



ANÁLISIS DE INUNDACIONES EN ANTIGUA GUATEMALA.



ANÁLISIS DE INUNDACIONES EN ANTIGUA GUATEMALA

Contenido:

- Zonificación de la amenaza natural
- Modelo hidrológico
- Análisis de vulnerabilidad
- Determinación de Riesgo
- Propuestas de obras y lineamientos

OBJETIVOS DEL ESTUDIO

Objetivo general

Realizar un análisis de riesgo a inundaciones pluviales en el casco urbano del municipio de Antigua Guatemala, Sacatepéquez.

Objetivos específicos

Analizar la amenaza y vulnerabilidad de la ciudad de Antigua Guatemala ante inundaciones pluviales.

Mapear las zonas de riesgo a sufrir inundaciones pluviales dentro del casco urbano de la ciudad de Antigua Guatemala.

Definir lineamientos de obras y medidas de mitigación respetando el marco legal local.



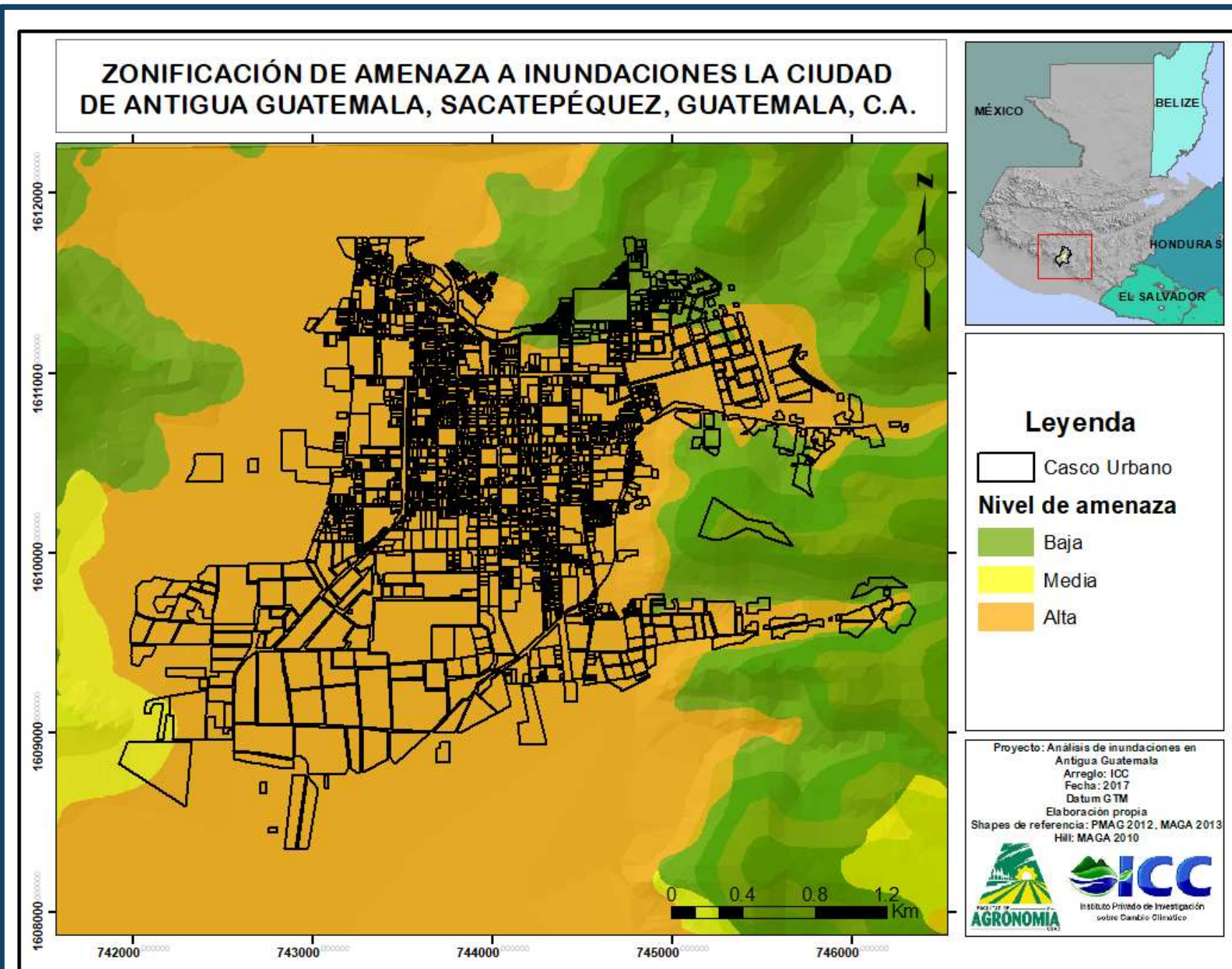


ZONIFICACIÓN DE AMENAZA A INUNDACIONES

Delimitación del área urbana
Mapeo de amenaza a
inundaciones

ZONIFICACIÓN DE LA AMENAZA

- Morfología
- Geología
- Precipitación
- Capacidad de drenaje
- Humedecimiento
- Uso actual





