

**UNIVERSIDAD NACIONAL SAN CRISTÓBAL DE
HUAMANGA**

**FACULTAD DE INGENIERÍA DE MINAS GEOLOGÍA Y
CIVIL**

ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL



**”NIVEL DE RIESGO A INUNDACIONES EN LA QUEBRADA
TARAHUAYCO EN EL DISTRITO DE AYACUCHO”**

TÉISIS PARA OPTAR EL TÍTULO DE INGENIERO CIVIL

PRESENTADO POR:

RAÚL HUARACC CHANCASANAMPA

ASESOR:

Ing. EDMUNDO CANCHARI GUTIERREZ

AYACUCHO - PERÚ

2018

*A mi esposa e hijos por su incondicional
cariño y apoyo en todo momento.*

Agradecimientos

Al Msc. Ing. Edmundo Canchari Gutierrez, asesor de la presente tesis, por la paciencia, apoyo incondicional, apreciaciones y buena disposición durante la formulación del presente trabajo de investigación.

A la Universidad Nacional San Cristóbal de Huamanga, alma mater y orgullo de Ayacucho, donde recibí mi formación académica.

A los docentes de la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga Facultad de Ingeniería de Minas Geología y Civil, por los conocimientos transmitidos que contribuyeron de manera determinante en mi formación profesional.

Resumen

El objetivo principal del presente trabajo es determinar el nivel de riesgo ante inundación de la quebrada Tarahuayco ubicado en la ciudad de Ayacucho debido a las altas precipitaciones en la zona y a la exposición de las viviendas que se encuentran dentro de esta cuenca urbana. Para alcanzar este propósito, se ha desarrollado la caracterización de la cuenca para obtener los datos hidro-meteorológicos de esta manera se identificó y jerarquizó los parámetros de peligrosidad del área de estudio con lo cual se realizará el mapa de niveles de peligrosidad por otra parte se realizó el cálculo de la vulnerabilidad usando la metodología para el análisis de vulnerabilidad y riesgo de las edificaciones en centros urbanos. Como resultado se obtiene altos grados de riesgo del área de estudio y de identifican las zonas con mayor vulnerabilidad las cuales deberán tenerse en cuenta para tomar las acciones correspondientes. La investigación concluye que el área de estudio tiene un alto grado de vulnerabilidad ante inundaciones y consecuentemente un nivel de riesgo alto.

Palabras Clave Riesgo, Vulnerabilidad, Peligro, cuenca urbana.

Abstract

The main objective of this work is to determine the flood risk level of the Tarahuayco creek located in the city of Ayacucho due to the high rainfall in the area and the exposure of the houses that are within this urban basin. To achieve this purpose, the characterization of the basin has been developed to obtain the hydro-meteorological data. In this way, the hazard parameters of the study area were identified and hierarchized, with which the hazard levels map will be mapped. performed the vulnerability calculation using the methodology for vulnerability and risk analysis of buildings in urban centers. As a result, high levels of risk are obtained from the study area and the areas with the greatest vulnerability are identified, which must be taken into account in order to take the corresponding actions. The research concludes that the study area has a high degree of vulnerability to flooding and consequently a high level of risk.

Key words Risk, Vulnerability, Danger, urban basin.

Índice general

I	Introducción	1
1.1	Descripción de la realidad problemática	1
1.2	Planteamiento del problema	1
1.2.1	Formulación del problema	1
1.2.2	Problema principal	2
1.2.3	Problema secundario	2
1.3	Justificación de la investigación	2
1.3.1	Justificación económica	3
1.3.2	Justificación social	3
1.4	Importancia de la investigación	3
1.5	Objetivos de la investigación	3
1.5.1	Objetivo general	3
1.5.2	Objetivos específicos	3
1.6	Hipótesis	4
1.6.1	Hipótesis global	4
1.6.2	Hipótesis específicas	4
1.7	Variables e indicadores	4
1.7.1	Variables	4
1.7.2	Indicadores	5
1.7.3	Unidad de análisis	6
1.8	Metodología de la investigación	6
1.8.1	Tipo de investigación	6
1.8.2	Nivel de investigación	6
1.8.3	Diseño	6
1.8.4	Fuentes de información e instrumentos utilizados	6
1.8.5	Técnicas de recolección y procesamiento de datos	7
II	Marco teórico	8
2.1	Aspectos conceptuales	8
2.1.1	Fenómeno natural	8
2.1.2	Evento adverso	8
2.1.3	Emergencia	8

2.1.4	Desastre	9
2.2	Análisis de vulnerabilidad	9
2.2.1	Vulnerabilidad	9
2.2.2	Factores de vulnerabilidad	10
2.2.3	Tipos de vulnerabilidad	10
2.3	Peligro	13
2.3.1	Definición	13
2.3.2	Clasificación de peligros	13
2.4	Riesgo	14
2.5	Inundaciones urbanas	17
2.5.1	Definición	17
2.5.2	Tipos de inundaciones urbanas	17
2.6	Gestión de riesgos en el Perú	19
2.6.1	Gestión Prospectiva	19
2.6.2	Gestión Correctiva	19
2.6.3	Gestión Reactiva	19
2.6.4	Entidades responsables	20
2.7	Estudios de riesgo en la ciudad de Ayacucho	22
III	Materiales y métodos	23
3.1	Población y muestra	23
3.2	Area de estudio	23
3.3	Modelo hidrometeorológico	23
3.3.1	Descripción del área de estudio	23
3.3.2	Influencia de la urbanización en la escorrentía	24
3.3.3	Datos de la cuenca	24
3.3.4	Determinación del número de curva	27
3.3.5	Datos Meteorológicos e Hidrológicos	38
3.4	Modelo hidrodinámico	41
3.4.1	Determinación del caudal de diseño	41
3.4.2	Calculo de velocidad y tirante de agua en el área de estudio	58
3.5	Determinación del nivel de peligro	75
3.5.1	Criterios de peligro	75
3.5.2	Materiales y métodos	77
3.5.3	Creación del mapa de peligro	78
3.5.4	Mapas de peligro	80
3.6	Determinación del nivel de vulnerabilidad	86
3.6.1	Materiales y métodos	86
3.6.2	Identificación de variables	86
3.6.3	Metodología heurística	88
3.7	Determinación del nivel de riesgo	98

3.7.1 Mapas de riesgo	98
IV Análisis y discusión de los resultados	104
V Conclusiones y recomendaciones	108
5.1 Conclusiones	108
5.1.1 De los resultados obtenidos	108
5.1.2 De la metodología	108
5.2 Recomendaciones	109
5.3 Investigaciones Futuras	110
VI Anexos	111
6.1 Sector críticos en la ciudad de Ayacucho	111
6.2 Procedimientos para la exportación de velocidades y tirantes del HEC RAS al GIS	124
6.3 Planos Topográficos de la Cuenca	133
Bibliografía	146

Índice de tablas

Tabla 1.7.1	Operacionalización de las variables	5
Tabla 2.1.1	Cuadro comparativo Emergencia - Desastre	9
Tabla 3.3.1	Cuadro de condiciones geomorfológicas de la cuenca	25
Tabla 3.3.2	Cálculo de número de curva de Subcuenca01-1	30
Tabla 3.3.3	Cálculo de número de curva de Subcuenca01-2	31
Tabla 3.3.4	Cálculo de número de curva de Subcuenca01-3	32
Tabla 3.3.5	Cálculo de número de curva de Subcuenca01-4	32
Tabla 3.3.6	Cálculo de número de curva de Subcuenca01-5	33
Tabla 3.3.7	Cálculo de número de curva de Subcuenca01-6	33
Tabla 3.3.8	Cálculo de número de curva de Subcuenca01-7	34
Tabla 3.3.9	Cálculo de número de curva de Subcuenca01-8	34
Tabla 3.3.10	Cálculo de número de curva de Subcuenca02	35
Tabla 3.3.11	Cálculo de número de curva de Subcuenca03	36
Tabla 3.3.12	Cálculo de número de curva de Subcuenca04	36
Tabla 3.3.13	Cálculo de número de curva de Subcuenca 05	37
Tabla 3.3.14	Cálculo de número de curva de Subcuenca 06	37
Tabla 3.3.15	Resumen de número de curva de cada subcuenca	38
Tabla 3.3.16	Maxima precipitacion registrada hasta la fecha – Estación Pluviométrica Killa	39
Tabla 3.3.17	Hietograma de precipitación máxima registrada hasta la fecha Tr = 50 años utilizando el método de bloques alternos. Datos Reales: Estacion Killa	40
Tabla 3.4.1	Valores de rugosidad n de Manning en canales	42
Tabla 3.4.2	Cuadro de cálculo de caudales de salida usando el método de Muskingum-Cunge	43
Tabla 3.4.3	Cuadro de resultado de la suma de hidrogramas en el punto J3 ingreso del tramo 01, nótese que no se suman los máximos caudales sino se suman los caudales según la hora de llegada al punto de control . . .	50
Tabla 3.4.4	Resumen de caudales máximos	58
Tabla 3.5.1	Cuadro de valores para los niveles de peligro	77
Tabla 3.6.1	Cuadro de valores según el tipo de material de construcción	86

Tabla 3.6.2	Cuadro de Valores según el tipo de recubrimiento	87
Tabla 3.6.3	Cuadro de Valores según la distancia entre la estructura y el cauce	87
Tabla 3.6.4	Cuadro de valores según la profundidad de la cimentación	87
Tabla 3.6.5	Ponderación y valoración de variables de vulnerabilidad de las edificaciones ante inundaciones	88
Tabla 3.6.6	Niveles de vulnerabilidad de las edificaciones ante inundaciones	88
Tabla 3.7.1	Matriz para definir los escenarios de riesgo ante inundaciones	98

Índice de figuras

Figura 2.2.1	Flujograma para determinación de Vulnerabilidad (CENEPRED, 2014)	12
Figura 2.4.1	Flujograma para determinar el nivel de riesgo (CENEPRED, 2014)	16
Figura 2.5.1	Inundación y Huayco en Jr. San Martín-Huamanga	18
Figura 3.3.1	Incidencia de la Urbanización en el tiempo de respuesta <i>Ic</i> . El parámetro <i>P</i> es un índice, representando la longitud de la cuenca versus la pendiente de ésta. La pendiente <i>S</i> está expresada en pies/milla y la longitud <i>L</i> en millas	24
Figura 3.3.2	Cuencas urbanas de la quebrada Tarahuayco	26
Figura 3.3.3	Números de curva de escurrimiento para usos selectos de suelo agrícola, urbana y suburbana (Condiciones antecedentes de humedad AMC (II), $I_a = 0,2 S$) (Andía, 2009)	28
Figura 3.3.4	Cuencas de la quebrada Tarahuayco	29
Figura 3.3.5	SubCuenca 01-1	30
Figura 3.3.6	SubCuenca 01-2	31
Figura 3.3.7	SubCuenca 01-3	31
Figura 3.3.8	SubCuenca 01-4	32
Figura 3.3.9	SubCuenca 01-5	32
Figura 3.3.10	SubCuenca 01-6	33
Figura 3.3.11	SubCuenca 01-7	33
Figura 3.3.12	SubCuenca 01-8	34
Figura 3.3.13	SubCuenca 02	35
Figura 3.3.14	SubCuenca 03	35
Figura 3.3.15	SubCuenca 04	36
Figura 3.3.16	SubCuenca 05	36
Figura 3.3.17	SubCuenca 06	37

Figura 3.4.1 Modelado de la cuenca en el programa HEC-HMS	41
Figura 3.4.2 Hidrograma de la Sub Cuenca 01-1	42
Figura 3.4.3 Hidrograma de salida del tramo R1	45
Figura 3.4.4 Hidrograma de la Sub Cuenca 01-2	45
Figura 3.4.5 Hidrograma de la Sub Cuenca 01-3	46
Figura 3.4.6 Hidrograma de la Sub Cuenca 01-4	46
Figura 3.4.7 Hidrograma total en el ingreso del Tramo-1(<i>Esquina Av. Independencia y Jr Quinua</i>)	47
Figura 3.4.8 Hidrograma de la Sub Cuenca 01-5	50
Figura 3.4.9 Hidrograma de la Sub Cuenca 03	51
Figura 3.4.10 Hidrograma total en el ingreso del Tramo-2(<i>Puente Manco Capac</i>)	51
Figura 3.4.11 Hidrograma de la Sub Cuenca 01-6	52
Figura 3.4.12 Hidrograma de la Sub Cuenca 04	52
Figura 3.4.13 Hidrograma Total en el ingreso del Tramo-3(<i>Puente Mariscal Caceres</i>)	53
Figura 3.4.14 Hidrograma de la Sub Cuenca 01-7	54
Figura 3.4.15 Hidrograma de la Sub Cuenca 05	54
Figura 3.4.16 Hidrograma total en el ingreso del Tramo-4(<i>Esq. Jr. Sol y Jr. Untiveros</i>)	55
Figura 3.4.17 Hidrograma de la Sub Cuenca 01-8	55
Figura 3.4.18 Hidrograma Total en el ingreso del Tramo-5(<i>Esq. Jr. Bellido y Jr. Francisco Pizarro</i>)	56
Figura 3.4.19 Hidrograma de la Sub Cuenca 06	56
Figura 3.4.20 Hidrograma total en el ingreso del Tramo-6(<i>Esq. Jr Glorieta</i>)	57
Figura 3.4.21 Hidrograma total de salida en el puente PericoHuaycco	57
Figura 3.4.22 Curvas de nivel del Tramo 01-quebrada Tarahuayco	59
Figura 3.4.23 Curvas de nivel del Tramo 02-quebrada Tarahuayco	60
Figura 3.4.24 Curvas de nivel del Tramo 03-quebrada Tarahuayco	60
Figura 3.4.25 Curvas de nivel del Tramo 04-quebrada Tarahuayco	61
Figura 3.4.26 Curvas de nivel del Tramo 05-quebrada Tarahuayco	61
Figura 3.4.27 Perfil longitudinal del Tramo 01	62
Figura 3.4.28 Sección entrada de puente Manco Capac	62
Figura 3.4.29 Plano de alturas de tirante en Tramo 01	63
Figura 3.4.30 Mapa de velocidades Tramo 01	64
Figura 3.4.31 Mapa de altura de tirante en el Tramo 02	65
Figura 3.4.32 Mapa de velocidades en el Tramo 02	66
Figura 3.4.33 Mapa de altura de tirante en el Tramo 03	67
Figura 3.4.34 Mapa de velocidades en el Tramo 03	68
Figura 3.4.35 Mapa de altura de tirante en el Tramo 04	69
Figura 3.4.36 Mapa de velocidades en el Tramo 04	70
Figura 3.4.37 Mapa de altura de tirante en el Tramo 05	71
Figura 3.4.38 Mapa de velocidades en el Tramo 05	72

Figura 3.4.39 Mapa de altura de tirante en todos los Tramos	73
Figura 3.4.40 Mapa de velocidades en todos los Tramos	74
Figura 3.5.1 Niveles de peligro según OFEE	75
Figura 3.5.2 Niveles de peligro según FEMA (2009)	76
Figura 3.5.3 Niveles de peligro aplicados en la ciudad de Dórrigo, Australia (NSW, 2005).	76
Figura 3.5.4 Datos raster de velocidad y tirante del Tramo 01	78
Figura 3.5.5 Ventana de la herramienta Raster Calculator	79
Figura 3.5.6 Ingreso de datos para determinar los niveles de peligro	79
Figura 3.5.7 Mapa de peligro Tramo 01	80
Figura 3.6.1 Ingreso a la tabla de atributos GIS	89
Figura 3.6.2 Ingreso de valores de las variables	89
Figura 3.6.3 Cálculo de vulnerabilidad	90
Figura 3.6.4 Vulnerabilidad con valores calculados	91
Figura 3.6.5 Raster de vulnerabilidad con valores reagrupados	92
Figura 4.0.1 Nótese el ancho del canal en este tramo solo alcanza el metro	105
Figura 4.0.2 Se observa la socavación del cimientto del muro	105
Figura 4.0.3 Aquí se observa un pórtico para soportar la construcción.	106
Figura 4.0.4 Red colectora en el canal	106
Figura 6.2.1 File–Nuevo Proyecto	124
Figura 6.2.2 Ventana de Exportación de Civil 3D a HEC-RAS	124
Figura 6.2.3 Geometría Importada en el HEC-RAS	125
Figura 6.2.4 Caudal para el Tramo 01	125
Figura 6.2.5 Análisis mixto ya que no se sabe si es un flujo subcrítico o supercrítico	126
Figura 6.2.6 File-Export GIS data	126
Figura 6.2.7 Escojemos la carpeta a la que se desea exportar y se selecciona la ca- silla de velocidad para que se exporte y finalmente se presiona Export Data	127
Figura 6.2.8 Convertir el archivo en XML	127
Figura 6.2.9 Procedimiento para Visualizar lo exportado del HEC-RAS	128
Figura 6.2.10 Procedimiento para cargar datos del archivo XML	128
Figura 6.2.11 Resultado de la importación	129
Figura 6.2.12 Procedimiento para crear el raster del área de inundación	129
Figura 6.2.13 Procedimiento para crear el raster del área de inundación	130
Figura 6.2.14 Plano de alturas de tirante en Tramo 01	131
Figura 6.2.15 Procedimiento para crear el raster de velocidades	132
Figura 6.2.16 Mapa de velocidades Tramo 01	133

Lista de Acrónimos y Símbolos

Acrónimos

<i>PCM</i>	—	Presidencia del Consejo de Ministros
<i>SINAGERD</i>	—	Sistema Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres
<i>CENEPRED</i>	—	Centro Nacional de Estimación, Prevención y Reducción del Riesgo de Desastres
<i>UNESCO</i>	—	Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura
<i>INGEMMET</i>	—	Instituto Geológico Minero y Metalúrgico del Perú
<i>GIS</i>	—	Sistema de Información Geográfica
<i>HEC – HMS</i>	—	Software Hydrologic Engineering Center - Hydrologic Modeling System
<i>NRCS</i>	—	Natural Resources Conservation Service
<i>HEC – RAS</i>	—	Software
<i>OFEE</i>	—	Office Federal de le Economie des Eaux
<i>FEMA</i>	—	Federal Emergency Management Agency
<i>PREDES</i>	—	Prevensión de Desastres
<i>INDECI</i>	—	Instituto Nacional de Defensa Civil
<i>MPH</i>	—	Municipalidad Provincial de Huamanga

Símbolos

<i>T_c</i>	—	Tiempo de concentración (Horas o Minutos).
<i>T_r</i>	—	Tiempo de retardo o retraso en minutos (min).
<i>L_p</i>	—	Longitud del cauce principal en metros (m).
<i>S</i>	—	Pendiente en metros sobre metros (m/m).
<i>S_p</i>	—	Pendiente del curso principal (m/m).
<i>CN</i>	—	Número de la curva.
<i>P</i>	—	Precipitación.
<i>P_e</i>	—	Profundidad de exceso de precipitación o escorrentía directa.

T_r	—	Periodo de retorno.
η	—	Coefficiente de la rugosidad de Manning
v	—	Velocidad máxima del agua (m/s)
h	—	Tirante máximo (m)

Capítulo I

Introducción

1.1. Descripción de la realidad problemática

A nivel nacional el problema de las inundaciones es común debido a la falta de prevención y a la falta de conciencia de los pobladores que con el conocimiento de que se encuentran en zonas peligrosas no toman las precauciones del caso ya sea por falta de economía o de conocimiento.

Este es el caso de nuestra zona de muestra que según los estudio realizados por INDECI y la municipalidad provincial de Huamanga en el año 2004 es una zona de riesgo y que hasta la fecha no cuenta con un tratamiento para reducir y mitigar un eventual peligro.

Así como esta zona existen otras como por ejemplo el riachuelo Chaquihuaycco en el cual el crecimiento urbano esta invadiendo el área hidráulica de esta quebrada y poniendo en riesgo las construcciones y la vida de los pobladores de este área.

En esta zonas las construcciones se realizaron sin ninguna dirección técnica por lo que estas se encuentran expuestas a los peligro mas frecuentes en nuestra zona como son las lluvias torrenciales y vulnerables ante un sismo. Por otra parte se tiene el peligro ambiental debido a que todo el tramo de la quebrada Tarahuaycco se encuentra colmada de desperdicios, ademas de que se construyó un sistema de desagüe en la misma quebrada y las casa adyacentes eliminan sus desperdicios a esta creando un ambiente pestilente ademas de ser un foco infeccioso para los vecinos y para las casas aguas abajo.

1.2. Planteamiento del problema

1.2.1. Formulación del problema

Con el crecimiento de la población dentro del área urbana se llega a producir problemas en los cauces de las quebradas existentes como son la invasión del cauce natural del río.

De acuerdo a los desastres suscitados en Lima y norte del Perú se muestra que debido a la falta de prevención de desastre no se realiza un estudio minucioso de las quebradas secas dentro del área urbana las cuales están siendo invadidas cada vez más con el crecimiento de la población sin ningún tipo de control.

Este acortamiento del área hidráulica ocasionará en un evento de lluvia extraordinario el colapso de algunas construcciones que se encuentra dentro del área de inundación.

Para evitar y buscar soluciones ante tal amenaza es necesario realizar un estudio de vulnerabilidad de las zonas en riesgo.

Una de estas zonas es la quebrada Tarahuayco que se encuentra dentro del área urbana en el distrito de Huamanga y que en su mayor parte las construcciones se encuentran dentro del cauce natural de río, además es el desfogue de aguas residuales y basura de las viviendas alrededor.

1.2.2. Problema principal

¿Como es nivel de riesgo a causa de inundación en la quebrada Tarahuaycco?

1.2.3. Problema secundario

- ¿Como es la vulnerabilidad física del área de estudio?
- ¿Como es el nivel de peligrosidad por inundaciones del área de estudio?

1.3. Justificación de la investigación

El crecimiento desordenado de las zonas urbanas es un problema latente en todas las ciudades del Perú, esto provoca la invasión de los cauces naturales del agua reduciendo así su área hidráulica y poniendo en riesgo sus vidas y las infraestructuras que construyen, la identificación de las zonas de riesgo en estas cuencas urbanas así como las zonas vulnerables nos muestran un esquema que nos permite adoptar medidas preventivas y de mitigación/reducción de desastres.

En nuestro país las cantidades medias de precipitación han sufrido cambios sostenidos y significativos en distintas regiones del país. También se han observado alteraciones muy importantes en la ocurrencia de eventos extremos de precipitación, lluvias muy intensas ocurridas en poco tiempo. En muchas ciudades del Perú, las inundaciones se han convertido en una problemática recurrente con considerables impactos sobre la vida de los ciudadanos y el sistema socio-económico en su conjunto. Además la investigación se justifica porque se considera un aporte en los siguientes aspectos:

1.3.1. Justificación económica

La falta de la gestión del riesgo ocasiona grandes pérdidas económicas a la población afectada y al estado con esta investigación se obtendrá zonas vulnerables mostradas mediante un mapa de riesgo el cual servirá para identificar el lugar exacto donde es necesario intervenir para mitigar y/o reducir las pérdidas.

1.3.2. Justificación social

Los resultados de la investigación será útil sobre todo para aquellas instituciones públicas y privadas que están dedicadas a la gestión de riesgo, por lo que la presente investigación se justifica porque contribuye con el bienestar de la sociedad en su conjunto a largo plazo.

1.4. Importancia de la investigación

Como se indicó anteriormente este estudio de vulnerabilidad servirá para realizar un estudio minucioso de todas las estructuras y construcciones que se verán afectadas por la crecida del río.

Por esta razón al finalizar esta investigación se conocerá la vulnerabilidad de las construcciones ante un aumento de caudal y los posibles daños que producirá para luego poder plantear una solución o disminuir la cantidad de pérdidas humanas y daños en las estructuras.

Por otra parte se identificará que construcciones se encuentran en *alto riesgo* y priorizar las medidas de solución.

1.5. Objetivos de la investigación

1.5.1. Objetivo general

Determinar el nivel de riesgo a causa de inundación en la quebrada Tarahuayco.

1.5.2. Objetivos específicos

- Determinar la vulnerabilidad física de la quebrada Tarahuayco
- Determinar el peligro de inundación en la quebrada Tarahuayco.

1.6. Hipótesis

1.6.1. Hipótesis global

La relación de los niveles de vulnerabilidad y el peligro permiten determinar y representar adecuadamente el nivel de riesgo a causa de inundación.

1.6.2. Hipótesis específicas

- Teniendo en cuenta las características de la construcción se puede determinar el grado de vulnerabilidad de la zona.
- Usando los datos meteorológicos y la estadística de probabilidades se puede obtener el máximo caudal que transitara por la quebrada y así determinar el nivel de peligro.

1.7. Variables e indicadores

1.7.1. Variables

Una variable es una propiedad que puede fluctuar y cuya variación es susceptible de medirse u observarse. Por otro lado otros autores definen las variables como las características, rasgos, o propiedades de los elementos de la muestra o universo en estudio. La característica de las variables es que son medibles, directa o indirectamente mediante indicadores, por lo que cada elemento del conjunto tiene un valor diferente para cada una de sus variables. Existen básicamente tres variables que participan de todo proceso de investigación: independientes, dependientes e intervinientes. Las variables en el presente estudio, se clasifican en:

Variables independientes

Cuando desempeña el rol de causa mayoritaria, cuya magnitud o característica se relaciona con otra a la cual afectar, en el presente caso son: geometría de la quebrada, velocidad de tránsito, tirante de la sección, exposición de las viviendas.

Variables dependientes

Cuando desempeña el rol de efecto o consecuencia, dependen de la acción (intensidad o característica) de la variable independiente. En el presente caso son: vulnerabilidad, peligro.

Variables intervinientes

No son causas ni efectos pero tienen importancia en el estudio ya que podrían servir de explicación parcial a determinadas características consecuentes o porque son reguladoras del efecto de la variable independiente. Entre estas variables identificadas para la presente investigación se tienen: uso de suelo, vegetación, grado de contaminación y características socio económicas.

1.7.2. Indicadores

Al referirnos a los conceptos indicamos que estos no son observables directamente, por lo tanto, se deben buscar procedimientos que permitan la medición indirecta mediante manifestaciones externas, empíricas y observables. Tales manifestaciones o expresiones reciben el nombre de indicadores. Los indicadores tienen como principal función señalar datos, procedimientos a seguir, fenómenos, situaciones específicas.

Indicador asociada a la variables directas Coordenadas UTM, velocidad máxima, tirante >2m., vivienda expuesta.

Indicador asociada a la variable indirectas Vulnerabilidad >94, peligro >3

Tabla 1.7.1: Operacionalización de las variables

Variables	Indicadores
Independientes (X)	Directos
a. Geometría de la quebrada	a. X11: Coordenadas UTM
b. Velocidad de tránsito	b. X12: Velocidad máxima
c. Tirante de la sección	c. X13: Tirante >2m.
d. Exposición de las viviendas	d. X14: Vivienda expuesta
Intervinientes (Y)	Intervinientes
a. Uso de suelo	a. Y11: Urbano
b. Vegetación	b. Y12: Pobre vegetación
c. Grado de contaminación	c. Y13: Contaminación del agua
d. Característica socioeconómica	d. Y14: Extrema pobreza
Dependientes (Z)	Indirectos
a. Vulnerabilidad	a. Z11: Vulnerabilidad >94
b. Peligro	b. Z12: Peligro >3

1.7.3. Unidad de análisis

La unidad de análisis es la quebrada Tarahuayco a nivel de cuenca urbana, donde se han registrado datos de precipitaciones, topografía y estado actual de las viviendas para el análisis respectivo.

1.8. Metodología de la investigación

1.8.1. Tipo de investigación

Este trabajo de investigación tiene por finalidad la búsqueda y consolidación del saber y la aplicación de los conocimientos en el área de gestión de riesgos. En este sentido este trabajo de investigación es del tipo:

Tipo: **Investigación aplicada**

1.8.2. Nivel de investigación

Es un tipo de investigación no experimental en el que se relaciona las variables vulnerabilidad y el peligro con el riesgo, estableciendo su grado de correlación. Por lo tanto el nivel de investigación en este trabajo es de:

Investigación correlacional

1.8.3. Diseño

En el presente trabajo de investigación se pretende analizar el nivel de riesgo a través de la velocidad, tirante, geometría de la quebrada y la exposición de las viviendas. Por lo tanto el presente trabajo de investigación tiene un diseño:

Diseño: **Longitudinal**

1.8.4. Fuentes de información e instrumentos utilizados

En este caso fundamentalmente se ha obtenido casi el total de la información de tesis de maestrías y doctorados de otras universidades. La referencia consultada es diversa, textos referidos a temas de gestión de riesgos. El registro de datos de precipitación fueron obtenidos de la estación Killa estos datos se obtuvieron ya procesados usándose el hietograma con la máxima intensidad de la precipitación, respecto a los datos geométricos de la quebrada se realizó el levantamiento topográfico con estación total.

Aplicaciones utilizadas

- Civil3D, AutoCAD, GIS, HEC-RAS, HEC-HMS para la generación de los datos de entrada numéricos.
- \LaTeX para el procesamiento del proyecto de tesis y la tesis propiamente dicha, haciendo uso de las herramientas WinEdt, MiKTeX, GSView y Adobe Acrobat.
- Herramientas informáticas de SIG's.
- Documentación disponible en Internet correspondiente a las distintas herramientas y lenguajes empleados.

1.8.5. Técnicas de recolección y procesamiento de datos

Para el presente trabajo de investigación no se hace ningún análisis estadístico de los datos de precipitación se obtuvieron ya procesados, la geometría de unidad de análisis fue realizado mediante trabajo topográfico y el estado situacional del de las viviendas fueron registradas en una libreta de campo. Estos datos fueron procesados usando las aplicaciones anteriormente descritas.

Capítulo II

Marco teórico

2.1. Aspectos conceptuales

2.1.1. Fenómeno natural

Es entendido como toda manifestación de la naturaleza, se refiere a cualquier expresión que adopta la naturaleza como resultado de su funcionamiento interno. Las condiciones de regularidad (lluvias en los meses de verano en la sierra, la llovizna en los meses de invierno en la costa) o de aparición extraordinaria y sorprendente (terremoto, un tsunami o maremoto, una lluvia torrencial) son las que diferencian y pueden dar lugar a la ocurrencia de un desastre. Un fenómeno natural se convierte en peligroso cuando adquiere determinado grado de magnitud, intensidad, ocurrencia o extensión del impacto (un sismo de considerable magnitud, lluvias torrenciales continuas en zonas ordinariamente secas, un huracán, rayos, etc. pueden ser considerados peligrosos), (Renda, 2017)

2.1.2. Evento adverso

Es una situación, suceso o hecho que produce alteración en la vida de las personas, economía, sistemas sociales y el ambiente, causado por fenómenos de orígenes naturales o provocados por los seres humanos. (Renda, 2017)

2.1.3. Emergencia

Se entiende como una situación, un daño provocado por un evento adverso de origen natural o provocado por los seres humanos que, por su magnitud, puede ser atendida por los medios disponibles localmente. (Renda, 2017)

Tabla 2.1.1: Cuadro comparativo Emergencia - Desastre

Emergencia	Desastre
Los medios disponibles localmente bastan para dar satisfacción a la demanda producida por el evento adverso.	Se crea una desproporción entre los medios necesarios para dar respuesta a las necesidades de la comunidad afectada y los medios disponibles en la misma.

2.1.4. Desastre

Es la interacción entre una amenaza y una población vulnerable que, por su magnitud, crea una interrupción en el funcionamiento de una sociedad y/o sistema a partir de una desproporción entre los medios necesarios para superarla y aquellos medios a disposición de la comunidad afectada. Cabe aclarar que muchas veces Emergencia y Desastre se toman como sinónimos. Sin embargo, entre ellos hay una importante diferencia.

(Renda, 2017)

2.2. Análisis de vulnerabilidad

2.2.1. Vulnerabilidad

En el Marco de la Ley N° 29664 del Sistema Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres y su reglamento (D.S.N°048-2011-PCM) se define la vulnerabilidad como la susceptibilidad de la población, la estructura física o las actividades socio económicas, de sufrir daños por acción de un peligro o amenaza.

La vulnerabilidad alude a las condiciones sociales, económicas, culturales, institucionales y/o de infraestructura que hacen susceptible a una población frente a una amenaza determinada. Estas condiciones son siempre previas a la ocurrencia de un desastre y determinarán la intensidad de los daños que produzca la amenaza. Es por eso que el grado de daño que pueda causar un desastre se relaciona directamente con la existencia de mayores o menores condiciones de vulnerabilidad.(CENEPRED, 2014)

2.2.2. Factores de vulnerabilidad

Factores de exposición

Esta referida a las decisiones y prácticas que ubican al ser humano y sus medios de vida en la zona de impacto de un peligro. La exposición se genera por una relación no apropiada con el ambiente, que se puede deber a procesos no planificados de crecimiento demográfico, a un proceso migratorio desordenado, al proceso de urbanización sin un adecuado manejo del territorio y/o a políticas de desarrollo económico no sostenible. A mayor exposición, mayor vulnerabilidad.(CENEPRED, 2014)

Fragilidad

Esta referida a las condiciones de desventaja o debilidad relativa del ser humano y sus medios de vida frente a un peligro. En general, esta centrada en la condiciones físicas de una comunidad o sociedad y es de origen interno, por ejemplo: formas de construcción y/o materiales, entre otros. A mayor fragilidad, mayor vulnerabilidad. (CENEPRED, 2014)

Resiliencia

Esta referida al nivel de asimilación o capacidad de recuperación del ser humano y sus medios de vida frente a la ocurrencia de un peligro. Esta asociada a condiciones sociales y de organización de la población. A mayor resiliencia, menor vulnerabilidad.(CENEPRED, 2014)

2.2.3. Tipos de vulnerabilidad

Si bien existen múltiples dimensiones (social, física, económica, ambiental, institucional, cultural, política, entre otras) que se vinculan entre sí, en esta investigación se enfatizará el análisis particular de la dimensión física y ambiental sin dejar de considerar el componente económico. Éste representa a los sectores económicamente más deprimidos y se remite a la dificultad de acceso a servicios básicos y de salud, educación, entre otros.(CENEPRED, 2014)

Vulnerabilidad física

Se refiere a la localización de los asentamientos humanos en zonas de peligro y a las deficiencias de la estructura física (infraestructura crítica y viviendas) para *absorber* los efectos de las amenazas. La vulnerabilidad física se conoce también como exposición y puede estar

determinada por aspectos como la densidad de población, la localización, el sitio, el diseño y los materiales usados en la construcción. Tanto la localización física como las deficiencias en la infraestructura (equivalente a la resistencia al impacto negativo por el tipo de construcción) pueden provenir en parte de las condiciones de precariedad y la falta de opciones para una ubicación menos peligrosa, y por otra, debido a la gran extensión territorial que ocupan las múltiples amenazas en un territorio. (CENEPRED, 2014)

Vulnerabilidad Ambiental y Ecológica

Es el grado de resistencia del medio natural y de los seres vivos que conforman un determinado ecosistema, ante la presencia de la variabilidad climática.

Todos los seres vivos tiene una vulnerabilidad intrínseca, que está determinada por los límites que el ambiente establece como compatibles, por ejemplo la temperatura, humedad, densidad, condiciones atmosféricas y niveles nutricionales, entre otros, así como por los requerimientos internos de su propio organismo como son la edad y la capacidad o discapacidad natural.

Igualmente, está relacionada con el deterioro del medio ambiente (calidad del aire, agua y suelo), la deforestación, explotación irracional de los recursos naturales, exposición a contaminantes tóxicos, pérdida de la biodiversidad y la ruptura de la auto-recuperación del sistema ecológico, los mismos que contribuyen a incrementar la vulnerabilidad. (CENEPRED, 2014)

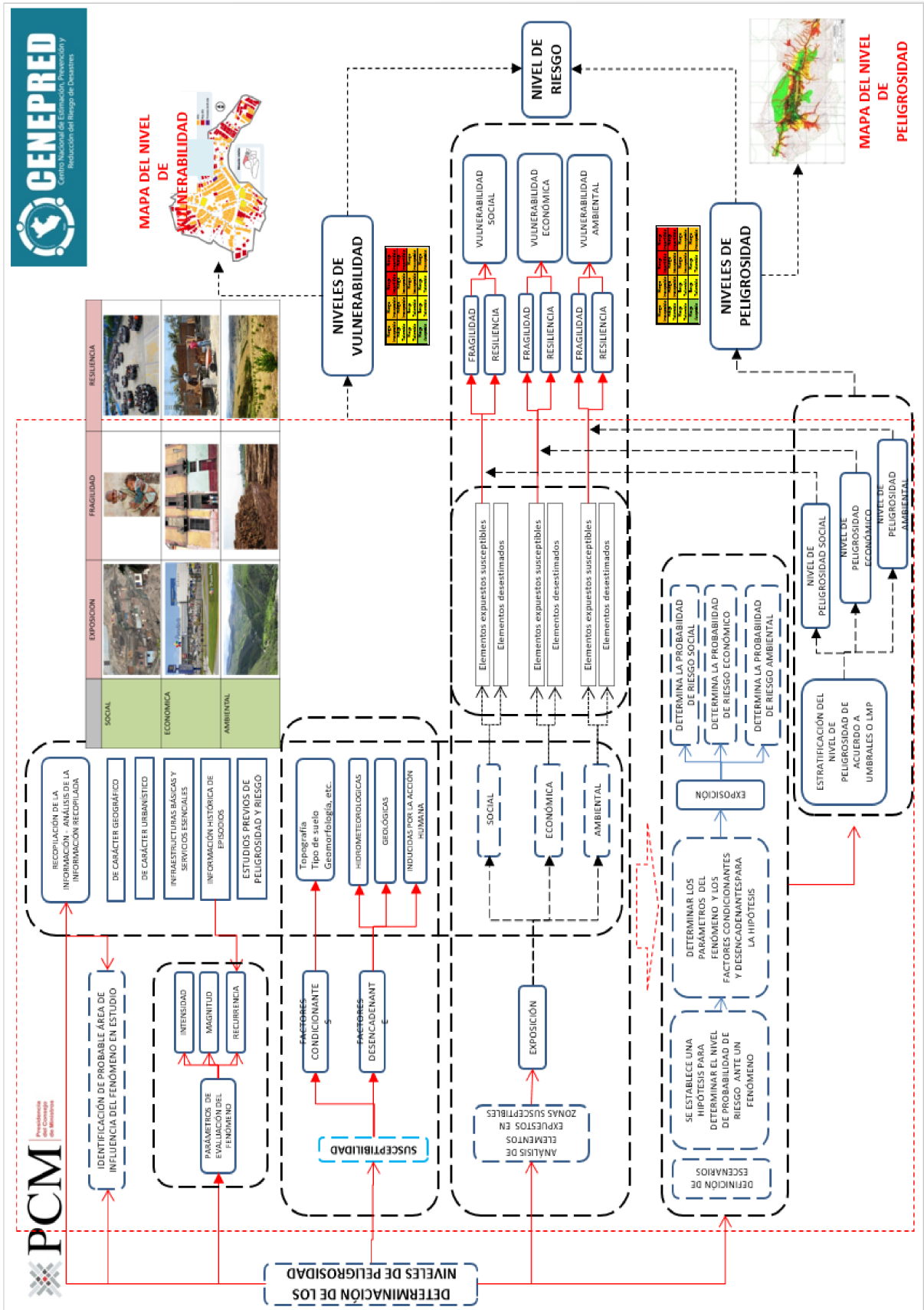


Figura 2.2.1: Flujoograma para determinación de Vulnerabilidad (CENEPRED, 2014)

2.3. Peligro

2.3.1. Definición

La amenaza o peligro refiere a fenómenos naturales o tecnológicos que potencialmente ponen en peligro la vida y/o las condiciones de vida de las personas, las propiedades e infraestructura y la productividad económica de una ciudad o región. Hay numerosas clasificaciones de amenazas. En el caso de las de origen natural, se suelen distinguir entre las geológicas (sismos o erupciones volcánicas) y las climáticas (tornados o tormentas eléctricas). En esta investigación nos centraremos en las inundaciones, que son consideradas como amenazas hidrometeorológicas dado que su origen se debe a fenómenos hidrológicos y climáticos. (CENEPRED, 2014)

2.3.2. Clasificación de peligros

El peligro, según su origen, puede ser de dos clases: por un lado, de carácter natural; y, por otro de carácter tecnológico o generado por la acción del hombre.

De origen natural

Hidrológicos, Meteorológicos, Oceanográfico

- **Inundación** Es el desborde lateral del agua de los ríos, lagos, mares y/o represas, cubriendo temporalmente los terrenos bajos, adyacentes a sus riberas, llamadas zonas inundables. Suelen ocurrir en épocas de grandes precipitaciones, marejadas y maremotos (tsunami).
- **Viento** El viento es el movimiento del aire en sentido horizontal, debido a las diferencias de temperaturas existentes al producirse un desigual calentamiento de las diversas zonas de la Tierra.

Para una determinada región existe una velocidad de viento promedio, cuando supera dicho promedio y genera daños, se tipifica como un viento fuerte o de alta intensidad.
- **Lluvia** Es la precipitación de partículas de agua, en forma líquida, que cae de la nube.

Para una determinada región existe una precipitación promedio, cuando supera dicho promedio y genera daños, se tipifica como una lluvia intensa.
- **Helada** Se produce cuando la temperatura ambiental disminuye a valores cercanos o debajo de cero grados.

Se genera por un exceso de enfriamiento del suelo y por ende las primeras capas de aire adyacentes a él, durante cielos claros y secos en el día; en otros casos, por la invasión de masas de aire de origen antártico y se presenta en la región de la sierra y con influencia en la selva, se presenta durante todo el año, con mayor intensidad en el invierno.

- **Sequía** La sequía es considerada como un fenómeno climático cíclico provocado por una reducción en la precipitación, que se manifiesta en forma lenta y afecta a personas, actividades económicas, a la agricultura, al ambiente e incluso puede interferir en el desarrollo social y económico de los pueblos.

Existen varias definiciones de sequía, las cuales se sustentan en los tipos de impacto que este fenómeno trae como consecuencia.

- **Granizada** El granizo es el agua congelada que cae en forma de granos de hielo traslúcidos, de estructura hojosa en capas concéntricas. Se originan en las nubes y constituye un fenómeno de ámbito local y de corta duración, que acostumbra a resolverse en lluvia.

La granizada, es la cantidad de granizo que cae en un periodo de tiempo determinado. Normalmente durante 6 horas expresada en centímetros de espesor.

- **Nevada** Es un fenómeno atmosférico que consiste en la precipitación de agua helada, en forma de cristales agrupados en copos blancos que provienen de la congelación de vapor de agua atmosférica. La nieve se forma cuando la temperatura está por debajo de los 0.°C, con lo cual los diminutos cristales que caen en cualquier precipitación acuosa no tienen ocasión de fundirse, solo lo hacen superficialmente, mezclándose entre sí y dando lugar a los copos de nieve.

En nuestro país normalmente, las nevadas se registran encima de los 3800 a 4000 m.s.n.m.

La nevada, es la cantidad de nieve que cae en un período de tiempo determinado, normalmente durante seis horas expresada en centímetros de profundidad.

- **Friaje** Invasión de masas de aire de origen antártico generan heladas y se presentan en las partes altas de la sierra. Localmente en la selva, en estos casos, las temperaturas bajan debajo de lo normal denominándose a este fenómeno FRIAJE.(INDECI, 2006)

2.4. Riesgo

El riesgo puede entenderse como el resultado de relacionar la amenaza o probabilidad de ocurrencia de un fenómeno y la vulnerabilidad de los elementos expuestos. Para controlar el riesgo de forma eficiente, se requiere información sobre la magnitud del riesgo enfrentado

(evaluación del riesgo) y la importancia que la sociedad le da a la reducción de este riesgo (valoración del riesgo). Existen tres componentes esenciales en la cuantificación del riesgo:

- **Probabilidad que ocurra la amenaza:** la probabilidad de que ocurra una amenaza natural específica a un nivel de gravedad en un periodo específico en el futuro.
- **Elementos en riesgo:** un inventarios de aquellas personas o cosas (en su sentido mas amplio) que están expuestas a la amenaza.
- **Vulnerabilidad:** el grado de pérdida de cada elemento si ocurriese una amenaza de una gravedad determinada.
- **El riesgo puede calcularse mediante la formula:**

$$\text{Riesgo} = \text{Vulnerabilidad} \times \text{Peligro}$$

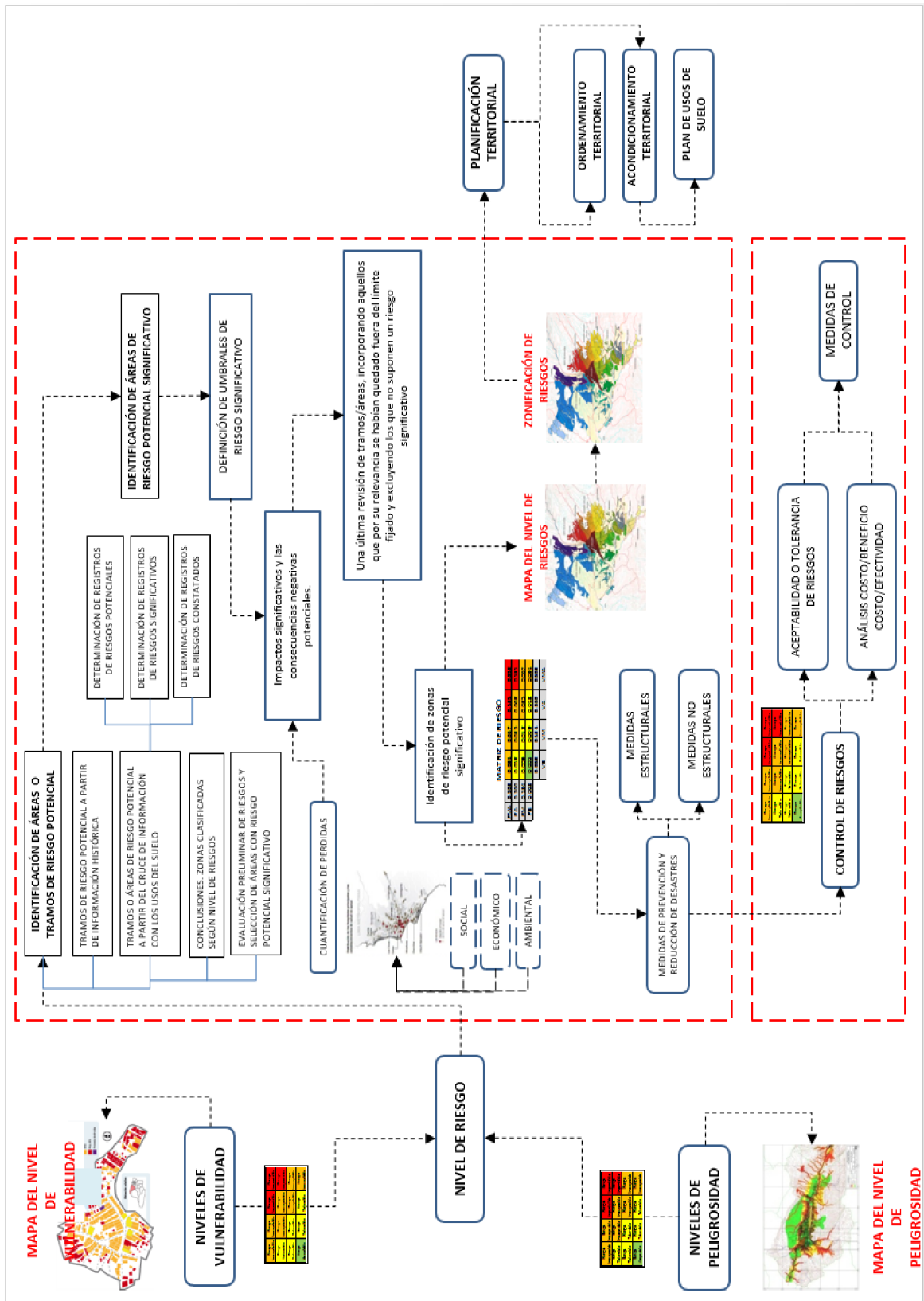


Figura 2.4.1: Flujograma para determinar el nivel de riesgo (CENEPRED, 2014)

2.5. Inundaciones urbanas

2.5.1. Definición

De acuerdo con el Glosario Hidrológico Internacional (WHO-UNESCO, 2012), la inundación se define de la siguiente manera:

- Aumento en el nivel de agua de un río o arroyo hasta un máximo desde el cual dicho nivel de agua desciende a menor velocidad;
- Caudal alto de un río o arroyo medido por medio de la altura de nivel o por la descarga;
- Aumento de la marea.

Una inundación puede estar relacionada con precipitaciones intensas o prolongadas, la crecida de un río, la marea de tormenta, el oleaje, o con la falla de alguna estructura hidráulica, todo lo cual provoca un incremento en el nivel de la superficie libre del agua de los ríos o el mar.

Otros factores que influyen en la ocurrencia de inundaciones son: la capacidad de absorción de los suelos al momento de las lluvias o crecida, la insuficiente capacidad de descarga de los cursos de agua y la pendiente del terreno (zonas de estancamiento).

El desborde genera la invasión de agua en sitios en los cuales usualmente no la hay y ocasiona, por lo común, daños sobre la población y los bienes que se distribuyen sobre el territorio afectado.

Es importante destacar que, en todos los casos, una inundación es un evento que forma parte de la dinámica propia de los cursos y cuerpos de agua. Por lo tanto, es esperable que ocurra cada cierto período de tiempo (recurrencia). Comprender esta característica es fundamental para llevar a cabo las tareas preventivas.

Las inundaciones urbanas se producen como resultado directo o indirecto de la modificación del ciclo del agua en las ciudades. La superficie pavimentada y las edificaciones producen un aumento del escurrimiento superficial (que también se hace más veloz) y una disminución de la infiltración, concentrándose el agua en calles y avenidas.(González, 2015)

2.5.2. Tipos de inundaciones urbanas

Inundaciones pluviales (anegamientos)

También conocidas como de drenaje urbano, se trata de aquellas inundaciones originadas por lluvias intensas o abundantes que superan la capacidad de conducción del sistema pluvial urbano. En las zonas de baja altitud dentro de las ciudades, la formación de reservorios o depósitos de agua se produce no sólo debido a las altas tasas de precipitación, sino también

debido a las obstrucciones del drenaje causadas por los escombros y por los bloqueos de alcantarillas y puntos de recolección, a menudo debido a la falta de mantenimiento. Este tipo de evento tiene las características de una inundación repentina, pues se asocia con frecuencia a tormentas severas con importante desarrollo convectivo, de corta duración y concentrada en un área relativamente pequeña. La calificación *derepentina* refiere a la rapidez de la formación de la corriente debido a la intensidad de las lluvias y a las consiguientes altas velocidades que alcanza el flujo de agua. Esta rapidez las hace particularmente peligrosas para las personas y sus bienes, ya que, dependiendo de la configuración territorial de la ciudad y su entorno, pueden transformarse en flujos de lodo y escombros. Un ejemplo de desastre detonado por este tipo de amenaza es el ocurrido en el centro de Huamanga en el Jr. San Martín el 16 de diciembre de 2009 Ver figura 2.5.1 (González, 2015)



Figura 2.5.1: Inundación y Huayco en Jr. San Martín-Huamanga

Inundaciones ribereñas o costeras

Típicas de ciudades ubicadas sobre las márgenes de cursos de agua, mares y sistemas mixtos (como los estuarios), se producen como consecuencia del desborde de ríos y arroyos o por crecidas del mar. El aumento en el caudal de los ríos y el derrame del agua sobre sus llanuras de inundación afectan las ciudades que allí se desarrollan, muchas veces a pesar de contar con sistemas de defensas o terraplenados artificiales. En sistemas particulares como los estuarios, las inundaciones se producen en general cuando los efectos de las mareas generadas por los centros de baja presión y los vientos persistentes e intensos, se superponen con un período de mareas altas. La forma de embudo característica de muchos estuarios provoca un aumento en los niveles altos de agua en la parte superior, estrechando tramos del río

asociado. Estos tipos de inundaciones son experimentados sobre todo en deltas y son más frecuentes y menos graves en términos de profundidad que las inundaciones causadas por las mareas de tormenta.(González, 2015)

Inundaciones mixtas

Como su nombre lo indica, se trata de inundaciones urbanas donde se combina la crecida de un río con la falta de capacidad del sistema pluvial para la evacuación de los excedentes generados por lluvia.(González, 2015)

2.6. Gestión de riesgos en el Perú

La gestión de riesgo de desastres posee tres componentes con los cuales se procede a realizar las políticas y acciones correspondientes para su implementación estas son:

2.6.1. Gestión Prospectiva

Es el conjunto de acciones que se planifican y realizan con el fin de evitar y prevenir la conformación del riesgo futuro. En el Perú es asesorado por CENEPRED.

2.6.2. Gestión Correctiva

Es el conjunto de acciones que se planifican y realizan con el fin de corregir o mitigar el riesgo existente. En el Perú es asesorado por CENEPRED.

2.6.3. Gestión Reactiva

Es el conjunto de acciones que se realizan para enfrentar los desastres. En el Perú es asesorado por INDECI.

Dentro de la gestión *prospectiva y correctiva* se marcan 4 procesos estimación,prevención,reducción y reconstrucción.

2.6.4. Entidades responsables

CENEPRED(Centro Nacional de Estimación, Prevención y Reducción del Riesgo de Desastres)

Dentro sus responsabilidades se puede mencionar los siguientes:

- Elaborar procedimientos técnicos y administrativos para el análisis de riesgo de desastres.
- Elaborar procedimientos técnicos y administrativos de los escenarios de los riesgos por tipo de peligro para determinación de las probabilidades del riesgo.
- Elaborar metodologías para el análisis de los riesgos ocasionados por fenómenos naturales o inducidos por el hombre.
- Brindar asesoramiento técnico para la elaboración de estudios e informes de análisis del riesgo de desastres.
- Recopilar y difundir estudios e informes de análisis de riesgo.
- Promover la gestión financiera priorizando los programas de acuerdo al nivel del Riesgo.

Entidades técnico científicas

Dentro sus responsabilidades se puede mencionar los siguientes:

- Identificar los nivel del riesgo usando los procedimientos técnicos aprobados por CENEPRED.
- Participar en la elaboración de escenarios de riesgo.
- Delimitar los valores máximos y mínimos para cada tipo de peligro.
- Validar los estudios e informes de peligro elaborados por entidades públicas y privadas
- Emitir opinión técnica sobre estudios e informes de análisis del riesgo por tipo de peligro de proyectos de gran envergadura.
- Generar información para la identificación y caracterización de peligros.

Ministerios

Dentro sus responsabilidades se puede mencionar los siguientes:

- Aplicar procedimientos técnicos de análisis de riesgos aprobados por CENEPRED.

- Participar en la elaboración de escenarios de riesgo.
- Brindar información a los gobiernos regionales y gobiernos locales sobre los riesgos identificados por su sector.
- Considerar los estudios e informes de análisis de riesgos como insumo para la inversión pública sectorial.
- Incorporar el análisis del riesgo en los proyectos de habilitaciones urbanas, saneamiento físico legal para la formalización y titulación de predios urbanos y rurales.
- Incorporar el procedimiento administrativo técnico de análisis de riesgo en los elementos de gestión.

Gobiernos Regionales y Locales

Dentro sus responsabilidades se puede mencionar los siguientes:

- Aplicar procedimientos técnicos de análisis de riesgos aprobados por CENEPRED.
- Programar y elaborar estudios e informes de análisis de riesgos de desastres en su jurisdicción.
- Incorporar en sus documentos de gestión procedimientos de análisis del riesgo.
- Brindar información al CENEPRED y entidades técnico científicas sobre peligros para la generación de escenarios de riesgo.
- Conformar equipos técnicos multidisciplinarios para la elaboración de estudios e informes de análisis de riesgo.
- Apoyar financieramente a las instituciones técnico científicas en la determinación de los umbrales de peligro que generen condiciones de riesgo.
- Considerar los estudios de análisis de riesgo como insumo para las inversiones regionales y locales.

Otras entidades

finalmente en cuanto al involucramiento de otras entidades la APCI(Agencia Peruana de Cooperación Internacional) establecerá los procedimientos para garantizar que los organismos de cooperación internacional y los organismos no gubernamentales apliquen los procedimientos técnicos y administrativos del análisis del riesgo de desastres.

2.7. Estudios de riesgo en la ciudad de Ayacucho

Antecedentes

En el año 1979 el Instituto Geológico Minero y Metalúrgico del Perú (INGEMMET) elabora a solicitud de la entonces ORDEAYACUCHO un estudio destinado a analizar la seguridad física de la ciudad de Ayacucho y en el año 1981 a raíz de los sismos ocurridos entre 1980 y 1981 en el departamento de Ayacucho un estudio sobre la seguridad física de las ciudades afectadas por los sismos en el área de Ayacucho y Huancavelica. Desde ese año hasta la actualidad poco ha sido desarrollado por la entidades competentes con respecto a la seguridad física de la ciudad de Ayacucho, salvo trabajos académicos aislados relacionados a la problemática de drenaje de aguas superficiales en el cerro “La Picota” y determinación de la capacidad portante de los suelos de Ayacucho realizados por ex alumnos de la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga. La actual situación referente al conocimiento de los peligros físicos que amenazan las áreas urbanas y de expansión urbanística de los distritos de Ayacucho, Carmen Alto, San Juan Bautista y Jesús de Nazareno, indica que se tiene información aislada en diversos puntos y que coincide con aquellas zonas para las cuales se desarrolló un estudio de mecánica de suelos o un estudio específico de peligros por variadas razones para una obra importante y de características particulares; sin embargo, para aquellas zonas en las cuales se tiene un uso exclusivamente residencial y con posibilidad de expansión urbanística al futuro aún no se cuenta con una información racional y zonificada que permita su aplicación práctica en la planificación urbana adecuada de los distritos de interés. Por último el 24 de octubre de 2004 mediante ordenanza municipal N° 064-2004 MPH/A se aprueba el mapa de peligros, plan de prevención ante desastres, usos del suelo, y medidas de mitigación de la ciudad de Ayacucho.

