30	57.60	28.10	19.30	18.30	27.70	-	-	27.60	24.80	
2000	57.90	38.30	48.00	30.00	25.50	32.80	36.60	47.60	-	27.50	25.80	
2001	44.70	38.10	57.40	35.50	31.00	31.80	26.20	43.10	-	39.80	36.00	
2002	57.10	51.60	72.90	27.60	26.70	33.70	27.50	36.80	-	45.10	34.60	
2003	46.20	78.70	68.50	22.40	39.10	34.00	28.80	45.30	50.20	29.50	30.40	
2004	38.10	-	43.90	18.40	30.80	40.20	25.20	29.40	90.40	29.80	34.10	
2005	40.60	36.40	64.20	19.50	27.80	20.60	23.00	43.90	42.70	28.50	44.40	
2006	49.00	68.20	48.10	28.50	51.60	22.00	30.00	53.80	58.20	38.50	29.80	
2007	52.60	52.00	69.20	20.50	32.90	19.10	28.10	42.40	41.70	40.10	28.80	
2008	53.10	51.00	51.50	24.60	27.90	34.10	38.70	30.20	34.40	26.30	-	
2009	54.00	72.70	57.50	29.80	27.80	29.20	38.30	38.40	43.00	32.70	-	
2010	83.80	52.30	47.10	26.10	41.20	28.30	39.20	42.70	60.00	39.40	-	95.6
2011	49.00	61.40	50.20	21.10	29.80	36.80	33.60	48.40	80.00	27.60	-	154.8
2012	38.80	44.30	50.60	21.60	39.50	31.60	-	42.80	56.60	35.40	-	234.0
2013	38.00	53.50	48.00	33.40	27.20	30.00	-	86.50	101.80	31.80	-	48.8

Fuente: Senamhi

Tabla 35 ó Precipitación máxima en 24 horas (mm) ó estaciones representativas cuenca

Apurímac (1964 - 2013)

Año	Acomayo	Anco	Caylloma	Curahuasi	La Angostura	Livitaca	Machente	Paruro	Santo Tomás	Tambobamba
1964	-	-	-	-	-	-	-	-	14.0	-
1965	-	24.40	-	-	-	-	-	-	30.5	-
1966	-	29.40	-	-	-	37.4	-	-	30.0	-
1967	-	32.80	-	-	-	42.3	-	-	46.0	-
1968	-	27.90	-	-	-	31.9	61.3	-	32.0	-
1969	-	26.20	-	-	-	29.0	46.5	-	-	-
1970	-	22.30	-	-	-	37.8	-	-	-	-
1971	-	22.30	-	-	-	37.9	46.4	-	25.0	-
1972	-	35.80	-	-	-	61.0	47.7	-	25.8	-
1973	-	25.30	-	-	-	54.3	61.7	-	-	-
1974	-	42.30	-	-	-	37.4	96.2	-	-	-
1975	-	24.10	-	-	-	45.6	56.6	-	-	-
1976	-	31.00	-	-	-	47.0	38.7	-	-	-
1977	-	24.70	-	-	-	54.2	35.9	-	-	-
1978	-	34.40	-	-	-	41.1	29.5	-	-	-
1979	-	22.20	-	-	-	32.7	30.4	-	-	-
1980	-	16.60	-	-	-	31.2	35.0	-	-	-
1981	-	26.90	-	-	-	46.4	48.9	-	-	-
1982	-	20.20	-	-	-	59.9	36.5	-	-	-
1983	17.00	-	-	25.0	38.2	-	-	-	-	-
1984	-	-	-	26.4	52.7	-	-	-	-	-
1985	-	-	-	20.5	32.9	-	-	-	-	-
1986	-	-	-	21.5	35.9	-	-	25.00	-	-
1987	69.00	-	-	28.2	24.4	-	-	30.40	-	-
1988	40.30	-	-	30.8	56.3	-	-	-	-	-
1989	27.20	-	-	3.0	26.6	-	-	-	-	-
1990	52.60	-	-	11.7	33.1	-	-	-	-	-
1991	25.20	-	-	25.3	48.4	-	-	-	-	-
1992	23.80	-	-	17.2	34.8	-	-	-	-	-
1993	18.70	-	-	35.5	32.0	-	-	28.00	-	-
1994	29.20	-	-	45.0	35.8	-	-	27.00	-	-
1995	27.20	-	-	25.5	48.6	-	-	35.00	-	30.0
1996	30.20	-	-	26.0	49.0	-	-	24.00	-	35.0
1997	65.00	-	-	33.2	31.4	-	-	41.00	-	38.2
1998	44.40	-	-	22.9	40.9	-	-	36.00	-	34.5
1999	32.10	-	-	28.1	39.0	-	-	26.50	20.5	25.6
2000	26.20	-	-	29.2	31.4	-	-	35.00	30.1	42.3
2001	34.00	-	-	26.2	49.3	-	-	32.20	29.8	52.7
2002	39.10	-	25.80	34.9	37.5	-	-	36.70	35.6	39.0
2003	31.40	-	32.80	59.6	31.5	-	-	32.10	25.5	48.8
2004	30.60	-	35.50	23.6	22.9	-	-	32.80	37.8	36.2

Año	Acomayo	Anco	Caylloma	Curahuasi	La Angostura	Livitaca	Machente	Paruro	Santo Tomás	Tambobamba
2005	28.80	-	31.40	29.6	32.2	-	-	33.70	33.8	54.7
2006	40.50	-	38.50	29.8	37.5	-	-	43.70	42.5	34.3
2007	39.00	-	33.10	27.6	26.3	-	-	40.20	41.5	28.2
2008	50.00	-	25.60	27.1	34.3	-	-	38.90	33.6	30.0
2009	26.20	-	29.80	30.7	29.2	-	-	28.00	22.6	65.0
2010	52.20	-	30.30	29.6	33.2	-	-	46.90	45.0	42.6
2011	44.60	-	37.00	29.2	31.7	-	-	33.60	28.5	35.4
2012	44.60	-	38.30	29.7	32.0	-	-	38.30	32.2	42.4
2013	22.90	-	30.30	26.7	36.2	-	-	33.30	37.7	28.4

Fuente: Senamhi

C.3 Distribución probabilística teórica de las precipitaciones máximas

Con la información disponible de los registros anuales de precipitación máxima en 24 horas, se procede a realizar el respectivo análisis³.

Para esto, primero se determina qué tipo de ajuste presenta una mejor correlación para cada estación estudiada (Parámetros Ordinarios o Momentos Lineales), luego de lo cual, se procede a evaluar el ajuste a diferentes funciones estadísticas de la data disponible, entre las cuales se estudian las siguientes:

- Distribución Normal,
- Distribución Log Normal 2 Parámetros,
- Distribución Log Normal 3 Parámetros,
- Distribución Gamma 2 Parámetros,
- Distribución Gamma 3 Parámetros,
- Distribución Log Pearson Tipo III,
- Distribución Gumbel y
- Distribución Log Gumbel.

En la Tabla 36 y Tabla 37, se presentan los valores de ajuste (delta) para cada distribución aplicada a cada estación.

³ Es importante mencionar que las estaciones meteorológicas seleccionadas para la evaluación hidrológica de máximas avenidas, cuentan con un período de registro mayor a 10 años a excepción de la estación Malvinas que cuenta con un período de registro de cinco (05) años. Esta estación es considerada debido a su representatividad para la elaboración de las curvas isoyetas

Tabla 36 ó Mejor ajuste de la precipitación máxima en 24 horas ó estaciones representativas cuenca Urubamba

Cuenca	Estación	Distribución	Tipo de Ajuste	Error Relativo
Urubamba	Ccatcca	Normal	Momentos Lineales	0.0975
	Chacllabamba	Gamma 3 Parámetros	Momentos Lineales	0.0818
	Challabamba	Log Normal 2 Parámetros	Momentos Lineales	0.1321
	Cirialo	Log Normal 3 Parámetros	Parámetros Ordinarios	0.0678
	Granja Kcayra	Gumbel	Momentos Lineales	0.0723
	Machu Picchu	Gamma 3 Parámetros	Momentos Lineales	0.0818
	Malvinas	Gamma 3 Parámetros	Momentos Lineales	0.0629
	Pisac	Gamma 2 Parámetros	Parámetros Ordinarios	0.0890
	Pomacanchi	Gumbel	Parámetros Ordinarios	0.0818
	Quebrada Yanatile	Log Normal 2 Parámetros	Parámetros Ordinarios	0.1290
	Quillabamba	Log Normal 3 Parámetros	Parámetros Ordinarios	0.0840
	Sicuani	Log Pearson Tipo III	Momentos Lineales	0.0614
	Urcos	Log Pearson Tipo III	Momentos Lineales	0.0971
	Urubamba	Log Gumbel	Momentos Lineales	0.1664

Fuente: Hidroesta

Tabla 37 ó Mejor ajuste de la precipitación máxima en 24 horas ó estaciones representativas cuenca Apurímac

Cuenca	Estación	Distribución	Tipo de Ajuste	Error Relativo
Apurímac	Acomayo	Gamma 3 Parámetros	Momentos Lineales	0.0501
	Anco	Gumbel	Parámetros Ordinarios	0.0727
	Caylloma	Log Normal 2 Parámetros	Momentos Lineales	0.0968
	Curahuasi	Log Gumbel	Momentos Lineales	0.1818
	La Angostura	Log Normal 2 parámetros	Parámetros Ordinarios	0.1084
	Livitaca	Log Pearson Tipo III	Momentos Lineales	0.0842
	Machente	Gumbel	Parámetros Ordinarios	0.0743
	Paruro	Log Gumbel	Momentos Lineales	0.1339
	Santo Tomás	Normal	Momentos Lineales	0.0564
	Tambobamba	Gumbel	Momentos Lineales	0.0662

Fuente: Hidroesta

El cálculo de la precipitación máxima en 24 horas, para los diferentes períodos de retorno, fue efectuado con el programa computacional HIDROESTA⁴, utilizando las distribuciones y tipos de ajuste mostrados en el cuadro anterior. Los valores finales de precipitación máxima para diferentes periodos de retorno se muestran en la Tabla 38 y Tabla 39.

⁴ Software de cálculo estadístico libre, desarrollado por Máximo Villón Béjar, 2004. El software HIDROESTA tiene como única limitante la calidad de información que se ingrese para ser procesada. Cabe resaltar que para ocasiones en las que la data ingresada no se ajuste a las distribuciones el programa lo indica. Así mismo, si la cantidad de data es insuficiente, el propio software indica que no se pueden realizar los cálculos.

Tabla 38 ó Precipitación máxima en 24 horas para diferentes tiempos de retorno (mm) ó
cuenca río Urubamba - I

Periodo de retorno	Ccatcca	Chacllabamba	Challabamba	Cirialo	Granja Kcayra	Machu Picchu	Malvinas PSI
5	35.11	76.01	53.40	85.41	39.56	62.7	189.71
10	38.14	91.71	59.38	95.93	44.52	68.83	236.36
20	40.65	106.92	64.82	104.83	49.28	74.65	279.54
25	41.37	111.75	66.50	107.46	50.79	76.47	292.92
50	43.46	126.57	71.54	115.08	55.44	82.02	333.31
100	45.34	141.18	76.41	122.05	60.05	87.42	372.24
200	47.06	155.59	81.15	128.53	64.65	92.71	409.93

Fuente: Hidroesta

Tabla 39 ó Precipitación máxima en 24 horas para diferentes tiempos de retorno (mm) ó
cuenca río Urubamba - II

Periodo de retorno	Pisac	Pomacanchi	Quebrada Yanatile	Quillabamba	Sicuaní	Urcos	Urubamba
5	33.70	40.13	63.86	59.80	35.58	28.64	28.89
10	38.01	45.05	70.88	66.04	40.80	31.99	33.19
20	41.84	49.77	77.25	71.42	44.87	35.52	37.91
25	42.99	51.27	79.22	73.02	46.16	36.70	39.54
50	46.42	55.88	85.11	77.72	50.19	40.54	45.03
100	49.64	60.46	90.79	82.07	54.24	44.67	51.22
200	52.70	65.02	96.32	86.16	58.35	49.09	58.24

Fuente: Hidroesta

Tabla 40 ó Precipitación máxima en 24 horas para diferentes tiempos de retorno (mm) ó
cuenca Apurímac

Periodo de retorno	Acomayo	Anco	Caylloma	Curahuasi	La Angostura	Livitaca	Machente	Paruro	Santo Tomás	Tambobamba
5	43.17	32.24	36.1	33.57	33.90	50.78	60.50	38.16	38.70	46.74
10	50.18	35.96	38.2	41.83	38.26	57.07	70.70	42.14	42.30	52.94
20	56.77	39.53	39.9	51.67	42.44	63.09	80.49	46.35	45.27	58.89

Periodo de retorno	Acomayo	Anco	Caylloma	Curahuasi	La Angostura	Livitaca	Machente	Paruro	Santo Tomás	Tambobamba
25	58.83	40.66	40.5	55.25	43.76	65.01	83.59	47.78	46.14	60.77
50	65.08	44.14	42.0	67.91	47.85	70.94	93.16	52.43	48.62	66.58
100	71.16	47.60	43.5	83.35	51.90	76.89	102.65	57.51	50.85	72.35
200	77.09	51.05	44.9	102.22	55.94	82.89	112.11	63.05	52.89	78.10

Fuente: Hidroesta

C.4 Generación de isoyetas de la precipitación máxima en 24 horas

Con la finalidad de obtener la precipitación ponderada para los diferentes periodos de retorno definidos, sobre las áreas de las unidades de drenaje o componentes, se aplicó el método de las curvas isoyetas, que consiste en localizar en un espacio georeferenciado las estaciones pluviométricas, para luego trazar curvas de igual valor de precipitación, considerando de esta manera los efectos orográficos.

C.5 Cálculo de la precipitación de diseño

La precipitación de diseño para los diferentes periodos de retorno, para cada componente y unidades independientes de los modelos, se obtuvo a partir del promedio ponderado del área entre curvas de isoyetas y el valor de las isoyetas, aplicando la siguiente ecuación⁵:

$$P = \frac{P_1 * A_1 + P_2 * A_2 + \dots + P_n * A_n}{A_{total}} ; P = \sum \frac{A_i}{A_{Total}} \times P_i$$

Donde:

- P = Precipitación promedio del componente (mm)
- A_i = Área entre cada dos curvas de isoyetas (km²)
- A = Área total de la superficie de drenaje (km²)
- P_i = Precipitación media entre cada dos curvas isoyetas (mm)

⁵ Hidrología Aplicada. Ven Te Chow et al., 1994.

Para el cálculo de la precipitación máxima de diseño de cada componente y unidades independientes se precedió a utilizar la siguiente ecuación:

$$P_{\max \text{ dis}} = 1.13 * (P_{\text{prom}})$$

Donde:

$P_{\max \text{ dis}}$ = Precipitación máxima de diseño (mm)

P_{prom} = Precipitación promedio máxima en 24 horas (mm)
(Ponderado entre curvas isoyetas)

Con base en el estudio realizado por L.L. Weiss y Wilson W.T., donde se encontró que las lluvias máximas diarias anuales tomadas en un único y fijo intervalo de observación, para cualquier duración entre 1 y 24 horas, al incrementarse en un 13% conducían a magnitudes más aproximadas a las obtenidas en un análisis basado en lluvias máximas verdaderas⁶

Tabla 41 ó Precipitación ponderada de los componentes y unidades independientes de los modelos hidrológicos

Nº	Componentes de modelos	Precipitación ponderada (mm)						
		TR (AÑOS)						
		5	10	20	25	50	100	200
1	C-1	38.1	43.3	47.8	49.2	53.5	57.8	62.0
2	C-2	36.3	40.9	45.4	46.8	51.2	55.6	60.1
3	C-2A	35.1	39.3	43.3	44.6	48.5	52.5	56.4
4	C-2B	36.3	41.4	46.1	47.6	52.2	56.8	61.5
5	C-3	53.4	61.9	70.2	72.8	81.0	89.2	97.4
6	C-4	65.3	73.3	80.5	82.7	89.2	95.4	101.3
7	C-5	70.3	79.4	87.5	89.9	97.3	104.3	111.1
8	C-6	61.4	70.5	79.1	81.9	90.3	98.6	106.9
9	C-7	82.0	93.4	103.6	106.7	115.8	124.4	132.5
10	C-7A	78.2	89.0	98.5	101.4	109.9	118.0	125.7
11	C-7B	84.1	96.4	107.3	110.6	120.4	129.7	129.7
12	C-7C	82.0	93.6	103.8	107.0	116.2	124.8	133.0
13	C-8	72.8	82.5	90.9	93.5	101.0	108.0	114.7
14	C-9	109.6	129.0	146.5	151.8	167.7	182.8	197.2
15	C-10	103.6	122.5	139.7	144.9	160.7	175.8	190.3
16	C-11A	42.6	48.5	54.0	55.6	60.8	65.8	70.6
17	C-11B	84.5	98.9	116.4	116.4	129.0	141.1	153.0
18	C-12	120.4	144.1	165.9	172.6	192.7	212.0	230.7
19	C-13	131.3	159.1	184.6	192.5	216.3	239.2	261.4
20	C-13A	127.0	153.4	177.8	185.3	207.9	229.7	250.7
21	C-13B	169.6	209.4	246.1	257.5	291.7	324.7	356.6

⁶ Proceso de Ciclo Hidrológico. Campos, A. Segunda edición, 1999.

N°	Componentes de modelos	Precipitación ponderada (mm)						
		TR (AÑOS)						
		5	10	20	25	50	100	200
22	RL-02	107.9	126.6	143.4	148.5	163.7	178.1	191.8
23	RL-04	85.4	98.4	110.1	113.7	124.4	134.6	144.4
24	RL-06	58.0	67.3	76.3	79.2	88.1	97.1	106.1
25	RL-07	60.3	69.3	77.8	80.5	88.8	97.1	105.4
26	AL-136	85.6	98.4	109.8	113.2	123.6	133.3	142.6
27	AL-085	113.8	134.5	153.1	162.6	175.8	191.9	207.4

Fuente: Hidroesta

Tabla 42 ó Precipitación de diseño de los componentes y unidades independientes de los modelos hidrológicos

N°	Componentes de modelos	Precipitación ponderada (mm)						
		TR (AÑOS)						
		5	10	20	25	50	100	200
1	C-1	43.0	49.0	54.0	55.6	60.5	65.3	70.1
2	C-2	41.0	46.2	51.3	52.9	57.8	62.8	67.9
3	C-2A	39.7	44.4	48.9	50.4	54.8	59.3	63.8
4	C-2B	41.1	46.7	52.1	53.7	59.0	64.2	69.5
5	C-3	60.3	70.0	79.4	82.3	91.5	100.8	110.1
6	C-4	73.8	82.9	91.0	93.5	100.8	107.8	114.5
7	C-5	79.4	89.7	98.8	101.6	110.0	117.9	125.5
8	C-6	69.4	79.7	89.4	92.5	102.0	111.4	120.8
9	C-7	92.6	105.6	117.1	120.6	130.9	140.6	149.8
10	C-7A	88.4	100.6	111.3	114.6	124.2	133.4	142.0
11	C-7B	95.0	108.9	121.2	125.0	136.1	146.6	146.5
12	C-7C	92.6	105.7	117.3	120.9	131.3	141.0	150.3
13	C-8	82.3	93.2	102.8	105.6	114.1	122.1	129.6
14	C-9	123.9	145.8	165.5	171.6	189.5	206.5	222.8
15	C-10	117.0	138.4	157.8	163.7	181.6	198.6	215.1
16	C-11A	48.1	54.8	61.0	62.9	68.7	74.3	79.8
17	C-11B	95.5	111.8	131.6	131.6	145.7	159.5	172.9
18	C-12	136.0	162.9	187.5	195.0	217.8	239.6	260.6
19	C-13	148.3	179.8	208.6	217.6	244.5	270.3	295.4
20	C-13A	143.5	173.4	200.9	209.4	234.9	259.5	283.3
21	C-13B	191.6	236.6	284.2	290.9	329.7	366.9	402.9
22	RL-02	122.0	143.1	162.0	167.8	184.9	201.2	216.8
23	RL-04	96.5	111.2	124.4	128.5	140.6	152.1	163.1
24	RL-06	65.6	76.1	86.2	89.5	99.5	109.7	119.9
25	RL-07	68.1	78.3	87.9	91.0	100.4	109.7	119.1
26	AL-136	96.7	111.2	124.0	128.0	139.6	150.6	161.2
27	AL-085	128.6	152.0	173.0	183.7	198.7	216.9	234.4

Fuente: Hidroesta

C.6 Determinación de los hietogramas de diseño

Una vez obtenida la información de precipitación de diseño de cada uno de los componentes del modelo hidrológico, se procedió a realizar la generación de los hietogramas de diseño, es decir la distribución temporal de las precipitaciones máximas en 24 horas.

Para este fin, se utiliza como referencia el patrón de comportamiento de la lluvia determinado por el Soil Conservation Service (SCS) del U.S. Department of Agriculture (1986). Dicha institución desarrolló hietogramas sintéticos adimensionales para utilizarse en diferentes zonas con duraciones de tormentas de 6 y 24 horas. Estos factores o hietogramas adimensionales se dedujeron de información de tormentas típicas presentadas por Hershfield (1961) y Miller, Frederick y Tracey (1973), así como de datos de tormentas adicionales en diferentes regiones. Existen cuatro tipos de tormentas de 24 horas de duración, llamadas Tipo I, IA, II y III, representadas en forma de curvas de masa, a partir de las cuales se elaboran los hietogramas correspondientes.

Los Tipos I y IA corresponden al clima de la vertiente del Pacífico con inviernos húmedos y veranos secos. El Tipo III corresponde al Golfo de México y las áreas costeras del Atlántico, donde las tormentas tropicales producen lluvias de 24 horas muy grandes. El Tipo II corresponde al resto del país y la cuenca alta del Atlántico (Chow *et al.*, 1994).

Tabla 43 ó Hietogramas adimensionales de tormentas típicas 24 horas

Tiempo (h)	t/24	Factores adimensionales P_t/P_{24}			
		Tipo I	Tipo IA	Tipo II	Tipo III
0.0	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
2.0	0.083	0.035	0.050	0.022	0.020
4.0	0.167	0.076	0.116	0.048	0.043
6.0	0.250	0.125	0.206	0.080	0.072
7.0	0.292	0.156	0.268	0.098	0.089
8.0	0.333	0.194	0.425	0.120	0.115
8.5	0.354	0.219	0.480	0.133	0.130
9.0	0.375	0.254	0.520	0.147	0.148
9.5	0.396	0.303	0.550	0.163	0.167
9.8	0.406	0.362	0.564	0.172	0.178
10.0	0.417	0.515	0.577	0.181	0.189
10.5	0.438	0.583	0.601	0.204	0.216
11.0	0.458	0.624	0.624	0.235	0.250
11.5	0.479	0.654	0.645	0.283	0.298
11.8	0.490	0.669	0.655	0.357	0.339
12.0	0.500	0.682	0.664	0.663	0.500

Tiempo (h)	t/24	Factores adimensionales P_t/P_{24}			
		Tipo I	Tipo IA	Tipo II	Tipo III
12.5	0.521	0.706	0.683	0.735	0.702
13.0	0.542	0.727	0.701	0.772	0.751
13.5	0.563	0.748	0.719	0.799	0.785
14.0	0.583	0.767	0.736	0.820	0.811
16.0	0.667	0.830	0.800	0.880	0.886
20.0	0.833	0.926	0.906	0.952	0.957
24.0	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000

Fuente: Chow et al., 1994

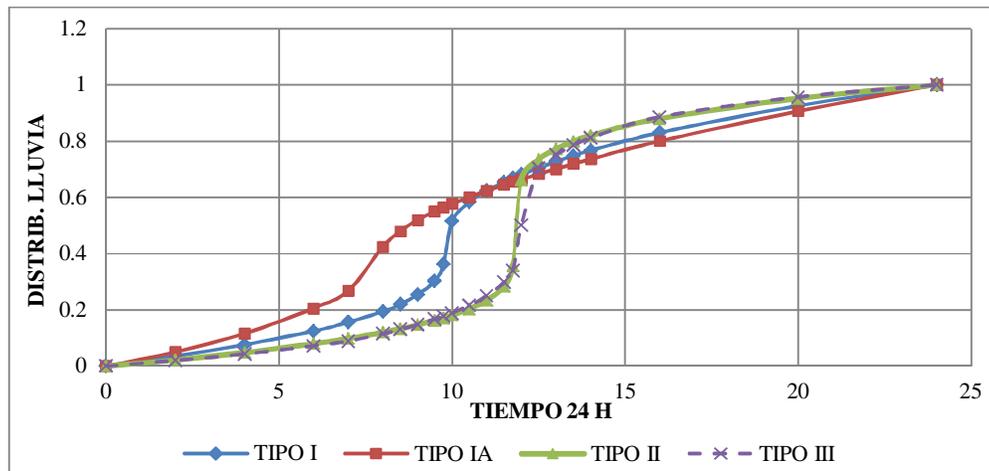


Figura 54 ó Curvas de distribuciones adimensionales SCS

Por lo anteriormente expuesto, el tipo de tormenta típica seleccionada para la distribución de la precipitación en 24 horas de la zona de estudio; es el Tipo II⁷, debido a que esta distribución típica es aplicable a las cuencas del amazonas y por ende a las tormentas que se producen en la zona de estudio (cuenca del río Urubamba).

La distribución de la lluvia o hietogramas de diseño, necesarios para el modelo hidrológico, se obtendrán de la multiplicación de la precipitación de diseño obtenida anteriormente para cada componente del modelo, por los respectivos factores adimensionales de la distribución adimensional SCS-Tipo II. Debido a la configuración de las cuencas y la considerable extensión que presentan, la distribución de las precipitaciones de diseño, para cada uno de los componentes identificados se realizó para 24 horas.

Para el caso de las unidades independientes estas serán analizadas de forma similar.

⁷ Distribución Teórica típica de tormentas para la cuenca amazónica extraídas del libro Hidrología Aplicada de Ven Te Chow et al., 1994

C.7 Determinación del valor de curva número

El método de número de curva (CN), fue desarrollado por el Servicio de Conservación de Suelos (SCS) de los Estados Unidos.

El valor de CN se calcula con base en las condiciones que a continuación se describen:

C.7.1 Condición hidrológica

La condición hidrológica se refiere a la capacidad de la superficie de la cuenca para favorecer o dificultar el escurrimiento directo, esto se encuentra en función de la cobertura vegetal. Puede aproximarse de la siguiente forma:

Tabla 44 ó Condición hidrológica

Cobertura vegetal	Condición hidrológica
>75 % del área	buena
entre 50% y 75% del área	regular
<50% del área	pobre

Fuente: Soil Conservation Service

C.7.2 Grupo Hidrológico

La determinación del grupo hidrológico del suelo está relacionada a la tasa de infiltración y a la tasa de transmisión.

- Tasa de Infiltración

Es el porcentaje de agua que penetra en el suelo superficial y que es controlado por condiciones de superficie.

Las tasas de infiltración definen los grupos de suelo, los cuales pueden ser:

- Grupo A, tiene bajo potencial de escorrentía
- Grupo B, tiene un moderado bajo potencial de escorrentía
- Grupo C, tiene un moderado alto potencial de escorrentía
- Grupo D, tiene un alto potencial de escorrentía

Tabla 45 ó Clasificación hidrológica de los suelos

Grupo de Suelo	Descripción
A	Son suelos que tienen altas tasas de infiltración (bajo potencial de escurrimiento) aun cuando están enteramente mojados y están constituidos mayormente por arenas o gravas profundas, bien y hasta excesivamente drenadas. Estos suelos tienen una alta tasa de transmisión de agua.
B	Son suelos que tienen tasas de infiltración moderadas cuando están cuidadosamente mojados y están constituidos mayormente de suelos profundos de texturas moderadamente gruesas. Estos suelos tienen una tasa moderada de transmisión del agua.
C	Son suelos que tiene bajas tasas de infiltración cuando están completamente mojados y están constituidos mayormente por suelos con un estrato que impide el movimiento del agua hacia abajo, o suelos con una textura que va de moderadamente fina a fina. Estos suelos tienen una baja tasa de transmisión del agua.
D	Son suelos de alto potencial de escurrimiento, de tasas de infiltración muy bajas cuando están completamente mojados y están formados mayormente por suelos arcillosos con un alto potencia de esponjamiento, suelo con arcilla o capa de arcilla, en la superficie o cerca de ella y suelos superficiales sobre material casi impermeable. Estos suelos tienen una tasa muy baja de transmisión del agua.

Fuente: Soil Conservation Service

- Condición de humedad antecedente (CHA)

La condición o estado de humedad tiene en cuenta los antecedentes previos de humedad de la cuenca; determinado por la lluvia total en el período de 5 días anterior a la tormenta.

El SCS usa tres intervalos de CHA:

- CHA-I, el límite inferior de humedad o el límite superior de S. Hay un mínimo potencial de escurrimiento. Los suelos de la cuenca están lo suficientemente secos para permitir el arado de cultivos.
- CHA-II, es el promedio (Véase Tabla 46).
- CHA-III, es el límite superior de humedad o el límite inferior de S. Hay máximo potencia de escurrimiento. La cuenca está prácticamente saturada por lluvias anteriores.

Tabla 46 ó Condición de humedad antecedente propuesta por SCS

Condición de humedad antecedente (CHA)	Precipitación acumulada de los 5 días previos al evento en consideración (cm)	
	Estación seca	Estación de crecimiento
I (seca)	menor de 1.3	menor de 3.5
II (media)	1.3 a 2.5	3.5 a 5
III (húmeda)	más de 2.5	más de 5

Fuente: Soil Conservation Service

La Tabla 47, permite calcular el número de curva para CHA-II.

Tabla 47 ó Número de curva para complejos hidrológicos de suelo

Números de curva para distintas condiciones hidrológicas y complejos suelo ó cobertura para CHA II y $I_s=0.2S$						
Uso del suelo o cobertura	Sistema de laboreo	Condición hidrológica para infiltración	Grupo hidrológico del suelo			
			A	B	C	D
Barbecho	Líneas	Mala	77	86	91	94
Cultivos en línea	Línea	Mala	72	81	88	91
	Línea	Buena	67	78	85	89
	En contorno	Mala	70	79	84	88
	En contorno	Buena	66	75	82	86
	En contorno / terrazas	Mala	66	74	80	82
	En contorno / terrazas	Buena	62	71	78	81
Cultivos densos	Líneas	Mala	65	76	84	88
	Líneas	Buena	63	75	83	87
	En contorno	Mala	63	74	82	85
	En contorno	Buena	61	73	81	84
	En contorno / terrazas	Mala	61	72	79	82
	En contorno / terrazas	Buena	59	70	78	81
Forrajeras y leguminosas o pasturas en rotación	Línea	Mala	66	77	85	89
	Línea	Buena	58	72	81	85
	En contorno	Mala	64	75	83	85
	En contorno	Buena	55	69	78	83
	En contorno / terrazas	Mala	63	73	80	83
	En contorno / terrazas	Buena	51	67	76	80
Pastura natural		Mala	68	79	86	89
		Regular	49	69	79	84
		Buena	39	61	74	80
	En contorno	Mala	47	67	81	88
	En contorno	Regular	25	59	75	83
	En contorno	Buena	6	35	70	79
Praderas Bosques		Buena	30	58	71	78
		Mala	45	66	77	83
		Regular	36	60	73	79
		Buena	25	55	70	77

Números de curva para distintas condiciones hidrológicas y complejos suelo ó cobertura para CHA II y I _s =0.2S						
Uso del suelo o cobertura	Sistema de laboreo	Condición hidrológica para infiltración	Grupo hidrológico del suelo			
			A	B	C	D
Camino chacra			59	74	82	86
Camino balasta			72	82	87	89
Camino bitumen			74	84	90	92

Fuente: *Design of Small Dams, Bureau of Reclamation*

Si se tiene CHA-I o CHA-III el número de curva equivalente se calcula con las siguientes ecuaciones:

$$CN_{(I)} = \frac{4.2 \times CN_{(II)}}{10 - 0.058 \times CN_{(II)}}$$

$$CN_{(II)} = CN_{(II)}$$

$$CN_{(III)} = \frac{23 \times CN_{(II)}}{10 + 0.13 \times CN_{(II)}}$$

Donde:

$CN_{(I)}$ = Valor de número de curva en condición antecedente de humedad I.

$CN_{(II)}$ = Valor de número de curva en condición normal.

$CN_{(III)}$ = Valor de número de curva en condición antecedente de humedad III.

C.7.3 Determinación del valor de número de curva de los componentes para los modelos hidrológicos del S.A.T.

Para la determinación de los valores de CN en los componentes del modelo hidrológico se realizó una modificación comparativa-complementaria a la metodología propuesta por la SCS. Esta modificación se sustenta en el uso del concepto de zonas de vida y su implementación en la delimitación y caracterización de áreas de drenaje del proyecto.

Se identificaron las zonas de vida presentes en los componentes del modelo hidrológico, identificándose, sus características de relieve, suelo, vegetación, uso actual y potencial del suelo; estas características de cada zona de vida fueron comparadas con las condiciones hidrológicas de cobertura vegetal y condiciones hidrológicas de suelo propuestas por el SCS. Una vez obtenida la caracterización comparativa, se procedió a la asignación del valor de CN por cada zona de vida.

Asignado cada valor de CN por zona de vida, se procedió a realizar una ponderación de valores de CN por cada componente del modelo hidrológico, considerándose las condiciones antecedentes de humedad de acuerdo a las tendencias de las precipitaciones en la zona de estudio. En la siguiente tabla, se presenta el valor de CN por cada componente y unidad independiente de los modelos hidrológicos.

Tabla 48 ó Valores de CN por componente hidrológico

Nº	Componente/Unidad independiente	Número de curva (CN)
1	C-1	76.43
2	C-2	76.45
3	C-2A	76.58
4	C-2B	76.38
5	C-3	82.03
6	C-4	87.41
7	C-5	86.30
8	C-6	89.02
9	C-7	86.05
10	C-7A	83.73
11	C-7B	85.97
12	C-7C	86.16
13	C-8	85.62
14	C-9	84.55
15	C-10	86.39
16	C-11A	77.80
17	C-11B	87.90
18	C-12	87.44
19	C-13	86.93
20	C-13A	85.20
21	C-13B	84.50
22	RL-02	84.30
23	RL-04	85.40
24	RL-06	89.46
25	RL-07	75.52
26	AL-136 (Componente)	85.11
27	AL-085 (Componente)	72.34

Fuente: Elaboración propia

C.8 Cálculo del tiempo de retardo (Tlag)

El tiempo de retardo o "Lag Time" es aquel intervalo de tiempo transcurrido entre el punto medio o centro de gravedad del histograma de precipitación máxima y el punto máximo de la crecida del hidrograma generado como consecuencia de dicha lluvia. En la figura a continuación puede apreciarse el tiempo de retardo, así como la siguiente relación:

$$T_{\text{crecida}} = T_{\text{retardo}} + (T_{\text{precip}}/2).$$

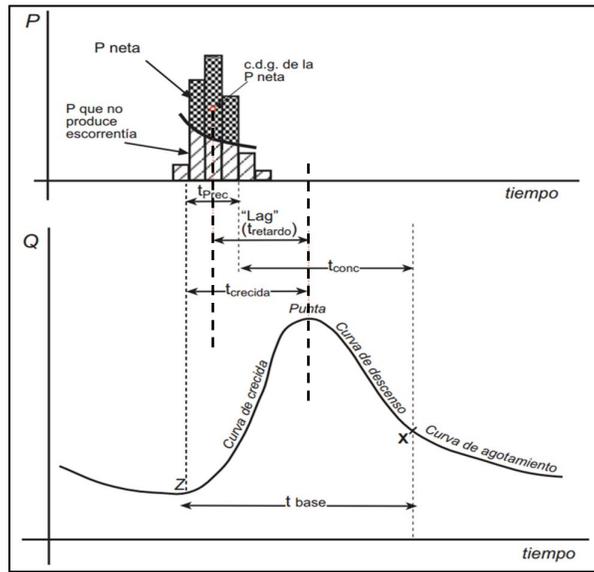


Figura 55 ó Esquema del tiempo de retardo

Para el cálculo del tiempo de retardo y en vista que el mayor rango de áreas de drenaje de los componentes y unidades independientes para los modelos hidrológicos del sistema de alerta temprana, son considerables (entre los 30 a 30 000 km²), se utilizó la fórmula modificada de Snyder, esta fue propuesta por el Cuerpo de Ingenieros del Ejército de Los Estados Unidos (USACE, 1994), la cual se calcula con la siguiente relación:

$$T_{Lag} = C_t \left(\frac{L * L_{cg}}{I^{0.5}} \right)^N$$

Donde:

T_{Lag} = Tiempo de retardo (horas)

C_t = Representa el efecto de la pendiente en el almacenamiento de la cuenca, con valores entre 1.35 y 1.65 (valor 1.5).

- L = Longitud del curso principal desde la sección de cierre hasta la divisoria (km)
- L_{cg} = Distancia desde la sección de cierre hasta el punto de la corriente más cercano al centroide de la cuenca (km).
- I = Pendiente media del curso principal desde la sección de cierre hasta la divisoria (%)
- N = Coeficiente, toma el valor de 0.33

Tabla 49 ó Calculo de la abstracción inicial y tiempo de retardo (Tlag) por componentes de los modelos y unidades independientes

N°	Componente	Área (km ²)	CN	Retención potencial S	Abstracción inicial IA	Longitud del cauce principal (m)	Longitud al centroide Lcg (m)	Pendiente media cauce (m/m)	T Lag (horas)	T Lag (min)
1	C-1	5 966.14	76.43	3.08	15.67	174 196.97	62 862.79	0.01036	68.63	4118.02
2	C-2	1 623.33	76.45	3.08	15.64	93 927.85	23 996.68	0.01013	40.89	2453.42
3	C-2A	1147.83	76.58	3.06	15.54	75656.81	16 111.20	0.01388	31.694	1901.64
4	C-2B	299.92	76.38	3.09	15.71	33714.90	7 554.09	0.04004	15.873	952.38
5	C-3	4 840.78	82.03	2.19	11.13	165 850.85	47 686.51	0.01628	57.22	3433.19
6	C-4	315.08	87.41	1.44	7.32	31 713.60	7 239.34	0.10765	13.03	781.76
7	C-5	216.03	86.30	1.59	8.06	27 571.35	8 495.02	0.09974	13.28	796.90
8	C-6	2 958.66	89.02	1.23	6.27	128 105.27	48 256.79	0.03161	47.28	2836.82
9	C-7	2 072.48	86.05	1.62	8.24	101 894.52	27 808.46	0.02552	37.86	2271.88
10	C-7A	110.14	83.73	1.94	9.87	19743.42	6 343.26	0.10890	10.647	638.83
11	C-7B	1236.70	85.97	1.63	8.29	82081.18	22 195.36	0.02985	31.893	1913.58
12	C-7C	1949.70	86.16	1.61	8.16	99434.13	27 883.64	0.02424	37.914	2274.86
13	C-8	2 799.56	85.62	1.68	8.53	116 532.50	39 326.12	0.03442	42.24	2534.18
14	C-9	574.74	84.55	1.83	9.28	51 911.75	14 229.46	0.02840	23.87	1432.26
15	C-10	1 517.82	86.39	1.58	8.01	126 139.22	46 182.84	0.02339	48.73	2923.62
16	C-11A	3 055.08	78.00	2.82	14.33	144 616.65	58 704.08	0.02455	54.74	3284.15
17	C-11B	2 379.24	87.41	1.44	7.32	202 402.77	76 142.97	0.00988	77.43	4646.09
18	C-12	1 392.11	87.44	1.44	7.29	93 116.85	30 168.46	0.03329	36.14	2168.15
19	C-13	2 650.13	86.93	1.50	7.64	200 425.39	52 578.27	0.01554	63.39	3803.27
20	C-13A	2381.88	85.20	1.74	8.82	181382.64	52 579.27	0.01717	60.332	3619.91
21	C-13B	268.25	84.50	1.83	9.32	35369.94	10 932.01	0.01131	22.444	1346.63
22	RL-02	76.76	84.30	1.86	9.46	14462.59	6 237.04	0.08297	9.993	599.57
23	RL-04	255.63	85.40	1.71	8.68	41034.19	10 871.29	0.04874	18.488	1109.31
24	RL-06	1409.25	89.46	1.18	5.99	72841.44	32 252.79	0.04736	32.141	1928.44
25	RL-07	737.54	75.52	3.24	16.47	54896.45	20 128.16	0.05374	24.541	1472.49
26	AL-136 (Componente)	292.29	85.40	1.71	8.68	51854.37	6 489.85	0.08015	10.008	600.48
27	AL-085 (Componente)	248.20	72.23	3.84	19.53	22248.80	7 040.92	0.05007	12.575	754.48

Fuente: Elaboración propia

C.9 Determinación del Periodo de Retorno

El periodo de retorno Tr se define como el lapso promedio entre la ocurrencia de un evento igual o mayor a una magnitud dada.

