

**CENTRO DE TECNOLOGIA APROPIADA/UNIVERSIDAD CATOLICA
NUESTRA SEÑORA DE LA ASUNCIÓN**

**SEÑALIZACIÓN DE PUNTOS CRÍTICOS Y PROPUESTA DE DESVÍOS
ALTERNATIVOS COMO MEDIDA DE MITIGACIÓN SOSTENIBLE A
IMPACTOS POR EVENTOS HIDROMETEOROLÓGICOS SEVEROS
(SYDES)**

Proyecto de Iniciación - 14 INV 397

INFORME FINAL DEL PROYECTO

Autor: Ing. Dipak Kumar

Autor: Andrea Báez

Abril, 2018

INDICE

Mapa de Puntos Críticos en días de lluvia en la ciudad de Asunción	6
Análisis de datos históricos	7
Estudio de datos de precipitación diaria	7
Estadística general de precipitación desde 1967 al 2016	9
Resumen de días secos y húmedos	11
Análisis del cambio del uso y cobertura del suelo.....	13
Resumen de Uso de Suelo.....	16
Ubicación espacial de los Puntos Críticos en Asunción	17
Vías de acceso a puntos críticos en Asunción	21
Zona Sajonia	22
Zona Centro y alrededores.....	22
Zona Ciudad Nueva	23
Zona Barrio Pettirossi.....	23
Zona San Vicente	24
Zona Barrio Mcal. López.....	24
Zona Recoleta	25
Zona San Cristóbal.....	25
Zona San Pablo.....	26
Zona 4 Mojones.....	26
Zona Barrio San Pablo	27
Zona Santísima Trinidad 1	28
Zona Santísima Trinidad 2	29
Zona Centro.....	29
Resultados	30
Puntos Críticos (Primera Selección)	30
Puntos Críticos (Segunda Selección)	31
Señalética.....	32
Estimativo de cantidad de carteles necesarios por punto.....	34
Diseño y ubicación de Señaléticas Principales.....	35
Diseño de Desvíos.	36
Recomendaciones para el Municipio.....	47
Diseño y Ubicación de Señaléticas de Refuerzos	49
Distancias Totales de los Desvíos presentados.	54
Conclusión.....	55

INTRODUCCIÓN

El proyecto denominado Señalización de puntos críticos y propuesta de desvíos alternativos como medida de mitigación sostenible a impactos ocasionados por eventos hidrometeorológicos severos (SYDES) se constituye en la continuación del trabajo realizado por Lina Rivelli Zea (investigadora Junior del Centro de Tecnología Apropriada) como tesis de graduación (Ingeniería), el mencionado trabajo consistió en reconocer los puntos críticos durante precipitaciones de alta intensidad mediante la recopilación de información reportada por los medios de comunicación.

El objetivo de esta propuesta de iniciación científica es el de reconocer los puntos críticos de la ciudad de Asunción y clasificarlos, a fin de darles prioridad en la instalación de una señal vertical de tránsito que indique el punto crítico y su correspondiente camino alternativo a ser utilizado en días de precipitaciones intensas.

En el presente informe se da a conocer los resultados finales del proyecto SYDES. Los resultados finales consisten en la elaboración de una lista de 25 puntos más susceptibles a acumulación de aguas en días de lluvia, la mencionada lista es surge de una serie de puntos estudiados y por su grado de peligrosidad se identifican como puntos críticos, así como la presentación de desvíos alternativos a los puntos críticos más peligrosos, el diseño de señaléticas principales y de refuerzos y un mapa de localización de los puntos críticos y sus respectivas señaléticas.

Tanto los diseños como las especificaciones fueron remitidos a la Municipalidad de Asunción para su control y posterior aceptación, una vez que los mismos sean aceptados se podrá proceder instalación de las señalizaciones verticales en los puntos referidos.

DESARROLLO DEL REPORTE

SITUACIÓN ACTUAL DE LOS PUNTOS CRÍTICOS Y SU SEÑALIZACIÓN

Actualmente en la ciudad de Asunción existen ocho (8) puntos críticos que cuentan con una señal de tránsito instalada por la Municipalidad de Asunción cuyo objetivo es advertir a los transeúntes durante precipitaciones intensas. Estos puntos pueden observarse en la figura No. 1 que se muestra abajo



Reducción de Riesgos
de Desastres

**EVITÁ LOS
PUNTOS CRÍTICOS**



Gobierno Municipal
de Asunción.

ROHAYHUVE

Figura 1 - Señalización de Puntos Críticos. Fuente: Municipalidad de Asunción

En la figura No. 2 se muestra el diseño de la señalética utilizada por la Municipalidad de Asunción que sirve para identificar y advertir acerca los puntos críticos. El principal problema que encontramos con la instalación de los carteles colocados por la Municipalidad de Asunción es la ubicación de estos ya que se encuentran ubicados en la zona de acumulación de agua de la intersección permitiendo visualizarlos únicamente al llegar al foco de acumulación de agua, una vez que ya es imposible desviar la intersección. Cabe resaltar que los 8 carteles colocados por la Municipalidad presentan el mismo problema.



Figura 2– Señalética instalada por la Municipalidad de Asunción, específicamente en la Avenida Perú y Artigas

En el año 2015 un estudio realizado por la Fundación del Banco Mundial ejecutado por la Dirección de Agua Potable y Saneamiento del Ministerio de Obras Públicas permitió identificar 89 puntos considerados “críticos” dentro de la ciudad de Asunción. Estos puntos 89 puntos son el foco de estudio del presente estudio. Estos puntos pueden visualizarse en el siguiente link: https://geo-ide.carto.com/viz/becc1f20-9b8e-11e6-a624-e3ebc282e83/public_map

Mapa de Puntos Críticos en días de lluvia en la ciudad de Asunción

En la figura No. 3 de puntos se observa una imagen satelital en donde se encuentra delimitada la ciudad de Asunción, el drenaje natural, el área de captación y la ubicación aproximada de los Puntos Críticos de la ciudad.

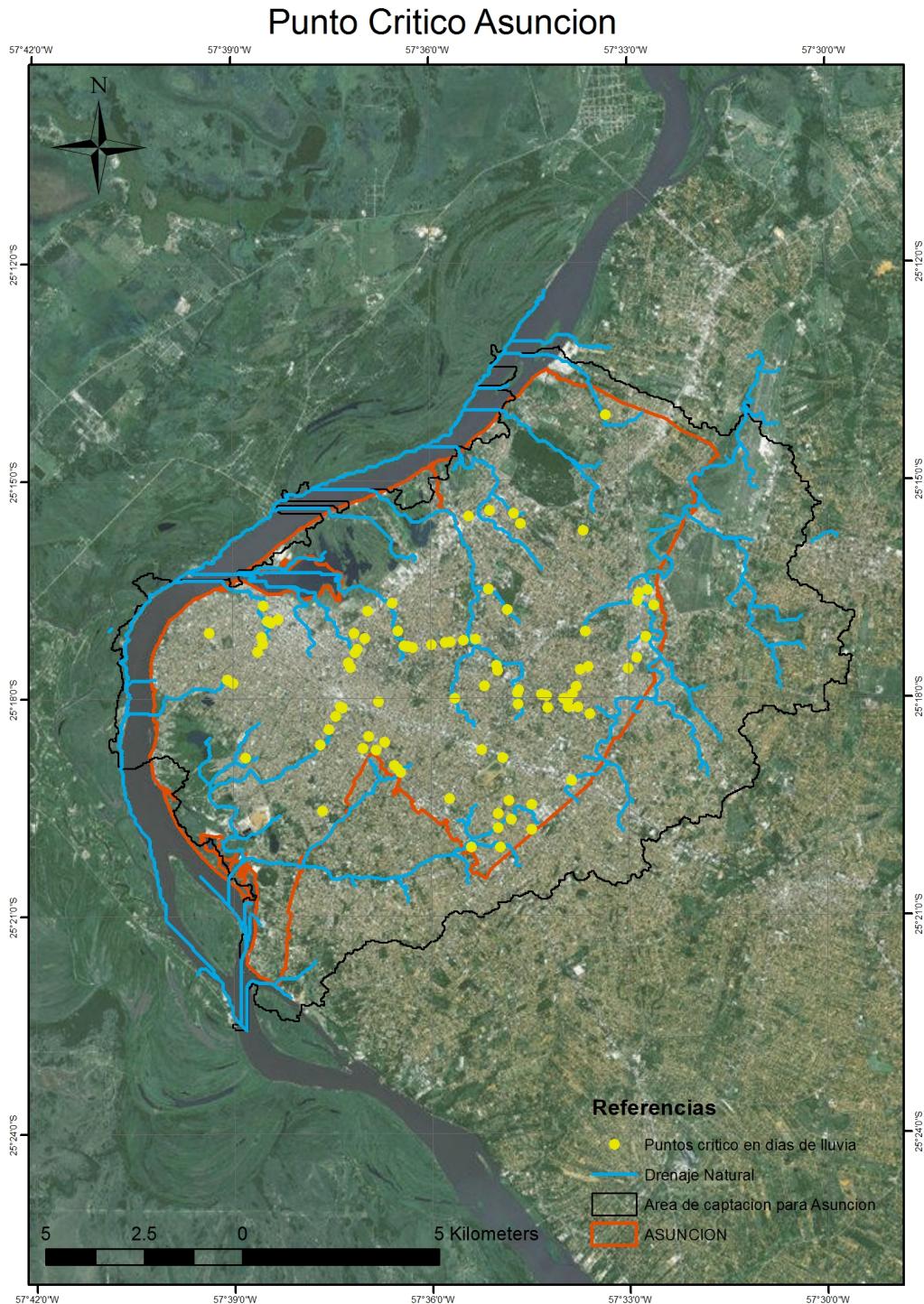


Figura 3 – Mapa de puntos críticos en días de lluvia en la ciudad de Asunción

ANÁLISIS DE DATOS HISTÓRICOS

Estudio de datos de precipitación diaria

- Estación Meteorológica: Aeropuerto Silvio Pettrossi
- OMM ID: 86218
- Fuente de Datos: Dirección de Meteorología e Hidrología
- Longitud de los datos para el análisis: 50 años, correspondientes al periodo 1967/01/01 - 2016/12/31

El gráfico No. 1 presenta la Compilación de Datos Históricos de 50 años en donde se pueden observar las distintas estadísticas.

A modo de explicación se menciona que en la primera fila se encuentran las series diarias de precipitación, el boxplot y el histograma de la precipitación diaria, cabe mencionar que la segunda y tercera fila son similares a la primera con la diferencia que ambas muestran una perspectiva mensual y anual.

Por otro lado, en la primera columna se observa la variación de la precipitación diaria, mensual y anual desde el año 1967 hasta el 2016, 2008 y 2006 respectivamente. En la segunda observamos el boxplot diario, mensual y anual de la ciudad de Asunción; en el mismo se visualiza un conjunto de datos que representan las características principales que son la distribución de frecuencias, desviación estándar, el histograma diario, anual y mensual de la ciudad de Asunción.

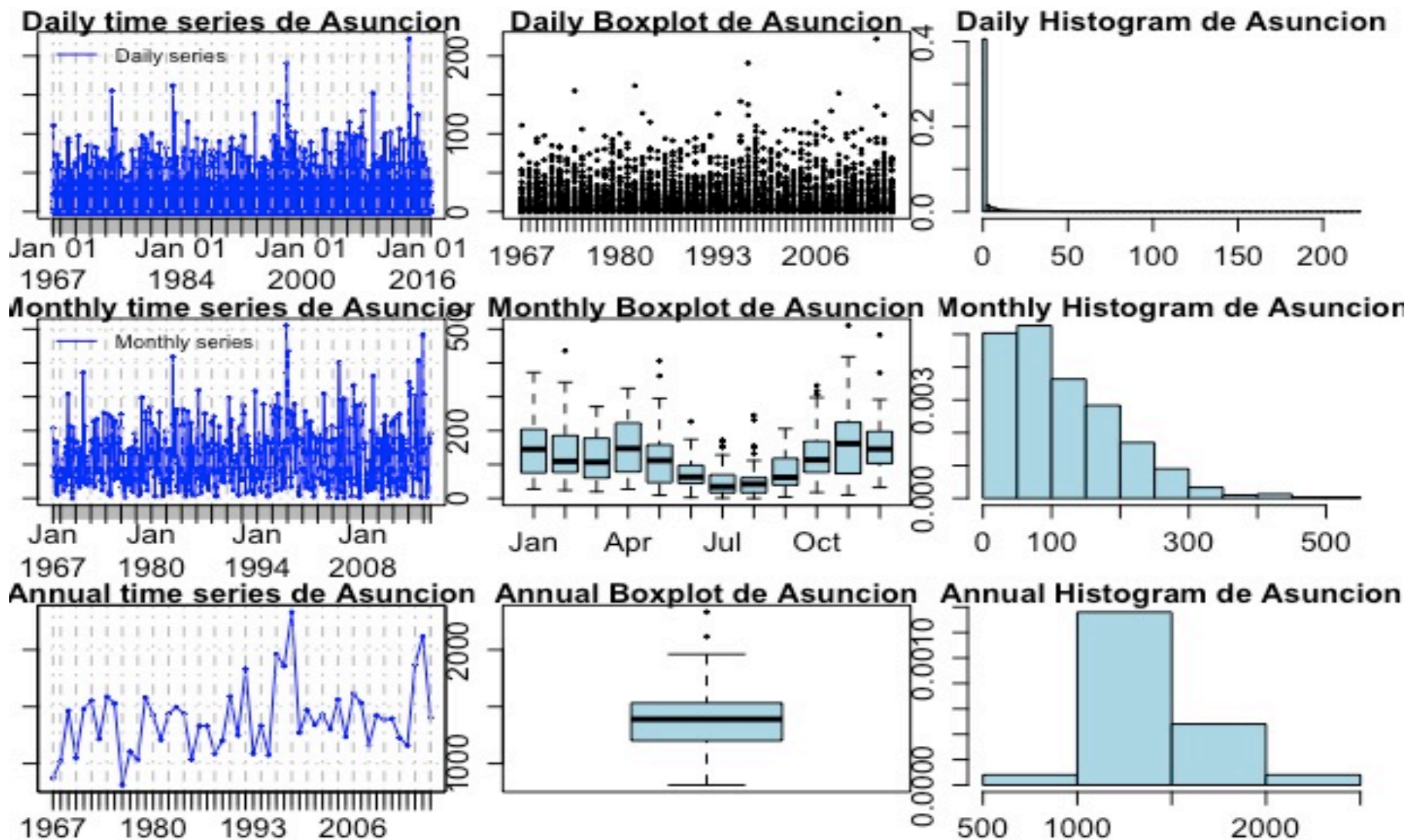


Gráfico 1 – Compilación de datos históricos a 50 años

Estadística general de precipitación desde 1967 al 2016

El grafico No 2 muestra la precipitación mensual en Asunción que se representa en la trama de matriz 'matrixplot'.

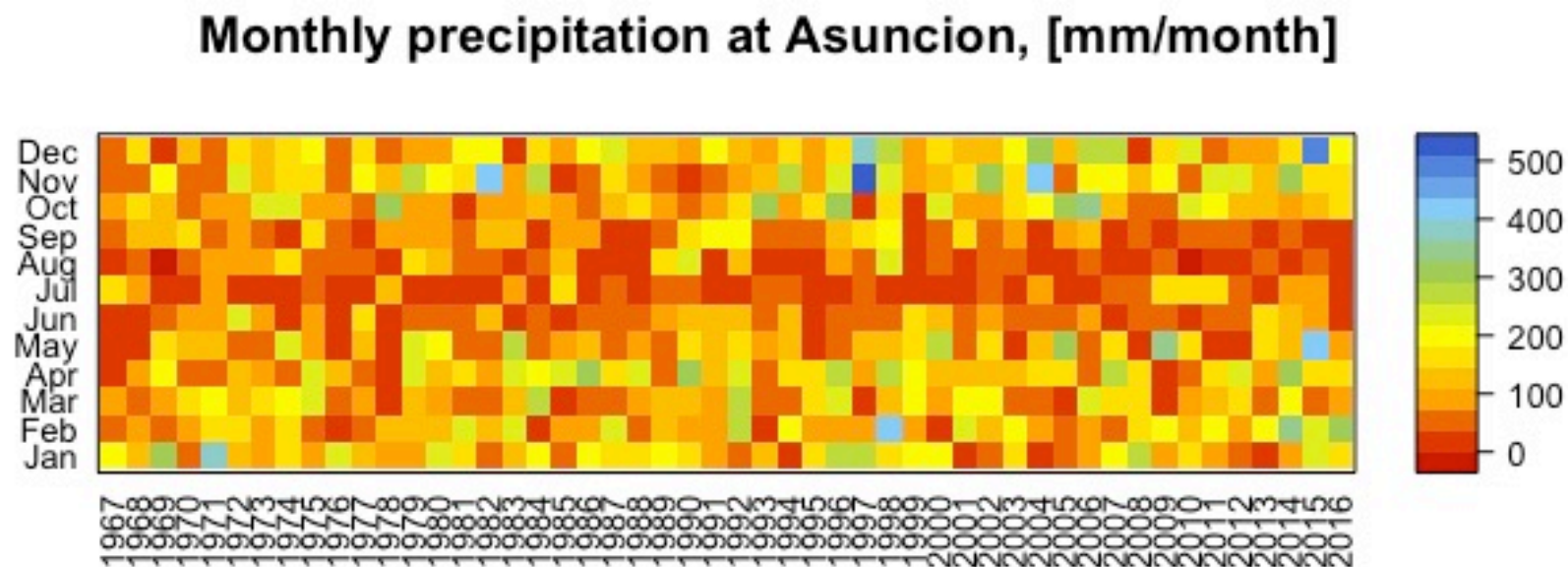


Gráfico 2- Precipitación mensual en Asunción

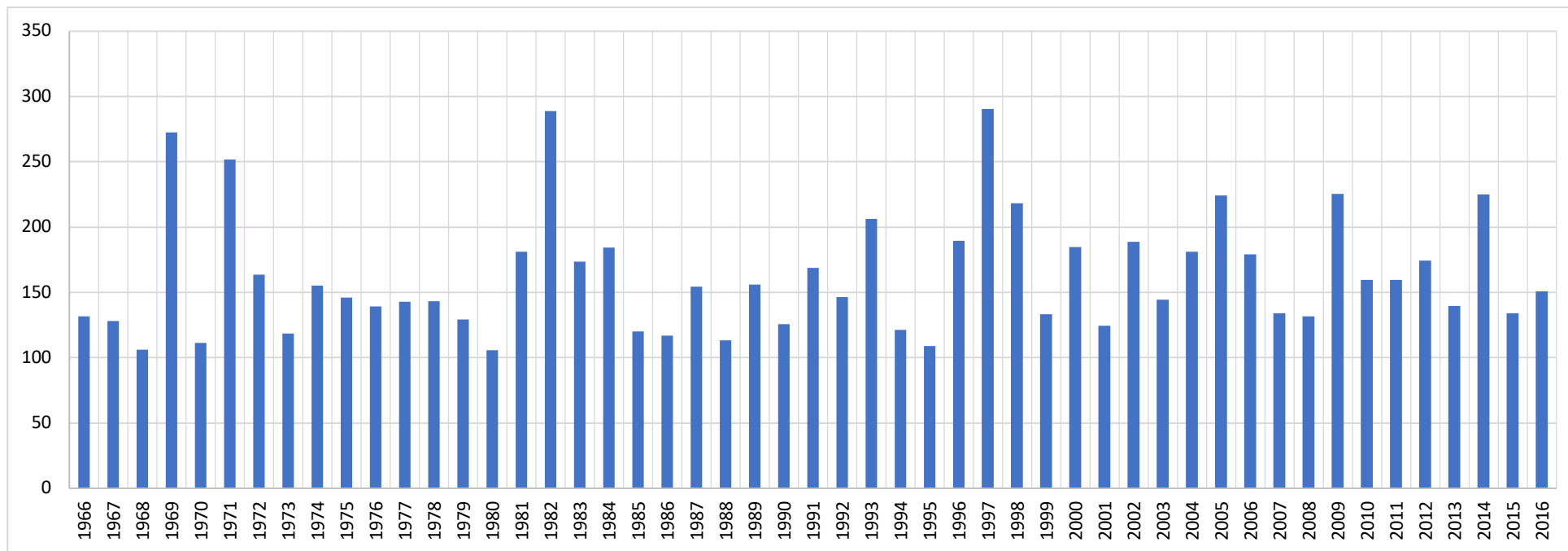


Gráfico 3 – Precipitación acumulada por el periodo de 5 días representado anualmente

Resumen de días secos y húmedos

El siguiente cuadro representa la longitud del periodo de días secos y húmedos en un grupo de 15 días y las tendencias generales de la misma en los últimos 50 años de observación diaria.

