

**ANÁLISIS DE VULNERABILIDAD ANTE INUNDACIONES EN EL BARRIO
MARIANO ÁLVAREZ UBICADO EN EL MUNICIPIO DE
SAN MARCOS – SUCRE**



LUIS ALFREDO CALDERÓN QUINTANA

**UNIVERSIDAD DE CÓRDOBA
FACULTAD DE INGENIERÍAS
DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA AMBIENTAL
MONTERÍA – CÓRDOBA**

2018

**ANÁLISIS DE VULNERABILIDAD ANTE INUNDACIONES EN EL BARRIO
MARIANO ÁLVAREZ UBICADO EN EL MUNICIPIO DE
SAN MARCOS – SUCRE**

LUIS ALFREDO CALDERÓN QUINTANA

**Trabajo de grado presentado, en la modalidad de Pasantías, como parte de los
requisitos para optar al título de Ingeniero Ambiental**

**Tutor Docente: INGRIS MARIA OSORIO MARTINEZ
Tutor Empresa: ALVARO JAVIER VILLAMILL ÁVILA**

**UNIVERSIDAD DE CÓRDOBA
FACULTAD DE INGENIERÍAS
DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA AMBIENTAL
MONTERÍA – CÓRDOBA**

2018

“La responsabilidad ética, legal y científica de las ideas, conceptos y resultados del proyecto, serán responsabilidad de los autores”

Artículo 61, acuerdo N° 093 del 26 de noviembre de 2002 del consejo superior

NOTA DE ACEPTACIÓN

Director

Jurado 1

Jurado 2

Montería, Noviembre de 2018

DEDICATORIA

El presente trabajo lo dedico primeramente a Dios, quien me dio la fuerza y la sabiduría necesaria para sobrellevar las dificultades a lo largo de la carrera y para formarme como un profesional íntegro.

A mis padres Luis Francisco Calderón y Magalis Quintana por todo el apoyo brindado durante toda mi carrera, por todos los valores y las enseñanzas que contribuyeron a que culminara este proceso, igualmente se lo dedico a mis hermanos Luz, Oscar y Víctor, quienes con su apoyo y acompañamiento también contribuyeron a este logro.

A todos mis familiares y amigos cercanos en especial a los hermanos de otra madre (MM, MA, WM, AM, CZ, JC) que de alguna manera hicieron parte de este proceso.

AGRADECIMIENTOS

El autor presenta sus agradecimientos a:

A la Universidad de Córdoba, por permitirme ser parte de esta institución y en especial del programa de Ingeniería Ambiental para mi desarrollo integral y preparación como profesional.

A la Corporación para el Desarrollo Sostenible de la Mojana y el San Jorge – CORPOMOJANA, por permitirme poner en práctica los conocimientos adquiridos a lo largo de mi carrera y por la oportunidad de laborar en un ambiente de trabajo con excelentes compañeros.

A la tutora docente Ingris María Osorio Martínez, por su acompañamiento, enseñanzas y dedicación a lo largo de este proceso.

Al subdirector de gestión ambiental el Sr. Álvaro Javier Villamil Ávila y al Ingeniero Martín de la Ossa, por su acompañamiento y apoyo durante el desarrollo de la pasantía académica en CORPOMOJANA.

TABLA DE CONTENIDO

| | Pág. |
|---|------|
| RESUMEN | XIII |
| ABSTRACT | XIV |
| INTRODUCCIÓN | 15 |
| 1. MARCO DE REFERENCIA | 18 |
| 1.1. ANTECEDENTES | 18 |
| 1.2. MARCO CONCEPTUAL | 22 |
| 1.2.1 Amenaza..... | 22 |
| 1.2.2 Vulnerabilidad..... | 22 |
| 1.2.3 Inundación..... | 23 |
| 1.2.4 Ciénaga..... | 23 |
| 1.2.5 Mitigación..... | 23 |
| 1.3. MARCO LEGAL | 23 |
| 2. MATERIALES Y MÉTODOS | 25 |
| 2.1. LOCALIZACIÓN | 25 |
| 2.2. CARACTERÍSTICAS DE LA ZONA DE ESTUDIO | 26 |
| 2.2.1. Climatología | 26 |
| 2.2.1.1. Temperatura | 26 |
| 2.2.1.2. Precipitaciones | 26 |
| 2.2.1.3. Evaporación (mm) | 27 |
| 2.2.1.4. Brillo Solar (hrs) | 27 |
| 2.2.1.5. Humedad Relativa (%)..... | 27 |
| 2.2.1.6. Vientos (kms)..... | 27 |

| | |
|--|----|
| 2.2.2. Geomorfología | 28 |
| 2.2.2.1. Lomerío..... | 28 |
| 2.2.2.2. Valle..... | 28 |
| 2.2.2.3. Planicie..... | 28 |
| 2.2.3. Suelos | 29 |
| 2.3. TIPO DE ESTUDIO | 29 |
| 2.4. DISEÑO METODOLÓGICO | 29 |
| 2.3.1 Recolección de información primaria..... | 30 |
| 2.3.2 Procesamiento de datos y determinación de la vulnerabilidad | 30 |
| 2.3.3 Distribución espacial de la vulnerabilidad en el área de estudio | 33 |
| 2.3.4 Proposición de medidas o estrategias de mitigación | 33 |
| 3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN | 34 |
| 3.1. ANÁLISIS DEL ASPECTO FÍSICO | 34 |
| 3.2. ANÁLISIS DEL ASPECTO SOCIOECONÓMICO | 46 |
| 3.3. CÁLCULO DEL NIVEL DE VULNERABILIDAD DE CADA VIVIENDA | 56 |
| 3.3.1. Distribución espacial de la vulnerabilidad en el barrio Mariano Álvarez | 60 |
| 3.4. MEDIDAS O ESTRATEGIAS DE MITIGACIÓN | 62 |
| 3.4.1 Medidas estructurales | 64 |
| 3.4.2 Medidas no estructurales | 66 |
| 4. CONCLUSIONES | 68 |
| 5. RECOMENDACIONES | 70 |
| 6. BIBLIOGRAFÍA | 72 |
| ANEXOS | 67 |

LISTADO DE FIGURAS

| | Pág. |
|--|------|
| <i>Figura 1:</i> Localización del barrio Mariano Álvarez..... | 26 |
| <i>Figura 2:</i> Tiempo de construcción de las viviendas..... | 34 |
| <i>Figura 3:</i> Distribución Espacial del tiempo de construcción de las viviendas..... | 35 |
| <i>Figura 4:</i> Material de construcción de las viviendas..... | 36 |
| <i>Figura 5.</i> Distribución espacial del material de construcción | 37 |
| <i>Figura 6:</i> Estado de conservación de las viviendas..... | 38 |
| <i>Figura 7.</i> Distribución espacial del estado de la conservación de las viviendas | 39 |
| <i>Figura 8:</i> Distancia de las viviendas al cuerpo de agua | 39 |
| <i>Figura 9:</i> Distancia del barrio Mariano Álvarez a la ciénaga de San Marcos | 40 |
| <i>Figura 10:</i> Altura de las viviendas con respecto al nivel de la calle | 41 |
| <i>Figura 11:</i> Ubicación de las vivienda con respecto al nivel de la calle | 42 |
| <i>Figura 12.</i> Distribución espacial de la altura con respecto al nivel de la calle | 42 |
| <i>Figura 13:</i> Nivel del agua durante las inundaciones | 43 |
| <i>Figura 14:</i> Marcas de agua en las viviendas | 44 |
| <i>Figura 15.</i> Distribución espacial del nivel de las aguas durante las inundaciones..... | 44 |
| <i>Figura 16:</i> Frecuencia de las inundaciones | 45 |
| <i>Figura 17.</i> Distribución espacial de la frecuencia de inundación | 46 |
| <i>Figura 18:</i> Servicios con los que cuentan las viviendas..... | 47 |
| <i>Figura 19.</i> Distribución espacial del nivel de cobertura en servicios básicos..... | 48 |
| <i>Figura 20:</i> Ingreso mensual de la vivienda | 48 |
| <i>Figura 21.</i> Distribución espacial del nivel de ingresos en las viviendas..... | 49 |

| | |
|---|----|
| Figura 22: Nivel de escolaridad de los habitantes del barrio | 50 |
| Figura 23. Distribución espacial del nivel de escolaridad | 51 |
| Figura 24: Número de personas que viven en la vivienda..... | 51 |
| Figura 25. Distribución espacial del nivel de hacinamiento en las viviendas..... | 52 |
| Figura 26: Conocimiento de las personas sobre medidas de mitigación | 53 |
| Figura 27: Medidas para mitigar las inundaciones | 54 |
| Figura 28. Distribución espacial de los conocimientos sobre medidas de mitigación... | 54 |
| Figura 29: Percepción sobre el nivel de exposición ante las inundaciones | 55 |
| Figura 30. Distribución espacial de la percepción sobre el nivel de exposición | 56 |
| Figura 31: Nivel de vulnerabilidad en el barrio Mariano Álvarez..... | 59 |
| Figura 32: Vulnerabilidad ante inundaciones en el barrio Mariano Álvarez..... | 61 |
| Figura 33: Modelación de inundaciones 2010 – 2011 | 63 |
| Figura 34: Muros de protección contra inundaciones..... | 64 |
| Figura 35: Barreras construidas por la comunidad | 65 |
| Figura 36: Viviendas elevadas | 66 |

LISTADO DE ANEXOS

| | Pág. |
|---|------|
| Anexo 1: Formato encuesta de vulnerabilidad | 77 |
| Anexo 2: Ciénaga de San Marcos..... | 79 |
| Anexo 3: Recolección de información primaria..... | 79 |
| Anexo 4: Medidas de mitigación realizadas por la comunidad | 80 |
| Anexo 5: Aguas residuales producto del lavado y otros usos. | 81 |

LISTADO DE TABLAS

| | Pág. |
|--|------|
| Tabla 1. Matriz de análisis de vulnerabilidad | 31 |
| Tabla 2. Cálculo de la Calificación total | 33 |
| Tabla 3. Niveles de vulnerabilidad..... | 33 |

RESUMEN

Las inundaciones son fenómenos naturales producto del desbordamiento de fuentes hídricas o eventos extremos de precipitación, estas llegan a ser perjudiciales cuando las comunidades se sitúan en terrenos inundables o en los lechos de los cuerpos de agua. La población del barrio Mariano Álvarez se sitúa en inmediaciones de la Ciénaga de San Marcos, por lo cual está expuesta a las externalidades negativas que cada año generan las inundaciones y que perturban su calidad de vida. Estos fenómenos tienen un impacto a corto y a largo plazo, en el primer caso deterioran los bienes materiales y los medios de subsistencia y en el segundo, dependiendo de la duración de las inundaciones puede provocar daños en la salud.

En el presente estudio se analiza la vulnerabilidad ante las inundaciones provocadas por la Ciénaga de San Marcos, mediante el método de matrices y teniendo en cuenta los aspectos físicos y socioeconómicos de la población. Para el estudio se realizaron un total de 63 encuestas, con una serie de preguntas enfocadas a conocer los aspectos relevantes y determinantes en el análisis de la vulnerabilidad. Los resultados del estudio revelaron que gran parte del barrio Mariano Álvarez se encuentra en un estado de vulnerabilidad alto, correspondiendo este a más del 50% de la población. A partir de estos resultados se realizó una representación espacial con el fin de apreciar visualmente cuales zonas presentaban un mayor grado de fragilidad y de exposición ante las inundaciones, proponiéndose al final una serie de medidas o estrategias destinadas a disminuir dicho nivel de vulnerabilidad.

Palabras Claves: Vulnerabilidad, Inundaciones, Ciénaga

ABSTRACT

Floods are natural phenomena that are created due to the overflow of water sources, or extreme events of precipitation; these floods become harmful when the communities are located in the floodplain. The population of Mariano Alvarez neighborhood is located at the surroundings of the San Marcos swamp, that is the reason why it is exposed to the negative externalities that generate floods every year, disturbing people's quality of life. These phenomena have a short-term and long-term impact. In the first case, the phenomena deteriorate the material goods and the livelihoods, and in the second case, depending on the duration of the floods, they can cause health damages.

This study analyzes the vulnerability of the floods caused by the San Marcos swamp, through the use of the matrix method, and taking into account the physical and socio-economical aspects of the population. To gather the information needed for this study, a total of 63 surveys were conducted, with a series of questions focused on the knowledge of the relevant and determinant aspects during the analysis of vulnerability. The results of the study revealed that part of the Mariano Álvarez neighborhood is in a high state of vulnerability, it corresponds to more than 50% of the population. Based on these results, it was carried out a spatial representation in order to visually appreciate which zones presented a greater degree of fragility and exposure to floods, proposing at the end a series of measures or strategies designed to reduce this level of vulnerability.

Key words: Vulnerability, floods, swamp.

INTRODUCCIÓN

Las inundaciones son fenómenos hidrológicos recurrentes que hacen parte de la dinámica de evolución de una corriente, estas se producen por lluvias persistentes y generalizadas que provocan un aumento progresivo del nivel de las aguas, ocasionando un desbordamiento y dispersión de estas sobre las llanuras de inundación y zonas aledañas a los cursos de agua normalmente no sumergidas (IDEAM 2017). Son un problema que siempre ha existido pero que ha empeorado en la actualidad, debido a factores como la pobreza y el inadecuado ordenamiento territorial.

Colombia es un país que se caracteriza por sus extensas fuentes de agua, siendo uno de los países del mundo con mayor oferta hídrica. Los cuerpos de agua del territorio nacional cubren el 1.7% del territorio, así mismo las zonas inundadas periódicamente alcanzan un 12% del país y se extienden al 28% en épocas con excesos de precipitación. El 12% del territorio nacional se encuentra localizado en áreas con una mayor susceptibilidad a inundarse, entre estas áreas encontramos los valles aluviales en las regiones Caribe y Pacífica, asociados con el río Magdalena, la depresión Momposina y los valles de los ríos Sinú y Alto San Jorge (IDEAM 2017).

La Mojana es una región que se encuentra localizada en la depresión Momposina y cuenta con aproximadamente 100.000 hectáreas de ríos y ciénagas, lo cual la hace propensa a inundarse (Angulo 2014); es una subregión de la costa caribe colombiana que se

caracteriza por ser una zona de humedales productivos y actuar como un regulador de importantes ríos de Colombia como el Magdalena, el Cauca y el San Jorge, de igual forma esta zona es fundamental para la amortiguación de inundaciones, pues facilita la decantación y la acumulación de sedimentos, que son funciones importantes en la regulación ambiental y equilibrio ecológico para la costa caribe y el país (Aguilera 2004). En esta región se localiza el municipio de San Marcos considerado culturalmente como la capital de la Mojana debido a la importancia de su localización geográfica, en este se presentan con frecuencia durante las épocas invernales eventos de inundación, afectando en gran medida a las comunidades rurales y a las áreas aledañas a la ciénaga de San Marcos, que resulta ser la principal responsable de las inundaciones en la zona urbana del municipio.

De las 101.200 hectáreas que constituyen el territorio del municipio, 23.400 hectáreas aproximadamente están conformadas por cuerpos de agua, lo que significa que el municipio se encuentra en un estado de vulnerabilidad, principalmente, durante las temporadas de lluvias cuando estos cuerpos de agua rebosan su capacidad. Las comunidades que se encuentran alrededor de estas fuentes hídricas son afectadas generalmente por los desbordamientos, presentando pérdidas de cultivos, animales y muchas veces se hace necesario el desalojo de comunidades enteras cuando el nivel de las aguas sobrepasa el sitio donde se encuentran las viviendas, volviéndolas totalmente inhabitables (PBOT 2008).

La cercanía del municipio con la ciénaga de San Marcos lo hace ser vulnerable a las inundaciones, a pesar de esto, en el PBOT se ha hecho un esfuerzo por identificar las zonas de mayor riesgo y delimitar un radio de 30 m desde el borde de la ciénaga, pero

dichas medidas no han servido, puesto que en la realidad esa delimitación no existe y en dicha área se ubican zonas comerciales y viviendas que presentan un alto riesgo de inundación (Angulo 2014). Según el diagnóstico realizado por los consejos locales para la gestión del riesgo de desastre durante la ola invernal del 2010 - 2011 cerca de 9 barrios del municipio sufrieron inundaciones y cerca de 2400 viviendas se vieron afectadas (CORPOMOJANA 2012).