Como en hidrología se utilizan muestras integradas por los eventos hidrológicos anuales, se podrá plantear la siguiente ecuación basándose en el concepto de probabilidad (Chavarri, 2012)

$$P(X \geq x) = \frac{1}{Tr}$$

La ecuación anterior indica que si un evento hidrológico X igual o mayor que x , ocurre una vez en Tr años, su probabilidad de excedencia durante un año es $1/Tr$, es decir, que si una excedencia ocurre en promedio una vez cada 25 años, la probabilidad de que tal evento ocurra en cualquier año es $1/25$.

Para la determinación de los caudales de máxima avenida en los respectivos modelamientos hidrológicos se consideran periodos de retorno de 5, 10, 20, 25, 50, 100 y 200 años.

C.10 Modelo Hidrológico con HEC-HMS

El análisis de máximas avenidas, para las cuencas de drenaje delimitadas hasta la ubicación de las reglas limnimétricas del Sistema de Alerta Temprana, fue realizado con base en quince (15) modelos hidrológicos, elaborados para cada punto de interés. La simulación de cada modelo fue realizada con el programa HEC ó HMS⁸.

El modelo hidrológico HEC-HMS, está diseñado para simular la escorrentía superficial que se produce en una cuenca debido a la precipitación. Para ello se representa la cuenca como un sistema de componentes hidrológicos interconectados entre sí, como por ejemplo sub cuencas, confluencias, embalse o el mismo aporte de lluvia. La representación de cada componente requiere una serie de parámetros que especifiquen las características particulares del mismo y las relaciones matemáticas que lo originan (Hydrologic Modeling System, 2006).

⁸ HEC-HMS, The Hydrologic Modeling System, version 3.5 software. Creado por el Cuerpo de Ingenieros del Ejército de los Estados Unidos (USACE).

La elaboración de cada uno de los quince (15) modelos hidrológicos, requiere de la información física y meteorológica de cada uno de los componentes o unidades individuales según corresponda.

La simulación de cada uno de los modelos se realiza en base a tres (03) módulos básicos que definen en conjunto el proyecto de simulación por cada modelo correspondiente a las cuencas de drenaje del Sistema de Alerta Temprana.

- **Módulo de precipitación:** Permite seleccionar uno de seis patrones de precipitación (tipos de hietogramas) del evento de tormenta que más se ajuste a las posibles condiciones de la cuenca, incluyendo la introducción manual de los datos de la lluvia de diseño.
- **Módulo de la cuenca:** Permite la representación del sistema físico con los elementos antes citados, y la inclusión de las características morfométricas y de condición del suelo para cada uno de ellos. Así, cada componente incluye la información necesaria para construir la hidrógrama total de salida).
- **Módulo de control:** Incluye las fechas de inicio y culminación de los datos de lluvia y caudal para la simulación (u optimización) y los intervalos de tiempo para realizar los cálculos.

En la Tabla 50, se presenta la descripción de los componentes y unidades individuales de los modelos simulados, y en la Tabla 51 la composición de los modelos hidrológicos.

Tabla 50 ó Descripción de los componentes de los modelos hidrológicos

N°	Componentes	Descripción
1	C-1	Componente creado con base al área de drenaje delimitada hasta la confluencia del río Vilcanota con la quebrada Cachimayo. La dirección del flujo de drenaje en el componente va desde el sureste al noroeste.
2	C-2	Componente creado con base al área de drenaje delimitada desde la confluencia del río Vilcanota con la quebrada Cachimayo hasta la confluencia del mismo río con la quebrada Jochoc. La dirección del flujo de drenaje en el componente va desde el sureste al noroeste.
3	C-2A	Componente creado con base al área de drenaje delimitada desde la confluencia del río Vilcanota con la quebrada Cachimayo hasta la ubicación de la regla de alerta RL-08. La dirección del flujo de drenaje en el componente va desde el sureste al noroeste.
4	C-2B	Componente creado con base al área de drenaje delimitada desde la ubicación de la regla de alerta RL-08 hasta la confluencia del río Vilcanota con la quebrada Jochoc. La dirección del flujo de drenaje en el componente va desde el sureste al noroeste.

N°	Componentes	Descripción
5	C-3	Componente creado con base al área de drenaje delimitada desde la confluencia del río Vilcanota hasta con la quebrada Jochoc hasta la confluencia del mismo río con la quebrada Honda. La dirección del flujo de drenaje en el componente va desde el suroeste al noreste.
6	C-4	Componente creado con base al área de drenaje delimitada desde la confluencia del río Vilcanota con la quebrada honda hasta la ubicación de la regla de alerta RL-05. La dirección del flujo de drenaje en el componente va desde el suroeste al noreste.
7	C-5	Componente creado con base al área de drenaje delimitada desde la ubicación de la regla de alerta RL-05 hasta la confluencia del río Vilcanota con el río Yanatile. La dirección del flujo de drenaje en el componente va de sureste a noroeste.
8	C-6	Componente creado con base al área de drenaje de la subcuenca del río Yanatile, subcuenca afluente del río Vilcanota justo antes de tomar el nombre de río Urubamba, hasta la ubicación de la regla de control RQ-CA06. La dirección del flujo de drenaje en el componente va desde el sureste al noroeste.
9	C-7	Componente creado con base al área de drenaje delimitada desde la ubicación de la regla de control RQ-CA06 hasta confluencia del río Urubamba con el río Cushireni. La dirección del flujo de drenaje en el componente va de este al oeste.
10	C-7A	Componente creado con base al área de drenaje delimitada desde la ubicación de las reglas de control RQ-CA06 hasta AL-136, ubicadas en el río Urubamba. La dirección del flujo de drenaje en el componente va de este al oeste.
11	C-7B	Componente creado con base al área de drenaje delimitada desde la ubicación de las reglas de control RQ-CA06 hasta la de alerta RL-03, ubicadas en el río Urubamba. La dirección del flujo de drenaje en el componente va de este al oeste.
12	C-7C	Componente creado con base al área de drenaje delimitada desde la ubicación de las reglas de control RQ-CA06 hasta Kiteni, ubicadas en el río Urubamba. La dirección del flujo de drenaje en el componente va de este al oeste.
13	C-8	Componente creado con base al área de drenaje delimitada desde la confluencia del río Urubamba con el río Cushireni hasta la confluencia del río Urubamba con el río Manogali. La dirección del flujo de drenaje en el componente va desde el suroeste al noreste.
14	C-9	Componente creado con base al área de drenaje delimitada desde la confluencia del río Urubamba con el río Manogali hasta la confluencia del río Urubamba con el río Yavero. La dirección del flujo de drenaje en el componente va desde el suroeste al noreste.
15	C-10	Componente creado en base al área de drenaje de la subcuenca del río Mantalo, afluente del río Urubamba. La dirección del flujo de drenaje en el componente va desde el oeste al este.
16	C-11 A	Componente creado con base al área de drenaje de la cuenca alta del río Yavero. La dirección del flujo de drenaje en el componente va desde el sureste al noroeste.
17	C-11 B	Componente creado con base al área de drenaje de la cuenca baja del río Yavero hasta la confluencia con el río Urubamba. La dirección del flujo de drenaje en el componente va desde el sureste al noroeste.
18	C-12	Componente creado por el área de drenaje delimitada desde la confluencia del río Urubamba con el río Mantalo hasta la confluencia del río Urubamba con el río Ticumpinia. La dirección del flujo de drenaje en el componente va de sur a norte
19	C-13	Componente creado por el área de drenaje delimitada desde la confluencia del río Urubamba con el río Ticumpinia hasta la ubicación de la regla de control Ticumpinia. La dirección del flujo de drenaje en el componente va desde el sur al norte.

N°	Componentes	Descripción
20	C-13A	Componente creado por el área de drenaje delimitada desde la confluencia del río Urubamba con el río Ticumpinia hasta la ubicación de la regla de alerta RL-01. La dirección del flujo de drenaje en el componente va desde el sur al norte.
21	C-13B	Componente creado por el área de drenaje delimitada desde la ubicación de la regla de alerta RL-01 hasta la regla de control Ticumpinia, en el río Urubamba. La dirección del flujo de drenaje en el componente va desde el sur al norte.
22	RL-02	Unidad independiente creada por el área de drenaje del río Manogali hasta antes de la confluencia con el río Mapiunuari, en donde se encontrará la regla de alerta RL-02.
23	RL-04	Unidad independiente creada por el área de drenaje de la subcuenca alta de la quebrada Chirumbia hasta la ubicación de la regla de alerta RL-04.
24	RL-06	Unidad independiente creada por el área de drenaje de la subcuenca alta del río Yanatile hasta la ubicación de la regla de alerta RL-06.
25	RL-07	Unidad independiente creada por el área de drenaje de la subcuenca del río Ocosbamba hasta la ubicación de la regla de alerta RL-07.
26	AL-136 (componente)	Unidad independiente creada por el área de drenaje de la subcuenca de la quebrada Chirumbia hasta antes de la confluencia con el río Urubamba, en donde se ubica la regla de control AL-136.
27	AL-085 (componente)	Unidad independiente creada por el área de drenaje del río Manogali hasta antes de la confluencia con el río Urubamba, donde se ubica la regla de control AL-085.

Fuente: Elaboración propia

Tabla 51 ó Composición de los modelos hidrológicos

Sector	Regla	Componentes
Sector 01	RL-05	C-1, C-2, C-3, C-4
	RL-06	RL-06
	RL-07	RL-07
	RQ-CA06	C-1, C-2, C-3, C-4, C-5, C-6
	AL-136 (Urubamba)	C-1, C-2, C-3, C-4, C-5, C-6, C-7A
Sector 02	RL-04	RL-04
	AL-136 (Chirumbia)	RL-04, AL-136 (Componente)
Sector 03	RL-03	C-1, C-2, C-3, C-4, C-5, C-6, C-7B
	KITENI	C-1, C-2, C-3, C-4, C-5, C-6, C-7C
Sector 04	RL-02	RL-02
	AL-085	RL-02, AL-085 (componente)
Sector 05	RL-08	C-1, C-2A
	RC-CA26	C-1, C-2A, C-2B
Sector 06	RL-01	C-1, C-2, C-3, C-4, C-5, C-6, C-7, C-8, C-9, C-10, C-11A, C-11B, C-12, C-13A
	TICUMPINIA	C-1, C-2, C-3, C-4, C-5, C-6, C-7, C-8, C-9, C-10, C-11A, C-11B, C-12, C-13A, C-13B

Fuente: Elaboración propia

C.10 Calibración del Modelo Hidrológico con HEC-HMS

Dado que no se cuenta con datos de aforo de caudales en las secciones de evaluación, los modelos fueron calibrados utilizando la información obtenida en campo. Las huellas del nivel de agua alcanzado en un evento de máximas avenidas servirán como referencia para el cálculo de los caudales máximos mediante la aplicación de la fórmula de Manning.

La calibración fue realizada mediante la comparación de los caudales máximos de la cuenca del Urubamba limitada hasta el sector de estudio, aplicando el modelo hidrológico HEC-HMS; con los caudales máximos de la cuenca del río Urubamba generados a partir de los registros de las huellas del nivel de agua encontrados en campo.

D. Modelamiento Hidráulico con HEC-RAS para flujos con régimen permanente

El modelamiento hidráulico en los tramos de río donde se ubican las reglas limnimétricas, se llevó a cabo para estimar el comportamiento hidráulico de los ríos para máximas avenidas correspondientes a los períodos de retorno de 5, 10, 20, 25, 50, 100 y 200 años.

En líneas generales, la simulación o modelamiento hidráulico, realizado en los puntos de interés del Sistema de Alerta Temprana, presenta el análisis de la interrelación entre:

La topografía del cauce de ríos y quebradas, según corresponda, en la zona de influencia de las reglas limnimétricas (levantamiento topográfico), y la escorrentía asociada a las descargas máximas de agua (caudales de diseño corregidos), en los puntos de interés seleccionados (caudales de máximas avenidas estimados y corregidos para los distintos periodos de retorno ya señalados).

Para realizar esta simulación o modelamiento hidráulico se utilizó el programa computacional HEC - RAS V 4.0, con la finalidad de obtener los parámetros hidráulicos y perfiles de la superficie de agua, resultantes del análisis de los tramos evaluados ante eventos de máximas avenidas.

El HEC-RAS es un software específico de modelización hidráulica unidimensional, desarrollado por el Cuerpo de Ingenieros de la Armada de Estados Unidos, el cual permite realizar simulaciones de flujos permanentes y no permanentes para canales o conductos en condiciones de flujo gradualmente variado (por ejemplo cauces naturales o artificiales), estimar los niveles de agua y con ello las consiguientes zonas de inundación aledañas al cauce analizado.

Para tales fines, el software precisa de información básica de la zona, como son: la superficie del cauce a ser modelado, el caudal de análisis y algunas características hidráulicas (coeficientes de rugosidad de Manning, condiciones de frontera, pendientes, etc.).

De esta forma, el software permite calcular los principales parámetros hidráulicos con base en la fórmula de Manning, para cada sección ingresada al programa, relacionando el caudal de análisis y las características físicas e hidráulicas obtenidas del modelo de elevación digital. Con esta información se determinarán los resultados del modelo, tanto de forma tabular (velocidades máximas, altura de la superficie del agua, etc.) como de forma gráfica (perfiles hidráulicos, secciones con tirante de agua, vistas isométricas, etc.), para regímenes de flujo subcrítico y supercrítico, teniendo en cuenta las interrelaciones mencionadas líneas arriba.

D.1 Morfología del tramo del cauce a ser modelado

Las características de relieve del tramo de los cauces a ser modelados, se han extraído de los respectivos levantamientos topográficos, en función a cada una de sus características.

La información remitida no considera la batimetría de los ríos. Dicha información fue procesada para obtener el modelo digital de elevaciones, mediante el uso del software Autocad Civil 3D, y con ello obtener la información morfométrica (seccionamiento del cauce), para ser ingresada al respectivo modelo.

D.2 Elección del coeficiente de rugosidad n de Manning

Para la elección del coeficiente de rugosidad n de Manning se ha considerado la visita en campo y los registros fotográficos de cada una de las zonas aledañas a la ubicación de las reglas.

El resumen de los valores del coeficiente de rugosidad n de Manning del lecho y márgenes del cauce, utilizados en los modelos hidráulicos, se presentan en la siguiente tabla:

Tabla 52 ó Valores de coeficientes de rugosidad ñö de Manning seleccionados

Sector	Regla	Coeficiente de rugosidad ñö de Manning		
		Margen izquierda	Lecho de río	Margen derecha
Sector 01	RL-05	0.050	0.020	0.050
	RL-06	0.045	0.015	0.045
	RL-07	0.045	0.015	0.045
	RQ-CA06	0.070	0.015	0.070
	AL-136 (Urubamba)	0.070	0.015	0.070
Sector 02	RL-04	0.045	0.030	0.045
	AL-136 (Chirumbia)	0.045	0.030	0.045
Sector 03	RL-03	0.060	0.018	0.060
	KITENI	0.060	0.018	0.060
Sector 04	RL-02	0.060	0.015	0.070
	AL-085	0.060	0.014	0.070
Sector 05	RL-08	0.030	0.015	0.015
	RC-CA26	0.030	0.015	0.030
Sector 06	RL-01	0.033	0.015	0.035
	TICUMPINIA	0.033	0.040	0.035

Fuente: Elaboración propia

Cabe recalcar que los valores de coeficientes de rugosidad de Manning para el lecho de río, han sido estimados considerando que el tramo presenta características de una superficie lisa, debido a que el modelamiento se realiza sobre el espejo de agua existente, a excepción de las reglas RL-04, AL-136 (Chirumbia) y TICUMPINIA, que presentan irregularidades en la superficie (presencia de piedras) o cuenta con información batimétrica, como es el caso de TICUMPINIA.

D.3 Condiciones de frontera

Como condiciones de frontera para el modelamiento hidráulico de los tramos de evaluación de los ríos donde se ubican las reglas limnimétricas del Sistema Alerta Temprana, se utilizaron las siguientes:

Tabla 53 ó Condiciones de frontera para el modelamiento hidráulico

Sector	Regla	Pendiente de espejo de agua (m/m)		Tipo de flujo
		Aguas arriba	Aguas abajo	
Sector 01	RL-05	0.0021	0.0113	Subcrítico y supercrítico
	RL-06	0.0158	0.0140	Subcrítico y supercrítico
	RL-07	0.0200	0.0140	Subcrítico y supercrítico
	RQ-CA06	0.0018	0.0010	Subcrítico y supercrítico

Sector	Regla	Pendiente de espejo de agua (m/m)		Tipo de flujo
		Aguas arriba	Aguas abajo	
	AL-136 (Urubamba)	0.00004	0.00043	Subcrítico y supercrítico
Sector 02	RL-04	0.0288	0.0216	Subcrítico y supercrítico
	AL-136 (Chirumbia)	0.0135	0.0091	Subcrítico y supercrítico
Sector 03	RL-03	0.0022	0.0011	Subcrítico y supercrítico
	KITENI	0.0019	0.0004	Subcrítico y supercrítico
Sector 04	RL-02	0.0210	0.0024	Subcrítico y supercrítico
	AL-085	0.0056	0.0060	Subcrítico y supercrítico
Sector 05	RL-08	0.0025	0.0039	Subcrítico y supercrítico
	RC-CA26	0.0058	0.0019	Subcrítico y supercrítico
Sector 06	RL-01	0.0004	0.0004	Subcrítico y supercrítico
	TICUMPINIA	0.0061	0.0037	Subcrítico y supercrítico

Fuente: Elaboración propia

D.4 Calibración del Modelo Hidráulico con HEC-RAS

En vista de que la precisión del modelo hidráulico estará en función de la información recabada en campo y de los datos de entrada para el cálculo, es que se realizó la calibración del parámetro más sensible obtenido de campo y contrastado con los cálculos de gabinete (Coeficiente n de Manning). Para ello se desarrolló el modelamiento hidráulico con base en los coeficientes n de Manning seleccionados para el modelo de calibración para ambas márgenes y cauce. Así como también el levantamiento topo-batimétrico, del cual se obtendrán el modelo de elevaciones y las secciones del río, además de las condiciones de frontera (pendiente aguas arriba y aguas abajo).

V. RESULTADOS Y DISCUSIONES

5.1 RESULTADOS DEL MODELAMIENTO HIDROLÓGICO CON HEC-HMS

Con base en toda la información hidrológica recopilada y procesada, para cada modelo hidrológico detallado en la tabla anterior, se determinaron los caudales de máxima avenida para los periodos de retorno de 5, 10, 20, 25, 50, 100 y 200 años, como se muestra a continuación:

Tabla 54 ó Caudales de máximas avenidas para diferentes periodos de retorno resultante del modelamiento con HEC HMS (m³/s)

Sector	Regla	Caudales máximos (m ³ /s)						
		TR=05	TR=10	TR=20	TR=25	TR=50	TR=100	TR=200
Sector 01	RL-05	560.4	748.8	938.2	999.0	1196.7	1400.9	1655.2
	RL-06	355.8	439.5	522.5	549.3	633.0	718.1	804.8
	RL-07	122.0	161.5	201.9	215.3	257.2	300.5	345.2
	RQ-CA06	1049.0	1344.5	1638.4	1732.7	2033.5	2341.5	2657.5
	AL-136 (Urubamba)	1049.1	1344.6	1638.4	1732.8	2033.6	2341.6	2657.7
Sector 02	RL-04	158.6	194.3	226.9	236.9	267.2	296.2	324.3
	AL-136 (Chirumbia)	175.3	214.9	251.2	262.4	296.1	328.4	359.8
Sector 03	RL-03	1264.9	1607.6	1944.0	2051.3	2391.7	2735.7	3043.9
	KITENI	1551.3	1945.6	2326.7	2450.2	2831.7	3215.0	3603.7
Sector 04	RL-02	106.1	132.3	156.1	163.4	185.3	206.1	226.1
	AL-085	246.1	317.7	384.1	413.9	466.7	526.4	584.3
Sector 05	RL-08	142.6	198.1	250.2	267.3	322.6	380.5	440.5
	RC-CA26	142.9	198.4	250.6	267.8	323.3	381.2	441.5
Sector 06	RL-01	4484.5	5715.9	6798.8	7120.3	8041.3	9210.5	10325.5
	TICUMPINIA	4516.9	5714.2	6861.1	7187.9	8256.7	9304.8	10337.6

Fuente: Elaboración propia

Considerando los caudales de máximas avenidas obtenidos, se procederá a realizar los modelamientos hidráulicos para flujos con régimen permanente con el uso del HEC RAS. Para ello se utilizarán como datos de entrada al modelo, los caudales máximos corregidos con los valores de las descargas promedio para el mes correspondiente a la fecha en que se realizó el levantamiento topográfico de los tramos de río para las reglas limnimétricas. Esto debido a que la información topográfica no considera el levantamiento batimétrico (cotas

de fondo de río), ya que solo ha considerado la geometría desde la cota de espejo de agua hacia ambos márgenes, excepto para la regla TICUMPINIA.

En la siguiente figura se muestra de forma más ilustrativa cómo se realizó la corrección de los caudales máximos:

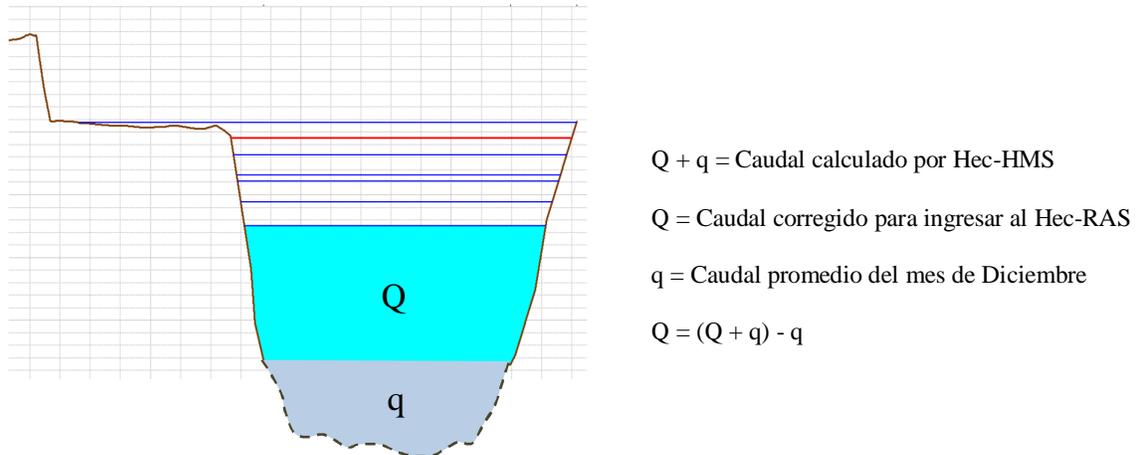


Figura 56 ó Esquema de corrección de caudales máximos

A continuación se presentan los caudales corregidos, que serán utilizados para los modelamientos hidráulicos para cada una de las reglas de alerta y control del Sistema de Alerta Temprana:

Tabla 55 ó Caudales de máximas avenidas corregidos de entrada para los modelamientos hidráulicos (m^3/s)

Sector	Regla	Caudales máximos (m^3/s)						
		TR=05	TR=10	TR=20	TR=25	TR=50	TR=100	TR=200
Sector 01	RL-05	372.3	560.6	750.0	810.9	1008.6	1212.7	1467.0
	RL-06	329.8	413.5	496.5	523.3	607.0	692.1	778.8
	RL-07	106.3	145.8	186.2	199.6	241.5	284.8	329.5
	RQ-CA06	796.0	1091.5	1385.3	1479.7	1780.5	2088.4	2404.5
	AL-136 (Urubamba)	793.5	1089.0	1382.8	1477.1	1778.0	2085.9	2402.0
Sector 02	RL-04	152.1	187.8	220.4	230.5	260.7	289.8	317.8
	AL-136 (Chirumbia)	167.8	207.5	243.7	255.0	288.6	321.0	352.3
Sector 03	RL-03	982.0	1324.7	1661.1	1768.4	2108.8	2452.8	2761.0
	KITENI	1252.1	1646.4	2027.5	2151.0	2532.5	2915.8	3304.5
Sector 04	RL-02	103.7	129.9	153.7	161.1	182.9	203.8	223.8

Sector	Regla	Caudales máximos (m ³ /s)						
		TR=05	TR=10	TR=20	TR=25	TR=50	TR=100	TR=200
	AL-085	238.2	309.8	376.2	406.0	458.8	518.5	576.4
Sector 05	RL-08	61.8	117.3	169.3	186.4	241.8	299.6	359.7
	RC-CA26	62.0	117.6	169.8	186.9	242.4	300.4	360.6
Sector 06	RL-01	3805.1	5036.5	6119.4	6440.9	7361.9	8531.1	9646.1

Fuente: Elaboración propia

5.2 RESULTADOS DEL MODELAMIENTO HIDRÁULICO CON HEC-RAS

Una vez establecidos los parámetros hidráulicos requeridos, se procede a ejecutar los modelos hidráulicos para los caudales de diseño considerando los diferentes periodos de retorno. Dicho análisis se realizó mediante el programa de computo HEC ó RAS para flujos con régimen permanente, para cada tramo de evaluación de los ríos donde se ubican las reglas limnimétricas del Sistema de Alerta Temprana.

En la Tabla 56 se presentan los niveles de agua alcanzados para los diferentes periodos de retorno obtenidos para la sección más representativa para la ubicación de las reglas limnimétricas del Sistema de Alerta Temprana.

Tabla 56 ó Resultados de los niveles de agua alcanzados para los diferentes periodos de retorno evaluados

Sector	Regla	Río o quebrada	Sección	Niveles de agua de los ríos (m.s.n.m.) para los diferentes periodos de retorno						
				TR=5 años	TR=10 años	TR=20 años	TR=25 años	TR=50 años	TR=100 años	TR=200 años
Sector 01	RL-05	Urubamba	0+300.00	854.49	855.23	855.74	855.89	856.36	856.77	857.23
	RL-06	Yanatile	0+040.00	1137.95	1138.20	1138.42	1138.49	1138.71	1138.92	1139.13
	RL-07	Ocosbamba	0+209.77	1158.76	1158.96	1159.13	1159.18	1159.34	1159.50	1159.66
	RQ-CA06	Urubamba	0+071.09	770.54	771.34	772.05	772.28	773.00	773.66	774.30
	AL-136 (Urubamba)	Urubamba	0+070.00	695.54	696.09	696.59	696.74	697.18	697.61	698.03
Sector 02	RL-04	Chirumbia	0+080.00	915.85	916.33	916.74	916.85	917.18	917.48	917.77
	AL-136 (Chirumbia)	Chirumbia	0+240.00	697.77	698.21	698.59	698.70	699.02	- *	-*
Sector 03	RL-03	Urubamba	0+060.00	638.17	638.84	639.44	639.63	640.18	640.71	641.17
	KITENI	Urubamba	0+160.00	623.01	623.77	624.43	624.63	625.26	625.81	626.30
Sector 04	RL-02	Manogali	0+060.00	672.53	673.11	673.62	673.75	674.16	- *	- *
	AL-085	Manogali	0+060.00	535.42	535.69	535.93	536.03	536.21	536.39	536.57
Sector 05	RL-08	Vilcanota	0+150.00	2964.33	2964.67	2964.93	2965.01	2965.26	2965.49	2965.71
	RC-CA26	Vilcanota	0+180.00	2931.68	2932.02	2932.29	2932.37	2932.62	2932.86	2933.11
Sector 06	RL-01	Urubamba	0+100.00	389.59	390.67	391.53	391.77	392.45	393.24	393.97
	TICUMPINIA	Urubamba	0+040.00	366.67	367.76	368.66	368.91	369.68	370.37	371.02

(*) No se presenta valor de nivel de agua, debido a que la geometría del río es insuficiente.

Fuente: Elaboración propia

5.3 CUADROS DE CAUDALES Y NIVELES DE AGUA PARA LAS REGLAS LIMNIMÉTRICAS DEL SISTEMA DE ALERTA TEMPRANA

5.3.1 Sector 1

El Sector 1 está compuesto por la regla de alerta RL-05 y las reglas de control RQ-CA06 y AL-136 URU, ubicadas sobre la margen derecha del río Urubamba, con las cuales se puede monitorear el nivel de agua de dicho río para los puntos de interés seleccionados.

En este sector se localiza la confluencia del río Urubamba con el río Yanatile, cuyos caudales han sido incluidos como parte del modelamiento hidrológico para estimar los niveles de agua esperados en los puntos de control (campamentos RQ-CA06 y AL-136 URU).

De manera complementaria, en el Sector 1 se identificaron dos puntos adicionales en caso que se requiera monitorear la cuenca del río Yanatile y su afluente, el río Ocosbamba. Estas reglas se presentan en el ítem 5.3.7 Reglas Complementarias.

A continuación se presentan los cuadros resumen de las reglas limnimétricas consideradas para el presente sector, con niveles estimados y caudales asociados a ellos:

A. Regla limnimétrica RL-05

Tabla 57 ó Cuadro de niveles de cotas (m.s.n.m.) vs caudales estimados (m³/s) para regla RL-05

RL-05	
Nivel (m.s.n.m.)	Caudal (m ³ /s)
857.2	1655.2
857.0	
856.8	1400.9
856.6	
856.4	1196.7
856.2	
856.0	999.0
855.8	
855.6	938.2
855.4	
855.2	748.8
855.0	
854.8	
854.6	
854.4	560.4
854.2	
854.0	
853.8	
853.6	
853.4	
853.2	
853.0	
852.8	
852.6	
852.4	
852.2	
852.0	

Nivel relacionado con la cota de Campamento RQ-CA06 y Acopio Logístico AL-136

Nivel de río*

Fuente: Elaboración propia

Altura de regla aproximada = 5.2 m

(*) Nivel de río registrado durante los trabajos de topografía para el punto de interés, realizados en el mes de Diciembre del 2015. Este valor puede variar al momento de instalación de la regla.

B. Regla limnimétrica RQ-CA06

Tabla 58 ó Cuadro de niveles de cotas (m.s.n.m.) vs caudales estimados (m³/s) para regla RQ-CA06

RQ-CA06	
Nivel (m.s.n.m.)	Caudal (m ³ /s)
774.4	
774.2	2657.5
774.0	
773.8	2341.5
773.6	
773.4	
773.2	
773.0	2033.5
772.8	
772.6	
772.4	1732.7
772.2	
772.0	1638.4
771.8	
771.6	
771.4	1344.5
771.2	
771.0	
770.8	
770.6	1049.1
770.4	
770.2	
770.0	
769.8	
769.6	
769.4	
769.2	
769.0	
768.8	
768.6	
768.4	
768.2	
768.0	
767.8	
767.6	
767.4	
767.2	

Cota de Campamento RQ-CA06

Nivel de río*

Fuente: Elaboración propia

Altura de regla aproximada = 7.2 m

(*) Nivel de río registrado durante los trabajos de topografía para el punto de interés, realizados en el mes de Diciembre del 2015. Este valor puede variar al momento de instalación de la regla.

C. Regla limnimétrica AL-136 Urubamba

Tabla 59 ó Cuadro de niveles de cotas (m.s.n.m.) vs caudales estimados (m³/s) para regla AL-136 URU

AL-136 URU		
Nivel (m.s.n.m.)	Caudal (m ³ /s)	
698.0	2657.7	Cota de la corona del dique de protección para el río Urubamba
697.8		
697.6	2341.6	
697.4		
697.2	2033.6	
697.0		
696.8	1732.8	
696.6	1638.4	
696.4		
696.2		Cota de Campamento AL-136
696.0	1344.6	
695.8		
695.6		
695.4	1049.1	
695.2		
695.0		
694.8		
694.6		
694.4		
694.2		
694.0		
693.8		
693.6		
693.4		
693.2		
693.0		
692.8		
692.6		
692.4		
692.2		
692.0		Nivel de río*

Altura de regla aproximada = 6.0 m

(*) Nivel de río registrado durante los trabajos de topografía para el punto de interés, realizados en el mes de Diciembre del 2015. Este valor puede variar al momento de instalación de la regla, pudiendo disminuir la altura de la misma.

Se debe tener en cuenta que las referencias, para este sector, están dadas por la cota de la corona del dique de protección para la margen expuesta al río Urubamba, asumiendo condiciones óptimas de funcionamiento, estabilidad y dimensionamiento, sin ocurrencia de fallas.

5.3.2 Sector 2

El Sector 2 está conformado por la regla de alerta RL-04 y la regla de control AL-136 CHIR. La regla RL-04 se ubica en un punto seleccionado de la quebrada Chirumbia, aguas arriba del campamento de acopio logístico AL-136, que permite monitorear el nivel de agua de la quebrada con la finalidad de estimar los niveles esperados en el punto de la regla de control AL-136 CHIR.

A continuación se presentan los cuadros resumen de las reglas limnimétricas consideradas para el presente sector, con niveles estimados y caudales asociados a ellos:

A. Regla limnimétrica RL-04

Tabla 60 ó Cuadro de niveles de cotas (m.s.n.m.) vs caudales estimados (m³/s) para regla RL-04

RL-04		
Nivel (m.s.n.m.)	Caudal (m ³ /s)	
918.0		
917.8	324.3	
917.6	296.2	
917.4		
917.2	267.2	
917.0	236.9	
916.8	226.9	Nivel relacionado con la cota de la corona del dique de protección para la quebrada Chirumbia, en el Acopio Logístico AL-136
916.6		
916.4	194.3	
916.2		
916.0	158.6	
915.8		
915.6		
915.4		
915.2		
915.0		
914.8		
914.6		
914.4		
914.2		
914.0		
913.8		
913.6		
913.4		
913.2		
913.0		Nivel relacionado con la cota del Acopio Logístico AL-136
912.8		
912.6		
912.4		
912.2		
912.0		Nivel de río*

Fuente: Elaboración propia

Altura de regla aproximada = 6.0 m

(*) Nivel de río registrado durante los trabajos de topografía para el punto de interés, realizados en el mes de Diciembre del 2015. Este valor puede variar al momento de instalación de la regla, pudiendo disminuir la altura de la misma.

B. Regla limnimétrica AL-136 Chirumbia

Tabla 61 ó Cuadro de niveles de cotas (m.s.n.m.) vs caudales estimados (m³/s) para regla
AL-136 CHIR

AL - 136 CHIR	
Nivel (m.s.n.m.)	Caudal (m ³ /s)
700.0	
699.8	
699.6	
699.4	
699.2	
699.0	296.1
698.8	262.4
698.6	261.2
698.4	
698.2	214.9
698.0	
697.8	
697.6	175.3
697.4	
697.2	
697.0	
696.8	
696.6	
696.4	
696.2	
696.0	
695.8	
695.6	

Corona del dique de protección para la quebrada Chirumbia

Cota de Campamento AL-136

Nivel de río*

Fuente: Elaboración propia

Altura de regla aproximada = 4.4 m

(*) Nivel de río registrado durante los trabajos de topografía para el punto de interés, realizados en el mes de Diciembre del 2015. Este valor puede variar al momento de instalación de la regla.

Se debe tener en cuenta que las referencias, para este sector, están dadas por la cota de la corona del dique de protección para la quebrada Chirumbia, asumiendo condiciones óptimas de funcionamiento, estabilidad y dimensionamiento, sin ocurrencia de fallas.

5.3.3 Sector 3

El Sector 3 está conformado por la regla de alerta RL-03 y la regla de control KITENI. La regla RL-03 se ubica en un tramo del río Urubamba (aguas arriba del campamento Kiteni), cercano a la localidad de Cirialo. Esta regla permite monitorear el nivel de agua del río Urubamba con la finalidad de estimar los niveles esperados en el punto de la regla de control KITENI.

A continuación se presentan los cuadros resumen de las reglas limnimétricas consideradas para el presente sector, con niveles estimados y caudales asociados a ellos:

A. Regla limnimétrica RL-03

Tabla 62 ó Cuadro de niveles de cotas (m.s.n.m.) vs caudales estimados (m³/s) para regla RL-03

RL-03	
Nivel (m.s.n.m.)	Caudal (m ³ /s)
641.4	3050.0
641.2	3043.9
641.0	
640.8	
640.6	2735.7
640.4	
640.2	2391.7
640.0	
639.8	
639.6	2051.3
639.4	1944.0
639.2	
639.0	
638.8	1607.0
638.6	
638.4	
638.2	1264.9
638.0	
637.8	
637.6	
637.4	
637.2	
637.0	
636.8	
636.6	
636.4	
636.2	
636.0	
635.8	
635.6	
635.4	
635.2	
635.0	
634.8	
634.6	

Nivel relacionado con la cota del Campamento KITENI

Nivel de río*

Fuente: *Elaboración propia*

Altura de regla aproximada = 6.8 m

(*) Nivel de río registrado durante los trabajos de topografía para el punto de interés, realizados en el mes de Diciembre del 2015. Este valor puede variar al momento de instalación de la regla, pudiendo disminuir la altura de la misma.

B. Regla limnimétrica KITENI

Tabla 63 ó Cuadro de niveles de cotas (m.s.n.m.) vs caudales estimados (m³/s) para regla

KITENI

KITENI	
Nivel (m.s.n.m.)	Caudal (m ³ /s)
626.2	3603.7
626.0	
625.8	3215.0
625.6	
625.4	
625.2	2831.7
625.0	
624.8	
624.6	2450.2
624.4	2326.7
624.2	
624.0	
623.8	1945.6
623.6	
623.4	
623.2	
623.0	1551.3
622.8	
622.6	
622.4	
622.2	
622.0	
621.8	
621.6	
621.4	
621.2	
621.0	
620.8	
620.6	
620.4	
620.2	
620.0	
619.8	
619.6	
619.4	
619.2	
619.0	
618.8	

Cota del Campamento KITENI

Nivel de río*

Altura de regla aproximada = 7.4 m

(*) Nivel de río registrado durante los trabajos de topografía para el punto de interés, realizados en el mes de Diciembre del 2015. Este valor puede variar al momento de instalación de la regla, pudiendo disminuir la altura de la misma.

