



Universidad de Guayaquil

**UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL
FACULTAD DE ARQUITECTURA Y URBANISMO**

**TRABAJO DE TITULACIÓN
PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE:**

**MAGÍSTER EN ARQUITECTURA CON MENCIÓN EN
PLANIFICACIÓN TERRITORIAL Y GESTIÓN AMBIENTAL**

**TEMA:
PROPUESTA DE UN SISTEMA DE ALERTA TEMPRANA ANTE
RIESGOS DE INUNDACIONES EN LA ZONA URBANA DEL CANTÓN
MILAGRO, ECUADOR.**

**REALIZADO POR:
ING. ANDRÉS EDUARDO MURILLO SUÁREZ**

**TUTOR:
ARQ. ROSA PIN GUERRERO, MSc.**

GUAYAQUIL – ECUADOR

2020

ANEXO IX. – FICHA DE REGISTRO DEL TRABAJO DE TITULACIÓN
REPOSITORIO NACIONAL EN CIENCIA Y TECNOLOGÍA

FICHA DE REGISTRO DE TRABAJO DE TITULACIÓN		
TÍTULO:	Propuesta de un sistema de alerta temprana ante riesgos de inundaciones en la zona urbana del Cantón Milagro, Ecuador.	
AUTOR(ES) (apellidos/nombres):	Murillo Suárez Andrés Eduardo	
DIRECTOR DEL TRABAJO DE TITULACIÓN: (apellidos/nombres):	Rosa Guerrero Pin María	
INSTITUCIÓN:	Universidad de Guayaquil	
UNIDAD/FACULTAD:	Facultad De Arquitectura Y Urbanismo	
PROGRAMA DE MAESTRÍA:	Maestría en Arquitectura, mención Planificación Territorial y Gestión Ambiental	
GRADO OBTENIDO:	Magíster en Arquitectura mención Planificación Territorial y Gestión Ambiental	
FECHA DE PUBLICACIÓN:	Diciembre, 2020	No. DE PÁGINAS: 81
ÁREAS TEMÁTICAS:	Ordenamiento Territorial Y Urbanismo	
PALABRAS CLAVES/ KEYWORDS:	Sistema de alerta temprana, Gestión de riesgos de Inundaciones, Resiliencia, Vulnerabilidad, Participación Ciudadana	
<p>RESUMEN/ABSTRACT (150-250 palabras):</p> <p>Los riesgos por inundaciones se ven incrementados anualmente debido a factores hidro-climatológicos, se discute si son influenciados por el cambio climático o simplemente producto de la variabilidad climática. A esto se suma la vulnerabilidad de las poblaciones por la ocupación del territorio en zonas de peligro, especialmente en países latinoamericanos como en el Ecuador y la insuficiente planificación urbana en temas de gestión de riesgos. Esta investigación alineada a los Objetivos de Desarrollo Sostenible y al Marco de Sendai para la reducción de riesgos ante desastres, propone un sistema de alerta temprana tecnológico enfocado en la participación ciudadana. Para esto analiza los sectores con mayor riesgo de inundación en el área urbana de la ciudad de Milagro, se diseña una metodología para alertar previamente a la comunidad sobre la ocurrencia de estos eventos, concluyendo que es una estrategia sostenible para fortalecer las capacidades de la población de estudio a fin de construir comunidades resilientes y reducir su vulnerabilidad.</p>		
ADJUNTO PDF:	SI (X)	NO ()
CONTACTO CON AUTOR/ES:	Teléfono: 0982403466	E-mail: andres_murillo88@hotmail.com
CONTACTO CON LA INSTITUCIÓN:	Nombre: Abg. Giovanni Francisco Brando Flores	
	Teléfono: 0997538109	
	E-mail: geovanni.brandof@ug.edu.ec	

ANEXO X. – DECLARACIÓN DE AUTORÍA Y DE AUTORIZACIÓN DE LICENCIA GRATUITA
INTRANSFERIBLE Y NO EXCLUSIVA PARA EL USO NO COMERCIAL DE LA OBRA CON FINES NO
ACADÉMICOS

FACULTAD DE ARQUITECTURA Y URBANISMO
MAESTRÍA EN ARQUITECTURA, MENCIÓN PLANIFICACIÓN TERRITORIAL Y GESTIÓN AMBIENTAL

LICENCIA GRATUITA INTRANSFERIBLE Y NO COMERCIAL DE LA OBRA CON FINES NO ACADÉMICOS

Yo / Nosotros, Andrés Eduardo Murillo Suárez, (nombre (s) del/ de los estudiantes), con C.I. No. 0923481774, certifico/amos que los contenidos desarrollados en este trabajo de titulación, cuyo título es "Propuesta de un sistema de alerta temprana ante riesgos de inundaciones en la zona urbana del Cantón Milagro, Ecuador." son de mi/nuestra absoluta propiedad y responsabilidad, en conformidad al Artículo 114 del CÓDIGO ORGÁNICO DE LA ECONOMÍA SOCIAL DE LOS CONOCIMIENTOS, CREATIVIDAD E INNOVACIÓN*, autorizo/amos la utilización de una licencia gratuita intransferible, para el uso no comercial de la presente obra a favor de la Universidad de Guayaquil.



Firmado electrónicamente por:
**ANDRES EDUARDO
MURILLO SUAREZ**

ANDRÉS EDUARDO MURILLO SUÁREZ

C.I.No. 0923481774

TABLA DE CONTENIDO

1. TEMA.....	5
2. RESUMEN	5
3. ANTECEDENTES Y PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN.....	6
3.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	31
4. LÍNEA DE INVESTIGACIÓN	31
5. OBJETIVO GENERAL Y OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	31
5.1. OBJETIVO GENERAL.....	31
5.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	32
6. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA	32
7. METODOLOGÍA.....	50
8. DISCUSIÓN	54
9. CONCLUSIONES	76
10. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	78

ÍNDICE DE TABLAS

<i>Tabla 1.</i> Población total cantonal dividida en urbana y rural.	15
<i>Tabla 2.</i> Cobertura de Servicios Básicos.	23
<i>Tabla 3.</i> Registro de Inundaciones reportados en la plataforma DesInventar desde 1983 a 2019.....	27
<i>Tabla 4.</i> Terminología aplicada en la investigación.	32
<i>Tabla 5.</i> Objetivos y Metas de los ODS que se alinean en la investigación.....	38
<i>Tabla 6.</i> Nivel de participación en las diferentes etapas de la propuesta.....	46
<i>Tabla 7.</i> Estudios análogos comparativos de casos	50
<i>Tabla 8.</i> Datos de boletines anuales meteorológicos desde 1990 hasta 2013.....	57
<i>Tabla 9.</i> Barrios ubicados en zonas de riesgo; R=Regularizados; I=Irregulares. .	63
<i>Tabla 10.</i> Ubicación de Limnímetros y sensores electrónicos para monitoreo de nivel de agua en afluentes hídricos de la zona urbana de Milagro.....	65
<i>Tabla 11.</i> Directrices de simulación para reportes del nivel del agua.	67
<i>Tabla 12.</i> Modelo participativo ciudadano del sistema de alerta temprana.	71
<i>Tabla 13.</i> Criterios para evaluar el factor económico.....	73
<i>Tabla 14.</i> Criterios para evaluar el factor social.	74
<i>Tabla 15.</i> Criterios para evaluar el factor ambiental.....	74
<i>Tabla 16.</i> Criterios para evaluar el factor institucional.....	75
<i>Tabla 17.</i> Ponderación de indicadores de sostenibilidad.	75

ÍNDICE DE FIGURAS

<i>Figura 1.</i> Mapa de Inundaciones ocurridas en Ecuador durante Fenómenos de variabilidad climática. Fuente: Demoraes y D'Ercole, (2001).	10
<i>Figura 2.</i> Mapa de Zonas potencialmente inundables en el Ecuador. Fuente: Demoraes y D'Ercole, (2001).	11
<i>Figura 3.</i> Mapas de principales inundaciones durante los fenómenos de El Niño de izquierda a derecha: 1972-73, 1982-83, 1997-98. Fuente: CAF, (2000).	12
<i>Figura 4.</i> Mapas de áreas afectadas durante eventos de inundaciones en los años de izquierda a derecha: 2008, 2012. Fuente: SGR-CLIRSEN-SENPLADES, (2012).	13
<i>Figura 5.</i> Ubicación de la provincia del Guayas (color naranja) y del cantón San Francisco de Milagro (color verde). Fuente: Elaboración propia.	14
<i>Figura 6.</i> Localización geográfica del cantón. Leyenda de cantones: 1 Milagro; 2 Juján; 3 Yaguachi; 4 Marcelino Maridueña; 5 Naranjito; 6 Simón Bolívar. Fuente: CLIRSEN, 2012.	14
<i>Figura 7.</i> Distribución de la PEA por actividades económicas. Fuente: GAD Milagro, 2014.	15
<i>Figura 8.</i> Uso de la Tierra en el cantón Milagro. Fuente: CLIRSEN, 2012.	16
<i>Figura 9.</i> Mapa geomorfológico del cantón Milagro. Fuente: CLIRSEN, 2012. ..	17
<i>Figura 10.</i> Mapa de cuencas y subcuencas hidrográficas del Río Guayas. Fuente: SENPLADES	18
<i>Figura 11.</i> Mapa Ecuatoriano del Sistema Nacional de Áreas Protegidas. Fuente: Ministerio del Ambiente.	19
<i>Figura 12.</i> Área urbana del cantón Milagro. Fuente: Elaboración propia.	19
<i>Figura 13.</i> División de parroquias urbanas de Milagro. Fuente: GAD-Milagro (2014).	20
<i>Figura 14.</i> Establecimientos educativos primarios. FUENTE: GAD-Milagro (2014).	21
<i>Figura 15.</i> Establecimientos educativos secundarios. FUENTE: GAD-Milagro (2014).	22
<i>Figura 16.</i> Sub-centros de salud. FUENTE: GAD-Milagro (2014).	22
<i>Figura 17.</i> Centros hospitalarios. FUENTE: GAD-Milagro (2014).	23
<i>Figura 18.</i> Red de alcantarillado sanitario. FUENTE: GAD-Milagro (2014).	24
<i>Figura 19.</i> Red de alcantarillado pluvial. FUENTE: GAD-Milagro (2014).	24
<i>Figura 20.</i> Mapa de estructura vial. FUENTE: GAD-Milagro (2014).	25
<i>Figura 21.</i> Fotos aéreas de zonas inundadas durante la temporada de lluvia del año 2012. Fuente: Gobierno Provincial del Guayas.	27
<i>Figura 22.</i> Etapas del modelo ante inundaciones para considerar la participación ciudadana. Fuente: Mulligan et al. (2019)	46
<i>Figura 23.</i> Analogía comparativa de casos de estudio. Fuente: Google Maps.	52
<i>Figura 24.</i> Cantidad de reportes de inundaciones registrados por años desde 1983 hasta 2019. Fuente: DesInventar.	54

<i>Figura 25.</i> Viviendas destruidas y afectadas por inundaciones registrados por años desde 1983 hasta 2019. Fuente: DesInventar.....	56
<i>Figura 26.</i> Personas damnificadas y afectadas por inundaciones registrados por años desde 1983 hasta 2019. Fuente: DesInventar.....	57
<i>Figura 27.</i> Rangos de precipitación media anual desde 1990 hasta el 2013. Fuente: INAMHI.....	58
<i>Figura 28.</i> Histograma Estacional de inundaciones registradas en los años desde 1983 hasta 2019. Fuente: DesInventar.....	59
<i>Figura 29.</i> Días de precipitación anual desde 1990 hasta el 2013. Fuente: INAMHI.....	59
<i>Figura 30.</i> Mapa de sub-cuencas hidrográficas y estaciones meteorológicas. Fuente: Elaboración propia.....	60
<i>Figura 31.</i> Modelo digital de elevación (altitud) en la zona urbana de Milagro. Fuente: Elaboración propia.....	61
<i>Figura 32.</i> Modelo digital de elevación (pendiente) en la zona urbana de Milagro. Fuente: Elaboración propia.....	61
<i>Figura 33.</i> Modelo digital de elevación (visualización 3D) en la zona urbana de Milagro. Fuente: Elaboración propia.....	62
<i>Figura 34.</i> Mapa de zonas susceptibles a inundaciones en Milagro. Fuente: Elaboración propia.....	62
<i>Figura 35.</i> Modelo de sensores para medición del nivel de agua. Fuente: Sulistyowati et al., (2017).....	65
<i>Figura 36.</i> Diseño de red wifi modificado de Supani et al., (2018) para conexión al sistema de alerta temprana ante inundaciones en Milagro. Fuente: Elaboración Propia.....	66
<i>Figura 37.</i> Diagrama del sistema de alerta temprana ante inundaciones. Fuente: Elaboración Propia.....	68
<i>Figura 38.</i> Diagrama de conformación de redes de participación ciudadana. Fuente: Secretaría de Gestión de Riesgos (2018).....	69
<i>Figura 39.</i> Procedimientos a seguir en el sistema de alerta temprana en las diferentes etapas de la gestión de riesgos. Fuente: Plan de Contingencia ante inundaciones GAD Milagro (2008).	70
<i>Figura 40.</i> Análisis de sostenibilidad del proyecto. Fuente: Elaboración Propia.	76

1. TEMA.

Propuesta de un sistema de alerta temprana ante riesgos de inundaciones en la zona urbana del Cantón Milagro, Ecuador.

2. RESUMEN

Los riesgos por inundaciones se ven incrementados anualmente debido a factores hidroclimatológicos, se discute si son influenciados por el cambio climático o simplemente producto de la variabilidad climática. A esto se suma la vulnerabilidad de las poblaciones por la ocupación del territorio en zonas de peligro, especialmente en países latinoamericanos como en el Ecuador y la insuficiente planificación urbana en temas de gestión de riesgos.

Este trabajo alineado a los objetivos de desarrollo sostenible y al Marco de Sendai para la reducción de riesgos ante desastres, propone un diseño para un sistema de alerta temprana tecnológico con enfoque participativo. Para conocer la magnitud de los daños ocasionados por inundaciones se consideran los registros históricos de eventos de inundación en el cantón Milagro, así como la información meteorológica para identificar la variabilidad climática. El análisis del territorio estudia en el área datos como: pendiente, elevación, afluentes, tipo de suelo, precipitaciones e imágenes satelitales que permiten la elaboración de un mapa de las zonas susceptibles a inundaciones con el objeto de identificar los sectores con mayor riesgo a desastres por crecidas y anegamiento de aguas en la zona urbana del cantón Milagro.

Para que se aumente la preparación frente a inundaciones a fin de dar una respuesta eficaz y fortalecer la gobernanza, el diseño del sistema de alerta temprana toma en cuenta los recursos disponibles en la zona de estudio. En este sentido la participación local y el uso de las tecnologías de la información y comunicación coadyuvan a ese logro. Para la recolección de datos y emisión de alertas, se propone el ingreso de información con datos diarios de la estación

meteorológica ubicada en Milagro que reportaría la cantidad de precipitación, equipos de medición a través de sensores electrónicos ultrasónicos que reportarían de manera automática el nivel de agua y los limnómetros en puentes para el monitoreo por los ciudadanos de la variación del nivel de agua, datos transmitidos por una aplicación móvil android a través de una red wifi al centro de monitoreo dirigido por el Gobierno Municipal de Milagro, quienes la procesarán con un microcontrolador que calculará el nivel del agua para predecir el estado de las inundaciones, validados por los técnicos del Gobierno local para evitar errores en alertas. El sistema permite la visualización en tiempo real de la condición de inundación por la ciudadanía en general, finalmente, dependiendo del estado de alerta reportado y validado, se emiten los respectivos mensajes de advertencia mediante mensaje de texto, llamadas y notificaciones, además indica los procedimientos a seguir en todas las fases de la gestión de riesgos para garantizar un funcionamiento continuo.

Se ejecuta un análisis de sostenibilidad de la propuesta estudiando cómo influyen factores económicos, ambientales, sociales e institucionales, que como salida fortalecen las capacidades de la población con la finalidad de construir comunidades resilientes y disminuir su vulnerabilidad.

3. ANTECEDENTES Y PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN.

La Organización de Naciones Unidas, el 25 de septiembre de 2015, aprueban una agenda que se titula: *“Transformar nuestro mundo: la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible”*, la que plantea 17 Objetivos conocidos como ODS y 169 metas para las personas y el planeta que constituyen un llamamiento universal a la acción para poner fin a la pobreza, proteger el planeta y mejorar la vida y perspectiva de las personas en todo el mundo.

El objetivo 1 de la Agenda 2030, denominado “Fin de la pobreza” indica que se debe finalizar la pobreza en todas sus modos en todo el planeta”, donde una

de sus metas trata sobre fomentar la resiliencia, reducir la exposición y vulnerabilidad a fenómenos intensos relacionados con el clima.

Además el objetivo 3 de la Agenda 2030, denominado "Salud" indica que se debe asegurar una vida saludable y fomentar el bienestar para todas las personas en todas las edades, donde su última meta trata sobre fortalecer las capacidades de las naciones en materia de alerta temprana, reducción y gestión de riesgos.

También, en el objetivo 11 de la Agenda 2030, denominado "Ciudades y Comunidades Sostenibles" indica que se debe conseguir que las localidades sean más incluyentes, estables, resilientes y sostenibles para lo cual es urgente el aumento considerable de ciudades y asentamientos humanos que adopten y pongan en marcha políticas y planes integrados para fomentar la inclusión, el uso eficiente de los recursos, la adaptación al cambio climático así como su mitigación y adaptación a él, también la resiliencia ante los eventos adversos. Esta investigación en su propuesta se alinearán a cuatro metas del Objetivo 11 de los ODS.

En este sentido la meta del Marco de Sendai, adoptado el 14 de marzo del 2015, en la Tercera Conferencia Mundial de la Organización de Naciones Unidas para la Reducción del Riesgo de Desastres, plantea la disminución sustancial del riesgo y de las pérdidas ocasionadas por los eventos adversos, tanto en vidas, salud, medios de subsistencia como en bienes económicos, sociales, físicos, ambientales y culturales de las individuos, empresas, poblaciones y países; dicho marco cuenta con cuatro prioridades de acción que se enmarcan en la propuesta, las cuales son:

Prioridad 1: Comprender el riesgo de desastres.

Prioridad 2: Fortalecer la gobernanza del riesgo de desastres para gestionar dicho riesgo.

Prioridad 3: Invertir en la reducción del riesgo de desastres para la resiliencia.

Prioridad 4: Aumentar la preparación para casos de desastre a fin de dar una respuesta eficaz y "reconstruir mejor" en los ámbitos de la recuperación, la rehabilitación y la reconstrucción.

El Marco de Sendai, además plantea siete objetivos globales para prever la aparición de nuevos riesgos y reducir los actuales, desarrollando medidas integradas e incluyentes de índole económica, estructural, legal, social, sanitaria, cultural, didáctica, ambiental, tecnológica, política e institucional que eviten y reduzcan la exhibición a las amenazas y la vulnerabilidad de los desastres, incrementen la preparación antes, durante y después del evento, y de ese modo refuercen la resiliencia; de los cuales este estudio se alinea firmemente a cuatro de ellos.

La visión del Ecuador alineada al objetivo 11 para el desarrollo sostenible publicada por Planifica Ecuador, (2019) en el Informe de Avance del Cumplimiento de la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible, indica que es indispensable promover un hábitat seguro, con servicios de transporte apropiados, disminuyendo la vulnerabilidad de las comunidades frente a las amenazas, por medio de una gestión sostenible del uso y ocupación del territorio, la planificación ante el riesgo de desastres y la recuperación frente a eventos adversos.

Por lo que se acoge lo descrito por la Oficina de las Naciones Unidas para la Reducción del Riesgo de Desastres (UNISDR, 2015), que establece que no se puede lograr el desarrollo sostenible sino se aminora el riesgo de desastres.

El Ecuador realiza el Plan Nacional de Seguridad Integral, el mismo que contiene el Plan Específico de Gestión de Riesgos 2019 – 2030, publicado por el Servicio Nacional de Gestión de Riesgos y Emergencias, (2019), que contiene 7 objetivos alineados al Marco de Sendai, para que se logre una auténtica transversalización de la gestión de riesgos en los representantes del Sistema

Nacional de Gestión de Riesgos y Emergencias conocido como SNGRE, los mismos que se indican a continuación:

1. Optimizar la comprensión del riesgo de desastres a nivel local, así como la aproximación a la información pública para que los actores del SNGRE instauren acciones orientadas a evadir la generación de nuevas situaciones de riesgos, como disminuir los resultados de los riesgos presentes, operando directamente sobre la vulnerabilidad.
2. Mejorar la gobernanza de los actores del SNGRE y la sociedad civil para ocupar sus competencias y atribuciones en el ámbito de la gestión de riesgos.
3. Fomentar la ejecución de estrategias de disminución de riesgos y adecuación a la variabilidad climática en instituciones públicas y privado, que admitan acrecentar la resiliencia ante riesgo de calamidades.
4. Aumentar la planificación para la respuesta y restablecimiento temprano ante escenarios de catástrofes y/o emergencias, con los actores del SNDGR.
5. Realizar políticas públicas para la preparación de la recuperación luego de los desastres.
6. Promover la puesta en funcionamiento de políticas públicas y mecanismos para el traspaso del riesgo en entidades públicas y privadas.
7. Gestionar la asistencia internacional para la gestión de riesgos por desastres.

Rosales-Rueda (2018), menciona que en Ecuador sectores de agricultura, infraestructura y transporte sufren daños durante los fenómenos de variabilidad climática. Se afectan carreteras, puentes, centros de salud, escuelas, viviendas, el agua potable, saneamiento y las infraestructuras de alcantarillado por las inundaciones y los deslizamientos de tierra. Además, resulta un riesgo elevado de contraer enfermedades infecciosas por la contaminación del agua.

En la investigación de Demoraes y D'Ercole, (2001), realizan una zonificación de las áreas más expuestas a los fenómenos de origen natural, muestran mapas de afectaciones en el Ecuador durante eventos de variabilidad climática. En la figura 1, se muestra que gran parte del área de jurisdicción del cantón Milagro, se encuentra en una zona de mayor peligro por inundación, ya que son sectores que se han anegado durante varios fenómenos de El Niño Oscilación Sur (ENOS).

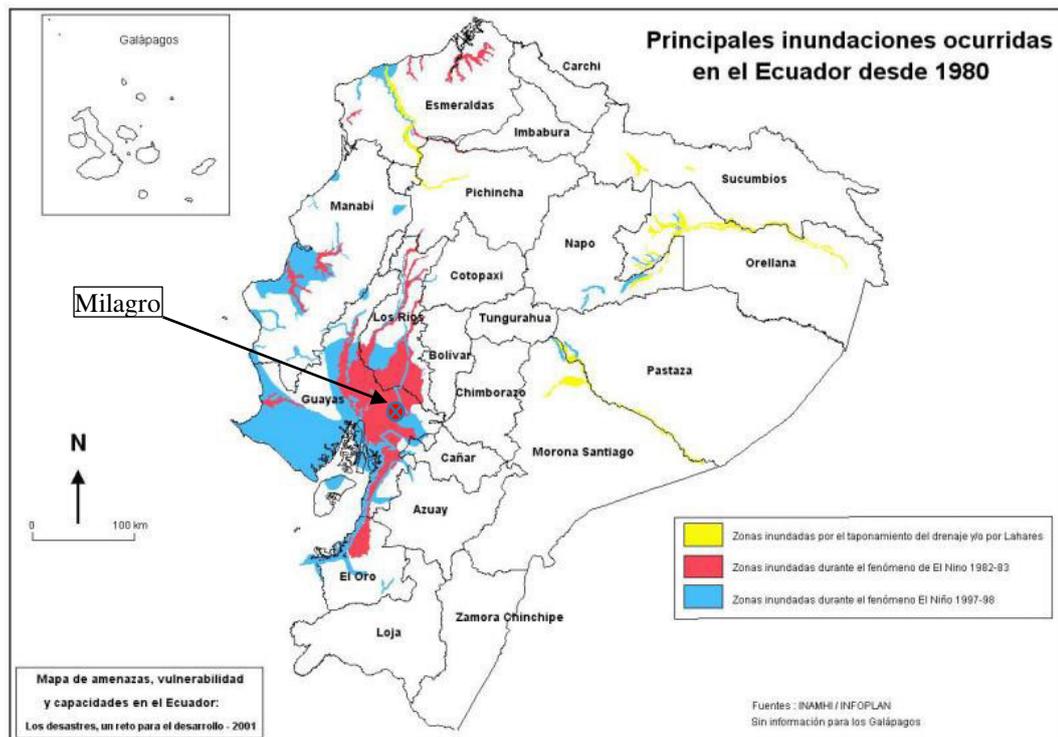


Figura 1. Mapa de Inundaciones ocurridas en Ecuador durante Fenómenos de variabilidad climática. Fuente: Demoraes y D'Ercole, (2001).

Se observa que la superficie cantonal de Milagro ha sufrido durante las inundaciones del fenómeno de El Niño 1982-1983 (en color rojo), y las inundaciones del fenómeno de El Niño 1997-1998 (en color celeste). Además en la figura 2, muestran que gran parte del cantón Milagro, se encuentra en un sector potencialmente inundable, ya que son áreas que se han anegado durante varios fenómenos de El Niño Oscilación Sur (ENOS).