El barrio Mariano Álvarez se localiza en una zona de riesgo, en la cual está prohibido el desarrollo de asentamientos urbanos, si no se lleva un control de inundaciones adecuado (PBOT 2008), pese a esto y a la falta de control por parte de la autoridad la comunidad ha seguido construyendo sus viviendas en la zona, exponiéndose a los desbordamientos de la ciénaga. La ocurrencia de las inundaciones trae consigo diversas afectaciones a la población en general y en especial a los pequeños comerciantes, quienes sufren pérdidas económicas por la incapacidad de abrir sus locales, en cambio estos optan por reubicarse por sus propios medios lo que les genera gastos adicionales, sumado a esto las personas deben enfrentarse a la dificultad para trasladarse, al deterioro de sus viviendas, a los riesgos en la salud; especialmente en los niños y a la proliferación de mosquitos que pueden traer consigo diversas enfermedades (El Meridiano 2017).

El objetivo del presente estudio fue evaluar la vulnerabilidad de los habitantes del barrio Mariano Álvarez ante las inundaciones provocadas por el desbordamiento de la ciénaga de San Marcos, mediante el método de matrices de vulnerabilidad y teniendo en cuenta los aspectos físicos y socioeconómicos de la población expuesta.

1. MARCO DE REFERENCIA

1.1. ANTECEDENTES

Las inundaciones son uno de los problemas que más acoge a la población mundial, ante la ausencia de acciones y propuestas que permitan mitigar esta problemática, sus efectos se ven reflejados generalmente en las comunidades e infraestructuras más vulnerables y suelen ocasionar severos daños en las infraestructuras urbanas, vías de comunicación, cultivos, fauna, así como en diversas actividades económicas e incluso puede provocar pérdidas de vidas humanas (Rodríguez et al 2014).

Según datos del IDEAM las zonas inundables periódicamente en Colombia alcanzan un 12% de la superficie y se extienden al 28% en épocas con elevadas precipitaciones. Las áreas más vulnerables a esta amenaza son los valles aluviales de las regiones caribe y pacífica, los valles interandinos, principalmente de los ríos Cauca y Magdalena y las llanuras bajas de las cuencas de la Orinoquía y la Amazonia. La región de la Mojana posee aproximadamente 100.000 hectáreas en ríos y ciénagas lo que la incluye dentro las áreas susceptibles a inundarse, se caracteriza por ser un complejo de humedales fundamentales en la amortiguación de inundaciones, al permitir la distribución de agua originadas por las lluvias en las partes altas de los ríos y el desplaje de las aguas, facilitando la decantación y acumulación de sedimentos de los tres grandes ríos que ahí confluyen como son: el Magdalena, el Cauca y el San Jorge (Aguilera 2004).

Los regímenes de lluvias en Colombia se ven afectados por fenómenos climáticos como el niño y la niña, los cuales han sido causa de sequías extremas y precipitaciones extraordinarias en diferentes regiones del país, ocasionando un efecto negativo sobre el medio físico natural y un impacto social y económico de grandes proporciones (IDEAM 2007). La temporada de lluvias 2010-2011 y el fenómeno de la niña dejaron 5,2 millones de personas afectadas en Colombia, lo que corresponde al 11,3% de la población del país. Las zonas de cultivos anegadas por las lluvias superaron el millón de hectáreas y las pérdidas económicas sobrepasaron los 4.780 millones de dólares, lo que corresponde al evento más crítico en la historia, ya que duplica las pérdidas acumuladas por inundaciones en 30 años (Sedano, Carvajal & Ávila 2013).

Las inundaciones en Colombia son el producto de diversos factores de origen natural o antrópicos, siendo estos últimos los de mayor influencia. El deterioro de la cobertura vegetal en las zonas altas y medias de las cuencas es una de las principales causas de las inundaciones, ya que las propiedades del suelo y las condiciones de saturación son determinantes en la producción de escorrentía posterior a una lluvia, por lo tanto la deforestación, la impermeabilización, la desecación de humedales y la expansión de la agricultura son factores que aumentan el riesgo de inundación, debido a que contribuyen al aumento de la escorrentía de los ríos, al depósito de sedimentos en los cauces y a la desestabilización de los suelos saturados, que puede provocar represamientos y posteriores avenidas torrenciales (Sedano, Carvajal & Ávila 2013).

Las inundaciones son fenómenos naturales que han existido desde siempre como parte de la dinámica natural de una corriente, pero hoy día estas se han convertido en sinónimo de desastre debido a factores como la pobreza, el desplazamiento forzado y el inadecuado

ordenamiento del territorio, provocando la ubicación de personas en asentamientos informales y en zonas de alto riesgo. Para evaluar la vulnerabilidad de una población expuesta a una amenaza se utilizan métodos que pueden ser "exactos" o analíticos y "aproximados", cualitativos o subjetivos. (Tamayo & Hincapié 2016). Los métodos cualitativos son utilizados con mucha frecuencia en estudios de vulnerabilidad, ya que aunque no son ciento por ciento precisos y exactos estos presentan una visión real de las circunstancias que viven las personas expuestas al peligro.

En la actualidad existen diversos estudios sobre vulnerabilidad ante inundaciones relacionados con metodologías cualitativas, es decir que emplean la percepción de las personas directamente implicadas para la realización de los análisis, tal es el caso del estudio realizado por Ferrari (2012), en el cual se analizó la vulnerabilidad en el barrio Intendente Alfredo Mario Etchepare de la ciudad Trelew, Argentina a partir de dos enfoques, uno técnico-científico y uno analítico de la percepción de los habitantes del barrio, los resultados indicaron que el barrio es producto de un proceso de vulnerabilidad progresiva, originado a partir del continuo avance de la urbanización de la ciudad sobre zonas de bajo relieve y próximas a la costa del río Chubut. Considerar las percepciones sobre las dimensiones de vulnerabilidad de los habitantes del barrio fue fundamental ya que se pudo llegar a un diagnóstico integral de la problemática de las inundaciones, debido a que dicha percepción constituye una parte de la realidad, complementaria a las evaluaciones técnicas.

En Colombia también existen estudios relacionados con esta temática como el desarrollado por Guzmán, Morales & Guerra (2016) quienes realizaron un análisis de vulnerabilidad en el sector recodo Fontibón de la ciudad de Bogotá, a partir de la

determinación de la cota de inundación máxima del río Bogotá y la realización de encuestas en la población afectada que brindaron un conocimiento más detallado sobre de los aspectos físicos, ambientales, económicos y sociales. La cota de inundación se determinó mediante un estudio hidrológico y las encuestas fueron analizadas con un método estadístico. Los resultados mostraron que la inundación no se debió a los niveles del río en el sector, ya que esta cota no superó la inundación del río, por otro lado se encontró que la población se encuentra en un grado de exposición medio, debido a la poca participación de la comunidad en las actividades para solucionar las problemáticas que se presentan.

De igual forma Ramírez & Cubillos (2016) realizaron un estudio para evaluar las amenazas y las vulnerabilidades de los habitantes del barrio Ciudadela el Recreo Bosa en la ciudad de Bogotá, mediante la creación de una matriz en la cual se hizo un análisis de los aspectos físicos, ambientales, sociales y económicos, según las características identificadas en la zona y lo propuesto por la guía metodológica departamental. Los resultados del estudio mostraron que en cuanto a la amenaza por tormentas el grado encontrado fue medio, para la amenaza por sismos fue baja y para las inundaciones que era la amenaza más relevante se encontró un grado alto. El análisis de la vulnerabilidad permitió inferir que la mayoría de las viviendas en las zona no cumplen con la norma sismo resistente; las condiciones atmosféricas y la calidad del aire para la zona no son realmente optimas; la mayoría de las personas gana entre 1 y 2 SMLV y que la población se encuentra medianamente organizada, con escasa participación de sus habitantes, por lo tanto en caso de ocurrir un evento de inundación este afectaría en gran medida a la comunidad.

1.2. MARCO CONCEPTUAL

1.2.1 Amenaza

Es el peligro que genera un fenómeno natural a una población, en donde pone en riesgo la vida de los habitantes y la infraestructura de la región (Páez & Espitia 2014).

1.2.2 Vulnerabilidad

Susceptibilidad o fragilidad física, económica, social, ambiental o institucional que tiene una comunidad de ser afectada o de sufrir efectos adversos en caso de que un evento físico peligroso se presente. Corresponde a la predisposición a sufrir pérdidas o daños de los seres humanos y sus medios de subsistencia, así como de sus sistemas físicos, sociales, económicos y de apoyo que pueden ser afectados por eventos físicos peligrosos. (Ley 1523 de 2012).

1.2.2.1 Vulnerabilidad Física

Se refiere especialmente a la localización de los asentamientos humanos en zonas de riesgo, y a las deficiencias de sus estructuras físicas para "absorber" los efectos de esos riesgos.

1.2.2.2 Vulnerabilidad Socioeconómica

La vulnerabilidad socioeconómica se define como la pérdida de bienestar causada por el riesgo que proviene de la variabilidad del ingreso. Por esta razón, hace referencia a la identificación de características relacionadas con la pobreza y la volatilidad del ingreso que presentan los hogares (Henochoa 2010).

1.2.3 Inundación

Es la acumulación de grandes volúmenes de agua en una zona; estas acumulaciones son generadas frecuentemente por fuertes lluvias, desbordamiento de ríos y el mal manejo de los sistemas de alcantarillado (Páez & Espitia 2014).

1.2.4 Ciénaga.

Las ciénagas son zonas generalmente planas que se inundan de agua no corriente, estas se encuentran conectadas de alguna manera con los ríos, de los cuales depende la renovación de sus aguas. Tienen la función de actuar como filtradores naturales de agua gracias a su vegetación que la almacena y la libera y como reguladoras de los niveles de los ríos, almacenando las aguas que traen en exceso durante las épocas de lluvias.

1.2.5 Mitigación.

Medidas estructurales y no-estructurales emprendidas para limitar el impacto adverso de las amenazas naturales y tecnológicas y de la degradación ambiental (EIRD 2004).

1.3. MARCO LEGAL

En la actualidad en materia de gestión de riesgo Colombia se rige por la ley 1523 de 2012, en la cual se define la gestión del riesgo como un proceso social orientado a la formulación, ejecución, seguimiento y evaluación de políticas, estrategias, planes, programas, regulaciones, instrumentos, medidas y acciones permanentes para el conocimiento y la reducción del riesgo y para el manejo de desastres, con el propósito explícito de contribuir a la seguridad, el bienestar, la calidad de vida de las personas y al desarrollo sostenible, de igual forma en su artículo 2º sostiene que la gestión de riesgo es responsabilidad de todas las autoridades y de los habitantes del territorio colombiano.

En su artículo 5° se establece el Sistema Nacional de Gestión de Riesgo de Desastre como un conjunto de entidades públicas, privadas y comunitarias, de políticas, normas, procesos, recursos, planes, estrategias, instrumentos, mecanismos, así como la información pertinente a la temática, que se aplica de manera organizada para garantizar la gestión del riesgo en el país. En su artículo 31° sostiene que las corporaciones autónomas regionales apoyarán a las entidades territoriales de su jurisdicción ambiental en todos los estudios necesarios para el conocimiento y la reducción del riesgo y los integrarán a los planes de ordenamiento de cuencas, de gestión ambiental, de ordenamiento territorial y de desarrollo.

Entre otras normativas relacionadas con la gestión de riesgo se destacan:

- ✓ El decreto 2157 de 2017 por medio del cual se adoptan directrices generales para la elaboración del plan de gestión del riesgo de desastres de las entidades públicas y privadas en el marco del artículo 42 de la ley 1523 de 2012.
- ✓ El decreto 4147 de 2011 por medio del cual se crea la Unidad Nacional de Gestión de Riesgo de Desastre (UNGRD).
- ✓ El decreto 1807 de 19 de septiembre de 2014 mediante el cual se reglamenta el artículo 189 del Decreto Ley 019 de 2012 en lo relativo a la incorporación de la gestión del riesgo en los planes de ordenamiento territorial.
- ✓ El decreto 1974 de 2013 por el cual se establece el procedimiento para la expedición y actualización del plan de gestión nacional de riesgo de desastre.

2. MATERIALES Y MÉTODOS

2.1. LOCALIZACIÓN

El estudio fue realizado en el barrio Mariano Álvarez perteneciente al municipio de San Marcos en el departamento de Sucre, ubicado en las coordenadas $8^{\circ} 39' 24.26''\text{N}$ y $75^{\circ} 8' 11.78''\text{O}$ fundamentado en el tipo de estudio descriptivo, investigándose sobre las condiciones físicas y socioeconómicas que influyen en el nivel de vulnerabilidad presentado por los habitantes de la comunidad ante las inundaciones provocadas por la ciénaga de San Marcos, mediante la consulta de fuentes secundarias referentes a la temática y el levantamiento de información primaria.

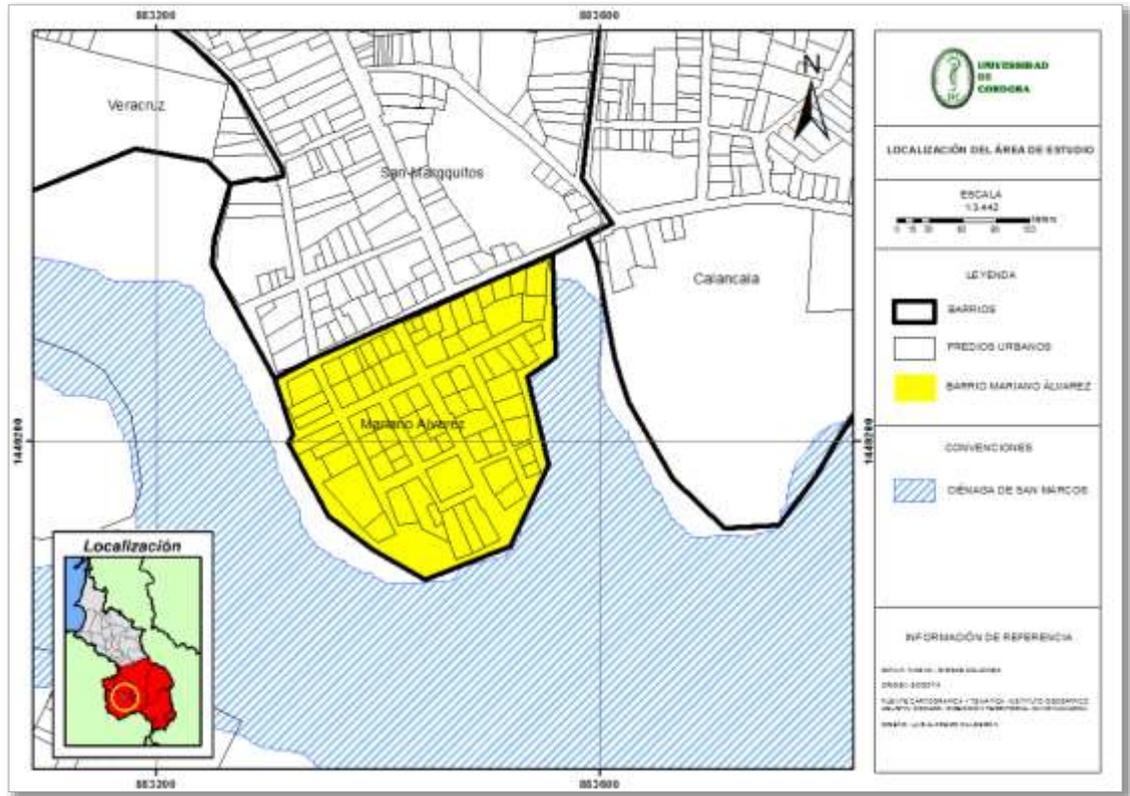


Figura 1: Localización del barrio Mariano Álvarez.
Fuente: Autor

2.2. CARACTERÍSTICAS DE LA ZONA DE ESTUDIO

2.2.1. Climatología

2.2.1.1. Temperatura

El municipio se localiza en el piso térmico cálido húmedo con temperaturas promedio anuales mayores de 24°C de tipo isohipertermico, con una temperatura máxima de 30.4°C en los meses de marzo, abril y 27.2°C en el mes de octubre (PBOT 2008).

2.2.1.2. Precipitaciones

Según datos disponibles, el régimen de lluvias del municipio de San Marcos está caracterizado por dos periodos bien definidos, donde los meses más secos son, diciembre, enero, febrero y marzo y los meses que representan más lluvias van de abril a octubre. El

rango de precipitación está entre 1500 – 2000 mm con precipitación total anual promedio de 1700 mm, para la estación La Florida (PBOT 2008).

