



**ESPECIALIZACIÓN EN PREVENCIÓN, REDUCCIÓN Y ATENCIÓN DE DESASTRES**

**EVALUACIÓN DE LA RESILIENCIA EN LA INFRAESTRUCTURA INDISPENSABLE ANTE UN SISMO EN EL MUNICIPIO DE DURANIA (NORTE DE SANTANDER)**

LETZAIDA MARILYN MILLÁN CONTRERAS  
ANGÉLICA MARÍA VEGA MOLINA  
ELIANA MARÍA CARRILLO FLÓREZ



**Universidad<sup>®</sup>  
Católica  
de Manizales**

VIGILADA MINEDUCACIÓN

*Obra de Iglesia  
de la Congregación*



*Hermanas de la Caridad  
Dominicas de La Presentación  
de la Santísima Virgen*

EVALUACIÓN DE LA RESILIENCIA EN LA INFRAESTRUCTURA  
INDISPENSABLE ANTE UN SISMO EN EL MUNICIPIO DE DURANIA (NORTE DE  
SANTANDER)

Trabajo de grado presentado como requisito para optar al título de Especialista en  
Prevención, Reducción y Atención de Desastres

Asesor

PhD, Juan Camilo Sánchez Gil

Autores

Letzaida Marilyn Millán Contreras

Angélica María Vega Molina

Eliana María Carrillo Flórez

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE MANIZALES UCM

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

ESPECIALIZACIÓN EN PREVENCIÓN, REDUCCIÓN Y ATENCIÓN DE  
DESASTRES

2023

### **Dedicatoria**

“Pinto mi pueblo natal, porque gracias a él tengo la vida que tengo” Juan Lobillo.

Para nosotras, nietas de abuelos duranenses e hijas de padres duranenses, ha sido un honor poder regresar a nuestra tierra para a través de conocimiento y estudio juicioso, entregar un producto que confiamos será de utilidad para todo el municipio. El trabajo que hoy presentamos, lleva cargado consigo todo el amor y recuerdos que cada una de las calles de nuestro pueblo nos ofreció, por eso, su simbolismo y significación es algo que en estas palabras posiblemente no logremos retratar, pero que sólo nuestro corazón y nuestra alma entienden la profundidad de cada una de las palabras allí plasmadas.

El haber nacido en un pueblo con olor a café, donde su población es buena y siempre ha luchado por mantener en pie las costumbres y todo lo que simboliza nuestra propia cultura; nos obliga a regresar a este municipio turístico y de ensueño, todo lo que nos brindó cuando no conocíamos lo que hoy es nuestro destino.

Que sea esta la invitación para quien acceda a esta monografía, para que conozca uno de los pueblos más bellos que tiene Colombia, donde no encontrará los edificios más grandes, ni las obras civiles más innovadoras; pero sí encontrará lo que no se puede crear con el dinero o con el ingenio, podrá observar buenas personas, unas costumbres culinarias únicas y unos paisajes que solamente mediante la vivencia tomarán el significado que en este escrito tratamos de retratar.

**Tabla de contenido**

Resumen	7
Abstract	8
Introducción	9
Descripción del problema	11
Planteamiento del problema	14
Justificación	14
Objetivo general	16
Objetivos específicos	16
Antecedentes	16
Contexto geográfico	19
Marco Normativo	21
La Constitución Política de 1991	21
El marco de Acción de Hyogo 2005-2015	22
La Ley 1523 de 2012	22
El Marco de Sendai 2015-2030	23
El Plan Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres: una Estrategia de Desarrollo 2015-2025	23
Marco Conceptual	24
Desastre	24
Emergencia	24
Peligro	24
Resiliencia	25
Vulnerabilidad	25
Marco Teórico	25
La resiliencia ingenieril	25
Los riesgos y desastres ambientales	27
El Marco Sendai y la reducción de riesgo de desastres	28
Metodología	31
Enfoque cualitativo	32
Tipo de investigación	32

Infraestructura resiliente Durania	5
Metodología de análisis de información	33
Técnicas de recolección de información	34
Lista de Chequeo	34
Entrevista Semiestructurada	35
Prisma de cribado de información	36
Muestreo y Participantes	37
Criterios de Inclusión	39
Procedimiento	39
Fase uno. Construcción de Instrumentos	39
Fase dos. Aplicación de Instrumentos	39
Fase tres. Análisis de los Resultados	40
Cronograma	40
Resultados	41
Identificación de la Infraestructura Indispensable en el Municipio	41
Ordenamiento Territorial de Durania	41
Equipamiento de la Infraestructura de Durania	43
Disposición Geológica del Municipio de Durania	44
Escenarios de Movimientos en Masa en el Municipio de Durania	47
Servicios públicos del municipio de Durania	48
Aplicación de la lista de chequeo a la infraestructura indispensable	49
Caracterización de la Infraestructura Indispensable del municipio de Durania	60
Entrevista Semi Estructurada	60
Cursos de Acción para el Fortalecimiento de las Debilidades Halladas en la Infraestructura Indispensable en el Municipio de Durania.	71
Prisma de Cribado de la Información	73
Análisis e interpretación de resultados	80
Identificación de la Infraestructura Indispensable del Municipio de Durania	80
Análisis Documental	80
Lista de Chequeo	81
Caracterización del Estado de la Infraestructura Indispensable Ante un Sismo	82
Entrevista Semi Estructurada	82
Análisis Documental	84

Infraestructura resiliente Durania	6
Cursos de Acción para el Fortalecimiento de las Debilidades Halladas en la Infraestructura Indispensable.	86
Prisma de Cribado de Información	86
Entrevista Semi Estructurada	88
Recomendaciones	89
Conclusiones	90
Referencias	94
Anexo A	98
Anexo B	100
Anexo C	104
Anexo D	105

## Resumen

La presente investigación tuvo por finalidad evaluar la resiliencia de la infraestructura indispensable ante un sismo en el municipio de Durania, Norte de Santander, para tal fin se llevó a cabo la aplicación de tres instrumentos de recolección de información orientados desde un enfoque cualitativo, una lista de chequeo que permitió la observación directa de la infraestructura en el municipio, la aplicación de una entrevista semi estructurada a expertos y la realización de análisis documental a través de un prisma de cribado de información.

Como resultado de lo anterior, se puede establecer que el municipio no cuenta con infraestructura sismo resistente que permita una recuperación óptima ante la materialización de un evento sísmico en el municipio toda vez que es de bareque y de concreto fundido sin normatividad sismo resistente. De esta manera, se recomienda la valoración de daños por parte del Sistema Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres para determinar los reforzamientos de estructura necesarios, la instauración de un líder comunitario, alarmas, existencia de simulacros, organismos de socorro, participación de entidad territorial y nacional, así como, la promoción del conocimiento de las diferentes amenazas, la participación en el Consejos Municipales de Gestión del Riesgo y de las brigadas comunitarias.

**Palabras clave:** Amenazas sísmicas, gestión del riesgo, infraestructura indispensable, sismo resistencia.

### **Abstract**

The purpose of this research was to evaluate the resilience of the essential infrastructure to an earthquake in the municipality of Durania, Norte de Santander. To this end, three instruments were used to collect information from a qualitative approach: a checklist that allowed direct observation of the infrastructure in the municipality, the application of a semi-structured interview with experts, and documentary analysis through an information screening prism.

As a result of the above, it can be established that the municipality does not have a seismic-resistant infrastructure that would allow an optimal recovery in the event of a seismic event in the municipality, since it is made of bare earth and cast concrete without seismic-resistant regulations. In this way, it is recommended that the National Disaster Risk Management System assess the damage to determine the necessary structural reinforcements, the establishment of a community leader, alarms, the existence of drills, relief agencies, participation of territorial and national entities, as well as the promotion of knowledge of the different hazards, participation in the Municipal Risk Management Councils and community brigades.g

**Key words:** Seismic threats, risk management, essential infrastructure, seismic resistance.

## **Introducción**

La resiliencia en la infraestructura es la capacidad que tiene un sistema para funcionar y satisfacer las necesidades de una población durante y después de un fenómeno natural. Es por esto que, frente a la presencia de situaciones de riesgo que se derivan de la materialización de los sismos, es necesario tener una comprensión amplia de los elementos básicos que una infraestructura considerada como resiliente debe reunir, entre ellos cuatro sistemas esenciales: energía, agua y saneamiento, transporte y telecomunicaciones.

De esta manera, la presente investigación busca un conocimiento pormenorizado de las afectaciones que pueden incidir en los sistemas anteriormente citados, y las consecuencias que afectan la productividad de las empresas, los ingresos y los empleos que proporcionan, así como el impacto directo en la calidad de vida de las personas. Así las cosas, la hoja de ruta que orienta este ejercicio académico tiene por finalidad evaluar la resiliencia de la infraestructura indispensable ante un sismo en el municipio de Durania ubicado en Norte de Santander.

En este orden de ideas, el acercamiento que se realiza a través de la introducción de este anteproyecto, es complementado con información que al revisar el primer capítulo hace alusión a la descripción y formulación del problema, lo cual implica una descripción detallada de las cifras, datos y hechos que permiten tener un acercamiento a la situación de la infraestructura que en este momento se encuentra en Durania y que motiva el planteamiento del problema de investigación. También, se hace explícita la justificación y los objetivos, estos últimos, que tienen por finalidad establecer la hoja de ruta que se tiene

previsto ejecutar para buscar las respuestas necesarias para la comprensión del tema en evaluación.

El segundo capítulo, está relacionado con la presentación del contexto geográfico a través del cual se describe cómo tiene lugar, el tema objeto de investigación en el municipio de Durania (Norte de Santander) y los antecedentes que explicitan la importancia de la infraestructura resiliente.

El tercer capítulo, tiene relación con el marco referencial a través del cual es pertinente enfatizar en el marco normativo, conceptual y el componente teórico que permiten un abordaje mayor de la infraestructura resiliente que debe existir para un afrontamiento y superación de las crisis que se derivan de los sismos en zonas que son proclives a su presentación.

El cuarto capítulo, parte de la definición del marco metodológico en el cual se describe el enfoque, el tipo de investigación, el método y las técnicas de recolección y análisis de información que se requieren para responder a la formulación del problema. En este capítulo se describe el procedimiento metodológico enunciado en tres fases de aplicación, a través de los cuales se obtienen los resultados para su respectivo análisis.

Finalmente, en el quinto capítulo se describe el cronograma que se seguirá para el desarrollo de la investigación que se tiene previsto desplegar conforme al manejo de las variables extrañas que puedan presentarse al momento de operacionalizar cada uno de los momentos investigativos que se necesitan para dar respuesta al objetivo que orienta a la investigación.

### **Descripción del problema**

De acuerdo con el marco SENDAI<sup>1</sup> que fue diseñado para la reducción del riesgo de desastres por países integrantes de la Organización de Naciones Unidas -ONU-, la resiliencia tiene relación con la capacidad que puede desarrollar una comunidad para resistir, transformarse y recuperarse mediante la gestión del riesgo, a través de la restauración de la infraestructura y las funciones básicas (UNISDR, 2015).

Es así que, al revisar la situación de riesgo que se pueden presentar a nivel internacional frente a la materialización de desastres naturales, es preciso advertir que la mayoría de países en el mundo se ven amenazados por la actividad sísmica, situación que puede conducir a una afectación de la población y de la infraestructura debido a la magnitud de los daños significativos que pueda llegar a presentar estos dos elementos que caracterizan a las urbes y, el colapso total o parcial de las edificaciones.

De acuerdo con el Banco Mundial en 2021, los desastres naturales causan daños directos a la generación de energía y la infraestructura de transporte, con un costo aproximado de 18 mil millones de dólares al año en países de ingresos bajos y medios. Pero las interrupciones más amplias que provocan en los hogares y las empresas son un problema aún mayor. En total, las interrupciones causadas por los peligros naturales, así como el mantenimiento deficiente y la mala gestión de la infraestructura, cuestan a los hogares y empresas al menos 390 mil millones de dólares al año en países de ingresos bajos y medios (Banco Mundial, 2021).

---

<sup>1</sup> Tiene relación con las acciones que se llevan a cabo frente a la materialización de tres dimensiones de desastres: a. exposición a amenazas; b. vulnerabilidad y capacidad y c. características de las amenazas. Lo cual permite prevenir nuevos riesgos, mitigar los ya existentes y dar cabida a un aumento de la resiliencia

Según estimaciones de expertos de la Comisión Económica para América Latina (CEPAL) y de la Universidad Autónoma de la Ciudad de Juárez (UACJ), las pérdidas económicas causadas por el sismo de México de 1985 se encuentran entre el 2.1 y 2.4% del PIB, el sismo de 8.1° en la escala de Richter afectó al 30% de la capacidad hospitalaria, 412 edificios quedaron destruidos y 5.728 quedaron afectados, 1.568 escuelas fueron afectadas, la red de agua potable dejó de funcionar y se averiaron 280 mil servicios de energía eléctrica (Villegas, 2015).

En esencia, a nivel internacional la presencia de desastres naturales derivados de movimientos de tierra, desde la perspectiva de sismos, denota una importante afectación a la infraestructura y la población debido a la ausencia en zonas de alto riesgo, de infraestructura resiliente.

A nivel nacional, Colombia presenta un alto nivel de sismicidad debido a su ubicación en el área de influencia de actividad telúrica, la cual expresa un fenómeno amenazante ante sus niveles bajos de resiliencia en infraestructura indispensable; la problemática en Colombia se caracteriza por la localización del fenómeno en mención.

Por ejemplo, el sismo ocurrido en el municipio de Popayán el 31 de marzo de 1.983 dejó pérdidas en infraestructura aproximadamente del 0.9% del PIB y el ocurrido en el Eje Cafetero el 25 de enero de 1.999 dejó pérdidas aproximadas al 1.87% del PIB (Cardona & Wilches, 2004).

Con respecto al municipio de Durania, es preciso establecer que se encuentra ubicado en la parte sur oriental del departamento Norte de Santander, y en zona de amenaza sísmica



De acuerdo a lo anterior, se observa que el municipio es vulnerable a este fenómeno amenazante y por consiguiente carece de herramientas que le permitan identificar la vulnerabilidad de su infraestructura indispensable, ya que no se han realizado estudios ni investigaciones concluyentes al respecto.

### **Planteamiento del problema**

A la luz de los anteriores argumentos, la presente investigación tiene por finalidad responder al siguiente interrogante ¿Es resiliente la infraestructura indispensable ante un sismo en el municipio de Durania, Norte de Santander?

### **Justificación**

En Colombia, la calidad y el acceso a los servicios básicos de infraestructura varían de una región a otra, miles de personas de ingresos medio y bajo sufren las consecuencias de tener una infraestructura precaria, con mantenimientos escasos y en algunos de los casos sin funcionamiento, lo que genera que se brinde un servicio de mala calidad, contando con redes eléctricas poco confiables, sistemas de acueducto y alcantarillado obsoletos y estructuras inadecuadas para el normal funcionamiento de una población.

Cuando se presentan eventos naturales, se ponen a prueba todos los sistemas que hacen parte de una infraestructura indispensable, y si no se encuentran en óptimas condiciones, su capacidad de respuesta es mínima o nula. La interrupción de los servicios en la infraestructura genera impactos negativos significativos que afectan directamente a la población.

El municipio de Durania, Norte de Santander; cuenta con una población de 3.768 habitantes, se encuentra en amenaza sísmica alta y por ser un municipio de sexta categoría

no cuenta con estudios específicos que evalúen el riesgo en que se encuentra la población, su infraestructura indispensable en su mayoría es antigua y no existen antecedentes de que se haya realizado un diagnóstico para conocer su comportamiento ante un sismo.

La ausencia de la resiliencia en la infraestructura indispensable puede llevar a la afectación de la funcionalidad del municipio de Durania ante un sismo, teniendo en cuenta que, cuando se presenta un sismo de gran magnitud, las redes de energía, suministro de agua y telecomunicaciones son las primeras afectadas.

Otro factor importante a tener en cuenta es la falta de recursos para esta categoría de municipios, lo que conlleva a la falta de infraestructura indispensable; sin embargo, es más económico tomar las medidas necesarias para contar con una infraestructura resiliente que afrontar las pérdidas económicas ante un desastre sin contar las pérdidas de vidas humanas.

Se considera importante realizar la evaluación de la infraestructura indispensable y obtener un diagnóstico que permita preparar a la población ante un evento natural como un sismo y, de acuerdo al resultado del diagnóstico se pueda identificar, analizar, definir prioridades y evaluar puntos críticos, para la toma de decisiones en el municipio de Durania.

La evaluación de resiliencia en la infraestructura indispensable es un proyecto de gran innovación y beneficio para el municipio de Durania, debido a la necesidad que se tiene por la ausencia de información sobre las condiciones actuales de la misma, adicionalmente será de gran impacto para el desarrollo ante la Gestión de Riesgo de Desastres.

**Objetivo general**

Evaluar la resiliencia de la infraestructura indispensable ante un sismo en el municipio de Durania, Norte de Santander.

**Objetivos específicos**

Identificar la infraestructura indispensable del municipio de Durania, Norte de Santander.

Caracterizar el estado de la infraestructura indispensable vulnerable ante la posible ocurrencia de un sismo.

Proponer cursos de acción para el fortalecimiento de las debilidades halladas en la infraestructura indispensable del municipio.

**Antecedentes**

Al revisar la publicación *Lifelines: The Resilient Infrastructure Opportunity* en 2019, se puede establecer que la importancia de los servicios de infraestructura para el desarrollo de las comunidades y su implicación ante la ocurrencia de eventos naturales como inundaciones, terremotos, huracanes, entre otros. En él, se examina la resiliencia de cuatro sistemas de infraestructura esencial: energía eléctrica, agua y saneamiento, transporte y telecomunicaciones. Resalta la importancia del buen funcionamiento de estos sistemas, ya que estos proporcionan servicios básicos para el bienestar de los hogares y la productividad de las empresas, los cuales son vulnerables ante los eventos naturales.

Es de resaltar que, a partir de múltiples estudios realizados, análisis empíricos a nivel global y ejercicios de modelización, concluye con tres mensajes principales: La falta de

infraestructura resiliente perjudica tanto a los individuos como a las empresas, La inversión en infraestructura más resiliente es una medida contundente, rentable y urgente, y una buena gestión de la infraestructura es la base necesaria para construir una infraestructura resiliente, pero también son necesarias medidas específicas.

En complemento a lo anterior, al revisar el informe proyectos de infraestructura resiliente a impactos del cambio climático publicado en 2019 por Jairo Nuñez y María del Pilar Ruiz se puede establecer que la comunidad científica internacional deduce que el calentamiento global es causado por la emisión de gases efecto invernadero generado por muchas actividades humanas, y que de seguir en esta tendencia se incrementa la temperatura global, lo que podría aumentar la probabilidad de impactos climáticos severos e irreversibles.

Colombia ha avanzado en materia de políticas relacionadas con la Afectación del Cambio Climático y la Gestión del Riesgo de Desastres, entre los resultados está la Ley 1523 de 2012 la cual define la Política Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres, la Política Nacional de Cambio Climático en 2017 y la ley 1931 de 2018 que establece las directrices para la gestión del cambio climático.

Este documento se enfoca en tres proyectos emblemáticos del sector transporte y vivienda, Interconexión vial Yatí – Bodega (Bolívar), viviendas en La Guajira y viviendas en San Benito Abad (Sucre); presentando los resultados mediante estudios realizados, los cuales generan una serie de recomendaciones para la nación, el Sistema Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres y los países de América Latina.

De acuerdo a lo expuesto en el artículo publicado en 2020, denominado Cálculo y análisis de la resiliencia de los departamentos de Colombia por parte de Martha Yañez y

Jorge Martelo se puede referir al respecto la necesidad de analizar y comparar la resiliencia de los departamentos de Colombia para mitigar los efectos de eventos adversos. De resaltar, que en el artículo se da a conocer el índice compuesto de resiliencia, utilizando variables como la diversidad de suelos, la diversidad de empresas, el índice de desempeño integral y la capacidad de carga sobre el ecosistema. De igual manera, se evidencia gran disparidad entre los niveles de resiliencia de los entes territoriales estudiados, al tiempo que refuerzan la concepción holística de la resiliencia.

Sumado a lo anterior, se encuentra el artículo publicado en 2017 por la arquitecta Sandra Acosta y, la economista Sandra Bautista denominado Comunidades resilientes: tres direcciones integradas, a través del cual se establece la necesidad de lograr un mejor hábitat con el entorno específico, donde la sustentabilidad sea la base. La normativa no es el único método que existe para la implementación, por esto se identifican estrategias en tres niveles: las de carácter *top-down*, otras en la vía del *bottom-up* y, finalmente, la articulación entre las dos anteriores mediante procesos de participación social.

Frente a lo anterior, se puede hacer énfasis que los estudios realizados en relación con la infraestructura resiliente en Colombia, denota que en el contexto académico aún no existe una investigación orientada a la evaluación de la resiliencia de la infraestructura indispensable ante un sismo en el municipio de Durania, Norte de Santander, motivo por el cual, la presente investigación se convierte en un documento que puede aportar a la comunidad científica en el campo de trabajo de la prevención y atención de desastres frente a los mínimos vitales que surgen de la infraestructura resiliente para la prevención y atención de desastres derivados de movimientos de tierra en el municipio de Durania.