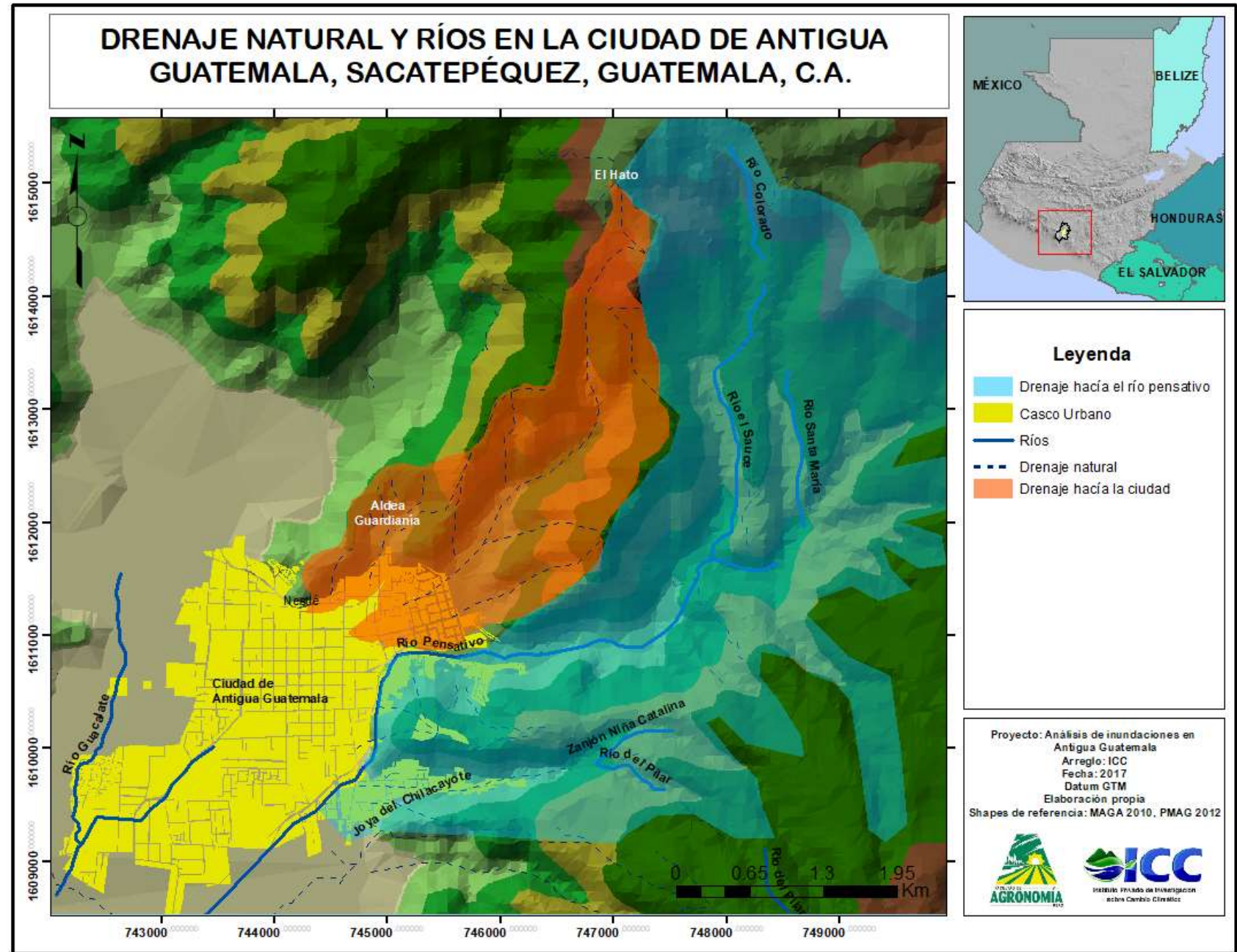
MODELO HIDROLÓGICO

Drenaje Natural
Caudales máximos
Volumen de agua

DRENAJE NATURAL

Sección Pensativo

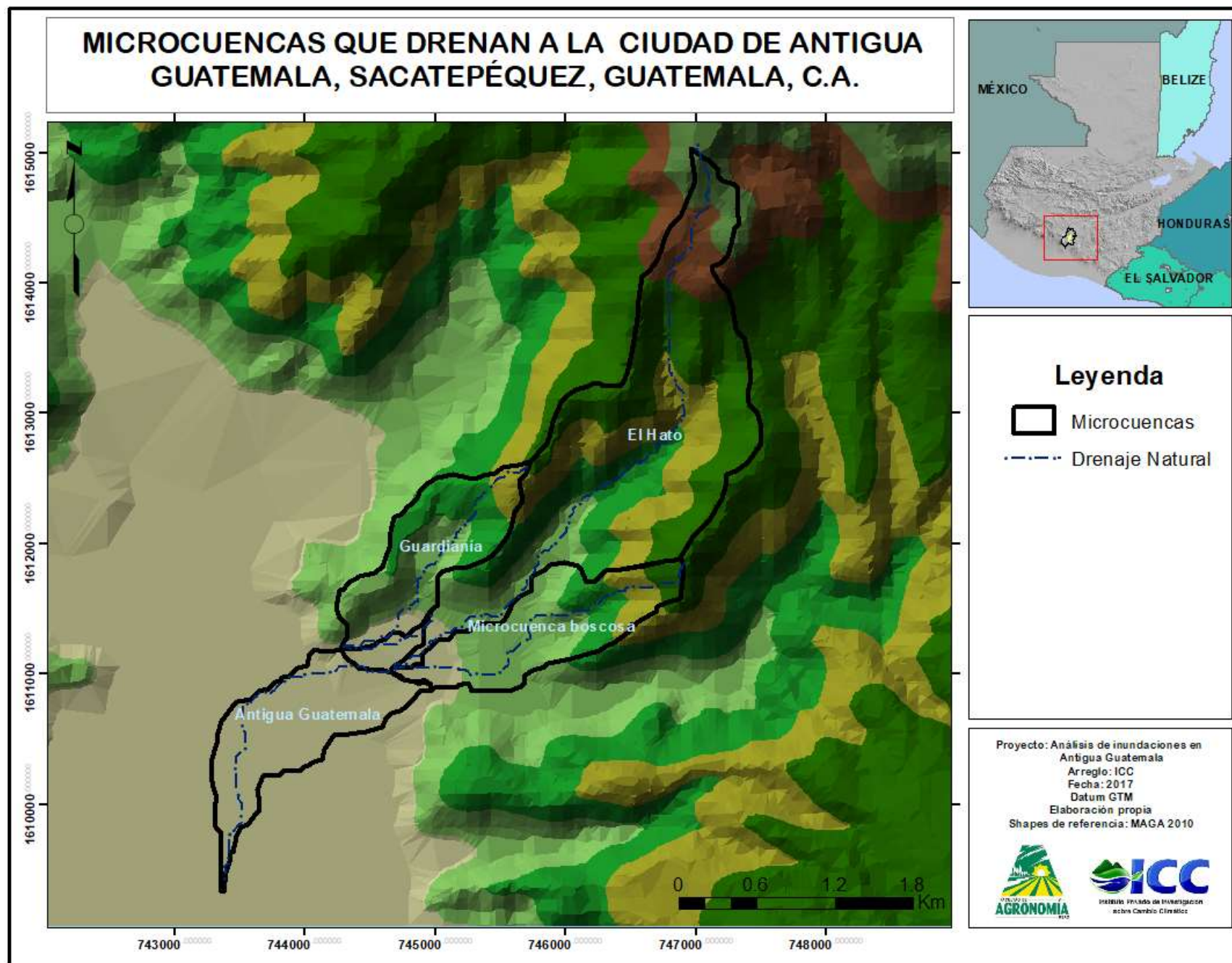
Sección Guardianía



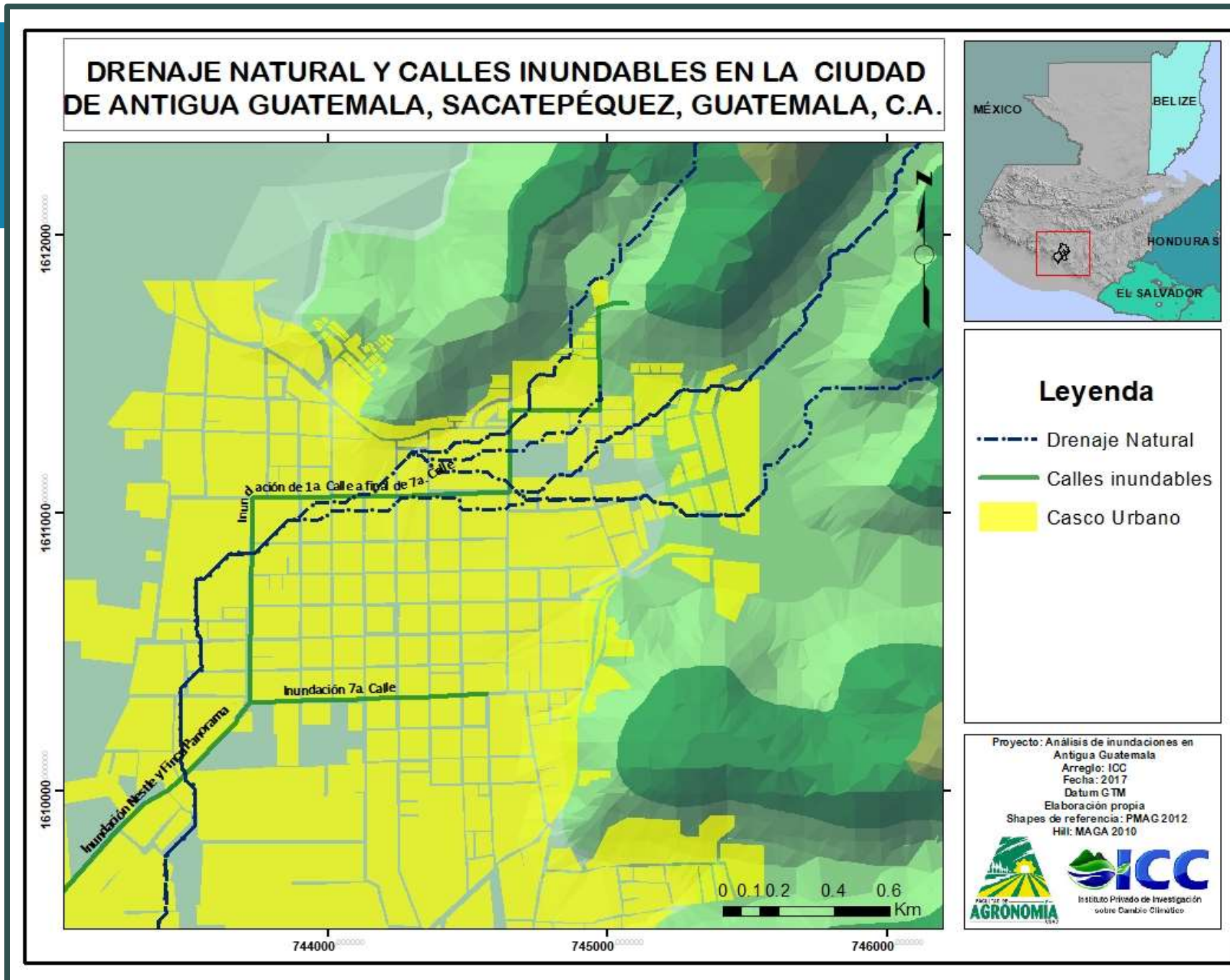
APOORTE DE ESCORRENTÍA

3 microcuencas drenan a la ciudad

2 microcuencas dentro de la ciudad

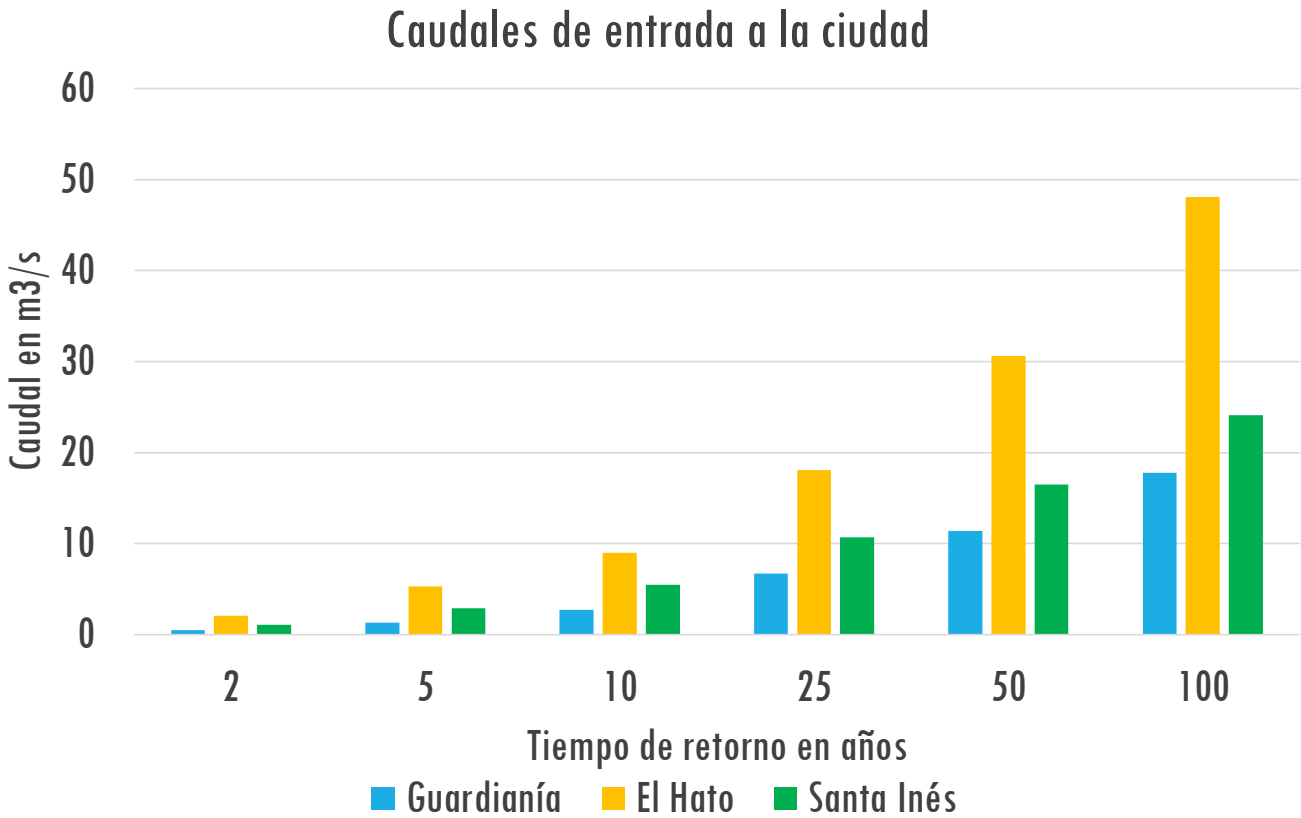


