



**UNIVERSIDAD DE HOLGUÍN**

**Facultad de Ingeniería  
Departamento de Construcciones**

**TRABAJO DE DIPLOMA**

**PROCEDIMIENTO PARA REPRESENTAR INDICADORES DE ESTRUCTURA E  
INFRAESTRUCTURA PARA LA RESILIENCIA ANTE INUNDACIONES POR  
LLUVIAS INTENSAS.**

**TATIANA AVILA ROMERO**

**HOLGUÍN**

**2017**



**UNIVERSIDAD DE HOLGUÍN**

---

**Facultad de Ingeniería  
Departamento de Construcciones**

**TRABAJO DE DIPLOMA**

**PROCEDIMIENTO PARA REPRESENTAR INDICADORES DE ESTRUCTURA E  
INFRAESTRUCTURA PARA LA RESILIENCIA ANTE INUNDACIONES POR  
LLUVIAS INTENSAS.**

**Autora: TATIANA AVILA ROMERO**

**Tutores: Esp. María Onelia Urbina Reynaldo**

**MSc. Andor Jesús Caballero Hernández.**

**HOLGUÍN**

**2017**

## **PENSAMIENTO**

“Los instrumentos de ordenación urbana son documentos complejos y ocasionalmente, crípticos para el lego. Requieren la recopilación, introducción, compresión e interpretación de un gran número de datos territoriales. Esta información presenta una gran heterogeneidad y falta de continuidad desde el punto de vista cartográfico, de la representación gráfica y de la precisión normativa, entre otros aspectos”.

García Domenech.

## **AGRADECIMIENTOS**

A mis padres por estar siempre presente, a mis tutores por brindarme los conocimientos, a la persona que más me consiente...mi novio, a mis amistades por brindarme apoyo, a mis profesores por ayudarme en mi formación profesional, a todas las personas y empresas que aportaron información para la realización de esta investigación, entre otros.

## **DEDICATORIA**

... a mi familia en general, por brindarme el apoyo y cariño necesario.

...a mis padres, mi hermana, mi sobrina Gretchen Lorena que es mi persona favorita, por quererme incondicionalmente y estar en los momentos más difíciles.

...a todas las personas que se han preocupado por mí en todo momento, incluyendo mi familia.

## **RESUMEN**

La representación de indicadores de estructura e infraestructura para la resiliencia ante inundaciones por lluvias intensas en las zonas urbanas, resulta de vital importancia, por la necesidad de contar con un instrumento que permita identificar y visualizar las mayores problemáticas. Existen varios estudios urbanos realizados con rigor investigativo y científico, sin embargo, la escasa existencia de instrumentos gráficos que colaboren con la toma de decisiones en el proceso de desarrollo de las capas técnicas para el mejoramiento de la estructura e infraestructura de la ciudad es un hecho que no acompaña la gran cantidad de información urbanística generada. Es por ello que el objetivo de la presente investigación es elaborar un procedimiento para la representación de indicadores de estructura e infraestructura que permita aumentar la visibilidad de los riesgos de vulnerabilidad y desastres ante inundaciones por lluvias intensas. La aplicación del procedimiento en el consejo popular Vista Alegre, permitió contar con una herramienta gráfica y testimonial que contribuye a la toma de soluciones más acertadas como instrumento de gestión ambiental, para el estudio integral de aspectos urbanísticos desde una experiencia docente en la enseñanza universitaria. La investigación se basó en la aplicación de un sistema de métodos históricos, empíricos y estadísticos – matemáticos; además, de emplearse la norma APA.

## **SUMMARY**

The representation of structural and infrastructure indicators for resilience to floods due to heavy rains in urban areas is vital because of the need to have an instrument that allows identifying and visualizing the major problems. There are several urban studies carried out with scientific and investigative rigor, however, the lack of graphic instruments that collaborate with the decision-making process in the development of the technical layers for the improvement of the structure and infrastructure of the city is a fact which does not accompany the large amount of urban information generated. This is why the objective of this research is to develop a procedure for the representation of infrastructure and structure indicators to increase the visibility of vulnerability and disaster risks to floods due to heavy rains. The application of the procedure in the popular council Vista Alegre, allowed to have a graphic and testimonial tool that contributes to the taking of more correct solutions as an instrument of environmental management, for the integral study of urban aspects from a teaching experience in university teaching. The research was based on the application of a system of historical, empirical and statistical - mathematical methods; In addition, to use the standard APA.

## INDICE

INTRODUCCIÓN .....	1
CAPITULO I: MARCO TEORICO SOBRE LA REPRESENTACION DE INDICADORES DE ESTRUCTURA E INFRAESTRUCTURA PARA LA RESILIENCIA ANTE INUNDACIONES POR LLUVIAS INTENSAS .....	6
Introducción al capítulo.....	6
I.1 La resiliencia en contextos urbanos. Conceptos, tendencias y dimensiones .....	6
I.1.1 La resiliencia urbana ante inundaciones.....	9
I.2 Representación del contexto urbano. Conceptos y tendencias .....	11
I.2.1 Componentes del diagnóstico de la estructura e infraestructura .....	14
I.2.2 Sistema de indicadores para la resiliencia en contextos urbanos: objetivos, enfoques y tipos.....	15
I.3 La representación de indicadores de estructura e infraestructura para la resiliencia ante inundaciones por lluvias intensas .....	18
I.3.1 Experiencias en el mundo .....	19
I.3.2 Experiencias en Cuba.....	23
I.3.2 Experiencias en Holguín.....	23
I.4 Conclusiones del capítulo.....	24
CAPITULO II: DISEÑO DE PROCEDIMIENTO PARA LA REPRESENTACIÓN DE INDICADORES DE ESTRUCTURA E INFRAESTRUCTURA PARA LA RESILIENCIA ANTE INUNDACIONES POR LLUVIAS INTENSAS EN EL CONSEJO POPULAR VISTA ALEGRE .....	26
Introducción al capítulo.....	26
II.1 Concepciones para el diseño del procedimiento para la representación de indicadores de estructura e infraestructura urbana para la resiliencia ante inundaciones por lluvias intensas.....	26
II.2 Diseño del procedimiento de representación de indicadores de estructura e infraestructura para la resiliencia ante inundaciones por lluvias intensas.....	27

II.2.1 Fase I. Organizar – Planificar .....	29
II.2.2 Fase 2 Diseñar – Ejecutar.....	33
II.2.3 Fase 3 Monitorear – Controlar.....	33
II.3 Aplicación del procedimiento de representación de indicadores de estructura e infraestructura para la resiliencia ante inundaciones por lluvias intensas en el consejo popular Vista Alegre.....	34
II.3.1 Fase I. Organizar – Planificar .....	34
II.3.2 Fase 2 Diseñar – Ejecutar.....	41
II.3.3 Fase 3 Monitorear – Controlar.....	45
II.4 Conclusiones del capítulo.....	45
CONCLUSIONES GENERALES .....	47
RECOMENDACIONES .....	48
BIBLIOGRAFIA	
ANEXOS	

## INTRODUCCIÓN

Las inundaciones por lluvias siempre han constituido un riesgo para la sociedad en todo contexto histórico y cualquier parte del mundo. Prueba de esto, son la Riada de Santa Teresa, España, el 14 de octubre de 1879, donde murieron 179 personas y 13769 cabezas de ganado, a causa de fuertes torrenciales provocados por una intensa sequía, o aún más reciente, la de Tabasco y Chiapas, México, en el 2007, iniciada un 27 de octubre y culminada el 15 de diciembre del propio año. En la actualidad se hace muy necesario la prevención de las afectaciones por estos fenómenos, ya que significaría evitar daños materiales, a la infraestructura urbana, a la salud, la contaminación de las aguas e incluso pérdidas humanas.

Cuba, al ser una isla, se encuentra afectada generalmente por inundaciones costeras, lo que no excluye por ningún motivo las determinadas por lluvias, precisamente por el clima tropical que posee. Este es el caso de la ciudad de Holguín, la que no limita por ningún lugar con costas, en cambio si sufre el impacto periódico de fuertes precipitaciones. La ciudad, es cabecera político-administrativa y para los servicios de la provincia y el municipio de igual nombre. Cuenta con una población de más de 273 000 habitantes y un área de 64.2 km<sup>2</sup>.

Holguín se ha desarrollado internamente mostrando un crecimiento cada vez más acelerado. Sin embargo, precisa de un adecuado ordenamiento urbano, que supere las incongruencias existentes entre el avanzado crecimiento al que ha sido sometida y la inexistencia de un adecuado subsistema de infraestructuras desarrollado. De este modo, el crecimiento dado en la ciudad debiera no parecer fortuito, no planificado y cargado de dificultades desde su mismo nacimiento donde se hacen patentes altos índices de insalubridad, riesgos de inundaciones, hacinamiento, con una imagen arquitectónica y urbana altamente deterioradas.

Existen ciudades no oficiales, no reconocidas, espontáneas, que aportan y definen la ciudad futura, que se quiere sea superior. La movilidad urbana escapa de los cánones establecidos y planificados, y se propone entre el mercado incipiente, y las conexiones invisibles del metabolismo urbano en una ciudad que vive intensamente.

Esto se ve reflejado en casi todos sus Consejos Populares, pero aún más en el de Vista Alegre contando con cinco repartos, que cuenta con barrios localizados en las periferias, en zonas precarias donde no se encuentran las infraestructuras necesarias para la población. Los mismos se sitúan en localidades que por completo interrumpen el estado natural, como es el caso de los ríos Marañón y Los Guillenes que atraviesan gran parte del mismo; que al paso de disturbios naturales provocan inundaciones que causan devastación generalizada. Se encuentra expuesta a las amenazas temporales y recurrentes de las inundaciones, las que a pesar de su origen natural están relacionadas directamente con insuficiencia en el drenaje, obstrucción de los ríos, pérdida de vegetación nativa e impermeabilización de los suelos debido a las obras urbanas.

La vorágine de las empresas e instituciones y la organización de los actores que modifican el ecosistema urbano y el medio construido muchas veces, no permite a sus profesionales el análisis y la representación de datos de valor excepcional que arrojan soluciones a problemas del medio ambiente urbano. Se establece la relación a veces no correcta, entre lo que está normado, o sea lo que se debe hacer, lo que se dice que se hace en las instituciones, y lo que queda hecho en la realidad urbana. Se trata entonces de contribuir a graficar la resiliencia urbana, a modelar ésta, a través de la infraestructura de la ciudad, su capacidad de reacción, de respuesta, de aprendizaje y adaptación ante el paso del tiempo y las alteraciones de su equilibrio.

La evaluación crítica de estas insuficiencias son reflejo de la existencia de una contradicción científica entre las limitaciones en la representación de indicadores de estructura e infraestructura ante inundaciones por lluvias intensas y la necesidad de contar con un instrumento que permita la toma de decisiones oportunas. A partir de esta realidad se plantea el siguiente problema científico: ¿Cómo representar indicadores de estructura e infraestructura para la resiliencia ante inundaciones por lluvias intensas en el consejo popular Vista Alegre, que sugiera estrategias de intervención urbanísticas específicas?

Se propone como objeto de la investigación: los indicadores de estructura e infraestructura para la resiliencia ante inundaciones por lluvias intensas. Siendo el campo de la investigación: procedimiento para la representación de indicadores de estructura e infraestructura para la resiliencia ante inundaciones por lluvias intensas.

Esta investigación propone como objetivo general: diseñar un procedimiento para la representación de indicadores de estructura e infraestructura en el consejo popular Vista Alegre que permita aumentar la visibilidad de los riesgos de vulnerabilidad y desastres ante inundaciones por lluvias intensas.

Objetivos específicos:

- Analizar el marco teórico referencial de la representación de indicadores de estructura e infraestructura para la resiliencia ante inundaciones por lluvias intensas.
- Definir las tendencias actuales asociadas a la representación de indicadores de estructura e infraestructura para la resiliencia ante inundaciones por lluvias intensas.
- Diseñar procedimiento para la representación de indicadores de estructura e infraestructura para la resiliencia ante inundaciones por lluvias intensas.
- Aplicar procedimiento para la representación de indicadores de estructura e infraestructura para la resiliencia ante inundaciones por lluvias intensas en el consejo popular Vista Alegre.

Se presenta como hipótesis de la investigación que: si se realiza un procedimiento para la representación de indicadores de estructura e infraestructura para la resiliencia ante inundaciones por lluvias intensas en el consejo popular Vista Alegre, se podrá contar con un instrumento que permita estrategias de intervención urbanísticas como contribución a la toma de decisiones.

Para el desarrollo de la investigación fueron utilizados métodos teóricos, empíricos y estadísticos matemáticos.

#### Métodos teóricos:

- Histórico-lógico: Para realizar un análisis histórico de la representación de indicadores en contextos urbanos. Resulta de valor además para el análisis cronológico de los fundamentos teóricos y metodológicos que sustentan el objeto y campo de la investigación.
- Inducción-deducción: Para la elaboración de la hipótesis, precisión de las variables de la investigación y la asunción de una lógica investigativa.
- Análisis- síntesis: Para el análisis de la información procedente de la caracterización histórica, teórico-metodológica y empírica de la representación de indicadores en el consejo popular Vista Alegre de la ciudad de Holguín.
- Modelación: Para la elaboración de modelos que permitan comprender el alcance y significación del aporte de la investigación.

#### Métodos empíricos:

- Consulta a especialistas: Método empleado con la finalidad de valorar a partir de las consultas a especialistas la pertinencia de la propuesta de diseño.
- Observación científica: Herramienta beneficiosa en la caracterización empírica de la representación de indicadores en el consejo popular Vista Alegre.

#### Métodos estadísticos matemáticos:

- Estadístico descriptivo: Para representar informaciones derivadas de los procesos de diseño de la muestra, la caracterización empírica de la representación de indicadores de estructura e infraestructura y la validación de la representación en el consejo popular Vista Alegre.

El aporte de la investigación radica en que se diseña un procedimiento para la representación de indicadores de estructura e infraestructura para la resiliencia ante inundaciones por lluvias intensas, como instrumento que permita la toma de decisiones oportunas.

La propuesta de procedimiento para la representación de indicadores de estructura e infraestructura para la resiliencia ante inundaciones por lluvias intensas en el consejo popular Vista Alegre, revela como novedad científica enfocar la ciudad dentro del tema de resiliencia dando paso a la variable función-estructura-forma.

La propuesta que se propone refleja la actualidad del tema de la investigación al relacionarse con una de las líneas de investigación trazadas por el Departamento de Construcciones: Resiliencia físico-espacial de elementos estructurales e hidrotécnicos, recursos naturales y urbanos; y a su vez el estudio puede resultar útil a entidades del gobierno con el objetivo de desarrollar estrategias de desarrollo local.

El informe de la investigación se estructura en dos capítulos.

En el primer capítulo se muestran los resultados de la característica lógica, teórico-metodológica y empírica de los procesos de representación de indicadores urbanos. En el segundo capítulo se fundamenta la propuesta de diseño del procedimiento, sus características y los resultados de su aplicación en la práctica social mediante los criterios de especialistas.

## **CAPITULO I: MARCO TEORICO SOBRE LA REPRESENTACION DE INDICADORES DE ESTRUCTURA E INFRAESTRUCTURA PARA LA RESILIENCIA ANTE INUNDACIONES POR LLUVIAS INTENSAS**

### **Introducción al capítulo**

En este capítulo se analizará el estado actual del objeto de estudio. Se definirán los conceptos de representación de componentes urbanos, resiliencia ante inundaciones por lluvias intensas, así como las experiencias en el mundo, Cuba y la provincia de Holguín.

### **I.1 La resiliencia en contextos urbanos. Conceptos, tendencias y dimensiones**

La resiliencia urbana es una necesidad, así como el desarrollo de estrategias para enfocarla a nivel local. Las acciones de resiliencia están en aumento en la comunidad internacional, por lo que actualmente existen una gran cantidad de definiciones y clasificaciones del término. Según la Guía de resiliencia urbana de México del 2016, se exponen las descripciones elaboradas por algunas de las principales organizaciones internacionales que desarrollan su actividad en este campo:

- Habilidad de personas, hogares, comunidades, pueblos y sistemas para mitigar, adaptarse y recuperarse de tensiones y crisis de una forma que reduzca su vulnerabilidad y facilite el crecimiento inclusivo.
- Habilidad de hogares, comunidades y estados (capas de la sociedad) para absorber y recuperarse de crisis mediante la adaptación positiva y la transformación de sus estructuras y significados, con el fin de vivir de cara a impactos de crisis de largo término, cambiantes e inciertas.
- Habilidad de un sistema, comunidad o sociedad expuesta a peligros para resistir, absorber, adaptarse y recuperarse de los efectos de un peligro en un tiempo y

manera efectivos, a través de la preservación y restauración de sus estructuras básicas esenciales y funciones.

- Capacidad de individuos, comunidades, instituciones, empresas y sistemas dentro de una ciudad para sobrevivir, adaptarse y crecer, sin importar qué clase de tensiones crónicas o crisis graves hayan experimentado.
- Habilidad que muestra cualquier sistema urbano para absorber y recuperarse rápidamente ante el impacto de cualquier tensión o crisis y mantener la continuidad de sus servicios.

Ante los riesgos del cambio global se buscan nuevas soluciones y estilos de vida que favorezcan la sostenibilidad, la resiliencia, la equidad y el progreso de las sociedades, especialmente de los socioecosistemas urbanos donde se concentra la población. La resiliencia es un concepto polivalente que se ha difundido durante las últimas décadas en diferentes ciencias sociales, técnicas y ambientales. Se considera un eslabón esencial que complementa el proceso del desarrollo sostenible en las ciudades urbanas.<sup>1</sup> Estas se encuentran vinculadas porque, más que un estado sostenible fijo o ideal, los procesos sostenibles están definidos por la trayectoria de equilibrios dinámicos y adaptación al cambio.

La resiliencia urbana es la capacidad de asimilar, adaptarse, reponerse y dar una respuesta adecuada ante un suceso eventual de cambios, haciendo hincapié en los procesos de gestión para la prevención de riesgos ante desastres y adaptación al cambio climático. Las actividades relacionadas con la resiliencia tienen objetivos muy diversos, entre ellos: aumentar la resiliencia y la capacidad adaptativa; reducir la pérdida de bienes materiales asociada con los fenómenos extremos y desastres climáticos; mejorar los procesos de gestión del riesgo climático (GRC); y

<sup>1</sup>Berlanga Leyva, Isaura. (2016). Tesis de Pregrado. Comprobación de indicadores de resiliencia urbana ante inundaciones por intensas lluvias. Consejo Popular Vista Alegre. Holguín

proporcionar medidas específicas de adaptación relevantes a contextos y amenazas concretos.

De acuerdo con la guía de resiliencia urbana (México, 2016), se definen tres dimensiones fundamentales de resiliencia ante el modelo urbano: espacial, organizativa, física y funcional, las que se describen a continuación.

- La dimensión espacial:

La primera reflexión que surge al analizar la resiliencia urbana es la configuración del territorio. Su definición geográfica sobre el mapa, aunada a la definición administrativa, muestra una correlación de escalas que es necesario aplicar. El mapeo de la información es relevante para poner de manifiesto las interdependencias, las superposiciones y los vacíos de información entre las distintas dimensiones. Esta configuración condiciona determinadas capacidades y reacciones por parte de la zona urbana ante un posible impacto.

La representación del territorio sobre el mapa permite detectar conflictos y oportunidades, tanto a nivel físico como organizacional, así como establecer líneas de acción en las cuales se maximice el beneficio urbano. Esta dimensión se encuentra ligada a diversos procesos, por ejemplo, distancias, coincidencias e influencias entre otros territorios, y predetermina condiciones de vulnerabilidad y de riesgo físico y social.

- La dimensión organizativa:

Contempla el mapa de elementos intervinientes en el territorio. Por un lado, están aquellos agentes que son activos o pasivos en los distintos procesos de cada ciudad, desde el gobierno local hasta el nacional, los cuales participan o deberían participar de manera activa y organizada en la instrumentación de iniciativas, proyectos y acciones.

A partir de la representación conceptual de los actores involucrados y sus competencias se pueden generar estrategias de coordinación internas (para el

gobierno local), y externas (para quienes ostentan la jurisdicción en determinados ámbitos y para los afectados por cada proceso). Nuevamente, la superposición de capas genera un mapa complejo que, unido al resto de las dimensiones, permite elaborar estrategias de desarrollo que transformen las ciudades en lugares seguros, donde todos puedan realizar sus actividades cotidianas.

- La dimensión física y funcional:

Resulta complejo desvincular la dimensión física de la funcional ya que, en términos generales, se complementan y condicionan recíprocamente. Por tal motivo se evalúan de forma conjunta, aunque respondan a criterios diferentes.

La forma física de la ciudad atiende a condiciones como la infraestructura construida o la presencia física de servicios. La funcionalidad está determinada por la continuidad del servicio e incluye la sobredemanda que pueda generarse en el impacto probable de un fenómeno.

Los recientes estudios sobre “las ciencias de la sostenibilidad” (Panel Intergubernamental sobre el Cambio Climático-IPCC, Consejo Internacional de Ciencias, Programas sobre el Cambio Ecológico y Social-PECS y Millennium Ecosystem Assessment) muestran un creciente interés en las nociones de resistencia al riesgo, vulnerabilidad y resiliencia (Walker et al. 2004; Turner 2010). Esto demuestra la necesidad de que la sostenibilidad evolucione incluyendo estos nuevos paradigmas para su desarrollo. Sin embargo, no existe un acuerdo entre los expertos sobre la definición de la resiliencia frente a los desastres y de la integración de este concepto en el desarrollo sostenible (Cutter, Ash y Emrich 2014; Jabareen 2012).