Sectores Críticos

De este mapa de peligros se identifica los siguientes sectores críticos de la ciudad de Ayacucho. Dentro del cual se encuentra nuestra zona de estudio identificado como SECTOR VI:QUEBRADA YANACCACCA con un Índice de riesgo de MUY ALTO A ALTO.(INDECI, 2004a) véase (Anexo 01)

Capítulo III

Materiales y métodos

3.1. Población y muestra

La población y la muestra de estudio es la quebrada Tarahuayco. Se realizó un muestreo no probabilístico y una elección por conveniencia.

3.2. Area de estudio

El área de estudio comprende la quebrada Tarahuayco el tramo comprendido desde la esquina del Jr Asamblea y el Jr Quinoa (584113.67 m E, 8545582.79 m S) hasta la esquina de Jr. Huanta y Jr. Glorieta (584479.26 m E, 8544981.20 m S). Esta quebrada es parte de una de las cuencas urbanas de la ciudad de Ayacucho la cual fue invadida por el crecimiento urbano.

3.3. Modelo hidrometeorológico

3.3.1. Descripción del área de estudio

La quebrada Tarahuayco es un afluente del río Alameda, se encuentra dentro del distrito de Ayacucho en la provincia de Huamanga, departamento Ayacucho inicia en la intersección de la Av. Independencia y el Jr Quinoa para luego desembocar en el río Alameda a la altura de la vía evitamiento.

3.3.2. Influencia de la urbanización en la escorrentía

La urbanización de una cuenca modifica la respuesta hidrológica e hidráulica frente a una determinada lluvia. Por otra parte la construcción de colectores de aguas pluviales altera aumentando la velocidad aguas debajo de la cuenca y el incremento de zonas impermeables. Este proceso si bien beneficia las áreas donde se realiza el drenaje por otra parte afecta las zonas ubicadas aguas abajo y los lugares donde se desemboca este caudal.

La urbanización aguas arriba modifica el hidrograma que recibe estas zonas de forma que se incrementa el volumen de escorrentía y el caudal máximo. Por otra parte también se disminuye el tiempo de concentración.

Todo esto conlleva a que el nivel de peligro de la zona en estudio aumente. (Tucci, 2006)

A continuación se muestra los resultados obtenidos para cuencas cercanas a Washington D.C.

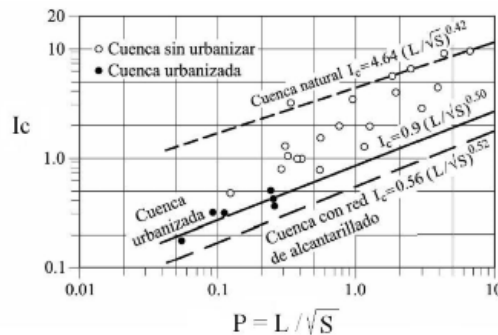


Figura 3.3.1: Incidencia de la Urbanización en el tiempo de respuesta I_c . El parámetro P es un índice, representando la longitud de la cuenca versus la pendiente de ésta. La pendiente S está expresada en pies/milla y la longitud L en millas

3.3.3. Datos de la cuenca

Para el presente área de estudio se tiene una cuenca urbana la cual se divide en 05 subcuencas:

- **La subcuenca 01** cuyo punto de aforo es la esquina entre la Av. Independencia y el Jr Quinua.
- **La Subcuenca 02** cuyo punto de aforo es el puente Manco Capac que se encuentra en la Av Manco Capac.
- **La Subcuenca 03** cuyo punto de aforo es el puente Mariscal Cáceres que se encuentra en la Av del mismo nombre.
- **La Subcuenca 04** cuyo punto de aforo se encuentra entre el Jr. Sol y el Jr Untiveros.
- **La Subcuenca 05** cuyo punto de aforo se encuentra entre el Jr. Huanta y el Jr Prolongación Bellido.

Datos geo-morfológicos de la Cuenca

El límite de las subcuencas se determinó tomando en cuenta la dirección de flujo de las calles, las mismas que se serán consideradas como el cauce principal de cada subcuenca y con la ayuda del programa GIS se calculó el área de cada subcuenca, la longitud del cauce principal y la altura máxima y mínima de las subcuencas datos necesarios para determinar el Tc (Tiempo de Concentración) de cada subcuenca.

Tabla 3.3.1: Cuadro de condiciones geomorfológicas de la cuenca

Subcuenca	Area (m2)	Area (Km2)	Long (m)	S (m/m)	Tc (HR)	Tc (min)	Tr (min)
SC01-1	327928.35	0.32793	936.26	0.060	0.15307907	9.18474438	5.5108
SC01-2	317723.36	0.31772	1325.78	0.059	0.20100688	12.0604126	7.2362
SC01-3	235771.58	0.23577	1460.28	0.036	0.28649701	17.1898208	10.3139
SC01-4	86472.12	0.08647	679.23	0.019	0.19095757	11.4574545	6.8745
SC01-5	20238.57	0.02024	177.78	0.035	0.04616148	2.76968878	1.6618
SC01-6	18241.21	0.01824	215.95	0.024	0.06890249	4.13414932	2.4805
SC01-7	18594.72	0.01859	320.53	0.031	0.0816828	4.90096779	2.9406
SC01-8	14173.64	0.01417	210.05	0.028	0.05998251	3.59895045	2.1594
SC02	353068.90	0.35307	1056.89	0.041	0.19634241	11.7805445	7.0683
SC03	77348.02	0.07735	602.54	0.039	0.13294107	7.97646429	4.7859
SC04	120823.39	0.12082	1195.88	0.068	0.18744334	11.2466002	6.7480
SC05	202555.08	0.20256	1549.77	0.070	0.22788604	13.6731622	8.2039
SC06	154214.26	0.15421	1419.32	0.055	0.22988475	13.793085	8.2759

Para determinar el Tc (tiempo de concentración) tiempo necesario para que todo el sistema (toda la cuenca) contribuya eficazmente a la generación de flujo en el desagüe. Comúnmente el tiempo de concentración se define como, el tiempo que tarda una partícula de agua caída en el punto mas alejado de la cuenca hasta la salida del desagüe.

Además, debe tenerse en claro que el tiempo de concentración de una cuenca no es constante; según Marco y Reyes (1992) aunque muy ligeramente depende, de la intensidad y la precipitación. Por tener el concepto de tiempo de concentración una cierta base física, han sido numerosos los autores que han obtenido formulaciones del mismo, a partir de características morfológicas y geométricas de la cuenca. Para el presente estudio se usara el método de kirpich para determinar el tiempo de concentración.

$$Tc = 0,000325 * \frac{Lp^{0,77}}{Sp^{0,385}}$$

Donde:

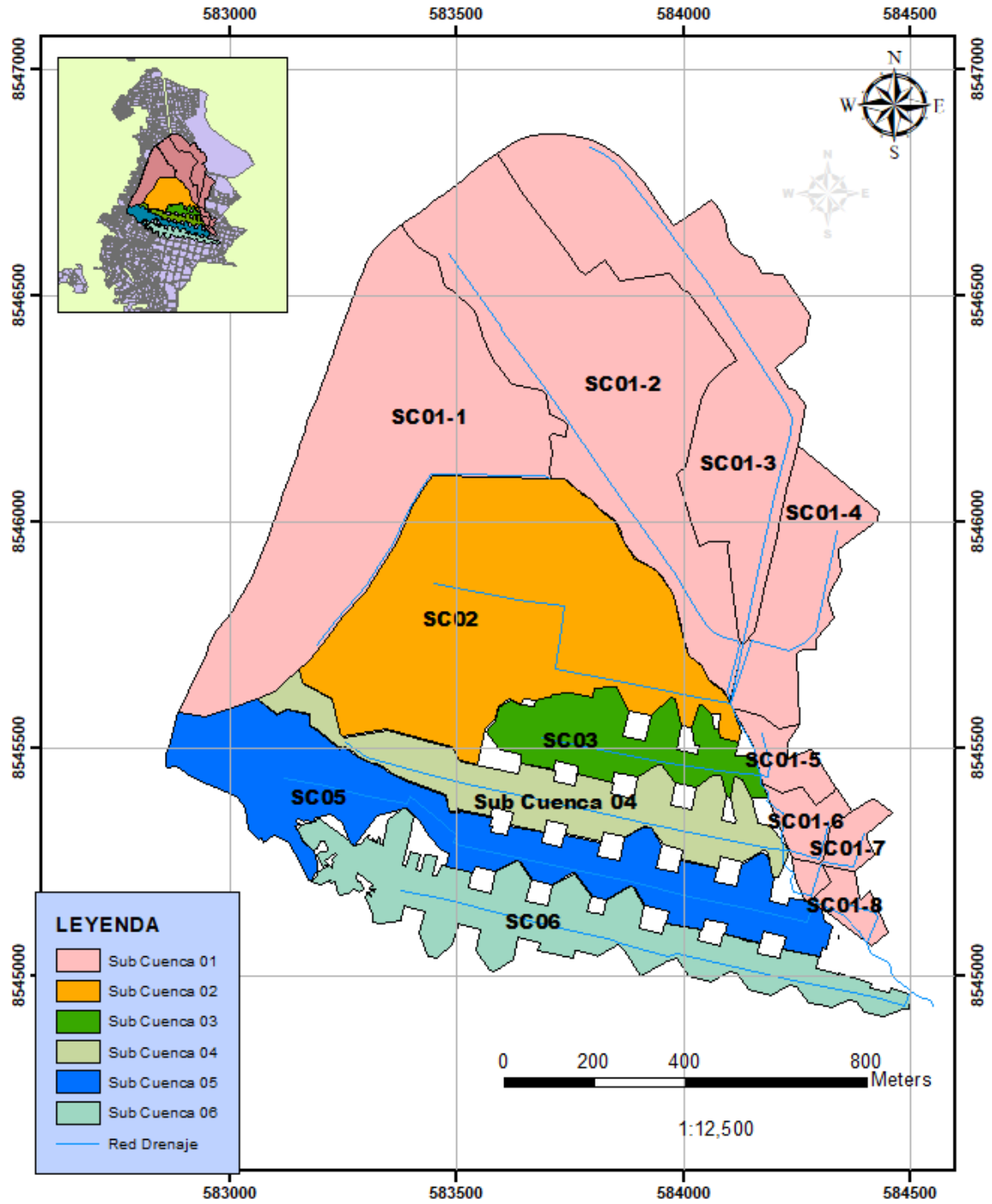


Figura 3.3.2: Cuencas urbanas de la quebrada Tarahuayco

T_c = Tiempo de concentración (hr)

L_p = Longitud del cauce principal (m)

S_p = Pendiente del curso principal (m/m)

y para determinar el tiempo de retardo o retraso (Lag Time) el cual es necesario para introducir al programa HEC-HMS¹. de la siguiente manera:

$$Tr = 0,6T_c$$

Tr = Tiempo de retardo o Lag Time (min)

T_c = Tiempo de concentración (min)

3.3.4. Determinación del número de curva

Método del número de curva

Este método fue desarrollado por el servicio de conservación de recursos naturales de EE.UU. (Natural Resources Conservation Service – NRCS), originalmente llamado servicio de conservación de suelos (Soil Conservation Service - SCS) para calcular la precipitación efectiva como una función de la lluvia acumulada, la cobertura del suelo, el uso del suelo y las condiciones de humedad.

La metodología del número de la curva (CN), es la más empleada para transformar la precipitación total en precipitación efectiva, surgió de la observación del fenómeno hidrológico en distintos tipos de suelo en varios estados y para distintas condiciones de humedad antecedente. La representación gráfica de la profundidad de precipitación (P) y la profundidad de exceso de precipitación o escorrentía directa (Pe), permitió obtener una familia de curvas que fueron estandarizadas a partir de un número adimensional de curva CN, que varía de 1 a 100, según sea el grado del escurrimiento directo. Así un número de la curva CN = 100, indica que toda la lluvia escurre y un CN = 1, indica que toda la lluvia se infiltra. (Andia, 2009)

Determinación del número de curva de las cuencas urbanas en estudio

Para la determinación del número de curva en nuestras cuencas se procedió a asignar valores a las manzanas, calles y áreas verdes según el cuadro de la fig 3.3.3. de la siguiente manera:

¹Hydrologic Engineering Center-Hydrologic Modeling System

Descripción del uso de la tierra	Detalles de la descripción	Tratamiento o uso	Condición hidrológica	Grupo hidrológico de suelo			
				A	B	C	D
Tierra cultivada	baldío	filas rectas	no aplicable	77	86	91	94
	general	sin tratamientos de conservación	no disponible	72	81	88	91
	cultivos en filas	filas rectas	pobre	72	81	88	91
			bueno	67	78	85	89
		en contorno	pobre	70	79	84	88
			bueno	65	75	82	86
		en contorno y terraza	pobre	66	74	80	82
			bueno	62	71	78	81
	general	con tratamientos de conservación	no disponible	62	71	78	81
	granos pequeños	filas rectas	pobre	65	76	84	88
			bueno	63	75	83	87
		en contorno	pobre	63	74	82	85
			bueno	61	73	81	84
		en contorno y terraza	pobre	61	72	79	82
			bueno	59	70	78	81
	grano cerrado	filas rectas	pobre	66	77	85	89
grano cerrado: legumbres o pradera de rotación	filas rectas	bueno	58	72	81	85	
		pobre	64	75	83	85	
	en contorno	bueno	55	69	78	83	
		pobre	63	73	80	83	
	en contorno y terraza	bueno	51	67	76	80	
		pobre	68	79	86	89	
Pastizales o campo de animales		aceptable	49	69	79	84	
		bueno	39	61	74	80	
		pobre	47	67	81	88	
	en contorno	aceptable	25	59	75	83	
		bueno	6	35	70	79	
Vegas de ríos y praderas			bueno	30	58	71	78
Bosques		troncos delgados, cubierta pobre, sin hierbas	pobre	45	66	77	83
			aceptable	36	60	73	79
			bueno	25	55	70	77
Haciendas				59	74	82	86
Calles y carreteras		pavimentados con cunetas y alcantarillados ¹ superficie dura	no disponible	95	95	95	95
				74	84	90	92
				76	85	89	91
				72	82	87	89
Áreas abiertas		césped, parques, campos de golf, cementerios, etc.	bueno (cubierto de pasto 75%+)	39	61	74	80
			aceptable (cubierto de pasto 50% - 75%)	49	69	79	84
Áreas comerciales de negocios		85% impermeables		89	92	94	95
Distritos industriales		72% impermeables		81	88	91	93
Residencial	1/8 acre o menos	65% impermeable		77	85	90	92
	1/4 acre	38% impermeable		61	75	83	87
	1/3 acre	30% impermeable		57	72	81	86
	1/2 acre	25% impermeable		54	70	80	85
	1 acre	20% impermeable		51	68	79	84
Parqueadores pavimentados, techos, accesos, etc.				95	95	95	95

Figura 3.3.3: Números de curva de escorrentía para usos selectos de suelo agrícola, urbana y suburbana (Condiciones antecedentes de humedad AMC (II), $I_a = 0,2 S$) (Andia, 2009)

Manzanas Uso residencial, 20 % impermeable y debido a que las mayoría de techos en la zona de estudio son de concreto y la mayor parte de su drenaje pluvial es destinado hacia las calles, se estableció dentro del grupo hidrológico D, de esta manera se obtiene un numero de curva 84.

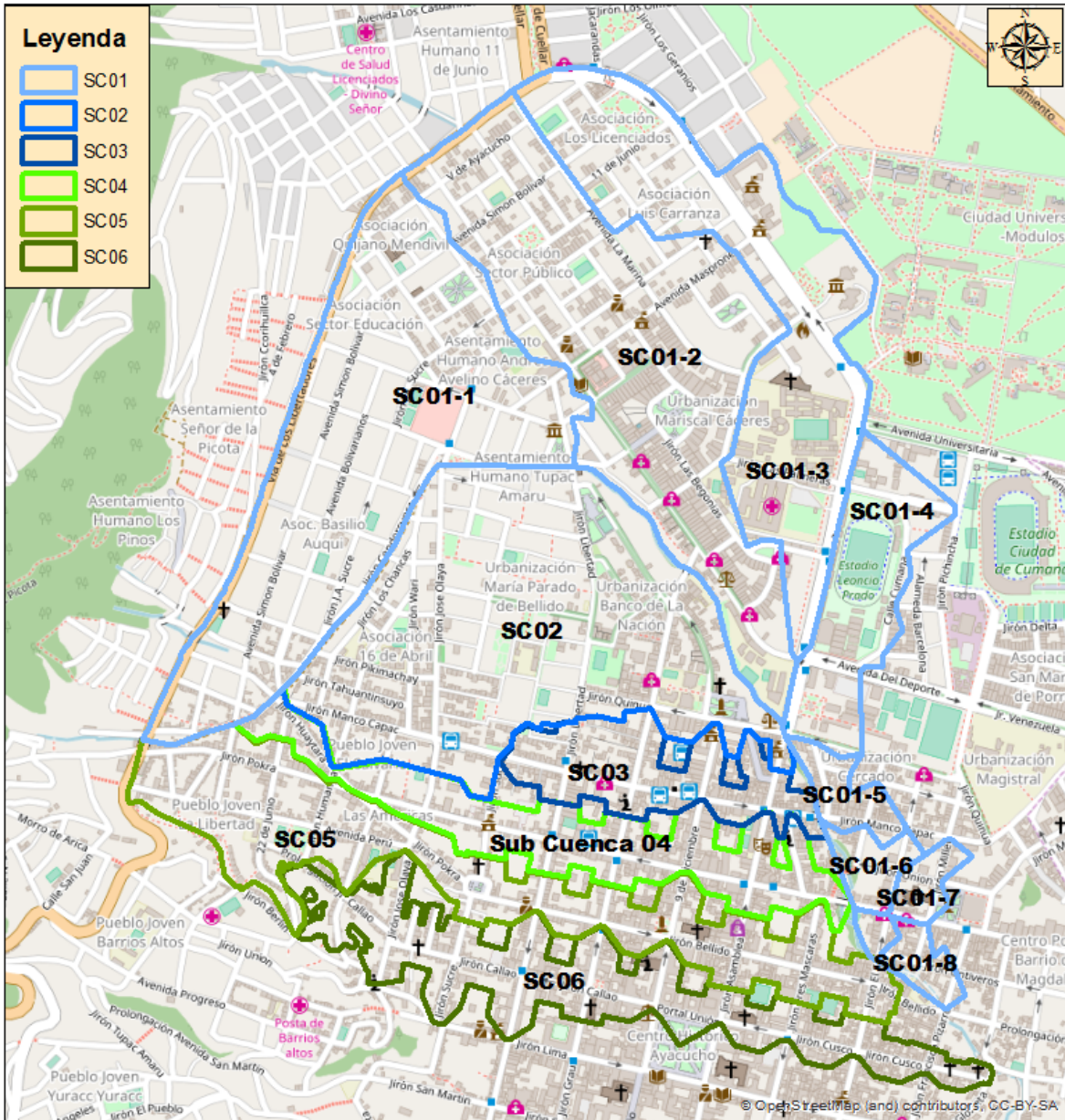


Figura 3.3.4: Cuencas de la quebrada Tarahuayco

Áreas verdes Dentro de este grupo se encuentran los parques y áreas sin construcciones por lo que el grado de infiltración será mayor, por tanto el uso de suelo será áreas abiertas cubiertas de pasto en un 75 % a más pero debido a que cuenta con áreas de circulación de concreto se le ubica dentro del grupo C. con un número de curva 74.

Calles Debido al incremento de zona urbana el 100 % del área de estudio tiene calles pavimentadas con sistemas de drenaje como cunetas y canales de drenaje por lo tanto el número de curva asignado es 95.

De esta manera según el área de influencia de cada tipo de cobertura se determinará el número de curva Ponderado de Cada una de las subcuencas.

Con la ayuda del programa **ArcGis 10.5** se determinó el área de influencia de cada tipo de cobertura obteniéndose los siguientes cuadros.

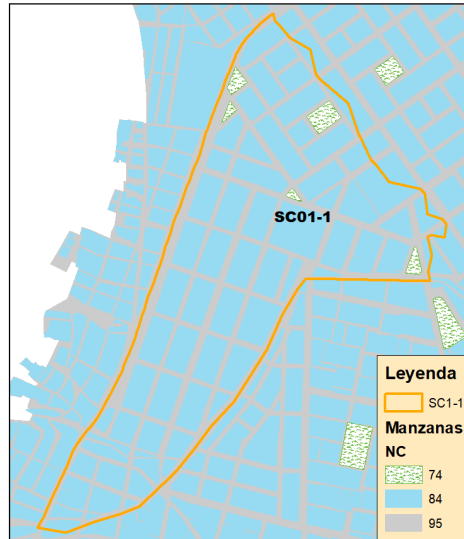


Figura 3.3.5: SubCuenca 01-1

Tabla 3.3.2: Cálculo de número de curva de Subcuenca01-1

Descripción	Área	Número de curva	Ponderado
Manzanas	233193.86	84	19588284.09
Areas Verdes	5816.38	74	430412.4752
Calles	88918.11	95	8447220.436
SubCuenca 1-1	327928.35		86.81

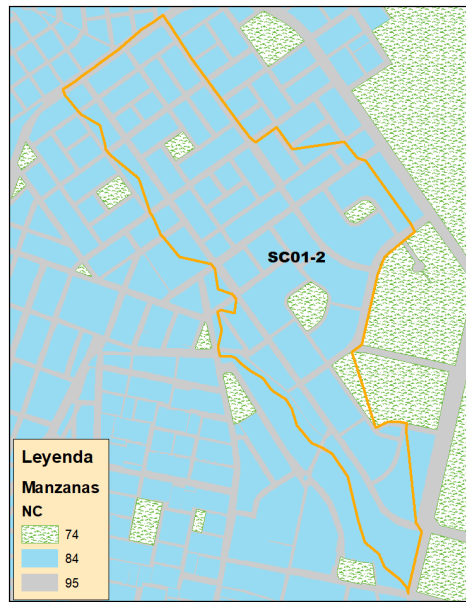


Figura 3.3.6: SubCuenca 01-2

Tabla 3.3.3: Cálculo de número de curva de Subcuenca01-2

Descripción	Área	Número de curva	Ponderado
Manzanas	213563.27	84	17939314.42
Areas Verdes	13482.73	74	997722.2281
Calles	90677.36	95	8614349.475
SubCuenca 1-2	317723.36		86.72



Figura 3.3.7: SubCuenca 01-3

Tabla 3.3.4: Cálculo de número de curva de Subcuenca01-3

Descripción	Área	Número de curva	Ponderado
Manzanas	57,642.83	84.00	4,841,998.09
Areas Verdes	115,879.95	74.00	8,575,116.05
Calles	62,248.80	95.00	5,913,635.81
SubCuenca 1-3	235,771.58		81.99

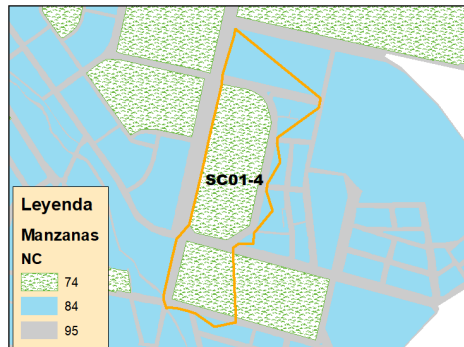


Figura 3.3.8: SubCuenca 01-4

Tabla 3.3.5: Cálculo de número de curva de Subcuenca01-4

Descripción	Área	Número de curva	Ponderado
Manzanas	16,968.35	84.00	1,425,341.18
Areas Verdes	51,713.74	74.00	3,826,817.12
Calles	17,790.03	95.00	1,690,052.56
SubCuenca 1-4	86,472.12		80.28



Figura 3.3.9: SubCuenca 01-5

Tabla 3.3.6: Cálculo de número de curva de Subcuenca01-5

Descripción	Área	Número de curva	Ponderado
Manzanas	14,797.60	84.00	1,242,998.12
Areas Verdes	0.00	74.00	0.00
Calles	5,440.97	95.00	516,892.54
SubCuenca 1-5	20,238.57		86.96

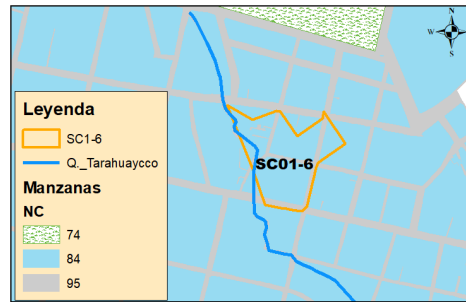


Figura 3.3.10: SubCuenca 01-6

Tabla 3.3.7: Cálculo de número de curva de Subcuenca01-6

Descripción	Área	Número de curva	Ponderado
Manzanas	14,377.08	84.00	1,207,674.86
Areas Verdes	0.00	74.00	0.00
Calles	3,864.13	95.00	367,091.93
SubCuenca 1-6	18,241.21		86.33

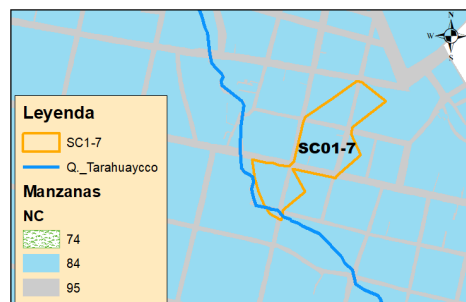


Figura 3.3.11: SubCuenca 01-7

Tabla 3.3.8: Cálculo de número de curva de Subcuenca01-7

Descripción	Área	Número de curva	Ponderado
Manzanas	14,942.42	84.00	1,255,162.86
Areas Verdes	0.00	74.00	0.00
Calles	3,652.30	95.00	346,968.71
SubCuenca 1-7	18,594.72		86.16

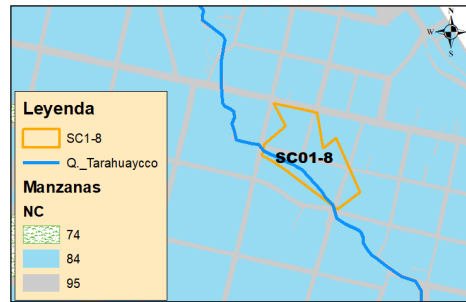


Figura 3.3.12: SubCuenca 01-8

Tabla 3.3.9: Cálculo de número de curva de Subcuenca01-8

Descripción	Área	Número de curva	Ponderado
Manzanas	11,948.12	84.00	1,003,641.93
Areas Verdes	0.00	74.00	0.00
Calles	2,225.52	95.00	211,424.55
SubCuenca 1-8	14,173.64		85.73

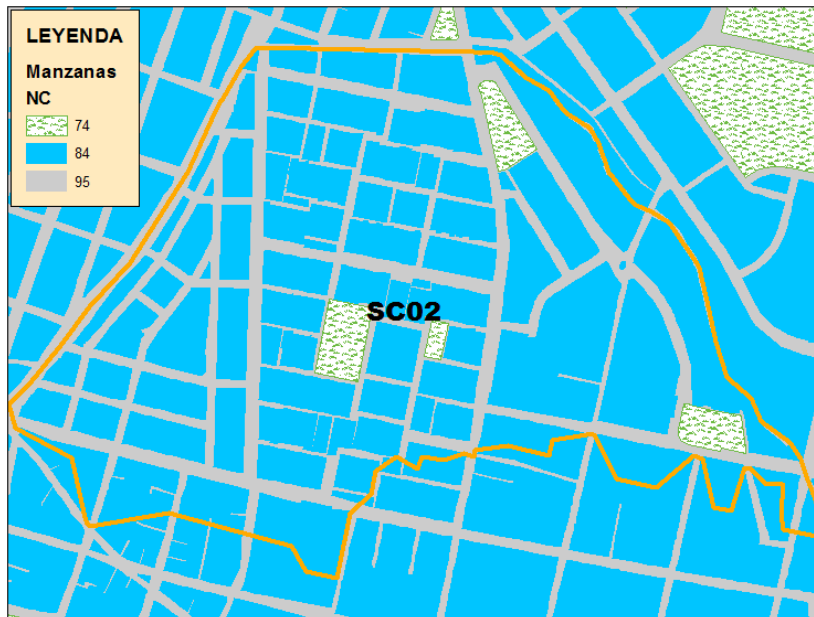


Figura 3.3.13: SubCuenca 02

Tabla 3.3.10: Cálculo de número de curva de Subcuenca02

Descripción	Área	Número de curva	Ponderado
Manzanas	243,108.88	84.00	20,421,145.80
Areas Verdes	12,845.95	74.00	950,600.62
Calles	97,114.07	95.00	9,225,836.50
SubCuenca 02	353,068.90		86.66



Figura 3.3.14: SubCuenca 03

Tabla 3.3.11: Cálculo de número de curva de Subcuenca03

Descripción	Área	Número de curva	Ponderado
Manzanas	61,542.60	84.00	5,169,578.03
Areas Verdes	0.00	74.00	0.00
Calles	15,805.42	95.00	1,501,515.06
SubCuenca 03	77,348.02		86.25



Figura 3.3.15: SubCuenca 04

Tabla 3.3.12: Cálculo de número de curva de Subcuenca04

Descripción	Área	Número de curva	Ponderado
Manzanas	96,269.01	84.00	8,086,596.95
Areas Verdes	0.00	74.00	0.00
Calles	24,554.38	95.00	2,332,665.85
SubCuenca 04	120,823.39		86.24

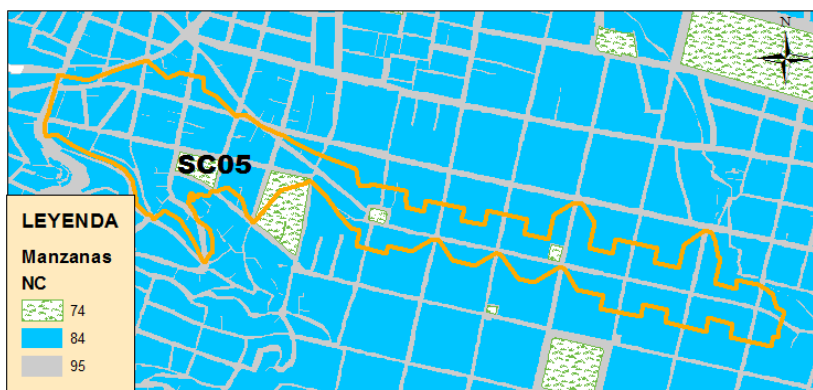


Figura 3.3.16: SubCuenca 05

Tabla 3.3.13: Cálculo de número de curva de Subcuenca 05

Descripción	Área	Número de curva	Ponderado
Manzanas	151,940.81	84.00	12,763,027.77
Areas Verdes	8,206.41	74.00	607,274.23
Calles	42,407.86	95.00	4,028,747.07
SubCuenca 05	202,555.08		85.90



Figura 3.3.17: SubCuenca 06

Tabla 3.3.14: Cálculo de número de curva de Subcuenca 06

Descripción	Área	Número de curva	Ponderado
Manzanas	119,377.10	84.00	10,027,676.17
Areas Verdes	8,923.82	74.00	660,362.69
Calles	25,913.34	95.00	2,461,767.11
SubCuenca 06	154,214.26		85.27

Tabla 3.3.15: Resumen de número de curva de cada subcuenca

Descripción	Código	Número de curva (NC)
Sub Cuenca 01-1	SC01-1	86.81
Sub Cuenca 01-2	SC01-2	86.72
Sub Cuenca 01-3	SC01-3	81.99
Sub Cuenca 01-4	SC01-4	80.28
Sub Cuenca 01-5	SC01-5	86.96
Sub Cuenca 01-6	SC01-6	86.33
Sub Cuenca 01-7	SC01-7	86.16
Sub Cuenca 01-8	SC01-8	85.73
Sub Cuenca 02	SC02	86.66
Sub Cuenca 03	SC03	86.25
Sub Cuenca 04	SC04	86.24
Sub Cuenca 05	SC05	85.90
Sub Cuenca 06	SC06	85.27

3.3.5. Datos Meteorológicos e Hidrológicos

Los Datos meteorológicos se obtuvieron de la ESTACIÓN KILLA (UTM: Zona 18S 582858.02 E, 8545549.74 S) ubicada en la vía Libertadores esquina con la Av. Mariscal Cáceres, de la cual se obtuvieron los datos de la Tabla 3.3.16.

Con estos datos se calculó el Hietograma de la Tabla 3.3.17 para una duración de 30 min. el cual sera introducido como dato en el Programa HEC-HMS para obtener los hidrogramas de la cuenca en estudio.

Tabla 3.3.16: Maxima precipitacion registrada hasta la fecha – Estación Pluviométrica Killa

Fecha	Hora	Lluvia (mm)	Intensidad (mm/hr)	Precipitación (mm)
16/12/2009	12	0.4	32.8	0.547
16/12/2009	13	0.8	64	1.067
16/12/2009	14	1.2	73	1.217
16/12/2009	15	0.8	73	1.217
16/12/2009	16	0.6	66.6	1.11
16/12/2009	17	0.6	50.4	0.84
16/12/2009	18	0.4	33.6	0.56
16/12/2009	19	0.8	61	1.017
16/12/2009	20	1	75.8	1.263
16/12/2009	21	0.4	62.2	1.037
16/12/2009	22	0.2	20.8	0.347
16/12/2009	23	0.8	25.2	0.42
16/12/2009	24	0.4	62.6	1.043
16/12/2009	25	0.4	26	0.433
16/12/2009	26	0.4	25	0.417
16/12/2009	27	0.4	25	0.417
16/12/2009	28	0.4	31.4	0.523
16/12/2009	29	0.4	27.4	0.457
16/12/2009	30	0.6	33.2	0.553
16/12/2009	31	0.6	57.8	0.963
16/12/2009	32	1	57.8	0.963
16/12/2009	33	0.6	63	1.05
16/12/2009	34	0.4	42	0.7
16/12/2009	35	0.4	23.2	0.387
16/12/2009	36	0.2	25	0.417
16/12/2009	37	1	79	1.317
16/12/2009	38	1	65.8	1.097
16/12/2009	39	0.6	64.4	1.073
16/12/2009	40	1.8	147.6	2.46
16/12/2009	41	1.8	147.6	2.46
16/12/2009	42	1.6	137.2	2.287
16/12/2009	43	1.8	129.4	2.157
16/12/2009	44	0.8	125.2	2.087
16/12/2009	45	2.2	120	2
16/12/2009	46	1.6	137.2	2.287
16/12/2009	47	1.6	137.2	2.287
16/12/2009	48	1.8	126.6	2.11
16/12/2009	49	1.6	174.6	2.91
16/12/2009	50	2.4	182.8	3.047
16/12/2009	51	0.8	182.8	3.047
16/12/2009	52	0.6	33.8	0.563

Tabla 3.3.17: Hietograma de precipitación máxima registrada hasta la fecha $T_r = 50$ años utilizando el método de bloques alternos.

Datos Reales: Estacion Killa

Duración (min)	Duración (hr)	Intensidad (mm/hr)	Profundidad Acumulada (mm)	Profundidad Incremental (mm)	Tiempo (min)	Precipitación (mm)
1	0.017	182.80	3.05	3.05	0-1	1.02
2	0.033	177.45	5.91	2.87	1-2	1.08
3	0.050	172.44	8.62	2.71	2-3	1.14
4	0.067	167.76	11.18	2.56	3-4	1.21
5	0.083	163.35	13.61	2.43	4-5	1.28
6	0.100	159.21	15.92	2.31	5-6	1.37
7	0.117	155.30	18.12	2.20	6-7	1.46
8	0.133	151.61	20.21	2.10	7-8	1.57
9	0.150	148.11	22.22	2.00	8-9	1.69
10	0.167	144.80	24.13	1.92	9-10	1.84
11	0.183	141.65	25.97	1.84	10-11	2.00
12	0.200	138.66	27.73	1.76	11-12	2.20
13	0.217	135.81	29.43	1.69	12-13	2.43
14	0.233	133.09	31.05	1.63	13-14	2.71
15	0.250	130.50	32.62	1.57	14-15	3.05
16	0.267	128.02	34.14	1.51	15-16	2.87
17	0.283	125.64	35.60	1.46	16-17	2.56
18	0.300	123.37	37.01	1.41	17-18	2.31
19	0.317	121.19	38.38	1.37	18-19	2.10
20	0.333	119.09	39.70	1.32	19-20	1.92
21	0.350	117.08	40.98	1.28	20-21	1.76
22	0.367	115.15	42.22	1.24	21-22	1.63
23	0.383	113.29	43.43	1.21	22-23	1.51
24	0.400	111.49	44.60	1.17	23-24	1.41
25	0.417	109.76	45.73	1.14	24-25	1.32
26	0.433	108.09	46.84	1.11	25-26	1.24
27	0.450	106.48	47.92	1.08	26-27	1.17
28	0.467	104.93	48.97	1.05	27-28	1.11
29	0.483	103.42	49.99	1.02	28-29	1.05
30	0.500	101.97	50.98	1.00	29-30	1.00

3.4. Modelo hidrodinámico

3.4.1. Determinación del caudal de diseño

Para determinar el caudal de diseño se usará el programa HEC-HMS para determinar los hidrogramas para cada tramo que se analizará.

Determinación de los hidrogramas

En primer lugar se ingresarán los datos mostrados en el cuadro 3.3.1 y 3.3.15 en la red mostrada en la figura 3.4.1

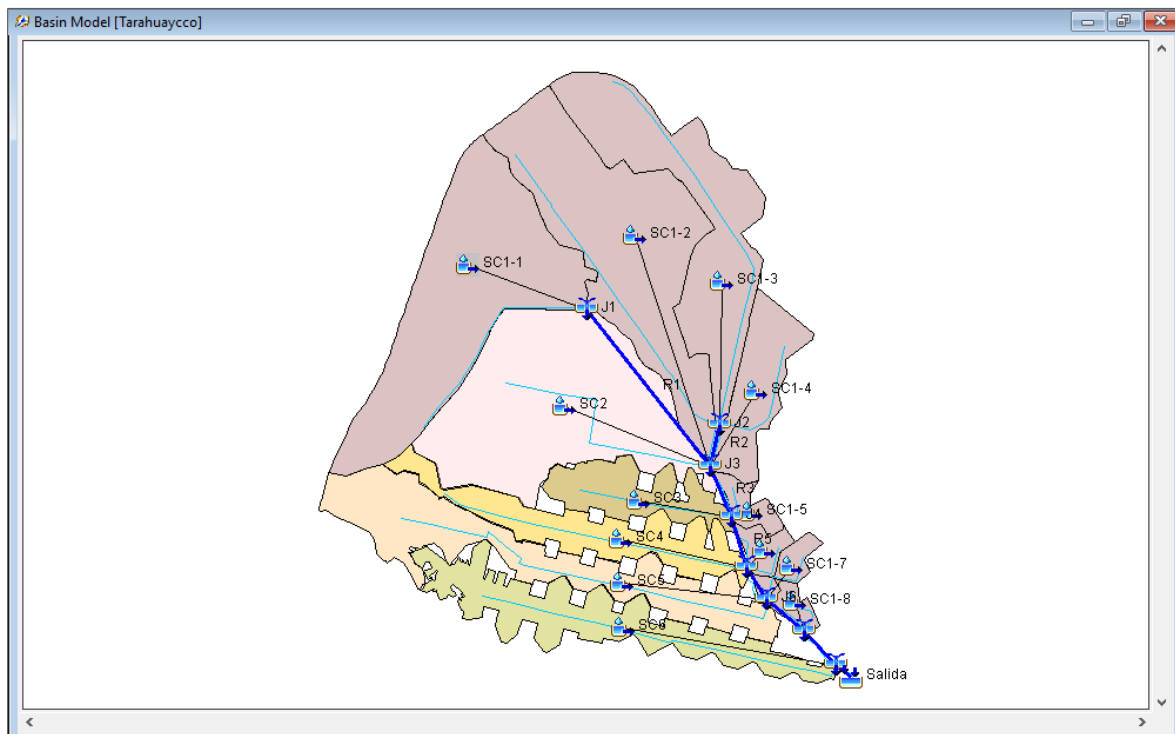


Figura 3.4.1: Modelado de la cuenca en el programa HEC-HMS

Para procesar los datos ingresados se usará el método del número de curva y para el tránsito de caudales se usará el método de Muskingum - Cunge para lo cual los tramos del canal se consideran de sección rectangular con un ancho de 2.5m. y para determinar la rugosidad de Manning se consideró *Canales naturales con alguna vegetación y piedras esparcidas en el fondo*² con rugosidad de 0.025.

Por otro lado para los tramos como el R2 que es el tramo de la Av. Independencia entre las Av. del deporte y Jr. Quinua, el cual es un canal triangular de concreto con acabado frotachado con un valor de rugosidad de Manning 0.013

²<https://www.ingeciv.com/valores-de-rugosidad-n-de-manning-en-canales/>

Tabla 3.4.1: Valores de rugosidad n de Manning en canales

n	Superficie
0.01	Muy lisa, vidrio, plástico, cobre.
0.011	Concreto muy liso
0.013	Madera suave, metal, concreto frotachado (cuando el revoque es efectuado con plancha de madera)
0.017	Canales de tierra en buenas condiciones
0.02	Canales naturales de tierra, libres de vegetación
0.025	Canales naturales con alguna vegetación y piedras esparcidas en el fondo
0.035	Canales naturales con abundante vegetación
0.04	Arroyos de montaña con muchas piedras

Procesando los datos mencionados anteriormente se obtuvieron los siguientes hidrogramas:

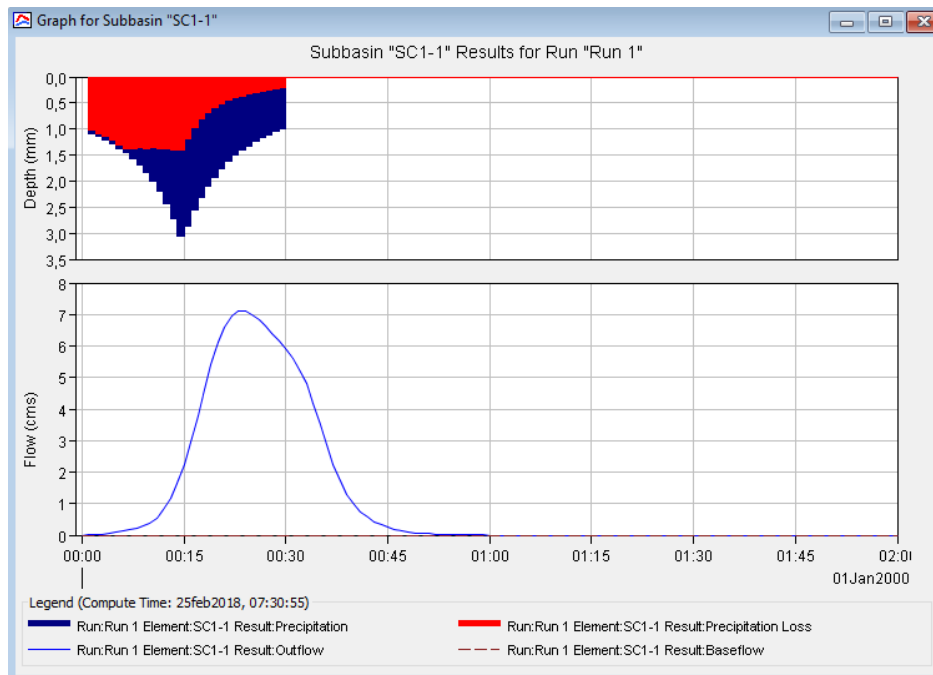


Figura 3.4.2: Hidrograma de la Sub Cuenca 01-1

Con este hidrograma se realiza el tránsito de avenida para determinar los caudales de salida en el nudo J3 usando el método de Muskingum - Cunge:

$$\frac{I_{i-1} + I_i}{2} - \frac{O_{i-1} + O_i}{2} = \frac{S_i + S_{i-1}}{\Delta t}$$

$$S = K[XI + (I - X)O]$$

Donde:

S = almacenamiento en el tramo considerado de un cauce.

I = caudal de entrada en ese tramo.

O = caudal de salida de ese tramo.

K = constante para ese tramo de cauce referente al almacenamiento en prisma.

X = constante adimensional para ese tramo de cauce que asigna mayor o menor importancia relativa al almacenamiento en cuña o en prisma.

$$O_i = C_0 I_i + C_1 I_{i-1} + C_2 O_{i-1}$$

I_{i-1}, O_{i-1} = Caudales de ingreso y salida al final de Δt anterior.

I_i, O_i = Caudales de ingreso y salida tras el tiempo Δt .

$$C_0 = (-KX + 0,5\Delta t)/(K - KX + 0,5\Delta t)$$

$$C_1 = (KX + 0,5\Delta t)/(K - KX + 0,5\Delta t)$$

$$C_2 = (K - KX - 0,5\Delta t)/(K - KX + 0,5\Delta t)$$

Ahora para determinar los valores de K, X el método de Muskingum-Cunge usa parámetros hidráulicos del cauce.

$$K = \Delta x/c$$

$$X = \frac{1}{2} \left(1 - \frac{Q}{BS_0 c \Delta x} \right)$$

Δx = longitud del tramo del cauce considerado.

c = celeridad- velocidad media, m.

S_0 = pendiente media del cauce.

Q = caudal.

B = ancho del cauce.

Usando esta metodología se obtiene el siguiente cuadro:

Tabla 3.4.2: Cuadro de cálculo de caudales de salida usando el método de Muskingum-Cunge

Δt (s)	t (min)	B (m)	I (m3/s)	y (m)	c (m/s)	Δx	K(s)	X	c1	c2	c3	O (m3/s)
60.0	1.0	2.5	0.1	0.03	1.1	672	597.67	0.50	0.998	-0.816	0.818	0,0
60.0	2.0	2.5	0.1	0.04	1.5	672	452.95	0.50	0.998	-0.764	0.766	0,0
60.0	3.0	2.5	0.2	0.06	1.7	672	385.14	0.50	0.997	-0.728	0.731	0,0
60.0	4.0	2.5	0.2	0.06	1.9	672	358.05	0.50	0.997	-0.710	0.713	0,0

Δt (s)	t (min)	B (m)	I (m ³ /s)	y (m)	c (m/s)	Δx	K(s)	X	c1	c2	c3	O (m ³ /s)
60.0	5.0	2.5	0.2	0.07	2.0	672	343.27	0.50	0.997	-0.700	0.703	0,0
60.0	6.0	2.5	0.3	0.08	2.1	672	313.96	0.50	0.996	-0.676	0.680	0,0
60.0	7.0	2.5	0.4	0.10	2.4	672	274.43	0.50	0.996	-0.637	0.642	0,0
60.0	8.0	2.5	0.5	0.11	2.7	672	248.18	0.50	0.995	-0.606	0.612	0,1
60.0	9.0	2.5	0.7	0.14	3.1	672	214.23	0.50	0.994	-0.558	0.564	0,1
60.0	10.0	2.5	1.0	0.18	3.7	672	180.32	0.50	0.992	-0.495	0.503	0,1
60.0	11.0	2.5	1.4	0.22	4.3	672	157.62	0.50	0.991	-0.442	0.451	0,2
60.0	12.0	2.5	1.9	0.26	4.8	672	139.49	0.50	0.989	-0.391	0.402	0,2
60.0	13.0	2.5	2.6	0.31	5.4	672	124.00	0.50	0.988	-0.340	0.352	0,3
60.0	14.0	2.5	3.4	0.37	6.0	672	111.18	0.49	0.986	-0.290	0.304	0,4
60.0	15.0	2.5	4.2	0.42	6.6	672	101.57	0.49	0.985	-0.248	0.263	0,6
60.0	16.0	2.5	5.0	0.47	7.1	672	94.72	0.49	0.984	-0.214	0.231	1,0
60.0	17.0	2.5	5.8	0.51	7.5	672	89.57	0.49	0.983	-0.187	0.205	1,4
60.0	18.0	2.5	6.4	0.54	7.8	672	86.09	0.49	0.982	-0.168	0.186	2,0
60.0	19.0	2.5	6.8	0.56	8.0	672	84.01	0.49	0.981	-0.156	0.175	2,7
60.0	20.0	2.5	7.0	0.57	8.1	672	82.80	0.49	0.981	-0.149	0.168	3,5
60.0	21.0	2.5	7.1	0.58	8.2	672	82.33	0.49	0.981	-0.146	0.165	4,5
60.0	22.0	2.5	7.1	0.58	8.1	672	82.56	0.49	0.981	-0.147	0.166	5,4
60.0	23.0	2.5	6.9	0.57	8.1	672	83.27	0.49	0.981	-0.151	0.170	6,1
60.0	24.0	2.5	6.7	0.56	8.0	672	84.26	0.49	0.981	-0.157	0.176	6,6
60.0	25.0	2.5	6.5	0.55	7.9	672	85.29	0.49	0.982	-0.163	0.182	6,9
60.0	26.0	2.5	6.3	0.54	7.8	672	86.36	0.49	0.982	-0.169	0.188	7,1
60.0	27.0	2.5	6.1	0.53	7.7	672	87.77	0.49	0.982	-0.177	0.195	7,1
60.0	28.0	2.5	5.8	0.51	7.5	672	89.57	0.49	0.983	-0.187	0.205	7,0
60.0	29.0	2.5	5.5	0.49	7.3	672	91.52	0.49	0.983	-0.198	0.215	6,8
60.0	30.0	2.5	5.1	0.47	7.1	672	94.35	0.49	0.983	-0.212	0.229	6,6
60.0	31.0	2.5	4.5	0.44	6.8	672	98.80	0.49	0.984	-0.235	0.250	6,4
60.0	32.0	2.5	3.9	0.40	6.4	672	105.16	0.49	0.985	-0.264	0.279	6,1
60.0	33.0	2.5	3.2	0.36	5.9	672	113.24	0.49	0.987	-0.299	0.312	5,9
60.0	34.0	2.5	2.6	0.31	5.4	672	124.00	0.50	0.988	-0.340	0.352	5,6
60.0	35.0	2.5	2.0	0.27	4.9	672	138.05	0.50	0.989	-0.387	0.397	5,3
60.0	36.0	2.5	1.5	0.23	4.4	672	153.33	0.50	0.991	-0.431	0.440	4,8
60.0	37.0	2.5	1.2	0.19	3.9	672	170.52	0.50	0.992	-0.473	0.482	4,3
60.0	38.0	2.5	0.9	0.16	3.5	672	192.44	0.50	0.993	-0.519	0.526	3,7
60.0	39.0	2.5	0.7	0.14	3.1	672	214.23	0.50	0.994	-0.558	0.564	3,1
60.0	40.0	2.5	0.5	0.12	2.8	672	237.94	0.50	0.995	-0.593	0.598	2,5
60.0	41.0	2.5	0.4	0.10	2.4	672	274.43	0.50	0.996	-0.637	0.642	2,0
60.0	42.0	2.5	0.3	0.08	2.1	672	313.96	0.50	0.996	-0.676	0.680	1,5
60.0	43.0	2.5	0.2	0.07	2.0	672	343.27	0.50	0.997	-0.700	0.703	1,2
60.0	44.0	2.5	0.2	0.06	1.7	672	385.14	0.50	0.997	-0.728	0.731	0,9
60.0	45.0	2.5	0.1	0.04	1.5	672	452.95	0.50	0.998	-0.764	0.766	0,7
60.0	46.0	2.5	0.1	0.04	1.5	672	452.95	0.50	0.998	-0.764	0.766	0,5
60.0	47.0	2.5	0.1	0.04	1.5	672	452.95	0.50	0.998	-0.764	0.766	0,4
60.0	48.0	2.5	0.1	0.03	1.1	672	597.67	0.50	0.998	-0.816	0.818	0,3
60.0	49.0	2.5	0.0	0.00	0.2	672	2857.93	0.50	1.000	-0.959	0.959	0,2
60.0	50.0	2.5	0.0	0.00	0.2	672	2857.93	0.50	1.000	-0.959	0.959	0,2
60.0	51.0	2.5	0.0	0.00	0.2	672	2857.93	0.50	1.000	-0.959	0.959	0,1
60.0	52.0	2.5	0.0	0.00	0.2	673	2862.19	0.50	1.000	-0.959	0.959	0,1

Δt (s)	t (min)	B (m)	I (m ³ /s)	y (m)	c (m/s)	Δx	K(s)	X	c1	c2	c3	O (m ³ /s)
60.0	53.0	2.5	0.0	0.00	0.2	674	2866.44	0.50	1.000	-0.959	0.959	0,1
60.0	54.0	2.5	0.0	0.00	0.2	675	2870.69	0.50	1.000	-0.959	0.959	0,1
60.0	55.0	2.5	0.0	0.00	0.2	676	2874.94	0.50	1.000	-0.959	0.959	0,0

De esta manera se obtiene el hidrograma de salida del tramo R1, usando la misma analogía se realiza el mismo tratamiento para los demás tramos.