## **Contexto geográfico**

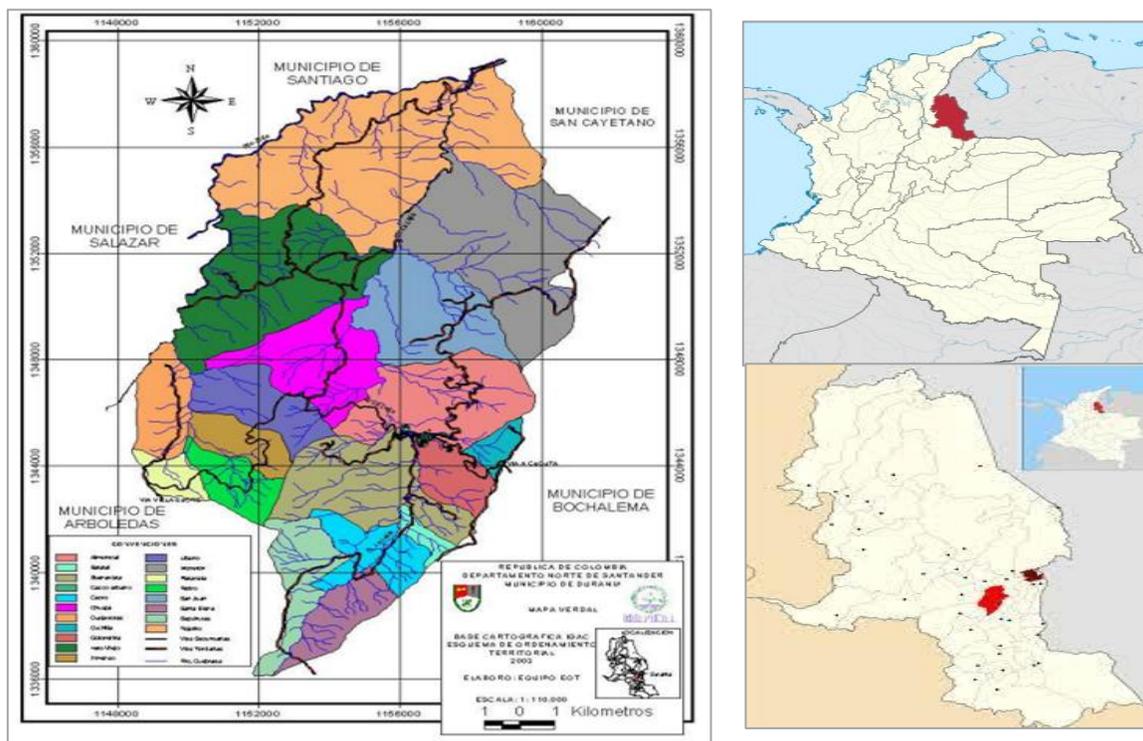
El Municipio de Durania hace parte de la provincia de Ricaurte conformada por los municipios de Herrán, Ragonvalia, Toledo, Bochalema, Labateca y Chinácota que es el centro subregional de la provincia, concentrado la mayoría de servicios institucionales en Chinácota.

Pertenece al departamento de Norte de Santander, el cual se encuentra ubicado en la parte sur oriental del departamento, es esencialmente montañoso enclavado en la Cordillera Oriental de Colombia, con matices isométricos desde 500 a 2.000 m.s.n.m. predominando el piso térmico templado, su sistema hidrográfico pertenece en su totalidad a la Cuenca del Río Zulia (ver figura 2).

Geológicamente el 21% del área total del suelo del municipio son rocas ígneas y metamórficas y el área restante son rocas sedimentarias. En el municipio los pisos térmicos varían desde cálido con temperatura media anual superior a los 26°C y el piso medio con temperaturas que van desde los 18°C a 24°C. y el clima frío con temperaturas de 14 a 16°C (Alcaldía de Duranía, 2022).

Limita al norte con los municipios de Santiago y San Cayetano, al sur con los municipios de Arboledas y Bochalema, al occidente con los municipios de Arboledas, Salazar de las Palmas y Santiago, al oriente con los municipios de Bochalema, su extensión total es de 177,40 Km<sup>2</sup>, la extensión área urbana es de 0,03647 Km<sup>2</sup>, su extensión área rural es de 177,36 Km<sup>2</sup>, cuenta con altitud de la cabecera municipal de 940 m.s.n.m (Gómez, 2020).

Figura 2. Ubicación geográfica del municipio de Durania



Fuente. Alcaldía de Durania. (11 de Junio de 2022). Demografía de Durania. Obtenido de Municipios de Colombia: <https://www.municipio.com.co/municipio-durania.html>

La posición astronómica del municipio de Durania, está ubicado a  $7^{\circ}42'50''$  de latitud Norte,  $72^{\circ}39'23''$  de longitud oeste. Por su extensión, el municipio de Durania equivale al 0,79% del total del Norte de Santander

Por otra parte, sus actividades comerciales están distribuidas principalmente en negocios de tipo de economía familiar. En el Casco urbano encontramos el siguiente inventario de 77 negocios establecidos en total. Dedicadas a la venta de ropas, insumos agrícolas y pecuarios, artículos de primera necesidad, droguerías, panaderías, restaurantes, residencias, entre otras. En cuanto a actividades industriales se destacan la fabricación de muebles de madera, talleres de ornamentación y de mecánica.

El área rural del municipio de Durania está dividida en veredas de clima frío, y medio (Bosque húmedo Premontano), (Bosque húmedo Montan Bajo) y clima cálido. (Bosque seco Tropical) Cada zona presenta características económicas propias. En el clima frío la base de la economía es el café, la ganadería criolla de doble propósito, los cultivos como plátano, frutales (morón, lulo). En el clima medio la economía es el café tradicional y tecnificado, la caña panelera, plátano, el tomate, frutales (cítricos), y otros de pancoger como el maíz, frijol, yuca. En el clima cálido la base es la ganadería de carne y doble propósito, los cultivos de maíz, yuca, frijol (Alcaldía de Durania, 2015).

A continuación, se describen tres marcos de importancia informativa, para conocer a profundidad la dinámica de la infraestructura resiliente en Colombia.

### **Marco Normativo**

Corresponde a la normatividad aplicable a las acciones realizadas para la ejecución del proyecto, se fundamenta básicamente en los siguientes lineamientos:

#### ***La Constitución Política de 1991***

Como norma fundamental del ordenamiento jurídico (Asamblea Constituyente, 1991), consagra lo siguiente frente a la infraestructura resiliente:

- a. En su artículo 79 el derecho a gozar un medio ambiente sano, así como la obligación que tiene el Estado de proteger la diversidad e integridad del ambiente.
- b. En los artículos 58, 333 y 334, que consagran la función social y ecológica de la propiedad.

- c. En los artículos 2 y 93 establecen la obligación del legislador de acatar el principio de progresividad de las medidas de protección legal del ambiente, consagrado en los pactos internacionales.
- d. En los artículos 80, 333 y 334 concretan la función ecológica de la propiedad, los principios de prevención, precaución y sostenibilidad al igual que la prevalencia del interés general sobre el particular.

### ***El marco de Acción de Hyogo 2005-2015***

El cual tuvo lugar en Kobe, Hyogo – Japón se llevó a cabo la Conferencia Mundial sobre Reducción de Riesgo de Desastres del 18 al 22 de enero de 2005, teniendo en cuenta el riesgo común de los países involucrados ya que el cambio climático está empeorando los efectos que ocasionan los desastres naturales, se acordó darle un enfoque estratégico y sistemático a la reducción de la vulnerabilidad ante las amenazas y se evidenció la necesidad de aumentar la Resiliencia para el año 2015 (EIRD, 2005).

Basados en las lecciones aprendidas, dentro de sus prioridades, la prioridad No 4 Reducción del Riesgo, se estipula que los países pueden desarrollar Resiliencia con medidas simples como aplicación de normas de construcción en infraestructuras indispensables tales como escuelas, hospitales y hogares.

### ***La Ley 1523 de 2012***

Se constituye el marco jurídico de la Gestión del riesgo de desastres en Colombia, orientado a la formulación, ejecución, seguimiento y evaluación de políticas, estrategias, planes, programas, regulaciones, instrumentos, medidas y acciones permanentes para el

conocimiento y la reducción del riesgo y para el manejo de desastres (Congreso de Colombia, 2012).

Esta ley es liderada por el Ministerio del Interior y de Justicia que presenta el proyecto de ley número 158 de 2011, en el marco del Plan Nacional de Desarrollo (2010-2014), sostenibilidad ambiental y gestión del riesgo Capítulo V de la Ley 1450 de 2011, en el cual se busca mejorar la resiliencia dando los lineamientos para crear una política pública y el fortalecimiento del sistema de gestión de riesgos de desastres del país, combinando en los esfuerzos, el Plan Nacional de Adaptación al Cambio Climático.

### ***El Marco de Sendai 2015-2030***

Una vez finalizado el periodo del Marco de Acción de Hyogo, se llevó a cabo la tercera Conferencia Mundial de Las Naciones Unidas en Sendai-Japón en marzo de 2015, donde se elaboró este nuevo marco, con el que se pretende continuar con las acciones del marco anterior y además se contemplan nuevas acciones.

El cambio más importante que se da en el Marco de Sendai es que se hace énfasis en la Gestión del Riesgo de Desastres y no en la gestión de los Desastres, se basa en la comprensión del riesgo y todas sus dimensiones (UNISDR, 2015).

### ***El Plan Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres: una Estrategia de Desarrollo 2015-2025***

Hace alusión a la orientación de las acciones del Estado y de la sociedad civil en cuanto al conocimiento del riesgo, la reducción del riesgo y el manejo de desastres en cumplimiento de la Política Nacional de Gestión del Riesgo, que contribuyan a la seguridad,

el bienestar, la calidad de vida de las personas y el desarrollo sostenible en el territorio nacional (UNGRD, 2015).

### **Marco Conceptual**

Los conceptos que se tienen en cuenta para el despliegue de la investigación son las siguientes:

#### ***Desastre***

Hace alusión a los daños y pérdidas, en la salud, fuentes de sustento, hábitat físico, infraestructura, actividad económica y medio ambiente, que ocurre a consecuencia del impacto de un peligro, sobrepasando la capacidad de respuesta local para atender eficazmente sus consecuencias (SIAR, 2014).

#### ***Emergencia***

Tiene relación con los daños sobre la vida, el patrimonio y el medio ambiente ocasionados por la ocurrencia de un fenómeno natural o inducido por la acción humana que altera el normal desenvolvimiento de la zona afectada (SIAR, 2014).

#### ***Peligro***

Probabilidad de que un fenómeno físico, potencialmente dañino, de origen natural o inducido por la acción humana, se presente en un lugar específico, con una cierta intensidad en un periodo y frecuencia definidos (CIIFEN, 2022).

***Resiliencia***

Tiene relación con la capacidad que tienen los sistemas para prever, absorber o amortiguar las pérdidas y para recuperarse (Dueñas Molin, 2018). Capacidad de la comunidad educativa para asimilar, absorber, adaptarse, cambiar y resistir al impacto de un peligro, así como de incrementar su aprendizaje de los desastres pasados para protegerse y recuperarse mejor en el futuro (SIAR, 2014).

***Vulnerabilidad***

Comprende las características y las circunstancias de una comunidad, sistema o bien que los hacen susceptibles a los efectos dañinos de una amenaza (CIIFEN, 2022). Es la incapacidad de resistencia de las personas cuando se presenta una amenaza, o la incapacidad para reponerse después de que ha ocurrido un desastre debido al crecimiento de la población, el deterioro y contaminación del ambiente y el aumento de la pobreza (Armenteros, 2018).

**Marco Teórico**

Las teorías que permiten ampliar la comprensión del tema objeto de investigación son las siguientes:

***La resiliencia ingenieril***

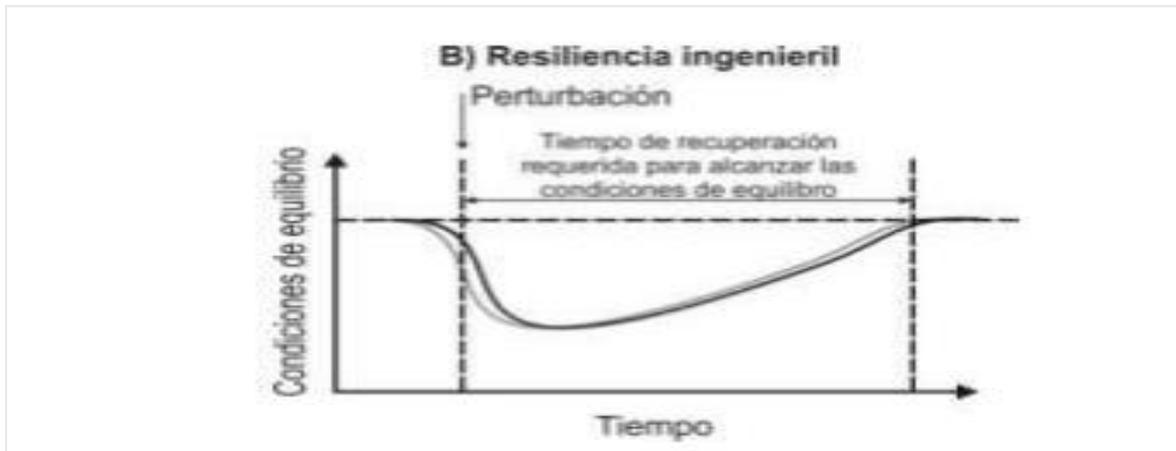
De acuerdo a la crisis climática que tiene lugar en el mundo, producto del efecto invernadero y los altos niveles de contaminación, es preciso establecer que existen dimensiones que ameritan ser observadas, entre ellas, la económica, ecológica, política y social de los territorios y sistemas que pueden ser afectados por los cambios climáticos que hace. En este sentido, la teoría de la resiliencia tiene su origen en la valoración de estas

dimensiones, pero en especial, de la manera como los desastres naturales pueden llegar a afectar la infraestructura vital de una comunidad que, en esencia, permite que pueda restablecerse o superar las dificultades que se presentan luego de la ocurrencia del desastre natural.

En este sentido, la manera como los materiales son utilizados en la construcción de la infraestructura pueden contribuir a la resistencia de choques, situación que se deriva de la aplicación de técnicas científicas que permiten la minimización de accidentes que afectan las actividades cotidianas, con el fin de implementar mejoras para evitar la generación de situaciones de precariedad comunitaria frente a los desastres naturales (Correa & Vega, 2013).

Además de lo anterior, la resiliencia ingenieril enfatiza en el tiempo que un sistema necesita para volver a su equilibrio inicial después de una perturbación. Este “tiempo de recuperación” se puede medir para todos los ecosistemas independientemente del estado alternativo en el que se encuentren, es decir se puede medir para el estado 1 (línea gris) y 2 (línea negra) representados en el esquema de la resiliencia ecológica (ver figura 2). En ningún caso la resiliencia ingenieril considera que un sistema puede cambiarse de un estado alternativo a otro, como es el caso de la resiliencia ecológica (Angeler, Pope, & Allen, 2012).

Figura 3. Resiliencia ingenieril



Fuente: Angeler, D. G., Pope, K. L., & Allen, C. R. (2012). Saliendo del círculo vicioso: gestiones alternativas para garantizar la sostenibilidad de la pesca. *Revista Latinoamericana de Recursos Naturales* 8 (2), 76-89.

De esta manera, la resiliencia ingenieril permite establecer la capacidad que tiene la infraestructura de una comunidad para salir avante a una situación de catástrofe en un tiempo prudencial para generar el menor daño al desarrollo de la comunidad.

### ***Los riesgos y desastres ambientales***

La teoría de los desastres se ha construido gradualmente a través de tres enfoques, el primero, relacionado con la explicación de los orígenes del planeta y de las causas físicas de los fenómenos terrestres, en el que los aspectos humanos están ausentes. El segundo, se relaciona con un enfoque teológico, el cual tiene relación con la respuesta a preguntas acerca de la razón última de la existencia humana en la tierra y de los castigos divinos sobre ella y el tercer enfoque, relacionado con la descripción de los fenómenos terrestres y de los habitantes (Martínez, 2009). En este sentido, el enfoque que se tendrá en cuenta para el desarrollo de la presente investigación tendrá su fundamento en la descripción de los fenómenos terrestres que se derivan de los movimientos telúricos, o bien conocidos como sismos, y la afectación que puede llegar a generar en las personas.

A la luz de este panorama, es necesario tener en cuenta que este último enfoque implica la presencia de diferentes riesgos del medio, los cuales pueden llegar a carecer de relación entre sí, y puedan producirse al mismo tiempo situaciones de peligro de distintos tipos y orígenes (Calvo, 1994). Por citar algunos ejemplos, el complejo fenómeno de los movimientos telúricos puede provocar el riesgo de inundaciones cuando hay reservas de agua subterráneas que pueden salir al exterior por el rompimiento de las placas que la contienen.

Bajo esta perspectiva la estimación de un desastre se puede cuantificar a través de dos aspectos de importancia, el primero de ellos relacionado con la delimitación del área y las poblaciones afectadas, lo cual guarda una estrecha relación con el establecimiento del número de habitantes, la indagación respecto de sus condiciones socioeconómicas previas y, si fuera posible, formular apreciaciones acerca de su situación después del desastre, de modo de obtener una idea global sobre los efectos intangibles que afectarían a las condiciones o el nivel de vida de esa población. El segundo aspecto, contempla los daños y recursos financieros para la reconstrucción lo cual implica la reposición de los activos afectados en cada sector. Esto no es igual a los recursos financieros para la reconstrucción, ya que esta última podría incorporar elementos de reducción de riesgo y resiliencia ante futuros eventos, como, por ejemplo, la construcción en otra localidad, menos expuesta a amenazas (CEPAL, 2014).

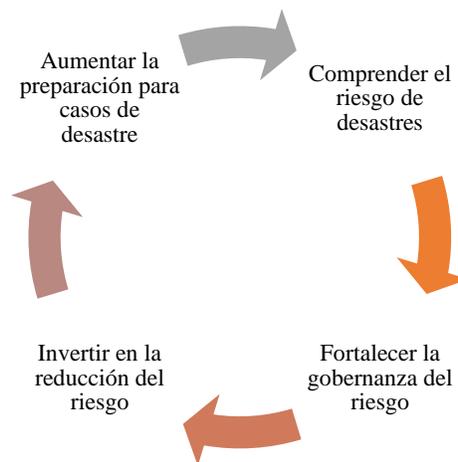
### ***El Marco Sendai y la reducción de riesgo de desastres***

Se fundamenta en siete metas que conllevan a la prevención y reducción de pérdidas por desastres, lo cual implica un cambio en la manera como se aborda la presentación de un desastre desde la perspectiva económica, social y ambiental que su presentación puede llegar a implicar.

Es entonces a través de este marco que se establecen siete principios rectores que permiten minimizar el impacto de los desastres, a través del análisis de factores como las amenazas y vulnerabilidades que salvaguardan los beneficios del desarrollo de las comunidades que se consolidan a futuro como sociedades resilientes por la adecuada gestión que llevan a cabo de la gestión del riesgo (Bello & Bustamante, 2020).

Bajo este entendido como se observa en la figura 4, los cuatro enfoques en las cuales se puede establecer la resiliencia de la infraestructura de la cual hace uso una comunidad se relacionan con el eje principal que es la prevención del desastre y la mitigación o reducción de los que están en desarrollo.

Figura 4. Enfoques del marco SENDAI



Fuente: Bello, O., & Bustamante, A. (2020). *Planificación para la reducción del riesgo de desastres en el marco de la agenda 2030 para el desarrollo sostenible*. Santiago de Chile: CEPAL.

Frente a lo anterior, el primer enfoque que tiene relación con la comprensión del riesgo de desastres toma como punto de partida el análisis de dimensiones como la vulnerabilidad, la capacidad de respuesta, el grado de exposición de personas y bienes, así como las características del entorno y las amenazas a las cuales puede estar expuesto. De esta manera, es posible llevar a cabo desde esta dimensión, la evaluación de un escenario previo

a la materialización de un desastre, así como de la prevención y la mitigación que permitan tener una respuesta eficaz para los casos de desastre.

La segunda dimensión a resaltar, tiene relación con la fortaleza de la gobernanza del riesgo, a través del cual se deja aprobado los objetivos, planes, competencia, directrices y coordinación en los sectores y entre ellos, así como con la participación de los actores pertinentes. Es por ello que al llevar a cabo un fortalecimiento de la gobernanza del riesgo es posible preparar una respuesta oportuna para la colaboración y las alianzas entre mecanismos e instituciones en la aplicación de los instrumentos pertinentes para la reducción del riesgo de desastres y el desarrollo sostenible.

El tercer enfoque, está relacionado con la inversión en la reducción del riesgo, el cual tiene relación con las inversiones públicas y privadas, para llevar a cabo gestiones de prevención y de mitigación del impacto de los desastres en las comunidades que se ven afectadas por su presencia. La inversión en este caso, puede conllevar a la innovación, el desarrollo de infraestructura adecuada para llevar a cabo la atención de desastres y la búsqueda de opciones para salvar, prevenir y reducir la pérdida de vidas humanas.