### **I.1.1 La resiliencia urbana ante inundaciones**

El cambio climático se asocia con una serie de eventos extremos y devastadores como huracanes, inundaciones o sequías, que generan enormes riesgos para la salud y la vida de los habitantes de las ciudades (Houghton, 1996). Las inundaciones causadas por las lluvias y las tormentas, que en las últimas dos décadas y debido al

cambio climático han incrementado de manera inusitada su intensidad, son los eventos que afectan con mayor fuerza las zonas urbanas: “Las precipitaciones abundantes y las grandes inundaciones son más numerosas, y los daños de las tormentas y los ciclones tropicales han aumentado” (Banco Mundial, 2010, p. 4).

Una inundación<sup>2</sup> no es más que la ocupación por parte del agua de zonas que habitualmente están libres de esta: por desbordamiento de ríos, ramblas por lluvias torrenciales, deshielo, por subida de las mareas por encima del nivel habitual, por maremotos, etc. Las inundaciones fluviales son procesos naturales que se han producido periódicamente y que han sido la causa de la formación de las llanuras en los valles de los ríos, tierras fértiles, vegas y riberas, donde tradicionalmente se ha desarrollado la agricultura.

Estas concepciones generales, infieren que para mantener capacidades resilientes ante inundaciones por lluvias intensas en cualquier ecosistema y manifestar algunas formas de estabilidad hay que controlar la resiliencia. Para el caso de lo construido en las ciudades; dígame edificaciones, puentes, infraestructuras en general, es necesario evaluar la resiliencia urbana desde la dimensión físico-espacial. Esta devela las relaciones del medio físico y construido a través de las manifestaciones sociales en su devenir histórico.

Desde esta perspectiva se considera la resiliencia físico-espacial como una capacidad que desarrollan los recursos naturales y construidos para la absorción, resistencia y recuperación ante impactos, niveles de uso y límites establecidos por cada uno de ellos, que permiten mantener su autorregulación con niveles aceptados de conservación y estabilidad (Zúñiga, 2014). Los vínculos entre las tendencias de urbanización y el estudio del medio físico ante las inundaciones involucran muchos factores; incluyendo los estándares de desarrollo, la tasa de los derechos

<sup>2</sup> <http://Wikipedia, la enciclopedia libre.htm>

económicos, el crecimiento socioeconómico, la disponibilidad de los recursos energéticos, las tecnologías, entre otros.

Muchos son los países que realizan acciones para contrarrestar los efectos del cambio climático, especialmente aquellas ciudades que están afectadas por las inundaciones. La organización europea CORFU (Collaborative research on flood resilience in urban areas) es una de las tantas que crea proyectos que tienen como objetivo ayudar a aumentar la resiliencia ante este tipo de situaciones en zonas urbanas. Realiza además una evaluación integral de los impactos de las inundaciones que permite una mejor planificación de las actuaciones teniendo en cuenta el análisis coste-beneficio, así como otros beneficios intangibles.

También en el mundo académico las investigaciones sobre cómo favorecer la resiliencia de los ecosistemas, tanto naturales como urbanos, no dejan de aumentar y un ejemplo de la importancia que se le está dando a este tema es la creación de la Resilience Alliance o el congreso anual Resilient Cities, en el que no solo se dan cita investigadores, sino representantes de ciudades de todo el mundo.

## **I.2 Representación del contexto urbano. Conceptos y tendencias**

Con el comienzo del siglo XXI el mundo ha tenido en cuenta, la planificación de la ciudad y del territorio, mirándolo así, como el problema principal. La planificación territorial tiene como objetivos lograr un desarrollo socioeconómico equilibrado, proteger el medio preservando sus recursos, y dado que existe un asentamiento poblacional, mejorar la calidad de vida. Además, incluye la planificación de la ciudad vista como ecosistema urbano, que contiene una comunidad de seres vivos, donde el hombre y sus sociedades, son subsistemas del mismo.

La definición de la ciudad que daba Mumford en 1961 como “la forma de una relación social integrada con centro y límites, cuyas capas revelan la síntesis de sus diferentes épocas históricas”, ante nuevos modelos de ciudades ha quedado obsoleta. Además, los tipos de espacios urbanos emergentes, las aglomeraciones urbanas, tienen una nueva estructura física y una forma policéntrica a partir de

numerosos núcleos interconectados (Solá-Morales, 2003) que configuran una ciudad flujo, compleja y desordenada, cuyo centro no es un lugar sino el tiempo (García y Segado, 2015)<sup>3</sup>.

La conformación de la ciudad nace con el carácter social del hombre, siendo así los sistemas que mayor impacto generan en el planeta. A su vez, le da paso al urbanismo, el cual se ocupa del estudio y planificación de las ciudades y el territorio desde un punto de vista global, ordenando los sistemas urbanos. Es un fenómeno que ha provocado grandes estragos en el equilibrio ecológico, ya que fomenta la invasión de territorios como consecuencia de la erosión, deforestación y reducción del hábitat de especies e impulsa las actividades económicas que lucran con los recursos naturales: minería, agricultura, venta de animales y maderas, etc.

El vocablo urbanismo se utilizó por vez primera en el Congreso Internacional de Planificación de Ciudades (Londres, 1910). Sus expresiones en español (urbanismo), francés (urbanisme) y urbanística (italiano) se corresponden con neologismos del vocablo latino urbe. Gina Rey<sup>4</sup> distingue dos conceptos: Urbanismo, precisado como la disciplina que estudia la historia, la sociedad, la geografía, la economía y la cultura de una ciudad como base para su conocimiento, análisis de su problemática y proyección futura. Para lograrlo aplica integradamente variables políticas, económicas, sociales y técnicas; concilia consideraciones científicas, económicos y técnicas con valores históricos, humanísticos y estéticos; utiliza disciplinas como: historia, geografía, economía, sociología, arquitectura, demografía, cartografía, ecología, diseño, informática, derecho; y emplea instrumentos de actuación propios para el conocimiento y solución de los problemas urbanos.

Ha sido definido de diversas formas, como ciencia del diseño, como el arte de proyectar y construir las ciudades de manera que sean satisfechas todas las

<sup>3</sup> Concepción Álvarez Gancedo. Artículo octubre de 2015 ¿Para qué sirve el Urbanismo? Instituto de Planificación Física. La Habana.

<sup>4</sup> Rey Rodríguez. Gina. (2011). Power Point Presentación del Urbanismo para el curso La ciudad.

premisas que garantizan la vida digna de los hombres y el buen funcionamiento de la máquina que constituye la ciudad; o como la ciencia que se ocupa de la ordenación y desarrollo de la ciudad, persiguiendo, con la ayuda de todos los medios técnicos, determinar la mejor situación de las vías, edificios e instalaciones públicas, y de las viviendas privadas, de modo que la población se asiente de forma cómoda, sana y agradable<sup>5</sup>.

Tiene como objeto el estudio y diseño de las ciudades en cuanto a su traza, ampliación, reconstrucción y reforma. El urbanismo se aplica a:

- Diseño y construcción de nuevas ciudades.
- Reconstrucción de ciudades destruidas o dañadas.
- Planeamiento y regulación de ciudades existentes.<sup>6</sup>

La acción de urbanizar, de dotar a un asentamiento poblacional o lugar de condiciones urbanas se denomina urbanización. Es un proceso irreversible asociado al desarrollo que genera progreso científico-técnico. No obstante, puede convertirse en un proceso caótico que genera pobreza.

Por lo tanto, para representar al urbanismo se lleva a cabo la representación gráfica, cuyo propósito es conocer a fondo la región analizada, es apoyar previamente las decisiones que toman los diferentes factores actuantes en ellos, que ejerce como una fuente importante e imprescindible de información. A esto se debe la planificación de la ciudad según su estructura urbana, donde se relacionen la forma urbana (medio ambiente existente), el individuo y la imagen urbana (medio ambiente vivido). Actuando una síntesis donde aparecen aquellas actividades, espacios y relaciones que tienen una cierta perdurabilidad en el tiempo conformada como elementos componentes el suelo y su uso, profundizando en el conocimiento de

<sup>5</sup>Urbanismo. Disponible en: <http://www.guia-urbana.com>.

<sup>6</sup> López, Daniela (2013). Elementos de la economía urbana.

técnicas de construcción, de necesidades poblacionales, teniendo en cuenta las características del clima y relieve.

La representación gráfica es un tipo de representación de datos, generalmente numéricos, mediante recursos gráficos (líneas, vectores, superficies o símbolos)<sup>7</sup>, la misma se encarga de el estudio y la elaboración de los mapas geográficos, territoriales y de diferentes dimensiones lineales<sup>8</sup>, los denominados básicos, se separaran en dos categorías: la general y la temática. La primera implica los mapas realizados para términos globales de información y grandes escalas; el segundo abarca los mapas de temas geográficos específicos, útiles y necesarios para interpretar datos espaciales, culturales y sociales.

Es utilizado el planeamiento del objeto de estudio distinguiendo el diseño urbano. Ha esto es aplicado un diagnóstico que constituye la conclusión del análisis, su síntesis esclarecedora de la interpretación de la realidad donde se tienen en cuenta los indicadores urbanísticos tales como la vivienda, el comercio, la industria y los servicios. Además, se analizan las configuraciones urbanas, redes, fronteras, diferencias, el transporte público, así como las estrategias de intervención urbanísticas.

### **I.2.1 Componentes del diagnóstico de la estructura e infraestructura**

El diagnóstico urbano tiene como objetivo analizar el barrio y sus relaciones con la ciudad, a fin de considerar las posibilidades de su equiparación al conjunto urbano. Permite conocer la organización espacial, la estructura urbana de la zona bajo estudio, y sus componentes, para obtener los elementos que sirvan para definir las orientaciones del proyecto.

Se refiere a los elementos siguientes:

<sup>7</sup> Gráfica [en línea]. Consultado el 29 de febrero de 2016. Véase en <https://es.wikipedia.org/wiki/Gráfica>

<sup>8</sup> Cartografía [en línea]. Consultado el 29 de febrero de 2016. Véase en <https://es.wikipedia.org/wiki/Cartografía>

- El paisaje alrededor, su impacto sobre la impresión general del barrio.
- Espacios exteriores y espacios públicos teniendo en cuenta su estado y mantenimiento.
- Sistema viario desde dos puntos de vista:
  - Organización viaria: estructuración en red suficiente o insuficiente, abastecimiento de transporte local, transporte.
  - Estado de las calles, dimensionado de los viales en relación con el número de viviendas.
- Circulación en relación con la edificación, peatonal o accesible a los vehículos motorizados.
- Transportes públicos atendiendo las comunicaciones con los otros barrios y el acceso a las zonas céntricas.
- Estructura de la edificación refiriéndose:
  - Densidad de la edificación.
  - Dimensiones de los inmuebles, tanto en la zona como en comparación con el municipio.
  - Tipo de vivienda (colectiva, individual, social, en posesión de la propiedad).
  - Tipología (edificios horizontales, pabellones, torres).
  - Altura de los inmuebles, problemas relacionados con el ruido.
  - Distribución en las viviendas (número de habitaciones).
- Recogida y tratamiento de desechos.
- Equipamientos y servicios públicos: presencia, funcionamiento y necesidades.
- Mezcla de empleos, comercios, equipamientos, vivienda.

### **I.2.2 Sistema de indicadores para la resiliencia en contextos urbanos: objetivos, enfoques y tipos**

Un indicador urbano es una variable o estimación urbana que provee una información agregada, sintética, respecto a un fenómeno más allá de su capacidad de representación propia (Rueda Palenzuela, 1999). Es pues, una variable que ha

sido socialmente dotada de un significado añadido al derivado de su propia configuración científica, con el fin de reflejar de forma sintética una preocupación social con respecto al medio ambiente e insertarla coherentemente en el proceso de toma de decisiones.

El desarrollo de indicadores para tratar la resiliencia, es una evaluación específica de cada ciudad o sistema urbano; de las amenazas más frecuentes, y de las características propias de la sociedad que se analiza. De igual forma, cada amenaza de origen natural tiene sus propias particularidades, lo que implica análisis específicos para su resolución (Zúñiga, 2014).

Muy pocos de ellos se asocian visiblemente con el uso de suelo, la estructura y la forma urbana con un enfoque de resiliencia. En este caso por los ejes de planeamiento urbano se evalúan los 24 indicadores de Caballero (2015), los que reflejan las problemáticas existentes en las zonas de estudio. Estos indicadores (anexos 1 al 24) quedan definidos según los ejes de integración del planeamiento, según se refleja en la tabla 1.

Un indicador siempre debe estar unido a la definición de objetivos a alcanzar. El indicador es una medida cuantitativa del desempeño, que sólo cobrará significado si lo ponemos en consonancia con el objetivo que previamente nos hayamos marcado. Es su comparación con este objetivo lo que nos dirá si estamos actuando de manera adecuada, si los procesos son efectivos y eficientes, etc.

Se debe tender a que los indicadores reflejen interacciones de los aspectos medioambientales, sociales y económicos, resultando prácticas de seguimiento más integradas, lo que exige nuevas necesidades de recogida de datos. Ello supone un esfuerzo conjunto de distintas áreas de gobierno municipal. Queda así claramente descartado que un indicador sea sólo un dato, es un modelo simplificado que permite a los responsables municipales evaluar, seguir y controlar la gestión medioambiental de su ciudad (Arévalo Fernández, 2000).

Resulta así una herramienta de valoración y comunicación de la gestión medioambiental sostenible, sin juicios de valor, que permite observar los elementos de insostenibilidad que se detecten para tratar de minimizarlos. Un buen indicador debe comprender aspectos de información y de acción que permitan corregir los elementos no sostenibles detectados en la información. Es siempre necesaria una acción paralela.

Tabla 1: Definición de los indicadores

Función	Estructura	Forma
1. U01 Coeficiente de Habitantes Secos. CHS. 2. U02 Coeficiente de Equipamientos (servicios) en Zona Seca. CEZS. 3. U03 Coeficiente de Redes Vitales Secas. CPS. 4. U04 Relación Tiempo de Recuperación de Viviendas-Tiempo de Duración de Disturbio. RRV. 5. U05 Relación Tiempo de Recuperación de Servicios Básicos-Tiempo de Duración de Disturbio. RSB. 6. U06 Relación Tiempo de Recuperación de Servicios Secundarios-Tiempo de Duración de Disturbio. RSS. 7. U07 Relación Tiempo de Recuperación General-Tiempo de Duración de Disturbio. RRG.	1. E01 Indicador de Localización de los Edificios Alejados de Río o cauce fluvial. LAR. 2. E02 Indicador de Posición de los Edificios (altura del nivel de piso terminado principal NPT) respecto a la Vía (calle, carretera, camino, senda) inmediata principal. AV. 3. E03 Coeficiente de Desocupación del Suelo, suelo libre. CDS. 4. E04 Coeficiente de Componente Verde del Suelo. CVS. 5. E05 Coeficiente de Superficie Seca (superficie no inundada o no inundable). CSS. 6. E06 Coeficiente de Vías en la Zona. CVZ. 7. E07 Coeficiente de Viales Secos. CVS. 8. E08 Coeficiente de Puentes Secos. CPS. 9. E09 Coeficiente de Drenajes en la Zona. CDZ. 10. E10 Coeficiente de Eficiencia del Drenaje. CED. 11. E11 Coeficiente de Tiempo de Retardo del Drenaje. CRD.	1. F01 Indicador de edificios ante inundaciones según sus Materiales de Construcción. CMC. 2. F02 Indicador de edificios ante inundaciones según su Estado de Conservación. CEC. 3. F03 Coeficiente de Altura de Estructuras (cantidad de niveles de piso y altura de puntales). CAE. 4. F04 Coeficiente de Obras de Defensa en Edificaciones y lotes. CODE. 5. F05 Índice Lineal boscoso en Riveras de Río. CLV. 6. F06 Índice Superficial boscoso en riveras de Río. CSV.

Fuente: Caballero (2015).

Los indicadores únicamente tienen sentido si se van a cuantificar las mejoras en alguno de los aspectos que deben cumplir las ciudades en su desarrollo sostenible antes y después de planificar las acciones. Permiten evaluar el medio ambiente e interpretar condiciones y tendencias de las características generales del entorno y observar los avances logrados por los programas y políticas implementadas para ello. También tienen utilidad para comparar distintos modelos de desarrollo local planteados en distintas ciudades.

Estos indicadores en cada caso deberán responder a los problemas que se pretenden resolver. Es importante saber que un indicador no es sólo un dato cuantitativo, sino que puede y debe recoger también aspectos cualitativos y puede ser formulado como un mapa, signos, colores. Los indicadores, al proporcionar información sobre el estado actual de los recursos, su intensidad y la dirección de los cambios posibles, pueden ayudar a consensuar entre los ciudadanos la realidad del desarrollo sostenible o su inexistencia en una localidad y orientar la formulación de políticas de forma que se propongan acciones concretas.

### **I.3 La representación de indicadores de estructura e infraestructura para la resiliencia ante inundaciones por lluvias intensas**

La representación gráfica en términos de urbanismo es como tal una ayuda a la visibilidad de una zona, ciudad o territorio generalmente realizada sobre una superficie bidimensional plana (Valiente, 2016). Cuando esta se aplica a diagnósticos de componentes urbanos para la resiliencia ante inundaciones por lluvias intensas, adquiere aun mayor importancia. Contribuye a la visualización del análisis de la situación existente en la capacidad de la estructura e infraestructura para asimilar las afectaciones impuestas por estos eventos meteorológicos (lluvias intensas) y la mitigación por el impacto del mismo.

### **I.3.1 Experiencias en el mundo**

La representación de diagnósticos urbanos ante fenómenos naturales se hace en la actualidad cada vez más necesario. En esta, la de eventos como las inundaciones, juegan un muy importante. Diversos son los países que priorizan esta actividad.

En el 2012, María Paula Ferrari, de la Universidad Nacional de la Patagonia San Juan Bosco, Argentina, realizó un análisis de vulnerabilidad y percepción social de las inundaciones del barrio intendente Alfredo Mario Etchepare de la ciudad de Trelew, Argentina. Comparó el diagnóstico técnico-científico, realizado a partir de la consulta bibliográfica, la búsqueda de documentos y la aplicación de entrevistas a técnicos y actores claves del barrio; y el diagnóstico analítico de la percepción de los habitantes del barrio, realizado luego de examinar la información obtenida mediante un cuestionario semiestructurado. Para la realización de este análisis la autora requirió de la representación en mapas de antecedentes por inundación, tales como la de 1992 (figura 1) y la de 1998 (figura 2).

Las actividades desarrolladas, si bien surgieron de las necesidades planteadas por los habitantes del barrio, no contemplaron en ningún momento acciones para prevenir o informar sobre el riesgo de inundación. Demostró las deficiencias planteadas como la localización del lugar en un área inundable por lo que se encontraba vulnerables a su origen, además de las diferencias internas del barrio y deficiencias en su infraestructura.

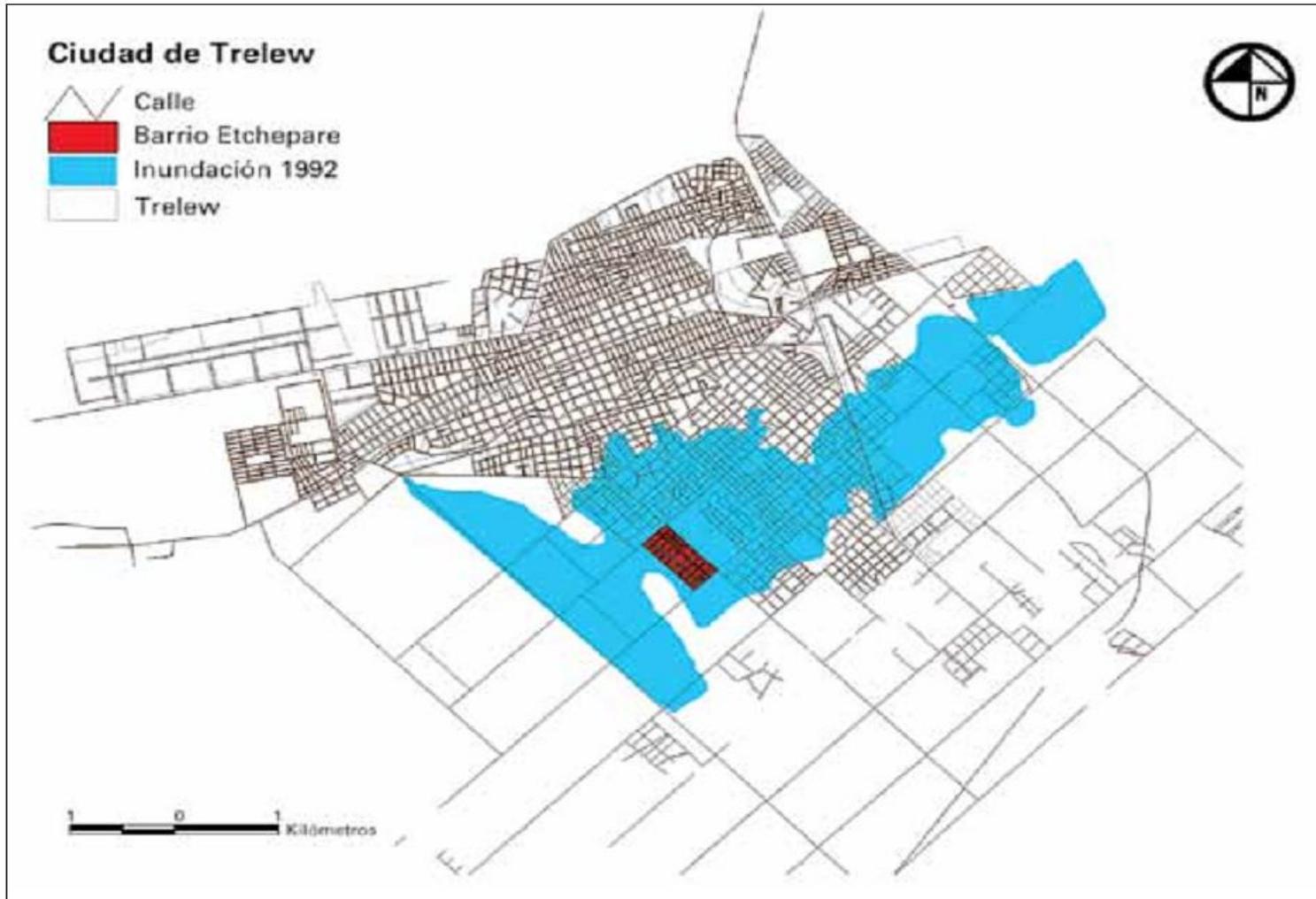


Figura 1: Representación de inundación en Trelew, Argentina, 1992.