DIRECCIÓN DE INUNDACIONES



Caudales de entrada

Tiempo de retorno	Microcuenca		
	Guardianía	El Hato	Santa Inés
2	0.5	2.1	1.1
5	1.3	5.3	2.9
10	2.7	9	5.5
25	6.7	18.1	10.7
50	11.4	30.6	16.5
100	17.8	48.1	24.1



CAUDALES MÁXIMOS DENTRO DE LA CIUDAD

CAUDALES MÁXIMOS DENTRO DE LA CIUDAD

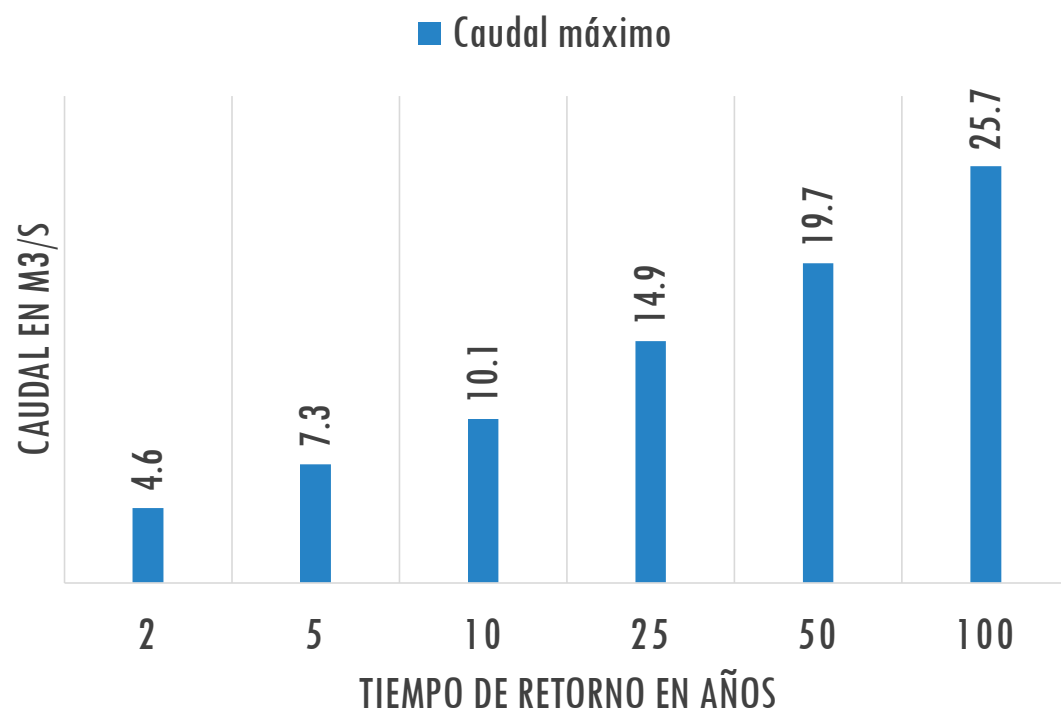


Foto: García N.