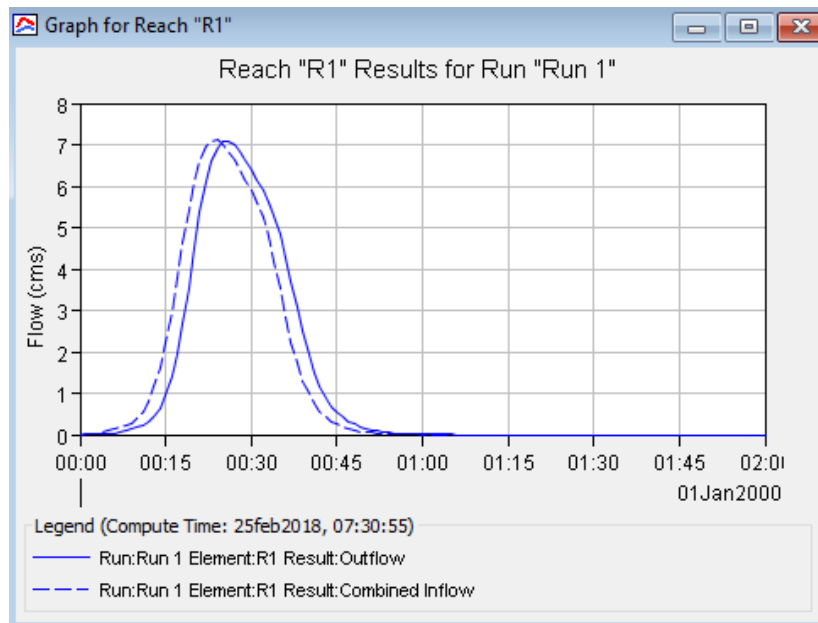


Figura 3.4.3: Hidrograma de salida del tramo R1

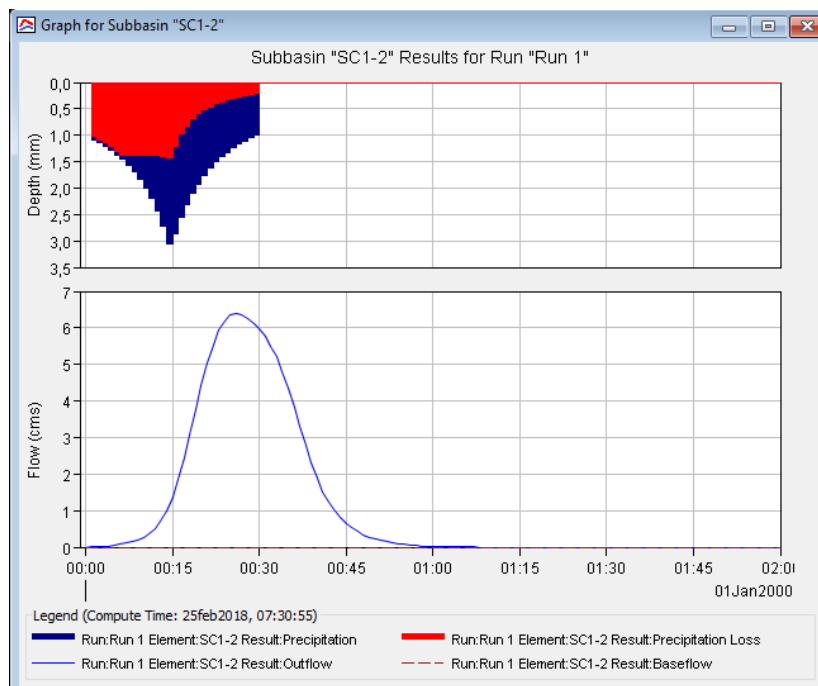


Figura 3.4.4: Hidrograma de la Sub Cuenca 01-2

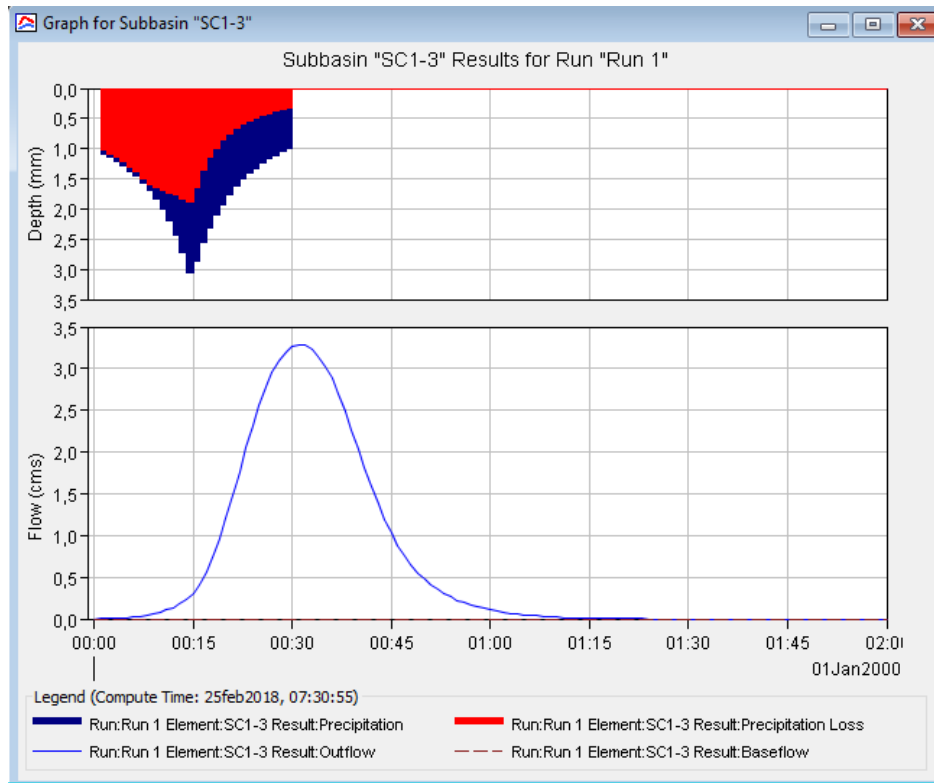


Figura 3.4.5: Hidrograma de la Sub Cuenca 01-3

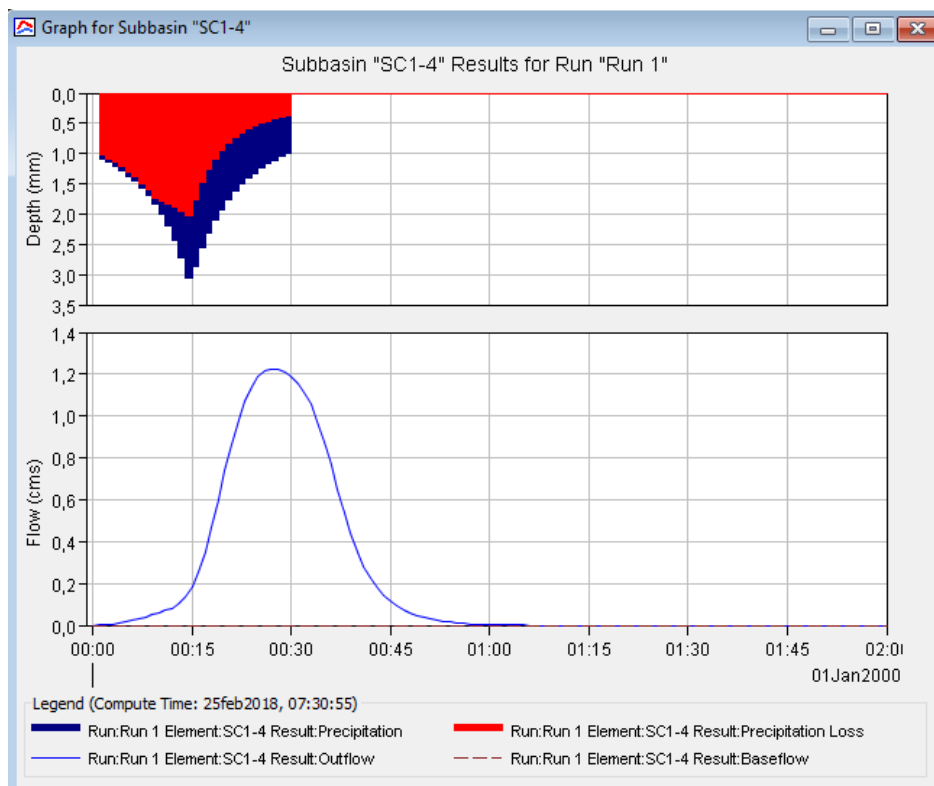


Figura 3.4.6: Hidrograma de la Sub Cuenca 01-4

El resultado de la suma de estos hidrogramas es el mostrado en la figura 3.4.7 del cual se

tomará el caudal máximo para determinar la peligrosidad del tramo-1 de nuestro área de estudio. El caudal máximo de ingreso es de 24.50 m³/s. como se observa en el cuadro 3.4.3

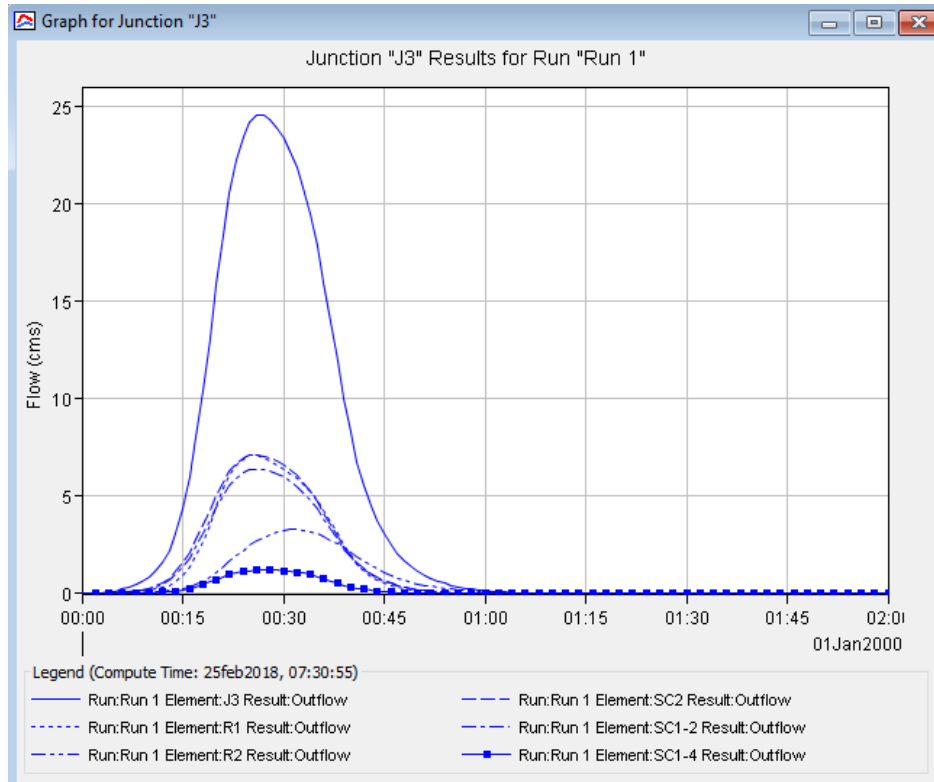


Figura 3.4.7: Hidrograma total en el ingreso del Tramo-1(*Esquina Av. Independencia y Jr Quinua*)

Fecha	Hora	Q(m ³ /s) SC2	Q(m ³ /s) R1	Q(m ³ /s) SC1-2	Q(m ³ /s) R2	Q(m ³ /s) SC1-4	Q(m ³ /s) TOTAL-J3
01dic2017	00:03	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
01dic2017	00:04	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1
01dic2017	00:05	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1
01dic2017	00:06	0.1	0.0	0.1	0.0	0.0	0.2
01dic2017	00:07	0.1	0.1	0.1	0.0	0.0	0.3
01dic2017	00:08	0.2	0.1	0.1	0.0	0.0	0.5
01dic2017	00:09	0.2	0.1	0.2	0.1	0.1	0.6
01dic2017	00:10	0.3	0.2	0.3	0.1	0.1	0.9
01dic2017	00:11	0.4	0.2	0.3	0.1	0.1	1.1
01dic2017	00:12	0.6	0.3	0.5	0.1	0.1	1.6
01dic2017	00:13	0.8	0.4	0.7	0.2	0.1	2.2
01dic2017	00:14	1.1	0.6	1.0	0.2	0.1	3.1
01dic2017	00:15	1.6	1.0	1.4	0.3	0.2	4.4
01dic2017	00:16	2.1	1.4	1.9	0.4	0.3	6.0

Sigue en la página siguiente.

Fecha	Hora	Q(m3/s) SC2	Q(m3/s) R1	Q(m3/s) SC1-2	Q(m3/s) R2	Q(m3/s) SC1-4	Q(m3/s) TOTAL-J3
01dic2017	00:17	2.8	2.0	2.4	0.5	0.4	8.0
01dic2017	00:18	3.5	2.7	3.1	0.7	0.5	10.4
01dic2017	00:19	4.3	3.5	3.8	0.9	0.6	13.1
01dic2017	00:20	5.0	4.5	4.4	1.1	0.7	15.8
01dic2017	00:21	5.7	5.4	5.0	1.4	0.9	18.4
01dic2017	00:22	6.3	6.1	5.5	1.7	1.0	20.5
01dic2017	00:23	6.7	6.6	5.9	1.9	1.1	22.2
01dic2017	00:24	7.0	6.9	6.2	2.2	1.1	23.4
01dic2017	00:25	7.1	7.1	6.4	2.5	1.2	24.2
01dic2017	00:26	7.1	7.1	6.4	2.7	1.2	24.5
01dic2017	00:27	7.1	7.0	6.4	2.9	1.2	24.5
01dic2017	00:28	7.0	6.8	6.3	3.0	1.2	24.3
01dic2017	00:29	6.8	6.6	6.1	3.2	1.2	23.9
01dic2017	00:30	6.6	6.4	6.0	3.2	1.2	23.4
01dic2017	00:31	6.4	6.1	5.8	3.3	1.2	22.7
01dic2017	00:32	6.1	5.9	5.5	3.3	1.1	21.9
01dic2017	00:33	5.7	5.6	5.2	3.2	1.1	20.8
01dic2017	00:34	5.3	5.3	4.8	3.2	1.0	19.5
01dic2017	00:35	4.7	4.8	4.3	3.1	0.9	17.9
01dic2017	00:36	4.1	4.3	3.8	2.9	0.8	16.0
01dic2017	00:37	3.6	3.7	3.3	2.8	0.6	13.9
01dic2017	00:38	3.0	3.1	2.8	2.6	0.5	11.9
01dic2017	00:39	2.4	2.5	2.3	2.3	0.4	10.0
01dic2017	00:40	2.0	2.0	1.9	2.1	0.4	8.3
01dic2017	00:41	1.6	1.5	1.5	1.9	0.3	6.8
01dic2017	00:42	1.3	1.2	1.2	1.7	0.2	5.5
01dic2017	00:43	1.0	0.9	1.0	1.5	0.2	4.5
01dic2017	00:44	0.8	0.7	0.8	1.3	0.1	3.7
01dic2017	00:45	0.7	0.5	0.6	1.1	0.1	3.1
01dic2017	00:46	0.5	0.4	0.5	0.9	0.1	2.5
01dic2017	00:47	0.4	0.3	0.4	0.8	0.1	2.1
01dic2017	00:48	0.3	0.2	0.3	0.7	0.1	1.7
01dic2017	00:49	0.3	0.2	0.3	0.6	0.0	1.4
01dic2017	00:50	0.2	0.1	0.2	0.5	0.0	1.1
01dic2017	00:51	0.2	0.1	0.2	0.4	0.0	0.9
01dic2017	00:52	0.1	0.1	0.1	0.4	0.0	0.8
01dic2017	00:53	0.1	0.1	0.1	0.3	0.0	0.6

Sigue en la página siguiente.

Fecha	Hora	Q(m3/s) SC2	Q(m3/s) R1	Q(m3/s) SC1-2	Q(m3/s) R2	Q(m3/s) SC1-4	Q(m3/s) TOTAL-J3
01dic2017	00:54	0.1	0.0	0.1	0.3	0.0	0.5
01dic2017	00:55	0.1	0.0	0.1	0.2	0.0	0.4
01dic2017	00:56	0.1	0.0	0.1	0.2	0.0	0.4
01dic2017	00:57	0.0	0.0	0.0	0.2	0.0	0.3
01dic2017	00:58	0.0	0.0	0.0	0.2	0.0	0.2
01dic2017	00:59	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0	0.2
01dic2017	01:00	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0	0.2
01dic2017	01:01	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0	0.1
01dic2017	01:02	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0	0.1
01dic2017	01:03	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0	0.1
01dic2017	01:04	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0	0.1
01dic2017	01:05	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0	0.1
01dic2017	01:06	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
01dic2017	01:07	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
01dic2017	01:08	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
01dic2017	01:09	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
01dic2017	01:10	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
01dic2017	01:11	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
01dic2017	01:12	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
01dic2017	01:13	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
01dic2017	01:14	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
01dic2017	01:15	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
01dic2017	01:16	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
01dic2017	01:17	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
01dic2017	01:18	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
01dic2017	01:19	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
01dic2017	01:20	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
01dic2017	01:21	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
01dic2017	01:22	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
01dic2017	01:23	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
01dic2017	01:24	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
01dic2017	01:25	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
01dic2017	01:26	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
01dic2017	01:27	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
01dic2017	01:28	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
01dic2017	01:29	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
01dic2017	01:30	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

Sigue en la página siguiente.

Fecha	Hora	Q(m3/s) SC2	Q(m3/s) R1	Q(m3/s) SC1-2	Q(m3/s) R2	Q(m3/s) SC1-4	Q(m3/s) TOTAL-J3
01dic2017	01:31	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
01dic2017	01:32	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
01dic2017	01:33	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
01dic2017	01:34	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
01dic2017	01:35	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
01dic2017	01:36	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
01dic2017	01:37	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
01dic2017	01:38	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
01dic2017	01:39	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
01dic2017	01:40	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
01dic2017	01:41	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
01dic2017	01:42	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
01dic2017	01:43	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
01dic2017	01:58	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
01dic2017	01:59	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

Tabla 3.4.3: Cuadro de resultado de la suma de hidrogramas en el punto J3 ingreso del tramo 01, nótese que no se suman los máximos caudales sino se suman los caudales según la hora de llegada al punto de control

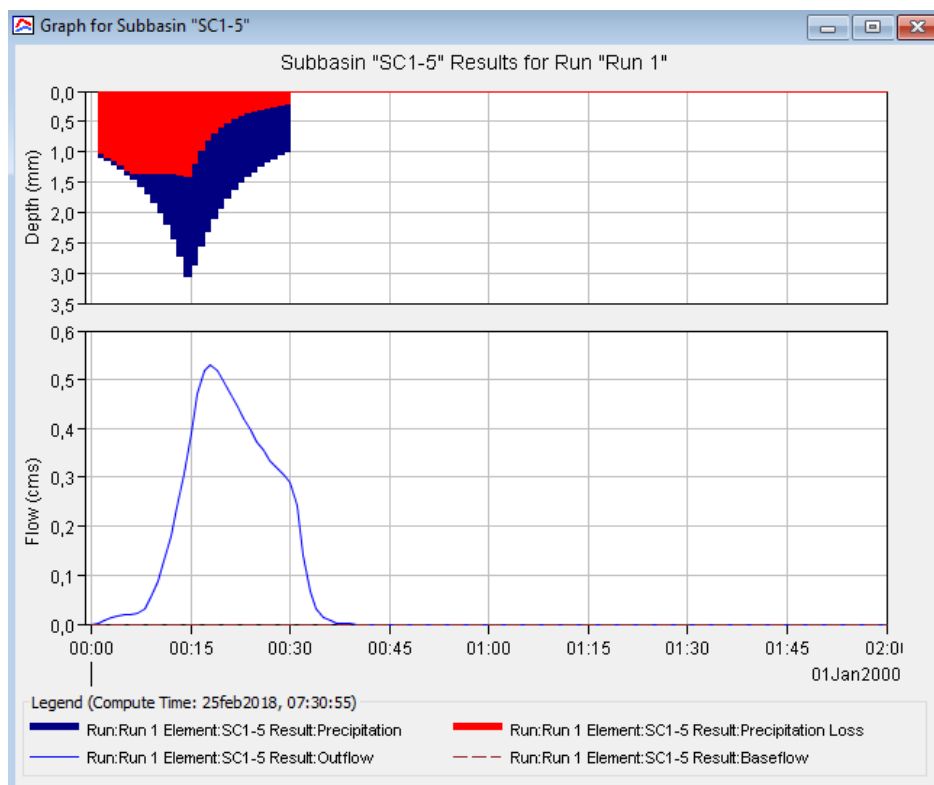


Figura 3.4.8: Hidrograma de la Sub Cuenca 01-5

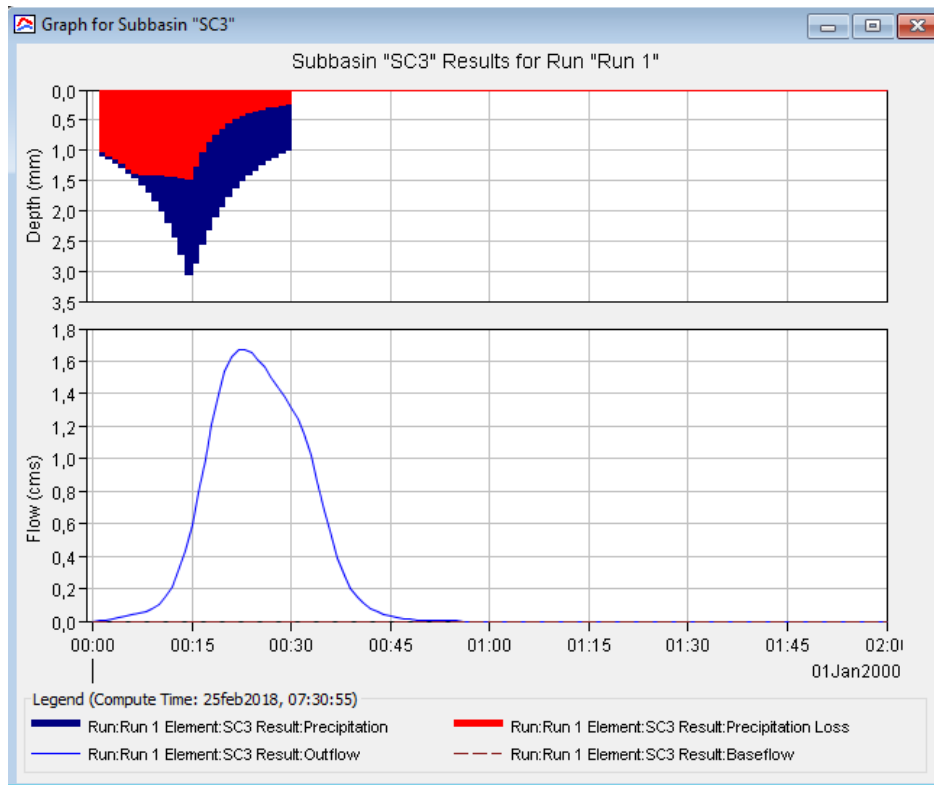


Figura 3.4.9: Hidrograma de la Sub Cuenca 03

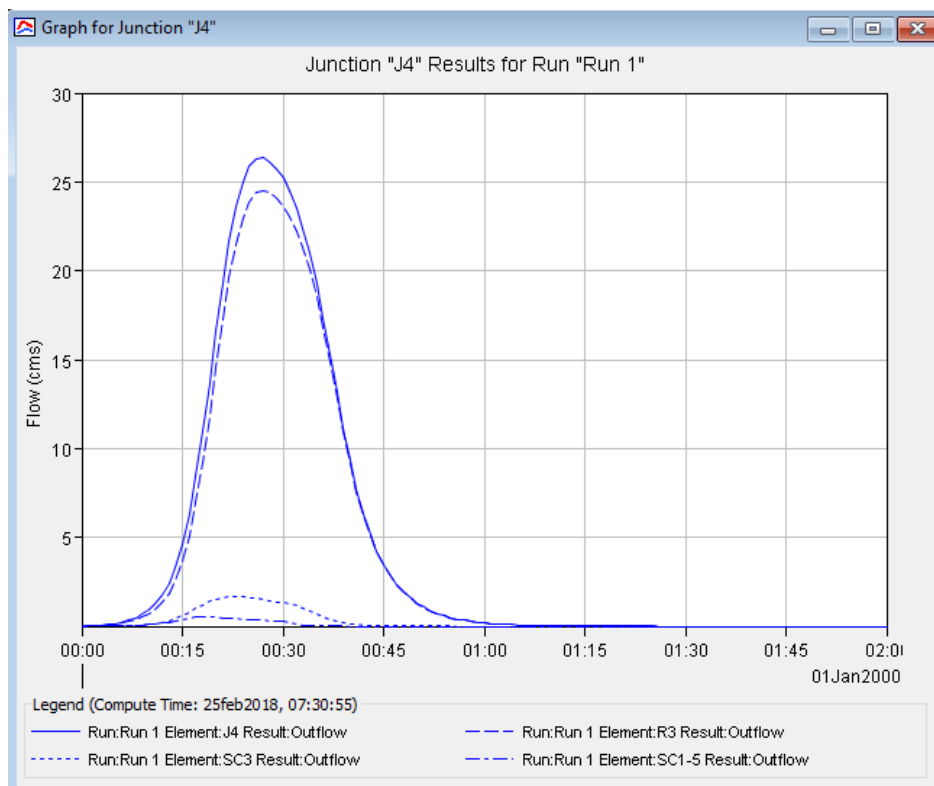


Figura 3.4.10: Hidrograma total en el ingreso del Tramo-2(*Puente Manco Capac*)

Del mismo modo se usara el caudal máximo del hidrograma para el punto de aforo puente

Manco Capac el cual es 26.4 m3/s.

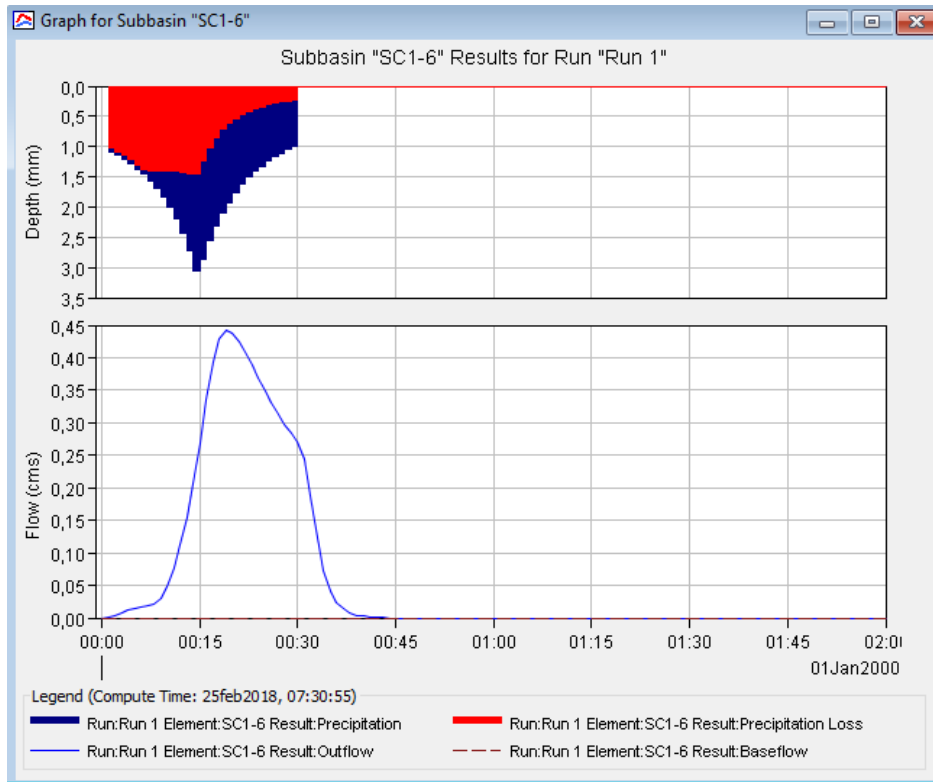


Figura 3.4.11: Hidrograma de la Sub Cuenca 01-6

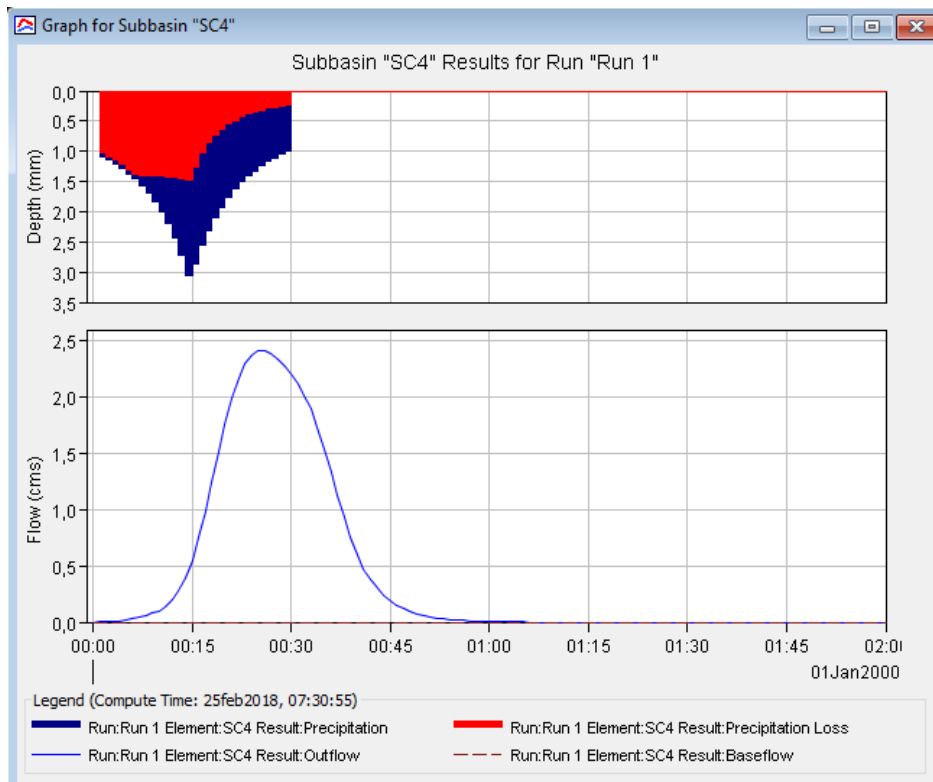


Figura 3.4.12: Hidrograma de la Sub Cuenca 04

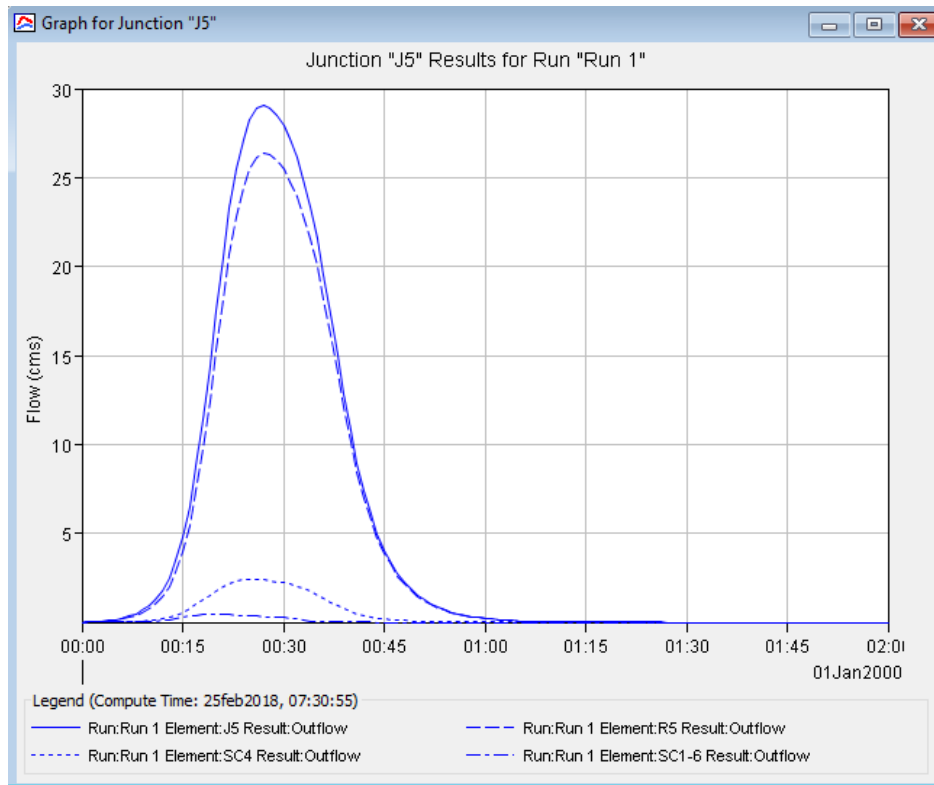


Figura 3.4.13: Hidrograma Total en el ingreso del Tramo-3(*Puente Mariscal Caceres*)

Para este caso el caudal Máximo es 29.0 m³/s el cual usaremos para el Tramo-3 de la quebrada Tarahuayco.

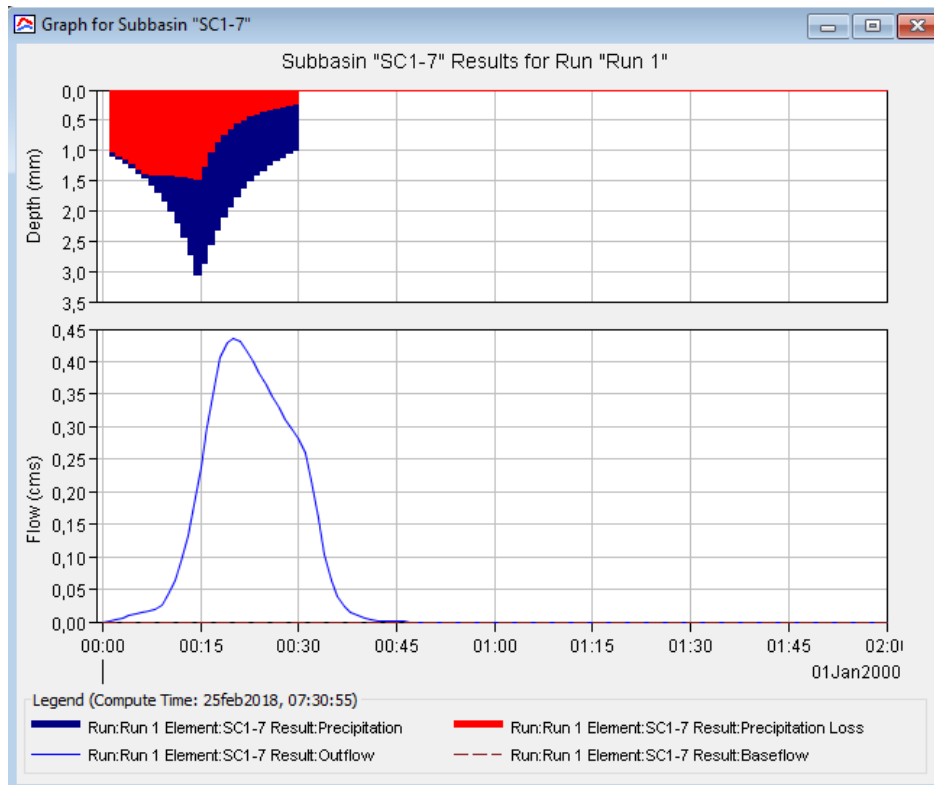


Figura 3.4.14: Hidrograma de la Sub Cuenca 01-7

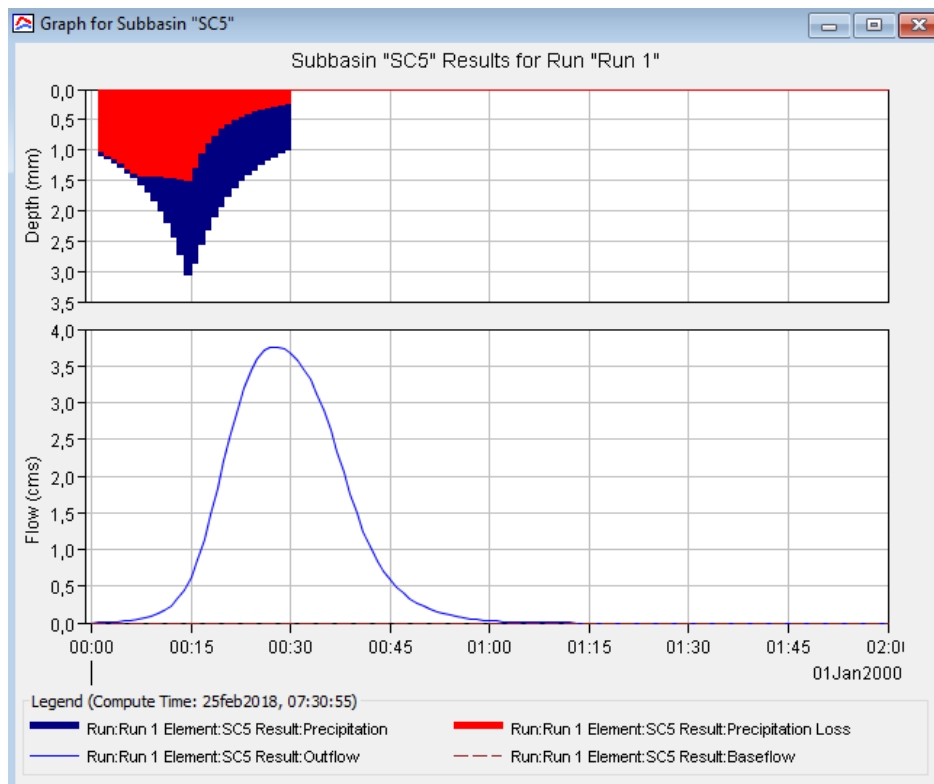


Figura 3.4.15: Hidrograma de la Sub Cuenca 05

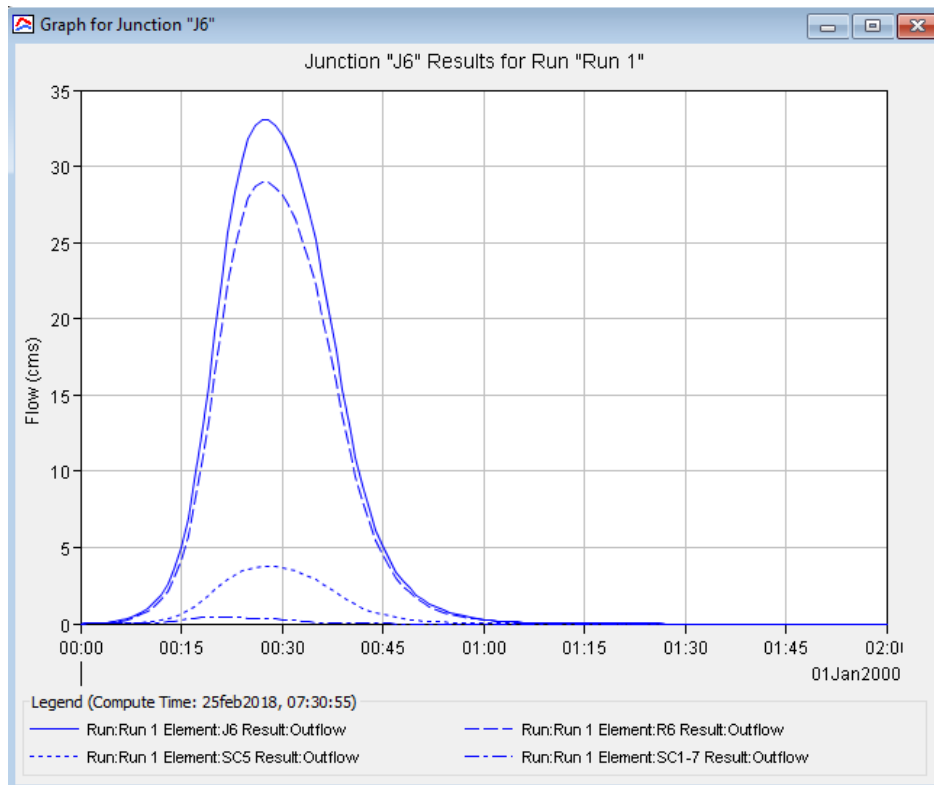


Figura 3.4.16: Hidrograma total en el ingreso del Tramo-4(*Esq. Jr. Sol y Jr. Untiveros*)

En es punto el caudal de ingreso para el tramo-4 es de 33.1 m³/s.

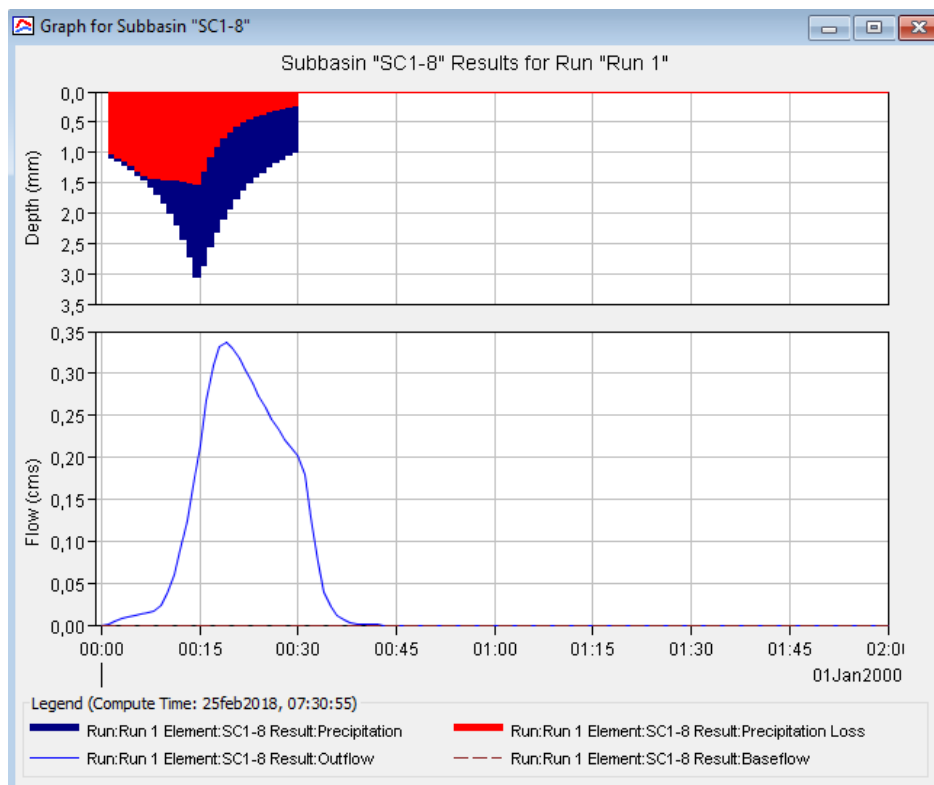


Figura 3.4.17: Hidrograma de la Sub Cuenca 01-8

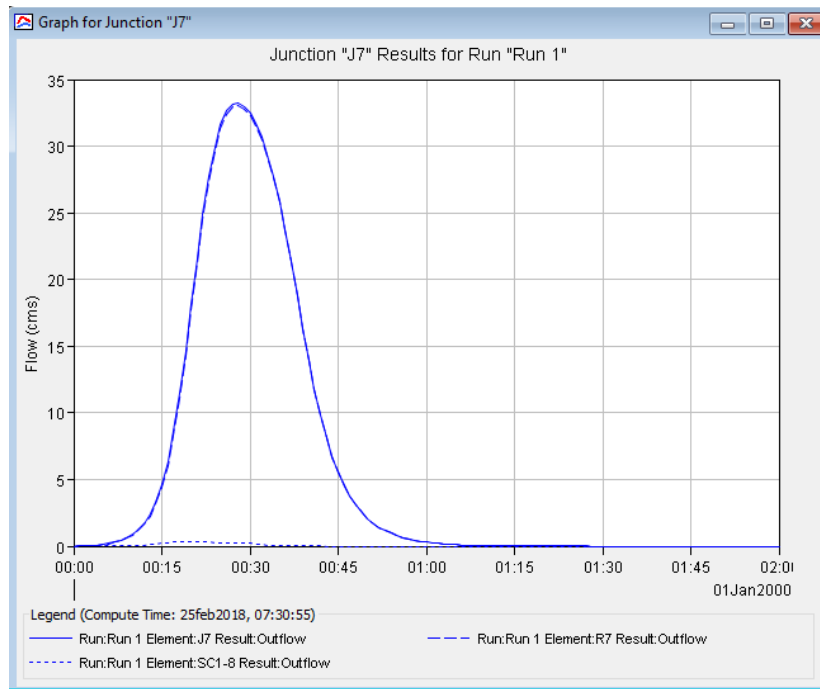


Figura 3.4.18: Hidrograma Total en el ingreso del Tramo-5(*Esq. Jr. Bellido y Jr. Francisco Pizarro*)

El caudal para el Tramo-5 de la Quebrada Tarahuayco es 33.2m³/s.

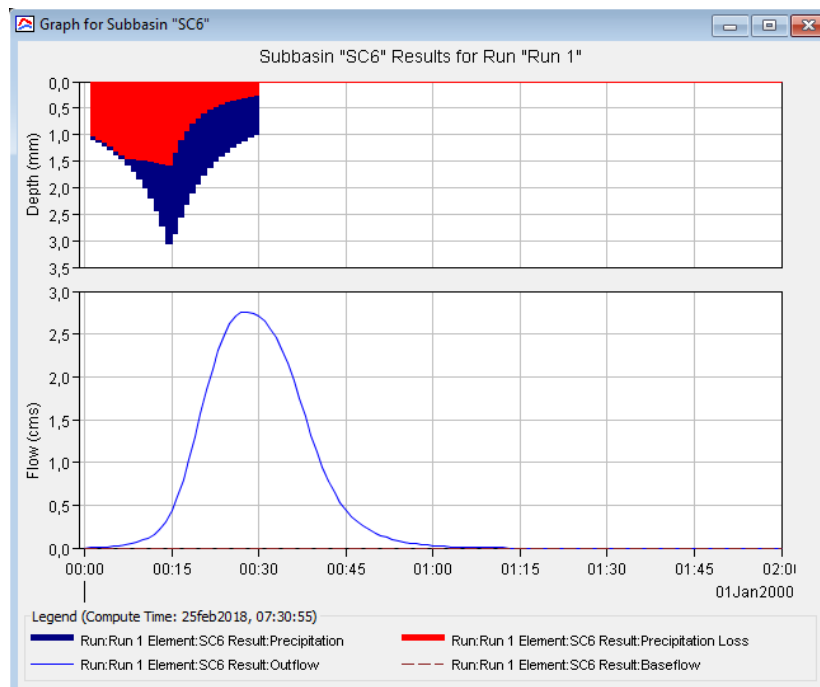


Figura 3.4.19: Hidrograma de la Sub Cuenca 06

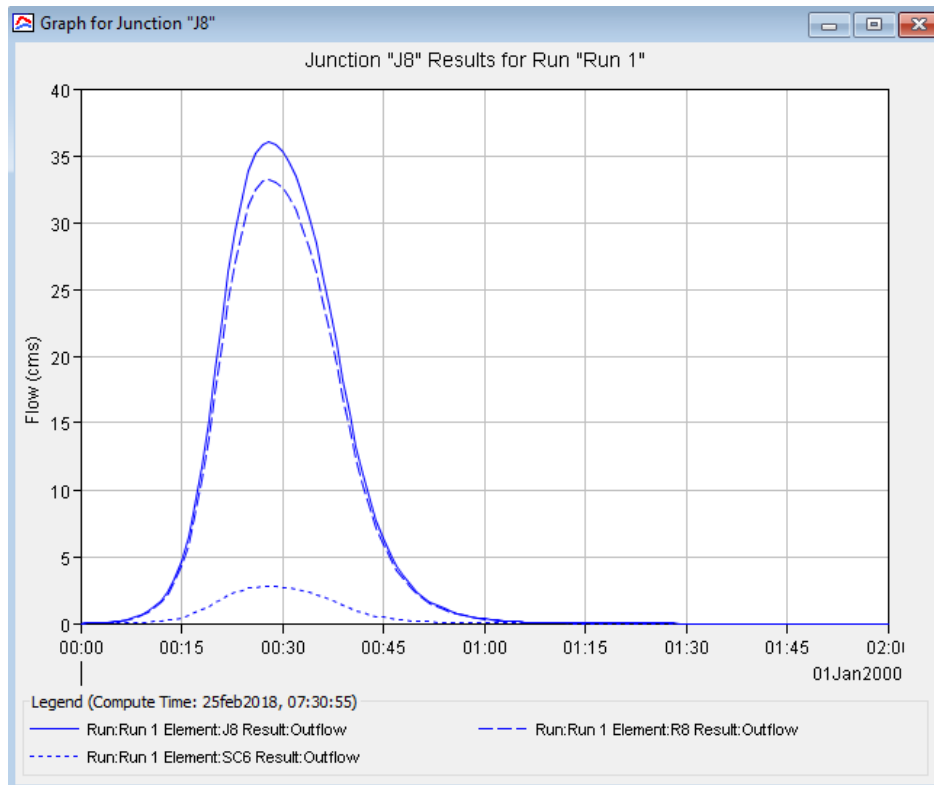


Figura 3.4.20: Hidrograma total en el ingreso del Tramo-6(*Esq. Jr Glorieta*)

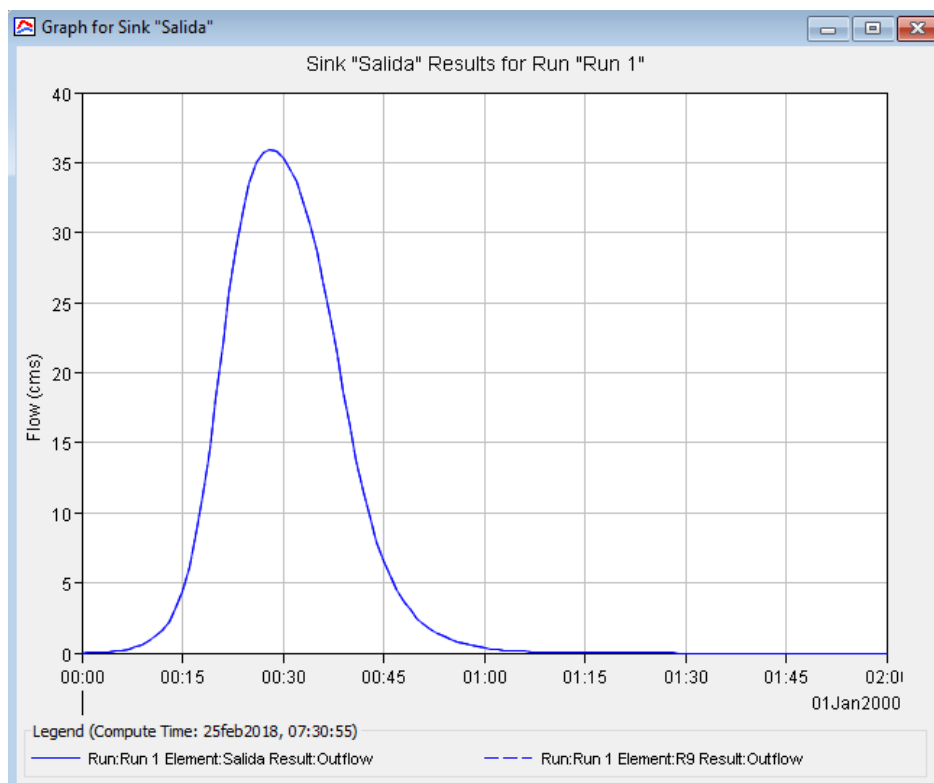


Figura 3.4.21: Hidrograma total de salida en el puente PericoHuaycco

El caudal en el ultimo tramo es de 36.0 m³/s Todo lo visto anteriormente se resume en el

cuadro 3.4.4.

Tabla 3.4.4: Resumen de caudales máximos

Elemento Hidrológico	Caudal (m ³ /s)	Uso
SC1-1	7.1	
J1	7.1	
R1	7.1	
SC1-3	3.3	
J2	3.3	
R2	3.3	
SC2	7.1	
SC1-2	6.4	
SC1-4	1.2	
J3	24.5	Tramo-1
R3	24.5	
SC3	1.7	
SC1-5	0.5	
J4	26.4	Tramo-2
R5	26.3	
SC4	2.4	
SC1-6	0.4	
J5	29	Tramo-3
R6	29	
SC5	3.8	
SC1-7	0.4	
J6	33.1	Tramo-4
R7	33	
SC1-8	0.3	
J7	33.2	Tramo-5
R8	33.2	
SC6	2.8	
J8	36	Tramo-6
R9	36	
salida	36	puente Pericohuaycco

3.4.2. Cálculo de velocidad y tirante de agua en el área de estudio

Para determinar la velocidad y el tirante del área de estudio se usará el programa **Hec-Ras**

5.0.3.

Levantamiento topográfico

Se realizó el levantamiento topográfico del área de estudio con la ayuda de una estación total del cual se obtuvieron las curvas de nivel y las secciones, estos datos nos servirán de geometría en el programa HEC-RAS.

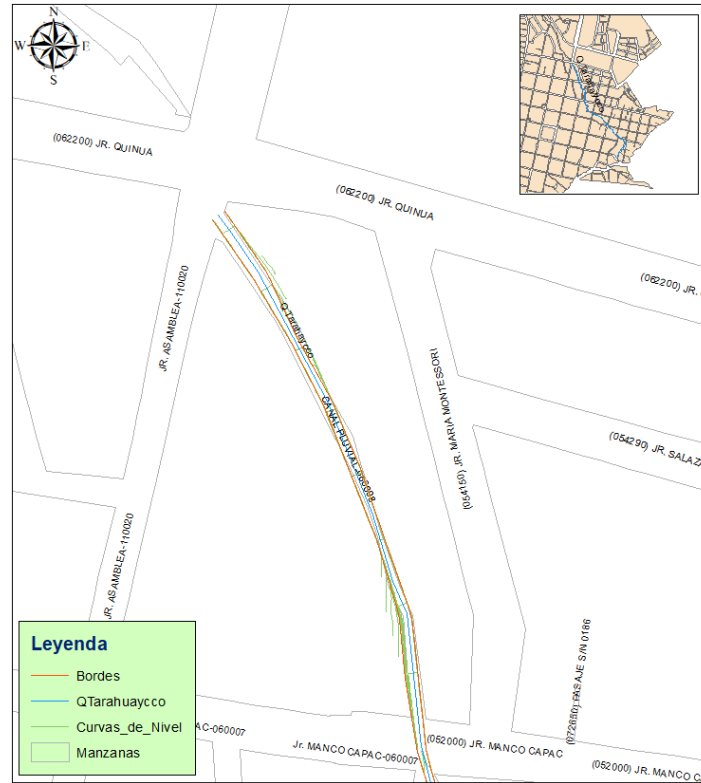


Figura 3.4.22: Curvas de nivel del Tramo 01-quebrada Tarahuaycco

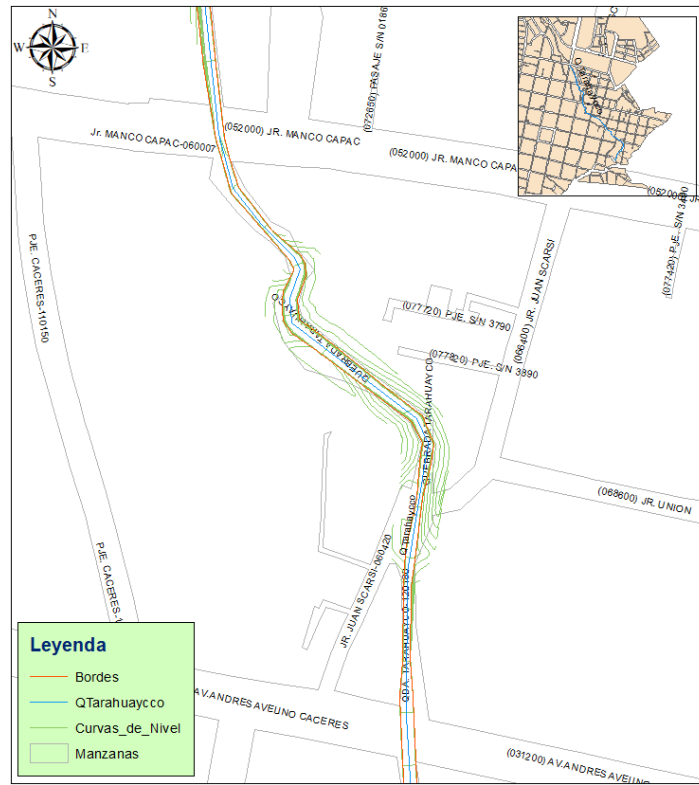


Figura 3.4.23: Curvas de nivel del Tramo 02-quebrada Tarahuayco

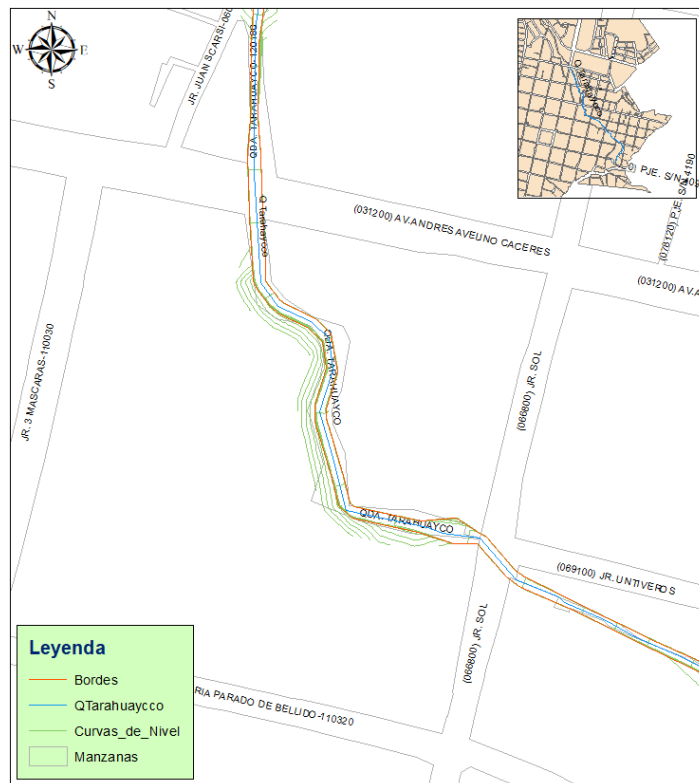


Figura 3.4.24: Curvas de nivel del Tramo 03-quebrada Tarahuayco

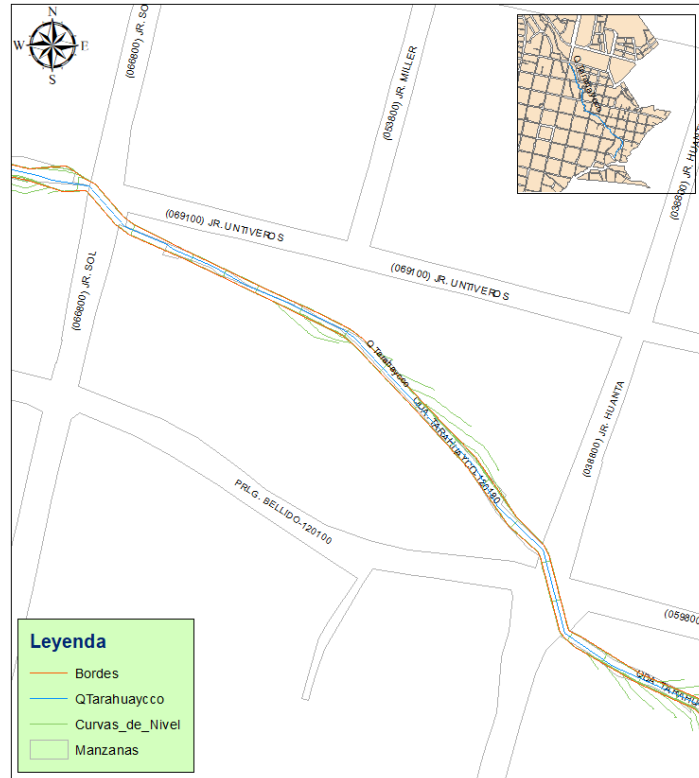


Figura 3.4.25: Curvas de nivel del Tramo 04-quebrada Tarahuayco

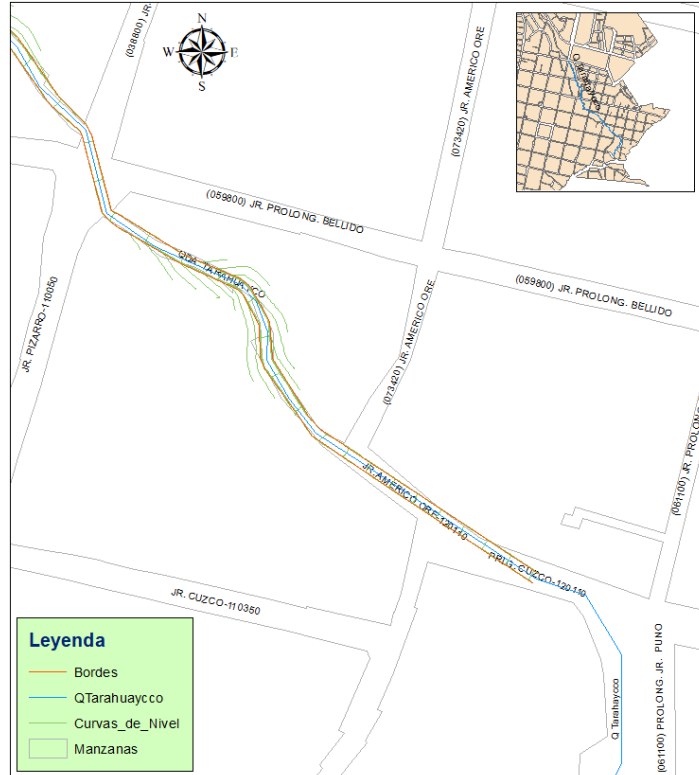


Figura 3.4.26: Curvas de nivel del Tramo 05-quebrada Tarahuayco

Procesamiento de datos

Teniendo los datos topográficos se usa el programa HEC-RAS para determinar los la velocidad y tirante en cada sección asignada, cargando los datos topográficos al programa y asignando los caudales hallados anteriormente para cada tramo. Los pasos a seguir para el uso y manejo del programa se indican en el anexo.