Fuente: Ferrari (2012).

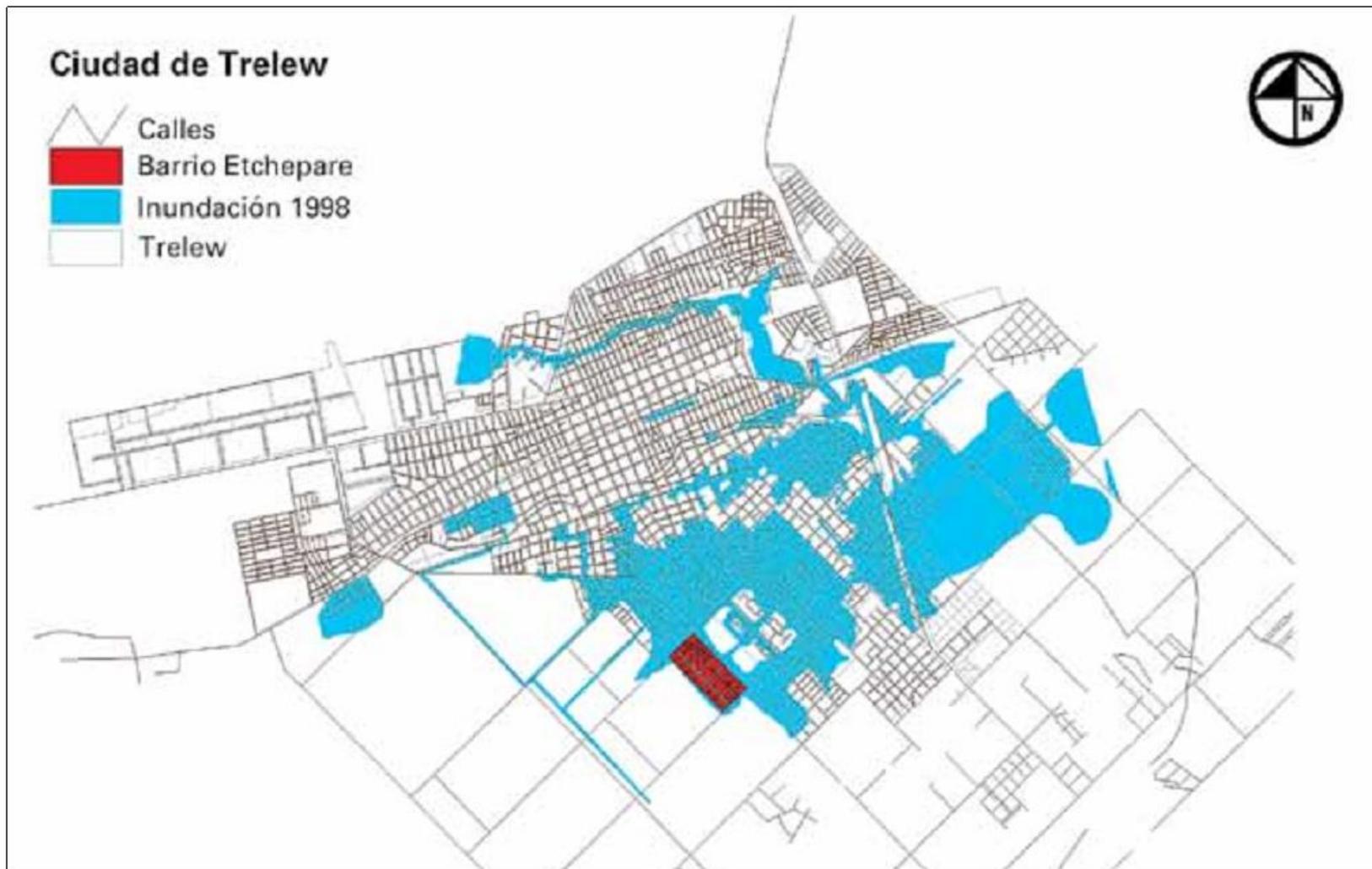


Figura 2: Representación de inundación en Trelew, Argentina, 1998. Fuente: Ferrari (2012).

Por otra parte, las extensas inundaciones provocadas por la rotura de un dique en el estado de Bihar, India, agosto del 2008, también fueron representadas (figura 3). Esta representación adquirió gran importancia ya que dejó claro que el modelo global no puede tener en cuenta factores concretos de riesgo a nivel local como la resistencia de los diques, aunque sí estaba claro dónde se encontraban. En términos generales, las zonas de riesgo, y por tanto el modelo proporcionó a las autoridades unos factores que tienen una influencia crítica sobre la distribución y la magnitud de las pérdidas, además de los indicadores fiables de hacia dónde deben dirigir las actuaciones de prevención, si esa era su intención.

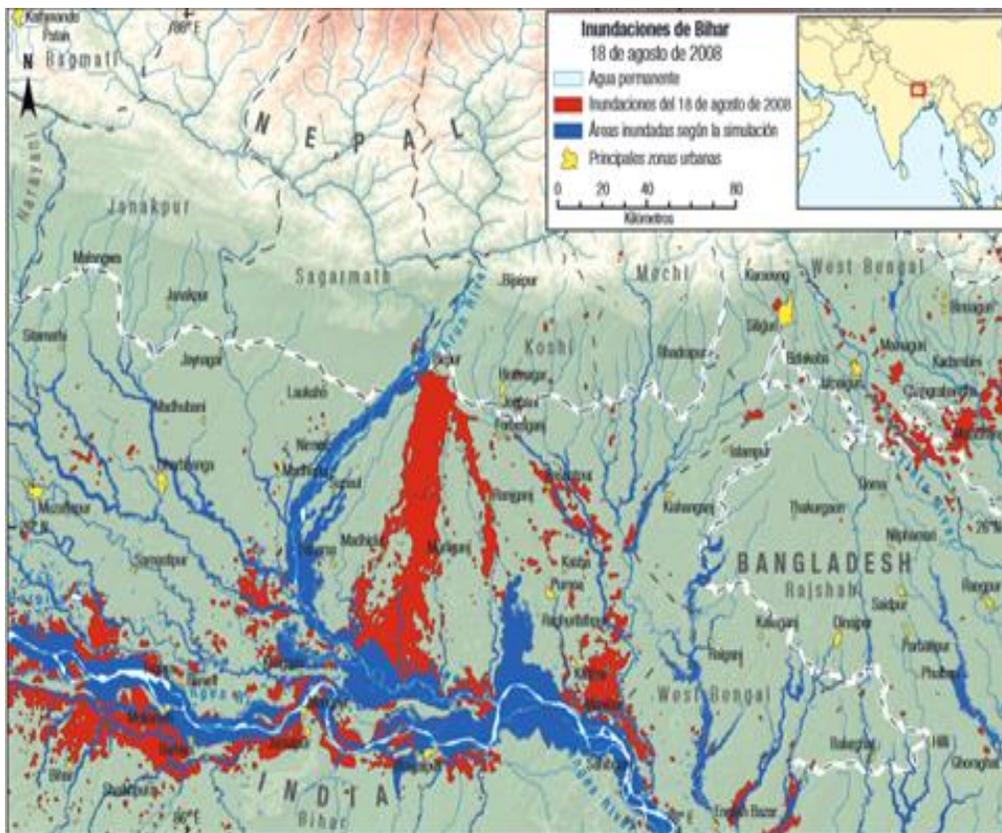


Figura 3: Representación de inundación en Bihar.

Fuente: PNUMA / GRD-Europa. (2008).

### **I.3.2 Experiencias en Cuba**

Hoy en día, Cuba dispone de mapas actualizados de inundaciones temporales que ocasionan la sobre elevación del nivel del mar y la urgencia tras el paso de frentes fríos y huracanes de categorías i, iii y v. También, como resultado de un macroproyecto referente al cambio climático, se cuenta con las áreas afectadas por inundaciones permanentes para los años 2050 y 2100 de todo el territorio, de la Isla de la Juventud y de los 21 cayos principales del archipiélago. Los modelos indican incrementos del nivel medio del mar en el orden de 27 cm y 85 cm, respectivamente.

Los indicadores ambientales han sido trabajados desde diversas perspectivas, para el desarrollo sostenible desde los objetivos de desarrollo del milenio. Han tenido una evolución suficiente en este periodo, pero no óptimo. Su mejor expresión ha estado en el ámbito de las estadísticas ambientales y en los documentos y reportes oficiales. No obstante, debe avanzarse en el desarrollo de indicadores ambientales más complejos, que se integren efectivamente a las variables económicas y sociales del desarrollo y proporcionen información fiable bajo el concepto de la sostenibilidad.

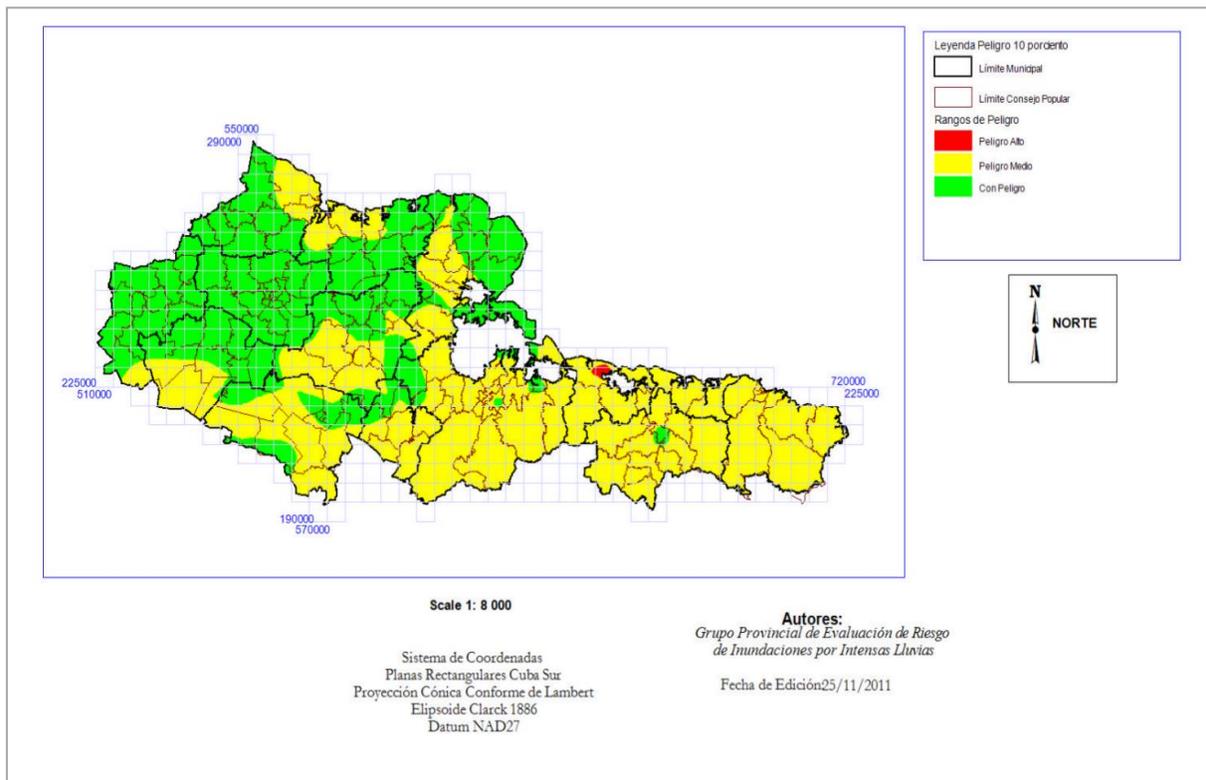
### **I.3.2 Experiencias en Holguín**

La ubicación geográfica y el clima de la provincia Holguín, poseen características, que propician, la manifestación de eventos asociados a intensas lluvias, que, conjugados con la susceptibilidad ante este peligro, provocan inundaciones. Esta situación condiciona, ante un grado de vulnerabilidad determinado, el riesgo de daños a las personas, la economía, la sociedad y los ecosistemas.

Para dotar a los órganos de gobierno en la instancia provincial, municipal y de consejo popular, con un instrumento para la gestión del riesgo y la toma de decisiones para la prevención de desastres ante inundaciones por intensas lluvias, se elaboró estudio de peligro, vulnerabilidad y riesgos, con énfasis en los aspectos preventivos y de mitigación. Fueron identificadas aquellas áreas que poseen potencialidades de surgimiento y desarrollo de estos fenómenos. Se realizó el cálculo de la susceptibilidad de inundación y se determinó la vulnerabilidad total en función

de la vulnerabilidad estructural, no estructural, funcional, social, ecológica y económica, las cuales fueron representadas en un mapa provincial, utilizando como base cartográfica el Modelo Digital de Elevación (MDE). Sin embargo, el alcance solo fue hasta el nivel de consejo popular, no considerándose la incidencia en cada una de las manzanas en función de la estructura y la infraestructura existente (figura 4).

Figura 4: Peligro por inundaciones por intensas lluvias en la provincia Holguín.



Fuente: Informe de peligro, vulnerabilidad y riesgo (CITMA, 2011).

#### I.4 Conclusiones del capítulo

- El análisis de los fundamentos teóricos sobre la resiliencia en contextos urbanos permitió conocer las bases, definiciones y dimensiones de la resiliencia en general, así como la importancia, actualidad y tendencias de la misma ante lluvias intensas.

- Mediante el estudio de la representación del contexto urbano, sus conceptos y tendencias, se logró un mayor conocimiento acerca de los componentes de la estructura e infraestructura urbana, así como de los indicadores para la resiliencia.
- Teniendo en cuenta las experiencias internacionales y nacionales se demuestra la aplicación e importancia de la representación del diagnóstico de los componentes urbanos para la resiliencia ante inundaciones por lluvias, lo que a su vez sirve de base para el desarrollo de la presente investigación.

## **CAPITULO II: DISEÑO DE PROCEDIMIENTO PARA LA REPRESENTACIÓN DE INDICADORES DE ESTRUCTURA E INFRAESTRUCTURA PARA LA RESILIENCIA ANTE INUNDACIONES POR LLUVIAS INTENSAS EN EL CONSEJO POPULAR VISTA ALEGRE**

### **Introducción al capítulo**

En este capítulo se diseña y aplica un procedimiento para la representación de indicadores de estructura e infraestructura para la resiliencia ante inundaciones por lluvias intensas en el consejo popular Vista Alegre.

### **II.1 Concepciones para el diseño del procedimiento para la representación de indicadores de estructura e infraestructura urbana para la resiliencia ante inundaciones por lluvias intensas**

Para la realización de cualquier representación de diagnóstico es necesario establecer una serie de criterios que permitan encausar las acciones a seguir con el fin de lograr su correcto desarrollo. Estos se materializan a través de concepciones e instrumentos que sigan la directriz de los mecanismos y variables, y faciliten la elaboración del planeamiento urbano.

La línea fundamental de trabajo ha de estar marcada por las acciones a realizar en los disímiles pasos en la investigación de la zona de trabajo y lograr así una descripción detallada o general de ella. La información se formula de modo que los usuarios a los que está dirigida puedan comprenderla y relacionarse con ella, especialmente considerando que estos usuarios no son especialistas.

Además, incluye la recolección acerca de los diferentes temas en particular, incluyendo la realización de mapas que faciliten la elaboración de planeamientos ambientales y urbanos en las entidades encargadas de su confección. Se brinda una herramienta de consulta para la toma de decisiones en el ámbito de la ciudad en un proceso participativo y aglutinador de información que a su vez será socializado en las diferentes esferas de la sociedad.

Se deben cumplir tres tareas principales. Primeramente, el almacenamiento, manejo e integración de datos referenciados espacialmente. En segundo lugar, este tiene que proporcionar herramientas de análisis, y, por último, la organización y manejo de los datos de modo que sean fácilmente accesibles para todos los usuarios.

Estos estudios son realizados teniendo en cuenta aspectos fundamentales como la población, el empleo y la vivienda, las condiciones productivas y agropecuarias, el sistema de asentamientos, las redes estructurales e infraestructurales, entre otras. A partir de esta caracterización se procede al diagnóstico proyectando el futuro cercano, planteando así las vías más racionales de trabajo que hace énfasis en el origen de las restricciones y dificultades actuales. Permite evaluar en detalles las potencialidades con la finalidad de definir dónde se concentran los principales problemas para encaminar las estrategias de actuación.

## **II.2 Diseño del procedimiento de representación de indicadores de estructura e infraestructura para la resiliencia ante inundaciones por lluvias intensas**

El procedimiento propuesto tiene como objetivo formar una base común que permita identificar los niveles de interrelación existentes a través de la creación de múltiples capas de análisis. Pretende además, afrontar los factores que intervienen en el proceso de representación gráfica y adquirir una visión integral de la problemática específica. Su resultado es un modelo de información sobre la distribución para el sistema urbano.

En su desarrollo se debe realizar una fundamentación inicial que justifique las razones de este trabajo. Permite describir el nivel de estudio escogido: territorial, urbano o por zona con sus características y elementos comunes, para así crear un mapa básico que cumpla con los principales rasgos. Elaborado el diagnóstico se procede a representar de manera gráfica los indicadores escogidos en función de las variables del ordenamiento: estructura, función y forma. Todas ellas en función de la escala escogida.

Esta plataforma gráfica debe estar respaldada por una base de datos físicos y digitales que permita la actualización de las fichas, mapas y gráficos contenidos. La información ayuda a encaminar acciones de planeamiento e intervención en zonas con problemas, potenciar los aspectos positivos encontrados, así como implementar programas de realización de regulaciones. Para ello se establece como una herramienta de consulta, aprendizaje y adaptación de acciones e información que a su vez será socializado en las diferentes esferas de la sociedad, como instrumento de gestión ambiental y estudio integral de aspectos urbanísticos.

La estructura del procedimiento describe tres fases y siete pasos (figura 5) que prepara las bases de datos y los mapas, de gran valor durante el proceso de consulta para el desarrollo urbano.

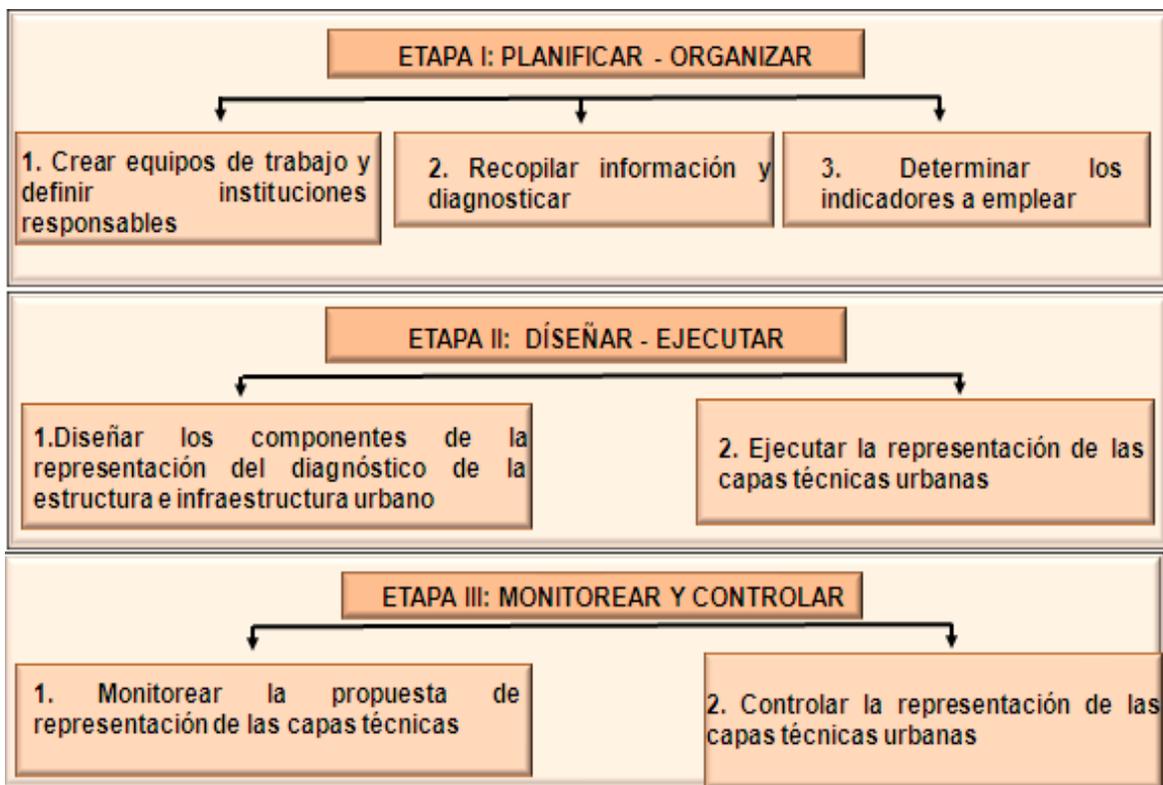


Figura 5. Procedimiento para la representación de indicadores de estructura e infraestructura para la resiliencia ante inundaciones por lluvias intensas.

Fuente: Elaborado por la autora.

## **II.2.1 Fase I. Organizar – Planificar**

Objetivo: establecer y caracterizar la zona de estudio desde su estructura e infraestructura urbana en un proceso de planificación y organización. Implica pensar con antelación en sus metas y acciones para reducir los riesgos, con vista a comprometer al capital humano a proteger los recursos naturales y ambientales con una visión participativa.