2.2.1.3. Evaporación (mm)

La evaporación media mensual es de 123.8 mm, presentándose valores máximos en los meses de marzo y junio de 193.3 y 245.7 respectivamente, el valor mínimo de evaporación se presenta en el mes de diciembre con 37.8 mm. La evapotranspiración real en la margen derecha es mayor de 75% y en la parte este se encuentra entre el 50 – 75% y la evapotranspiración potencial está en el rango comprendido entre 1600 – 1700 mm en la margen derecha y de 1700 – 1800 en la margen izquierda (PBOT 2008).

2.2.1.4. Brillo Solar (hrs)

El brillo solar medio en el municipio de San Marcos oscila entre 235.1 y 142.3 horas, la máxima radiación solar es de 273.0 horas en el mes de enero y la mínima de 103.9 en el mes de octubre (PBOT 2008).

2.2.1.5. Humedad Relativa (%)

En la zona de estudio la humedad relativa es alta con un promedio entre 76 y 84 %. Siendo el valor máximo el 95 % en el mes de noviembre y la mínima de 76% en los meses de febrero y marzo (PBOT 2008).

2.2.1.6. Vientos (kms)

Los vientos más fuertes de la zona se presentan en los meses de febrero, marzo y abril, vientos leves en el mes de agosto. Con una velocidad promedio para doce (12) años de análisis de 2.35 m/seg y en un rango entre 5.5m/seg y 1.05 m/seg (PBOT 2008).

2.2.2 Geomorfología

En la región son comunes las geoformas de planicie (terraza, llanura, vallecitos), Lomerío (lomas, Vallecitos), y Valle (vega, terraza) (PBOT 2008).

2.2.2.1. Lomerío

El paisaje de Lomerío se encuentra ubicado en la zona noroccidental y sur del municipio; corresponde a una repetición de lomas altas alargadas, separadas por una red hidrográfica moderadamente densa; el ambiente morfogenético es erosional, comprende un área aproximada de 184.228 km² (PBOT 2008).

2.2.2.2. Valle

Encontramos un área de valle cuyo ambiente morfogenético es depositacional, es decir, los materiales son transportados y depositados por los cauces en forma lateral y longitudinal, este tipo de relieve se compone de intercalaciones de materiales dendríticos aluviales de arcillas, arenas y gravas y ocasionalmente bloques cuaternarios. Los tipos del relieve del valle en el municipio son la Vega y la Terraza, que ocupan un área aproximada de 136.190 km² y 93.933 km² respectivamente (PBOT 2008).

2.2.2.3. Planicie

El paisaje de planicie se caracteriza por su posición baja, relieve plano extenso, no confinado, de pendientes suaves menores del 3% de poca energía, de 1 a 10 metros de diferencia de altitud, constituida por la Llanura costera y la Depresión Momposina o Bajo San Jorge. Los ríos contribuyen a formar este sistema fluvial; son frecuentes los arroyos difluentes que no están entallados profundamente. Esta es denominada Llanura Fluvio Lacustre con un área aproximada 282.659 km² (PBOT 2008).

2.2.3. Suelos

Fisiográficamente el municipio está conformado por tres tipos de paisaje: lomerío, valle y planicie. A su vez en ellos se encuentran tipos de relieve como: en el lomerío, las lomas (sabanas colinadas); en el valle, las vegas y las terrazas altas; y en la planicie, las terrazas bajas y la llanura fluviodeltaica con variedad de geoformas: brazos deltaicos, bacines y complejo de diques y orillares.

Dentro de las características de los suelos de San Marcos, se encuentran los suelos de textura arcillosa y fertilidad moderada, superficiales, pobremente drenados y fuertemente ácidos; están en relieve plano cóncavos con áreas depositacionales inundables (CORPOMOJANA 2012).

2.3. TIPO DE ESTUDIO

El presente estudio es de tipo descriptivo ya que se realizó un análisis de vulnerabilidad basado en características físicas de las viviendas expuestas y la percepción de las comunidades directamente implicadas, mediante la recopilación de información secundaria y el levantamiento de información primaria.

2.4. DISEÑO METODOLÓGICO

Para el desarrollo de esta investigación se llevó a cabo una revisión documental, que incluyó la consulta en entidades como la corporación autónoma regional (CORPOMOJANA) y la alcaldía municipal de San Marcos, así como la consulta de estudios relacionados con la problemática de vulnerabilidad ante inundaciones, que aportaron información secundaria y proporcionaron referencias para el conocimiento sobre la problemática a tratar. La metodología para el análisis y evaluación de la vulnerabilidad ante dicha amenaza se adaptó a partir de la propuesta por el Fondo de

Prevención y Atención de Emergencias (2012), las variables evaluadas fueron tomadas de la Guía metodológica para la elaboración de planes departamentales para la gestión del riesgo (2012) y del manual de estimación del riesgo ante inundaciones pluviales realizado por el Instituto Nacional de Defensa Civil de Perú (2011). Se llevaron a cabo los siguientes pasos con el fin de desarrollar los objetivos planteados.

2.3.1 Recolección de información primaria

Según datos de los planos catastrales de la alcaldía municipal de San Marcos, el número de viviendas en el barrio Mariano Álvarez es de 75, siendo un tamaño de población pequeño, por lo cual al emplear un muestreo con un nivel de confianza del 95% y un nivel de error del 5% el resultado sería un valor cercano al tamaño de la población (Grima 2011), debido a esto se optó por no realizar un muestreo y encuestar a la totalidad de las viviendas en el barrio.

Para el estudio se realizaron un total de 62 encuestas (Anexo 1), con una serie de preguntas para la caracterización de los habitantes del barrio, primeramente, se obtuvo información sobre el género, edad, nivel educativo, ingresos mensuales entre otros, para las viviendas se obtuvo información tal como la edad de la estructura, material de construcción y distancia al cuerpo de agua.

2.3.2 Procesamiento de datos y determinación de la vulnerabilidad

Los datos recolectados en las encuestas fueron tabulados y procesados en el software Excel, a partir de ellos se realizó un análisis para estimar la vulnerabilidad teniendo en cuenta los aspectos físicos (exposición) y socioeconómicos, mediante la metodología de

matrices de vulnerabilidad (Tabla 1), adaptada de la propuesta por el fondo de prevención y atención de emergencias (2012).

Tabla 1. Matriz de análisis de vulnerabilidad

| VARIABLE | | CLASIFICACIÓN | | |
|-----------------------|--|--|--|--|
| | | BAJA | MEDIA | ALTA |
| | | A | B | C |
| Viviendas | ÍTEMS | | | |
| | Tiempo de construcción | < 5 años | Entre 6 y 20 años | > 20 años |
| | Materiales de construcción | Estructura con adecuada técnica constructiva de concreto o acero | Estructuras de concreto o madera sin adecuada técnica constructiva | Estructuras en adobe, bahareque y otros de menor resistencia |
| | Estado de la vivienda | Bueno | Regular | Malo |
| | Altura de la vivienda | Mayor a 30 cm | Entre 10 y 30 cm | Menor de 10 cm |
| | Distancia al cuerpo de agua | Alejada Mayores a 5 km | Medianamente cercana Entre 1 y 5 km | Cercana Entre 0 y 1 km |
| Dinámica del fenómeno | Frecuencia de inundación | Ninguna | De 1 – 2 en el año | Más de 3 veces al año |
| | Altura de la lámina de agua. | Menor a 10 cm | Entre 10 y 30 cm | Más de 30 cm |
| | Acceso a servicios básicos. (Agua, Energía, Gas, Alcantarillado) | Cobertura total en servicios públicos básicos. | Cobertura regular de los servicios públicos básicos. | Cobertura insuficiente en los servicios públicos básicos |

| | | | | |
|--------------------------------------|---|---|--|--|
| Nivel económico y acceso a servicios | Ingresos mensuales | Economía de Altos ingresos. > 2 SMLV | Nivel de ingresos justo para cubrir cualquier necesidad básica Entre 1 y 2 SMLV | Economía de bajos ingresos < 1 SMLV |
| Nivel cognitivo y de hacinamiento | Nivel de escolaridad | Técnico / Universitario | Básica / secundaria | Sin estudios |
| | Número de habitantes en la vivienda | Menor a 5 | Entre 5 y 10 | Mayores 10 |
| | Conocimiento sobre medidas de mitigación a inundaciones | Posee amplios conocimientos sobre medidas de mitigación | Posee poco conocimiento sobre medidas de mitigación | No posee ningún tipo de conocimientos |
| | Percepción sobre el nivel de exposición | Bajo | Medio | Alto |

Adaptado de: Fondo de Prevención y Atención de Emergencias, 2012

Para el desarrollo de la matriz se tomaron tres clasificaciones A, B y C donde cada una de estas representa un nivel de vulnerabilidad determinado (Para cada uno de los ítems a evaluar se consideró el mismo peso), a cada una de estas clasificaciones se le asignó una ponderación la cual se multiplicó con el total de respuestas dadas como se observa en la Tabla 2.

Tabla 2. Cálculo de la Calificación total

| CALIFICACIÓN TOTAL | | |
|-----------------------------|--------------------|--|
| Total ítems con respuesta A | — X 3,84 = | |
| Total ítems con respuesta B | — X 5,38 = | |
| Total ítems con respuesta C | — X 7,69 = | |
| TOTAL | A + B + C = | |

Adaptado de: Fondo de Prevención y Atención de Emergencias, 2012

Para los resultados finales se establecieron rangos donde se muestra el grado de vulnerabilidad resultante.

Tabla 3. Niveles de vulnerabilidad

| Niveles de vulnerabilidad | | Rangos |
|----------------------------------|--|---------------|
| Bajo | | 0 – 49,99 |
| Medio | | 50 – 69,99 |
| Alto | | 70 - 100 |

Fuente: Autor

2.3.3 Distribución espacial de la vulnerabilidad en el área de estudio

Con el objetivo de visualizar espacialmente la distribución de la vulnerabilidad en el barrio Mariano Álvarez se obtuvo un valor para cada vivienda encuestada.

2.3.4 Proposición de medidas o estrategias de mitigación

Con base a los resultados encontrados y al análisis debido, se propusieron estrategias para la reducción de la vulnerabilidad ante inundaciones en la zona de estudio.

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1. ANÁLISIS DEL ASPECTO FÍSICO

Las condiciones físicas de las viviendas así como las características de la zona en donde se sitúan son aspectos importantes en el análisis del nivel de exposición de la comunidad ante las inundaciones y contribuyen en gran manera a determinar el nivel de vulnerabilidad al que están expuestos. A continuación se analizan estos aspectos en la zona de estudio.



Figura 2: Tiempo de construcción de las viviendas

Fuente: Autor

Según las encuestas realizadas en el barrio Mariano Álvarez se evidencia que el 52% de las viviendas tiene más de 20 años de antigüedad, lo que nos indica un alto grado de exposición ante las inundaciones según lo planteado en la guía metodológica para la elaboración de planes departamentales para la gestión del riesgo, debido a que las viviendas cuando presentan muchos años de antigüedad comienzan a perder resistencia y

a deteriorarse, sobre todo aquellas que no han sido construidas con materiales de calidad y con adecuadas técnicas constructivas, además de esto la constante exposición de los materiales al agua y a la temperatura da lugar a procesos de tipo biológico y químico, que finalmente pueden desencadenar fisuras, pérdida de capacidad estructural, fractura o desprendimiento de elementos constructivos (El comercio 2010), pudiendo permitir la entrada del agua a las viviendas y provocar la pérdida de bienes materiales.

El 32% de las viviendas se encuentra en un rango de edad entre 5 y 20 años, lo que nos indica un nivel de exposición medio, el 16% restante presenta el nivel más bajo de exposición al tener un tiempo de construcción menor a 5 años; esto si la vivienda ha sido construida con materiales de calidad y con las adecuadas técnicas constructivas.

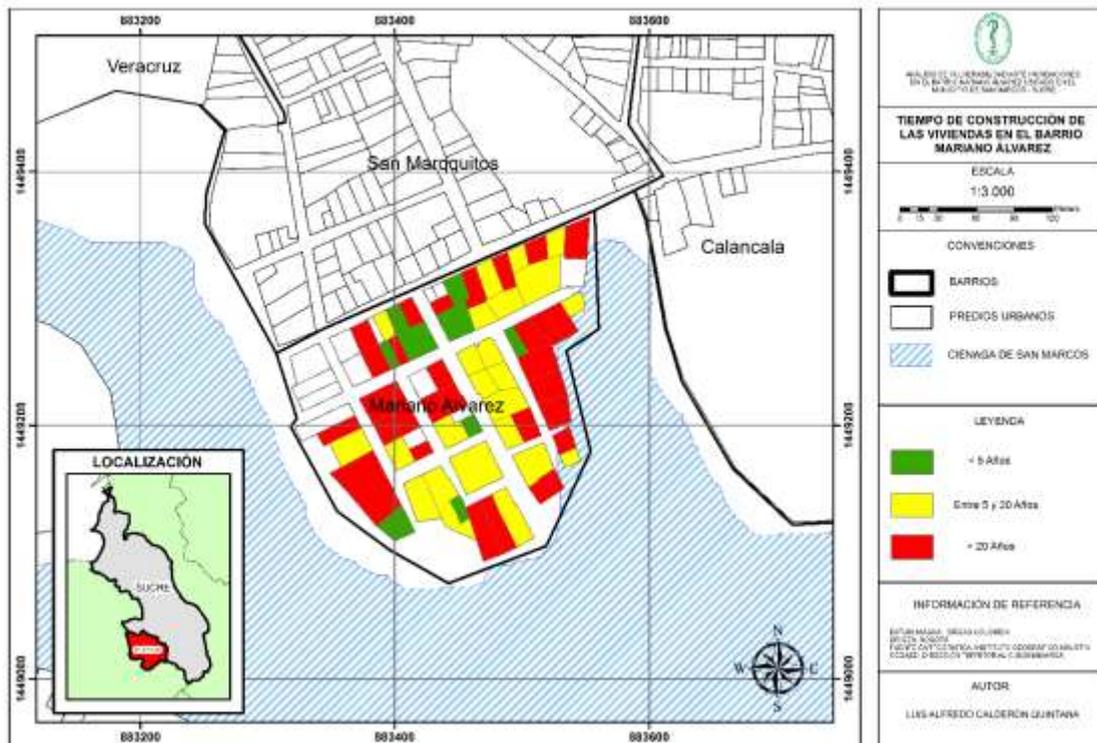


Figura 3: Distribución Espacial del tiempo de construcción de las viviendas
Fuente: Autor

La distribución espacial permite apreciar que las viviendas con menor tiempo de construcción se ubican en la parte norte del barrio, mientras que las más antiguas y las que presentan una edad intermedia se sitúan al sureste y noreste, notándose la cercanía de la mayoría con la Ciénaga de San marcos.

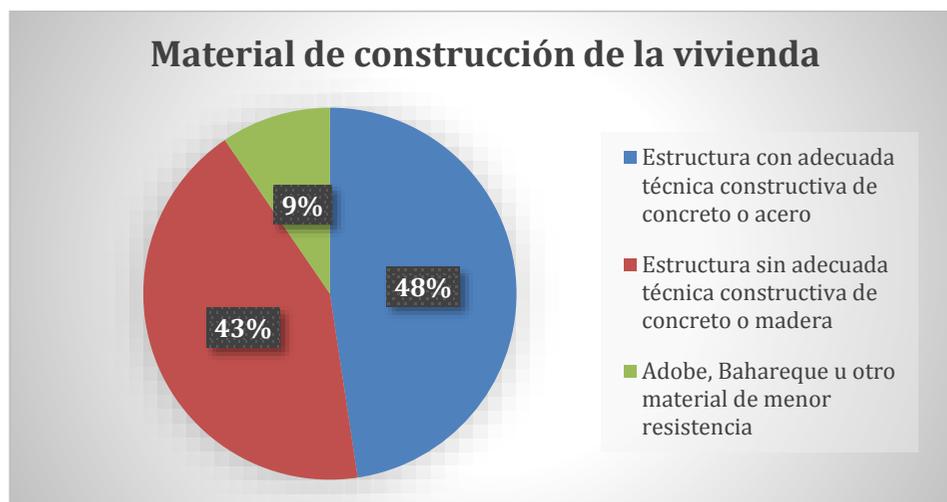


Figura 4: Material de construcción de las viviendas

Fuente: Autor

Con respecto al material de construcción de las viviendas se encontró que el 48% presenta buenas características estructurales, con materiales resistentes como el concreto o el acero que disminuyen de manera considerable su grado de exposición a las inundaciones, estas características resultan importantes dado que la zona es propensa a sufrir inundaciones por lo cual estarán constantemente expuestas a ellas, debido a esto es necesario que las viviendas se encuentren debidamente construidas y con los materiales pertinentes para evitar la entrada del agua y el posterior deterioro de los bienes materiales.