Finalmente, el cuarto enfoque se relaciona con el aumento de preparación para casos de desastre, lo cual hace alusión al aprendizaje que se debe generar de experiencias anteriores, lo cual tiene relación con la necesidad de adoptar las medidas con anticipación a los acontecimientos y a su vez, integrar la reducción del riesgo de desastres en la preparación y aseguramiento de la respuesta y recuperación eficaz en todos los niveles que sean comprometidos en el desarrollo del desastre.

### Metodología

Tabla 1. Orientaciones metodológicas

<b>Objetivos</b>	<b>Actividades</b>	<b>Método</b>	<b>Producto</b>	<b>Cronograma</b>
Identificar la infraestructura indispensable del municipio de Durania, Norte de Santander.	Inspección visual y técnica en el municipio.	Observación directa. Fuentes secundarias (cartografía, EOT, NSR-10). Lista de Chequeo	Inventario e identificación de la infraestructura Indispensable existente en el municipio de Durania	Agosto - Septiembre
Caracterizar el estado de la infraestructura indispensable vulnerable ante la posible ocurrencia de un sismo.	Revisión de la documentación e información que se encuentra en el municipio. (Bases de datos, EOT, planos, artículos, revistas, periódicos). Realizar una entrevista que permita indagar información de expertos sobre el tema de investigación. Recolección de información de estudios relacionados con el tema y bases de datos.	Análisis documental.  Entrevista semi estructurada.	Caracterización de la Infraestructura Indispensable en el municipio de Durania	Septiembre – Octubre
Proponer cursos de acción para el fortalecimiento de las debilidades halladas en la infraestructura indispensable del municipio.	Organización y análisis de la información recolectada, mediante la caracterización de la infraestructura indispensable.	Prisma de Cribado de Información.  Análisis de los resultados	Propuesta de cursos de acción sobre la Resiliencia de la infraestructura indispensable del municipio de Durania	Octubre – Noviembre

Nota. En la presente tabla se da a conocer los elementos fundamentales de la metodología de trabajo que se estableció para el despliegue del trabajo de campo de la investigación.

La hoja de ruta que se tuvo en cuenta para el desarrollo del trabajo de campo y el posterior análisis de información se fundamenta en los aspectos que se describen en el presente capítulo.

### **Enfoque cualitativo**

La orientación de la investigación desde una perspectiva cualitativa, permite al investigador obtener los elementos de información necesarios para evaluar la resiliencia de la infraestructura indispensable ante un sismo en el municipio de Durania, en Norte de Santander, a partir de la subjetividad de las personas que se relacionan de forma constante con objeto interés investigativo. Es así, que desde el enfoque cualitativo es posible que se perciba la cosa de investigación a través de una explicación de la recurrencia de características del tema en investigación a partir del sujeto que tienen mayor cercanía con su manifestación (Vasilachis, 1997, pág. 33).

Desde la perspectiva de Fernández & Bautista (2014) una investigación que tiene lugar desde el enfoque cualitativo, por lo general “asume problemas e hipótesis que se van abordando y desarrollando dentro de la investigación desde la percepción de sujetos que tienen un conocimiento profundo del objeto en estudio” (p. 23). Lo anterior, es validado por Hernán, Lineroz & Ruiz en 2021, al referir que este enfoque da lugar a un abordaje a profundidad de casos reducidos sin tener que llegar a generalidades, motivo por el cual, una investigación desde lo cualitativo implica cualificar el fenómeno desde sus rasgos más sobresalientes.

### **Tipo de investigación**

Luego de realizar una aproximación al enfoque cualitativo, es preciso determinar que el tipo de investigación está orientada a la descripción, lo cual permite la comprensión de las principales características del tema objeto de investigación, teniendo en cuenta que permite conocer el todo y las partes de un fenómeno, que para el caso se relaciona con la evaluación de la infraestructura resiliente. Según refiere Ramírez, Arcila & Buriticá (2004), la investigación descriptiva es el escenario en el cual es posible llegar a los antecedentes y los datos que al ser sistematizados proponen un amplio panorama de los que se desea investigar.

De esta manera, el alcance descriptivo de esta investigación permite llevar a cabo la recolección y análisis de información que brinda insumos de información que responden al vacío de información que se plantea en la formulación del problema que está en esta investigación.

### **Metodología de análisis de información**

El análisis de contenido que se desarrolla en la presente investigación se fundamenta en los postulados de Islas Torres & Carranza Alcántar (2020), quienes establecen la necesidad de realizar una búsqueda concienzuda de los aspectos que caracterizan el tema en investigación, lo cual tiene lugar desde la aplicación de instrumentos de recolección y análisis de la información que permiten tener un acercamiento pormenorizado a la percepción que pueden tener los expertos o las lecturas consultadas frente al tema en investigación, para el caso, el estudio de los elementos que caracterizan a la infraestructura resiliente.

En este orden de ideas, es preciso enfatizar que el análisis sistemático de información permite realizar una inspección detallada de cada uno de los elementos que hacen parte del nicho de información que abarca la infraestructura resiliente, en función de la generación de

una pesquisa documental pertinente que permita comprender lo que tiene lugar con el tema en investigación.

### **Técnicas de recolección de información**

Para el desarrollo de la investigación será necesario la aplicación de tres técnicas de recolección de información, la primera relacionada una lista de chequeo, la segunda con una entrevista semiestructurada y la tercera, el prisma de cribado de información, las cuales se detallan a continuación.

#### ***Lista de Chequeo***

A través de la aplicación de este instrumento de recolección de información bajo los los parámetros de guía de consulta o checklist de usabilidad, como lo refiere Lorenzo (2010) fue posible llevar a cabo la construcción de una guía de consulta a través de la cual, se describen los principios a tener en cuenta para determinar el estado actual de la infraestructura resiliente, para el caso, del municipio de Durania. Es de resaltar que, a través de los postulados de este autor, en cuanto a la construcción metodológica fue posible la construcción de un instrumento a manera de checklist de usabilidad a través del cual se enlistan los aspectos que conviene valorar al momento de determinar el estado de la infraestructura en el municipio en mención para el adecuado afrontamiento de eventos sísmicos (p. 3).

En atención a lo anterior, la elaboración de este instrumento estuvo orientado a desarrollar en un primer momento, los parámetros de consulta frente a los mínimos vitales que se deben resguardar frente al desarrollo de un evento sísmico. Así, la guía de consulta contará con la línea base de valoración del objeto de estudio. En este orden de ideas, a través de la lista de chequeo (ver anexo C) se pretendió caracterizar la infraestructura resiliente del

municipio de Durania en Norte de Santander toda vez que se hace necesario contar con un diagnóstico preliminar de la infraestructura presente en Durania (Norte de Santander).

### ***Entrevista Semiestructurada***

A través de esta técnica, el investigador tiene la capacidad de recolectar la percepción de expertos frente a la cosa de investigación. Es por esto que, la modalidad de entrevista que se tendrá en cuenta para la recolección de información es de tipo semi estructurado, teniendo en cuenta que la formulación de las preguntas puede ser modificada a conveniencia de las necesidades del investigador para obtener la información necesaria para la comprensión del tema de interés de la investigación (Gibb, 1997).

Por este motivo, el formato que se construye para el desarrollo de la entrevista puede ser flexible conforme a las necesidades de investigación, el cual puede ser aplicable, con preguntas que orientan la conversación y que a medida que obtiene información puede variar hasta lograr alcanzar la información que permita responder a los vacíos de información encontrados.

En este sentido, la entrevista semi estructurada puede ser direccionada a través de ejes de recolección que orientan el diálogo que se puede establecer entre entrevistado e investigador, aspectos que proveen de riqueza el quehacer investigativo en el desarrollo del presente proyecto. Frente a lo anterior, los ejes sobre los cuales se orientará la búsqueda de información, se describen en la tabla 2.

Tabla 2. Ejes orientadores de la recolección

<b>Eje</b>	<b>Descripción</b>
<b>Robustez</b>	Entendida como la habilidad de sostener las fuerzas de los eventos sin demasiada degradación o pérdida de funcionalidad
<b>Redundancia</b>	La medida en que el sistema y la unidad de análisis sea sustituible es decir capaces de satisfacer los requerimientos funcionales si ocurre una degradación significativa o pérdida de funcionalidad.
<b>Inventiva</b>	La capacidad de diagnosticar y priorizar los problemas y poner en marcha soluciones mediante la identificación y movilización de recursos materiales, humanos, monetarios, tecnológicos y de información.
<b>Rapidez</b>	La capacidad para restaurar la funcionalidad de una manera oportuna, absorber las pérdidas y evitar las interrupciones.

Fuente. Construcción propia del equipo investigador, junio 2022.

De cara a este panorama, las categorías de la entrevista semi estructurada se desglosan en el instrumento que se encuentra en el anexo A.

### ***Prisma de cribado de información***

Este instrumento que se deriva de los postulados del análisis de contenido, da lugar a la selección de información que es recolectada a través de la consulta de bases de datos especializadas a través de operadores booleanos, las cuales tienen relación con el tema en investigación (Begoña & Cuellar, 2018). Es así que, para su construcción es necesario llevar a cabo una pesquisa documental que permita extraer de la comunidad científica las tendencias que existen en torno a los mecanismos que se utilizan para determinar los aspectos propios de la infraestructura resiliente en el municipio de Durania en Norte de Santander, como se observa en el anexo B.

Desde esta perspectiva, es necesario que tenga lugar la búsqueda de bases de datos a través de la consulta de lecturas especializadas a través de la revisión exhaustiva de resúmenes y las conclusiones de los documentos que pueden ser potencialmente

seleccionados (Begoña & Cuellar, 2018). Así, durante el desarrollo del proceso de cribado de información puede presentarse la diferencia entre el contenido del texto que se examina y la información que se requiere para tener un mayor abordaje del tema en investigación, lo cual, dentro de la técnica puede recibir el nombre de acciones de inclusión y exclusión de los elementos de información que se necesitan para tener un acceso mayor al tema en investigación (Fernández, Baptista, & Hernández, 2014).

### **Muestreo y Participantes**

El muestreo no probabilístico al que hace alusión Hernández, Fernández & Batista (2014), es considerado como un elemento indispensable para el diseño metodológico de la investigación, teniendo en cuenta que permite seleccionar a los sujetos que de acuerdo con su conocimiento pueden ser considerados como representativos de una población que está sujeta a intervención.

Por lo general, en investigaciones de tipo cualitativo se utiliza el muestreo de tipo no probabilístico, las cuales, a pesar de ser consideradas poco rigurosas, son frecuentes, porque incluyen grupos muy específicos donde la información de interés es cuidadosa y controlada en la selección de sujetos con determinadas características que son de interés relevante para el desarrollo de la investigación. Así, el muestreo por conveniencia es la plataforma que permitió seleccionar los expertos que contribuyeron en la construcción de la información para suplir el interrogante de información. Entonces, el muestreo por conveniencia “permite seleccionar aquellos casos accesibles que acepten ser incluidos” (Otzen, 2017, pág. 230).

En este sentido, en el desarrollo del ejercicio de recolección de información se contactaron a los expertos que se relacionan en la tabla 3, que fueron elegidos por los criterios de inclusión que se describen más adelante.

Tabla 3. Muestra poblacional para el ejercicio investigativo

<b>Experto</b>	<b>Cargo</b>	<b>Unidad</b>	<b>Instrumento</b>
<b>E1</b>	Jaime Alberto Fuentes Romero Ingeniero Civil/ Universidad Javeriana Magíster en Ingeniería Civil con énfasis en estructuras	UNGRD	Entrevista semiestructurada
<b>E2</b>	Jorge Armando Buelvas Farfán Ingeniera Civil Especialista en ingeniería sísmica -JICA- Diplomado en Gestión del Riesgo Volcánico -JICA-	UNGRD	
<b>E3</b>	Jorge Enrique Gómez Florido Pregrado Profesional en Salud Ocupacional Especialista en Prevención, Atención y Reducción de Desastres	Min ambiente	
<b>E4</b>	Lennin Acevedo Ingeniero Civil, especialista en interventoría de obras civiles Especialista Tecnológico en SIG Secretario de Planeación y Coordinador Municipal de GRD	Durania	
<b>E5</b>	Mario Sandoval Técnico Agropecuario Ingeniero de Sistemas Funcionario UMATA	Durania	
<b>E6</b>	Alexander Parada Ing. Agroindustrial Jefe Unidad de servicios del municipio	Durania	
<b>E7</b>	Edgar Ramírez Licenciado en matemáticas Docente colegio	Durania	
<b>E8</b>	Alfonso Santander Licenciado en básica primaria	Durania	
<b>E9</b>	Luz Marina Molina Licenciado en psicopedagogía	Durania	

Fuente. Construcción propia del investigador, junio 2022.

### **Criterios de Inclusión**

Los criterios de inclusión que se tuvieron en cuenta tanto para la realización de la entrevista semiestructurada como de la selección de las lecturas especializadas respectivamente, se fundamentan principalmente en tener conocimiento o una experiencia cercana con el tema objeto de investigación y, en cuanto a las lecturas especializadas que, guarden relación con el tema objeto de investigación.

### **Procedimiento**

Las actividades que se llevaron a cabo a través del diseño metodológico para el desarrollo de la investigación se describen en tres fases.

#### ***Fase uno. Construcción de Instrumentos***

Después de establecer la hoja de ruta de la presente investigación se procede a la construcción de los instrumentos a través de los cuales, se llevó a cabo la recolección de información, tanto de los expertos como de las lecturas especializadas.

#### ***Fase dos. Aplicación de Instrumentos***

Antes de su aplicación, en especial de la entrevista semiestructurada, se llevará a cabo la validación del instrumento de entrevista para fortalecer la validez interna y permitir la medición adecuada. Seguido a esto, se realiza la aplicación de la entrevista a la población seleccionada como muestra, descrita en la tabla 1.

Es de resaltar que, la aplicación de la entrevista estuvo acompañada de un consentimiento informado que permitió validar la participación consciente de los expertos en el desarrollo de la investigación (Ver Anexo D).

***Fase tres. Análisis de los Resultados***

Luego de la aplicación de los instrumentos se llevó a cabo el análisis de los resultados obtenidos, conforme a los instrumentos de recolección de información diseñados para tal fin.

**Cronograma**

<b>Fechas Actividades</b>	<b>Agosto</b>				<b>Septiembre</b>				<b>Octubre</b>				<b>Noviembre</b>			
<b>Actividad 1.</b> Identificación de la Infraestructura indispensable del municipio.	■	■	■	■	■	■										
<b>Actividad 2.</b> Búsqueda de información en fuentes académico-científicas					■	■	■	■	■							
<b>Actividad 3.</b> Aplicación de herramientas a expertos									■	■	■	■				
<b>Actividad 4.</b> Análisis y organización de la información recolectada.										■	■	■	■	■		
<b>Actividad 5.</b> Construcción de instrumento de evaluación de infraestructura resiliente.													■	■	■	■
<b>Actividad 6.</b> Informe final del instrumento de evaluación													■	■	■	■

## **Resultados**

En el presente capítulo se describen los resultados obtenidos al aplicar los instrumentos de recolección descritos anteriormente, con la finalidad de obtener un resultado para cada uno de los objetivos propuestos en esta investigación.

Estos resultados son el producto del desarrollo del trabajo de campo y de la consulta de lecturas especializadas para la comprensión y proyección del objeto de estudio, la aplicación de la entrevista semiestructurada y del prisma de cribado de información, los cuales permitieron la caracterización de la infraestructura indispensable en el municipio de Durania.

### **Identificación de la Infraestructura Indispensable en el Municipio**

De acuerdo con la metodología propuesta para el desarrollo de la investigación, es importante resaltar que se llevó a cabo la consulta en bases de datos de Planeación Nacional para conocimiento del ordenamiento territorial del municipio de Durania, la consulta documental sobre el estado actual de la infraestructura y, la consulta de la plataforma terridata para el control de desastres. En este sentido, a continuación, se describen los resultados de las consultas anteriormente descritas.

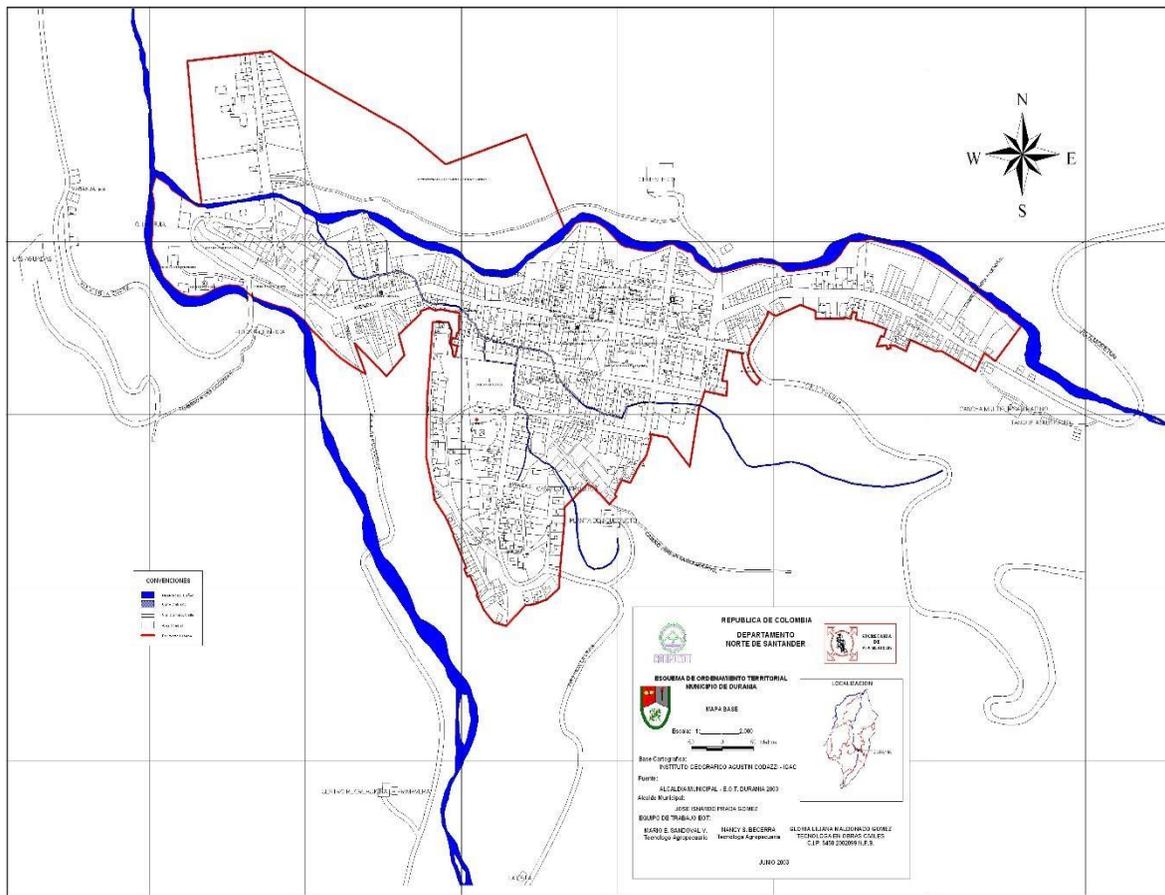
#### ***Ordenamiento Territorial de Durania***

El Municipio de Durania está situado en el Noreste de Colombia a 47 km de Cúcuta capital del departamento de Norte de Santander. La zona rural del municipio está supeditado a 18 veredas, las cuales se describen a continuación: Golondrina, Buenavista, Batatal, Cedro, Santa Helena, Sepulturas, Cuchilla, Almendral, San Juan, Morretón, Tejarito, Hato Viejo, Chuspa, Líbano, Inmenso, Retiro, Cuajadoras y Platanala y limita al norte con los municipios

de Santiago y San Cayetano; al sur con los municipios de Arboledas y Bochalema; al oriente con el municipio de Bochalema y al occidente con los municipios de Arboledas y Salazar (Gobernación Norte de Santander, 2014).

Por su parte, el casco urbano del municipio no cuenta con vías de comunicación aérea o fluvial, el único medio de transporte es terrestre, es por esto que, para acceder a la cabecera municipal solo es posible a través de una carretera pavimentada de 17 km a la Carretera Central del Norte, en el punto La Don Juana, la cual lleva a Pamplona y Cúcuta. Del casco urbano parte otra carretera (vía secundaria) sin pavimentar que lleva al corregimiento de Villa Sucre como se observa en la figura 5.