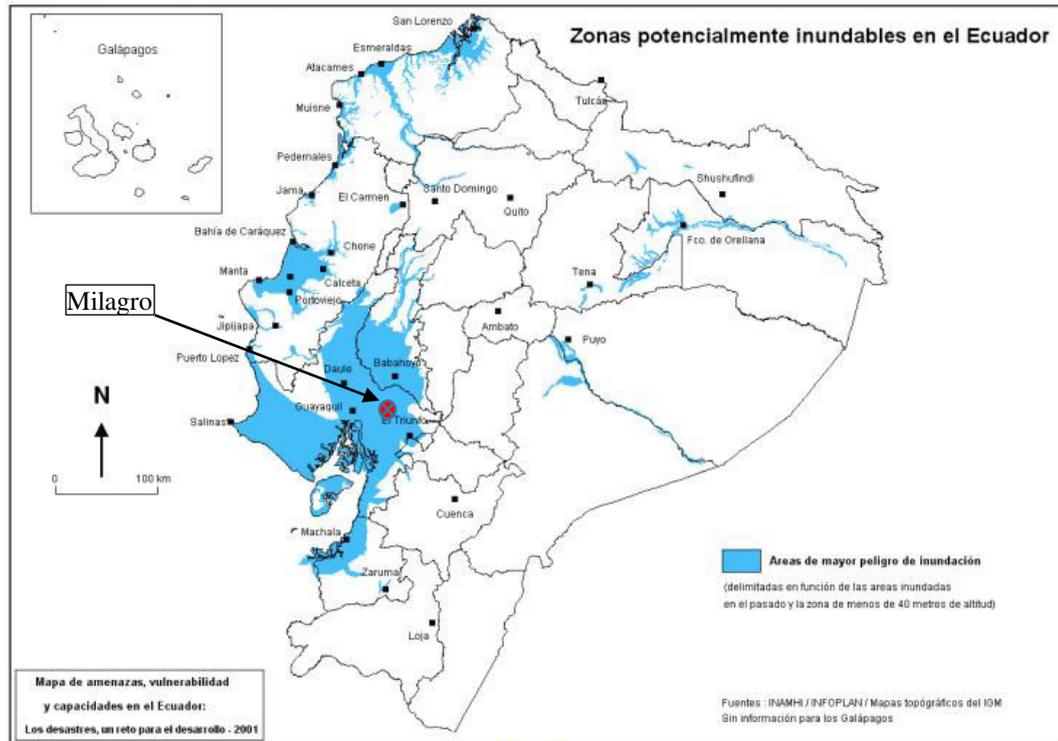


Figura 2. Mapa de Zonas potencialmente inundables en el Ecuador. Fuente: Demoraes y D'Ercole, (2001).

En este sentido, de igual manera la publicación de la Corporación Andina de Fomento - CAF, (2000), muestra un registro histórico de las principales inundaciones en el Ecuador, es así que en la figura 3 se observa las superficies que fueron anegadas durante los eventos del Fenómeno de El Niño suscitados:

En los años 1972-1973 (a la izquierda);

En los años 1982-1983 (en el centro); y

En los años 1997-1998 (a la derecha).

Este estudio concuerda con la anterior investigación citada en que en todos los eventos sobre el Fenómeno de El Niño que se tiene registro, el cantón San Francisco de Milagro fue afectado en gran parte de su superficie.

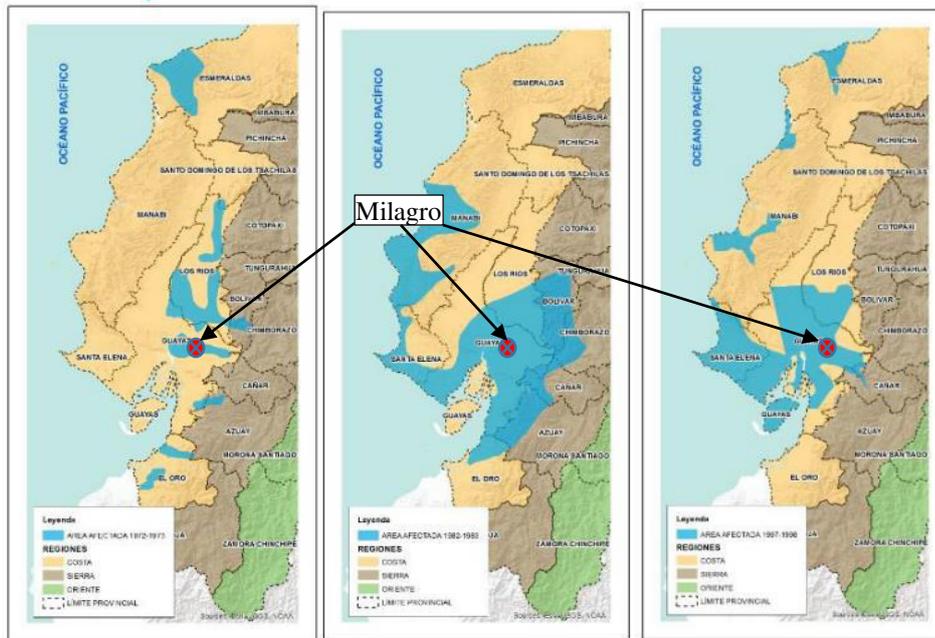


Figura 3. Mapas de principales inundaciones durante los fenómenos de El Niño de izquierda a derecha: 1972-73, 1982-83, 1997-98. Fuente: CAF, (2000).

En el Ecuador desde el 2001 se crea el Comité Nacional para Estudio Regional del Fenómeno de "El Niño", ERFEN, presidido por el Instituto Oceanográfico y Antártico de la Armada del Ecuador, quienes publican boletines acerca del monitoreo de este fenómeno especialmente en la región Niño 1+2, que incluye las costas de Perú y Ecuador. Esta región representa un indicador de los cambios inducidos por el fenómeno ENOS en los patrones de variabilidad de la costa del Pacífico de América del Sur.

Según el último boletín del Comité ERFEN-Ecuador, (2020), disponible para la descarga en su página web, indican que para el último trimestre del 2020 los pronósticos globales coinciden con el desarrollo de un evento La Niña en el Pacífico Ecuatorial durante septiembre (60% de probabilidad de la ocurrencia); mientras que en los índices locales prevén condiciones neutrales.

En el documento Generación de Geoinformación para la Gestión del Territorio a Nivel Nacional. Metodología preliminar, realizados por el SENPLADES, (2012), muestran en los mapas anexos visualizados en la figura 4,

que nuevamente durante las inundaciones del 2008 (a la izquierda, color rojo) y 2012 (a la derecha, color azul), se observa que el cantón Milagro fue afectado en su territorio.

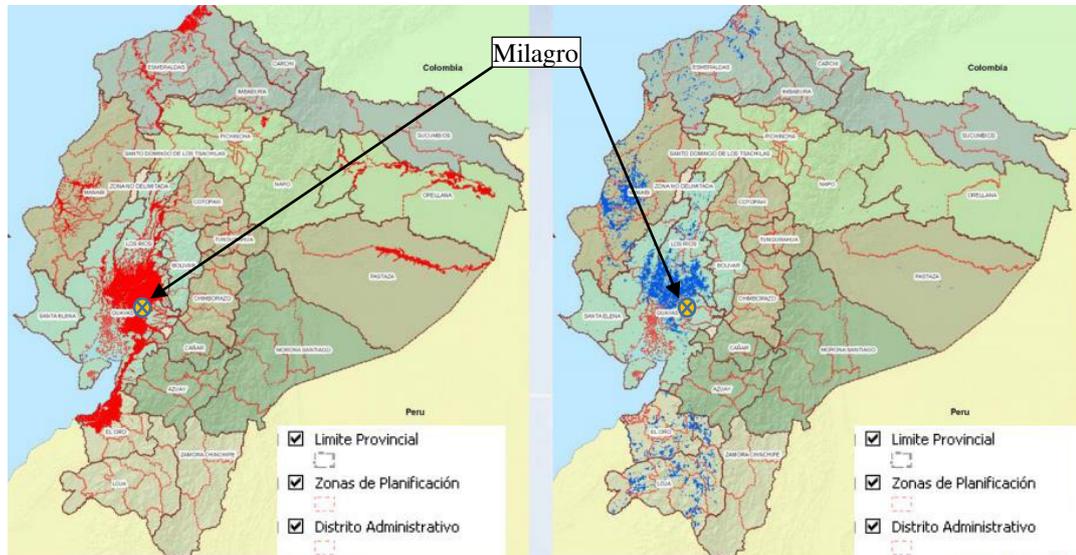


Figura 4. Mapas de áreas afectadas durante eventos de inundaciones en los años de izquierda a derecha: 2008, 2012. Fuente: SGR-CLIRSEN-SENPLADES, (2012).

La jurisdicción del cantón San Francisco de Milagro, fue establecida mediante Decreto Ejecutivo del 17 de septiembre de 1913, publicado en el Registro Oficial 314 del 20 de septiembre de 1913. Como se observa en la figura 5, el cantón está ubicado al centro - este de la provincia del Guayas, es la tercera urbe con mayor población y extensión a nivel provincial.

Sus límites se reflejan en la figura 6, los que se indican a continuación:

NORTE: Alfredo Baquerizo Moreno (Juján) y Simón Bolívar,
SUR: San Jacinto de Yaguachi y Crnl. Marcelino Maridueña,
ESTE: Simón Bolívar y Naranjito,
OESTE: San Jacinto de Yaguachi.

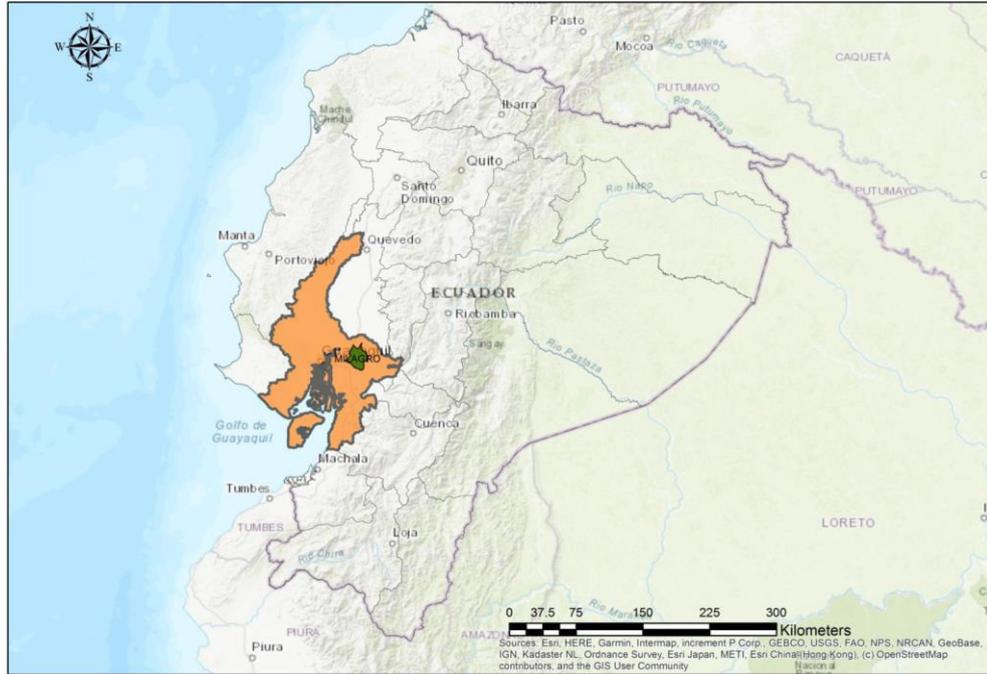


Figura 5. Ubicación de la provincia del Guayas (color naranja) y del cantón San Francisco de Milagro (color verde). Fuente: Elaboración propia.

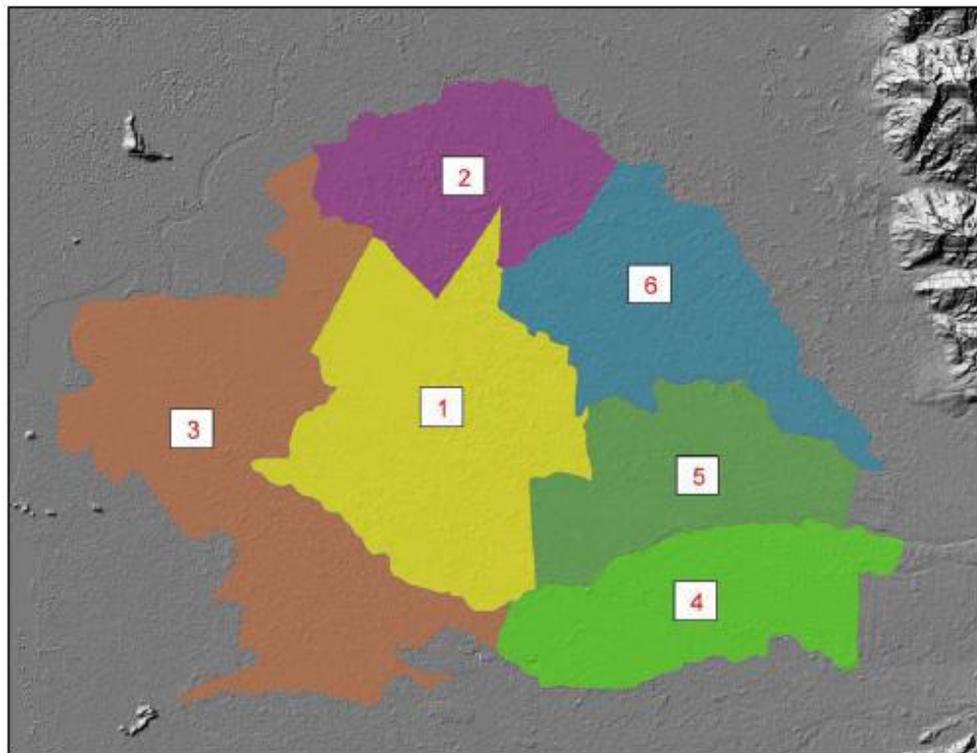


Figura 6. Localización geográfica del cantón. Leyenda de cantones: 1 Milagro; 2 Juján; 3 Yaguachi; 4 Marcelino Maridueña; 5 Naranjito; 6 Simón Bolívar. Fuente: CLIRSEN, 2012.

Respecto a su población, en la tabla 1 se visualiza la demografía del cantón conforme al Censo poblacional del 2001, y al último censo poblacional del 2010 efectuado por el Instituto Nacional de Estadísticas y Censos del Ecuador, así como una proyección al año 2020.

Tabla 1. Población total cantonal dividida en urbana y rural.

Tipo	Censo 2001	Censo 2010	Proyección 2020
Población urbana	113,440.0	133,508.0	159,582.0
Población rural	26,663.0	33,126.0	40,253.0
TOTAL	140,103.0	166,634.0	199,835.0

Fuente: INEC, 2010

En el Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial del Municipio de Milagro del año 2014, estipulan que la población económicamente activa en el área urbana corresponde al 39.79% de la población, concentrándose principalmente como se observa en la figura 7, en actividades de servicios, comercio, agricultura e industria.



Figura 7. Distribución de la PEA por actividades económicas. Fuente: GAD Milagro, 2014.

El Centro de Levantamientos Integrados de Recursos Naturales por Sensores Remotos - CLIRSEN, (2012), indica respecto al uso de la tierra al interior del cantón Milagro que predominan la caña de azúcar con 18.28 Ha,

seguido de cacao con 9.36 Ha, luego 5.91 Ha de banano y 2.11 Ha de plátano, lo que sumado representa el 88.50% de la superficie cantonal. El restante respecto al uso de suelo está formado en menores proporciones por cultivos de maíz, arroz, soya, piña, tabaco, viveros de flores tropicales y ornamentales, pasto cultivado y matorral, además del medio construido. (Ver figura 8).

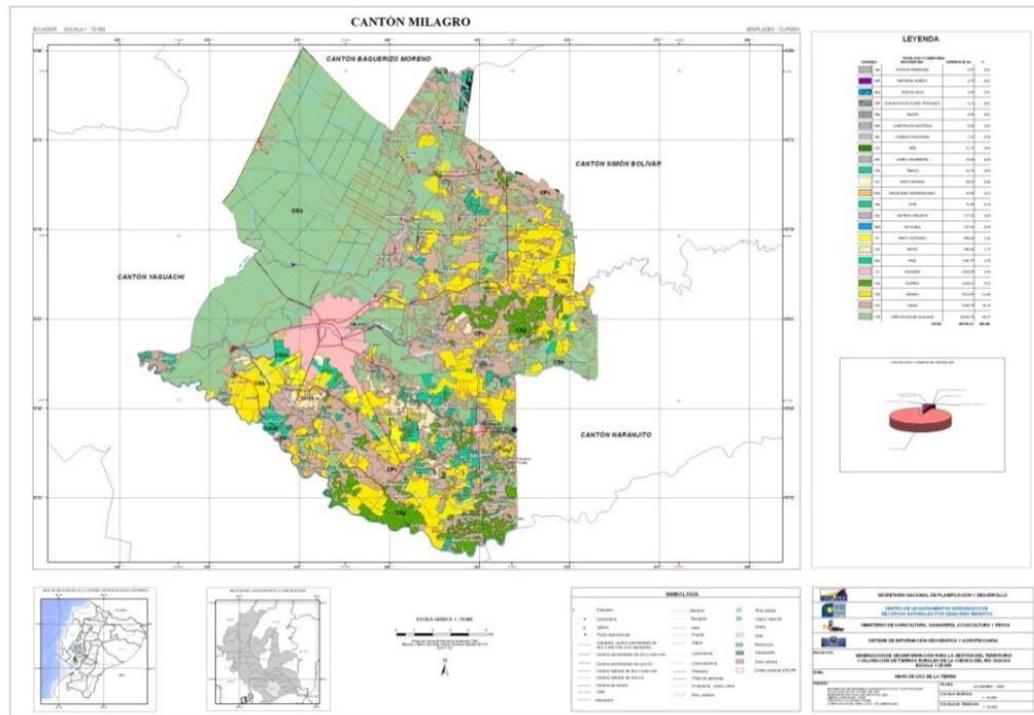


Figura 8. Uso de la Tierra en el cantón Milagro. Fuente: CLIRSEN, 2012.

El cantón Milagro se encuentra en una zona de clima Tropical Megatérmico Húmedo, según lo publicado por el CLIRSEN y SENPLADES, (2012), con temperaturas medias diarias de 25° a 27° centígrados; y precipitaciones medias anuales de 1100 mm a 1800 mm.

También señalan, como se observa en la figura 9, que geomorfológicamente existen dos unidades ambientales en el cantón:

1. La llanura aluvial reciente, que se apropia de un 85% del cantón y se caracteriza por tener un relieve de topografía plana a ondulada con blandas pendientes y suelos de texturas franco arcillosas con drenajes moderados, y

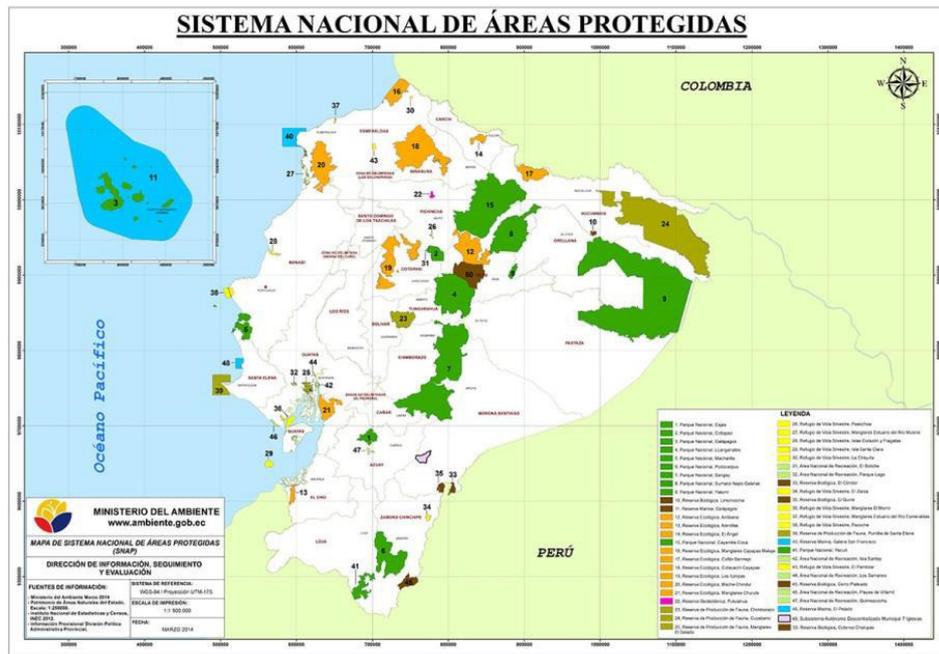


Figura 11. Mapa Ecuatoriano del Sistema Nacional de Áreas Protegidas. Fuente: Ministerio del Ambiente.

Adentrándose en la zona de investigación, conforme al PDOT especifican que el área cantonal tiene una extensión de 405.64 km², la zona urbana objeto de estudio, representa el 6.73% de esta superficie. (Ver figura 12).

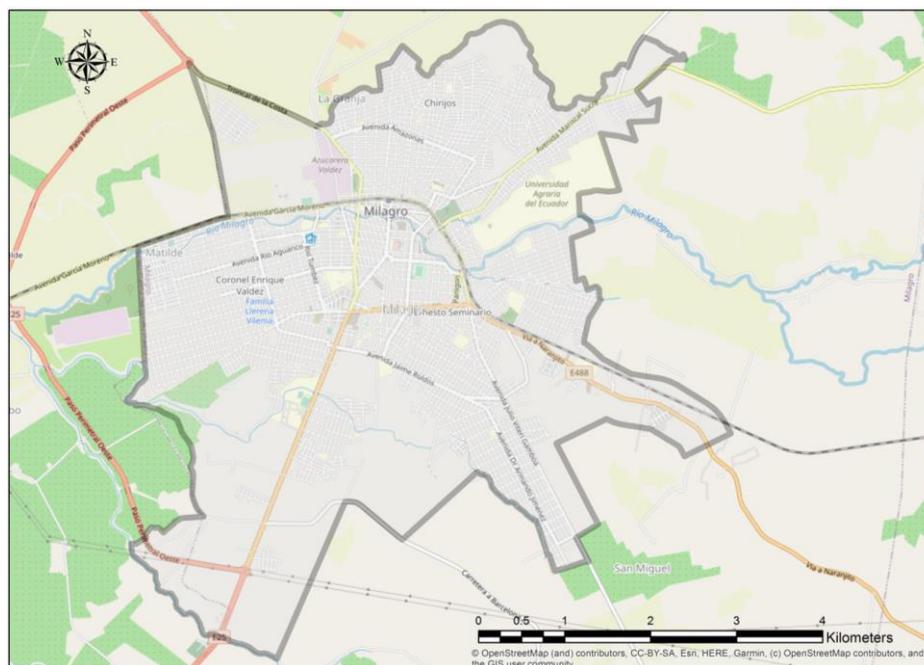


Figura 12. Área urbana del cantón Milagro. Fuente: Elaboración propia.

Además como se visualiza en la figura 13, la zona en exposición se divide en cuatro parroquias urbanas, que se indican a continuación:

1. Parroquia Urbana Chirijos.
2. Parroquia Urbana Camilo Andrade.
3. Parroquia Urbana Coronel Enrique Valdez.
4. Parroquia Urbana Ernesto Seminario.

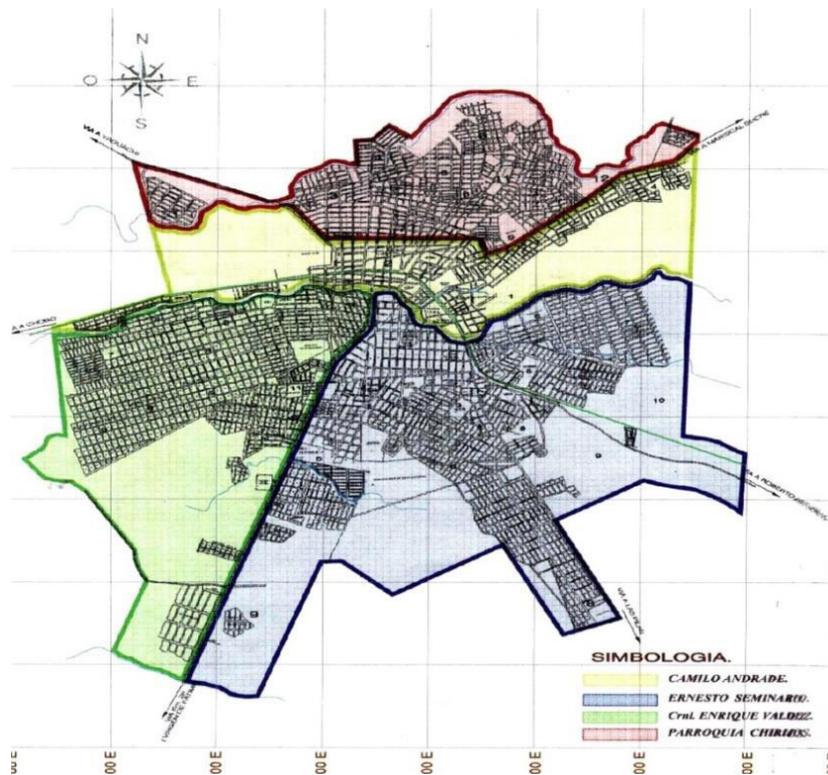


Figura 13. División de parroquias urbanas de Milagro. Fuente: GAD-Milagro (2014).