Datos	Dry	Wet
Min.	1	1
1er cuartil (25 percentiles)	2	1
Mediana	4	1
Media	5.45	1.705
3er cuartil. (75 percentiles)	7	2
Max.	41	10
IQR	5	1
Sd	4.9165	1.0278
Cv	0.9021	0.603
Oblicuidad	2.0429	2.1065
Kurtosis	5.9094	6.5746
Número de días sin observación	9	4

Cuadro No. 1 – Indicadores estadísticos para período seco y húmedo de los últimos 50 años de observación de precipitación diaria

En el gráfico No. 4 se visualiza de forma gráfica los periodos secos y húmedos de los últimos 50 años de observación

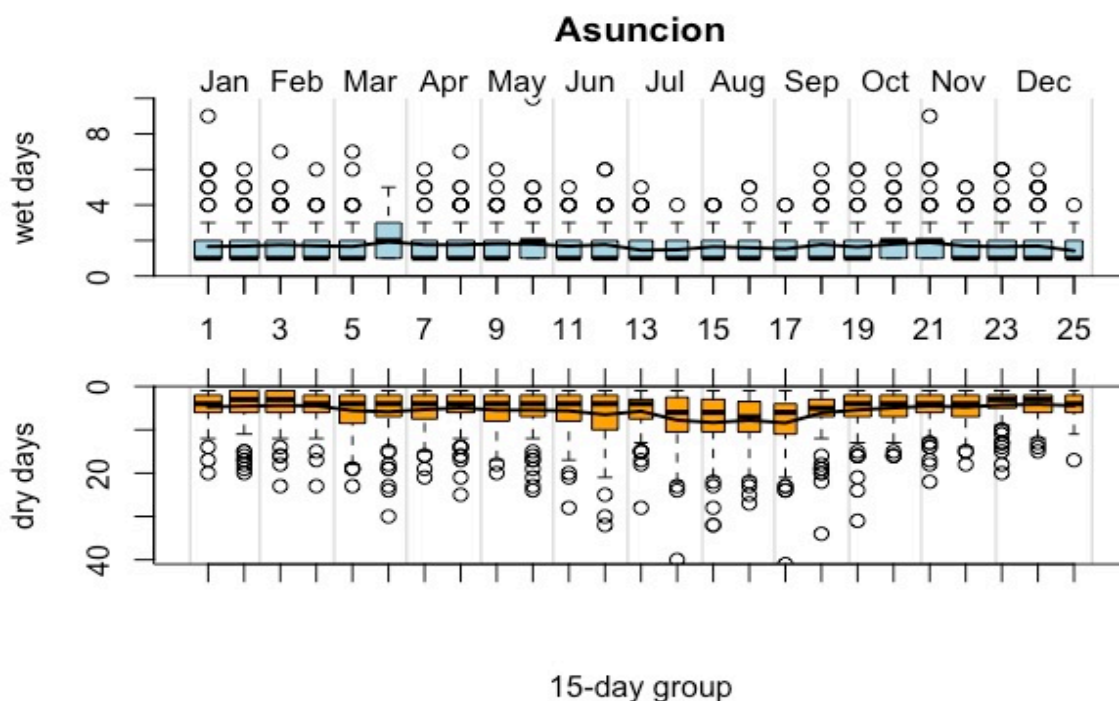


Gráfico 4 – Tendencia del periodo seco y húmedo de los últimos 50 años de observación de precipitación diaria

En el gráfico No. 5 se representa la estructura de la distribución decadal de la precipitación de la ciudad de Asunción con sus respectivas magnitudes a lo largo de cinco periodos. La misma es una representación gráfica de una variable en forma de barras, en este caso milímetros de precipitación, donde la superficie de cada barra es proporcional a la frecuencia de los valores representados los cuales podemos diferenciarlos a través de colores especificados en la leyenda del mismo.

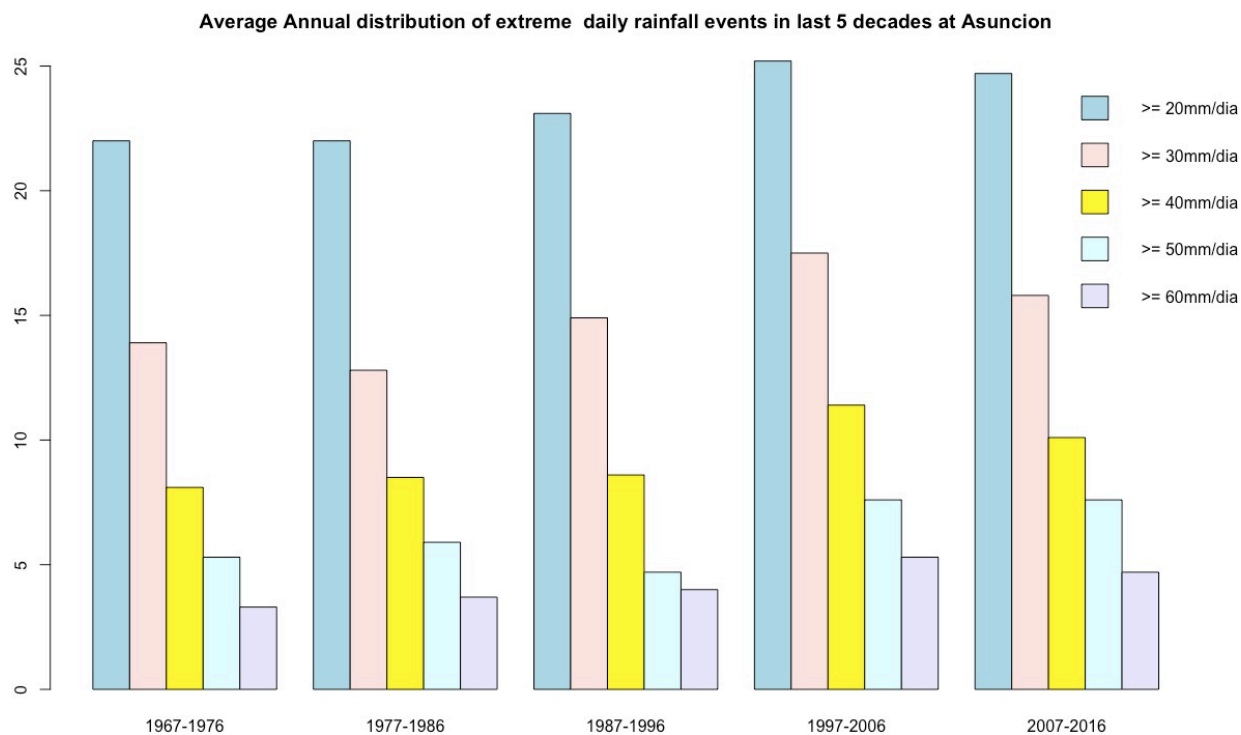


Gráfico 5– Estructura de distribución decadal de precipitación

Análisis del cambio del uso y cobertura del suelo

Para realizar el estudio y su correspondiente análisis se clasificaron archivos de imágenes Landsat que muestran los cambios en la cobertura y uso del suelo en el periodo que abarca los años 1991 a 2017.

Uso del Suelo 1991

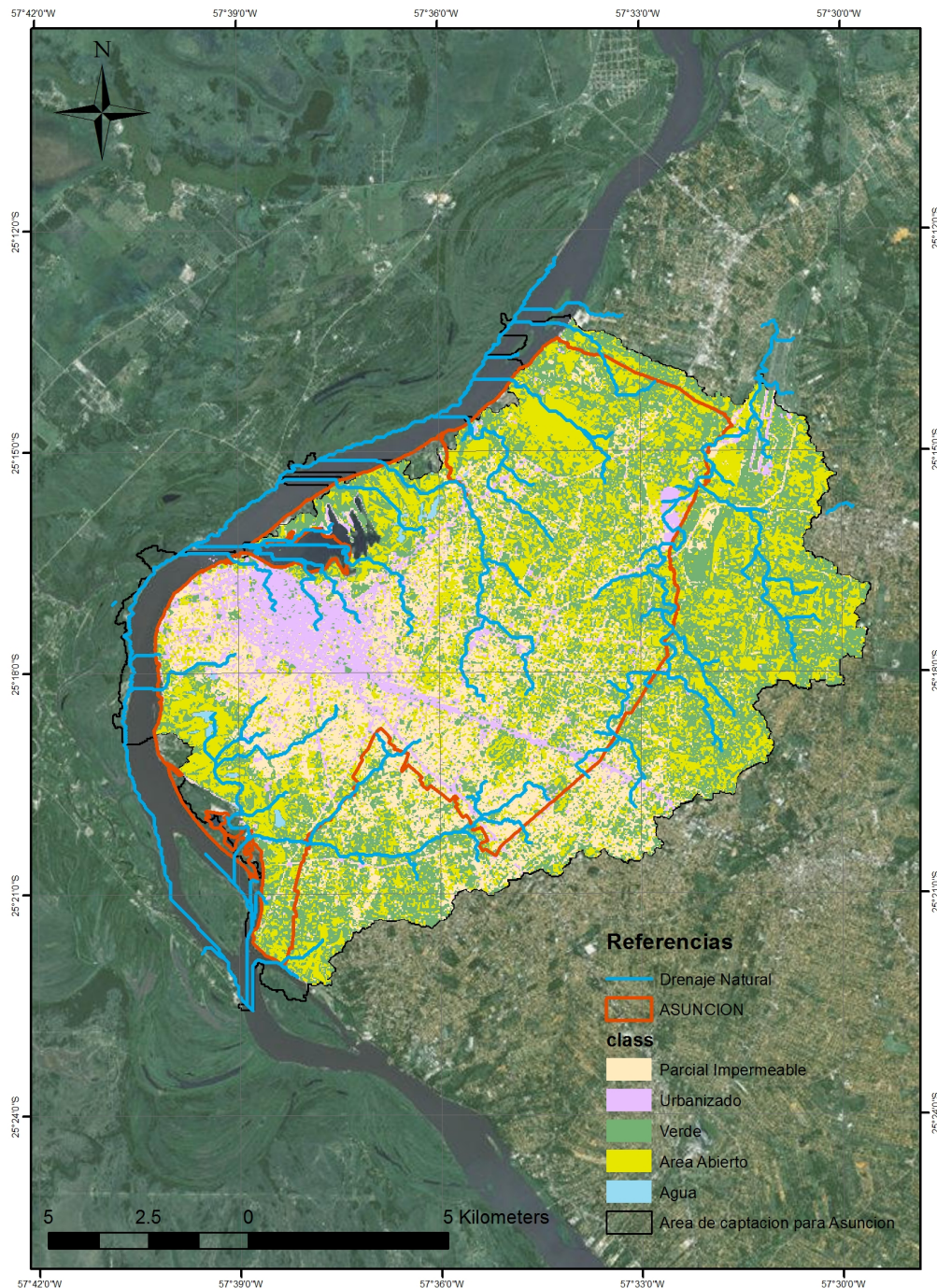


Figura 4 – Uso de suelo año 1991

Uso del Suelo 2000

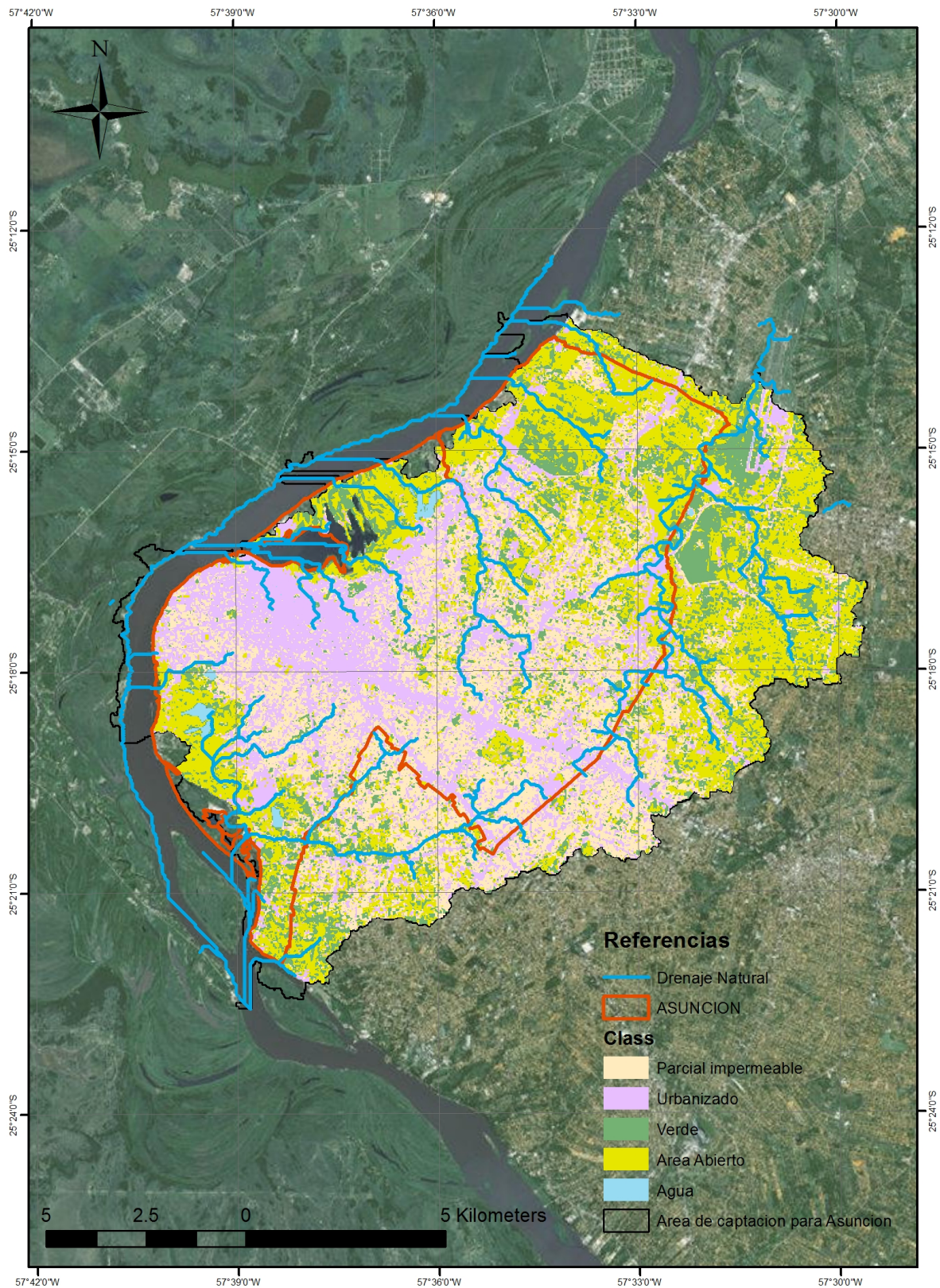


Figura 5 – Uso de suelo año 2000

Uso del Suelo 2017

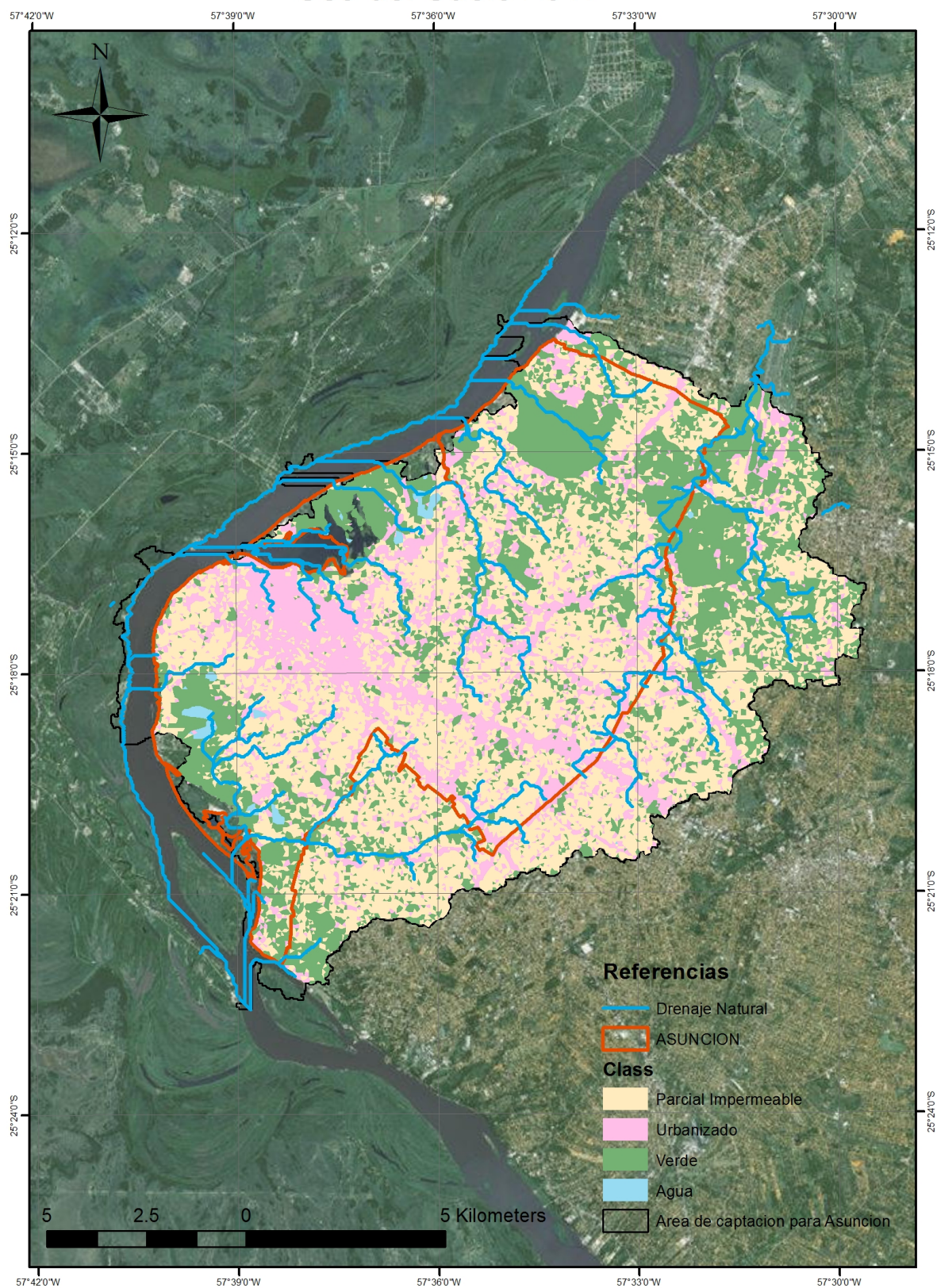


Figura 6 – Uso de suelo año 2017

Resumen de Uso de Suelo

En el cuadro No.2 se puede ejemplificar las imágenes;

Año	1991	2000	2017
Impermeable: área en km2	28.1933	56.7943	64.425
Permeable: área en km2	140.8317	111.7337	103.832

Cuadro No. 2 – Resumen de Uso de Suelo, Años 1991, 2000, 2017

Existe una gran relación entre la cobertura de suelo y la acumulación de agua, cuando más impermeable sea la cobertura del suelo mayor será la acumulación de agua en el mismo.