Figura 5. Ordenamiento del casco urbano de Durania



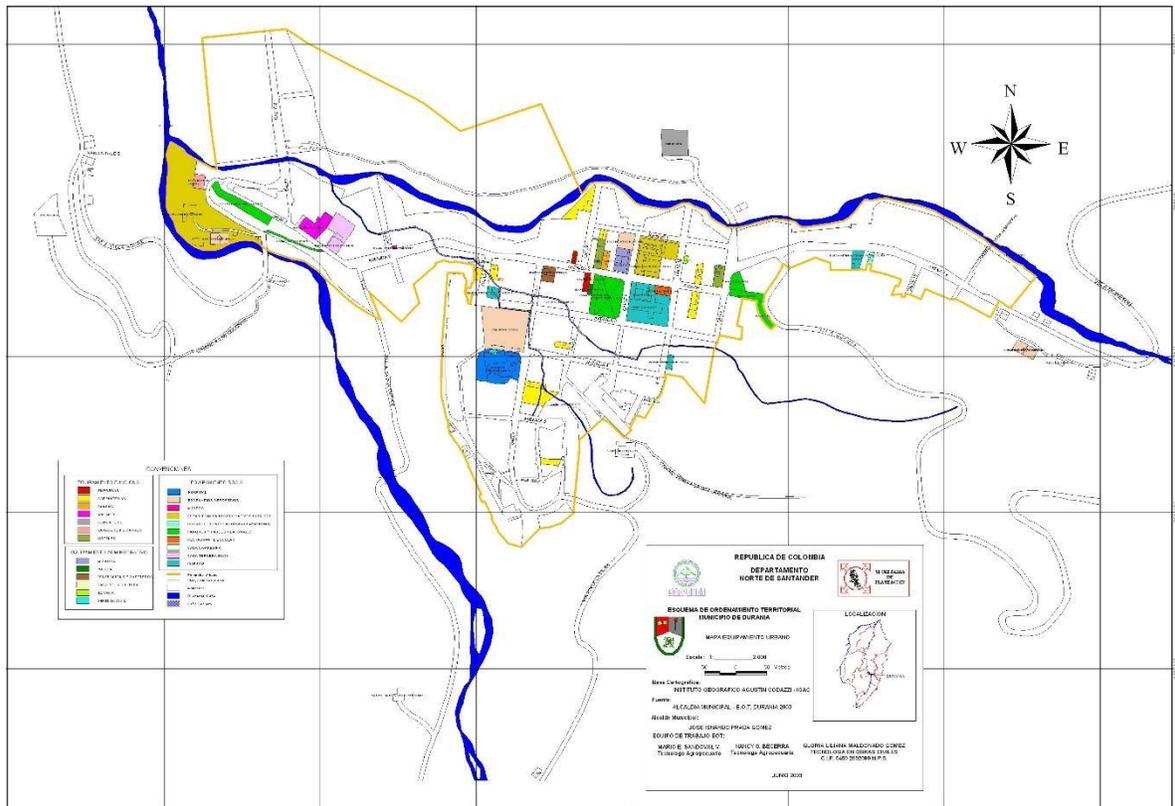
Fuente: (Alcaldía de Durania, 2015)

Como se observa en la figura anterior, las convenciones de color azul representan las zonas hídricas que rodean el caso urbano, desde esta misma línea se encuentra en color gris la disposición del caño que bordea la zona urbana. Aquella convención de doble línea, indica las vías terrestres principales y secundarias y, la convención en forma de cuadro indica las zonas prediales del municipio de Durania, finalmente, la demarcación de color rojo hace alusión al perímetro urbano.

### ***Equipamiento de la Infraestructura de Durania***

De acuerdo con el Plan de Ordenamiento Territorial, el municipio de Durania cuenta con infraestructura vital fundamentada en tres dimensiones, equipamiento social, funcional y administrativo. Así, desde la perspectiva de equipamiento social cuenta con diez instituciones entre las que se destacan, un hospital de segundo nivel, tres escenarios deportivos, un museo, un establecimiento educativo, dos hogares de bienestar, cuatro parques y paseos peatonales, un restaurante escolar, una casa campesina, una casa de la tercera edad y tres iglesias. Lo anterior se describe en la figura 6.

Figura 6. Equipamiento de infraestructura del municipio de Durania



Fuente: (CDIM, 2020)

Desde el equipamiento funcional, se encuentran tres empresas, ocho carpinterías, un banco, un matadero, un cementerio, un lavadero de carros y tres hoteles. Finalmente, a través del equipamiento administrativo se encuentra la infraestructura de una alcaldía, una estación de policía, una federación de cafeteros, una casa de la cultura, una notaría y una estación de defensa civil.

### ***Disposición Geológica del Municipio de Durania***

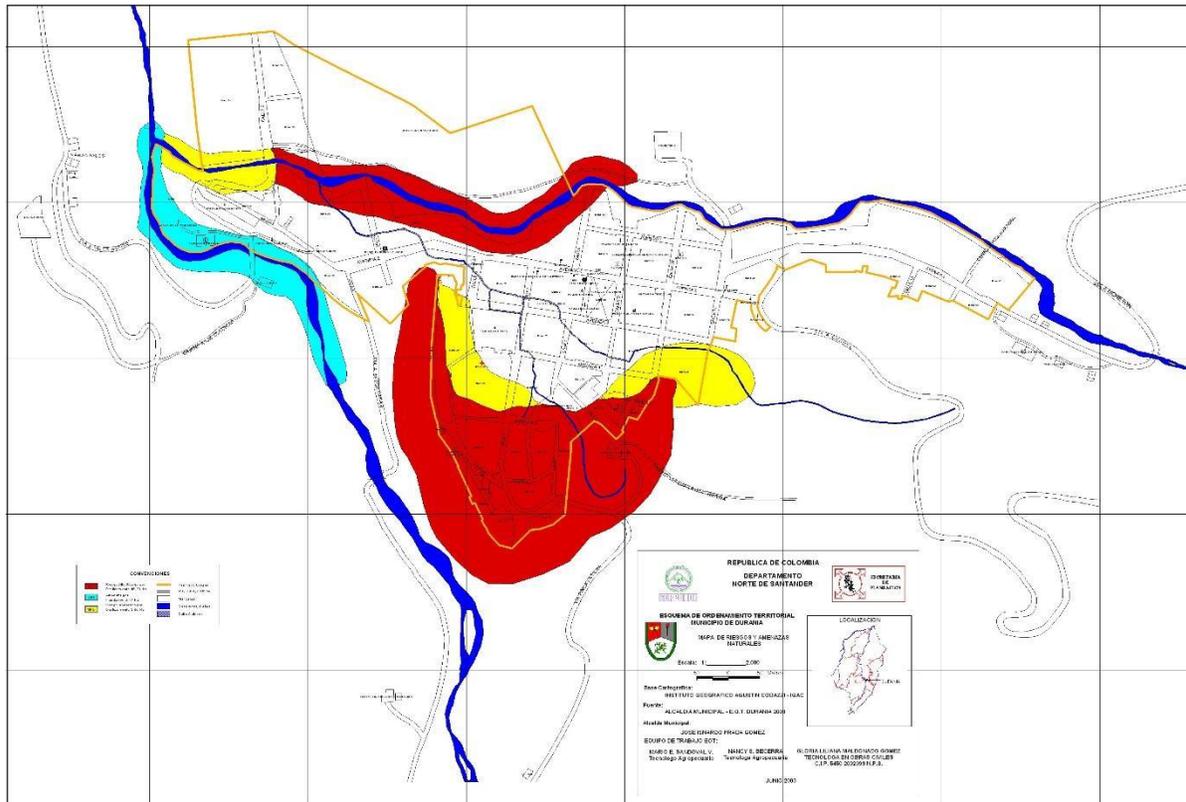
Desde esta perspectiva, se puede establecer que la geología del municipio de Durania está compuesta en su mayor parte por las unidades geológicas relacionadas con el intemperismo o meteorización del material rocoso que conforma el suelo del municipio. Así las cosas, las variaciones de humedad y temperatura inciden en las manifestaciones de este

fenómeno que caracteriza la disposición del suelo de Durania, toda vez que, se observa roca expuesta al agua y al calor, condiciones que favorecen las reacciones químicas que provocan dichas alteraciones (CORPONOR, 2019).

Estas condiciones están presentes en los afloramientos de las quebradas que bordean la cabecera municipal, rasgo estructural dominante que se deduce hacia la parte baja del pueblo (sector Oeste), donde el lineamiento de la quebrada obedece a una falla geológica que coloca en contacto rocas ígneas y sedimentarias (CDIM, 2020). Además de lo anterior, se identifica en el municipio la presencia de depósitos cuaternarios de tipo coluvio –aluvial en el sur producto del paso de la quebrada la Lejía. Otro aspecto a resaltar de la disposición geológica del municipio tiene relación con la ubicación de la cabecera municipal la cual corresponde a un sector montañoso que se forma por vertientes de la planicie aluvial proveniente de la desembocadura de la quebrada la Ocarena (Alcaldía de Durania, 2020).

A razón de lo anterior, las amenazas que se presentan en el municipio de Durania son de cuatro (4) tipos, el primero, relacionado con la presencia de fenómenos de remoción en masa, riesgo alto por deslizamiento, riesgo moderado por deslizamiento y amenazas por sismicidad como se observa en la figura 7.

Figura 7. Amenazas y riesgos en el municipio de Durania



Fuente: (Alcaldía de Duranía, 2022)

Como se observa en la figura, las zonas de color rojo representan aquellos lugares del municipio de Durania que son proclives a deslizamientos; las zonas de color azul representan los riesgos de inundación en el municipio; las zonas de color amarillo por movimientos de tierra. También es importante rescatar que, en la parte centro occidental de la zona urbana de Durania afloran rocas de origen sedimentario de la Formación Colón-Mito Juan (K2cmj) (SGC, 2014), lo que consiste de capas medias y gruesas de lodolitas grises oscuras a negras, con algunos niveles calcáreos, micáceos y fosilíferos, con laminación plano paralela y nódulos ferruginosos paralelos a la estratificación. Se intercalan capas de limolitas y areniscas de grano fino, bien cementadas. Esta formación es arcillosa, por lo cual las laderas presentan problemas de inestabilidad (SGC, 2014).

### **Escenarios de Movimientos en Masa en el Municipio de Durania**

De acuerdo con el Sistema de Información de Movimientos en Masa (SIMMA) en el que reposa toda la información reportada de deslizamientos del país, en el municipio de Durania durante el año 2014 se presentaron 9 reportes de movimientos en masa, que han afectado las laderas de pendientes moderadas a empinadas. Aunado a esto, existen conceptos técnicos de agrietamientos y movimientos en masa que afectan las veredas San Juan y Morretón (Servicio Geológico Colombiano, 2014).

Por otra parte, la quebrada La Rastrojera es una de condiciones que pueden conllevar al riesgo de movimientos de masa en el municipio, toda vez, que la presencia de crecientes torrenciales durante la presencia de lluvias torrenciales afecta la estructura del puente. A esto también se suma, la ubicación del barrio la Esperanza, sobre la ladera de alta pendiente, que se edifica en rocas del Granito de Durania, muy alterado y fracturado y altamente susceptible a la erosión (Servicio Geológico Colombiano, 2022).

La planta de tratamiento de agua se ubica en la cima de una ladera del municipio de Durania, lugar en el que existe una mayor proporción de rocas de Granito de Durania, las cuales se encuentran meteorizadas. Esta situación puede conllevar a movimientos de masa toda vez que se construyó sobre rellenos mal compactados y humedecidos por la filtración de agua y, finalmente, la presencia del Caño Jarocho que atraviesa el casco urbano de Durania, pasando por el barrio San Miguel, para desembocar en el caño El Silencio. En algunos sectores se presentan problemas de infiltración que han agrietado parcialmente algunas viviendas (Armenteros, 2018).



### **Aplicación de la lista de chequeo a la infraestructura indispensable**

Después de identificar el equipamiento de la infraestructura del municipio, descrito como equipamiento funcional, social y administrativo, se realiza la selección de nueve (09) edificaciones, las cuales son consideradas como indispensables ante un sismo en el municipio de Durania.

Esta selección se realiza con base a lo establecido en el Reglamento Colombiano de Construcción Sismo Resistente NSR-10, el cual enuncia en el Título A, Capítulo A.2, Numeral A.2.5.1.1 - Grupo IV - Edificaciones Indispensables: son aquellas edificaciones de atención a la comunidad que deben funcionar durante y después de un sismo, y cuya operación no puede ser trasladada rápidamente a un lugar alternativo. Este grupo debe incluir: hospitales y centros de salud que cuenten con sala de cirugía y atención a urgencias, aeropuertos, centrales telefónicas y de radiodifusión, sistemas de transporte, edificaciones designadas como refugios, edificaciones de operación y control de líneas vitales de energía eléctrica, agua, combustible y transporte de personas, estructuras que alberguen plantas de generación eléctrica y los accesos peatonales y vehiculares de las edificaciones mencionadas.

Numeral A.2.5.1.2 - Grupo III - Edificaciones de atención a la comunidad: comprende aquellas edificaciones y sus accesos, que son indispensables después de un temblor para atender la emergencia y preservar la salud y la seguridad de las personas. Este grupo debe incluir: Estación de bomberos, defensa civil, policía, oficinas de prevención y atención de desastres, guarderías, escuelas, colegios, universidades y centros de enseñanza, aquellas que la administración municipal designe como tales.

Numeral A.2.5.1.3 - Grupo II - Estructuras de ocupación especial. Cubre las siguientes estructuras: Edificaciones donde se puedan reunir más de 200 personas en un mismo salón, graderías al aire libre donde se puedan reunir más

de 2.000 personas a la vez, almacenes y centros comerciales y edificaciones gubernamentales.

De acuerdo con esta información, se seleccionan estas nueve (09) edificaciones para la aplicación de la lista de chequeo, a través de la cual fue posible su valoración y los resultados fueron los siguientes:

**Casa Campesina.** es considerado un lugar de reunión de las Juntas de Acción Comunal, en el cual los líderes veredales y urbanos del municipio de Durania en Norte de Santander encuentran un espacio totalmente dispuesto y dotado para realizar sus encuentros, reuniones y capacitaciones. Por lo anterior, se puede establecer que es considerada como una infraestructura indispensable para el desarrollo del municipio. A esto se suma que, la construcción fue edificada entre 1968 y 1982, es decir, con 40 años de antigüedad. La usabilidad que se le ha dado a la casa campesina en la actualidad, está fundamentada en el uso comercial y de vivienda popular como se observa en la figura 9.

Figura 9. Registro fotográfico casa campesina



Nota: en el registro fotográfico se da a conocer las condiciones en las que se encuentra la infraestructura de la casa campesina.

La capacidad de ocupación es de 35 personas, sobre un tipo de terreno denso, en el cual no se ha presentado daños previos por sismo o reparaciones anteriores. Las características de la infraestructura de la casa campesina se fundamentan en el desarrollo de dos (2) niveles sobre el terreno, con un área total de 294,4 m<sup>2</sup> y una distribución de los ventanales en las fachadas con una extensión de 27,3 m<sup>2</sup>. Es de resaltar que no presenta irregularidades en su forma de construcción. El esquema de la planta de la infraestructura es en forma de L al igual que el esquema de elevación.

En cuanto a las características estructurales el tipo de construcción está fundamentado en concreto de tipo tierra al igual que la mampostería. El sistema estructural tiene su fundamento en vivienda de tipo bahareque, tapia o adobe. Cuenta con un sistema de pisos de tipo losa y el techo es de tipo madera. Finalmente, los peligros geotécnicos a los cuales está expuesta la infraestructura es a deslizamientos.

**Casa de la Cultura.** La sede que actualmente comparten la Casa de la Cultura "Fernando Velandia Caicedo" y la Biblioteca Pública "Fermín Sandoval" corresponde a la casa que el General Rafael Leal construyó hacia el año 1930. Estas se localizan en el costado occidental del parque Justo Leonidas Durán, ambas sedes ofrecen sus servicios de martes a viernes todo el día y el sábado hasta el mediodía. Sumado a lo anterior, se puede establecer que fue construida antes de 1939, es decir que en la actualidad la infraestructura cuenta con 83 años de antigüedad, como se establece en la figura 10.

Figura 10. Registro fotográfico casa de la cultura



Nota: en el registro fotográfico se da a conocer las condiciones en las que se encuentra la infraestructura de la casa de la cultura.

Por lo general, su uso es de tipo cultural y su capacidad de ocupación puede llegar a ser de 20 personas y el tipo de terreno en el cual está cimentada es de suelos duros o muy densos. En relación con las características de la zona se puede establecer que no ha tenido daños previos por sismo, pero sí cuenta con reparaciones. Frente a lo anterior, se suma que el esquema en planta es de tipo regular, la mampostería es de tierra y el sistema estructural se fundamenta en vivienda de bahareque, tapia o adobe. Los sistemas de pisos son de tipo macizo y el sistema de techos en su mayoría es de tipo madera.

**Casa de la Tercera Edad.** La casa de la tercera edad del municipio de Durania, es considerada una edificación de infraestructura indispensable, fue construido entre 1968 y 1982, en la actualidad es utilizado como vivienda popular. La capacidad de ocupación es de 65 personas, aproximadamente como se observa en la figura 11.

Figura 11. Registro fotográfico de la casa de la tercera edad



Nota: en el registro fotográfico se da a conocer las condiciones en las que se encuentra la infraestructura de la casa de la tercera edad.

El tipo de terreno es de suelos firmes y medio denso y la zona donde ha sido construida se caracteriza por su cercanía a cauces de agua. La infraestructura no ha presentado daños por sismo ni tampoco se le han practicado reparaciones.

En cuanto a las características del diseño, el número de niveles de terreno es de una planta, con un área total del edificio de 665 m<sup>2</sup> y la distribución de ventanales en la fachada tienen una extensión de 72 m<sup>2</sup>. El esquema de la planta es en tipo cajón U o C y no presenta esquema de elevación. Frente al tipo de construcción se puede advertir que el concreto es de tipo vaciado en sitio y la mampostería está elaborada en ladrillo perforado.

Al revisar el sistema estructural de la casa de la tercera edad se pudo encontrar que está fundamentado en pórticos de concreto armado, a su vez el sistema de techos es de acero y, el tipo de fundación o sedimentación es de zapatas. Finalmente, la infraestructura está expuesta a peligros geotécnicos como los deslizamientos y las inundaciones.

**Institución Educativa José María Córdoba.** La igual que las demás edificaciones que se describen con anterioridad, el Colegio José María Córdoba es considerada como una infraestructura indispensable, la cual fue construida entre 1983 y 1998 y cuyo uso ha sido de

tipo educativo: La capacidad de ocupación de la infraestructura ha sido de 800 personas aproximadamente, como se observa en la figura 12.

Figura 12. Registro fotográfico de la I.E. José María Córdoba



Nota: en el registro fotográfico se da a conocer las condiciones en las que se encuentra la infraestructura del colegio José María Córdoba.

En cuanto a las características físicas de la zona, se puede establecer que el tipo de terreno se caracteriza por ser de suelos duros o muy densos; frente a las características físicas de la zona presenta construcciones adyacentes, además que no presenta daños previos por sismos y, durante su valoración se encontraron reparaciones anteriores.

La descripción de la estructura con respecto al diseño establece que la infraestructura no presenta sótano y posee dos niveles. El área total de la infraestructura es de 3.341, 2 m<sup>2</sup> y la distribución de ventanales en las fachadas con una extensión de 100,2 m<sup>2</sup>. Las irregularidades detectadas durante la visita están relacionadas con la ausencia de vigas altas en una o dos direcciones. El esquema de la planta es de tipo cajón U o C. y el esquema en elevación es regular. La característica estructural del tipo de construcción es concreto vaciado en sitio y la mampostería está fundamentada en ladrillo sólido. Además de lo anterior, el sistema estructural de la edificación tiene fundamento en elementos portantes de muros de

mampostería confinada y pórticos de acero. El sistema de pisos es de losa maciza y el sistema de techos de acero y el tipo de sedimentación es en zapatas.

**Estación de Policía.** La estación de policía en el municipio de Durania (Norte de Santander) es considerada como infraestructura indispensable para el desarrollo del municipio; la época de construcción de la Estación fue después de 2001 más exactamente en 2012, el uso que se le ha dado desde siempre ha estado relacionada con la prestación del servicio de policía en el municipio. Además de lo anterior, la capacidad de ocupación del inmueble alcanza a ser de 36 personas. Como se da a conocer en la figura 13.

Figura 13. Lista de chequeo de la estación de policía



Nota: en el registro fotográfico se da a conocer las condiciones en las que se encuentra la infraestructura de la estación de policía.

En relación con el tipo de terreno, la infraestructura está construida en un terreno de suelos muy densos; asimismo, la zona en la que se encuentra la edificación cuenta con construcciones adyacentes, sin daños previos por sismo o reparaciones anteriores. En cuanto a la descripción de la infraestructura o características del diseño la edificación cuenta con dos niveles sobre el terreno, con un área total de 540 m<sup>2</sup>, el esquema de la planta es regular al

igual que el esquema de elevación y cuenta con una escalera ubicada en el núcleo de la infraestructura.

Las características estructurales de la estación de policía son de concreto vaciado en el sitio y la mampostería está construida sobre ladrillo sólido. En cuanto al sistema estructural está fundamentado en pórticos de concreto armado. A su vez el sistema de pisos es aligerada y el sistema de techos es de concreto reforzado. El tipo de fundición o sedimentación es a través de zapatas y finalmente la infraestructura no cuenta con peligros geotécnicos.

**Hospital San Norberto.** Es considerado como la primera infraestructura indispensable en el municipio de Durania en departamento de Norte Santander, el cual fue construido entre 1948 y 1955, exactamente en 1948. Desde entonces el uso de la edificación ha sido para actividades médico-asistenciales. En cuanto al tipo de terreno en el cual se encuentra construido es de suelos firmes y medio densos. Está ubicado en una zona de cercanía a taludes, no presenta daños previos por sismo ni reparaciones anteriores. Como se establece en la figura 14.