El territorio de Milagro, presenta buenas condiciones para diferentes tipos de cultivos variados e intensivos. Históricamente el ferrocarril fue el sistema de transporte y comunicación que favoreció a cimentar la base de la economía milagreña, en la actualidad la principal actividad económica es la agroindustria, seguido del comercio, y en menor porcentaje manufactura y servicios.

En la zona central del área urbana, se concentran las actividades de comercio y servicio, que comienzan desde el río Milagro hacia el norte. La

actividad industrial de la ciudad se encuentra en el complejo industrial ubicado al occidente de la zona urbana sobre el río Milagro comprendido por la Compañía Azucarera Valdez; la Compañía Ecoelectric SA; y CODANA SA.

En el sector financiero en el área urbana existen bancos públicos, privados y cooperativas de ahorro y crédito.

En el ámbito educativo, de acuerdo al PDOT cantonal, como se observa en la figura 14 registran 44 centros educativos de sección básica (escuelas), también en la figura 15 se visualizan 12 establecimientos de bachillerato estudiantil (colegios). Además existen 2 instituciones de educación superior que son la Universidad Estatal de Milagro y la Universidad Agraria del Ecuador.



Figura 14. Establecimientos educativos primarios. FUENTE: GAD-Milagro (2014).

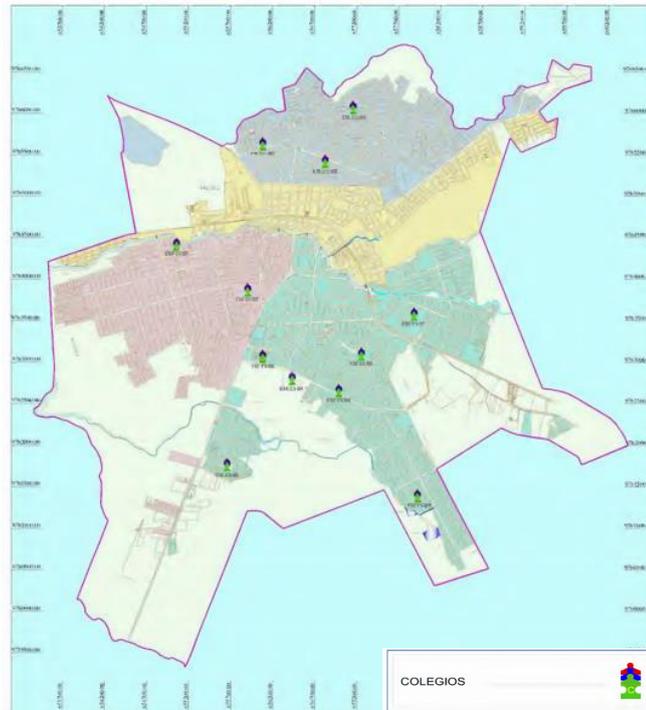


Figura 15. Establecimientos educativos secundarios. FUENTE: GAD-Milagro (2014).

En el ámbito salud indican, como se visualiza en la figura 16 que se cuenta con 5 sub centros de salud de atención primaria, y en la figura 17, se representan 2 Hospitales y 2 clínicas privadas.

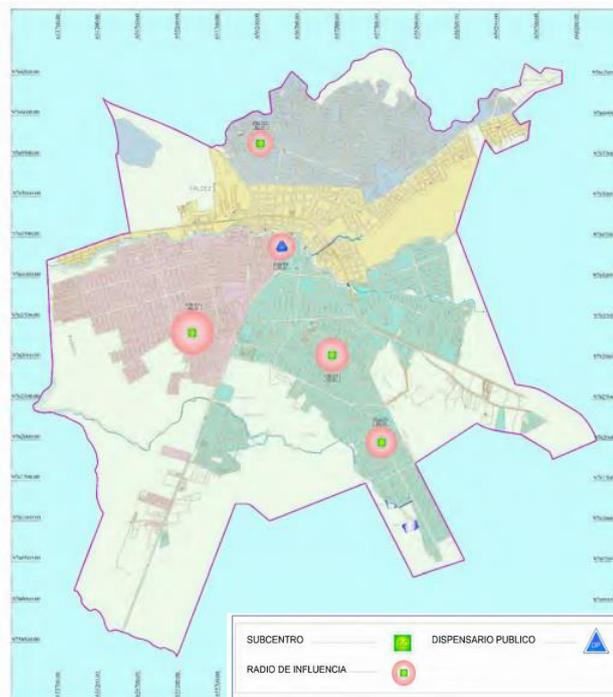


Figura 16. Sub-centros de salud. FUENTE: GAD-Milagro (2014).

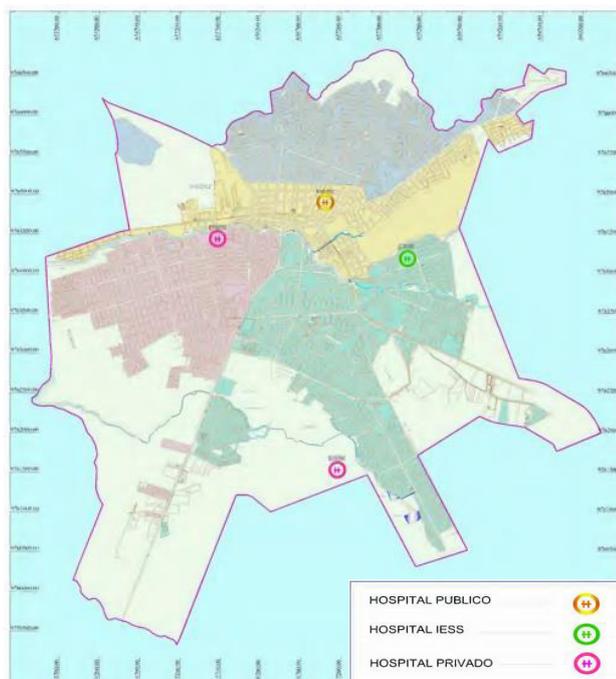


Figura 17. Centros hospitalarios. FUENTE: GAD-Milagro (2014).

Respecto a infraestructura y servicios básicos, publican datos preocupantes, como se observa en la figura 18 existe un bajo nivel de cobertura de viviendas con sistema de alcantarillado, incluso en la zona central mantienen un sistema antiguo de alcantarillado combinado y su descarga es de manera directa a las aguas del río Milagro afectando la calidad ambiental del ecosistema. Respecto a la implementación del alcantarillado pluvial, indican que brindan una superior importancia debido a los estragos causados por las temporadas de lluvia. Respecto a la energía eléctrica, se mantiene una buena cobertura aunque revelan que existen continuas interrupciones en la ciudad. En la tabla 2, se indican los índices de cobertura de servicios básicos.

Tabla 2. Cobertura de Servicios Básicos.

Servicio	Cobertura Geográfica	Institución Responsable
Sistema de agua segura	72.39%	GAD Milagro
Alcantarillado Sanitario	16.43%	GAD Milagro
Alcantarillado Pluvial	33.87%	GAD Milagro
Recolección de desechos	86.73%	GAD Milagro

Energía Eléctrica

95.52%

CNEL

Fuente: PDOT Milagro, 2014.

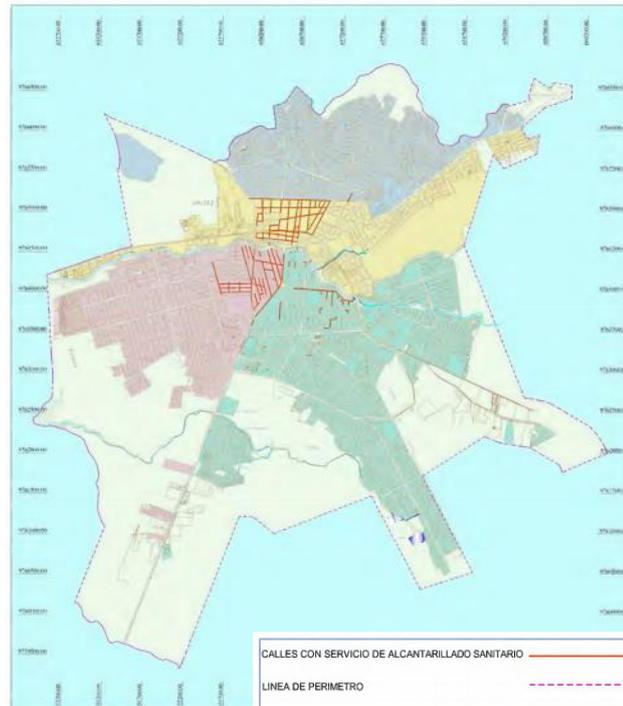


Figura 18. Red de alcantarillado sanitario. FUENTE: GAD-Milagro (2014).

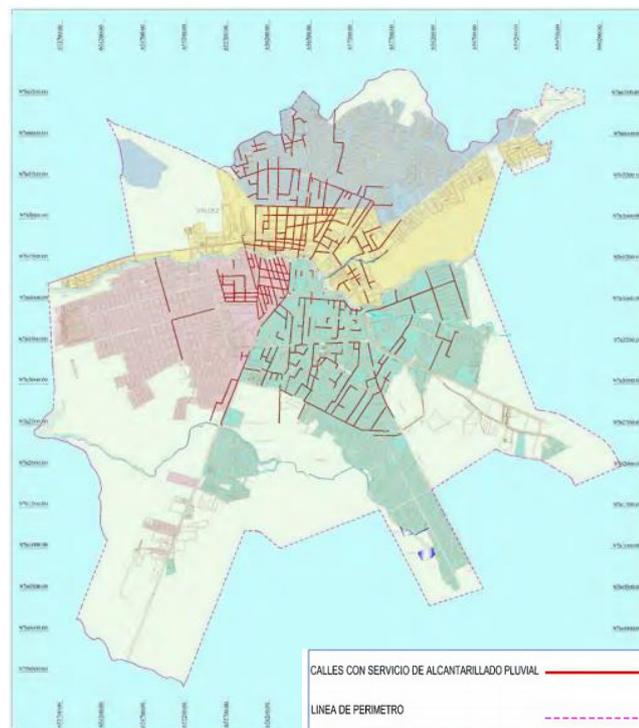


Figura 19. Red de alcantarillado pluvial. FUENTE: GAD-Milagro (2014).

Respecto a la infraestructura vial, como se observa en la figura 20, constan vías expresas o principales, arteriales o secundarias y colectoras o terciarias. Reportan que las fuertes temporadas lluviosas ocasionan daño vial, por lo que conservan un regular estado de las vías a nivel local. El sistema de red vial tiene una amplitud de 375.12 kilómetros, entre vías asfaltadas, adoquinadas, de hormigón rígido y lastradas. Existen 6 puentes sobre el río Milagro para la conectividad vial de la ciudad de norte a sur, que se detallan a continuación:

- Puente Paquisha
- Puente de Las Américas
- Puente Chirijos
- Puente 17 de Septiembre
- Puente de las Piñas
- Puente San Miguel

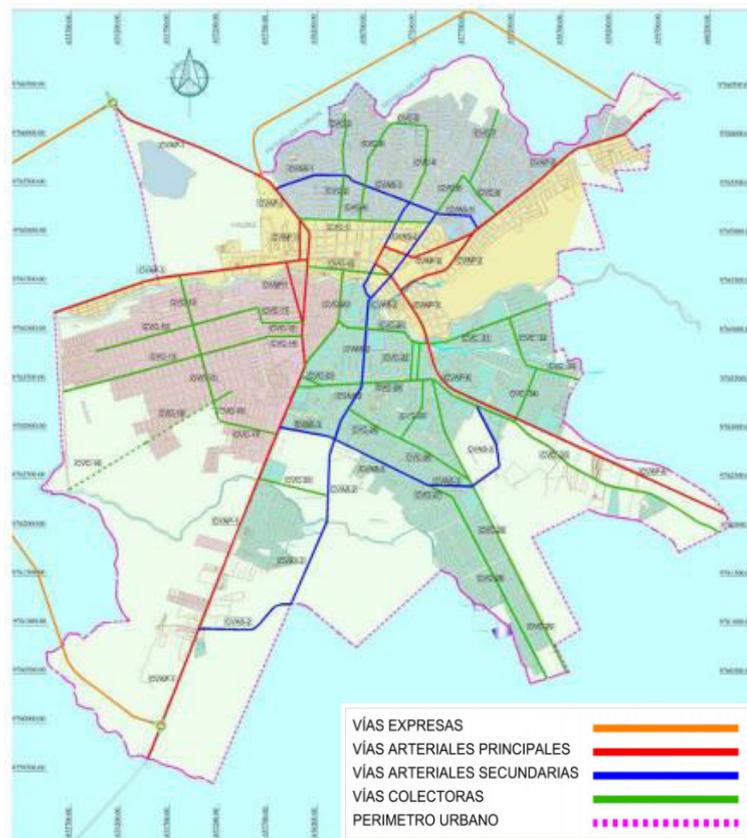


Figura 20. Mapa de estructura vial. FUENTE: GAD-Milagro (2014).

Respecto a transporte, reportan que existen 17 cooperativas de transporte intra e inter cantonal y una sola cooperativa de transporte urbano con 10 rutas, además en el centro de la urbe se ubica el Terminal Terrestre de Milagro.

En la evaluación de asentamientos humanos, exponen que la formación ancestral de asentamientos humanos se suscitó en suelos que anteriormente se dedicaban a actividades agropecuarias y que la mayoría de los nuevos asentamientos están ubicados en áreas geográficas valoradas de alta vulnerabilidad ante amenazas de inundación, por lo que el Gobierno Municipal deberá fomentar acciones para evadir o mitigar estos riesgos.

El centro de la ciudad de Milagro acostumbra inundarse por factores naturales promovidos con factores antrópicos, es decir cuando se juntan una estación invernal con lluvias intensas, que derivan en crecidas de los afluentes hídricos y el anegamiento en zonas geomorfológicamente planas. Situación aumentada por factores humanos cuando se obstruyen los canales de drenaje o sumideros de aguas lluvias, incitados en muchos casos por la errónea disposición de desechos sólidos o acopio de material pétreo en los mismos.

Por lo que la mayor amenaza que altera y causa impactos negativos sobre la población, bienes, servicios, infraestructura y actividades agro-productivas, son las inundaciones por desbordamientos o anegamientos, que se originan por prolongadas e intensas lluvias o por el acontecimiento de precipitaciones cortas pero extremas debido a eventos de variabilidad climática provocadas por el fenómeno ENOS.

En la figura 20, se observan fotos aéreas del área urbana del cantón Milagro, tomadas de la página web del Gobierno Provincial del Guayas, donde se visualizan los estragos ocasionados por el desbordamiento y anegamiento de aguas durante la inundación de la temporada de lluvia del año 2012.



Figura 21. Fotos aéreas de zonas inundadas durante la temporada de lluvia del año 2012. Fuente: Gobierno Provincial del Guayas.

En la plataforma web del proyecto DesInventar Sendai de la Oficina de Naciones Unidas para la Reducción de Riesgos de Desastres UNDRR, (2020), publican los registros de eventos de inundación reportados que se han suscitado en el cantón Milagro desde el año 1983 al 2019, en este período se anuncian un total de 58 registros que se muestran en la tabla 3.

Tabla 3. Registro de Inundaciones reportados en la plataforma DesInventar desde 1983 a 2019.

FECHA	LOCALIZACIÓN	CAUSA	DAMNIFICADOS	AFFECTADOS
1983/5/12	OESTE DE MILAGRO	Lluvia		
1983/7/6		Lluvia		
1987/1/27	TODA LA CIUDAD	Desbordamiento		
1992/2/25	MILAGRO	Lluvia		
1992/3/15		ENOS		
1992/4/7		Lluvia		
1992/5/3		Desbordamiento		
1993/2/16	CHIRIJOS LOS TRONCOS	Lluvia		

PRADERA BELLAVISTA			
1993/2/21		Lluvia	
1993/3/24		Lluvia	
1994/4/12	CARRETERA A MILAGRO km 26	Desbordamiento	
1996/3/6		Desbordamiento	300
1997/11/21	COOPERATIVA SAN ANTONIO	ENOS	540
1997/11/26		ENOS	50000
1997/12/17		ENOS	5 60
1997/3/19		Desbordamiento	
1997/6/22		Lluvia	
1998/2/12		ENOS	615
1999/3/7	LA PRADERA CUATRO Y CINCO	Lluvia	15
2008/1/28	Los Garabatos Cdma. Pica Sánchez Cdma. A. Bucaram	Lluvia	
2008/2/16	Sectores 100 camas, Pariso, La florida San Emilio, San José.	Lluvia	
2008/2/18	San Miguel	Lluvia	115
2008/2/8	Cdma. San Miguel 1 2 y 3	Lluvia	190
2008/3/19	Sectores rurales	Lluvia	
2008/3/20	Sector Bellavista Coop. Unida 1 y 2 y San José	Lluvia	500
2008/3/24	Sectores rurales	Lluvia	
2008/3/5	La Chontilla y Cdmas. San Miguel	Lluvia	
2008/3/6	La Chontilla	Lluvia	100
2008/4/1	Abdalá Bucaram San Miguel 2 y 3 y La Chontilla	Lluvia	3000

2008/4/2	Cien camas Chontilla San Miguel 1 2 3 Venecia.	Lluvia		
2010/4/6	Parroquia San José (Margarita 2)	Desconocida	75	150
2012/2/8	Cdla. Margarita ; las Piñas; las Américas; Las Posas	Desconocida		700
2013/1/3	Cdla. " Las Margarita Dos " Referencia CIBV "Rayitos de sol"	Lluvia		7
2013/3/29	Cdla. San José y asentamiento Margarita II; oeste de Milagro	Desconocida		
2015/3/18	Cdla. Bellavista	Lluvia		16
2015/3/27	Recinto Vuelta de Piano	Lluvia		4
2015/3/29	San Miguel	Desbordamiento		5
2015/3/29	San Carlos	Desbordamiento		3
2015/3/29	Cdla. Las Pozas	Desbordamiento		10
2015/3/29	Bellavista	Lluvia		16
2015/4/16	Recinto La Chontilla.	Lluvia	6	
2016/1/25	Vía a Lorenzo de Garaicoa UE Mariscal Sucre	Lluvia		
2016/1/25	Varios Sectores (UE: Paulino Milán Vicente Anda Aguirre y Jo	Lluvia		
2016/1/25	Varios Sectores (UE Gorky Elizalde y EEB Tnte. Hugo Ortiz)	Lluvia		

2016/3/3	Varios Sectores	Lluvia	2433
2017/3/1	San Miguel 1 y 2/ San Carlos y La Poza 2	Desbordamiento	61
2017/4/19	Cdla. Las Pozas 2	Lluvia	7
2017/5/10	Varios Sectores (San Miguel y Cien Camas)	Lluvia	20
2019/2/13	Sector Unida Sur y Sector San José	Lluvia	93
2019/2/13	Sector Abdala Bucaram y sector La Chontilla	Lluvia	168
2019/2/23	Margaritas 2	Lluvia	84
2019/2/23	6 de Septiembre	Lluvia	110
2019/3/10	Sector San Miguel 2	Lluvia	88
2019/3/19	Varios Sectores	Lluvia	
2019/3/3	San Emilio	Lluvia	147
2019/3/3	Las Pozas de las Mercedes	Lluvia	132
2019/3/9	Sector Las Piñas Sur	Lluvia	241
2019/3/9	Sector Nueva Unida Sur	Lluvia	88
TOTALES			50516
			9588

Fuente: Plataforma web del proyecto DesInventar.

En el Plan de Contingencia por inundaciones para el Municipio de Milagro, acogido mediante ordenanza del Consejo Municipal número 68-09 del 23 de abril de 2009, elaborado en conjunto por el GAD-Milagro y PNUD, (2009), indican que en la temporada de lluvia del año 2008 la ciudad de Milagro mantuvo un período de precipitación que duró 3 meses aproximadamente, generando el crecimiento de los cauces del río Milagro y Estero Chirijos, derivando en el anegamiento de la urbe hasta por 3 días consecutivos, y reportándose alturas de la lámina de agua de hasta noventa (90) centímetros, estas afectaciones pusieron en descubierto la vulnerabilidad de la ciudad por las inundaciones debido a una

combinación de particularidades sociales y geográficas que establecieron que la temporada lluviosa no pasara ignorada, ocasionando impactos negativos para toda la población.

Melo, Silva, y Macedo (2016), en su publicación indican que en los centros urbanos, donde hay mucha gente y un caos en la movilidad, las inundaciones de estas regiones pueden contribuir al aumento de las tasas de mortalidad debido a desastres naturales, dado que la evacuación de las personas se hace difícil por las dificultades para trasladarse, por lo tanto, los sistemas de alerta temprana son una buena herramienta para actuar de manera anticipada.

Así pues, Cools, et al., (2016), muestran que historias de éxito alrededor del mundo sobre el desarrollo e implementación de Sistemas de Alerta Temprana, manifiestan que son una útil herramienta para salvar vidas, prevenir daños y potenciar la resiliencia de una población.

3.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

¿La propuesta de un sistema de alerta temprana ante riesgos de inundaciones potencia la toma de decisiones en la ciudad de Milagro?

4. LÍNEA DE INVESTIGACIÓN

Ordenamiento Territorial y Urbanismo: Soberanía, derechos y tecnologías en el ordenamiento territorial y ambiente de la construcción.

5. OBJETIVO GENERAL Y OBJETIVOS ESPECÍFICOS

5.1. OBJETIVO GENERAL

Proponer un sistema de alerta temprana ante riesgos de inundaciones para potenciar la toma de decisiones en la ciudad de Milagro.

5.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Analizar los eventos de inundaciones que se han registrado desde 1983 al 2019, con la variabilidad climática para entender el riesgo de desastres.
- Determinar las zonas propensas a inundaciones en el área urbana del cantón Milagro, para establecer los sectores más vulnerables.
- Diseñar un sistema de alerta temprana que impulse la resiliencia local orientado a salvaguardar vidas, bienes, y servicios en la ciudad de Milagro.
- Analizar la propuesta en función de factores ambientales, económicos, sociales e institucionales para evaluar su sostenibilidad.
- Promover la gestión participativa a través de estrategias e implementación de políticas públicas y mecanismos que mejoren la gobernanza local.

6. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

La presente investigación toma como referencia algunos términos acordados por los Estados parte de la Comunidad Andina, (2018), por los Estados Partes del MERCOSUR, (2019), y los términos trabajados por el “Grupo de Trabajo Intergubernamental de Expertos de Composición Abierta sobre los Indicadores y la Terminología relacionados con la reducción del riesgo de desastres” (UN, 71/644), UNISDR, (2016), así como las definiciones estipuladas en la Ley Orgánica de Ordenamiento Territorial, Uso y Gestión de Suelo, publicada en el Registro Oficial No. 790 del 05 de julio de 2016; los que se muestran en la siguiente tabla:

Tabla 4. Terminología aplicada en la investigación.