Se puede observar que el área de drenaje de la ciudad de Asunción sufrió un aumento considerable de su superficie impermeable. Y como ya fue mencionado arriba, esto indica un factor en el aumento de volumen de agua que fluye en ocasiones de tormentas de gran intensidad.

UBICACIÓN ESPACIAL DE LOS PUNTOS CRÍTICOS EN ASUNCIÓN

En el siguiente cuadro se presentan los datos más relevantes de los puntos críticos de Asunción, los mismos incluyen su ubicación, área de captación y el sentido de las calles pertenecientes a la intersección.

Nro	Ubicación	Área de Captación (Ha)	Calle 1			Calle 2		
			Nombre	Tipo	Sentido	Nombre	Tipo	Sentido
1	Avda. Cacique Lambaré y San Vicente	52,17	Avda. Cacique Lambaré	Asfalto	2	San Vicente	Asfalto	2
2	Luis Ma. Argaña y A° Lambaré	1607,25	Luis Ma. Argaña	Asfalto	2			
3	Avda. Cacique Lambaré, Capitán Figari	185,51	Avda. Cacique Lambaré	Asfalto	2	Heroes del 70	Asfalto	2
4	Avda. Cacique Lambaré c/ Yacaré Valija	127,71	Avda. Cacique Lambaré	Asfalto	2	Yakare Valija	Asfalto	2
5	Fernando de la Mora y La Victoria	746,17	Fernando de la Mora	Asfalto	2	La Victoria	Asfalto	2
6	Toba, San Pablo	36,77	Toba	Asfalto	2			
7	Avda. Defensores del Chaco e/ Progreso y Camacho	36,77	Avda. Defensores del Chaco	Asfalto	2	Progreso y Camacho	Asfalto	2
8	Tte. Jose López y Cacique Caracara	47,59	Tte. Jose López	Asfalto	2	Cacique Caracara	Asfalto	2
9	Tte. Jose López, Mercado de Abasto	76,23	Tte. Jose López	Asfalto	2			
10	Avda. Eusebio Ayala y Boggiani	148,13	Avda. Eusebio Ayala	Asfalto	2	Boggiani	Asfalto	2
11	Ypora, San Pablo	306,55	Ypora	Empedrado	2			
12	Ypora y Paso de Patria	230,84	Ypora	Empedrado	2	Paso de Patria	Asfalto	2
13	Yvapovo y de la Victoria	230,84	Yvapovo	Asfalto	2	La Victoria	Asfalto	2
14	Mencia de Sanabria	66,97	Mencia de Sanabria	Asfalto	2			
15	Término de Ómnibus de Asunción	91,11	Fernando de la Mora	Asfalto	2	Rca. Argentina	Asfalto	2
16	Avda. La Victoria y Samuhu	76,23	Avda. La Victoria	Asfalto	2	Samuhu	Empedrado	2
17	Avda. Bruno Guggiari y las Palmas	111,87	Avda. Bruno Guggiari	Asfalto	2	Las Palmas	Asfalto	2

No	Ubicación	Área de Captación (Ha)	Calle 1			Calle 2		
			Nombre	Tipo	Sentido	Nombre	Tipo	Sentido
18	Tte. Cantalupi y Desiderio Villalón	104,52	Tte. Cantalupi	Asfalto	1	Desiderio Villalón	Asfalto	2
19	Tacuari e Ing. Gustavo Crovato	145,79	Tacuari	Asfalto	1	Ing. Gustavo Crovato	Asfalto	2
20	Avda. Pozo Favorito y Padre Casanello	148,73	Avda. Pozo Favorito	Asfalto	2	Padre Casanello	Asfalto	1
21	O'Leary y 12 Proyectadas	114,90	O'Leary	Asfalto	1	12 proyectadas	Asfalto	1
22	Montevideo y 12 Proyectadas	114,90	Montevideo	Asfalto	1	12 proyectadas	Asfalto	1
23	Alferez Silva y De la Conquista	55,55	Alferez Silva	Asfalto	2	De la Conquista	Asfalto	1
24	15 de agosto y Milano	48,97	15 de agosto	Asfalto	1	Milano	Asfalto	1
25	Estrella c/ Colón	171,57	Estrella	Asfalto	1	Colon	Asfalto	1
26	Haedo y Ayolas	171,57	Haedo	Asfalto	1	Ayolas	Asfalto	1
27	Manduvira y J E O'Leary	171,57	O'Leary	Asfalto	1	Manduvira	Asfalto	1
28	15 de Agosto y Jujuy	48,97	15 de Agosto	Asfalto	1	Jejuí	Asfalto	1
29	Avda. Rodríguez de Francia y 15 de Agosto	48,97	Avda. Rodríguez de Francia	Asfalto	2	15 de Agosto	Asfalto	1
30	15 de Agosto y Oliva	75,10	15 de Agosto	Asfalto	1	Oliva	Asfalto	1
31	Haedo y O'Leary	171,57	Haedo	Asfalto	1	O'leary	Asfalto	1
32	Avda. Perú y Avda. Artigas	57,19	Avda. Perú	Asfalto	2	Artigas	Asfalto	2
33	Avda. General Santos y San Antonio	284,92	Avda. General Santos	Asfalto	2	San Antonio	Asfalto	1
34	España y Perú	67,66	España	Asfalto	2	Perú	Asfalto	2
35	Perú y Río de Janeiro	67,66	Perú	Asfalto	2	Rio de Janeiro	Asfalto	1
36	Avda. Mcal. López y Avda Perú	67,66	Avda. Mcal. López	Asfalto	2	Perú	Asfalto	2
37	Cerro Corá y Perú	70,00	Cerro Corá	Asfalto	1	Perú	Asfalto	2
38	Azara y Tte. Cnel. Irazábal	70,00	Azara	Asfalto	1	Cnel. Irazabal	Asfalto	1
39	Avda. Pozo Favorito y Ana Díaz 1	9,69	Avda. Pozo Favorito	Asfalto	2	Ana Díaz	Asfalto	1

No	Ubicación	Área de Captación (Ha)	Calle 1			Calle 2		
			Nombre	Tipo	Sentido	Nombre	Tipo	Sentido
40	Avda. Pozo Favorito y Teniente Alcorta	9,69	Avda. Pozo Favorito	Asfalto	2	Tte. Alcorta	Asfalto	1
41	Avda. Bruno Guggiari y Corochiré	321,43	Avda. Bruno Guggiari	Asfalto	2	Cochiré	Asfalto	2
42	La Paz y Asunción	321,43	La Paz	Asfalto	2	Asunción	Empedrado	2
43	Avda. General Santos y Vicente Pinzón	94,92	Avda. General Santos	Asfalto	2	Vicente Pinzon	Asfalto	2
44	Luis Morquio y Tte. López	26,74	Luis Morquio	Asfalto	2	Tte. López	Asfalto	2
45	Centro de Emergencias Médicas	94,92	Gral. Santos	Asfalto	2	Teodoro S. Mongelos	Asfalto	1
46	Luis Morquio y 11 de diciembre	94,92	Luis Morquio	Asfalto	2	11 de Diciembre	Asfalto	2
47	Mcal. López y Bernardino Caballero	106,60	Mcal. López	Asfalto	2	Bernardino Caballero	Asfalto	2
48	España y Pitiantuta	53,30	España	Asfalto	2	Pitiantuta	Asfalto	2
49	Avda. España y Rca. Dominicana	53,30	España	Asfalto	2	Rca. Dominicana	Asfalto	1
50	Tte. Delgado y Rca. De Siria	284,92	Tte. Delgado	Empedrado	2	Rca. De Siria	Asfalto	2
51	Avda. Perú y Avda. Artigas	55,03	Avda Perú	Asfalto	2	Artigas	Asfalto	2
52	Avda. Fernando de la Mora y Pariri	48,97	Avda. Fernando de la Mora	Asfalto	2	Pariri	Asfalto	2
53	Avda. Fernando de la Mora y Richarson	48,97	Avda. Fernando de la Mora	Asfalto	2	Richarson	Asfalto	2
54	Avda. Fernando de la Mora y Bartolomé de las Casas	135,58	Avda. Fernando de la Mora	Asfalto	2	Bartolomé	Asfalto	2
55	Tte. Filgueira y Viuda de Llanas	68,79	Tte. Filgueira	Asfalto	2	Viuda de Llanas	Asfalto	2
56	Artigas y Molas López	186,63	Artigas	Asfalto	2	Molas López	Asfalto	1
57	España y América	64,20	España	Asfalto	2	América	Asfalto	1
58	España y Venezuela	64,20	España	Asfalto	2	Venezuela	Asfalto	1
59	España y Santa Rosa	64,20	España	Asfalto	2	Santa Rosa	Asfalto	2

Nro	Ubicación	Área de Captación (Ha)	Calle 1			Calle 2		
			Nombre	Tipo	Sentido	Nombre	Tipo	Sentido
60	España y Sacramento	876,82	España	Asfalto	2	Sacramento	Asfalto	2
61	Santísimo Sacramento y Cap. Tuñón	184,47	Santísimo Sacramento	Asfalto	2	Cap. Tuñón	Empedrado	2
62	Cabo Feliciano Marecos y Justo Román	184,47	Cabo Feliciano Marecos	Asfalto	1	Justo Román	Asfalto	2
63	Cabo Feliciano Marecos y Nuestra Señora del Carmen	184,47	Cabo Feliciano Marecos	Asfalto	1	Ntra. Señora del Carmen	Asfalto	1
64	Avda. Mcal. López y Salaskin	379,92	Avda. Mcal. López	Asfalto	2	Salaskin	Empedrado	2
65	Quesada y Juan Bogarin	48,28	Quesada	Asfalto	1	Juan Bogarin	Asfalto	2
66	Arguello y Hassler	158,77	Arguello	Asfalto	2	Hassler	Empedrado	2
67	Pacheco y Cnel. Díaz	158,77	Pacheco	Asfalto	2	Cnel. Díaz	Empedrado	2
68	Andrade y O'Higgins	242,61	Andrade	Asfalto	1	O'Higgins	Asfalto	2
69	Boggiani y R.I.6 Boquerón	31,06	Boggiani	Asfalto	2	R.I 6 Boquerón	Asfalto	1
70	Boggiani y R.I.3 Corrales	105,13	Boggiani	Asfalto	2	R.I 3 Corrales	Asfalto	1
71	Mcal. López, Municipalidad de Asunción	65,58	Mcal. López	Asfalto	2			
72	Avda. Madame Lynch y Eusebio Lilio	84,45	Avda. Madame Lynch	Asfalto	2	Lilio	Asfalto	2
73	Emeterio Miranda y Sucre	130,22	Emeterio Miranda	Asfalto	2	Sucre	Asfalto	1
74	Eusebio Lilio y Denis Roa	130,22	Eusebio Lilio	Asfalto	2	Denis Roa	Asfalto	2
75	Margarita de Youville, Itay	100,97	Margarita de Youville	Asfalto	2			
76	Autopista y Madame Lynch	1267,30	Autopista	Asfalto	2	Madame Lynch	Asfalto	2
77	Gral. Aquino, Luque	84,10	Gral. Aquino	Asfalto	2			
78	Avda. Pozo Favorito y Pampa Grande	9,69	Avda. Pozo Favorito	Asfalto	2	Pampa Grande	Asfalto	2
79	Avda. Eusebio Ayala y Rca. Argentina	150,81	Avda. Eusebio Ayala	Asfalto	2	Rca. Argentina	Asfalto	2
80	Carlos Antonio López, Asunción Golf Club	110,06	Carlos Antonio López	Asfalto	2			
81	Tte. Carreras Saguier y Atyra	102,79	Tte. Carreras Saguier	Empedrado	2	Atyra	Empedrado	2

Cuadro No. 3 - Puntos Críticos de la Ciudad de Asunción

Proyecto Señalización de puntos críticos y propuesta de desvíos alternativos como medida de mitigación sostenible a 20 pactos por eventos hidrometeorológicos severos (SYDES)
Compendio final de resultados

Vías de acceso a puntos críticos en Asunción

Posterior a la descripción de caracterización de puntos críticos se realizó un mapa de ubicación de estos con sus correspondientes vías de acceso. Se puede visualizar la totalidad de puntos en la figura 7, y de forma específica las vías de acceso propuestas como solución de desvío a estas zonas peligrosas en las figuras siguientes.