Se encontró además que el 43% de las viviendas se encuentran construidas en madera o concreto pero sin una adecuada técnica constructiva, que se evidencia en el diseño; existiendo una mezcla inadecuada de materiales en las paredes lo que les resta resistencia

y las vuelve más susceptibles a las inundaciones, así mismo se encontró que solo el 9% de las viviendas en el barrio se encuentran en un estado precario, con materiales poco resistentes como el bahareque y el adobe, siendo altamente susceptibles a sufrir daños durante un evento de inundación.

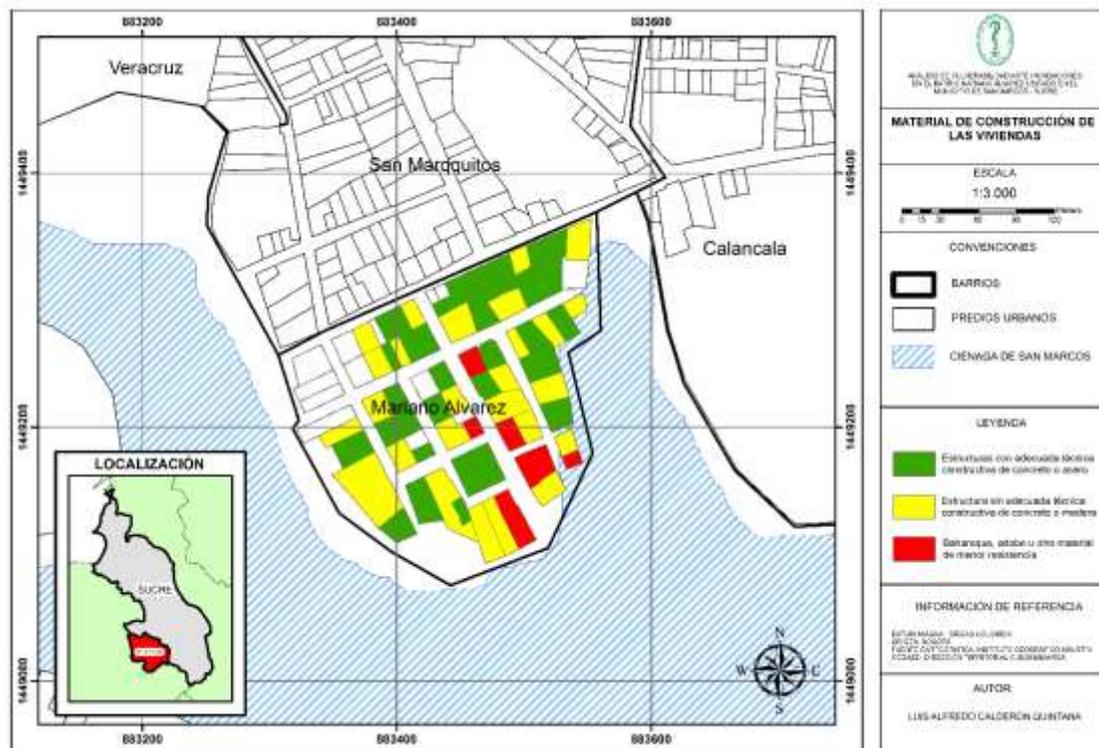


Figura 5. Distribución espacial del material de construcción
Fuente: Autor

En la cartografía de espacialización del material de construcción se observa que las viviendas que presentan un estado precario se sitúan en su mayoría en las cercanías de la ciénaga, por su parte las viviendas debidamente construidas y las que no presentan una buena técnica de construcción se distribuyen por todo el barrio, existiendo una mayor concentración de estas al noreste del barrio.

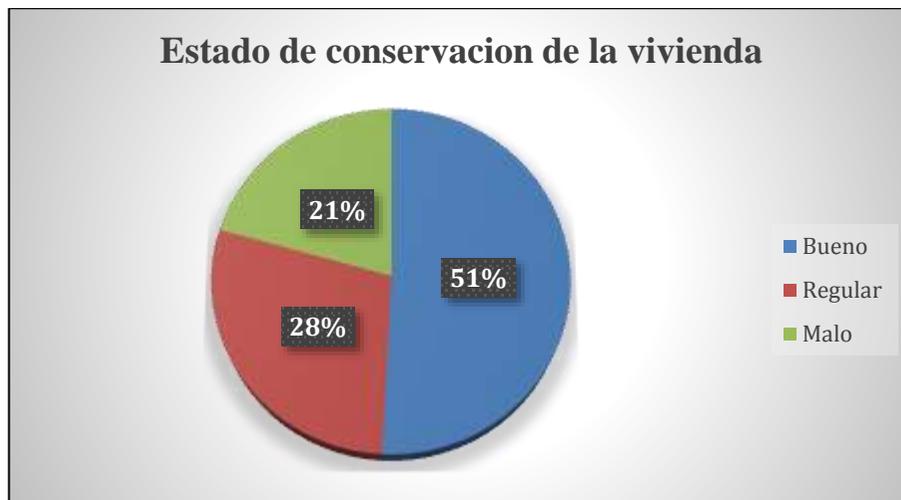


Figura 6: Estado de conservación de las viviendas
Fuente: Autor

El estado de conservación de la vivienda se refleja en el aspecto físico que esta muestra tanto interna como externamente, para este aspecto se tuvieron en cuenta la presencia de grietas, humedad y desniveles que son características importantes para determinar el nivel de deterioro de una vivienda, las grietas porque aumentan el nivel de exposición al permitir la entrada del agua a las viviendas, además de esto también permiten la entrada de animales como el caimán de anteojos (Babilla) y serpientes que son comunes en la zona y representan un peligro para la población, los desniveles por su parte producto del debilitamiento del terreno pueden provocar la pérdida de estabilidad de las viviendas y por consiguiente su decaimiento y la humedad contribuye a la aparición de microorganismos que no solo deterioran las viviendas, sino también la salud de sus habitantes.

Basado en esto se evidenció que el 51% de las viviendas presenta un buen estado de conservación dado que constantemente realizan mantenimiento a los materiales y a las estructuras, evitando de esta forma el deterioro, el 28% presenta un estado regular y el 21% un mal estado, denotando de gran manera la falta de mantenimiento a los materiales.

Estas viviendas son en su mayoría las más cercanas a la ciénaga y por lo tanto las que más reciben el impacto de las inundaciones como se puede apreciar en la distribución espacial presenta en la figura 7, dado esto es posible relacionar la cercanía de las viviendas a la ciénaga con su estado de conservación.

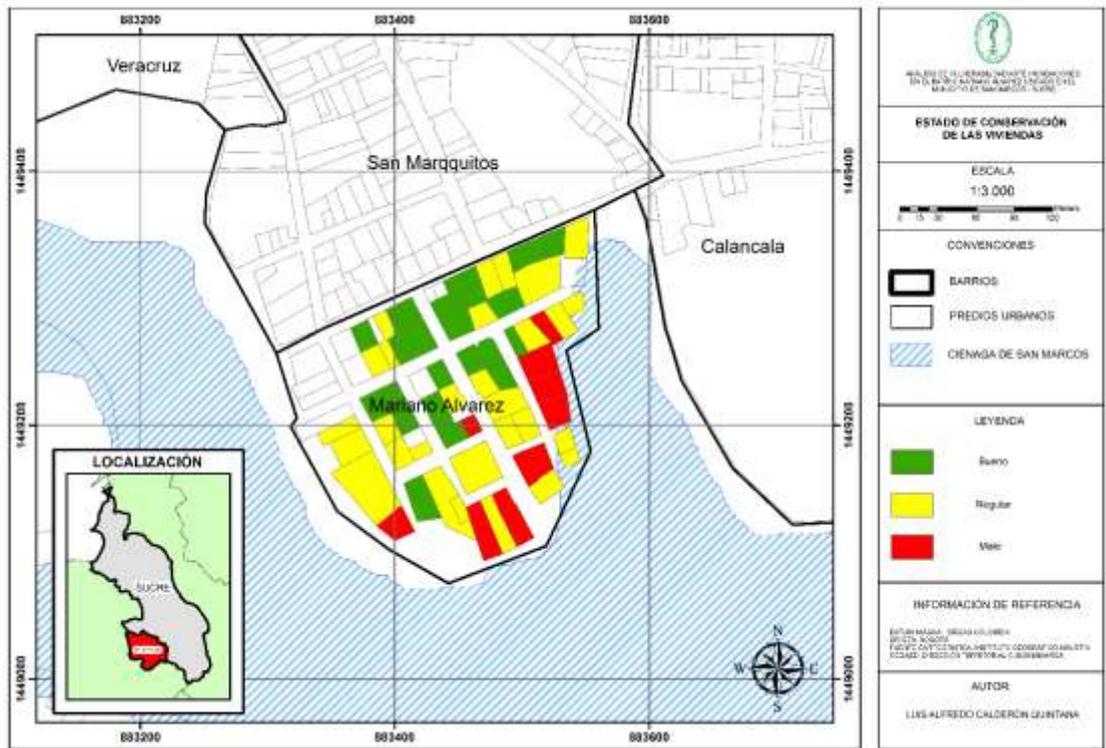


Figura 7. Distribución espacial del estado de la conservación de las viviendas
Fuente: Autor



Figura 8: Distancia de las viviendas al cuerpo de agua
Fuente: Autor

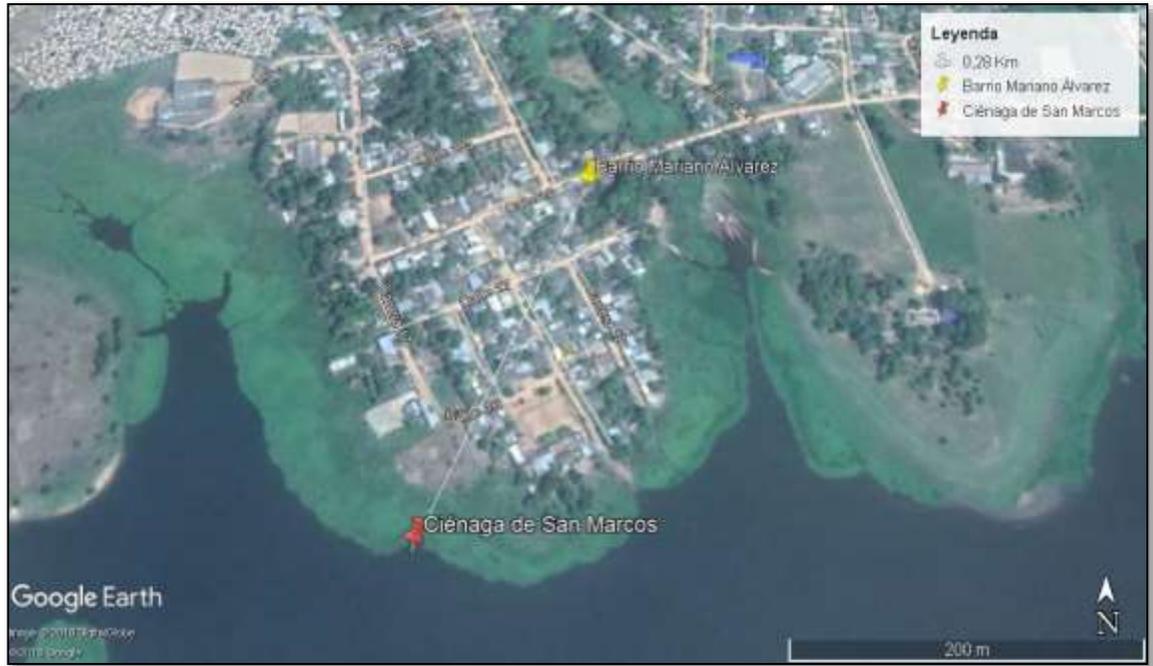


Figura 9: Distancia del barrio Mariano Álvarez a la ciénaga de San Marcos
Tomada de: Google Earth, 2018

Con respecto a este ítem se encontró que todas las viviendas se clasifican en un grado de exposición alto, ya que las distancias de estas a la ciénaga no sobrepasan los 0,28 Km como se aprecia en la figura 6 y basado en el manual de estimación del riesgo ante inundaciones fluviales, una distancia inferior a 1 Km representan un alto grado de exposición a un evento de inundación.

Muchas de las viviendas en la zona se encuentran colindantes con la ciénaga, tanto así que sus patios se sitúan a escasos metros ella, aumentando aún más su grado de exposición e incumpliendo con las normas urbanísticas definidas en el plan básico de ordenamiento territorial, especialmente los artículos 65 y 66, donde se prohíben los asentamientos urbanos en zonas de riesgos y en la zona de rondas hídricas de la ciénaga que corresponde a 30m desde el borde de esta.



Figura 10: Altura de las viviendas con respecto al nivel de la calle
Fuente: Autor

La altura de una vivienda puede llegar a ser un factor determinante durante un evento de inundación, puesto que aquellas construcciones que se ubican por encima del nivel de la calle tienen menos posibilidad de ser alcanzadas por el agua, en cambio aquellas que se sitúan al mismo nivel o un nivel inferior son las que reciben mayores afectaciones, dado que el agua puede acceder a ellas con mayor facilidad.

En las encuestas realizadas se evidenció que el 35% de las viviendas se encuentran ubicadas a más de 30 cm del nivel de la calle, por lo que son el porcentaje que se encuentra menos expuesto ante un evento de inundación, el 38% se situó entre los 10 y 30 cm y el 27% posee el mayor grado de exposición, al tener una altura inferior a los 10 cm y por lo tanto los que más recibirían afectaciones durante un evento de inundación.



Figura 11: Ubicación de las vivienda con respecto al nivel de la calle
Fuente: Autor

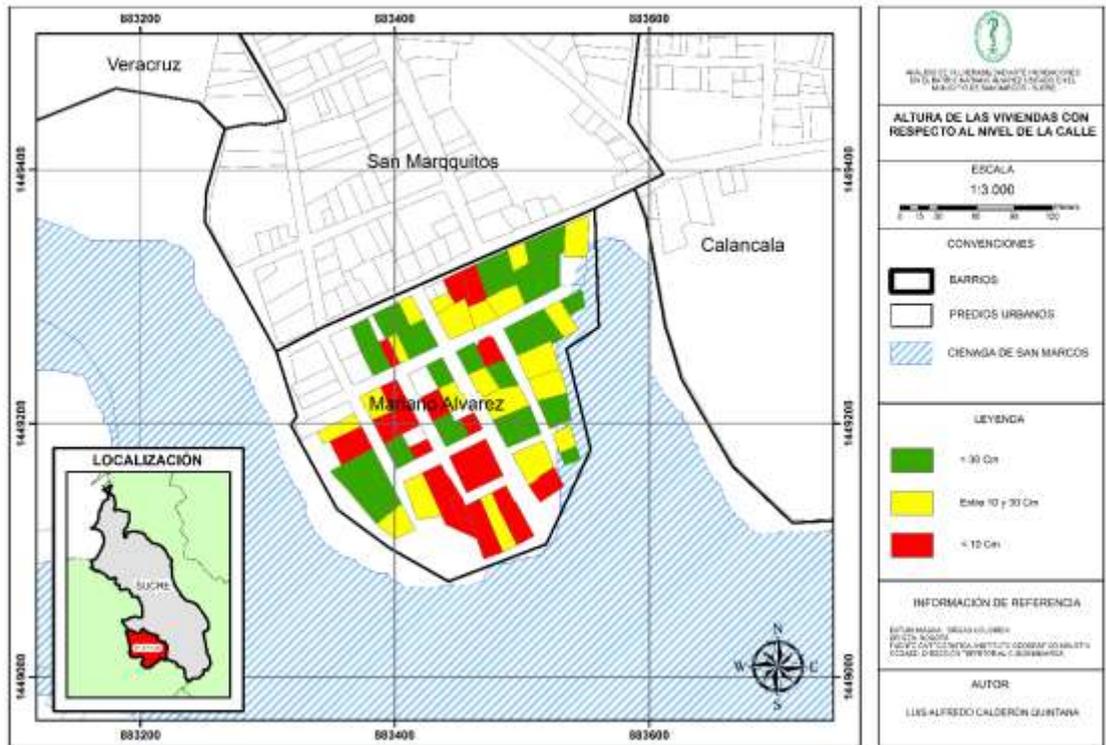


Figura 12. Distribución espacial de la altura con respecto al nivel de la calle
Fuente: Autor

En la distribución espacial de la altura con respecto al nivel de la calle es posible apreciar que las viviendas ubicadas al noreste y sureste que son las más cercanas a la ciénaga presentan las alturas más elevadas, a partir de esto es posible inferir que dados los

impactos producidos por las inundaciones estas viviendas se vieron obligadas a aumentar su altura como una medida de mitigación ante estos eventos.