### **Paso 1. Crear equipo de trabajo y determinar instituciones responsables**

El grupo deberá estar integrado por representantes de las entidades que intervienen en la estructura e infraestructura urbana, desde una perspectiva integral y complementada. Será el encargado del cumplimiento del procedimiento propuesto, a través de la concientización de todos los actores involucrados. Sus funciones estarán relacionadas con la planificación, organización, ejecución y control de cada uno de los pasos previstos en el procedimiento. Para ello se deberá seleccionar una institución capaz de integrar procesos de planificación y control en diferentes capas y propiciar la articulación de actores en las decisiones en respuesta al mejoramiento del estado construido.

### **Paso 2. Recopilar información y diagnosticar.**

Se debe realizar el estudio o examen crítico del material bibliográfico existente con respecto a las variables: uso del suelo, estructura, forma; con el propósito de conocer sus características para proceder al diagnóstico a través del análisis de datos para su valoración. Se diagnostican los elementos componentes de la estructura e infraestructura urbana para determinar el grado de afectación de la zona de estudio.

### **Paso 3. Determinar los indicadores a emplear.**

Se determinan y evalúan los elementos de las capas técnicas para la aplicación de indicadores de resiliencia ante inundaciones procediendo a su descripción y caracterización. Se establecen las posibles causas que se originan ante las

afectaciones dada una perturbación determinada de 200mm de agua. Los indicadores a utilizar son:

- Función: U03 Coeficiente de Redes Vitales Secas. CPS.

Objetivo: Evaluar la resiliencia de la zona o la baja vulnerabilidad ante las inundaciones según el grado de funcionabilidad de las redes vitales ante una perturbación.

No es más que la infraestructura básica o esencial necesaria para el desenvolvimiento normal de una población, tomando en cuenta las redes vitales secas como: líneas de fluido eléctrico estatal o privado, redes y plantas telefónicas; además del alumbrado público; la existencia o no de grupos electrógenos de emergencia y de fuentes renovables que no se inundan. Se requiere del análisis cuantitativo de estos elementos y su estado con respecto a su calidad para realizar su valoración y las posibles soluciones. Los rangos aceptados son: 4 (75-100% de redes vitales secas), 3 (50-75% de redes vitales secas), 2 (25-50% de redes vitales secas), 1 (0-25% de redes vitales secas).

- Estructura: E05 Coeficiente de Superficie Seca. CSS

Objetivo: Evaluar la resiliencia de la zona o la baja vulnerabilidad ante las inundaciones según la parte de la superficie que no se inunda para un caso determinado de fenómeno o perturbación en un lugar determinado.

Se refiere a la superficie no inundada o no inundable teniendo en cuenta las manzanas a evaluar y las viviendas encontradas en estas que no se inundan. Se requiere del análisis cuantitativo de estos elementos con respecto a la relación existente entre la superficie seca e inundada para realizar su valoración y las posibles soluciones. Los rangos aceptados son: 4 (75-100% de superficie seca), 3 (50-75%), 2 (25-50%), 1 (0-25%).

- Estructura: E06 Coeficiente de Vías en la Zona. CVZ.

Objetivo: Evaluar la resiliencia de la zona o la baja vulnerabilidad ante las inundaciones según el comportamiento de la ocupación del suelo por viales y su comportamiento en un rango adecuado.

Es la superficie de ocupación del suelo teniendo en cuenta los viales existentes tanto peatonales como vehiculares en las manzanas a evaluar. Se requiere del análisis cuantitativo de este elemento con respecto a la relación existente en el consejo en general. Además de tener en cuenta la calidad en que se encuentran para realizar su valoración y las posibles soluciones. Los rangos aceptados son: 4 (CVZ entre 0,1-0,15), 3 (CVZ entre 0,05 y 0,1), 2 (CVZ entre 0 y 0,05).

- Estructura: E07 Coeficiente de Viales Secos. CVS.

Objetivo: Evaluar la resiliencia de la zona o la baja vulnerabilidad ante las inundaciones según el grado de accesibilidad ininterrumpida ante una perturbación.

Se refiere a la ocupación del suelo teniendo en cuenta los viales existentes con relación a la superficie que se encuentra seca e inundada en las manzanas a evaluar. Se requiere del análisis cuantitativo de este elemento teniendo en cuenta la calidad en que se encuentran para realizar su valoración y las posibles soluciones. Los rangos aceptados son: 4 (75-100% de viales secos), 3 (50-75% de viales secos), 2 (25-50% de viales secos), 1 (0-25% de viales secos).

- Estructura: E08 Coeficiente de Puentes Secos. CPS.

Objetivo: Evaluar la resiliencia de la zona o la baja vulnerabilidad ante las inundaciones según el grado de accesibilidad ininterrumpida de los puentes ante una perturbación.

Se toman en cuenta los puentes existentes tanto peatonales como vehiculares en las manzanas a evaluar que no se inundan. Se requiere del análisis cuantitativo de este elemento; además de tener en cuenta la calidad en que se encuentran para realizar su valoración y las posibles soluciones. Los rangos aceptados son: 4 (75-100% de

puentes secos), 3 (50-75% de puentes secos), 2 (25-50% de puentes secos), 1 (0-25% de puentes secos).

- Estructura: E09 Coeficiente de Drenajes en la Zona. CDZ.

Objetivo: Evaluar la resiliencia de la zona o la baja vulnerabilidad ante las inundaciones según el comportamiento o presencia de niveles adecuados de drenajes distribuidos homogéneamente atendiendo a la norma de diseño vigente.

No es más que el sistema de drenaje necesario que permita la retirada de las aguas que se acumulan en depresiones topográficas del terreno, tomando en cuenta la existencia de zanjas, obras de fábricas, alcantarillado o tubos soterrados. Se requiere del análisis cuantitativo de estos elementos y su estado con respecto a su calidad para realizar su valoración y las posibles soluciones. Los rangos aceptados son: 4 (CDZ sobre norma, incluye el cambio climático), 3 (CDZ en norma), 2 (CDZ por debajo de norma), 1 (CDZ es 0).

- Estructura: E10 Coeficiente de Eficiencia del Drenaje. CED.

Objetivo: Evaluar la resiliencia de la zona o la baja vulnerabilidad ante las inundaciones según el grado de desobstrucción y la eficiencia con la que funciona el drenaje existente.

Es la ocupación del drenaje con respecto a la eficiencia existente según el grado de desobstrucción en las manzanas a evaluar. Se requiere del análisis cuantitativo de este elemento en relación con el consejo en general; además de tener en cuenta su funcionalidad para realizar su valoración y las posibles soluciones. Los rangos aceptados son: 4 (75-100% de eficiencia), 3 (50-75% de eficiencia), 2 (25-50% de eficiencia), 1 (0-25% de eficiencia).

- Forma: F04 Coeficiente de Obras de Defensa en Edificaciones y lotes. CODE.

Objetivo: Evaluar la resiliencia de la zona o la baja vulnerabilidad ante las inundaciones según la presencia en mayoría de edificios y predios protegidos por obras de defensas contra las inundaciones establecidas para la categoría.

Se refiere a las viviendas que utilizan los tranques, tabiques y muros bajos que protegen estas propiedades de la inundación encontradas en los márgenes de los ríos de las manzanas a evaluar que no se inundan. Se requiere del análisis cuantitativo de estos elementos con respecto a su calidad para realizar su valoración y las posibles soluciones. Los rangos aceptados son: 4 (más del 90% de los edificios tipología (i)), 3 (80-90% de los edificios tipología (i)), 2 (70-80% de los edificios tipología (i)), 1 (0-70% de los edificios tipología (i)).

### **II.2.2 Fase 2 Diseñar – Ejecutar**

Actúa sobre el objeto a intervenir para asegurar cumplir con los objetivos trazados sobre la base de la planificación – organización desde un proceso de diseño y ejecución de las posibles soluciones a los problemas identificados con acciones correctivas que permitan contribuir con la representación del diagnóstico urbano.

Paso 1. Diseñar los componentes de la representación del diagnóstico de la estructura e infraestructura urbana.

Establece el sistema y lenguaje gráfico a utilizar vinculados a los planos a realizar en el programa de dibujo AutoCAD, además de la utilización de tablas en Excel que permitan la descripción de datos a través de fotos y esquemas.

Paso 2. Ejecutar la representación de las capas técnicas urbanas.

Representar por capas a través de los planos establecidos con los formatos A0-A3 por las Normas Cubanas, además de realizar los gráficos pastel para una mejor visualización de cada indicador.

### **II.2.3 Fase 3 Monitorear – Controlar**

El objetivo de esta fase es monitorear y controlar el procedimiento implementado que permita optimizar el ordenamiento urbano a través de las capas técnicas en función de su estructura e infraestructura, así como evaluar los resultados de su aplicación, medir su impacto y en función de ello realizar los cambios pertinentes. Se hará a

partir de la aplicación de indicadores de medio ambiente y resiliencia ante inundaciones que permitan evaluar el estado de la zona objeto de estudio.

Paso 1. Monitorear la propuesta de representación de las capas técnicas.

Establecer chequeos del cumplimiento de las normas establecidas para la representación vinculadas con las afectaciones que puedan tener los componentes ambientales evaluados u otros dentro de las capas técnicas que permitan la toma de decisiones. En esta tarea trabajan en conjunto el equipo de colaboradores con los agentes locales en la toma de decisiones.

Paso 2. Controlar la representación de las capas técnicas tomando en cuenta el estado de la estructura e infraestructura urbana.

Controlar el cumplimiento de las acciones ante las afectaciones que ocurren en las capas técnicas con el acatamiento de las normas establecidas para su representación.

### **II.3 Aplicación del procedimiento de representación de indicadores de estructura e infraestructura para la resiliencia ante inundaciones por lluvias intensas en el consejo popular Vista Alegre**

El consejo popular Vista Alegre, forma parte de la ciudad de Holguín, y es uno de sus subcentros de servicios, por el equipamiento a nivel de ciudad que posee.

#### **II.3.1 Fase I. Organizar – Planificar**

Paso 1. Crear equipo de trabajo y determinar institución responsable.

El equipo de trabajo está integrado por el Presidente del consejo popular y representantes de la Dirección Municipal de Planificación Física; además de organismos involucrados como: el CITMA, Estadísticas, Recursos Hidráulicos, Acueductos y Alcantarillado, Transporte, Vivienda, entre otros. Entre sus funciones fundamentales se encuentra la evaluación de la problemática urbana con una visión integradora y liderar los procesos de debate sobre las principales dificultades, a través del perfeccionamiento y revisión del procedimiento. La responsabilidad de la

representación del diagnóstico es asignada a la Dirección Municipal de Planificación Física de Holguín, como institución que ordena y regula el uso del suelo respondiendo a su disposición, estructura e infraestructura urbana.

Paso 2. Recopilar información y diagnosticar.

El consejo popular Vista Alegre tiene una extensión territorial de 9.38 km<sup>2</sup>, con una población de 40 199 habitantes que residen en 14 553 viviendas, para un densidad poblacional y habitacional de 4 731 habitantes/km<sup>2</sup> y 2,76 hab/viv respectivamente. Limita al norte con el consejo popular Alcides Pino, al este con Pedro Díaz Coello, al sur con Centro Ciudad Sur y Pedro Díaz Coello y al oeste con Centro Ciudad Norte y Centro Ciudad Sur (figura 6). Posee un relieve predominante de llanura marina, aunque presenta alturas como la Colina de los Internacionalistas. El suelo es de tipo Nipe-ferrítico, no apto para la agricultura; su vegetación está formada por arbustos y especies exóticas y en las colinas, la vegetación es de cuabales, donde predominan las plantas espinosas con hojas pequeñas y duras.

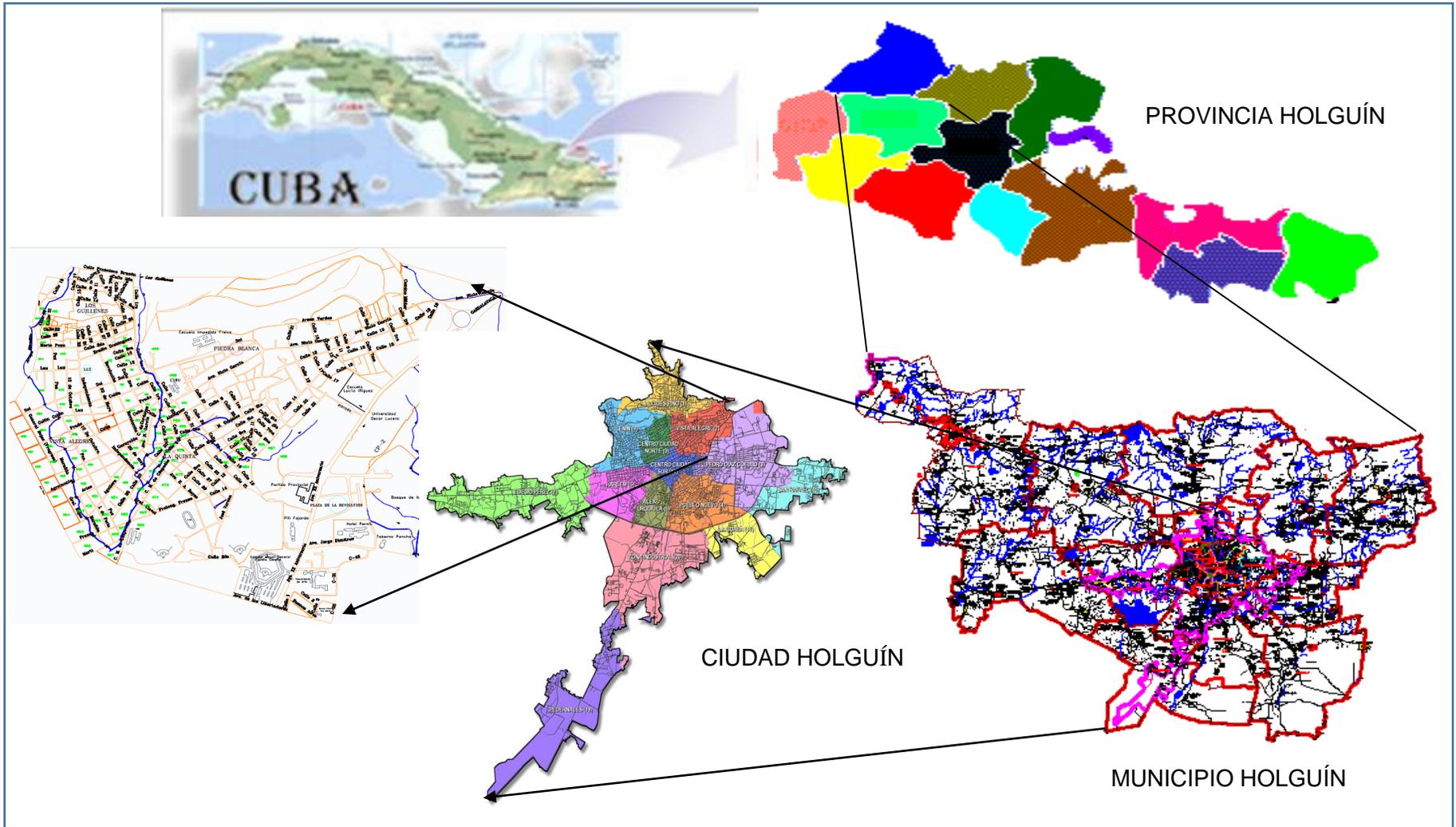


Figura 6: Ubicación del consejo popular Vista Alegre.

Fuente: Elaboración propia.

El consejo popular Vista Alegre en su mayoría está servido por la red de acueducto, pero presenta déficit de alcantarillado, así como de aceras. Constituye una zona apta para el desarrollo habitacional y cuenta, además; con una zona de nuevo desarrollo hacia el norte, donde se localizan edificios multifamiliares. La trama vial es organizada, con secciones estrechas y gran parte en mal estado, excepto en la zona de nuevo desarrollo donde se localizan las avenidas que vinculan a la ciudad con el Polo Turístico Atlántico Norte.

Está conformado por los repartos Luz, Vista Alegre, Piedra Blanca, La Quinta y una porción del reparto Plaza de la Revolución y Los Guillenes.

- Reparto Luz:

Constituye una zona habitacional donde predominan las viviendas de un nivel, la mayoría en buen estado constructivo y arquitectónico, así como un conjunto de edificios multifamiliares. Cuenta con varios de los servicios fundamentales educacionales, médicos, comerciales, gastronómicos, etc. y una trama organizada, redes de acueducto y alcantarillado.

- Reparto Piedra Blanca:

Es una zona habitacional de topografía generalmente llana con un buen potencial de áreas verdes libres. El sistema constructivo es tradicional y el estado de las viviendas de manera general es aceptable, aunque algunas se encuentran sin terminación. Sus vías son generalmente estrechas y en su mayoría en mal estado, pues la red de acueducto y alcantarillado ocupa una parte parcial del territorio. Cuenta con servicios vinculados al sector educacional, comercial y médico.

- Reparto La Quinta:

El sistema constructivo es tradicional predominante por encima de los otros. Se observan transformaciones en un por ciento de las azoteas de la vivienda. Es notable la falta de servicios primarios, suplidos estos por los que se brindan en el resto de los otros repartos. La red de acueducto y alcantarillado se ha rehabilitado, pero es insuficiente aún y las

secciones de las vías son estrechas con problemas de continuidad, aunque un gran porcentaje posee pavimento.

- Reparto Vista Alegre:

Las viviendas son la mayoría de dos niveles y edificadas por esfuerzo propio con un sistema constructivo tradicional. Exhibe déficit de servicios vinculados al hábitat principalmente hacia el Norte del reparto y es atravesado por el río Marañón y el arroyo Los Guillenes lo que deriva en problemas de inundaciones dada las crecidas de estos. Presenta problemas con los servicios de la red de acueducto y alcantarillado por lo que es objeto de rehabilitaciones.

- Reparto Plaza de la Revolución:

Posee áreas libres con potencial para proyectos ejecutivos. La zona cuenta con un predominio de construcciones de diferentes niveles, entre los que se destacan los edificios 18 plantas, puntos de mayor altura en la ciudad. Cuenta con una amplia gama de servicios de disímiles sectores y el estado actual de las vías es bueno donde se incluyen también las del interior del reparto.

- Reparto Los Guillenes:

El sistema constructivo es tradicional y edificado por esfuerzo propio, el estado de las viviendas de manera general es inadecuado. Sus vías son generalmente estrechas con problemas de continuidad en su mayoría de mal estado, contado además con caminos y calles sin asfaltar. Posee déficit de servicios primarios y vinculados al hábitat; atravesado por el arroyo Los Guillenes lo que deriva en problemas de inundaciones. Además, la zona es la más desfavorecida por la red de acueducto y alcantarillado.

Paso 3. Determinar los indicadores a emplear.

En la representación de los problemas de resiliencia ante inundaciones por intensas lluvias para 200mm de agua en un periodo de retorno del 5% se tuvieron en cuenta las 99 manzanas localizadas a ambos lados de los ríos Marañón y Los Guillenes. Para ello fue necesaria la realización de entrevistas a los pobladores, directivos y propietarios de los servicios estatales privados, la toma de fotografías para una mayor visualización individual

del estado actual y la aplicación del programa de dibujo AutoCAD en el cual se trabajaron los planos para resaltar los resultados de los indicadores.

Es necesario aclarar que los indicadores fueron comprobados anteriormente en otras investigaciones, en el año 2016 para obtener la calificación del rango de los indicadores: 4, 3, 2, 1 donde 4 es el valor óptimo deseado. La escala utilizada para valorar los indicadores, es adaptada de Lozano (2008).

Los indicadores que se determinan son los siguientes:

- Función: U03 Coeficiente de Redes Vitales Secas. CPS.

El consejo en general recibe la electrificación por las líneas de transmisión que conforman el Sistema Electroenergético Nacional, con el apoyo de los grupos electrógenos existentes. Abarca el 100% del territorio, se continúa en el plan de mejoras y eliminación de bajo voltaje y tendederas. Existe una baja densidad telefónica. No obstante, existen teléfonos públicos de moneda y de tarjetas, instalados en bodegas, farmacias, centros educacionales, de salud y centros agentes en viviendas particulares.

El alumbrado público solo abarca las zonas donde existen instituciones estatales o avenidas principales. Las 99 manzanas escogidas para el estudio cuentan con 38.706,23 m de redes vitales de ella, 24.515,30 m se encuentran en zonas secas lo que representa el 63,3% del total de redes vitales, por lo que se encuentra en el rango 3 (50-75% de redes vitales secas). Las posibles soluciones ante esta perturbación es rectificar, proteger y elevar las redes o crear sistema de alimentaciones secundarias.

- Estructura: E05 Coeficiente de Superficie Seca. CSS

De las manzanas escogidas 88, permanecen parcialmente secas, 10 quedan totalmente secas y 1 totalmente inundable siendo está la más crítica de la zona. El Coeficiente de Superficie Seca una vez realizado el estudio por manzana, representa el 89% de la superficie de la zona por lo que el indicador se encuentra en el rango de 4 (75-100%). Las posibles soluciones ante esta perturbación es construir las edificaciones alejadas de los márgenes del río y que las mismas sean construidas con elementos constructivos eficientes.

- Estructura: E06 Coeficiente de Vías en la Zona. CVZ.

La red vial en general se encuentra formada por arterias principales y secundarias, de las cuales el 60% se encuentran en regular y mal estado por falta de mantenimiento y conservación. Las vías también muestran deterioro por la existencia de microvertederos en sus bordes, o de escombros de construcciones y demoliciones, incidiendo de manera negativa el déficit de urbanización en algunos repartos.

Dentro de las 99 manzanas a evaluar se encuentran 66 viales de los cuales están en regular estado siendo esta cantidad totalmente vehicular. De ellos el 70% permanecen pavimentados mientras que el resto de los viales son de tierra. Se determinó la superficie ocupada ascendente a 44.261,76 m<sup>2</sup> del total de superficie de la zona (1338.251,76 m<sup>2</sup>), por lo que el indicador es 0.1 y se encuentra en el rango de 4 (CVZ entre 0,1-0,15).