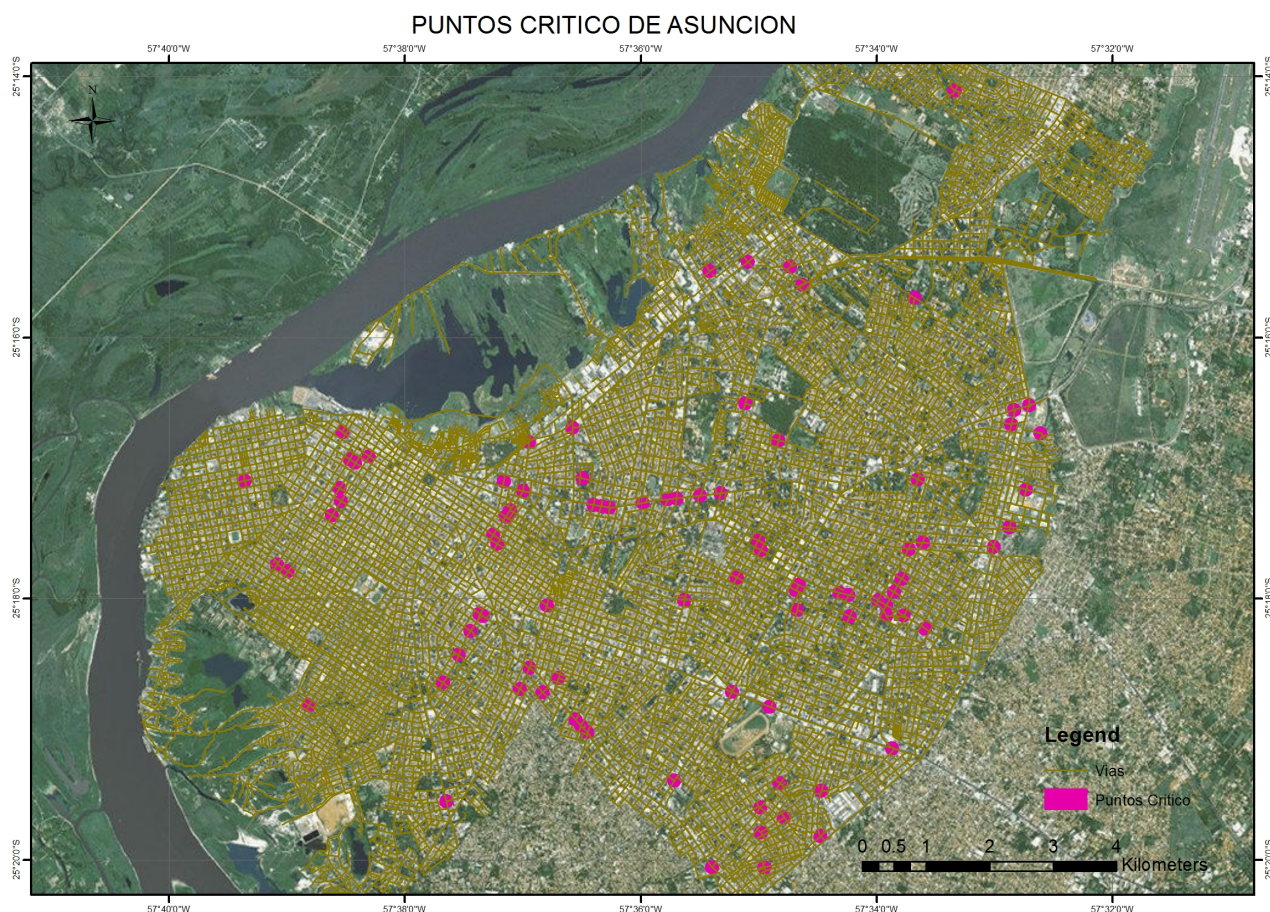


Figura 7– Mapa de ubicación de puntos críticos

Zona Sajonia

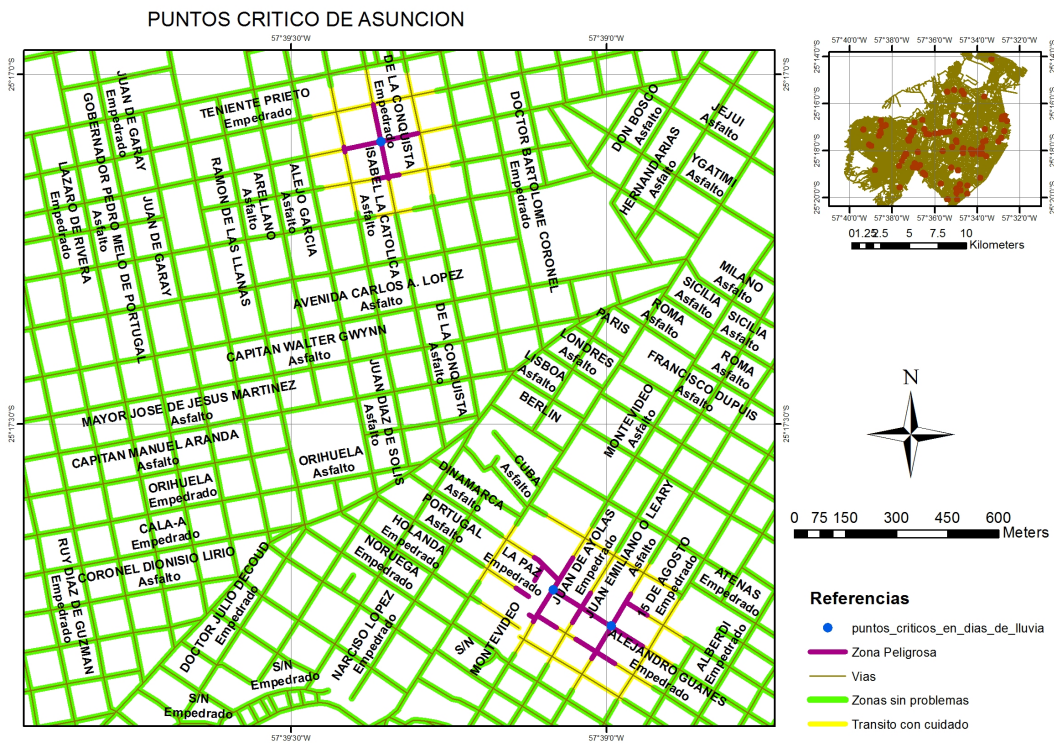


Figura 8– Mapa de ubicación de puntos críticos Zona Sajonia

Zona Centro y alrededores

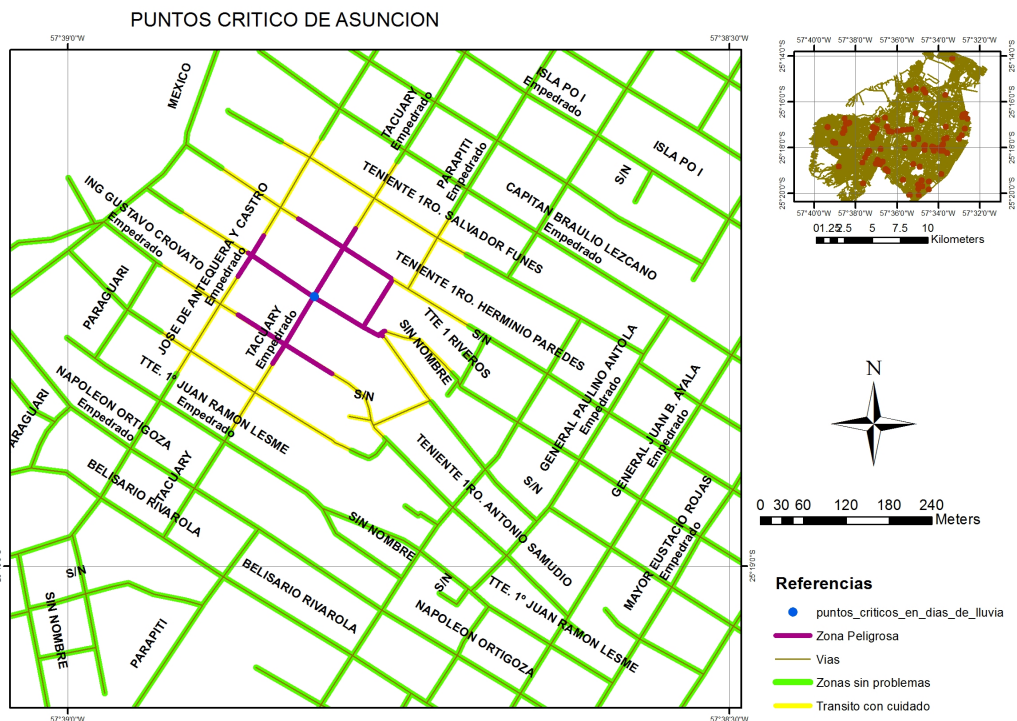


Figura 9 – Mapa de ubicación de puntos críticos Zona centro y alrededores

Zona Ciudad Nueva

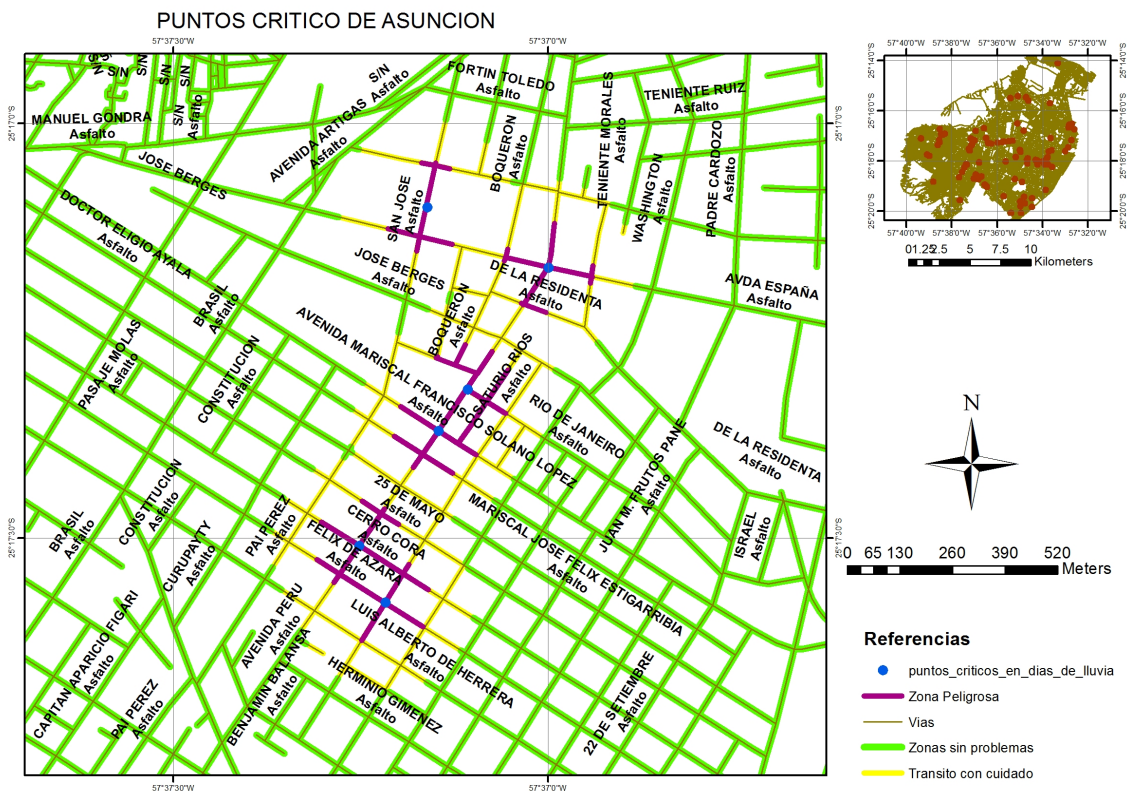


Figura 10 – Mapa de ubicación de puntos críticos Zona Ciudad Nueva

Zona Barrio Pettirossi

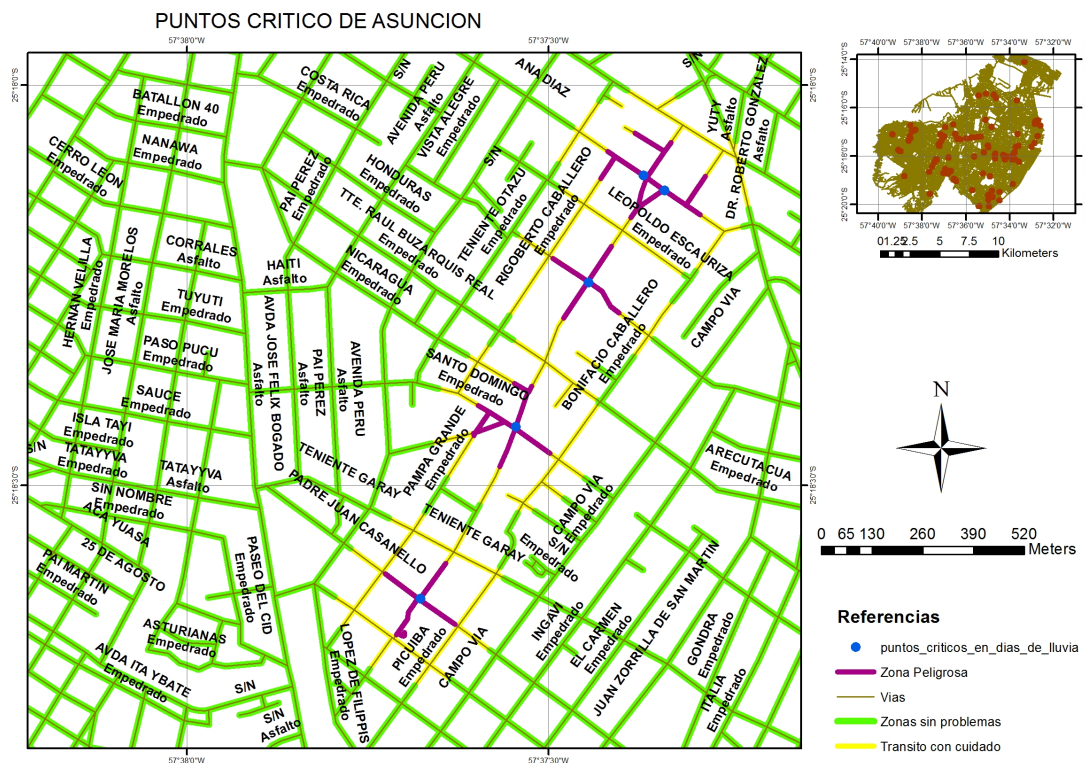


Figura 11 – Mapa de ubicación de puntos críticos Zona Barrio Pettirossi

Zona San Vicente

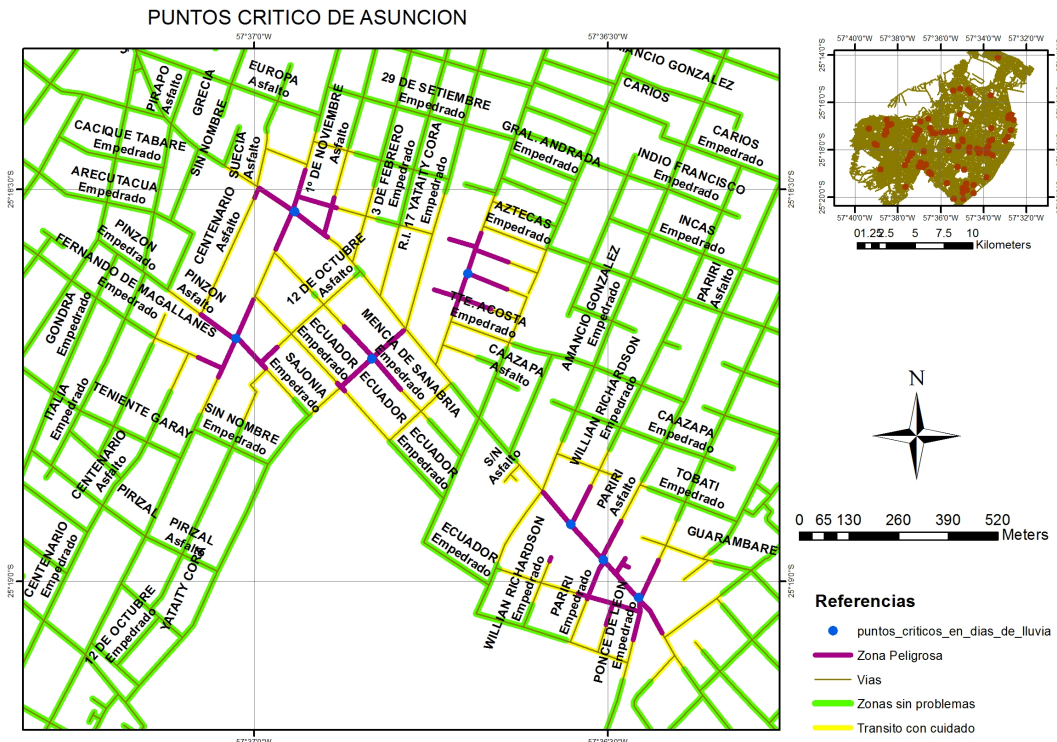


Figura 12 – Mapa de ubicación de puntos críticos Zona San Vicente

Zona Barrio Mcal. López

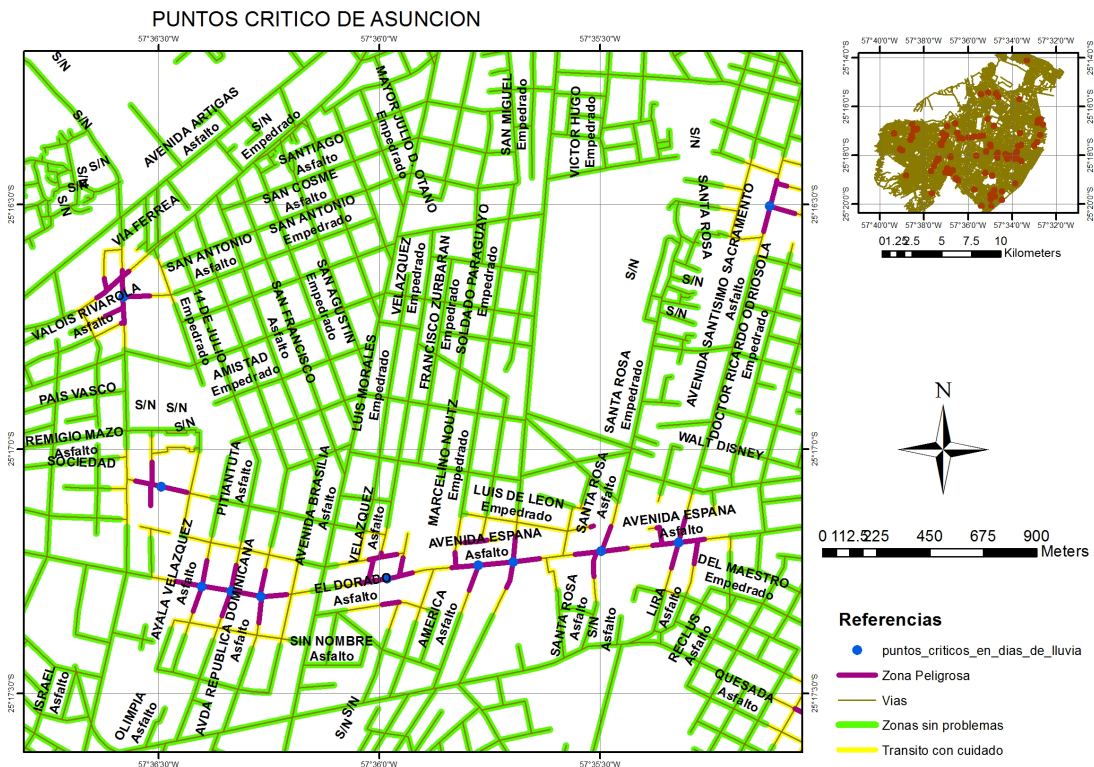


Figura 13 – Mapa de ubicación de puntos críticos Zona Barrio Mcal. López

Zona Recoleta

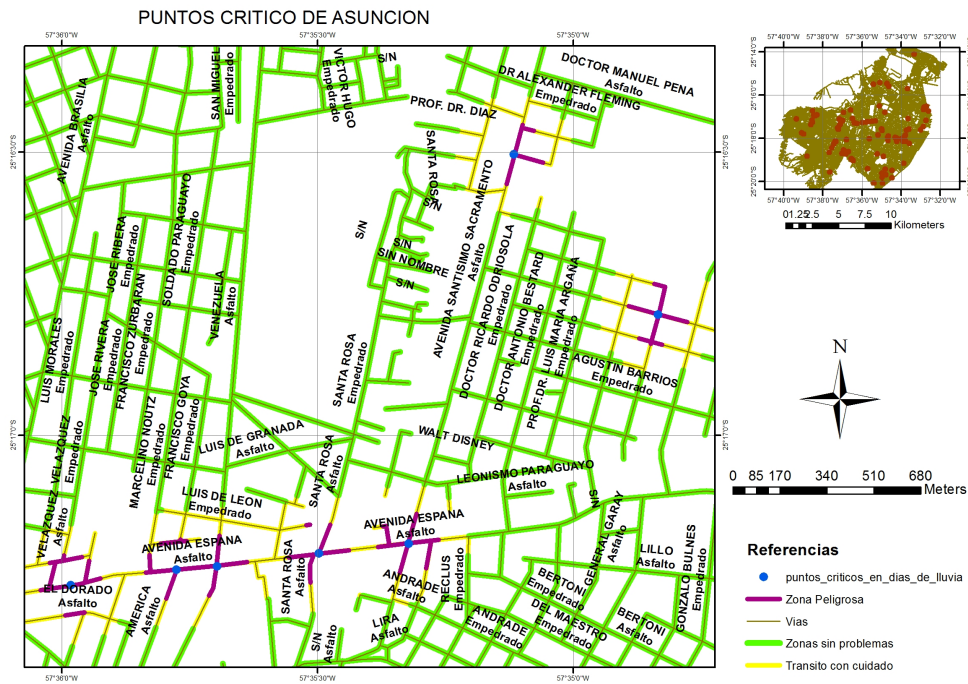


Figura 14 – Mapa de ubicación de puntos críticos. Zona Recoleta

Zona San Cristóbal

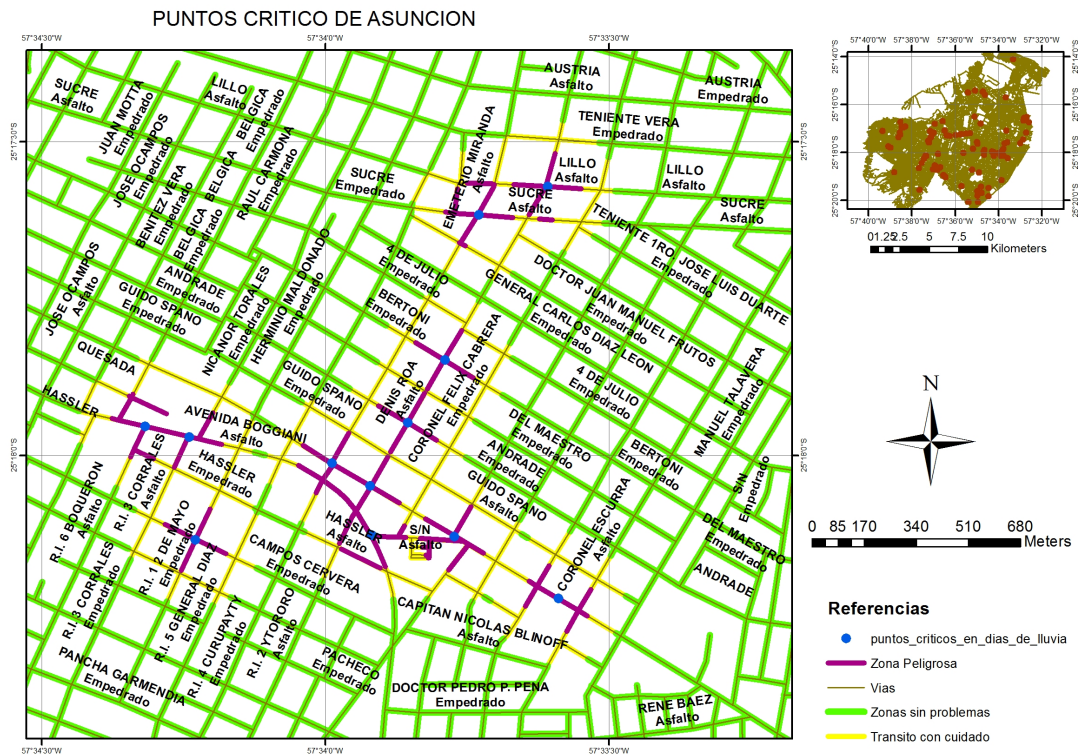


Figura 15 – Mapa de ubicación de puntos críticos. Zona San Cristóbal

Zona San Pablo

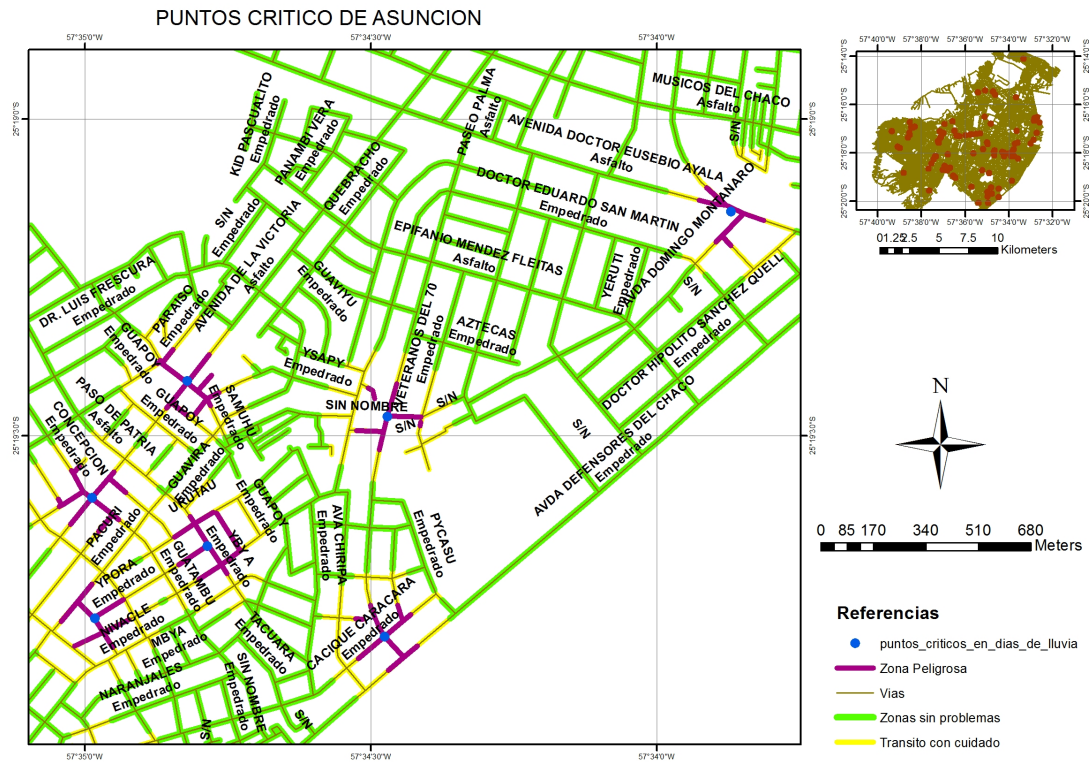


Figura 16 – Mapa de ubicación de puntos críticos. Zona San Pablo

Zona 4 Mojones

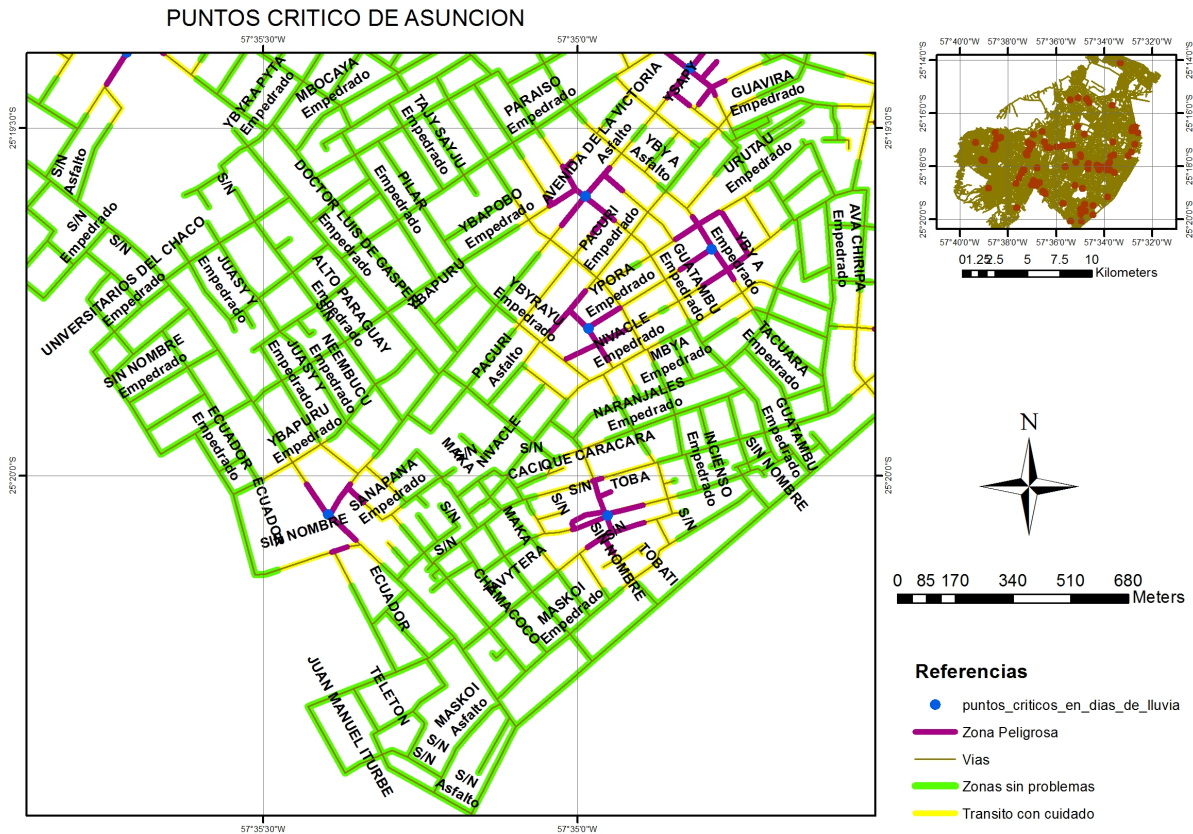


Figura 17 – Mapa de ubicación de puntos críticos. Zona 4 mojones

Zona Barrio San Pablo

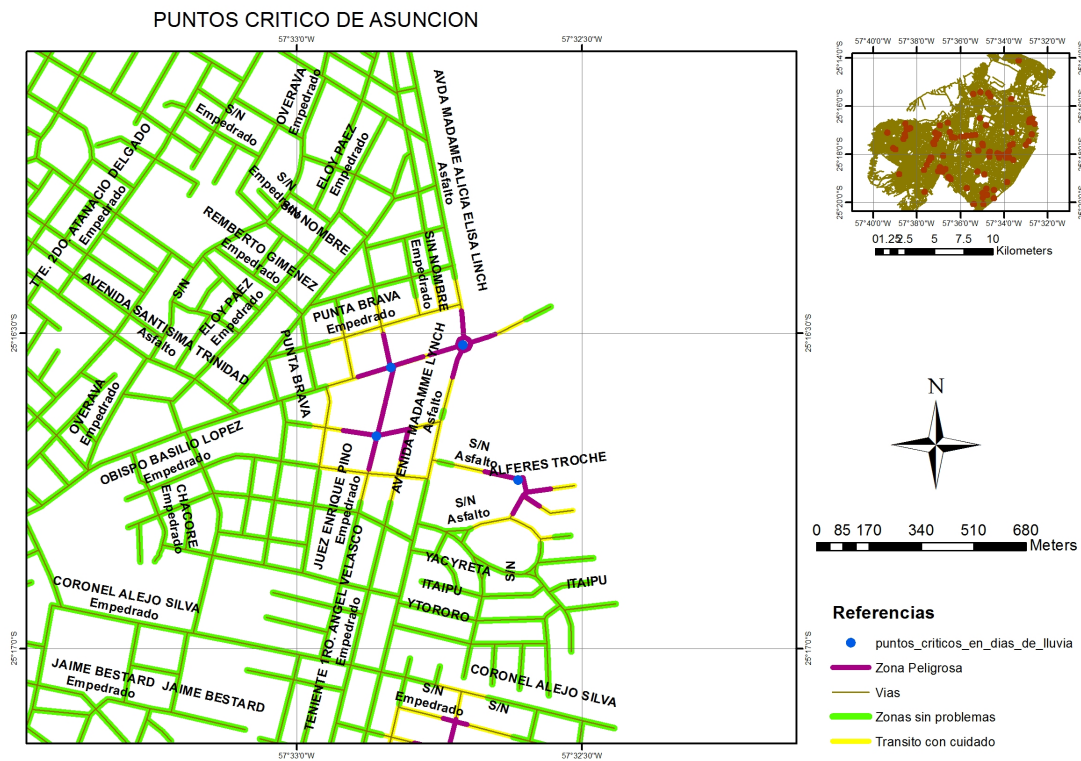


Figura 18 – Mapa de ubicación de puntos críticos. Zona Barrio San Pablo

Zona Santísima Trinidad 2

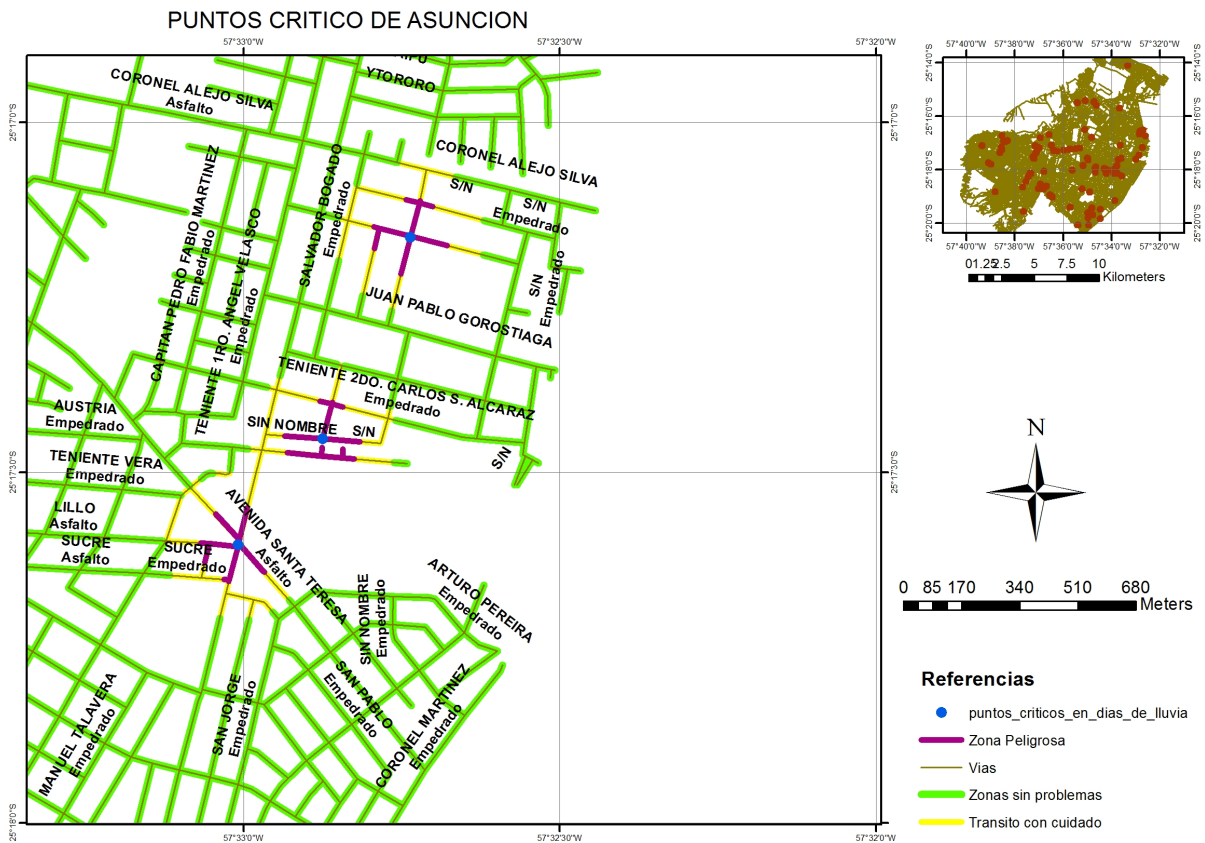


Figura 20 – Mapa de ubicación de puntos críticos. Zona Santísima Trinidad 2

Zona Centro

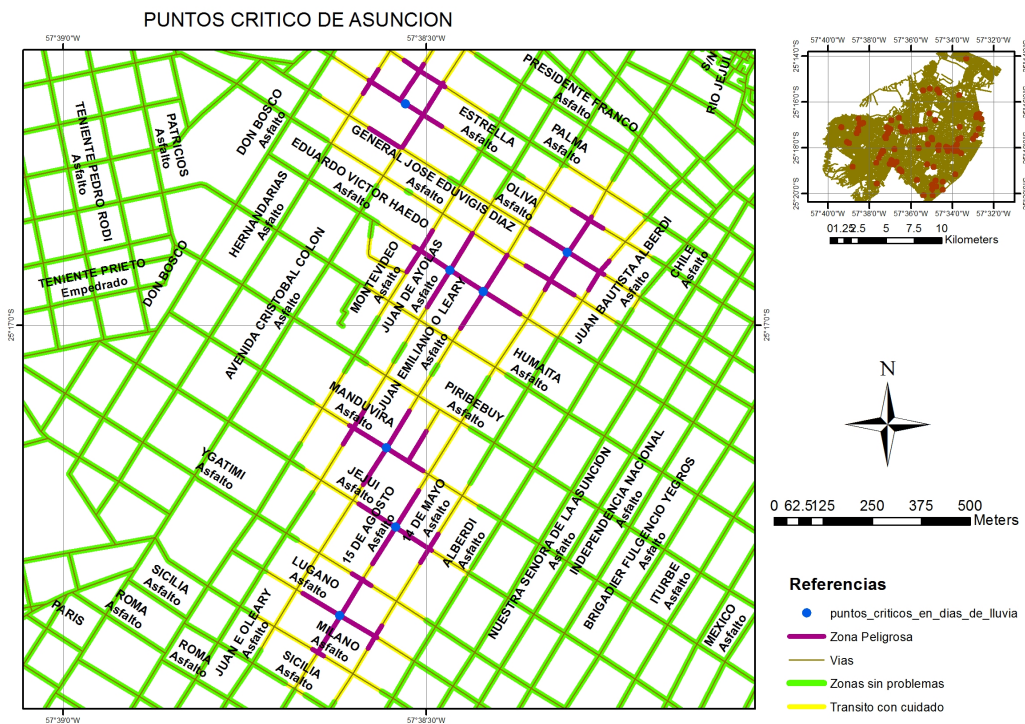


Figura 21 – Mapa de ubicación de puntos críticos. Zona Centro

RESULTADOS

De los 81 puntos críticos presentados en la tesis de grado de Lina Rivelli, fueron seleccionados 25 puntos críticos. La selección se realizó en base a varios factores como la existencia de sistemas de drenaje y las condiciones de estos, el material de la calle (asfalto, empedrado o tierra), sentido de tránsito sobre las calles, el sentido de la pendiente y la situación del tránsito en distintas horas del día y la existencia de antecedentes de ocurrencia de accidentes en los puntos en días de lluvia. Los puntos que ya cuentan con una señal instalada por el Municipio de Asunción ingresaron directamente a la lista.