Figura 14. Lista de chequeo Hospital San Norberto



Nota: en el registro fotográfico se da a conocer las condiciones en las que se encuentra la infraestructura del Hospital San Norberto.

En cuanto a las características de diseño, se puede establecer que el Hospital cuenta con una planta sobre el nivel del terreno sobre el cual se llevó a cabo la construcción de la edificación. De esta manera, el área total de la edificación corresponde a 1.534 m<sup>2</sup> con una distribución de ventanales en las fachadas de 52,4 m<sup>2</sup>. En cuanto al esquema de la planta de la edificación se puede establecer que es en tipo cajón U o en C y no presenta esquema de elevación. Frente a las características estructurales el tipo de construcción es de concreto vaciado en sitio. En cuanto al sistema estructural, se tiene presente que se ha diseñado con pórticos de concreto armado, el sistema de pisos en losa de tipo casetones y, el sistema de techos es de concreto reforzado. En cuanto al tipo de fundición o sedimentación se estructura a través de zapatas y ha llegado a presentar peligros geotécnicos relacionados con deslizamiento.

**Palacio Municipal.** Es considerado como parte importante de la infraestructura indispensable en el municipio. La fecha de construcción de la edificación data de 1970 y ha sido construida para uso gubernamental. La capacidad de ocupación de la infraestructura es de 120 personas aproximadamente y el tipo de terreno en el cual está construido en un terreno de suelo muy duro. Lo anterior se describe en la figura 15.

Figura 15. Lista de chequeo Palacio Municipal



Nota: en el registro fotográfico se da a conocer las condiciones en las que se encuentra la infraestructura del Palacio Municipal.

Las características físicas de la zona determinan que no ha presentado daños previos por sismo y tampoco reparaciones anteriores. En cuanto a las características de diseño, cuenta con dos niveles sobre terreno con un área total de 800 m<sup>2</sup> y la distribución de ventanales de las fachadas es de 57,8 m<sup>2</sup>. En cuanto al esquema en planta, es de tipo cajón U o C, frente al esquema en elevación se puede establecer uno de tipo L. En cuanto al tipo de construcción, la infraestructura en concreto de vaciado en sitio y la mampostería está hecha en ladrillo sólido. Además, el sistema estructural se fundamenta en pórticos de concreto armado. En cuanto al sistema de pisos, el tipo de losa es maciza, el sistema de techos es de concreto reforzado y la sedimentación tiene lugar a través de zapatas.

**Planta de Tratamiento de Agua Potable.** Es considerada como parte de la infraestructura indispensable del municipio de Durania en Norte de Santander, y fue construida entre 1983 y 1998 y desde entonces ha sido utilizada en actividades industriales. Está construida en un terreno de pisos firmes en cercanías a taludes sin daños previos por sismo y sin reparaciones anteriores. Lo anterior, se describe en la figura 16.

Figura 16. Lista de chequeo planta de tratamiento



Nota: en el registro fotográfico se da a conocer las condiciones en las que se encuentra la infraestructura de la planta de tratamiento.

Además de lo anterior, las características del diseño están dadas por un nivel de terreno, con un área total de 750 m<sup>2</sup>: Presenta un esquema en planta de tipo regular, y ningún esquema en elevación. Las características estructurales son de concreto vaciado en sitio y la mampostería es de ladrillo sólido; por su parte, el sistema estructural es de tipo pórticos de concreto armado. El sistema de techos está elaborado en acero y el tipo de sedimentación es en función de las zapatas. Los peligros geotécnicos a los que está expuesta la infraestructura son de tipo deslizamiento.

**Polideportivo Municipal.** Fue construido antes de 1939, se considera que puede llegar a tener 89 años de construido. El uso que se le da a la edificación es de tipo deportivo-recreativo, con una capacidad de ocupación de 250 personas aproximadamente. El suelo que soporta la infraestructura es denso. Está construida en cercanía a cauces de agua sin daños previos por sismo ni reparaciones anteriores. El área total de la edificación es de 876, 2 m<sup>2</sup> como se describe en la figura 17.

Figura 17. Lista de chequeo polideportivo



Nota: en el registro fotográfico se da a conocer las condiciones en las que se encuentra la infraestructura del polideportivo.

Por su parte, la mampostería es de ladrillo sólido y el sistema de techos es de lámina termoacústica y el tipo de sedimentación es de losa corrida.

### **Caracterización de la Infraestructura Indispensable del municipio de Durania**

Para abordar el segundo objetivo de investigación se implementó la aplicación de una entrevista semi estructurada con la finalidad de caracterizar el estado de la infraestructura indispensable en el municipio. Después de seleccionar a los participantes se explica el propósito de la entrevista, así mismo se da la libertad de expresarse espontáneamente donde puedan explicar, aclarar o profundizar los temas más relevantes del propósito de estudio. Seguidamente se realiza el proceso iterativo de recopilación y análisis de datos, lo cual conduce al surgimiento de nuevas posturas durante el proceso de interpretación y conlleva a la obtención de resultados muy valiosos para la investigación.

#### ***Entrevista Semi Estructurada***

Este instrumento consta de 10 preguntas las cuales son formuladas teniendo en cuenta aspectos importantes relacionados con la implementación de la gestión del riesgo y la atención de desastres antes, durante y después de la ocurrencia de un sismo en el municipio de Durania.

A continuación, se describen los resultados de la aplicación del instrumento entrevista semi estructurada, a nueve (9) expertos. Los resultados se desarrollan por categoría como se describe más adelante.

**Eje 1. Robustez.** Este eje hace referencia a una habilidad de sostener las fuerzas de los eventos sin demasiada degradación o pérdida de funcionalidad.

Frente a la pregunta, ¿Cómo se puede medir el nivel de integración entre la comunidad y las autoridades político-administrativas en la atención de desastres naturales en el municipio de Durania?, las respuestas de los expertos se describen en la tabla 4.

Tabla 4. Nivel de integración comunidad/autoridades político-administrativas

<b>E1</b>	<b>E2</b>	<b>E3</b>
“La medición del nivel de integración entre la comunidad y las autoridades político-administrativas en la atención de desastres naturales en el municipio de Durania, puede hacerse a través de la participación en simulacros de sismo, avalancha, entre otros. De igual manera, realizando reuniones en que ambos sean parte activa y promuevan el conocimiento de las diferentes amenazas”	“Revisando la participación de las comunidades en las acciones de la alcaldía municipal en la gestión del riesgo, tal como su participación en el CMGRD, en las brigadas comunitarias, entre otros”	“Si la comunidad es tenida en cuenta para participar en los consejos municipales de gestión del riesgo”
<b>E4</b>	<b>E5</b>	<b>E6</b>
“La participación en la toma de medidas de prevención y proponer soluciones a las consecuencias de los eventos”	“Consideró que deben existir unos protocolos previamente establecidos por los entes de control y entes administrativos en el municipio, estos deben ser explicados a los habitantes del municipio y periódicamente recordar dicha información y en caso de existir alguna modificación o actualización debe ser de igual manera informada a la comunidad”	“Efectivo”
<b>E7</b>	<b>E8</b>	<b>E9</b>
“Bajo porque no se ven programadas actividades de capacitación”	“Asistiendo y participando de los comités de riesgo programados por la alcaldía.”	“Baja, ya que por lo general solo se cuenta con el apoyo de las autoridades municipales ya que la comunidad no participa

		cuando se presentan estas situaciones.”
--	--	---

Nota. En la tabla se describen las respuestas de los expertos frente a la manera como se lleva a cabo la integración de la comunidad y las autoridades político-administrativas.

Frente a la pregunta, ¿cómo se puede medir el liderazgo comunitario antes, durante y después de la materialización de sismos en el municipio de Durania?, las respuestas de los expertos se describen en la tabla 5.

Tabla 5. Liderazgo comunitario materialización de sismos

<b>E1</b>	<b>E2</b>	<b>E3</b>
<p>“Es importante que la comunidad tenga un líder comunitario antes de un sismo, que tome datos de todas las personas que estén expuestas al sismo. Este líder debe ser aceptado por la comunidad y empezará a ejercer activamente un liderazgo comunitario basado en el respeto y en la promoción del conocimiento ante los riesgos. Cuando ocurre un sismo, es el encargado de estar pendiente que toda la comunidad haya actuado y de informar al SNGRD cualquier evento. Luego del sismo, se encargará de brindar acciones resilientes para superar el desastre”</p>	<p>“Revisando la organización de las comunidades ante sismo, su participación en simulacros, su interés por el acceso a información respecto al uso de la norma sismo resistente, entre otros”</p>	<p>“Antes con la organización de la comunidad, Durante si aplican las medidas dispuestas para la respuesta y después si tienen claras las acciones de recuperación después del desastre”</p>
<b>E4</b>	<b>E5</b>	<b>E6</b>
<p>“Situaciones con sismos no han sido muy representativas cómo las llluvias”</p>	<p>“Bajo, no hay programación de simulacros dónde la comunidad aprenda lo mínimo de cuidado”</p>	<p>“Medio, se han realizado simulacros de sismos en el municipio, pero sólo participan las instituciones como: policía nacional, banco agrario, instituciones</p>

		educativas, alcaldía municipal y hospital san Norberto”
<b>E7</b>	<b>E8</b>	<b>E9</b>
“Llegó a pensar que puede ser medido evaluando el nivel de respuesta ante un sismo por parte de los habitantes del municipio, deben existir Brigadistas o Líderes que se hagan cargo de procesos de evacuación y control del personal ante un evento de esta magnitud. En caso de existir daños materiales o pérdidas humanas debe existir un liderazgo aún mayor, con fin de atender oportunamente a las personas afectadas y salvaguardar las vidas de los demás habitantes.”	“De acuerdo con los resultados”	“Muy efectivo y eficaz”

Nota. En la tabla se describen las respuestas de los expertos frente a la manera como se lleva a cabo el liderazgo comunitario antes, durante y después de la materialización de sismos.

En relación con la pregunta, ¿qué aspectos se deben tener en cuenta para el análisis de vulnerabilidad y capacidad de la infraestructura frente a la materialización de sismos?, las respuestas de los expertos se describen en la tabla 6.

Tabla 6. Análisis de vulnerabilidad y capacidad de la infraestructura

<b>E1</b>	<b>E2</b>	<b>E3</b>
“Para realizar un análisis de vulnerabilidad, se hace necesario conocer las condiciones del terreno, el mapa de amenaza sísmica, el mapa de amenaza eólica, la tipología de construcción de la zona y las posibles patologías estructurales de las estructuras”	“El año de construcción de la infraestructura, el sistema estructural, las dimensiones y configuración de la estructura, los análisis de la capacidad estructural, la zona de riesgo sísmico, y en general, el cumplimiento de la norma sismo resistente”	“Año de construcción de la infraestructura, Materiales con el que se construya Estudios de terreno”
<b>E4</b>	<b>E5</b>	<b>E6</b>

<p>“Estudios técnicos de la infraestructura y su utilidad”</p>	<p>“Debe generarse un estudio de sismología propio del municipio, caracterizar el nivel de riesgo de la zona ante un evento de este tipo, realizar estudios de medición y analizar los distintos tipos de estratos de suelos que forman parte de la zona. Debe efectuarse un peritaje de las estructuras existentes en el municipio y verificar si es necesaria una intervención para reforzar la estructura. Al ser un municipio de varias decenas de años de existencia, es muy probable que la mayoría de las estructuras no cumplan con la norma sismorresistente actual NSR10, inclusive no cumplan la NSR98”</p>	<p>“Observación a las infraestructuras de las instalaciones de las viviendas del municipio e instituciones educativas.”</p>
<p><b>E7</b></p>	<p><b>E8</b></p>	<p><b>E9</b></p>
<p>“Estudios de patología estructural”</p>	<p>“Revisión de la infraestructura por expertos.”</p>	<p>“1. El cumplimiento de la norma sismo resistente en edificaciones. 2. Que se realicen estudios experimentales en cada uno de los componentes estructurales ante este tipo de fenómenos.”</p>

Nota. En la tabla se describen las respuestas de los expertos frente a la manera como se lleva a cabo el análisis de vulnerabilidad y capacidad de la infraestructura.

Eje 2. Redundancia. Comprende la medida en que el sistema y la unidad de análisis sea sustituible es decir capaces de satisfacer los requerimientos funcionales si ocurre una degradación significativa o pérdida de funcionalidad.

En relación con la pregunta, ¿Qué elementos se deben evaluar en la operación de servicios de educación durante emergencias?, las respuestas de los expertos se describen en la tabla 7.

Tabla 7. Evaluación de la operación de servicios de educación durante emergencias

<b>E1</b>	<b>E2</b>	<b>E3</b>
<p>“Es importante evaluar que la estructura esté clasificada como estructura indispensable, por tanto, ante un sismo, no debería tener colapso final o parcial y si existe algún tipo de daño, debe informarse al SNGRD para que atienda la emergencia. En el caso de tener agrietamientos por compresión o mayor de 6 cm, se haría necesario la evacuación de la estructura. Si son fisuras o agrietamientos de otro tipo, debe realizarse un estudio de patología estructural que dictamine si se deba realizar un arreglo a la estructura o lo que haya lugar.”</p>	<p>“La capacidad estructural de la infraestructura educativa, la vulnerabilidad de los elementos no estructurales, la adecuación de las rutas de evacuación”</p>	<p>“Si se cumplen con los protocolos estipulados en los planes”</p>
<b>E4</b>	<b>E5</b>	<b>E6</b>
<p>“La respuesta de evacuación a zonas seguras y estado de instalaciones”</p>	<p>“Desconozco cómo puede ser posible evaluar estos servicios ya que no hago parte del sistema educativo y no tengo el conocimiento adecuado para dar una respuesta sobre este tema.”</p>	<p>“Las charlas dadas por el grupo de riesgos del municipio, como también las señalizaciones en todas las instalaciones del municipio”</p>
<b>E7</b>	<b>E8</b>	<b>E9</b>
<p>“Comunicación”</p>	<p>“Dotación de equipos, señalización y planta física”</p>	<p>“Evaluar la falta de vinculación de autoridades encargadas de atender emergencias, ya que esto genera una falta de cultura de prevención”</p>

Nota. En la tabla se describen las respuestas de los expertos frente a la evaluación de la operación de servicios de educación durante emergencias.

A través de la pregunta, ¿qué acciones deben ser tenidas en cuenta para evaluar la protección de la infraestructura y servicios básicos en situaciones de sismicidad?, las respuestas de los expertos se describen en la tabla 8.

Tabla 8. Evaluación de la protección de la infraestructura y servicios básicos

<b>E1</b>	<b>E2</b>	<b>E3</b>
“La mejor acción que se puede desarrollar para proteger una estructura vulnerable ante sismo, es hacerla cumplir con la normatividad vigente, es decir la NSR-10”	“La revisión del cumplimiento de la normativa sismorresistente, y la redundancia en la presentación de los servicios básicos”	“Un estudio de sismo resistencia y de terreno”
<b>E4</b>	<b>E5</b>	<b>E6</b>
“Su capacidad de soporte a estos eventos y disponer de medios y recursos para su recuperación”	“Es importante generar un peritaje general de las viviendas y edificaciones que hacen parte del casco urbano del municipio, verificar cuáles requieren un reforzamiento de la estructura. Debe priorizarse todo el sistema de servicios básicos como lo son: Redes de acueducto y alcantarillado, redes de energía eléctrica, vías de acceso al municipio, redes de gas y redes de telecomunicaciones, evaluar qué actividades deben efectuarse para proteger estos sistemas y evitar un colapso en los servicios antes un eventual sismo de importante magnitud.”	“Mantener informada a la comunidad y mantener la alerta al grupo encargado del riesgo”
<b>E7</b>	<b>E8</b>	<b>E9</b>
“Estudios de patología y revisión constante de estructuras”	“Estudios de patología y revisión constante de estructuras”	“Identificar escenarios de vulnerabilidad para identificar los daños esperados y sus tipos ya que pueden variar dependiendo del tipo de edificación”

Nota. En la tabla se describen las respuestas de los expertos frente a la evaluación de la protección de la infraestructura y servicios básicos.

Frente a la pregunta, ¿cómo se evalúan las prácticas de medios de vida resistente a amenazas que se deben desarrollar para hacer frente a la materialización de sismos?, las respuestas de los expertos se describen en la tabla 9.

Tabla 9. Evaluación de las prácticas de medios de vida resistente a amenazas

<b>E1</b>	<b>E2</b>	<b>E3</b>
“Luego de la ocurrencia de un sismo, es necesario realizar el acta de vecindad a fin de obtener los daños que hayan ocurrido a la vivienda.”	“Mediante la evaluación de las capacidades presentes, la realización de simulaciones y simulacros”	“Si tienen estipulado un plan de acción para la recuperación frente a la materialización de los riesgos identificados”
<b>E4</b>	<b>E5</b>	<b>E6</b>
“Frente a sismos es poco o nada lo que se hace”	“No es muy clara la pregunta”	“Tener un plan de riesgo vigentes y mantener las alertas tempranas a la comunidad”
<b>E7</b>	<b>E8</b>	<b>E9</b>
“Revisiones periódicas cada año”	“Con simulacros para ver el comportamiento de la planta física”	“Definiendo los criterios de seguridad y tolerancia del riesgo, para definir el tipo de intervención y el alcance de la reducción del riesgo”

Nota. En la tabla se describen las respuestas de los expertos frente a la evaluación de la protección de la infraestructura y servicios básicos.

**Eje 3. Inventiva.** Hace alusión a la capacidad de diagnosticar y priorizar los problemas y poner en marcha soluciones mediante la identificación y movilización de recursos materiales, humanos, monetarios, tecnológicos y de información.

En relación con la pregunta, ¿cuáles son los elementos del Sistema de alerta temprana que se deben evaluar para determinar que la infraestructura de un municipio es resiliente?, las respuestas de los expertos se describen en la tabla 10.

Tabla 10. Elementos del Sistema de Alertas Tempranas

<b>E1</b>	<b>E2</b>	<b>E3</b>
“Es necesario que la infraestructura del municipio, contemple una alarma que alerte a toda la comunidad de la ocurrencia de un sismo, minutos antes de su ocurrencia. Los simulacros también hacen parte integral del Sistema de Alerta Temprana y que permitirán a la comunidad conocer a qué están expuestos en caso de un sismo”	“Los sistemas de monitoreo, los sistemas de comunicación, el sistema de alarma y la evaluación de la capacidad comunitaria”	“Conocimiento del riesgo de desastres. Detección, monitoreo, análisis y pronóstico de las amenazas Comunicación. Capacidad de respuesta y preparación.”
<b>E4</b>	<b>E5</b>	<b>E6</b>
“Disponer de equipo de respuesta y recursos”	“Desconozco cuáles son los elementos de alerta temprana que deben evaluarse. Tal vez si los indicarán sería posible dar una respuesta”	“La comunicación constante. Observación constante de sitios en peligro, revisión de instalaciones educativas y comunidad en general”
<b>E7</b>	<b>E8</b>	<b>E9</b>
“Tener aforos de respuesta a sismos”	“Conocimiento de los posibles riesgo y su constante monitoreo”	“El conocimiento del riesgo ya que estos sirven como un preparativo para la prevención de desastres”

Nota. En la tabla se describen las respuestas de los expertos en relación con los elementos del Sistema de Alerta Temprana.

Frente a la pregunta, ¿qué aspectos se deben evaluar de infraestructura para denotar que es resiliente ante una emergencia provocada por un sismo?, la infraestructura de un municipio es resiliente?, las respuestas de los expertos se describen en la tabla 11.

Tabla 11. Evaluación de la infraestructura para denotar que es resiliente

<b>E1</b>	<b>E2</b>	<b>E3</b>
“Se debe evaluar principalmente que la estructura cumple con la normativa sismo resistente NSR-10”	“La vulnerabilidad sísmica, lo cual requiere de un análisis estructural de la infraestructura para verificar el cumplimiento de la norma sismo resistente”	“estudios del terreno, tipo de construcción y materiales de construcción”
<b>E4</b>	<b>E5</b>	<b>E6</b>
“Inventariar la infraestructura crítica y su nivel de resistencia a sismos”	“Considero que si los sistemas de servicios básicos del municipio se mantienen sin ningún daño y con capacidad de atención a la emergencia se puede definir que existe resiliencia ante una emergencia”	“Mantener recursos económicos y materiales de emergencia”
<b>E7</b>	<b>E8</b>	<b>E9</b>
“Sistemas integrados de acción prioritaria alternativa”	“Las normas sísmicas tenidas en cuenta para construcción”	“Las prácticas de mantenimientos y adecuación de la infraestructura, supervisiones frecuentes para conocer el estado en que se encuentran”

Nota. En la tabla se describen las respuestas de los expertos en relación con la evaluación de la infraestructura para denotar que es resiliente.

En cuanto a la pregunta, ¿cuáles son las capacidades que se deben evaluar para la preparación y respuesta ante una emergencia provocada por un sismo?, las respuestas de los expertos se describen en la tabla 12.