El Perfil Resultante del Tramo 01 es el mostrado en la fig. 3.4.27 además debe notarse que en el puente Manco Capac el tirante esta por encima del canal, esto indica que con el máximo caudal el puente trabaja con el área completa los cual podría llegar a ser un riesgo si este canal se colmata o se obstruye debido a que en este tramo se encontraron desperdicios como colchones y otros.

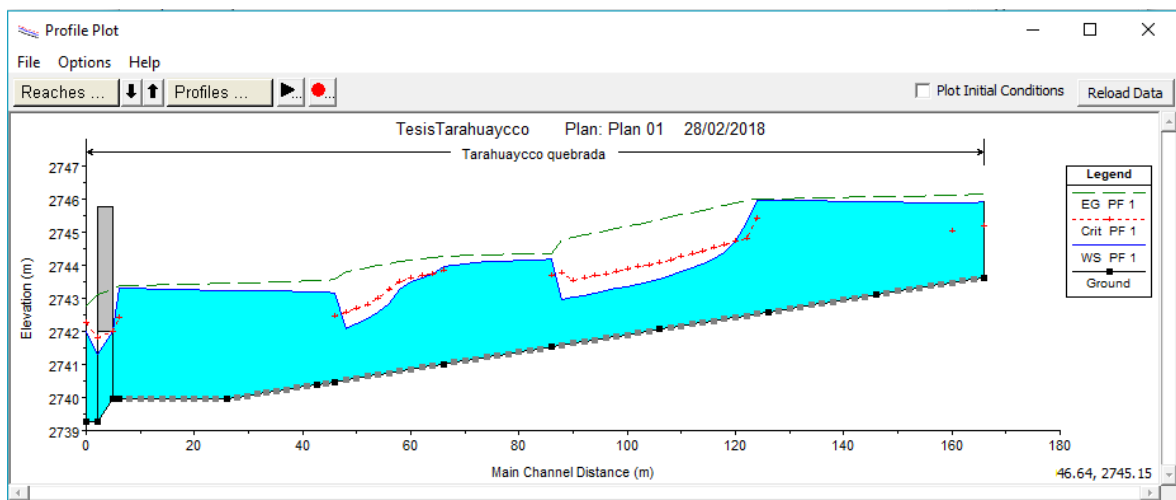


Figura 3.4.27: Perfil longitudinal del Tramo 01

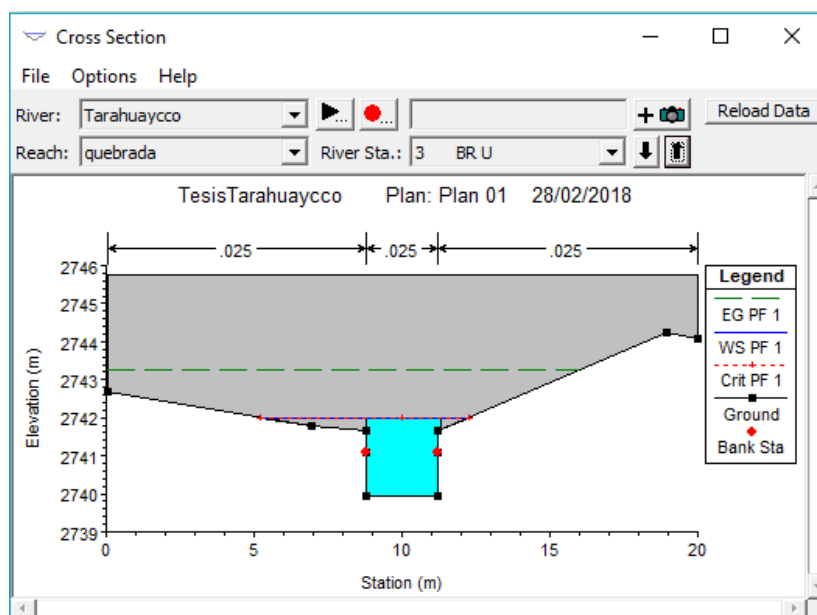


Figura 3.4.28: Sección entrada de puente Manco Capac

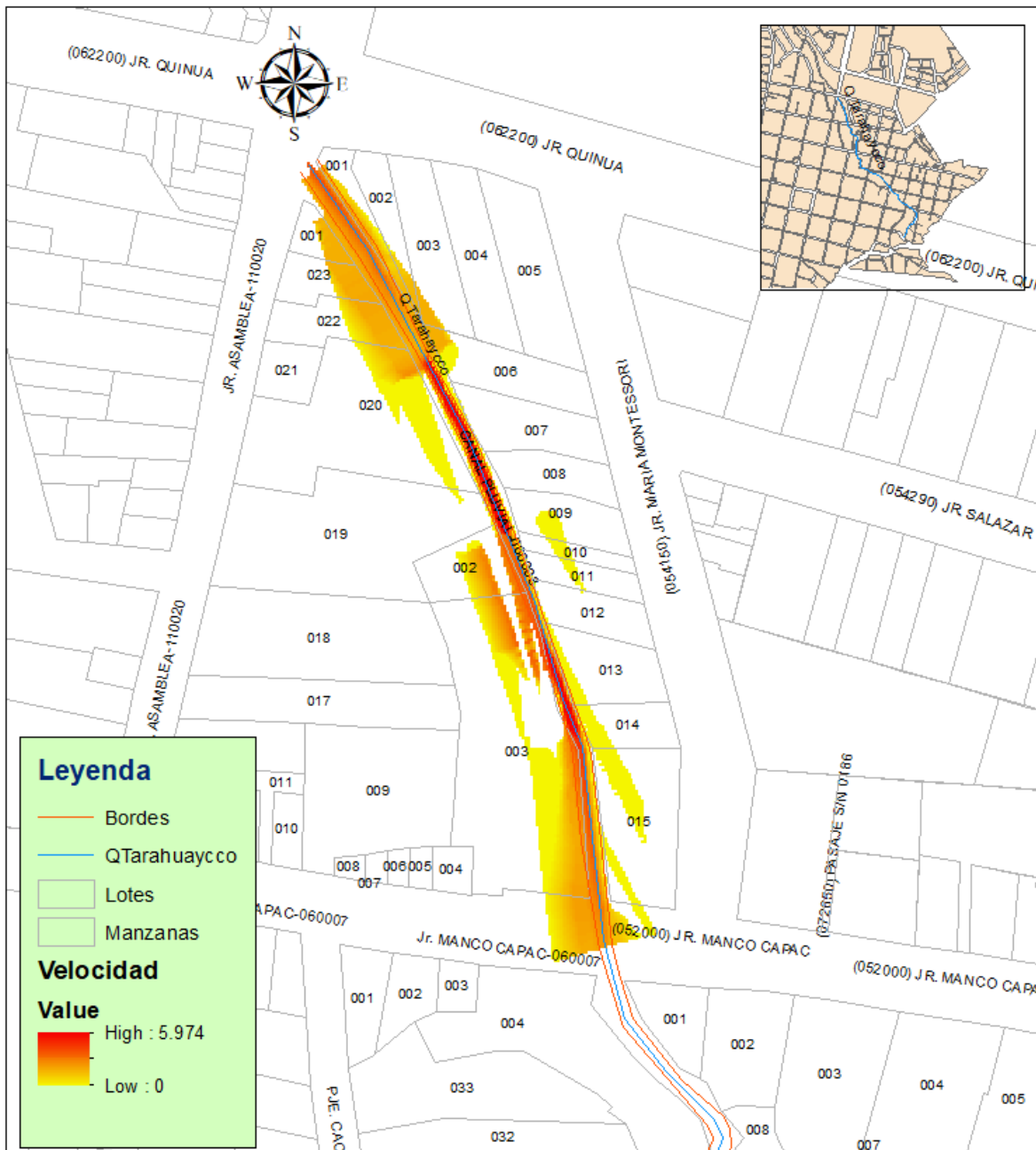


Figura 3.4.30: Mapa de velocidades Tramo 01

De esta manera se obtiene los mapas de inundación y velocidad para cada uno de los tramos se debe indicar que se realiza los tramos por separado ya que el caudal es diferente en todos los tramos.

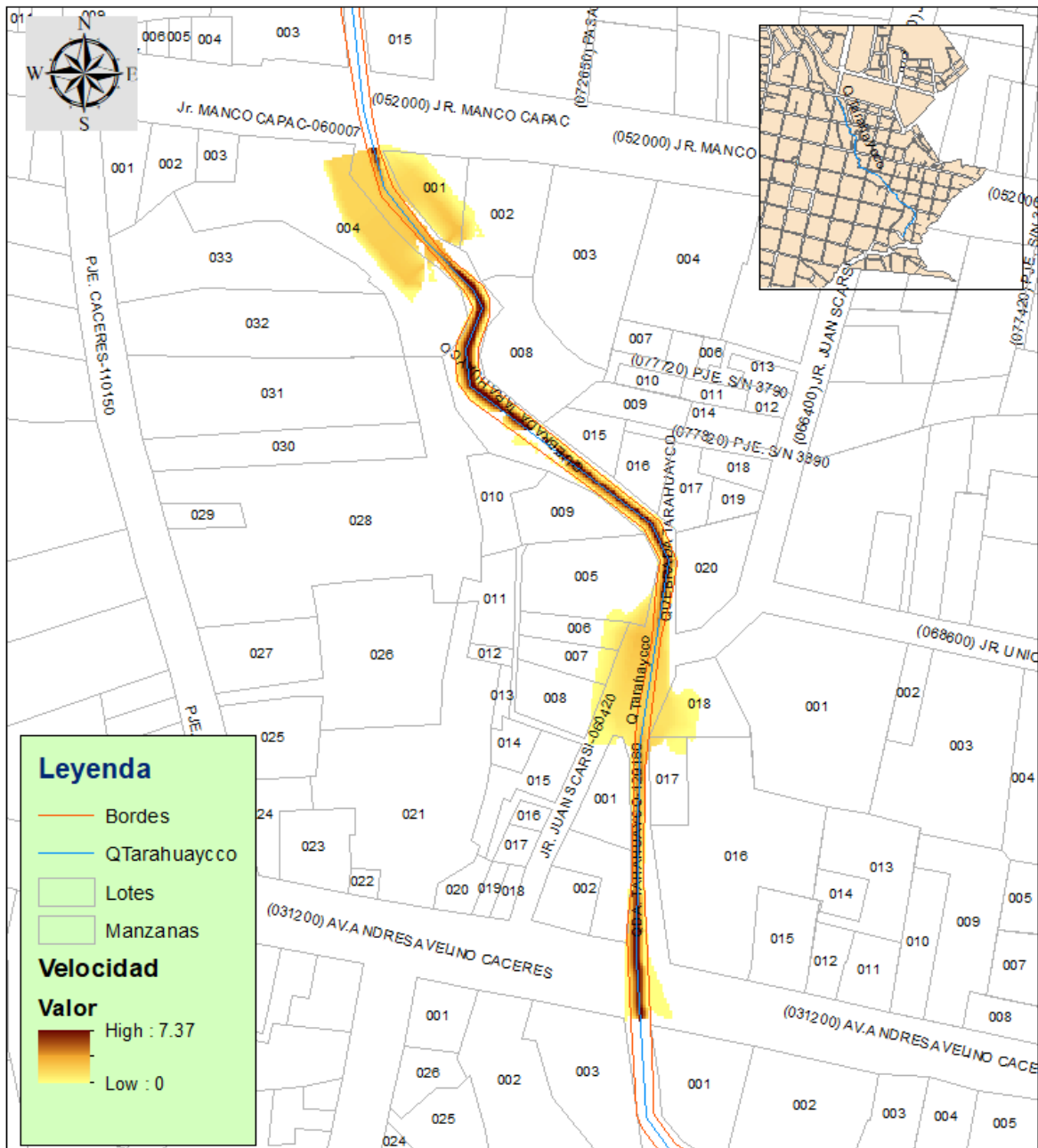


Figura 3.4.32: Mapa de velocidades en el Tramo 02

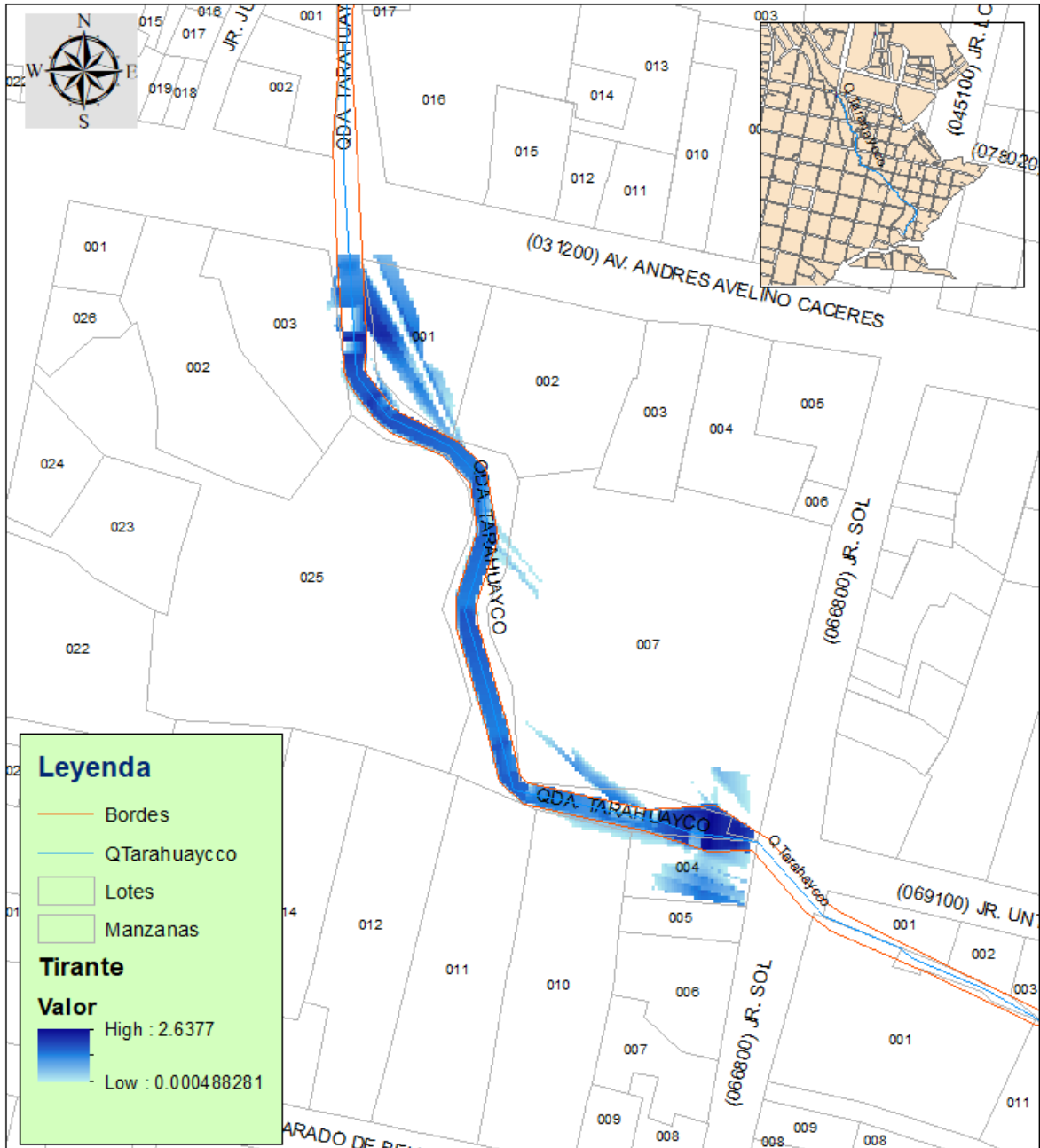


Figura 3.4.33: Mapa de altura de tirante en el Tramo 03

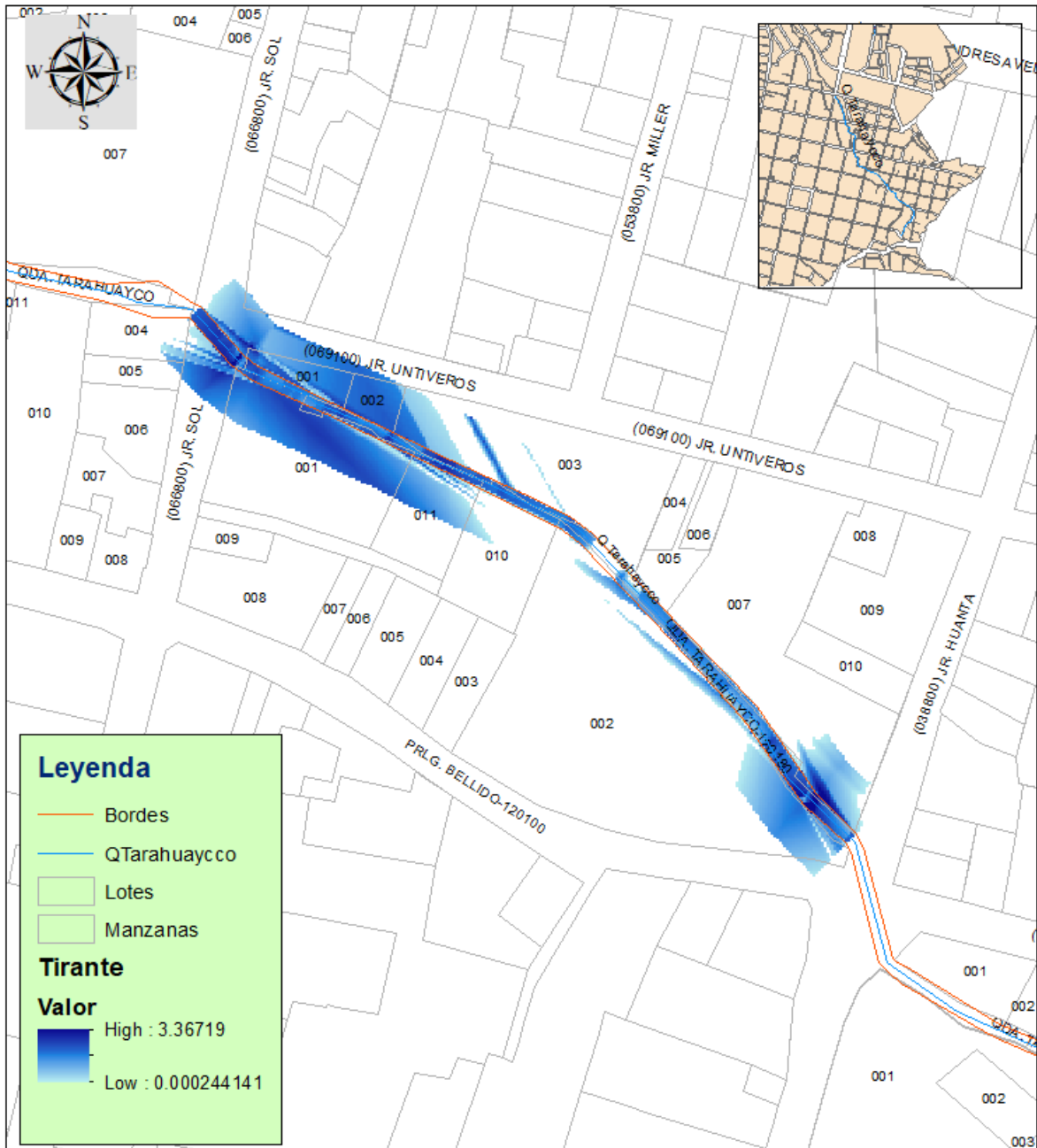


Figura 3.4.35: Mapa de altura de tirante en el Tramo 04

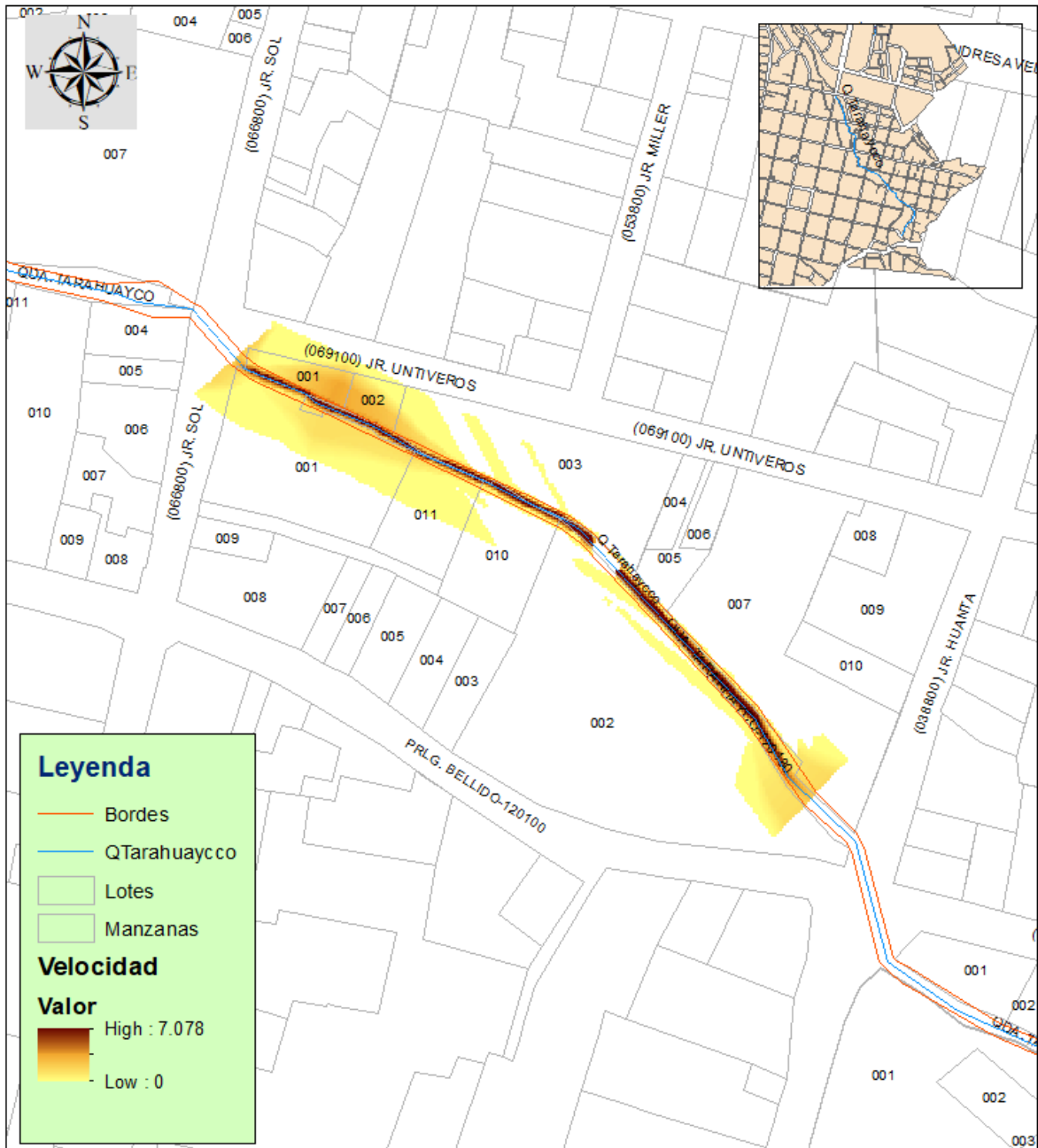


Figura 3.4.36: Mapa de velocidades en el Tramo 04

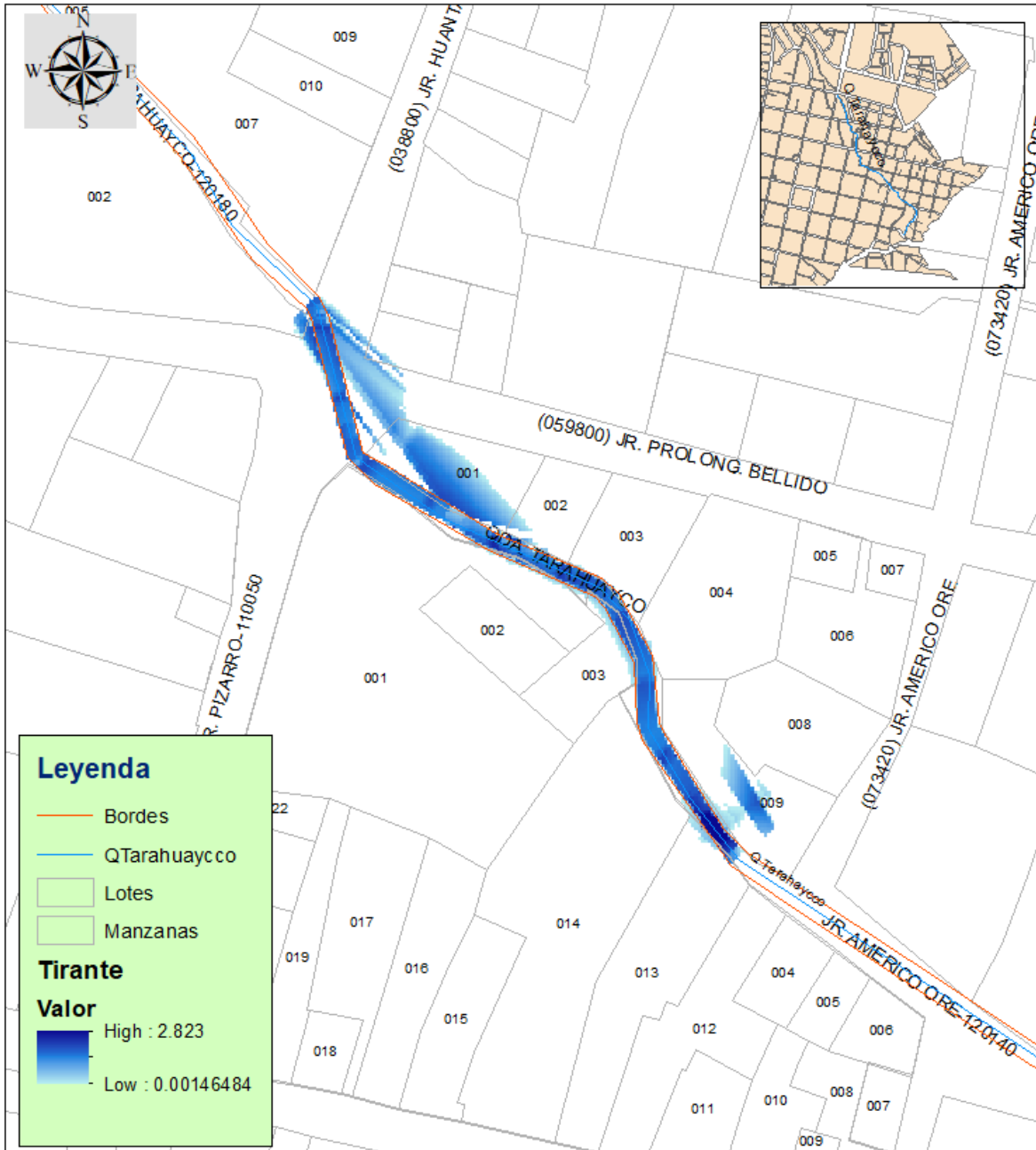


Figura 3.4.37: Mapa de altura de tirante en el Tramo 05

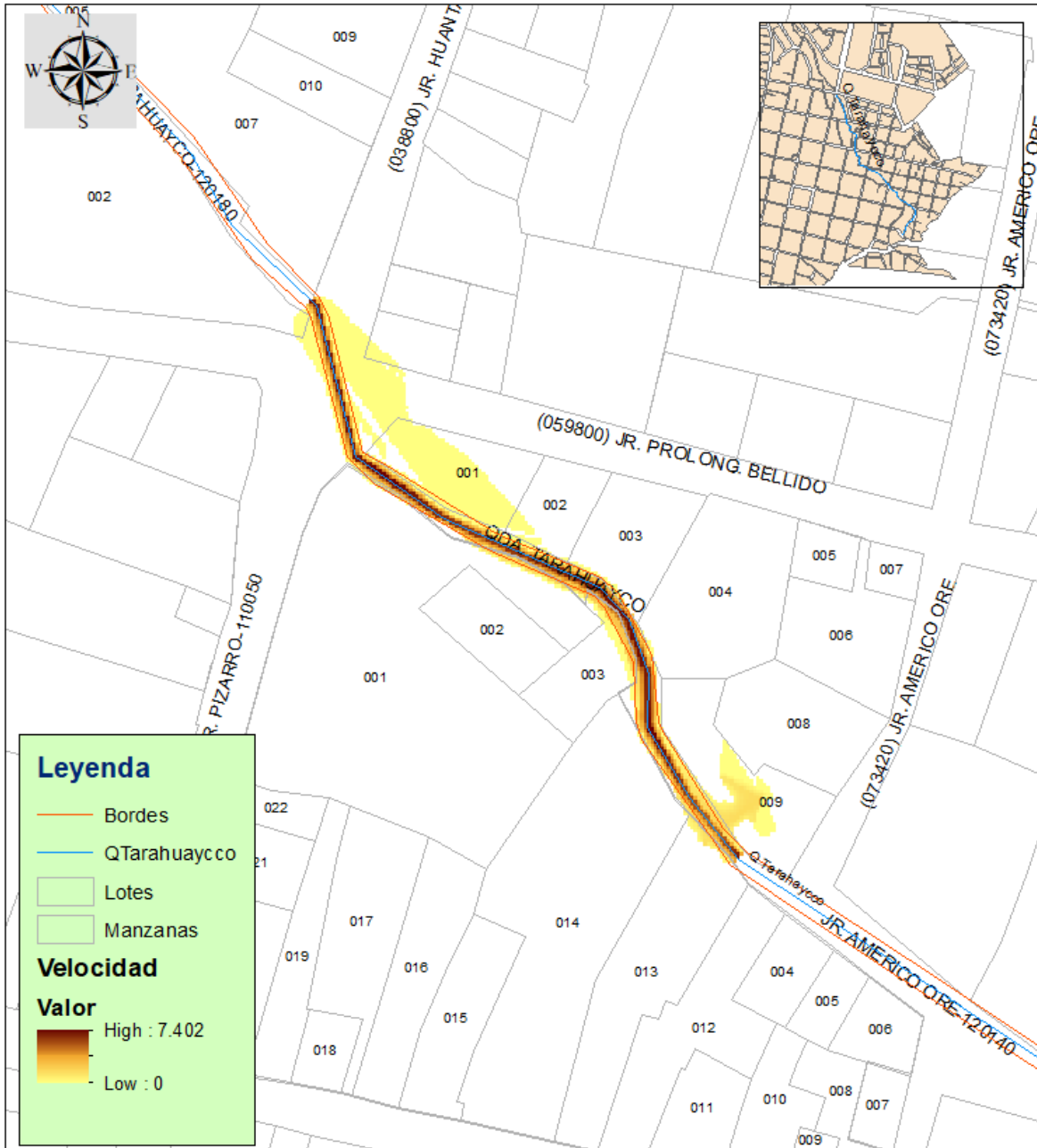


Figura 3.4.38: Mapa de velocidades en el Tramo 05

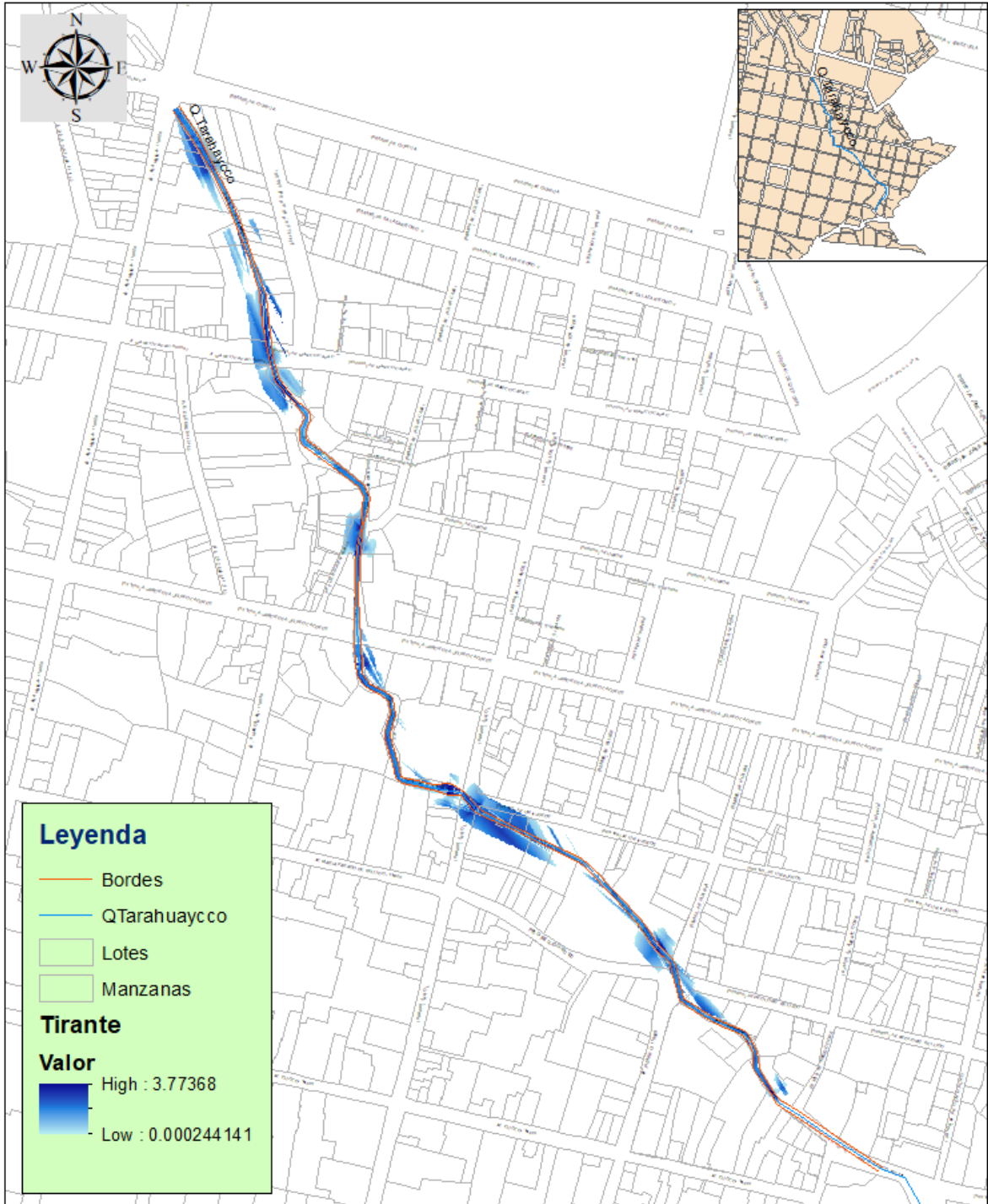


Figura 3.4.39: Mapa de altura de tirante en todos los Tramos

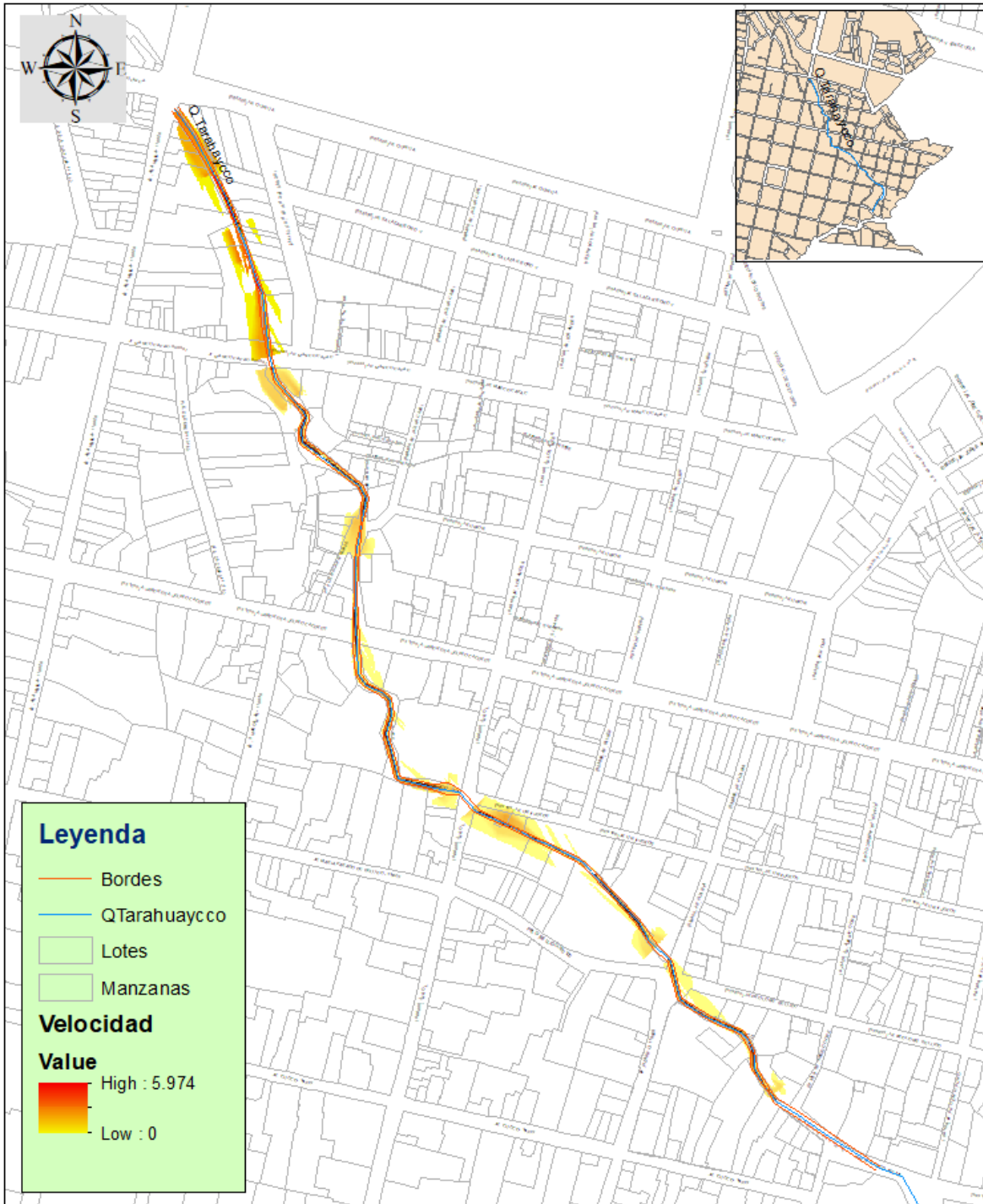


Figura 3.4.40: Mapa de velocidades en todos los Tramos

3.5. Determinación del nivel de peligro

3.5.1. Criterios de peligro

Criterio del Gobierno de Francia Oficina Federal de la Economía de las Aguas, Office Fédéral de l’Economie des Eaux (OFEE, por sus siglas en francés)

La OFEE desarrolló un criterio para evaluar los peligros generados por las inundaciones basado en tres niveles: alto, medio y bajo (Loat y Petrascheck, 1997). Se define al nivel alto cuando la población está en riesgo dentro y fuera de las viviendas; en el nivel medio, la población está en riesgo fuera de las viviendas y las edificaciones pueden sufrir daños; para el nivel bajo, las edificaciones pueden sufrir daños leves, y la inundación o el arrastre de sedimentos pueden llegar a afectar el interior de las edificaciones Fig3.5.1(OFEE, 1997).

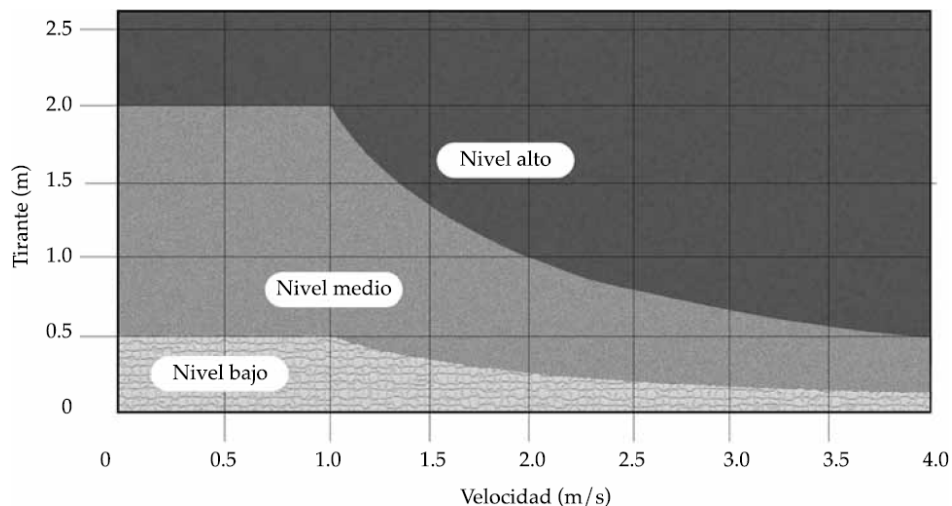


Figura 3.5.1: Niveles de peligro según OFEE

Criterio de la Agencia Federal para el Manejo de Emergencias de los Estados Unidos ,

Federal Emergency Management Agency (FEMA) La Agencia Federal para el Manejo de Emergencias de los Estados Unidos (FEMA) desarrolló un criterio para la generación de mapas de peligro (FEMA, 2009), en el que relacionan el tirante máximo h (m) con la velocidad máxima del agua v (m/s) (ver Figura 3.5.2). Con base en estas relaciones establece tres rangos de peligro: zona de nivel bajo, amenaza moderada y alto nivel de amenaza. Para la zona de alto nivel de amenaza, la vida de las personas puede estar en peligro y las edificaciones pueden tener fallas estructurales. En la zona de precaución (moderada) se tienen daños a la integridad de las personas y afectaciones en las edificaciones; la zona de bajo peligro no representa una afectación a la población, pero las edificaciones pueden sufrir daños ligeros. (Aranoa, 2011)

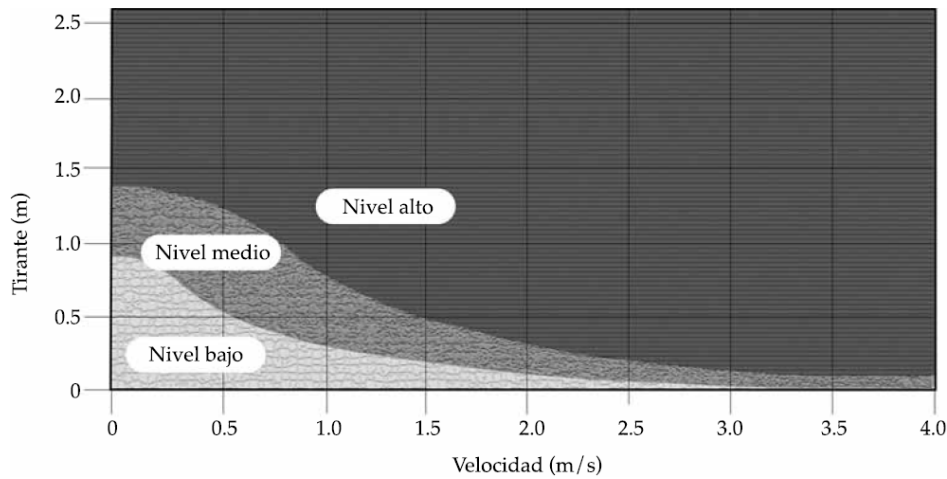


Figura 3.5.2: Niveles de peligro según FEMA (2009)

Criterio del Gobierno de Gales del Sur, New South Wales Government El lugar de aplicación de este criterio fue la ciudad de Dórrigo, Australia, donde se generaron mapas de peligro con base en el criterio de profundidad y velocidad del agua, como el que se muestra en la Figura 3.5.3, en el que se definen tres rangos de peligro (NSW, 2005). En el nivel alto se especifica que la evacuación por vehículos es difícil; además, los adultos tiene problemas para cruzar las calles con seguridad y existe un potencial daño estructural a las construcciones; la zona de transición depende de la condiciones del lugar; en el nivel bajo se establece que, en caso necesario, los vehículos pueden evacuar a las personas y sus posesiones, y los adultos tendrían inconvenientes para cruzar las avenidas con seguridad.

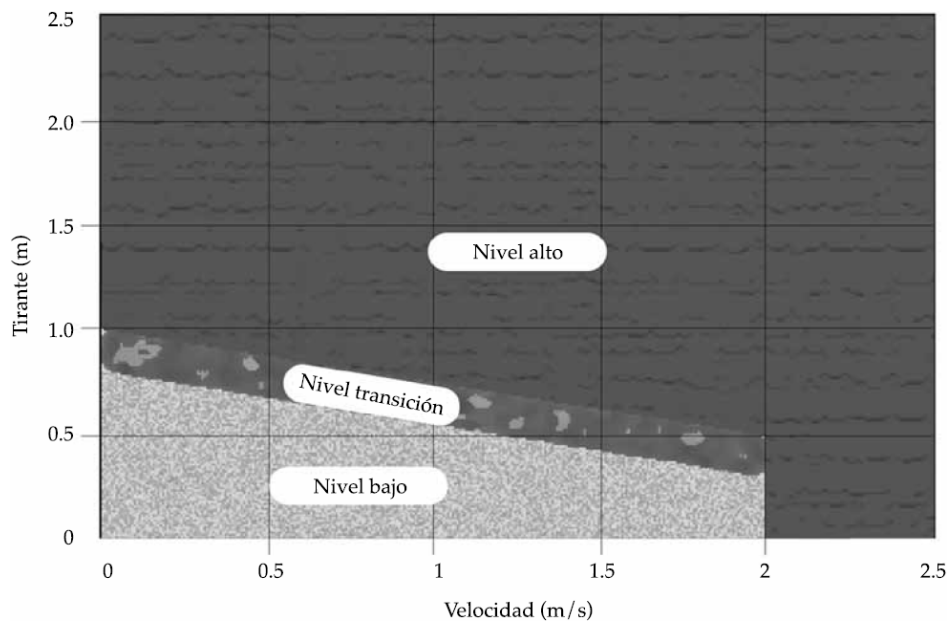


Figura 3.5.3: Niveles de peligro aplicados en la ciudad de Dórrigo, Australia (NSW, 2005).

3.5.2. Materiales y métodos

Para construir los mapas de Peligro se usara el criterio del gobierno de Francia descrito anteriormente, para esto se le asignará un valor a cada nivel de peligro como se muestra en la tabla 3.5.1.

Tabla 3.5.1: Cuadro de valores para los niveles de peligro

Nivel de Peligro	Puntaje
Nivel alto	3
Nivel medio	2
Nivel bajo	1

Se les asigna valores para poder trabajar numéricamente haciendo uso de la herramienta Raster Calculator del ArcMap 10.5 el cual se usará como material para este estudio.

SIG Es un conjunto de medios y métodos informáticos capaz de recoger, verificar, almacenar, gestionar, actualizar, manipular, recuperar, transformar, analizar, mostrar y transferir datos espacial mente referidos a la tierra.

Por tanto un Sistema de Información Geográfica se compone de **Datos** con información referida espacialmente. y **Software** para su procesamiento y análisis. Los datos se dividen en dos tipos, los datos vectoriales y los datos raster como se observo anteriormente en el proceso de exportar datos del HEC RAS estos eran puntos con un valor de velocidad y en el proceso se convirtió en un dato raster.

Datos raster Se emplea para la representación de fenómenos no discretos divide el ámbito de trabajo en base a reticular de pequeñas celdas y atribuye un valor numérico a cada una como representación del valor temático divide el espacio geográfico de manera regular y estos sectores se denominan comúnmente como pixeles. Para este estudio se usara la herramienta *Raster calculator* que básicamente realiza operaciones entre capas raster que es lo que nos interesa en este capitulo.

Ya teniendo los valores de velocidad y tirante en cada celda, a continuación se le asignará el valor numérico de la tabla 3.5.1 con la siguiente condición.

$$\begin{aligned}
 &Si \quad V \leq 1 \quad \wedge \quad y \leq 0,5 \implies valor = 1 \\
 &V \leq 1 \quad \wedge \quad 0,5 < y \leq 2 \implies valor = 2 \\
 &V \leq 1 \quad \wedge \quad y > 2 \implies valor = 3 \\
 &Si \quad V > 1 \quad \wedge \quad V * y \leq 0,5 \implies valor = 1 \\
 &V \leq 1 \quad \wedge \quad 0,5 < V * y \leq 2 \implies valor = 2 \\
 &V \leq 1 \quad \wedge \quad V * y > 2 \implies valor = 3
 \end{aligned}$$

Donde:

V : Velocidad(m/s)

y : Tirante(m)

3.5.3. Creación del mapa de peligro

Para producir el mapa de peligro se usará los materiales y métodos indicados anteriormente para esto se realizará las operaciones entre las capas de velocidad y tirante de la siguiente manera:

1. Abrimos el programa GIS y cargamos los raster de velocidad y tirante, para comenzar a realizar el procesamiento se debe tener en cuenta que el proyecto debe guardarse y georeferenciarse en nuestro caso WGS 1984 UTM Zone 18S.

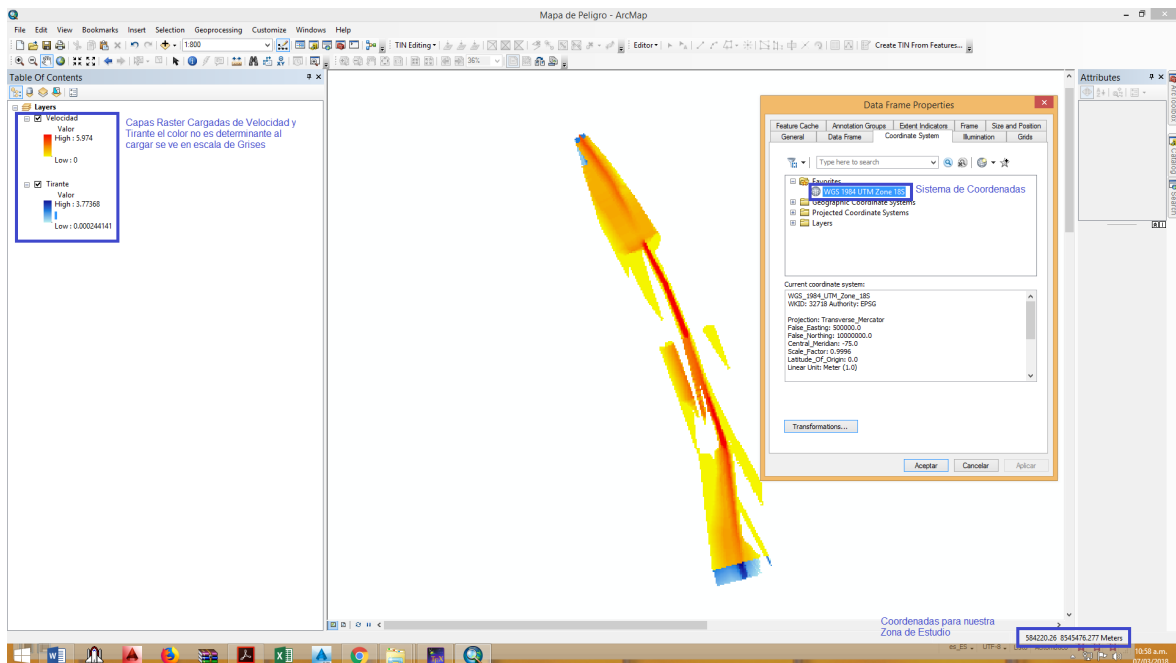


Figura 3.5.4: Datos raster de velocidad y tirante del Tramo 01

2. Para Iniciar el proceso se ingresa a la herramienta Raster Calculator de la pestaña ArcToolbox.

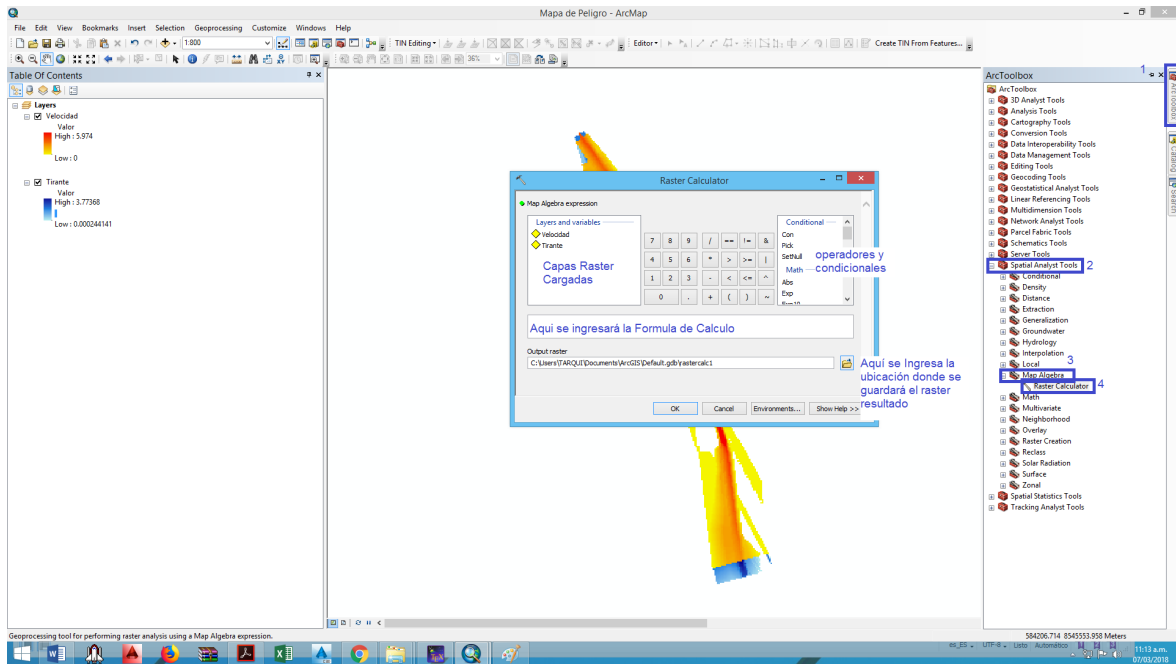


Figura 3.5.5: Ventana de la herramienta Raster Calculator

3. En esta ventana se realiza el cálculo necesario entre las capas para nuestro caso se usará la fórmula condicional $Con("Velocidad" \leq 1, Con("Tirante" \leq 0.5, 1, Con("Tirante" > 2, 3, 2)), Con("Velocidad" > 1, Con("Tirante" \leq 0.5, 1, Con("Velocidad" * "Tirante" > 2, 3, 2)))$.

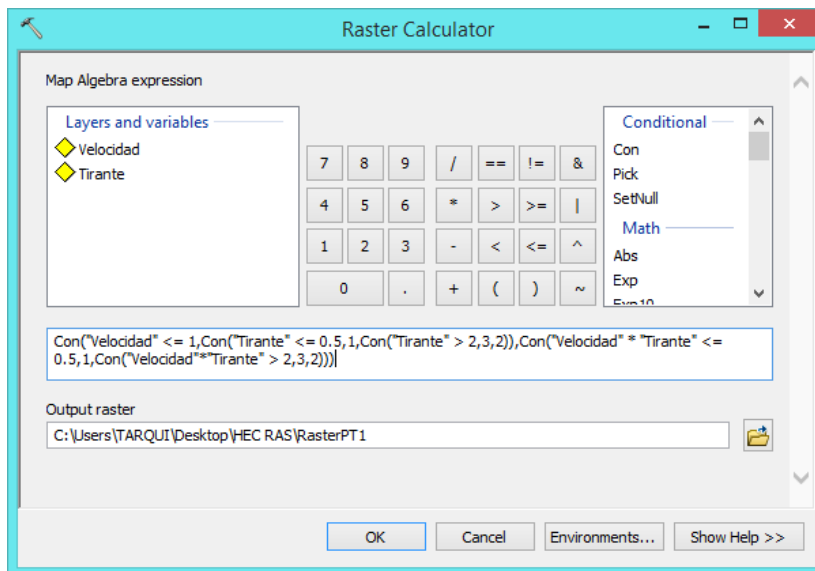


Figura 3.5.6: Ingreso de datos para determinar los niveles de peligro

4. Finalmente se obtiene la capa raster de los Niveles de peligro según el criterio del gobierno de Francia para inundaciones.