Se realizaron dos procesos de selección, en la primera se seleccionaron los 25 puntos críticos que cumplían con distintos factores como un gran flujo de vehículos que circulan por las calles de la intersección en distintas horas del día (que sean calles principales o desvíos de calles principales muy concurridas), condiciones de acumulación de agua debido a la pendiente y por último, que una o ambas calles de las intersecciones sean asfaltadas. Los 25 puntos críticos seleccionados inicialmente son:

Puntos Críticos (Primera Selección)

No.	Puntos críticos (calle)
1	Avda. Artigas y Molas López
2	Eusebio Ayala y Boggiani
3	Avda. Fernando de la Mora y Bartolomé de las Casas
4	Avda. Fernando de la Mora y de la Victoria
5	Avda. General Santos y San Antonio
6	Avda. República. Argentina y Caaguazú
7	Cabo Feliciano Marecos y Nuestra Señora del Carmen
8	Avda. Pozo Favorito y Ana Díaz 1
9	Avda. Pozo Favorito y Ana Díaz 2
10	Avda. Pozo Favorito y Pampa Grande
11	Avda. Eusebio Ayala y Republica Argentina
12	Avda. Gral. Santos y Vicente Pinzón
13	Avda. Artigas y Mburicao
14	Ypora y Paso de Patria
15	Avda. España y Pitiantuta
16	Avda. España y Republica Dominicana
17	Tte. Delgado y Republica de Siria
18	Avda. Perú y Artigas
19	Avda. Pozo Favorito y Padre Casanello
20	Avda. España y América
21	Avda. España y Venezuela
22	Avda. España y Santa Rosa
23	Avda. Santísimo Sacramento y Cap. Tuñón

24	Boggiani y R.I.6 Boquerón
25	Boggiani y R.I.3 Corrales

Cabe mencionar que la selección de los 25 puntos es nada más que una selección categorizada ya que no es posible realizar una jerarquización debido a la cantidad de variables que influyen en la peligrosidad de la intersección y sus distintas perspectivas. Estos 25 puntos críticos son los más susceptibles de acumular agua durante precipitaciones de cualquier intensidad.

Se realizó una segunda selección de puntos para determinar cuáles son los puntos más peligrosos de la lista de 25 puntos críticos considerados más susceptibles de inundación, para dicha selección se tuvieron en cuenta las mismas características que las mencionadas en la selección inicial, pero se incluyó una característica más que no fue tomada en cuenta en la primera selección, la ocurrencia de accidentes en la intersección como consecuencia de la excesiva acumulación de agua durante precipitaciones intensas. Los 7 puntos considerados más peligrosos son:

Puntos Críticos (Segunda Selección)

No.	Puntos críticos (calle)
1	Avda. Artigas y Molas López
2	Eusebio Ayala y Boggiani
3	Avda. Fernando de la Mora y Bartolomé de las Casas
4	Avda. Fernando de la Mora y de la Victoria
5	Avda. General Santos y San Antonio
6	Avda. República. Argentina y Caaguazú
7	Cabo Feliciano Marecos y Nuestra Señora del Carmen.