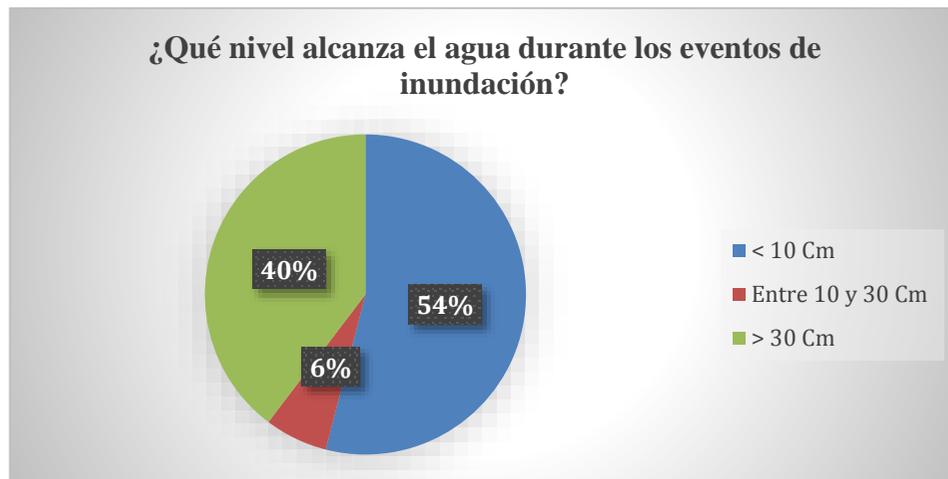


Figura 13: Nivel del agua durante las inundaciones

Fuente: Autor

Para este ítem además de los comentarios de los encuestados se tuvieron en cuenta las marcas de agua para determinar los niveles máximos a los que el agua ha llegado durante los eventos de inundación. Se encontró que el 54% de las viviendas encuestadas ha tenido inundaciones por debajo de los 10 cm, lo que nos indica que para este ítem más de la mitad del barrio se encuentra en un nivel de exposición bajo, el 6% ha sufrido inundaciones de entre 10 y 30 cm presentando un nivel moderado de exposición en el cual persiste el riesgo de anegamiento en las viviendas, esto considerando que el 38% de las casas tiene alturas inferiores a los 30 cm y el 35% alturas inferiores a los 10 cm como se muestra en la Figura 7, el 40% restante ha tenido inundaciones con un nivel superior a los 30 cm representado el nivel más alto de exposición y por ende los que reciben el mayor impacto de las inundaciones, siendo estas las viviendas más próximas a la ciénaga y las que presentaban las marcas de aguas más elevadas.



Figura 14: Marcas de agua en las viviendas
Fuente: Autor

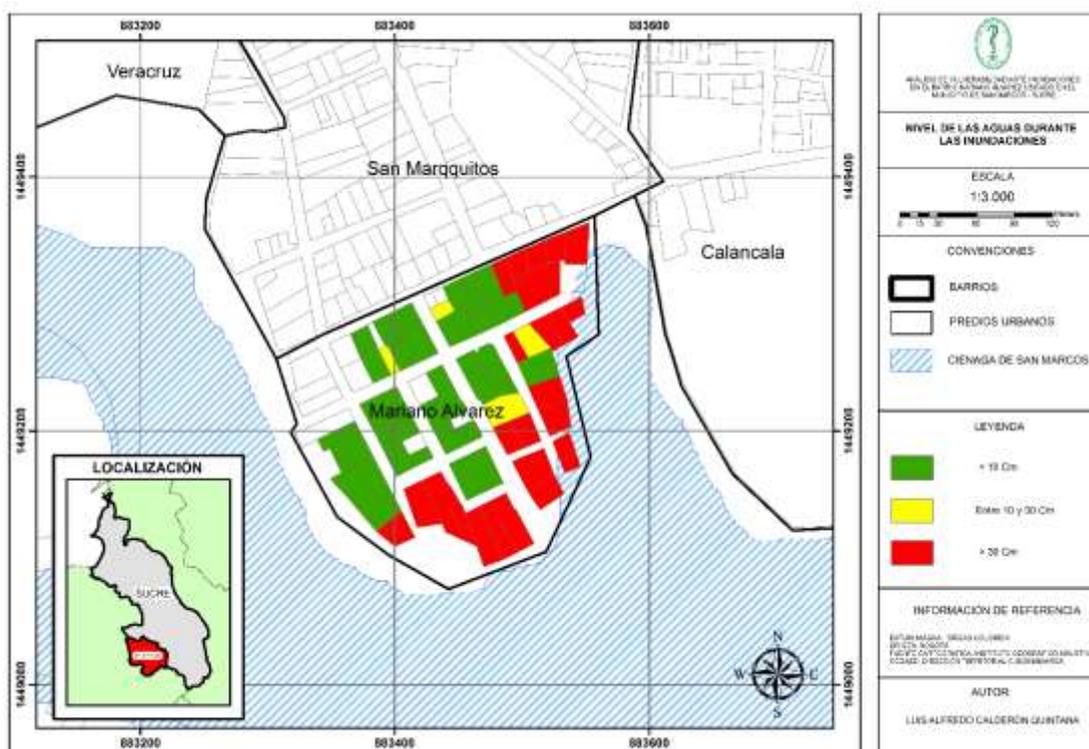


Figura 15. Distribución espacial del nivel de las aguas durante las inundaciones.
Fuente. Autor

En la cartografía es posible observar como las viviendas que presentaron las marcas de agua más elevadas se ubican al noreste y al sureste del barrio donde la ciénaga se encuentra más próxima y por ende el impacto de las inundaciones es mucho mayor, de

igual forma es posible apreciar como las zonas más alejadas correspondientes al noroeste presentaron las marcas de agua más bajas.



Figura 16: Frecuencia de las inundaciones
Fuente: Autor

El 41% de la población asegura nunca haber sufrido una inundación en sus viviendas producto del desbordamiento de la ciénaga de San marcos, ya que por lo general el agua se ubica por debajo del nivel de sus viviendas, sin embargo argumentan que los afecta de igual manera puesto que se les dificulta trasladarse, adicional a esto la presencia de babillas y serpientes en la zona les representa un peligro ya que estos animales acceden a sus casas buscando un lugar seco, el 59% restante a sufrido inundaciones por lo menos una vez al año, siendo más de la mitad del barrio los directamente afectados por las aguas. Aunque las inundaciones en el barrio ocurren por lo general una vez al año el verdadero problema radica en la duración de las aguas en las calles que según comentarios de los habitantes pueden durar meses, afectando su calidad de vida y propiciando la proliferación de mosquitos que pueden llegar a ser causantes de diversas afecciones.

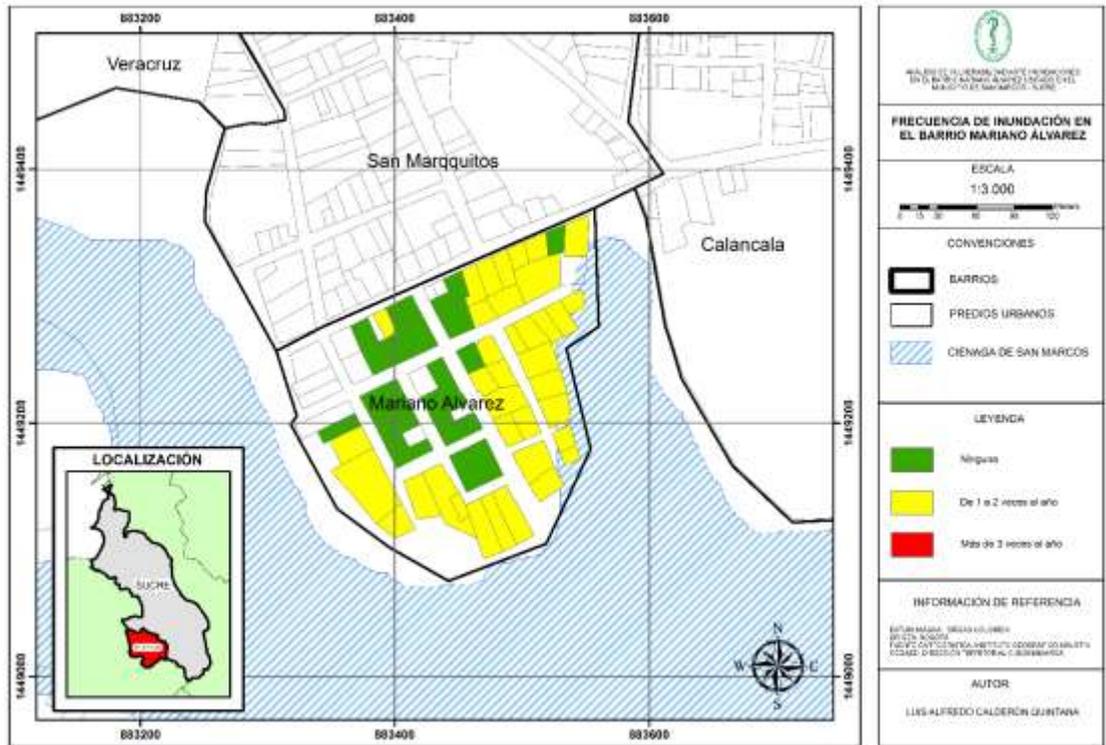


Figura 17. Distribución espacial de la frecuencia de inundación
Fuente: Autor

La cartografía permite apreciar como las viviendas que aseguran nunca haber sufrido inundaciones se sitúan en la parte más alejada de la ciénaga, mientras que las viviendas que afirman haber sufrido inundaciones por lo menos una vez al año se ubican en las cercanías.

3.2. ANÁLISIS DEL ASPECTO SOCIOECONÓMICO

El aspecto socioeconómico refleja la capacidad de las personas para soportar y sobrellevar las consecuencias de un evento amenazante, dentro de estos aspectos socioeconómicos se analiza el nivel educativo, los recursos con los cuales se cuenta y el nivel de conocimientos sobre las problemáticas que los acogen, a continuación se analizan cada uno de estos aspectos.

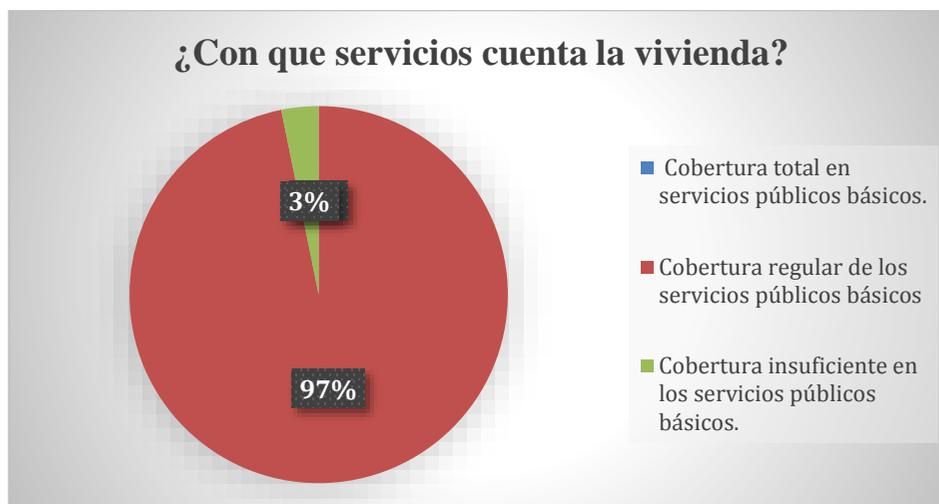


Figura 18: Servicios con los que cuentan las viviendas

Fuente: Autor

En el barrio Mariano Álvarez ninguna de las viviendas cuenta con una cobertura total en servicios públicos básicos, ya que el municipio de San Marcos no cuenta en su totalidad con el servicio de alcantarillado, por lo que la mayoría de las viviendas utiliza el sistema de pozas sépticas para el desalojo de aguas putrefactas, y las aguas producidas por el lavado de ropa y demás, las vierten a las calles y patios de las viviendas, produciendo focos de infección y deterioro de las vías públicas, situación que se descontrola con las inundaciones (PBOT 2008). El 97% de las viviendas en el barrio cuenta con servicio de energía, agua y gas y solo el 3% carece de al menos dos de los servicios básicos, siendo estas a su vez viviendas que presentan un mal estado de conservación y materiales frágiles, aumentando aún más su grado de exposición a las inundaciones.

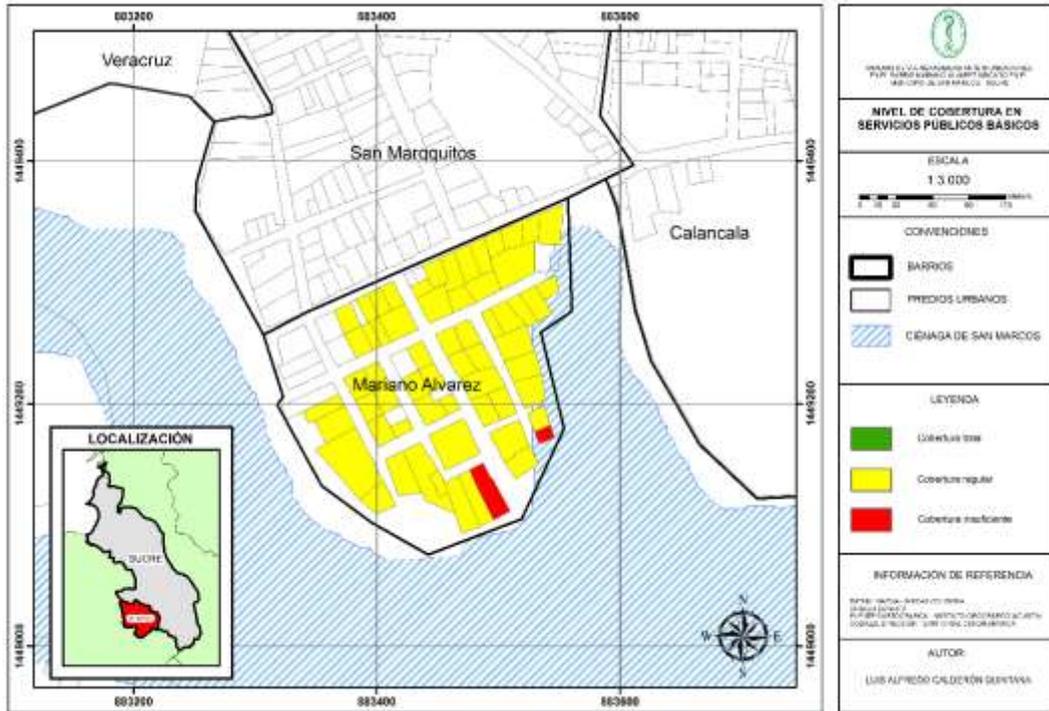


Figura 19. Distribución espacial del nivel de cobertura en servicios básicos.
Fuente: Autor

La distribución espacial permite apreciar como las viviendas con cobertura insuficiente en servicios públicos básicos se ubican en las proximidades de la ciénaga, correspondiendo estas a las viviendas en estado precario que presentan alto grado de susceptibilidad y de exposición ante las inundaciones.

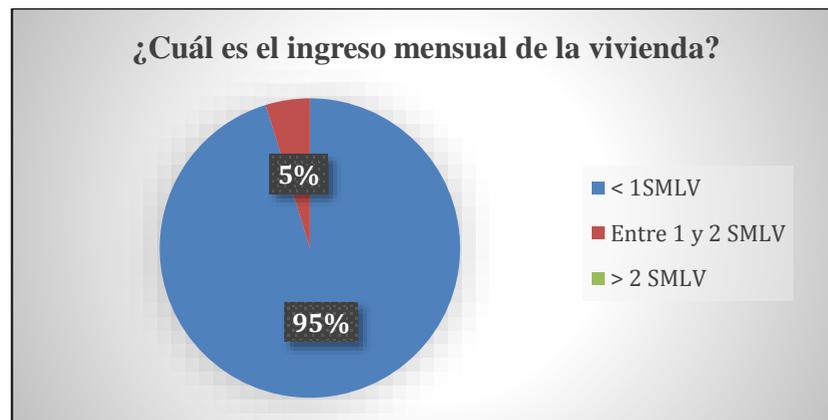


Figura 20: Ingreso mensual de la vivienda
Fuente: Autor

El nivel de ingresos se da principalmente por la fuente de trabajo, por lo que las oportunidades de empleo y el valor de los ingresos afectan de manera directa el nivel de vida de cada hogar, la mayoría de veces dichas actividades son mal remuneradas, por lo que hay una mayor probabilidad de ubicarse bajo la línea de la pobreza. Según las encuestas realizadas el 97% de los habitantes del barrio Mariano Álvarez viven del rebusque y de la pesca, por lo que sus ingresos mensuales no sobrepasan el SMLV y no les alcanza para satisfacer sus necesidades básicas, tan solo el 5% gana entre 1 y 2 SMLV, teniendo los ingresos justos para cubrir sus necesidades, estas viviendas se ubican en la parte central del barrio como se puede visualizar en la figura 21. Durante un evento de inundación la mayor parte del barrio no tendría los recursos necesarios para sobrellevar y reponer las pérdidas generadas, lo que los vuelve altamente vulnerables ante esa situación.