CAUDALES MÁXIMOS PERIODO 2 AÑOS

Guardianía
0.5 m³/s

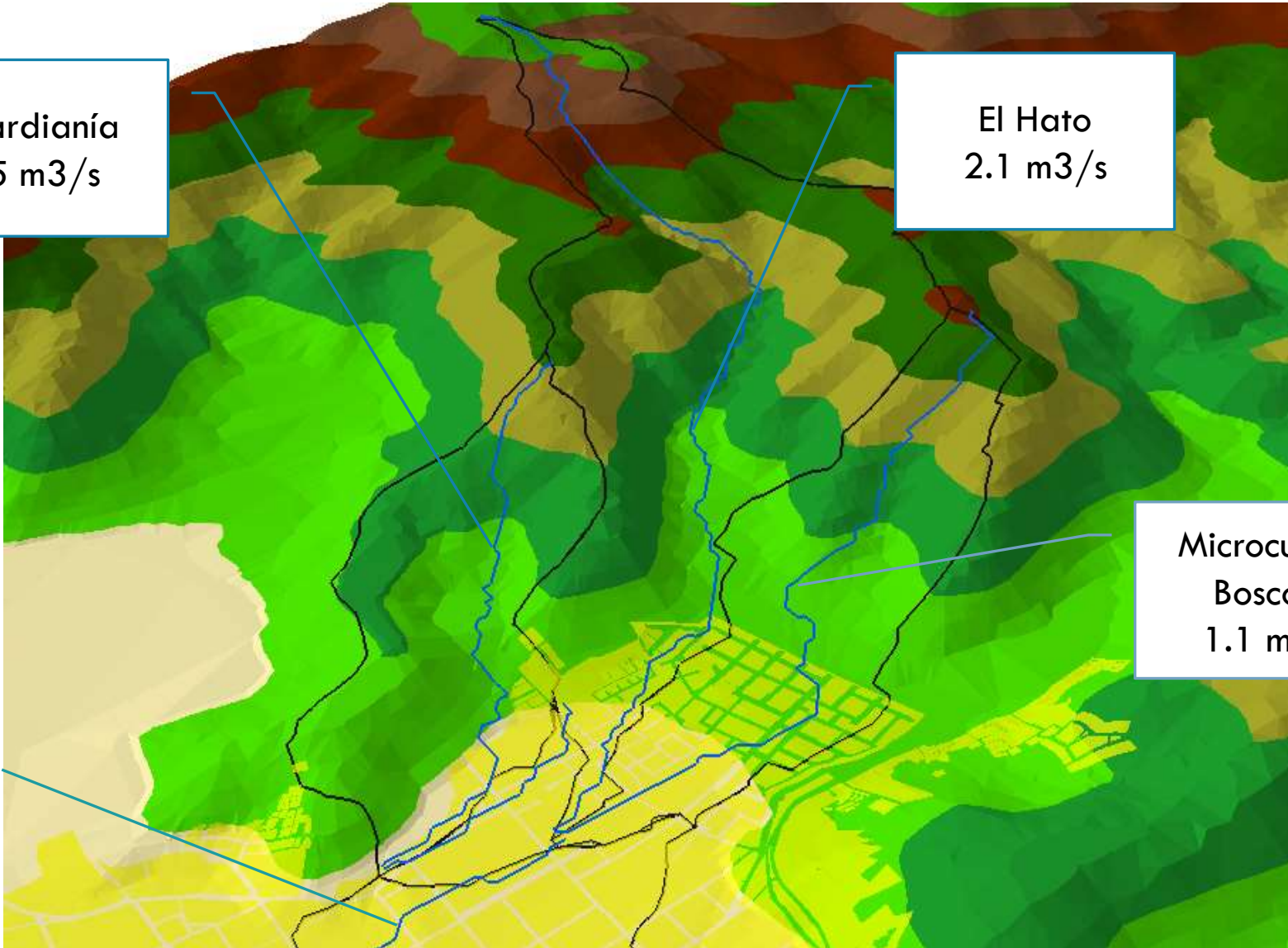
El Hato
2.1 m³/s

Precipitación máxima:
122.68 mm/día

Intensidad:
53.72 mm/h

Microcuenca
Boscosa
1.1 m³/s

Antigua
Guatemala
4.6 m³/s



CAUDALES MÁXIMOS PERIODO 10 AÑOS

Guardianía
2.7 m³/s

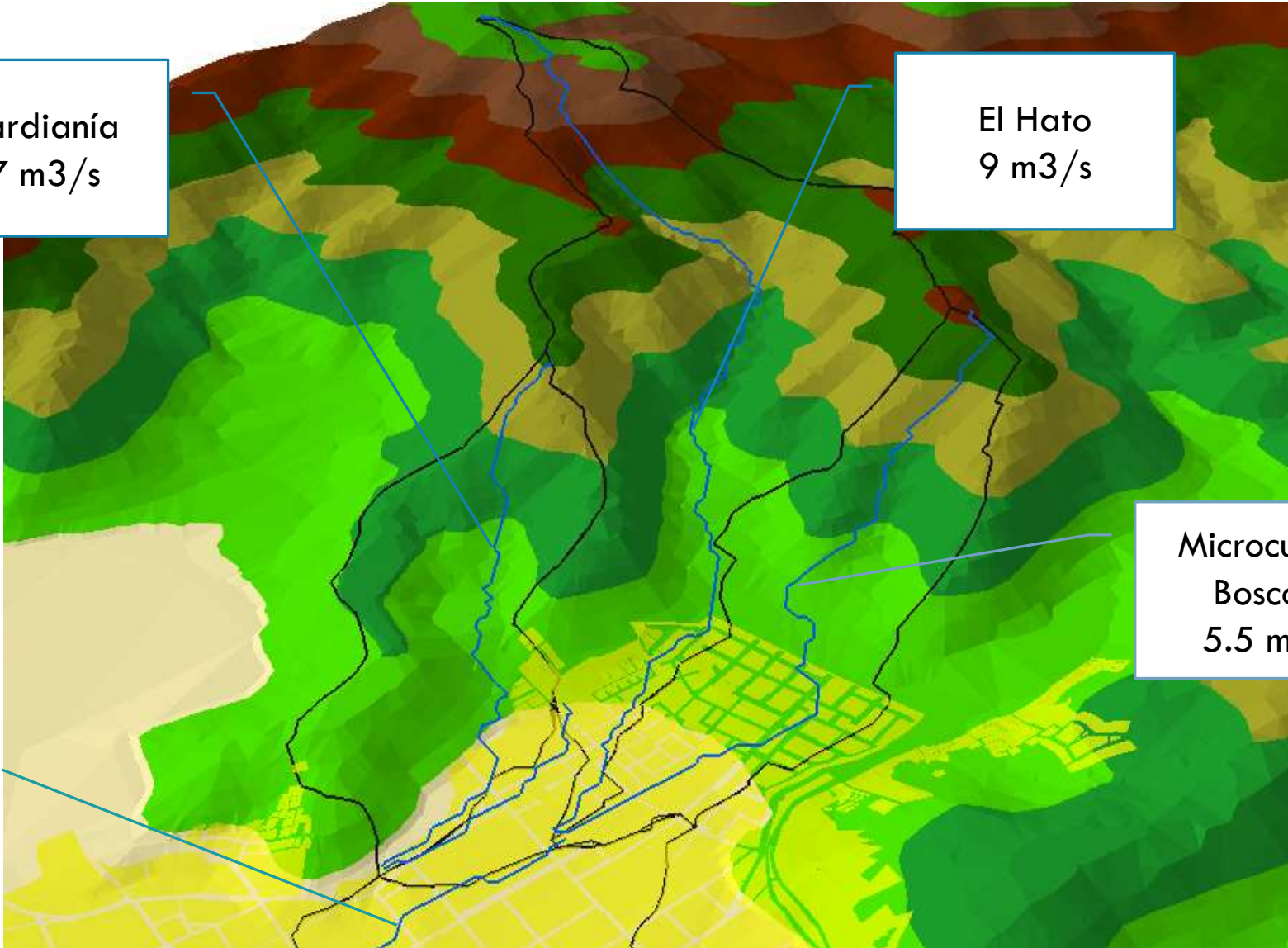
El Hato
9 m³/s

Precipitación máxima:
319.40 mm/día

Intensidad:
85.66 mm/h

Microcuenca
Boscosa
5.5 m³/s

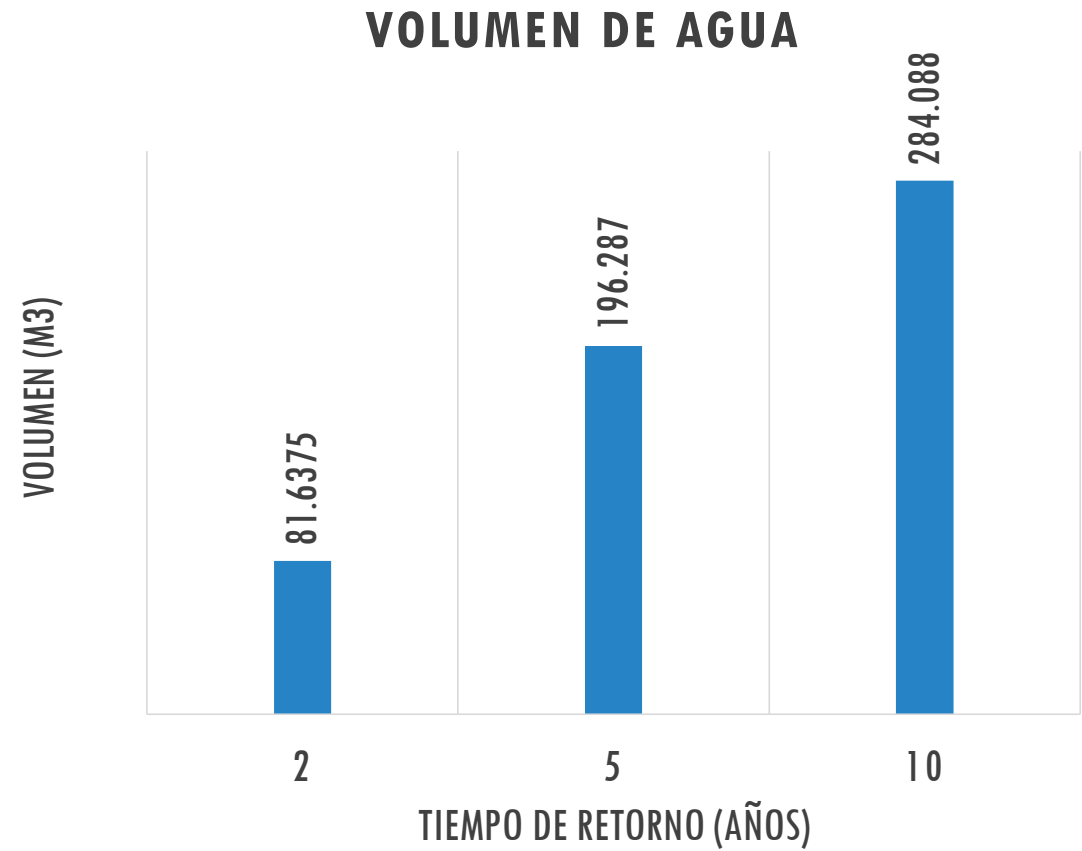
Antigua
Guatemala
10.1 m³/s



VOLUMEN DE AGUA DENTRO DE LA CIUDAD



Foto: Prensa Libre

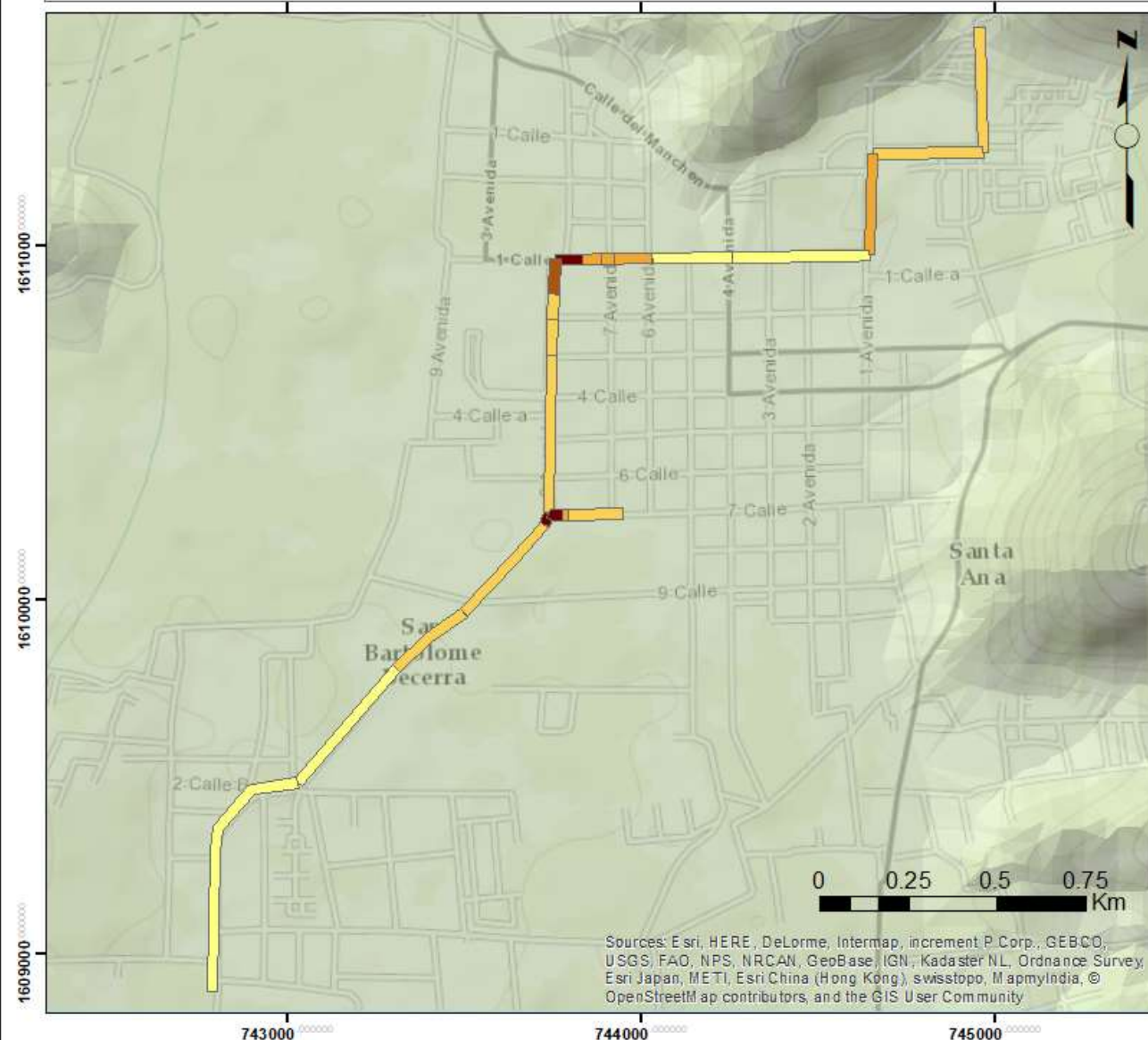


ALTURA DE INUNDACIÓN DENTRO DE LA CIUDAD DE LA CIUDAD



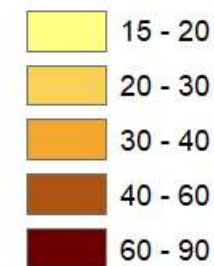
Foto: Mendoza R.

ALTURA DE INUNDACIONES DENTRO DE LA CIUDAD DE ANTIGUA GUATEMALA, SACATEPÉQUEZ, GUATEMALA, C.A.



Leyenda

Altura en cm



Proyecto: Análisis de inundaciones en Antigua Guatemala