- Estructura: E07 Coeficiente de Viales Secos. CVS.

De los 66 viales existentes se encuentran afectados el reparto Vista Alegre, provocado por el río Marañón en las calles Frexes, Aguilera, Arias, Agramonte, Cuba, Martí y salida del reparto La Quinta. Del total de viales 57 permanecen secos ocupando una superficie total de 201.135,01 m<sup>2</sup> por lo que el indicador representa un 82% del total de viales y se encuentra en el rango de 4 (75-100%). Las posibles soluciones ante estas perturbaciones es dotar y rectificar la calidad técnica las vías existentes.

- Estructura: E08 Coeficiente de Puentes Secos. CPS.

En las manzanas seleccionadas existen 20 puentes, de los mismos se escogieron los que se encontraban en zona *seca* con una superficie total de 1.335,19 m<sup>2</sup>. De ellos 6 están secos cuya superficie es de 770,17 m<sup>2</sup> para un 58%, por lo que el indicador se encuentra en el rango de 3 (50-75%). La posible solución ante esta perturbación es construir más puentes peatonales en buen estado y elevar los puentes tanto peatonales como vehiculares.

- Estructura: E09 Coeficiente de Drenajes en la Zona. CDZ.

La zona de estudio presenta déficit de drenajes. Cuenta con el colector principal además de rejillas de alcantarillado por lo que se determinó la longitud de las mismas que es de

10.541,15 m. La superficie total de la zona es de 1338.251,76 m<sup>2</sup>, por lo se encuentra en el rango de 2 (CDZ por debajo de norma). Las posibles soluciones ante esta perturbación es construir más sistemas de drenaje que puedan evacuar todas las aguas.

- Estructura: E10 Coeficiente de Eficiencia del Drenaje. CED.

El déficit de redes de alcantarillado y el mal funcionamiento provoca frecuentes tupiciones y derrames hacia las vías y arroyos cercanos. Esta situación se hace crítica en la zona de los Colectores Principales 2 y 3, por las roturas que presentan. Del drenaje seleccionado en la zona, se escogió los que aún funcionaban y se le determinó la longitud de los mismos que es de 2.650,345 m, lo que representa el 25% del total de drenaje por lo que entra en el rango de 1 (0-25%). Las posibles soluciones ante esta perturbación es rectificar el sistema de drenaje existente realizando limpieza ante estas tupiciones que son provocadas por el inadecuado manejo de escombros de la población.

- Forma: F04 Coeficiente de Obras de Defensa en Edificaciones y lotes. CODE.

De las manzanas a evaluar se efectuó una selección de las viviendas que presentan obras de defensa en edificaciones y lote dentro de las clasificaciones siguientes: (i) edificaciones con protección de obras perimetrales totales de entre 0,2 y 0,5 m de altura, (ii) edificaciones con protección de obras perimetrales totales de más de 0,5 m de altura, (iii) edificaciones con protección de obras perimetrales parciales de entre 0,2 y 0,5 m de altura y (iv) edificaciones sin obras de defensa ante las inundaciones, lo que representa el 60% del total de edificio y entra en el rango de 1(0-70%) de los edificios tipología (i)). Las posibles soluciones ante esta perturbación es construir obras de defensa más resistentes y de mayor altura con el objetivo de proteger las edificaciones.

### **II.3.2 Fase 2 Diseñar – Ejecutar**

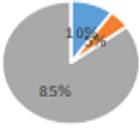
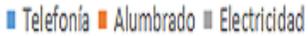
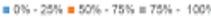
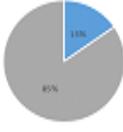
Paso 1. Diseñar los componentes de la representación de la estructura e infraestructura urbana.

Se utilizó una línea de diseño estandarizada para la elaboración de los mapas en el programa de dibujo AutoCAD. Apoya la práctica y reflexión de aspectos esenciales, así como la confección de los diferentes íconos necesarios para identificar los indicadores. El

sistema de lenguaje permitió la interpretación clara de lo representado en el formato A0, escala 1:1000 utilizados, así como el uso de colores en dependencia de los indicadores y acordes con su función.

La representación cuantitativa de los indicadores a nivel de consejo popular y de manzana, facilitó un diseño de altísimo nivel y calidad contrastada, al evidenciar el comportamiento en las manzanas evaluadas en relación con la totalidad del consejo popular (tabla 2).

Tabla 2. Representación cuantitativa de los indicadores.

Indicador	Consejo Popular	99 manzanas
Redes vitales secas		
		
Superficie seca		 
Viales en la zona		 
Viales secos		 

Continuación tabla 2. Representación cuantitativa de los indicadores.

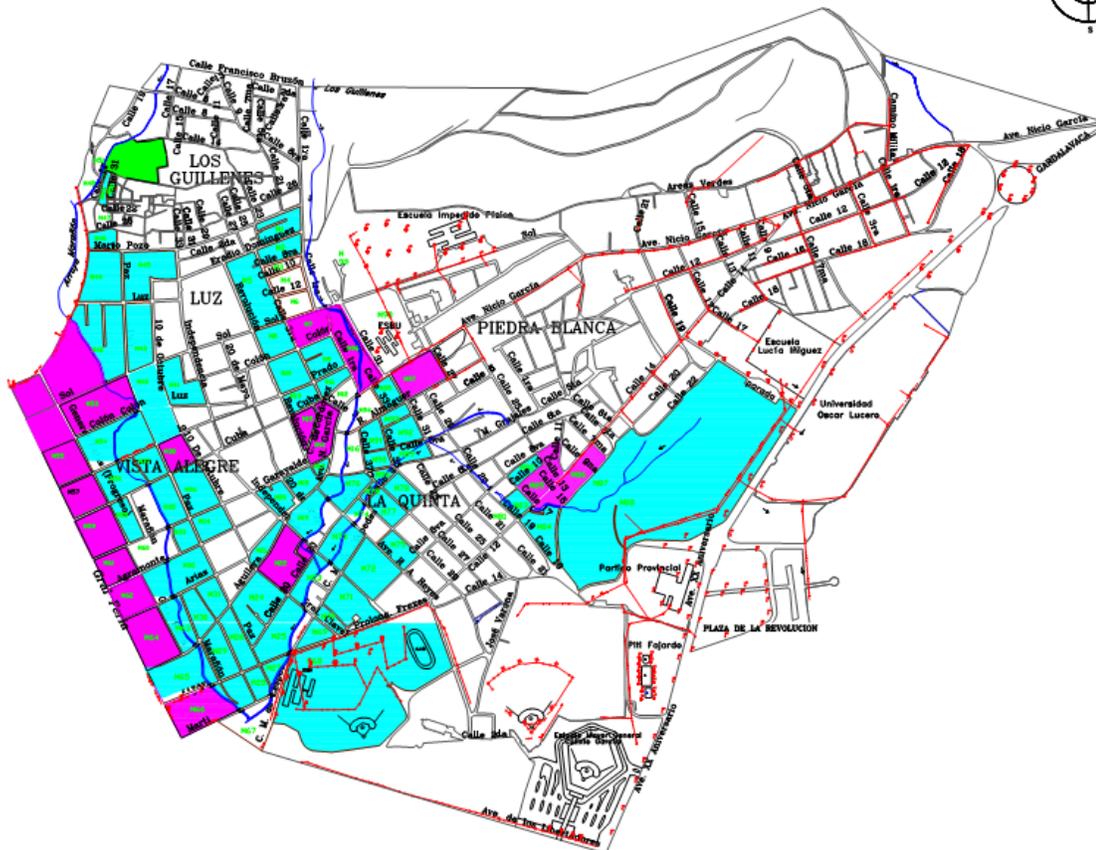
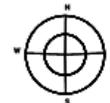
Indicador	Consejo Popular	99 manzanas
Puentes secos		<p> <span style="color: blue;">■</span> puentes peatonales    <span style="color: orange;">■</span> puentes peatonales, inundados  <span style="color: grey;">■</span> puentes vehiculares    <span style="color: yellow;">■</span> puentes vehiculares, inundados         </p>
Drenaje	<p>0.008 0.006 0.004 0.002 0</p> <p>■ 0.0079</p>	
Eficiencia de drenaje		<p> <span style="color: blue;">■</span> longitud de eficiencia del drenaje    <span style="color: orange;">■</span> longitud del drenaje         </p>
Obras de defensa		<p> <span style="color: blue;">■</span> Obras totales de 0.2 -0.5 m    <span style="color: orange;">■</span> Obras totales mayor de 0.5 m  <span style="color: grey;">■</span> Obras parciales de 0.2 -0.5 m    <span style="color: yellow;">■</span> No presentan O.P.         </p>

Fuente: Adaptado de Berlanga (2016).

Paso 2. Ejecutar la representación de las capas técnicas urbanas.

Se determina por cada capa técnica cuál es la zona más afectada o zona crítica de las manzanas a evaluar según se refleja en las figuras de la 7 a la 15.

# Coeficiente de Redes Vitales Secas



Fuente: Elaborado a partir del Plano de Geocuba.

Proyección: Cónica ,Conformes Lambert ,Cuba Sur.

Escala: 1:1000

Autora: Tatiana Avila Romero

Fecha: 8/6/2017

**Simbología :**

- Linea eléctrica de baja tensión en postes
- Linea eléctrica de baja tensión en armazones
- Transformadores
- Lámparas
- ≡ Puentes
- Manzana a evaluar no inundadas
- Manzana a evaluar con red de tendederas
- Manzana a evaluar con red de armazones

Nota : Todas las manzanas cuentan con red de electricidad las que no se encuentran representadas de las evaluadas que permanecen secas presentan red de electricidad en postes.

Figura 7. Redes vitales secas.

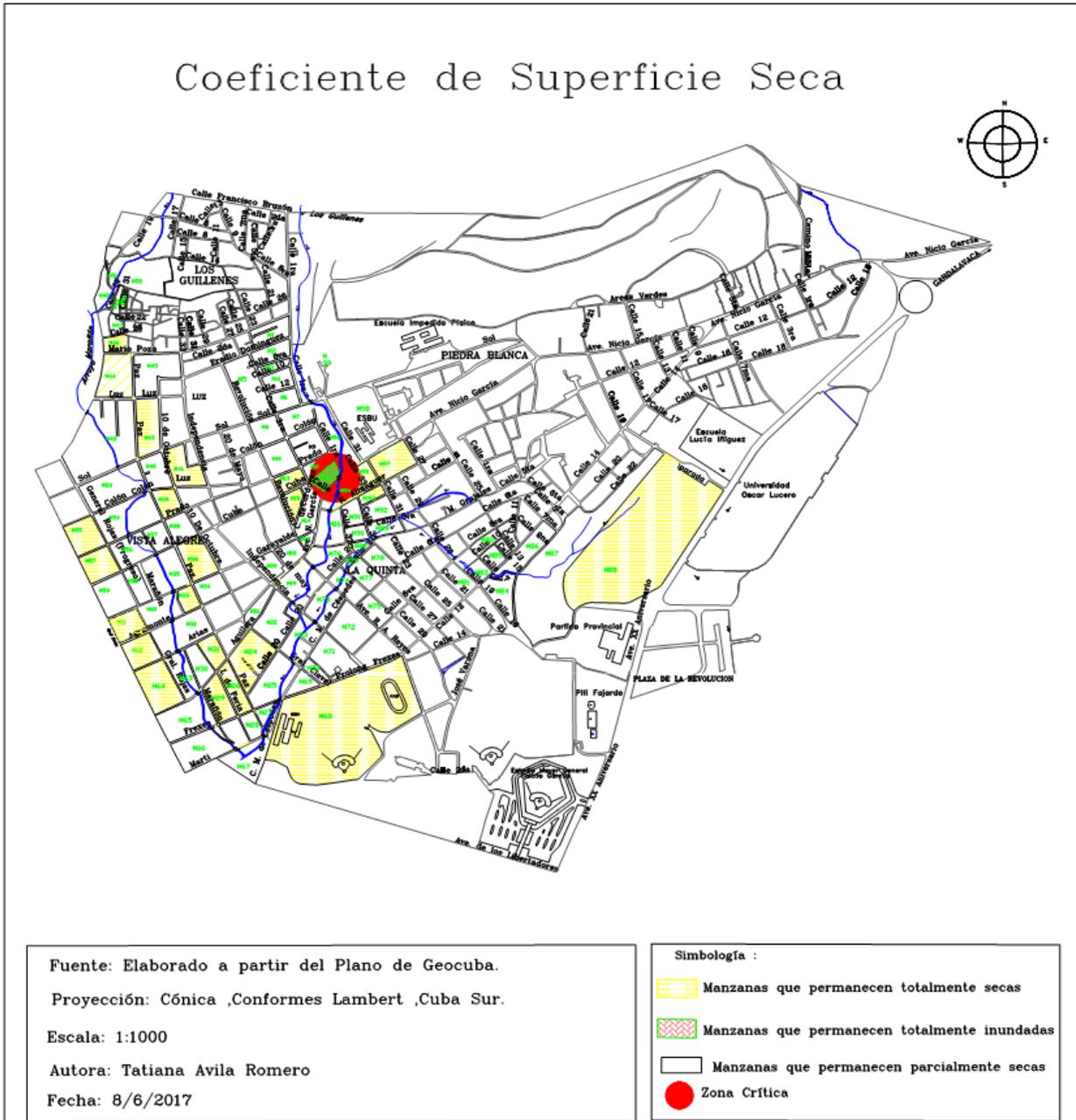
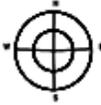


Figura 8. Superficie no inundada encontrada en las manzanas a evaluar.



Figura 9. Viales encontrados en las manzanas a evaluar.

# Coeficiente de Viales Secos



Fuente: Elaborado a partir del Plano de Geocuba.  
Proyección: Cónica ,Conformes Lambert ,Cuba Sur.  
Escala: 1:1000  
Autora: Tatiana Avila Romero  
Fecha: 8/6/2017

Simbología :  
— Vias en la zona secas  
— Vias en la zona inundadas

Figura 10. Viales no inundables encontrados en las manzanas a evaluar.

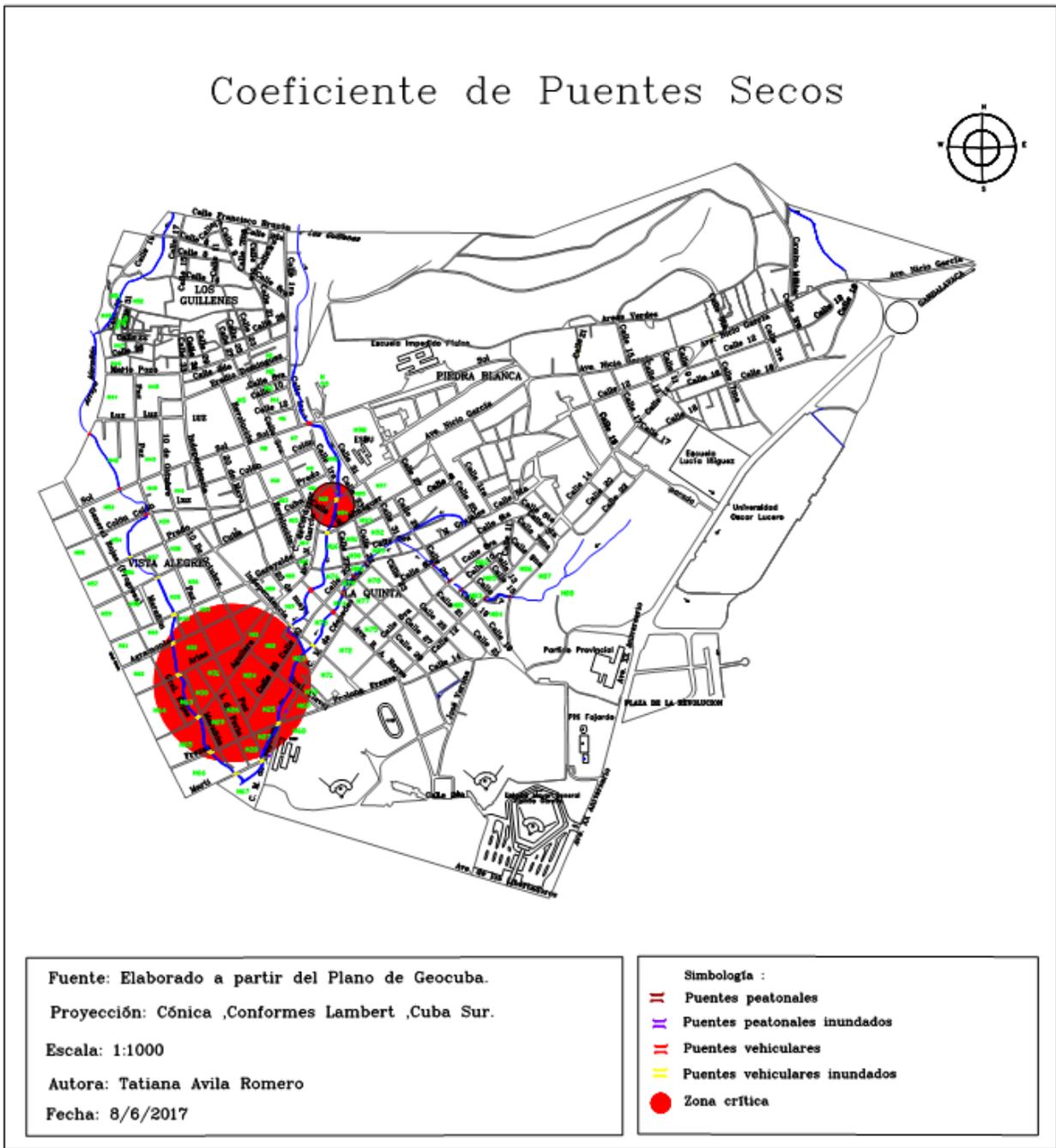
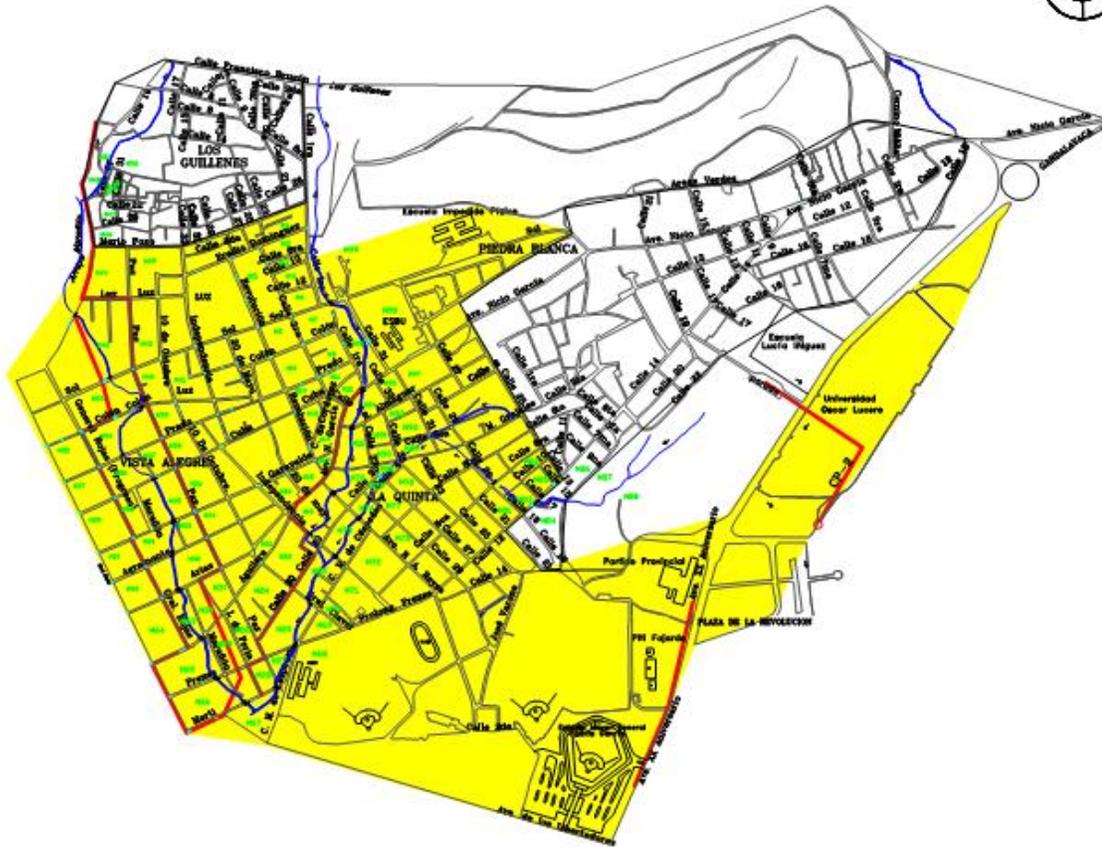
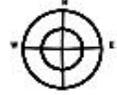


Figura 11. Puentes encontrados en las manzanas a evaluar.