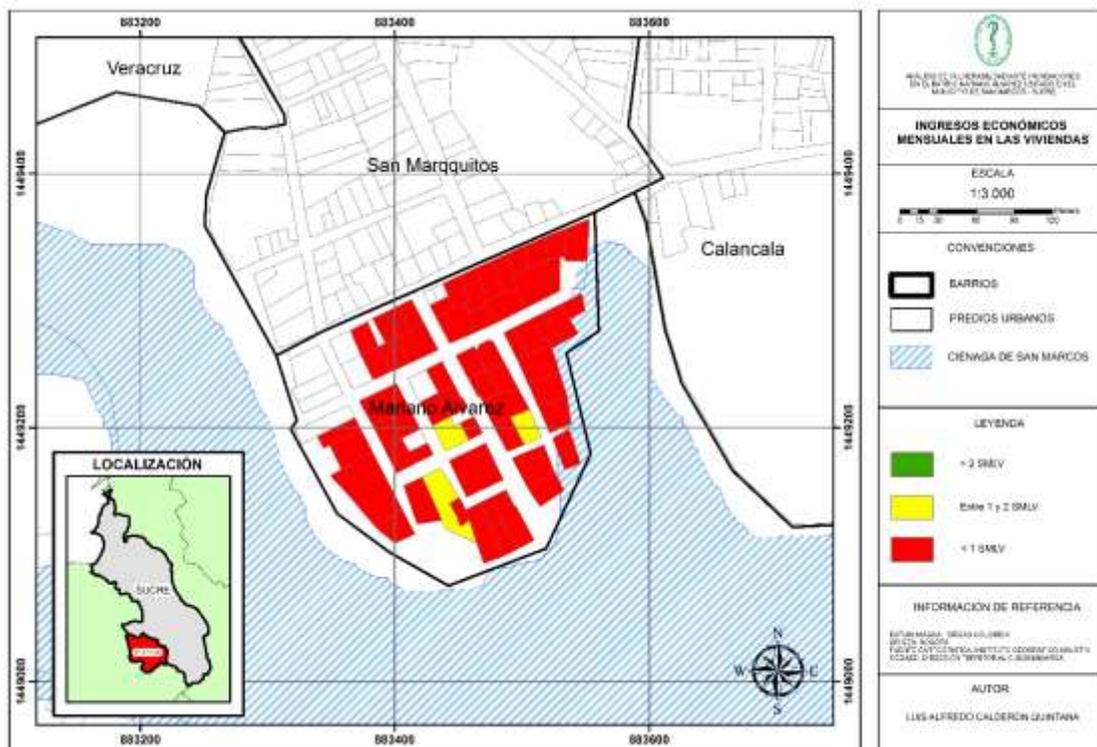


Figura 21. Distribución espacial del nivel de ingresos en las viviendas.

Fuente: Autor

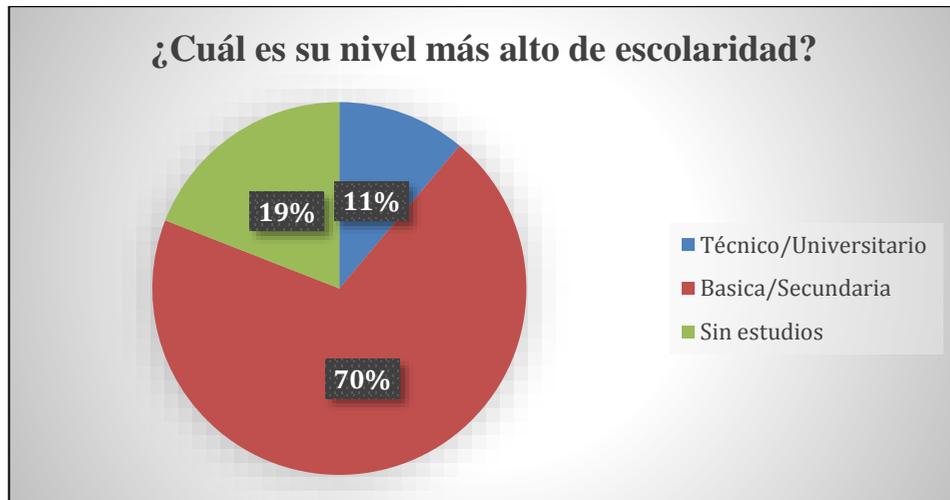


Figura 22: Nivel de escolaridad de los habitantes del barrio

Fuente: Autor

El nivel de escolaridad de las personas influye en la sensibilidad y en los niveles de concientización frente a una determinada amenaza (Thomas 2012), de igual forma las personas con estudios tienen más posibilidades de acceder al mercado laboral y por ende obtener una mejor remuneración salarial, en este sentido, las personas sin estudios o estudios básicos son más vulnerables puesto que su aspiración salarial se ve limitada al igual que su grado de concientización frente al peligro que representa una determinada amenaza. En el barrio Mariano Álvarez solo el 11% de la población ha cursado estudios superiores, siendo estos los menos vulnerables y los que poseen un salario por encima del mínimo, el 70% únicamente alcanzó a terminar la primaria o el bachillerato y el 19% nunca tuvo acceso a una educación, siendo estos los más vulnerables y los que tienen los ingresos más limitados.

El 57% de las viviendas encuestadas están compuestas por menos de 5 personas, presentando un valor relativamente bajo de habitantes y por ende un menor grado de susceptibilidad con respecto a otras viviendas, dado que son requeridos menos recursos para cubrir sus necesidades y para reponer pérdidas durante un evento de inundación, el 40% tiene entre 5 y 10 habitantes, siendo medianamente susceptibles y solo el 3% tiene más de 10 habitantes, representando el porcentaje más alto de hacinamiento y por ende los más vulnerables durante un evento de inundación, debido a que se requerirían más recursos económicos para sobrellevar los efectos de una inundación así como para cubrir sus necesidades, más aun si los ingresos de la vivienda solo dependen de una persona.

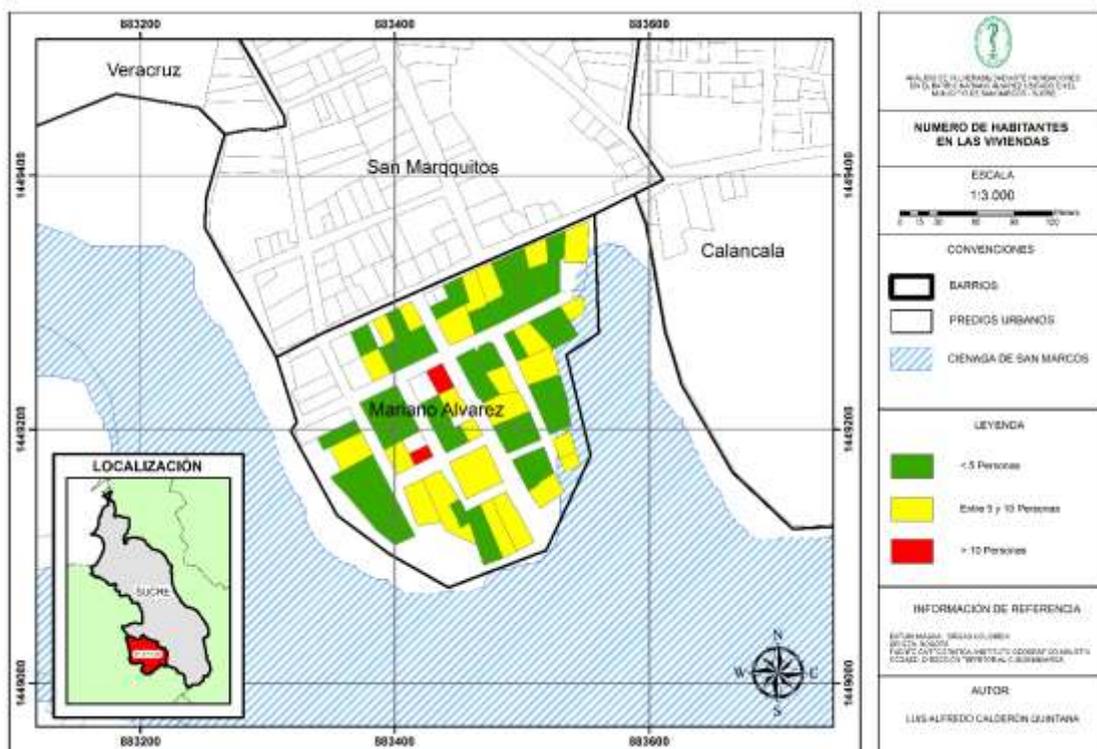


Figura 25. Distribución espacial del nivel de hacinamiento en las viviendas
 Fuente: Autor

Las representación espacial muestra que la distribución de las viviendas con más habitantes se da en toda el área del barrio, sin embargo gran parte de estos se sitúan al sur del barrio en las cercanías con la ciénaga de San marcos.

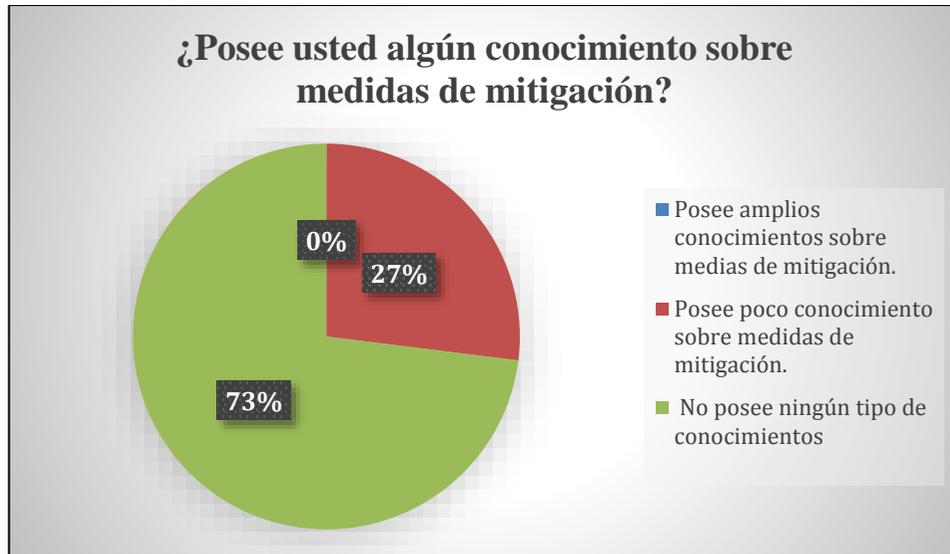


Figura 26: Conocimiento de las personas sobre medidas de mitigación

Fuente: Autor

El 73% de las personas encuestadas asegura no tener ningún conocimiento sobre medidas de mitigación ante las inundaciones y el 27% restante afirma conocer algunas técnicas, entre las que se destaca la construcción de diques o barreras elaboradas con costales de arena y en algunos casos únicamente arena como se puede evidenciar en la Figura 17, otra de las medidas empleadas por la comunidad ha sido el levantamiento de sus viviendas, permitiendo de esta manera que queden a un nivel superior al de la calle, cabe resaltar que este tipo de medida es más drásticas requiriendo una mayor inversión para su elaboración, por lo que no todas las personas tienen los recursos para llevarlas a cabo.

Las personas que conocen de algunas técnicas de mitigación han procedido a implementarlas en sus viviendas, logrando disminuir su grado de exposición a las inundaciones, pero en algunos casos estas técnicas han sido elaboradas sin tener en cuenta

aspectos técnicos y ambientales, por lo que algunas no han funcionado o terminaron afectando a otras personas, por este motivo se hacen importantes las capacitaciones en esta temática por parte de las autoridades competentes.



Figura 27: Medidas para mitigar las inundaciones
Fuente: Autor

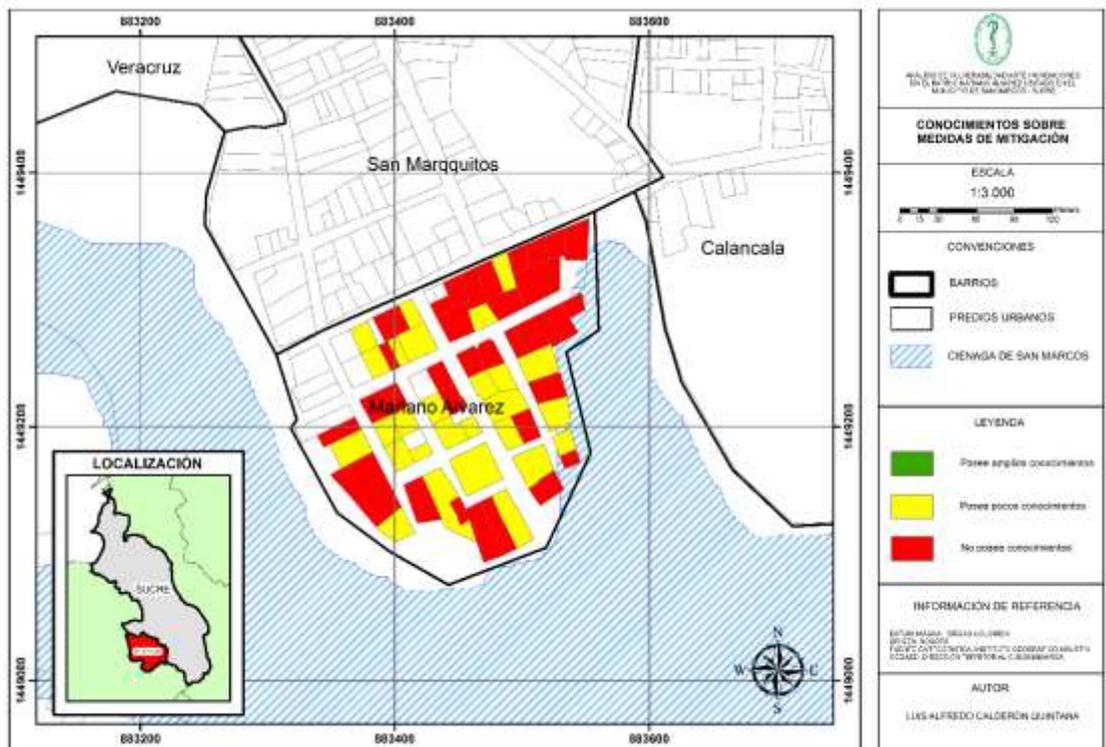


Figura 28. Distribución espacial de los conocimientos sobre medidas de mitigación
Fuente: Autor

Las personas ubicadas al sureste del barrio en su mayoría poseen conocimientos básicos sobre medidas de mitigación ante las inundaciones, al igual que las personas ubicadas en la parte central, esto dado la cercanía con la ciénaga y al impacto que reciben de las inundaciones. Las personas ubicadas al noreste que no poseen conocimientos sobre medidas de mitigación se encuentran altamente expuestos dado la cercanía con la ciénaga y a los posibles eventos de inundación que pueden afectarlos.