TÉRMINO	DEFINICIÓN
Territorio	<i>Montañez & Delgado, (1998), indican que territorio se refiere (Geiger, 1996) a una extensión terrestre delimitada que incluye una relación de poder o posesión por parte de un individuo o un grupo social. Contiene límites de soberanía, propiedad, apropiación, disciplina, vigilancia y jurisdicción, y transmite la idea</i>

	<i>de cerramiento. El concepto de territorio está relacionado con la idea de dominio o gestión dentro de un espacio determinado; está ligado a la idea de poder público, estatal o privado en todas las escalas (Cotreia de Andrade, 1996). Bien puede ser el territorio de un Estado, el de los propietarios de la tierra rural o de los conjuntos residenciales cerrados de las ciudades, o los dominios del mercado de una empresa multinacional.</i>
Ordenamiento Territorial	<i>El Ordenamiento Territorial es el proceso y resultado de organizar espacial y funcionalmente las actividades y recursos en el territorio, para viabilizar la aplicación y concreción de políticas públicas democráticas y participativas y facilitar el logro de los objetivos de desarrollo. La planificación del ordenamiento territorial constará en el plan de desarrollo y ordenamiento territorial de los Gobiernos Autónomos Descentralizados. La planificación para el ordenamiento territorial es obligatoria para todos los niveles de gobierno.</i>
Afectados	<i>Personas que resultan perjudicadas, directa o indirectamente, por un suceso peligroso, y que, como consecuencia han sufrido lesiones, enfermedades u otros efectos en su salud; los evacuados, desplazados, reubicados o han padecido daños directos en sus medios de vida o bienes económicos, físicos, sociales, culturales y/o ambientales.</i>
Asentamientos Humanos	<i>Son conglomerados de pobladores que se asientan de modo concentrado o disperso sobre un territorio.</i>
Amenaza	<i>Proceso, fenómeno o actividad humana que puede ocasionar muertes, lesiones u otros efectos en la salud, daños a los bienes, interrupciones sociales y económicas o daños ambientales.</i>
Barrio	<i>Son unidades básicas de asentamiento humano y organización social en una ciudad, que devienen por ello en la base de la participación ciudadana para la planificación del desarrollo y el ordenamiento territorial municipal o metropolitano, de conformidad con lo dispuesto en la normativa que regula la organización territorial del Ecuador y la participación ciudadana.</i>
Cambio climático	<i>Importante variación estadística en el estado medio del clima o en su variabilidad, que persiste durante un período prolongado (normalmente decenios o incluso más). El cambio climático se debe a procesos naturales internos o a cambios del forzamiento externo, o bien a cambios persistentes antropogénicos en la composición de la atmósfera o en el uso de las tierras.</i>
Ciudad	<i>Es un núcleo de población organizada para la vida colectiva a través de instituciones locales de gobierno de carácter municipal o metropolitano. Comprende tanto el espacio urbano como el entorno rural que es propio de su territorio y que dispone de los bienes y servicios necesarios para el desarrollo político, económico, social y cultural de sus ciudadanos.</i>

Damnificado	<i>Persona afectada parcial o íntegramente por una emergencia o desastre y que ha sufrido daño o perjuicio graves a su salud o en sus bienes, en forma total o parcial, permanente o temporalmente por lo que recibe refugio y ayuda humanitaria temporales. No tiene capacidad propia para recuperar el estado de sus bienes y patrimonio. Pérdidas graves en la estructura de soporte de sus necesidades básicas, como vivienda, medio de subsistencia etc. en sus bienes y/o servicios individuales o colectivos... daños graves en su integridad física o la pérdida total de sus bienes o servicios básicos, a causa de un desastre. Generalmente, requiere de ayuda inmediata para su recuperación o sostenimiento.</i>
Desastre	<i>Interrupción grave del funcionamiento de una comunidad o sociedad en cualquier escala y debido a la ocurrencia de fenómenos peligrosos que interaccionan con las condiciones de exposición, vulnerabilidad y capacidad, ocasionando impactos y pérdidas de vida, salud, materiales, económicas y ambientales.</i>
Desarrollo Sostenible	<i>Desarrollo que satisface las necesidades de la presente generación, promueve el desarrollo económico, la equidad social, la modificación constructiva de los ecosistemas y el mantenimiento de la base de los recursos naturales, sin deteriorar el medio ambiente y sin afectar el derecho de las generaciones futuras a utilizarlo para satisfacer sus propias necesidades.</i>
El Niño Oscilación Sur (ENOS)	<i>Una interacción compleja del Océano Pacífico Tropical y la atmósfera global que da como resultado episodios cíclicos de cambios en los patrones oceánicos y meteorológicos en diversas partes del mundo, frecuentemente con impactos considerables durante varios meses, tales como alteraciones en el hábitat marino, precipitaciones, inundaciones, sequías y cambios en los patrones de las tormentas.</i>
Evacuación	<i>Traslado temporal de personas y bienes a lugares más seguros antes, durante o después de un suceso peligroso con el fin de protegerlos.</i>
Evaluación del riesgo de desastres	<i>Enfoque cualitativo o cuantitativo para determinar la naturaleza y el alcance del riesgo de desastres mediante el análisis de las posibles amenazas y la evaluación de las condiciones existentes de exposición y vulnerabilidad que conjuntamente podrían causar daños a las personas, los bienes, los servicios, los medios de vida y el medio ambiente del cual dependen.</i>
Exposición	<i>Situación en que se encuentran las personas, las infraestructuras, las viviendas, las capacidades de producción y otros activos humanos tangibles situados en zonas expuestas a amenazas.</i>
Gestión del riesgo de	<i>La gestión del riesgo de desastres es la aplicación de políticas y estrategias de reducción del riesgo de desastres con el propósito de prevenir nuevos riesgos de</i>

desastres.	<i>desastres, reducir los riesgos de desastres existentes y gestionar el riesgo residual, contribuyendo con ello al fortalecimiento de la resiliencia y a la reducción de las pérdidas por desastres.</i>
Gobernanza del riesgo de desastres	<i>Sistema de instituciones, mecanismos, marcos normativos y jurídicos y otras disposiciones que tiene por objeto orientar, coordinar y supervisar la reducción de los riesgos de desastres y las esferas de política conexas.</i>
Mitigación	<i>Disminución o reducción al mínimo de los efectos adversos de un suceso peligroso.</i>
Participación Ciudadana	<i>La participación ciudadana es principalmente un derecho de las ciudadanas y ciudadanos, en forma individual y colectiva, de participar (ser parte de, incidir) de manera protagónica en la toma de decisiones, planificación y gestión de los asuntos públicos, y en el control popular de las instituciones del Estado Ecuatoriano y la sociedad, y de sus representantes, en un proceso permanente de construcción del poder ciudadano.</i>
Preparación	<i>Conocimientos y capacidades que desarrollan los gobiernos, las organizaciones de respuesta y recuperación, las comunidades y las personas para prever, responder y recuperarse de forma efectiva de los impactos de desastres probables, inminentes o presentes.</i>
Prevención	<i>Actividades y medidas encaminadas a evitar los riesgos de desastres existentes y nuevos.</i>
Reducción del riesgo de desastres	<i>Acción orientada a la prevención de nuevos riesgos de desastres y a la reducción de los existentes, a la gestión del riesgo residual, todo lo que contribuye a fortalecer la resiliencia y, por consiguiente, al logro del desarrollo sostenible.</i>
Resiliencia	<i>Capacidad que tiene un sistema, una comunidad o una sociedad expuestos a una amenaza para resistir, absorber, adaptarse, transformarse y recuperarse de sus efectos de manera oportuna y eficiente, en particular mediante la preservación y la restauración de sus estructuras y funciones básicas por conducto de la gestión de riesgos.</i>
Riesgo de desastres	<i>Posibilidad de que se produzcan muertes, lesiones o destrucción y daños en los bienes de un sistema, sociedad o comunidad en un período de tiempo concreto, son determinados de forma probabilística en función de la amenaza, exposición, vulnerabilidad y capacidad.</i>
Sistema de alerta temprana	<i>Sistema integrado de vigilancia, previsión y predicción de amenazas, evaluación de los riesgos de desastres, y actividades, sistemas y procesos de comunicación y preparación que permite a las personas, las comunidades, los gobiernos, las empresas y otras partes interesadas adoptar las medidas oportunas para reducir los riesgos de desastres con antelación a sucesos peligrosos.</i>
Vulnerabilidad	<i>Condiciones determinadas por factores o procesos físicos, sociales, económicos y</i>

ambientales que aumentan la susceptibilidad de una persona, una comunidad, los bienes o los sistemas a los efectos de las amenazas.

FUENTE: MERCOSUR, (2019); Comunidad Andina, (2018); UNISDR, (2016).

Gomez, (2020), indica que según modelos científicos el cambio climático causado por la emisión de gases de efecto invernadero, producirán un progresivo incremento de la temperatura media de la tierra que pueden ocasionar alteraciones profundas en el sistema climático, la elevación del nivel del mar y fuertes desequilibrios ecológicos y socioeconómicos. Su procedencia es debido a pequeñas acciones antrópicas locales y regionales que derivan en un problema global.

Montealegre & Pabon, (2000), indican que la variabilidad climática se configura como las fluctuaciones en el clima durante períodos de tiempo, por ejemplo durante un año en particular que se reporten datos por encima o por debajo de lo normal. El clima cambia naturalmente en diferentes escalas de tiempo y espacio, las siguientes se reportan como de mayor trascendencia:

- **Estacional:** Esta escala concierne la fluctuación del clima a nivel mensual, la resolución del ciclo anual de los elementos climáticos es una etapa fundamental dentro de la variabilidad climática a este nivel, en latitudes tropicales lo frecuente es la sucesión de temporadas lluviosas y temporadas secas.
- **Intraestacional:** Este tipo de variabilidad es menos evidente, existen pruebas que dentro de las estaciones se muestran oscilaciones que establecen las condiciones de tiempo durante decenas de días o de uno a dos meses. Dentro de las oscilaciones intraestacionales se recalca una señal de tipo ondulatorio, denominada de 30-60 días. Esta ha sido revelada en la precipitación y actividad convectiva en el Pacífico Tropical Oriental y de América Tropical.
- **Interanual:** A esta escala conciernen las variaciones que se exhiben en las variables climatológicas de año a otro. Un ejemplo distintivo de la

variabilidad climática interanual pertenece a los fenómenos encuadrados dentro del ciclo El Niño-La Niña-Oscilación del Sur (ENOS).

- **Interdecadal:** En este grado se revelan fluctuaciones del clima a nivel de décadas, comparativamente con la variabilidad interanual, la amplitud de estas oscilaciones es menor, no obstante estas fluctuaciones de largo plazo influyen notablemente en las actividades de las comunidades en ciclos interdecadales y resultan muy significativas en el cálculo de posibles tendencias en las variables climáticas.

Este estudio analiza la variabilidad climática interanual derivada por la aparición del fenómeno de El Niño/La Niña Oscilación Sur (ENOS), en el cantón Milagro.

Respecto al Desarrollo Sostenible, su primera definición se enuncia en el Informe de la Comisión Mundial sobre Medio Ambiente y Desarrollo de la ONU, denominado Nuestro Futuro Común en el año 1987, que indica que es el desarrollo que admite hacer frente a las necesidades actuales sin comprometer las posibilidades de futuras generaciones para alcanzar sus necesidades.

Cinco años después, en 1992 fue incluido como el tercer principio de la Declaración de la Cumbre de la Tierra de Río, donde se indica que el derecho al desarrollo debe practicarse de una manera que responda equilibradamente a las necesidades de desarrollo y ambientales de las generaciones presentes y futuras.

Este concepto ha ido evolucionando hasta alcanzar aproximaciones más precisas como la realizada por Buarque, (2002), que define al desarrollo sostenible como un proceso cualitativo y cuantitativo de variación social que armoniza en el tiempo y en el espacio, la equidad social, el crecimiento económico y la conservación ambiental.

En el documento Final de la Cumbre Mundial de 2005, plantean lo mismo descrito por el autor anterior pero desde otro punto de vista, indican que para

alcanzar el desarrollo sostenible es necesario lograr un equilibrio de tres criterios interdependientes, conocidos como las dimensiones del desarrollo sostenible, que son:

- *La cohesión social.*
- *El crecimiento económico,*
- *La conservación de los recursos y el medio ambiente.*

Además bajo esta visión, Gomez, (2020), indica que partir de la concepción de Sachs, (2014), el desarrollo sostenible contempla varios tipos de sostenibilidad:

- **Social:** equilibrio en la distribución de ingresos y bienes
- **Económica:** retribución y gestión eficaz de los recursos, valorada en “términos macro sociales” junto a un flujo ininterrumpido de inversiones.
- **Ecológica:** uso racional de recursos naturales, armonía de ecosistemas, conservación de recursos no renovables y la biodiversidad.
- **Espacial:** considerable equilibrio de las áreas rurales y urbanas, así como mejor ordenación territorial de los asentamiento humanos y las actividades económicas.
- **Cultural:** procesos de modernización adaptados a la cultura local.
- **Política:** participación ciudadana de organizaciones y comunidades locales en la toma de decisiones, prioridades y metas.

Esta investigación se alinea a varias metas de algunos objetivos para el desarrollo sostenible contemplados en la Agenda 2030, a continuación en la tabla 5, se indican las metas en las que se ordena el presente estudio respecto a los objetivos de desarrollo sostenible conocidos como ODS:

Tabla 5. Objetivos y Metas de los ODS que se alinean en la investigación.

OBJETIVOS ODS	METAS ODS
Objetivo 1: Fin de la	“(…) 1.5. De aquí a 2030, fomentar la

Pobreza



resiliencia de los pobres y las personas que se encuentran en situaciones de vulnerabilidad y reducir su exposición y vulnerabilidad a los fenómenos extremos relacionados con el clima y otras perturbaciones y desastres económicos, sociales y ambientales (...)"

Objetivo 2: Salud y Bienestar



"(...) 3.d. Reforzar la capacidad de todos los países, en particular los países en desarrollo, en materia de alerta temprana, reducción de riesgos y gestión de los riesgos para la salud nacional y mundial (...)"

Objetivo 11: Ciudades y Comunidades Sostenibles



(...) 11.3. De aquí a 2030, aumentar la urbanización inclusiva y sostenible y la capacidad para la planificación y la gestión participativas, integradas y sostenibles de los asentamientos humanos en todos los países.

11.5. De aquí a 2030, reducir significativamente el número de muertes causadas por los desastres, incluidos los relacionados con el agua, y de personas afectadas por ellos, y reducir considerablemente las pérdidas económicas directas provocadas por los desastres en comparación con el producto interno bruto mundial, haciendo especial hincapié en la protección de los pobres y las personas en situaciones de vulnerabilidad.

11.a. Apoyar los vínculos económicos, sociales y ambientales positivos entre las zonas urbanas, periurbanas y rurales fortaleciendo la

planificación del desarrollo nacional y regional.

11.b. De aquí a 2020, aumentar considerablemente el número de ciudades y asentamientos humanos que adoptan e implementan políticas y planes integrados para promover la inclusión, el uso eficiente de los recursos, la mitigación del cambio climático y la adaptación a él y la resiliencia ante los desastres, y desarrollar y poner en práctica, en consonancia con el Marco de Sendai para la Reducción del Riesgo de Desastres 2015-2030, la gestión integral de los riesgos de desastre a todos los niveles. (...)

Fuente: Elaboración propia, adaptada de CEPAL, (2018)

El estudio se afirma con una meta del primer objetivo de la Agenda 2030, denominado “*Fin de la Pobreza*”, ya que identifica a los barrios en estado de vulnerabilidad en la ciudad de Milagro y fomenta la resiliencia a través del diseño de un sistema de alerta temprana para advertir la exposición ante inundaciones.

De igual forma la propuesta se fortalece con una meta del segundo objetivo de la Agenda 2030, denominado “*Salud y Bienestar*”, debido a que se refuerza la capacidad del Gobierno Municipal de Milagro, en materia de alerta temprana, reducción y gestión de riesgos para salvaguardar vidas, bienes y servicios.

También la propuesta se fortalece con varias metas del onceavo objetivo de la Agenda 2030, denominado “*Ciudades y Comunidades Sostenibles*”, por tanto que fomenta la gobernanza y el desarrollo local, además de concretarse reducirá las muertes y personas afectadas por inundaciones, ya que la población urbana del cantón Milagro podrá recibir una alerta ante estos eventos adversos,

por lo que adoptará un plan y políticas públicas para la resiliencia ante inundaciones en consonancia con el Marco de Sendai.

Los objetivos del Marco de Sendai, se indican a continuación:

- Reducir notoriamente la mortalidad mundial causada por los desastres en la década de 2020-2030.
- Reducir notablemente en la década 2020-2030, el número de personas afectadas.
- Reducir los perjuicios económicos causadas directamente por los desastres en relación con el (PIB) global para 2030.
- Disminuir considerablemente para el 2030, las pérdidas originadas por los desastres en las infraestructuras vitales y la suspensión de los servicios básicos, como las instalaciones educativas y de salud, desarrollando resiliencia.
- Aumentar notoriamente para el 2020, el número de naciones que cuenten con estrategias de reducción del riesgo de desastres a nivel local y nacional.
- Optimizar notoriamente para el 2030, la cooperación internacional mediante un soporte adecuado y sostenible que integre las medidas adoptadas a nivel nacional para la aplicación del presente Marco.
- Incrementar considerablemente para el 2030, la existencia y acceso de las personas a los sistemas de alerta temprana y a la información sobre el riesgo de desastres y las evaluaciones.

Esta investigación se cimienta sobre cinco objetivos del Marco de Sendai, puesto que reducirá el número de habitantes milagreños afectados, pudiendo reaccionar antes de que ocurran las inundaciones, de esta forma reducirá pérdidas económicas y daños e interrupciones a servicios básicos ya que la comunidad urbana de Milagro podrá salvaguardar sus bienes y el gobierno local podrá planificar la continuidad de los servicios, teniendo así una estrategia local de

reducción de riesgos a través de un sistema de alerta temprana ante inundaciones con acceso a información en tiempo real.

Respecto al abordaje institucional de la gestión de riesgo en el Ecuador, el Código Orgánico de Organización Territorial, Autonomía y Descentralización (2010), indica que esta competencia se gestionará de manera concurrente y de forma articulada por todos los niveles de gobierno, que incluye las acciones de prevención, reacción, mitigación, reconstrucción y transferencia, para enfrentar todas las amenazas de origen natural o antrópico que afecten al territorio.

En ese sentido desde el 2010 el Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal de San Francisco de Milagro, mantiene competencias en materia de gestión de riesgos. Según su Estatuto Orgánico Funcional, publicado mediante ordenanza en Gaceta Oficial No. 3 del 12 de noviembre de 2019, indica que se cuenta con una Dirección de Ambiente, Riesgos, Minería y Turismo, para coordinar los planes de contingencia, los planes operativos de la unidad, realizar reportes de daños y necesidades por eventos adversos y ejecutar informes de análisis de riesgos y vulnerabilidades, a través de un coordinador de gestión de riesgos y minería.

No obstante se mantiene un Plan de Contingencias ante Inundaciones desactualizado ya que el último publicado mediante ordenanza municipal es del año 2009, además se evidencian en las responsabilidades del coordinador de gestión de riesgos del municipio competencias compartidas que dificulta la implementación de planes y estrategias de reducción de riesgos, tampoco no se ha visto una política pública para la implementación de un sistema de aviso temprano ante riesgos de inundación.

Los investigadores Batica & Gourbesville, (2016), indican que la vulnerabilidad a las inundaciones es un factor para preparar a las comunidades urbanas a que acepten estos eventos, y de esta manera ciudadanía y gobierno trabajen en la preparación ante riesgos de desastres, en este sentido se plantea una

propuesta a nivel ciudadano con rectoría del gobierno local, ya que la mayor vulnerabilidad de Milagro es el riesgo de inundaciones.

Adger, (2006), presenta una teoría integral de la vulnerabilidad que cambia su percepción, ya que se debería observar como si fuera una fortaleza y no como una señal de debilidad, debido a que se manifiesta de una manera diferente en distintas escalas y debe tener en cuenta el rango de riesgos, sus umbrales, así como la respuesta y recursos institucionales, así pues en la zona de estudio por su vulnerabilidad ante riesgos de inundaciones, debido a la topografía del sector y los eventos de precipitaciones fuertes y extremos, generan una oportunidad para la búsqueda de estrategias de reducción de riesgos de desastres y la preparación local.

Díez-Herrero et al., (2008), en su publicación definen como riesgo de inundación al escenario potencial de pérdida o daño a servicios, materiales, personas o bienes, derivados del anegamiento de áreas normalmente secas por inundaciones a las que se asocia una magnitud, intensidad, probabilidad de ocurrencia o frecuencia. En este sentido, la zona urbana del cantón Milagro está rodeada por afluentes hídricos que pertenecen a la subcuenca del Río Yaguachi y todos a su vez desembocan en el río Babahoyo en la gran cuenca del Río Guayas, que generan un potencial riesgo de inundación, los que se describen a continuación:

- En el norte de la zona urbana de Milagro existe el Estero Chirijos ubicado en la microcuenca denominada "Drenajes Menores";
- En el centro de la zona urbana de Milagro concurre el Río Milagro ubicado en la microcuenca del mismo nombre; y
- En el sur de la urbe milagreña tenemos los esteros: Los Monos, Las Avispas y Belín, todos ubicados en la microcuenca "Estero Los Monos".

Watanabe, en el año 2015, respecto al enfoque de la gestión de riesgos, señala que el riesgo es más tangible y concreto a nivel local, por lo que las

autoridades y funcionario públicos del Gobierno Municipal de Milagro, tienen un rol importante en la configuración y el nivel del riesgo urbano. La relación entre el riesgo y la pobreza está restringida por la capacidad del gobierno local en planificar y regular el desarrollo urbano, proporcionar infraestructura para mitigar los peligros y mecanismos de protección para las familias vulnerables. La integración de la gestión de riesgos en la planificación urbana y la implementación de estrategias que abordan los factores causales del riesgo promueven procesos de urbanización equitativos que reducen la vulnerabilidad y contribuyen a los objetivos de desarrollo sostenible, motivo por el cual el sistema de alerta temprana ante riesgos de inundaciones debe ser liderado por el Municipio de Milagro.

Zevenbergen et al. (2010), indican que las estrategias convencionales de manejo de inundaciones que apuntan a la defensa por diques y muros de áreas propensas a desbordamientos no son una respuesta adecuada, ya que su aplicación es costosa y limitada, por lo que hay que buscar estrategias más económicas y sostenibles de defensa ante riesgos de inundaciones. En Milagro hemos evidenciado que existen problemas por desbordamientos, por lluvias fuertes y por fenómenos de lluvias extremas. En ese sentido Pappenberger et al. (2015), muestran que una eficaz gestión del riesgo de desastres se fundamenta en soluciones basadas en la ciencia para cerrar la brecha entre las medidas de prevención y preparación. Los resultados proporcionan una clara evidencia de que es probable que exista un beneficio monetario sustancial en la aplicación de sistemas de alerta temprana de inundaciones.

Corral et al., (2019) indican que clásicamente los Sistemas de alerta temprana de inundación proporcionan información en tiempo real de los pronósticos de inundaciones en secciones específicas de ríos, que se utilizan para emitir advertencias para apoyar la respuesta. Estas advertencias son comúnmente desencadenadas por la superación de un umbral particular, se conoce que en la zona de estudio el desbordamiento de ríos y esteros pueden alcanzar alturas de espejo de agua de hasta 90 centímetros.

Uno de los principales componentes de los sistemas de alerta temprana conocidos comúnmente como SAT lo constituyen los sistemas de información, los cuales deben cumplir con las siguientes características: funcionamiento continuo, soportar momentos de estrés sin pérdida del rendimiento y realizar el proceso de almacenamiento y estudio de datos en el menor tiempo posible (Cools et al., 2016), en este sentido se tiene la estación meteorológica para la toma y reporte de datos y las capas de los sistemas de información geográfica locales, además se plantea equipos de medición del nivel de agua para un monitoreo continuo validado por un reporte ciudadano.

Henriksen et al., (2018), indican que los clásicos sistemas de evaluación de riesgos hidrológicos, comunicación, monitoreo y alerta temprana deben ser reformulados hacia una perspectiva participativa, se evidencia que los sistemas tecnológicos son fríos, por lo que la ciudadanía en ocasiones no los toma en cuenta, en su estudio muestran un potencial para la participación pública en todas las etapas del ciclo de reducción del riesgo de desastres, con una mayor comunicación y concienciación sobre el riesgo. Además, el acceso basado en la web a los datos y resultados de un modelo puede proporcionar una plataforma coherente e integrada para la interacción de los interesados y la coproducción para la planificación y la toma de decisiones que integran el conocimiento de peligros y riesgos, con estas consideraciones se plantea un sistema de alerta temprana ante inundaciones para la zona urbana del cantón Milagro tecnológico con enfoque participativo para reforzar la gobernanza local.

Estudios como el de Mulligan et al. (2019) quien lo adapto de Basco-Carrera et al. (2017), indican las etapas para la implementación de un modelo participativo ante inundaciones para la planificación de asentamientos humanos, que se visualizan en la figura 22.

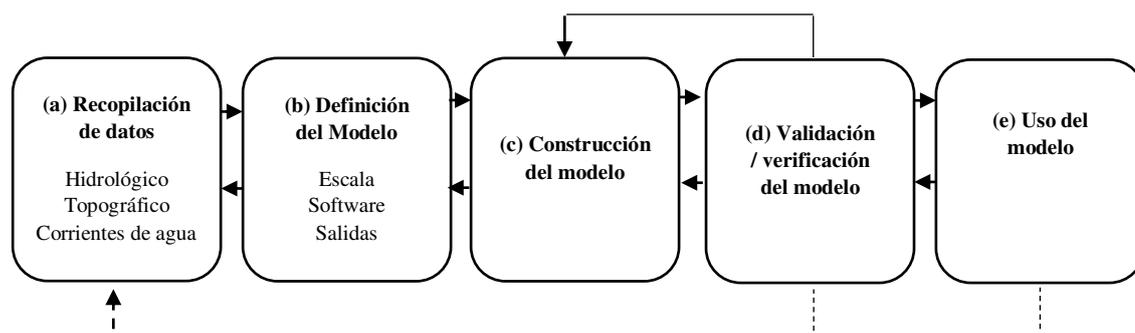


Figura 22. Etapas del modelo ante inundaciones para considerar la participación ciudadana.

Fuente: Mulligan et al. (2019)

Una vez definidas las etapas del proceso para un modelo participativo ante inundaciones podemos identificar los actores claves potenciales que participarían en la propuesta del sistema de alerta temprana ante inundaciones en la zona urbana del cantón Milagro, que se indican a continuación en la tabla 6:

Tabla 6. Nivel de participación en las diferentes etapas de la propuesta

Etapa	Nivel de participación	Productos contemplados	Producción prevista
Recopilación de datos	Propuesta liderada por el GAD Milagro, en co-ejecución con ciudadanía, academia, entidades gubernamentales y ONGs.	Mapa de área propensas a inundaciones	Informar los proyectos a la comunidad local y desarrollar conciencia y preparación ante inundaciones.
Definición del Modelo	El diseño del SAT debe ser impulsado por el GAD Milagro en co-decisión de la academia, ciudadanía, instituciones gubernamentales y ONGs.	Mapa de área propensas a inundaciones y Diseño del Sistema de Alerta Temprana	Apoyar la implementación de estrategias de reducción de riesgos en una variedad de escalas de proyectos a nivel local
Construcción del modelo	La implementación del SAT debe ser ejecutada por el GAD Milagro aprobada por los actores locales, existen organizaciones que brindan asistencia financiera no reembolsable para proyectos comunitarios de seguridad humana	Diseño del Sistema de Alerta Temprana	Implementar estrategias de reducción de riesgos en acuerdo de todos los actores involucrados a través del desarrollo y adopción de políticas públicas.
Validación / verificación	La evaluación debe ser liderada por la academia, en discusión con la	Mapa de área propensas a	Mejorar e impulsar las capacidades del sistema de

del modelo	ciudadanía, gobierno local, inundaciones y acuerdo con las demandas institucionales gubernamentales y ONGs.	Diseño del Sistema de Alerta Temprana	cambiantes y condiciones climáticas.
Uso del modelo	El uso del sistema es para la ciudadanía, para salvaguardar vidas y bienes por lo que deben apropiarse de la estrategia, la que debe estar regulada por el GAD Milagro	Sistema de Alerta Temprana	Prevenir de situaciones de desastres por inundaciones para reducir daños y aumentar la resiliencia local.