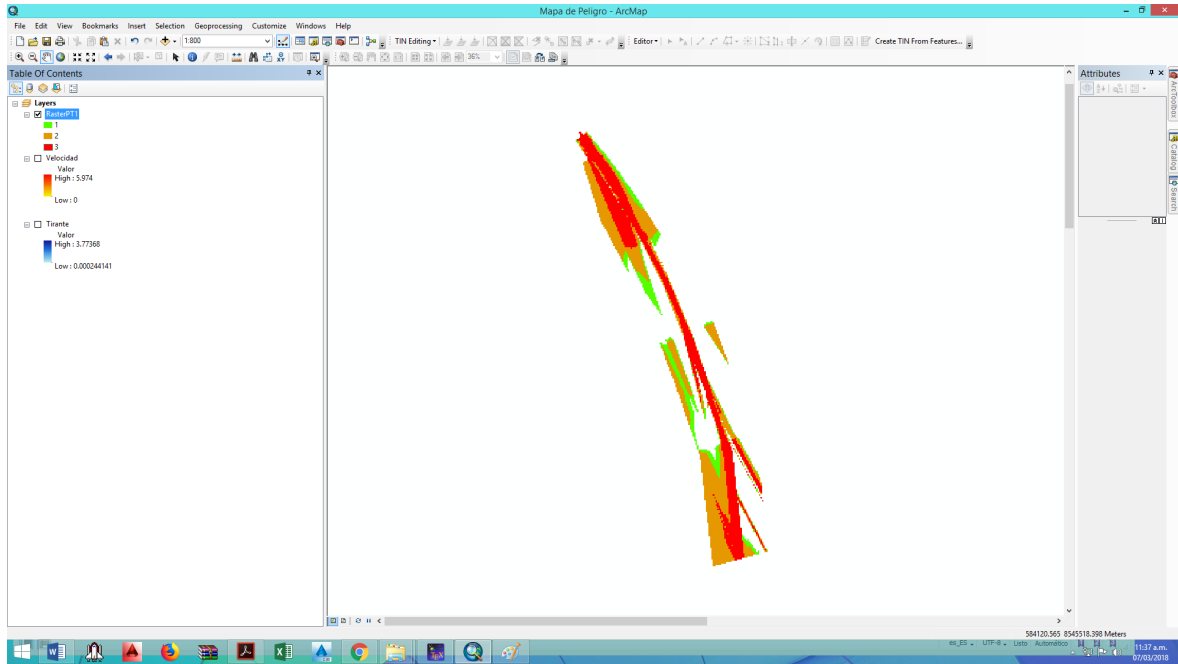
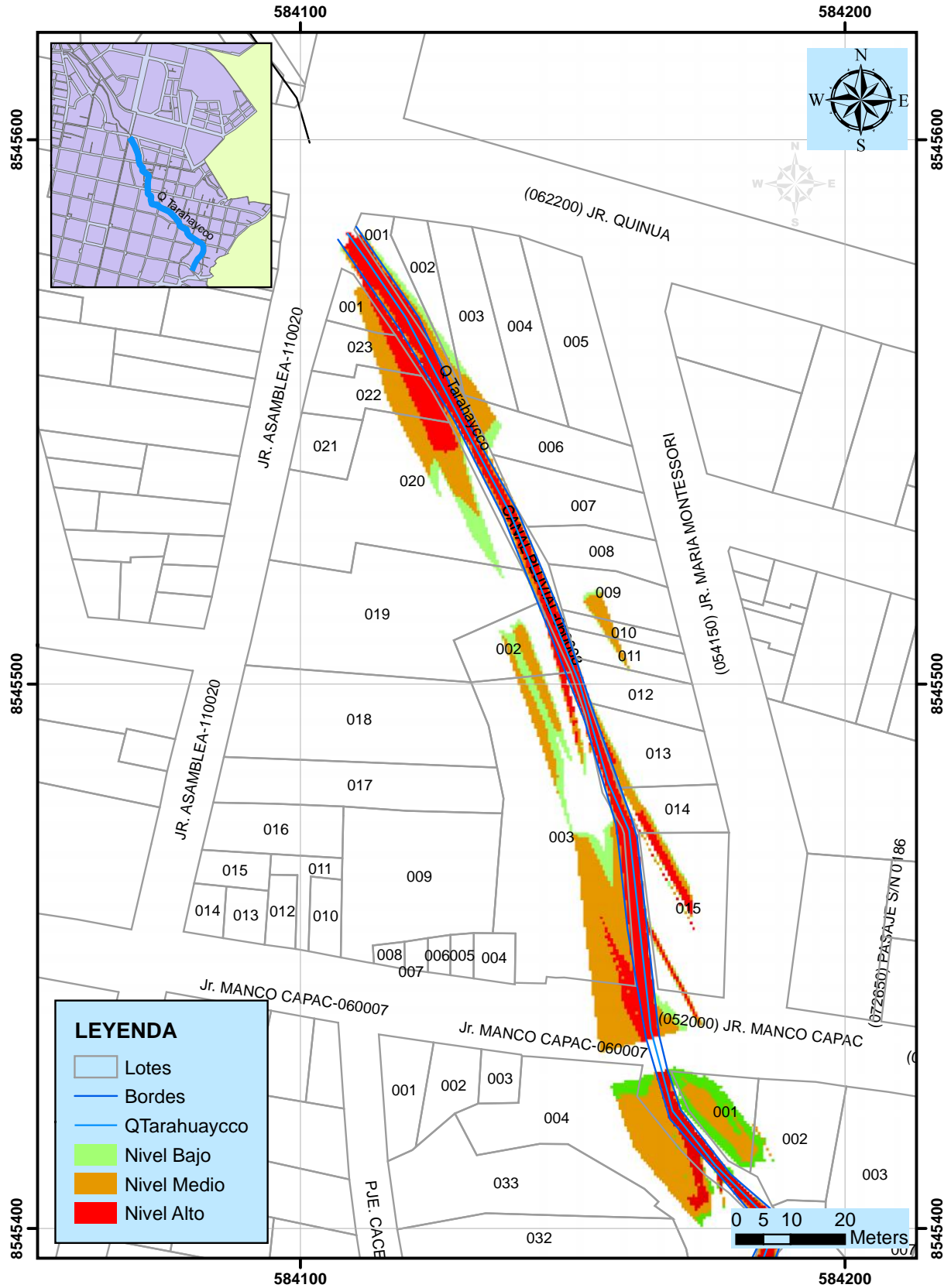


Figura 3.5.7: Mapa de peligro Tramo 01

De esta manera se realiza para todos los tramos en estudio, para una mejor visualización se añade las capas de los Lotes, manzanas y demás detalles con lo cual se obtiene los mapas de peligro.

3.5.4. Mapas de peligro

MAPA DE PELIGRO DE LA QUEBRADA TARAHUAYCCO



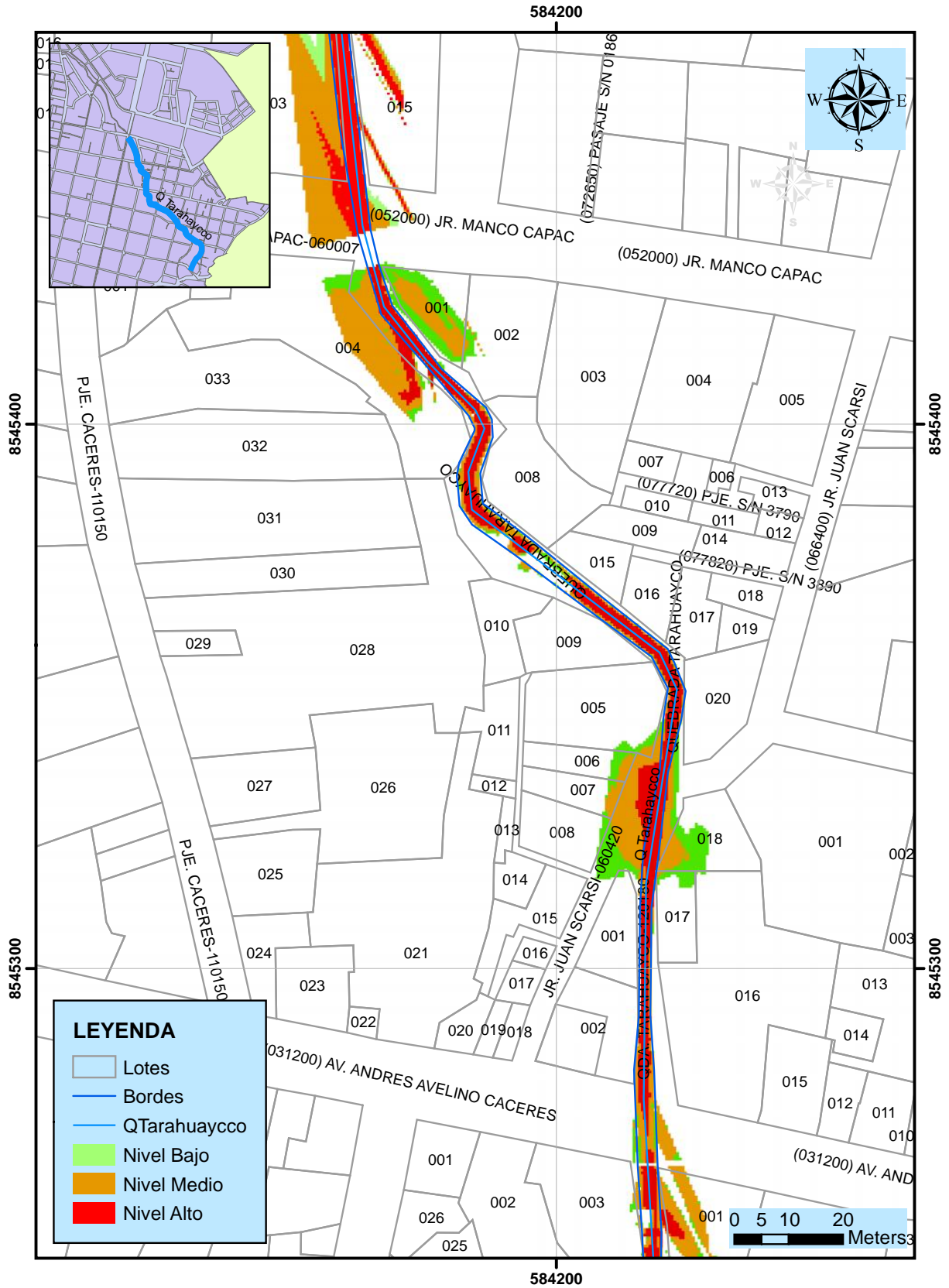
Tesis:
Nivel de Riesgo en la Quebrada Tarahuaycco del Distrito de Ayacucho

Plano:
MAPA DE PELIGRO TRAMO 01

Departamento
 AYACUCHO
 Provincia
 HUAMANGA
 Distrito
 AYACUCHO

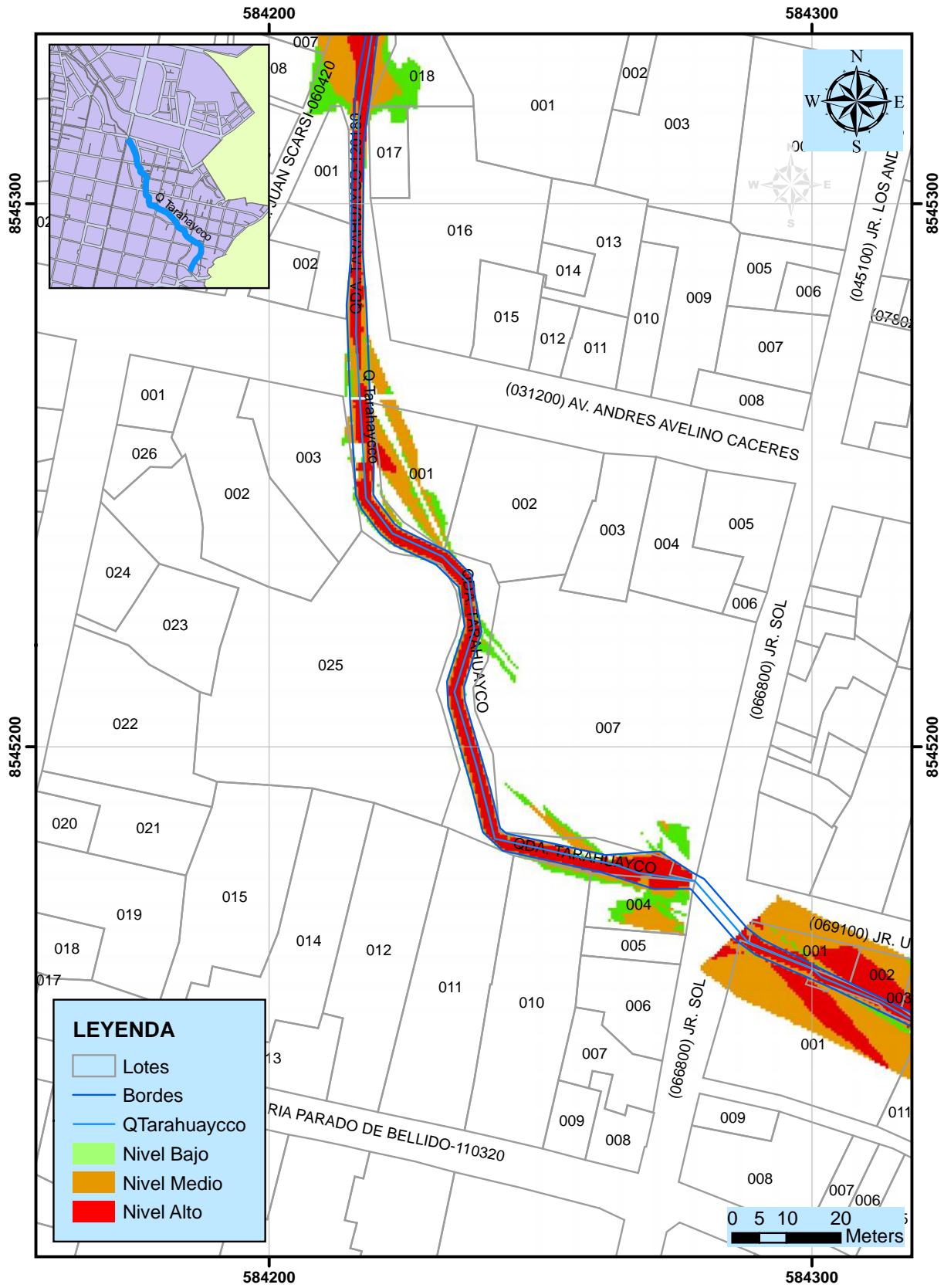
Escala:
 1:1,000
 Codigo:
MP-01


MAPA DE PELIGRO DE LA QUEBRADA TARAHUAYCCO



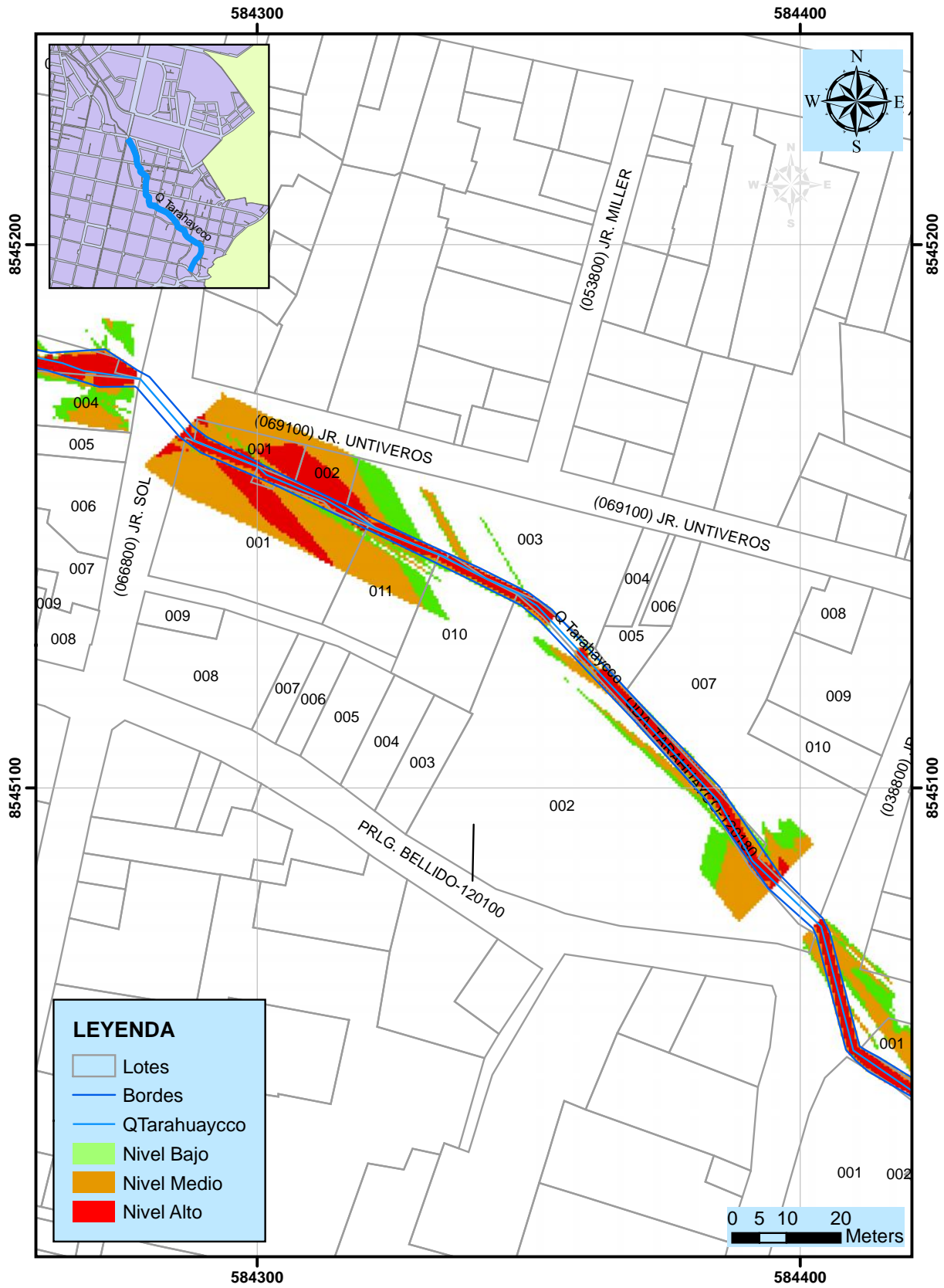
	Tesis:	Plano:	Departamento	Escala:
	Nivel de Riesgo en la Quebrada Tarahuaycco del Distrito de Ayacucho	MAPA DE PELIGRO TRAMO 02	AYACUCHO	1:1,000
			Provincia	Codigo:
			AYACUCHO	MP-02

MAPA DE PELIGRO DE LA QUEBRADA TARAHUAYCCO

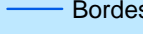
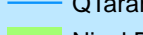



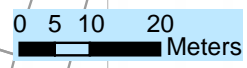
	Tesis:	Plano:	Departamento	Escala:
	Nivel de Riesgo en la Quebrada Tarahuaycco del Distrito de Ayacucho	MAPA DE PELIGRO TRAMO 03	AYACUCHO	1:1,000
			Provincia	Codigo:
		AYACUCHO	MP-03	


MAPA DE PELIGRO DE LA QUEBRADA TARAHUAYCCO



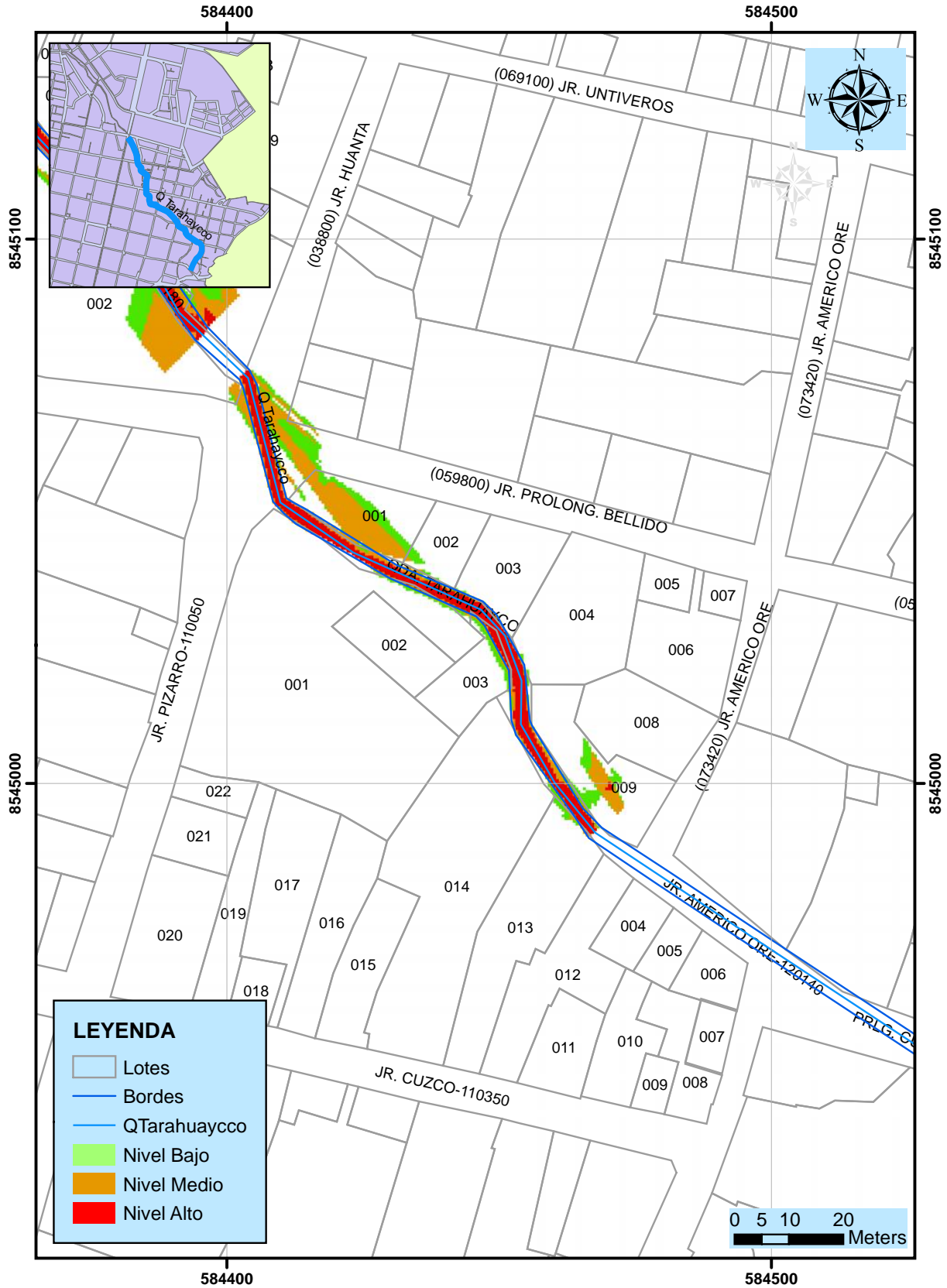
LEYENDA

-  Lotes
-  Bordes
-  QTarahuycco
-  Nivel Bajo
-  Nivel Medio
-  Nivel Alto



	Tesis:	Plano:	Departamento	Escala:
	Nivel de Riesgo en la Quebrada Tarahuaycco del Distrito de Ayacucho	MAPA DE PELIGRO TRAMO 04	AYACUCHO	1:1,000
			Provincia	Codigo:
			AYACUCHO	MP-04

MAPA DE PELIGRO DE LA QUEBRADA TARAHUAYCCO



Tesis:
 Nivel de Riesgo en la Quebrada
 Tarahuaycco del Distrito de
 Ayacucho

Plano:
**MAPA DE
 PELIGRO
 TRAMO 05**

Departamento
 AYACUCHO
 Provincia
 HUAMANGA
 Distrito
 AYACUCHO

Escala:
 1:1,000
 Codigo:
MP-05

3.6. Determinación del nivel de vulnerabilidad

3.6.1. Materiales y métodos

el método a usarse sera el propuesto por el PREDES,Perú (Cortijo, 2008)

Para el análisis de vulnerabilidad ante inundaciones, se diseñaron dos metodologías:

Cualitativa: Identificación de manzanas y/o lotes con indicadores críticos de las variables seleccionadas para el análisis, comparándolas con las zonas de amenaza a inundaciones, obteniendo niveles de vulnerabilidad y riesgo a la vez.

Heurística: Asignación de una ponderación a cada variable seleccionada, según su importancia ante inundaciones y asignación de un valor, a cada indicador de cada variable, según su nivel de criticidad. Los niveles de vulnerabilidad de cada manzana quedan establecidos mediante rangos.

El material para procesar estos datos y mostrarlos en un mapa sera el Arc GIS 10.5.

3.6.2. Identificación de variables

Para determinar la vulnerabilidad como en el caso del peligro solo se están tomando en cuenta los datos de vulnerabilidad física y ambiental, y no la vulnerabilidad Social que también es determinante sin embargo esto compete a otro área de investigación.

Materiales predominantes de construcción: El material de construcción de las viviendas es determinante ante un peligro de inundación y en nuestro área de estudio tenemos básicamente 3 tipos de material como son adobe, concreto armado y muros de ladrillo con columnas de concreto armado.

Con estos datos se tiene la tabla 3.6.1 estos valores serán asignados a cada lote del área de estudio.

Tabla 3.6.1: Cuadro de valores según el tipo de material de construcción

Tipo de Material	Puntaje	Descripción
Adobe	3	tiene poca resistencia a la humedad
Muros de ladrillo con Columnas de concreto armado.	2	Debido a que esta compuesto por ladrillo y concreto tiene una mayor resistencia a la humedad
Concreto Armado	1	Si bien son mas resistentes de debe tener en cuenta la filtración.

Estado de conservación de las edificaciones: Debido que las estructuras están en contacto directo con el agua las estructuras son mas vulnerables según como están protegidas

ante la filtración del agua puesto que este al filtrar hasta el acero causará que se oxide y esto debilitará la estructura.

En la Tabla 3.6.2 se asigna valores según al tipo de recubrimiento de las estructuras.

Tabla 3.6.2: Cuadro de Valores según el tipo de recubrimiento

Tipo de recubrimiento	Puntaje	Descripción
Sin recubrimiento	3	Propenso a fallar
Recubierto con tarrajeo	2	Propenso a filtraciones y a oxidar el acero a largo plazo
Tarrajeado con impermeabilizante	1	Poco propenso a filtraciones

Emplazamiento al borde del río o cursos de agua: Se considero este punto debido a que en el tramo en estudio existen viviendas construidas que están en contacto directo con el cauce y otra que se encuentra mas alejadas.

En la Tabla 3.6.3 se asigna valores según al tipo de recubrimiento de las estructuras.

Tabla 3.6.3: Cuadro de Valores según la distancia entre la estructura y el cauce

Distancia	Valor	Descripción
En contacto directo	3	Vulnerabilidad alta
Alejado del cauce	1	Vulnerabilidad media

Profundidad de la cimentación: En el tramo en estudio también se observo que existen estructuras que tienen la cimentación por encima del nivel de fondo del cauce lo cual indica que con una continua socavación estas cimentación pueden quedar expuestas y comprometer a la estructura.

En la Tabla 3.6.4 se asigna valores de acuerdo a la Profundidad de Cimentación.

Tabla 3.6.4: Cuadro de valores según la profundidad de la cimentación

Profundidad	Valor	Descripción
Por encima del nivel	3	Vulnerabilidad alta
Por debajo del Nivel	1	Vulnerabilidad media

Vulnerabilidad ambiental: Para el caso de vulnerabilidad ambiental se tomó en cuenta que en todo el tramo en estudio se encontró desperdicios(como sillas rotas, colchones y otros),ademas se observo que existe una red de desagüe en el cauce del canal natural el cual es un foco infeccioso para toda la zona y contamina el agua donde desemboca (río Alameda). por lo que toda la zona en estudio tiene una vulnerabilidad ambiental

alta

En la tabla 3.6.4 se asigna valores de acuerdo a la profundidad de cimentación.

3.6.3. Metodología heurística

Esta metodología combina lo cualitativo con lo cuantitativo, para lo cual se procede de la siguiente manera:

1. Elección de las variables más representativas de vulnerabilidad ante inundaciones las cuales se indicaron anteriormente.
2. Asignación de un peso (ponderación), de acuerdo a su incidencia ante inundaciones. A mayor peso, mayor incidencia. tiene mayor incidencia.
3. Asignación de un valor a cada uno de los indicadores de cada variable. Mayor valor al que tiene mayor incidencia.

Con los valores anteriores se crea la matriz de la tabla 3.6.5

Tabla 3.6.5: Ponderación y valoración de variables de vulnerabilidad de las edificaciones ante inundaciones

Variables de Vulnerabilidad			Material	Estado de conservación	Emplazamiento borde del Rio	Profundidad de la cimentación	Estado Ambiental
Ponderacion(P)			6	4	10	10	10
Valor (V) de los Indicadores	3	Alto	Adobe	Sin tarrajeo	Si	Encima	Malo
	2	Medio	Ladrillo	Tarrajeado	-	-	Regular
	1	Bajo	Concreto	Imperm.	No	Debajo	Bueno

4. Mediante el SIG, multiplicamos la ponderación de la variable con el valor del indicador. De esta forma se obtiene un puntaje para cada lote, de la sumatoria resultante.
5. Ahora para establecer nuestros rangos de vulnerabilidad realizamos la diferencia entre el valor mayor posible y el menor posible, esta valor lo dividimos entre 3 y obtenemos los valores de la tabla 3.6.6 .

Tabla 3.6.6: Niveles de vulnerabilidad de las edificaciones ante inundaciones

Nivel de vulnerabilidad		Rangos
Alto	3	93.4 a 120
Medio	2	66.7 a 93.4
Bajo	1	40 a 66.7

Ingresando todos datos al SIG obtenemos los mapas de vulnerabilidad. Para esto seguimos los siguientes pasos

1. Ingresamos a la tabla de atributos de la capa Lotes e ingresamos los valores de las tablas de variables.

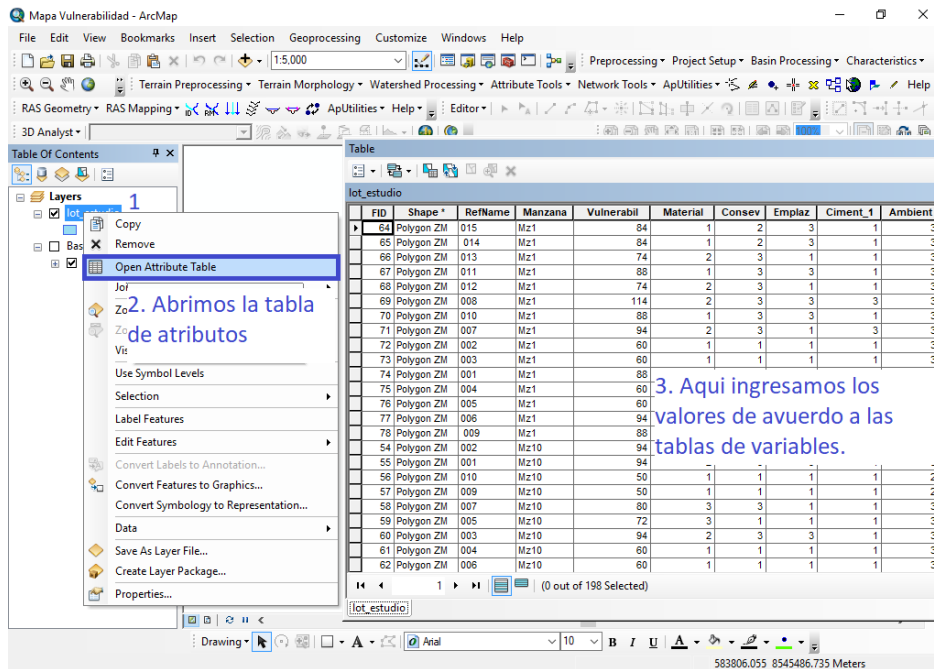


Figura 3.6.1: Ingreso a la tabla de atributos GIS

2. Ya ingresados todos creamos una columna para determinar el valor de la vulnerabilidad.

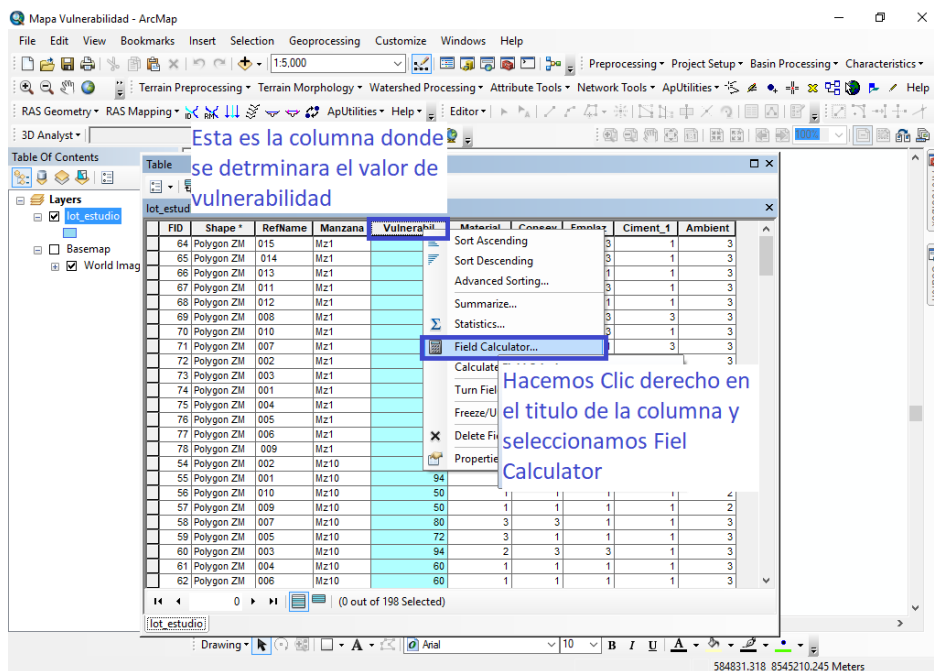


Figura 3.6.2: Ingreso de valores de las variables

3. En la herramienta hacemos el cálculo para determinar el valor de vulnerabilidad usand

do la ponderación asignada. La fórmula final queda de la siguiente manera:

$$Vulnerabilidad = [Material] * 6 + [Consev] * 4 + [Emplaz] * 10 + [Ciment] * 10 + [Ambient]$$

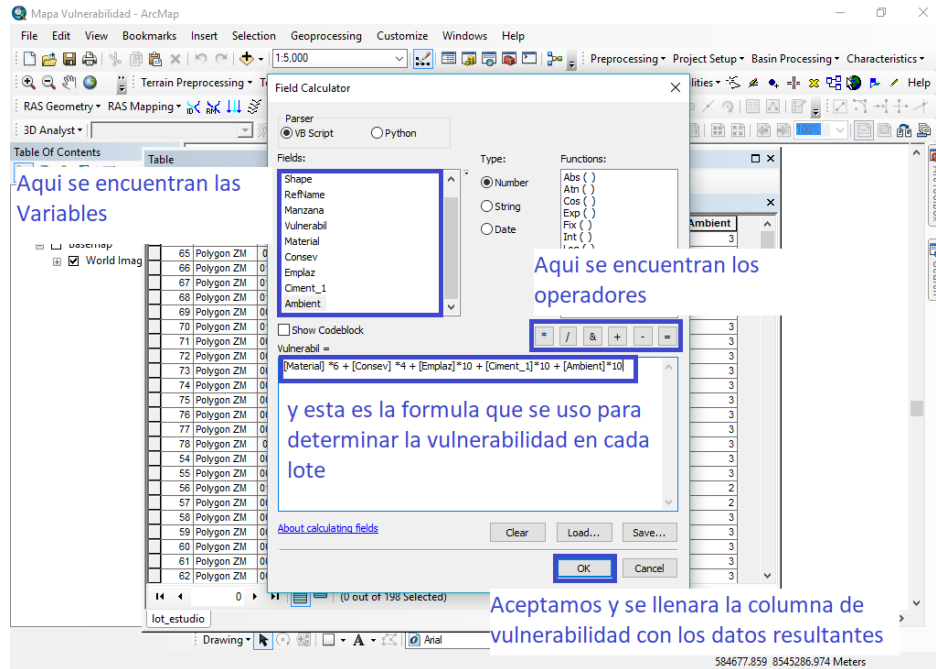


Figura 3.6.3: Cálculo de vulnerabilidad

Con el procedimiento anterior se obtuvieron valores desde 40 a 120 como se muestra en la fig. 3.6.4 estos se reagruparan de acuerdo a la tabla 3.6.6

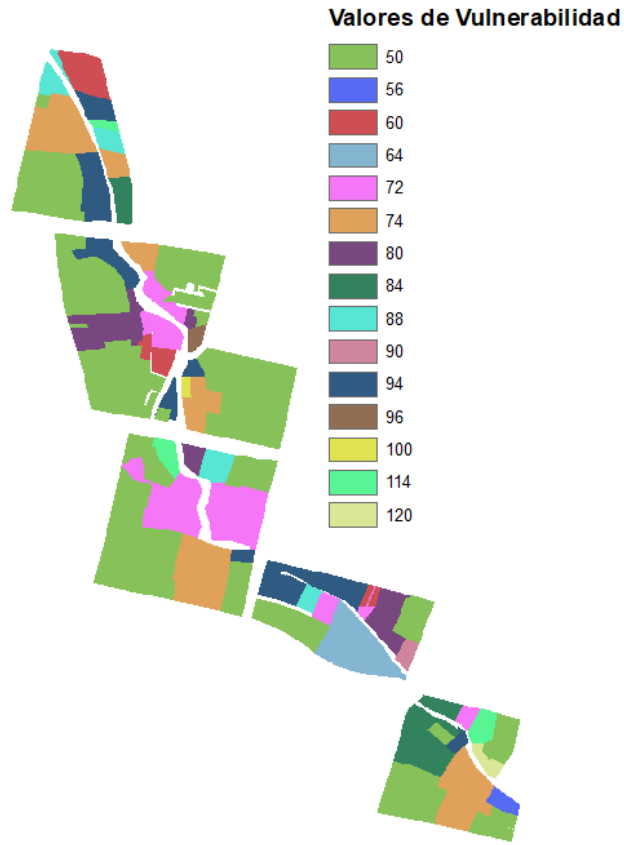


Figura 3.6.4: Vulnerabilidad con valores calculados

Realizando una re agrupación se obtiene el mapa de vulnerabilidad para cada tramo.

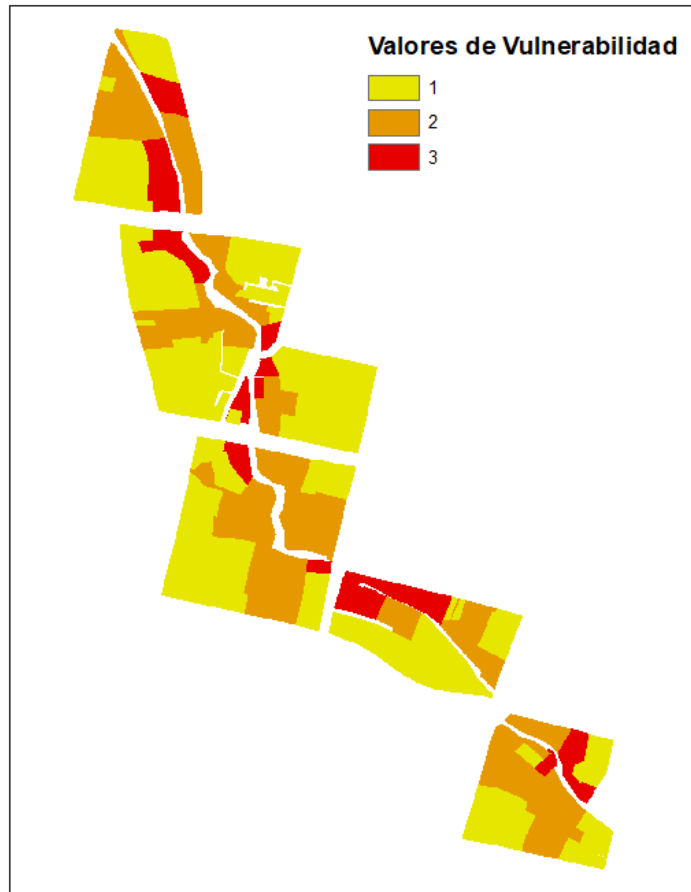
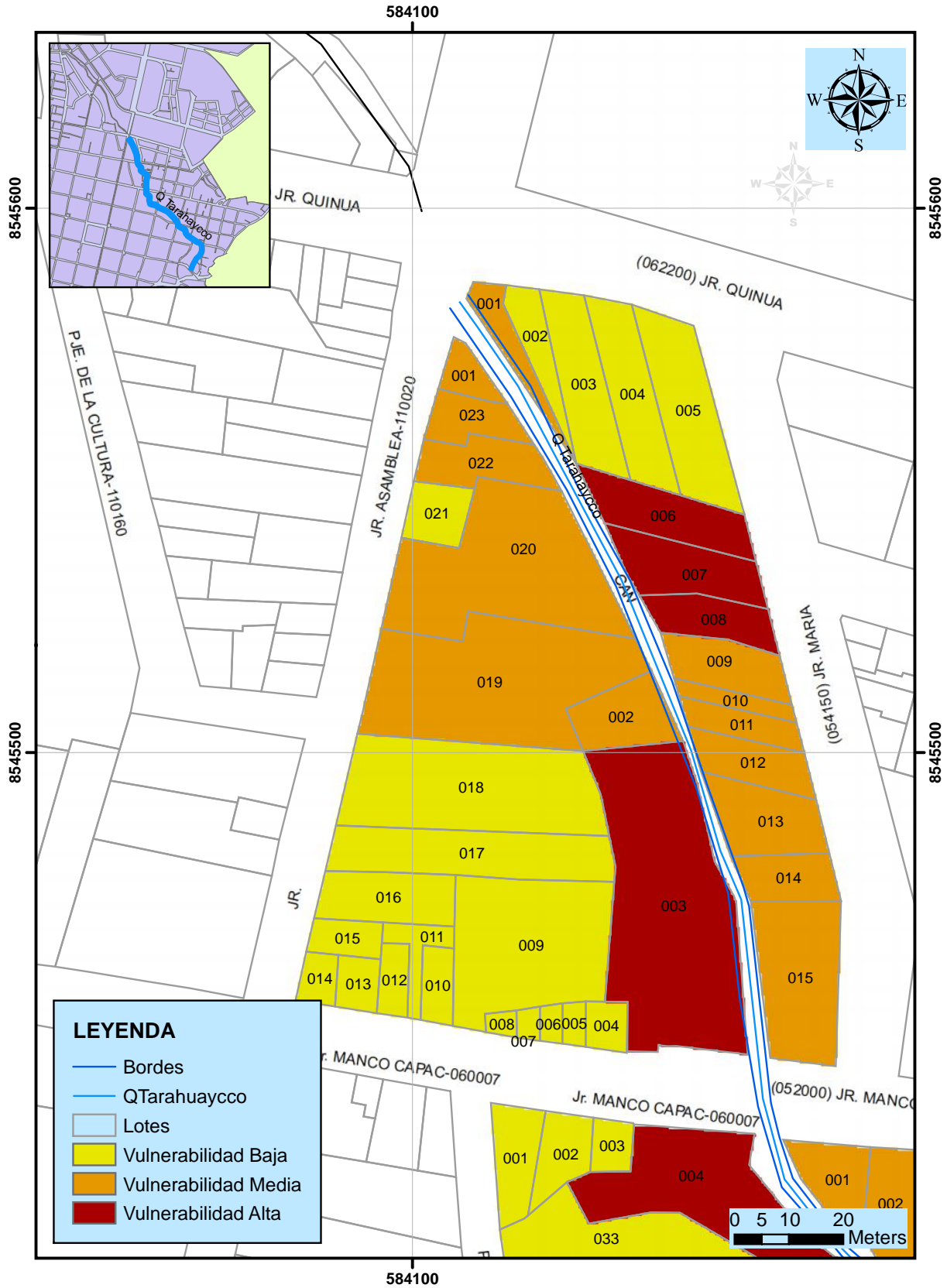



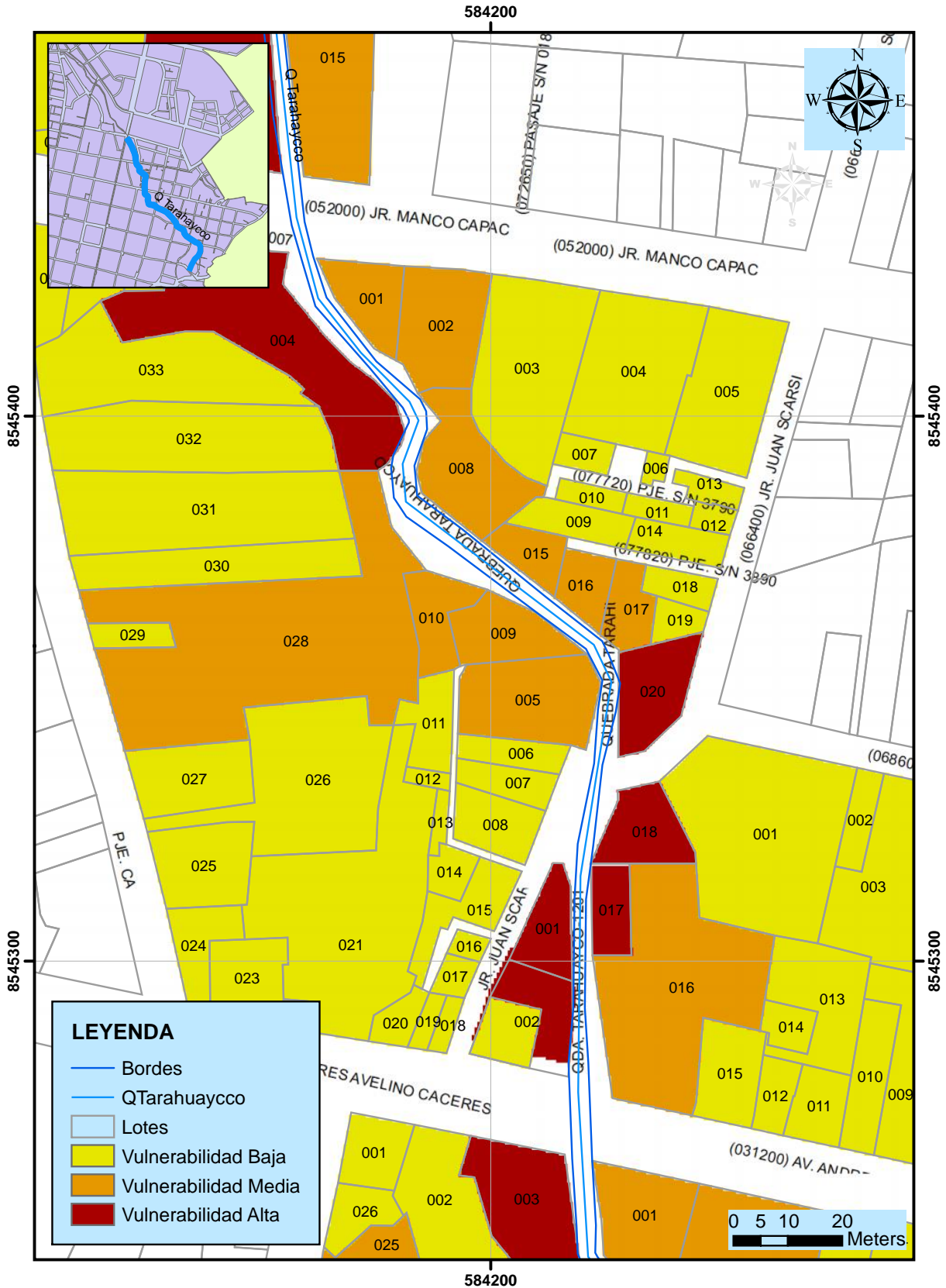
Figura 3.6.5: Raster de vulnerabilidad con valores reagrupados


MAPA DE VULNERABILIDAD DE LA QUEBRADA TARAHUAYCCO



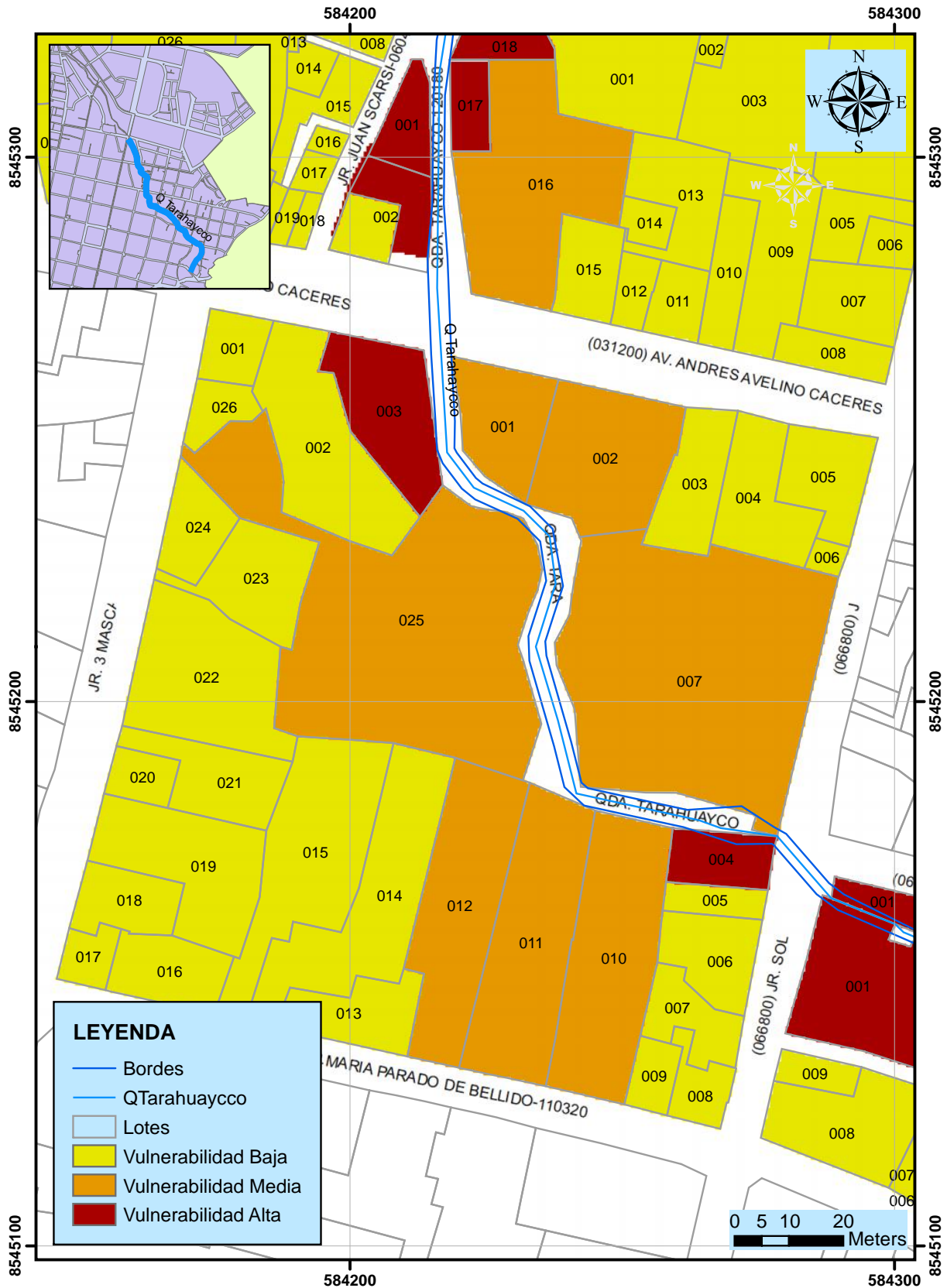
	Tesis:	Plano:	Departamento	Escala:
	Nivel de Riesgo en la Quebrada Tarahuaycco del Distrito de Ayacucho	MAPA DE VULNERABILIDAD TRAMO 01	AYACUCHO	1:1,000
			Provincia	Codigo:
		AYACUCHO	MV-01	


MAPA DE VULNERABILIDAD DE LA QUEBRADA TARAHUAYCCO



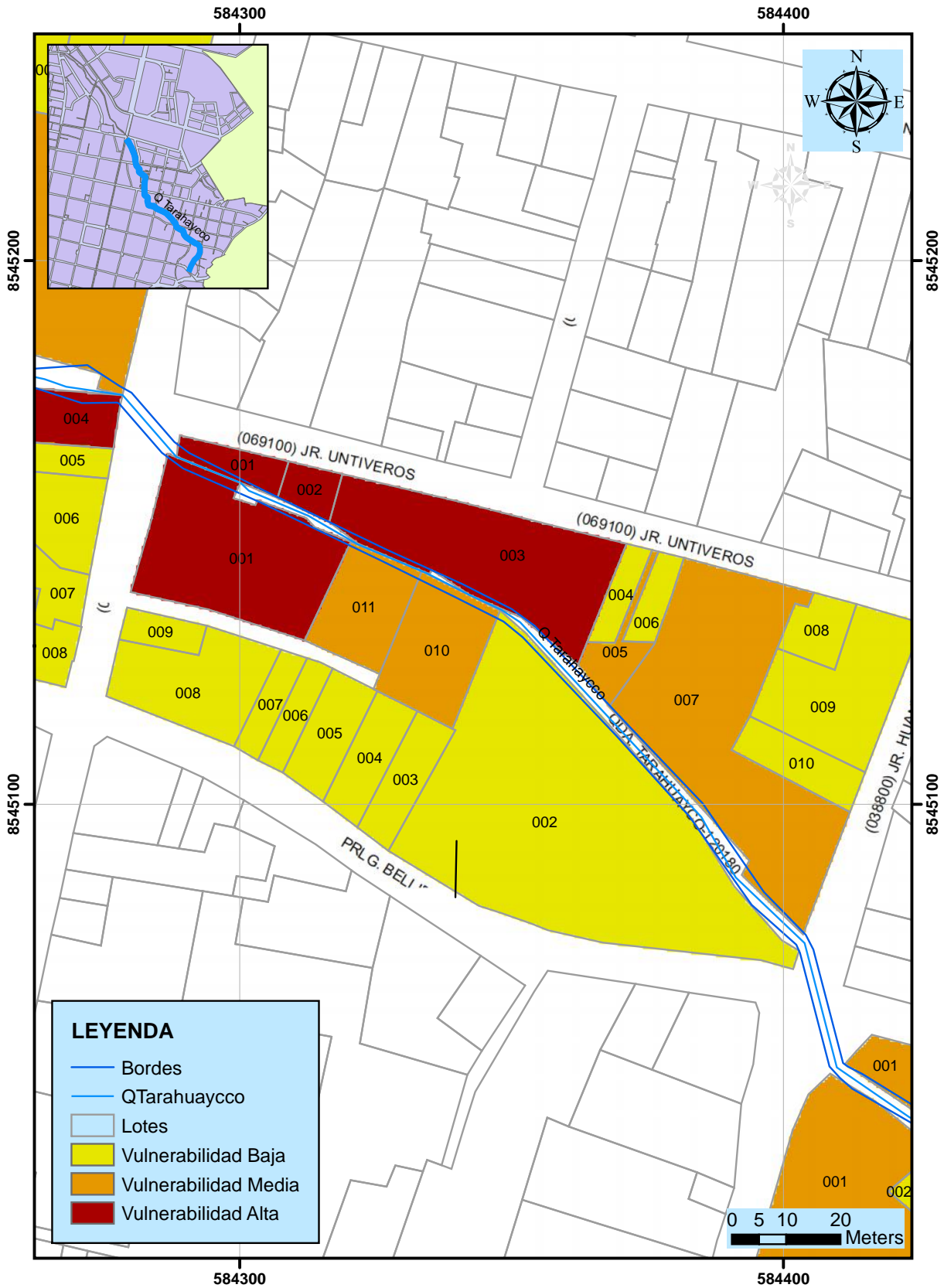
	Tesis:	Plano:	Departamento	Escala:
	Nivel de Riesgo en la Quebrada Tarahuaycco del Distrito de Ayacucho	MAPA DE VULNERABILIDAD TRAMO 02	AYACUCHO	1:1,000
			Provincia	Codigo:
			AYACUCHO	MV-02

MAPA DE VULNERABILIDAD DE LA QUEBRADA TARAHUAYCCO



	Tesis:	Plano:	Departamento	Escala:
	Nivel de Riesgo en la Quebrada Tarahuaycco del Distrito de Ayacucho	MAPA DE VULNERABILIDAD TRAMO 03	AYACUCHO	1:1,000
			Provincia	Codigo:
			AYACUCHO	MV-03

MAPA DE VULNERABILIDAD DE LA QUEBRADA TARAHUAYCCO



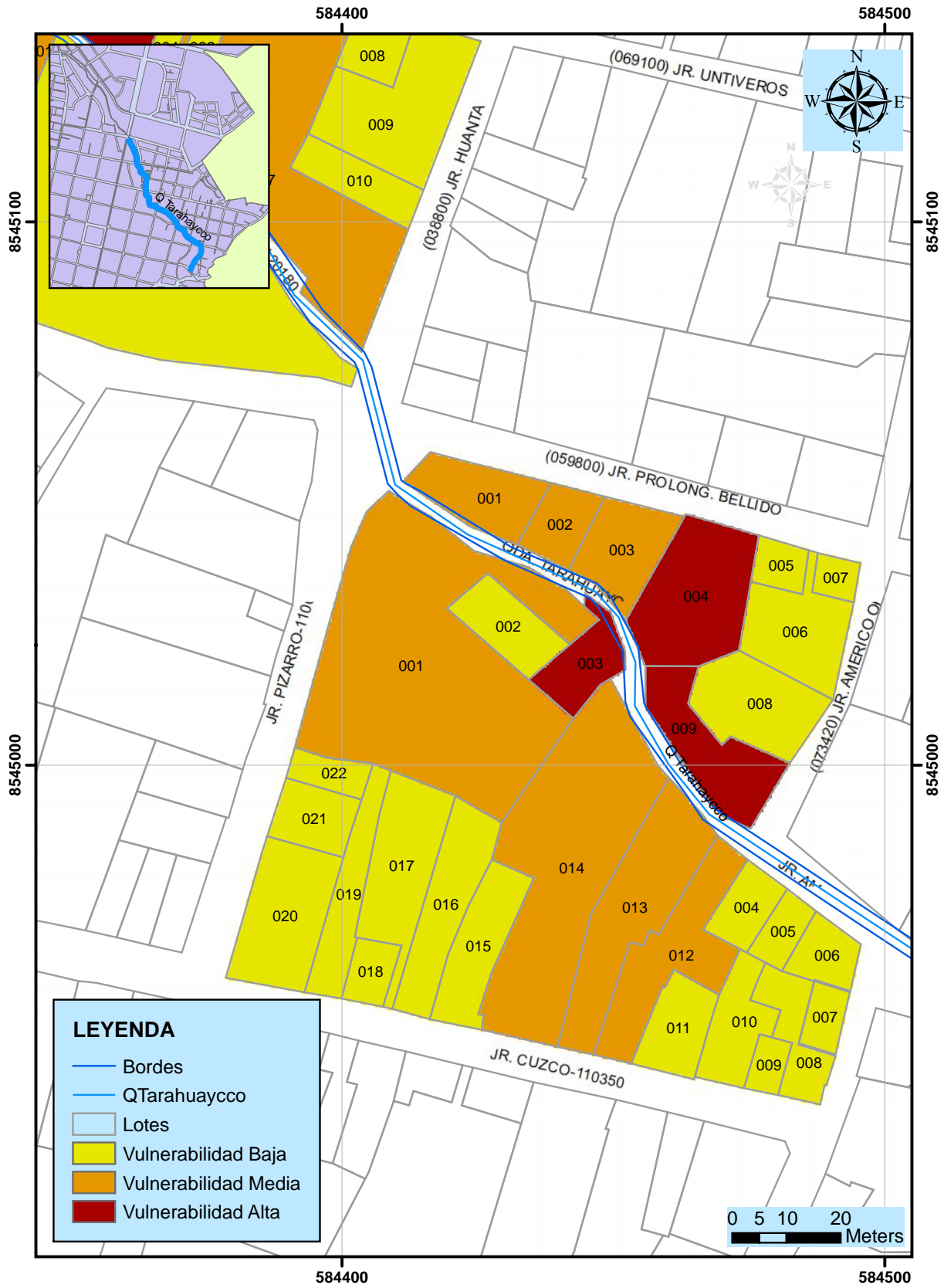
Tesis:
Nivel de Riesgo en la Quebrada Tarahuaycco del Distrito de Ayacucho


Plano:
MAPA DE VULNERABILIDAD TRAMO 04

Departamento
 AYACUCHO
 Provincia
 HUAMANGA
 Distrito
 AYACUCHO

Escala:
 1:1,000
 Codigo:
MV-04

MAPA DE VULNERABILIDAD DE LA QUEBRADA TARAHUAYCCO



	Tesis:	Plano:	Departamento	Escala:
	Nivel de Riesgo en la Quebrada Tarahuaycco del Distrito de Ayacucho	MAPA DE VULNERABILIDAD TRAMO 05	AYACUCHO	1:1,000
			Provincia	Codigo:
			AYACUCHO	MV-05

3.7. Determinación del nivel de riesgo

El riesgo esta definido por:

$$RIESGO = PELIGRO \times VULNERABILIDAD$$

Para la estimación de escenarios de riesgo se tomará en cuenta la matriz que INDECI³ tiene para tal fin(ver Cuadro3.7.1)

En la medida que tanto las amenazas (peligros), como las condiciones de vulnerabilidad del área de estudio presentan variaciones en el territorio, es posible determinar una distribución espacial del riesgo, con la finalidad de determinar y priorizar acciones, intervenciones y proyectos de manera específica, orientados a disminuir los niveles de vulnerabilidad y riesgo.