5.3.4 Sector 4

El Sector 4 está conformado por la regla de alerta RL-02 y la regla de control AL-085. La regla RL-02 se ubica en un tramo del río Manogali (aguas arriba del campamento de acopio logístico AL-085). Esta regla permite monitorear el nivel de agua del río Manogali con la finalidad de estimar los niveles esperados en el punto de la regla de control AL-085.

A continuación se presentan los cuadros resumen de las reglas limnimétricas consideradas para el presente sector, con niveles estimados y caudales asociados a ellos:

A. Regla limnimétrica RL-02

Tabla 64 ó Cuadro de niveles de cotas (m.s.n.m.) vs caudales estimados (m³/s) para regla RL-02

RL-02		
Nivel (m.s.n.m.)	Caudal (m ³ /s)	
674.2	185.32	
674.0		
673.8	163.44	
673.6	156.12	
673.4		
673.2	132.28	Nivel relacionado con la cota de la corona del dique de protección para el río Manogali, en el Acopio Logístico AL-085
673.0		
672.8		
672.6	106.06	
672.4		
672.2		
672.0		
671.8		
671.6		
671.4		
671.2		
671.0		
670.8		
670.6		
670.4		
670.2		
670.0		
669.8		
669.6		
669.4		
669.2		Nivel de río*

Fuente: Elaboración propia

Altura de regla aproximada = 4.0 m

(*) Nivel de río registrado durante los trabajos de topografía para el punto de interés, realizados en el mes de Diciembre del 2015. Este valor puede variar al momento de instalación de la regla.

B. Regla limnimétrica AL-085

Tabla 65 ó Cuadro de niveles de cotas (m.s.n.m.) vs caudales estimados (m³/s) para regla AL-085

AL-085		
Nivel (m.s.n.m.)	Caudal (m ³ /s)	
536.6	584.3	
536.4	526.4	
536.2	466.7	
536.0	413.9	
535.8	384.1	Corona del dique de protección para el río Manogali
535.6	317.7	
535.4	246.1	
535.2		
535.0		
534.8		
534.6		
534.4		
534.2		
534.0		
533.8		Nivel de río*
533.6		
533.4		
533.2		Cota de Acopio Logístico AL-085
533.0		
532.8		
532.6		
532.4		
532.2		
532.0		
531.8		
531.6		
531.4		

Fuente: Elaboración propia

Altura de regla aproximada = 4.4 m

(*) Nivel de río registrado durante los trabajos de topografía para el punto de interés, realizados en el mes de Diciembre del 2015. Este valor puede variar al momento de instalación de la regla, pudiendo disminuir la altura de la misma.

Se debe tener en cuenta que las referencias, para este sector, están dadas por la cota de la corona del dique de protección para el río Manogali, asumiendo condiciones óptimas de funcionamiento, estabilidad y dimensionamiento, sin ocurrencia de fallas.

5.3.5 Sector 5

El Sector 5 está conformado por la regla de alerta RL-08 y la regla de control RC-CA26. La regla RL-08 se ubica en un tramo del río Vilcanota, cercano a la localidad de Písac (aguas arriba del campamento RC-CA26, ubicado en Calca). Esta regla permite monitorear el nivel de agua del río Vilcanota con la finalidad de estimar los niveles esperados en el punto de la regla de control RC-CA26.

A continuación se presentan los cuadros resumen de las reglas limnimétricas consideradas para el presente sector, con niveles estimados y caudales asociados a ellos:

A. Regla limnimétrica RL-08

Tabla 66 ó Cuadro de niveles de cotas (m.s.n.m.) vs caudales estimados (m³/s) para regla RL-08

RL-08	
Nivel (m.s.n.m.)	Caudal (m ³ /s)
2965.8	
2965.6	440.51
2965.4	380.46
2965.2	322.63
2965.0	267.26
2964.8	250.18
2964.6	198.09
2964.4	
2964.2	142.63
2964.0	
2963.8	

Nivel relacionado a la cota de la corona del dique de protección y Campamento RC-CA26

Nivel de río

Fuente: Elaboración propia

Altura de regla aproximada = 1.8 m

(*) Nivel de río registrado durante los trabajos de topografía para el punto de interés, realizados en el mes de Diciembre del 2015. Este valor puede variar al momento de instalación de la regla.

B. Regla limnimétrica RC-CA26

Tabla 67 ó Cuadro de niveles de cotas (m.s.n.m.) vs caudales estimados (m³/s) para regla RC-CA26

RC-CA26		
Nivel (m.s.n.m.)	Caudal (m ³ /s)	
2933.0	441.5	
2932.8	381.2	Cota de corona del dique de protección y Campamento RC-CA26
2932.6	323.3	
2932.4	267.8	
2932.2	250.6	
2932.0	198.4	
2931.8		
2931.6	142.9	
2931.4		
2931.2		
2931.0		Nivel de río

Fuente: *Elaboración propia*

Altura de regla aproximada = 2.0 m

(*) Nivel de río registrado durante los trabajos de topografía para el punto de interés, realizados en el mes de Diciembre del 2015. Este valor puede variar al momento de instalación de la regla.

Se debe tener en cuenta que las referencias, para este sector, están dadas por la cota superior de un dique de encauzamiento preexistente, asumiendo condiciones óptimas de funcionamiento, estabilidad y dimensionamiento, sin ocurrencia de fallas.

La ubicación de esta regla se localiza aproximadamente 500 m aguas arriba del campamento RC-CA26.

5.3.6 Sector 6

El Sector 6 está conformado por la regla de alerta RL-01 y la regla de control TICUMPINIA. La regla RL-01 se ubica en un tramo del río Urubamba (aguas arriba del campamento TICUMPINIA). Esta regla permite monitorear el nivel de agua del río Urubamba con la finalidad de estimar los niveles esperados en el punto de la regla de control TICUMPINIA.

A continuación se presentan los cuadros resumen de las reglas limnimétricas consideradas para el presente sector, con niveles estimados y caudales asociados a ellos:

A. Regla limnimétrica RL-01

Tabla 68 ó Cuadro de niveles de cotas (m.s.n.m.) vs caudales estimados (m³/s) para regla
RL-01

RL-01	
Nivel (m.s.n.m.)	Caudal (m ³ /s)
394.0	10325.50
393.5	
393.0	9210.50
392.5	8041.30
392.0	7120.30
391.5	6798.80
391.0	
390.5	5715.90
390.0	
389.5	
389.0	
388.5	4484.50
388.0	
387.5	
387.0	
386.5	
386.0	
385.5	
385.0	
384.5	
384.0	Nivel de río

Fuente: Elaboración propia

Altura de regla aproximada = 10.0 m

(*) Nivel de río registrado durante los trabajos de topografía para el punto de interés, realizados en el mes de Diciembre del 2015. Este valor puede variar al momento de instalación de la regla.

La altura de la regla puede disminuir, si se referencia desde una cota mayor a la del nivel de río registrado, pero dentro del rango estimado para alerta verde.

B. Regla limnimétrica Ticumpinia

Tabla 69 ó Cuadro de niveles de cotas (m.s.n.m.) vs caudales estimados (m³/s) para regla
TICUMPINIA

TICUMPINIA	
Nivel (m.s.n.m.)	Caudal (m ³ /s)
372.0	
371.5	
371.0	10337.6
370.5	
370.0	9304.8
369.5	
369.0	7187.9
368.5	6861.1
368.0	
367.5	5714.2
367.0	
366.5	4516.9
366.0	1435.6

Nivel de río*

Fuente: Elaboración propia

Altura de regla aproximada = 6.0 m

(*) Nivel de río registrado durante los trabajos de batimetría, realizada en el mes de diciembre del 2014. Este valor puede variar al momento de instalación de la regla.

La altura de la regla puede disminuir, si se referencia desde una cota mayor a la del nivel de río registrado, pero dentro del rango estimado para alerta verde.

De acuerdo a la información topográfica, la ubicación del campamento se encuentra en una cota mínima de 379 m.s.n.m, la cual es superior a la estimada para una avenida máxima correspondiente a un periodo de retorno de 200 años. Se recomienda que los niveles de alerta naranja sean monitoreados incluso sobre las cotas planteadas para la regla, en caso puedan presentarse eventos extremos de mayor magnitud a los estimados.

5.3.7 Reglas complementarias

Las reglas complementarias RL-06 y RL-07 se ubican en puntos seleccionados para el monitoreo de niveles de agua en los cauces de los ríos Yanatile y Ocosbamba, respectivamente. Las lecturas de estas reglas deben complementarse con la información obtenida de la regla RL-05 (Sector 1) para poder estimar los niveles esperados en los puntos de control (campamentos RQ-CA06 y AL-136 URU).

A continuación se presentan los cuadros resumen de las reglas limnimétricas complementarias, con niveles estimados y caudales asociados a ellos:

A. Reglas limnimétricas RL-06 y RL-07

Tabla 70 ó Cuadro de niveles de cotas (m.s.n.m.) vs caudales estimados (m³/s) para reglas RL-06 y RL-07

		RL-07	
Nivel (m.s.n.m.)	Caudal (m ³ /s)	Nivel (m.s.n.m.)	Caudal (m ³ /s)
1139.2	804.8	1159.8	
1139.0		1159.6	345.2
1138.8	718.1	1159.4	300.5
1138.6	633.0	1159.2	257.2
1138.4	549.3	1159.0	215.3
1138.2	522.5	1158.8	161.5
1138.0	439.5	1158.6	122.0
1137.8		1158.4	
1137.6		1158.2	
1137.4		1158.0	
1137.2		1157.8	
1137.0		1157.6	15.7
1136.8			
1136.6			
1136.4			
1136.2	26.0		

Nivel relacionado con la cota de Campamento RQ-CA06

Nivel relacionado con la cota de Campamento RQ-CA06

Nivel de río*

Fuente: Elaboración propia

Altura de regla aproximada = 3.0 m (RL-06) y 2.2 m (RL-07)

(*) Nivel de río registrado durante los trabajos de topografía para el punto de interés, realizados en el mes de Diciembre del 2015. Este valor puede variar al momento de instalación de la regla.

5.4 INSTRUCTIVO PARA LA CORRECTA LECTURA E INTERPRETACIÓN DE LAS ESTACIONES DE MEDICIÓN

En este apartado se describen las pautas necesarias para realizar las lecturas de nivel de agua y las relaciones empleadas para estimar los caudales y niveles correspondientes a cada punto de interés, empleando los resultados mostrados en los cuadros resumen de caudales y niveles de agua para las reglas limnimétricas del Sistema de Alerta Temprana, obtenidos de los modelamientos hidrológico e hidráulico respectivos.

5.4.1 Consideraciones para la lectura e interpretación de niveles de agua en las reglas limnimétricas del sistema de alerta temprana

A. Tipo de Reglas Limnimétricas

A.1 Regla limnimétrica de Alerta

También denominadas Reglas de Alerta, son aquellas ubicadas aguas arriba de los puntos de interés a proteger (campamentos y/o acopios logísticos), con la finalidad de monitorear los niveles de agua en los ríos o quebradas que supongan un peligro debido al riesgo de inundación que pueda generar el incremento de sus caudales.

A.2 Regla limnimétrica de Control

También denominadas Reglas de Control, son aquellas ubicadas adyacentes o cerca de los puntos de interés a proteger (campamentos y/o acopios logísticos), con la finalidad de monitorear los niveles de agua en el cuerpo de agua más cercano que suponga un peligro debido al riesgo de inundación que puedan generar el incremento de sus caudales.

B. Tipo de lectura

Las lecturas en las reglas serán de tipo DIRECTA, ejecutadas por un operario u observador, quien desde una posición segura y adecuada registrará los valores de niveles que marca el agua sobre la estructura de la regla limnimétrica.

C. Forma de lectura

Las lecturas se efectuarán a través del registro visual de la marca de nivel de agua sobre las reglas limnimétricas, desde una posición adecuada (puente, margen del río, estructuras existentes, etc.).

Se deberá registrar el nivel de agua (m.s.n.m.) empleando el procedimiento descrito en el ítem 5.4.2 Lectura e interpretación de reglas limnimétricas, el cual desarrolla los siguientes puntos:

- El operador u observador toma la lectura del nivel de agua (m.s.n.m.) indicado en la regla limnimétrica.
- El operador u observador realiza el registro de la lectura leída.
- El operador u observador comunica el valor leído a la persona encargada o a quien corresponda.

D. Frecuencia de lectura

La frecuencia de lecturas de niveles en las reglas limnimétricas estará en función de:

- Condiciones meteorológicas cambiantes en la zona de influencia. (precipitaciones, tormentas, etc.).
- Alteración de las condiciones normales del río (presencia de mayor turbiedad, arrastre de palizadas o similares, incremento de niveles, etc.)

Las lecturas de las reglas limnimétricas, en condiciones normales, deberán efectuarse con una frecuencia de por lo menos:

- Cinco (05) lecturas diarias en época de estiaje (Mayo ó Noviembre)
- Seis (06) lecturas diarias en época de avenidas (Diciembre ó Abril).

En caso de una declaración de alerta en las áreas a proteger (campamento, acopio logístico), la frecuencia de lectura de las reglas limnimétricas de alerta será de acuerdo a la siguiente recomendación:

- **ALERTA VERDE:** Frecuencia de lecturas de acuerdo a lo sugerido por el formato modelo para toma de datos de reglas limnimétricas, propuesto en el ítem J. En caso de disponer de personal para realizar lecturas con mayor frecuencia, se recomienda llevar

- un registro con la finalidad de contar con un historial de niveles del cuerpo de agua. Las lecturas deberán ser comunicadas al personal encargado.
- ALERTA AMARILLA: Frecuencia de lecturas con pequeños intervalos de tiempo, a fin de identificar si el río o quebrada presenta condiciones de incremento de caudal que supongan una aproximación a la zona de Alerta Naranja, o una disminución del mismo que supongan una aproximación a la zona de Alerta Verde. Las lecturas deberán ser comunicadas al personal encargado.
 - ALERTA NARANJA: Frecuencia de lecturas permanente durante un periodo identificado de incremento de caudales. Las lecturas deberán ser comunicadas al personal encargado.
 - ALERTA ROJA: se aplican los protocolos de seguridad correspondientes.

E. Correspondencia de reglas de alerta vs. reglas de control

Las reglas limnimétricas de Alerta y Control se relacionan de acuerdo al sector donde se ubican, con la finalidad de establecer una correspondencia entre ambas, de tal manera que permita advertir de posibles riesgos de inundación por efecto del incremento de caudales.

La sectorización de las reglas limnimétricas es como se muestra en el gráfico siguiente:

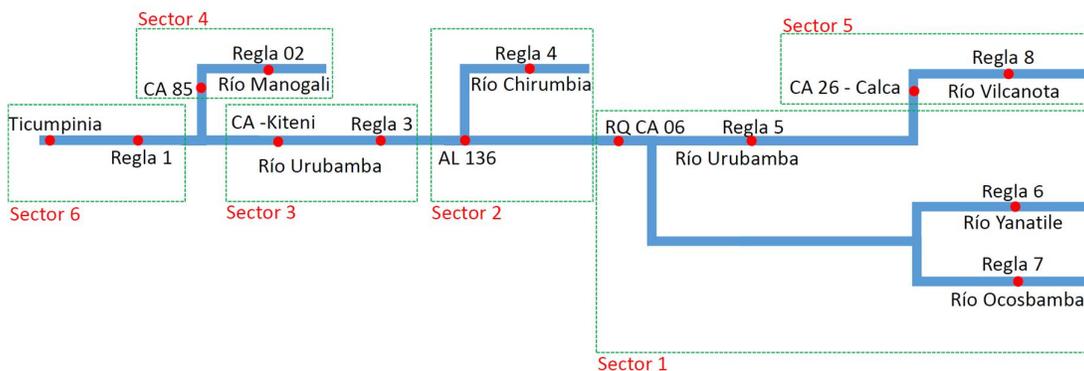


Figura 57 ó Esquema de sectorización de reglas limnimétricas

La correspondencia entre reglas limnimétricas es de la siguiente manera:

- Sector 1
- | | | |
|-------------------|-------|-------------------------------------------------------|
| Reglas de alerta: | RL-05 | ; ubicada en el río Urubamba. |
| | RL-06 | ; ubicada en el río Yanatile (regla complementaria). |
| | RL-07 | ; ubicada en el río Ocosbamba (regla complementaria). |

- Reglas de control: RQ-CA06 ; ubicada en el río Urubamba, para el campamento RQ-CA06
AL-136 URU ; ubicada en el río Urubamba, para el acopio logístico AL-136
- Sector 2
- Regla de alerta: RL-04 ; ubicada en la quebrada Chirumbia.
Regla de control: AL-136 CHIR ; ubicada en la quebrada Chirumbia, para el acopio logístico AL-136
- Sector 3
- Regla de alerta: RL-03 ; ubicada en el río Urubamba.
Regla de control: KITENI ; ubicada en el río Urubamba, para el campamento Kiteni.
- Sector 4
- Regla de alerta: RL-02 ; ubicada en el río Manogali.
Regla de control: AL-085 ; ubicada en el río Manogali, para el acopio logístico AL-085.
- Sector 5
- Regla de alerta: RL-08 ; ubicada en el río Vilcanota.
Regla de control: RC-CA26 ; ubicada en el río Vilcanota, para el campamento RC-CA26.
- Sector 6
- Regla de alerta: RL-01 ; ubicada en el río Urubamba.
Regla de control: TICUMPINIA ; ubicada en el río Urubamba, para el campamento Ticumpinia.

F. Comparación de cotas de nivel de agua vs. cotas del área a proteger

Las tablas y gráficas de Caudales vs Niveles de agua, estimadas para las reglas limnimétricas, tienen marcada una cota de referencia límite (en m.s.n.m.), la cual puede ser una de las siguientes:

- Cota (m.s.n.m.) del campamento y/o acopio logístico a proteger, o su equivalente para la regla de alerta respectiva.
- Cota (m.s.n.m.) de la corona del dique de protección identificado para un campamento o acopio logístico, o su equivalente para la regla de alerta respectiva. Este caso se presenta en aquellos campamentos y/o acopios logísticos donde la cota del área a proteger no es lo suficientemente elevada (Véase ítem 5.4.3 Consideraciones especiales).

Ejemplo:

Cota del campamento Kiteni vs niveles de agua (m.s.n.m.) hasta TR = 100 años.

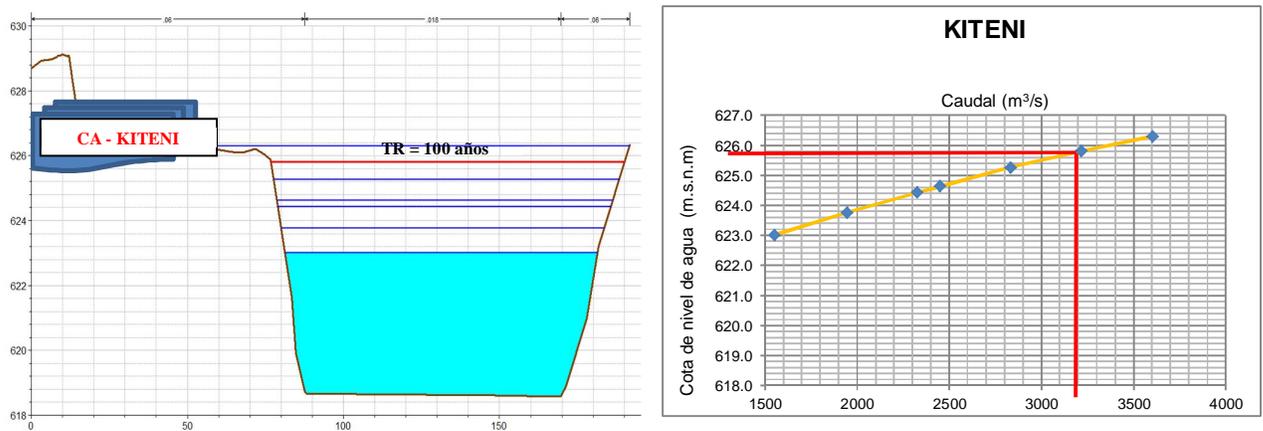


Figura 58 ó Esquema de comparación de cota de nivel vs cota de campamento

Para el ejemplo anterior, se puede visualizar que el nivel de agua alcanzado por un caudal para un TR = 100 años, alcanzaría el valor de 625.8 m.s.n.m, siendo un valor muy cercano a la cota estimada para el campamento KITENI (626 m.s.n.m).

G. Transmisión de la información

Los datos a transmitir consistirán en los niveles de agua (m.s.n.m.) leídos en las reglas limnimétricas de alerta. Estos se remitirán vía telefónica o radio, hacia la persona encargada o central de recepción respectiva.

H. Tiempo de llegada

Los tiempos de llegada han sido estimados a partir del tránsito de caudales ante la ocurrencia de eventos de máximas avenidas, desde las reglas de alerta hasta las reglas de control.

Los tiempos de llegada estimados para las reglas de control en todos los sectores (1, 2, 3, 4, 5 y 6), son los siguientes:

- Desde RL-05 hasta Campamento RQ-CA06 1 a 1.5 Horas
- Desde RL-05 hasta Acopio Logístico AL-136 URU 1.5 a 2 Horas
- Desde RL-04 hasta Acopio Logístico AL-136 (Qda. Chirumbia) 30 a 40 Minutos

- Desde RL-03 hasta Campamento KITENI 2 a 3 Horas
- Desde RL-02 hasta Acopio Logístico AL-085 30 a 40 Minutos
- Desde RL-08 hasta Campamento RC-CA26 1 a 1.2 Horas
- Desde RL-01 hasta Campamento TICUMPINIA 1.5 a 2 Horas

En caso de considerarse la implementación de las reglas complementarias del Sector 1, los tiempos de llegada estimados para las reglas de control correspondientes, serán los siguientes:

- Desde RL-06 hasta Campamento RQ-CA06 3.5 a 4 Horas
- Desde RL-07 hasta Campamento RQ-CA06 3.5 a 4 Horas
- Desde RL-06 hasta Acopio Logístico AL-136 URU 4 a 5 Horas
- Desde RL-07 hasta Acopio Logístico AL-136 URU 4 a 5 Horas

Es importante indicar que algunos valores del tiempo de llegada varían considerablemente respecto de otros debido a que las reglas de alerta no se encuentran ubicadas a la misma distancia de sus respectivas reglas de control. La ubicación de estas depende de la accesibilidad al lugar donde se pretende instalarlas.

I. Niveles de alerta

I.1 Alerta verde

El nivel de Alerta Verde representa condiciones del río que no suponen un nivel de riesgo de inundación o afectación en los campamentos y/o acopios logísticos.

En algunos casos, el límite de la Alerta Verde se encuentra relacionada al nivel de la cota del área a proteger, siempre y cuando exista una estructura de protección (dique, gaviones, encauzamiento, etc.) la cual deberá encontrarse en óptimas condiciones de funcionamiento y evaluada para evitar un riesgo de falla.

I.2 Alerta amarilla

La Alerta Amarilla representa niveles de agua, registrados en las reglas limnimétricas, cuyos valores superan las cotas de los campamentos y/o acopios logísticos, los cuales sin embargo se encuentran protegidos por estructuras existentes de defensa ribereña (dique de

encauzamiento, gaviones, etc.), las cuales pueden estar en riesgo de ser superadas en caso los niveles de agua sigan incrementándose.

Esta alerta se puede presentar durante un periodo donde se identifiquen condiciones cambiantes del río como respuesta ante un evento meteorológico (precipitaciones, tormentas, etc.) en el cual se identifique un incremento gradual del nivel de aguas del río o quebrada.

Para el presente proyecto, se ha incluido la Alerta Amarilla en el caso de las reglas limnimétricas del Sector 2 (RL-04 y AL-136 CHIR), debido a la existencia de un dique de protección adyacente a dicho acopio logístico, por lo tanto, se recomienda evaluar que esta estructura se encuentren en óptimas condiciones de funcionamiento para evitar un riesgo de falla.

I.3 Alerta naranja

La Alerta Naranja representa niveles de agua, registrados en las reglas limnimétricas, cercanos a los correspondientes a las cotas de los campamentos o corona de diques de protección, presentándose el riesgo de inundación en caso los niveles de agua sigan incrementándose.

En caso que los niveles de Alerta Naranja se aproximen a los límites de Alerta Roja, se recomienda activar los procedimientos de seguridad respectivos.

I.4 Alerta roja

La Alerta Roja representa condiciones del río y niveles de agua que suponen una afectación al área a proteger (inundación).

Durante el periodo de Alerta Roja se encontrará activado el respectivo procedimiento de seguridad el cual deberá mantenerse hasta identificarse condiciones seguras para realizar la evaluación correspondiente de las condiciones del río.

J. Formato para registro de lecturas de reglas limnimétricas

Se presenta un modelo de formato para el registro de lecturas en las regla limnimétricas.

Tabla 71 ó Formato modelo para registro de lecturas en reglas limnimétricas

Estación / Regla _____	Río _____
Ubicación _____	Observador _____
Fecha _____	

DIA	LECTURA DE MIRA					PROMEDIO DIARIO	NIVEL MAXIMO	HORA	OBSERVACIONES
	MEDIDA A LAS 6 (HORAS)								
	0	6	12	18	24				
1									
2									
3									
4									
5									
6									
7									
8									
9									
10									
11									
12									
13									
14									
15									
16									
17									
18									
19									
20									
21									
22									
23									
24									
25									
26									
27									
28									
29									
30									
31									

NIVEL MAXIMO MENSUAL _____ NIVEL MINIMO MENSUAL _____ NIVEL PROMEDIO MENSUAL _____	FIRMA DEL OBSERVADOR
------------------------------------------------------------------------------------------	----------------------

Fuente: Elaboración propia

5.4.2 Lectura e interpretación de reglas limnimétricas

A. Procedimiento de lectura de reglas

El procedimiento recomendado para la lectura de reglas y registro de niveles, será el siguiente:

- ACERCAMIENTO del personal a la ubicación de la regla limnimétrica.
- EVALUAR las condiciones actuales del río: claridad o turbiedad del agua, presencia de material arrastrado por el río (restos vegetales, troncos, etc.).
- LEER el nivel de agua (m.s.n.m.) en la regla limnimétrica.
- REGISTRAR el nivel de agua en el modelo de formato respectivo, o algún otro implementado para tal fin, anotando el valor de la cota, hora y observaciones al momento de la lectura.
- COMUNICAR el valor de la cota leída, al personal encargado o central de recepción correspondiente.
- REPETIR el procedimiento según la frecuencia de lecturas propuestas en el modelo de formato respectivo, o algún otro implementado para tal fin.

En caso de presentarse condiciones cambiantes en el río o quebrada, que activen una alerta amarilla o naranja, se seguirá los siguientes pasos:

- LEER el nivel o cota en la regla limnimétrica.
- REGISTRAR permanentemente el nivel de agua en el modelo de formato respectivo, o algún otro implementado para tal fin, anotando el valor de la cota, hora y observaciones al momento de la lectura.
- COMUNICAR el valor de la cota leída, al personal encargado o central de recepción correspondiente.
- REPETIR el procedimiento continuamente, para identificar si se produce o no la activación de la alerta correspondiente (amarilla, naranja o roja).

El presente procedimiento puede ser actualizado teniendo en cuenta aspectos particulares que puedan identificarse a lo largo del periodo de operación.

B. Procedimiento de interpretación de niveles y caudales

B.1 Interpretación de cuadros de niveles de las reglas limnimétricas

La interpretación del nivel de agua registrado en las reglas limnimétricas se realizará identificando el rango de color de alerta donde se ubique el valor leído.

- Nivel de referencia (cota más baja de la regla limnimétrica modelo) es equivalente al nivel del río registrado durante los trabajos de topografía ejecutados en campo, el cual puede variar al momento de instalación de la regla.
- Nivel de inicio de alerta amarilla, es equivalente a una cota que representa el nivel de terreno o cota del campamento a proteger, para casos donde dicho campamento se encuentra protegido por estructuras de defensa ribereña (encauzamiento, gaviones, diques, etc.).
- Nivel de inicio de alerta naranja, es equivalente a una cota que representa un nivel cercano a la cota del campamento a proteger, o de la corona del dique de protección en casos donde corresponda. Dentro de este intervalo la frecuencia de lectura deberá ser continua para identificar el comportamiento de los niveles del río, los cuales pueden incrementarse hasta alcanzar la cota límite de alerta roja, o disminuir hasta ubicarse nuevamente dentro del rango de niveles de la alerta verde.
- Nivel de inicio de alerta roja, es equivalente a una cota cuyo valor alcanza y supera la cota del nivel de campamento, o corona del dique de protección en casos donde corresponda.

A continuación se presenta un modelo de regla limnimétrica y la identificación de alertas estimadas por colores:

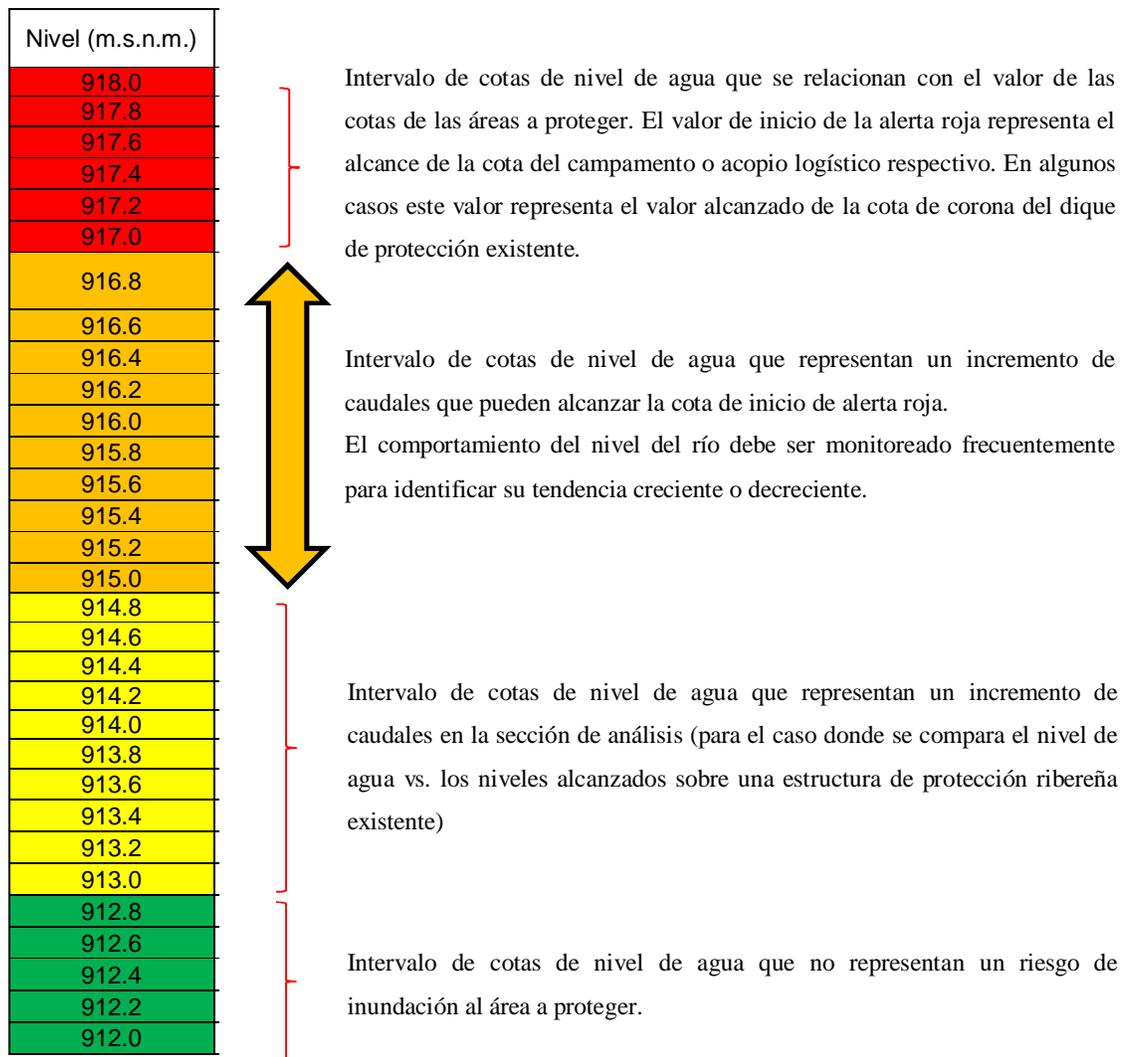


Figura 59 ó Modelo de regla limnimétrica graduada con cotas de nivel de agua

B.2 Interpretación de gráficas de las reglas limnimétricas

Las gráficas Caudal vs Nivel de agua (m.s.n.m.) han sido estimadas con base en los valores de caudales estimados para los periodos de retorno de 5, 10, 20, 25, 50, 100 y 200 años, los cuales han sido modelados en la respectiva sección hidráulica, empleando el software HEC-RAS, considerando como referencia el nivel de agua actual al momento del levantamiento topográfico de las márgenes.

La estimación de caudales empleando las gráficas de Caudal vs Nivel de agua permitirá tener una referencia del evento máximo dentro del cual se ubica tal valor, con la finalidad de registrar un valor referencial para una posterior calibración de la regla.

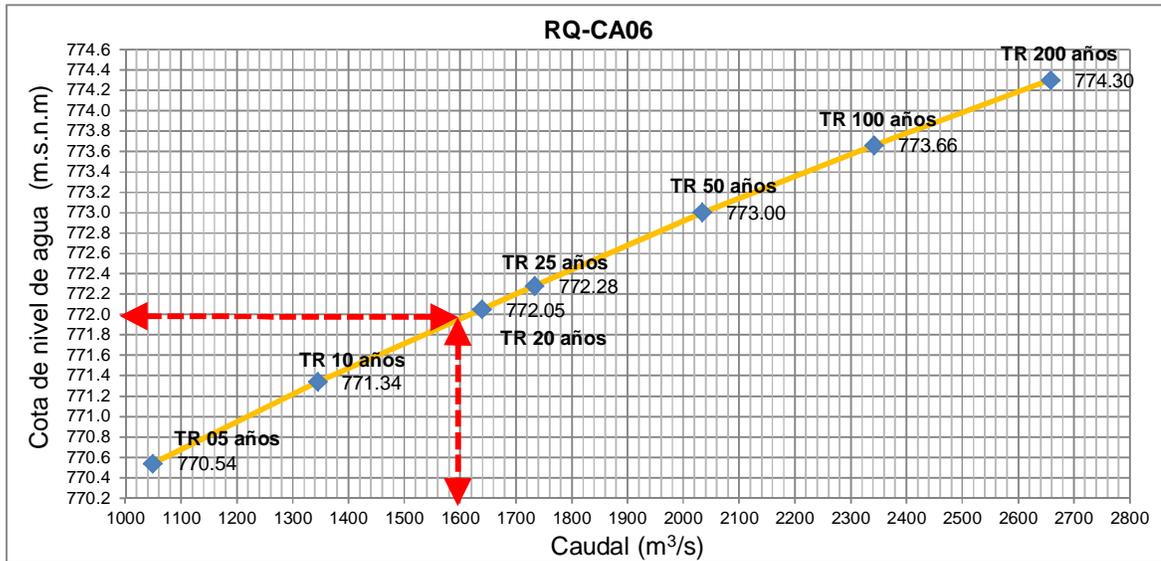


Figura 60 ó Modelo de gráfica de caudales vs niveles para las reglas limnimétricas

En la gráfica anterior se muestra la curva generada con base en los valores estimados de caudal para diferentes periodos de retorno, tomando como base el caudal para un TR = 05 años, y un límite dado por el caudal para un TR = 200 años.

Estas gráficas no representan la calibración de la regla, por tanto las cotas de los niveles de agua podrían variar.

5.4.3 Consideraciones especiales

A. Interpretación de niveles y caudales para las reglas complementarias del Sector 1

El Sector 1 está conformado por la regla de alerta RL-05 y las reglas de control RQ-CA06 y AL-136 URU, ubicadas sobre las márgenes del río Urubamba, con las cuales se puede monitorear el nivel de agua de dicho río para los puntos de interés seleccionados.

Adicionalmente, en este Sector se localiza la confluencia del río Urubamba con el río Yanatile, el cual es considerado un aportante significativo al río Urubamba.

Por tanto, una segunda alternativa para el Sector 1, teniendo en cuenta la existencia del aporte significativo del río Yanatile, ha considerado la implementación de reglas complementarias en las cuencas afluentes de los ríos Yanatile y Ocosbamba. Estas reglas complementarias serían la regla RL-06 (ubicada sobre el río Yanatile) y la regla RL-07 (ubicada sobre el río Ocosbamba).

La lectura de niveles en estas reglas podrían complementar la información recibida de la RL-05, y/o permitir el monitoreo de estas cuencas (Yanatile y Ocosbamba) en caso de presentarse algún incremento de caudales que pueda sumarse a los registrados en el río Urubamba.

RL-06			RL-07		
Nivel (m.s.n.m.)	Caudal (m ³ /s)		Nivel (m.s.n.m.)	Caudal (m ³ /s)	
1139.2	804.8	Nivel relacionado con la cota de Campamento RQ-CA06	1159.8		Nivel relacionado con la cota de Campamento RQ-CA06
1139.0			1159.6	345.2	
1138.8	718.1		1159.4	300.5	
1138.6	633.0		1159.2	257.2	
1138.4	549.3		1159.0	215.3	
1138.2	522.5		1158.8	161.5	
1138.0	439.5		1158.6	122.0	
1137.8			1158.4		
1137.6			1158.2		
1137.4			1158.0		
1137.2		1157.8		Nivel de río*	
1137.0		1157.6	15.7		
1136.8					
1136.6					
1136.4					
1136.2	26.0	Nivel de río*			

Figura 61 ó Gráfica de caudales vs niveles para las reglas complementarias

Nivel de río = cota registrada durante los trabajos de topografía ejecutados durante la fase de estudios.

Nivel relacionados con la cota de campamento RQ-CA06 = niveles de agua (m.s.n.m.) en las reglas limnimétricas RL-06 o RL-07 que representan un riesgo de inundación para el campamento RQ-CA06.

B. Niveles y caudales en campamentos inundables

El modelamiento hidráulico ha permitido identificar el caso para el cual un caudal de bajo retorno (TR = 05 o 10 años) supone un riesgo de inundación para las áreas a proteger, esto debido a que la cota (m.s.n.m.) de los campamentos y/o acopios logísticos involucrados, son menores o iguales al nivel alcanzado por dicho caudal en la sección evaluada para la instalación de las reglas limnimétricas.

Los campamentos identificados en esta situación son los siguientes:

- AL-136 (área ubicada en la confluencia del río Urubamba con la Quebrada Chirumbia).
- AL-085 (área ubicada en una llanura inundable del río Manogali por la margen derecha).
- RC-CA26 (área ubicada en una llanura de inundación adyacente al cauce del río Vilcanota).

En los campamentos antes mencionados se presentan consideraciones particulares, las cuales se describen a continuación:

B.1 Acopio Logístico AL-136

Esta área presenta una cota promedio de 696.26 m.s.n.m

Los caudales resultantes de los cuerpos de agua con influencia sobre esta zona, y los posibles niveles de agua alcanzados, son:

- Río Urubamba, TR = 10 años = $1344.0 \text{ m}^3/\text{s}$ = 696.09 m.s.n.m.
- Quebrada Chirumbia, TR = 05 años = $175.2 \text{ m}^3/\text{s}$ = 697.77 m.s.n.m.

Por lo tanto, para caudales cuyos periodos de retorno sean iguales o mayores a TR = 10 años en el río Urubamba, el campamento se encontraría expuesto a un riesgo de inundación, mientras que para caudales incluso menores a un periodo de retorno TR = 05 años en la Quebrada Chirumbia, el riesgo de inundación del campamento es inminente.