FUENTE: Elaboración propia.

Es importante informar a las personas sobre los eventos de inundaciones repentinas en curso y futuros para evitar la pérdida de vidas y bienes. En el estudio de Azam et al., (2017) muestran que la tecnología inteligente basada en hardware y software se utiliza para desarrollar un sistema de alerta de inundaciones y enviar a los usuarios finales mensajes de advertencia tempranas sobre áreas potencialmente afectadas. El programa se basa en una arquitectura informática servidor-cliente que es un modelo de diseño de software en el que las tareas se reparten entre el proveedor de recursos o servidor y los demandantes o también llamados clientes, modelo utilizado para visualizar la condición de inundación en tiempo real y entregar el mensaje de alerta temprana. Modelos que se analizan para el diseño del sistema de alerta temprana tecnológico, incorporando reportes ciudadanos para fomentar la participación local. El mapa de riesgo de inundación desarrollado será útil para las autoridades, funcionarios, responsables de la formulación de políticas, así como para los residentes locales en la búsqueda de medidas adecuadas para reducir el riesgo de inundaciones.

Además Kotir et al., (2017) en su estudio concluyen que un marco legislativo sólido por sí solo no es adecuado para permitir la participación de la sociedad civil en la construcción de la resiliencia urbana, por lo que debe existir el compromiso de los técnicos gubernamentales y de la sociedad civil en participar activamente en el cumplimiento de estas regulaciones. Al respecto el Municipio de Milagro en su Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial (2014), indica que tiene el objetivo estratégico de impulsar procesos de formación y participación ciudadana que vincule al Gobierno Local con las entidades públicas

y civiles que intervienen en el Cantón y de esta forma articular a la Gestión del PDOT, con la meta de incrementar al 85% las Organizaciones que se relacionen al Consejo de Participación Ciudadana y Control Social, ya que desde el 2013 el Concejo Cantonal de Milagro publicó la ordenanza para la Creación del Sistema de Participación Ciudadana, que contempla estrategias de: Sistema de Participación, Instancias de Participación, Cabildos Populares, Audiencias Públicas, Silla Vacía, Iniciativa Popular normativa, Consejos Consultivos, Veedurías Ciudadanas, Consulta Popular, Rendición de Cuentas, Consulta previa informada. Por lo que se cuenta con un marco legal, sin embargo debe existir el compromiso para su ejecución en Milagro.

En la publicación de Cloutier et al. (2015), concluyen que los actores locales tienen un conocimiento del territorio, no son especialistas, pero tienen una sólida comprensión de su función. Existen casos como el descrito por Mulligan et al., (2019), que muestran que la participación ciudadana en los componentes del proceso de modelado de información puede mejorar la precisión, aumentar la aceptación y comprensión de las soluciones propuestas. Situaciones que tienen que ver con lo investigado por Khan et al., (2018), quienes publican que el enfoque de la reducción del riesgo de desastres en la actualidad se debe centrar en las iniciativas de la comunidad, que permiten a la población local conocer su entorno y capacidades para mitigar el riesgo de inundación.

En este sentido la Secretaría de Gestión de Riesgos del Ecuador, mediante Resolución No. SGR-057-2018 de fecha 29 de mayo de 2018, resuelve emitir la *"Metodología para la Conformación de Redes de Participación Ciudadana"*, para integrar a las organizaciones de la comunidad donde se incluyan a todas las agrupaciones sociales de hecho y de derecho, en redes de participación, que produzcan propuestas de seguridad y desarrollo en el territorio, mediante el entendimiento del riesgo, la evaluación y promoción de la política pública de gestión de riesgos. Sin embargo, a pesar que se cuenta con un instrumento para preparar a la ciudadanía como pueden responder ante la ocurrencia de un evento peligroso, que orienta los esfuerzos en reducir los riesgos en el desarrollo local y

que promueva la participación ciudadana en la política pública de gestión de riesgos, se observa que en el área urbana de Milagro no se tiene conformada ninguna red de participación ciudadana para la gestión de riesgo local.

La Constitución de La República Del Ecuador, (2008), la Ley Orgánica de Participación Ciudadana, (2010), el Código Orgánico de Organización Territorial, Autonomía y Descentralización, (2010), ordenan conformar los sistemas de participación ciudadana y promover el involucramiento y participación de las poblaciones en las decisiones que tienen que ver con el desarrollo de los territorios, esto involucra que su gestión debe contar con ciudadanos que participen de manera individual y colectiva. Las leyes disponen a todos los niveles de gobierno en el Ecuador, a reconocer las unidades básicas de participación ciudadana, tales como parroquias urbanas, rurales, comunas, barrios, comunidades y recintos, así como otras formas de organización que la libre participación genere, para concentrar a sus representantes a la máxima instancia de decisión en el territorio, que debe ser reglamentado por acto normativo en los Gobiernos Locales.

El marco legal de la Participación garantiza las obligaciones y derechos de la ciudadanía y su involucramiento en las instancias que provee el Estado para su actuación, alentando con ello una cultura de representación y participación activa de la población ecuatoriana. Estas unidades serán parte del Sistema Nacional Descentralizado de Planificación. (Consejo de Participación Ciudadana y Control Social, 2017).

La participación ciudadana debidamente organizada, amplía la intervención de las partes interesadas y mejora los resultados, ya que cuanto más interesados puedan participar en la fase inicial, mayores serán las posibilidades de coproducir nuevos conocimientos y de crear planes y políticas aplicables. Mulligan et al., (2019).

7. METODOLOGÍA

Se realizó una investigación documental cualitativa, cuantitativa y estadística, mediante una recopilación de información de artículos científicos, datos de instituciones gubernamentales e información geográfica, con la finalidad de que se diseñe la metodología de un sistema de alerta temprana participativo y tecnológico, ante riesgos de inundaciones en la zona urbana del cantón Milagro que mejore el proceso la toma de decisiones del gobierno local de Milagro.

Para el diseño del sistema de alerta temprana inteligente y participativo que fortalezca la gobernanza local frente al riesgo de inundaciones, aumente la preparación para casos de desastre e incremente la resiliencia de la comunidad, en consonancia a los objetivos de nuestra investigación, las metas de los ODS y las prioridades del Marco de Sendai, primeramente se ejecuta una analogía comparativa de estudios de casos en zonas de climas similares al del área en estudio, para lo cual como se observa en la figura 23, se traza una línea longitudinal por la latitud 0°0'0", indagando investigaciones de casos similares en diferentes sitios que sean aplicables al área de investigación. En este sentido se encuentra un artículo científico desarrollado en Kenia del continente Africano respecto a modelos participativos para el diseño de políticas y planes ante riesgos de inundación, y tres artículos científicos de Indonesia del continente asiático, referente a diseños de sistemas de alerta temprana y modelos participativos para comunidades en riesgos de inundaciones, estos estudios comparados se detallan y analizan en la tabla 7.

Tabla 7. Estudios análogos comparativos de casos

Descripción	Caso 1	Caso 2	Caso 3	Caso 4
Título	Participatory flood modelling for negotiation and planning in urban informal settlements	Design of flood early warning system with wifi network based on smartphone	Design and field test equipment of river water level detection based on ultrasonic sensor and SMS	Public participation in water resources management: Restructuring model of

			gateway as flood early warning	upstream Musi watershed
Autor	Mulligan et al. (2019)	Supani et al. (2017)	Sulistyowati et al. (2017)	Andriani et al. (2017)
Continente	África	Asia	Asia	Asia
País	Kenia	Indonesia	Indonesia	Indonesia
Ciudad	Nairobi	Palenbang	Gresik	Muara Enim
Análisis del estudio	Estudia como un proceso analítico de modelado participativo, amplía la intervención de las partes interesadas y mejora los resultados, ya que cuanto más interesados puedan participar en la fase inicial, mayores serán las posibilidades de coproducir nuevos conocimientos y de crear planes y políticas aplicables.	Hoy en día, el desarrollo del uso de internet de las cosas permite monitorear, controlar y predecir las actividades que nos rodean, de forma remota a través de conexiones a la red de Internet, en este trabajo se realiza el diseño de la red Wifi para acceder a datos de lluvia, nivel de agua y estado de inundaciones en cualquier momento con un teléfono inteligente procedente del sistema de alerta temprana de inundaciones.	Este artículo informó los resultados de un equipo de detección de prueba de campo para medir el nivel del agua del río. Los resultados muestran la precisión de la transmisión de la información del nivel de agua mediante una aplicación de AFD (Android Flood Detection) a través de un teléfono inteligente Android, lo que prueba que se pueden utilizar como una evaluación de inundaciones en algunos puntos propensos a inundaciones.	El propósito de este estudio es analizar la participación comunitaria en la gestión de los recursos hídricos, de modo que su disponibilidad aún pueda satisfacer las necesidades de vida y sostenibilidad. Los resultados obtenidos muestran que la participación comunitaria está a nivel de asociación y delegación de poder.
Producción en la investigación	Usos de estrategias y modelos participativos en modelos de inundación para la planificación local.	Usos de aplicaciones móviles para el monitoreo de sistemas de alerta temprana	Usos de sensores para el monitoreo de niveles de agua en afluentes.	Participación ciudadana en la gestión de procesos de recursos hídricos.

Fuente: Elaboración Propia



Figura 23. Analogía comparativa de casos de estudio. Fuente: Google Maps.

Para el reporte y monitoreo en áreas inundables, así como la emisión de alertas se integran los estudios de Sulistyowati et al., (2017), que proponen la implementación de equipos de detección para medir el nivel del agua del río en diferentes secciones, para activar la respuesta de manera temprana, con el propósito de aumentar la seguridad de la población; combinado con la investigación de Supani et al., (2018) quienes plantean el uso de una aplicación móvil con sistema android para monitorear el estado del río y emitir alertas directas a los teléfonos celulares de personas registradas.

La publicación de Mazzoleni et al., (2018), estudia el planteamiento de sensores tradicionales (electrónicos) complementados con datos de sensores sociales para el estudio de inundaciones, afirman que el monitoreo a través de la ciudadanía puede ser de bajo costo y mejor distribuido espacialmente. Además se complementa con la metodología de Mulligan et al., (2017) para plantear un modelo participativo desde el inicio de la propuesta con todos los actores involucrados, alimentado además con la investigación de Andriani et al., (2017) para lograr una participación comunitaria en la estrategia de gestión de riesgos planteada, de modo que su disponibilidad pueda satisfacer las necesidades de vida y sostenibilidad.

Para comprender el riesgo de inundación se estudia la variabilidad climática, se analizan los datos que se encuentran disponibles del Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología del Ecuador en sus boletines

meteorológicos anuales respecto de la estación meteorológica de Milagro, además se examina los datos de la plataforma DesInventar Sendai para graficar los eventos que han tenido mayor afectación directa e indirectamente en el cantón Milagro y sus causas.

Posteriormente para determinar las zonas propensas a inundaciones en el área urbana de Milagro, a fin de aumentar la preparación para casos de desastre, e incrementar la resiliencia de la comunidad, se estudia el territorio para la elaboración de cartografía temática, con el objeto de realizar un mapa de peligrosidad ante inundaciones. Se usará el software de sistemas de información geográfica ArcGIS 10.5, cargando capas referente a la topografía del sector a través de la generación de un modelo digital de elevación podremos corroborar los niveles altitudinales y pendiente del territorio que según lo indica el gobierno local en su Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial (2014), los Suelos en el cantón Milagro en su mayoría son de textura fina, con poca pendiente o casi plano. Además se cargará la geomorfología del suelo en el sector, las subcuencas y microcuencas hidrográficas de los afluentes hídricos para conocer el curso del agua, esta información base es obtenida del Instituto Geográfico Militar del Ecuador.

Con esto se estudia diferentes parámetros en la zona urbana de Milagro como: pendiente, altitud, tipo de suelo, precipitaciones e imágenes satelitales que permitirán modelar zonas inundables a través del software Global Mapper, se incrementarán niveles de subida de los afluentes hídricos cada 30 centímetros del nivel de desbordamiento hasta alcanzar los 90 centímetros de altura de agua desbordada para finalmente identificar los barrios más vulnerables del sector que se verían afectados por el anegamiento de aguas y elaborar un mapa de las zonas susceptibles a inundaciones, sitios donde se promoverá la implementación de políticas y mecanismos que mejoren la gobernanza local. (Montecelos et al., 2011).

Para analizar la propuesta en función de la sostenibilidad, se acoge la metodología planteada por Solano, (2008) en su libro *“Estrategias de comunicación y educación para el desarrollo sostenible”*, mediante la cual se realizará un análisis cualitativo de factores ambientales, sociales, económicos e institucionales, se toman en cuenta seis criterios para luego ser ponderados en función al nivel de importancia de su aplicación en la propuesta.

8. DISCUSIÓN

Para corroborar la existencia de los riesgos de inundaciones en el cantón Milagro, se analiza los datos disponibles de la plataforma DesInventar Sendai de la Organización de las Naciones Unidas, mismos que reportan 58 eventos desde el año 1983 al 2019, de los cuales como se observa en la figura 24, en los años 2008 y 2019 han registrado una gran cantidad de reportes de inundaciones causadas por lluvias, a pesar que en otros años se ha evidenciado una mayor afectación por el Fenómeno ENOS.

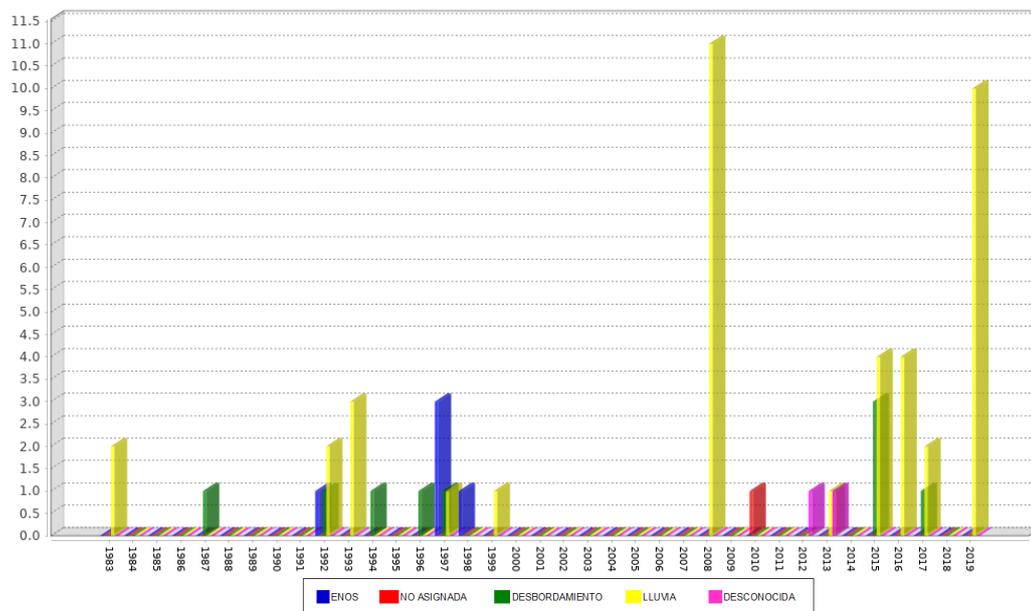


Figura 24. Cantidad de reportes de inundaciones registrados por años desde 1983 hasta 2019.

Fuente: DesInventar.

En Ecuador desde el año 1962 se crea la Defensa Civil dentro del contexto de la Secretaría General del Consejo de Seguridad Nacional, organismo que se encargaba de poner en práctica directas acciones destinadas a prevenir o resolver los problemas provenientes de desastres.

Con el Decreto Ejecutivo 1046-A, publicado en Registro Oficial No. 345 del 26 de mayo del 2008, se reestructura la Dirección Nacional de Defensa Civil mediante la figura de una Secretaría Técnica de Gestión de Riesgos adscrita al Ministerio Coordinador de Seguridad Interna y Externa; y conforme al Decreto Ejecutivo No. 42 publicado en el Registro Oficial No. 31 del 22 de septiembre del 2009, se resuelve que la Secretaría Técnica de Gestión de Riesgos pase a nombrarse Secretaría Nacional de Gestión de Riesgos.

Es a partir del año 2010 que el Código Orgánico de Organización Territorial Autonomía y Descentralización, le otorga competencias de gestión de riesgos a los municipios en el Ecuador quienes crean una Unidad en su Orgánico Funcional que realiza el monitoreo y reporte de eventos adversos y mejoran los registros de los desastres.

Por esta razón en la figura 25, no se visualiza la cantidad de viviendas destruidas y/o afectadas durante el fenómeno ENOS de los años 1997 y 1998. Los registros que se encuentran reportados en la plataforma Desinventar Sendai de antes del año 2008, son resultados de revisiones bibliográficas de fuentes locales de medios de comunicación.

A partir del 2008, con la nueva Constitución de la República del Ecuador, se disuelve la Defensa Civil y se crea la Secretaría de Gestión de Riesgos, con el fin de fomentar capacidades canalizadas a identificar, analizar, prevenir, mitigar riesgos para enfrentar y manejar eventos adversos, así como recuperar y construir las condiciones sociales, económicas y ambientales afectadas por eventualidades, emergencias y/o desastres.

Se observa que en el año 1996 hubo 60 casas destruidas por el desbordamiento del Río Milagro. Y por motivo de lluvias en el año 2008 se tienen 591 viviendas afectadas, seguido del año 2016 en el que se reportaron 574 casas afectadas y/o destruidas; y por último en el año 2019 se registran un total de 485 viviendas afectadas y/o destruidas.

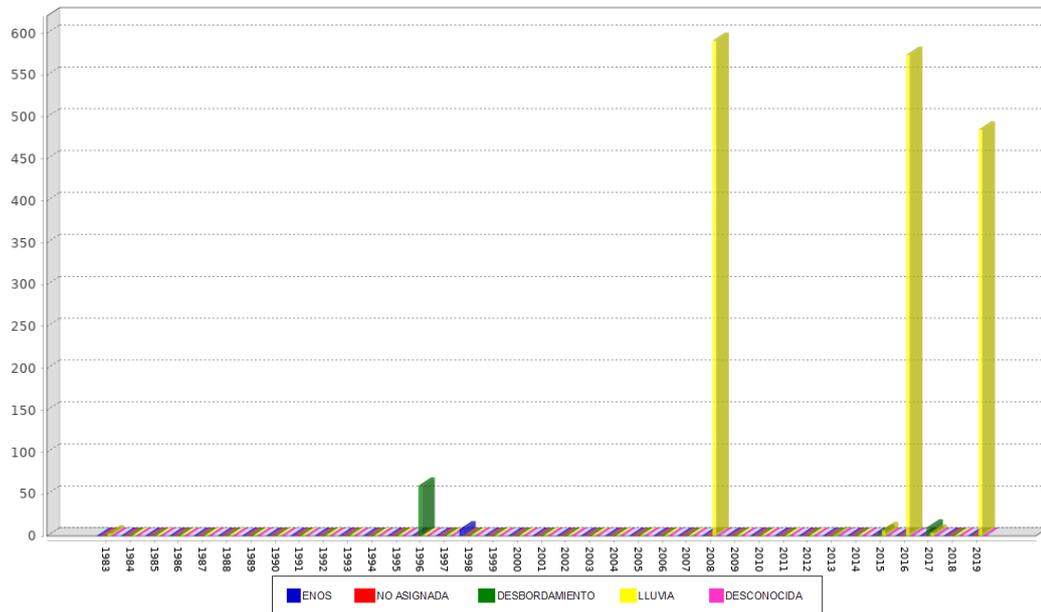


Figura 25. Viviendas destruidas y afectadas por inundaciones registrados por años desde 1983 hasta 2019. Fuente: DesInventar.

En la figura 26 se ilustran los eventos de mayor afectación a personas, el 26 de noviembre de 1997, se registra como la más grande inundación de Milagro que concuerda con el fenómeno de variabilidad climática denominado El Niño Oscilación Sur, alcanzando un total de 50,000 personas damnificadas. Esta inundación es considerada como la más grave en la historia de la urbe, la lluvia duró veinte y dos horas por lo que los caudales del Río Milagro y sus tributarios crecieron. (DesInventar - UNDRR, 2020).

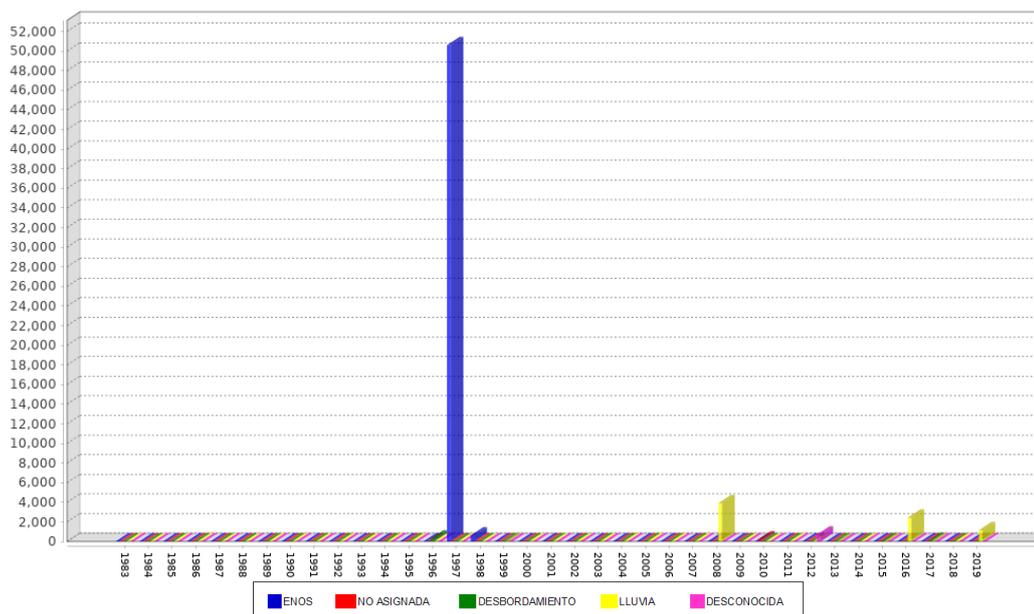


Figura 26. Personas damnificadas y afectadas por inundaciones registradas por años desde 1983 hasta 2019. Fuente: DesInventar.

Además se analizan los datos que se encuentran disponibles del Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología del Ecuador en sus boletines meteorológicos anuales, respecto a la estación meteorológica M0037 – Milagro (Ingenio Valdez), se recopila información de precipitación media anual y cantidad de días de precipitación desde 1990 hasta 2013, que se observan en la tabla 8.

Tabla 8. Datos de boletines anuales meteorológicos desde 1990 hasta 2013.

No.	AÑO	PRECIPITACIÓN MEDIA ANUAL (mm)	CANTIDAD DE DÍAS DE LLUVIA (Días)
1	1990	793.2	97
2	1991	833	97
3	1992	2359	136
4	1993	1780.8	137
5	1994	1224.5	113
6	1995	819.1	85
7	1996	826.9	80
8	1997	3549.6	222
9	1998	4130.4	159
10	1999	995.4	87
11	2000	930.1	99
12	2001	1708.5	108
13	2002	1593.6	115
14	2003	798.6	82

15	2004	953.1	91
16	2005	786.5	70
17	2006	1335.2	99
18	2007	983.3	101
19	2008	2086	134
20	2009	1161.5	95
21	2010	1369.5	135
22	2011	912.1	87
23	2012	2077.7	125
24	2013	1030.8	111

Fuente: INAMHI

En la figura 27 se muestra que en la zona de estudio en un año pueden darse eventos de lluvia casi tres veces de mayor magnitud que el promedio de los rangos de precipitación media anual, como el dado en el año 1998, cuando ocurrió el fenómeno ENOS, recalcando que de igual forma sin estos eventos de variabilidad climática extremos, se producen inundaciones fuertes en la ciudad de Milagro como lo acontecido en los años 1992, 1996, 2002, 2008 y 2012.