Para poder procesar y mostrar estos cálculos se usará el programa GIS con la misma herramienta usada anteriormente el Raster Calculator puesto que tenemos los raster de peligro y el raster de vulnerabilidad tomando en cuenta la matriz para definir los niveles de riesgo ante inundaciones propuesta por INDECI.

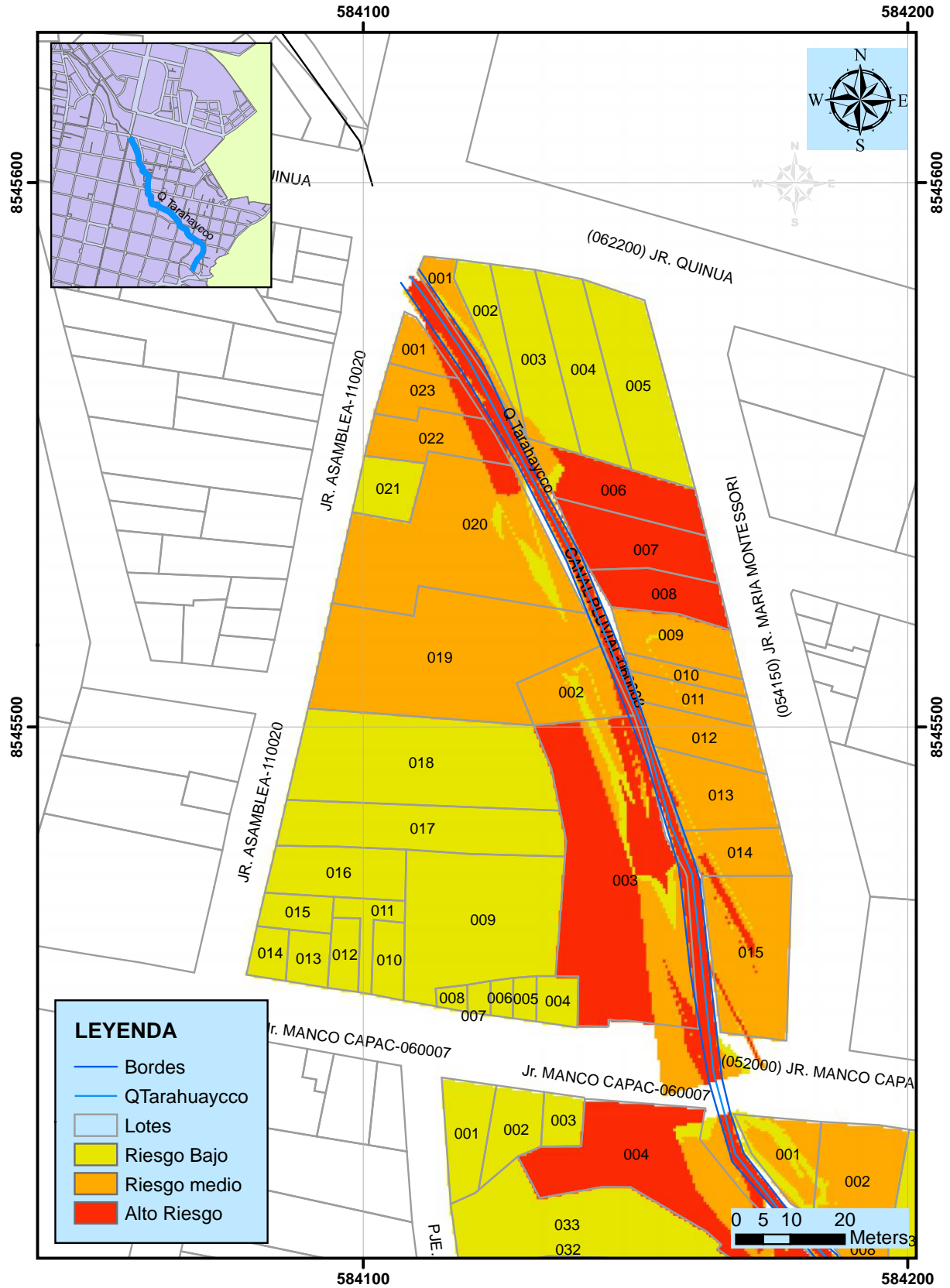
Tabla 3.7.1: Matriz para definir los escenarios de riesgo ante inundaciones

		Niveles de Vulnerabilidad			
		Alto	Medio	Bajo	
Niveles de Peligro	Alto	3	3 Alto	2 Medio	2 Medio
	Medio	2	2 Medio	2 Medio	1 Bajo
	Bajo	1	2 Medio	1 Bajo	1 Bajo

3.7.1. Mapas de riesgo

³Instituto Nacional de Defensa Civil

MAPA DE RIESGO ANTE INUNDACIONES TARAHUAYCCO



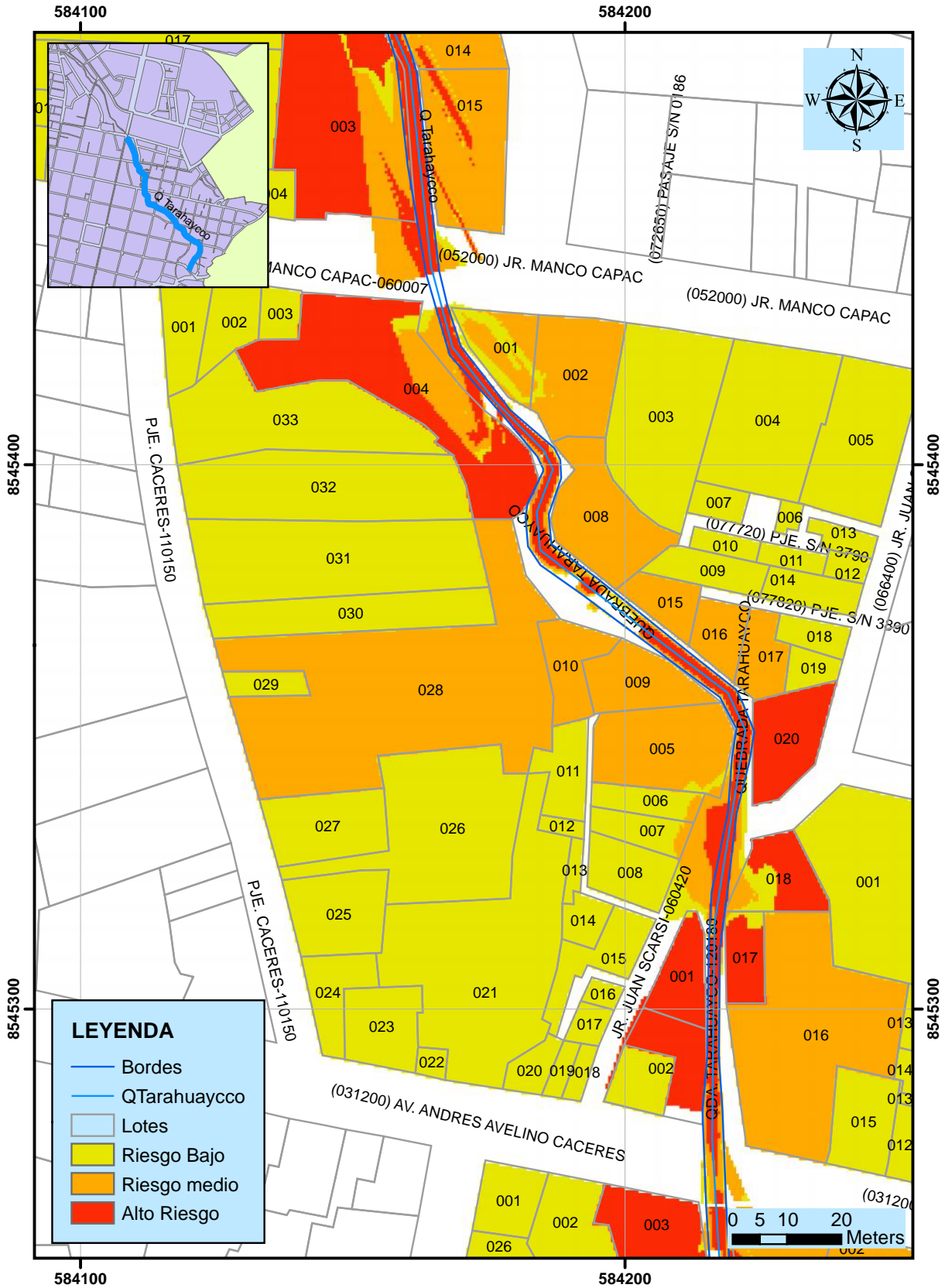
Tesis:
Nivel de Riesgo en la Quebrada Tarahuaycco del Distrito de Ayacucho

Plano:
MAPA DE RIESGO TRAMO 01

Departamento
 AYACUCHO
 Provincia
 HUAMANGA
 Distrito
 AYACUCHO

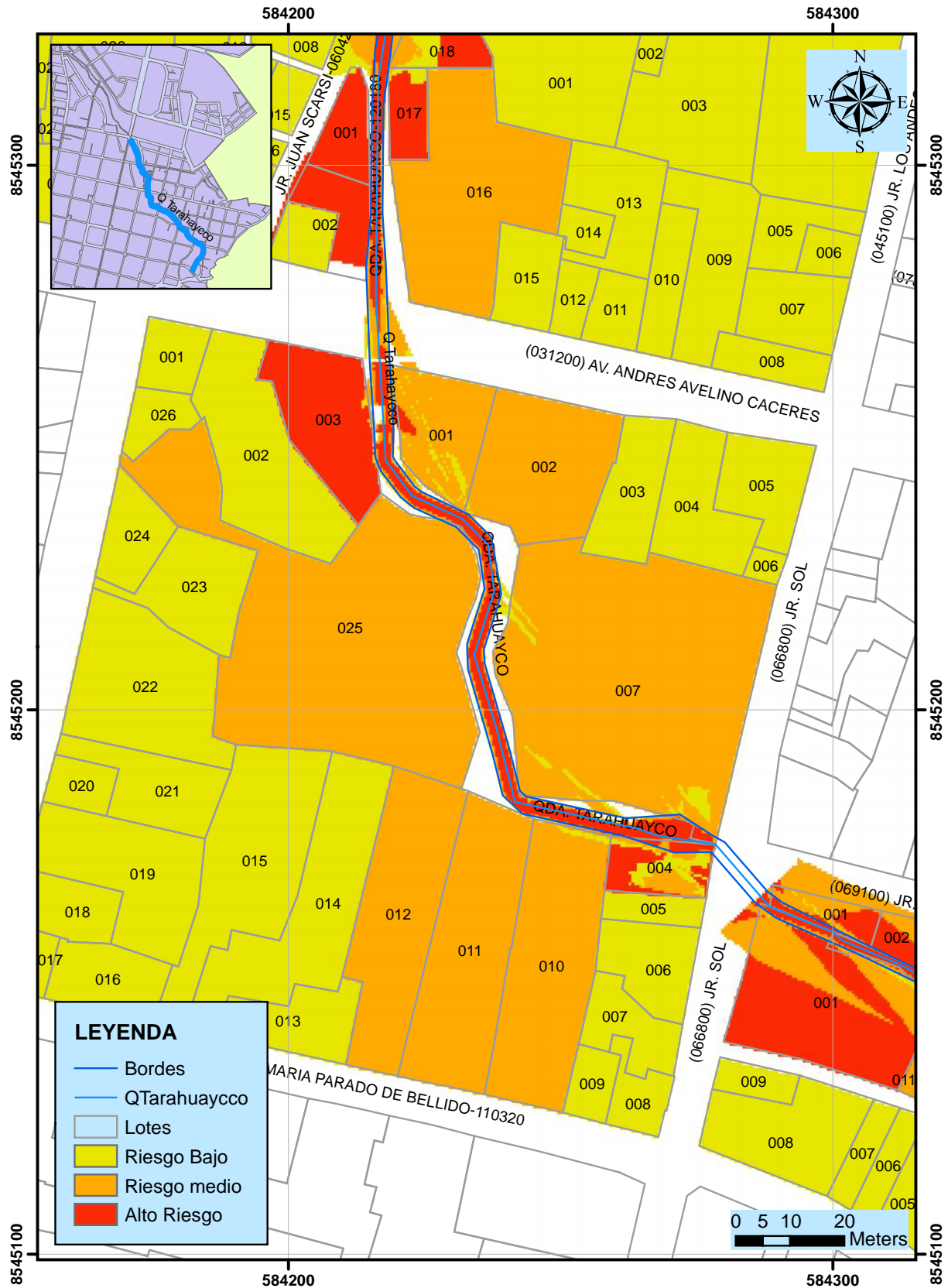
Escala:
 1:1,000
 Codigo:
MR-01

MAPA DE RIESGO ANTE INUNDACIONES TARAHUAYCCO



	Tesis:	Plano:	Departamento	Escala:
	Nivel de Riesgo en la Quebrada Tarahuaycco del Distrito de Ayacucho	MAPA DE RIESGO TRAMO 02	AYACUCHO	1:1,000
			Provincia	Codigo:
		AYACUCHO	MR-02	

MAPA DE RIESGO ANTE INUNDACIONES TARAHUAYCCO



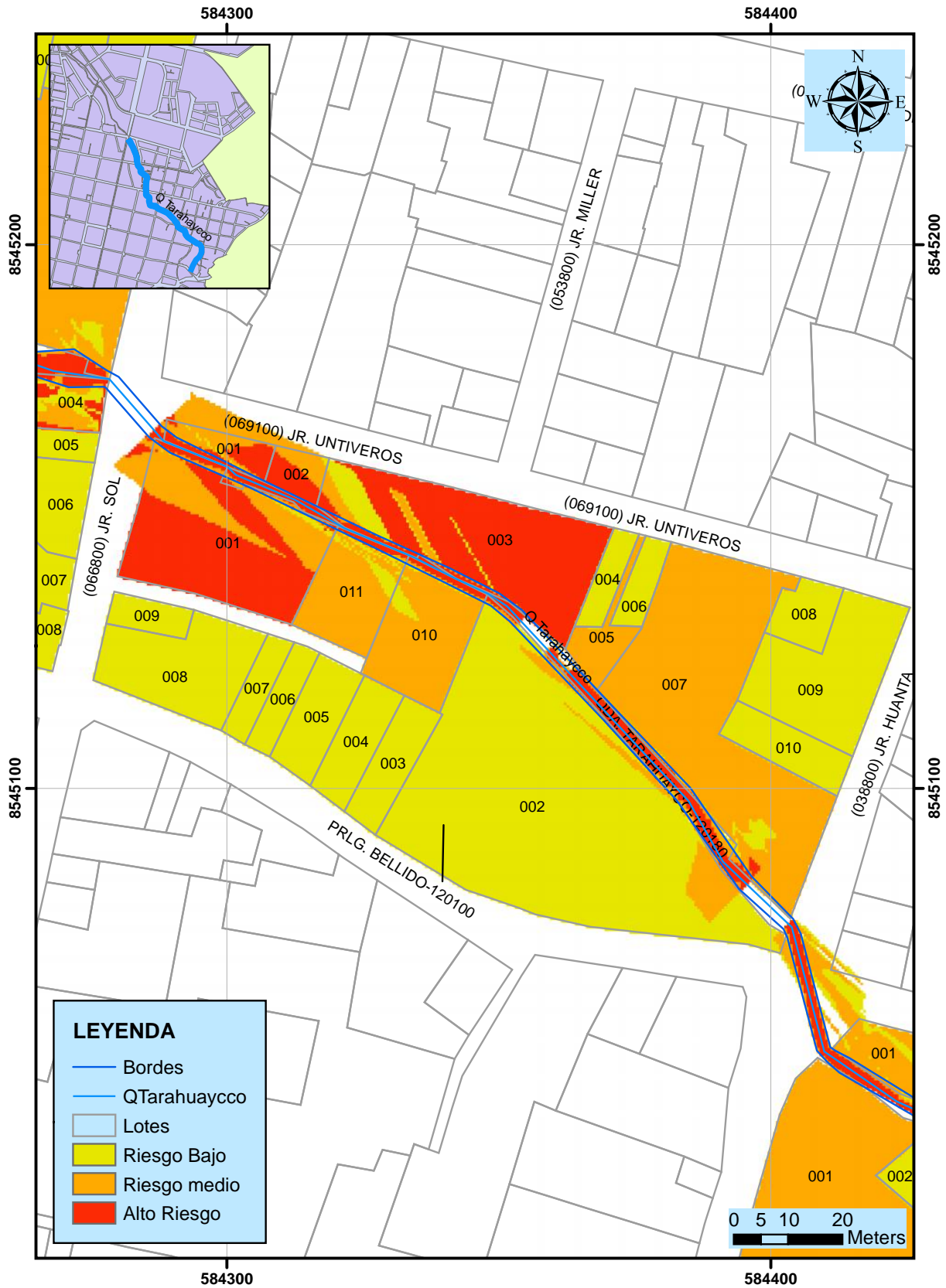
Tesis:
Nivel de Riesgo en la Quebrada Tarahuaycco del Distrito de Ayacucho

Plano:
MAPA DE RIESGO TRAMO 03

Departamento
 AYACUCHO
 Provincia
 HUAMANGA
 Distrito
 AYACUCHO

Escala:
 1:1,000
 Codigo:
MR-03

MAPA DE RIESGO ANTE INUNDACIONES TARAHUAYCCO

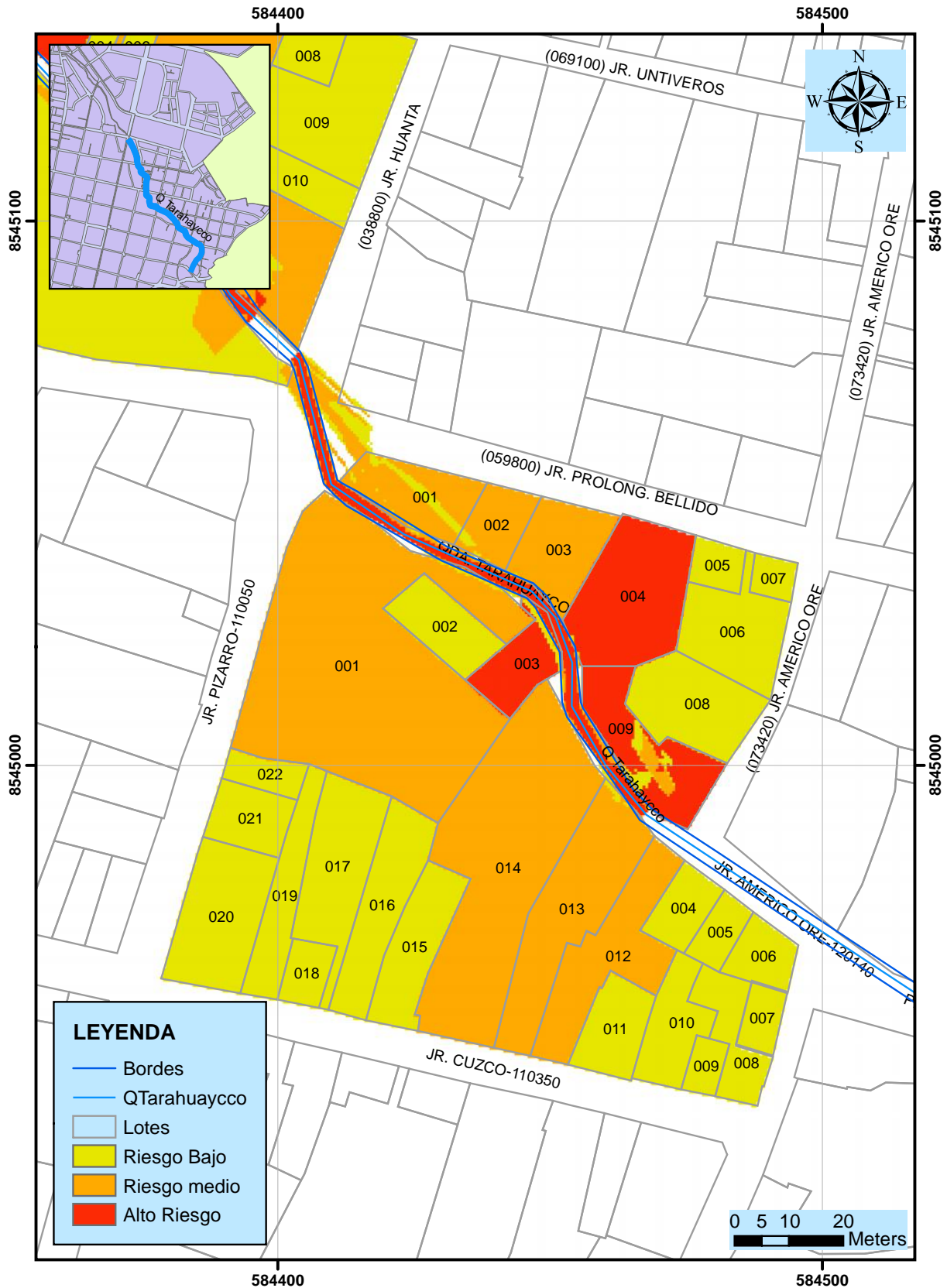


LEYENDA

- Bordes
- QTarahuycco
- Lotes
- Riesgo Bajo
- Riesgo medio
- Alto Riesgo

	Tesis:	Plano:	Departamento	Escala:
	Nivel de Riesgo en la Quebrada Tarahuaycco del Distrito de Ayacucho	MAPA DE RIESGO TRAMO 04	AYACUCHO	1:1,000
			Provincia	Codigo:
			AYACUCHO	MR-04

MAPA DE RIESGO ANTE INUNDACIONES TARAHUAYCCO



Tesis:
Nivel de Riesgo en la Quebrada Tarahuaycco del Distrito de Ayacucho

Plano:
MAPA DE RIESGO TRAMO 05

Departamento
 AYACUCHO
 Provincia
 HUAMANGA
 Distrito
 AYACUCHO

Escala:
 1:1,000
 Codigo:
MR-05

Capítulo IV

Análisis y discusión de los resultados

- De acuerdo al análisis de vulnerabilidad de la zona en estudio se determinó que el 11.4 % del área total de muestra se encuentra con un nivel de vulnerabilidad alta, mientras que el 35.7 % tiene vulnerabilidad media y un 52.9 % tiene baja vulnerabilidad.
- Estos resultados son expresados gráficamente en los mapas de vulnerabilidad en el cual se indica los lotes que se encuentran mas vulnerables, esto para identificar y realizar las medidas necesaria para reducir el riesgo ante una inundación.
- Los factores mas incidentes para determinar la vulnerabilidad en cada lotes son el tipo de material siendo el mas vulnerable el adobe seguido por el ladrillo sin ninguna tipo de protección contra la humedad, se debe indicar que ninguna estructura construida en la zona tiene protección impermeabilizada siendo este un punto clave debido a que la mayor parte de las estructuras se encuentra en contacto directo con el cauce del canal y esto conduciría a que las estructuras que son de concreto armado como columnas y zapatas lleguen a fallar debido a la corrosión del acero que filtra.
- Otro punto para tomar en cuenta es la invasión del área del canal por los lotes aledaños que disminuyen el ancho y por lo tanto el tirante es mas alto, es decir la altura de inundación en estos puntos llega hasta 3m. y estos muros no se diseñaron para soportar cargas laterales y en varias ocasiones ya colapsaron según indican varios vecinos del lugar.



Figura 4.0.1: Nótese el ancho del canal en este tramo solo alcanza el metro

- También se observó que la cimentación de algunas construcciones antiguas que se ejecutaron a nivel del fondo del canal ahora se encuentran por encima de este debido a la socavación que se produjo año tras año algunos vecinos tomaron medidas para prevenir que esto afecte a sus construcciones pero de manera improvisada como se observa en la Fig. 4.0.2.



Figura 4.0.2: Se observa la socavación del cemento del muro



Figura 4.0.3: Aquí se observa un pórtico para soportar la construcción.

- Por otro lado la acumulación de basura en toda la zona incrementa en nivel de vulnerabilidad, primero, por que esta acumulación de basura puede ocasionar obstrucción en los puentes y canales cerrados. Segundo que es un foco infeccioso que atenta con la salud de la población aledaña. tercero, también se observo que existe una red de desagüe en este canal que recolecta las aguas servidas de los lotes adyacentes y con la crecida estos se colmatan contaminando todo el agua de la lluvia, por lo que aguas abajo este no es apta para el consumo humano ni de animales tal como lo es el río alameda en la zona urbana.



Figura 4.0.4: Red colectora en el canal

- Para determinar el nivel de peligro se construyó hidrogramas en los puntos de aforo de cada tramo del canal teniendo en cuenta el tiempo de concentración de cada cuenca aportante, además se consideró en la asignación del número de curva que la mayor parte de las calles son pavimentadas lo cual aumenta la impermeabilidad de la cuenca, otro punto importante es la impermeabilidad de los techos en las manzanas que en su mayoría son de concreto y evacuan las aguas de lluvia hacia las calles.

- Procesando los datos antes mencionados se obtuvieron los mapas de peligro que indican grados de peligrosidad en el área de estudio usando el criterio de la OFEE para evaluar los peligros. Obteniéndose el mayor peligro en el borde del canal y en las zonas de inundación. Se debe indicar que procesando el caudal en las secciones levantadas usando el software Hec Ras se observó que en los puentes Manco Capac y Mariscal Caceres trabajan a tubo lleno.
- El criterio de la OFEE toma en cuenta la velocidad y el tirante debido a que el tirante determina una altura de inundación y cuanto mas alto es este mayor sera el peligro por otra parte la velocidad es la que ocasiona la erosión.
- Usando los mapas de vulnerabilidad y el de peligro se determino el nivel de riesgo del área de estudio, esto se muestra gráficamente en el mapa de riesgo.

Capítulo V

Conclusiones y recomendaciones

5.1. Conclusiones

5.1.1. De los resultados obtenidos

- Observado el mapa de vulnerabilidad se determina que el 11.40 % del área de estudio se encuentra en alto riesgo.
- El 35.7 % del área de estudio se encuentra con vulnerabilidad media.
- El 52.9 % del área de estudio se encuentra vulnerabilidad baja.
- El 90 % canal tiene un nivel de peligro alto debido a la altura de tirante y la velocidad determinada.
- Observado el mapa completo se determina que el 10.2 % del área de estudio se encuentra en alto riesgo.
- El 32.1 % del área de estudio se encuentra en riesgo medio.
- El 57.7 % del área de estudio se encuentra en bajo riesgo.

5.1.2. De la metodología

- Se realizó satisfactoriamente la simulación hidrológica e hidráulica con Sistemas de Información Geográfica del tramo quebrada Tarahuayco con lo cual se identifican las áreas de inundación en todo el tramo los cuales se muestran en los planos con una metodología sencilla y automatizada que ahorra tiempo y esfuerzos.
- Con la correcta aplicación del HEC-RAS y HEC-HMS con sistemas de información geográfica se facilita la identificación de las áreas de inundación y sectores críticos.

- Con el uso de los sistemas de información geográfica se puede llevar un control de la base de datos ingresados los cuales se pueden actualizar cada cierto periodo y tener información actual.
- La metodología propuesta en la tesis proporciona una opción para determinar, identificar y mostrar los planos de Vulnerabilidad, Peligro y Riesgo.

5.2. Recomendaciones

- Como se observo en los primeros capítulos a parte de esta zona se tiene otras quebradas que de la misma manera debido al crecimiento desordenado del área urbana las construcciones se encuentran dentro del cauce natural para esto es necesario realizar sus respectivos mapas de riesgo para la toma de decisiones.
- Para realizar un mejor manejo de datos se recomienda realizar un buen trabajo topográfico puesto que esto es determinante en los resultados.
- En el presente estudio se asumió solo 6 subcuencas y se subdividió la primera en 8 microcuencas pero si se desea obtener un valor más preciso solo se tiene que dividir la cuenca en mas microcuencas para el caso de un área urbana seria por calles.
- Se recomienda a la Municipalidad de Huamanga y entidades del estado tomar en cuenta los resultados de esta tesis para el tema de riesgos de inundación y ordenamiento territorial mediante un plan regulador ya que facultaría a esta zona de una herramienta de análisis integral que establece un orden para el crecimiento de los diferentes proyectos que puedan aparecer en el tiempo.
- Se recomienda que teniendo como base este estudio, se puede utilizar la metodología propuesta en esta tesis para hacer simulaciones hidrológicas e hidráulicas de otras quebradas de nuestra región y país que no poseen registros históricos para obtener las posibles áreas inundables.
- Se recomienda a las entidades competentes aumentar el número de estaciones pluviométricas en las cuencas urbanas con riesgo para disponer con resultados más reales.
- Se recomienda tener en cuenta que al hacer uso de herramientas SIG como el ArcGIS 10.3 y los programas HEC-HMS y HEC-RAS se debe contar con una computadora con características que puedan soportar dichos aplicativos.

5.3. Investigaciones Futuras

- Determinar el nivel de riesgo de la quebrada Chaquihuaycco que es otra cuenca urbana que esta siendo invadida por la población.

Capítulo VI

Anexos

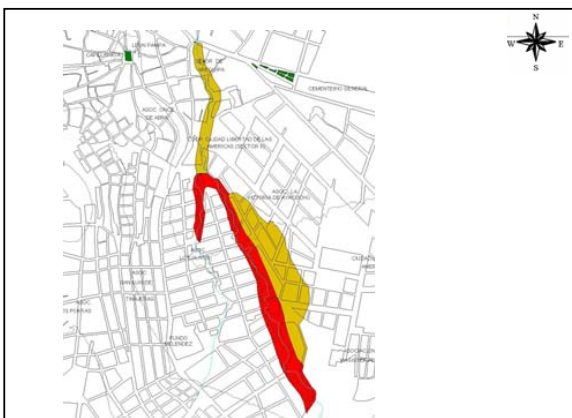
6.1. Sector críticos en la ciudad de Ayacucho

Se muestra los sectores indicados en ([INDECI, 2004b](#))



INDEC

SECTOR I : QUEBRADA CHAQUIHUAYCCO



Tramo de la Quebrada ChaquiHuaycco que se encuentra sujeto a inundaciones frecuentes

DIAGNÓSTICO	
<p>CARACTERÍSTICAS FÍSICAS</p> <p>UBICACIÓN : En el distrito de San Juan Bautista al Sur Este de la Plaza de Armas de Ayacucho.</p> <p>SUPERFICIE : 19.08 Háts.</p> <p>POBLACION : 800.00 Habitantes</p> <p>DENSIDAD : < 50</p> <p>N° VIVIENDAS : 160</p> <p>MATERIALES</p> <p>PREDOMINANTES : Viviendas de adobe y ladrillo, en regular estado de construcción y conservación.</p>	<p>PELIGROS DE ORIGEN GEOLÓGICO-CLIMÁTICO</p> <ul style="list-style-type: none"> - Media amplificación de ondas sísmicas ante sismos de gran magnitud - Regular capacidad portante del terreno de cimentación <p>PELIGROS DE ORIGEN CLIMÁTICO :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Probabilidad de inundación por desborde de la quebrada ChaquiHuaycco en el tramo encauzado - Inundaciones críticas por acción pluvial, en áreas relativamente planas con escaso drenaje natural. <p>ELEMENTOS VULNERABLES :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Edificaciones y Vías de Transporte - Redes de Servicios Básicos - Centros Educativos - Obra de encauzamiento sobre la Quebrada ChaquiHuaycco <p>RIESGO : MUY ALTO</p>

PROPUESTA :

PERIODO	OBJETIVO	INTERVENCIONES
CORTO PLAZO HASTA 2005	Implementación de medidas y estudios específicos de mitigación de peligros.	<ul style="list-style-type: none"> - Estudio de Drenaje Pluvial Integral - Reforzamiento de la Defensa de la quebrada ChaquiHuaycco - Limpieza y mantenimiento del cauce de la quebrada ChaquiHuaycco - Elaboración de un Padrón oficial sobre edificaciones vulnerables del Sector - Reordenamiento urbano - Implementación de Sistema de Drenaje Pluvial Interno en los Equipamientos Existentes - Programas de capacitación a la población respecto al uso de materiales y sistemas constructivos - Obligatoriedad del diseño y construcción sísmo resistente en edificaciones nuevas - Reforzamiento de las estructuras de las edificaciones existentes - Protección e impermeabilización de coberturas y superficies expuestas de las edificaciones existentes - Evaluación y mejoramiento de los Servicios Básicos - Control urbano en el desalojo de residuos sólidos - Protección ecológica en zonas de laderas - Programas de capacitación a la población respecto al manejo de residuos sólidos - Programas de capacitación a la población respecto a la redistribución de mobiliario doméstico en niveles menos vulnerables - Proveer equipos de emergencia de energía y telecomunicaciones.
MEDIANO PLAZO HASTA 2007	Desarrollo de acciones y ejecución de obras que consoliden la seguridad del Sector.	<ul style="list-style-type: none"> - Estudio Integral de Saneamiento Ambiental - Ejecución de Obras de Drenaje Pluvial Integral - Pavimentación de Vías Principales y accesos a servicios de emergencia - Aplicación de modelo piloto para el acondicionamiento interior y protección de viviendas tipo huerta
LARGO PLAZO HASTA 2010	Consolidar la seguridad física del Sector y el cumplimiento del Plan de Usos del Suelo.	<ul style="list-style-type: none"> - Evaluar las acciones e intervenciones en el Corto y Mediano Plazo. - Control de la Ocupación del Suelo y cumplimiento del Plan de Usos del Suelo considerando la seguridad física de la Ciudad.



INDECI

SECTOR II : RIO ALAMEDA - HUANCHITO



Sector en donde el río Alameda desborda en los tramos no encauzados

DIAGNÓSTICO	<p>PELIGROS DE ORIGEN GEOLÓGICO-CLIMATICO</p> <ul style="list-style-type: none"> - Media amplificación de ondas sísmicas ante sismos de gran magnitud - Regular capacidad portante del terreno de cimentación
<p>CARACTERÍSTICAS FÍSICAS</p> <p>UBICACIÓN : En el distrito de Ayacucho al Sur de su Plaza de Armas, en la Alameda Bolognesi</p> <p>SUPERFICIE : 10.95 Há.</p> <p>POBLACION : 1,095</p> <p>DENSIDAD : 100 Hab./Há</p> <p>N° VIVIENDAS : 219</p> <p>MATERIALES PREDOMINANTES : Viviendas de adobe y ladrillo, en regular estado de construcción y conservación.</p>	<p>PELIGROS DE ORIGEN CLIMATICO :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Probabilidad de inundación por desborde del río Alameda aguas arriba del Arco La Independencia - Inundaciones críticas por acción pluvial, en áreas relativamente planas con escaso drenaje natural <p>LEMENTOS VULNERABLES :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Edificaciones y Vías de transporte - Redes de Servicios Básicos - Centro Educativo San Ramón - Obra monumental: Arco La Independencia
	RIESGO : MUY ALTO - ALTO

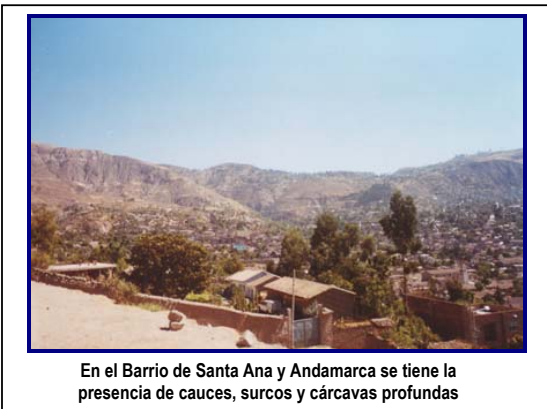
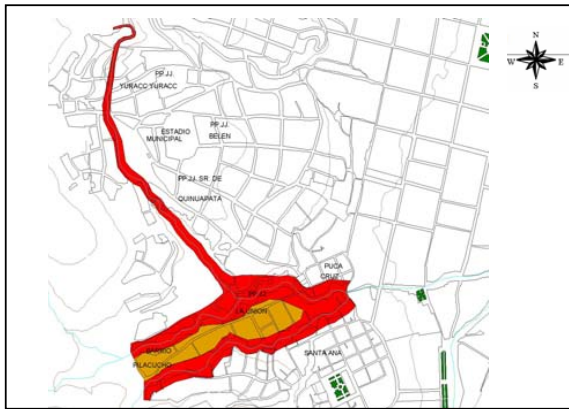
PROPUESTA :

PERIODO	OBJETIVO	INTERVENCIONES
CORTO PLAZO HASTA 2005	Implementación de medidas y estudios específicos de mitigación de peligros.	<ul style="list-style-type: none"> - Estudio de Drenaje Pluvial Integral y del sector - Delimitación de la faja marginal en ribera del río y protección ecológica. - Protección ecológica en zonas de laderas - Reforzamiento de la Defensa del río Alameda - Limpieza y mantenimiento del cauce del río Alameda - Elaboración de un Padrón oficial sobre edificaciones vulnerables del Sector - Reordenamiento urbano - Implementación de Sistema de Drenaje Pluvial Interno en los Equipamientos Existentes - Programas de capacitación a la población respecto al uso de materiales y sistemas constructivos - Obligatoriedad del diseño y construcción sismo resistente en edificaciones nuevas - Reforzamiento de las estructuras de las edificaciones existentes - Protección e impermeabilización de coberturas y superficies expuestas de las edificaciones existentes - Evaluación y mejoramiento de los Servicios Básicos - Implementar de áreas verdes recreativas los Centros Educativos para fortalecer las actividades de evacuación y emergencia. - Control urbano en el desalojo de residuos sólidos - Programas de capacitación a la población respecto al manejo de residuos sólidos - Programas de capacitación a la población respecto a la redistribución de mobiliario doméstico en niveles menos vulnerables - Proveer equipos de emergencia de energía y telecomunicaciones
MEDIANO PLAZO HASTA 2007	Desarrollo de acciones y ejecución de obras que consoliden la seguridad del Sector.	<ul style="list-style-type: none"> - Estudio Integral de Saneamiento Ambiental - Ejecución de Obras de Drenaje Pluvial Integral - Pavimentación de Vías Principales y accesos a servicios de emergencia - Aplicación de modelo piloto para el acondicionamiento interior y protección de viviendas tipo huerta
LARGO PLAZO HASTA 2010	Consolidar la seguridad física del Sector y el cumplimiento del Plan de Usos del Suelo.	<ul style="list-style-type: none"> - Evaluar las acciones e intervenciones en el Corto y Mediano Plazo. - Control de la Ocupación del Suelo y cumplimiento del Plan de Usos del Suelo considerando la seguridad física de la Ciudad.



INDECI

SECTOR III : SANTA ANA - ISCACHAYOCC



En el Barrio de Santa Ana y Andamarca se tiene la presencia de cauces, surcos y cárcavas profundas

DIAGNÓSTICO	
CARACTERÍSTICAS FÍSICAS	<p>PELIGROS DE ORIGEN GEOLÓGICO-CLIMÁTICO</p> <ul style="list-style-type: none"> - Media amplificación de ondas sísmicas ante sismos de gran magnitud - Regular capacidad portante del terreno de cimentación - Presencia de surcos y cárcavas activas <p>PELIGROS DE ORIGEN CLIMÁTICO :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Probabilidad de inundación por desborde de la quebrada Pilacucho - Procesos intensos de erosión y grandes empujes hidrodinámicos sobre el cauce de la quebrada, en época de avenidas. <p>ELEMENTOS VULNERABLES :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Edificaciones y Vías de transporte - Redes de Servicios Básicos - Centros Educativos - Obra de encauzamiento sobre la quebrada Pilacucho
<p>UBICACIÓN : En el distrito de Ayacucho al Sur Oeste de su Plaza de Armas, en el Barrio de Santa Ana. Aguas arriba del puente Sotoqcha</p> <p>SUPERFICIE : 14.05 Hás.</p> <p>POBLACION : 1,124 Hab.</p> <p>DENSIDAD : 80 Hab./Há.</p> <p>Nº VIVIENDAS : 225</p> <p>MATERIALES</p> <p>PREDOMINANTES : Viviendas de adobe y ladrillo, en regular estado de construcción y conservación.</p>	<p>RIESGO : MUY ALTO A ALTO</p>

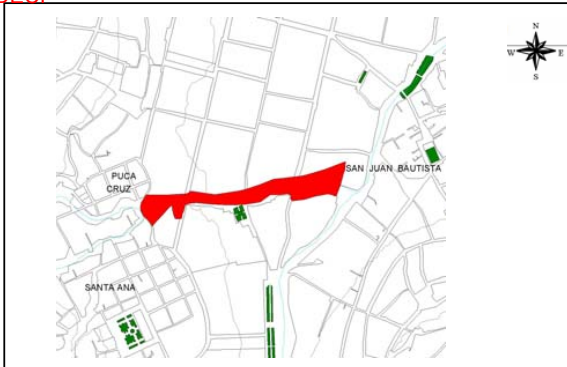
PROPUESTA :

PERIODO	OBJETIVO	INTERVENCIONES
CORTO PLAZO HASTA 2005	Implementación de medidas y estudios específicos de mitigación de peligros.	<ul style="list-style-type: none"> - Estudio de Drenaje Pluvial Integral - Protección ecológica en zonas de laderas - Delimitación de la faja marginal - Elaboración de un Padrón oficial sobre edificaciones vulnerables del Sector - Reordenamiento urbano - Reforzamiento de la Defensa de la quebrada Pilacucho - Limpieza y mantenimiento del cauce de la quebrada Pilacucho - Implementación de Sistema de Drenaje Pluvial Interno en los Equipamientos Existentes - Programas de capacitación a la población respecto al uso de materiales y sistemas constructivos - Obligatoriedad del diseño y construcción sismo resistente en edificaciones nuevas - Reforzamiento de las estructuras de las edificaciones existentes - Protección e impermeabilización de coberturas y superficies expuestas de las edificaciones existentes - Evaluación y mejoramiento de los Servicios Básicos - Implementar de áreas verdes recreativas los Centros Educativos para fortalecer las actividades de evacuación y emergencia. - Control urbano en el desalojo de residuos sólidos - Programas de capacitación a la población respecto al manejo de residuos sólidos - Programas de capacitación a la población respecto a la redistribución de mobiliario doméstico en niveles menos vulnerables
MEDIANO PLAZO HASTA 2007	Desarrollo de acciones y ejecución de obras que consoliden la seguridad del Sector.	<ul style="list-style-type: none"> - Estudio Integral de Saneamiento Ambiental - Ejecución de Obras de Drenaje Pluvial Integral - Pavimentación de Vías Principales y accesos a servicios de emergencia - Aplicación de modelo piloto para el acondicionamiento interior y protección de viviendas tipo huerta
LARGO PLAZO HASTA 2010	Consolidar la seguridad física del Sector y el cumplimiento del Plan de Usos del Suelo.	<ul style="list-style-type: none"> - Evaluar las acciones e intervenciones en el Corto y Mediano Plazo. - Control de la Ocupación del Suelo y cumplimiento del Plan de Usos del Suelo considerando la seguridad física de la Ciudad.



INDECI

SECTOR IV : ARROYO SECO



DIAGNÓSTICO	<p>PELIGROS DE ORIGEN GEOLÓGICO-CLIMÁTICO</p> <ul style="list-style-type: none"> - Media amplificación de ondas sísmicas ante sismos de gran magnitud - Regular capacidad portante del terreno de cimentación
<p>CARACTERÍSTICAS FÍSICAS</p> <p>UBICACIÓN : En el distrito de Ayacucho al Sur de su Plaza de Armas, en quebrada Pilacucho en el tramo Arroyo Seco. (Desde el puente Sotoqchaka hasta la confluencia del río Alameda)</p> <p>SUPERFICIE : 2.28 Hás.</p> <p>POBLACION : 342 Hab</p> <p>DENSIDAD : 150 Hab./Hás</p> <p>Nº VIVIENDAS : 68</p> <p>MATERIALES PREDOMINANTES : Viviendas de adobe y ladrillo, en regular estado de construcción y conservación</p>	<p>PELIGROS DE ORIGEN CLIMÁTICO :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Probabilidad de inundación por desborde de la quebrada Pilacucho en el tramo encauzado - Inundaciones críticas por acción pluvial, en áreas relativamente planas con escaso drenaje natural <p>ELEMENTOS VULNERABLES :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Edificaciones y Vías de transporte - Redes de Servicios Básicos - Obra de encauzamiento sobre la quebrada Pilacucho en tramo Arroyo Seco.
RIESGO : MUY ALTO A ALTO	

PROPUESTA :

PERIODO	OBJETIVO	INTERVENCIONES
CORTO PLAZO HASTA 2005	<i>Implementación de medidas y estudios específicos de mitigación de peligros.</i>	<ul style="list-style-type: none"> - Estudio de Drenaje Pluvial Integral - Reforzamiento de la Defensa de la quebrada Pilacucho - Elaboración de un Padrón oficial sobre edificaciones vulnerables del Sector - Limpieza y mantenimiento del cauce de la quebrada Pilacucho - Delimitación de la faja marginal - Reordenamiento urbano - Implementación de Sistema de Drenaje Pluvial Interno en los Equipamientos Existentes - Programas de capacitación a la población respecto al uso de materiales y sistemas constructivos - Obligatoriedad del diseño y construcción sismo resistente en edificaciones nuevas - Reforzamiento de las estructuras de las edificaciones existentes - Protección e impermeabilización de coberturas y superficies expuestas de las edificaciones existentes - Evaluación y mejoramiento de los Servicios Básicos - Implementar de áreas verdes recreativas los Centros Educativos para fortalecer las actividades de evacuación y emergencia. - Control urbano en el desalojo de residuos sólidos - Protección ecológica en zonas de laderas - Programas de capacitación a la población respecto al manejo de residuos sólidos - Programas de capacitación a la población respecto a la redistribución de mobiliario doméstico en niveles menos vulnerables - Proveer equipos de emergencia de energía y telecomunicaciones
MEDIANO PLAZO HASTA 2007	<i>Desarrollo de acciones y ejecución de obras que consoliden la seguridad del Sector.</i>	<ul style="list-style-type: none"> - Estudio Integral de Saneamiento Ambiental - Ejecución de Obras de Drenaje Pluvial Integral - Pavimentación de Vías Principales y accesos a servicios de emergencia - Aplicación de modelo piloto para el acondicionamiento interior y protección de viviendas tipo huerta
LARGO PLAZO HASTA 2010	<i>Consolidar la seguridad física del Sector y el cumplimiento del</i>	<ul style="list-style-type: none"> - Evaluar las acciones e intervenciones en el Corto y Mediano Plazo. - Control de la Ocupación del Suelo y cumplimiento del Plan de Usos del Suelo considerando la seguridad física de la Ciudad.



SECTOR V : : RIO ALAMEDA – PUENTE NUEVO

INDECI



Puente Nuevo en donde existe un estrangulamiento del cauce del río Alameda con probabilidad de desbordes

DIAGNÓSTICO		PELIGROS DE ORIGEN GEOLÓGICO-CLIMÁTICO
CARACTERÍSTICAS FÍSICAS		<ul style="list-style-type: none"> - Media amplificación de ondas sísmicas ante sismos de gran magnitud - Regular capacidad portante del terreno de cimentación
UBICACIÓN :	En el distrito de San Juan Bautista al Sur de la Plaza de Armas de Ayacucho, en el río Alameda entre el Puente Tenería y Puente San Sebastián	PELIGROS DE ORIGEN CLIMÁTICO :
SUPERFICIE :	1.08 Hás.	<ul style="list-style-type: none"> - Probabilidad de inundación por desborde del río Alameda sobre el Puente Tenería y antes del Puente San Sebastián. - Inundaciones críticas por acción pluvial, en áreas relativamente planas con escaso drenaje natural, ubicadas en el Campo Ferial San Juan Bautista y hacia aguas abajo.
POBLACION :	173 Hab.	ELEMENTOS VULNERABLES :
DENSIDAD :	160 Hab./Haá.	
Nº VIVIENDAS :	35	
MATERIALES PREDOMINANTES :	Viviendas de adobe y ladrillo, en regular estado de construcción y conservación.	<ul style="list-style-type: none"> - Edificaciones y Vías de transporte - Redes de Servicios Básicos - Campo Ferial San Juan Bautista y Terminal terrestre a distritos - Túnel de encauzamiento sobre el río Alameda
		RIESGO : ALTO

PROPUESTA :

PERIODO	OBJETIVO	INTERVENCIONES
CORTO PLAZO HASTA 2005	Implementación de medidas y estudios específicos de mitigación de peligros.	<ul style="list-style-type: none"> - Estudio de Drenaje Pluvial Integral y del sector - Limpieza y mantenimiento del cauce del río Alameda y el Túnel - Reforzamiento del Túnel de encauzamiento sobre el río Alameda - Reordenamiento urbano (vial paisajístico e histórico) - Elaboración de un Padrón oficial sobre edificaciones vulnerables del Sector - Implementación de Sistema de Drenaje Pluvial Interno en los Equipamientos Existentes - Programas de capacitación a la población respecto al uso de materiales y sistemas constructivos - Obligatoriedad del diseño y construcción sismo resistente en edificaciones nuevas - Reforzamiento de las estructuras de las edificaciones existentes - Protección e impermeabilización de coberturas y superficies expuestas de las edificaciones existentes - Evaluación y mejoramiento de los Servicios Básicos - Implementar de áreas verdes recreativas los Centros Educativos para fortalecer las actividades de evacuación y emergencia. - Control urbano en el desalojo de residuos sólidos - Protección ecológica en zonas de laderas - Erradicación del comercio informal ambulatorio - Programas de capacitación a la población respecto al manejo de residuos sólidos - Programas de capacitación a la población respecto a la redistribución de mobiliario doméstico en niveles menos vulnerables - Proveer equipos de emergencia de energía y telecomunicaciones
MEDIANO PLAZO HASTA 2007	Desarrollo de acciones y ejecución de obras que consoliden la seguridad del Sector.	<ul style="list-style-type: none"> - Estudio Integral de Saneamiento Ambiental - Ejecución de Obras de Drenaje Pluvial Integral - Pavimentación de Vías Principales y accesos a servicios de emergencia - Aplicación de modelo piloto para el acondicionamiento interior y protección de viviendas tipo huerta
LARGO PLAZO HASTA 2010	Consolidar la seguridad física del Sector y el cumplimiento del Plan de Usos del Suelo	<ul style="list-style-type: none"> - Evaluar las acciones e intervenciones en el Corto y Mediano Plazo. - Control de la Ocupación del Suelo y cumplimiento del Plan de Usos del Suelo considerando la seguridad física de la Ciudad.