# Coeficiente de Drenaje en la Zona



Fuente: Elaborado a partir del Plano de Geocuba.  
Proyección: Cónica ,Conformes Lambert ,Cuba Sur.  
Escala: 1:1000  
Autora: Tatiana Avila Romero  
Fecha: 8/6/2017

**Simbología :**

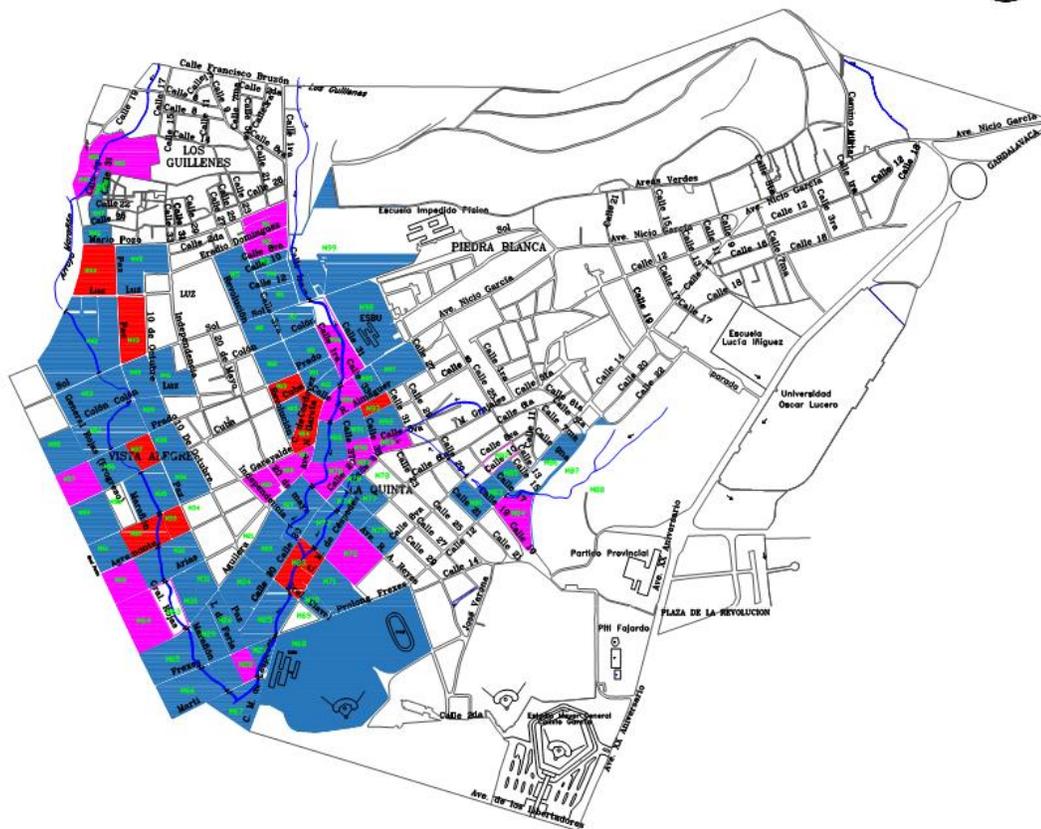
- Zona servida parcialmente por alcantarillado
- Zona servida por alcantarillado
- Colector existente de alcantarillado
- Alcantarilla y drenaje existente

Nota : Las repartas Vista Alegre,La Quinta y Piedra Blanca representa la zona carente de alcantarillado provocando contaminación al manto ,suelos y ríos.

Figura 12. Tipos de drenaje en las manzanas a evaluar.



# Coeficiente de Obras en edificaciones



Fuente: Elaborado a partir del Plano de Geocuba.  
Proyección: Cónica ,Conformes Lambert ,Cuba Sur.  
Escala: 1:1000  
Autora: Tatiana Avila Romero  
Fecha: 8/6/2017

**Simbología :**  
■ Edificaciones con Obras perimetrales totales de altura de 0,2 - 0,5 m.  
■ Edificaciones con Obras perimetrales totales de altura de más de 0,5 m.  
■ Edificaciones con Obras perimetrales parciales de altura de 0,2 - 0,5 m.

Nota : Las manzanas que no se encuentran representadas no presentan obras perimetrales en edificaciones.

Figura 14. Viviendas que tienen obras de defensa en las manzanas a evaluar.

### **II.3.3 Fase 3 Monitorear – Controlar**

Paso 1. Monitorear la propuesta de representación de las capas técnicas.

El monitoreo del procedimiento aplicado se realizó mediante reuniones con el grupo de trabajo, para controlar el cumplimiento de las acciones, con la participación de otros actores. Se llevaron a cabo evaluaciones en zonas donde ha ocurrido el periodo de desastre analizándose el grado de afectación y los resultados no logrados.

Paso 2. Controlar la representación de las capas técnicas tomando en cuenta el estado de la estructura e infraestructura urbana.

La propuesta para la representación en el consejo popular Vista Alegre se inició a través de la comprobación de los indicadores ante inundaciones realizadas en el 2016, encontrándose aplicada solamente a un 70%. Sin embargo, estas son las zonas más afectadas por lo que se proponen las posibles soluciones a cumplir para su mejoramiento.

Existe una gran insatisfacción por parte de los pobladores ya que no solo se presentan problemas en la infraestructura técnica sino, en el sistema de saneamiento medio ambiental como la obstrucción del cauce por el vertimiento de residuales sólidos por parte de la población y las industrias, la reducción del cauce o plano de inundación de los ríos y arroyos debido a la construcción de las viviendas y las poca frecuencia en las labores de mantenimiento y conservación en aquellos tramos inundables. Por lo que se deben evaluar estos indicadores antes, durante y después de la perturbación para obtener una mayor visión ante estos fenómenos.

### **II.4 Conclusiones del capítulo**

- Se diseña y aplica un procedimiento para la representación gráfica del diagnóstico de la estructura e infraestructura urbanas, teniendo en cuenta la resiliencia físico espacial ante inundaciones en base a los ejemplos de concepciones y criterios de diseño que se tomaron como referencia.

- Se trabaja en función de las limitaciones encontradas y la ayuda que representan sus aportes y con ello conformar el procedimiento para el análisis gráfico de la ciudad y plantear las posibles soluciones. Por otro lado, se modifican algunos indicadores con el objetivo de alcanzar el máximo de las expectativas esperadas en el producto final.
- Se establecen los puntos específicos a modo de pasos concretos para la realizar el procedimiento y así desarrollar un análisis de la estructura e infraestructura urbanas. En ellos consta, en dependencia de la escala de intervención la dimensión que abarcan los indicadores y algunos no se representan por no pertenecer al nivel escogido para el estudio.

## CONCLUSIONES GENERALES

- El estudio teórico y referencial realizado sobre la representación de indicadores urbanos permitió conocer los factores y elementos necesarios para la aplicación de un procedimiento de representación capaz de influir en la mejora de las capas técnicas a través de los indicadores de resiliencia ante inundaciones por lluvias intensas.
- El estudio de las tendencias asociadas a la representación de indicadores de estructuras e infraestructuras ante inundaciones por lluvias intensas, comprobó que los procedimientos presentan limitaciones y deficiencias, porque a pesar de su representación de vulnerabilidad no cumplen las expectativas de cada localidad, al solo prevenir sin buscar soluciones, o tomar en cuenta el riesgo de prevención ante inundaciones a nivel de consejo popular.
- El procedimiento diseñado para la representación de indicadores de estructura e infraestructura para la resiliencia ante inundaciones por intensas lluvias cuenta con tres etapas: planificar-organizar; diseñar-ejecutar y monitorear-controlar, permitió contar con un instrumento capaz de favorecer una mejor y eficaz toma de decisiones a partir del consenso de grupos de trabajo multidisciplinarios y multisectoriales en un proceso flexible y sistemático.
- La aplicación del procedimiento para la representación de indicadores de estructura e infraestructura para la resiliencia ante inundaciones por intensas lluvias en el consejo popular Vista Alegre generó cambios e impactos favorables con respecto a las perturbaciones ocurridas por inundaciones de 200 mm, propiciando mejores condiciones para sus habitantes, demostrando su pertinencia, lo que permite corroborar la hipótesis general de la investigación planteada.

## **RECOMENDACIONES**

1. Continuar profundizando en la investigación, aplicar y representar los sistemas de indicadores de resiliencia urbana como una herramienta de utilidad en caso de estudio en otros consejos populares, que sufren problemas similares de inundaciones u otro fenómeno catastrófico.
2. Sugerir al Consejo de la Administración Municipal de Holguín profundice en el procedimiento para la representación del sistema de indicadores como una herramienta de utilidad con el fin de mejorar los niveles de resiliencia urbana como método de respuesta y control ante inundaciones por lluvias intensas.
3. El Departamento de Ingeniería Civil de la Universidad de Holguín debe continuar en el ascenso de los conocimientos, resultados y experiencias de la investigación en la enseñanza de pre y posgrado, en la línea de investigación universitaria sobre resiliencia urbana de elementos estructurales e infraestructural ante los cambios climáticos para que pueda servir de base para otras investigaciones que se decidan en este campo.

## **BIBLIOGRAFIA**

1. Agenda 21 local/GEO (2008). Informe GEO-Holguín. Perspectivas del medio urbano, en Proyecto Agenda 21 Local/GEO-Holguín. Ed. Academia, La Habana, Cuba.
2. Anuario Estadístico 2015. Oficina Nacional de Estadística e Información. (2016). Holguín
3. Anuario Estadístico 2015. Oficina Nacional de Estadística e Información. (2016). Cuba
4. Arner Reyes, Erly. (2013). Resiliencia Urbana: La adaptación a corto plazo para la recuperación a largo plazo después de las inundaciones en Canadá, Ciencia en su PC, núm. 1\*, Centro de Información y Gestión Tecnológica Santiago de Cuba, Cuba.
5. Artze Delgado, Gloria Esther; Conde Medina, Ivelys. (2011, noviembre). Herramientas Informáticas para Estudios Tridimensionales en el Planeamiento y los Planes Especiales de Rehabilitación Integral del Hábitat Urbano. Ponencia en la Convención de Ordenamiento Territorial y Urbanismo, Las Villas: Cuba.
6. Berlanga, Isaura. Comprobación de indicadores de resiliencia urbana ante inundaciones por intensas lluvias en Vista Alegre. 2016.
7. Buiría, Lisandra (2015), El Mapa Verde y su contribución al mejoramiento ambiental en una zona del Consejo Popular Centro, Trabajo de Diploma en opción al título de Arquitecto, Universidad de Camagüey, Camagüey, Cuba.
8. Caballero Hernández, Andor Jesús. (2015). Indicadores en sistema para la resiliencia físico-espacial ante inundaciones urbanas en el reparto Vista Alegre, Holguín. Tesis presentada en opción al título de Master en Gestión Ambiental.
9. Caracterización de Consejo Popular No: 2. (2011-2015). Poder Popular Municipal de Holguín.

10. Favier, Lucía (2004, abril), Introducción al análisis con mapas, Ponencia presentada en Diplomado Planeamiento y Gestión Urbano Ambiental, Proyecto Agenda 21 Local. Cuba.
11. Gauto de Paz, Gabriela Soledad. (2007). Resiliencia para reducir la vulnerabilidad a los riesgos de la vivienda pobre urbana. Resistencia, Argentina.
12. Guía para la Elaboración del Plan General de Ordenamiento Territorial y el Urbanismo en los Municipios. Dirección de Urbanismo, Instituto de Planificación Física, Cuba.
13. Guía de Resiliencia Urbana, México (2016).
14. Instituto de Planificación Física IPF. (2015). Plan General de Ordenamiento Territorial y Urbano de la ciudad de Holguín. Dirección Municipal de Planificación Física. IPF. Holguín.
15. Norma Cubana, NC. 50-26. 1987. (1987). Planificación Física y Urbanismo. Sistemas de Áreas Verdes de la Ciudad. Localización y dimensiones.
16. Norma Cubana, NC. 93-00-003.87. (1987). Medio Ambiente. Términos y definiciones.
17. Oficina Nacional de Estadística e Información. (2014). Informe Provincial. Censo de Población y Vivienda Cuba 2012. Holguín, Cuba
18. Programa de Ciudades Sustentables, Colección de Volúmenes (s.a.), Fomento de Sistema de Información de Manejo Medioambiental (EMIS). (Vol. VII).
19. Schuschny, Andrés. (enero 2014). Sostenibilidad y Resiliencia Urbana, Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL-ONU) Conversatorio: Evaluación de la sustentabilidad urbana Secretaria Distrital de Ambiente - ONU Hábitat.
20. Urbina Reynaldo, María Onelia, Armando Pérez Batista, Clara Cárdenas Guerra, SuliaEuy Sión Rojas, Jacqueline Adam Torres y Anniliet Tamayo. (2011). Plan General de Ordenamiento Territorial y Urbanístico Municipio Holguín. Dirección Municipal de Planificación Física Holguín. 279 pp.

21. Urbina Reynaldo, María Onelia, Clara Cárdenas Guerra, SuliaEuy Sión Rojas y Jacqueline Adam Torres. (2011). Regulaciones urbanísticas de la ciudad de Holguín. Dirección Municipal de Planificación Física Holguín.
22. Urbina Reynaldo, María Onelia. (2015). Regulaciones urbanas para la ciudad de Holguín. X Salón de Arquitectura Cubana. Ponencia Categoría Investigación, teoría y crítica. Matanzas. Cuba.
23. Zúñiga, L. (2014). Resiliencia urbana: concepciones, variables y enfoques desde la gestión de riesgo a desastres por inundaciones. Pos doctorado en Ciencias Sociales aplicadas. Universidad Federal de Rio de Janeiro, Río de Janeiro. 74p

### **BIBLIOGRAFÍA WEB**

1. Atlas(cartografía) [en línea],disponible en [https://es.wikipedia.org/wiki/Atlas\\_\(cartografía\)](https://es.wikipedia.org/wiki/Atlas_(cartografía)) consultado:(27-3-17)
2. Construyendo resiliencia en Honduras. Juan Carlos Orrego,2013, disponible en:<http://www.undp.org/content/dam/honduras/docs/publicaciones/Construyendo%20Resiliencia%20en%20Honduras%202.pdf>, consultado :(8-6-17)
3. Diseño gráfico [en línea],disponible en [http://es.wikipedia.org/wiki/Diseño\\_gráfico](http://es.wikipedia.org/wiki/Diseño_gráfico) consultado :(4-4-17)
4. El Plan General de Ordenamiento Territorial y Urbanismo, disponible en: <http://www.ecured.cu/plan-general-de-ordenamiento-territorial-y-urbanismo>, consultado: (9-03-17)
5. Estudios de casos Holguín, disponible en: <http://es.slideshare.net/comunicacionespfc/estudios-de-caso-Holguín>consultado: (10-04-17)
6. Gestión Ambiental [en línea],disponible en:[https://es.wikipedia.org/wiki/Gestión\\_ambiental](https://es.wikipedia.org/wiki/Gestión_ambiental),consultado:(3-4-17)
7. Gráfica [en línea],disponible en <https://es.wikipedia.org/wiki/Gráfica>, consultado (3-4-17)

8. Informe de evaluación global sobre la reducción del riesgo de desastres 2009, disponible en: [http://www.preventionweb.net/english/hyogo/gar/press/documents/Insert\\_8-GAR\\_2009\\_Span.pdf](http://www.preventionweb.net/english/hyogo/gar/press/documents/Insert_8-GAR_2009_Span.pdf), consultado:(8-06-17)
9. La importancia de la resiliencia urbana, disponible en: <http://eldictamen.mx/2015/05/columnas/ahora-y-aqui/La-importancia-de-la-resiliencia-urbana>, consultado:(20-04-17)
10. La gestión del riesgo de desastres en Colombia: contribuciones científicas, avances, perspectivas, y sinergia entre Estado y sociedad civil, disponible en: <https://www.procuraduria.gov.co/iemp/media/file/Innova%2018.pdf>, consultado:(8-06-17)
11. Mapeo urbano [en línea], disponible en <http://participasagunto.es/es/mapeos-urbanos/#Que-es-un-mapeo-urbano>, consultado :( 20-3-17)
12. Morfología urbana, disponible en: <http://ficus.pntic.mec.es/ibus0001/ciudad/morfologia-urbana.html>, consultado: (15-03-17)
13. Urbanismo [en línea], disponible en <https://es.wikipedia.org/wiki/Urbanismo> consultado (29-2-17)
14. Vista Alegre (Holguín), disponible en: [http://www.ecured.cu/vista-alegre-\(Holguin\)](http://www.ecured.cu/vista-alegre-(Holguin)), consultado: (17-03-17)
15. Procedimiento [en línea], disponible en [:http://www.wordreference.com/definicion/procedimiento](http://www.wordreference.com/definicion/procedimiento) consultado :(27-4-17)
16. Representación Gráfica [en línea], disponible en <https://sites.google.com/site/697representaciongrafica/home/historia>, consultado (8-3-17)
17. Sostenibilidad urbana [en línea], disponible en [https://es.wikipedia.org/wiki/Sostenibilidad\\_urbana](https://es.wikipedia.org/wiki/Sostenibilidad_urbana), consultado:(29-3-17)

## ANEXOS

### Anexo 1. U01 Coeficiente de Habitantes Secos. CHS.

No.	Aspecto	Descripción
1	Dimensión	Físico-espacial
2	Variable	Función
3	Atributo	
4	Indicador	Coeficiente de habitantes secos CHS
5	Sub-indicadores	Cantidad total de habitantes Cantidad total de habitantes secos Coeficiente de Habitantes Secos (CHS)
6	Objetivo	Evaluar la resiliencia de la zona o la baja vulnerabilidad de esta ante las inundaciones según la cantidad de habitantes en zonas no inundadas o inundables y el comportamiento de la densidad (que debe ser adecuado según indicadores vigentes), ante una perturbación
7	Sistema de procesamiento	Por manzana y zona Expresión: Cantidad total de habitantes secos / Cantidad total de habitantes  Rangos aceptados: 4 (Densidad en rango adecuado y más del 90% de habitantes en zona seca), 3 (Densidad por encima de rango adecuado y más del 90% de habitantes en zona seca), 2 (Densidad en rango adecuado y menos del 90% de habitantes en zona seca), 1 (Densidad por encima de rango adecuado y menos del 90% de habitantes en zona seca), donde 4 es el indicador óptimo y 1 el pésimo  *Densidad de habitantes por zona o por manzana en rango adecuado IPF (2000) entre 250 – 400 habs/ha  *Buen indicador de posición de habitantes (i): más del 90% en zona seca  *Mal indicador de posición de habitantes (i): menos del 90% en zona seca
8	Niveles de referencia	Que aumente  Solución sugerida: relocalizar viviendas y edificios alejados del borde del río o curso de agua, aumentar la edificabilidad en zonas alejadas del borde del río o curso de agua
9	Periodicidad	Anual

Fuente: Caballero (2015), adaptado de IPF (2000); CITMA-CGRR (2011) (Estudios de PVR).

Anexo 2. U02 Coeficiente de Equipamientos (servicios) en Zona Seca. CEZS.

No.	Aspecto	Descripción
1	Dimensión	Físico-espacial,
2	Variable	Función
3	Atributo	
4	Indicador	Coeficiente de equipamientos (servicios) en zona seca (no inundable o inundada) CEZS
5	Sub-indicadores	Cantidad total de servicios de la zona Cantidad total de servicios secos Coeficiente de Equipamientos en Zona Seca (CEZS)
6	Objetivo	Evaluar la resiliencia de la zona o la baja vulnerabilidad de esta ante las inundaciones según la cantidad de edificios de servicios del equipamiento urbano, ubicados en zona no inundada o inundable
7	Sistema de procesamiento	Por zona Expresión: Cantidad total de servicios secos / Cantidad total de servicios de la zona Rangos aceptados: 4 (75-90% de los servicios secos), 3 (50-75% de los servicios secos), 2 (25-50% de los servicios secos), 1 (0-25% de los servicios secos), donde 4 es el indicador óptimo y 1 el pésimo *Se deben tener en cuenta primeramente los servicios básicos que otorgan prioridad al indicador, pero también pueden analizarse otros servicios
8	Niveles de referencia	Que aumente Solución sugerida: posicionar los servicios en zonas no inundables o inundadas. Generar posiciones secundarias para los servicios básicos (descentralización), de tal manera que no se interrumpan las funciones
9	Periodicidad	Anual

Fuentes de aplicación: adaptado de IPF (2000); Adaptado de CITMA-CGRR (2011) (Estudios de PVR).

Anexo 3 U03 Coeficiente de Redes Vitales Secas. CPS.

No.	Aspecto	Descripción
1	Dimensión	Físico-espacial,
2	Variable	Estructura
3	Atributo	
4	Indicador	Coeficiente de redes vitales secas (electricidad y corrientes débiles, secas, que no se inundan dada una perturbación determinada) CPS
5	Sub-indicadores	Cantidad total de redes vitales Cantidad total de redes vitales secos Coeficiente de Redes Vitales Secas (CPS)
6	Objetivo	Evaluar la resiliencia de la zona o la baja vulnerabilidad de esta ante las inundaciones según el grado de funcionalidad de las redes vitales (electricidad y corrientes débiles) ante una perturbación
7	Sistema de procesamiento	Por zona Expresión: Cantidad total de redes vitales secos / Cantidad total de redes vitales Rangos aceptados: 4 (75-100% de redes vitales secas), 3 (50-75% de redes vitales secas), 2 (25-50% de redes vitales secas), 1 (0-25% de redes vitales secas), donde 4 es el indicador óptimo y 1 el pésimo *La magnitud para definir cantidad de redes puede analizarse según el predominio de tipologías en interiores de edificios, junto a las redes externas de la zona estudiada. En este caso las magnitudes pueden expresarse en m
8	Niveles de referencia	Que aumente Solución sugerida: rectificar y proteger redes, elevar redes o crear sistema de alimentación secundarios, descentralizar
9	Periodicidad	Anual

Fuentes de aplicación: adaptado de IPF (2000); adaptado de CITMA-CGRR (2011) (Estudios de PVR).

Anexo 4 U04 Relación Tiempo de Recuperación de Viviendas-Tiempo de Duración de Disturbio. RRV.