Figura 29: Percepción sobre el nivel de exposición ante las inundaciones

Fuente: Autor

La percepción ante una determinada amenaza resulta ser un factor importante, puesto que de ella depende el nivel de relajación y preparación que el individuo, la familia y la comunidad desarrollen para afrontar, resistir y superar el evento amenazante. Según los datos recolectados el 33% de las personas encuestadas se considera en un nivel bajo de exposición, el 40% se considera en un nivel medio y el 27% afirma tener una exposición alta a las inundaciones provocadas por la ciénaga de San Marcos, siendo un valor relativamente bajo esto considerando que según la modelación de zonas susceptibles a inundación realizada por el IDEAM aproximadamente el 90% del barrio es propenso a

Tabla 4: Resultados Nivel de Vulnerabilidad

| | Nombre | Coordenadas | | Nivel de vulnerabilidad | |
|----|---------------------------------|--------------|---------------|-------------------------|-------|
| | | Latitud | Longitud | | |
| 1 | Libia rosa Villadiego Villareal | 8°39'21.65"N | 75° 8'11.97"O | 69,17 | Medio |
| 2 | Milosa Villadiego Villareal | 8°39'21.86"N | 75° 8'11.26"O | 81,49 | Alto |
| 3 | María Ozuna | 8°39'21.99"N | 75° 8'11.78"O | 70,71 | Alto |
| 4 | Kiara Arroyo Pérez | 8°39'21.50"N | 75° 8'11.13"O | 75,33 | Alto |
| 5 | María Angélica Barrios Molina | 8°39'21.71"N | 75° 8'10.74"O | 75,79 | Alto |
| 6 | Roselda Meza Ramos | 8°39'21.90"N | 75° 8'10.44"O | 83,03 | Alto |
| 7 | Sara Vergara | 8°39'21.45"N | 75° 8'9.97"O | 78,41 | Alto |
| 8 | Gleni Ester Matos Parada | 8°39'21.92"N | 75° 8'8.93"O | 85,34 | Alto |
| 9 | Julio Chávez | 8°39'21.54"N | 75° 8'9.34"O | 86,88 | Alto |
| 10 | Elebeth Martínez Tarifa | 8°39'22.76"N | 75° 8'8.66"O | 78,41 | Alto |
| 11 | Yomaire Silva | 8°39'23.34"N | 75° 8'8.98"O | 81,49 | Alto |
| 12 | Nayibis Corpo Corrales | 8°39'23.20"N | 75° 8'8.48"O | 79,95 | Alto |
| 13 | Mirian Borges Paternina | 8°39'23.50"N | 75° 8'9.42"O | 76,87 | Alto |
| 14 | Nidian Silva Borges | 8°39'23.72"N | 75° 8'9.75"O | 77,64 | Alto |
| 15 | Justina Isabel | 8°39'23.59"N | 75° 8'9.14"O | 73,79 | Alto |
| 16 | Candelaria Sierra Gonzales | 8°39'23.79"N | 75° 8'9.68"O | 68,40 | Medio |
| 17 | Dairo Manuel Quintana Rivera | 8°39'23.96"N | 75° 8'9.19"O | 79,18 | Alto |
| 18 | Nadia Martínez | 8°39'24.23"N | 75° 8'9.22"O | 75,73 | Alto |
| 19 | Arquímedes Cardozo | 8°39'24.29"N | 75° 8'9.45"O | 73,02 | Alto |
| 20 | Maryolis Rodríguez | 8°39'24.63"N | 75° 8'9.29"O | 71,48 | Alto |
| 21 | Zaira Álvarez Tejada | 8°39'24.63"N | 75° 8'9.93"O | 73,79 | Alto |
| 22 | Celis Castillo Cotorra | 8°39'24.99"N | 75° 8'10.21"O | 78,41 | Alto |
| 23 | Eddier Martínez | 8°39'26.11"N | 75° 8'9.44"O | 71,48 | Alto |
| 24 | Ingrid Paola Argumedo Sarmiento | 8°39'26.10"N | 75° 8'9.64"O | 81,49 | Alto |
| 25 | Eneida Espitia Cordero | 8°39'26.03"N | 75° 8'9.75"O | 70,71 | Alto |
| 26 | Carmen Villalba | 8°39'25.87"N | 75° 8'9.74"O | 71,48 | Alto |
| 27 | Blanca Reino | 8°39'25.65"N | 75° 8'10.79"O | 73,02 | Alto |

| | | | | | |
|----|-------------------------------|--------------|---------------|-------|-------|
| 28 | Nuris Pérez Mercado | 8°39'25.22"N | 75° 8'11.17"O | 92,25 | Alto |
| 29 | Tania Arrieta Madariaga | 8°39'25.71"N | 75° 8'10.76"O | 71,48 | Alto |
| 30 | Orlys Álvarez | 8°39'29.19"N | 75° 8'6.28"O | 82,26 | Alto |
| 31 | Liseth Simanca | 8°39'29.06"N | 75° 8'7.40"O | 75,33 | Alto |
| 32 | Jaqueline Ledezma Mercado | 8°39'28.75"N | 75° 8'8.16"O | 73,79 | Alto |
| 33 | Rosa Angélica Arroyo | 8°39'28.59"N | 75° 8'8.66"O | 69,17 | Medio |
| 34 | Yolanda Munive Pupo | 8°39'28.88"N | 75° 8'8.96"O | 69,94 | Medio |
| 35 | Betilda Muribel Burgos | 8°39'28.47"N | 75° 8'9.00"O | 75,33 | Alto |
| 36 | Noemí López | 8°39'28.65"N | 75° 8'9.39"O | 67,63 | Medio |
| 37 | Yira Pacheco Meza | 8°39'28.45"N | 75° 8'9.88"O | 69,17 | Medio |
| 38 | Beatriz Jiménez Mora | 8°39'27.96"N | 75° 8'10.43"O | 73,79 | Alto |
| 39 | Osmira Zúñiga Payares | 8°39'26.19"N | 75° 8'12.57"O | 71,48 | Alto |
| 40 | Clara Luz Hernández | 8°39'26.08"N | 75° 8'11.62"O | 62,24 | Medio |
| 41 | Jorge Iván Prasca Acosta | 8°39'26.64"N | 75° 8'12.22"O | 69,97 | Medio |
| 42 | Rubiela Alean | 8°39'26.84"N | 75° 8'12.60"O | 69,17 | Medio |
| 43 | Carolina Núñez García | 8°39'26.75"N | 75° 8'11.85"O | 69,17 | Medio |
| 44 | Sader Rasca | 8°39'26.32"N | 75° 8'12.19"O | 64,55 | Medio |
| 45 | Andrés Felipe Sampayo Visseno | 8°39'25.52"N | 75° 8'11.17"O | 62,24 | Medio |
| 46 | Armando José Arrieta | 8°39'25.60"N | 75° 8'11.26"O | 68,40 | Medio |
| 47 | Wilson Arrieta | 8°39'25.25"N | 75° 8'11.80"O | 72,25 | Alto |
| 48 | Alberto Rimo Sambrano | 8°39'25.02"N | 75° 8'12.88"O | 71,78 | Alto |
| 49 | María Claudia Alean Rusdiño | 8°39'25.31"N | 75° 8'12.12"O | 70,71 | Alto |
| 50 | Fermina Meza Vergara | 8°39'23.71"N | 75° 8'14.57"O | 69,94 | Medio |
| 51 | Amparo Galván | 8°39'24.83"N | 75° 8'12.92"O | 76,10 | Alto |
| 52 | Ana Milena Betín | 8°39'24.94"N | 75° 8'12.62"O | 73,02 | Alto |
| 53 | Sandra Meza Gutiérrez | 8°39'25.32"N | 75° 8'12.53"O | 70,71 | Alto |
| 54 | Pedro Meza | 8°39'25.01"N | 75° 8'12.21"O | 70,71 | Alto |
| 55 | Armando José Alean Paternina | 8°39'24.38"N | 75° 8'12.44"O | 69,94 | Medio |
| 56 | Israel Ozuna | 8°39'23.97"N | 75° 8'12.21"O | 69,94 | Medio |
| 57 | Georgina Isabel Peñaloza | 8°39'23.69"N | 75° 8'12.57"O | 73,79 | Alto |

| | | | | | |
|----|--------------------------|--------------|---------------|-------|-------|
| 58 | Leslie Benítez Galván | 8°39'23.12"N | 75° 8'12.21"O | 68,40 | Medio |
| 59 | Lesly Ozuna | 8°39'22.95"N | 75° 8'10.95"O | 73,79 | Alto |
| 60 | Albertina Ortiz Suarez | 8°39'23.17"N | 75° 8'11.50"O | 72,25 | Alto |
| 61 | Jean José Pérez Correa | 8°39'23.30"N | 75° 8'11.18"O | 59,93 | Medio |
| 62 | Luisa Narváez Ballestera | 8°39'22.97"N | 75° 8'11.63"O | 69,17 | Medio |

Fuente: Autor

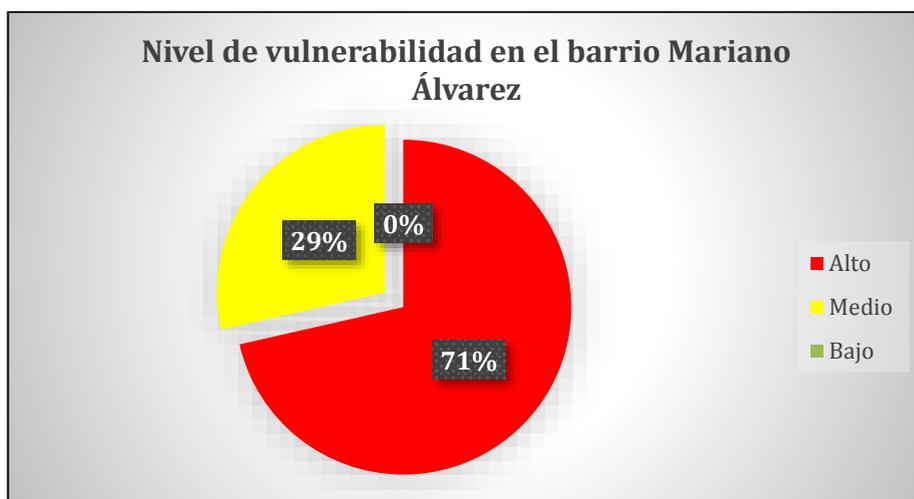


Figura 31: Nivel de vulnerabilidad en el barrio Mariano Álvarez

Fuente: Autor

Los resultados finales de la matriz de vulnerabilidad indicaron que el 71% del barrio Mariano Álvarez se encuentra en un estado de vulnerabilidad alto, mientras que el 29% restante se encuentra en un estado medio como se muestra en la Figura 19. Estos resultados obedecen a un comportamiento de los aspectos físicos y socioeconómicos donde prevalecen estructuras frágiles y actividades económicas débiles; dedicadas en su mayoría a la pesca y a las ventas informales, estas características se hacen más notorias en las viviendas más cercanas a la ciénaga, donde además la falta de educación y de recursos para sobrellevar las consecuencias de las inundaciones son más notorias.

3.3.1. Distribución espacial de la vulnerabilidad en el barrio Mariano Álvarez

Luego de obtener el valor de vulnerabilidad para cada vivienda encuestada y haciendo uso de las coordenadas geográficas tomadas en campo, se procedió a realizar una cartografía donde se visualiza la distribución de la vulnerabilidad en la zona de estudio.

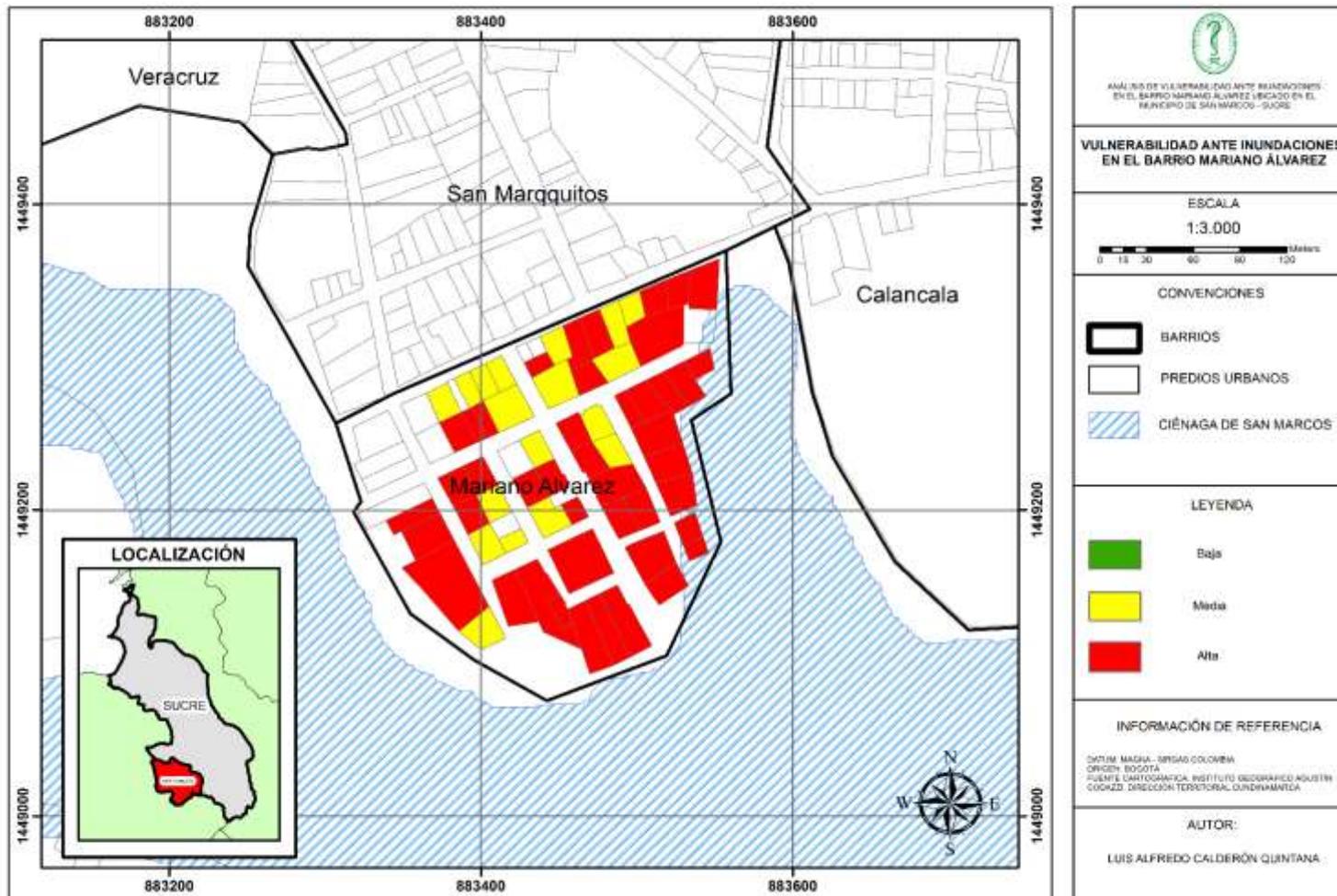


Figura 32: Vulnerabilidad ante inundaciones en el barrio Mariano Álvarez
Fuente: Autor

La dinámica general de la vulnerabilidad en la zona de estudio refleja que las viviendas más vulnerables se sitúan al noreste y al sureste del barrio donde se aprecia notablemente la cercanía con la ciénaga, así mismo las viviendas menos vulnerables se localizan en la parte norte y noroeste, donde la ciénaga se encuentra más distante y el terreno es más elevado como se pudo constatar en las visitas de campo realizadas, a partir de esto se pudo inferir que las viviendas más vulnerables poseen más cercanía con la ciénaga y además prevalece un mayor número de personas sin estudios o en su defecto estudios básicos que derivan en actividades económicas informales y por ende en menos recursos para ser resilientes ante los eventos de inundación.

3.4. MEDIDAS O ESTRATEGIAS DE MITIGACIÓN

Teniendo en cuenta los niveles de vulnerabilidad encontrados en el barrio Mariano Álvarez, en donde más del 70% se encuentra altamente vulnerable y basado en la modelación de zonas susceptibles a inundación realizadas por el IDEAM en colaboración con otras entidades para las inundaciones del 2010 - 2011 en donde cerca del 90% del barrio se encuentra dentro de estas áreas susceptibles (Figura 21), se hace necesario proponer una serie de medidas encaminadas a disminuir el grado de susceptibilidad de los habitantes ante la ocurrencia de eventos de inundación.

Considerando que la zona de estudio se ubica en una zona de influencia de la ciénaga de San Marcos en donde las inundaciones hacen parte de su dinámica natural, la construcción de medidas de mitigación directamente en la ciénaga pueden afectarla significativamente, debido a esto las medidas propuestas están enfocadas directamente en las viviendas, correspondiendo estas a estrategias para adaptarse a los eventos de inundación sin que

mecanismos de participación pública e información a la población, de modo que puede reducirse el riesgo existente y los impactos derivados de la inundación (Pinto 2016).

3.4.1 Medidas estructurales

✓ *Muros de protección:* Son estructuras simples cuya función es prevenir la entrada del agua a las viviendas, consisten esencialmente en un muro de determinada altura que rodea la construcción y previene el anegamiento de esta. Este tipo de medida ha sido utilizada por varios habitantes del barrio, dando resultados favorables en la protección contra las inundaciones (Figura 22).