SECTOR VI : QUEBRADA YANACCACCA

INDE



Centro Educativo construido prácticamente sobre el cauce de la Quebrada Yanaccacca

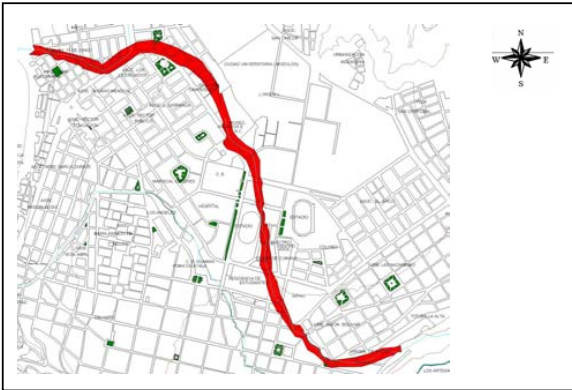
DIAGNÓSTICO	
<p>CARACTERÍSTICAS FÍSICAS</p> <p>UBICACIÓN : En el distrito de Ayacucho al Nor Oeste de su Plaza de Armas, comprende el cauce de la quebrada Yanaccacca entre su nacimiento en el cerro "La Picota" hasta su confluencia con el río Alameda.</p> <p>SUPERFICIE : 18.79 Has</p> <p>POBLACION : 2255 habitantes</p> <p>DENSIDAD : 120 Hab./Hás</p> <p>N° VIVIENDAS : 451</p> <p>MATERIALES PREDOMINANTES : Viviendas de adobe y ladrillo, en regular a buen estado de construcción y conservación.</p>	<p>PELIGROS DE ORIGEN GEOLÓGICO-CLIMÁTICO</p> <ul style="list-style-type: none"> - Media amplificación de ondas sísmicas ante sismos de gran magnitud - Regular capacidad portante del terreno de cimentación <p>PELIGROS DE ORIGEN CLIMÁTICO :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Probabilidad de inundación por desborde de la quebrada Yanaccacca. - Procesos intensos de erosión y grandes empujes hidrodinámicos sobre el cauce de la quebrada, en época de avenidas. <p>ELEMENTOS VULNERABLES :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Edificaciones y Vías de transporte - Redes de Servicios Básicos - Centros Educativos - Obras de Drenaje existentes
<p>RIESGO : MUY ALTO A ALTO</p>	

PROPUESTA :

PERIODO	OBJETIVO	INTERVENCIONES
CORTO PLAZO HASTA 2005	Implementación de medidas y estudios específicos de mitigación de peligros	<ul style="list-style-type: none"> - Elaboración de un Padrón oficial sobre edificaciones vulnerables del Sector - Reordenamiento urbano - Reforzamiento de la Defensa y Obras de Drenaje existentes para la quebrada Yanaccacca. - Limpieza y mantenimiento del cauce de la quebrada Yanaccacca - Estudio de Drenaje Pluvial Integral - Implementación de Sistema de Drenaje Pluvial Interno en los Equipamientos Existentes - Programas de capacitación a la población respecto al uso de materiales y sistemas constructivos - Obligatoriedad del diseño y construcción sismo resistente en edificaciones nuevas - Reforzamiento de las estructuras de las edificaciones existentes - Protección e impermeabilización de coberturas y superficies expuestas de las edificaciones existentes - Evaluación y mejoramiento de los Servicios Básicos - Implementar de áreas verdes recreativas los Centros Educativos para fortalecer las actividades de evacuación y emergencia. - Control urbano en el desalojo de residuos sólidos - Protección ecológica en zonas de laderas - Erradicación del comercio informal ambulatorio - Programas de capacitación a la población respecto al manejo de residuos sólidos - Programas de capacitación a la población respecto a la redistribución de mobiliario doméstico en niveles menos vulnerables - Proveer equipos de emergencia de energía y telecomunicaciones
MEDIANO PLAZO HASTA 2007	Desarrollo de acciones y ejecución de obras que consoliden la seguridad del Sector.	<ul style="list-style-type: none"> - Estudio Integral de Saneamiento Ambiental - Ejecución de Obras de Drenaje Pluvial Integral - Pavimentación de Vías Principales y accesos a servicios de emergencia - Aplicación de modelo piloto para el acondicionamiento interior y protección de viviendas tipo huerta
LARGO PLAZO HASTA 2010	Consolidar la seguridad física del Sector y el cumplimiento del Plan de Usos del Suelo.	<ul style="list-style-type: none"> - Evaluar las acciones e intervenciones en el Corto y Mediano Plazo. - Control de la Ocupación del Suelo y cumplimiento del Plan de Usos del Suelo considerando la seguridad física de la Ciudad.



SECTOR VII : QUEBRADA ESCARCENA



Quebrada Escarcena con cauce estrangulado y sujeta a constantes desbordes

DIAGNÓSTICO

CARACTERÍSTICAS FÍSICAS

UBICACIÓN : En el distrito de Ayacucho al Norte de su Plaza de Armas, comprende el cauce de la quebrada Escarcena entre su nacimiento en el cerro "La Picota" hasta su confluencia con el río Alameda.

SUPERFICIE : 16.25 Hás.
POBLACION : 1625Hab.
DENSIDAD : 100 Hás
Nº VIVIENDAS : 325
MATERIALES
PREDOMINANTES : Viviendas de adobe y ladrillo, en regular a buen estado de construcción y conservación.

PELIGROS DE ORIGEN GEOLÓGICO-CLIMATICO

- Media amplificación de ondas sísmicas ante sismos de gran magnitud
- Regular capacidad portante del terreno de cimentación

PELIGROS DE ORIGEN CLIMATICO :

- Probabilidad de inundación por desborde de la quebrada Yanaccacca.
- Procesos intensos de erosión y grandes empujes hidrodinámicos sobre el cauce de la quebrada, en época de avenidas.

ELEMENTOS VULNERABLES :

- Edificaciones y Vías de transporte
- Redes de Servicios Básicos
- Centros Educativos
- Obras de Drenaje existentes

RIESGO : MUY ALTO A ALTO

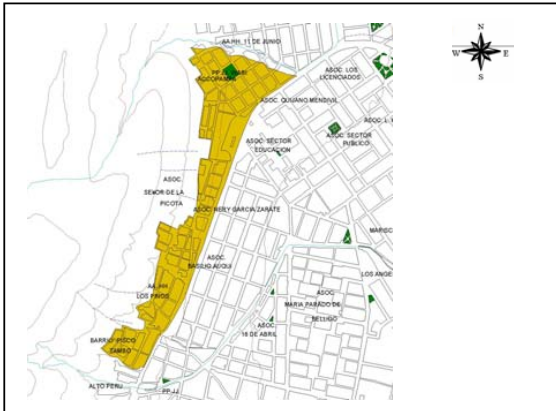
PROPUESTA :

PERIODO	OBJETIVO	INTERVENCIONES
CORTO PLAZO HASTA 2005	Implementación de medidas y estudios específicos de mitigación de peligros.	<ul style="list-style-type: none"> - Elaboración de un Padrón oficial sobre edificaciones vulnerables del Sector - Reordenamiento urbano - Reforzamiento de la Defensa y Obras de Drenaje existentes en la quebrada Yanaccacca - Limpieza y mantenimiento del cauce de la quebrada Yanaccacca - Estudio de Drenaje Pluvial Integral - Implementación de Sistema de Drenaje Pluvial Interno en los Equipamientos Existentes - Programas de capacitación a la población respecto al uso de materiales y sistemas constructivos - Obligatoriedad del diseño y construcción sísmo resistente en edificaciones nuevas - Reforzamiento de las estructuras de las edificaciones existentes - Protección e impermeabilización de coberturas y superficies expuestas de las edificaciones existentes - Evaluación y mejoramiento de los Servicios Básicos - Implementar de áreas verdes recreativas los Centros Educativos para fortalecer las actividades de evacuación y emergencia. - Control urbano en el desalojo de residuos sólidos - Protección ecológica en zonas de laderas - Programas de capacitación a la población respecto al manejo de residuos sólidos - Programas de capacitación a la población respecto a la redistribución de mobiliario doméstico en niveles menos vulnerables - Proveer equipos de emergencia de energía y telecomunicaciones
MEDIANO PLAZO HASTA 2007	Desarrollo de acciones y ejecución de obras que consoliden la seguridad del Sector.	<ul style="list-style-type: none"> - Estudio Integral de Saneamiento Ambiental - Ejecución de Obras de Drenaje Pluvial Integral - Pavimentación de Vías Principales y accesos a servicios de emergencia - Aplicación de modelo piloto para el acondicionamiento interior y protección de viviendas tipo huera
LARGO PLAZO HASTA 2010	Consolidar la seguridad física del Sector y el cumplimiento del Plan de Usos del Suelo.	<ul style="list-style-type: none"> - Evaluar las acciones e intervenciones en el Corto y Mediano Plazo. - Control de la Ocupación del Suelo y cumplimiento del Plan de Usos del Suelo considerando la seguridad física de la Ciudad.



SECTOR VIII : LA PICOTA – ZONA SUR

INDECI



Construcciones sobre el cauce de la quebrada Jr. San Martín cerca de la vía “Los Libertadores”

DIAGNÓSTICO	PELIGROS DE ORIGEN GEOLÓGICO-CLIMÁTICO
CARACTERÍSTICAS FÍSICAS UBICACIÓN En el distrito de Ayacucho al Oeste y NorOeste de su Plaza de Armas, en la zona Sur del cerro “La Picota”.. SUPERFICIE : 18.16 Hás. POBLACIÓN : 908 Hab. DENSIDAD : 50 Hab/Há. Nº VIVIENDAS : 182 MATERIALES PREDOMINANTES Viviendas de adobe, en regular a mal estado de construcción y conservación.	<ul style="list-style-type: none"> - Alta amplificación de ondas sísmicas ante sismos de gran magnitud - Baja capacidad portante del terreno de cimentación - Presencia de derrumbes, asentamientos, taludes con erosión intensa, surcos y cárcavas activas
	PELIGROS DE ORIGEN CLIMÁTICO : <ul style="list-style-type: none"> - Probabilidad de inundación por desborde de los surcos y quebradas ubicadas sobre laderas del cerro “La Picota” - Procesos intensos de erosión y grandes empujes hidrodinámicos sobre el cauce de la quebrada, en época de avenidas.
	ELEMENTOS VULNERABLES : <ul style="list-style-type: none"> - Edificaciones y Vías de transporte - Centros Educativos - Redes de Servicios Básicos - Vía “Los Libertadores”
RIESGO : ALTO	

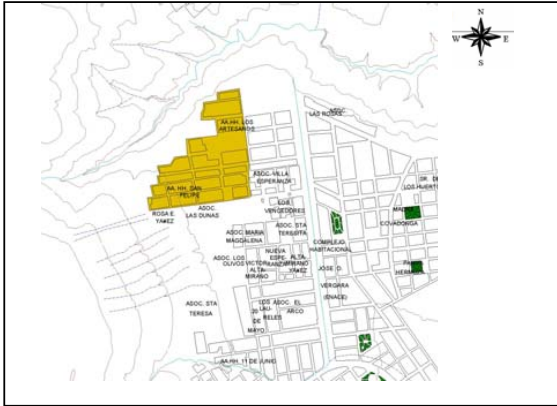
PROPUESTA :

PERIODO	OBJETIVO	INTERVENCIONES
CORTO PLAZO HASTA 2005	Implementación de medidas y estudios específicos de mitigación de peligros.	<ul style="list-style-type: none"> - Estudio de Drenaje Pluvial Integral - Reforzamiento de las obras de control de la erosión de las laderas del cerro “La Picota”. Limpieza y mantenimiento del cauce de las quebradas ubicadas sobre las laderas del cerro “La Picota” - Implementación de Sistema de Drenaje Pluvial Interno en los Equipamientos Existentes - Obligatoriedad del diseño y construcción sismo resistente en edificaciones nuevas - Reforzamiento de las estructuras de las edificaciones existentes - Elaboración de un Padrón oficial sobre edificaciones vulnerables del Sector - Reordenamiento urbano - Reasentamiento poblacional - Programas de capacitación a la población respecto al uso de materiales y sistemas constructivos - Protección e impermeabilización de coberturas y superficies expuestas de las edificaciones existentes - Evaluación y mejoramiento de los Servicios Básicos - Implementar de áreas verdes recreativas los Centros Educativos para fortalecer las actividades de evacuación y emergencia. - Programa de adecuación y manejo ambiental - Control urbano en el desalojo de residuos sólidos - Protección ecológica en zonas de laderas - Programas de capacitación a la población respecto al manejo de residuos sólidos - Programas de capacitación a la población respecto a la redistribución de mobiliario doméstico en niveles menos vulnerables - Proveer equipos de emergencia de energía y telecomunicaciones
MEDIANO PLAZO HASTA 2007	Desarrollo de acciones y ejecución de obras que consoliden la seguridad del Sector.	<ul style="list-style-type: none"> - Estudio Integral de Saneamiento Ambiental - Ejecución de Obras de Drenaje Pluvial Integral - Pavimentación de Vías Principales y accesos a servicios de emergencia
LARGO PLAZO HASTA 2010	Consolidar la seguridad física del Sector y el cumplimiento del Plan de Usos del Suelo.	<ul style="list-style-type: none"> - Aplicación de modelo piloto para el acondicionamiento interior y protección de viviendas tipo huerfana - Evaluar las acciones e intervenciones en el Corto y Mediano Plazo. - Control de la Ocupación del Suelo y cumplimiento del Plan de Usos del Suelo considerando la seguridad física de la Ciudad.



INDECI

SECTOR IX : LA PICOTA – ZONA NORTE



Surcos y cárcavas activas sobre el Sector La Picota – Zona Norte, que causan daño a las cimentaciones

DIAGNÓSTICO	PELIGROS DE ORIGEN GEOLÓGICO-CLIMATICO
CARACTERISTICAS FISICAS	<ul style="list-style-type: none"> - Alta amplificación de ondas sísmicas ante sismos de gran magnitud - Baja capacidad portante del terreno de cimentación - Presencia de taludes con erosión intensa, surcos y cárcavas activas
UBICACIÓN En el distrito de Ayacucho al Nor Oeste de su Plaza de Armas, en la zona Norte del cerro "La Picota".	PELIGROS DE ORIGEN CLIMATICO :
SUPERFICIE : 10.79 Hás	<ul style="list-style-type: none"> - Probabilidad de inundación por desborde de los surcos y quebradas ubicadas sobre laderas del cerro "La Picota" - Procesos intensos de erosión y grandes empujes hidrodinámicos sobre el cauce de la quebrada, en época de avenidas.
POBLACION : 540 hab	ELEMENTOS VULNERABLES :
DENSIDAD : 50 Hab./Há.	<ul style="list-style-type: none"> - Edificaciones y Vías de transporte - Redes de Servicios Básicos - Centros Educativos
Nº VIVIENDAS : 108	RIESGO : ALTO
MATERIALES PREDOMINANTES Viviendas de adobe y ladrillo, en regular a mal estado de construcción y conservación.	

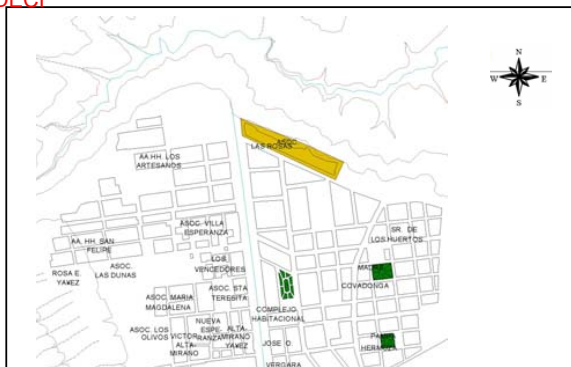
PROPUESTA :

PERIODO	OBJETIVO	INTERVENCIONES
CORTO PLAZO HASTA 2005	Implementación de medidas y estudios específicos de mitigación de peligros.	<ul style="list-style-type: none"> - Estudio de Drenaje Pluvial Integral - Implementación de Sistema de Drenaje Pluvial Interno en los Equipamientos Existentes - Proyecto y construcción de obras de control de la erosión de las laderas del cerro "La Picota". - Elaboración de un Padrón oficial sobre edificaciones vulnerables del Sector - Reordenamiento urbano - Reasentamiento poblacional - Limpieza y mantenimiento del cauce de las quebradas y surcos ubicados sobre las laderas del cerro "La Picota" - Programas de capacitación a la población respecto al uso de materiales y sistemas constructivos - Obligatoriedad del diseño y construcción sismo resistente en edificaciones nuevas - Reforzamiento de las estructuras de las edificaciones existentes - Protección e impermeabilización de coberturas y superficies expuestas de las edificaciones existentes - Evaluación y mejoramiento de los Servicios Básicos - Implementar de áreas verdes recreativas los Centros Educativos para fortalecer las actividades de evacuación y emergencia. - Control urbano en el desalojo de residuos sólidos - Protección ecológica en zonas de laderas - Programas de capacitación a la población respecto al manejo de residuos sólidos - Programas de capacitación a la población respecto a la redistribución de mobiliario doméstico en niveles menos vulnerables - Proveer equipos de emergencia de energía y telecomunicaciones
MEDIANO PLAZO HASTA 2007	Desarrollo de acciones y ejecución de obras que consoliden la seguridad del Sector.	<ul style="list-style-type: none"> - Estudio Integral de Saneamiento Ambiental - Ejecución de Obras de Drenaje Pluvial Integral - Pavimentación de Vías Principales y accesos a servicios de emergencia - Aplicación de modelo piloto para el acondicionamiento interior y protección de viviendas tipo huerta
LARGO PLAZO HASTA 2010	Consolidar la seguridad física del Sector y el cumplimiento del Plan de Usos del Suelo..	<ul style="list-style-type: none"> - Evaluar las acciones e intervenciones en el Corto y Mediano Plazo. - Control de la Ocupación del Suelo y cumplimiento del Plan de Usos del Suelo considerando la seguridad física de la Ciudad.



INDECI

SECTOR X : LADERAS ENACE



DIAGNÓSTICO		PELIGROS DE ORIGEN GEOLÓGICO-CLIMÁTICO
CARACTERÍSTICAS FÍSICAS		<ul style="list-style-type: none"> - Alta amplificación de ondas sísmicas ante sismos de gran magnitud - Baja capacidad portante del terreno de cimentación - Presencia de taludes con erosión intensa, derrumbes y muy escarpado.
UBICACIÓN	En el distrito de Ayacucho al Norte de su Plaza de Armas, en las laderas altas del cauce profundo de la quebrada Puracuti	PELIGROS DE ORIGEN CLIMÁTICO :
SUPERFICIE	: 1.83 Hás.	- Procesos intensos de erosión por acción pluvial sobre las laderas altas del cauce profundo de la quebrada Puracuti.
POBLACION	: 146 habitantes.	ELEMENTOS VULNERABLES :
DENSIDAD	: 80 Hab/Há.	- Edificaciones y Vías de transporte
Nº VIVIENDAS	: 30	- Redes de Servicios Básicos
MATERIALES		RIESGO : ALTO
PREDOMINANTES	Viviendas de adobe, en regular a mal estado de construcción y conservación.	

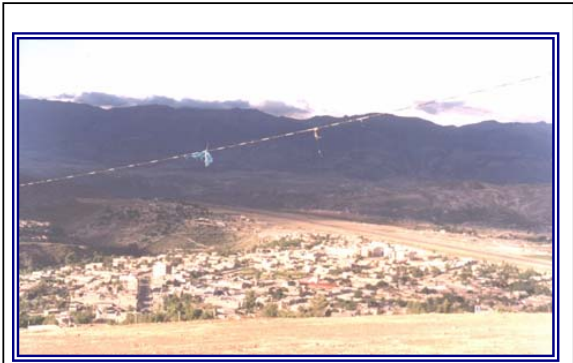
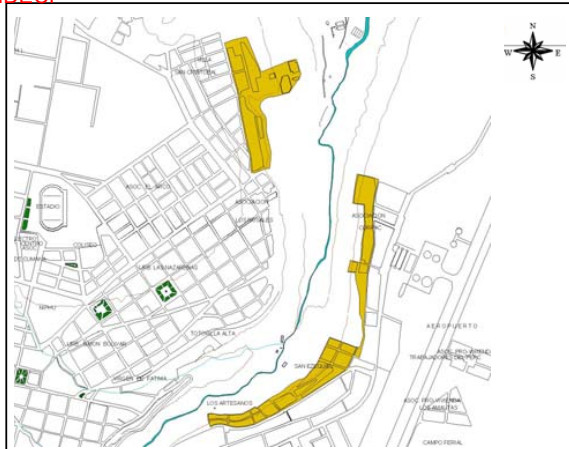
PROPUESTA :

PERIODO	OBJETIVO	INTERVENCIONES
CORTO PLAZO HASTA 2005	Implementación de medidas y estudios específicos de mitigación de peligros.	<ul style="list-style-type: none"> - Protección ecológica en zonas de laderas - Obras de control de la erosión de las laderas del cerro. - Reordenamiento urbano - Elaboración de un Padrón oficial sobre edificaciones vulnerables del Sector - Reasentamiento poblacional - Programas de capacitación a la población respecto al uso de materiales y sistemas constructivos - Obligatoriedad del diseño y construcción sismo resistente en edificaciones nuevas - Reforzamiento de las estructuras de las edificaciones existentes - Protección e impermeabilización de coberturas y superficies expuestas de las edificaciones existentes - Evaluación y mejoramiento de los Servicios Básicos - Control urbano en el desalojo de residuos sólidos - Programas de capacitación a la población respecto al manejo de residuos sólidos
MEDIANO PLAZO HASTA 2007	Desarrollo de acciones y ejecución de obras que consoliden la seguridad del Sector.	<ul style="list-style-type: none"> - Estudio Integral de Saneamiento Ambiental - Construcción de Vías Principales y accesos a servicios de emergencia - Aplicación de modelo piloto para el acondicionamiento interior y protección de viviendas tipo huerta
LARGO PLAZO HASTA 2010	Consolidar la seguridad física del Sector y el cumplimiento del Plan de Usos del Suelo.	<ul style="list-style-type: none"> - Evaluar las acciones e intervenciones en el Corto y Mediano Plazo. - Control de la Ocupación del Suelo y cumplimiento del Plan de Usos del Suelo considerando la seguridad física de la Ciudad.



INDECI

SECTOR XI : LADERAS TOTORILLA



Zona de Laderas Totorilla en donde se encuentran asentamientos humanos de baja densidad

DIAGNÓSTICO	
<p>CARACTERÍSTICAS FÍSICAS</p> <p>UBICACIÓN En el distrito de Ayacucho al Oeste de su Plaza de Armas, en las laderas altas del cauce profundo del río Alameda</p> <p>SUPERFICIE : 15.02 Hás. POBLACION : 1051 Hab. DENSIDAD : 70 Hab/Ha Nº VIVIENDAS : 210 MATERIALES PREDOMINANTES Viviendas de adobe, en regular a mal estado de construcción y conservación.</p>	<p>PELIGROS DE ORIGEN GEOLÓGICO-CLIMÁTICO</p> <ul style="list-style-type: none"> - Alta amplificación de ondas sísmicas ante sismos de gran magnitud - Baja capacidad portante del terreno de cimentación - Presencia de fallas con acción intensa, derrumbes y muy escamado <p>PELIGROS DE ORIGEN CLIMÁTICO :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Procesos intensos de erosión por acción pluvial sobre las laderas altas del cauce profundo del río Alameda. <p>ELEMENTOS VULNERABLES :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Edificaciones y Vías de transporte - Redes de Servicios Básicos. <p style="background-color: #FFA500; padding: 5px;">RIESGO : ALTO</p>

PROPUESTA :

PERIODO	OBJETIVO	INTERVENCIONES
CORTO PLAZO HASTA 2005	Implementación de medidas y estudios específicos de mitigación de peligros.	<ul style="list-style-type: none"> - Protección ecológica en zonas de laderas - Obras de control de la erosión de las laderas del cerro. - Elaboración de un Padrón oficial sobre edificaciones vulnerables del Sector - Reordenamiento urbano - Reasentamiento poblacional - Programas de capacitación a la población respecto al uso de materiales y sistemas constructivos - Obligatoriedad del diseño y construcción sismo resistente en edificaciones nuevas - Reforzamiento de las estructuras de las edificaciones existentes - Protección e impermeabilización de coberturas y superficies expuestas de las edificaciones existentes - Evaluación y mejoramiento de los Servicios Básicos - Control urbano en el desalojo de residuos sólidos - Programas de capacitación a la población respecto al manejo de residuos sólidos
MEDIANO PLAZO HASTA 2007	Desarrollo de acciones y ejecución de obras que consoliden la seguridad del Sector.	<ul style="list-style-type: none"> - Estudio Integral de Saneamiento Ambiental - Construcción de Vías Principales y accesos a servicios de emergencia - Aplicación de modelo piloto para el acondicionamiento interior y protección de viviendas tipo huerta
LARGO PLAZO HASTA 2010	Consolidar la seguridad física del Sector y el cumplimiento del Plan de Usos del Suelo.	<ul style="list-style-type: none"> - Evaluar las acciones e intervenciones en el Corto y Mediano Plazo. - Control de la Ocupación del Suelo y cumplimiento del Plan de Usos del Suelo considerando la seguridad física de la Ciudad.



INDECI

SECTOR XII : LADERAS HUATATAS



Asentamiento Humano ubicado sobre laderas altas del río Huatatas

DIAGNÓSTICO		PELIGROS DE ORIGEN GEOLÓGICO-CLIMÁTICO
CARACTERÍSTICAS FÍSICAS		- Alta amplificación de ondas sísmicas ante sismos de gran magnitud - Baja capacidad portante del terreno de cimentación - Presencia de taludes con erosión intensa, derrumbes y muy escarpado.
UBICACIÓN	En el distrito de San Juan Bautista al Sur Este de la Plaza de Armas de Ayacucho, en las laderas altas del cauce profundo del río Huatatas.	PELIGROS DE ORIGEN CLIMÁTICO :
SUPERFICIE	: 13.46. Hás	- Procesos intensos de erosión por acción pluvial sobre las laderas altas del cauce profundo del río Huatatas.
POBLACION	: . 538 hab.	ELEMENTOS VULNERABLES :
DENSIDAD	: 40 Hab./HA	- Edificaciones y Vías de transporte
Nº VIVIENDAS	: 108	- Redes de Servicios Básicos
MATERIALES		
PREDOMINANTES	Viviendas de adobe, en regular a mal estado de construcción y conservación.	RIESGO : ALTO

PROPUESTA :

PERIODO	OBJETIVO	INTERVENCIONES
CORTO PLAZO HASTA 2005	Implementación de medidas y estudios específicos de mitigación de peligros.	<ul style="list-style-type: none"> - Protección ecológica en zonas de laderas - Obras de control de la erosión de las laderas del cerro. - Reordenamiento y delimitación del área urbana - Elaboración de un Padrón oficial sobre edificaciones vulnerables del Sector - Reasentamiento poblacional - Programas de capacitación a la población respecto al uso de materiales y sistemas constructivos - Obligatoriedad del diseño y construcción sismo resistente en edificaciones nuevas - Reforzamiento de las estructuras de las edificaciones existentes - Protección e impermeabilización de coberturas y superficies expuestas de las edificaciones existentes - Evaluación y mejoramiento de los Servicios Básicos - Control urbano en el desalojo de residuos sólidos - Programas de capacitación a la población respecto al manejo de residuos sólidos
MEDIANO PLAZO HASTA 2007	Desarrollo de acciones y ejecución de obras que consoliden la seguridad del Sector.	<ul style="list-style-type: none"> - Estudio Integral de Saneamiento Ambiental - Construcción de Vías Principales y accesos a servicios de emergencia - Aplicación de modelo piloto para el acondicionamiento interior y protección de viviendas tipo huerta
LARGO PLAZO HASTA 2010	Consolidar la seguridad física del Sector y el cumplimiento del Plan de Usos del Suelo.	<ul style="list-style-type: none"> - Evaluar las acciones e intervenciones en el Corto y Mediano Plazo. - Control de la Ocupación del Suelo y cumplimiento del Plan de Usos del Suelo considerando la seguridad física de la Ciudad.

6.2. Procedimientos para la exportación de velocidades y tirantes del HEC RAS al GIS

Para este propósito se seguirá los siguientes Pasos:

1. Se crea un nuevo proyecto en Hec Ras.

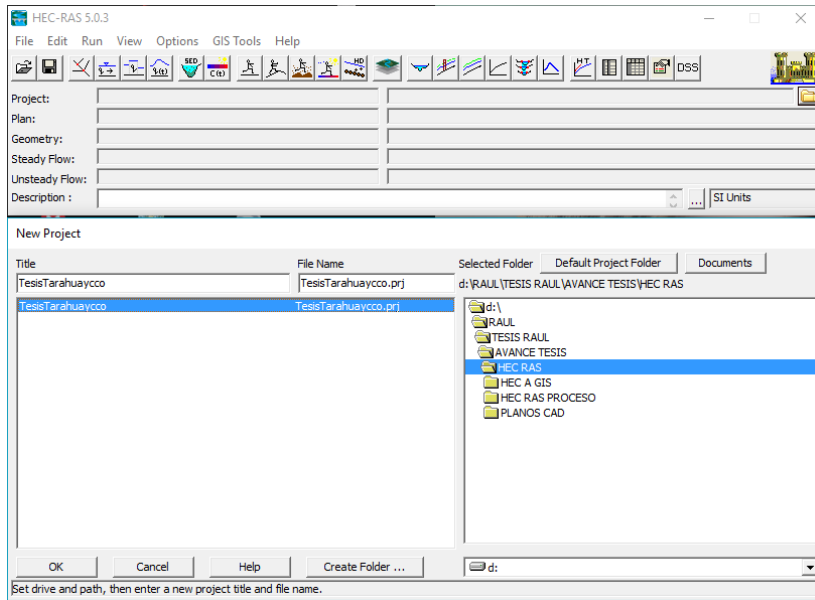


Figura 6.2.1: File–Nuevo Proyecto

2. Luego se procede a cargar los datos exportados del Autocad C3D, no se muestra el procedimiento completo ya que puede encontrarlo en cualquier tutorial. Nótese que se cargo solo el tramo 01 del área de estudio, se realizará este mismo procedimiento para todos los tramos ya que el caudal de ingreso en cada uno de ellos es diferente.

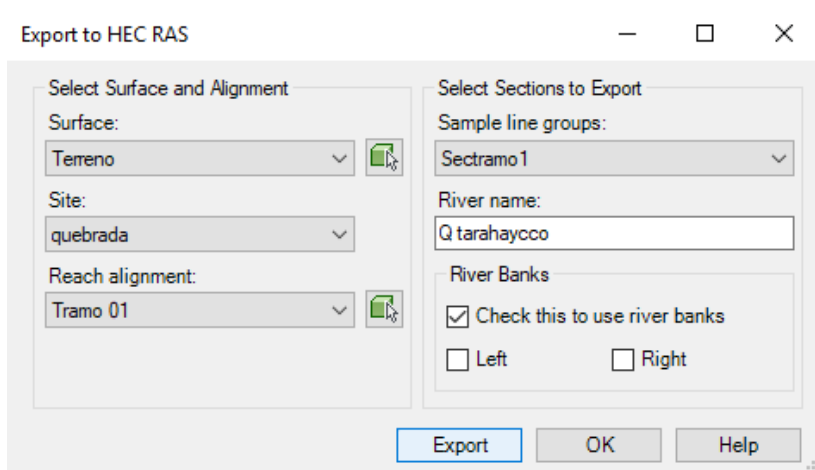


Figura 6.2.2: Ventana de Exportación de Civil 3D a HEC-RAS

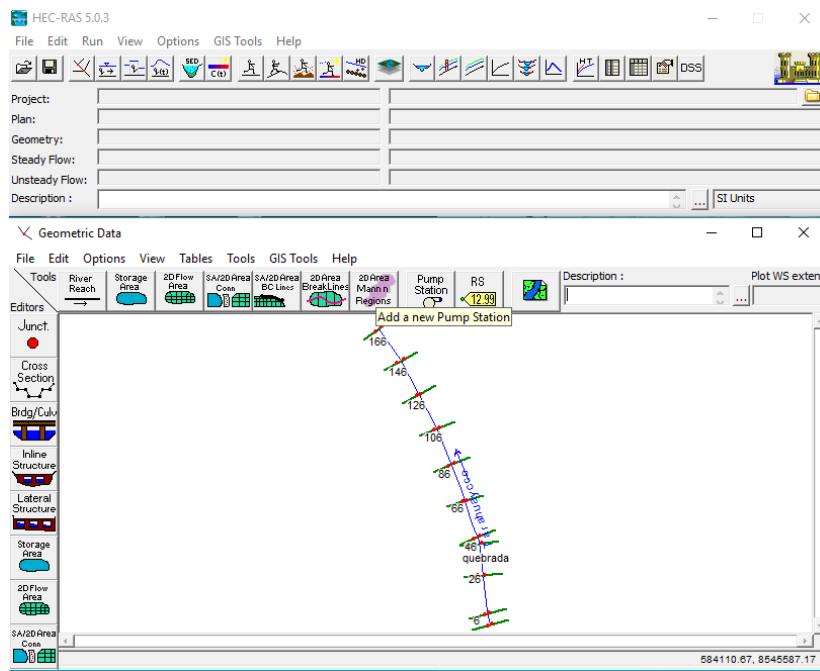


Figura 6.2.3: Geometría Importada en el HEC-RAS

3. A continuación se carga el dato de caudal el cual usaremos el determinado anteriormente para el Tramo 01 este es 24.50 m³/s

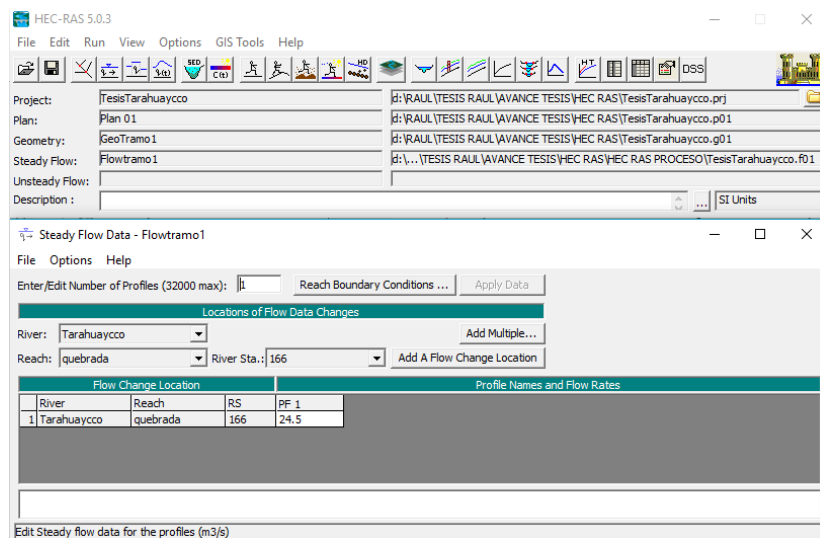


Figura 6.2.4: Caudal para el Tramo 01

4. Finalmente se asigna el tipo de análisis y se realizan los cálculos

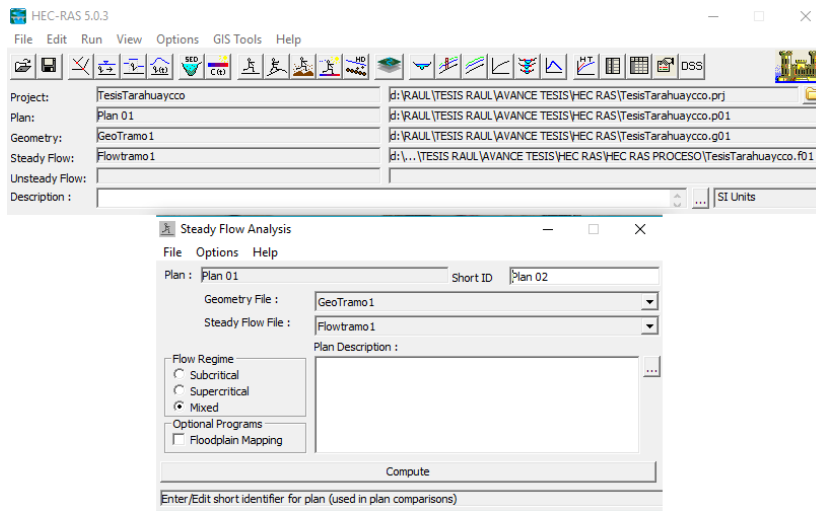


Figura 6.2.5: Análisis mixto ya que no se sabe si es un flujo subcrítico o supercrítico

5. Estos datos serán exportados para ser usados en el GIS.

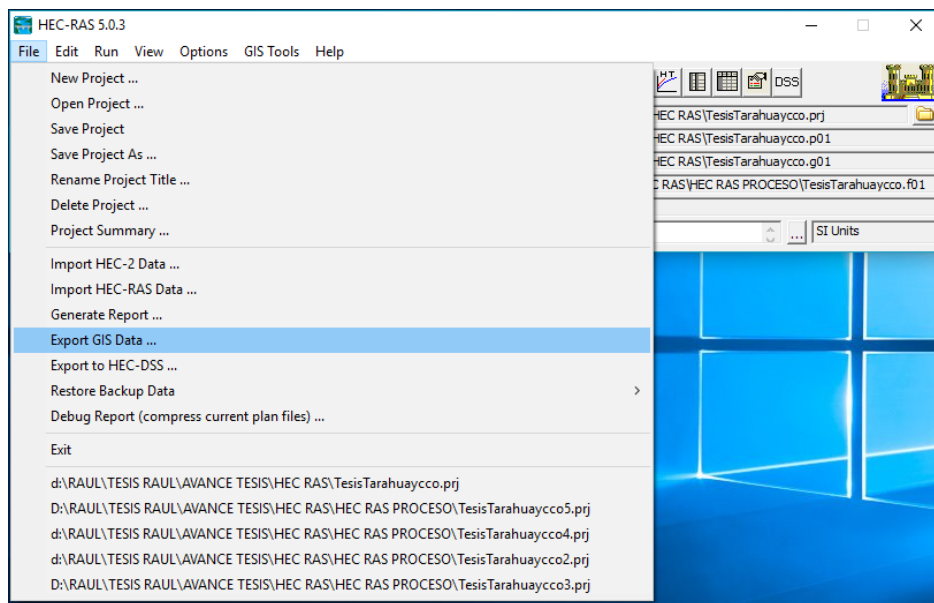


Figura 6.2.6: File-Export GIS data

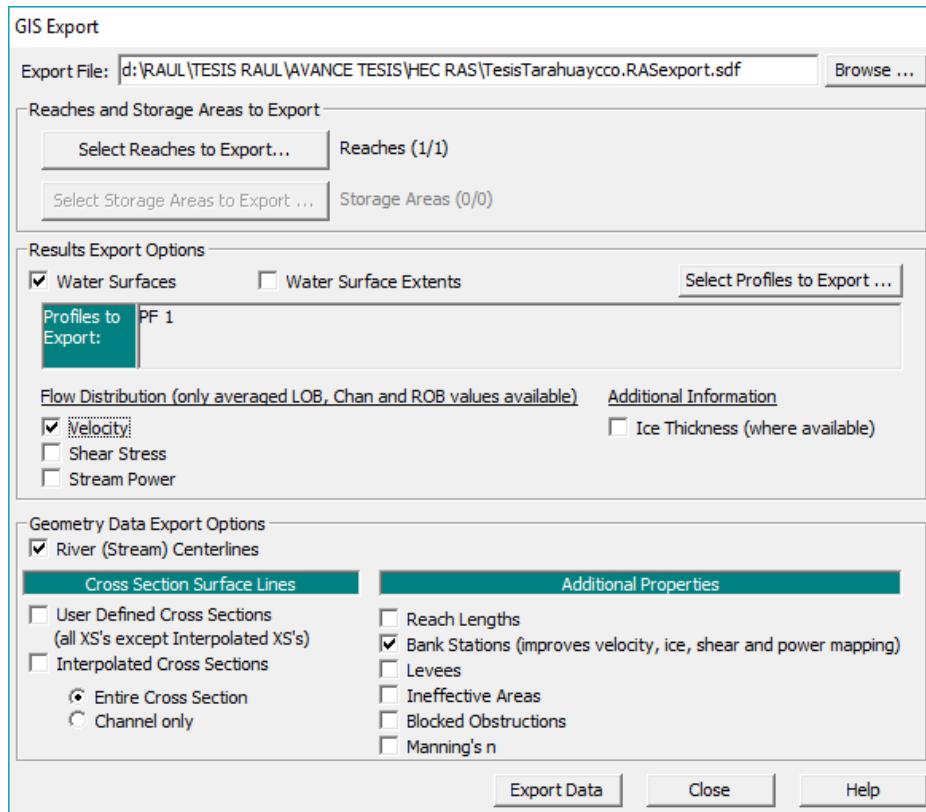


Figura 6.2.7: Escojemos la carpeta a la que se desea exportar y se selecciona la casilla de velocidad para que se exporte y finalmente se presiona Export Data

6. Para que el GIS reconozca estos datos se realiza el siguiente procedimiento.

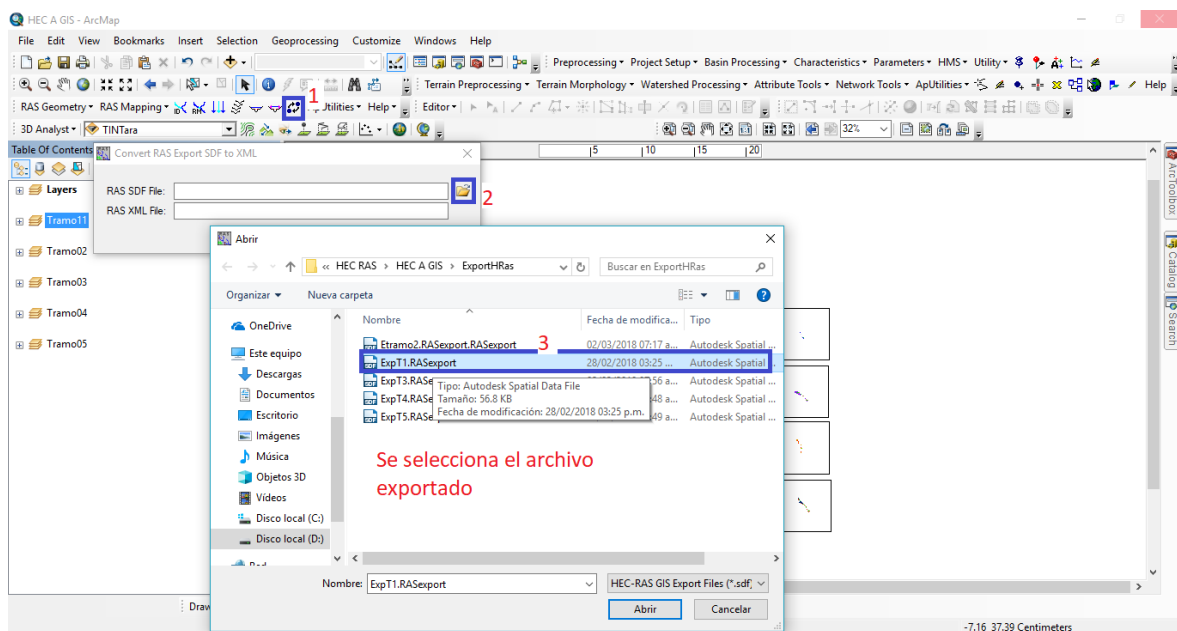


Figura 6.2.8: Convertir el archivo en XML

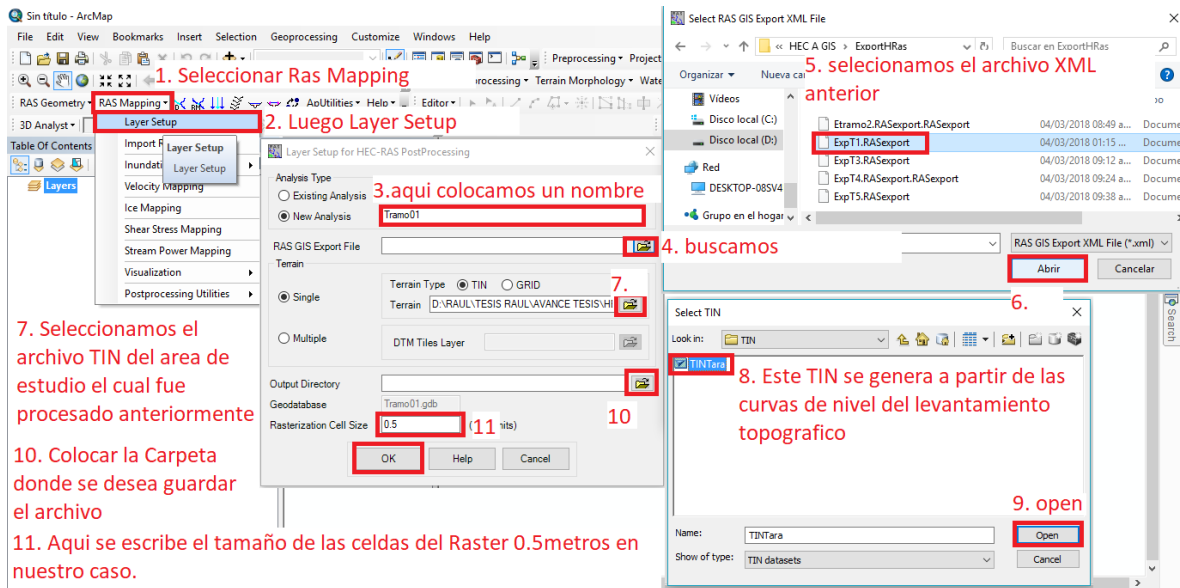


Figura 6.2.9: Procedimiento para Visualizar lo exportado del HEC-RAS

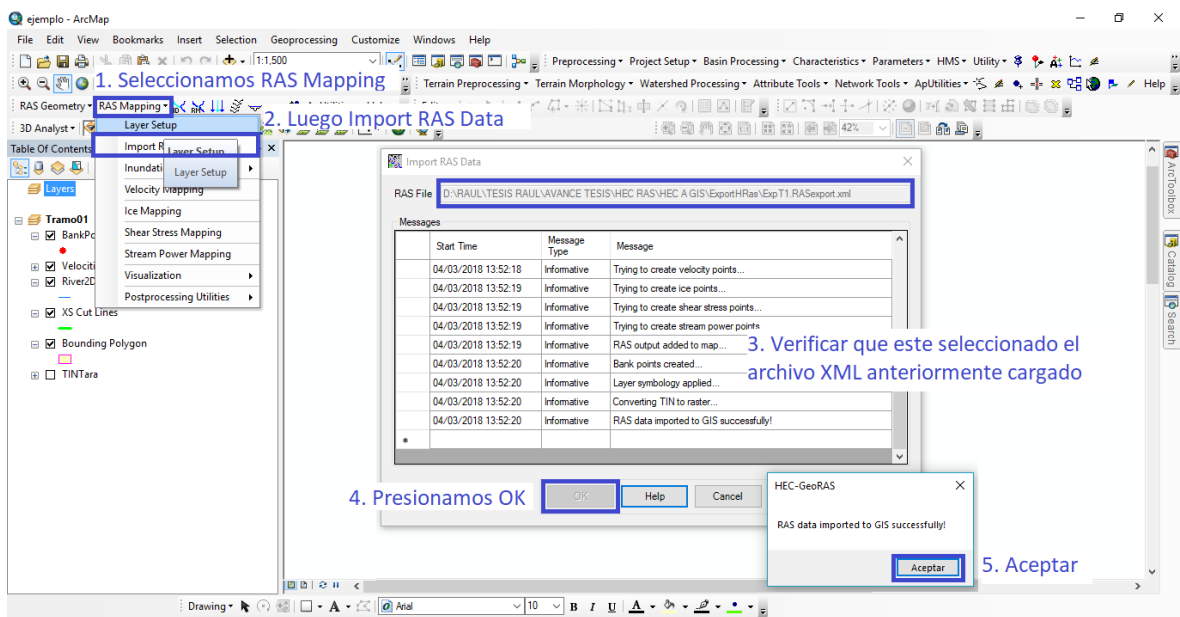


Figura 6.2.10: Procedimiento para cargar datos del archivo XML

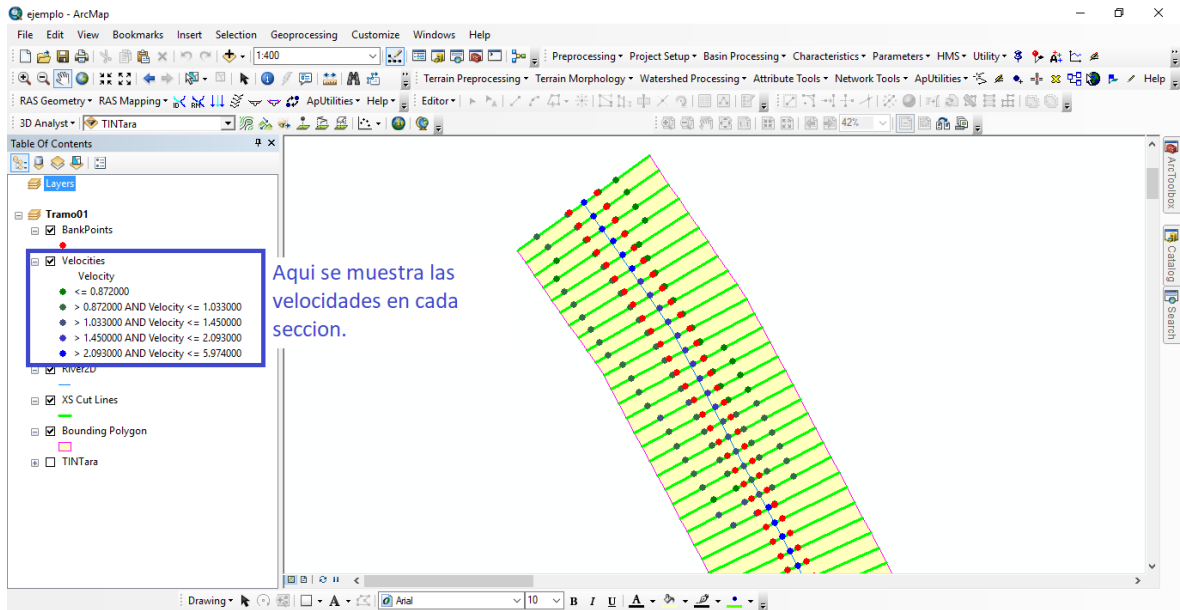


Figura 6.2.11: Resultado de la importación

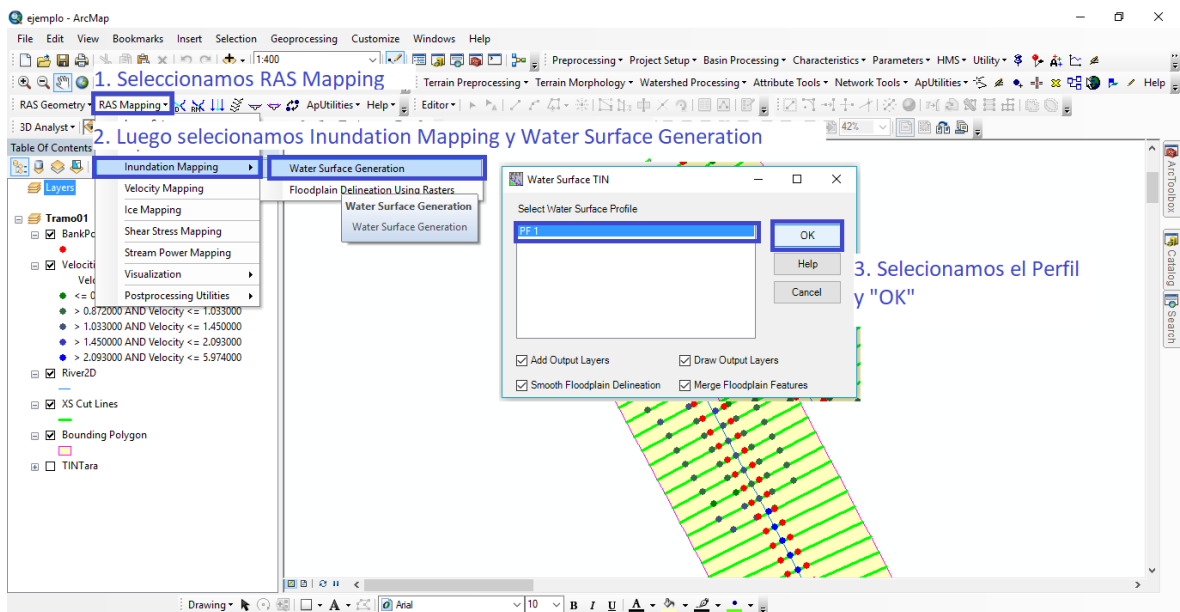


Figura 6.2.12: Procedimiento para crear el raster del área de inundación

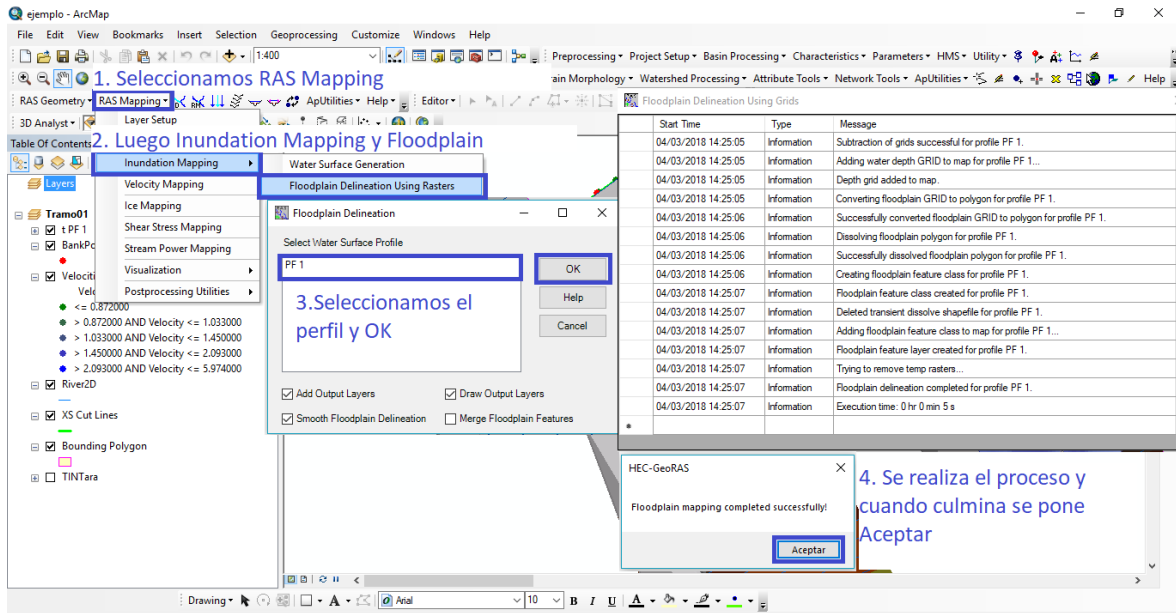


Figura 6.2.13: Procedimiento para crear el raster del área de inundación

- De esta manera se crea el raster de Inundación de la Fig. 6.2.14 con las alturas de tirante que se muestra en la leyenda. Además se incluyó las mazanas a las cuales afecta.