No.	Aspecto	Descripción
1	Dimensión	Físico-espacial,
2	Variable	Función (temporal)
3	Atributo	
4	Indicador	Relación entre tiempo de recuperación de viviendas y tiempo de duración de disturbio en la zona RRV
5	Sub-indicadores	Tiempo de duración de disturbio tD Tiempo de recuperación medio de las viviendas tRv Tiempo de recuperación de viviendas trv
6	Objetivo	Evaluar la resiliencia de la zona o la baja vulnerabilidad de esta ante las inundaciones según la magnitud de la diferencia entre el tiempo de duración de la perturbación y el tiempo de recuperación medio de las viviendas
7	Sistema de procesamiento	Por manzana y zona Expresión: $tRv = (trv1 + trv2 + trvn) / n$ (donde n es la cantidad de viviendas) Rangos aceptados: 4 (tRv entre 0 y $\frac{1}{2}$ tD), 3 (tRv entre $\frac{1}{2}$ tD y tD), 2 (tRv entre tD y 2tD), 1 (tRv mayor que 2tD), donde 4 es el indicador óptimo y 1 el pésimo *tD es el tiempo entre el inicio y el cese de la perturbación (precipitación-inundación) * $tRv = (trv1 + trv2 + trvn) / n$ (donde n es la cantidad de viviendas) *Determinar el indicador manzana primeramente según corresponda
8	Niveles de referencia	Que disminuya Solución sugerida: drenajes e infraestructura, relocalización, mejora y accesibilidad alternativa a las viviendas
9	Periodicidad	Anual

Fuentes de aplicación: adaptado de Simonovic (2014); adaptado de CITMA-CGRR (2011) (Estudios de PVR).

Anexo 5 . U05 Relación Tiempo de Recuperación de Servicios Básicos-Tiempo de Duración de Disturbio. RSB.

No.	Aspecto	Descripción
1	Dimensión	Físico-espacial,
2	Variable	Función (temporal)
3	Atributo	
4	Indicador	Relación entre tiempo de recuperación de servicios básicos y tiempo de duración de disturbio en la zona RSB
5	Sub-indicadores	Tiempo de duración de disturbio tD Tiempo de recuperación medio de los servicios básicos tR Tiempo de recuperación de servicios básicos tr
6	Objetivo	Evaluar la resiliencia de la zona o la baja vulnerabilidad de esta ante las inundaciones según la magnitud de la diferencia entre el tiempo de duración de la perturbación y el tiempo de recuperación medio de los servicios básicos
7	Sistema de procesamiento	Por zona Expresión: $tR = (tr1 + tr2 + trn) / n$ (donde n es la cantidad de servicios) Rangos aceptados: 4 (tR entre 0 y $\frac{1}{2}$ tD), 3 (tR entre $\frac{1}{2}$ tD y tD), 2 (tR entre tD y 2tD), 1 (tR mayor que 2tR), donde 4 es el indicador óptimo y 1 el pésimo *tD es el tiempo entre el inicio y el cese de la perturbación (precipitación-inundación) * $tR = (tr1 + tr2 + trn) / n$ (donde n es la cantidad de servicios) *Determinar la clasificación de los servicios en básicos y secundarios, entendiendo los que son imprescindibles para el funcionamiento a plenitud de la zona
8	Niveles de referencia	Que disminuya Solución sugerida: drenajes e infraestructura, relocalización y accesibilidad alternativa a servicios básicos
9	Periodicidad	Anual

Fuentes de aplicación: adaptado de Simonovic (2014); adaptado de CITMA-CGRR (2011) (Estudios de PVR)

Anexo 6. U06 Relación Tiempo de Recuperación de Servicios Secundarios-Tiempo de Duración de Disturbio. RSS.

No.	Aspecto	Descripción
1	Dimensión	Físico-espacial,
2	Variable	Función (temporal)
3	Atributo	
4	Indicador	Relación entre tiempo de recuperación de servicios secundarios y tiempo de duración de disturbio en la zona RSS
5	Sub-indicadores	Tiempo de duración de disturbio tD Tiempo de recuperación medio de los servicios secundarios tRs Tiempo de recuperación de servicios secundarios tr
6	Objetivo	Evaluar la resiliencia de la zona o la baja vulnerabilidad de esta ante las inundaciones según la magnitud de la diferencia entre el tiempo de duración de la perturbación y el tiempo de recuperación medio de los servicios secundarios
7	Sistema de procesamiento	Por zona Expresión: $*tRs = (trs1 + trs2 + trsn) / n$ (donde n es la cantidad de servicios)  Rangos aceptados: 4 (tRs entre 0 y $\frac{1}{2} (tD+tR)$ ), 3 (tRs entre $\frac{1}{2} (tD+tR)$ y $(tD+tR)$ ), 2 (tRs entre $(tD+tR)$ y $2 (tD+tR)$ ), 1 (tRs mayor que $2 (tD+tR)$ ), donde 4 es el indicador óptimo y 1 el pésimo  *tD es el tiempo entre el inicio y el cese de la perturbación (precipitación-inundación)  *tRs = $(trs1 + trs2 + trsn) / n$ (donde n es la cantidad de servicios)  *Determinar la clasificación de los servicios en básicos y secundarios, entendiendo los que son imprescindibles para el funcionamiento a plenitud de la zona
8	Niveles de referencia	Que disminuya Solución sugerida: drenajes e infraestructura, relocalización y accesibilidad alternativa a servicios secundarios
9	Periodicidad	Anual

Fuentes de aplicación: adaptado de Simonovic (2014); adaptado de CITMA-CGRR (2011) (Estudios de PVR)

Anexo 7 U07 Relación Tiempo de Recuperación General-Tiempo de Duración de Disturbio. RRG.

No.	Aspecto	Descripción
1	Dimensión	Físico-espacial, Función (temporal)
2	Variable	
3	Atributo	
4	Indicador	Relación entre tiempo de recuperación general y tiempo de duración de disturbio en la zona RRG
5	Sub-indicadores	Tiempo de duración de disturbio tD Tiempo de recuperación general tRg
6	Objetivo	Evaluar la resiliencia de la zona o la baja vulnerabilidad de esta ante las inundaciones según la magnitud de la diferencia entre el tiempo de duración de la perturbación y el tiempo de recuperación general
7	Sistema de procesamiento	Por zona Expresión: tRg Rangos aceptados: 4 (tRg entre 0 y $\frac{1}{2}$ tD), 3 (tRg entre $\frac{1}{2}$ tD y tD), 2 (tRg entre tD y 2tD), 1 (tRg mayor que 2tR), donde 4 es el indicador óptimo y 1 el pésimo *tD es el tiempo entre el inicio y el cese de la perturbación (precipitación-inundación) *tRg implica otros indicadores incluidos que pueden variar en dependencia de la zona
8	Niveles de referencia	Que disminuya Solución sugerida: drenajes e infraestructura, relocalización, mejora y accesibilidad alternativa a las viviendas y servicios
9	Periodicidad	Anual

Fuentes de aplicación: adaptado de Simonovic (2014); adaptado de CITMA-CGRR (2011) (Estudios de PVR)

Anexo 8 E01 Indicador de Localización de los Edificios Alejados de Río o cauce fluvial. LAR.

No.	Aspecto	Descripción
1	Dimensión	Físico-espacial,
2	Variable	Estructura
3	Atributo	
4	Indicador	De localización de los edificios alejados de río o cauce fluvial. LAR
5	Sub-indicadores	Cantidad total de edificios de la manzana o zona Cantidad de edificios clasificación (i) Clasificación de los edificios según posición respecto a borde de río Rangos para definir lejanía o no de los edificios respecto al borde de río
6	Objetivo	Evaluar la robustez y flexibilidad de los edificios (resiliencia) o ausencia de vulnerabilidad según su posición alejada del río (en caso de existir) en la zona, ante las inundaciones
7	Sistema de procesamiento	Por manzana o zona Expresión: Cantidad de edificios clasificación (i) / Cantidad total de edificios de la manzana o zona Rangos aceptados: 4 (+ 90% de edificios evaluados (i) alejados del borde del río o cauce), 3 (0-90% de edificios evaluados (i) alejados del borde del río o cauce), donde 4 es el indicador óptimo y 1 el pésimo. *Se establecen 2 clasificaciones para los edificios según su estado de conservación: (i) alejado del borde del río o cauce (a más de 15 m del borde del río o cauce) (ii) cercano al borde del río o cauce (a menos de 15 m del borde del río o cauce)
8	Niveles de referencia	Que aumente. Solución sugerida: Relocalizar el fondo habitacional (alejado del borde del río o cauce)
9	Periodicidad	Anual

Fuentes de aplicación: Lozano (2008); adaptado de IPF (2000); adaptado de Agenda 21 Holguín (2007).

Anexo.9 E02 Indicador de Posición de los Edificios (altura del nivel de piso terminado principal NPT) respecto a la Vía (calle, carretera, camino, senda) inmediata principal. AV.

No.	Aspecto	Descripción
1	Dimensión	Físico-espacial,
2	Variable	Estructura
3	Atributo	
4	Indicador	De posición de los edificios (altura del nivel de piso terminado principal NPT) respecto a la vía (calle, carretera, camino, senda) inmediata principal. AV
5	Sub-indicadores	Cantidad total de edificios de la manzana o zona Cantidad de edificios clasificación (i) Clasificación de los edificios según posición del piso principal respecto a la vía inmediata principal Rangos para definir altura adecuada o no de los edificios respecto a la vía inmediata principal
6	Objetivo	Evaluar la resiliencia de los edificios o baja vulnerabilidad ante las inundaciones según la posición del nivel de piso principal a una altura adecuada (alto) respecto a la vía inmediata principal en la zona
7	Sistema de procesamiento	Por manzana o zona Expresión: Cantidad de edificios clasificación (i) / Cantidad total de edificios de la manzana o zona Rangos aceptados: 4 (+ 90% de edificios evaluados (i) altos respecto a la vía), 3 (80-90% de edificios evaluados (i) alto respecto a vía), 2 (70-80% de edificios evaluados (i) alto respecto a vía), 1 (0-70% de edificios evaluados (i) alto respecto a vía), donde 4 es el indicador óptimo y 1 el pésimo *Se establecen 2 clasificaciones para los edificios según la altura de su piso principal con respecto a la vía inmediata principal: (i) alto respecto a vía (a más de 20 cm por encima del nivel de la rasante de la vía) (ii) bajo respecto a vía (a menos de 20 cm por encima del nivel de la rasante de la vía). Rasante de la vía se considera 0.00 NPT
8	Niveles de referencia	Que aumente Solución sugerida: Reposicionar, elevar el NPT de los pisos principales del fondo habitacional, o de las construcciones. Rectificar las rasantes de las vías (devolverles su nivel de diseño)
9	Periodicidad	Anual

Fuentes de aplicación: Lozano (2008); adaptado de IPF (2000); adaptado de Agenda 21 Holguín (2007).

Anexo 10 E03 Coeficiente de Desocupación del Suelo, suelo libre. CDS.

No.	Aspecto	Descripción
1	Dimensión	Físico-espacial,
2	Variable	Estructura
3	Atributo	
4	Indicador	Coeficiente de desocupación del suelo, suelo libre. CDS
5	Sub-indicadores	Superficie total de la manzana o zona Superficie de suelo ocupada por los edificios en manzanas y zona (sumatoria) Coeficiente de Ocupación del Suelo en manzanas y zona (COS) Rangos para definir COS adecuado (resiliencia) en manzanas y zona
6	Objetivo	Evaluar la resiliencia de las manzanas y zona o la baja vulnerabilidad ante las inundaciones según el comportamiento de la ocupación del suelo en un rango adecuado (según indicadores IPF vigentes)
7	Sistema de procesamiento	Por manzana o zona Expresión: Superficie de suelo ocupada por los edificios en manzanas y zona (sumatoria) / Superficie total de la manzana o zona Rangos aceptados: 4 (COS entre 0,25-0,60), 3 (COS entre 0,6 y 0,7), 2 (COS entre 0,7 y 0,85), 1 (COS entre 0,85 y 1,0), donde 4 es el indicador óptimo y 1 el pésimo *Se establecen los indicadores de COS adecuados (0,25-0,6) según referencias válidas IPF
8	Niveles de referencia	Que aumente el suelo desocupado Solución sugerida: Reposicionar edificaciones, liberar suelo ocupado en manzanas o zonas, elevando el coeficiente de edificabilidad o de utilización del suelo (CUS) y disminuyendo el COS
9	Periodicidad	Anual

Fuentes de aplicación: adaptado de IPF (2000).

Anexo 11 E04 Coeficiente de Componente Verde del Suelo. CVS.

No.	Aspecto	Descripción
1	Dimensión	Físico-espacial,
2	Variable	Estructura
3	Atributo	
4	Indicador	Coeficiente de componente verde del suelo (parte arbolada del suelo no ocupado por construcciones) CVS
5	Sub-indicadores	Superficie total de la manzana y la zona Superficie ocupada de la manzana y la zona Superficie no ocupada de la manzana y la zona Superficie ocupada por árboles en la manzana y la zona Coeficiente de Componente Verde del Suelo no ocupado (CVS)
6	Objetivo	Evaluar la resiliencia de la zona o la baja vulnerabilidad de esta ante las inundaciones según el componente verde, cubierto por árboles, del suelo no ocupado en las manzanas y zona
7	Sistema de procesamiento	Por manzana y zona Expresión: Superficie ocupada por árboles en la manzana y la zona / Superficie no ocupada de la manzana y la zona Rangos aceptados: 4 (75-100% de suelo verde), 3 (50-75% de suelo verde), 2 (25-50% de suelo verde), 1 (0-25% de suelo verde), donde 4 es el indicador óptimo y 1 el pésimo *Se deben tener en cuenta la densidad de la vegetación para ser tomada en cuenta
8	Niveles de referencia	Que aumente Solución sugerida: generar la mayor cantidad de superficie de suelo no ocupado sembrado de árboles, lo que favorece las características favorables del suelo hacia las inundaciones
9	Periodicidad	Anual

Fuentes de aplicación: adaptado de IPF (2000); adaptado de CITMA (2004); adaptado de EEA (2001)

Anexo 12 E05 Coeficiente de Superficie Seca (superficie no inundada o no inundable). CSS.

No.	Aspecto	Descripción
1	Dimensión	Físico-espacial,
2	Variable	Estructura
3	Atributo	
4	Indicador	Coeficiente de superficie seca* (superficie no inundada o no inundable). CSS
5	Sub- indicadores	Superficie total de la zona Superficie que se mantiene seca (no inundada o no inundable) Coeficiente de Superficie Seca (CSS) Rangos para definir superficie seca (resiliencia), intensidad de precipitación, niveles máximos de altura de la lámina en momento crítico de la perturbación
6	Objetivo	Evaluar la resiliencia de la zona o la baja vulnerabilidad de esta ante las inundaciones según la parte de la superficie que no se inunda para un caso determinado de fenómeno o perturbación (momento crítico) en un lugar determinado
7	Sistema de procesamiento	Por manzana y zona Expresión: Superficie que se mantiene seca (no inundada o no inundable) / Superficie total de la zona Rangos aceptados: 4 (75-100% de la superficie se mantiene seca), 3 (50-75% de la superficie se mantiene seca), 2 (25-50% de la superficie se mantiene seca), 1 (0-25% de la superficie se mantiene seca), donde 4 es el indicador óptimo y 1 el pésimo *Se establece como zona inundada aquella que se encuentra rodeada de agua o parcialmente sumergida (niveles de piso principales por debajo del nivel de la lámina de agua) en el momento crítico (nivel máximo) de la perturbación
8	Niveles de referencia	Que aumente. Este es un indicador que acentúa la resiliencia Solución sugerida: depende de varias acciones y el resultado del mejoramiento de otros indicadores
9	Periodicidad	Anual

Fuentes de aplicación: Adaptado de CITMA-CGRR, 2011 (Estudios de PVR).

Anexo 13 E06 Coeficiente de Vías en la Zona. CVZ.

No.	Aspecto	Descripción
1	Dimensión	Físico-espacial
2	Variable	Estructura
3	Atributo	
4	Indicador	Coeficiente de vías en la zona. CVZ
5	Sub-indicadores	Superficie total de la zona Superficie de suelo ocupada por vías (de más de 3 m de ancho) en la zona Coeficiente de Vías en la Zona (CVZ) Rangos para definir CVZ adecuado (resiliencia) según IPF
6	Objetivo	Evaluar la resiliencia de la zona o la baja vulnerabilidad de esta ante las inundaciones según el comportamiento de la ocupación del suelo por viales y su comportamiento en un rango adecuado (según indicadores IPF vigentes)
7	Sistema de procesamiento	Por zona Expresión: Superficie de suelo ocupada por vías (de más de 3 m de ancho) en la zona / Superficie total de la zona Rangos aceptados: 4 (CVZ entre 0,1-0,15), 3 (CVZ entre 0,05 y 0,1), 2 (CVZ entre 0 y 0,05), 1 (CVZ igual a), donde 4 es el indicador óptimo y 1 el pésimo *Se establecen los indicadores de CVZ adecuados (0,1-0,15) según referencias válidas IPF
8	Niveles de referencia	Que el suelo ocupado por vías alcance y se mantenga en niveles adecuados Solución sugerida: Abrir vías nuevas y dotar de calidad técnica las vías existentes, urbanizar adecuadamente
9	Periodicidad	Anual

Fuentes de aplicación: adaptado de IPF (2000).

Anexo 14 E07 Coeficiente de Viales Secos. CVS.

No.	Aspecto	Descripción
1	Dimensión	Físico-espacial,
2	Variable	Estructura
3	Atributo	
4	Indicador	Coeficiente de viales secos (que no se inundan dada una perturbación determinada) CVS
5	Sub-indicadores	Superficie total de viales Superficie total de viales secos Coeficiente de Viales Secos (CVS)
6	Objetivo	Evaluar la resiliencia de la zona o la baja vulnerabilidad de esta ante las inundaciones según el grado de accesibilidad ininterrumpida ante una perturbación
7	Sistema de procesamiento	Por zona Expresión: Superficie total de viales secos / Superficie total de viales Rangos aceptados: 4 (75-100% de viales secos), 3 (50-75% de viales secos), 2 (25-50% de viales secos), 1 (0-25% de viales secos), donde 4 es el indicador óptimo y 1 el pésimo
8	Niveles de referencia	Que aumente Solución sugerida: rectificar viales, drenajes
9	Periodicidad	Anual

Fuentes de aplicación: adaptado de CITMA-CGRR (2011) (Estudios de PVR).

Anexo 15 E08 Coeficiente de Puentes Secos. CPS.

No.	Aspecto	Descripción
1	Dimensión	Físico-espacial,
2	Variable	Estructura
3	Atributo	
4	Indicador	Coeficiente de puentes secos (que no se inundan dada una perturbación determinada) CVS
5	Sub-indicadores	Superficie total de puentes Superficie total de puentes secos Coeficiente de Puentes Secos (CVS)
6	Objetivo	Evaluar la resiliencia de la zona o la baja vulnerabilidad de esta ante las inundaciones según el grado de accesibilidad ininterrumpida de los puentes ante una perturbación
7	Sistema de procesamiento	Por zona Expresión: $\frac{\text{Superficie total de puentes secos}}{\text{Superficie total de puentes}}$ Rangos aceptados: 4 (75-100% de puentes secos), 3 (50-75% de puentes secos), 2 (25-50% de puentes secos), 1 (0-25% de puentes secos), donde 4 es el indicador óptimo y 1 el pésimo
8	Niveles de referencia	Que aumente Solución sugerida: rectificar viales, elevar puentes o pasos secundarios, drenajes
9	Periodicidad	Anual

Fuentes de aplicación: adaptado de IPF (2000); adaptado de CITMA-CGRR (2011) (Estudios de PVR).

Anexo 16 E09 Coeficiente de Drenajes en la Zona. CDZ.

No.	Aspecto	Descripción
1	Dimensión	Físico-espacial,
2	Variable	Estructura
3	Atributo	
4	Indicador	Coeficiente de drenajes en la zona. CDZ
5	Sub-indicadores	Superficie total de la zona Cantidad a) lineal de drenajes en m o b) volumen de drenajes en m <sup>3</sup> que posee la zona (uno de ambos criterios) Coeficiente de Drenajes en la Zona (CDZ) Rangos para definir CDZ adecuado (resiliencia) según normas de diseño
6	Objetivo	Evaluar la resiliencia de la zona o la baja vulnerabilidad de esta ante las inundaciones según el comportamiento o presencia de niveles adecuados de drenajes distribuidos homogéneamente atendiendo a la norma de diseño vigente
7	Sistema de procesamiento	Por zona Expresión: Cantidad a) lineal de drenajes / Superficie total de la zona o Volumen de drenajes en m <sup>3</sup> que posee la zona / Superficie total de la zona (según criterio seleccionado) Rangos aceptados: 4 (CDZ sobre norma*, incluye el cambio climático), 3 (CDZ en norma*), 2 (CDZ por debajo de norma), 1 (CDZ es 0, no drenajes soterrados), donde 4 es el indicador óptimo y 1 el pésimo *Se establecen los indicadores de CDZ según referencias
8	Niveles de referencia	Que aumente, que la cantidad de drenajes alcance niveles normados y/o se sobredimensione previendo el diseño para las afectaciones del cambio climático Solución sugerida: Construir drenajes pluviales, alcantarilla, en la zona
9	Periodicidad	Anual

Fuentes de aplicación: adaptado de IPF (2000).

Anexo 17 E10 Coeficiente de Eficiencia del Drenaje. CED.

No.	Aspecto	Descripción
1	Dimensión	Físico-espacial,
2	Variable	Estructura
3	Atributo	
4	Indicador	Coeficiente de eficiencia del drenaje (grado de desobstrucción del drenaje) CED
5	Sub-indicadores	Longitud o volumen del drenaje total diseñado Longitud o volumen del drenaje que funciona Coeficiente de Eficiencia del Drenaje (CED)
6	Objetivo	Evaluar la resiliencia de la zona o la baja vulnerabilidad de esta ante las inundaciones según el grado de desobstrucción, la eficiencia con la que funciona el drenaje existente
7	Sistema de procesamiento	Por zona Expresión: Longitud o volumen del drenaje que funciona / Longitud o volumen del drenaje total diseñado Rangos aceptados: 4 (75-100% de eficiencia), 3 (50-75% de eficiencia), 2 (25-50% de eficiencia), 1 (0-25% de eficiencia), donde 4 es el indicador óptimo y 1 el pésimo
8	Niveles de referencia	Que aumente Solución sugerida: rectificar drenajes
9	Periodicidad	Anual

Fuentes de aplicación: adaptado de CITMA-CGRR (2011) (Estudios de PVR).