Tabla 12. Capacidades para la preparación y respuesta ante una emergencia

<b>E1</b>	<b>E2</b>	<b>E3</b>
“Debe haber un líder comunitario, alarmas, existencia de simulacros,	“La vulnerabilidad sísmica de las edificaciones, la capacidad de respuesta institucional y	“Que se cuente con un PTGRD Y Su ETRE al igual que si la comunidad está

organismos de socorro, participación de entidad territorial y nacional”	comunitaria, lo cual incluye personal capacitado, elementos disponibles para la respuesta, los sitios adecuados para alojamiento temporal, entre otros”	enterada de todos estos instrumentos”
<b>E4</b>	<b>E5</b>	<b>E6</b>
“Contar con personal y equipos de respuesta para este tipo de evento”	“Capacidades de evacuación de personas, atención de personas en hospitales o centros de salud, rápida respuesta para dar víveres y atender a posibles afectados, tener maquinaria pesada disponible ante posible generación de escombros o afectación de viviendas, posibilidad de entrega de materiales para reparar las estructuras afectadas, tener elementos que alerten el momento exacto en el cual se presenta un sismo y se deba realizar una evacuación controlada de las viviendas y edificaciones”	“El personal capacitado y disponible”
<b>E7</b>	<b>E8</b>	<b>E9</b>
“Sistemas de apoyo con las demás municipios aledaños”	“No correr por escaleras, alejarse de balcones”	“El conocimiento de los cuerpos voluntarios y su disponibilidad de equipos para atender las labores propias de la emergencia”

Nota. En la tabla se describen las respuestas de los expertos en relación con las capacidades para la preparación y respuesta ante una emergencia.

**Eje 4. Rapidez.** Comprende la capacidad para restaurar la funcionalidad de una manera oportuna, absorber las pérdidas y evitar las interrupciones.

Frente a la pregunta, ¿Cuáles son los aspectos que se deben medir de la respuesta a la emergencia y recuperación ante una emergencia provocada por un sismo?, las respuestas de los expertos se describen en la tabla 13.

Tabla 13. Aspectos a medir de la respuesta a la emergencia

<b>E1</b>	<b>E2</b>	<b>E3</b>
“Es importante que primero que reparar una vivienda, se haga una evaluación de las personas expuestas ante el sismo, para verificar si han ocurrido pérdidas humanas. Luego de esta verificación, se debe realizar inspección del sitio afectado”	“La capacidad de respuesta institucional y comunitaria, la capacidad de realizar una adecuada evaluación de los daños, las capacidades del personal disponible en las diferentes actividades como la búsqueda y rescate, la capacidad económica para la recuperación, entre otros”	“El tiempo de respuesta y atención. si se tiene la preparación de un plan de recuperación. si se ha realizado la socialización en la comunidad”
<b>E4</b>	<b>E5</b>	<b>E6</b>
“Infraestructura, personal, recursos técnicos y económicos”	“Esta pregunta es muy similar a la pregunta 10. La respuesta de igual manera es similar”	“Menor cantidad de personas desaparecidas o fallecidas”
<b>E7</b>	<b>E8</b>	<b>E9</b>
“El tiempo de construcción y acción por parte del sistema de riesgos”	“Magnitud del sismo, simulacros programados”	“Se deben medir o evaluar la efectividad de los planes que se tenían previstos y si estos fueron adecuadamente direccionados”

Nota. En la tabla se describen las respuestas de los expertos en relación con los aspectos a medir de la respuesta a la emergencia.

**Cursos de Acción para el Fortalecimiento de las Debilidades Halladas en la Infraestructura Indispensable en el Municipio de Durania.**

Para dar cumplimiento al desarrollo del tercer objetivo, se procede a la revisión sistemática de información, la cual puede proporcionar una síntesis de los temas de investigación y a su vez identificar las prioridades de la misma.

Durante la aplicación de esta herramienta se tuvo en cuenta la consulta de motores de búsqueda de información científica como google académico, Scielo, Redalyc y Vlex y la construcción de las fórmulas para la búsqueda de información, como se describe en la tabla 14.

Tabla 14. Fórmulas de selección de información en motores de búsqueda

No	Resultados	Búsqueda
1	10	Título: (“resiliencia” OR “evaluación”) AND (infraestructura “OR” indispensable “OR” sismo) = 2017-2023. Inglés, Español.
2	12	Título: “evaluación” AND (“resiliencia” OR “infraestructura”) AND (indispensable “OR” sismo) = 2017-2023. Inglés, Español.
3	11	Título: “infraestructura” AND (“evaluación” OR “resiliencia”) AND (sismo “OR” indispensable) = 2017-2023. Inglés, Español.
4	7	Título: “indispensable” AND (“sismo” OR “infraestructura”) AND (evaluación “OR” resiliencia “OR” protesta estudiantil) = 2017-2023. Inglés, Español.

Nota: en esta tabla se describen las fórmulas que fueron utilizadas para la búsqueda de información en fuentes especializadas y que tienen relación con el tema en estudio.

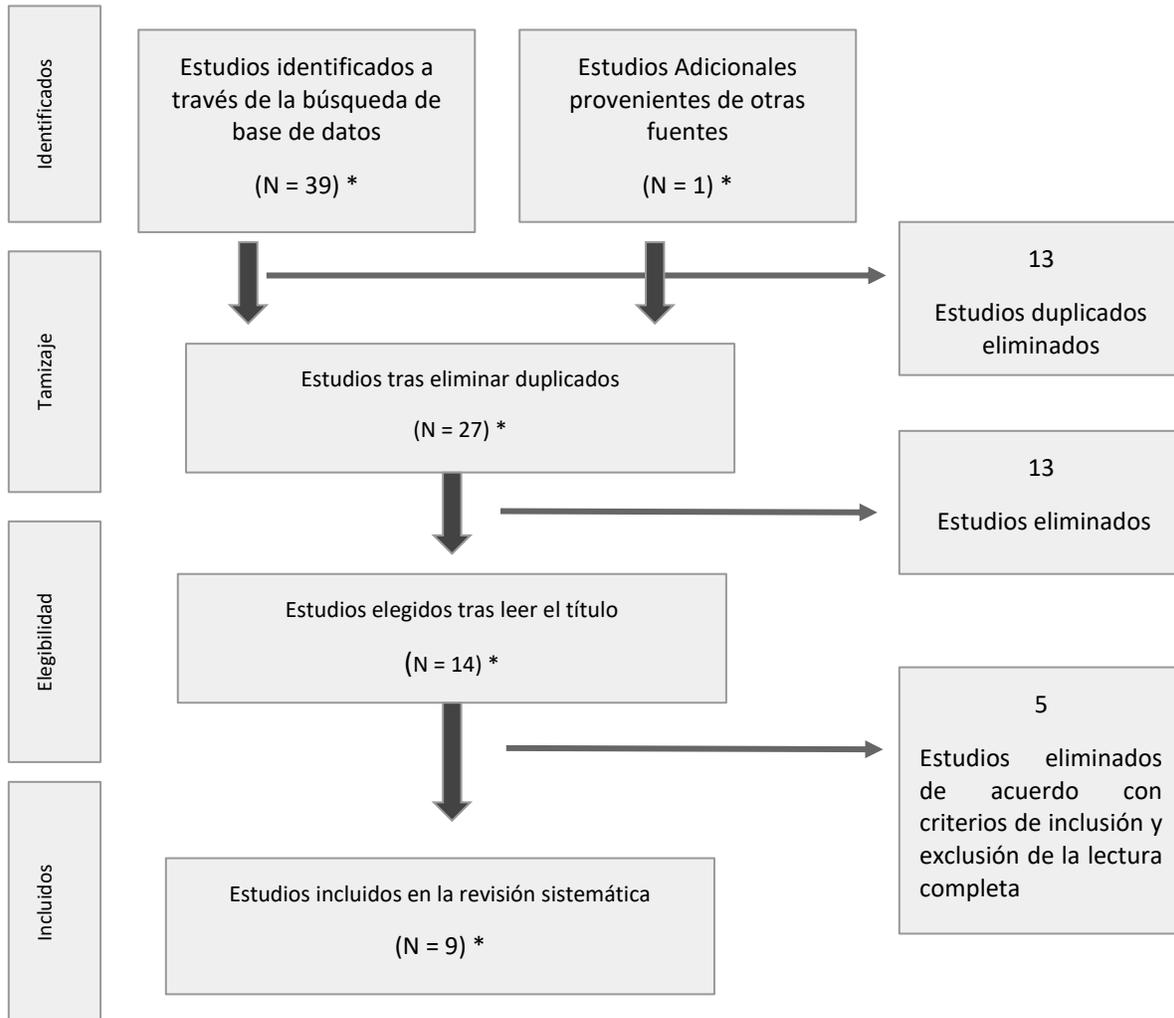
De esta manera, se observa que a través de la construcción de las fórmulas que se relacionaron anteriormente, fue posible la obtención de 40 documentos relacionados con el tema de investigación.

### ***Prisma de Cribado de la Información***

Seguido a la construcción de las fórmulas, se aplicó la técnica prisma a través de la cual se seleccionaron cuarenta artículos científicos. El elemento común de los cuarenta estudios identificados a través de la exploración en las bases de datos se produjo a través de la aplicación de fórmulas nominales que se fundamentaron en palabras claves que tienen relación con el tema en investigación, en un rango cronológico de 5 años desde 2018 hasta 2023.

Los criterios de elegibilidad que se tuvieron en cuenta en la selección de los documentos (Chinguel & Zafra Tanaka, 2019) se relacionaron con el idioma que en su mayoría se fundamentaron en el castellano e inglés. Producto de la elegibilidad, Al final fueron incluidos dentro de la revisión sistemática 9 artículos que a criterio del investigador fueron tratados y analizados para alcanzar los objetivos que se proponen el proceso de investigación, como se da a conocer en la figura 17.

Figura 17. Prisma de selección de información



Nota: en esta tabla se describen las fórmulas que fueron utilizadas para la búsqueda de información en fuentes especializadas y que tienen relación con el tema en estudio.

En este orden de ideas, de acuerdo con la revisión sistemática de la literatura seleccionada para la comprensión del tema que ocupa esta investigación, las fortalezas que se derivaron de este ejercicio académico estuvieron relacionadas con la recolección de información selecta y necesaria para la circunscripción del problema de investigación, dejando de lado aquella que no era pertinente revisar porque no cumplía con los objetivos trazados en este documento.

**Tendencias o Líneas de Pensamiento.** Con base en la revisión sistemática que se realizó en los motores de búsqueda en mención, en la tabla 15 se dan a conocer las principales tendencias o líneas de pensamiento que se han construido en torno al tema del uso de la fuerza y la protesta estudiantil.

Tabla 15. Líneas de pensamiento

Tendencias	Investigaciones
Gestión educativa	Liscano Barrios, M. M., & Suarez, Y. B. (2016). <i>Una propuesta pedagógica en prevención de riesgos sísmicos para docentes de educación inicial</i> . Mérida, Venezuela: Educere, vol. 20, núm. 66, mayo-agosto.
Sistema Comando Incidentes	Perez, B., & Sáenz, P. (2016). Gestión del riesgo en una institución educativa de la ciudad de San José de Cúcuta, Colombia. <i>Revista Virtual Universidad Católica del Norte</i> , núm. 48, mayo-agosto, 183-214.
Evaluación del riesgo	Candebat, D., & Leyva, K. (2020). Un nuevo enfoque para la estimación preliminar de la vulnerabilidad sísmica de instalaciones educacionales. <i>Revista de Arquitectura e Ingeniería</i> , vol. 14, núm. 1, 1-20.
Diseño estructural	Lora, F., & Alvarez, E. (2018). Diseño estructural sismorresistente de edificios de vivienda de mampostería reforzada en Palma Soriano. <i>Ciencia en su PC</i> , vol. 1, num 4, 68-83.
Diseño sismo resistente	Alvarez, E. (2022). Proceso de diseño sismorresistente de edificios de viviendas de mampostería reforzada para zonas de alta peligrosidad sísmica. <i>Informes de la Construcción</i> Vol. 74, 566, e445, 1-13.
Control de fallas	Carrillo, E. (2021). Evaluación sismo resistente de una vivienda de dos plantas de hormigón aramdo ubicada en la ciudad de Machala. <i>UTMACH</i> , 1-47.
Aprendizaje comunitario	Zambrano, L., & Gómez, E. (2015). Prácticas culturales y gestión del riesgo sísmico: la cultura de las buenas costumbres. <i>Revista Facultad Nacional de Salud Pública</i> , vol. 33, núm. 3, septiembre-diciembre, 388-396.
Estimación del riesgo	Barra, T., & Salvatierra, A. (2021). Gestión de riesgo de desastres en el marco de la cultura preventiva. <i>Revista Venezolana de Gerencia</i> , vol. 26, núm. 94, 903-911.
Ciclo de desastres	Arboleya, H., & Zavala, H. (2018). Terremotos y salud: la organización de los servicios de atención médica. <i>Salud pública Méx</i> 60 (Suppl 1) , 59-64.

---

Fuente. Construcción propia del investigador, junio 2021.

De acuerdo con la consulta de lecturas especializadas fue posible establecer tres líneas de cursos de acción que deben ser implementadas en el municipio de Durania (Norte de Santander) para la mitigación de las consecuencias que se puedan derivar de los eventos sísmicos que puedan tener lugar en la zona objeto de estudio.

En este orden de ideas a continuación se describen los resultados de la aplicación del prisma de lecturas especializadas, que responde al tercer objetivo que persigue la investigación.

***Tendencia Educativa Frente a Eventos Sísmicos.*** Al revisar las diferentes posturas que existen en torno a la prevención de eventos sísmicos, se puede establecer que el punto de encuentro de las lecturas especializadas consultadas tienen relación con la gestión educativa que se debe propiciar al interior de las instituciones educativas, tanto de básica primaria como hasta de nivel universitario, desde el marco de la inclusión en el plan de estudios de cada curso o programa de formación, hasta el desarrollo de cultura al interior de la institución educativa. Así al revisar las propuestas establecidas para tal fin, se hace necesario establecer cursos de acción relacionados con capacitación en la implementación de actividades de control de contingencia ante el riesgo sísmico, las cuales estén orientadas a educar en prevención de riesgos sísmicos para poder generar un conocimiento pleno de actuación en el antes, durante y después de la materialización de un sismo, en aras de lograr estrategias didácticas y pedagógicas que permitan asegurar los ambientes de trabajo frente a la materialización de este tipo de eventos (Liscano Barrios & Suarez, 2016).

De igual manera, es necesario llevar a cabo el diseño de un Sistema de Comando Incidentes a través del cual es posible llevar a cabo el manejo efectivo y eficiente a través de la integración de componentes relacionados con instalaciones, equipos, personal, procedimientos y comunicaciones que se articulan dentro de las infraestructuras indispensables el cual se destina para dar lugar al manejo adecuado de los incidentes que tengan lugar por la materialización de sismos; es entonces que a través del SCI es posible llevar a cabo el control y la coordinación de operaciones de respuesta de todas las instituciones que participan en el control de incidentes derivadas de la materialización de sismos (Perez & Sáenz, 2016).

Otro aspecto a resaltar, tiene relación con la importancia que se debe otorgar a la evaluación integral del riesgo sísmico, lo cual se logra a través de la capacitación en la valoración de la vulnerabilidad de las edificaciones, el cual debe incluir la valoración de comportamiento estructural y no estructural de las edificaciones de una zona proclive al desarrollo de eventos sísmicos, lo cual indica que debe contemplar el funcionamiento durante y después de la ocurrencia de eventos sísmicos que pueden llegar a considerarse como moderados y fuertes. Es así que, a través de la valoración integral del riesgo sísmico, estructural de las edificaciones, entre ellas sobresalen, la zona de ubicación de la estructura, la tipología estructural y la fecha de diseño y construcción (Candebat & Leyva, 2020)

***Tendencia en infraestructura frente a eventos sísmicos.*** En relación con esta tendencia de información se puede establecer que la peligrosidad sísmica en el caso de la infraestructura indispensable debe incluir una evaluación de la influencia de cambio de la norma sísmica en el diseño estructural de los muros de mampostería reforzada y vigas de

acople de hormigón armado muestran al estado límite último de cortante como dominante con respecto a los estados de flexión revisados (Lora & Alvarez, 2018).

Además de lo anterior, llevar a cabo la proyección de un diseño sismo resistente debe contemplar la revisión estructural para las cuantías de refuerzo especificadas en cuanto al crecimiento en altura, lo cual puede contribuir a la construcción de edificios de mampostería reforzada de bloques huecos de hormigón con castillos interiores y los muros se conjugan con elementos de hormigón armado, como las vigas que los conectan, columnas de confinamiento que definen la modulación de la planta de arquitectura y un muro central longitudinal al cual se conectan las losas de escalera (Alvarez, 2022).

Finalmente, en relación con el control de la falla por punzonamiento de la zapata es necesario que se lleve a cabo el incremento del espesor de la zapata de hormigón como también en el acero, garantizando una buena adherencia del hormigón se emplearán aditivos para un desempeño óptimo (Carrillo, 2021).

***Tendencia en gestión del riesgo frente a eventos sísmicos.*** De acuerdo con esta tendencia de información se puede establecer que el desarrollo de creaciones de significado popular da lugar a un aprendizaje comunitario frente a la gestión de riesgo la cual puede llegar a fundamentarse en las convenciones morales y valores familiares que tienen relación con la ideología de la prevención y la supervivencia lo cual se convierte en un hecho legitimado, respaldado en las creencias religiosas (Zambrano & Gómez, 2015).

Al respecto, es necesario resaltar la importancia que reviste los procesos de gestión del riesgo de desastres, entre ellos se destacan, la estimación del riesgo el cual se fundamenta en las acciones, actividades y procedimientos que se deben llevar a cabo para la identificación

del riesgo existente y futuro. También, se puede encontrar la prevención y reducción del riesgo, los cuales se constituyen en los procedimientos que minimizan las vulnerabilidades y riesgos existentes. En cuanto a la preparación, respuesta y rehabilitación que conlleva las acciones que se ejecutan durante un desastre o inmediatamente después de su ocurrencia. La reconstrucción, que conlleva a la recuperación humanitaria o social de damnificados para la reactivación de las condiciones básicas de trabajo y el conocimiento del riesgo concerniente en la preparación de la comunidad frente a un desastre para su respectiva recuperación (Barra & Salvatierra, 2021).

Por otra parte, es necesario que, dentro del ciclo de los desastres, en la fase previa a la materialización de los eventos sísmicos pueda dar lugar a la materialización de acciones que minimicen la vulnerabilidad de las comunidades, como por ejemplo, la elaboración de un plan de acción basado en el estudio de los posibles riesgos en los que se puede ver involucrada la infraestructura indispensable, es por esto, que esta fase cobra relevancia debido a la importancia que otorga la realización de simulacros y entrenamientos de manera periódica. Seguido a esto, es necesario tener en cuenta que durante el desarrollo del sismo es fundamental la realización de una evaluación de las necesidades dando lugar a una respuesta adecuada a las necesidades de la población. Por su parte, la tercera etapa tiene lugar después del desastre y permite a la comunidad regresar a la normalidad a través de una evaluación sobre su respuesta ante la situación de emergencia (Arbolea & Zavala, 2018).

## **Análisis e interpretación de resultados**

De acuerdo con los objetivos que persigue la presente investigación para dar respuesta al vacío de información que motivó el desarrollo de la misma, a continuación, se describen los aspectos de relevancia que se obtuvieron en el desarrollo del trabajo de campo y las bases de datos especializadas. De esta manera, cada uno de los apartados que se desarrolla corresponde a la triangulación de información proveniente de los instrumentos aplicados durante el trabajo de campo.

### **Identificación de la Infraestructura Indispensable del Municipio de Durania**

#### ***Análisis Documental***

De acuerdo con los hallazgos encontrados en la estructuración del trabajo de campo, se puede establecer que al llevar a cabo el análisis documental que describe la manera como está dispuesta Durania en Norte en Santander, al consultar el Plan de Ordenamiento Territorial (CDIM, 2020) se encontró que la infraestructura vital con la que cuenta fue diseñada para el desarrollo del equipamiento social, funcional y administrativo necesario para responder a las necesidades de desarrollo de la comunidad, las cuales están representadas en diez (10) instituciones vitales entre las que se destacan: un hospital de segundo nivel, tres escenarios deportivos, un museo, un establecimiento educativo, dos hogares de bienestar, cuatro parques y paseos peatonales, un restaurante escolar, una casa campesina, una casa de la tercera edad y tres iglesias.

Otro aspecto que se consultó fue la geología del municipio de Durania la cual, desde la perspectiva científica del Servicio Geológico Colombiano (2014) está compuesta en su mayor parte por unidades geológicas relacionadas con el intemperismo o meteorización del

material rocoso que conforma el suelo del municipio, además, sobresalen las variaciones de humedad y temperatura en las manifestaciones de eventos sísmicos que caracteriza la disposición del suelo de Durania, toda vez que, presenta roca expuesta al agua y al calor, condiciones que favorecen las reacciones químicas que provocan dichas alteraciones y pueden conllevar a condiciones de deslizamiento e inundaciones que pueden derivarse de posible actividad sísmica de baja, mediana o alta intensidad.