Durante las inspecciones de campo se identificó la existencia de obras de protección ribereña tanto para el tramo expuesto hacia el río Urubamba (dique, espigones), como para el tramo expuesto hacia la Quebrada Chirumbia (diques, gaviones, encauzamiento). Por lo

tanto, a manera referencial, se realizó un comparativo de los niveles de agua alcanzados por caudales máximos versus la cota de las coronas de los diques existentes.

Sin embargo, se recomienda que en caso se utilice esta comparación como indicador para valores de alertas, deberán considerarse los siguientes supuestos:

- Óptimo funcionamiento del dique y estructura de protección ribereña (estabilidad, materiales, resistencia, impermeabilización, dimensiones, etc.).
- Que las obras de protección existentes tengan una longitud suficiente para contener la inundación de una creciente que pueda incurrir por un tramo localizado aguas arriba del área evaluada.
- Evaluación de riesgos de falla de las estructuras de protección ribereña.

Cabe resaltar que para esta zona se ha identificado, aguas arriba de su ubicación sobre la cuenca de la Quebrada Chirumbia, la existencia de antiguos cauces de desembocadura de esta quebrada hacia el río Urubamba, que podrían afectar las instalaciones del campamento de acopio logístico AL-136. Se recomienda considerar la protección de este sector para hacer frente a eventuales crecientes de la quebrada Chirumbia, por lo que la longitud de las obras de protección debería incrementarse hacia aguas arriba.

AL - 136 CHIR		
Nivel (m.s.n.m.)	Caudal (m ³ /s)	
700.0		Corona del dique de protección para la Qda. Chirumbia
699.8		
699.6		
699.4		
699.2		
699.0	296.1	
698.8	262.4	
698.6	261.2	
698.4		
698.2	214.9	
698.0		
697.8		
697.6	175.3	
697.4		
697.2		
697.0		Cota de Campamento AL-136
696.8		
696.6		
696.4		
696.2		
696.0		Nivel de río*
695.8		
695.6		

a = 1.8 m

a = 1.8 m

Figura 62 ó Gráfica de caudales vs niveles para la regla AL-136 CHIR

Nivel de río = cota registrada durante los trabajos de topografía ejecutados durante la fase de estudios.

Los caudales mostrados y sus niveles respectivos, son aquellos estimados con base en el modelamiento hidrológico e hidráulico para los periodos de retorno 5, 10, 20, 25, 50, 100 y 200 años.

El rango de niveles durante una alerta amarilla es de 1.8 m. En este periodo se establecerá una frecuencia de lectura que permita identificar variaciones significativas de caudal hasta ingresar a la zona de alerta naranja.

El rango de niveles durante una alerta naranja es de 1.8 m. En este periodo se establecerá una frecuencia de lectura continua que permita identificar o prever incrementos significativos de caudal que se aproximen a la cota de corona del dique. Durante esta alerta se deberán implementar los respectivos procedimientos de seguridad. Se recomienda

mantener un monitoreo de las condiciones estructurales del dique de protección durante una avenida.

B.2 Acopio Logístico AL-085

Esta área presenta una cota promedio de 533.11 m.s.n.m.

Los caudales resultantes del río Manogali con influencia sobre esta zona, y los posibles niveles de agua alcanzados, son:

- Río Manogali, TR = 05 años = 246.1 m³/s = 534.42 m.s.n.m.

Por lo tanto, incluso para caudales cuyos periodos de retorno sean menores a TR = 05 años en el río Manogali, el campamento se encontraría con posible riesgo de inundación, debido a la diferencia de cotas del acopio logístico AL-085 aproximadamente 1.3 m por debajo del nivel alcanzado por el caudal a un TR = 05 años.

Durante las inspecciones de campo se identificaron evidencias de actividades para la conformación de obras de protección ribereña (diques, gaviones, encauzamiento), por tanto, a manera referencial, se realizó un comparativo de las cotas alcanzadas por caudales de periodos de retorno mayor a 5 años, versus la cota de la corona de los diques existentes.

La protección de este sector para hacer frente a eventuales crecientes del río Manogali permitirá considerar los valores registrados en la regla AL-085 como representativos de las condiciones del río al momento de su evaluación.

AL-085		
Nivel (m.s.n.m.)	Caudal (m ³ /s)	
536.6	584.3	
536.4	526.4	
536.2	466.7	
536.0	413.9	
535.8	384.1	Corona del dique de protección para el río Manogali
535.6	317.7	} a = 2.0 m
535.4	246.1	
535.2		
535.0		
534.8		
534.6		
534.4		
534.2		
534.0		
533.8		
533.6		
533.4		
533.2		Cota de Acopio Logístico AL-085
533.0		
532.8		
532.6		
532.4		
532.2		
532.0		
531.8		
531.6		
531.4		

Figura 63 ó Gráfica de caudales vs niveles para la regla AL-085

Nivel de río = cota registrada durante los trabajos de topografía ejecutados durante la fase de estudios.

Los caudales mostrados y sus niveles respectivos, son aquellos estimados con base en el modelamiento hidrológico e hidráulico para los periodos de retorno 5, 10, 20, 25, 50, 100 y 200 años.

El rango de niveles durante una alerta naranja es de 2.0 m. En este periodo se establecerá una frecuencia de lectura continua que permita identificar o prever incrementos significativos de caudal que se aproximen a la cota de corona del dique.

B.3 Campamento RC-CA26

Esta área presenta una cota promedio de 2923.50 m.s.n.m.

Los caudales del río Vilcanota con influencia sobre esta zona, y las posibles cotas alcanzadas, son:

- Río Vilcanota, TR = 05 años = 142.85 m³/s = 2931.68 m.s.n.m.

Por lo tanto, incluso para caudales cuyos periodos de retorno sean menores a TR = 05 años en el río Vilcanota, el campamento se encontraría afectado por una inundación inminente, debido a la diferencia de cotas del campamento con respecto al nivel alcanzado por el caudal a un TR = 05 años.

Durante las inspecciones de campo se identificaron evidencias de anteriores obras de protección ribereña (dique de encauzamiento) las cuales no se encuentran en buen estado de conservación, sin embargo, a manera referencial, se realizó un comparativo de las cotas alcanzadas por caudales de periodos de retorno mayor a 5 años, versus la cota superior de dichos diques de encauzamiento, en la sección seleccionada para la ubicación de la regla limnimétrica de control RC-CA26.

La protección de este sector para hacer frente a eventuales crecientes del río Vilcanota permitirá considerar los valores registrados en la regla RC-CA26 como representativos de las condiciones del río al momento de su evaluación.

RC-CA26		
Nivel (m.s.n.m.)	Caudal (m ³ /s)	
2933.0	441.5	
2932.8	381.2	Campamento / Corona del dique de protección
2932.6	323.3	} a = 1.0 m
2932.4	267.8	
2932.2	250.6	
2932.0	198.4	
2931.8		
2931.6	142.9	
2931.4		
2931.2		
2931.0		Nivel de río

Figura 64 ó Gráfica de caudales vs niveles para la regla RC-CA26

Nivel de río = cota registrada durante los trabajos de topografía ejecutados durante la fase de estudios.

Los caudales mostrados y sus niveles respectivos, son aquellos estimados con base en el modelamiento hidrológico e hidráulico para los periodos de retorno 5, 10, 20, 25, 50, 100 y 200 años

El rango de niveles durante una alerta naranja es de 1.0 m.

VI. CONCLUSIONES

- Se ha diseñado un Sistema de Alerta Temprana a lo largo de la cuenca del río Urubamba, el cual comprende un total de ocho reglas limnimétricas para alerta temprana y siete reglas limnimétricas para control en campamentos. Tres de estas reglas se ubican en campamentos inundables: AL-136, AL-085 y RC-CA26, dado que para caudales de bajo periodo de retorno (menor a 10 años) se encuentran ante el riesgo inminente de inundación.
- Los puntos para la ubicación de las reglas limnimétricas para alerta temprana y control de campamentos fueron seleccionados en tramos definidos, de alineamiento semirrecto, con accesibilidad y en algunos casos, con presencia de infraestructura de cruce (puentes, oroyas, pasarelas peatonales).
- Las referencias del nivel de río corresponden a la cota registrada durante la ejecución de los trabajos de topografía en cada tramo seleccionado para ubicación de reglas limnimétricas.
- Las referencias de cotas han sido obtenidas de los respectivos planos topográficos, donde se presenta la superficie del terreno y/o existencia de obras civiles de protección ribereña.
- Las gráficas Caudal vs Nivel han sido elaboradas con base en los cálculos hidrológicos e hidráulicos, los cuales fueron estimados para periodos de retorno de 5, 10, 20, 25, 50, 100 y 200 años, y muestran la tendencia creciente de los niveles alcanzados para valores mayores de caudal.
- El SAT ha sido implementado en los campamentos de construcción y difundido al personal operativo de los campamentos y está operando de manera correcta gracias a la adecuada aplicación del instructivo.

VII. RECOMENDACIONES

- El instructivo del presente documento se debe encontrar disponible para todo el personal relacionado a las áreas de seguridad y operaciones en aquellos campamentos o acopios logísticos con riesgo de afectación por incrementos de caudales en los ríos, quebradas o cuerpos de agua cercanos.
- Realizar el entrenamiento tanto para el personal encargado de la lectura de niveles en las reglas limnimétricas, como para el personal encargado de la recepción de las mismas.
- Implementar un registro de la información generada por las lecturas de niveles de las reglas con la finalidad de mejorar el Sistema de Alerta Temprana a lo largo de su periodo de operación.
- Realizar la calibración de las reglas con base en la batimetría de la sección y aforos de caudales, con la finalidad de obtener una curva de caudal vs altura que represente con menor incertidumbre el comportamiento del nivel del caudal en la sección de análisis.
- Para tener un mejor análisis de los dos últimos componentes del sistema (Difusión y Capacidad de respuesta) se deberá tener en cuenta los protocolos de seguridad establecidos por la empresa que opera en los campamentos y de qué forma los ponen en práctica.

VIII. BIBLIOGRAFÍA

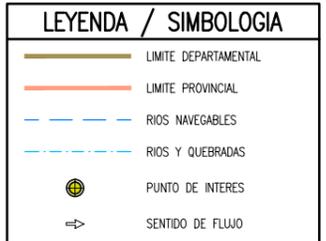
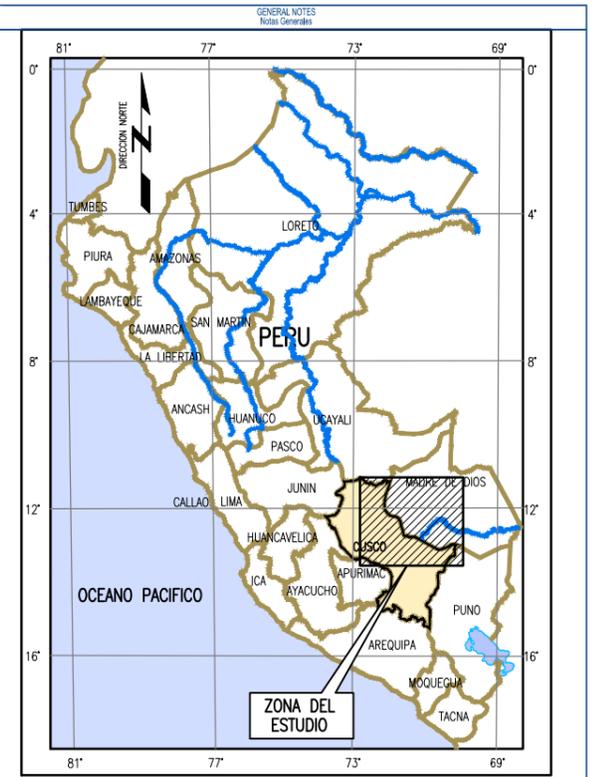
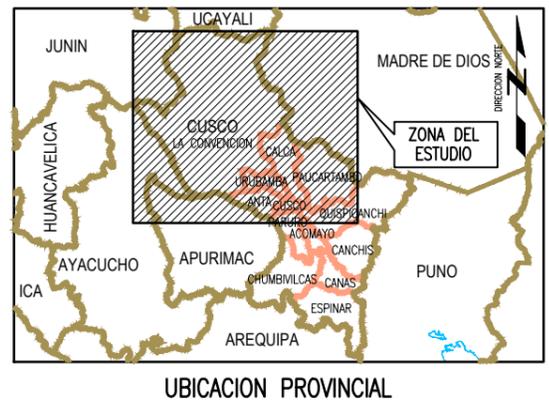
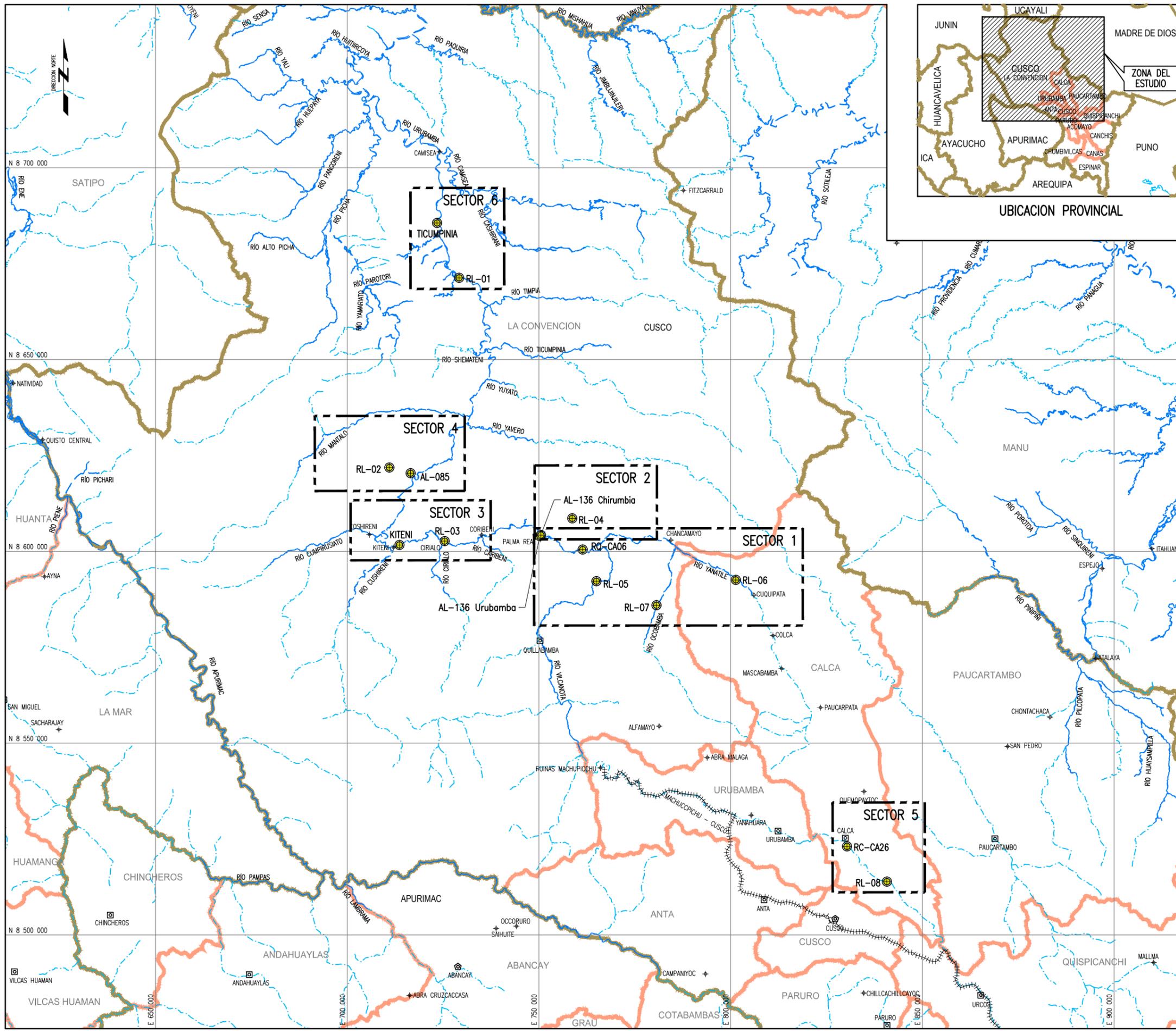
1. MASKREY, A. (1993). Los desastres no son naturales, Red de Estudios Sociales de América Latina, disponible en: <http://www.desenredando.org/public/libros/1993/ldnsn/LosDesastresNoSonNaturales-1.0.0.pdf>.
2. CARDONA, O. D., (2007a) Gestión integral de riesgos y desastres. Notas de curso. Barcelona. Julio 2007
3. WILCHES-CHAUX, G. (1988). Pensar Globalmente. (Sección 3.La Vulnerabilidad Global). Bogotá, Colombia.
4. BLAIKIE Piers, CANNON Terry, DAVIS Ian y WISNER Ben. (1995) Vulnerabilidad: El Entorno Social, Político y Económico de los Desastres. LA RED. Colombia.
5. CARDONA, O.D., et al, (2004) Indicadores para la gestión de riesgos. Aplicación del sistema de indicadores 1980-2000 México. BID/IDEA Programa de Indicadores para la Gestión de Riesgos, Universidad Nacional de Colombia. Manizales, Colombia.
6. EIRD (Estrategia Internacional de Reducción de Desastres). 2005. El Marco de Acción de Hyogo para 2005ó2015, Fortaleciendo la capacidad de recuperación de las naciones y comunidades frente a los desastres, www.unisdr.org/wcdr/ô . 2004a. Living With Risk: A Global Review of Disaster Reduction Initiatives. 2a ed. Ginebra, ONU EIRD.
7. JICK, T. D. (1979): "Mixing Qualitative and Quantitative Methods: Triangulation in action". Administrative Science Quarterly. Vol. 24. Qualitative Methodology. December. P. 602-610.
8. Programa de Reducción de Vulnerabilidades frente al evento recurrente de El Niño-PREVEN. (2010) Marco Conceptual de la Gestión del Riesgo. Lima, Perú.

9. Programa Regional de Reducción de la Vulnerabilidad y Degradación Ambiental - PREVDA (2005) Lineamientos para el diagnóstico y análisis normativo. México.
10. Yin, Robert K. (1994). Case Study Research. Design and Methods. London
11. ANDERSON, M. B. y P. J. WOODROW (1989), Rising from the Ashes. Development Strategies in Times of Disaster, Westview Press-UNESCO, Boulder (Colorado)-París. Reeditado en 1998 por Intermediate Technology Publications, Londres.
12. FARRER Herbert, (1996). Guías para la Elaboración del Análisis de Vulnerabilidad de Sistemas de Abastecimiento de Agua Potable y Alcantarillado Sanitario. Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del Ambiente (CEPIS) CEPIS/OPS/OMS, Lima
13. Pautas Metodológicas para la Incorporación del Análisis del Riesgo de Desastres en los Proyectos de Inversión Pública, (2006). Ministerio de Economía y Finanzas.
14. MINEDU. 2015. Ministerio de Educación. Sistema de Información Geográfica. Disponible en la web: <http://sigmed.gob.pe/descargas/>. Última fecha de actualización: 07 de abril del 2015.
15. MTC, 2008. Manual de Hidrología, Hidráulica y Drenaje. Ministerio de Transportes y Comunicaciones.
16. ARUMI R. José Luis, JARA R. Jorge, SALGADO S. Luis. Análisis hidrológico. Universidad de Concepción. Chile.
17. ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL del Sistema de Transporte Andino del Sur. Walsh Perú S.A. Lima - Perú. 2011.
18. HYDROLOGY NATIONAL ENGINEERING HANDBOOK - Chapter 15 Time of Concentration. United States Department of Agriculture - Natural Resources Conservation Service. USA. 2010.

19. IBÁÑEZ A. Sara, MORENO R. Héctor, GISBERT B. Juan Manuel. Métodos para la determinación del tiempo de concentración (tc) de una cuenca hidrográfica. Universidad Politécnica de Valencia. España. 2010.
20. IBÁÑEZ A. Sara, MORENO R. Héctor, GISBERT B. Juan Manuel. Valores del número de curva (cálculo de la escorrentía). Universidad Politécnica de Valencia. España. 2010.
21. MAPA ECOLÓGICO DEL PERÚ ó Guía Explicativa. Oficina Nacional de Evaluación de Recursos Naturales - ONERN. Lima - Perú. 1976.
22. PIZARRO T. Roberto, SOTO B. Manuel, FARIAS D. César, JORDAN D. Cristian. Aplicación de dos modelos de simulación integral hidrológica, para la estimación de caudales medios mensuales, en dos cuencas de Chile central. Universidad de Talca. Chile.
23. VILLÓN BÉJAR, Máximo. Hidrología. 3ª Ed. Instituto Tecnológico de Costa Rica. Lima - Perú. 2011.
24. VILLÓN BÉJAR, Máximo. Hidrología Estadística. 3ª Ed. Instituto Tecnológico de Costa Rica. Lima - Perú. 2005
25. CAMPOS, A. 1999. Proceso de Ciclo Hidrológico. Segunda edición. Universidad Autónoma de San Luis Potosí. Editorial Universitaria Potosina. San Luis Potosí México. 76 p.

IX. ANEXOS

Anexo 01: Lámina de Ubicación General



NOTAS:
 1. LA INFORMACION TOPOGRAFICA ESTA EN EL SISTEMA UTM WGS84, ZONA 18 SUR.
 2. LA UNIDAD PARA LAS DIMENSIONES ES EN METROS Y ELEVACIONES EN M.S.N.M., SALVO SE INDIQUE LO CONTRARIO.
 3. LAS ESCALAS MOSTRADAS ES PARA EL FORMATO A1, PARA A3 CONSIDERAR EL DOBLE.

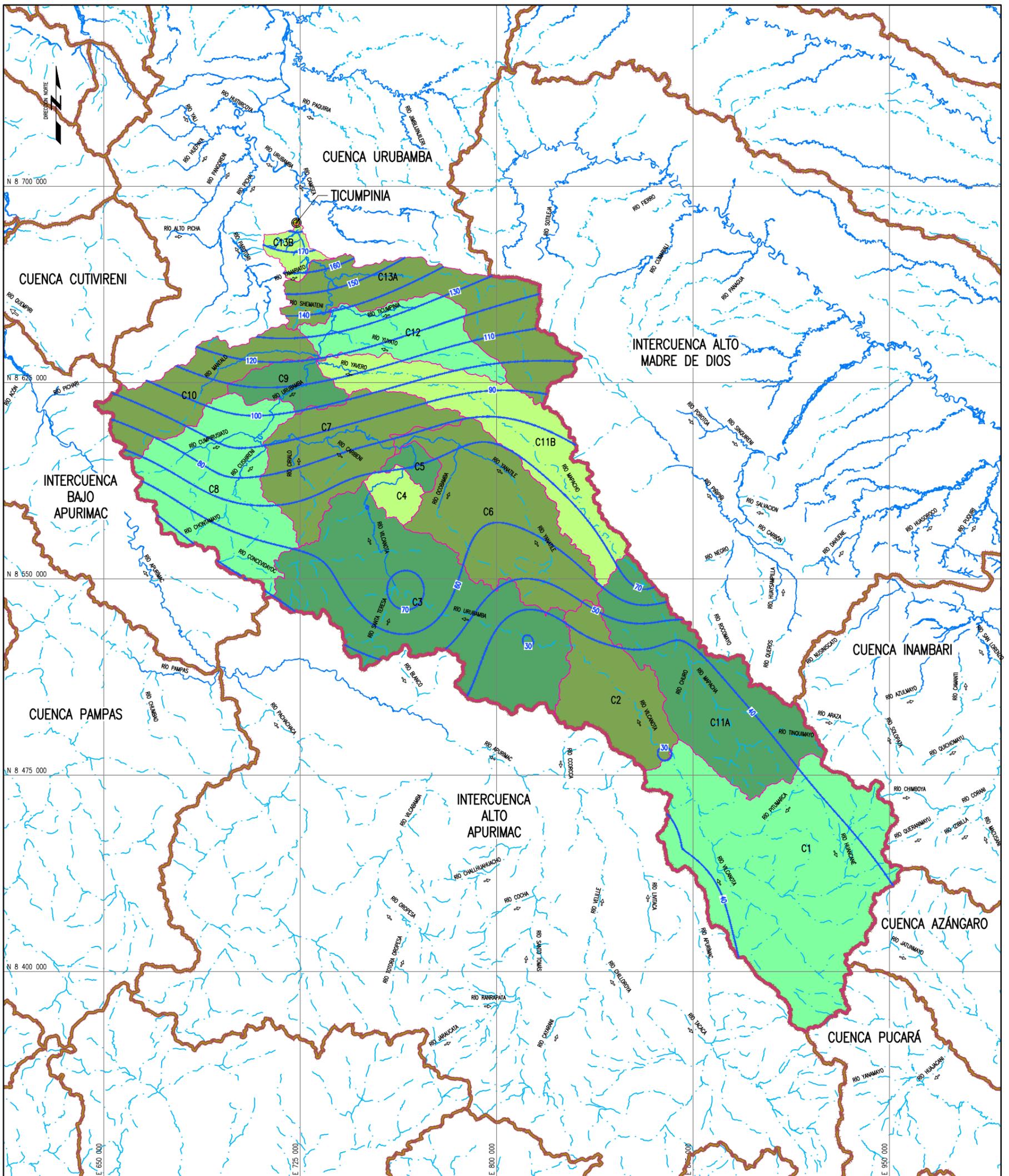
CUADRO DE COORDENADAS							
PUNTO DE INTERES	TIPO	ALTERNATIVA	COORDENADAS - UTM WGS 84				RÍO
			ZONA	ESTE (m)	NORTE (m)	COTA (referencial) msnm	
SECTOR 1							
RL-05	Alerta Temprana	Unica	18 L	764960	8592221	902	Urubamba
RL-06	Alerta Temprana	Unica	18 L	801324	8592567	1151	Yanatile
RL-07	Alerta Temprana	Unica	18 L	780651	8585974	1200	Ocosbamba
RC-CA06	Control campamento	Unica	18 L	761401	8600471	737	Urubamba
AL-136 (río Urubamba)	Control campamento	1	18 L	750187	8603970	791	Urubamba
SECTOR 2							
AL-136 (gda. Chirumbia)	Control campamento	2	18 L	750490	8604232	780	Chirumbia
RL-04	Alerta Temprana	Unica	18 L	758672	8608598	941	Chirumbia
SECTOR 3							
RL-03	Alerta Temprana	2	18 L	725403	8602666	651	Urubamba
KITENI	Control campamento	Unica	18 L	713588	8601677	607	Urubamba
SECTOR 4							
RL-02	Alerta Temprana	Unica	18 L	710986	8621835	609	Manogali
AL-085	Control campamento	Unica	18 L	716535	8620361	508	Manogali
SECTOR 5							
RL-08	Alerta Temprana	Unica	18 L	840758	8513891	2806	Vicanota
RC-CA26	Control campamento	1	18 L	830354	8523071	2947	Vicanota
SECTOR 6							
RL-01	Alerta Temprana	UNICA	18 L	729176	8671296	394	Urubamba
TICUMPINIA	Control campamento	UNICA	18 L	723425	8685604	382	Manogali

Lámina 01 SAT - Ubicación General

PLANTA
1:500 000

Anexo 02: Láminas de curvas Isoyetas para los distintos periodos de retorno

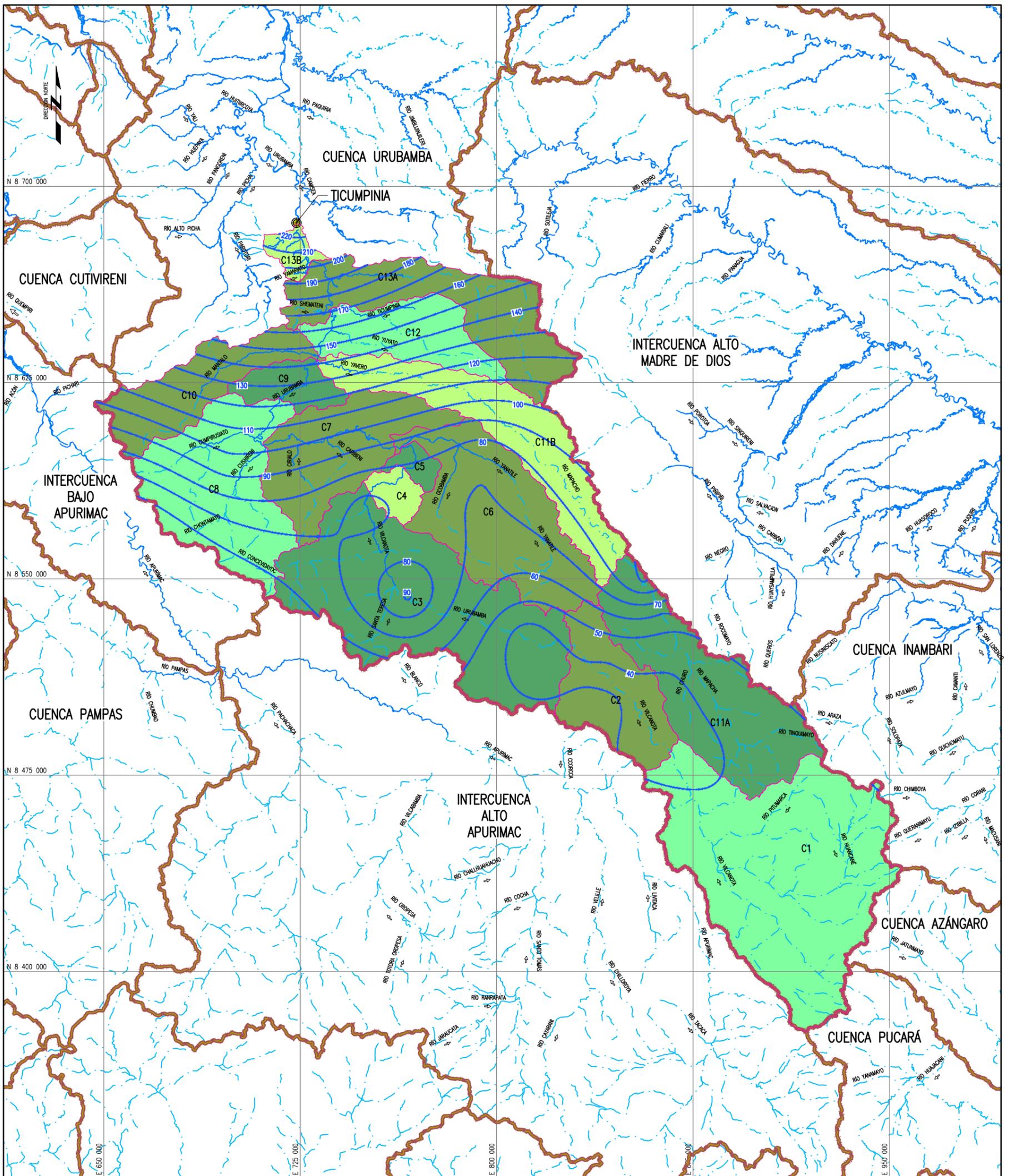
Lámina 02 SAT-Curvas Isoyetas TR=5 Años



PLANTA
1:1 500 000

LEYENDA / SIMBOLOGIA	
	LIMITE CUENCAS
	LIMITE COMPONENTES SAT
	RIOS NAVEGABLES
	RIOS Y QUEBRADAS
	ISOYETAS
	PUNTO DE INTERES
	SENTIDO DE FLUJO

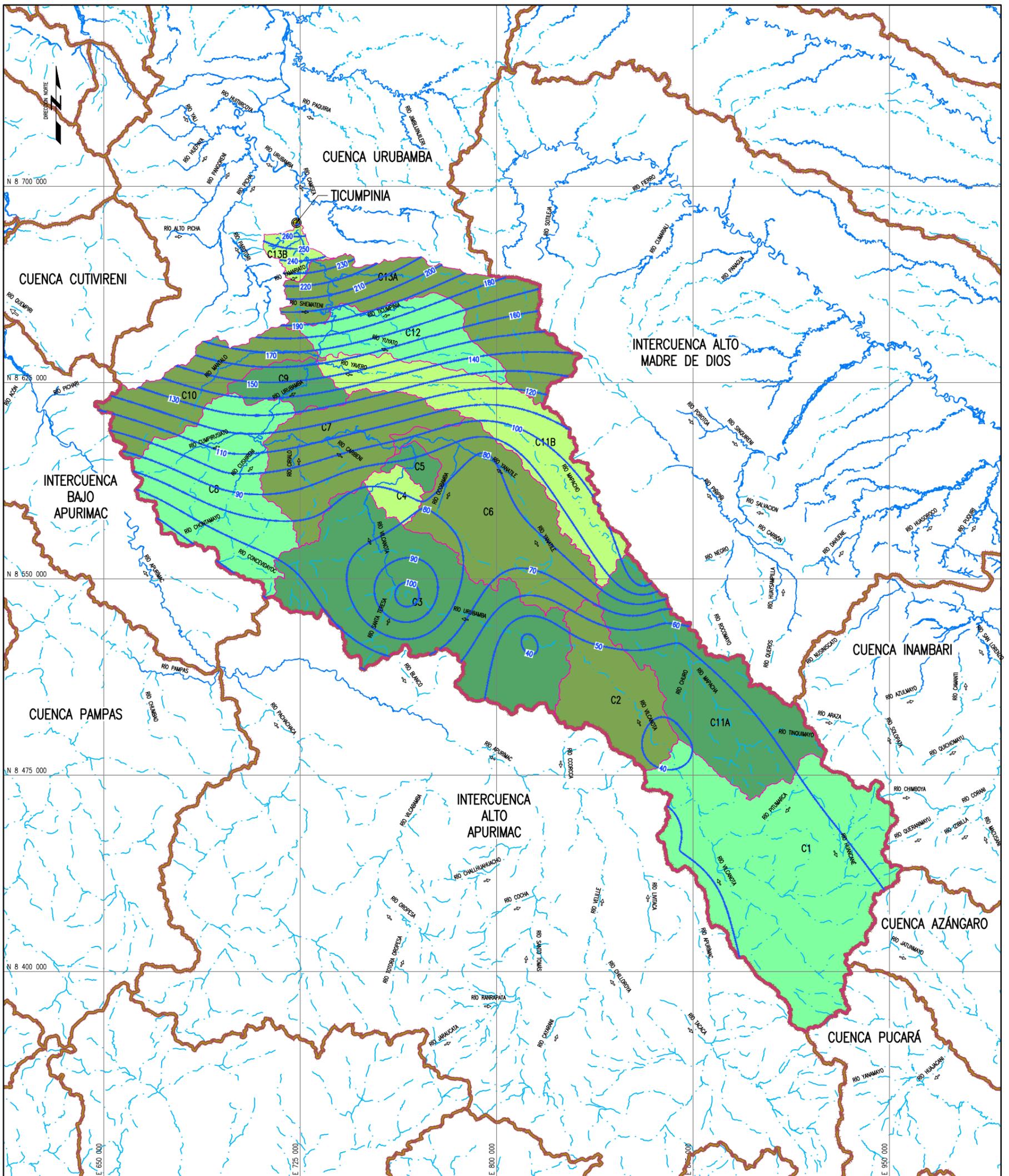
Lámina 03 SAT-Curvas Isoyetas TR=10 Años



PLANTA
1:1 500 000

LEYENDA / SIMBOLOGIA	
	LIMITE CUENCAS
	LIMITE COMPONENTES SAT
	RIOS NAVEGABLES
	RIOS Y QUEBRADAS
	ISOYETAS
	PUNTO DE INTERES
	SENTIDO DE FLUJO

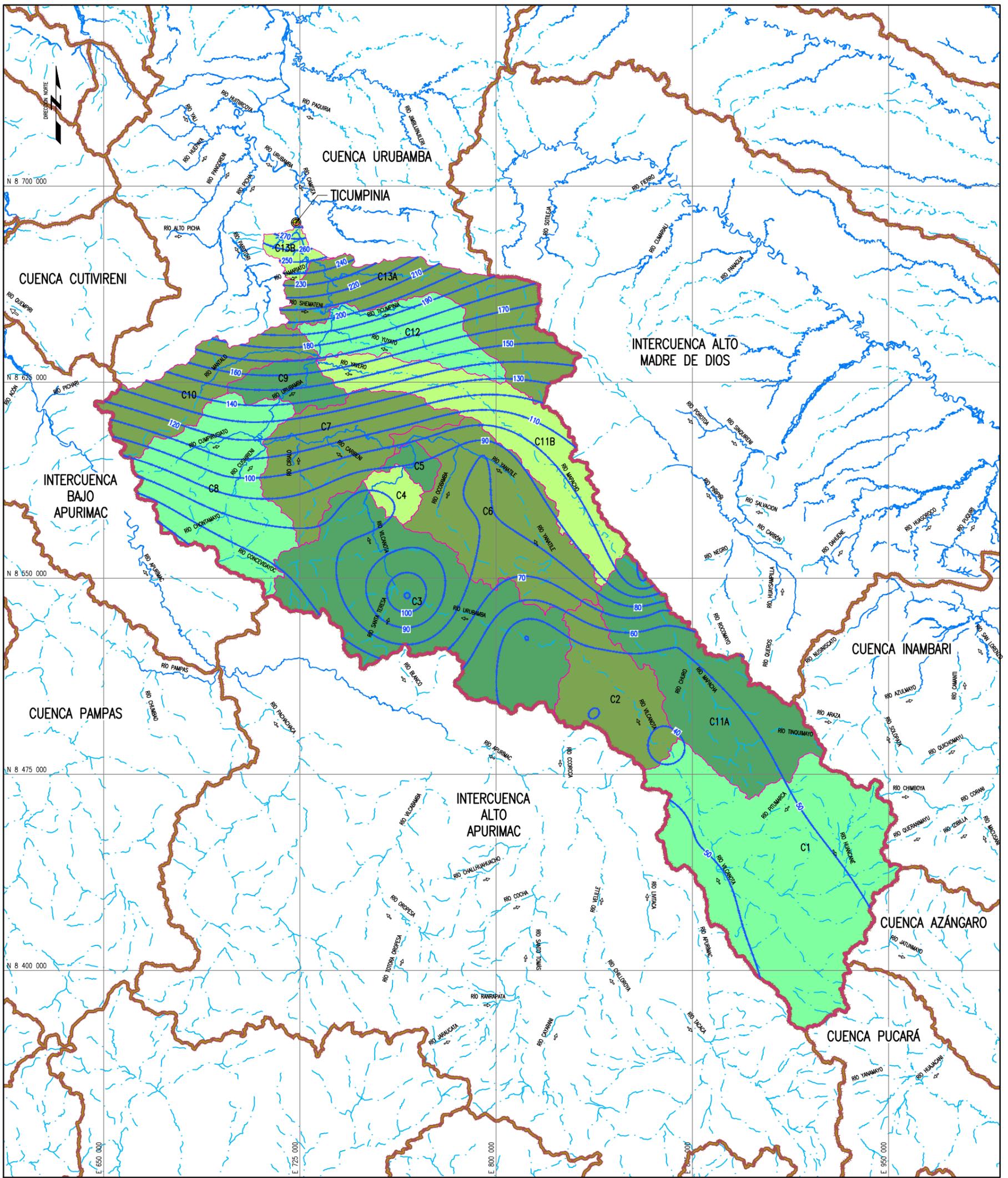
Lámina 04 SAT-Curvas Isoyetas TR=20 Años