Figura 34: Muros de protección contra inundaciones

Fuente: Autor

✓ *Barreras de contención:* Los sacos de arena cuando son propiamente llenados y colocados, pueden contener las aguas y evitar que lleguen a las viviendas. La población ha intentado construir barreras en sus viviendas, sobre todo aquellas cuyos patios colindan con la ciénaga, estas barreras han sido construidas únicamente con arena y sostenidas débilmente por tablas y cuerdas (Figura 23), el problema de este tipo de medidas radica en que el material puede ser fácilmente arrastrado por el agua ya que no posee ningún tipo

soporte, se propone entonces diseñar dichas barreras con costales, ya que estos aseguran que el material permanezca y no sea arrastrado por el agua.



Figura 35: Barreras construidas por la comunidad
Fuente: Autor

✓ *Elevación de viviendas:* Este tipo de medida consiste básicamente en llevar la vivienda a una altura superior del nivel de la calle, con el objetivo de prevenir la entrada del agua a los recintos, esta medida se hace pertinente teniendo en cuenta que más del 60% de las viviendas en el barrio poseen una altura inferior a los 30 cm con respecto al nivel de la calle como se evidencia en la figura 7, por lo que están altamente expuestas a los anegamientos, cabe resaltar que este tipo de medida es más drástica por lo que se requiere una mayor inversión para su realización.



Figura 36: Viviendas elevadas

Fuente: Autor

3.4.2 Medidas no estructurales

✓ Fortalecer el cumplimiento de las normas urbanísticas establecidas en el PBOT de San Marcos tales como:

- Proteger y conservar los recursos naturales y paisajísticos en el casco urbano del municipio definidos en una franja de 30 m desde el borde de la ciénaga, en la cual se prohíbe el vertimiento de residuos líquidos y sólidos así como el establecimiento de asentamientos urbanos.
- Prohibir el desarrollo de asentamientos urbanos en las zonas declaradas de riesgo por inundación si no se lleva un control de inundaciones adecuado.

✓ Establecer un sistema de alertas tempranas así como los mecanismos necesarios para su divulgación, de modo que la información pueda llegar a todas las personas expuestas y generar cierto grado de preparación frente a las inundaciones.

- ✓ Capacitaciones en temáticas de gestión de riesgo por parte de las autoridades competentes en todos los sectores y niveles para construir una cultura de resiliencia, esto considerando el grado de desconocimiento y la falta de educación de la población.
- ✓ Construir una base de datos de historial climático y de las inundaciones, para llevar un control de los eventos ocurridos en el pasado y los afectados por dichos eventos.
- ✓ Controlar el vertimiento de aguas residuales en las calles, para evitar el deterioro de estas y la creación de focos de infección que llegan a empeorarse durante las inundaciones. Las aguas residuales producto del lavado y otros usos, pueden ser reutilizadas en las viviendas ya sea para realizar aseo o para utilizarla en los retretes.
- ✓ Mantener en las viviendas un repelente contra insectos; especialmente para los mosquitos que son transmisores de enfermedades y pueden conllevar a afecciones mayores, esto considerando que las aguas de las inundaciones pueden durar meses en retirarse.
- ✓ Hacer más participe a la comunidad en los problemas que los acogen, sobre todo mayor participación de la junta de acción comunal ya que la existente no realiza las debidas gestiones y no vela por el bienestar de sus habitantes.

4. CONCLUSIONES

El análisis de vulnerabilidad en el barrio Mariano Álvarez permitió determinar que el 71% de la zona de estudio se encuentra en un nivel de vulnerabilidad alto, mientras que el 29% restante en un nivel medio ante la ocurrencia de las inundaciones provocadas por el desbordamiento de la ciénaga de San Marcos.

Con el análisis del aspecto físico se evidenció que la mayor parte de la población se encuentra altamente expuesta, debido principalmente a la ubicación del barrio en las inmediaciones de la ciénaga, además de esto los materiales de las viviendas así como su estado de conservación son en su mayoría deficientes, al igual que las características estructurales, no siendo lo suficientemente adecuadas para disminuir su grado de exposición ante las inundaciones.

El análisis socioeconómico permitió establecer que gran porcentaje de la población tiene ingresos insuficientes, debido a las actividades económicas informales producto de la falta de educación de la población, lo que limita su acceso a trabajos mejor remunerados, sumado a esto el nivel de hacinamiento en las viviendas, la falta de sensibilidad frente a la amenaza a la que están expuestos y el desconocimiento sobre medidas capaces de mitigar los impactos de las inundaciones los vuelve altamente susceptibles ante la ocurrencia de estas.

Finalmente con base en los análisis realizados es posible concluir que dadas las insuficiencias presentadas tanto en los aspectos físicos como socioeconómicos, durante un evento de inundación la mayor parte de la población se vería gravemente afectada, ya que no tendrían las capacidades para ser resilientes ante sus consecuencias.

5. RECOMENDACIONES

Con base en el estudio de vulnerabilidad ante inundaciones en el barrio Mariano Álvarez, se brindan una serie de recomendaciones con el fin disminuir el nivel vulnerabilidad de los habitantes y evitar el aumento del número de personas expuestas.

✓ La autoridad competente debe dar mayor cumplimiento a las normas urbanísticas definidas en el plan básico de ordenamiento territorial del municipio (PBOT), especialmente los artículos 65 y 66, donde se prohíben el desarrollo de asentamientos urbanos en zonas de riesgos de inundación y en la zona de ronda hídrica de la ciénaga de San marcos que corresponde a 30 m desde el borde de esta.

✓ Es importante hacer más partícipe a la comunidad con relación a la amenaza a la que están expuestos, promoviendo capacitaciones por parte de personas que dominen temas relacionados con la gestión de riesgo buscando los mecanismos para que la información pueda llegar directamente a los habitantes del sector y explicar de manera clara y sencilla la amenaza a la que están expuestos y su nivel de vulnerabilidad ante ella, de esta manera se logra que cada persona este consiente de su situación y puedan estar preparados para responder de manera positiva ante la ocurrencia de un evento de inundación.

✓ Organizar de forma seria y eficiente a la comunidad para que propenda por sus necesidades e intereses y busque la mejor manera de solucionar sus problemas y disminuir

la vulnerabilidad que ellos presentan. Esto se puede lograr con la formación de una representación comunitaria ante los entes territoriales.

✓ Fortalecer la junta de acción comunal para que cumpla con sus funciones y a su vez lidere un grupo que se encargue de realizar inspecciones regulares en las viviendas del sector para poder determinar el estado de estas y verificar si con el pasar del tiempo se han ido deteriorando para tomar medidas inmediatas y de esta forma no aumentar el nivel de vulnerabilidad.

✓ Mayor compromiso por parte de los entes gubernamentales para brindar ayudas y buscar soluciones para mitigar el nivel tanto de vulnerabilidad como de exposición de la comunidad.

6. BIBLIOGRAFÍA

- ✓ Aguilera, M. 2004. La Mojana: riqueza natural y potencial económico. Trabajo de grado sobre economía regional. Cartagena de indias, Colombia.
- ✓ Alcaldía municipal de San Marcos. 2008. Plan básico de ordenamiento territorial – PBOT. San Marcos - Sucre, Colombia.
- ✓ Angulo, K. 2014. Análisis del ordenamiento territorial del municipio de san marcos, sucre a la luz del fenómeno de la niña (2009-2012). Trabajo de grado Gestión y Desarrollo Urbano. Bogotá DC. Universidad colegio mayor de nuestra señora del rosario.
- ✓ Corporación para el desarrollo sostenible de la Mojana y el San Jorge – CORPOMOJANA. Plan de acción 2012 – 2015. San Marcos, Sucre.
- ✓ El Comercio. (En línea) 2010. <https://www.elcomercio.com/tendencias/construir/deterioro-ocho-causas.html>. Acceso: 10 Junio 2018.
- ✓ EL MERIDIANO. (En línea) 2017. <http://elmeridiano.co/los-golpea/84478>. Acceso: 23 febrero 2018.
- ✓ Estrategia Internacional para la Reducción de Desastres – EIRD. (En línea). 2004. <http://www.eird.org/esp/terminologia-esp.htm>. Acceso: 23 de mayo de 2018.

- ✓ Ferrari, M. 2012. Análisis de vulnerabilidad y percepción social de las inundaciones en la ciudad de Trelew, Argentina. Universidad Nacional de la Patagonia San Juan Bosco, Argentina.
- ✓ Fondo de prevención y atención de emergencias – FOPAE. (2012). Metodologías de análisis de riesgo – Documento soporte – Guía para elaborar planes de emergencia y contingencia. Bogotá, Colombia
- ✓ Grima, P. (2011). La certeza absoluta y otras ficciones: los secretos de la estadística. Editorial RBA libros. Barcelona, España.
- ✓ Guzmán, E., Morales, A. & Guerra, W. 2016. Determinación del grado de vulnerabilidad y cota de inundación del río Bogotá en el sector de recodo Fontibón. Trabajo de grado Ingeniería Civil. Universidad de la Salle. Bogotá D.C.
- ✓ Henoch, P. 2010. Vulnerabilidad Social. Más Allá de la Pobreza. Universidad de Chile.
- ✓ Instituto de hidrología, meteorología y estudios ambientales. IDEAM. (2007) Modelo institucional del IDEAM sobre el efecto climático de los fenómenos El Niño y La Niña en Colombia. Bogotá, D.C.
- ✓ Instituto de hidrología, meteorología y estudios ambientales. IDEAM. (En línea) 2017. <http://www.ideam.gov.co/web/agua/amenazas-inundacion>. Acceso: 20 febrero (2018).
- ✓ Instituto Nacional de Defensa Civil. 2011. Manual de estimación del riesgo ante inundaciones fluviales. Cuaderno técnico N° 02. Edición 2011. Lima, Perú.
- ✓ Ley 1523 de 2012. Diario Oficial 48411 de abril 24 de 2012. Bogotá D.C, Colombia, 24 de abril de 2012.

- ✓ Moreno, Jiménez; (2010). Sistemas de análisis de la información geográfica; Madrid, Editorial RAMA.
- ✓ Páez, N & Espitia, J. 2014. Manual para la atención y prevención del riesgo por inundación – Municipio de San Marcos, Sucre. Semillero de investigación ECOCIVIL. Universidad Católica de Colombia.
- ✓ Pinto, Jaime. (2016). La alta gerencia y las medidas de control para ejercer la interventoría en obras de mitigación del sistema de alcantarillado pluvial. Universidad Militar Nueva Granada. Bogotá D.C, Colombia.
- ✓ Ramírez, L., Cubillos, J. 2016. Estudio de vulnerabilidad por el fenómeno de inundación del barrio ciudadela el recreo bosa en la ciudad de Bogotá. Universidad de la Salle. Facultad de Ingeniería Civil. Bogotá D.C.
- ✓ Rodríguez, J. Alcocer, V. Albornoz, P. Llaguno, O. & Maldonado J. 2014. Problemática de inundaciones en zonas urbanas y propuestas de solución desde un enfoque matemático. Chetumal Quintana Roo, México.
- ✓ Sedano, K., Carvajal, Y, & Ávila, A. 2013. Análisis de aspectos que incrementan el riesgo de inundaciones en Colombia. Universidad de Caldas. Colombia.
- ✓ Tamayo, D., Hincapié, M. 2016. Un estado del arte del análisis cualitativo y cuantitativo de riesgos en proyectos. Universidad EAFIT. Maestría en gerencia de proyectos. Medellín, Colombia.
- ✓ Thomas, J. 2013. Evaluación de la vulnerabilidad social ante amenazas naturales en Manzanillo (Colima). Un aporte de método. Departamento de Geografía, Universidad del Valle, Ciudad Universitaria Meléndez, Cali, Colombia.

✓ Unidad Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres – UNGRD. 2012. Guía metodológica para la elaboración de Planes Departamentales para la Gestión del Riesgo. Colombia.

ANEXOS

Anexo I: Formato encuesta de vulnerabilidad

DATOS GENERALES

| Ubicación Geográfica | | Longitud (N) | Latitud (w) | | |
|----------------------|--|----------------|---------------|-----|-----|
| | | | | | |
| Punto de Muestreo No | | Fecha | Día | Mes | Año |
| | | | | | |

DATOS PERSONALES

| Nombres | | Apellidos | |
|---------|--|-----------|--|
| Edad | | Sexo | |
| | | | |

A continuación se presentan unas preguntas, le agradecemos conteste de la manera más honesta posible, sus respuestas serán anónimas y se utilizarán para sustentar la investigación de un proyecto de grado de ingeniería ambiental.

CUESTIONARIO

| |
|--|
| <p>1. ¿Cuánto tiempo tiene de construida la vivienda?</p> <p><input type="checkbox"/> Menor a 5 años <input type="checkbox"/> Entre 5 y 20 años <input type="checkbox"/> Mayor a 20 años</p> |
| <p>2. Material de construcción de la vivienda.</p> <p><input type="checkbox"/> Estructura con adecuada técnica constructiva de concreto o acero</p> <p><input type="checkbox"/> Estructuras de concreto o madera sin adecuada técnica constructiva</p> <p><input type="checkbox"/> Estructuras en adobe, bahareque y otros de menor resistencia</p> |
| <p>3. Altura de la vivienda con respecto al nivel de la calle.</p> <p><input type="checkbox"/> Mayor a 30 cm <input type="checkbox"/> Entre 10 y 30 cm <input type="checkbox"/> Menor a 10 cm</p> |
| <p>4. Distancia de la vivienda al cuerpo de agua</p> <p><input type="checkbox"/> Mayor a 5 Km <input type="checkbox"/> Entre 1 y 5 Km <input type="checkbox"/> Menor a 1 Km</p> |
| <p>5. Estado en el cual se encuentra la vivienda</p> <p><input type="checkbox"/> Bueno <input type="checkbox"/> Regular <input type="checkbox"/> Malo</p> |

| | | |
|--|--|--|
| 6. ¿Con que servicios cuenta la vivienda? | | |
| <input type="checkbox"/> Agua | <input type="checkbox"/> Energía | <input type="checkbox"/> Alcantarillado <input type="checkbox"/> Gas |
| 7. ¿Cuál es el ingreso mensual que llega a la vivienda? | | |
| <input type="checkbox"/> Mayor a 2 SMLV | <input type="checkbox"/> Entre 1 y 2 SMLV | <input type="checkbox"/> Menor a 1 SMLV |
| 8. ¿Con que frecuencia se inunda la vivienda al año? | | |
| <input type="checkbox"/> Entre 0 y 2 veces | <input type="checkbox"/> Entre 2 y 4 veces | <input type="checkbox"/> Más de 5 veces |
| 9. ¿Qué nivel alcanza el agua durante los eventos de inundación? | | |
| <input type="checkbox"/> Menor a 10 cm | <input type="checkbox"/> Entre 10 y 30 cm | <input type="checkbox"/> Mayor a 30 cm |
| 10. ¿Cuál es su nivel más alto de escolaridad? | | |
| <input type="checkbox"/> Técnico / Universitario | <input type="checkbox"/> Básica / Secundaria | <input type="checkbox"/> Sin estudios |
| 11. ¿Cuántas personas viven en la vivienda? | | |
| <input type="checkbox"/> Menor a 5 | <input type="checkbox"/> Entre 5 y 10 | <input type="checkbox"/> Mayor a 10 |
| 12. ¿Posee usted algún conocimiento sobre medidas de mitigación contra inundaciones? | | |
| <input type="checkbox"/> Tiene amplios conocimientos sobre medidas de mitigación contra inundaciones | | |
| <input type="checkbox"/> Posee poco conocimiento sobre medidas de mitigación | | |
| <input type="checkbox"/> No posee ningún tipo de conocimientos sobre medidas de mitigación | | |
| 13. ¿En qué nivel de exposición considera que se encuentra usted ante las inundaciones? | | |
| <input type="checkbox"/> Alto | <input type="checkbox"/> Medio | <input type="checkbox"/> Bajo |

DATOS DEL ENCUESTADOR

| | |
|------------------|--|
| Nombre | |
| Teléfono | |
| Dirección | |

Anexo 2: Ciénaga de San Marcos.



Anexo 3: Recolección de información primaria



Anexo 4: Medidas de mitigación realizadas por la comunidad



Anexo 5: Aguas residuales producto del lavado y otros usos.



Anexo 6: Cartografía de espacialización de las variables físicas y socioeconómica y nivel de vulnerabilidad final.