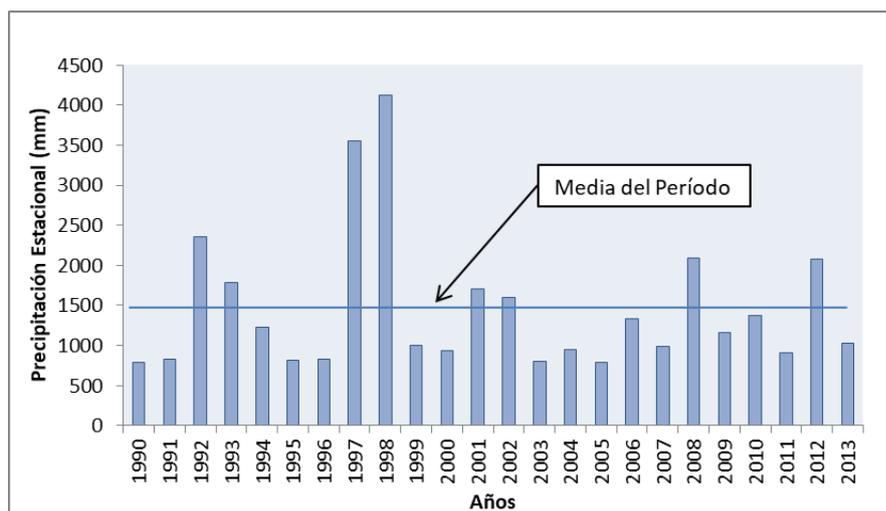


Figura 27. Rangos de precipitación media anual desde 1990 hasta el 2013. Fuente: INAMHI.

Además en la figura 28 se observa que los eventos de inundación registrados en la plataforma Desinventar Sendai del cantón Milagro, coinciden con la temporada de lluvias y que mayormente se dan en trimestre febrero, marzo, abril.

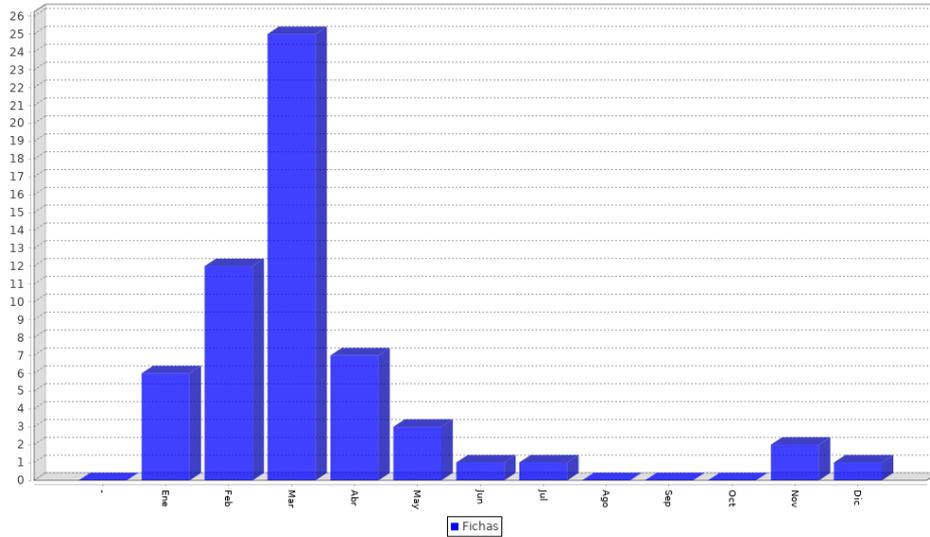


Figura 28. Histograma Estacional de inundaciones registradas en los años desde 1983 hasta 2019.

Fuente: DesInventar.

Sin embargo pueden darse temporadas de lluvia mucho más largas como lo que se evidencia en la figura 25, donde en el año 1997 que concuerda con el Fenómeno ENOS, se obtuvo 222 días de precipitación, año en que se reportó la mayor cantidad de damnificados en la ciudad de Milagro.

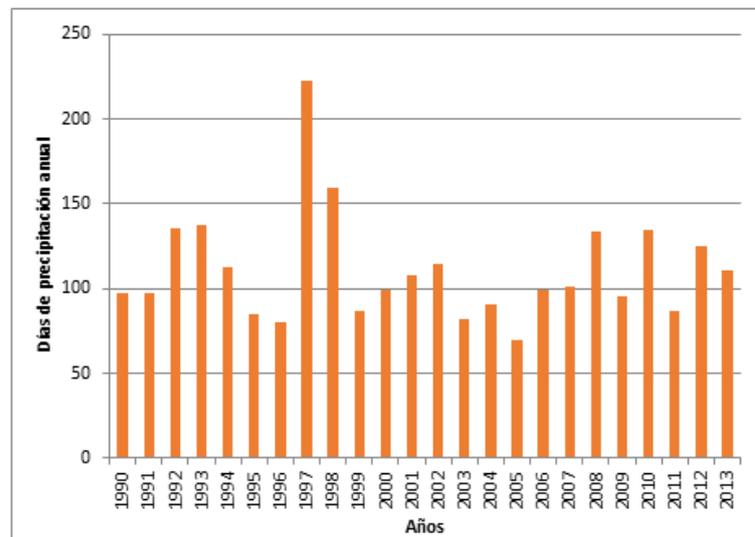


Figura 29. Días de precipitación anual desde 1990 hasta el 2013. Fuente: INAMHI.

Para identificar las zonas vulnerables y generar un mapa de riesgos ante inundaciones en la zona urbana del cantón Milagro, primeramente se realiza un

análisis del terreno, para lo cual cargamos en el software de información geográfica ArcGIS 10.5, capas del cantón y la zona urbana, de ríos, esteros, cuencas hidrográficas y estaciones meteorológicas. (Ver figura 30).

MAPA DE CUENCAS HIDROGRÁFICAS Y ESTACIONES PLUVIOMÉTRICAS EN MILAGRO

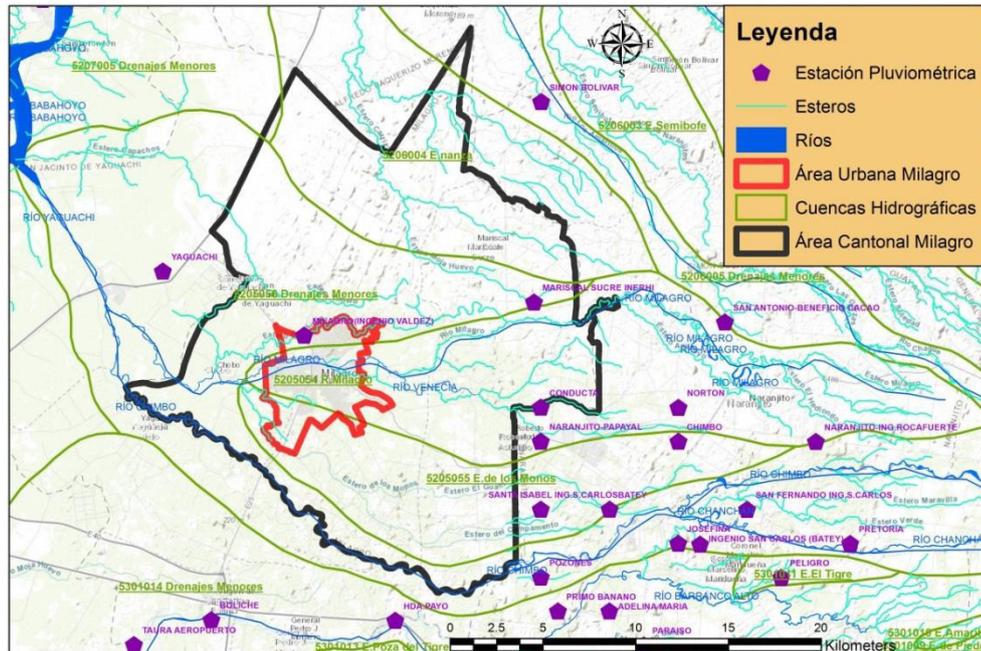


Figura 30. Mapa de sub-cuencas hidrográficas y estaciones meteorológicas. Fuente: Elaboración propia

Luego con el software de información geográfica Global Mapper, se genera un modelo digital de elevación del terreno para constatar la topografía de Milagro, detectando que se encuentra a una altitud promedio entre 10 y 20 metros sobre el nivel del mar (Ver figura 31).

Además como se grafica en la figura 32, en el área urbana de Milagro, se tiene una pendiente entre 0 a 2 %.

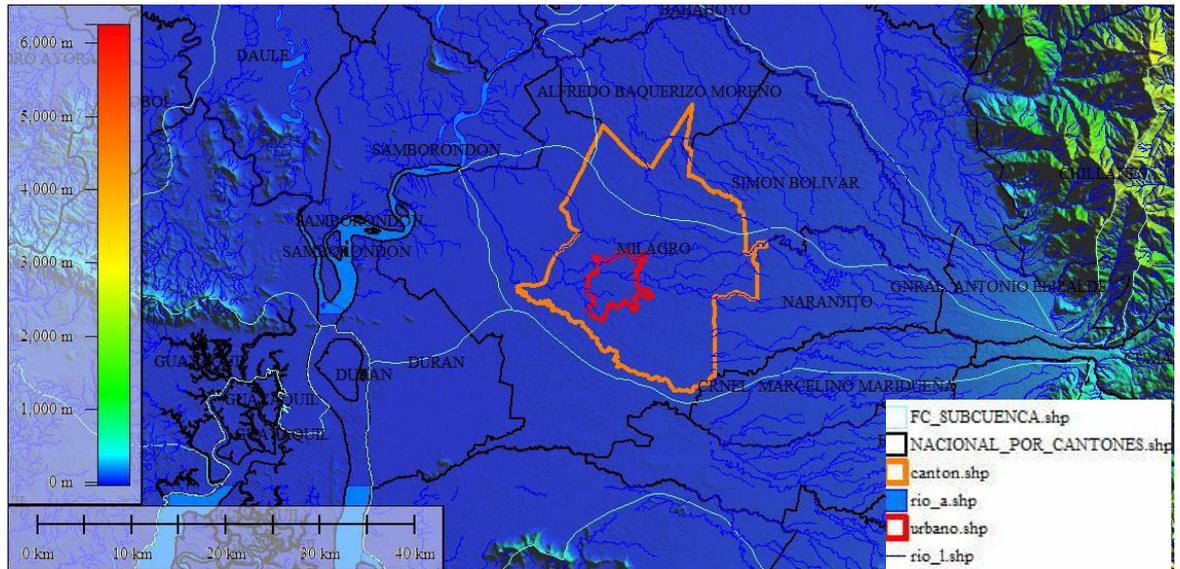


Figura 31. Modelo digital de elevación (altitud) en la zona urbana de Milagro. Fuente: Elaboración propia.

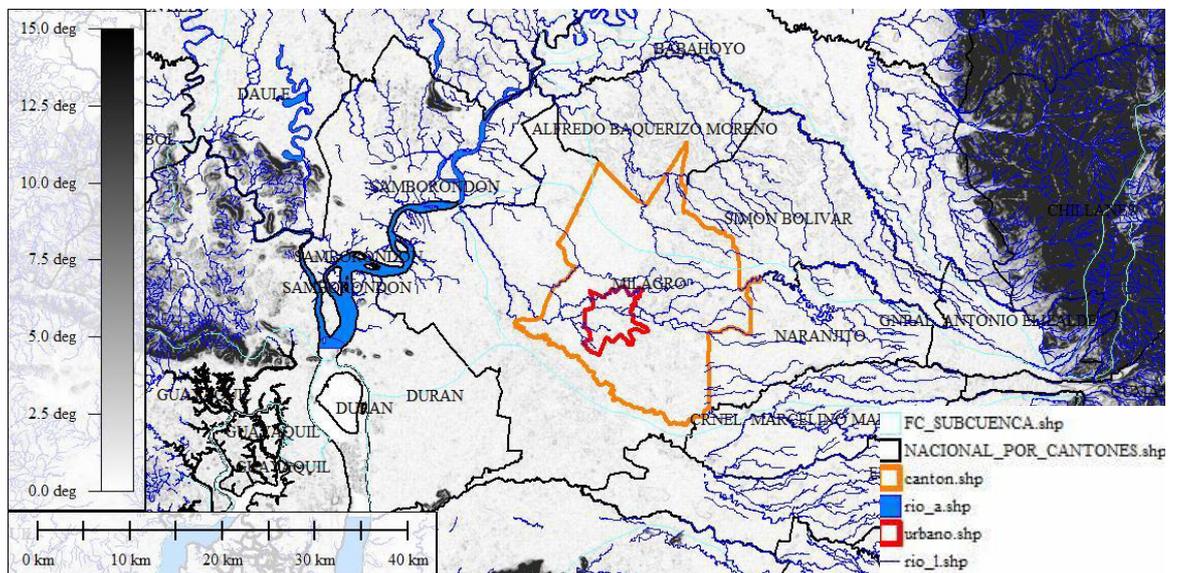


Figura 32. Modelo digital de elevación (pendiente) en la zona urbana de Milagro. Fuente: Elaboración propia.

Como resultado se obtienen los contornos y las curvas de nivel topográficas, además se genera una visualización 3D del terreno, lo que evidencia que Milagro se localiza en tierras planas potencialmente inundables por el anegamiento de aguas que bajan de las cordilleras andinas. (Ver figura 33).

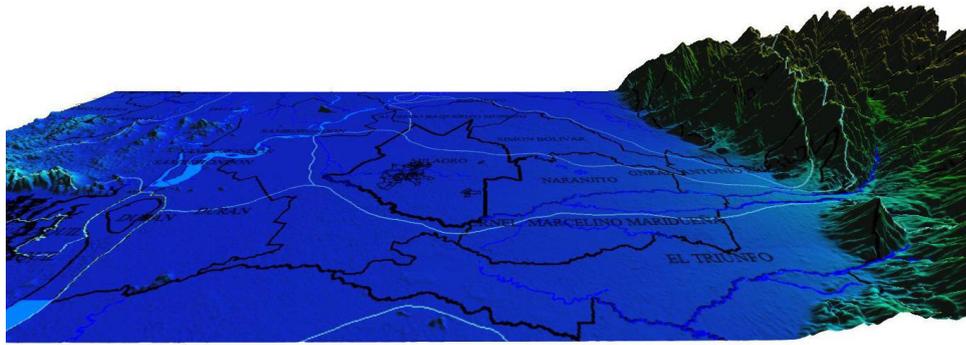


Figura 33. Modelo digital de elevación (visualización 3D) en la zona urbana de Milagro. Fuente: Elaboración propia.

Con la forma del suelo se modela en Global Mapper situaciones de inundación. Se simulan crecidas del Río Milagro y Esteros de la zona urbana a los 0.30, 0.60 y 0.90 centímetros sobre el nivel de desbordamiento, luego se cargan en ArcGIS 10.5 estas simulaciones, las imágenes satelitales, la hidrografía y la división barrial con lo que se obtiene como producto un mapa de riesgos ante inundaciones en la zona urbana del cantón Milagro. (Ver figura 34).

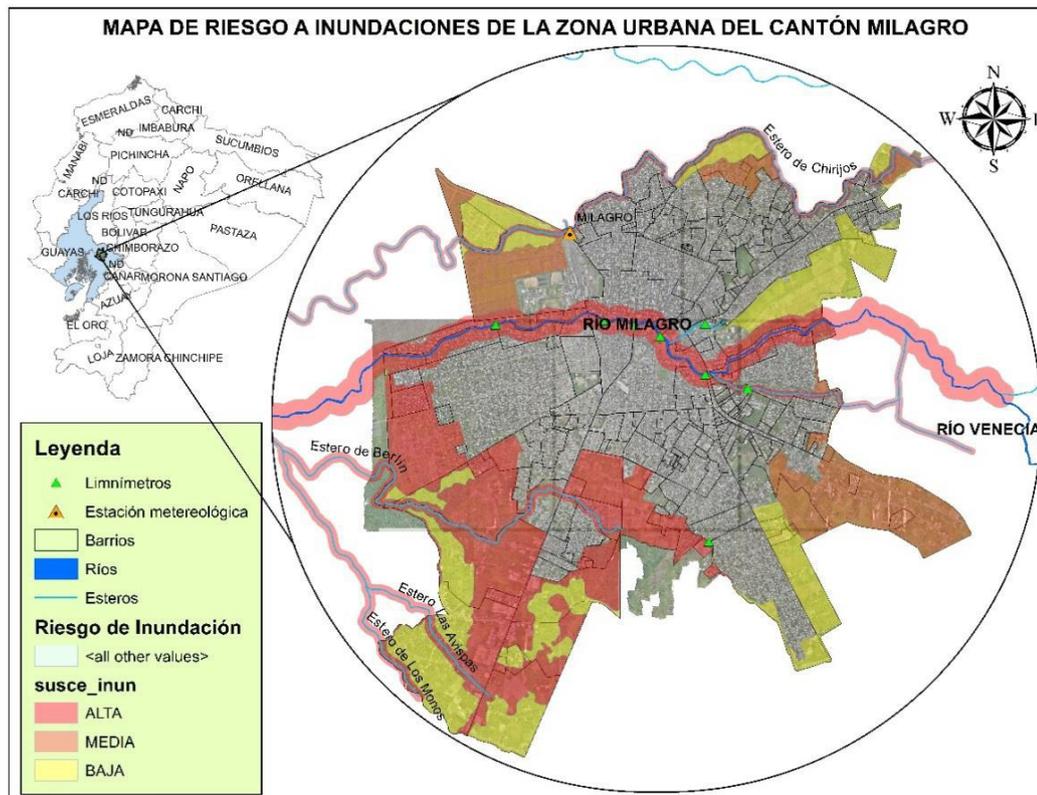


Figura 34. Mapa de zonas susceptibles a inundaciones en Milagro. Fuente: Elaboración propia

Producto que permite identificar las áreas propensas a inundaciones, se procede con el reconocimiento de los sectores más vulnerables, clasificándolos en susceptibilidad alta, media y baja como se observa en la tabla 9. Se encontraron un total de 40 barrios con aproximadamente 6000 familias que están asentados en zonas de riesgo ante inundaciones, además se identificaron los asentamientos irregulares y los regularizados.

Tabla 9. Barrios ubicados en zonas de riesgo; R=Regularizados; I=Irregulares.

Vulnerabilidad	Alta		Media		Baja	
Barrios en Riesgos de inundación	SOMA	R	Cesar Javier	R	San Luis	I
	Riveras del Río	R	Lotización Zúñiga	R	Bosque Real 1	R
	Milagro					
	Rosa María	I	San Emilio	R	Sector Sur	I
	Margaritas 2	I	Predios de Ingenio Valdez	R	Tanya Marlene	R
	Productores Agrícolas del Litoral	R	La Matilde	R	Vía a Barcelona	R
	Los Tamarindos	I	Las Margaritas	I	El Cambio	I
	Floresta	I	Cooperativa Agraria	I	Las Avispas	R
	Predios de UNEMI	R	Puertas del Sol	R	Javier Romero	R
	Miraflores	R	Cantos Loor	I		
	Reyes Vega	I	Lotización San Carlos	R		
	Las Garzas	I	Predios U. Agraria	R		
	Lotización Rodríguez	R	Urbanización Milagro	R		
	Brisas de Belín	R	19 de Enero	R		
	Santa Clemencia	R	Las Piñas	R		
	6 de Septiembre	I				
	Las Pozas	I				
	Bosque Real 2	R				

Predios Colegio	R
Técnico Milagro	

Fuente: Elaboración propia.

El análisis obtenido de esta investigación da como resultado la promoción de una estrategia de alerta temprana ante riesgos de inundaciones en la zona urbana del cantón Milagro para que el gobierno local y la ciudadanía potencien la gobernanza y el proceso de toma de decisiones en estos sectores vulnerables. Además, la propuesta promueve la participación ciudadana en la política pública de gestión de riesgos, coordinando acciones para el desarrollo e integración de las organizaciones de la sociedad civil, para gestionar los recursos existentes, reducir los riesgos y potenciar el desarrollo sustentable en las capacidades ciudadanas en procura del Buen Vivir del territorio.

El Gobierno Municipal de Milagro liderará el sistema de alerta temprana ante inundaciones, para lo cual se plantea un diseño tecnológico con enfoque participativo sencillo y de bajo costo, que se adapte a las necesidades locales, se plantea para el monitoreo de los niveles de agua el uso de sensores electrónicos complementados con datos de sensores sociales (datos de observaciones ciudadanas).

Para los sensores electrónicos que midan el nivel de agua en los afluentes hídricos de Milagro, se adopta la metodología de Sulistyowati et al., (2017), quienes diseñan un equipo de medición, que consiste en un tubo de 10 cm de diámetro y 1.5 m de altura, emplazado en un armazón metálico que mediante un flotador medirá el nivel de agua y lo reportará a través de un sensor ultrasónico. (Ver figura 35)

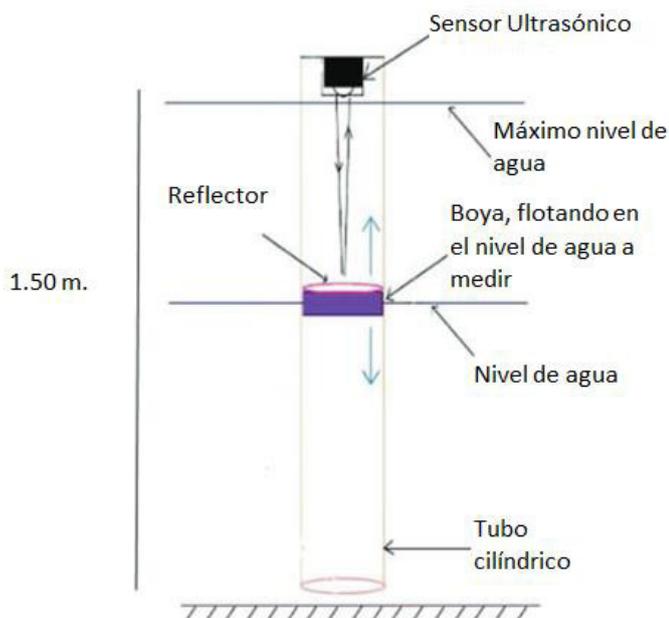


Figura 35. Modelo de sensores para medición del nivel de agua. Fuente: Sulistyowati et al., (2017)

Se proyecta para el monitoreo de los afluentes hídricos ocho equipos de detección de nivel de agua, representados en la tabla 10, ubicados junto a los limnómetros que permiten la visualización de la altura de agua para el reporte ciudadano que debe ejecutarse al menos una vez al día, usando la misma aplicación móvil. Los sistemas electrónicos incluyen sensores ultrasónicos, pantalla LCD, advertencia de voz, advertencia LED, y un microcontrolador. Además, el teléfono inteligente Android utilizará tecnología GPS, Google Maps, y codificación geográfica para proporcionar la ubicación del equipo de detección del nivel del agua del río, y así los usuarios puedan obtener la información de las inundaciones en un área en particular.

Tabla 10. Ubicación de Limnómetros y sensores electrónicos para monitoreo de nivel de agua en afluentes hídricos de la zona urbana de Milagro.

Sensor	Afluente Hídrico	Ubicación	Dirección
SL1	Río Venecia	Puente 100 camas	Francisco Guadalupe y Dr. Agustín Mata
SL2	Río Milagro	Puente San Miguel	Av. Quito y Andrés Bello
SL3	Río Milagro	Puente Las Piñas	Vargas Torres y Olmedo
SL4	Río Milagro	Puente 17 de	Av. 17 de Septiembre y

		Septiembre	Esmeraldas
SL5	Río Milagro	Puente Chirijos	Av. Los Chirijos y Esmeraldas
SL6	Estero Chirijos	Gasolinera Masgas	Av. Mariscal Sucre
SL7	Estero Belín	Entrada Bosque Real 2	Calle Belín y Jorge Araujo
SL8	Estero Los Monos	Puente Los Monos	Vía Principal E25

Fuente: Elaboración propia

Para la transmisión de los datos de monitoreo se plantea el diseño de una red móvil conectada al sistema de alerta temprana, adaptada de la metodología de Supani et al., (2018), la misma que está estructurada conforme se muestra en la figura 36.

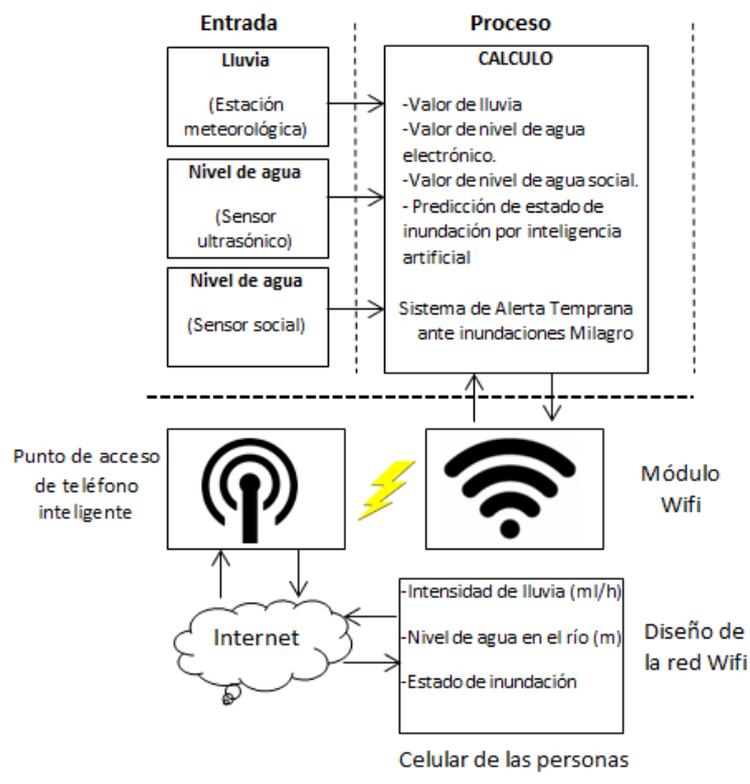


Figura 36. Diseño de red wifi modificado de Supani et al., (2018) para conexión al sistema de alerta temprana ante inundaciones en Milagro. Fuente: Elaboración Propia.