PLANTA
1:1 500 000

LEYENDA / SIMBOLOGIA	
	LIMITE CUENCAS
	LIMITE COMPONENTES SAT
	RIOS NAVEGABLES
	RIOS Y QUEBRADAS
	ISOYETAS
	PUNTO DE INTERES
	SENTIDO DE FLUJO

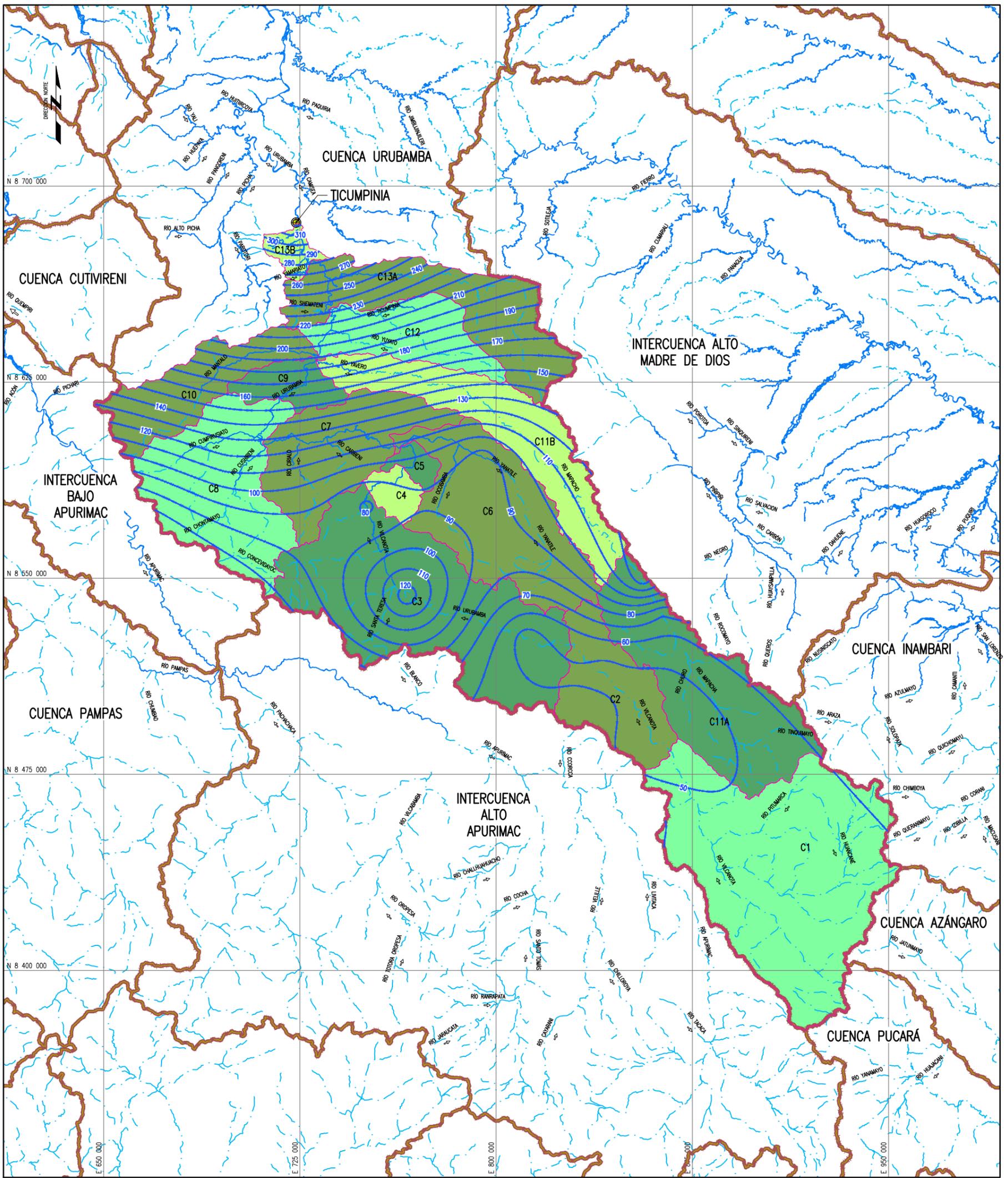
Lámina 05 SAT-Curvas Isoyetas TR=25 Años



PLANTA
1:1 500 000

LEYENDA / SIMBOLOGIA	
	LIMITE CUENCAS
	LIMITE COMPONENTES SAT
	RIOS NAVEGABLES
	RIOS Y QUEBRADAS
	ISOYETAS
	PUNTO DE INTERES
	SENTIDO DE FLUJO

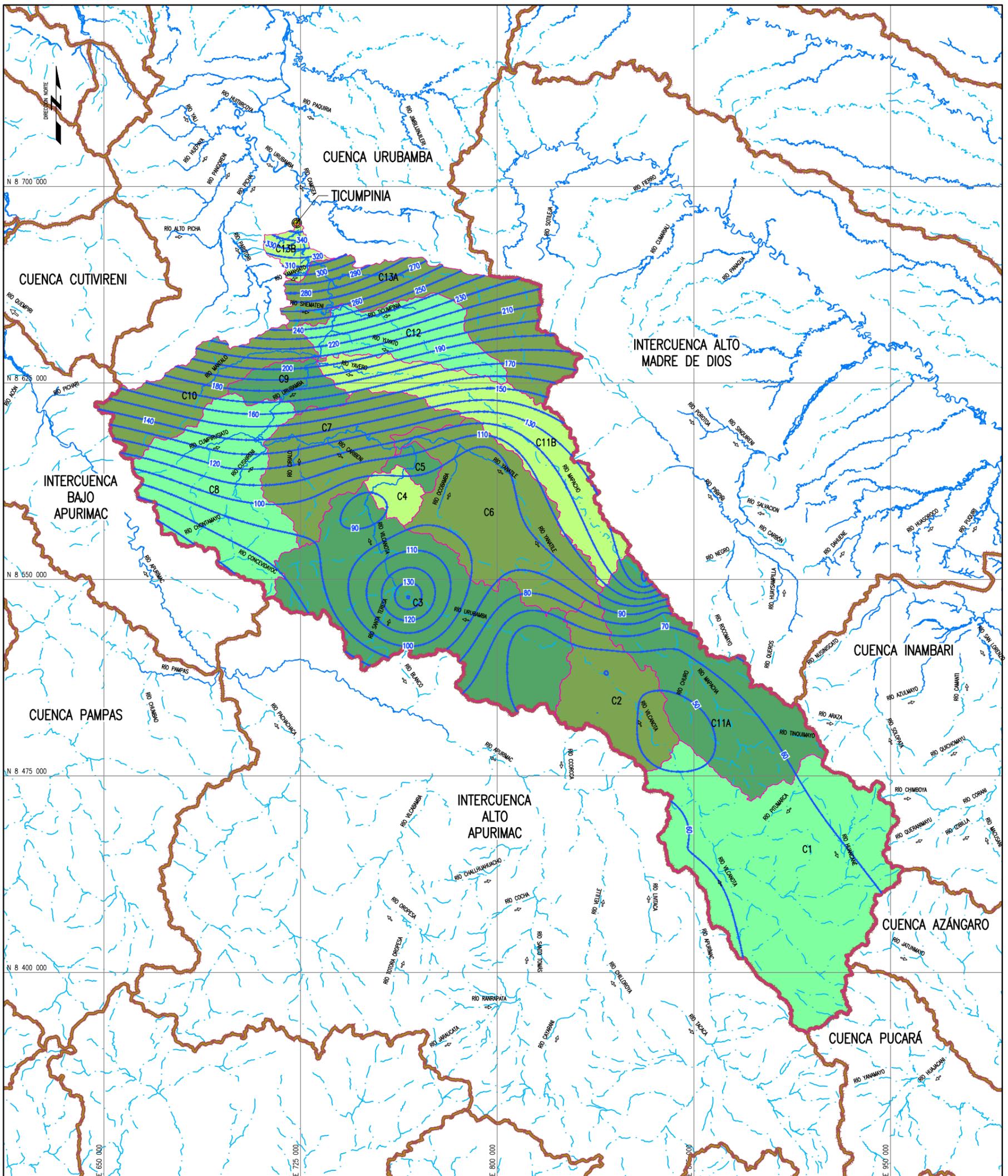
Lámina 06 SAT-Curvas Isoyetas TR=50 Años



PLANTA
1:1 500 000

LEYENDA / SIMBOLOGIA	
	LIMITE CUENCAS
	LIMITE COMPONENTES SAT
	RIOS NAVEGABLES
	RIOS Y QUEBRADAS
	ISOYETAS
	PUNTO DE INTERES
	SENTIDO DE FLUJO

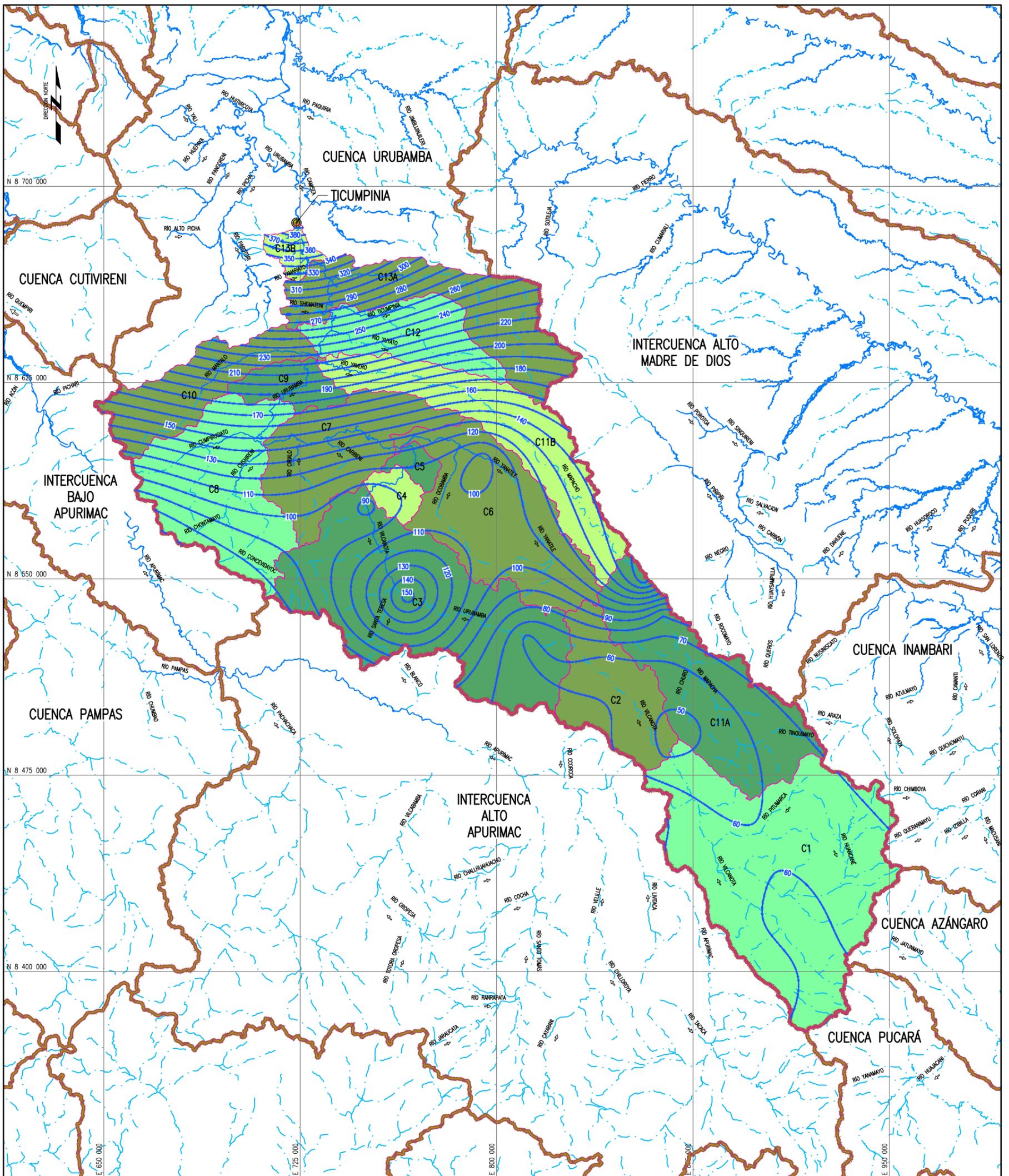
Lámina 07 SAT-Curvas Isoyetas TR=100 Años



PLANTA
1:1 500 000

LEYENDA / SIMBOLOGIA	
	LIMITE CUENCAS
	LIMITE COMPONENTES SAT
	RIOS NAVEGABLES
	RIOS Y QUEBRADAS
	ISOYETAS
	PUNTO DE INTERES
	SENTIDO DE FLUJO

Lámina 08 SAT-Curvas Isoyetas TR=200 Años



PLANTA
1:1 500 000

LEYENDA / SIMBOLOGIA	
	LIMITE CUENCAS
	LIMITE COMPONENTES SAT
	RIOS NAVEGABLES
	RIOS Y QUEBRADAS
	ISOYETAS
	PUNTO DE INTERES
	SENTIDO DE FLUJO

Anexo 03: Información histórica de las precipitaciones máximas en 24 horas

REGISTRO HISTORICO PRECIPITACION MAXIMA EN 24 HORAS- CCATCCA

ESTACION: CCATCCA

LATITUD: 13° 36' 00" S

DEPARTAMENTO: CUSCO

PARAMETRO: PRECIPITACION MAXIMA EN 24 HORAS (mm)

LONGITUD: 71° 33' 37" O

PROVINCIA: QUISPICANCHI

ALTITUD: 3693 msnm

DISTRITO: CCATCA

ANO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	MÁXIMA
1986		19.2	16.0	9.9	2.5	0.0	4.0	1.2	5.4	13.4	10.3	15.8	19.2
1987	38.0	19.0	14.8	8.5	5.8	3.0	13.0	0.0	0.0	12.0	15.4	11.5	38.0
1988	11.7	15.2	25.2	17.9	5.8	0.0	0.0	0.0	7.8	13.1	9.8	16.6	25.2
1989	34.9	17.9	19.4	21.0	8.5	6.7	0.0	3.6	10.4	11.0	11.6	14.5	34.9
1990	13.6	13.2	9.4	9.3	1.3	11.8	0.0	3.7	1.3	8.4		21.3	21.3
1991	11.6	27.2	18.9	10.2	2.2	13.4	0.0	0.0	9.0	7.9	20.5	20.3	27.2
1992	33.6	12.6	10.0	7.5	3.7	20.3	0.0	13.0	0.0	14.2	20.2	11.0	33.6
1993	26.5	17.6	19.5	6.3	2.3	2.1	0.0	28.1	3.8	7.0	17.9	29.5	29.5
1994	16.0	42.1	16.4	6.7	8.2	0.0	0.0	1.3	7.2	13.6	12.0	27.3	42.1
1995	19.9	16.9	27.5	25.8	8.6	0.0	0.0	0.0	5.8	4.4	19.3	14.4	27.5
1996	20.2	17.7	9.7	9.4	1.2	0.0	0.0	10.7	6.4	13.8	11.0	20.9	20.9
1997	16.8	23.7	25.0	6.1	5.1	0.0	0.0	4.0	4.2	14.8	15.8	12.5	25.0
1998	20.2	34.0	10.6	6.2	0.0	6.0	0.0	0.0	0.0	7.1	17.0	23.5	34.0
1999	15.6	14.8	18.3	9.2	0.0	0.0	1.7	0.0	7.9	6.2	7.7	14.1	18.3
2000	26.6	15.0	32.8	10.4	2.0	1.8	5.3	5.3	15.5	11.1	11.0	15.3	32.8
2001	24.5	27.2	28.5	31.7	8.2	0.0	7.4	8.9	4.8	31.8	15.3	18.9	31.8
2002	13.6	20.0	21.0	11.4	6.7	7.0	5.0	4.2	6.6	33.7	20.7	25.0	33.7
2003	17.3	26.0	34.0	9.5	4.5	9.2	2.5	8.8	2.3	4.5	5.3	18.8	34.0
2004	40.2	16.9	26.7	15.0	8.4	8.4	12.0	8.1	12.2	18.0	15.0	18.7	40.2
2005	15.0	19.0	20.6		2.8	0.0	1.5	5.6	5.5	7.7	11.5	20.0	20.6
2006	15.0	14.0	22.0	14.8	0.4	2.1	0.0	8.8	3.5	17.0	16.5	18.1	22.0
2007	19.1	13.8	12.6	9.7	5.2	0.0	3.0	1.9	2.5	14.7	8.3	11.8	19.1
2008	24.1	34.1	10.4	4.4	5.0	6.2	0.0	7.0	5.3	14.2	19.4	33.5	34.1
2009	29.2	22.2	20.0	9.1	1.2	0.0	5.1	4.0	16.7	4.5	19.2	23.4	29.2
2010	28.3	16.0	23.3	3.9	0.0	1.7	4.8	4.7	3.6	13.5	7.7	24.9	28.3
2011	27.7	36.8	18.5	12.0	5.0	2.5	5.6	1.2	9.8	10.6	8.7	32.8	36.8
2012	18.2	26.0	10.0	5.5	10.2	4.1	2.3	3.0	7.2	9.6	19.6	31.6	31.6
2013	28.5	25.8	23.1	11.0	3.1	0.9	9.6	13.9	4.8	19.2	15.4	30.0	30.0
PROM	22.4	21.6	19.4	11.2	4.2	3.8	3.0	5.4	6.1	12.8	14.2	20.6	29.3
MAX	40.2	42.1	34.0	31.7	10.2	20.3	13.0	28.1	16.7	33.7	20.7	33.5	42.1
MIN	11.6	12.6	9.4	3.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	4.4	5.3	11.0	18.3

Fuente: Senamhi

REGISTRO HISTORICO PRECIPITACION MAXIMA EN 24 HORAS - CHACLLABAMBA

ESTACION: CHACLLABAMBA

LATITUD: 13° 6' 0" S

DEPARTAMENTO: CUSCO

PARAMETRO: PRECIPITACION MAXIMA EN 24 HORAS (mm)

LONGITUD: 71° 43' 0" O

PROVINCIA: PAUCARTAMBO

ALTITUD: 3092 msnm

DISTRITO: CHACLLABAMBA

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	MÁXIMA
2003	48.4	34.1	26.0	50.2	32.1	11.8	8.9	8.2	8.4	20.5	12.7		50.2
2004	28.0	39.6	26.4	16.9	8.5	6.0	12.8	16.5	13.3	21.4	27.1	90.4	90.4
2005	18.9	38.3	25.2	42.7	13.8	0.0	5.0	10.9	26.3	11.6	25.5	30.0	42.7
2006	34.2	58.2	26.0	28.3	3.6	10.0	3.5	13.0	27.9	34.6	44.2	29.7	58.2
2007	24.0	24.3	37.8					8.0	8.9	15.1	39.0	41.7	41.7
2008	29.7	33.7	30.0		8.9	25.0	23.0	11.2	7.8	18.0	34.4	24.6	34.4
2009	24.6	23.3	20.4	28.0	10.8	0.0	3.6	3.1	7.0	9.0	43.0	20.3	43.0
2010	27.1	34.6	31.3	17.5	10.1	12.4	6.2	3.1	11.9	21.5	21.5	60.0	60.0
2011	80.0	43.7	24.3	42.4	10.0	8.8	10.1	14.7	25.8	12.8	27.7	16.9	80.0
2012	29.0	56.6	26.5	25.1	4.0	6.3	12.9	16.2	19.3	10.7	27.4	24.8	56.6
2013	26.3	34.7	47.5	26.5	27.2	6.8	3.0	31.0	14.1	28.4	21.8	101.8	101.8
PROM	33.7	38.3	29.2	30.8	12.9	8.7	8.9	12.4	15.5	18.5	29.5	44.0	59.9
MAX	80.0	58.2	47.5	50.2	32.1	25.0	23.0	31.0	27.9	34.6	44.2	101.8	101.8
MIN	18.9	23.3	20.4	16.9	3.6	0.0	3.0	3.1	7.0	9.0	12.7	16.9	34.4

Fuente: Senamhi

REGISTRO HISTORICO PRECIPITACION MAXIMA EN 24 HORAS - CHALLABAMBA

ESTACION: CHALLABAMBA

LATITUD: 13° 13' 03" S

DEPARTAMENTO: CUSCO

PARAMETRO: PRECIPITACION MAXIMA EN 24 HORAS (mm)

LONGITUD: 71° 38' 50" O

PROVINCIA: PAUCARTAMBO

ALTITUD: 2808 msnm

DISTRITO: CHALLABAMBA

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	MÁXIMA
2000	47.6	43.4	24.1	13.3	7.3	7.5	1.2	8.1	6.4	19.9	9.0	40.3	47.6
2001	35.9	29.9	35.0	43.1	15.2	5.5	18.0	15.8	3.6	17.2	25.9	17.5	43.1
2002	36.8	23.7	31.6	25.9	5.8	11.3	21.9	9.0	15.3	22.6	20.6	36.1	36.8
2003	26.4	20.0	26.3	45.3	26.2	2.3	6.5	8.0	6.2	13.6	13.8	17.2	45.3
2004	29.0	15.0	16.8		1.9	9.2	12.8	10.8	7.9	29.4	8.4	10.7	29.4
2005	4.6	43.9	27.4	23.8	5.8	0.2	3.0	8.2	16.9	2.7	12.2	11.8	43.9
2006	53.8	29.0	21.6	27.0	4.4	3.0	0.0	8.0	24.8	36.5	37.7	27.5	53.8
2007	19.8	25.6	30.9	42.4	12.2	2.4	8.8	8.7			18.6	36.1	42.4
2008	30.2	21.6	19.2	7.2	5.9	12.8	13.6	0.0	7.8	28.3	21.2	26.9	30.2
2009	21.2	25.4	25.8	18.8	8.2	0.0	4.2	6.3	3.5	3.2	38.4	19.2	38.4
2010	28.3	23.4	42.7	17.6	4.1	8.9	4.8	3.2	10.2	17.5	8.9	7.6	42.7
2011	18.8	32.5	22.1	48.4	5.2	17.8	10.9	4.0	10.2	11.8	12.7	26.8	48.4
2012	17.8	36.4	42.8	11.2	4.8	3.4	1.8	0.0	8.1	12.4	12.5	41.4	42.8
2013	23.3	16.3	23.5	10.2	17.8	7.2	2.8	9.4	4.2	19.8	13.6	86.5	86.5
PROM	28.1	27.6	27.8	25.7	8.9	6.5	7.9	7.1	9.6	18.1	18.1	29.0	45.1
MAX	53.8	43.9	42.8	48.4	26.2	17.8	21.9	15.8	24.8	36.5	38.4	86.5	86.5
MIN	4.6	15.0	16.8	7.2	1.9	0.0	0.0	0.0	3.5	2.7	8.4	7.6	29.4

Fuente: Senamhi

REGISTRO HISTORICO PRECIPITACION MAXIMA EN 24 HORAS- CIRIALO

ESTACION: CIRIALO

LATITUD: 12° 43'01" S

DEPARTAMENTO: CUSCO

PARAMETRO:PRECIPITACION MAXIMA EN 24 HORAS (mm)

LONGITUD: 73°11' 01"O

PROVINCIA: LA CONVENCION

ALTITUD: 1150 msnm

DISTRITO: ECHARATE

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	MÁXIMA
1964	55.0	117.0	50.0				2.0	2.0	3.0	3.0	7.0	6.0	117.0
1965			10.0		20.0	20.0	0.0	4.0	25.0	20.0	17.2	15.0	25.0
1966										29.2	35.4	24.0	35.4
1967	35.0	40.0		32.0	32.0	1.5	0.0	30.0	25.0	56.0	18.0	49.2	56.0
1968	52.0	37.0	41.0	34.0	0.0	0.0	15.0	28.4	24.0	20.0	42.0	83.0	83.0
1969	34.0	38.0	45.0	4.0	18.0	31.0	10.0	0.9	24.0	29.0	49.0	51.0	51.0
1970	51.0	46.0	60.0	32.0	18.0	28.4	14.0	0.8	1.8	31.4	31.0	55.5	60.0
1971	42.0	34.7	28.2	49.2	23.2	10.2	0.0	48.2	12.4	21.0	39.0	49.0	49.2
1972	31.0	52.0	50.0	26.0	18.0	2.5	0.0	31.0	0.0	25.2	57.0	85.2	85.2
1973	62.4	67.2	63.4	23.2	68.4	12.0	32.2	22.4	49.2	18.2	52.0	62.0	68.4
1974	68.0	58.2	38.2	58.4	0.0	0.0	0.0	2.5	0.0	24.2	24.2	29.4	68.0
1975	56.2	81.2	30.2	67.2	18.2	13.2	35.2	0.0	85.4	80.2	36.4	42.2	85.4
1976	72.4	20.2	38.2	32.2	10.0	0.0	11.2	0.8	24.2	0.0	0.0	59.0	72.4
1977	51.2	61.6	32.2	29.4	0.0	0.0	0.0	10.5	20.4	38.2	78.2	36.2	78.2
PROM	50.9	54.4	40.5	35.2	18.8	9.9	9.2	14.0	22.6	28.3	34.7	46.2	66.7
MAX	72.4	117.0	63.4	67.2	68.4	31.0	35.2	48.2	85.4	80.2	78.2	85.2	117.0
MIN	31.0	20.2	10.0	4.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	6.0	25.0

Fuente: Senamhi

REGISTRO HISTORICO PRECIPITACION MAXIMA EN 24 HORAS - GRANJA K'AYRA

ESTACION: GRANJA K'AYRA

LATITUD: 13° 33' 24" S

DEPARTAMENTO: CUSCO

PARAMETRO: PRECIPITACION MAXIMA EN 24 HORAS (mm)

LONGITUD: 71° 52' 30" O

PROVINCIA: CUSCO

ALTITUD: 3219 msnm

DISTRITO: SAN JERONIMO

ANO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	MAXIMA
1983	17.4	21.4	13.1	7.5	2.8	2.6	0.5	0.5	4.4	8.2	10.5	20.7	21.4
1984	36.5	19.4	14.3	25.9	0.0	0.9	1.0	7.0	2.1	18.6	9.6	31.4	36.5
1985	18.1	31.2	24.6	5.0	6.2	4.8	0.9	0.0	13.0	13.1	13.6	20.1	31.2
1986	12.5	26.2	14.5	20.8	2.8	0.0	1.8	2.6	3.4	8.0	18.0	27.5	27.5
1987	42.1	11.2	19.9	4.4	1.0	0.8	4.6	0.0	4.1	4.9	18.0	20.4	42.1
1988	28.4	14.3	35.2	23.8	1.8	0.0	0.0	0.0	7.7	20.2	18.4	25.2	35.2
1989	21.2	41.9	15.5	16.3	3.6	6.1	0.0	3.8	16.0	11.5	14.0	24.1	41.9
1990	26.5	20.3	11.3	8.9	3.6	9.3	0.0	3.6	5.3	14.0	14.5	19.5	26.5
1991	25.5	37.6	37.1	14.2	4.8	2.7	1.5	0.0	12.8	13.4	17.5	25.2	37.6
1992	13.9	18.8	21.2	6.8	0.0	19.1	0.0	14.0	5.2	16.2	22.6	15.4	22.6
1993	48.5	17.4	24.2	2.9	0.9	0.0	1.5	5.3	6.9	14.6	15.6	44.1	48.5
1994	39.6	30.0	20.4	12.3	8.6	0.0	0.0	0.0	10.5	17.4	7.1	28.3	39.6
1995	23.2	18.5	14.3	6.8	0.0	0.0	0.4	1.2	19.8	8.3	34.6	20.7	34.6
1996	24.6	17.3	31.3	7.4	6.0	0.0	0.0	3.0	8.3				31.3
1997	20.1	18.2	24.9	9.5	4.1	0.0	0.0	3.5	5.1	12.9	47.0	30.0	47.0
1998	35.9	23.1	4.9	11.7	1.0	1.9		1.5	3.3	11.1	18.9	14.1	35.9
1999	12.7	14.9	17.0	13.6	1.3	3.2	1.0	0.0	10.9	7.2	19.3	16.4	19.3
2000	25.5	24.9	22.6	5.7	0.8	4.5	1.5	2.4	4.9	9.5	17.3	11.4	25.5
2001	15.6	31.0	21.4	10.6	4.3	0.0	9.9	3.6	5.4	15.9	23.1	11.6	31.0
2002	21.2	25.1	13.5	8.1	5.7	1.0	6.9	2.4	2.6	15.2	26.7	23.5	26.7
2003	24.6	24.0	18.0	39.1	1.0	6.4	0.0	10.8	1.7	10.2	7.0	23.4	39.1
2004	24.5	30.8	12.6	6.4	1.4	12.6	8.0	4.9	7.3	14.7	11.0	25.2	30.8
2005	23.0		27.8	23.2	2.0	0.4	1.2	2.2	2.1	13.6	11.7	17.2	27.8
2006	37.3	51.6	26.4	30.2	0.2	4.0	0.0	5.4	4.1	15.0	12.6	15.3	51.6
2007	26.7	13.7	19.7	32.9	3.4	0.0	3.0	0.0	1.0	14.9	18.9	16.9	32.9
2008	25.6	27.9	11.2	5.6	2.8	1.0	0.0	2.0	8.3	11.2	24.5	16.4	27.9
2009	27.8	17.8	23.6	5.9	2.5	0.0	1.8	0.4	7.6	2.2	24.1	11.9	27.8
2010	41.2	25.7	25.7	5.1	1.3	0.0	1.4	2.6	3.0	18.6	10.9	35.9	41.2
2011	22.6	22.0	25.0	15.6	1.7	3.2	3.0	0.0	9.6	18.9	29.8	14.6	29.8
2012	14.8	39.5	8.1	28.4	3.4	1.2	0.0	0.1	10.3	9.2	30.7	24.3	39.5
2013	20.5	21.1	18.7	4.5	14.6	3.0	1.0	6.2	2.7	17.9	13.7	27.2	27.2
PROM	25.7	24.6	19.9	13.5	3.0	2.9	1.7	2.9	6.8	12.9	18.7	21.9	33.5
MAX	48.5	51.6	37.1	39.1	14.6	19.1	9.9	14.0	19.8	20.2	47.0	44.1	51.6
MIN	12.5	11.2	4.9	2.9	0.0	0.0	0.0	0.0	1.0	2.2	7.0	11.4	19.3

Fuente: Senamhi

REGISTRO HISTORICO PRECIPITACION MAXIMA EN 24 HORAS - MACHU PICCHU

ESTACION: MACHU PICCHU

LATITUD: 13° 10' 01" S

DEPARTAMENTO: CUSCO

PARAMETRO: PRECIPITACION MAXIMA EN 24 HORAS (mm)

LONGITUD: 72° 32' 45" O

PROVINCIA: URUBAMBA

ALTITUD: 2459 msnm

DISTRITO: MACHU PICCHU

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	MÁXIMA
1999	39.4	57.6	27.8	30.3	49.7	9.4	23.8	12.8	22.1	44.3	36.7	37.8	57.6
2000	48.0	27.9	43.3	25.1	28.0	32.6	9.2	36.2	38.1	31.0	30.5	34.3	48.0
2001	57.4	33.6	50.3	13.6	26.4	41.1	15.8	11.4	13.0	26.1	25.3	41.2	57.4
2002	33.2	72.6	72.9	30.4	8.4	22.6	25.9	12.5	17.1	38.5	22.0	46.8	72.9
2003	68.5	54.9	55.1	34.1	19.1	22.2	12.9	17.2	22.0	24.2	22.4	30.1	68.5
2004	38.1	43.9	28.0	30.6	18.0	11.5	31.6	20.4	22.2	22.6	20.4	22.8	43.9
2005	30.1	44.4	33.4	64.2	22.8	1.0	11.6	8.0	35.8	32.0	21.9	46.7	64.2
2006	46.6	23.4	48.1	31.5	15.6	36.1	14.4	20.9	14.9	34.6	33.9	43.8	48.1
2007	57.8	41.4	46.6	69.2	38.0	6.8	29.0	10.2	27.2	19.7	43.7	29.4	69.2
2008	51.5	24.7	40.0	20.9	17.8	6.6	4.9	27.6	4.6	33.6	46.5	36.7	51.5
2009	45.5	34.4	41.6	29.9	20.4	8.0	13.6	6.3	12.8	16.4	35.5	57.5	57.5
2010	35.0	40.5	45.0	33.5	12.6	25.5	8.0	20.2	15.7	28.0	23.6	47.1	47.1
2011	41.0	43.2	33.5	42.3	22.5	39.8	22.6	23.2	14.7	37.1	48.0	50.2	50.2
2012	50.6	36.3	49.8	41.6	33.3	19.3	35.8	18.2	24.4	29.0	29.7	45.0	50.6
2013	39.1	39.8	36.5	8.5	28.0	26.3	12.9	22.5	16.9	20.1	29.3	48.0	48.0
PROM	45.5	41.2	43.5	33.7	24.0	20.6	18.1	17.8	20.1	29.1	31.3	41.2	55.6
MAX	68.5	72.6	72.9	69.2	49.7	41.1	35.8	36.2	38.1	44.3	48.0	57.5	72.9
MIN	30.1	23.4	27.8	8.5	8.4	1.0	4.9	6.3	4.6	16.4	20.4	22.8	43.9

Fuente: Senamhi

REGISTRO HISTORICO PROCESADO DE LA PRECIPITACION MAXIMA EN 24 HORAS-MALVINAS

ESTACION: MALVINAS

LATITUD: 11° 50' 39" S

DEPARTAMENTO: CUSCO

PARAMETRO: PRECIPITACION MAXIMA EN 24 HORAS (mm)

LONGITUD: 72° 56' 37" O

PROVINCIA: LA CONVENCION

ALTITUD: 382 msnm

DISTRITO: ECHARATE

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	MÁXIMA
2010	28.4	S/D	S/D	2.4	S/D	18.0	45.4	3.2	46.0	71.0	86.6	95.6	95.6
2011	66.2	80.2	154.8	74.2	8.4	10.6	5.6	40.0	63.2	5.2	0.4	52.8	154.8
2012	234.0	73.0	19.6	43.4	48.4	3.4	S/D	S/D	S/D	S/D	0.6	99.2	234.0
2013	48.8	47.6	0.4	4.2	4.0	0.8	S/D	0.6	0.4	1.2	S/D	S/D	48.8
2014	S/D	S/D	S/D	S/D	119.8	17.0	0.2	S/D	4.0	0.8	50.4	S/D	119.8
PROM	94.4	66.9	58.3	31.1	45.2	10.0	17.1	14.6	28.4	19.6	34.5	82.5	130.6
MAX	234.0	80.2	154.8	74.2	119.8	18.0	45.4	40.0	63.2	71.0	86.6	99.2	234.0
MIN	28.4	47.6	0.4	2.4	4.0	0.8	0.2	0.6	0.4	0.8	0.4	52.8	48.8

Fuente: Senamhi

REGISTRO HISTORICO PRECIPITACION MAXIMA EN 24 HORAS - PISAC

ESTACION: PISAC

LATITUD: 13° 24' 58" S

DEPARTAMENTO: CUSCO

PARAMETRO: PRECIPITACION MAXIMA EN 24 HORAS (mm)

LONGITUD: 71° 50' 49" O

PROVINCIA: CALCA

ALTITUD: 3147 msnm

DISTRITO: PISAC

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	MÁXIMA
1983	3.1	8.2		8.2	0.0	2.0	4.6	3.0	5.0	6.2	11.0	9.2	11.0
1984													
1985	15.1	26.4	17.5	13.0	4.2	0.0	0.0	4.1	10.3	16.3	25.0	6.2	26.4
1986	7.4	12.2	12.7	11.6	4.2	0.0	2.1	2.1	2.0	2.1	4.2	4.3	12.7
1987	25.7	10.2	14.0	4.1	0.0	6.2	6.0	0.0	0.0	4.0		9.2	25.7
1988	12.9	18.8	27.9	10.7	2.0	0.0	0.0	0.0	2.3	5.0	6.0	16.6	27.9
1989	12.4	45.0	19.2	9.4	5.0	0.0	2.0	4.1	4.2	7.1	8.2	6.4	45.0
1990	9.4	24.0	5.2	14.6	4.2	13.2	0.0	3.0	6.4	6.2	16.0	23.4	24.0
1991	15.0	12.0	13.4	14.2	4.3	6.0	0.0	2.0	2.0	10.0	12.2	13.0	15.0
1992	21.0	9.2	9.4	9.0	0.0	22.0		8.2	4.0	14.0	23.5	12.8	23.5
1993	20.4	14.2	5.2	8.0	4.0	4.2	8.2	5.2	2.0	6.0	15.2	18.4	20.4
1994	25.0	17.4	17.4	8.2	5.3	0.0	0.0	0.0	6.4	24.0	6.0	28.4	28.4
1995	20.5	14.0	10.0	4.0	4.2	0.0	0.0	0.0	7.0	17.0	7.2	17.0	20.5
1996	20.0	16.3	13.4	16.3	4.1	0.0	0.0	6.2		19.2	31.5		31.5
1997			13.0	1.3	2.6	0.0	0.0	10.1	7.0	4.2	21.6	17.4	21.6
1998	24.4	17.0	10.0	6.1	2.2	2.1	0.0	0.5	13.5	13.7	17.7	11.0	24.4
1999	12.4	27.7	9.5	9.2	4.9		2.1	0.0	5.5	7.5	10.1	17.1	27.7
2000	36.6	18.0	12.5	1.8	2.9	2.0	0.0	1.0	2.9	9.1	6.9	13.5	36.6
2001	26.2	23.1	18.4	11.2	5.7	0.0	12.8	2.8	2.8	21.8	14.6	17.7	26.2
2002	17.0	25.0	21.5	11.6	4.2	3.1	20.6	2.9	4.1	7.6	25.8	27.5	27.5
2003	18.1	15.7	19.5	6.5	1.5	6.8	0.0	12.6	3.5	10.9	5.6	28.8	28.8
2004	23.7	19.6	17.2	4.8	1.2	6.4	7.2	5.9	10.2	20.3	14.2	25.2	25.2
2005	23.0	11.0	18.0	13.5	0.0	0.0	1.5	2.0	1.7	3.8	14.1	9.2	23.0
2006	21.5	17.8	20.0	13.0	0.0	30.0	0.0	5.4	2.5	9.8	11.3	29.0	30.0
2007	20.9	13.2	28.1	15.5	3.4	0.0	1.4	0.0	2.9	10.3	19.7	20.6	28.1
2008	22.6	38.7	17.6	2.8	3.3	2.8	0.3	2.0	3.8	12.2	25.9	30.4	38.7
2009	26.8	19.8	21.3	8.6	0.2	0.0	1.0	0.4	14.9	3.0	38.3	21.0	38.3
2010	30.6	26.4	20.6	2.5	5.0	1.1	1.4	5.2	1.0	14.4	10.8	39.2	39.2
2011	24.3	33.6	24.8	7.8	5.3	6.0	4.9	0.4	7.3	7.4	19.3	17.2	33.6
PROM	19.9	19.8	16.2	8.8	3.0	4.2	2.8	3.2	5.0	10.5	15.6	18.1	27.2
MAX	36.6	45.0	28.1	16.3	5.7	30.0	20.6	12.6	14.9	24.0	38.3	39.2	45.0
MIN	3.1	8.2	5.2	1.3	0.0	0.0	0.0	0.0	2.1	4.2	4.3	4.3	11.0