 Arreglo: ICC
 Fecha: 2017
 Datum GTM
 Elaboración propia
 Shapes de referencia: PMAG 2012, Esri.





CRECIMIENTO URBANO

Análisis histórico de crecimiento
del área urbana

CRECIMIENTO URBANO HISTÓRICO

Siglo	Área (m2)	Área (Ha)
XVI	269997 m2	27 Ha
XVII	740833 m2	74.08 Ha
XVIII	3078671 m2	307.8 Ha
XX	4598370 m2	459.8 Ha
XXI (año 2017)	5539294 m2	553.9 Ha





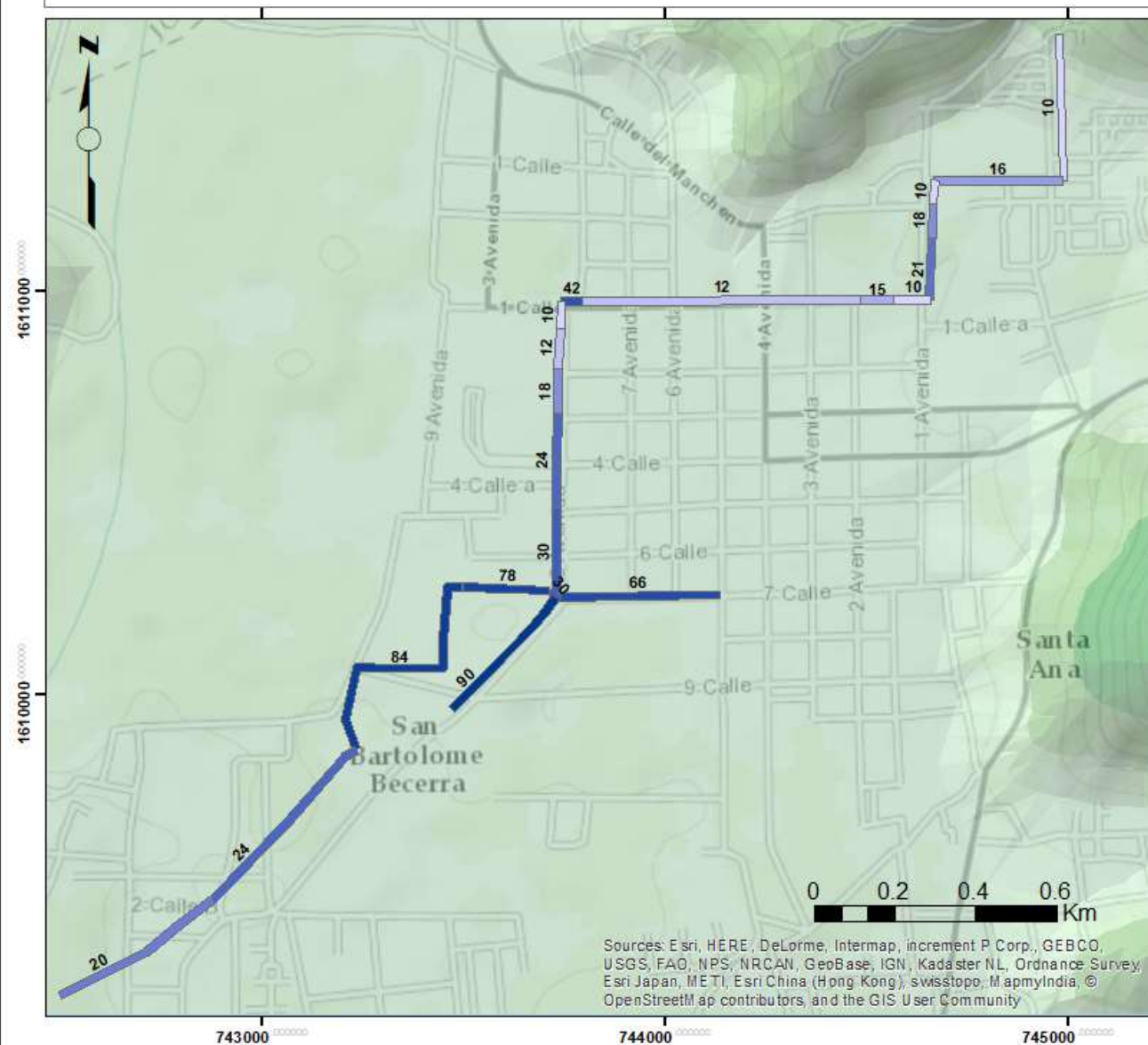
SISTEMA DE DRENAJE URBANO

Capacidad de tubería
Tragantes

SISTEMA DE TUBERÍA

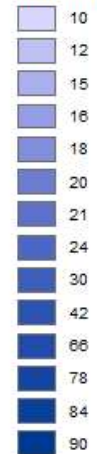


DIÁMETRO DE TUBERÍA EN CALLES INUNDABLES DENTRO DE LA CIUDAD DE ANTIGUA GUATEMALA, SACATEPÉQUEZ, GUATEMALA, C.A.



Legenda

Diametro de tubería (pulgadas)



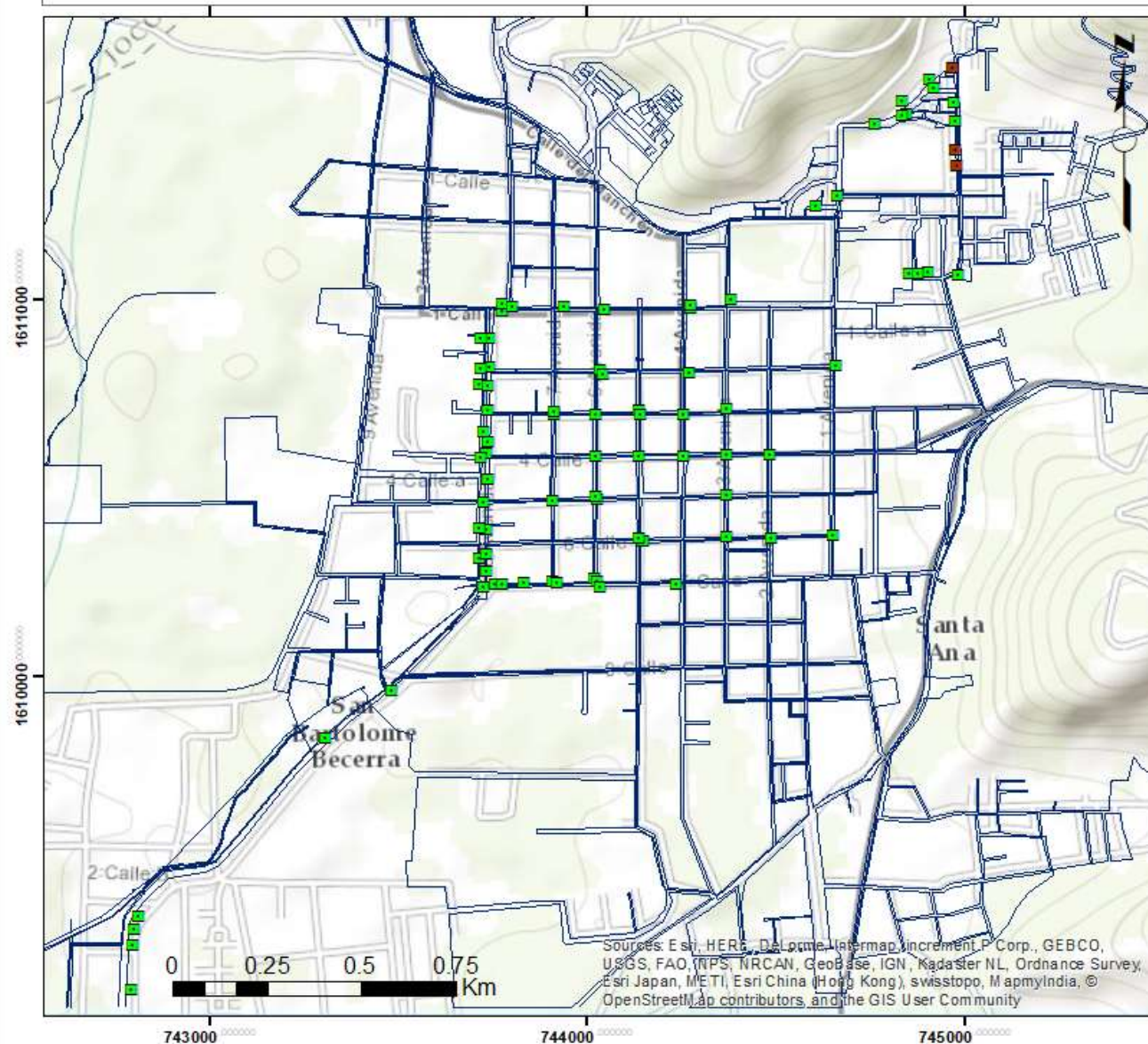
Proyecto: Análisis de inundaciones en Antigua Guatemala
Arreglo: ICC
Fecha: 2017
Datum GTM
Elaboración propia
Shapes de referencia: PMAG 2012, Esri.