La entrada de datos consiste en el reporte ciudadano de los niveles de agua, el sensor electrónico de nivel de agua y el reporte de cantidad de lluvia por

la estación meteorológica. El módulo de proceso es un microcontrolador para calcular el nivel del agua y predecir el estado de las inundaciones. Esta información es almacenada y corroborada por la unidad de Gestión de Riesgos del Gobierno Municipal de Milagro. En la salida de la red wifi para predecir el estado de una inundación, el sistema aplica inteligencia artificial con tres variables de entrada (lluvia, nivel del agua social y electrónico). El algoritmo utilizado en la inteligencia artificial es la lógica difusa que permite a una computadora analizar la información de las variables en una escala entre rangos de situación normal, situación de alerta y situación de peligro.

Para la comprobación de los umbrales de inundación realizada por el microcontrolador y confirmada por el centro de monitoreo del Municipio de Milagro, habrán tres situaciones que se indican en la tabla 11, conforme a los colores de un semáforo. El color verde corresponde a una situación normal donde el nivel de agua está estable, no existen alertas ni alarmas; el color amarillo que indica que el nivel del río se encuentra sobre lo normal pero sin rebasar su cauce, caracterizando una próxima situación de inundación; y el color rojo que corresponde a una situación de peligro ya que las aguas se han desbordado caracterizando una situación de inundación.

Tabla 11. Directrices de simulación para reportes del nivel del agua.

Situación	Color	Distancia (cm)	Acciones
Normal	Verde	Distancia > 90	Almacenar información
Alerta	Amarillo	30 < Distancia ≤ 90	Emitir alerta de evacuación
Peligro	Rojo	Distancia ≤ 30	Llamado a grupos de rescate y emergencias

Fuente: Elaboración propia

El diseño de la propuesta del sistema de alerta temprana ante riesgos de inundaciones, se conforma bajo el esquema de la figura 33, la información núcleo de la propuesta ingresa diariamente de la estación meteorológica que reporta la

cantidad de precipitación, los sensores ultrasónicos que reportaran de manera automática el nivel de agua y los limnímetros en puentes para el monitoreo por los ciudadanos de la variación del nivel de agua. Estos serán transmitidos por una aplicación móvil android a través de una red wifi al centro de monitoreo mediante una arquitectura servidor-cliente dirigido por el Gobierno Municipal de Milagro, a través de su Unidad de Gestión de Riesgos, que recibirá la información y con un microcontrolador calculará el nivel del agua para predecir el estado de las inundaciones, el nivel de naranja y rojo serán validados por los técnicos de la institución que lidera el proyecto para evitar errores en alertas. Esta información se almacenará en una base de datos hidrometeorológica para la identificación de riesgos y visualización en tiempo real de la condición de inundación por la ciudadanía en general, finalmente, dependiendo del estado de alerta reportado y validado, se emitirán los respectivos mensajes de advertencia a través de notificaciones de la aplicación, mensajes de texto y llamadas.

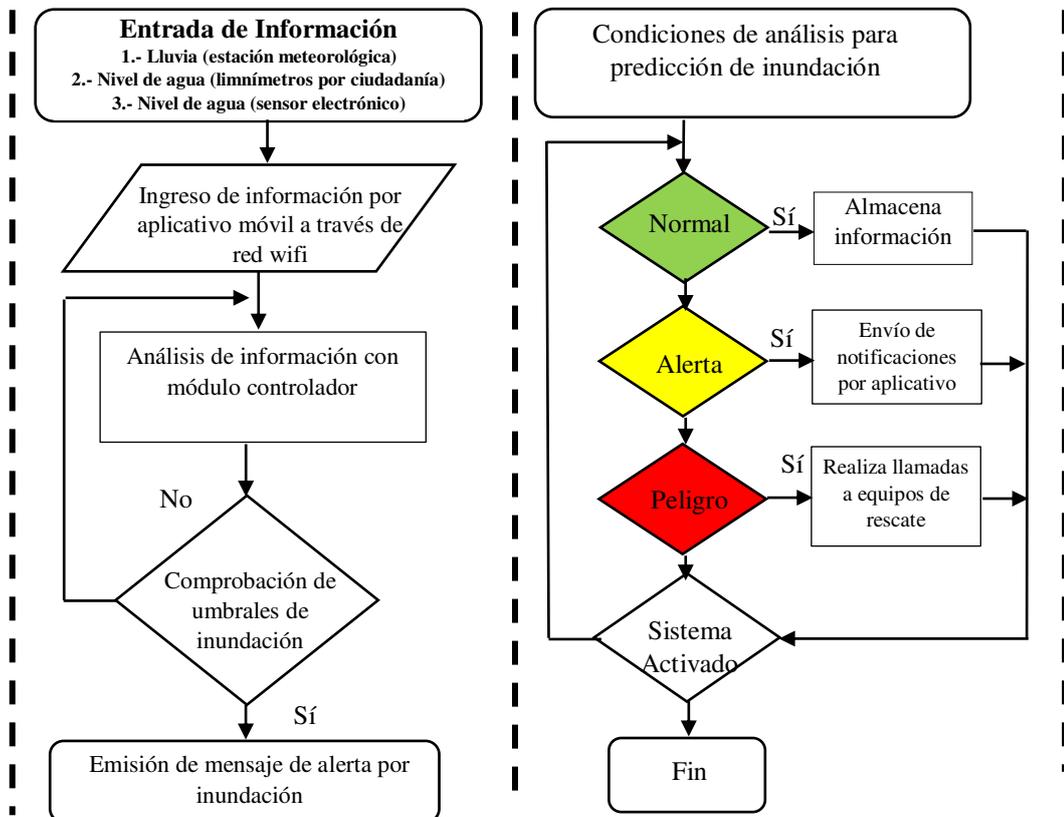


Figura 37. Diagrama del sistema de alerta temprana ante inundaciones. Fuente: Elaboración Propia.

Para la conformación de redes de participación ciudadana con enfoque en gestión de riesgos, sobre todo en los barrios más vulnerables conforme los resultados de la tabla 8, se plantea seguir la metodología de la Secretaría de Gestión de Riesgos del Ecuador del año 2018. En la figura 34 se indica el proceso a seguir para la organización de estos asentamientos humanos.

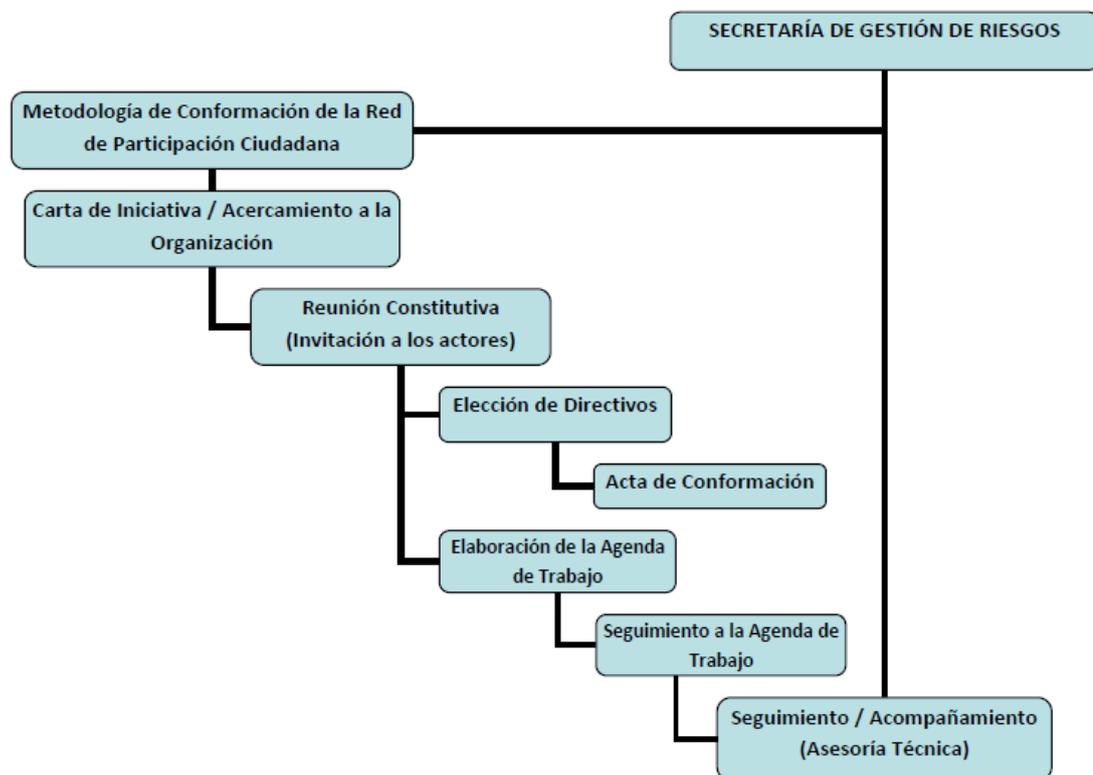


Figura 38. Diagrama de conformación de redes de participación ciudadana. Fuente: Secretaría de Gestión de Riesgos (2018)

El sistema de alerta temprana deberá funcionar en todas las etapas de la gestión de riesgos, es decir antes de los eventos de inundación en la fase de planificación, durante estos desastres para la fase de respuesta y después del evento para la recuperación de la comunidad, a continuación en la figura 35 se observa el procedimiento a seguir para la emisión de alertas en las diferentes fases de la gestión de riesgos, conforme al Plan de Contingencia ante riesgos de inundaciones de Milagro (2008).

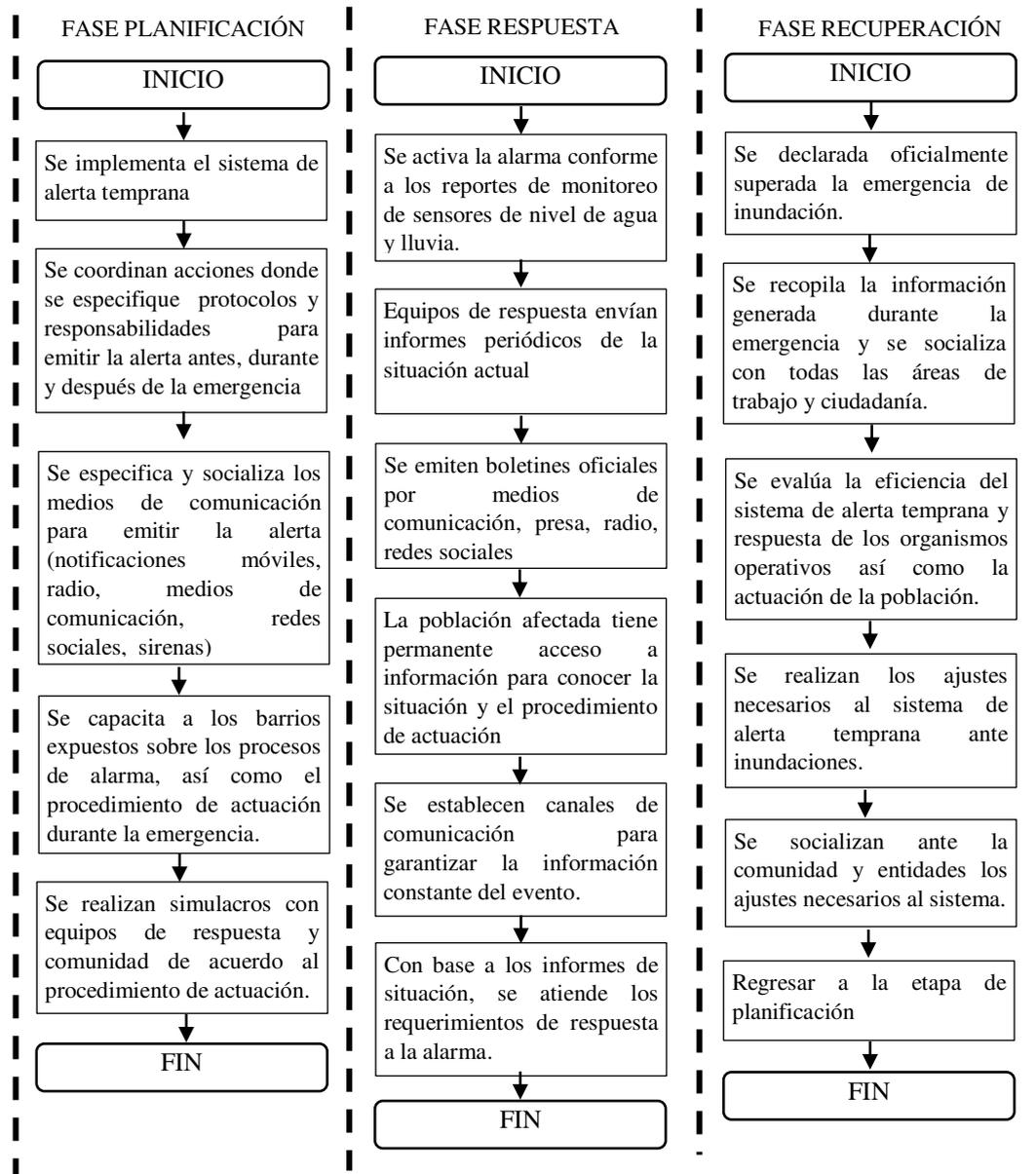


Figura 39. Procedimientos a seguir en el sistema de alerta temprana en las diferentes etapas de la gestión de riesgos. Fuente: Plan de Contingencia ante inundaciones GAD Milagro (2008).

Esta propuesta está alineada a los objetivos de desarrollo sostenible en consonancia con el Marco de Sendai para fomentar la resiliencia local y desarrollar un sistema de alerta temprana de amenazas por inundaciones centrado en las personas, con mecanismos de comunicación de emergencias y riesgos de desastres, con tecnologías sociales y sistemas de telecomunicaciones para la

supervisión de amenazas, para que se implemente mediante un proceso participativo; adaptado a las necesidades de los usuarios, teniendo en cuenta las particularidades sociales y culturales, en especial de género.

Dentro de los boletines del Consejo de Participación Ciudadana y Control Social, (2014), indican que Milagro tiene organización comunitaria que aglutina a 103 unidades básicas de participación ciudadana de los cuatro Consejos Parroquiales Urbanos: Chobo, Mariscal Sucre, Roberto Astudillo y 5 de junio. Instaurados con base a lo que dicta la Constitución de la República del Ecuador sobre las formas de participación ciudadana, con el objetivo de fomentar la atención en sectores olvidados consiguiendo intermediar con el Municipio de Milagro. En el área urbana no se encuentran registros de la conformación de estas organizaciones. El objetivo del sistema de alerta temprana, es una gestión participativa en todas las fases del proyecto para que exista una colaboración y codecisión en la ejecución de la propuesta, por lo que a continuación en la tabla 12, se plantea un modelo participativo ciudadano en las etapas desarrolladas en la propuesta (recopilación de datos y definición del modelo), y en las futuras fases de investigación (construcción, validación y uso del modelo).

Tabla 12. Modelo participativo ciudadano del sistema de alerta temprana.

Etapa	Productos	Recursos	Producción participativa plateada
Recopilación de datos	Mapa de área propensas a inundaciones (figura 34)	Información base del IGM, INAMHI y GAD Milagro, analizada en aplicaciones de sistemas de información geográfica.	El Mapa producto de esta investigación se validada por la ciudadanía a través de asambleas ciudadanas en un trabajo liderado por el Gobierno Municipal de Milagro.
Definición del Modelo	Diseño del Sistema de Alerta Temprana con enfoque participativo (figura 35, 36 y 37; tabla 10)	Revisión bibliográfica de estudios de casos aplicables a Ecuador, para adaptar sus estrategias de alerta temprana. El sistema usa equipos de medición de agua electrónicos y reportes ciudadanos a través de una aplicación android mediante una red wifi para ser procesada por el GAD	En las asambleas públicas de las redes de participación ciudadana, se define el modelo planteado en esta investigación, se capacita a los barrios, además se especifica y socializa los medios de comunicación para emitir la alerta, trabajo liderado por el

		Milagro y emitir alertas mediante notificaciones, SMS y llamadas para prevenir eventos de inundación.	Gobierno Municipal de Milagro.
Construcción del modelo	Diseño del Sistema de Alerta Temprana tecnológico con enfoque participativo. (futuras líneas de investigación)	Se organiza el proyecto, se buscan organizaciones que brindan asistencia financiera no reembolsable para proyectos comunitarios de seguridad humana, como el Ministerio de Relaciones Exteriores del Japón, para la construcción del SAT	Se debe implementar una veeduría ciudadanía para la correcta disposición de los fondos e implementación del proyecto, trabajo liderado por el Gobierno Municipal de Milagro.
Validación / verificación del modelo	Mapa de áreas propensas a inundaciones y Diseño del Sistema de Alerta Temprana tecnológico con enfoque participativo. (futuras líneas de investigación)	Información base del IGM, INAMHI y GAD Milagro, analizada en aplicaciones de sistemas de información geográfica, en discusión con la ciudadanía, gobierno local, instituciones gubernamentales y ONGs.	Mediante asambleas públicas se debe validar y verificar el modelo, trabajo liderado por la academia en convenio con el Gobierno Municipal de Milagro.
Uso del modelo	Sistema de Alerta Temprana tecnológico con enfoque participativo. (futuras líneas de investigación)	Equipos de medición, aplicación móvil, red de transmisión, proceso de datos, comprobación de umbrales, emisión de alertas, simulacros con equipos de respuesta y comunidad vulnerable de Milagro.	Propuesta ejecutada desde primera instancia por la ciudadanía para que se apropien del sistema que permita conocer su entorno y capacidades para mitigar el riesgo de inundación, prevenir situaciones de desastres, reducir daños y aumentar la resiliencia local del cantón Milagro.

Fuente: Elaboración propia.

El sistema de alerta temprana participativo ciudadano, busca la cohesión social a través de la participación ciudadana en todas las fases del modelo, además el crecimiento económico mediante la reducción en pérdidas de bienes, infraestructura y servicios, con una población advertida ante una inundación, asimismo al ser un sistema participativo tecnológico no altera el ecosistema de los afluentes hídricos de Milagro, logrando la conservación del medio ambiente.

Para analizar la sostenibilidad de la propuesta, la UNESCO plantea a través de Solano, (2008) en su libro *“Estrategias de comunicación y educación para el desarrollo sostenible”*, una metodología para evaluar si una estrategia es sostenible o tiene corta vida antes y durante su implementación.

Los objetivos de la metodología son:

- Valorar los factores que motivan o reprimen que un proceso de comunicación y educación se convierta en sostenible.
- Manifestar cuáles son los componentes que deben conformar una estrategia de sostenibilidad.
- Colaborar para saber cuáles son los componentes de la sostenibilidad que deben ser evaluados y mejorados. Posteriormente, en caso de hallarse factores no considerados, el análisis de sostenibilidad debe admitir su incorporación en el procedimiento, como objetivos o actividades.

Es así que se realiza un análisis cualitativo de factores ambientales, sociales, económicos e institucionales, se toman en cuenta seis criterios para luego ser ponderados en función del nivel de importancia de aplicación en la propuesta respecto a cada factor, en las tablas 13, 14, 15 y 16, se observan los criterios tomados en cuenta y su calificación de aplicación por cada factor de sostenibilidad.

Tabla 13. Criterios para evaluar el factor económico.

ECONÓMICO	Muy en desacuerdo	Desacuerdo moderado	Leve desacuerdo	Acuerdo Moderado	Muy de acuerdo
Existe un flujo de fondos		X			
Existen fuentes de financiamiento					X
Capacidad de adquisición			X		
Activos suficientes				X	
Propone la optimización de recursos					X

Se cuenta con todos los recursos necesarios	X
---	---

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 14. Criterios para evaluar el factor social.

SOCIAL	Muy en desacuerdo	Desacuerdo moderado	Leve desacuerdo	Acuerdo Moderado	Muy de acuerdo
Participación desde el inicio					X
El público es clave para el problema					X
Existen métodos para canalizar la participación ciudadana				X	
Existe organización en barrios				X	
Ayudará objetivamente a la adaptación ante inundaciones					X
Aumenta la resiliencia y disminuye vulnerabilidad				X	

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 15. Criterios para evaluar el factor ambiental.

AMBIENTAL	Muy en desacuerdo	Desacuerdo moderado	Leve desacuerdo	Acuerdo Moderado	Muy de acuerdo
No Afecta áreas protegidas o verdes					X
No afecta la calidad del aire o agua					X
No genera una cantidad significativa de residuos sólidos					X
Emplea materiales reutilizables			X		
Respeto la potencialidad y limitación del uso del espacio					X
Usa recursos escasos que generen disputa			X		

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 16. Criterios para evaluar el factor institucional.

INSTITUCIONAL	Muy en desacuerdo	Desacuerdo moderado	Leve desacuerdo	Acuerdo Moderado	Muy de acuerdo
Organización que se haga cargo				X	
Cuenta con personal suficiente y capacitado			X		
Existen aliados potenciales para su desarrollo					X
Las autoridades conocen y están comprometidas con la propuesta		X			
Existen procedimientos claros, técnicos administrativos			X		
Se cuenta con metodología para ampliar los beneficios		X			

Fuente: Elaboración propia.

Posterior, como se observa en la tabla 17 se ponderan los indicadores en rangos de aplicación del uno a cinco correspondiente a muy en desacuerdo respecto nivel de importancia o muy de acuerdo conforme al nivel de aplicación.

Tabla 17. Ponderación de indicadores de sostenibilidad.

NIVEL DE APLICACIÓN	PONDERACIÓN
MUY EN DESACUERDO	1
DESACUERDO MODERADO	2
LEVE DESACUERDO	3
ACUERDO MODERADO	4
MUY DE ACUERDO	5

Fuente: Elaboración Propia.

El siguiente aspecto es presentar los resultados de cada indicador en una forma comprensible. Para esto, se sitúan los resultados en cuadrados tipos gráficos radiales, elaborando desde el centro del cuadrado hasta el vértice una recta numérica que va desde 0 hasta 5. Es en esta recta que se ubican los

indicadores de cada variable, puntos que posteriormente son unidos y conforman una figura geométrica irregular inscrita en el cuadrado como se representa en la figura 40, con lo que se logra evidenciar que la propuesta para un Sistema de Alerta Temprana participativo ciudadano ante riesgos de inundaciones en Milagro, contempla sólidos factores de carácter social ambiental y económico, requiriendo un mayor trabajo en el factor institucional para la materialización del modelo propuesto.

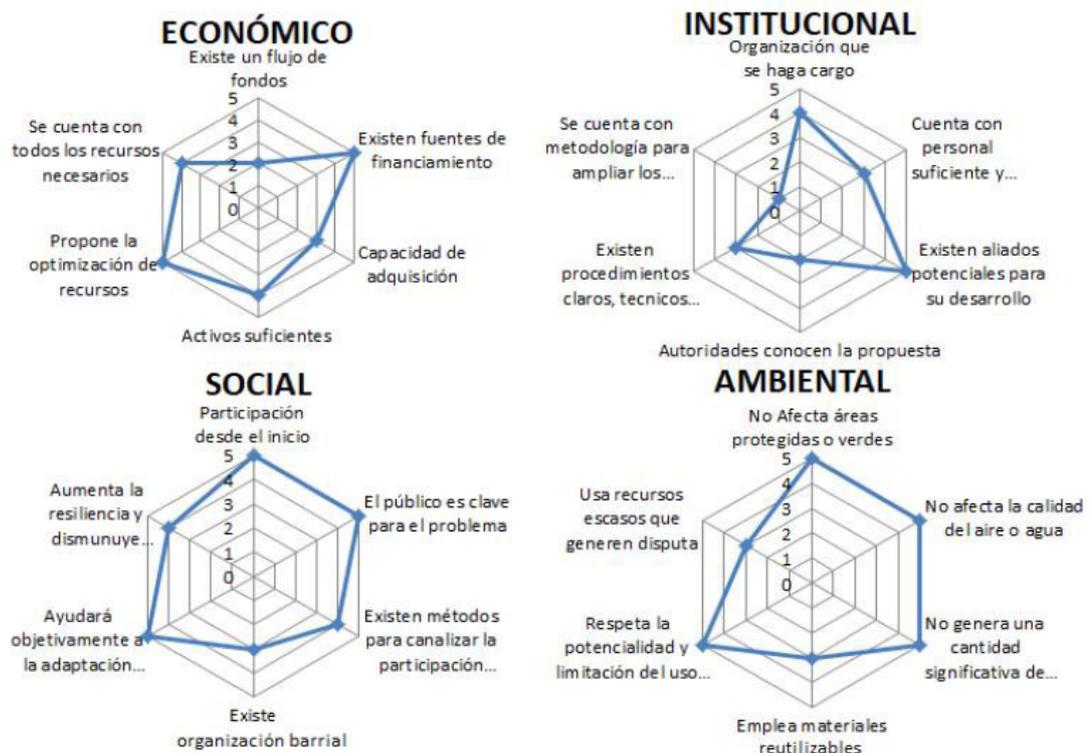


Figura 40. Análisis de sostenibilidad del proyecto. Fuente: Elaboración Propia.