Fuente: Senamhi

REGISTRO HISTORICO PRECIPITACION MAXIMA EN 24 HORAS- POMACANCHI

ESTACION: POMACANCHI

LATITUD: 14° 01' 41" S

DEPARTAMENTO: CUSCO

PARAMETRO: PRECIPITACION MAXIMA EN 24 HORAS (mm)

LONGITUD: 71° 34' 22" O

PROVINCIA: ACOMAYO

ALTITUD: 3686 msnm

DISTRITO: POMACANCHI

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	MÁXIMA
1985	16.0	26.0	8.0	15.0	20.0	5.0	0.0	3.0	20.0	15.0	43.0	30.0	43.0
1986	20.0	18.0	10.0	15.0	5.0	0.0	0.0	1.0	17.0	13.0	17.0	38.0	38.0
1987			16.0	12.5	0.0	0.5	14.0	0.0	3.0				16.0
1988													
1989													
1990													
1991													
1992	24.0	15.0	33.5					14.0	6.5	24.0	17.0	17.0	33.5
1993	24.0	22.5	26.0	11.5		2.0	3.0	4.0	5.0	42.0	14.0	28.5	42.0
1994	59.0	20.0	28.0	13.0	4.5			1.0	15.0	22.0	29.0	22.0	59.0
1995	14.5	15.5	24.0	11.5	10.5	0.0	5.5	1.5	10.5	8.0	20.0	34.0	34.0
1996	22.5	14.5	20.0	13.5	10.5	0.0	0.0	21.5	17.0	31.0	18.5	19.0	31.0
1997		20.5	29.0	6.0	5.0	0.0	5.0	6.5	5.0	26.0	24.5	27.5	29.0
1998	24.5	18.0	25.5	13.5	0.0	0.0	0.0	0.0	1.0	12.0	24.5	27.0	27.0
1999	26.8	21.6	14.8	18.0	4.2	0.0	1.6	0.0	4.1	11.1	10.5	27.6	27.6
2000	23.1	25.2	16.8	11.0	5.6	12.5	4.5	7.3	9.4	16.5	15.4	27.5	27.5
2001	33.3	26.0	37.0	9.0	6.3	3.3	9.2	4.7	7.1	20.5	14.6	39.8	39.8
2002	19.6	45.1	28.4	17.9	9.9	0.6	7.5	5.3	17.0	21.0	19.9	21.0	45.1
2003	29.5	21.1	21.2	23.7	8.0	8.7	0.0	3.6	4.1	10.7	18.4	21.3	29.5
2004	27.7	29.8	16.7	8.8	18.8	4.1	4.4	8.3	10.1	20.8	12.6	28.0	29.8
2005	14.1	28.5	27.5	23.7	2.1	0.0	0.2	3.0	2.6	15.3	19.7	15.2	28.5
2006	25.8	38.5	23.0	28.1	1.0	9.7	0.0	7.0	4.3	17.0	18.1	32.5	38.5
2007	29.5	23.1	40.1	30.3	9.9	0.0	2.5	0.0	2.2	15.3	27.3	17.5	40.1
2008	15.4	22.5	26.3	9.7	6.8	1.8	0.0	2.6	9.9	22.5	10.7	13.1	26.3
2009	16.0	18.0	21.2	8.5	2.6	0.0	4.3	0.0	4.8	7.8	32.7	19.1	32.7
2010	39.4	14.0	18.5	16.0	1.2	0.0	0.0	6.7	3.6	10.9	18.2	19.0	39.4
2011	20.6	17.8	20.0	15.9	3.2	4.7	4.5		12.5	13.6	18.2	27.6	27.6
2012	24.3	35.4	16.4	13.6	2.3	9.4	0.9	2.9	9.2	8.0	16.9	25.2	35.4
2013	19.7	24.7	17.1	13.7	5.6	1.0	0.0	8.3	13.9	13.6	24.8	31.8	31.8
PROM	24.8	23.4	22.6	15.0	6.2	2.8	2.9	4.7	8.6	17.4	20.2	25.4	34.1
MAX	59.0	45.1	40.1	30.3	20.0	12.5	14.0	21.5	20.0	42.0	43.0	39.8	59.0
MIN	14.1	14.0	8.0	6.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.0	7.8	10.5	13.1	16.0

Fuente: Senamhi

REGISTRO HISTORICO PRECIPITACION MAXIMA EN 24 HORAS- QUEBRADA YANATILE

ESTACION: QUEBRADA YANATILE

LATITUD: 12° 41' 01" S

DEPARTAMENTO: CUSCO

PARAMETRO: PRECIPITACION MAXIMA EN 24 HORAS (mm)

LONGITUD: 72° 17' 01" O

PROVINCIA: CALCA

ALTITUD: 1050 msnm

DISTRITO: YANATILE

ANO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	MAXIMA
1999				29.0	18.0	7.0	53.3	0.0		20.4	41.2	35.7	53.3
2000	20.3	34.6	29.4	23.0	11.0	14.5	12.6	8.2	21.9	10.0	30.3	38.3	38.3
2001	31.0	38.1	34.7	16.8	26.2	29.5	19.3	6.2	22.2	24.8	13.6	34.7	38.1
2002	51.6	32.5	26.0	25.8	26.5	9.8	24.0	12.0	13.6	46.5	30.0	29.7	51.6
2003	27.3	53.5	42.2	21.0	33.0	7.0	2.8	29.3	19.2	78.7	22.3	64.5	78.7
2004													
2005					2.6	0.8	2.5	23.6	27.5	13.6	26.0	36.4	36.4
2006	68.2	61.3	51.0	26.5		14.0	10.5	26.7	10.3	31.5	30.9	41.4	68.2
2007	48.0	17.5	46.2	44.2	33.2	6.5	23.5	3.1	24.0	41.6	52.0	26.0	52.0
2008	48.6	35.4	45.5	40.0	13.5	2.1	4.6	5.8	43.2	51.0	48.5	25.8	51.0
2009	22.3	49.0	43.3	31.4	8.8	7.9	9.2	16.9	18.8	72.7	36.4	57.4	72.7
2010	52.3	30.9	49.9	39.2	10.7	9.2	12.8	14.2	15.9	38.0	14.9	33.8	52.3
2011	29.7	26.0	34.2	37.2	56.6	3.2	18.2	24.5	30.8	61.4		46.6	61.4
2012	15.9	37.7	19.4	26.8	31.5	11.6	7.9	9.1	5.7	28.9	27.0	44.3	44.3
2013	53.5	29.3	38.0	24.7	6.9	8.2	14.5	20.2	16.8	52.1	38.5	51.2	53.5
PROM	39.1	37.2	38.3	29.7	21.4	9.4	15.4	14.3	20.8	40.8	31.7	40.4	53.7
MAX	68.2	61.3	51.0	44.2	56.6	29.5	53.3	29.3	43.2	78.7	52.0	64.5	78.7
MIN	15.9	17.5	19.4	16.8	2.6	0.8	2.5	0.0	5.7	10.0	13.6	25.8	36.4

Fuente: Senamhi

REGISTRO HISTORICO PRECIPITACION MAXIMA EN 24 HORAS - QUILLABAMBA

ESTACION: QUILLABAMBA

LATITUD: 12° 51' 22" S

DEPARTAMENTO: CUSCO

PARAMETRO: PRECIPITACION MAXIMA EN 24 HORAS (mm)

LONGITUD: 72° 41' 31" O

PROVINCIA: LA CONVENCIÓN

ALTITUD: 990 msnm

DISTRITO: SANTA ANA

ANO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	MAXIMA
1996	22.0	21.0	18.0	15.4	21.0	2.5	6.1	16.7	17.8	17.5	17.0	20.5	22.0
1997	30.7	40.2	20.2	17.2	11.0	16.8	3.0	29.5	20.0	32.4	32.0	20.9	40.2
1998	39.4	24.5	38.4	19.2	4.2	4.8	0.0	1.0	63.8	24.8	12.0	34.3	63.8
1999	27.5	59.0	46.4	49.5	26.5	6.4	6.6	0.0	13.7	26.5	20.5	25.9	59.0
2000	57.9	44.7	20.0	15.5	7.6	15.8	0.6	14.2	17.0	25.3	13.1	20.0	57.9
2001	44.7	44.3	30.3	14.0	10.6	2.2	15.0	9.5	11.2		33.2	16.5	44.7
2002	21.8	54.5	47.1	10.3	9.2	5.5	12.9	23.1	8.0	25.3	25.2	57.1	57.1
2003	46.2	36.0	30.0	24.6	5.6	3.4	5.0	27.5	22.3	20.4	22.3	27.0	46.2
2004	21.2	31.0	21.8		18.4	6.6	38.1	14.5	14.0	19.2	28.9	20.0	38.1
2005	29.4	28.3	28.2	26.2	24.6	6.9	20.3	5.2	15.7	18.5	8.1	40.6	40.6
2006	49.0	23.4	43.6	39.2	4.2	8.2	4.5	14.8	5.9	18.8	25.9	26.9	49.0
2007	52.6	18.9	20.3	31.5	17.3	10.2	7.1		5.5	38.0	32.3	19.7	52.6
2008	53.1	22.8	15.6	34.0	7.9	0.6	10.8	19.2	18.5	24.2	16.2	27.8	53.1
2009	26.2	38.2	28.0	9.8	6.5	2.3	7.8	4.0	5.0	33.2	54.0	25.2	54.0
2010	18.4	83.8	36.8	26.8	7.6	9.4	9.0	13.4	22.2	54.6	25.4	26.6	83.8
2011	24.2	34.6	30.4	28.0	15.2	12.0	12.4	26.8	7.8	49.0	34.0	31.0	49.0
2012	30.4	38.2	21.4	26.8	10.4	18.6	10.2	16.2		12.4	12.4	38.8	38.8
2013	20.6	34.6	30.2	38.0	7.6	10.0	4.4	34.0	26.4	31.4	31.2	34.2	38.0
PROM	34.2	37.7	29.3	25.1	12.0	7.9	9.7	15.9	17.3	27.7	24.7	28.5	49.3
MAX	57.9	83.8	47.1	49.5	26.5	18.6	38.1	34.0	63.8	54.6	54.0	57.1	83.8
MIN	18.4	18.9	15.6	9.8	4.2	0.6	0.0	0.0	5.0	12.4	8.1	16.5	22.0

Fuente: Senamhi

REGISTRO HISTORICO PRECIPITACION MAXIMA EN 24 HORAS- SICUANI

ESTACION: SICUANI

LATITUD: 14° 15' 13" S

DEPARTAMENTO: CUSCO

PARAMETRO: PRECIPITACION MAXIMA EN 24 HORAS (mm)

LONGITUD: 71° 14' 14" O

PROVINCIA: CANCHIS

ALTITUD: 3574 msnm

DISTRITO: SICUANI

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	MÁXIMA
1964	29.0	16.5	33.0	22.0	17.0	0.0	2.5	3.2	8.5	10.5	15.2	8.2	33.0
1965	7.3	20.3	20.5	15.2	1.1	0.0	1.5	2.8	15.0	23.0	12.0	24.0	24.0
1966	13.0	29.1	16.2	3.0	15.4	0.0	0.0	1.6	9.3	31.5	19.0	22.0	31.5
1967	14.0	28.3	22.2	10.0	3.2	1.4	9.0	10.0	11.0	11.0	9.0	29.8	29.8
1968	10.4	17.0	43.7	17.0	0.0	0.0	8.0	15.5	10.0	11.3	34.0	11.2	43.7
1969	20.1	14.4	17.8	13.8	3.6	1.8	8.0	1.6	10.0	18.0	14.2	17.9	20.1
1970	31.0	16.5	17.9	14.1	4.1	0.0	0.0	0.0	11.1	11.8	17.5	25.0	31.0
1971	25.2	29.9	24.8	31.8	4.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.5	9.8	31.8
1972	19.2	14.2	15.6	24.7	3.1	0.0	11.0	15.5	0.0	4.1	10.3	14.8	24.7
1973	26.8	22.2	19.9	18.4	3.1	0.0	1.6	7.3	4.1	10.9	9.3	18.6	26.8
1974	20.4	32.5	17.2	9.5	0.8	4.3	0.0	4.9	19.2	3.6	8.5		32.5
1975	22.8	16.4	20.8	7.5	6.2	0.4	0.0	5.2	12.3	5.3	15.2	25.4	25.4
1976	22.6	9.8	19.8	8.1	8.8	4.1	3.7	7.5	6.1	7.8	10.7	16.5	22.6
1977	22.2	24.8	19.2	10.4	3.2	0.0	0.8	0.0	10.1	10.2	12.0	19.8	24.8
1978	24.5	17.8	42.8	18.8	0.0	0.0	0.0	0.0	16.7	12.0	20.4	11.9	42.8
1979	20.6	28.7	10.8	18.2	2.6	0.0	0.9	10.2	15.4	0.8	4.9	18.0	28.7
1980	26.8	18.2	12.6	0.0	11.0	15.2	10.6	18.8	1.6	34.8	37.2	16.0	37.2
1981	28.6	35.5	31.6	0.8	0.0	6.9	0.0	18.4	0.0	6.0	8.6	11.2	35.5
1982	23.8	10.9	20.2	0.0	0.0	0.0	0.9	0.0	10.6	21.3	11.2	7.9	23.8
1983	29.9	0.0	9.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	6.9	1.0	0.0	46.2	46.2
1984													
1985													
1986													
1987													
1988													
1989													
1990													
1991													
1992													
1993	27.7	17.5	29.5	12.7	0.0	1.2	1.5	4.8	11.5	20.2	30.4	21.5	30.4
1994	23.1	19.3	20.0	20.0	10.0	0.3	0.0	1.2	4.1	17.9	15.4	24.5	24.5
1995	18.8	16.6	14.0	17.5	3.1	1.2	1.6	0.0	6.5	8.0	23.4	27.0	27.0
1996	12.7	17.9	40.6	14.3	7.3	0.0	0.0	7.4	10.6	15.0	11.6	16.8	40.6
1997	20.6	40.5	28.0	16.1	2.0	0.0	5.2	6.5	5.8	7.7	17.5	14.5	40.5
1998	24.2	28.1	10.2	6.3	0.0	0.0	0.0	4.2	1.7	26.3	10.0	28.8	28.8
1999	16.4	18.2	10.8	18.8	13.9	3.2	0.3	0.0	16.5	6.0	10.6	24.8	24.8
2000	17.2	22.5	22.3	6.2	4.0	6.0	4.4	1.3	8.3	25.8	8.9	15.3	25.8
2001	35.4	18.6	31.6	16.5	10.2	1.2	5.7	4.4	14.8	17.1	14.5	36.0	36.0
2002	32.5	27.7	17.2	34.6	16.0	0.0	6.0	3.2	8.2	15.2	16.5	23.1	34.6
2003	26.0	12.3	24.8	15.0	6.6	6.6	0.0	6.1	1.2	9.7	9.5	30.4	30.4
2004	16.1	34.1	18.5	14.4	2.9	2.7	2.8	5.6	12.0	7.7	14.0	15.6	34.1
2005	12.8	44.4	23.5	9.1	4.5	0.0	1.6	0.0	6.2	11.1	18.1	15.0	44.4
2006	18.3	23.5	12.1	29.8	3.3	5.3	0.0	8.0	8.3	8.2	19.0	25.2	29.8
2007	24.5	12.5	28.8	8.4	1.9	0.0	6.8	0.0	12.5	12.6	20.2	18.6	28.8
PROM	21.8	21.6	22.0	13.8	5.0	1.8	2.7	5.0	8.7	12.7	14.6	20.3	31.3
MAX	35.4	44.4	43.7	34.6	17.0	15.2	11.0	18.8	19.2	34.8	37.2	46.2	46.2
MIN	7.3	0.0	9.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	7.9	20.1

Fuente: Senamhi

REGISTRO HISTORICO PRECIPITACION MAXIMA EN 24 HORAS- URCOS

ESTACION: URCOS

LATITUD: 13° 42' 01" S

DEPARTAMENTO: CUSCO

PARAMETRO: PRECIPITACION MAXIMA EN 24 HORAS (mm)

LONGITUD: 71° 38' 01" O

PROVINCIA: QUISPICANCHI

ALTITUD: 3666 msnm

DISTRITO: URCOS

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	MÁXIMA
1964	16.0	15.0	25.0	20.0	0.0	0.0	0.0	0.0	23.0	9.0	25.0	25.0	25.0
1965	4.0	25.0	15.0	8.0	0.0	0.0	3.0	0.0	11.0	14.0	24.0	18.0	25.0
1966	14.2	35.0	10.0	5.0	13.0	0.0	1.8	3.2	30.0	8.0	16.0	13.0	35.0
1967	8.0	20.0	19.0	15.0	6.0	0.0	5.0	12.0	5.0	14.0	15.0	13.0	20.0
1968	27.0	22.0	18.0	17.0	0.0	0.0	15.0	5.0	5.0	18.0	23.0	27.0	27.0
1969	25.0	18.0	14.0	7.0	0.0	8.0	8.0	1.0	12.0	8.0	11.0	24.0	25.0
1970	24.0	10.0	27.0	10.0	5.0	6.0	3.0	1.0	15.0	9.0	24.0	30.0	30.0
1971	20.0	24.0	19.0	20.0	1.0	0.0	3.0	1.0	3.0	8.0	11.0	13.0	24.0
1972	24.0	14.0	11.0	5.0	5.0	1.0	5.0	8.0	3.0	4.0	10.0	18.0	24.0
1973	20.0	17.0	28.0	25.0	6.0	2.0	5.0	3.0	7.0	18.0	10.0	13.0	28.0
1974	19.0	21.0	23.0	11.0	1.0	5.0	1.0	14.0	10.0	9.0	8.0	14.0	23.0
1975	20.0	37.0	20.0	10.0	6.0	6.0	0.0	6.0	7.0	18.0	18.0	20.0	37.0
1976	15.0	21.0	14.0	11.0	5.0	5.0	2.0	0.0	6.0	4.0	4.0	6.0	21.0
1977	21.0	21.0	10.0	13.0	0.0	0.0	0.0	0.0	13.0	11.0	16.0	20.0	21.0
1978	14.0	10.0	15.0	21.0	5.0	0.0	0.0	0.0	3.0	10.0	13.0	19.0	21.0
1979	14.0	17.0	19.0	8.0	1.0	0.0	0.0	0.0	6.0	0.0	11.0	23.0	23.0
1980	15.0	25.0	13.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	4.0	3.0	0.0	25.0
PROM	17.7	20.7	17.6	12.1	3.2	1.9	3.0	3.2	9.4	9.8	14.2	17.4	25.5
MAX	27.0	37.0	28.0	25.0	13.0	8.0	15.0	14.0	30.0	18.0	25.0	30.0	37.0
MIN	4.0	10.0	10.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	3.0	0.0	20.0

Fuente: Senamhi

REGISTRO HISTORICO PRECIPITACION MAXIMA EN 24 HORAS - URUBAMBA

ESTACION: URUBAMBA

LATITUD: 13° 18' 12.92" S

DEPARTAMENTO: CUSCO

PARAMETRO: PRECIPITACION MAXIMA EN 24 HORAS (mm)

LONGITUD: 72° 7' 30.87" O

PROVINCIA: URUBAMBA

ALTITUD: 3071 msnm

DISTRITO: URUBAMBA

ANO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	MAXIMA
1984	6.0	13.2	10.3	20.4	0.0	2.8	0.0	9.4	4.2	19.7			20.4
1985						4.2	2.1	2.8	4.8	4.9	12.2	21.0	21.0
1986	11.0	14.0	7.5	17.5	6.5	0.0	0.0	4.0	1.5	7.5	16.0	15.0	17.5
1987	20.0	16.0	17.5	0.5	3.0	6.5	8.5	0.0	7.5	8.0	11.0	16.0	20.0
1988	17.0	12.5	23.5	11.0	2.0	0.0	0.0	0.0	13.5	11.0	11.5	31.5	31.5
1989	15.0	27.5	15.5	12.5	6.0	4.5	0.5	0.0	15.0	13.5	12.5	18.0	27.5
1990	14.0	23.5	6.0	13.5	2.0	16.0	0.0	8.5	3.5	13.0	7.5	10.5	23.5
1991	15.0	31.0	23.0	22.5	0.5	5.5	0.0	8.5	8.5	9.0	22.5	22.0	31.0
1992	19.5	17.0	17.0	5.0	0.0	32.5	0.0	18.0	1.5	7.0	14.5	6.5	32.5
1993	16.0	14.5	9.5	12.5	1.0	0.0	2.0	15.0	2.0	9.0	13.5	29.0	29.0
1994	28.0	15.5	14.0	8.0	0.5				17.0	19.5	9.0	24.5	28.0
1995	18.2	9.6	11.1	7.9	0.8	1.0	0.2	0.0	12.5	9.0	15.1	18.0	18.2
1996	12.2	16.2	13.0	13.7	7.5	0.4	0.1	4.2	2.2	9.1	14.1	22.0	22.0
1997	13.0	24.2	16.7	3.8	1.8		0.0	4.0	4.3	4.8	17.5	18.1	24.2
1998	14.7	13.4	9.6	5.9	2.4	0.7	0.0	0.4	1.6	7.0	9.0	9.8	14.7
1999	28.1	21.5	14.6	10.4	15.6	0.8	0.1	0.0	11.7	11.2	13.4	23.8	28.1
2000	30.0	9.8	21.5	2.5	5.0	6.6	0.4	0.1	14.8	22.2	12.1	13.2	30.0
2001	17.8	15.0	15.1	4.0	4.7	0.0	9.5	3.9	5.2	35.5	13.7	11.0	35.5
2002	23.4	16.0	9.9	27.6	5.5	2.5	19.0	1.2	1.2	14.9	16.8	23.5	27.6
2003	20.0	21.4	22.4	8.8	3.3	8.4	0.9	9.2	0.8	14.9	18.2	16.2	22.4
2004	11.4	16.1	15.1	4.5	0.7	13.1	12.4	5.1	2.3	17.4	7.9	18.4	18.4
2005	14.5	19.5	12.8	12.5		0.0	1.5	0.6	8.3	3.8	14.3	17.7	19.5
2006	28.5	24.2	19.0	13.6	0.0	1.0	0.0	2.5	5.6	11.2	20.7	14.4	28.5
2007	12.3	20.5	17.1	18.0	3.0	0.0	1.2	0.1	0.0	15.9	16.2	18.6	20.5
2008	21.0	14.6	13.7	2.5	4.2	1.5	0.6	2.8	1.2	8.3	24.6	22.5	24.6
2009	29.8	28.3	13.9	3.0	6.0	0.1	0.8	1.1	6.2	1.9	25.6	8.2	29.8
2010	19.8	19.5	26.1	3.6	0.8	0.0	2.4	5.7	1.8	10.1	4.9	24.7	26.1
2011	21.0	21.1	18.9	11.6	6.0	15.3	13.0	2.5	11.1	16.3	7.6	15.7	21.1
2012	10.0	20.3	9.9	7.0	0.2	0.2	1.6	0.3	7.5	2.8	16.6	21.6	21.6
2013	33.4	23.1	14.0	1.2	0.9		0.0	8.4	1.7	25.5	24.9	24.5	33.4
PROM	18.6	18.6	15.1	9.8	3.2	4.6	2.6	3.9	6.0	12.1	14.6	18.5	24.9
MAX	33.4	31.0	26.1	27.6	15.6	32.5	19.0	18.0	17.0	35.5	25.6	31.5	35.5
MIN	6.0	9.6	6.0	0.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.9	4.9	6.5	14.7

Fuente: Senamhi

REGISTRO HISTORICO PRECIPITACION MAXIMA EN 24 HORAS - ACOMAYO

ESTACION: ACOMAYO

LATITUD: 13° 55' 01" S

DEPARTAMENTO: CUSCO

PARAMETRO: PRECIPITACION MAXIMA EN 24 HORAS (mm)

LONGITUD: 71° 41' 01" O

PROVINCIA: ACOMAYO

ALTITUD: 3227 msnm

DISTRITO: ACOMAYO

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	PPMax
1964	10.4	16.4	19.4	9.5	3.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	21.5	21.0	21.5
1965	18.0	20.0	36.0	17.2	2.4	0.0	0.0	0.0	14.0	16.0	12.0	20.9	36.0
1966	48.0	28.4	15.0	14.2	35.0	0.0	0.0	13.4	15.6	14.8	21.0	21.5	48.0
1967	12.0	18.9	29.0	8.6	1.0	1.0	14.0	11.0	25.0	24.0	13.7	19.0	29.0
1968	32.0	30.0	30.0	12.4	1.0	0.0	19.2	6.4	10.2	20.0	23.5	19.2	32.0
1969	26.2	21.0	25.1	12.1	0.0	1.2	7.5	2.6	6.2	16.0	13.2	17.1	26.2
1970	37.0	17.3	26.5	15.2	2.4	0.0	4.9	0.0	11.2	19.8	27.0	16.5	37.0
1971	15.4	42.0	11.9	15.1	2.1	1.6	0.0	25.1	4.1	13.1	15.0	19.4	42.0
1972	33.2	12.2	24.8	31.4	7.9	0.0	9.8	5.2	3.1	13.0	14.8	21.2	33.2
1973	41.6	21.2	27.6	26.1	4.8	0.0	0.0	7.1	11.5	10.3	20.6	18.1	41.6
1974	16.3	35.9	44.4	9.4	10.0	8.5	0.0	8.2	4.0	13.0	14.3	14.7	44.4
1975	16.6	19.4	16.3	10.2	8.9	1.1	0.0	1.4	15.9	13.9	13.4	36.6	36.6
1976	14.3	24.8	18.2	7.2	7.9	5.9	4.9	2.6	13.3	5.6	16.4	17.3	24.8
1977	18.3	25.7	19.6	13.9	11.1	0.0	1.8	0.0	11.0	14.2	27.4	10.7	27.4
1978	24.4	16.6	19.6	15.8	6.0	0.0	0.0	1.9	8.8	16.8	20.2	20.4	24.4
1979	19.4	31.0	25.9	12.6	6.2	0.0	0.0	2.8	6.8	4.8	24.3	21.0	31.0
1980	22.6	28.0	25.4	8.8	0.0	0.0	0.0	0.0	2.9	15.1	12.8	17.2	28.0
1981													
1982	26.9	10.0	30.0	24.5	4.8	0.0	0.0	4.5	9.8	14.2	27.0	11.2	30.0
1983	6.2	7.0	12.4	17.0	2.5	1.0	0.0	4.0	3.5	9.5	6.8	11.4	17.0
1984													
1985													
1986													
1987			16.8	3.9	0.0	1.1	9.4	0.0	28.0	32.1	69.0	24.2	69.0
1988	40.3	27.0	28.7	24.4	3.6	0.0	0.0	6.2	13.6	14.0	19.9	26.1	40.3
1989	26.8	27.2	17.8	23.4	10.2	1.8	0.0	6.9	9.4	26.2	19.0	27.0	27.2
1990	52.6	34.2	24.0	22.9	6.4	21.7	0.0	0.0	5.3	19.0	33.5	19.6	52.6
1991	19.2	12.2	25.2	6.6								7.5	25.2
1992	12.1	20.4	11.7	5.6	1.2	3.4	1.4	4.7	6.1	13.7	23.8	18.0	23.8
1993	18.7	18.6	13.3	18.2	0.0	2.8	6.9	3.0	6.4	7.6	9.6	12.4	18.7
1994	16.8	29.2	22.2	13.4	3.3	0.0	0.0	0.0	4.2	9.7	26.0	14.9	29.2
1995	22.0	16.0	10.5	13.0	0.0	0.0	10.2	0.0	22.3	11.0	16.3	27.2	27.2
1996	30.1	20.7	26.9	12.4	10.2	0.0	1.0	30.0	17.5	30.2	13.5	19.7	30.2
1997	22.2	20.1	65.0	8.9	12.4	0.0	0.0	7.5	1.2	12.8	16.8	24.4	65.0
1998	29.4	44.4	23.1	17.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	17.1	18.3	33.9	44.4
1999	25.0	10.0	19.9	17.2	0.0	0.0	0.0	0.0	7.4	20.5	8.0	32.1	32.1
2000	15.1	17.1	10.4	8.7	3.5	8.7	4.5	7.5	9.1	19.8	10.0	26.2	26.2
2001	34.0	14.4	32.2	11.2	5.4	3.4	5.3	5.8	15.7	9.8	10.8	15.1	34.0
2002	34.8	31.9	31.5	13.7	10.0	1.1	5.4	3.7	9.5	16.0	25.0	39.1	39.1
2003	24.6	31.4	15.9	16.0	7.5	8.0	0.0	2.6	1.9	13.6	15.4	28.2	31.4
2004	25.6	30.6	21.0	17.0	9.7	3.6	4.5	23.5	16.3	25.5	18.9	28.5	30.6
2005	15.4	28.8	18.2	21.8	4.3	0.0	0.0	2.9	0.0	10.6	24.6	19.2	28.8
2006	24.1	22.7	30.7	25.8	0.0	12.4	0.0	4.8	1.9	10.5	31.9	40.5	40.5
2007	27.8	34.0	38.7	39.0	1.0	0.0	3.0	0.0	2.9	13.2	23.2	19.2	39.0
2008	18.4	50.0	24.0	11.0	12.2	3.4	0.0	0.0	4.3	19.6	8.0	19.3	50.0
2009	14.3	18.6	26.2	19.4	5.9	0.0	5.6	0.0	3.4	5.5	23.2	24.2	26.2
2010	52.2	16.2	23.3	6.9	8.5	0.0	0.0	6.1	5.0	11.3	6.2	39.0	52.2
2011	19.6	18.8	23.6	13.2	3.2	3.5	3.4	0.0	19.9	11.0	23.8	44.6	44.6
2012	22.0	33.4	14.9	17.5	3.5	12.6	0.0	0.0	16.7	7.4	26.6	44.6	44.6
2013	16.4	22.6	10.7	12.6				7.5	11.4	19.7	19.8	22.9	22.9
PROM	24.4	23.9	23.6	15.3	5.4	2.5	2.9	4.9	9.3	14.7	19.7	22.9	34.9
MAX	52.6	50.0	65.0	39.0	35.0	21.7	19.2	30.0	28.0	32.1	69.0	44.6	69.0
MIN	6.2	7.0	10.4	3.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	6.2	7.5	17.0

Fuente: Senamhi

REGISTRO HISTORICO PRECIPITACION MAXIMA EN 24 HORAS - ANCO

ESTACION: ANCO

LATITUD: 12° 58' 01" S

DEPARTAMENTO: AYACUCHO

PARAMETRO: PRECIPITACION MAXIMA EN 24 HORAS (mm)

LONGITUD: 73° 34' 01" O

PROVINCIA: LAMAR

ALTITUD: 1379 msnm

DISTRITO: ANCO

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	PPMax
1965	18.7	16.3	8.5	12.6	0.0	0.0	0.0	7.3	24.4	7.9	5.2	16.3	24.4
1966													
1967	10.4	28.6	32.8	12.6	16.7	0.0	15.3	9.7	14.1	10.2	14.2	27.7	32.8
1968	27.2	18.6	18.9	7.5	9.3	10.2	9.2	17.2	8.3	26.7	27.9	18.9	27.9
1969	25.3	26.2	16.0	6.1	8.2	10.4	8.2	13.2	7.2	16.3	24.0	20.2	26.2
1970	23.0	17.2	22.4	18.2	11.3	8.2	5.3	9.7	16.1	12.9	22.8	19.3	23.0
1971	22.7	20.4	21.6	9.8	5.6	5.0	3.2	3.1	10.2	13.3	16.1	21.5	22.7
1972	24.9	35.8	20.7	7.6	4.1	5.5	14.1	6.4	9.2	16.1	14.3	23.5	35.8
1973	25.5	20.8	21.0	10.0	6.3	6.3	7.0	8.6	9.9	3.7	12.5	22.4	25.5
1974	28.1	29.3	42.6	13.2	4.1	2.2	S/D	16.9	10.1	7.9	29.2	24.0	42.6
1975	24.5	18.4	20.6	16.0	21.1	7.3	4.3	3.1	14.2	20.0	19.6	15.7	24.5
1976	24.3	31.2	24.2	17.8	7.3	2.9	15.5	7.6	12.3	8.9	5.7	13.6	31.2
1977	11.9	15.1	12.9	0.0	0.0	0.0	2.9	3.5	3.1	16.5	25.0	7.2	25.0
1978	24.1	29.7	14.0	12.2	3.9	0.0	1.2	3.9	2.0	34.4	14.3		34.4
1979	19.2	18.1	14.1	7.4	3.5	2.1	0.0	0.0	1.8	22.3	20.4	13.5	22.3
1980	13.5	11.0	13.3	3.0	6.0	16.1	0.0	6.1	7.7	8.1	11.0	16.6	16.6
1981	20.9	27.8	10.0	16.8	0.0	4.1	2.3	8.7	6.1	15.5	16.2	10.3	27.8
PROM	21.5	22.8	19.6	10.7	6.7	5.0	5.9	7.8	9.8	15.0	17.4	18.0	27.7
MAX	28.1	35.8	42.6	18.2	21.1	16.1	15.5	17.2	24.4	34.4	29.2	27.7	42.6
MIN	10.4	11.0	8.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.8	3.7	5.2	7.2	16.6

Fuente: Senamhi

REGISTRO HISTORICO PRECIPITACION MAXIMA EN 24 HORAS- CAYLLOMA

ESTACION: CAYLLOMA

LATITUD: 15° 11' 01" S

DEPARTAMENTO: AREQUIPA

PARAMETRO: PRECIPITACION MAXIMA EN 24 HORAS (mm)

LONGITUD: 71°46' 01" O

PROVINCIA: CAYLLOMA

ALTITUD: 4299 msnm

DISTRITO: CAYLLOMA

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	PPMax
2002				20.5	3.5	3.3	10.7	0.0	4.8	15.7	15.3	25.8	25.8
2003	17.8	29.2	32.8	8.5	0.6	3.6	0.4	0.5	5.9	10.8	20.8	30.2	32.8
2004	35.5	32.9	26.6	21.1	0.0	0.8	13.1	6.7	2.3	2.5	2.7	15.2	35.5
2005	15.5	31.4	20.8	14.6	0.0	0.0	0.0	0.9	4.8	6.1	11.6	28.7	31.4
2006	38.5	34.1	30.5	14.0	2.2	0.2	2.4	1.0	9.7	25.8	15.1	15.8	38.5
2007	26.2	31.5	22.1	10.3	4.4	0.0	1.6	0.0	4.4	7.9	33.1	26.1	33.1
2008	25.6	18.2	11.3	1.9	1.7	0.0	0.0	0.6	0.5	14.7	4.0	20.7	25.6
2009	23.0	29.8	17.0	24.0	1.6	0.0	4.1	0.0	6.6	7.3	10.7	16.1	29.8
2010	30.3	23.3	11.3	6.4	3.4	0.0	2.4	0.0	5.1	11.0	14.9	16.8	30.3
2011	24.2	37.0	19.5	27.6	3.9	0.0	6.4	2.6	5.6	6.6	9.9	19.3	37.0
2012	28.6	38.3	25.5	9.7	6.8	2.0	1.2	0.0	27.2	8.9	7.0	38.2	38.3
2013	22.5	24.7	29.6	7.4	3.5	4.8	0.7	7.6	0.3	7.6	8.6	30.3	30.3
PROM	26.2	30.0	22.5	13.8	2.6	1.2	3.6	1.7	6.4	10.4	12.8	23.6	32.4
MAX	38.5	38.3	32.8	27.6	6.8	4.8	13.1	7.6	27.2	25.8	33.1	38.2	38.5
MIN	15.5	18.2	11.3	1.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.3	2.5	2.7	15.2	25.6

Fuente: Senamhi

REGISTRO HISTORICO PRECIPITACION MAXIMA EN 24 HORAS - CURAHUASI

ESTACION: CURAHUASI

LATITUD: 13° 33' 09" S

DEPARTAMENTO: APURIMAC

PARAMETRO: PRECIPITACION MAXIMA EN 24 HORAS (mm)

LONGITUD: 72° 44' 06" O

PROVINCIA: ABANCAY

ALTITUD: 2737 msnm

DISTRITO: CURAHUASI

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	PPMax
1983	17.2	18.5	25.0	13.1	3.0		0.0	0.0	0.0	0.0	14.0	15.0	25.0
1984	26.4	20.5	0.0	0.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	26.4
1985				20.5	16.5	3.9	2.0	0.3	7.5	11.4	14.5	17.4	20.5
1986	11.5	11.5	18.6	9.3	6.3	0.0	0.0	6.5	11.0	11.2	21.5	9.5	21.5
1987	28.2	21.4	10.1	19.0	9.3	0.0	8.0	0.0	2.3	10.4	11.6	20.5	28.2
1988	19.8	19.5	30.8	19.8	5.5	0.0	0.0	0.0	0.0	6.7	0.0	0.0	30.8
1989					0.0	0.0	0.0	0.0	3.0	0.0	0.0	0.0	3.0
1990	9.7	11.7	6.5	5.7	7.0	0.0	0.0	0.0	0.0	8.0	0.0	0.0	11.7
1991	6.5	10.5	5.2	3.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	25.3	0.0	25.3
1992	11.2	16.8	7.1	14.8	0.0	0.0	0.0	13.4	5.6	17.2	8.7	15.6	17.2
1993	20.5	29.4	18.4	13.5	2.9	0.0	2.3	12.7	0.0	16.3	35.5	32.7	35.5
1994	23.0	22.5	11.0	6.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	45.0	25.6	25.0	45.0
1995	25.2	14.0	25.5	12.5	6.8	0.0	0.0	0.0	2.7	4.4	19.8	24.9	25.5
1996	12.0	17.2	19.6	14.3	0.8	0.0	0.0	5.5	6.4	26.0	14.5	15.8	26.0
1997	33.2	19.8	16.3	9.8	18.2	0.0	0.0	8.7	1.8	4.8	19.2	23.9	33.2
1998	22.9	20.7	18.4	8.4	1.6	3.4	0.0	1.7	1.6	15.9	10.4	17.7	22.9
1999	23.9	25.6	20.1	15.2	8.1	3.8	1.1	0.0	7.3	28.1	18.2	19.4	28.1
2000	29.2	16.4	20.4	7.4	6.5	6.0	10.7	6.2	4.5	16.9	18.1	23.8	29.2
2001	26.2	9.5	21.3	12.2	8.8	0.0	6.3	14.3	2.6	17.6	15.9	24.6	26.2
2002	31.8	29.1	24.1	34.9	10.3	3.4	10.2	7.2	6.2	31.2	27.3	17.8	34.9
2003	31.5	33.9	25.3	13.2	3.4	1.8	0.4	5.5	6.5	15.7	49.8	59.6	59.6
2004	23.6	22.1	8.1	11.2	12.4	3.1	8.3	6.8	14.9	14.9	17.2	17.8	23.6
2005	11.2	21.9	26.5	14.8	2.1	0.0	10.9	2.1	2.2	6.7	29.6	16.2	29.6
2006	29.8	16.6	21.4	13.4	0.0	3.6	0.0	1.1	1.5	18.1	18.4	14.3	29.8
2007	14.0	17.5	22.3	5.3	3.7	0.0	4.3	1.2	0.5	17.6	27.6	26.8	27.6
2008	19.3	25.0	27.1	11.4	8.4	3.5	0.0	7.3	4.5	16.3	19.3	20.4	27.1
2009	14.5	30.7	23.7	11.2	11.3	0.0	1.0	5.8	5.5	10.5	18.6	12.0	30.7
2010	29.6	17.1	14.3	18.2	4.2	0.0	1.8	3.3	8.9	11.2	11.5	12.7	29.6
2011	19.1	29.2	27.4	17.8	2.2	1.2	5.1	12.2	14.5	7.5	22.6	13.4	29.2
2012	26.4	27.7	29.7	19.5	0.0	3.4	3.6	1.4	6.6	12.8	8.5	29.7	29.7
2013	26.7	22.6	10.5	9.4	1.7	0.5	0.9	12.3	3.0	15.5	20.8	17.1	26.7
PROM	21.5	20.7	18.4	12.9	5.2	1.3	2.5	4.4	4.2	13.5	17.5	17.5	27.7
MAX	33.2	33.9	30.8	34.9	18.2	6.0	10.9	14.3	14.9	45.0	49.8	59.6	59.6
MIN	6.5	9.5	0.0	0.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	3.0