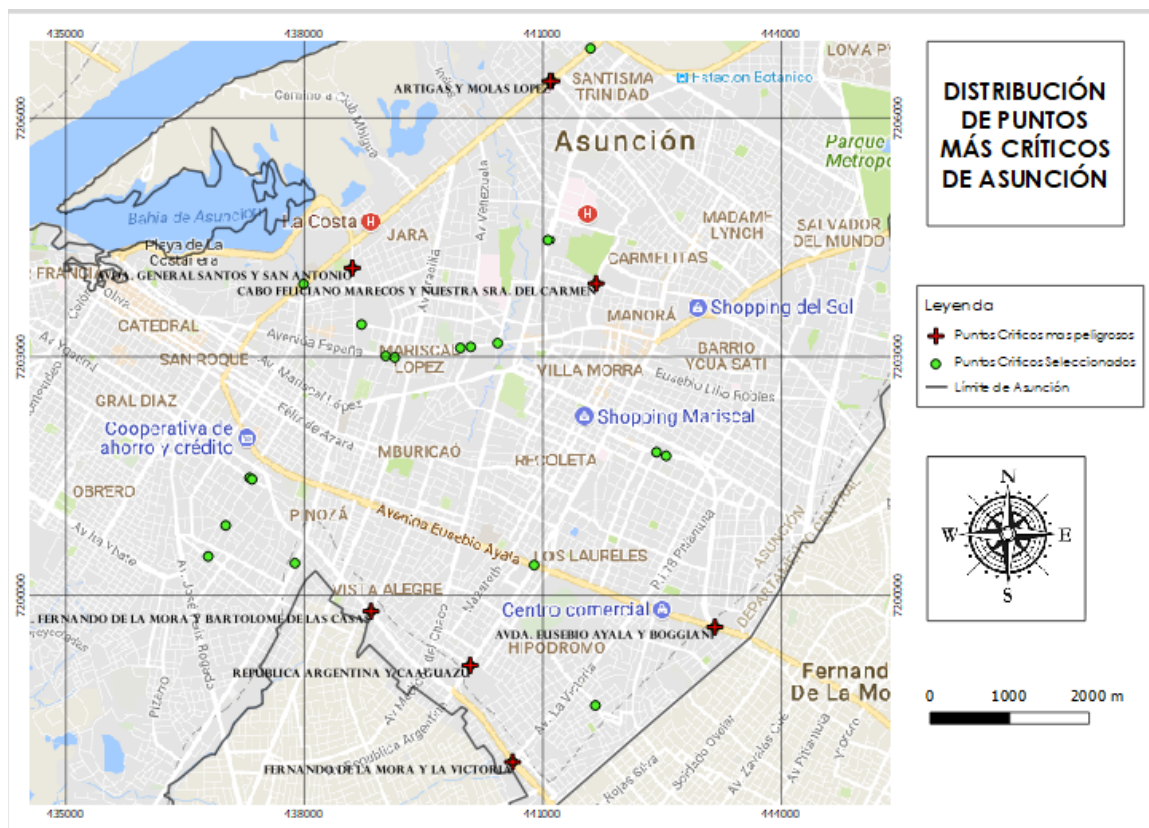


Figura 22 – Distribución de Puntos Críticos de la ciudad de Asunción

En la figura 22 se presenta el mapa de distribución de los puntos más críticos de la ciudad de Asunción, los puntos verdes simbolizan a los 25 puntos determinados a través de la primera selección realizada y las cruces rojas simbolizan a los 7 puntos seleccionados como los más peligrosos y susceptibles de causar accidentes en días de precipitaciones intensas.

Señalética de desvíos

El cuadro N°4 contiene la distribución de las señaléticas diseñadas y es como sigue:

Puntos críticos (señalética)	Desvíos (señalética)
1. Avda. Artigas y Molas López	Señaléticas Principales
	1.1. Artigas y Santísima Trinidad
	1.2. 8 de Junio y Cañedón
	1.3. Artigas y Sgto. Esteban Martínez
	Señaléticas de Refuerzo
	1.4. Ing. John Whytehead y Sgto. Esteban Martínez
	1.5. Ing. John Whytehead y Santísima Trinidad
1.6. 8 de Junio y Sgto. Esteban Martínez	
1.7. Artigas y Sgto. Esteban Martínez	
2. Eusebio Ayala y Boggiani	Señaléticas Principales
	2.1. Eusebio Ayala y Cacique Arcaya
	2.2. Eusebio Ayala y Mecánicos de Aviación
	2.3. Boggiani y Facundo Machaín

	Señaléticas de Refuerzo
	2.4. Mecánicos de Aviación y Cirilo Antonio Rivarola 2.5. Boggiani y Cirilo Antonio Rivarola 2.6. Pitiantuta y Facundo Machaín 2.7. Boggiani y Facundo Machaín 2.8. Cacique Arecaya y Epifiano Méndez 2.9. Dr. Hipólito Sánchez y Epifiano Méndez
3. Nuestra Sra. Del Carmen y Cabo Feliciano Marecos	Señaléticas Principales
	3.1. Nuestra Señora del Carmen y Soldado Desconocido 3.2. Cabo F. Marecos y Agustín Pio Barrios 3.3. Federación Rusa y Cabo F. Marecos
	Señaléticas de Refuerzo
	3.4. Presbítero Justo Román y Soldado Desconocido (2) 3.5. Presbítero Justo Román y Cabo F. Marecos (2) 3.6. Cabo F. Marecos y Agustín Pio Barrios 3.7. Agustín Pio Barrios y San Rafael (2) 3.8. San Rafael y Federación Rusa (2)
	Señaléticas Principales
	4.1. Avda. Fernando de la Mora y Panambiretá 4.2. Avda. Fernando de la Mora y Pariri 4.3. Bartolomé de las Casas y Caazapá 4.4. Ponce de León y Camalota
	Señaléticas de Refuerzo
	4.5. Don Osvaldo Kallsen y Panambiretá 4.6. Carlos Centurión y Don Osvaldo Kallsen 4.7. Madre Ravasco y Dr. Carlos Centurión 4.8. Augusto Roa Bastos y Camalota (2) 4.9. Pariri y Carios 4.10. Carios y Tte. 1ro Julián A. Riquelme 4.11. Tte. 1ro Julián A. Riquelme y Antonio Planas 4.12. Antonio Planas y Dr. Carlos Centurión 4.13. Pariri y Caazapá (2)
5. Avda. Fernando de la Mora y Avda. De la Victoria	Señaléticas Principales
	5.1. Avda. De la Victoria y Alto Paraguay 5.2. Avda. Fernando de la Mora y Ybapobo 5.3. Avda. Fernando de la Mora y Nivaclé
	Señaléticas de Refuerzo
	5.4. Nivaclé y Maca 5.5. Sub Comisario Lorenzo Cáceres y Maka 5.6. Sub Comisario Lorenzo Cáceres y Dr. Luisi Gásperi 5.7. De la Victoria y Dr. Luis Gásperi 5.8. Alto Paraguay y Ybapobo 5.9. Dr. Ramiro Rodríguez Alcata y Ybapobo 5.10. Dr. Ramiro Rodríguez Alcata y Universitarios Lambareños

	5.11. Univertitarios Lambareños y Ecuador 5.12. Cacique Carará (Continuación) y Gonzalo de Mendoza 5.13. Cacique Carará (Continuación) y Gonzalo de Mendoza 5.14. Yacaré Valija y Defensores del Chaco
6. Avda. General Santos y San Antonio	Señaléticas Principales
	6.1. General Santos y Concordia 6.2. General Santos y Artigas
	Señalética de Refuerzo
	6.3. Avda. Artigas y Entre Ríos (2) 6.4. San Antonio y 14 de Julio 6.5. Concordia y 14 de Julio (2)
7. Avda. República Argentina y Caaguazú	Señaléticas Principales
	7.1. Avda. República Argentina y Don Osvaldo Kellsen 7.2. Avda. República Argentina y Encarnación
	Señalética de Refuerzo
	7.3. Don Osvaldo Kellsen y Tarumá 7.4. Tarumá y Pilar 7.5. Encarnación y Tarumá 7.6. Tarumá y Avda. Fernando de la Mora

Cuadro No 4 – Cantidad de Señaléticas por puntos críticos seleccionados

Estimativo de cantidad de carteles necesarios por punto

PUNTO CRÍTICO	SEÑALÉTICA PRINCIPAL	SEÑALÉTICA DE REFUERZO
Avda. Fernando de la Mora y Bartolomé de las Casas	4	15
Avda. Fernando de la Mora y De La Victoria	3	11
Avda. Artigas y Molas López	3	4
Avda. Gral. Santos y San Antonio	2	5
Rca. Argentina y Caaguazú	2	4
Cabo Feliciano Marecos y Ntra. Sra. Del Carmen	3	9
Eusebio Ayala y Boggiani	3	6
TOTALES	20	50

Cuadro No. 5 – Estimativo de Carteles por Punto Crítico.

Se prevé la colocación de un total de 70 carteles en total, 20 carteles principales y 50 carteles de refuerzo cuyo objetivo es evitar que el conductor se pierda mientras realiza el desvío. Es de gran importancia que sean incluidos todos los carteles de refuerzo ya que los desvíos diseñados presentan una gran cantidad de giros.

DISEÑO Y UBICACIÓN DE SEÑALÉTICAS PRINCIPALES

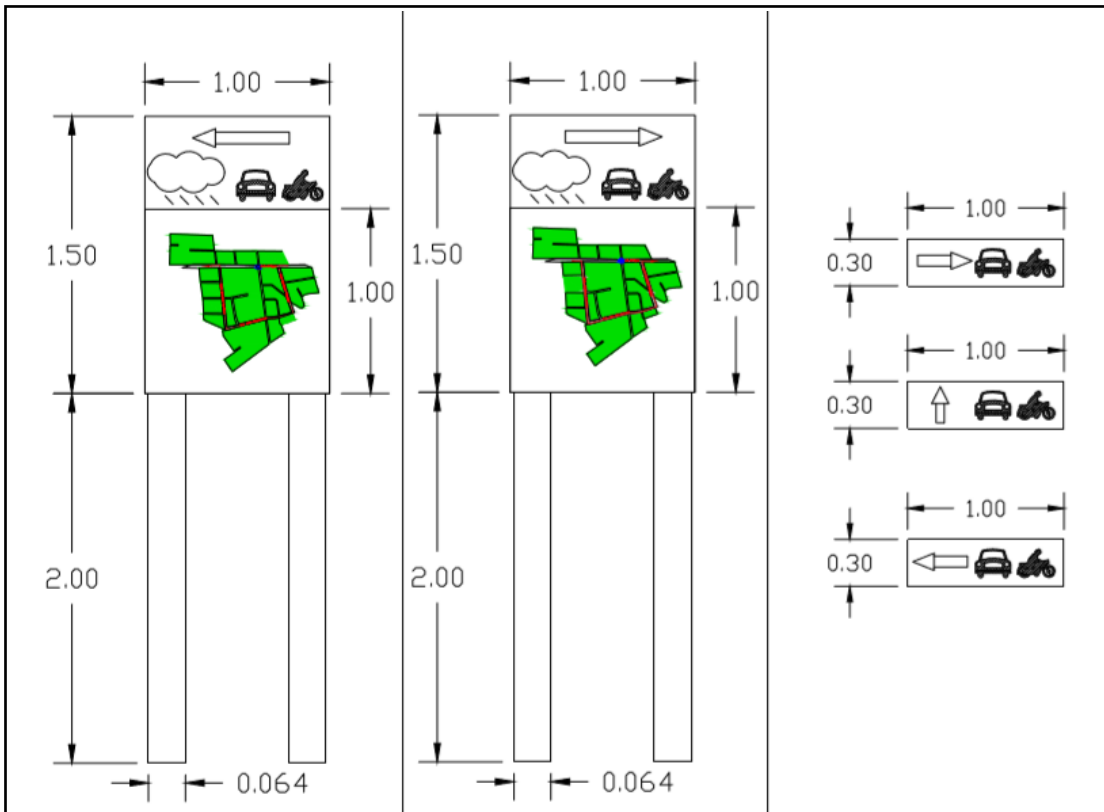


Figura 23– Diseño de la señalización vertical

En la figura 22 se presenta las dimensiones de las señaléticas principales, las medidas utilizadas son las medidas reglamentarias establecidas en el manual de señalización vertical del Ministerio de Obras Públicas y Comunicaciones (MOPC). Mencionar que los desvíos que serán presentados fueron diseñados para autos livianos y motos, para la elaboración de las rutas de desvíos se realizaron visitas previas a los puntos críticos y se elaboraron informes parciales teniendo en cuenta los factores ya mencionados para la selección. Una vez diseñados las alternativas de desvíos se realizaron visitas nuevamente para corroborar la factibilidad de los mismos.

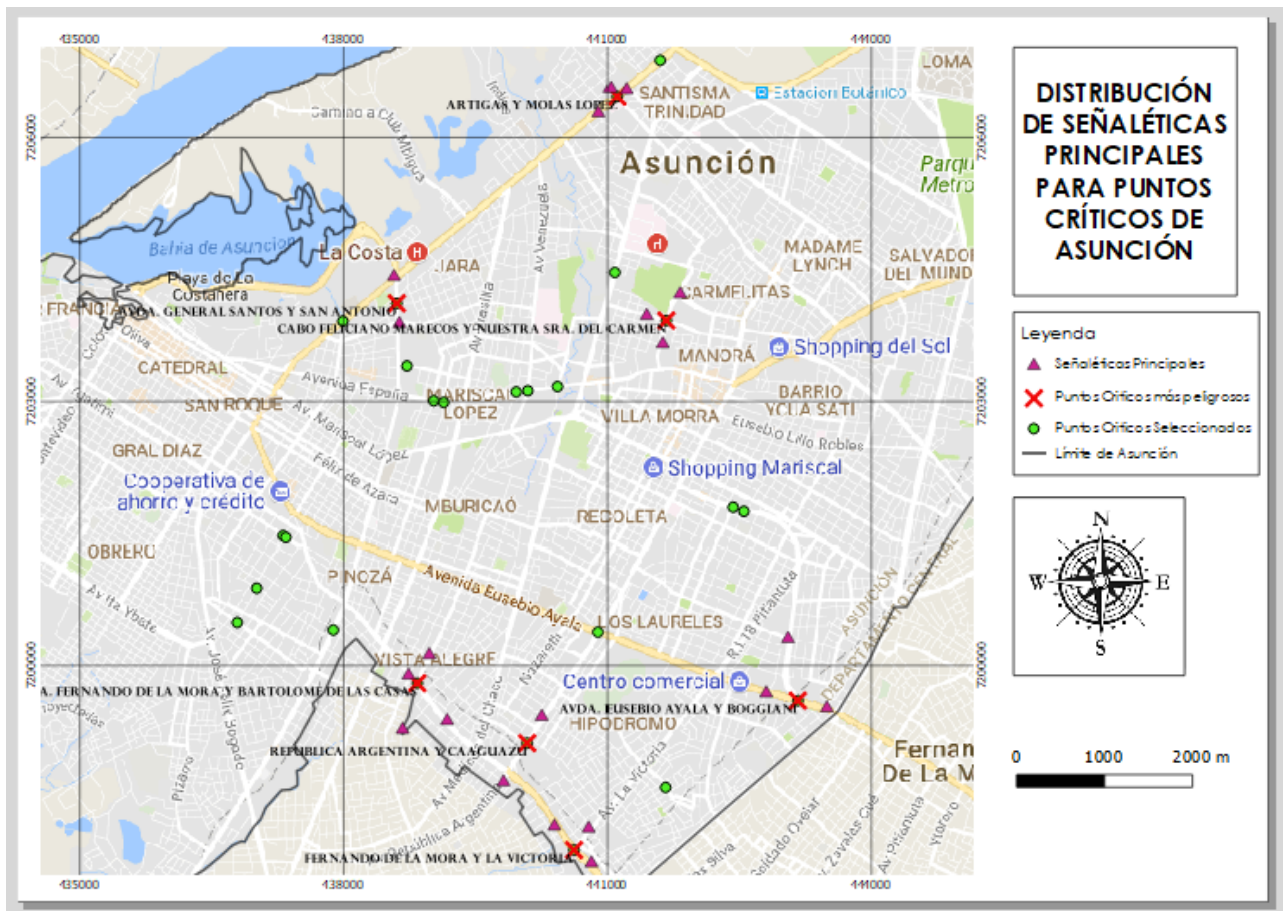


Figura 24 – Ubicación de Señaléticas Principales.

En la figura 24 se observa la ubicación de las señaléticas principales de desvío de los puntos críticos más peligrosos, como ya fue mencionado son un total de 20 señaléticas distribuidas entre los 7 puntos críticos más peligrosos. La cantidad de señaléticas por puntos depende del sentido de las calles pertenecientes a la intersección y de la existencia de un desvío factible para el punto.

Diseño de Desvíos.

Los desvíos por cada punto son parte del diseño de la señalética principal, la misma es ubicada a una distancia considerable del punto crítico indicando el desvío, por cada punto crítico seleccionado se diseñaron 2 a 4 desvíos. A continuación, se presentan los desvíos diseñados para los puntos críticos más peligrosos y algunas recomendaciones para el municipio.

Se tomaron como camino alternativo calles empedradas y otras no en muy buen estado ya que si obviaba estas selecciones los desvíos iban a ser extremadamente largos y posteriormente rechazados por la ciudadanía.

Estos desvíos fueron diseñados posteriormente a las visitas realizadas a los puntos con la utilización del software libre Qgis. Una vez terminados se procedió a la realización de una segunda visita para comprobar la factibilidad de los mismos, se

observaron detalles como el sentido de las calles, las condiciones de las calles y el tránsito sobre las calles de desvío en distintas horas del día.

Luego de la comprobación de factibilidad realizada se mejoraron los diseños de forma a hacerlos más presentables utilizando el software AutoCAD. Los diseños finales son los siguientes:

1. Avda. Artigas y Molas López

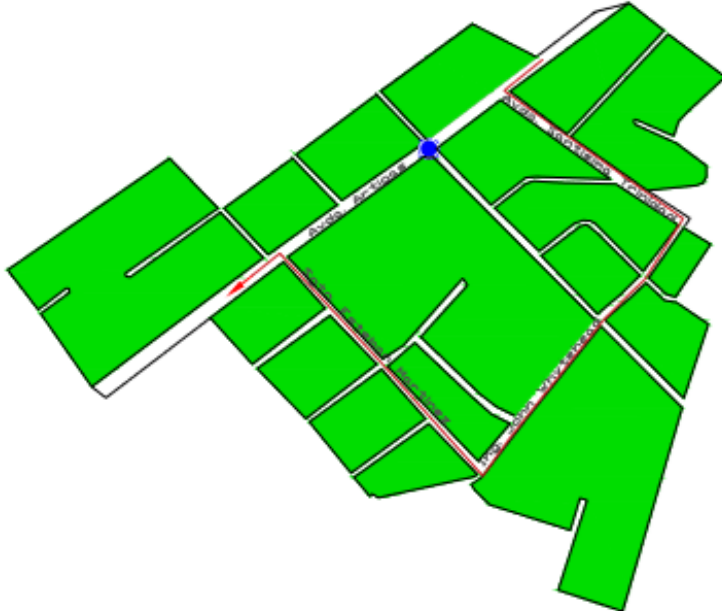


Figura 25 – Diseño de Desvío del Punto Crítico de Artigas y Molas López, dirección: del noreste al suroeste

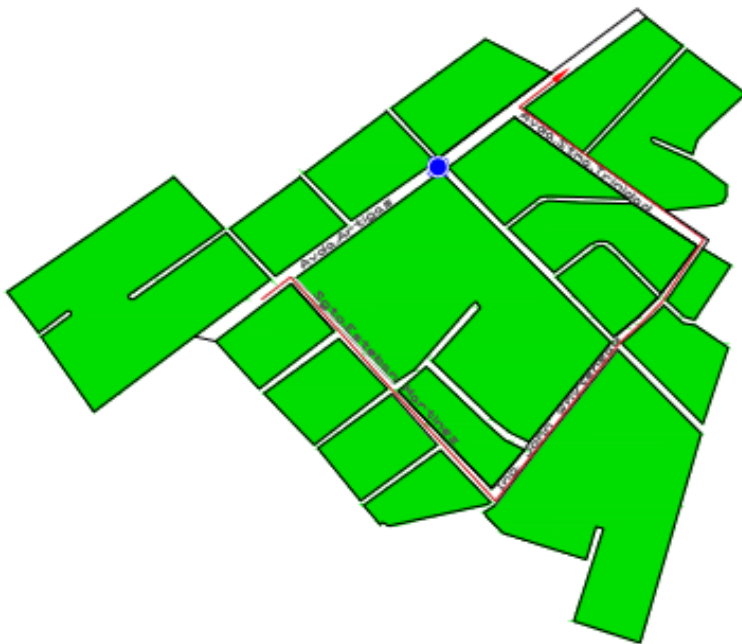


Figura 26 - Diseño de Desvío del Punto Crítico de Artigas y Molas López, dirección: del suroeste al noreste

2. Eusebio Ayala y Boggiani



Figura 27 - Diseño de Desvío del Punto Crítico de Eusebio Ayala y Boggiani, dirección: del norte al noroeste



Figura 28 - Diseño de Desvío del Punto Crítico de Eusebio Ayala y Boggiani, dirección: del noroeste al sureste



Figura 29 - Diseño de Desvío del Punto Crítico de Eusebio Ayala y Boggiani, dirección: del sureste al noroeste

3. Nuestra Señora del Carmen y Cabo Feliciano Marecos



Figura 30 - Diseño de Desvío del Punto Crítico de Nuestra Sra. Del Carmen y Cabo F. Marecos, dirección: del norte al sur



Figura 31 - Diseño de Desvío del Punto Crítico de Nuestra Sra. Del Carmen y Cabo F. Marecos, dirección: del noroeste al sureste.