TRAGANTES



TRAGANTES DENTRO DE LA CIUDAD DE ANTIGUA GUATEMALA, SACATEPÉQUEZ, GUATEMALA, C.A.



Leyenda

- Tragante
- Tragante Sellado
- Tubería

Proyecto: Análisis de inundaciones en Antigua Guatemala
 Arreglo: ICC
 Fecha: 2017
 Datum: GTM
 Elaboración propia
 Shapes de referencia: PMAG 2012, Esri.



A photograph of a narrow, cobblestone street in a historic town. On the left, there is a long, weathered wall made of stone and brick, showing signs of age and decay. On the right, there are colorful buildings, including a bright orange one with a balcony and a blue one. In the background, a church with a large dome is visible, set against a backdrop of hills. The sky is clear and blue.

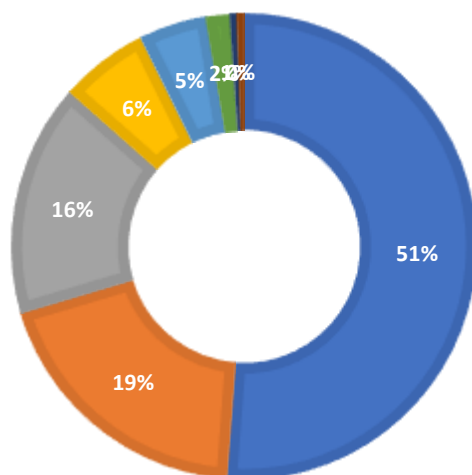
ELEMENTOS VULNERABLES

Edificación vulnerable

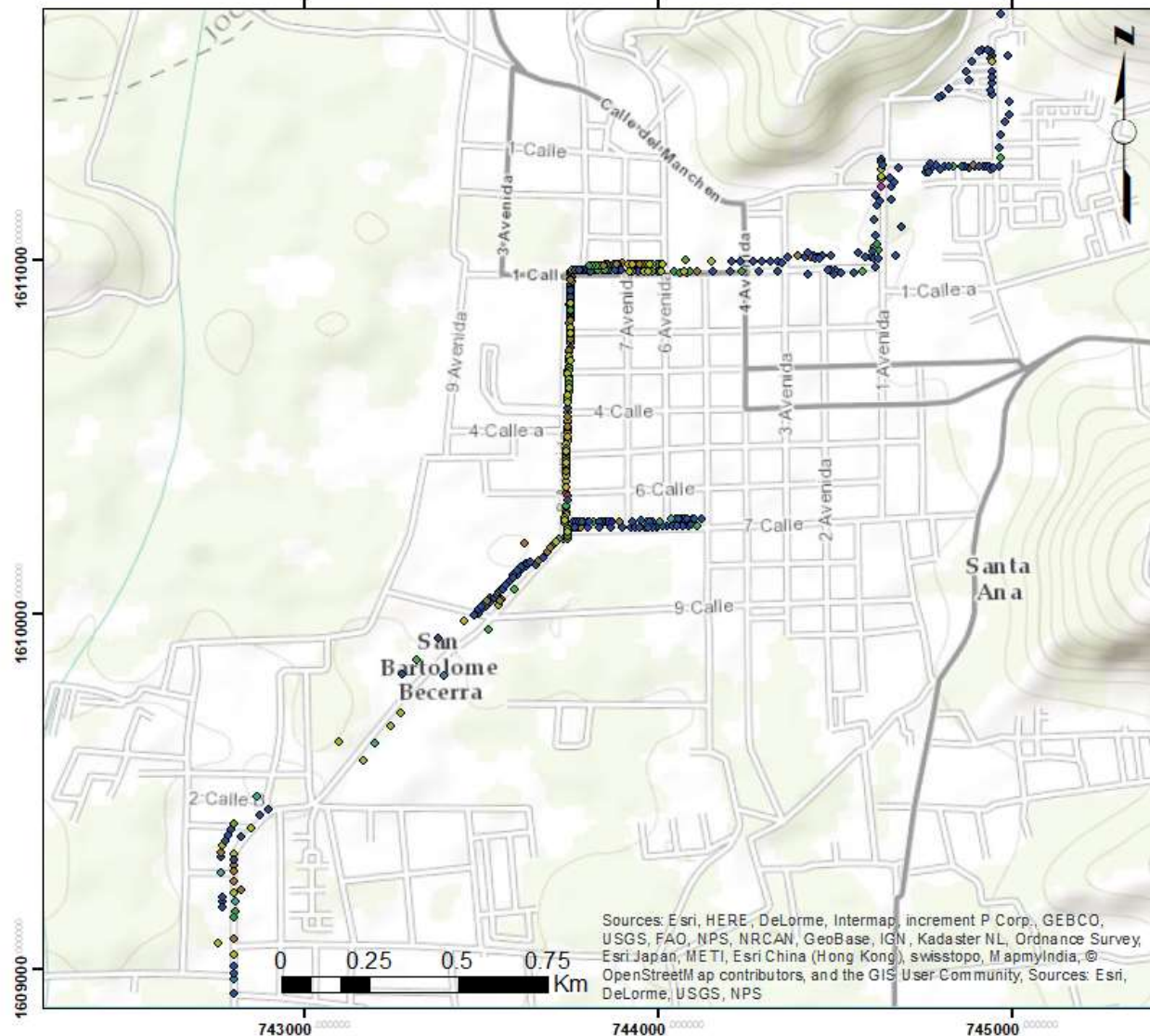
ELEMENTOS VULNERABLES

PORCENTAJE DE AFECTACIÓN PARA LOS DISTINTOS SECTORES VULNERABLES

- Residencial
- Comercial
- Servicios
- Bares y restaurantes
- Hostelería
- Centro educativo
- Recreación
- Industrial



ELEMENTOS VULNERABLES POR INUNDACIONES DENTRO DE LA CIUDAD DE ANTIGUA GUATEMALA, SACATEPÉQUEZ, GUATEMALA, C.A.