Fuente: Senamhi

REGISTRO HISTORICO PRECIPITACION MAXIMA EN 24 HORAS- LA ANGOSTURA

ESTACION: LAANGOSTURA

LATITUD: 15° 10' 47" S

DEPARTAMENTO: AREQUIPA

PARAMETRO: PRECIPITACION MAXIMA EN 24 HORAS (mm)

LONGITUD: 71° 38' 58" O

PROVINCIA: CAYLLOMA

ALTITUD: 4256 msnm

DISTRITO: CAYLLOMA

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	PPMax
1983	15.3	38.2	22.4	9.2	5.2	1.2	0.8	0.0	8.9	16.0	1.2	12.8	38.2
1984	29.4	27.4	38.3	15.4	1.4	2.2	1.2	3.3	0.2	23.2	34.7	52.7	52.7
1985	15.2	28.2	26.0	14.3	4.0	4.7	0.0	7.0	8.6	4.9	22.7	32.9	32.9
1986	24.1	23.5	31.4	27.2	6.7	0.0	0.0	19.3	3.5	8.8	9.6	35.9	35.9
1987	24.4	20.7	11.3	10.3	0.8	1.2	17.1	10.4	0.9	13.4	9.6	10.3	24.4
1988	40.6	27.4	56.3	20.1	2.7	0.0	0.0	0.0	0.8	5.8	3.6	11.8	56.3
1989	25.0	26.6	26.2	12.2	16.7	3.4	0.1	4.5	0.5	5.4	7.0	14.2	26.6
1990	26.8	11.3	20.4	19.9	5.5	18.2	0.3	5.0	3.7	19.4	10.9	33.1	33.1
1991	34.2	35.5	48.4	17.1	5.7	11.4	1.1	0.0	2.7	8.5	19.8	14.8	48.4
1992	13.3	27.3	15.0	2.8	0.0	5.8	1.7	34.8	4.8	12.4	8.4	19.8	34.8
1993	32.0	19.6	23.4	16.4	5.8	3.4	0.4	5.3	6.8	14.0	24.1	15.9	32.0
1994	28.1	20.5	35.8	7.9	5.6	0.0	0.0	0.0	7.7	5.0	9.2	22.1	35.8
1995	20.0	38.0	48.6	13.2	2.7	0.0	0.0	2.2	5.7	6.4	15.2	40.6	48.6
1996	30.9	49.0	12.9	11.3	3.1	2.7	0.0	2.6	5.6	7.0	12.0	20.4	49.0
1997	31.4	25.8	21.0	7.3	2.6	0.0	0.0	19.1	20.4	3.1	21.3	31.0	31.4
1998	32.1	40.9	22.5	5.2	0.0	1.0	0.0	0.0	0.0	6.8	13.4	30.6	40.9
1999	25.9	20.0	14.9	8.9	5.2	0.0	0.0	0.0	16.0	8.4	16.4	39.0	39.0
2000	25.9	28.9	31.4	2.7	12.0	2.5	0.5	7.0	2.2	27.9	15.2	21.1	31.4
2001	49.3	36.0	26.2	25.2	10.2	0.1	17.6	4.3	6.2	3.9	3.3	39.9	49.3
2002	17.0	29.8	36.4	15.6	3.4	3.2	14.9	0.0	5.6	11.5	14.8	37.5	37.5
2003	19.7	27.7	30.6	7.0	4.4	4.5	0.0	1.3	13.2	14.8	17.0	31.5	31.5
2004	S/D	22.9	20.4	18.8	1.1	3.1	14.3	9.8	5.2	3.8	4.6	20.9	22.9
2005	20.8	28.9	32.2	17.9	0.2	0.0	0.0	0.4	4.2	5.9	14.6	24.8	32.2
2006	34.3	35.5	23.6	10.0	1.3	3.1	0.0	0.6	9.1	37.5	17.5	20.6	37.5
2007	26.3	24.6	26.1	8.2	3.0	0.0	2.3	0.0	4.4	10.5	17.9	21.8	26.3
2008	34.3	21.6	20.3	0.7	0.9	0.0	0.8	0.0	0.0	11.9	2.3	26.0	34.3
2009	27.0	21.3	24.9	29.2	10.0	0.0	14.2	0.0	6.8	5.5	13.4	9.4	29.2
2010	26.9	33.2	15.2	9.6	2.2	0.0	0.4	0.0	1.7	13.9	2.6	16.1	33.2
2011	29.2	28.7	17.9	31.7	3.5	0.0	3.5	6.8	4.6	5.0	12.5	24.0	31.7
2012	21.2	31.2	28.3	16.3	1.3	0.9	0.3	0.0	32.0	5.2	7.5	20.9	32.0
2013	25.9	24.3	36.2	1.0	3.3	8.8	1.2	9.3	0.2	17.7	21.6	16.2	36.2
PROM	26.9	28.2	27.2	13.3	4.2	2.6	3.0	4.9	6.2	11.1	13.0	24.8	36.3
MAX	49.3	49.0	56.3	31.7	16.7	18.2	17.6	34.8	32.0	37.5	34.7	52.7	56.3
MIN	13.3	11.3	11.3	0.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	3.1	1.2	9.4	22.9

Fuente: Senamhi

REGISTRO HISTORICO PRECIPITACION MAXIMA EN 24 HORAS - LMITACA

ESTACION: LMITACA

LATITUD: 14° 19' 01" S

DEPARTAMENTO: CUSCO

PARAMETRO: PRECIPITACION MAXIMA EN 24 HORAS (mm)

LONGITUD: 71°41'01" O

PROVINCIA: CHUMBILCAS

ALTITUD: 3741 msnm

DISTRITO: LMITACA

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	PPMax
1964													
1965													
1966	22.0	37.4	33.0	6.2	14.0	0.0	0.0	0.0	8.5	20.4	29.0	21.5	37.4
1967	27.8	42.3	29.5	37.0	7.5	0.0	5.8	5.2	10.0	8.9	14.0	24.8	42.3
1968	31.9	31.6	18.4	6.2	0.0	0.8	10.4	5.0	3.4	12.5	28.4	9.8	31.9
1969	29.0	21.3	23.0	24.5	0.0	2.5	2.5	2.5	17.0	13.5	12.8	19.0	29.0
1970	35.2	37.8	35.0	25.3	5.8	1.0	1.8	4.8	13.5	23.0	12.6	25.0	37.8
1971	37.9	28.0	32.2	17.0	2.8	0.0	0.0	3.2	3.4	3.0	18.0	32.0	37.9
1972	61.0	22.0	30.5	13.8	2.1	0.0	2.4	3.2	15.4	10.6	20.4	27.1	61.0
1973	41.5	54.3	27.2	39.2	4.8	0.0	0.0	0.0	4.8	16.2	27.0	22.5	54.3
1974	37.4	24.9	25.6	18.0	2.6	7.8	0.8	16.8	3.2	21.5	15.5		37.4
1975	20.2	32.0		26.7	19.8	0.0	0.0	4.8	7.2	15.4	14.7	45.6	45.6
1976	28.7	14.2	47.0	9.8	9.0	13.0	7.8	3.5	19.0	9.7	13.2	17.5	47.0
1977	37.1	54.2	32.6	7.7	8.4	0.0	4.7	0.0	8.5	21.4	12.7	29.5	54.2
1978	41.1	19.6	28.6	26.7	5.7	0.8	0.0	0.0	9.5	7.3	40.5	32.5	41.1
1979	27.5	18.7	26.5	12.1	5.6	0.0	0.7	11.5	7.4	14.7	32.7	25.7	32.7
1980	31.2	17.8	31.1	6.4	0.0	0.7	5.6	0.0	0.0	6.5	8.7	13.5	31.2
1981	39.4	43.9	46.4	35.1	1.5	7.4	0.0	8.6	9.9	29.5	38.5	17.9	46.4
1982	59.9	18.7	22.1	9.5	4.5	3.4	0.5	5.5	22.1	26.5			59.9
PROM	35.8	30.5	30.5	18.9	5.5	2.2	2.5	4.4	9.6	15.3	21.2	24.3	42.8
MAX	61.0	54.3	47.0	39.2	19.8	13.0	10.4	16.8	22.1	29.5	40.5	45.6	61.0
MIN	20.2	14.2	18.4	6.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	3.0	8.7	9.8	29.0

Fuente: Senamhi

REGISTRO HISTORICO PRECIPITACION MAXIMA EN 24 HORAS - MACHENTE

ESTACION: MACHENTE

LATITUD: 12° 41' 1.92" S

DEPARTAMENTO: AYACUCHO

PARAMETRO: PRECIPITACION MAXIMA EN 24 HORAS (mm)

LONGITUD: 73° 52' 21.14" O

PROVINCIA: LAMAR

ALTITUD: 1080 msnm

DISTRITO: AYNA

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	PPMax
1964													
1965													
1966													
1967													
1968	28.7	21.1	21.5	61.3	35.4	18.1	17.8	21.9	29.1	43.4	42.8	29.9	61.3
1969	26.8	36.9	46.5	19.9	16.1	19.6	12.3	26.1	18.1	26.1	13.6	27.1	46.5
1970													
1971			46.3	46.4	24.0	12.9	18.9	21.8	11.8	40.5	37.1	29.7	46.4
1972	47.7	37.0	38.5	28.6	31.2	6.1	26.7	28.1	21.1	28.1	27.6	28.1	47.7
1973	48.8	61.7	33.9	21.1	23.1	11.2	8.1	18.1	18.9	21.8	25.7	32.0	61.7
1974	43.3	30.5	47.0	21.8	6.1	6.1	6.4	96.2	26.3	32.7	26.1	31.4	96.2
1975	27.8	39.2	56.6	22.7	16.9	24.3	1.3	18.6	21.6	21.6	35.0	29.3	56.6
1976	30.1	32.1	34.6	18.5	18.6	13.9	17.7	21.5	38.7	16.7	18.3	18.1	38.7
1977	18.7	31.2	34.9	32.7	23.4	8.1	9.1	15.4	13.1	25.5	33.3	35.9	35.9
1978	29.4	22.7	25.4	26.7	25.7	9.1	0.4	24.7	28.7	16.8	26.8	29.5	29.5
1979	30.4	26.3	18.2	18.5	11.3	0.3	18.3	9.6	12.1	15.6	13.8	23.4	30.4
1980	35.0	26.6	27.7	18.2	15.1	9.1	13.1	23.4	34.6	30.3	26.1	26.7	35.0
1981	28.4	48.9	30.4	28.5	15.6	26.0	17.8	34.1	23.7	31.5	31.7	25.7	48.9
1982	36.5	34.1	26.1	21.9	12.8	13.5	24.2	19.8	27.7				36.5
PROM	33.2	34.5	34.8	27.6	19.7	12.7	13.7	27.1	23.3	27.0	27.5	28.2	48.0
MAX	48.8	61.7	56.6	61.3	35.4	26.0	26.7	96.2	38.7	43.4	42.8	35.9	96.2
MIN	18.7	21.1	18.2	18.2	6.1	0.3	0.4	9.6	11.8	15.6	13.6	18.1	29.5

Fuente: Senamhi

REGISTRO HISTORICO PRECIPITACION MAXIMA EN 24 HORAS - PARURO

ESTACION: PARURO

LATITUD: 13° 46' 03" S

DEPARTAMENTO: CUSCO

PARAMETRO: PRECIPITACION MAXIMA EN 24 HORAS (mm)

LONGITUD: 71° 50' 41" O

PROVINCIA: PARURO

ALTITUD: 3047 msnm

DISTRITO: PARURO

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	PPMax
1986					0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.0	25.0	25.0	25.0
1987	30.4	13.0	25.0	16.2	0.0	0.0	6.2	0.0	3.4	15.0			30.4
1988													
1989													
1990													
1991													
1992													
1993			5.0	13.0	0.0	0.0	4.0	3.0	5.0	21.0	11.0	28.0	28.0
1994	27.0	22.0	26.0	25.0	4.0	0.0	1.0	1.0	12.0	23.0	19.0	22.0	27.0
1995	35.0	25.0	19.0	9.0	0.0	0.0	7.0	0.0	16.0	12.0	18.4	28.0	35.0
1996	22.0	16.0	24.0	19.2	8.0	0.0	0.0	19.0	12.2	14.5	10.0	22.5	24.0
1997	S/D	37.0	35.0	12.5	6.0	0.0	0.0	6.0	2.0	21.0	41.0	32.0	41.0
1998	24.5	22.7	36.0	24.0	0.3	3.0	0.0	1.0	0.5	23.0	23.0	30.0	36.0
1999	26.0	13.0	26.5	13.0	0.0	2.0	0.0	0.0	14.0	24.0	14.0	21.5	26.5
2000	20.0	35.0	15.0	7.0	4.0	7.0	5.0	9.0	4.0	24.0	4.8	13.1	35.0
2001	21.8	31.2	32.2	11.3	1.9	3.5	7.0	4.0	7.7	26.0	17.1	15.8	32.2
2002	29.7	36.7	23.4	15.6	13.0	2.7	7.9	6.7	6.7	15.8	24.5	20.8	36.7
2003	22.0	28.6	23.8	32.1	2.6	2.6	0.0	2.8	2.2	25.7	11.3	31.6	32.1
2004	25.6	32.8	16.0	8.2	8.3	10.3	4.7	0.0	13.6	23.5	18.2	25.5	32.8
2005	15.6	28.5	21.2	15.9	1.9	0.0	1.5	2.2	0.4	10.4	33.7	20.4	33.7
2006	27.8	32.4	43.7	23.0	0.0	6.2	0.0	5.0	1.8	7.0	15.6	27.0	43.7
2007	24.0	12.9	39.0	12.4	1.8	0.0	0.4	0.0	7.2	16.5	40.2	25.8	40.2
2008	38.9	12.8	19.2	13.2	18.3	3.8	0.0	1.9	10.4	13.7	27.0	20.9	38.9
2009	23.4	21.7	18.1	7.6	6.5	0.0	2.2	0.3	4.2	5.6	28.0	25.7	28.0
2010	46.9	28.6	26.4	12.7	2.2	0.0	0.0	2.0	1.4	15.2	14.5	26.5	46.9
2011	21.5	24.5	18.9	25.4	1.2	2.6	2.8	0.7	17.0	25.1	21.2	33.6	33.6
2012	23.8	31.9	16.9	7.8	1.4	2.4	1.6	0.0	20.6	8.4	37.9	38.3	38.3
2013	17.5	33.3	15.3		0.0	2.4	1.5	7.8	4.6	14.6	22.1	28.0	33.3
PROM	26.2	25.7	23.9	15.4	3.5	2.1	2.3	3.1	7.3	16.8	21.7	25.5	33.8
MAX	46.9	37.0	43.7	32.1	18.3	10.3	7.9	19.0	20.6	26.0	41.0	38.3	46.9
MIN	15.6	12.8	5.0	7.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.0	4.8	13.1	24.0

Fuente: Senamhi

REGISTRO HISTORICO PRECIPITACION MAXIMA EN 24 HORAS - SANTO TOMAS

ESTACION: SANTO TOMAS

LATITUD: 14° 23' 58" S

DEPARTAMENTO: CUSCO

PARAMETRO: PRECIPITACION MAXIMA EN 24 HORAS (mm)

LONGITUD: 72° 5' 19" O

PROVINCIA: CHUMBILCAS

ALTITUD: 3253 msnm

DISTRITO: LLUSCO

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	PPMax
1964				6.0	7.0	0.0	0.0	0.0	4.0	8.5	10.5	14.0	14.0
1965	30.5	25.5	18.0	8.0	0.0	0.0	0.0	0.0	3.5	5.5	7.0	16.0	30.5
1966	21.5	30.0	21.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.0	17.0			30.0
1967	10.4	39.5	46.0	20.0	10.5	0.0	8.0	15.0	8.0	16.0	4.0	32.0	46.0
1968	15.0	8.5	5.0	0.0	0.0	6.4	0.0	3.0	7.0	8.0	19.0	32.0	32.0
1969													
1970													
1971		25.0	15.0	15.0	0.0	2.0	0.0	1.0	1.5	3.5	3.8	17.1	25.0
1972	25.8	23.4	24.8	20.8	5.8	0.0	5.4	2.8	10.4				25.8
1973													
1974													
1975													
1976													
1977													
1978													
1979													
1980													
1981													
1982													
1983													
1984													
1985													
1986													
1987													
1988													
1989													
1990													
1991													
1992													
1993													
1994													
1995													
1996													
1997													
1998													
1999					0.3	0.0	0.0	0.0	20.5	17.1	0.0	10.5	20.5
2000	30.1	23.2	17.2	12.5	3.4	5.8	0.0	0.0	12.5	11.7	0.0	29.8	30.1
2001	19.5	29.2	28.7	29.8	8.9	0.0	0.0	0.0	7.9	13.5	1.3	27.0	29.8
2002	21.8	32.3	35.6	7.8	7.4	3.8	10.2	0.0	10.2	15.7	13.8	26.0	35.6
2003	21.4	25.5	24.6	12.8	0.0	2.4	0.0	9.4	8.4	18.1	23.3	17.8	25.5
2004	25.0	25.2	26.2	7.5	0.0	0.0	19.0	18.4	15.6	21.4	37.6	37.8	37.8
2005	33.8	16.2	24.5	14.5	0.0	0.0	0.0	0.0	4.9	12.6	14.4	19.7	33.8
2006	42.5	34.6	36.3	17.6	0.0	2.6	0.0	3.9	5.9	30.3	20.7	36.1	42.5
2007	19.1	28.8	20.5	12.8	3.2	0.0	8.3	0.0	2.9	10.8	14.7	41.5	41.5
2008	22.1	26.4	17.8	5.5	8.2	1.8	0.0	0.0	4.3	22.1	5.2	33.6	33.6
2009	20.2	19.8	20.9	22.6	2.6	0.0	3.0	0.0	0.0	7.4	21.5	20.9	22.6
2010	23.5	45.0	28.7	32.0	10.5	0.0	0.7	0.0	2.8	16.8	29.5	21.0	45.0
2011	23.3	28.5	26.0	26.0	5.8	0.4	4.8	11.7	11.1	15.2	25.5	19.9	28.5
2012	23.0	28.9	32.2	30.2	0.8	0.0	0.9	0.0	9.0				32.2
2013		37.7	21.5	34.0	2.9	7.2	1.7	14.5	2.8	15.6	17.0	32.6	37.7
PROM	23.8	27.7	24.6	16.0	3.5	1.5	3.0	3.6	7.1	14.3	14.1	25.5	31.8
MAX	42.5	45.0	46.0	34.0	10.5	7.2	19.0	18.4	20.5	30.3	37.6	41.5	46.0
MIN	10.4	8.5	5.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	3.5	0.0	10.5	14.0

Fuente: Senamhi

REGISTRO HISTORICO PRECIPITACION MAXIMA EN 24 HORAS - TAMBOBAMBA

ESTACION: TAMBOBAMBA

LATITUD: 13° 56' 01" S

DEPARTAMENTO: APURIMAC

PARAMETRO: PRECIPITACION MAXIMA EN 24 HORAS (mm)

LONGITUD: 72° 10' 01" O

PROVINCIA: COTABAMBAS

ALTITUD: 3454 msnm

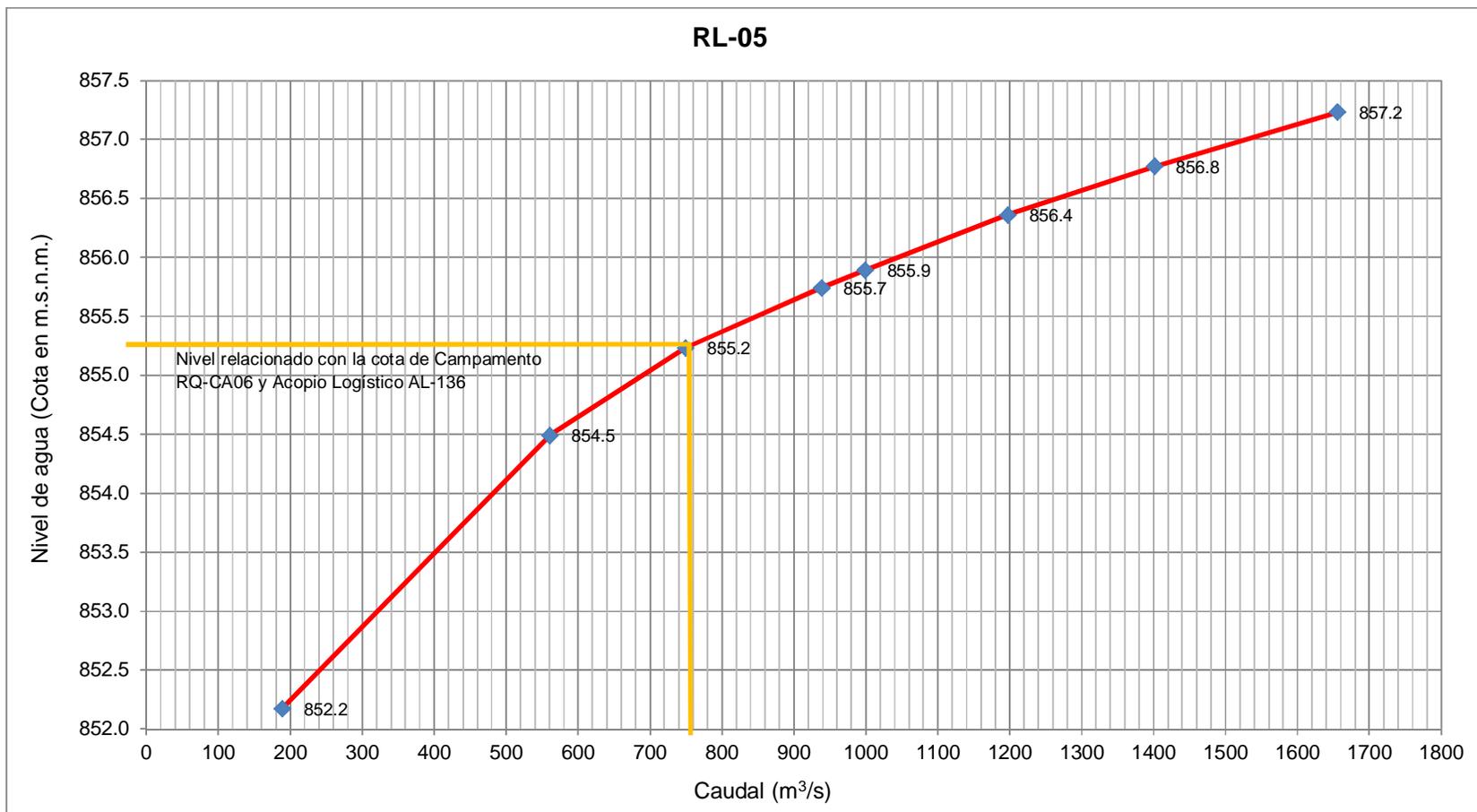
DISTRITO: TAMBOBAMBA

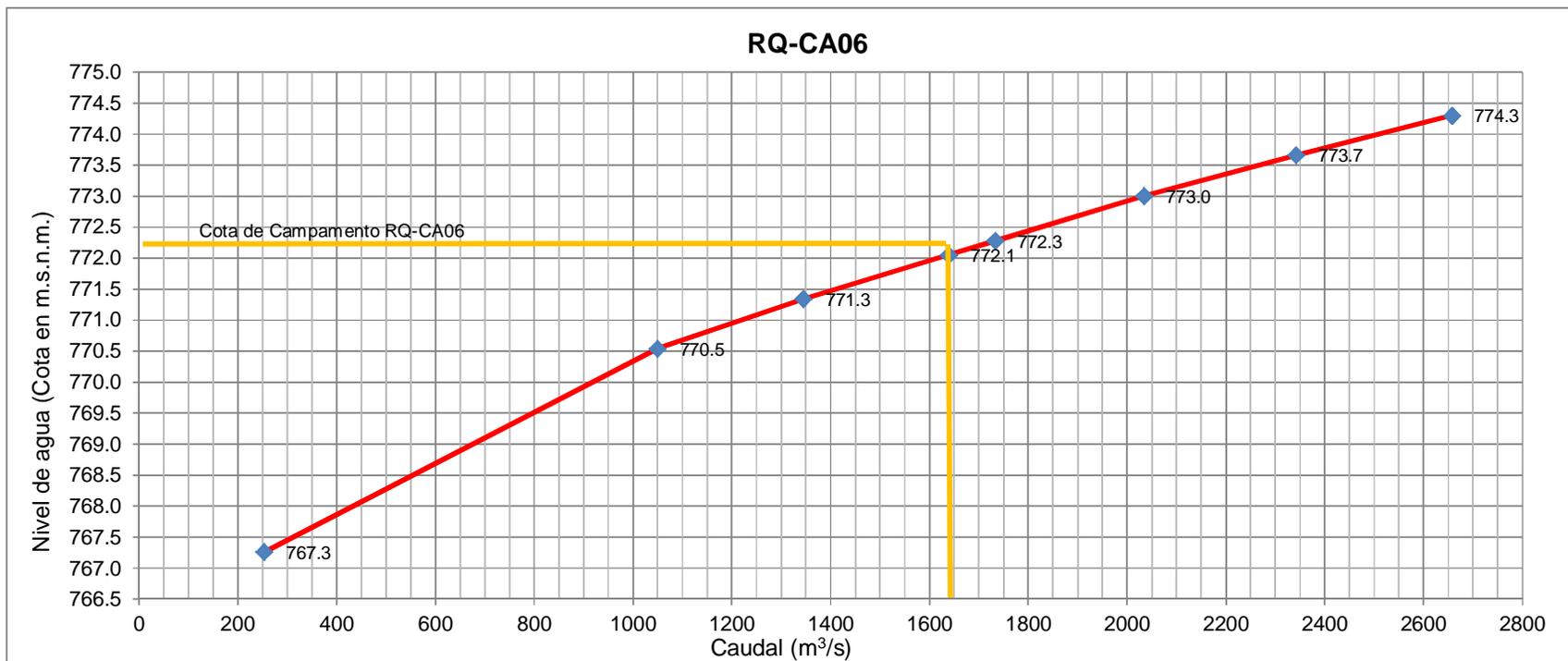
AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	PPMax
1995					5.0	0.0	0.2	10.0	9.4		25.3	30.0	30.0
1996	31.7	19.6	14.0	13.2	4.7	0.0	0.0	33.1	8.6	35.0	17.0	19.6	35.0
1997	38.2	26.8	26.1	21.6	8.1	0.0	0.0	16.6	4.7	16.1	21.4	29.2	38.2
1998	30.6	34.5			0.0	2.4	0.0	2.6	4.0	17.0	25.3	13.4	34.5
1999	15.8	23.9	25.6	22.0	1.5	0.0	0.7	3.4	18.9	4.7	10.6	18.3	25.6
2000	22.5	39.0	26.2	13.8	10.0	3.4	3.3	4.8	14.7	18.7	13.0	42.3	42.3
2001	35.3	52.7	29.9	10.0	6.1	3.0	11.4	5.4	5.6	29.0	17.2	17.1	52.7
2002	39.0	38.9	20.3	25.0	9.1	6.4	4.4	1.1	20.0	17.3	15.6	30.7	39.0
2003	48.8	19.5	23.6	20.0	6.0	1.2	0.0	18.4	11.0	12.4	17.0	36.4	48.8
2004	35.6	36.2	19.6	18.6	10.0	1.9	8.0	8.3	15.7	15.0	24.0	21.4	36.2
2005	21.0	54.7	32.4		0.0	0.0	1.5	4.0	4.2	29.0	12.7	38.1	54.7
2006	21.4	34.3	32.0	18.4	0.0	8.8	0.0	0.0	0.5	16.0	23.4	30.5	34.3
2007	21.8	23.4	23.6	7.0	0.0	0.0	5.0	0.0	0.0	14.0	28.2	24.6	28.2
2008	30.0	20.0	10.0	10.0	4.0	1.0	0.0	2.7	7.0	13.6	20.0	25.0	30.0
2009	25.0	24.2	18.0	10.0	2.4	0.0	1.4		9.0	30.0	65.0	25.0	65.0
2010	42.6	29.8	29.8	7.6	13.8	0.0	0.0	0.0	6.4	8.7	13.8	23.0	42.6
2011	31.5	35.2	35.4	13.3	3.5	0.0	2.1	3.7	15.0	13.5	13.7	20.2	35.4
2012	27.5	27.3	26.5	22.0	3.0	2.5	1.4	0.0	10.0	20.0	27.8	42.4	42.4
2013	18.0	24.5	23.0	22.7	0.4	5.0	2.0	14.0	9.3	25.6	27.7	28.4	28.4
PROM	29.8	31.4	24.5	16.0	4.6	1.9	2.2	7.1	9.2	18.6	22.0	27.1	39.1
MAX	48.8	54.7	35.4	25.0	13.8	8.8	11.4	33.1	20.0	35.0	65.0	42.4	65.0
MIN	15.8	19.5	10.0	7.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	4.7	10.6	13.4	25.6

Fuente: Senamhi

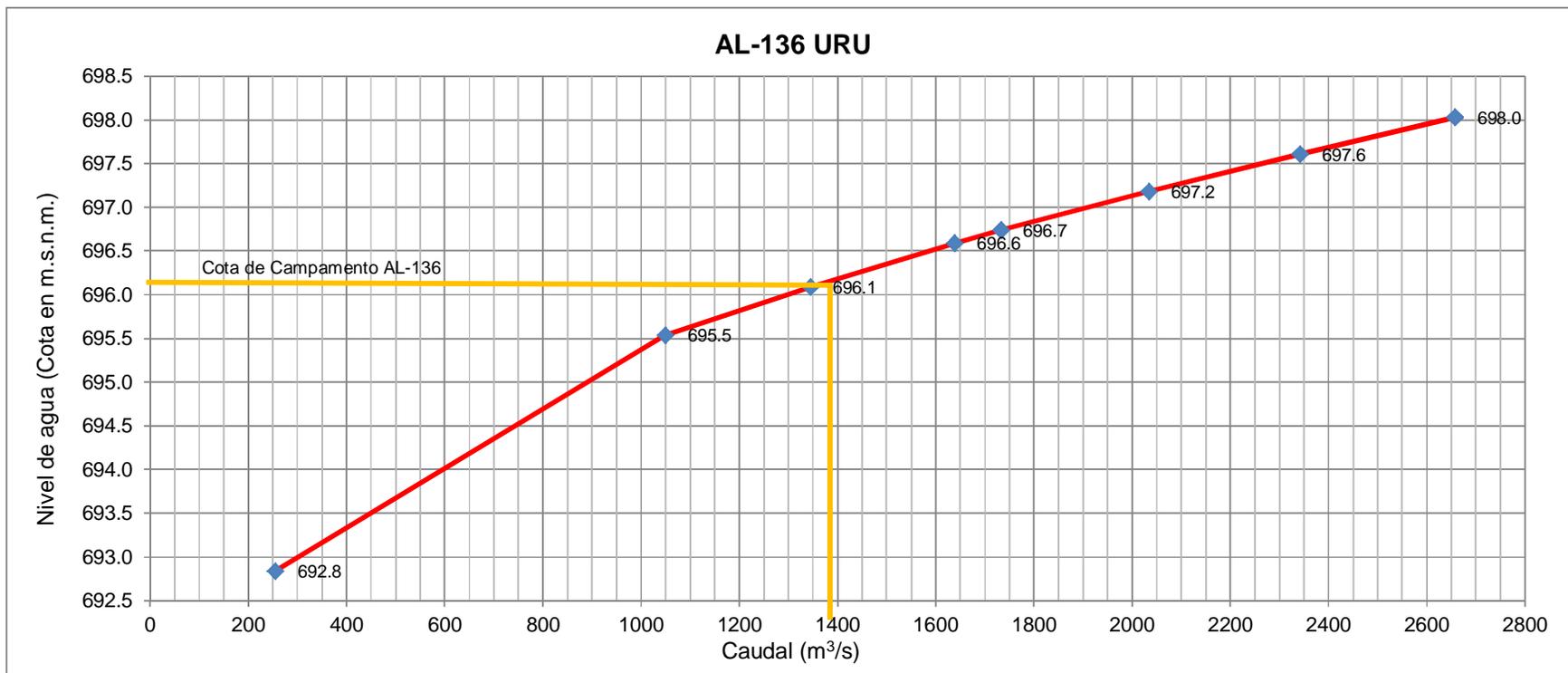
Anexo 04: Cuadros de caudales (m³/s) vs niveles (msnm) para las reglas de alerta y control en campamentos

Sector 1:



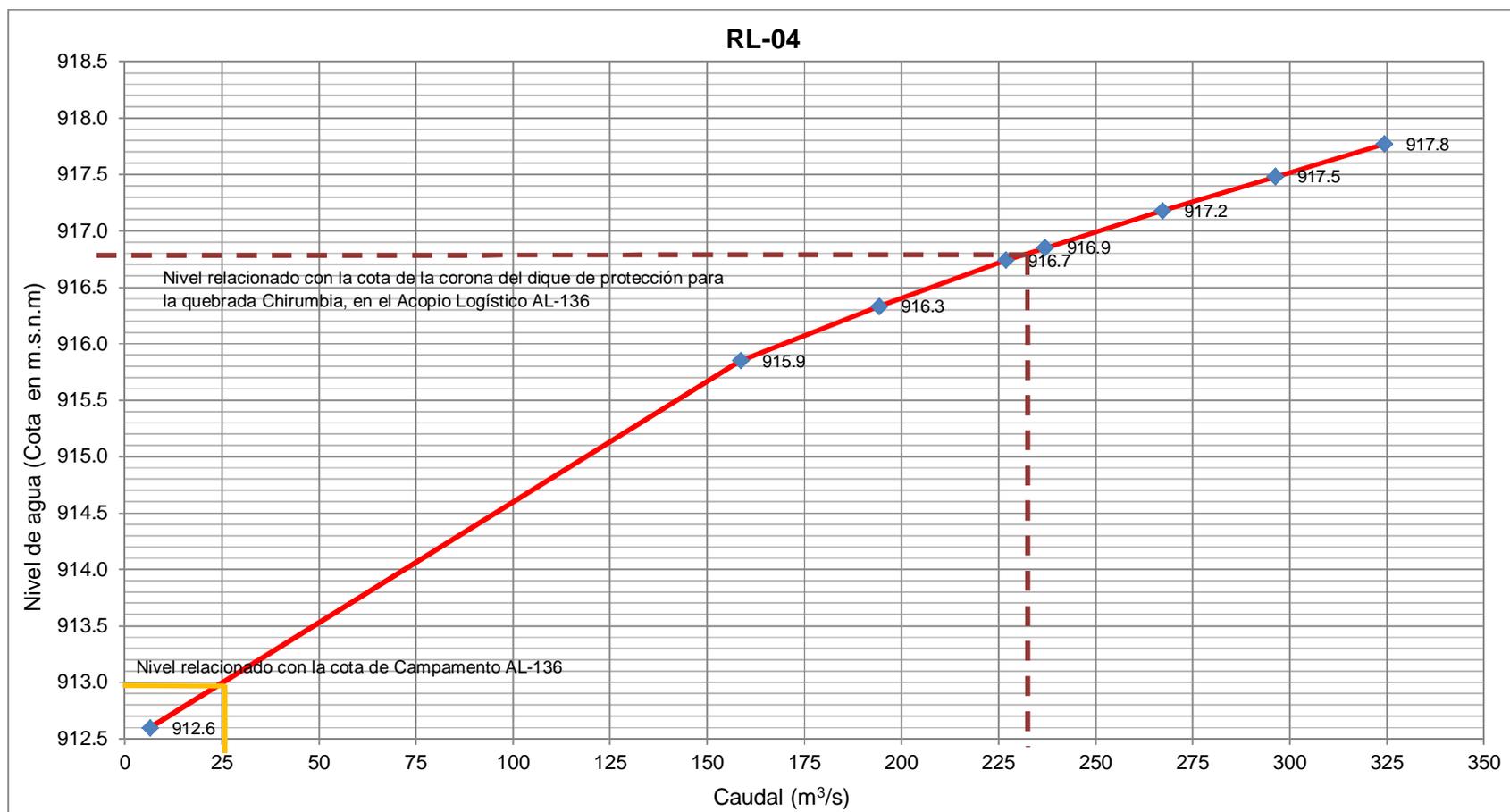


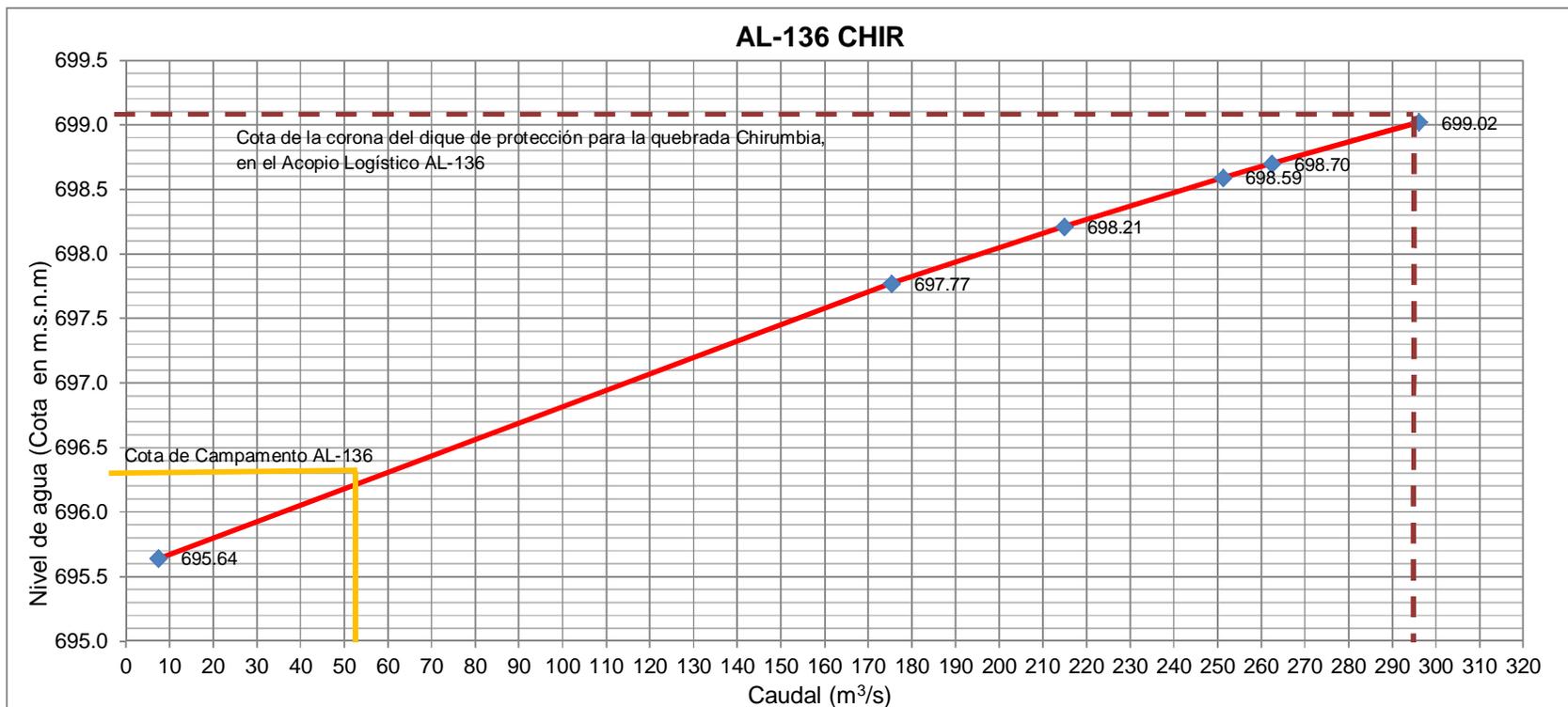
TIEMPO DE LLEGADA	
Desde RL-05 hasta Campamento RQ-CA06	1 a 1.5 hrs