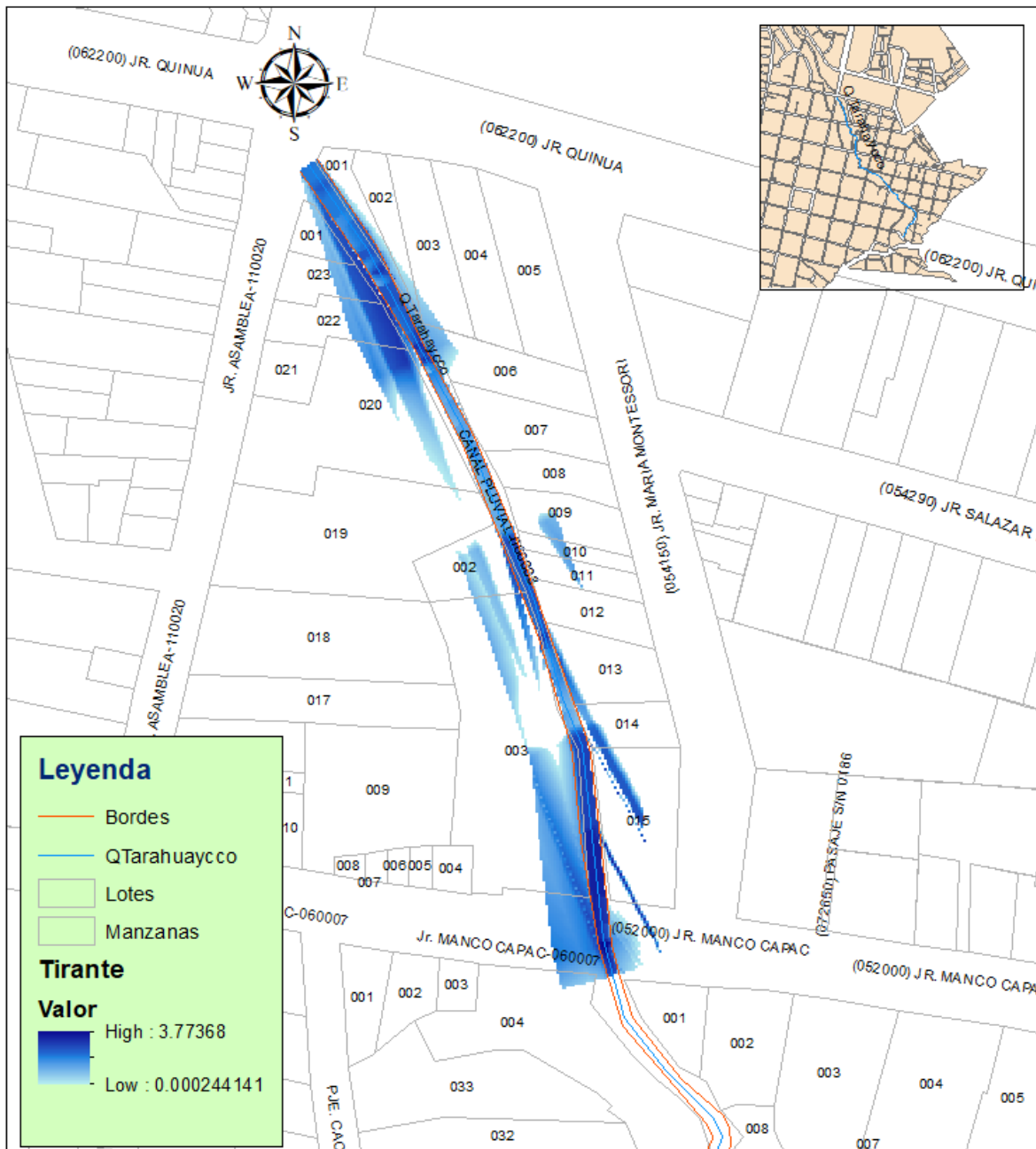


Figura 6.2.14: Plano de alturas de tirante en Tramo 01

- Luego de obtener el mapa de Inundación se procede a determinar el mapa de Velocidades ingresando al RAS Mapping y realizando los paso de la fig. 6.2.15

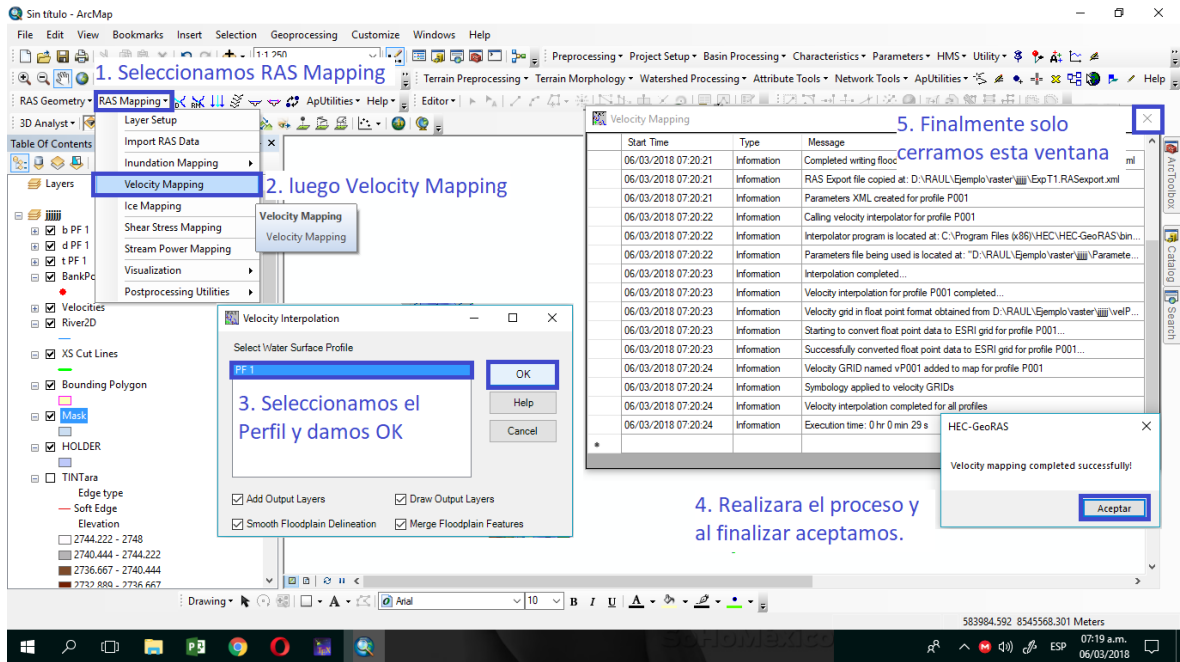


Figura 6.2.15: Procedimiento para crear el raster de velocidades

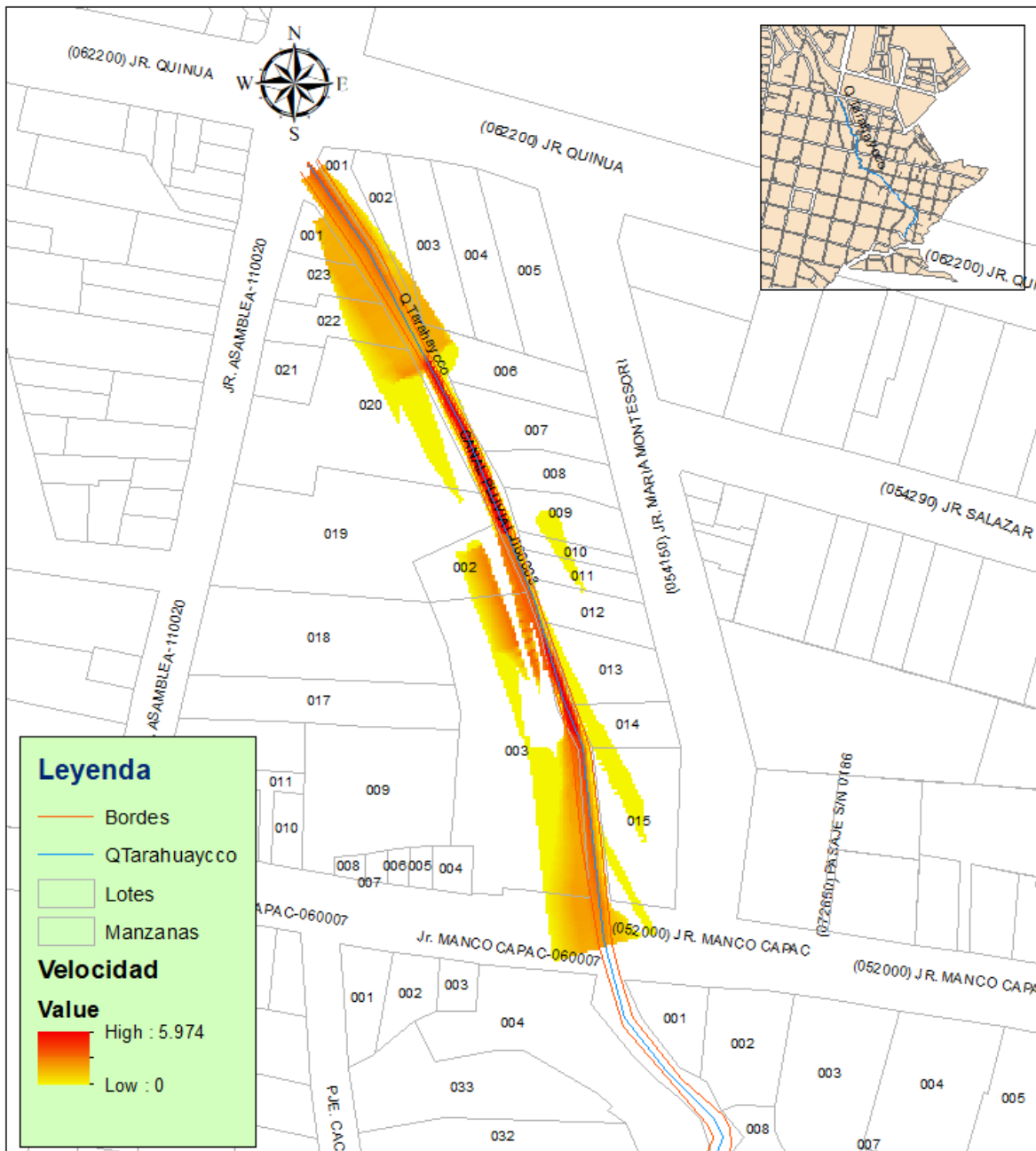
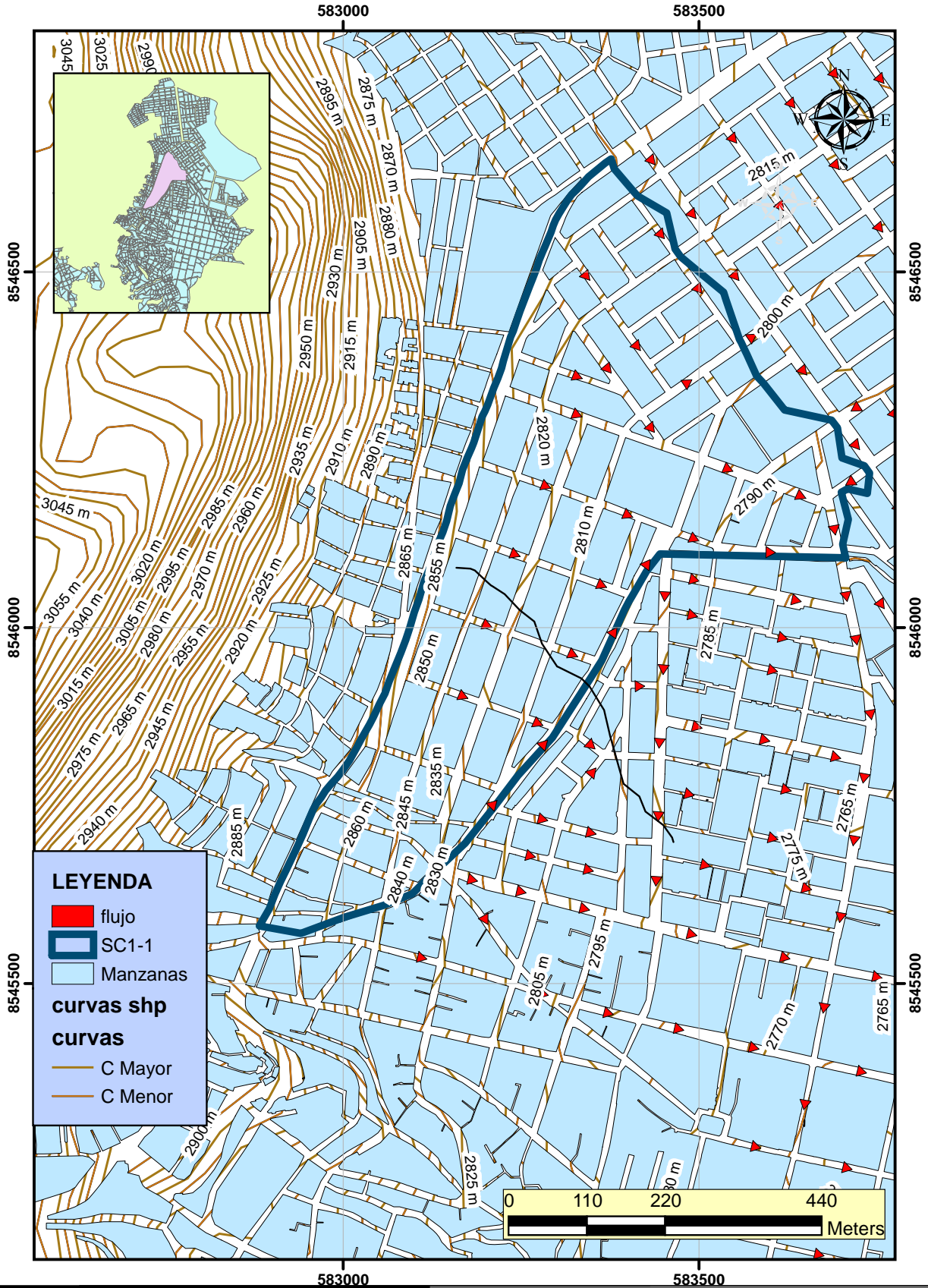


Figura 6.2.16: Mapa de velocidades Tramo 01

6.3. Planos Topográficos de la Cuenca

PLANOS TOPOGRAFICOS DE LAS CUENCAS



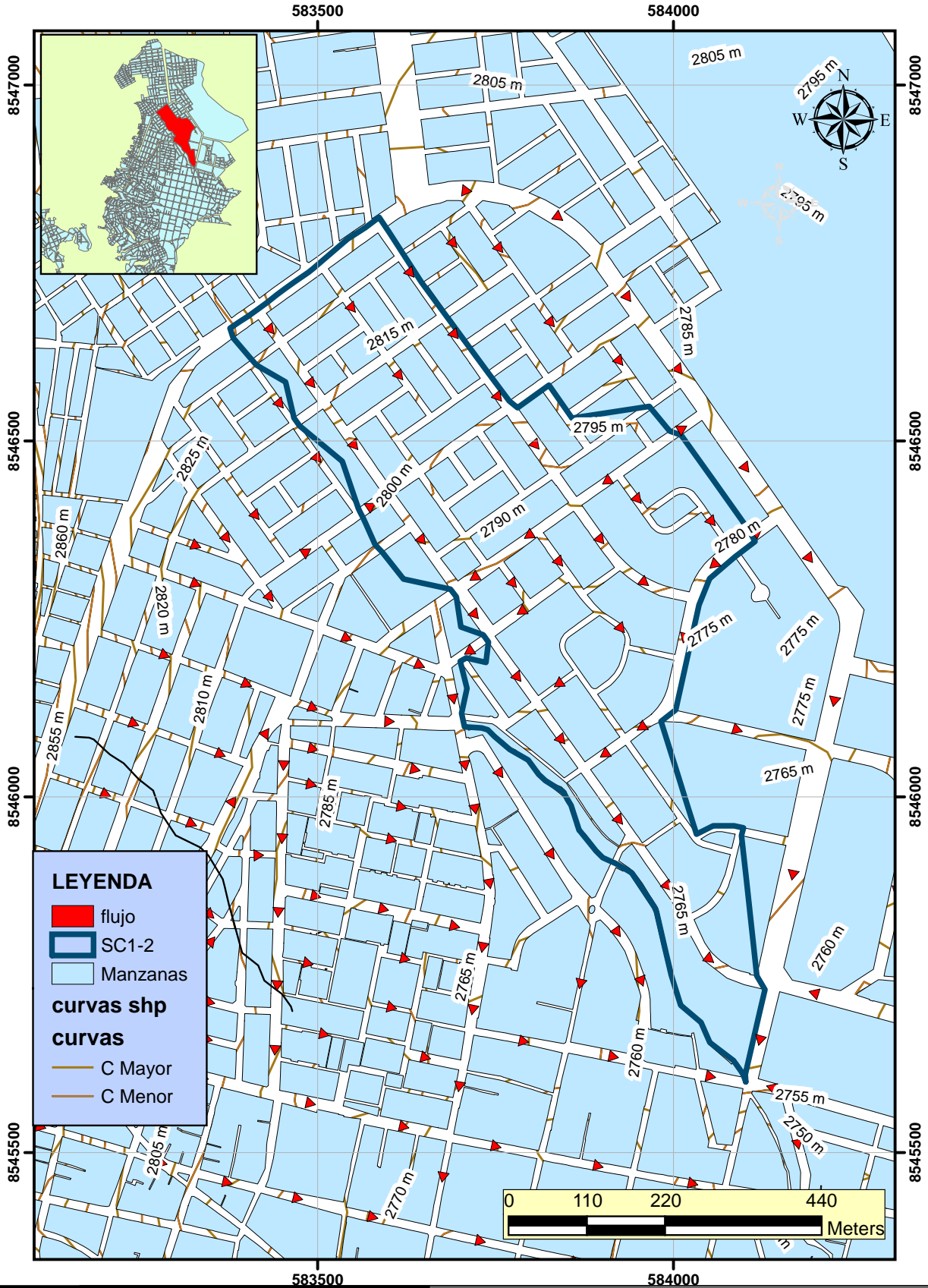
Tesis:
 Nivel de Riesgo en la Quebrada
 Tarahuayco del Distrito de
 Ayacucho

Plano:
 Sub Cuenca 1- 01

Escala:
 1:7,500


Codigo:
TP-01

PLANOS TOPOGRAFICOS DE LAS CUENCAS

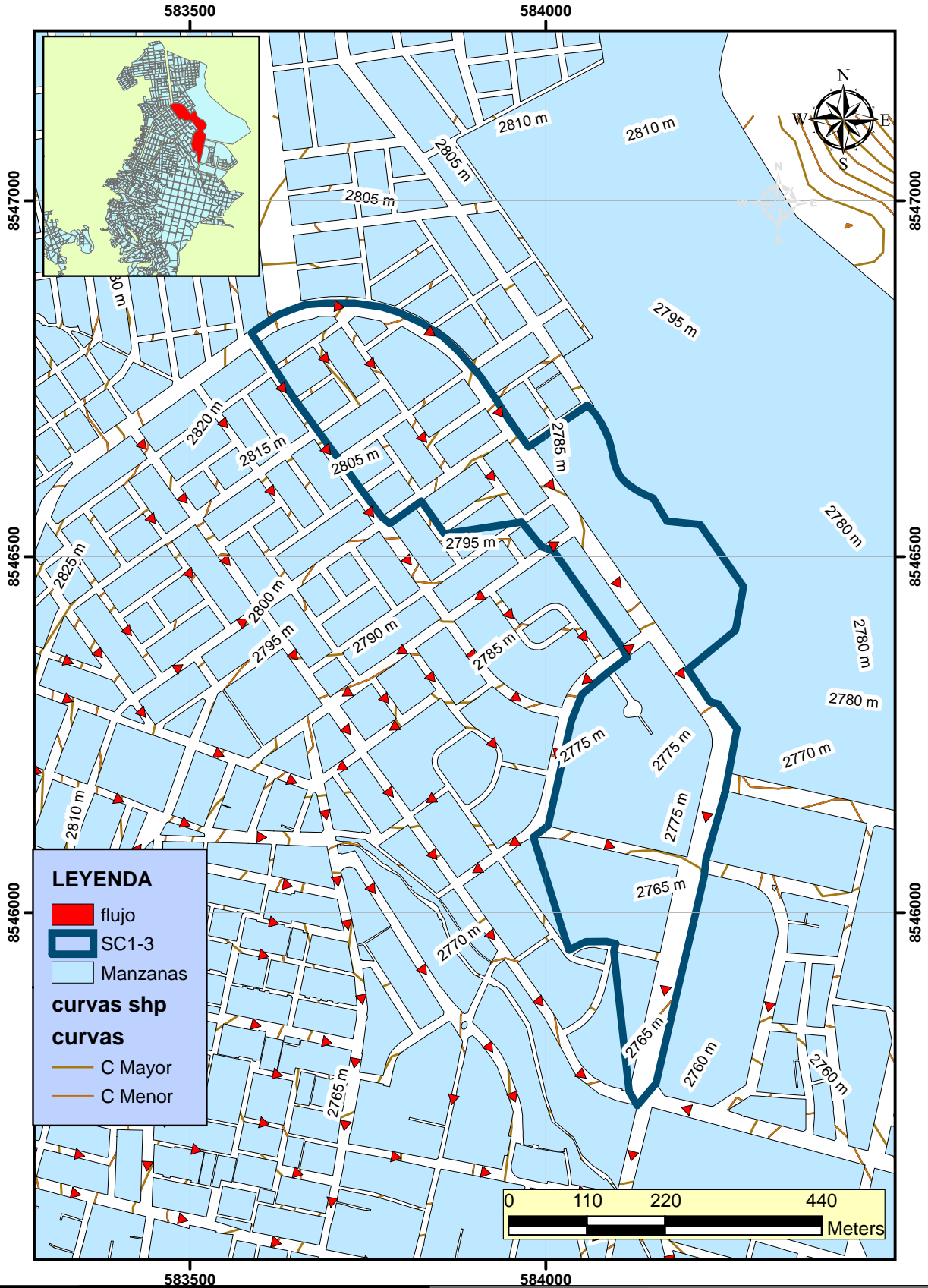


LEYENDA

- flujo
- SC1-2
- Manzanas
- curvas shp**
- curvas**
- C Mayor
- C Menor

	Tesis: Nivel de Riesgo en la Quebrada Tarahuayco del Distrito de Ayacucho	Plano: Sub Cuenca 1- 02	Escala: 1:7,500
	Código: <h2 style="margin: 0;">TP-02</h2>		

PLANOS TOPOGRAFICOS DE LAS CUENCAS




LEYENDA

- flujo
- SC1-3
- Manzanas

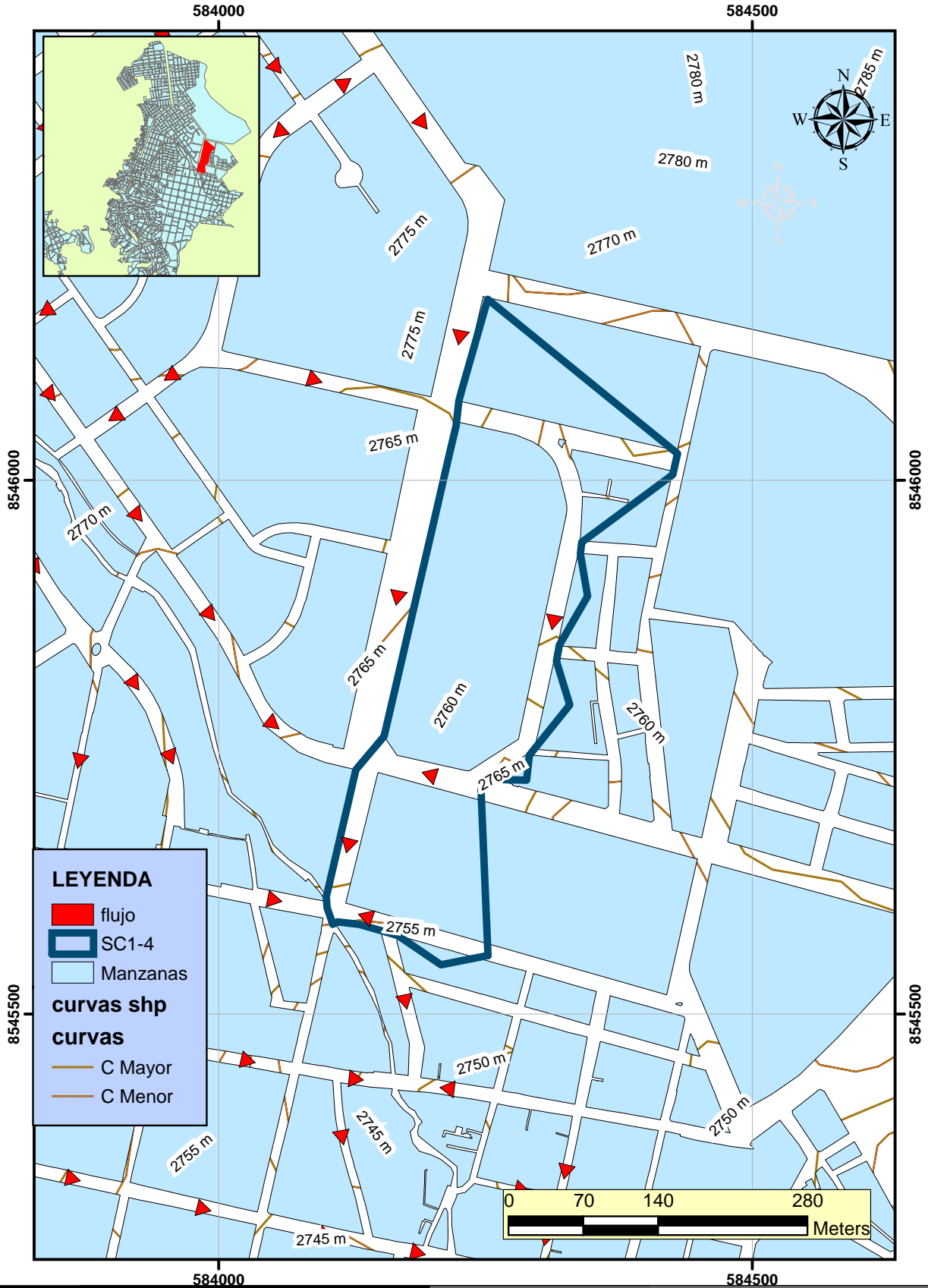
curvas shp

curvas

- C Mayor
- C Menor

	Tesis: Nivel de Riesgo en la Quebrada Tarahuayco del Distrito de Ayacucho	Plano: Sub Cuenca 1- 03	Escala: 1:7,500
			Codigo: TP-03

PLANOS TOPOGRAFICOS DE LAS CUENCAS



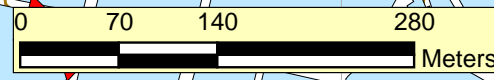
LEYENDA


- flujo
- SC1-4
- Manzanas

curvas shp

curvas

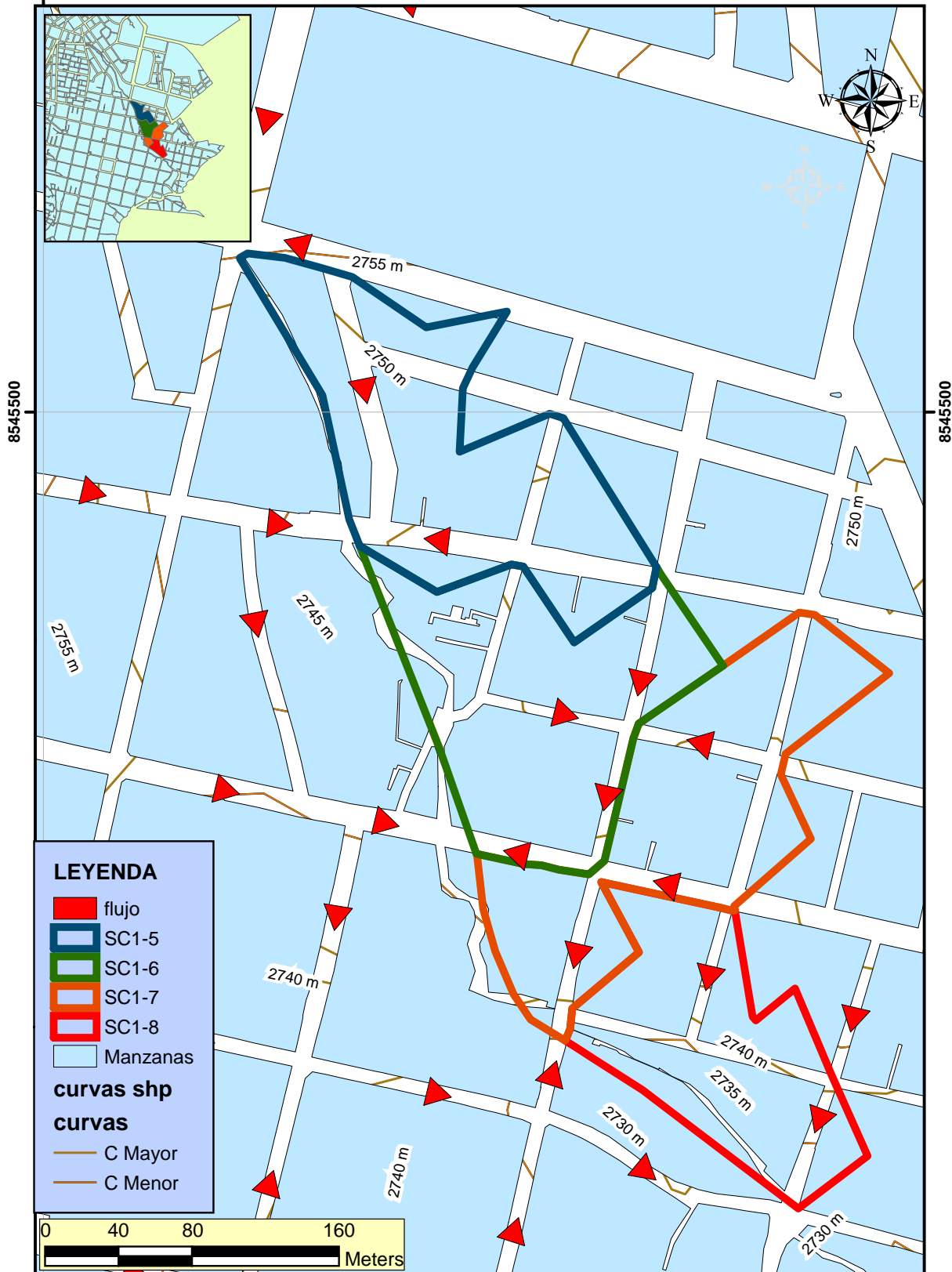
- C Mayor
- C Menor



	Tesis:	Plano:	Escala:
	Nivel de Riesgo en la Quebrada Tarahuayco del Distrito de Ayacucho	Sub Cuenca 1- 04	1:5,000
			Codigo: TP-04

PLANOS TOPOGRAFICOS DE LAS CUENCAS

584000



584000



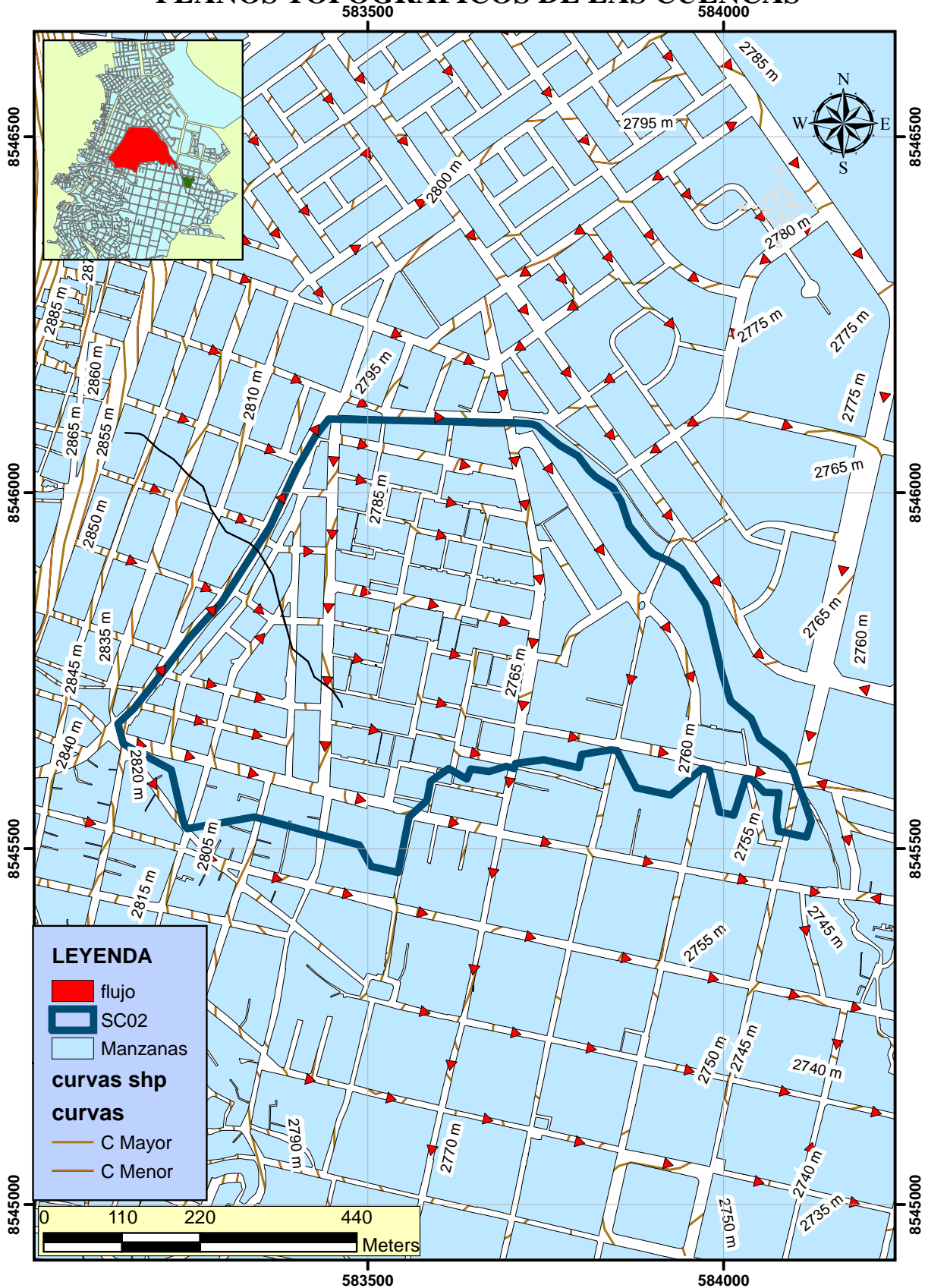
Tesis:
 Nivel de Riesgo en la Quebrada
 Tarahuayco del Distrito de
 Ayacucho

Plano:
 Sub Cuenca 1- 05
 Sub Cuenca 1- 06
 Sub Cuenca 1- 07
 Sub Cuenca 1- 08

Escala:
 1:3,000

Codigo:
TP-05

PLANOS TOPOGRAFICOS DE LAS CUENCAS

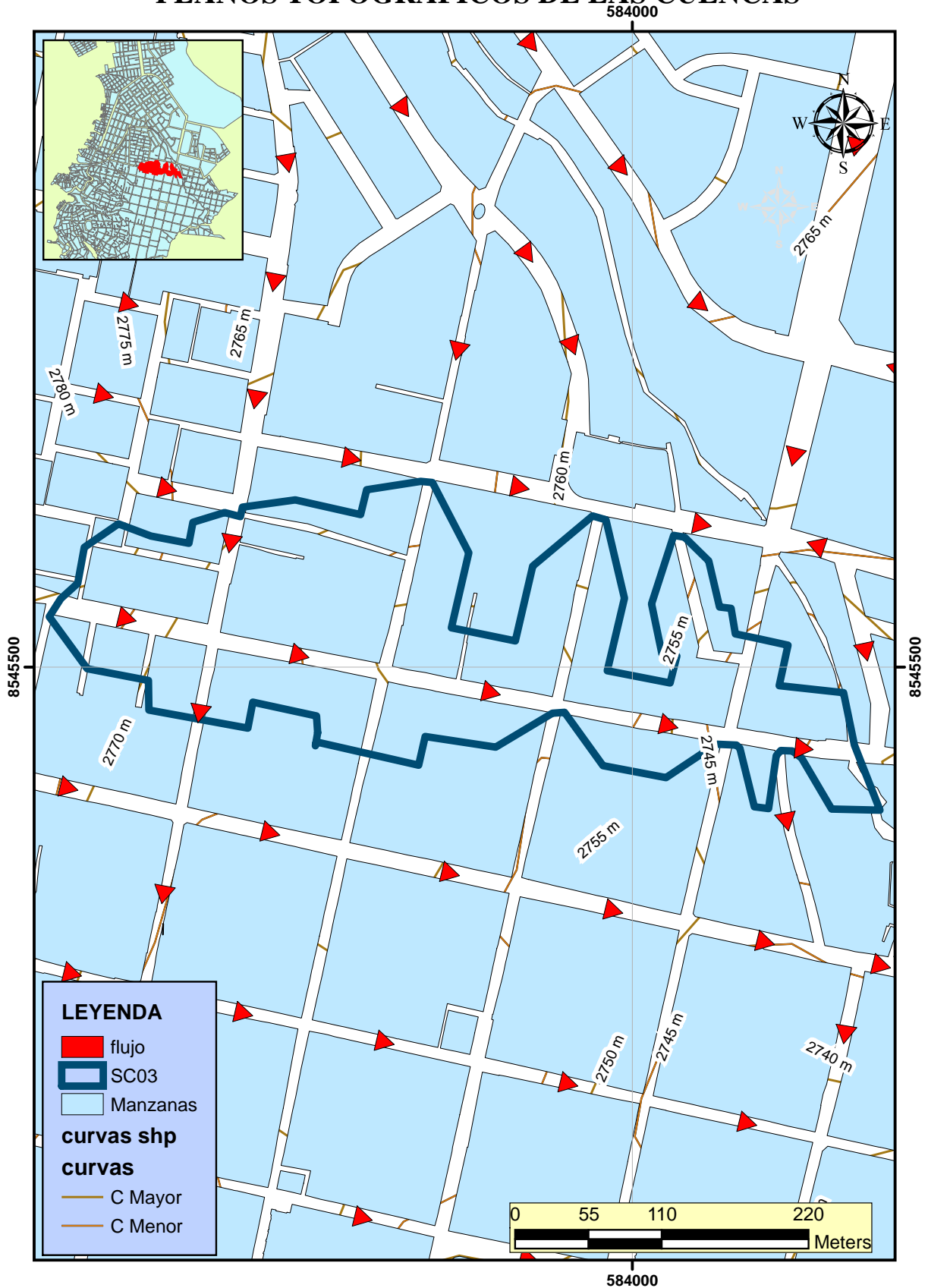


Tesis:
 Nivel de Riesgo en la Quebrada
 Tarahuayco del Distrito de
 Ayacucho

Plano:
 Sub Cuenca 02

Escala:
 1:7,500
 Código:
TP-06

PLANOS TOPOGRAFICOS DE LAS CUENCAS



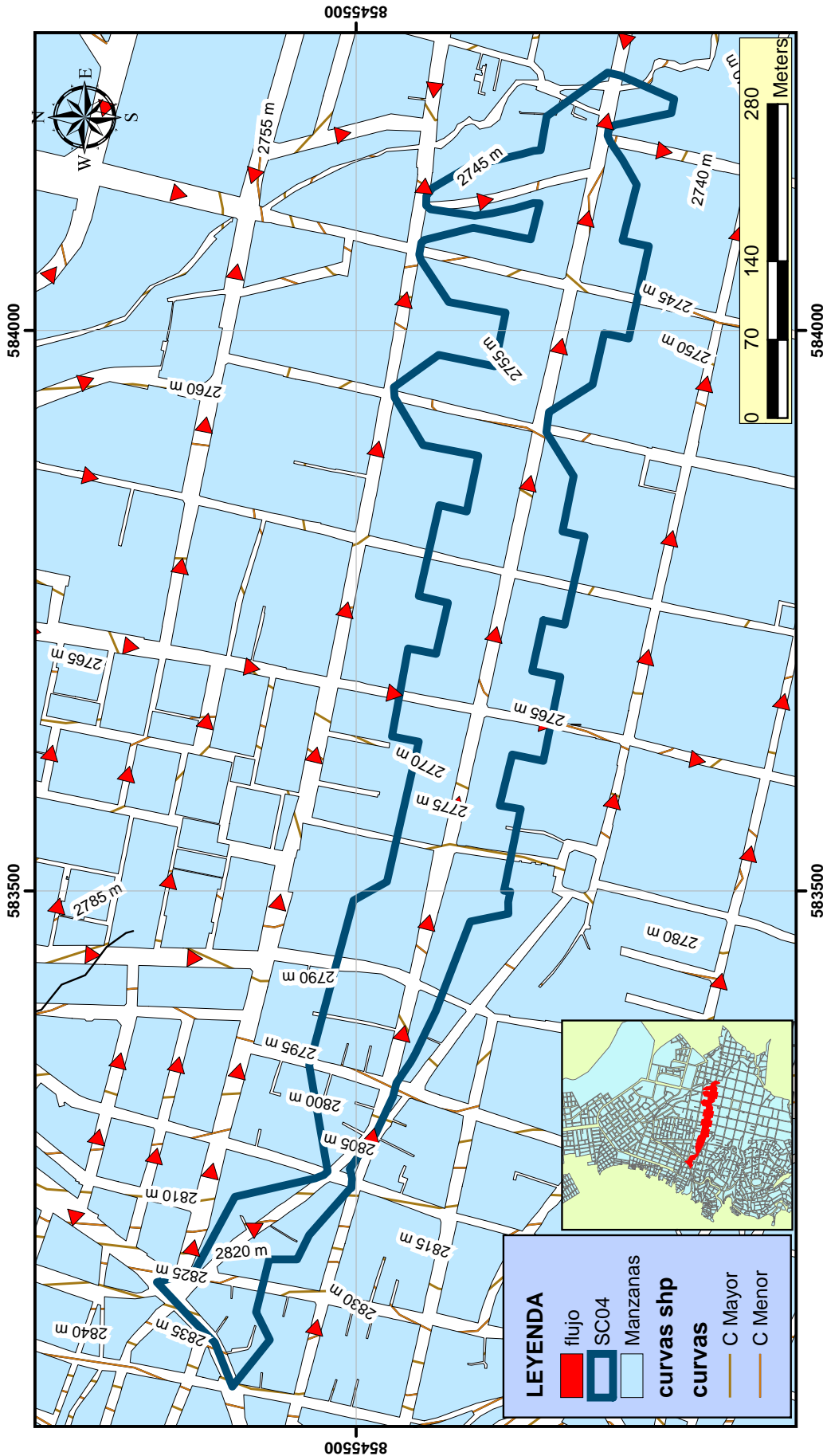
Tesis:
 Nivel de Riesgo en la Quebrada
 Tarahuayco del Distrito de
 Ayacucho

Plano:
 Sub Cuenca 03

Escala:
 1:4,000

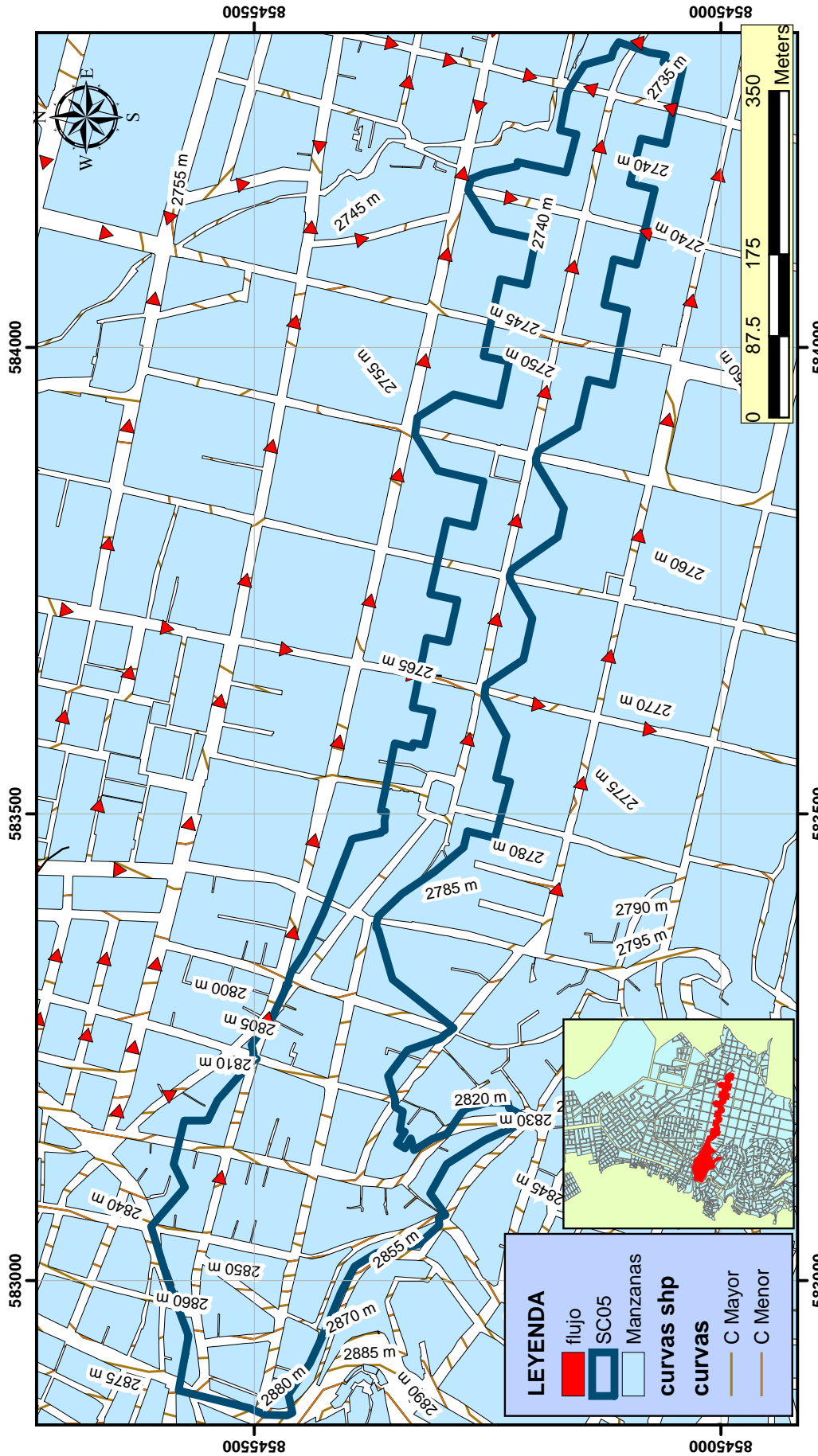
Codigo:
TP-07

PLANOS TOPOGRAFICOS DE LAS CUENCAS



	Tesis:	Nivel de Riesgo en la Quebrada Tarahuayco del Distrito de Ayacucho		
	Plano:	Sub Cuenca 04	Codigo:	TP-08
	Escala:	1:5,000		

PLANOS TOPOGRAFICOS DE LAS CUENCAS



Tesis:

Nivel de Riesgo en la Quebrada Tarahuayco del Distrito de Ayacucho

Plano:

Sub Cuenca 05

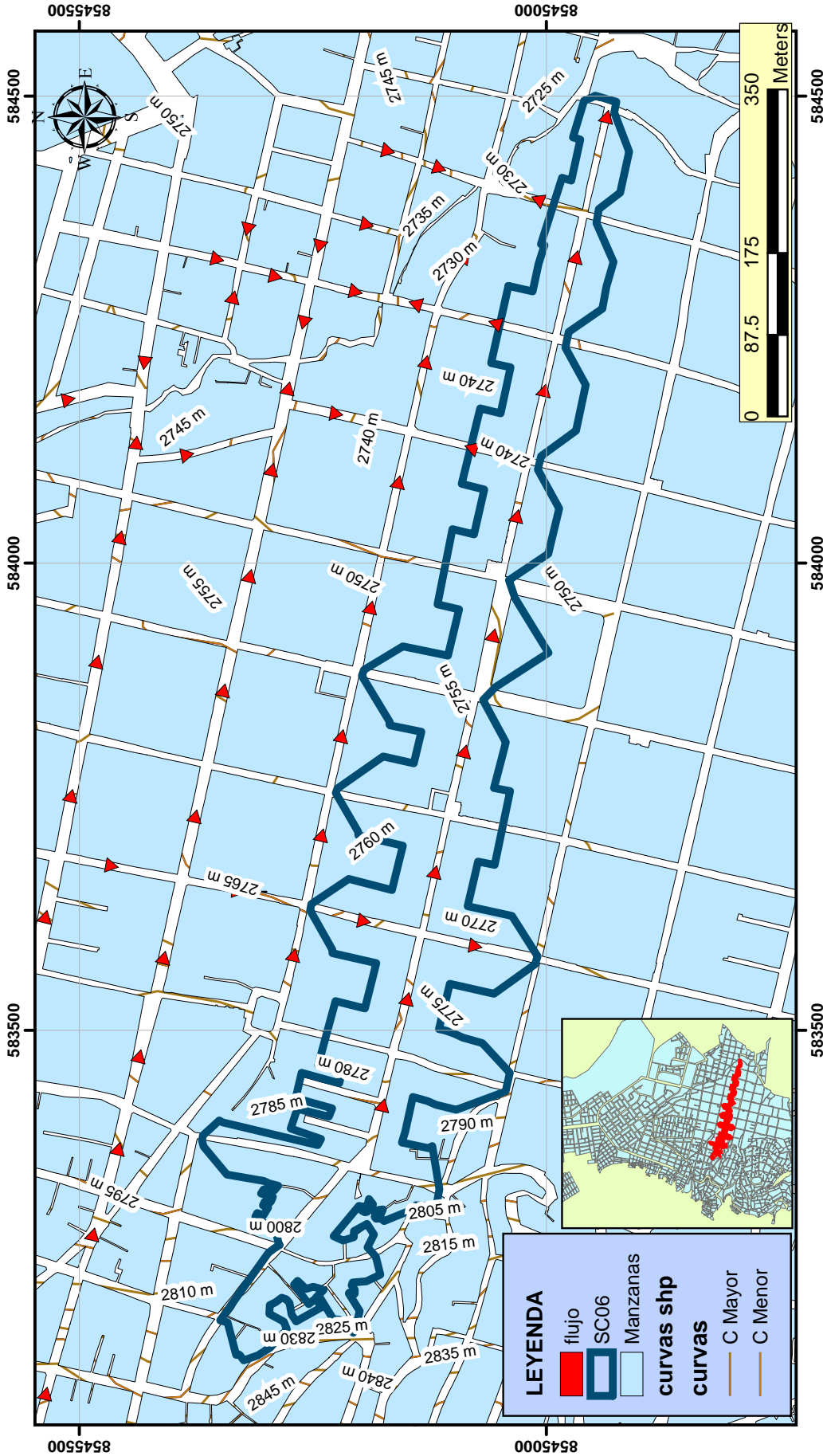
Escala:

1:6,000

Codigo:

TP-09

PLANOS TOPOGRAFICOS DE LAS CUENCAS



Tesis:

Nivel de Riesgo en la Quebrada Tarahuayco del Distrito de Ayacucho

Plano:

Sub Cuenca 06

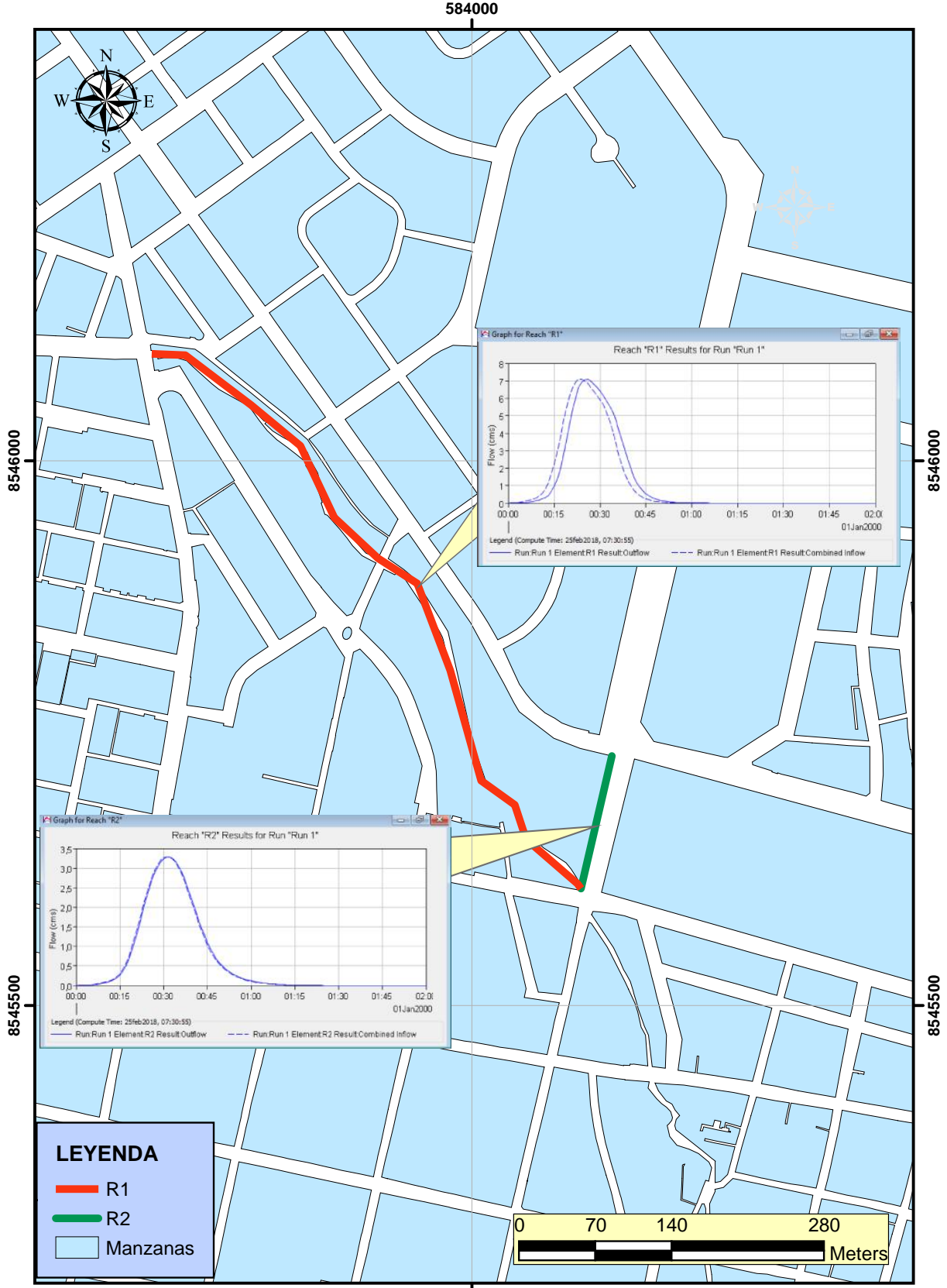
Escala:

1:6,000

Codigo:

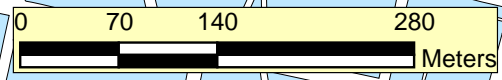
TP-10

TRÁNSITO DE AVENIDAS



LEYENDA

- R1
- R2
- Manzanas



Tesis:
Nivel de Riesgo en la Quebrada Tarahuayco del Distrito de Ayacucho

Plano:
TRANSITO DE AVENIDAS

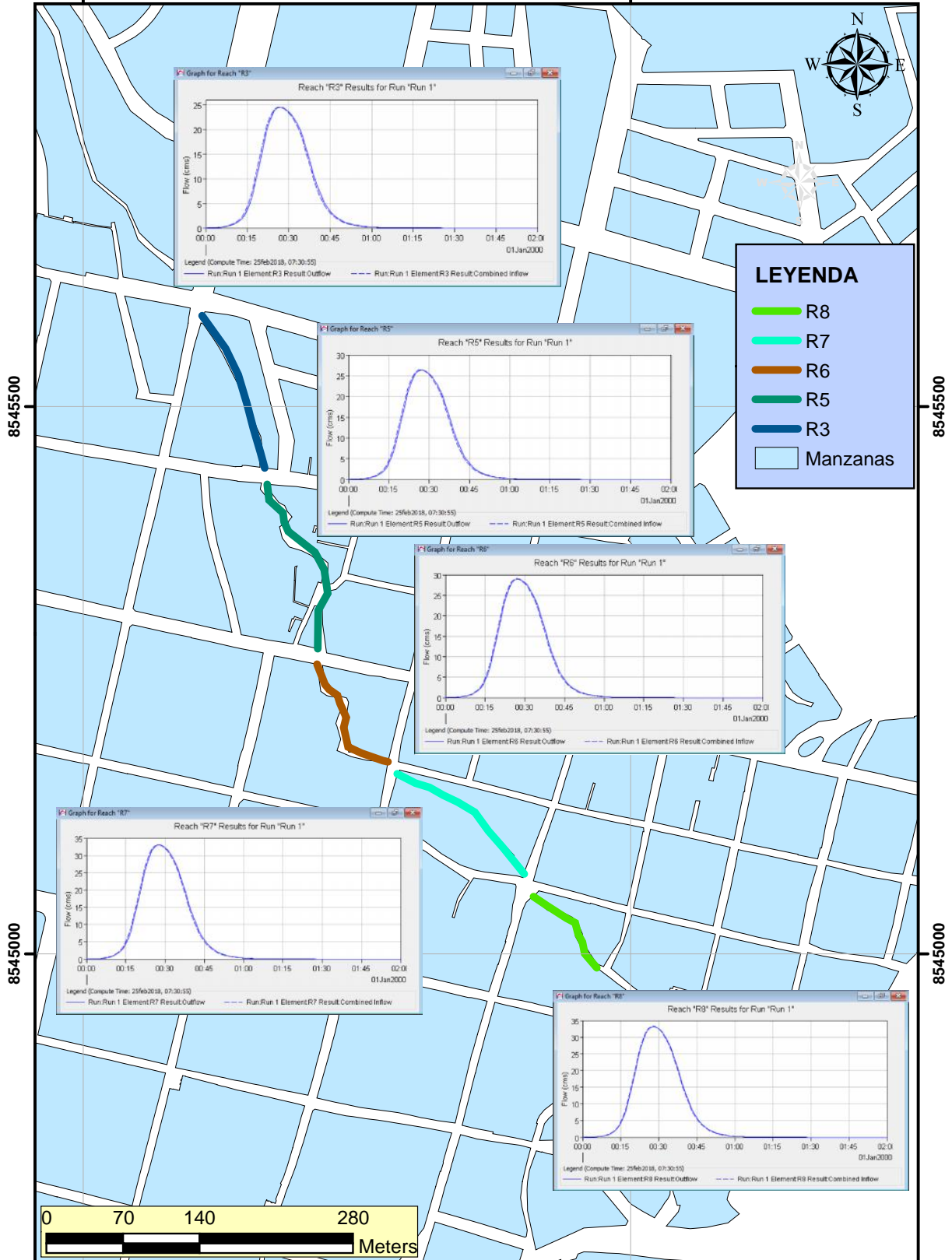
Escala:
 1:5,000

Codigo:
AV-01

TRÁNSITO DE AVENIDAS

584000

584500



584000

584500



Tesis:
**Nivel de Riesgo en la Quebrada
 Tarahuayco del Distrito de
 Ayacucho**

Plano:
**TRANSITO DE
 AVENIDAS**

Escala:
 1:5,000
 Código:
AV-02

Bibliografía

- Andia, A. C. (2009). *Material de apoyo didáctico para la enseñanza y aprendizaje de la asignatura de hidrología*. VIII, 27, 28
- Aranoa, C. G. (2011). *Propuesta metodológica de modelización Hidrometeorológica e hidrodinámica enfocada a La ordenación del riesgo de inundación: Aplicación a la cuenca del río pejibaye*. 75
- CENEPRED (2014). *Manual Para la Evaluación de Riesgos Originados por Inundaciones Fluviales*. VIII, 9, 10, 11, 12, 13, 16
- Cortijo, O. L. (2008). *Metodología Para el Analisis de Vulnerabilidad y Riesgo ante Inundaciones y Sismos, de las Edificaciones en Centros Urbanos*. 86
- González, S. (2015). *Inundaciones urbanas y cambio climático*. 17, 18, 19
- INDECI (2004a). *Mapa De Peligros De La Ciudad De Ayacucho*. 22
- INDECI (2004b). *Plan de prevención ante desastres: usos del suelo y medidas de mitigación ciudad de Ayacucho*. 111
- INDECI (2006). *Manual Básico para la Estimación del Riesgo*. 14
- OFEE (1997). *Prise en compte des dangers dus aux mouvements de terrain dans le cadre des activités de l'aménagement du territoire*. 75
- Renda, E. (2017). *Manual Para la Elaboración de Mapas de Riesgo*. 8, 9
- Tucci, C. M. (2006). *Gestión de Inundaciones Urbanas*. 24