Leyenda

Uso

- ◆ Comercial
- ◆ Servicios
- ◆ Bares y restaurantes
- ◆ Centros educativos
- ◆ Comercial
- ◆ Hostelería
- ◆ Industrial
- ◆ Recreación
- ◆ Residencial
- ◆ Servicios
- ◆ Servicios Financieros

Proyecto: Análisis de inundaciones en Antigua Guatemala
 Arreglo: ICC
 Fecha: 2017
 Datum: GTM
 Elaboración propia
 Shapes de referencia: Esri



VULNERABILIDAD ECONÓMICA

- Pérdidas entre 50 y 75%
- Suspensión de actividades comercio y servicios
- Pérdidas en sectores comerciales:

Sector comercial	Pérdidas (Q)
Bares y restaurantes	56100
Tiendas y ventas	12000
Servicios	10000
Total	78100

- Inversión en infraestructura de viviendas

Calle	Costo (Q)
Entrada de Guardianía	12000
1era Calle	5200
7ma Calle	28500
Panorama	91450
Total	143300

VULNERABILIDAD ESTRUCTURAL

- Vulnerabilidad baja
- Desgaste de infraestructura



VULNERABILIDAD NO ESTRUCTURAL

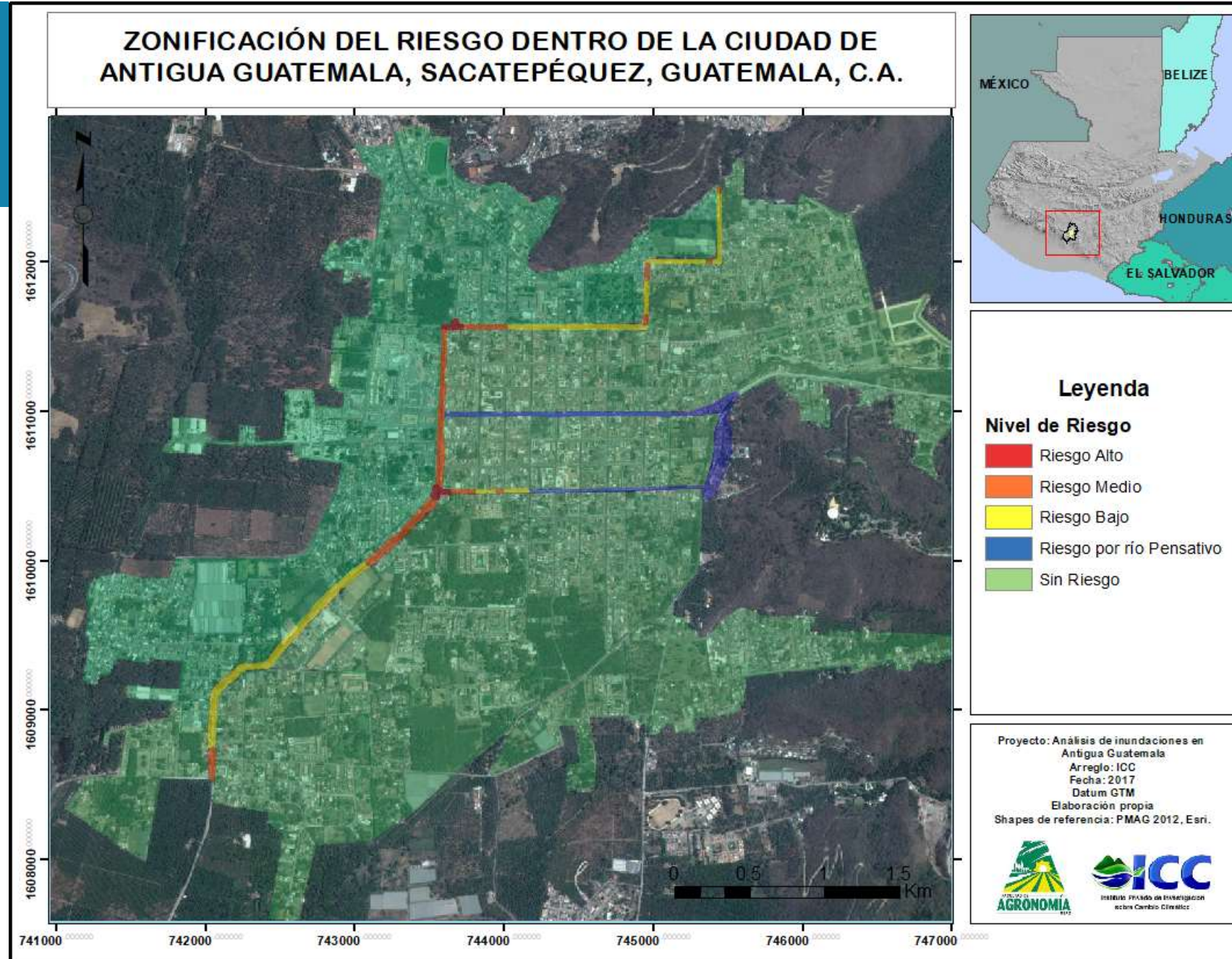
- Anegamiento de las calles
- Impide entrada o salida de las personas
- Efecto de ola



Foto: Mendoza R.

NIVEL DE RIESGO

- Mayor riesgo a bares, restaurantes y tiendas
- Calzada Santa Lucia e inicio de la 7ma calle perciben mayores daños
- Los factores que tienen implicación en la ciudad es la altura de inundación y la vulnerabilidad económica



A photograph of a street in a town, likely in Central America, with colorful buildings (yellow, orange, white) and a large volcano in the background. The street is paved with cobblestones and has power lines overhead. A person is walking on the street. The text 'PROPUESTAS Y LINEAMIENTOS' is overlaid in white.

PROPUESTAS Y LINEAMIENTOS

Sedimentadores
Pozos de infiltración
Pozos de retención
Reforestación
Lagunas naturales

PLAN DE MANEJO INTEGRAL

- Manejo integral que incluya aspectos socioeconómicos y biofísicos
- Uso adecuado del suelo
- Reforestación con sotobosque
- Potencial ecológico



TÉCNICAS DE CONSERVACIÓN DE AGUA Y SUELO

- Infiltración en zonas de cultivo



Terrazas



Acequias



Barreras Muertas



Acequias unidas a pozo de infiltración

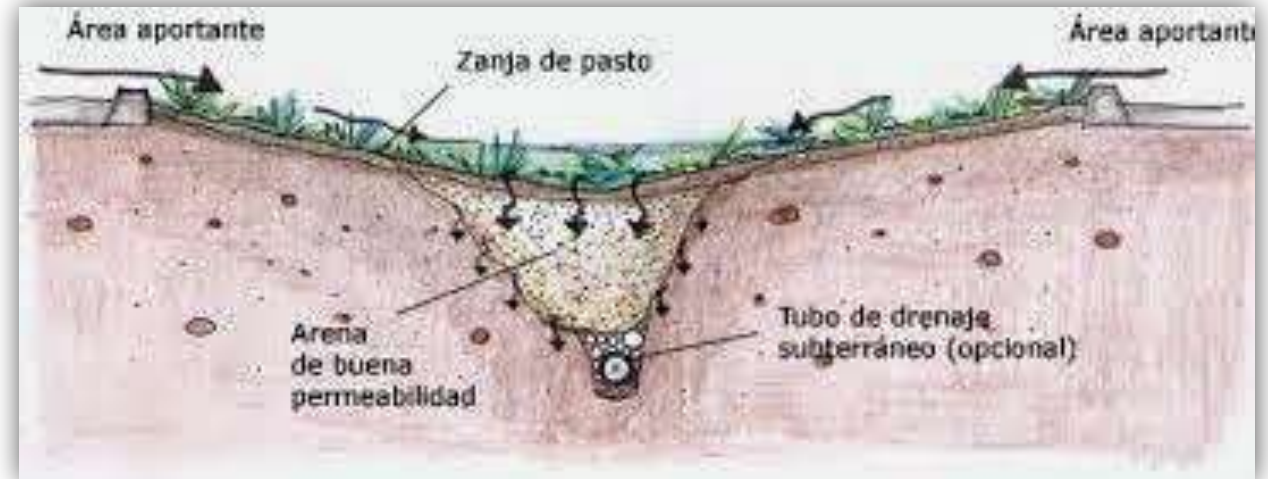
Fuente: FAO 2016

TANQUES DE RETENCIÓN Y ABSORCIÓN

- Pocos contaminantes urbanos



Pozo de infiltración en jardín
Fuente: Silva D.

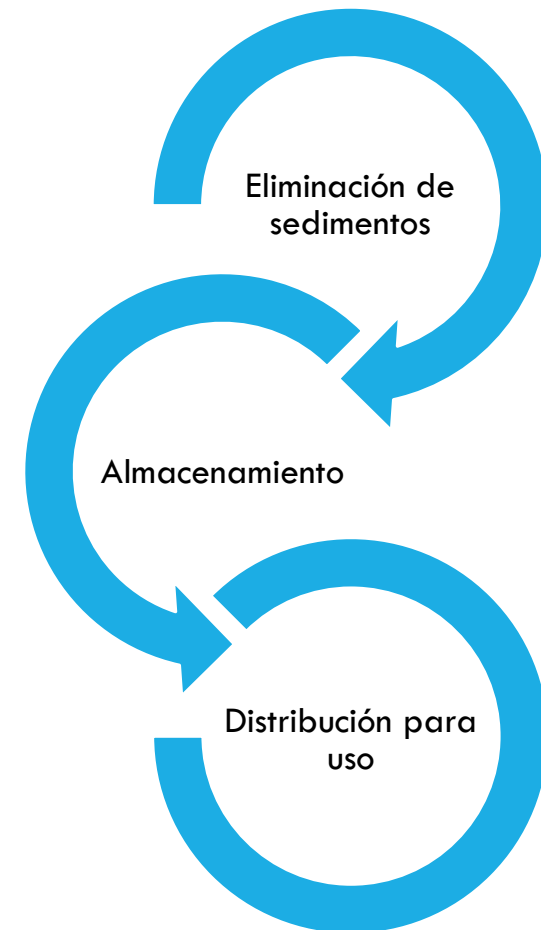


Tanque de retención con funciones
de filtración

Fuente: Silva D.

CAPTACIÓN PARA USO URBANO/DOMÉSTICO

- Captación de la escorrentía para luego ser utilizada en actividades urbanas que no necesiten una calidad potable.
- Limpieza, riego, otros.