TIEMPO DE LLEGADA	
Desde RL-05 hasta Acopio Logístico AL-136 URU	1.5 a 2 hrs

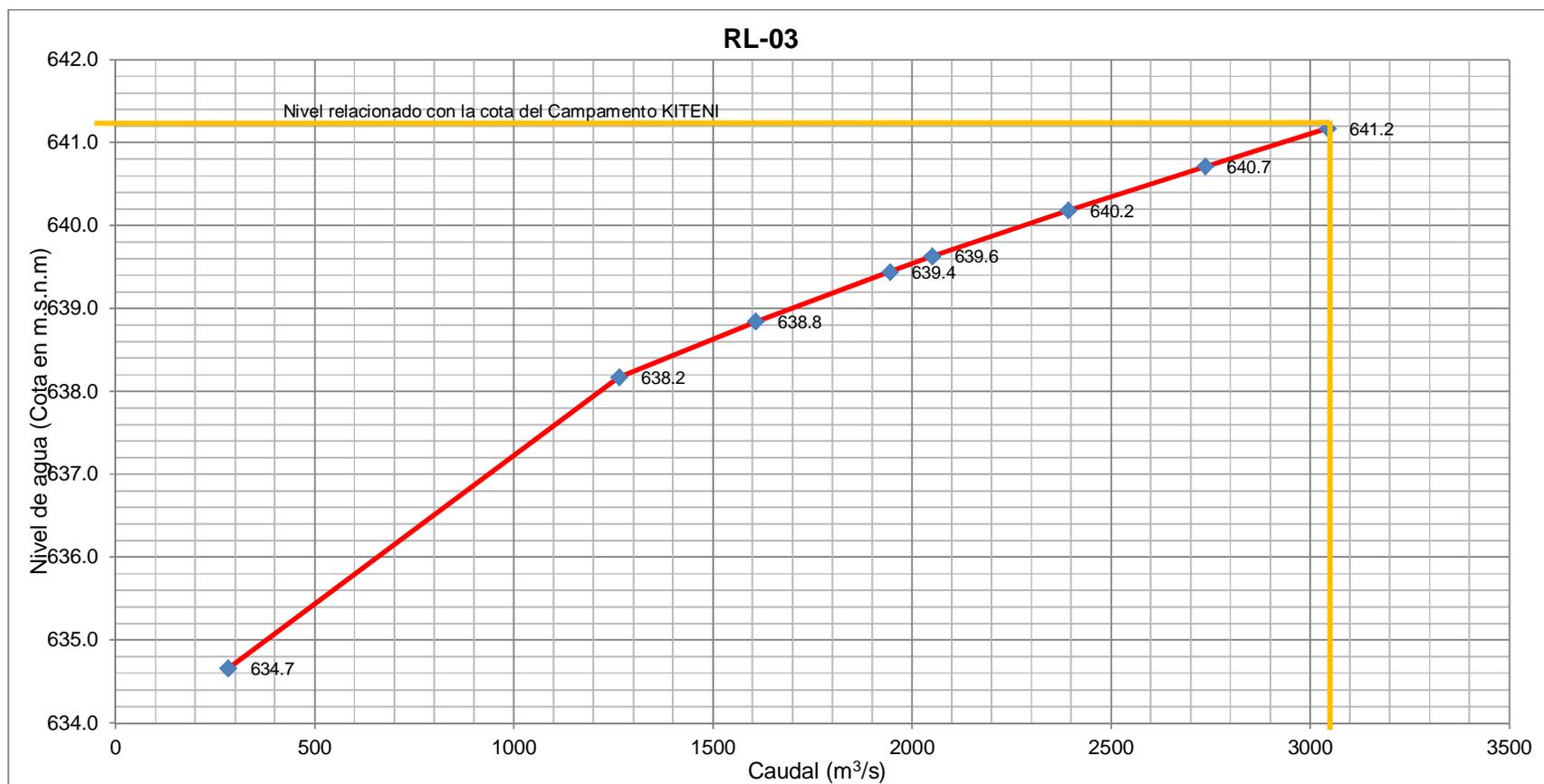
Sector 2:

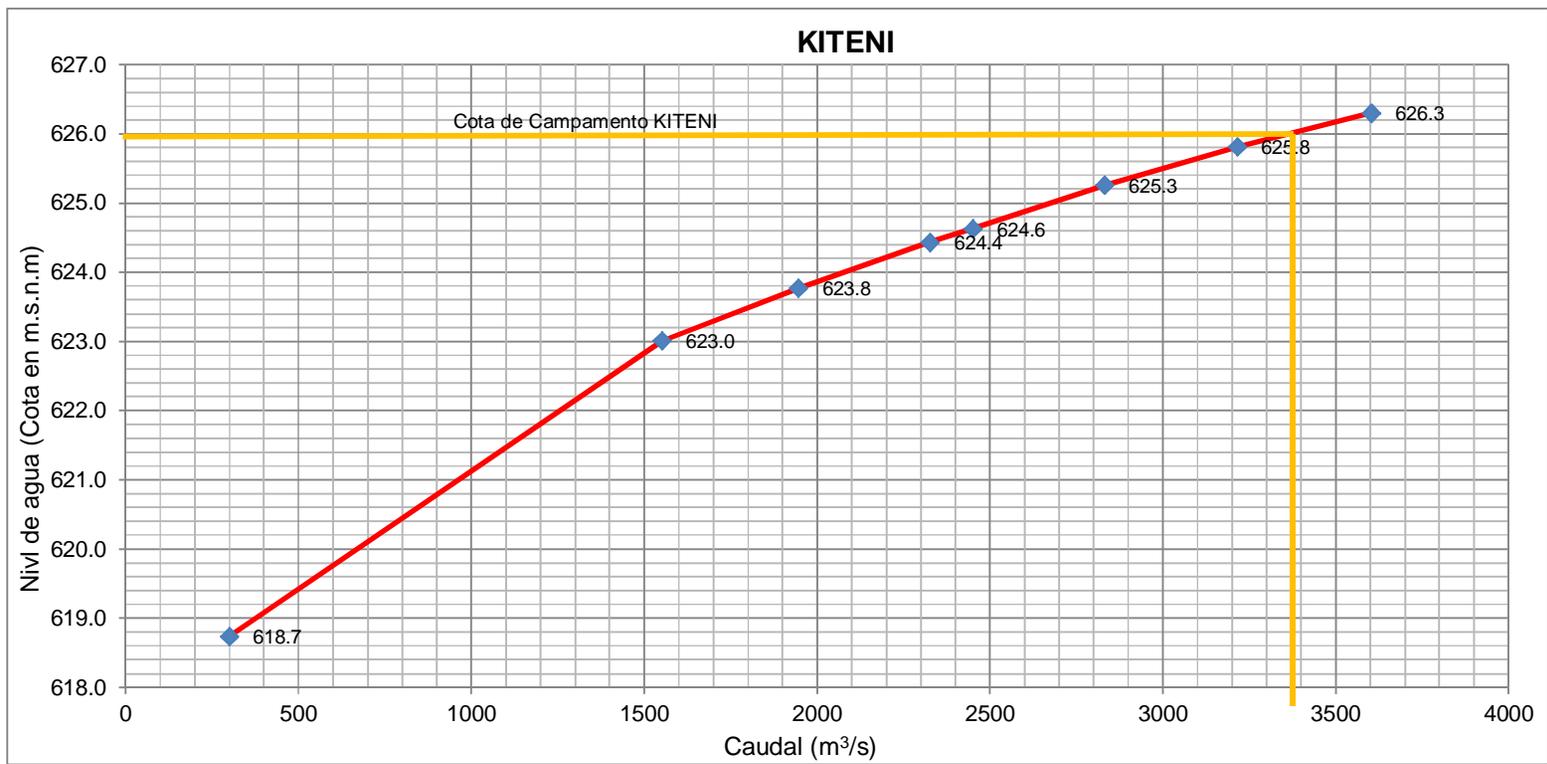




TIEMPO DE LLEGADA	
Desde RL-04 hasta Acopio Logístico AL-136 (Qda. Chirumbia)	30 a 40 minutos

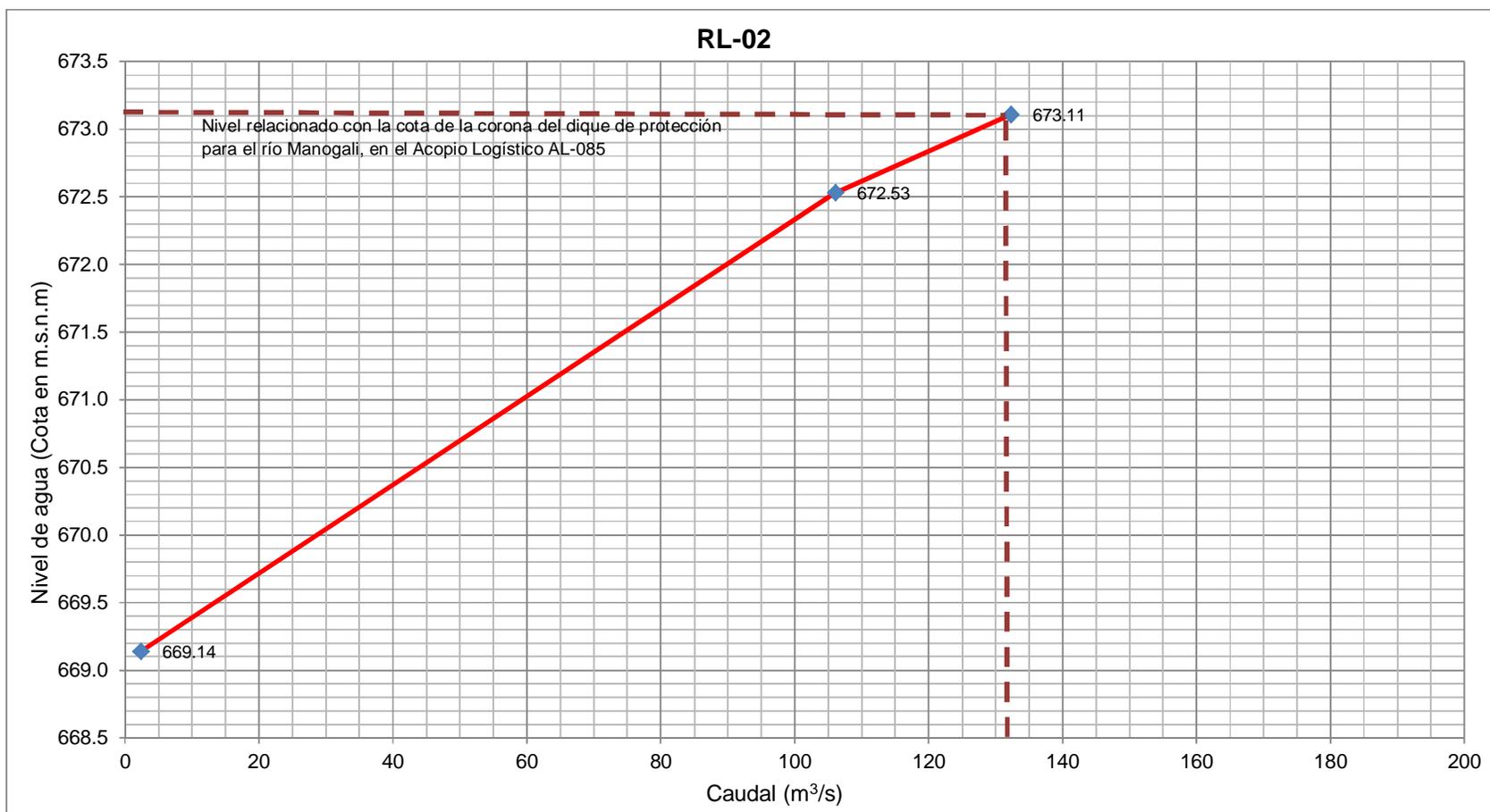
Sector 3:

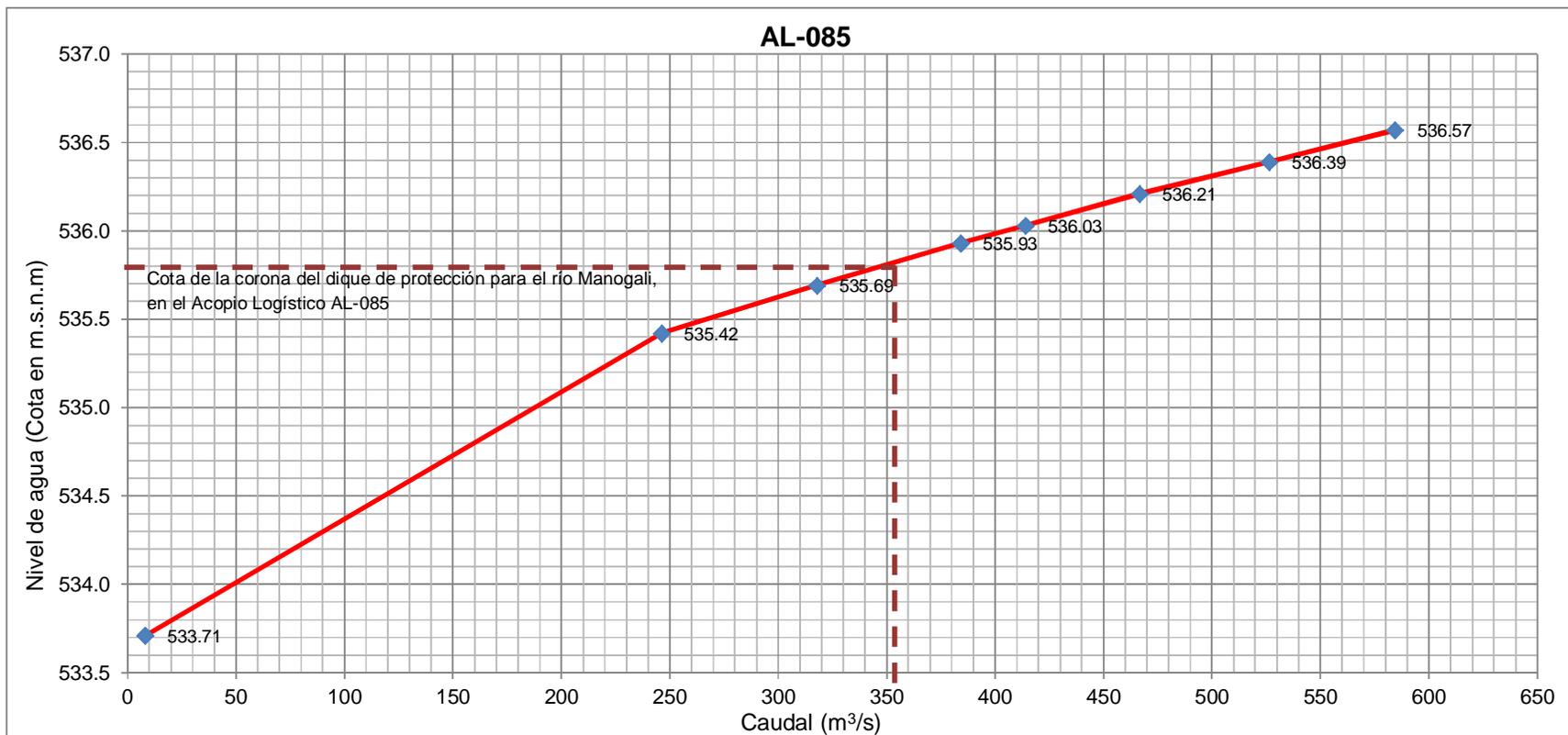




TIEMPO DE LLEGADA	
Desde RL-03 hasta Campamento KITENI	2 a 3 Horas

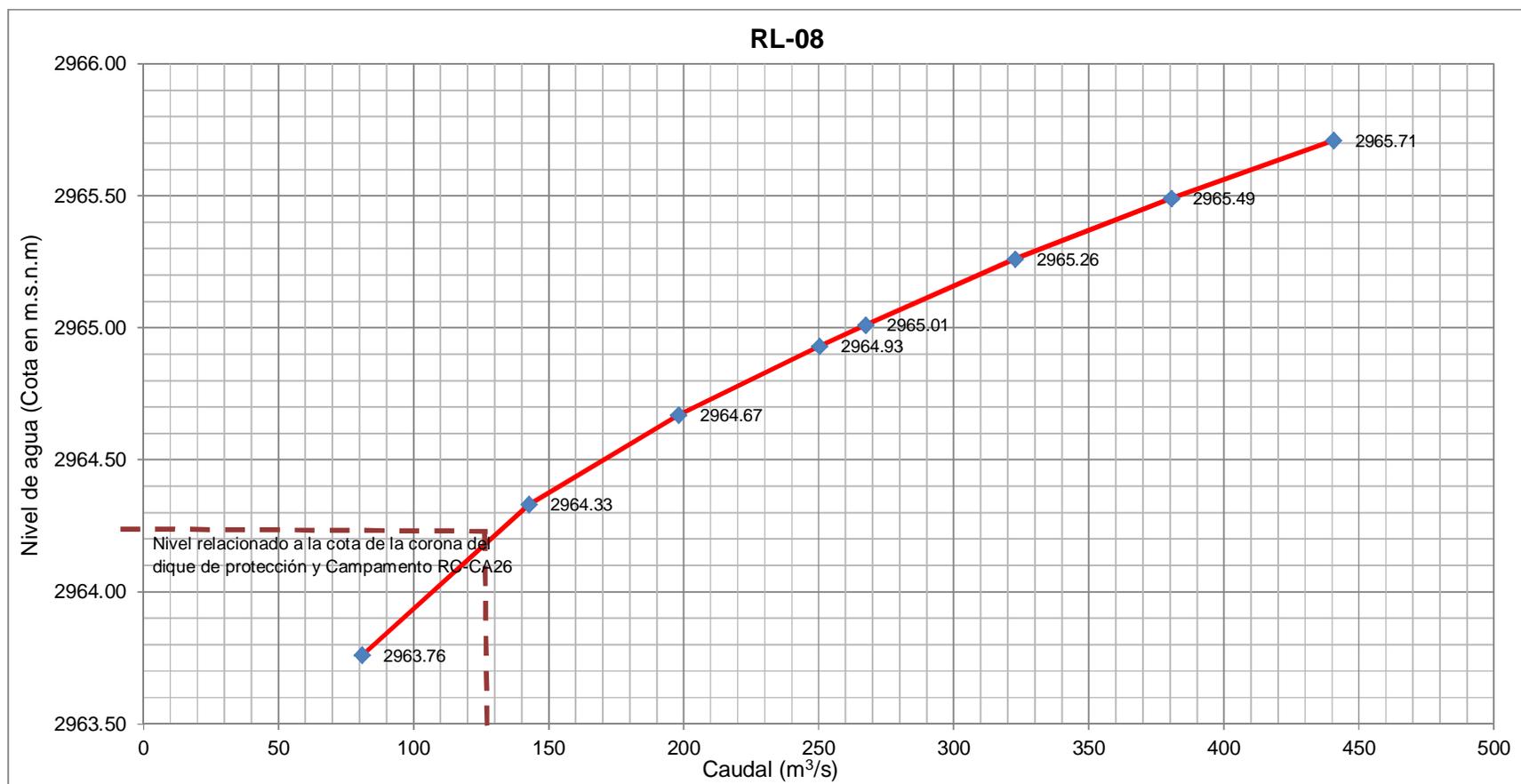
Sector 4:

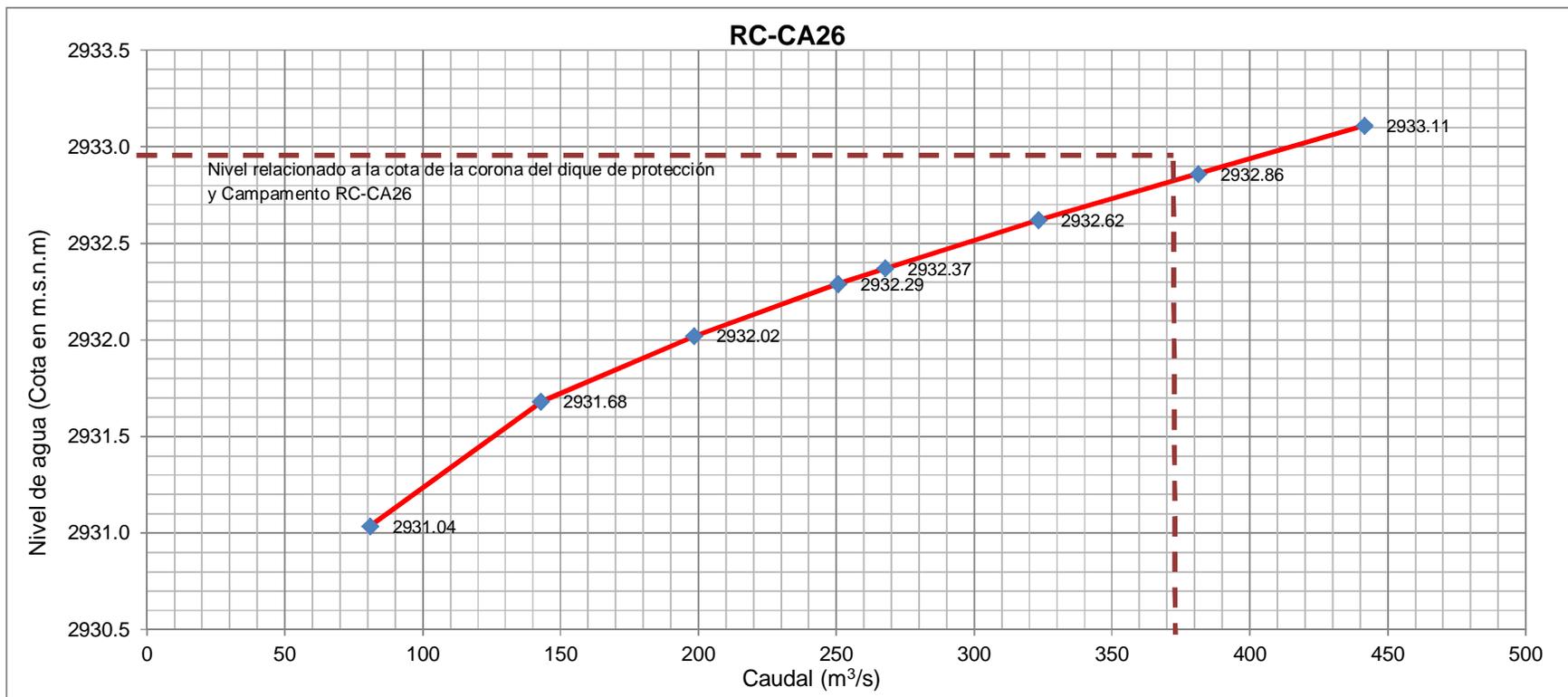




TIEMPO DE LLEGADA	
Desde RL-02 hasta Acopio Logístico AL-085	30 a 40 Minutos

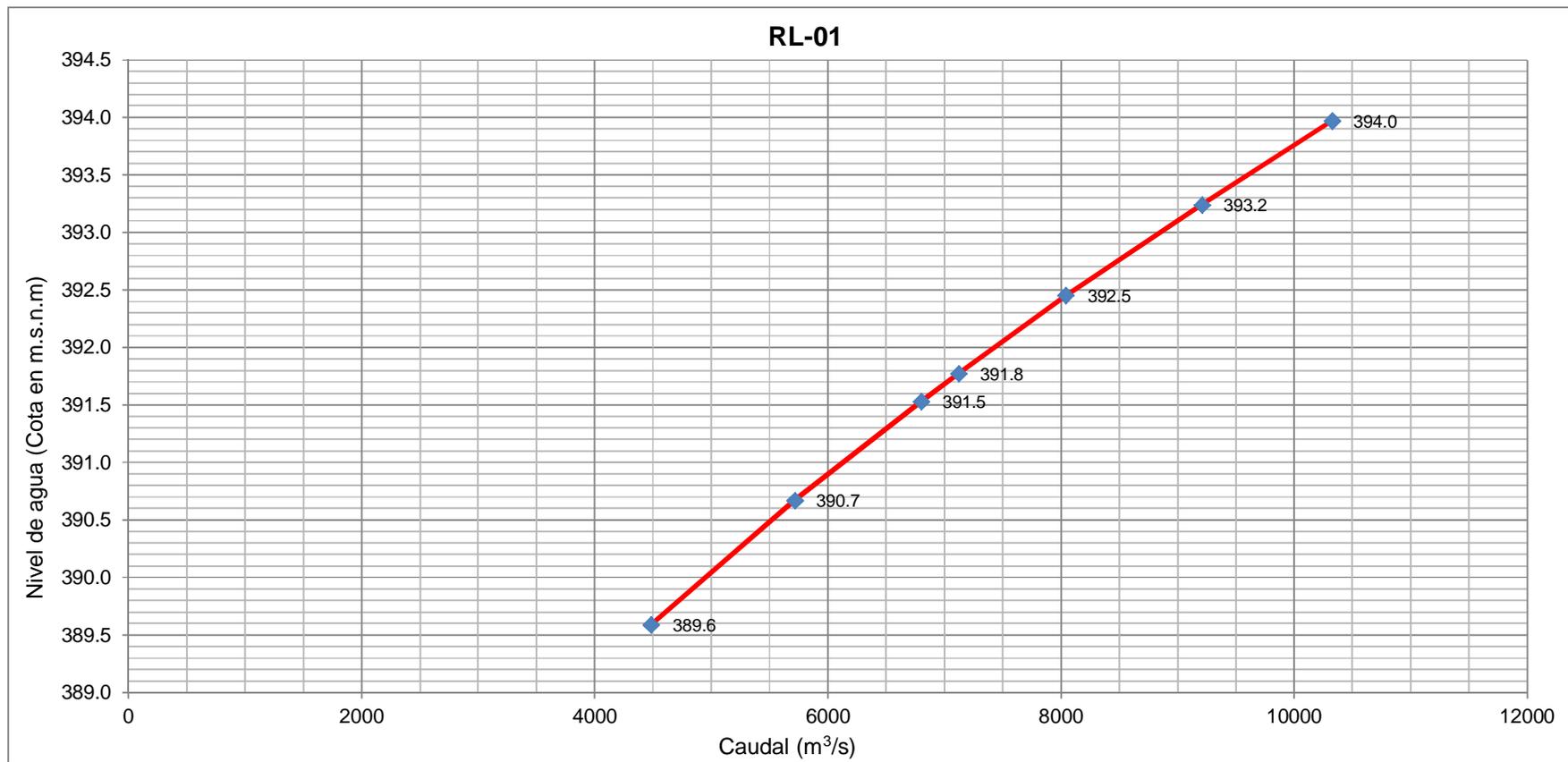
Sector 5:

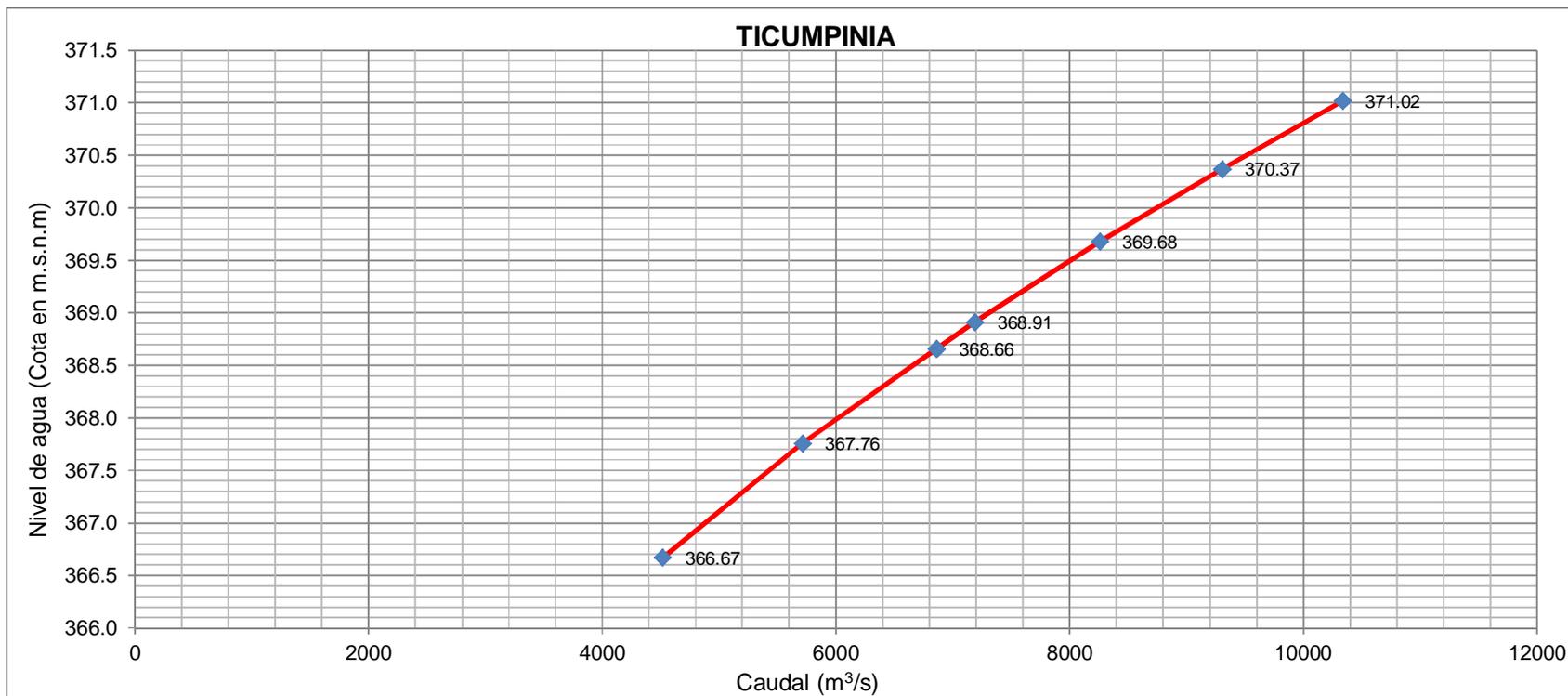




TIEMPO DE LLEGADA	
Desde RL-08 hasta Campamento RC-CA26	1 a 1.2 horas

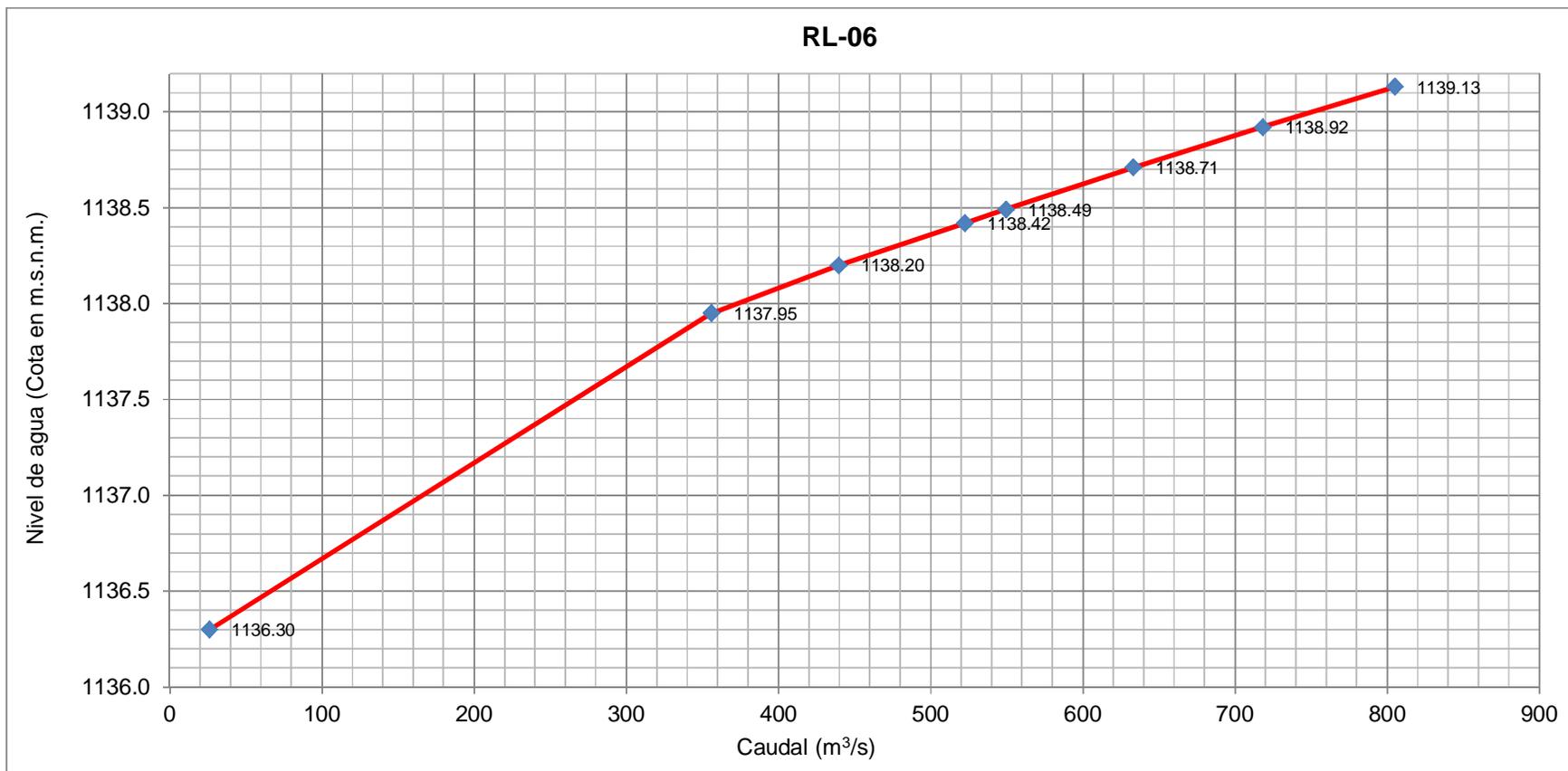
Sector 6:



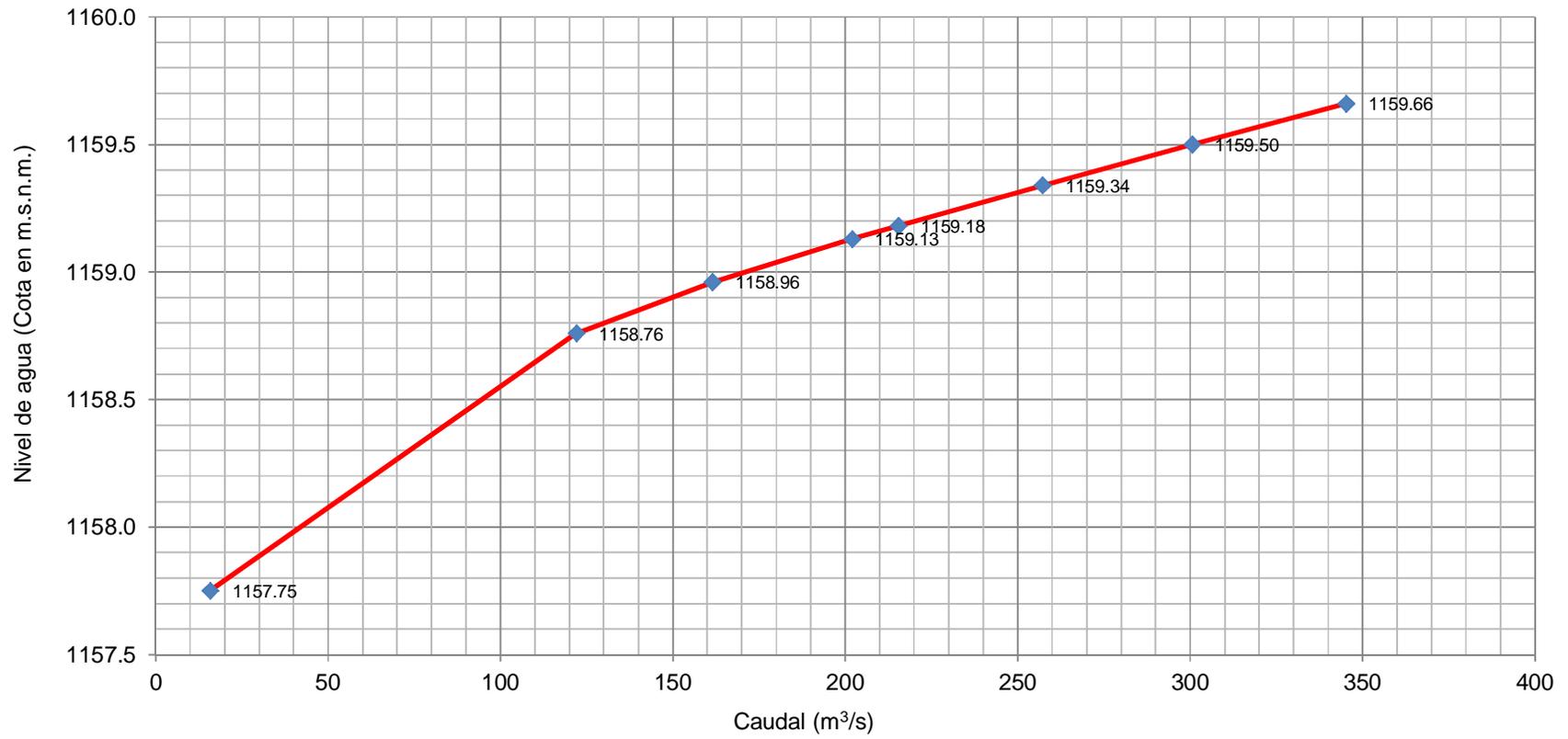


TIEMPO DE LLEGADA	
Desde RL-01 hasta Campamento TICUMPINIA	1.5 a 2 horas

Reglas complementarias:



RL-07



En el caso que se requiera monitorear la cuenca del río Yanatile y el río Ocosbamba, se ha estimado niveles de agua para diferentes caudales, los cuales pueden ser leídos en las reglas RL-06 y RL-07, respectivamente.

Estas lecturas serían complementarias a la información recibida de la regla RL-05 (Sector 1) con la finalidad de estimar el nivel de alerta más adecuado en los puntos de control (campamento RQ-CA06 y campamento AL-136 URU).

TIEMPO DE LLEGADA	
Desde RL-06 hasta Campamento RQ-CA06	3.5 a 4 hrs
Desde RL-07 hasta Campamento RQ-CA06	3.5 a 4 hrs

TIEMPO DE LLEGADA	
Desde RL-06 hasta Acopio Logístico AL-136 URU	4 a 5 hrs
Desde RL-07 hasta Acopio Logístico AL-136 URU	4 a 5 hrs