### *Lista de Chequeo*

Así las cosas, al revisar el estado de la infraestructura vital que se mencionó con anterioridad, como la disposición del terreno desde la aplicación de la lista de chequeo fue posible encontrar que, ante la materialización de un evento sísmico, la infraestructura vital como el Colegio José María Córdoba, el hospital San Norberto y la planta de tratamiento, así como el polideportivo, presentan características estructurales de concreto vaciado en el sitio y la mampostería está construida sobre ladrillo sólido. Al respecto, se puede establecer que a pesar de presentar infraestructura moderna no cuentan con el diseño referido en la norma de sismo resistencia vigente en el país.

De manera concluyente se puede establecer que la infraestructura de las instituciones que son de importancia para la sostenibilidad y progreso del municipio no cuenta con el diseño de locaciones bajo la normatividad NSR-10 de sismo resistencia aplicable en Colombia, teniendo en cuenta que sus construcciones tienen un sistema estructural de tipo bahareque, tapia o adobe, lo cual puede conllevar a que la estructura colapse ante eventos sísmicos de mayor intensidad, como es el caso de la casa campesina, la casa de la cultura y la casa de la tercera edad. Es de resaltar que, la usabilidad que se da a cada uno de ellos es de tipo comercial, lo cual puede convertirse en un factor de riesgo por la afluencia de personal

que acude a ellas toda vez que, ante condiciones adversas de la naturaleza, como los sismos, conllevaría a la pérdida de vidas humanas.

### **Caracterización del Estado de la Infraestructura Indispensable Ante un Sismo**

#### ***Entrevista Semi Estructurada***

Una vez identificada la infraestructura vital del municipio de Durania en Norte de Santander y la ausencia de implementación de la norma técnica colombiana de sismo resistencia, se puede establecer que al llevar a cabo la identificación de los motivos que pueden estar asociados a la materialización de esta situación de riesgo a través de la consulta a expertos, fue posible llevar a cabo la valoración de cuatro aspectos:

En relación con el primero de ellos, relacionado con la robustez de la infraestructura se pudo establecer que en la manera como se lleva a cabo la integración de la comunidad y las autoridades político-administrativas fue posible identificar la ausencia de participación de la comunidad en el desarrollo de simulacros de sismo, avalancha, entre otros, partiendo del hecho que la comunidad tiene poca participación en las mismas.

Los expertos también consideraron que la manera como se lleva a cabo el liderazgo comunitario antes, durante y después de la materialización de sismos aún no cuenta con un líder comunitario empoderado ante la presencia de un sismo, que pueda asumir el rol de toma de datos de la totalidad de personas que estén expuestas al sismo. A esto se suma, llevar a cabo en la fase antes de materialización del sismo, la organización de la comunidad, en el durante la aplicación de las medidas dispuestas para la respuesta y, en el después las acciones de recuperación después del desastre.

Y finalmente, frente a la manera como se lleva a cabo el análisis de vulnerabilidad y capacidad de la infraestructura ante la materialización de sismos, los expertos refirieron que no se han aplicado acciones por parte de las instituciones político-gubernamentales que permitan el conocimiento de las condiciones del terreno, el mapa de amenaza sísmica, el mapa de amenaza eólica, la tipología de construcción de la zona y las posibles patologías estructurales de las edificaciones, así como el análisis de la capacidad estructural, la zona de riesgo sísmico, y en general, el cumplimiento de la norma sismo resistente.

En relación con el segundo aspecto, la redundancia, es preciso advertir que, frente a la evaluación de la operación de servicios de educación durante emergencias, aún no se cuenta con el equipo y los medios para evaluar que la estructura esté clasificada como indispensable. También los expertos consideraron que, en la actualidad, no se lleva a cabo la evaluación de la protección de infraestructura y servicios básicos, además que no se adelantan acciones concernientes a proteger una estructura indispensable ante un sismo, bajo los protocolos que exige la normatividad vigente, es decir la NSR-10.

Y finalmente, los expertos consideran que, ante la evaluación de la protección de infraestructura y servicios básicos en la ocurrencia de un sismo, no se adelantan actas de vecindad a fin de obtener un panorama de los daños que hayan ocurrido a la vivienda como la evaluación de las capacidades presentes, la realización de simulaciones y simulacros, así como, el desarrollo de un plan de acción para la recuperación frente a la materialización de los riesgos identificados.

En relación con el tercer aspecto, la inventiva, se puede establecer que, en el municipio de Durania, se encontró que los elementos del Sistema de Alerta Temprana que se deben evaluar para determinar que la infraestructura de un municipio es resiliente no cuentan

con un sistema de comunicación y observación constante de sitios en peligro, revisión de instalaciones educativas y comunidad en general.

Finalmente, frente al aspecto rapidez que comprende la capacidad para restaurar la funcionalidad de una manera oportuna, absorber las pérdidas y evitar las interrupciones en la adecuada administración de la infraestructura vital, los expertos consideraron que existe una alta vulnerabilidad sísmica de las edificaciones, la capacidad de respuesta institucional y comunitaria, porque el municipio no cuenta con personal capacitado, elementos disponibles para la respuesta, los sitios adecuados para alojamiento temporal y el conocimiento de los cuerpos voluntarios y su disponibilidad de equipos para atender las labores propias de la emergencia.

### *Análisis Documental*

En complemento a lo anterior, se puede establecer que el panorama de caracterización de la infraestructura vital del municipio de Durania, es preocupante en la medida que no se cuenta con los protocolos mínimos de atención de situaciones de emergencia que se deriva de la norma técnica establecida para tal fin. Es por esto que, al revisar los parámetros del marco Sendai y la reducción de riesgo de desastres, se puede establecer que no existe relación entre la situación actual de la infraestructura vital del municipio con las siete metas que conllevan a la prevención y reducción de pérdidas por desastres (Bello & Bustamante, 2020).

Es entonces a través de estos siete principios rectores que permiten minimizar el impacto de los desastres, del análisis de factores como las amenazas y vulnerabilidades que salvaguardan los beneficios del desarrollo de las comunidades que se consolidan a futuro como sociedades resilientes por la adecuada gestión que llevan a cabo de la gestión del riesgo.

Bajo este entendido, el municipio de Durania no cuenta con la organización suficiente para llevar a cabo la aplicación de los cuatro enfoques en las cuales se puede establecer la resiliencia de la infraestructura de la cual hace uso una comunidad, tales como la comprensión del riesgo de desastres a través del análisis de dimensiones como la vulnerabilidad, la capacidad de respuesta, el grado de exposición de personas y bienes, así como las características del entorno y las amenazas a las cuales puede estar expuesto.

De la relación con la fortaleza de la gobernanza del riesgo, a través de la aprobación de los objetivos, planes, competencia, directrices y coordinación en los sectores y entre ellos, así como con la participación de los actores pertinentes. Es por ello que, al llevar a cabo un fortalecimiento de la gobernanza del riesgo es posible preparar una respuesta oportuna para la colaboración y las alianzas entre mecanismos e instituciones en la aplicación de los instrumentos pertinentes para la reducción del riesgo de desastres y el desarrollo sostenible.

Otro aspecto a resaltar tiene relación con la inversión en la reducción del riesgo, el cual tiene relación con las inversiones públicas y privadas, para llevar a cabo gestiones de prevención y de mitigación del impacto de los desastres en las comunidades que se ven afectadas por su presencia. Y finalmente, con el aumento de preparación para casos de desastre, lo cual hace alusión al aprendizaje que se debe generar de experiencias anteriores, lo cual tiene relación con la necesidad de adoptar las medidas con anticipación a los acontecimientos y a su vez, integrar la reducción del riesgo de desastres en la preparación y aseguramiento de la respuesta y recuperación eficaz en todos los niveles que sean comprometidos en el desarrollo del desastre.

## **Cursos de Acción para el Fortalecimiento de las Debilidades Halladas en la Infraestructura Indispensable.**

### ***Prisma de Cribado de Información***

De acuerdo con la información encontrada en bases de datos especializadas frente a los cursos de acción que se deben adelantar para el cuidado de infraestructura indispensable en el municipio de Durania es importante resaltar tres aspectos de importancia.

El primero de ellos, relacionado con la educación como aspecto primordial y de prevención frente a eventos sísmicos, lo cual indica que es necesario establecer a través de instituciones educativas planes de estudio que estén orientados tanto a la comunidad estudiantil como a quienes no hacen parte de la misma, para la generación de una cultura de gestión del riesgo, ante amenazas como las derivadas de eventos sísmicos. Es por esto que, autores como Lizcano y Suarez, Perez y Saenz en 2016 y Candebalt y Leyva en 2020 consideran que la capacitación debe ir orientada a la implementación de actividades de control de contingencias ante el riesgo sísmico, realizar el diseño de un sistema de comando de incidentes que permita la atención adecuada de componentes relacionados con instalaciones, equipos, personal, procedimientos y comunicaciones que se articulan dentro de las infraestructuras indispensables el cual se destina para dar lugar al manejo adecuado de los incidentes que tengan lugar por la materialización de sismos y la implementación de la capacitación en la valoración de la vulnerabilidad de las edificaciones, que incluya la valoración de comportamiento estructural y no estructural de las edificaciones de una zona proclive al desarrollo de eventos sísmicos.

Otro aspecto de importancia, tiene relación con la manera como debe adecuarse la infraestructura indispensable ante la inminente presencia de eventos sísmicos como lo determina Lora y Álvarez en 2018, Carrillo en 2021 y Álvarez en 2022, entre ellos, la influencia de cambio de la norma sísmica en el diseño estructural, la proyección de un diseño sismo resistente que permita la revisión estructural para las cuantías de refuerzo especificadas en cuanto al crecimiento en altura, lo cual puede contribuir a la construcción de edificios de mampostería reforzada de bloques huecos de hormigón con castillos interiores y los muros se conjugan con elementos de hormigón armado y, finalmente, el incremento del espesor de la zapata de hormigón como también en el acero, garantizando una buena adherencia del hormigón se emplearán aditivos para un desempeño óptimo.

Por último, frente a la gestión del riesgo en el desarrollo de eventos sísmicos, se puede establecer que el desarrollo de creaciones de significado popular da lugar a un aprendizaje comunitario frente a este aspecto, tal cual lo afirma Zambrano y Gómez en 2015, Arboleda y Zabala en 2018 y Barra y Salvatierra en 2021, al establecer que las convenciones morales y valores familiares que tienen relación con la ideología de la prevención y la supervivencia lo cual se convierte en un hecho legitimado, respaldado en las creencias religiosas, que la prevención y reducción del riesgo se constituyen en los procedimientos que minimizan las vulnerabilidades y riesgos existentes y que, la elaboración de un plan de acción basado en el estudio de los posibles riesgos en los que se puede ver involucrada la infraestructura indispensable.

### *Entrevista Semi Estructurada*

Frente a lo anterior, los expertos consideran que la medición del nivel de integración entre la comunidad y las autoridades político-administrativas, se convierte en una oportunidad para llevar a cabo protocolos establecidos por los entes de control y administrativos del municipio, los cuales son aplicados a los habitantes del municipio.

En cuanto al liderazgo comunitario antes, durante y después de la materialización de sismos en el municipio de Durania, es necesario llevar a cabo la existencia de brigadistas o líderes que se hagan cargo de procesos de evacuación y control del personal ante un evento de esta magnitud. En relación con el análisis de vulnerabilidad y capacidad de la infraestructura frente a la materialización de sismo es necesario conocer las condiciones del terreno, el mapa de amenaza sísmica, el mapa de amenaza eólica, la tipología de construcción de la zona y las posibles patologías estructurales de las estructuras.

También, frente a la evaluación de la operación de servicios de educación durante emergencias es necesario llevar a cabo una valoración de la capacidad estructural de la infraestructura educativa, la vulnerabilidad de los elementos no estructurales y la adecuación de las rutas de evacuación. Y finalmente, para la evaluación de la protección de la infraestructura y servicios básicos, los expertos consideran que se debe llevar a cabo la revisión del cumplimiento de la normativa sismorresistente, y la redundancia en la presentación de los servicios básicos.

### **Recomendaciones**

Llevar a cabo reuniones para que comunidad y autoridades político-administrativas sean parte activa y promuevan el conocimiento de las diferentes amenazas, la participación en el Consejos Municipales de Gestión del Riesgo y en las brigadas comunitarias.

Ante la presencia de un sismo, la valoración de algún tipo de daño debe informarse al Sistema Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres para que atienda la emergencia. Además, se debe cumplir con los protocolos estipulados en los planes frente a la respuesta de evacuación a zonas seguras y estado de instalaciones.

Llevar a cabo un peritaje general de las viviendas y edificaciones que hacen parte del casco urbano del municipio, verificar cuáles requieren un reforzamiento de la estructura y, finalmente, identificar escenarios de vulnerabilidad para identificar los daños esperados y sus tipos ya que pueden variar dependiendo del tipo de edificación.

Para llevar a cabo la evaluación de la infraestructura para denotar que es resiliente, es necesario, valorar principalmente que la estructura cumple con la normativa sismo resistente NSR-10, la vulnerabilidad sísmica, lo cual requiere de un análisis estructural de la infraestructura para verificar el cumplimiento de la norma sismo resistente, además, el mantenimiento de recursos económicos y materiales de emergencia.

En relación con las capacidades para la preparación y respuesta ante una emergencia, es necesario contar con un líder comunitario, alarmas, existencia de simulacros, organismos de socorro, participación de entidad territorial y nacional.

La gestión del riesgo en el desarrollo de eventos sísmicos se puede establecer que el desarrollo de creaciones de significado popular da lugar a un aprendizaje comunitario frente a la gestión de eventos sísmicos en el municipio de Durania.

### **Conclusiones**

El municipio no cuenta con vías de comunicación aérea o fluvial, el único medio de transporte es terrestre, es por esto que, para acceder a la cabecera municipal solo es posible a través de una carretera pavimentada de 17 km a la Carretera Central del Norte, en el punto La Donjuana, la cual lleva a Pamplona y Cúcuta.

Desde la perspectiva de equipamiento social, el municipio cuenta con diez instituciones entre las que se destacan, un hospital de segundo nivel, tres escenarios deportivos, un museo, un establecimiento educativo, dos hogares de bienestar, cuatro parques y paseos peatonales, un restaurante escolar, una casa campesina, una casa de la tercera edad y tres iglesias.

Desde el equipamiento funcional en el municipio se encuentran tres empresas, ocho carpinterías, un banco, un matadero, un cementerio, un lavadero de carros y tres hoteles. Finalmente, a través del equipamiento administrativo se encuentra la infraestructura de una alcaldía, una estación de policía, una federación de cafeteros, una casa de la cultura, una notaría y una estación de defensa civil.

La geología del municipio de Durania está compuesta en su mayor parte por las unidades geológicas relacionadas con el intemperismo o meteorización del material rocoso que conforma el suelo.

Las amenazas que se presentan en el municipio de Durania son de cuatro (4) tipos, el primero, relacionado con la presencia de fenómenos de remoción en masa, riesgo alto por deslizamiento, riesgo moderado por deslizamiento y amenazas por sismicidad.

En el municipio de Durania durante el año 2014 se presentaron 9 reportes de movimientos en masa, que han afectado las laderas de pendientes moderadas a empinadas. La quebrada La Rastrojera es una de condiciones que pueden conllevar al riesgo de movimientos de masa en el municipio, toda vez, que la presencia de crecientes torrenciales durante la presencia de lluvias torrenciales afecta la estructura del puente.

La planta de tratamiento de agua se ubica en la cima de una ladera del municipio de Durania, lugar en el que existe una mayor proporción de rocas de Granito de Durania, las cuales se encuentran meteorizadas.

La mayoría de edificaciones no cuenta con infraestructura sísmo resistente, teniendo en cuenta que sus construcciones tienen un sistema estructural de tipo bareque, tapia o adobe, lo cual puede conllevar a que la estructura colapse ante eventos sísmicos de mayor intensidad, como es el caso de la casa campesina, la casa de la cultura y la casa de la tercera edad.

El Colegio José María Córdoba, la Estación de Policía, el hospital San Norberto y la planta de tratamiento, así como el polideportivo, presentan características estructurales de concreto vaciado en el sitio y la mampostería está construida sobre ladrillo sólido. Al

respecto, se puede establecer que a pesar de presentar infraestructura moderna no cuentan con el diseño de infraestructuras sismo resistentes.

Frente a la robustez de la infraestructura del municipio de Durania, no se lleva a cabo la integración de la comunidad y las autoridades político-administrativas a través de la participación en simulacros de sismo, avalancha, entre otros.

El liderazgo comunitario antes, durante y después de la materialización de sismos aún no cuenta con un líder comunitario empoderado antes de la materialización de un sismo, que tome datos de todas las personas que estén expuestas al mismo que permitan proyectar la magnitud de pérdidas humanas.

El análisis de vulnerabilidad y capacidad de la infraestructura, no se han aplicado acciones por parte de las instituciones político-gubernamentales que permitan el conocimiento de las condiciones del terreno, el mapa de amenaza sísmica, el mapa de amenaza eólica, la tipología de construcción de la zona y las posibles patologías estructurales de la infraestructura.

En la evaluación de la operación de servicios de educación durante emergencias, aún no se cuenta con el equipo y los medios para evaluar que la estructura esté clasificada como estructura indispensable.

La evaluación de la protección de la infraestructura y servicios básicos debe fundamentarse en la ocurrencia de un sismo, no se adelantan actas de vecindad a fin de obtener los daños que hayan ocurrido a la vivienda entre otros aspectos como la evaluación de las capacidades presentes.

La inventiva, en el municipio de Durania, se encontró que los elementos del Sistema de Alerta Temprana que se deben evaluar para determinar que la infraestructura de un municipio es resiliente no cuentan con un sistema de comunicación y observación constante de sitios en peligro.

Frente al aspecto rapidez existe un alta la vulnerabilidad sísmica de las edificaciones, la capacidad de respuesta institucional y comunitaria, porque el municipio no cuenta con personal capacitado, elementos disponibles para la respuesta y los sitios adecuados para la atención de la emergencia.

Establecer a través de instituciones educativas planes de estudio que estén orientados tanto a la comunidad estudiantil como a quienes no hacen parte de la misma, para la generación de una cultura de gestión del riesgo, ante amenazas como las derivadas de eventos sísmicos.

La adecuación de la infraestructura indispensable ante la inminente presencia de eventos sísmicos permite la revisión estructural para las cuantías de refuerzo especificadas en cuanto al crecimiento en altura, lo cual puede contribuir a la construcción de edificios con características sismo resistentes.

Frente a la gestión del riesgo en el desarrollo de eventos sísmicos, se puede establecer que el desarrollo de creaciones de significado popular da lugar a un aprendizaje comunitario de prevención.

## Referencias

- Alcaldía de Durania. (23 de Septiembre de 2015). *Información general de Durania*. Obtenido de Alcaldía de Durania: [https://web.archive.org/web/20150923220934/http://www.durania-nortedesantander.gov.co/informacion\\_general.shtml](https://web.archive.org/web/20150923220934/http://www.durania-nortedesantander.gov.co/informacion_general.shtml)
- Alcaldía de Durania. (2020). *Ubicación del municipio de Durania*. Norte de Santander: Alcaldía de Durania.
- Alcaldía de Durania. (11 de junio de 2022). *Demografía de Durania*. Obtenido de Municipios de Colombia: <https://www.municipio.com.co/municipio-durania.html>
- Alvarez, E. (2022). Proceso de diseño sismorresistente de edificios de viviendas de mampostería reforzada para zonas de alta peligrosidad sísmica. *Informes de la Construcción Vol. 74, 566, e445*, 1-13.
- Álvarez, E. (2022). Proceso de diseño sismorresistente de edificios de viviendas de mampostería reforzada para zonas de alta peligrosidad sísmica. *Informes de la Construcción Vol. 74, 566, e445*, 1-13.
- Angeler, D. G., Pope, K. L., & Allen, C. R. (2012). Saliendo del círculo vicioso: gestiones alternativas para garantizar la sostenibilidad de la pesca. *Revista Latinoamericana de Recursos Naturales* 8 (2), 76-89.
- Arbolea, H., & Zavala, H. (2018). Terremotos y salud: la organización de los servicios de atención médica. *Salud pública Méx* 60 (Suppl 1) , 59-64.
- Armenteros, A. (2018). *Vulnerabilidad ante desastres naturales: propuestas de reconstrucción*. Madrid: Escuela Técnica Superior de Arquitectura de Madrid ETSAM.
- Asamblea Constituyente. (1991). *Constitución Política de Colombia* . Bogotá D.C.: Asamblea Constituyente.
- Balaguera Carrillo, A. (21 de Febrero de 2017). *Temblor en Durania no causó daños*. Obtenido de La opinión: <https://www.laopinion.com.co/region/temblor-en-durania-no-causo-danos>
- Banco Mundial. (2021). *Gestión del riesgo de desastres*. Obtenido de Banco Mundial: <https://www.bancomundial.org/es/topic/disasterriskmanagement/overview>
- Barra, T., & Salvatierra, A. (2021). Gestión de riesgo de desastres en el marco de la cultura preventiva. *Revista Venezolana de Gerencia, vol. 26, núm. 94*, 903-911.
- Begoña, M., & Cuellar, J. (2018). Revisiones sistemáticas: definición y nociones básicas. *Rev. Clin. Periodoncia Implantol. Rehabil. Oral Vol. 11(3)*, 184-186.