CAPTACIÓN DE AGUA EN VIVIENDAS

- Uso para riego, limpieza, cisterna de baño, lavandería y demás usos que no exigen una potabilización del agua
- Disminución significativa del volumen de agua y caudal
- Microcuenca Guardianía



Sistema de captación de agua de lluvia

Fuente: Guzmán S.

Sistema de captación de agua de lluvia a pozo de infiltración

Fuente: FAO 2016

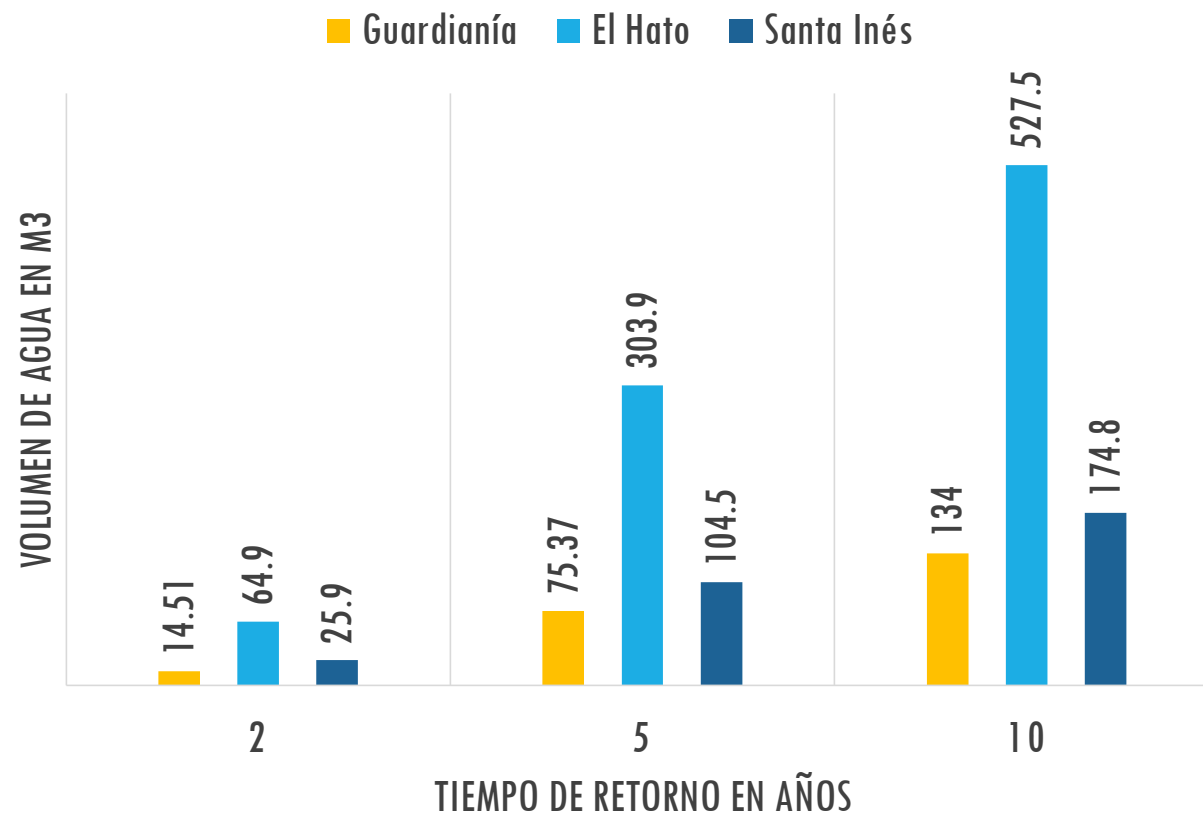
VOLUMEN DE AGUA DE MICROCUENCAS

- Si toda Guardianía adoptara el sistema de captación, el volumen de agua disminuiría en un 21%

- 3 a 15m³ en lluvias intensas
- Mayor a 28m³ en lluvias asociadas a eventos extremos

- Aunque dentro de la ciudad el espacio es más limitado debe procurarse implementar el sistema

VOLUMÉN DE AGUA DE LAS MICROCUENCAS



EXPANSIÓN Y SEPARACIÓN DEL DRENAJE URBANO

- Separación de tuberías para aguas residuales y pluviales
- Exigir a las nuevas construcciones separación de aguas y en la medida posible actualizar las antiguas a dicho sistema
- Modificar el sistema de drenaje a uno con diámetros de tubería adecuados, principalmente en la intersección entre la calzada y la 7ma calle
- Concluir proyecto del recolector y trabajar las recomendaciones técnicas (comisión de recursos hídricos del Colegio de Ingenieros)



CONCLUSIONES

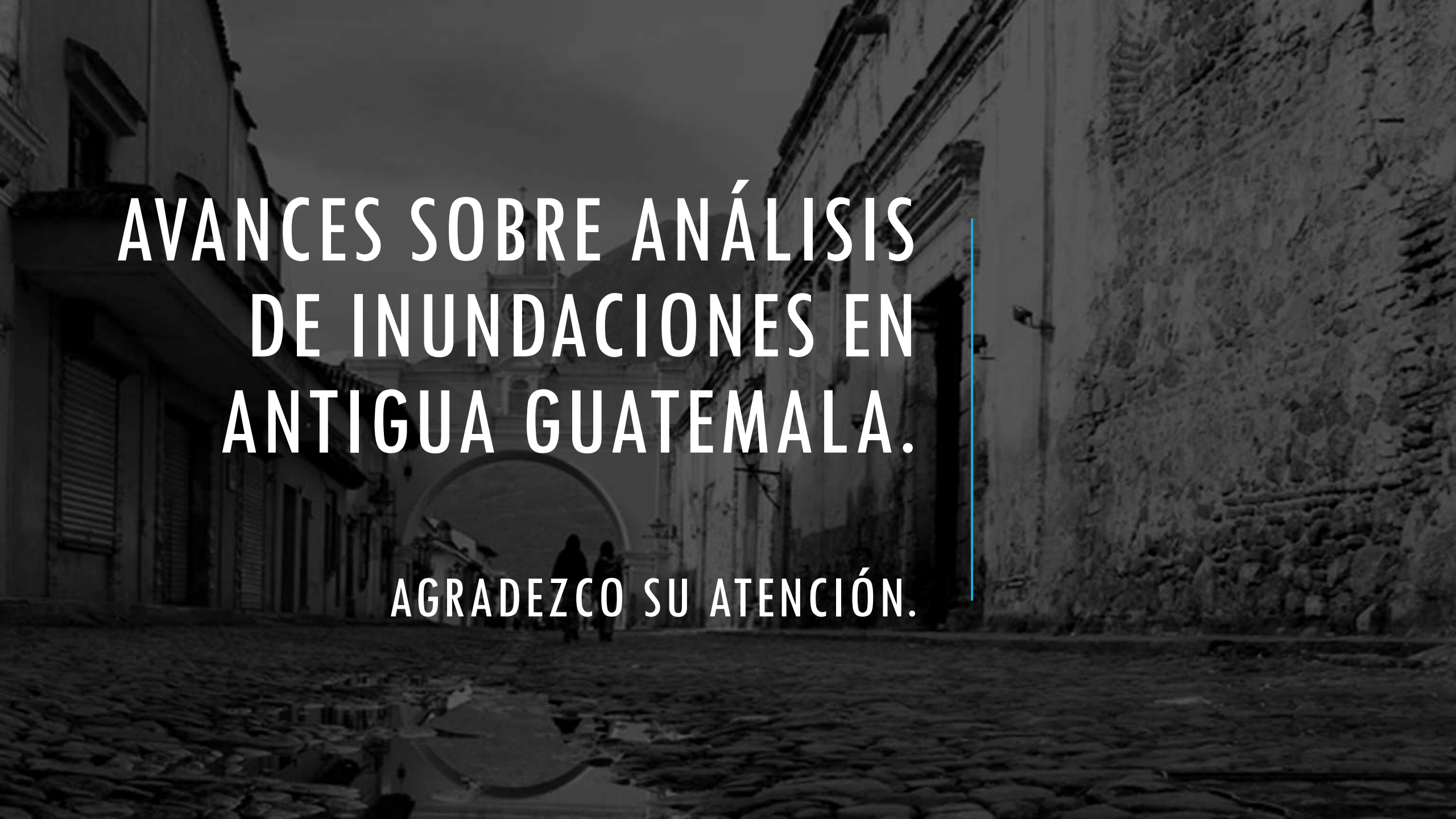
Existen tres microcuencas (Guardianía, El Hato y un área boscosa) que drenan escorrentía directamente a la ciudad; al distribuirse dentro de la misma generan caudales de aprox. 4.6 m³/s y que aumentan en relación a los tiempos de retorno establecidos en la modelación hidrológica.

Es necesario trabajar un plan de manejo de Cuenca que incluya obras de conservación de suelo y agua, reforestaciones, un uso adecuado del suelo y también pozos de sedimentación, absorción y retención.

Es necesaria la modificación de la tubería de drenaje urbano, principalmente los puntos críticos de inundación pluvial.

Se debe velar por el cumplimiento de la separación de drenaje para aguas residuales y pluviales que permitan enfocar los esfuerzos en el agua pluvial y evitar focos de contaminación que agraven el problema.





AVANCES SOBRE ANÁLISIS DE INUNDACIONES EN ANTIGUA GUATEMALA.

AGRADEZCO SU ATENCIÓN.