9. CONCLUSIONES

La variabilidad climática es interanual, se relaciona con el fenómeno El Niño/La Niña Oscilación Sur y se expresa en grandes diferencias de precipitación entre un año y otro, en Milagro la precipitación fluctúa entre 790 mm y 4130 mm anuales. Se ha identificado que las grandes inundaciones concuerdan con las oscilaciones climáticas extremas, responsables de la variabilidad interanual.

Los resultados muestran una manera efectiva para la identificación de los barrios más susceptibles a inundaciones, serán útiles para los residentes locales y las autoridades responsables del manejo de desastres y emergencias, en la conformación de redes de participación ciudadana para la búsqueda de medidas de reducción de riesgos ante de inundaciones.

La propuesta plantea el acercamiento de la población en todas las etapas del modelo desde la recolección de información hasta el uso del mismo, también plantea la participación ciudadana en todas las fases de la gestión de riesgos, es decir antes, durante y después de un evento de inundación, a fin de que comprendan cómo les afectan las crecidas y anegamientos de los afluentes hídricos de Milagro, para potenciar la toma de decisiones, además que conozcan su entorno y capacidades para mitigar el riesgo, prevenir situaciones de desastres, reducir daños y aumentar la resiliencia local en la zona urbana de cantón Milagro. Aunque se debe considerar la precisión de sus observaciones que desempeñarán un papel importante en las predicciones de inundaciones.

El sistema de alerta temprana propuesto, sugiere la optimización de recursos y el uso de tecnologías de la información y comunicación para la recolección de datos y advertencias a los habitantes, logrando definir un modelo tecnológico con enfoque participativo con la finalidad de reducir la vulnerabilidad y aumentar la resiliencia en la zona urbana del cantón Milagro.

La propuesta se alinea a metas y objetivos de los ODS, contemplados en la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible en consonancia con metas y objetivos del Marco de Sendai que busca la reducción del riesgo y pérdidas ocasionadas por los desastres en el territorio, como en bienes económicos, sociales, culturales, físicos, y ambientales de las familias, empresas, poblaciones y países. También contempla la influencia en las dimensiones de la sostenibilidad, que combina factores sociales, económicos, ambientales, e institucionales. Se concluye que la propuesta es sostenible y que se debe reforzar el indicador institucional a través

del trabajo conjunto entre gobierno y sociedad civil, logrando una gobernanza a través del desarrollo local.

10. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Adger, W. N. (2006). Vulnerability. *Global Environmental Change*, 16(3), 268–281. <https://doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2006.02.006>
- Andriani, Y., Zagloel, T. Y. M., Koestoer, R. H., & Suparmoko, M. (2017). Public participation in water resources management: Restructuring model of upstream Musi watershed. *AIP Conference Proceedings*, 1903(1), 100014. <https://doi.org/10.1063/1.5011624>
- Azam, M., Kim, H. S., & Maeng, S. J. (2017). Development of flood alert application in Mushim stream watershed Korea. *International Journal of Disaster Risk Reduction*, 21, 11–26. <https://doi.org/10.1016/J.IJDRR.2016.11.008>
- Batica, J., & Gourbesville, P. (2016). Resilience in Flood Risk Management – A New Communication Tool. *Procedia Engineering*, 154, 811–817. <https://doi.org/10.1016/j.proeng.2016.07.411>
- Buarque, S. (2002). *Construindo o Desenvolvimento Local Sustentável: Metodologia de Planejamento*. Brazilian Geographical Journal: Geosciences and Humanities research medium. https://www.academia.edu/28979969/Construindo_o_Developimento_Local_Sustentável_Metodologia_de_Planejamento
- CAF. (2000). *Las lecciones de El Niño*. Ecuador.
- CEPAL, N. (2018). *Agenda 2030 y los Objetivos de Desarrollo Sostenible: una oportunidad para América Latina y el Caribe*. <https://repositorio.cepal.org/handle/11362/40155.4>
- CLIRSEN, SENPLADES, M. (2012). *MEMORIA TÉCNICA CANTÓN MILAGRO PROYECTO: GENERACIÓN DE GEOINFORMACIÓN PARA LA GESTIÓN DEL TERRITORIO A NIVEL NACIONAL ESCALA 1:25 000; ANÁLISIS DEL RIESGO*. http://ideportal.iee.gob.ec/geodescargas/milagro/mt_milagro_vulnerabilidad_y_riesgo.pdf
- CLIRSEN. (2012). *Generación de Geoinformación a Escala 1:25000 a nivel Nacional - Cantón Milagro*. http://www.geoportaligm.gob.ec/descargas_prueba/milagro.html
- Cloutier, G., Joerin, F., Dubois, C., Labarthe, M., Legay, C., & Viens, D. (2015). Planning adaptation based on local actors' knowledge and participation: a climate governance experiment. *Climate Policy*, 15(4), 458–474. <https://doi.org/10.1080/14693062.2014.937388>
- Código Orgánico de Organización Territorial, Autonomía y Descentralización*. (2010). www.lexis.com.ec
- Comité ERFEN-Ecuador. (2020). *BOLETÍN ERFEN Nro. 012-2020*. Instituto Oceanográfico y Antártico de La Armada Del Ecuador.

https://www.inocar.mil.ec/modelamiento/elnino/boletin_erfen.php

Comunidad Andina. (2018). *GLOSARIO DE TÉRMINOS Y CONCEPTOS DE LA GESTIÓN DEL RIESGO DE DESASTRES PARA LOS PAÍSES MIEMBROS DE LA COMUNIDAD ANDINA*.

<http://www.comunidadandina.org/StaticFiles/2018619133838GlosarioGestionDeRiesgoSGC A.pdf>

Consejo de Participación Ciudadana y Control Social. (2014). *Boletín de Prensa No. 1507*.
<https://www.cpccs.gob.ec/2014/08/boletin-de-prensa-no-1507/>

Consejo de Participación Ciudadana y Control Social. (2017). *Consejos Barriales. Guía Metodológica de trabajo barrios y parroquias urbanas, comunas, comunidades y recintos*.
<https://www.cpccs.gob.ec>

Constitución de la República del Ecuador. (2008). www.lexis.com.ec

Cools, J., Innocenti, D., & O'Brien, S. (2016). Lessons from flood early warning systems. *Environmental Science & Policy*, 58, 117–122.
<https://doi.org/10.1016/J.ENVSCI.2016.01.006>

Corral, C., Berenguer, M., Sempere-Torres, D., Poletti, L., Silvestro, F., & Rebora, N. (2019). Comparison of two early warning systems for regional flash flood hazard forecasting. *Journal of Hydrology*, 572, 603–619. <https://doi.org/10.1016/J.JHYDROL.2019.03.026>

Demoraes, F., & D'ercele, R. (2001). *Cartografía de las amenazas de origen natural por cantón en Ecuador*. <https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-01292338>

Díez-Herrero, A., Laín-Huerta, L., & Llorente-Isidro, M. (2008). *Mapas de peligrosidad por avenidas e inundaciones: Guía metodológica para su elaboración* (Instituto Geológico Minero de España (Ed.)). [https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=wFgC-1FcIKAC&oi=fnd&pg=PA3&dq=inundaciones+en+el+mundo&ots=Qy2DgNSS6f&sig=dEo9iCrxKP3zwzGWOsKN2iRj3U0#v=onepage&q=inundaciones en el mundo&f=false](https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=wFgC-1FcIKAC&oi=fnd&pg=PA3&dq=inundaciones+en+el+mundo&ots=Qy2DgNSS6f&sig=dEo9iCrxKP3zwzGWOsKN2iRj3U0#v=onepage&q=inundaciones+en+el+mundo&f=false)

GAD-Milagro. (2014). *Actualización del Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial*.
<http://www.milagro.gob.ec/>

GAD-Milagro, & PNUD. (2009). *Ecuador: Plan de contingencia por inundaciones Municipio de Milagro*. <https://www.preventionweb.net/english/professional/policies/v.php?id=32643>

Gomez, I. (2020). *Desarrollo sostenible* (1.0). EDITORIAL ELEARNING S.L.
[https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=ZSPvDwAAQBAJ&oi=fnd&pg=PA7&dq=gesti+on+de+riesgos+y+desarrollo+sostenible&ots=ueemhgVjDz&sig=z3zNjK-wAVHyE6OJcOcRtR5s9fg#v=onepage&q=gesti+on+de+riesgos+y+desarrollo sostenible&f=false](https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=ZSPvDwAAQBAJ&oi=fnd&pg=PA7&dq=gesti+on+de+riesgos+y+desarrollo+sostenible&ots=ueemhgVjDz&sig=z3zNjK-wAVHyE6OJcOcRtR5s9fg#v=onepage&q=gesti+on+de+riesgos+y+desarrollo+sostenible&f=false)

Henriksen, H. J., Roberts, M. J., van der Keur, P., Harjanne, A., Egilson, D., & Alfonso, L. (2018). Participatory early warning and monitoring systems: A Nordic framework for web-based flood risk management. *International Journal of Disaster Risk Reduction*, 31, 1295–1306.
<https://doi.org/10.1016/j.ijdr.2018.01.038>

Khan, I., Razaq, A., Jan, A., Riaz, S., & Shehzad, N. (2018). An analysis of Community Based

- Flood Early Warning System in the State of Azad Jammu & Kashmir. *Procedia Engineering*, 212, 792–800. <https://doi.org/10.1016/J.PROENG.2018.01.102>
- Kotir, J. H., Brown, G., Marshall, N., & Johnstone, R. (2017). Systemic feedback modelling for sustainable water resources management and agricultural development: An application of participatory modelling approach in the Volta River Basin. *Environmental Modelling and Software*, 88, 106–118. <https://doi.org/10.1016/j.envsoft.2016.11.015>
- Ley Orgánica de Participación Ciudadana*. (2010). www.lexis.com.ec
- Mazzoleni, M., Cortes Arevalo, V. J., Wehn, U., Alfonso, L., Norbiato, D., Monego, M., Ferri, M., & Solomatine, D. P. (2018). Exploring the influence of citizen involvement on the assimilation of crowdsourced observations: a modelling study based on the 2013 flood event in the Bacchiglione catchment (Italy). *Hydrology and Earth System Sciences*, 22(1), 391–416. <https://doi.org/10.5194/hess-22-391-2018>
- Melo, F. S., Silva, J. L. M., & Macedo, H. T. (2016). Flood monitoring in smart cities based on fuzzy logic about urban open data. *2016 8th Euro American Conference on Telematics and Information Systems (EATIS)*, 1–5. <https://doi.org/10.1109/EATIS.2016.7520161>
- MERCOSUR. (2019). *ESTRATEGIA DE GESTION DEL RIESGO DE DESASTRES DE LOS PAISES DEL MERCOSUR*.
- Montañez, G., & Delgado, O. (1998). Espacio, territorio y región: conceptos básicos para un proyecto nacional. *Cuadernos de Geografía: Revista Colombiana de Geografía*, 7(1–2), 120–134. <https://revistas.unal.edu.co/index.php/rcg/article/view/70838>
- Montealegre, J., & Pabon, J. (2000). LA VARIABILIDAD CLIMATICA INTERANUAL ASOCIADA AL CICLO EL NIÑO-LA NIÑA- OSCILACION DEL SUR Y SU EFECTO EN EL PATRON PLUVIOMETRICO DE COLOMBIA. *Meteorología Colombiana*, 2, 7–21. http://www.gfnun.unal.edu.co/unciencias/data-file/user_23/file/02_Articulo_EMparte_1-3.pdf
- Montecelos, Y., Batista, D., Ramon, A., Zaldívar, N., & Batista, C. (2011). Diseño metodológico para la elaboración de mapas de peligrosidad por inundaciones. Aplicación a la cuenca del río Cauto, Sector Provincia Granma, Cuba. *Geografía y Sistemas de Información Geográfica*, Año 3, N°(Sección II), 32–42.
- Mulligan, J., Bukachi, V., Gregoriou, R., Venn, N., Ker-Reid, D., Travers, A., Benard, J., & Olang, L. O. (2018). Participatory flood modelling for negotiation and planning in urban informal settlements. *Proceedings of the Institution of Civil Engineers: Engineering Sustainability*, 172(7), 354–371. <https://doi.org/10.1680/jensu.17.00020>
- Mulligan, J., Harper, J., Kipkemboi, P., Ngobi, B., & Collins, A. (2017). Community-responsive adaptation to flooding in Kibera, Kenya. *Proceedings of the Institution of Civil Engineers: Engineering Sustainability*, 170(5), 268–280. <https://doi.org/10.1680/jensu.15.00060>
- Naciones Unidas para la reducción del Riesgo de Desastres. UNISDR. (2015). *Marco de Sendai para la Reducción del Riesgo de Desastres 2015-2030*. https://www.unisdr.org/files/43291_spanishsendaiframeworkfordisasterri.pdf

- Pappenberger, F., Cloke, H. L., Parker, D. J., Wetterhall, F., Richardson, D. S., & Thielen, J. (2015). The monetary benefit of early flood warnings in Europe. *Environmental Science & Policy*, 51, 278–291. <https://doi.org/10.1016/J.ENVSCI.2015.04.016>
- Pérez-Molina, A. (2019). Riesgo de Sodicidad en los Suelos de Cantón Milagro, Guayas-Ecuador en Época de Estiaje. *Revista Politécnica*, 42, 15–22. http://scielo.senescyt.gob.ec/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1390-01292019000100015&lng=es&tlng=es
- Planifica Ecuador. (2019). *Informe de Avance del Cumplimiento de la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible*. www.planificacion.gob.ec
- Rosales-Rueda, M. (2018). The impact of early life shocks on human capital formation: evidence from El Niño floods in Ecuador. *Journal of Health Economics*, 62, 13–44. <https://doi.org/10.1016/j.jhealeco.2018.07.003>
- Sachs, J. (2014). *La era del desarrollo sostenible* (R. Vila (Ed.)). Grupo Planeta. www.edicionesdeusto.com
- Servicio Nacional de Gestión de Riesgos y Emergencias. (2019). *Plan Específico de Gestión de Riesgos 2019 2030*. https://www.google.com/search?q=plan+especifico+de+gestion+de+riesgos+2019+2030&rlz=1C1GCEU_esEC874EC874&oq=plan+especifico+de+gestion+de+riesgos+2019+2030&aqs=chrome..69i57j0.10317j0j1&sourceid=chrome&ie=UTF-8
- Sulistiyowati, R., Sujono, H. A., & Musthofa, A. K. (2017). Design and field test equipment of river water level detection based on ultrasonic sensor and SMS gateway as flood early warning. *AIP Conference Proceedings*, 1855. <https://doi.org/10.1063/1.4985517>
- Supani, A., Andriani, Y., Taqwa, A., & Ciksadan. (2018). Study on implementation of flood early warning system with internet of things in peri-urban settlement of Palembang for sustainability. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 202(1). <https://doi.org/10.1088/1755-1315/202/1/012001>
- UNDRR. (2020). *DesInventar Project - Official Website*. <https://www.desinventar.org/>
- UNISDR. (2015). *Hacia el desarrollo sostenible: El futuro de la gestión del riesgo de desastres. Informe de Evaluación Global sobre la Reducción del Riesgo de Desastres*. https://www.preventionweb.net/english/hyogo/gar/2015/en/gar-pdf/GAR2015_SP.pdf
- UNISDR. (2016). *Indicadores y la terminología relacionados con la reducción del riesgo de desastres*. <http://www.preventionweb.net/drr-framework/open-ended-working-group/>
- Watanabe, M. (2015). Gestión de Riesgos de desastres en ciudades de América Latina. In *bvpad.indeci.gob.pe*. <http://bvpad.indeci.gob.pe/doc/pdf/esp/doc2564/doc2564-contenido.pdf>
- Zevenbergen, C., Cashman, A., Evelpidou, N., Pasche, E., Garvin, S., Ashley, R., Cashman, A., Evelpidou, N., Pasche, E., Garvin, S., & Ashley, R. (2010). *Urban Flood Management*. CRC Press. <https://doi.org/10.1201/9781439894330>



UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL
FACULTAD DE ARQUITECTURA Y URBANISMO

FAU | FACULTAD DE
ARQUITECTURA
Y URBANISMO
"Arq. Guillermo Cubillo Renella"

ANEXOS

**ANEXO II.- FORMATO DE EVALUACIÓN DE LA APROBACIÓN DEL TEMA/PROBLEMA
PROPUESTO DEL TRABAJO DE TITULACION
FACULTA DE ARQUITECTURA Y URBANISMO**

**PROGRAMA DE MAESTRÍA EN ARQUITECTURA, MENCIÓN PLANIFICACIÓN TERRITORIAL Y GESTIÓN
AMBIENTAL**

TRABAJO DE TITULACIÓN

Nombre de la propuesta del trabajo de titulación:	Propuesta de un sistema de alerta temprana ante riesgos de inundaciones en la zona urbana del cantón Milagro, Ecuador		
Nombre del estudiante:	Murillo Suárez Andrés Eduardo		
Programa:	Maestría en Arquitectura, Mención Planificación Territorial y Gestión Ambiental		
Línea de Investigación:	Soberanía, derechos y tecnologías en el ordenamiento territorial y ambiente de la construcción		
Fecha de presentación de la propuesta de trabajo de Titulación:	28/07/2020	Fecha de evaluación de la propuesta de trabajo de Titulación:	30/07/2020

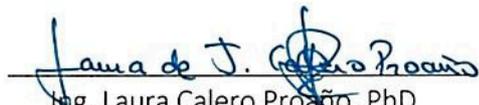
ASPECTOS A CONSIDERAR	CUMPLIMIENTO		OBSERVACIONES
	SI	NO	
Título de la propuesta de trabajo de Titulación:	X		Reconocimiento por haber participado en una conferencia internacional con publicación de Capitulo de libro en SPRINGER, indexado en SCOPUS
Línea de Investigación:	x		
Objetivo de Investigación:	x		
Modalidad de Titulación:	x		

<input checked="" type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>

APROBADO
APROBADO CON OBSERVACIONES
NO APROBADO

Director de Trabajo de Titulación:	<i>Arq. Rosa María Pin Guerrero, M.Sc.</i>
------------------------------------	--


Ing. Jesús Hecnavarria Hernández, Ph.D.
Presidente del Comité Académico


Ing. Laura Calero Proaño, PhD
Miembro del Comité Académico


Ing. Gabriela Vinga Guiracocha, Ph.D.
Miembro del Comité Académico


Arq. Ma. Fernanda Viteri Palomeque, Ph.D.
Miembro del Comité Académico

CERTIFICADO PORCENTAJE DE SIMILITUD

Habiendo sido nombrada Arq. Rosa María Pin Guerrero, MSc., tutora del trabajo de titulación denominado “PROPUESTA DE UN SISTEMA DE ALERTA TEMPRANA ANTE RIESGOS DE INUNDACIONES EN LA ZONA URBANA DEL CANTÓN MILAGRO, ECUADOR.” de la MAESTRÍA EN ARQUITECTURA MENCIÓN PLANIFICACIÓN TERRITORIAL Y GESTIÓN AMBIENTAL , elaborado por el estudiante ING. ANDRÉS EDUARDO MURILLO SUÁREZ, con CC # 0923481774, certifico que el presente trabajo ha sido orientado durante todo el periodo de ejecución en el programa antiplagió URKUND quedando el 3 % de coincidencia.

URKUND

Urkund Analysis Result

Analysed Document: TRABAJO FINAL V Urkund MURILLO ANDRES.pdf (D83932319)
Submitted: 11/5/2020 3:11:00 PM
Submitted By: andres.murillosu@ug.edu.ec
Significance: 3 %

Sources included in the report:

TEMA PROYECTO 12018 post lectura_v2.docx (D35697816)
tesis D.G.docx (D65203577)
PORTOVIEJO DIAGNOSTICO.docx (D59501124)
ERICK ESTRADA - TESIS 27_10.docx (D82921536)
Srta. Lucero.pdf (D25430133)
<https://docplayer.es/94610397-Memoria-del-curso-ciudades-en-riesgo-frente-a-ciudades-resilientes-en-el-horizonte-del-cambio-climatico-27-a-31-de-marzo-de-2017.html>
https://www.worldwatercouncil.org/sites/default/files/StartWithWater_WEB_Sp.pdf

Instances where selected sources appear:

Atentamente,



Firmado electrónicamente por:

**ROSA MARÍA
PIN**

Arq. Rosa María Pin Guerrero, MsC

DOCENTE - TUTORA

Urkund Analysis Result

Analysed Document: TRABAJO FINAL V Urkund MURILLO ANDRES.pdf (D83932319)
Submitted: 11/5/2020 3:11:00 PM
Submitted By: andres.murillosu@ug.edu.ec
Significance: 3 %

Sources included in the report:

TEMA PROYECTO 12018 post lectura_v2.docx (D35697816)
tesis D G.docx (D65203577)
PORTOVIEJO DIAGNOSTICO.docx (D59501124)
ERICK ESTRADA - TESIS 27_10.docx (D82921536)
Srta. Lucero.pdf (D25430133)
<https://docplayer.es/94610397-Memoria-del-curso-ciudades-en-riesgo-frente-a-ciudades-resilientes-en-el-horizonte-del-cambio-climatico-27-a-31-de-marzo-de-2017.html>
https://www.worldwatercouncil.org/sites/default/files/StartWithWater_WEB_Sp.pdf

Instances where selected sources appear:

9

ANEXO V. - CERTIFICADO DEL DIRECTOR DE TRABAJO DE TITULACIÓN

Guayaquil, 09 de noviembre de 2020

Johnny Burgos Flores, Dr. Arq. (Ph.D.)
Decano Facultad de Arquitectura y Urbanismo
Universidad de Guayaquil

De mis consideraciones:

Envío a Ud. el Informe correspondiente a la tutoría realizada al Trabajo de Titulación denominada "PROPUESTA DE UN SISTEMA DE ALERTA TEMPRANA ANTE RIESGOS DE INUNDACIONES EN LA ZONA URBANA DEL CANTÓN MILAGRO, ECUADOR" del estudiante ING ANDRES EDUARDO MURILLO SUÁREZ de la maestría en Arquitectura mención Planificación Territorial y Gestión Ambiental, indicando que ha cumplido con todos los parámetros establecidos en la normativa vigente:

- El trabajo es el resultado de una investigación.
- El estudiante demuestra conocimiento profesional integral.
- El trabajo presenta una propuesta en el área de conocimiento relacionado con la maestría.
- El nivel de argumentación es coherente con el campo de conocimiento.

Adicionalmente, se adjunta el certificado de porcentaje de similitud (firmada), la versión aprobada del trabajo de titulación, el registro de tutorías y la rúbrica de evaluación del trabajo de titulación.

Dando por concluida esta tutoría de trabajo de titulación, **CERTIFICO**, para los fines pertinentes, que la estudiante está apta para continuar con el proceso.

Atentamente,



Firmado electrónicamente por:
ROSA MARIA
PIN

Arq. ROSA MARIA PIN GUERRERO, MsC
DIRECTORA DE TRABAJO DE TITULACIÓN
Facultad de Arquitectura y Urbanismo
Universidad de Guayaquil

C.I. 0904874674



ACCEPTANCE LETTER

Andres Murillo
andres.murillosu@ug.edu.ec, Ecuador
andres.murillosu@ug.edu.ec

May 21, 2020

Dear Andres Murillo,

We are pleased to inform you that your submission has been accepted for Oral presentation at the 3rd International Conference on Human Interaction and Emerging Technologies (IHIET 2020) to be held at Fondation EFOM Boris DOLTO, Paris, France, August 27-29, 2020. (<http://ihiet.org>)

Paper ID#: 553

Paper Title: Proposal for an early warning system against flood risks in the urban area of Cantón Milagro, Ecuador

The acceptance decision is based on peer-reviews conducted by conference chairs and assigned reviewers from the scientific committee.

[For inclusion in the IHIET 2020 Conference Proceedings and program, at least one unique registration per paper or poster is required].

Whether this submission is a paper presentation or poster demonstration, your full paper (optional) will be included in the Conference Proceedings if submitted along with the signed Springer consent to publish agreement form by the posted deadline.

We look forward to seeing you in Fondation EFOM Boris DOLTO, Paris!

Sincerely,

IHIET 2020 Administration

Questions? Please send to support@ihiet.org
Conference website: <http://ihiet.org>



The screenshot shows a web browser window displaying a SpringerLink article. The browser's address bar shows the URL: link.springer.com/chapter/10.1007%2F978-3-030-55307-4_94. The page title is "Proposal for an Early Warning System Against Flood Risks in the Urban Area of Milagro Canton, Ecuador". The authors listed are Andrés Murillo, Rosa Pin, Gabriela Vega, and Jesús Hechavarría. The article is a conference paper from the "International Conference on Human Interaction and Emerging Technologies" (IHJET 2020), published in the book series "Advances in Intelligent Systems and Computing" (AISC, volume 1253). The article was first online on 06 August 2020 and has 404 downloads. The abstract begins with: "Annually in Ecuador, flood risks are observed due to hydroclimatological factors, influenced by variability and climate change, the vulnerability of populations due to land occupation and poor urban planning in risk management issues. This research proposes an early warning system focused on citizen participation, analyzes the sectors most at risk of flooding in the urban area of the city of Milagro, and plans a methodology to previously alert the community to the...". On the right side of the page, there are options to purchase the article: "Buy eBook" for USD 219.00 and "Buy paper (PDF)" for USD 29.95. There are also links for "Buy Physical Book" and "Cite paper".

Link de publicación: https://link.springer.com/chapter/10.1007%2F978-3-030-55307-4_94