Anexo 18 E11 Coeficiente de Tiempo de Retardo del Drenaje. CRD.

No.	Aspecto	Descripción
1	Dimensión	Físico-espacial,
2	Variable	Estructura (temporal)
3	Atributo	
4	Indicador	Coeficiente de tiempo de retardo del drenaje en la zona CRD
5	Sub-indicadores	Tiempo natural de drenaje de la zona (sin urbanización, rugosidad) TN Tiempo de real de drenaje de la zona (urbanizada, rugosa) TR Coeficiente de Tiempo de Retardo de Drenaje (CRD) dTR
6	Objetivo	Evaluar la resiliencia de la zona o la baja vulnerabilidad de esta ante las inundaciones según la menor diferencia entre el tiempo de drenaje natural y el que se obtiene en la zona urbanizada o construida (rugosa)
7	Sistema de procesamiento	Por manzana y zona Expresión: $dTR = TR - TN$ Rangos aceptados: 4 (dTR menor del 10% de TN), 3 (dTR entre el 10-20% de TN), 2 (dTR entre el 20-30% de TN), 1 (dTR mayor del 30% de TN), donde 4 es el indicador óptimo y 1 el pésimo *Los rangos pueden variar en dependencia de las características hidrogeomorfológicas del lugar, y de la intensidad de la perturbación
8	Niveles de referencia	Que disminuya Solución sugerida: drenajes e infraestructura
9	Periodicidad	Anual

Fuentes de aplicación: adaptado de Simonovic (2014); adaptado de CITMA (2004), CITMA-CGRR (2011) (Estudios de PVR).

Anexo 19 F01 Indicador de edificios ante inundaciones según sus Materiales de Construcción. MCE

No.	Aspecto	Descripción
1	Dimensión	Físico-espacial,
2	Variable	Forma
3	Atributo	
4	Indicador	Coeficiente de edificios resilientes ante inundaciones según sus materiales de construcción. 01MCE
5	Sub-indicadores	Cantidad total de edificios de la manzana o zona Cantidad de edificios clasificación (iv) Clasificación de los edificios según material de construcción
6	Objetivo	Evaluar la robustez y flexibilidad del edificio (resiliencia) o ausencia de vulnerabilidad en la estructura (muros y estructuras) según las propiedades físicas de los componentes materiales, ante las inundaciones
7	Sistema de procesamiento	Por manzana o zona Expresión: Cantidad de edificios clasificación (iv) / Cantidad total de edificios de la manzana o zona Rangos aceptados: 4 (+ 90% de edificios evaluados con muros y estructuras de ladrillo, bloque, hormigón), 3 (80-90% de edificios evaluados con muros y estructuras de ladrillo, bloque, hormigón), 2 (70-80% de edificios evaluados con muros y estructuras de ladrillo, bloque, hormigón), 1(0 -70% de edificios evaluados con muros y estructuras de ladrillo, bloque, hormigón), donde 4 es el indicador óptimo y 1 el pésimo. *Se establecen 4 clasificaciones para los edificios según sus muros y estructuras principales: (i) ladrillo, bloque, hormigón (ii) tapial, piedra (iii) madera (iv) adobe
8	Niveles de referencia	Que aumente. Solución sugerida: Mejoramiento del fondo habitacional (muros y estructuras) y de los materiales de construcción de las edificaciones
9	Periodicidad	Anual

Fuentes de aplicación: Lozano (2008); adaptado de IPF (2000); adaptado de Agenda 21 Holguín (2007).

Tabla 2.20 F02 Indicador de edificios ante inundaciones según su Estado de Conservación. ECE.

No.	Aspecto	Descripción
1	Dimensión	Físico-espacial,
2	Variable	Forma
3	Atributo	
4	Indicador	Coeficiente de edificios resilientes ante inundaciones según su estado de conservación. ECE
5	Sub-indicadores	Cantidad total de edificios de la manzana o zona Cantidad de edificios clasificación (i) Clasificación de los edificios según estado de conservación
6	Objetivo	Evaluar la robustez y flexibilidad del edificio (resiliencia) o ausencia de vulnerabilidad en la estructura (muros y estructuras) según su estado de conservación, ante las inundaciones
7	Sistema de procesamiento	Por manzana o zona Expresión: Cantidad de edificios clasificación (i) / Cantidad total de edificios de la manzana o zona Rangos aceptados: 4 (+ 90% de edificios evaluados (i) con muros y estructuras en buen estado de conservación), 3 (80-90% de edificios evaluados (i) con muros y estructuras en buen estado de conservación), 2 (70-80% de edificios evaluados (i) con muros y estructuras en buen estado de conservación), 1(0 -70% de edificios evaluados (i) con muros y estructuras en buen estado de conservación), donde 4 es el indicador óptimo y 1 el pésimo. *Se establecen 4 clasificaciones para los edificios según su estado de conservación: (i) bueno (ii) regular (iii) malo (iv) muy malo
8	Niveles de referencia	Que aumente. Solución sugerida: Mejoramiento del fondo habitacional (muros y estructuras), del estado de conservación de las edificaciones
9	Periodicidad	Anual

Fuentes de aplicación: Lozano (2008); adaptado de IPF (2000); adaptado de Agenda 21 Holguín (2007).

Anexo 21 F03 Coeficiente de Altura de Estructuras (cantidad de niveles de piso y altura de puntales). CAE.

No.	Aspecto	Descripción
1	Dimensión	Físico-espacial,
2	Variable	Estructura
3	Atributo	
4	Indicador	Coeficiente de altura de estructuras (cantidad de niveles de piso y altura de puntales). CAE
5	Sub-indicadores	Cantidad total de edificios de la zona Cantidad total de edificios tipología (i) Coeficiente de Altura de Estructuras (CAE) Rangos para definir tipologías de los edificios
6	Objetivo	Evaluar la resiliencia de la zona o la baja vulnerabilidad de esta ante las inundaciones según la presencia en mayoría de edificios altos (por cantidad de niveles de piso y la altura de puntales establecida para la categoría)
7	Sistema de procesamiento	Por manzana y zona Expresión: Cantidad total de edificios tipología (i) / Cantidad total de edificios de la zona Rangos aceptados: 4 (más del 30% de los edificios tipología (i)), 3 (20-30% de los edificios tipología (i)), 2 (10-20% de los edificios tipología (i)), 1 (0-10% de los edificios tipología (i)), donde 4 es el indicador óptimo y 1 el pésimo *Se establecen 4 clasificaciones para los edificios según sus muros y estructuras principales: (i) edificaciones con 2 o más niveles de piso con puntales de más de 3 m en cada nivel (ii) edificaciones con 2 niveles de piso con puntales de menos de 3 m en cada nivel (iii) edificaciones con 1 nivel de piso con puntales de más de 3 m en el nivel (iv) edificaciones con 1 nivel de piso con puntales de menos de 3 m en el nivel
8	Niveles de referencia	Que aumente Solución sugerida: aumentar las construcciones altas por zonas, elevando los puntales y la edificabilidad
9	Periodicidad	Anual

Fuentes de aplicación: adaptado de IPF (2000).

Anexo 22 F04 Coeficiente de Obras de Defensa en Edificaciones y lotes. CODE.

No.	Aspecto	Descripción
1	Dimensión	Físico-espacial,
2	Variable	Forma
3	Atributo	
4	Indicador	Coeficiente de obras de defensa en edificaciones y lotes (tranques, tabiques y muros bajos que protegen las propiedades de la inundación). CODE
5	Sub-indicadores	Cantidad total de edificios de la zona Cantidad total de edificios y predios tipología (i) Coeficiente de Obras de Defensa en Edificaciones y lotes (CODE) Rangos para definir tipologías de los edificios y predios (clasificación de las obras de defensa)
6	Objetivo	Evaluar la resiliencia de la zona o la baja vulnerabilidad de esta ante las inundaciones según la presencia en mayoría de edificios y predios protegidos (por obras de defensas contra las inundaciones establecidas para la categoría)
7	Sistema de procesamiento	Por manzana y zona Expresión: Cantidad total de edificios tipología (i) / Cantidad total de edificios de la zona Rangos aceptados: 4 (más del 90% de los edificios tipología (i)), 3 (80-90% de los edificios tipología (i)), 2 (70-80% de los edificios tipología (i)), 1 (0-70% de los edificios tipología (i)), donde 4 es el indicador óptimo y 1 el pésimo *Se establecen 4 clasificaciones para los edificios según cantidad y calidad de obras de defensa en edificaciones y lotes: (i) edificaciones con protección de obras perimetrales totales de entre 0,2 y 0,5 m de altura (ii) edificaciones con protección de obras perimetrales totales de más de 0,5 m de altura (iii) edificaciones con protección de obras perimetrales parciales de entre 0,2 y 0,5 m de altura (iv) edificaciones sin obras de defensa ante las inundaciones
8	Niveles de referencia	Que aumente Solución sugerida: aumentar las obras de protección ante las inundaciones en edificios (cóncavas o convexas*) *Considerar las edificaciones con NPT +0,5 m por encima del nivel de la vía como bien protegidas
9	Periodicidad	Anual

Fuentes de aplicación: adaptado de IPF (2000).

Anexo 23 F05 Índice Lineal boscoso en Riveras de Río. CLV.

No.	Aspecto	Descripción
1	Dimensión	Físico-espacial,
2	Variable	Forma
3	Atributo	
4	Indicador	Coficiente de componente verde lineal en riberas de ríos (segmento arbolado de los márgenes de las riberas del río) CLV
5	Sub-indicadores	Longitud total de riberas del río Longitud ocupada por vegetación (árboles) en riberas del río Coficiente de Componente Verde Lineal en Riberas de Río (CLV)
6	Objetivo	Evaluar la resiliencia de la zona o la baja vulnerabilidad de esta ante las inundaciones según el componente lineal verde, segmento del margen cubierto por árboles en las riberas de los ríos
7	Sistema de procesamiento	Por zona Expresión: Longitud ocupada por vegetación (árboles) en riberas del río / Longitud total de riberas del río Rangos aceptados: 4 (75-100% de margen verde), 3 (50-75% de margen verde), 2 (25-50% de margen verde), 1 (0-25% de margen verde), donde 4 es el indicador óptimo y 1 el pésimo *Se deben tener en cuenta la clasificación de la vegetación a ser tomada en cuenta
8	Niveles de referencia	Que aumente Solución sugerida: generar la mayor longitud de margen de río sembrado de árboles, lo que favorece las características favorables de protección ante las inundaciones
9	Periodicidad	Anual

Fuentes de aplicación: adaptado de IPF (2000); adaptado de Simonovic (2014); adaptado de CITMA-CGRR (2011) (Estudios de PVR); adaptado de EEA (2001).

Anexo 24 F06 Índice Superficial boscoso en riberas de Río. (Coeficiente Superficial de Vegetación en Riberas de Río). CSV.

No.	Aspecto	Descripción
1	Dimensión	Físico-espacial,
2	Variable	Forma
3	Atributo	
4	Indicador	Coeficiente de componente verde superficial en riberas de ríos (superficie arbolada del suelo libre en las riberas del río) CSV
5	Sub-indicadores	Superficie total de riberas del río Superficie ocupada por vegetación (árboles) en riberas del río Coeficiente de Componente Verde Superficial en Riberas de Río (CSV)
6	Objetivo	Evaluar la resiliencia de la zona o la baja vulnerabilidad de esta ante las inundaciones según el componente superficial verde, cubierto por árboles, del suelo libre en las riberas de los ríos
7	Sistema de procesamiento	Por manzana y zona Expresión: Superficie ocupada por vegetación (árboles) en riberas del río / Superficie total de riberas del río Rangos aceptados: 4 (75-100% de suelo verde), 3 (50-75% de suelo verde), 2 (25-50% de suelo verde), 1 (0-25% de suelo verde), donde 4 es el indicador óptimo y 1 el pésimo *Se deben tener en cuenta la clasificación de la vegetación a ser tomada en cuenta
8	Niveles de referencia	Que aumente Solución sugerida: generar la mayor cantidad de superficie de suelo no ocupado sembrado de árboles en las márgenes de río, lo que favorece las características favorables del suelo hacia las inundaciones
9	Periodicidad	Anual

Fuentes de aplicación: adaptado de IPF (2000); adaptado de Simonovic (2014); adaptado de CITMA-CGRR (2011) (Estudios de PVR); adaptado de EEA (2001).

Anexo 25. Redes vitales secas.

Manzana	Coeficiente	Rangos de porcentaje que permanece seco			
		75% - 100%	50% - 75%	25% - 50%	0% - 25%
M1	0.87	x			
M2	0.9	x			
M3	0.86	x			
M4	0.87	x			
M5	0.99	x			
M6	0.87	x			
M7	0.99	x			
M8	0.99	x			
M9	0.96	x			
M10	0.99	x			
M11	0.95	x			
M12	0.00				x
M13	1.00	x			
M14	0.88	x			
M15	1.00	x			
M16	0.7		x		
M17	0.98	x			
M18	0.94	x			
M19	0.61		x		
M20	0.76	x			
M21	0.98	x			
M22	0.93	x			
M23	0.86	x			
M24	1.0	x			
M25	0.8	x			
M26	1.0	x			
M27	0.91	x			
M28	0.95	x			
M29	1.0	x			
M30	0.95	x			
M31	1.0	x			
M32	0.92	x			
M33	1.0	x			
M34	0.65		x		
M35	0.93	x			
M36	1.0	x			
M37	0.96	x			
M38	0.86	x			
M39	1.0	x			
M40	0.86	x			
M41	1.0	x			
M42	0.98	x			
M43	1.0	x			
M44	1.0	x			
M45	0.84	x			
M46	1.0	x			
M47	0.89	x			
M48	0.83	x			
M49	0.69		x		
M50	1.0	x			
M51	1.0	x			
M52	0.82	x			

M53	0.88	x			
M54	0.89	x			
M55	1.0	x			
M56	0.92	x			
M57	1.0	x			
M58	0.95	x			
M59	0.85	x			
M60	0.9	x			
M61	1.0	x			
M62	1.0	x			
M63	0.78	x			
M64	1.0	x			
M65	0.97	x			
M66	0.98	x			
M67	0.65		x		
M68	1.0	x			
M69	0.87	x			
M70	0.95	x			
M71	0.7		x		
M72	0.69		x		
M73	0.68		x		
M74	0.89	x			
M75	0.85	x			
M76	0.98	x			
M77	0.99	x			
M78	0.98	x			
M79	0.99	x			
M80	0.99	x			
M81	0.85	x			
M82	0.83	x			
M83	0.94	x			
M84	0.7		x		
M85	0.85	x			
M86	0.87	x			
M87	0.78	x			
M88	1.0	x			
M89	0.79	x			
M90	0.75	x			
M91	0.85	x			
M92	0.86	x			
M93	1.0	x			
M94	0.78	x			
M95	1.0	x			
M96	0.69		x		
M97	1.0	x			
M98	0.97	x			
M99	0.95	x			

Fuente: Elaboración propia.

Anexo 26. Superficie seca

Manzana	Coeficiente	Rangos del porciento que permanece seco en cada manzana		
		75% - 100%	50% - 75%	0% - 25%
M1	0.87	x		
M2	0.9	x		
M3	0.86	x		
M4	0.87	x		
M5	0.99	x		
M6	0.87	x		
M7	0.99	x		
M8	0.99	x		
M9	0.96	x		
M10	0.99	x		
M11	0.95	x		
M12	0.00			x
M13	1.00	x		
M14	0.88	x		
M15	1.00	x		
M16	0.7		x	
M17	0.98	x		
M18	0.94	x		
M19	0.61		x	
M20	0.76	x		
M21	0.98	x		
M22	0.93	x		
M23	0.86	x		
M24	1.0	x		
M25	0.8	x		
M26	1.0	x		
M27	0.91	x		
M28	0.95	x		
M29	1.0	x		
M30	0.95	x		
M31	1.0	x		
M32	0.92	x		
M33	1.0	x		
M34	0.65		x	
M35	0.93	x		
M36	1.0	x		
M37	0.96	x		
M38	0.86	x		
M39	1.0	x		
M40	0.86	x		
M41	1.0	x		
M42	0.98	x		
M43	1.0	x		
M44	1.0	x		
M45	0.84	x		
M46	1.0	x		
M47	0.89	x		
M48	0.83	x		
M49	0.69		x	
M50	1.0	x		
M51	1.0	x		
M52	0.82	x		
M53	0.88	x		
M54	0.89	x		
M55	1.0	x		
M56	0.92	x		
M57	1.0	x		
M58	0.95	x		

M59	0.85	x		
M60	0.9	x		
M61	1.0	x		
M62	1.0	x		
M63	0.78	x		
M64	1.0	x		
M65	0.97	x		
M66	0.98	x		
M67	0.65		x	
M68	1.0	x		
M69	0.87	x		
M70	0.95	x		
M71	0.7		x	
M72	0.69		x	
M73	0.68		x	
M74	0.89	x		
M75	0.85	x		
M76	0.98	x		
M77	0.99	x		
M78	0.98	x		
M79	0.99	x		
M80	0.99	x		
M81	0.85	x		
M82	0.83	x		
M83	0.94	x		
M84	0.7		x	
M85	0.85	x		
M86	0.87	x		
M87	0.78	x		
M88	1.0	x		
M89	0.79	x		
M90	0.75	x		
M91	0.85	x		
M92	0.86	x		
M93	1.0	x		
M94	0.78	x		
M95	1.0	x		
M96	0.69		x	
M97	1.0	x		
M98	0.97	x		
M99	0.95	x		

Fuente: Elaboración propia.

#### Anexo 27. Viales de la zona

	66 viales existentes	99 manzanas
superficie	244261 m <sup>2</sup>	1338251 m <sup>2</sup>

Fuente: Elaboración propia

### Anexo 28. Viales Secos

Calle	Área (m <sup>2</sup> )	Longitud (m)
Progreso	150.120.047	669.624
Sol	3.282.599	3.682.328
Colón	20.687.733	3.126.009
Gral Feria	2.902.596	4.051.398
Prado	1.552.805	2.605.334
Luz	1.322.502	1.322.731
Cuba	2.347.049	1.606.885
Garayalde	452.073	1.716.198
Agramonte		896.981
Arias	1.586.044	1.222.794
Aguilera	-	-
Ave Nicio García	-	-
Frexes	485.815	58.338
Marti	-	-
Mario Pozo	671.215	1.747.223
Calle 14 (Los Guillenes)	687.687	2.921.901
Calle 22	595.325	388.337
Calle31	4.395.486	1.402.519
Calle26	642.204	390.558
Eradio Domínguez	114.144	1.071.178
Calle 23	151.764	312.398
Calle 1ra	6.108.305	1.368.224
Revolución	8.775.825	304.507
Independencia	333.842	1.944.975
Los Guillenes	986.554	680.882
Paz	131.329.312	5.627.943
Carlos Manuel de Céspedes	31.224.436	3.058.068
10 de Octubre	44.619.149	3.115.639
Marañón	7.932.231	4.529.329
Luis de Feria	5.526.002	205.832
González Clavel	1.436.884	1.504.144
Calle 20 La Quinta	8.613.452	2.637.274
Ave R A Reyes	10.848.349	3.384.607
Calle 29 Quinta	145.167	1.074.171
Calle 6 ta	105.629	877.529
Calle 27	377.841	755.035
Calle 4ta	-	586.572
Mariana Grajales	2.908.192	5.868.126

Calle 23	96.456	569.471
Reynerio Almager	7.787.095	1.613.374
Calle 8va	43.151	162.074
Calle 21	-	511.643
Calle 19	2.955.091	1.723.061
Calle 12	3.329.473	1.639.119
Calle 20	24.423.343	1.686.426
Calle 7ma	-	269.589
Partido	26.216.678	2.037.981
Calle 2da	44.745.312	2.670.011
Calle 17	-	503.801
Calle 13	-	167.592
Calle 15	-	302.304
Calle 10	279.453	755.476
Calle 37 (P Blanca)	23.796	554.732
Calle 35 va Piedra Blanca	208.533	655.564
Calle 8 va	319.241	799.756
Calle 31	1.285.142	2.307.615
Calle 27	952.304	1.382.909
Calle 6	-	423.486
Calle 33	-	385.672
Calle 1ra	247.545	779.504
C. deCordovez	283.146	650.206
Calle 3 ra (% VA y PB)	16.796.652	2.351.534
Calle 12	-	427.258
Calle 10	-	458.428
Calle 8 va	-	533.792
<b>TOTAL</b>	<b>201135.01</b>	<b>105.641.344</b>

Fuente: Elaboración propia

### Anexo 29. Puentes Secos

Puentes 6 (vehiculares):	Localización (entre calles)
1	Calle Sol % calle 1era y calle 31
2	Reinerio Almaguer % Ave. Nicio García y calle 27
3	Mariana Grajales % Ave. Nicio García y calle 27
4	Rene Ávila Reyes % Ave. Nicio García y calle 20
5	Rene Ávila Reyes % calle 20 y Carlos Manuel de Céspedes
6	González Clavel % calle 20 y Carlos Manuel de Céspedes

Fuente: Elaboración propia

### Anexo 30. Drenaje en la zona

	superficie de la zona (m <sup>2</sup> )	superficie del drenaje (m)
total	1338252	10541

Fuente: Elaboración propia

### Anexo 31. Eficiencia de drenaje en la zona

	longitud de eficiencia del drenaje (m )	longitud del drenaje (m )
total	2650	10541

Fuente: Elaboración propia

### Anexo 32. Obras de defensa en edificaciones

	Cantidad de manzanas
Obras totales de 0.2 -0.5 m	10
Obras totales mayor de 0.5 m	62
Obras parciales de 0.2 -0.5 m	23
No presentan O.P	4

Fuente: Elaboración propia