Figura 32 - Diseño de Desvío del Punto Crítico de Nuestra Sra. Del Carmen y Cabo F. Marecos, dirección: del sur al norte

4. Avda. Fernando de la Mora y Bartolomé de las Casas



Figura 33 - Diseño de Desvío del Punto Crítico de Fernando de la Mora y Bartolomé de las casas, dirección: del noroeste al sureste



Figura 34 - Diseño de Desvío del Punto Crítico de Fernando de la Mora y Bartolomé de las casas, dirección: del sureste al noroeste

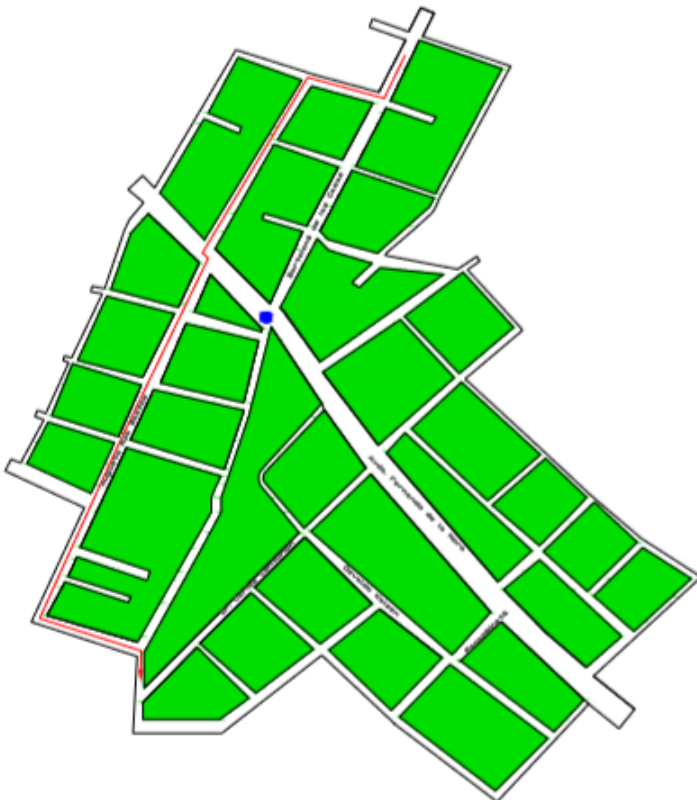


Figura 35 - Diseño de Desvío del Punto Crítico de Fernando de la Mora y Bartolomé de las casas, dirección: del norte al suroeste

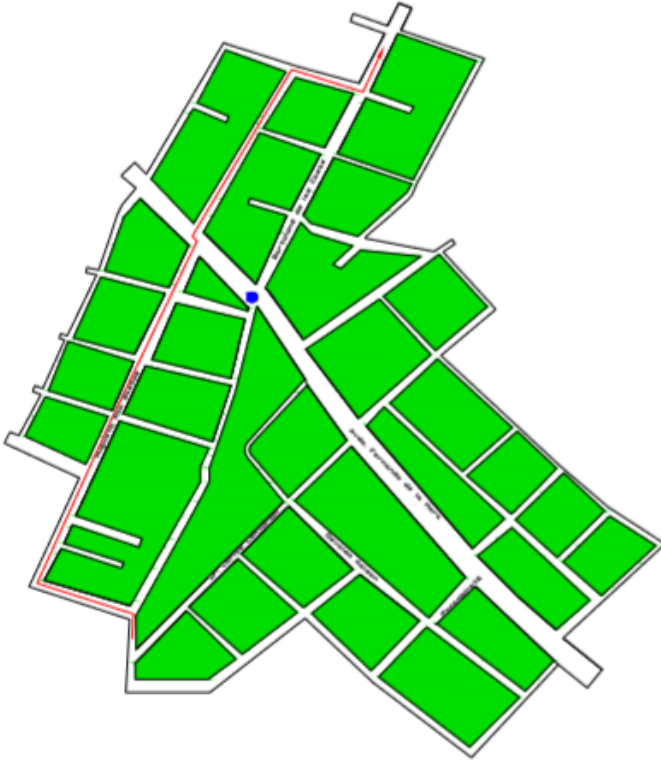


Figura 36 - Diseño de Desvío del Punto Crítico de Fernando de la Mora y Bartolomé de las casas, dirección: del suroeste al norte

5. Avda. Fernando de la Mora y Avda. De la Victoria

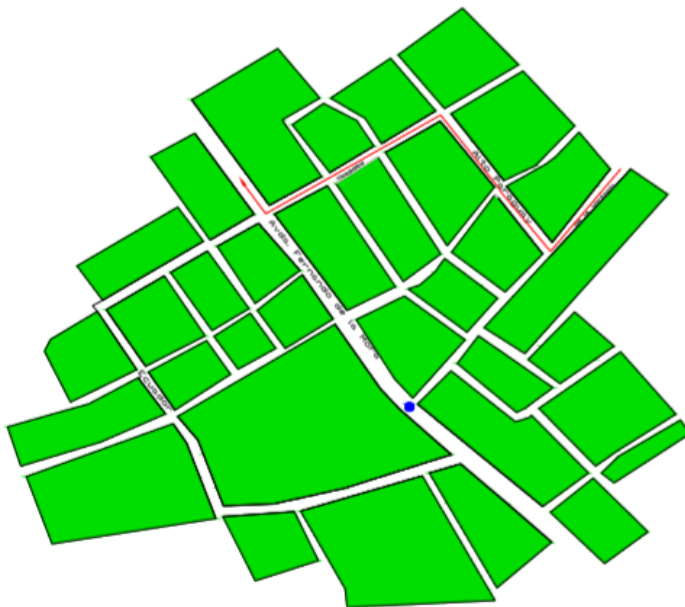


Figura 37 - Diseño de Desvío del Punto Crítico de Fernando de la Mora y de la Victoria, dirección: del noreste al noroeste



Figura 38 - Diseño de Desvío del Punto Crítico de Fernando de la Mora y de la Victoria, dirección: del noroeste al sureste



Figura 39 - Diseño de Desvío del Punto Crítico de Fernando de la Mora y de la Victoria, dirección: del noreste al sureste



Figura 40 - Diseño de Desvío del Punto Crítico de Fernando de la Mora y de la Victoria, dirección: del sureste al noroeste

6. Avda. General Santos y San Antonio

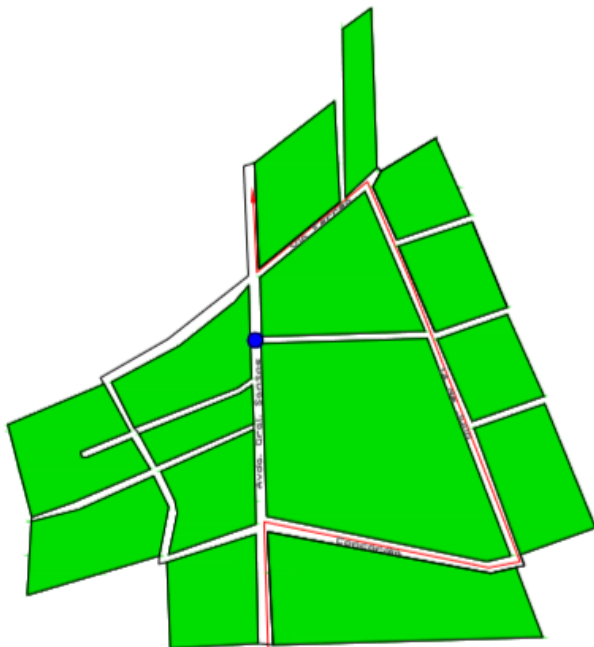


Figura 41 - Diseño de Desvío del Punto Crítico de General Santos y San Antonio, dirección: del sur al norte

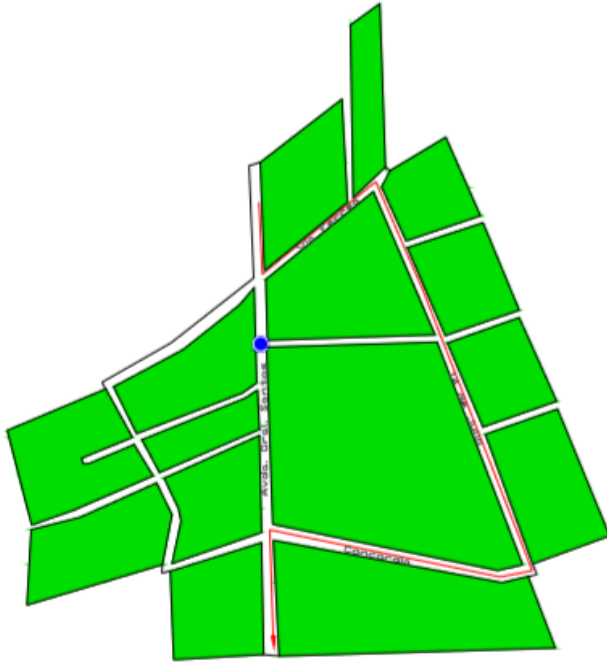


Figura 42 - Diseño de Desvío del Punto Crítico de General Santos y San Antonio, dirección: del norte al sur

7. Avda. República Argentina y Caaguazú



Figura 43 - Diseño de Desvío del Punto Crítico de República Argentina y Caaguazú, dirección: del noreste al suroeste



Figura 44 - Diseño de Desvío del Punto Crítico de República Argentina y Caaguazú, dirección: del suroeste al noreste

RECOMENDACIONES PARA EL MUNICIPIO

Durante la realización de las visitas de corroboración de factibilidad de los desvíos diseñados se observaron que la mayoría de las calles seleccionadas como desvíos alternativos no se encuentran en condiciones óptimas, por lo tanto, una de las sugerencias para la Municipalidad de Asunción es el arreglo de estas calles y el mantenimiento constante de las que se encuentran en buen estado.

Como todas las intersecciones que conforman los puntos críticos más peligrosos son calles muy transitadas es de suma importancia que las mismas se encuentren en la mejor condición posible de forma a no afectar el flujo del tránsito normal. Por este mismo motivo se sugiere que en el caso de ser necesario y de cumplir con el número de vehículos por hora requerido por la municipalidad, se asfalten ciertas calles que serán mencionadas y la instalación de semáforos en algunas intersecciones en donde se presentan sobre todo giros a la izquierda.

A continuación, se nombran las calles que con urgencia necesitan de arreglos, también las que se sugiere asfaltar o instalar semáforos.

Calles en mal estado:

- Taruma (Punto crítico: Rca. Argentina y Caaguazú)

- Ecuador (Punto crítico: Fernando de la Mora y de la Victoria)
- Dr. Osvaldo Kelsen (Punto crítico: Fernando de la Mora y Bartolomé de las Casas)
- Mecánicos de Aviación (Punto crítico: Eusebio Ayala y Boggiani)
- Sargento Esteban Martínez

El hecho de no mencionar las demás calles no significa que las mismas estén en buen estado, todas necesitan mantenimiento, pero solo se mencionaron las que presentan una situación más crítica.

Calles que se recomiendan asfaltar

- Encarnación (Punto crítico: Rca. Argentina y Caaguazú)
- Continuación de Taruma (Punto crítico: Rca. Argentina y Caaguazú)
- Osvaldo Kelsen (Punto crítico: Rca. Argentina y Caaguazú)
- Ybapobo (Punto crítico: Fernando de la Mora y de la Victoria)
- Dr. Ramiro Ruiz (Punto crítico: Fernando de la Mora y de la Victoria)
- Universitarios Lambareños (Punto crítico: Fernando de la Mora y de la Victoria)
- Gonzalo de Mendoza (Punto crítico: Fernando de la Mora y de la Victoria)
- continuación de Cacique Carará (Punto crítico: Fernando de la Mora y de la Victoria)
- Dr. Osvaldo Kelsen (Punto crítico: Fernando de la Mora y Bartolomé de las Casas)
- Caazapá (Punto crítico: Fernando de la Mora y Bartolomé de las Casas)
- Tte 1ro Julián Riquelme (Punto crítico: Fernando de la Mora y Bartolomé de las Casas)
- Antonio Planás (Punto crítico: Fernando de la Mora y Bartolomé de las Casas)

Las calles a ser desviadas son todas avenidas principales o calles muy transitadas en cualquier hora del día, se da esta recomendación suponiendo que todo el tránsito de las avenidas muy transitadas deberan desviar por estas calles empedradas y eso podría enlentecer de forma considerable el tránsito.

Intersecciones en las que se recomienda instalar semáforos.

- Taruma y Fernando de la Mora (Punto crítico: Rca. Argentina y Caaguazú)
- Fernando de la Mora y Pariri (Punto crítico: Fernando de la Mora y Bartolomé de las Casas)
- Fernando de la Mora y Tte. Cnel. Mario López. (Punto crítico: Fernando de la Mora y Bartolomé de las Casas)
- Dr. Hipólito Sánchez y Eusebio Ayala (Punto crítico: Eusebio Ayala y Boggiani)

Los semáforos en estas intersecciones serían una herramienta para permitir el giro a la izquierda y crear situaciones menos riesgosas.

Diseño y Ubicación de Señaléticas de Refuerzos

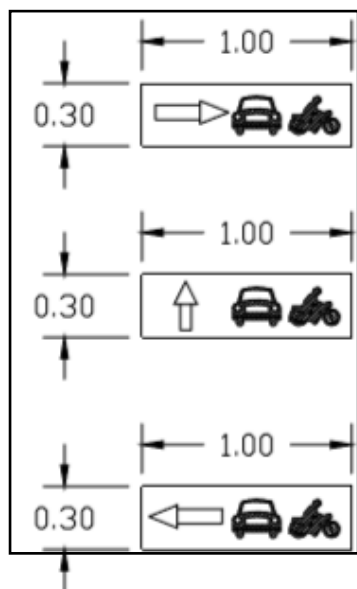


Figura 45 - Medidas de Señalética de Refuerzo

La cantidad de carteles de refuerzo depende directamente del desvío diseñado, de la cantidad giros que el mismo implique.

Estas señaléticas estarán instaladas en los alrededores del punto de forma a ayudar a los conductores al momento de desviar los puntos críticos, en los siguientes mapas se muestran las ubicaciones de las señaléticas de refuerzo, las mismas están representadas por el gráfico de color negro; las ubicaciones de dichos carteles son como sigue:

1. Avda. Artigas y Molas López:

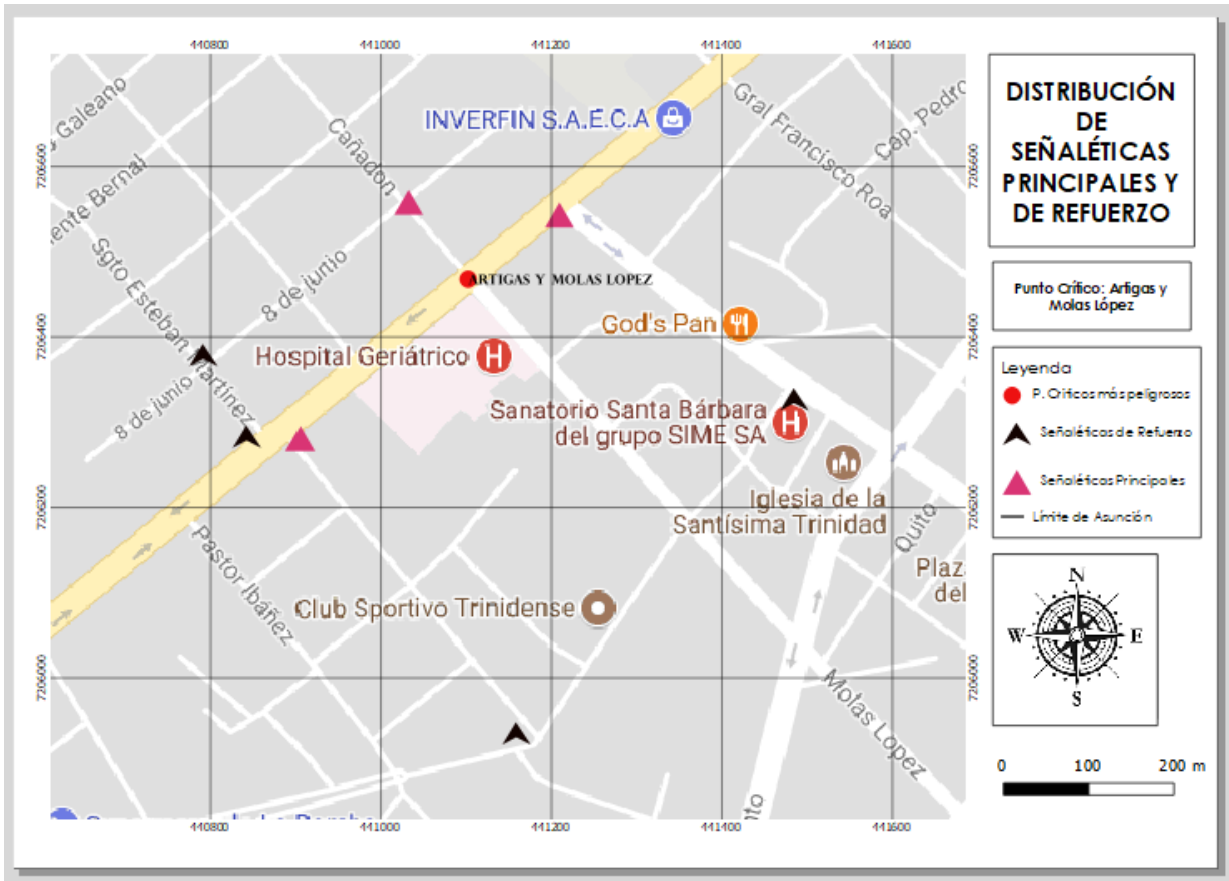


Figura 46 – Mapa de Ubicación de Señaléticas Secundarias, Punto Crítico: Artigas y Molas López