- Bello, O., & Bustamante, A. (2020). *Planificación para la reducción del riesgo de desastres en el marco de la Agenda 2030 para el desarrollo sostenible*. Santiago de Chile: CEPAL.
- Calvo, F. (1994). *La geografía de los riesgos*. Obtenido de Universidad de Barcelona: <http://www.ub.edu/geocrit/geo54.htm>
- Candebat, D., & Leyva, K. (2020). Un nuevo enfoque para la estimación preliminar de la vulnerabilidad sísmica de instalaciones educacionales. *Revista de Arquitectura e Ingeniería, vol. 14, núm. 1*, 1-20.
- Cardona, O. D., & Wilches, G. (2004). *Estudio sobre desastres ocurridos en Colombia: estimación de pérdidas y cuantificación de costos*. Bogotá D.C.: Banco Mundial.
- Carrillo, E. (2021). Evaluación sismorresistente de una vivienda de dos plantas de hormigón armado ubicada en la ciudad de Machala. *UTMACH*, 1-47.
- CDIM. (2020). *Esquema de ordenamiento territorial del municipio de Durania*. Norte de Santander: Centro documental de información municipal.
- CEPAL. (2014). *Manual para la evaluación de desastres*. Santiago de Chile: Naciones Unidas.
- CIIFEN. (12 de junio de 2022). *Definición de riesgo/peligro*. Obtenido de Centro Regional del Clima para el Oeste de Sudamérica: <https://ciifen.org/definicion-de-riesgo/>
- Congreso de Colombia. (2012). *Ley Sistema Nacional de Gestión del Riesgo (Ley 1523)*. Bogotá D.C.: Congreso de Colombia.
- CORPONOR. (2019). *La microcuenca hidrográfica municipal. Guía básica para la planificación ambiental*. Norte de Santander: Corporación autónoma regional de la frontera nororiental.
- Correa, C., & Vega, L. (2013). Resiliencia, un método dinámico en la ingeniería industrial - clúster plásticos. *Fundación Universidad de América*, 73-82.
- Dueñas Molin, C. (2018). ¿Por qué hay que hablar de resiliencia cuando tratamos de gestión del riesgo de desastres? *Revista digital N° 10 · Julio-diciembre*, 1-10.
- EIRD. (2005). *Marco Acción de Hyogo 2005-2015. Aumento de la Resiliencia de las Naciones y las comunidades ante los desastres*. Ginebra, Suiza: Estrategia Internacional para la Reducción de Desastres .
- Fernández, C., Baptista , M., & Hernández, R. (2014). *Metodología de la Investigación*. México: McGraw Hill.
- Gobernación Norte de Santander. (2014). *Informe diagnóstico del municipio de Durania*. Norte de Santander: Gobernación Norte de Santander.

- Gómez, R. (2 de Mayo de 2020). *Reseña histórica municipio de Durania*. Obtenido de <http://www.enjambre.gov.co/enjambre/file/download/190344326>
- Hernán, M., Lineroz, C., & Ruiz, A. (2021). Cómo adaptar una investigación cualitativa a contextos de confinamiento. *Gaceta Sanitaria*, 298-301.
- Islas Torres, C., & Carranza Alcántar, M. d. (2020). Análisis de contenido de una experiencia formativa a través de aula invertida. *Revista Virtual Universidad Católica del Norte*, núm. 61, 3-18. Obtenido de Revista Virtual Universidad Católica del Norte, núm. 61.
- Liscano Barrios, M. M., & Suarez, Y. B. (2016). *Una propuesta pedagógica en prevención de riesgos sísmicos para docentes de educación inicial*. Mérida, Venezuela: Educere, vol. 20, núm. 66, mayo-agosto.
- Lora, F., & Álvarez, E. (2018). Diseño estructural sismorresistente de edificios de vivienda de mampostería reforzada en Palma Soriano. *Ciencia en su PC*, vol. 1, num 4, 68-83.
- Martínez, M. (2009 ). Los geógrafos y la teoría de riesgos y la teoría de riesgos y desastres ambientales. *Perspectiva Geográfica Vol. 14*, 241-263.
- Otzen, T. y. (2017). Técnicas de muestreo sobre una población a estudio. *Int. J. Morphol.*, 35(1), 227-232.
- Perez, B., & Sáenz, P. (2016). Gestión del riesgo en una institución educativa de la ciudad de San José de Cúcuta, Colombia. *Revista Virtual Universidad Católica del Norte*, núm. 48, mayo-agosto, 183-214.
- Ramírez, L., Arcila, A., & Buriticá, L. (2004). *Paradigmas y modelos de investigación: guía didáctica y módulo*. Bogotá : Fundación Universitaria Luis Amigó.
- Servicio Geológico Colombiano . (2014). *Diagnóstico sobre movimientos en masa en los municipios de Durania, Herrán, Labateca, Toledo y Lourdes, departamento de Norte de Santander*. Bucaramanga: Servicio Geológico Colombiano .
- Servicio Geológico Colombiano. (12 de Junio de 2022). *Amenaza sísmica en Durania*. Obtenido de Servicio Geológico Colombiano: <https://www2.sgc.gov.co/bus/Paginas/results.aspx?k=durania>
- Servicio Geológico Colombiano. (12 de junio de 2022). *Riesgo de sismicidad en Durania*. Obtenido de Servicio Geológico Colombiano: <https://www.sgc.gov.co/>
- SGC. (2014). *Geología y geomorfología del municipio de Durania*. Norte de Santander: Sistema Geológico Colombiano.
- SIAR. (2014). *Marco conceptual de la gestión de riesgos de desastres*. Lima: Mineducacion.
- UNGRD. (2015). *Plan Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres: una Estrategia de Desarrollo 2015-2025*. Bogotá D.C.: Unidad Nacional para la Gestión del Riesgo de Desastres.

- UNISDR. (2015). *Marco de Sendai para la Reducción del Riesgo de Desastres 2015-2030*. Suiza: Secretario General para la Reducción del Riesgo de Desastres. Obtenido de Secretario General para la Reducción del Riesgo de Desastres.
- Vasilachis, I. (1997). *La construcción de representaciones sociales: el discurso político y la prensa escrita*. Barcelona: Gedisa.
- Villegas, D. (17 de Septiembre de 2015). *Terremoto destruyó 2.4% del PIB del país*. Obtenido de El financiero: <https://www.elfinanciero.com.mx/sismo-1985/terremoto-destruyo-del-pib-del-pais/>
- Zambrano, L., & Gómez, E. (2015). Prácticas culturales y gestión del riesgo sísmico: la cultura de las buenas costumbres. *Revista Facultad Nacional de Salud Pública*, vol. 33, núm. 3, septiembre-diciembre, 388-396.

**Anexo A**

**Entrevista semi estructurada**

**Objetivo.** Evaluar la resiliencia de la infraestructura indispensable ante un sismo en el municipio de Durania, Norte de Santander

**Instrucciones**

A continuación, encontrará una serie de cuestionamientos, de los cuales se espera obtener su percepción frente a los mismos. Por favor lea cada uno de los ítems propuestos y brinde su respuesta conforme a su conocimiento del tema.

**Gracias por su colaboración**

**Eje 1. Robustez**

1. ¿Cómo se puede medir el nivel de integración entre la comunidad y las autoridades político administrativas en la atención de desastres naturales en el municipio de Durania?

---

---

---

2. ¿Cómo se puede medir el liderazgo comunitario antes, durante y después de la materialización de sismos en el municipio de Durania?

---

---

---

3. ¿Qué aspectos se deben tener en cuenta para el análisis de vulnerabilidad y capacidad de la infraestructura frente a la materialización de sismos?

---

---

---

**Eje 2. Redundancia**

4. ¿Qué elementos se deben evaluar en la operación de servicios de educación durante emergencias?

---

---

---

5. ¿Qué acciones deben ser tenidas en cuenta para evaluar la protección de la infraestructura y servicios básicos en situaciones de sismicidad?

---

---

---

6. ¿Cómo se evalúan las prácticas de medios de vida resistente a amenazas que se deben desarrollar para hacer frente a la materialización de sismos?

---

---

---

**Eje 3. Inventiva**

7. ¿Cuáles son los elementos del Sistema de alerta temprana que se deben evaluar para determinar que la infraestructura de un municipio es resiliente?

---

---

---

8. ¿Qué aspectos se deben evaluar de Infraestructura para denotar que es resiliente ante una emergencia provocada por un sismo?

---

---

---

9. ¿Cuáles son las capacidades que se deben evaluar para la preparación y respuesta ante una emergencia provocada por un sismo?

---

---

---

**Eje 4. Rapidez**

10. ¿Cuáles son los aspectos que se deben medir de la respuesta a la emergencia y recuperación ante una emergencia provocada por un sismo?

---

---

---

**Anexo B****Instrumentos de inspección sísmica de infraestructura resiliente**

Fecha: \_\_\_\_\_

**Objetivo:** Caracterizar la infraestructura resiliente del municipio de Durania en Norte de Santander

Municipio: \_\_\_\_\_ Número y nombre edificación: \_\_\_\_\_

Peligro sísmico: elevado \_\_\_ medio \_\_\_ bajo \_\_\_ Zona sísmica: \_\_\_\_\_

Es la edificación esencial: SI \_\_\_ NO \_\_\_

**Época de construcción de la edificación:**

Antes de 1939 _____	Entre 1940 y 1947 _____	Entre 1948 y 1955 _____
Entre 1956 y 1967 _____	Entre 1968 y 1982 _____	Entre 1983 y 1998 _____
Entre 1999 y 2001 _____	Después de 2001 _____	

**Uso**

Gubernamental _____	Militar _____	Médico asistencial _____
Industria _____	Bomberos _____	Vivienda popular _____
Educativo _____	Comercio _____	Protección civil _____
Vivienda Unifamiliar _____	Deportivo-recreativo _____	Oficina _____
Policial _____	Vivienda multifamiliar _____	Cultural _____
Religiosa _____	Estacionamiento _____	Otro ___ ¿Cuál? _____

**Capacidad de ocupación**

Número de personas que ocupan el inmueble \_\_\_\_\_

Tipo de terreno

Roca sana/fracturada _____	Roca blanca o meteorizada _____	Suelos muy duros/muy densos _____
Suelos firmes/medio denso _____	Suelos blandos/sueltos _____	

**Características físicas en la zona**

Problemas de suelo _____	Cercanías taludes _____	Construcciones adyacentes _____
Cercanía a cauces de agua _____		

Daños previos por sismo SI \_\_\_ NO \_\_\_ No se sabe \_\_\_ Año \_\_\_\_\_

Reparaciones anteriores SI \_\_\_ NO \_\_\_ No se sabe \_\_\_ Año \_\_\_\_\_

**Descripción de la estructura, características de diseño**

Número de niveles sobre terreno

Sótano SI \_\_\_ NO \_\_\_ Número \_\_\_\_\_ Desconocido \_\_\_\_\_

Área total del edificio, todos los niveles (m<sup>2</sup>) \_\_\_\_\_ m<sup>2</sup>

Distribución de ventanales en las fachadas: Extensión: \_\_\_\_\_

Comentarios: \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

**Irregularidades**

Ausencia de vigas altas en 1 o 2 direcciones \_\_\_\_\_

Presencia de columnas cortas \_\_\_\_\_

Discontinuidad de ejes de columnas \_\_\_\_\_

Presencia de entrepiso débil o blando \_\_\_\_\_

Volados importantes \_\_\_\_\_

Religiosa \_\_\_\_\_

Aberturas significativas en losas \_\_\_\_\_

Fuerte asimetría de masas o rigideces en planta \_\_\_\_\_

Ausencia de muros en una dirección \_\_\_\_\_

Adosamiento: losa contra losa \_\_\_\_\_

Adosamiento: losa contra columna \_\_\_\_\_

Separación entre edificios (cm) \_\_\_\_\_

**Esquema en planta**

H \_\_\_\_\_

Esbeltez horizontal \_\_\_\_\_

Cajón U o C \_\_\_\_\_

Ninguna \_\_\_\_\_

L \_\_\_\_\_

T \_\_\_\_\_

Regular \_\_\_\_\_

**Esquema en elevación**

T \_\_\_\_\_

Piramidal \_\_\_\_\_

L \_\_\_\_\_

Regular \_\_\_\_\_

Pirámide invertida \_\_\_\_\_

H \_\_\_\_\_

Esbeltez vertical \_\_\_\_\_

Ninguna \_\_\_\_\_

Ubicación del núcleo de ascensores y/o escaleras en planta: \_\_\_\_\_

**Características estructurales**

Tipo de construcción

**Concreto**

Vaciado en sitio \_\_\_\_\_  
 Acero \_\_\_\_\_  
 Tierra \_\_\_\_\_

Prefabricado \_\_\_\_\_  
 Mixta \_\_\_\_\_

**Mampostería**

Ladrillo sólido \_\_\_\_\_  
 Bloque concreto \_\_\_\_\_  
 Tierra \_\_\_\_\_

Bloque de arcilla \_\_\_\_\_  
 Adobe \_\_\_\_\_  
 Otro \_\_ ¿Cuál? \_\_\_\_\_

**Sistema estructural**

Pórticos de concreto armado \_\_\_\_\_  
 Pórticos de concreto armado rellenos con paredes de bloques de arcilla o de concreto \_\_\_\_\_  
 Muros de concreto armado en dos direcciones horizontales \_\_\_\_\_  
 Sistemas con muros de concreto armado en una sola dirección, tipo túnel \_\_\_\_\_  
 Pórticos de acero \_\_\_\_\_  
 Pórticos de acero con perfiles tubulares \_\_\_\_\_  
 Pórticos de acero diagonizados \_\_\_\_\_  
 Pórticos de acero con cerchas \_\_\_\_\_

Sistemas prefabricados con base en grandes paneles o pórticos \_\_\_\_\_  
 Sistemas cuyos elementos portantes sean muros de mampostería confinada \_\_\_\_\_  
 Sistemas cuyos elementos portantes sean muros de mampostería no confinada \_\_\_\_\_  
 Sistemas mixtos de pórticos y de mampostería de baja calidad de construcción \_\_\_\_\_  
 Viviendas de bahareque, tapia o adobe \_\_\_\_\_  
 Viviendas de construcción precaria (tierra, madera, zinc, entre otras) \_\_\_\_\_  
 Otro \_\_\_\_\_ ¿Cuál? \_\_\_\_\_

**Sistema de pisos (Tipos de losa)**

**Tipo de losa**

Maciza \_\_\_\_\_  
 Casetones \_\_\_\_\_  
 Nervada \_\_\_\_\_

Reticulado celular \_\_\_\_\_  
 Prefabricado \_\_\_\_\_  
 Otro \_\_ ¿Cuál? \_\_\_\_\_

**Sistema de techos**

Acero \_\_\_\_\_  
 Madera \_\_\_\_\_

Concreto reforzado \_\_\_\_\_  
 Otro \_\_ ¿Cuál? \_\_\_\_\_

**Líneas de resistencia lateral**

Número \_\_\_\_\_

Tipo en cada dirección \_\_\_\_\_

**Tipo de fundación o sedimentación**

Zapatas \_\_\_\_\_  
Pilotes \_\_\_\_\_

Losa corrida \_\_\_\_\_  
Otro \_\_\_\_ ¿Cuál? \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

**Peligros geotécnicos**

Deslizamiento \_\_\_\_\_  
Asentamiento \_\_\_\_\_  
Licuefacción \_\_\_\_\_

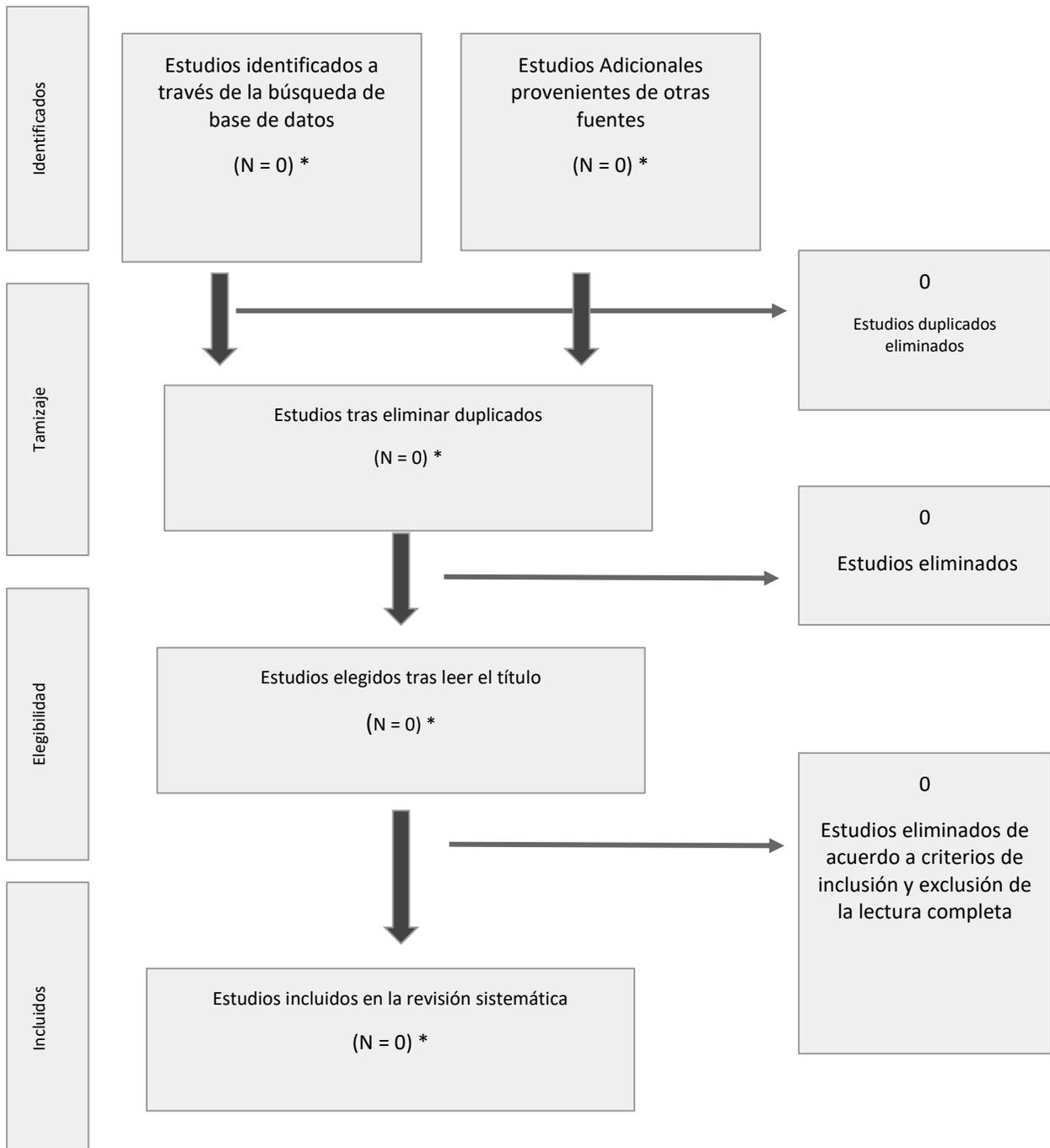
Levantamiento \_\_\_\_\_  
Fractura (grieta o abertura) \_\_\_\_\_

**Identificación del grupo evaluador      Firma:** \_\_\_\_\_

**Nombre y apellido:** \_\_\_\_\_ **C.C.:** \_\_\_\_\_

**Teléfono:** \_\_\_\_\_ **Correo electrónico:** \_\_\_\_\_

### Anexo C Prisma de Cribado de Información



**Anexo D**  
**Consentimiento informado**

Yo, \_\_\_\_\_  
declaro que he sido informado e invitado a participar en una investigación denominada “Evaluación de la resiliencia en la infraestructura indispensable ante un sismo en el municipio de Durania en Norte de Santander”, éste es un proyecto de investigación científica que cuenta con el respaldo de la Universidad. Entiendo que esta investigación busca evaluar la resiliencia de la infraestructura indispensable ante un sismo.

Me han explicado que la información registrada será confidencial, y que los nombres de los participantes serán asociados a un número de serie, esto significa que las respuestas no podrán ser conocidas por otras personas ni tampoco ser identificadas en la fase de publicación de resultados.

Estoy en conocimiento que los datos no me serán entregados y que no habrá retribución por la participación en este estudio, sí que esta información podrá beneficiar de manera indirecta y por lo tanto tiene un beneficio para la sociedad dada la investigación que se está llevando a cabo.

Asimismo, sé que puedo negar la participación o retirarme en cualquier etapa de la investigación, sin expresión de causa ni consecuencias negativas para mí.

Sí. Acepto voluntariamente participar en este estudio y he recibido una copia del presente documento.

Firma participante:

Fecha:



Universidad<sup>®</sup>  
Católica  
de Manizales

VIGILADA MINEDUCACIÓN

*Obra de Iglesia  
de la Congregación*



Hermanas de la Caridad  
*Dominicas de La Presentación*  
de la Santísima Virgen

*Universidad Católica de Manizales*  
Carrera 23 # 60-63 Av. Santander / Manizales - Colombia  
PBX (6)8 93 30 50 - [www.ucm.edu.co](http://www.ucm.edu.co)