2. Eusebio Ayala y Boggiani:

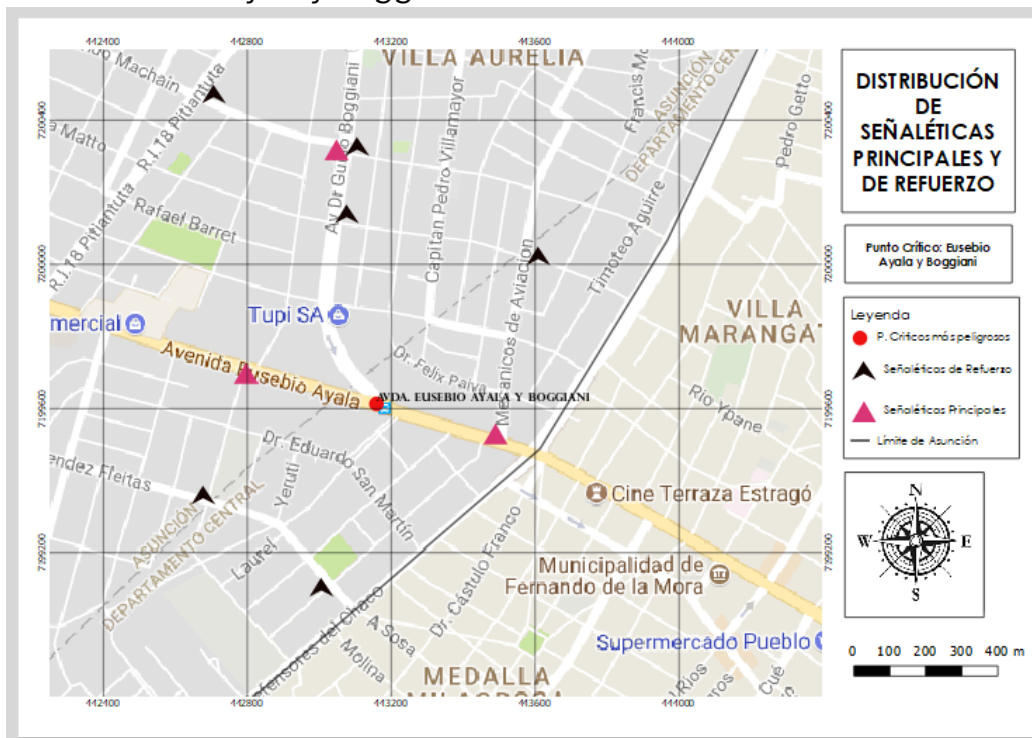


Figura 47 - Mapa de Ubicación de Señaléticas Secundarias, Punto Crítico: Eusebio Ayala y Boggiani

3. Avda. Fernando de la Mora y Bartolomé de las Casas

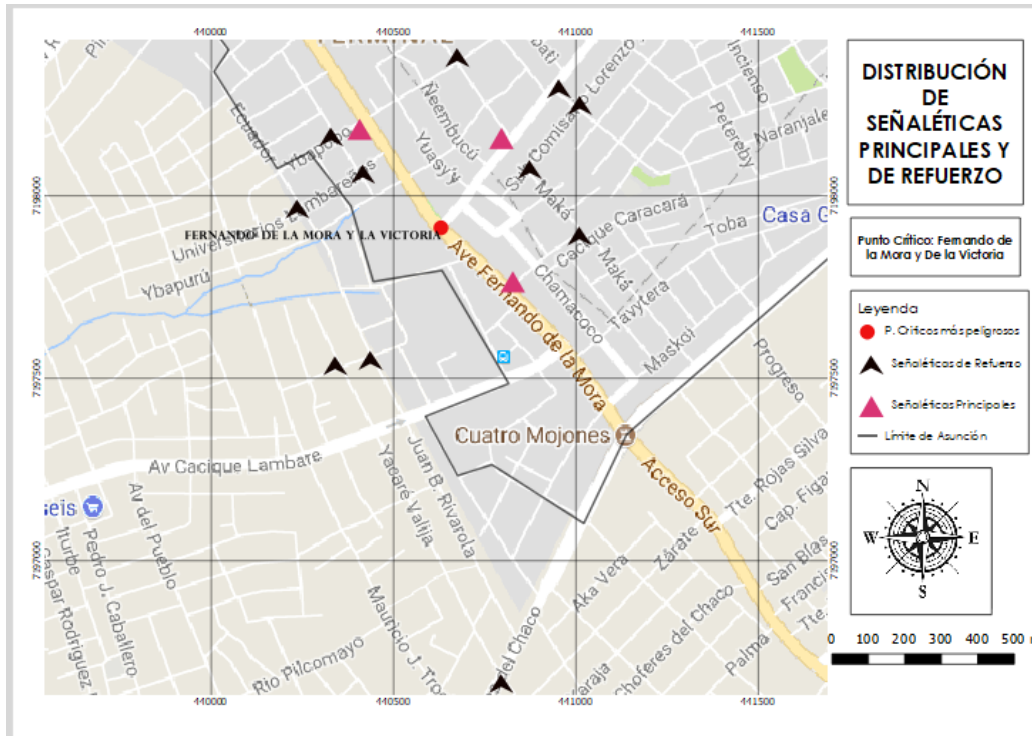


Figura 48 - Mapa de Ubicación de Señaléticas Secundarias, Punto Crítico: Fernando de la Mora y Bartolomé de las Casas

4. Avda. Fernando de la Mora y de la Victoria

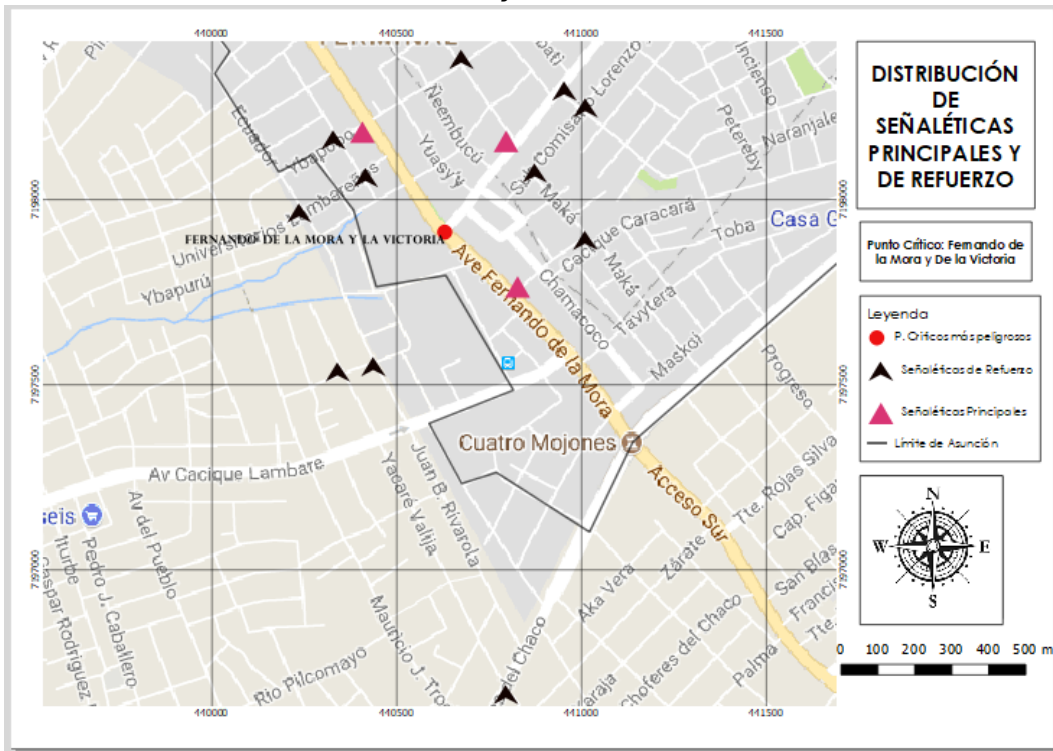


Figura 49 - Mapa de Ubicación de Señaléticas Secundarias, Punto Crítico: Fernando de la Mora y De la Victoria

5. Avda. General Santos y San Antonio

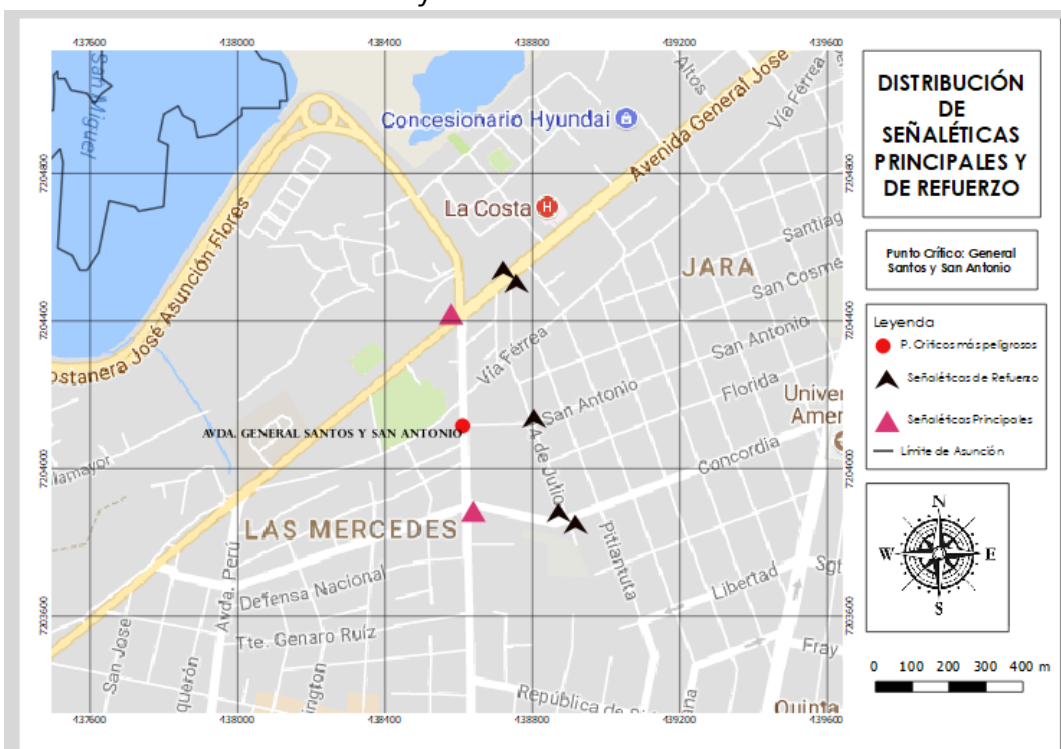


Figura 50 - Mapa de Ubicación de Señaléticas Secundarias, Punto Crítico: General Santos y San Antonio

6. Avda. República. Argentina y Caaguazú

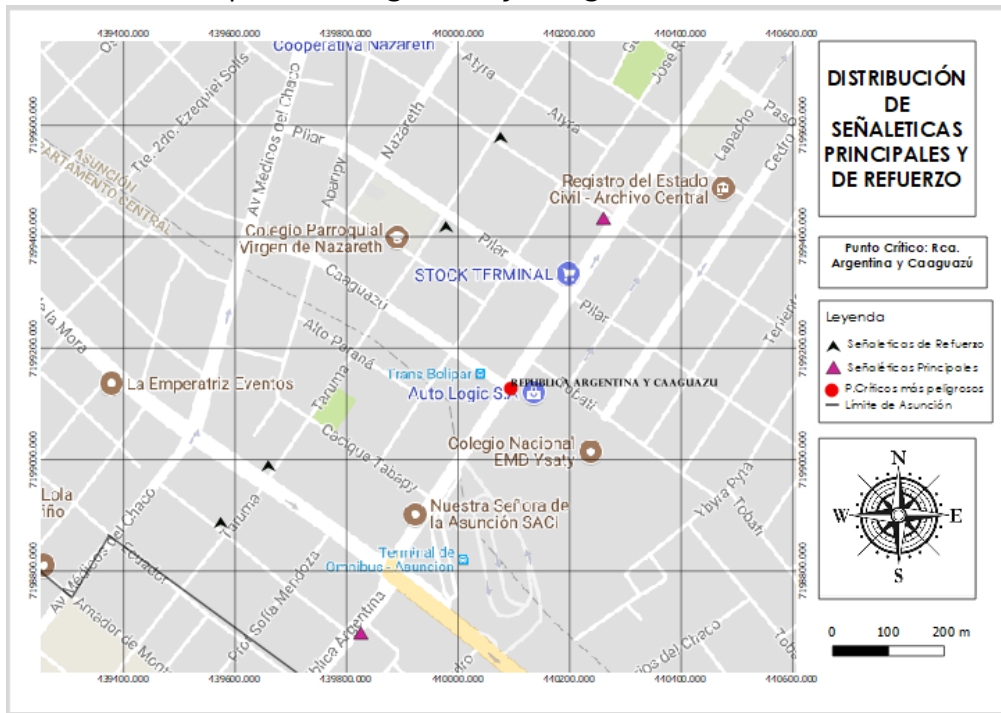


Figura 51 - Mapa de Ubicación de Señaléticas Secundarias, Punto Crítico: Rca. Argentina y Caaguazú

7. Cabo Feliciano Marecos y Nuestra Señora del Carmen.

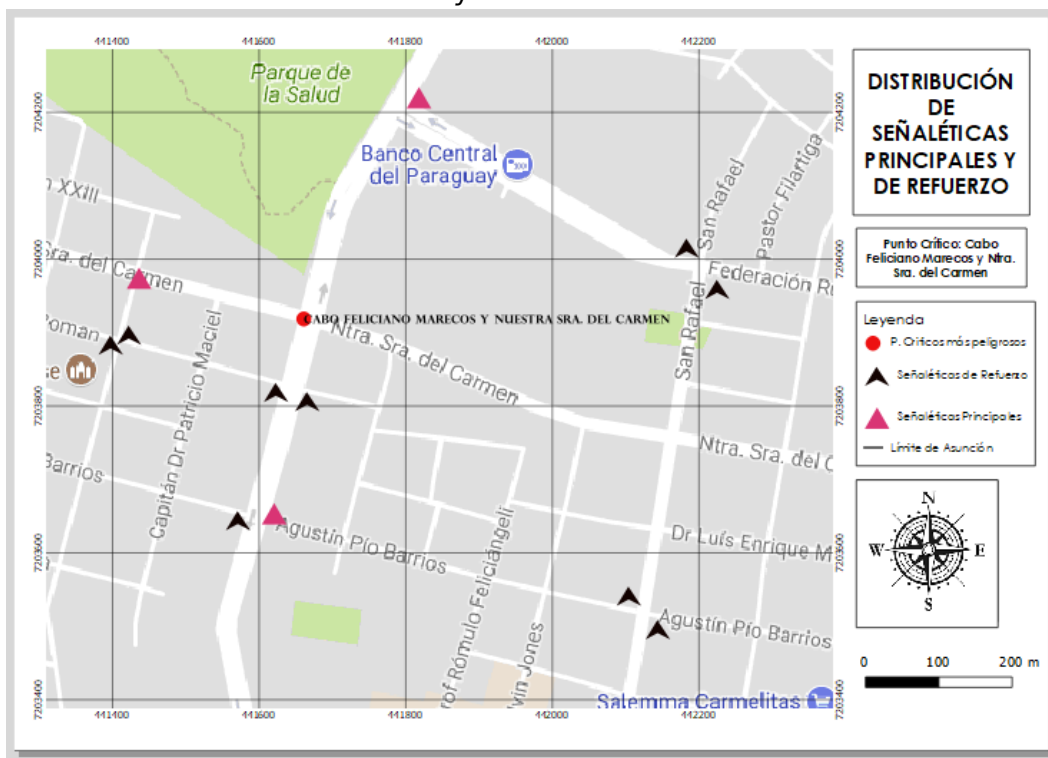


Figura 52 - Mapa de Ubicación de Señaléticas Secundarias, Punto Crítico: Cabo Feliciano Marecos y Nuestra Señora del Carmen

Distancias Totales de los Desvíos presentados.

En el siguiente cuadro se presentan las distancias iniciales (en el caso de cruzar por la intersección del punto crítico) y las distancias finales en caso de tomar el desvío en los días de lluvia. Dichos datos son de gran importancia para que el usuario pueda estar en conocimiento de las diferencias de distancias, es una forma de hacer reconocer que es preferible realizar un mayor recorrido a arriesgarse y cruzar por un punto peligroso. En el presente cuadro se mencionarán todos los desvíos realizados.

Punto Crítico	Dirección	Recorrido al cruzar por el P. Crítico (m)	Recorrido al desviar (m)
Artigas y Molas López	Noreste al suroeste	427.67	1000
Artigas y Molas López	Suroeste al Noreste	427.67	1000
Eusebio Ayala y Boggiani	Norte al Noroeste	1770	1160
Eusebio Ayala y Boggiani	Noroeste al sureste	688.61	1430
Eusebio Ayala y Boggiani	Sureste al Noroeste	1360	2460
Nuestra Señora del Carmen y Cabo Feliciano Marecos	Norte al Sur	601.47	1500
Nuestra Señora del Carmen y Cabo Feliciano Marecos	Noroeste al Sureste	768.55	1310
Nuestra Señora del Carmen y Cabo Feliciano Marecos	Sur al Norte	601.47	1500
Fernando de la Mora y Bartolomé de las Casas	Noroeste al Sureste	403.31	3000
Fernando de la Mora y Bartolomé de las Casas	Sureste al Noroeste	681.88	1540
Fernando de la Mora y Bartolomé de las Casas	Norte al Suroeste	920.23	1180
Fernando de la Mora y Bartolomé de las Casas	Suroeste al Norte	920.23	1180
Fernando de la Mora y De la Victoria	Noreste al Noroeste	671.06	567.86
Fernando de la Mora y De la Victoria	Noroeste al Sureste	1130	2630
Fernando de la Mora y De la Victoria	Noreste al Sureste	1080	3190
Gral. Santos y San Antonio	Sur al Norte	297.76	912.61
Gral. Santos y San Antonio	Norte al Sur	297.76	912.61
Rca. Argentina y Caaguazú	Noreste al Suroeste	760.29	1310
Rca. Argentina y Caaguazú	Suroeste al Noreste	735	1250

Cuadro No. 6 – Distancias Totales de los Desvíos presentados

CONCLUSIÓN

Los puntos críticos son intersecciones de calles que, en días de precipitaciones intensas tienden a acumular aguas en exceso, generar riesgos y atentan contra la seguridad de las personas y el tránsito seguro en general de una determinada ciudad. Gracias al estudio previo realizado por la Ing. Lina Rivelli se determinaron 81 puntos críticos en la ciudad de Asunción. El objetivo del mencionado proyecto es la selección de los 25 puntos más críticos de Asunción.

Se realizaron dos selecciones basadas en distintos factores como el flujo de vehículos en distintas horas del día, condiciones del terreno (pendiente de las calles), material, sentido de las calles y la existencia y condición de las estructuras de drenaje circundantes al punto crítico; posterior a la realización de la primera selección se elaboró una lista de los 25 puntos más críticos de Asunción. Dicha lista no cuenta con una jerarquización de los puntos, es más bien una selección categorizada, la jerarquización no es posible realizar debido a la gran cantidad de factores que influyen.

La segunda selección consistió en determinar los puntos críticos más peligrosos de la ciudad de Asunción, dicha selección se realizó en base al análisis de los mismos factores y se tuvo una especial consideración en los puntos que cuentan con antecedentes de accidentes como consecuencia de la acumulación de aguas en las intersecciones, se determinaron así los 7 puntos más peligrosos de la ciudad de Asunción.

Para estos puntos determinados se diseñaron desvíos alternativos y la señalización de los puntos más críticos en la ciudad de Asunción, en este proceso la Municipalidad de Asunción tiene una relevancia en términos de participación y toma de decisiones para tomar estos elementos y herramienta que el proyecto de iniciación que más allá de conocer los puntos críticos tiene como fin último disminuir los riesgos vinculados a los efectos de los fenómenos hidrometeorológicos en Asunción, específicamente las inundaciones urbanas, reducir el número de pérdidas de vida y los medios de subsistencia de los ciudadanos de esta ciudad.