

	UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER OCAÑA			
	Documento	Código	Fecha	Revisión
	FORMATO HOJA DE RESUMEN PARA TRABAJO DE GRADO	F-AC-DBL-007	10-04-2012	A
Dependencia	Aprobado	Pág.		
DIVISIÓN DE BIBLIOTECA	SUBDIRECTOR ACADEMICO	1(123)		

RESUMEN – TRABAJO DE GRADO

AUTORES	NATALIA ALEJANDRA ARAUJO CASTILLO, HUBERT DAVID DE LA PEÑA CASTRO		
FACULTAD	FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS Y DEL AMBIENTE		
PLAN DE ESTUDIOS	INGENIERIA AMBIENTAL		
DIRECTOR	JUAN CARLOS RODRIGUEZ OSORIO		
TÍTULO DE LA TESIS	EVALUACIÓN DEL RIESGO POR SOCAVACIÓN DEL RIO TEJO EN EL TRAMO COMPRENDIDO ENTRE EL BARRIO 20 DE JULIO HASTA EL PUENTE DE LA TORCOROMA EN EL MUNICIPIO DE OCAÑA NORTE DE SANTANDER		
RESUMEN (70 palabras aproximadamente)			
<p>EL PRESENTE TRABAJO DE GRADO PRESENTA LOS RESULTADOS CUALITATIVOS DESDE LA SUBJETIVIDAD DE LOS AUTORES, DE UNA EVALUACIÓN DE RIESGO POR SOCAVACIÓN DENTRO DEL MUNICIPIO DE OCAÑA. LOS RESULTADOS SE AJUSTAN A LINEAMIENTOS DE LA GUÍA METODOLÓGICA PARA LA ELABORACIÓN DE PLANES DEPARTAMENTALES PARA LA GESTIÓN DEL RIESGO DE LA LEY 1523/2012, SEGÚN LA CUAL SE DETERMINA EL NIVEL DE AMENAZA, VULNERABILIDAD, PARA CALCULAR EL NIVEL RIESGO DE LA POBLACIÓN.</p>			
CARACTERÍSTICAS			
PÁGINAS: 123	PLANOS:	ILUSTRACIONES:	CD-ROM: 1



**EVALUACIÓN DEL RIESGO POR SOCAVACIÓN DEL RIO TEJO, EN EL TRAMO
DEL BARRIO 20 DE JULIO HASTA PUENTE DE LA TORCOROMA EN EL
MUNICIPIO DE OCAÑA-NORTE DE SANTANDER**

AUTORES

Natalia Alejandra Araujo Castillo

Hubert David De La Peña Castro

Trabajo de grado para optar el título de Ingeniero Ambiental

DIRECTOR

Esp. Juan Carlos Rodríguez Osorio

**UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER OCAÑA
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS Y DEL AMBIENTE
INGENIERÍA AMBIENTAL**

Ocaña, Colombia

Febrero, 2020

Índice

Capítulo 1. Evaluación del riesgo por socavación del rio tejo, en el tramo del barrio 20 de julio hasta puente de la Torcoroma en el municipio de Ocaña-norte de Santander	1
1.1 Problema de investigación	1
1.2 Planteamiento del problema	1
1.3 Formulación del problema	2
1.4 Objetivos	2
1.4.1 General.	2
1.4.2 Específicos	2
1.5 Justificación.....	3
1.6 Delimitaciones.....	4
1.6.1 Delimitación Conceptual.....	4
1.6.2 Delimitación Geográfica	4
1.6.3 Delimitación Temporal	4
1.6.4 Delimitación Operativa.	4
 Capítulo 2. Marco referencial.....	 6
2.1 Antecedentes	6
2.2 Marco Histórico	7
2.3 Marco Contextual.....	10
2.4 Marco Conceptual	11
2.5 Marco teórico	17
2.6 Marco Legal	18
 Capítulo 3. Diseño metodológico	 21
3.1 Tipo de investigación	21
3.2 Población.....	25
3.3. Muestra.....	25
3.4 Recolección de la información.....	25
3.5 Análisis de la información	28
3.6 Administración del proyecto	34
Recursos Humanos.....	34
Recursos Institucionales.....	35

3.7 Cronograma de actividades	37
Capítulo 4. Presentación de resultados	38
4.1 Desarrollo de las actividades del primer objetivo	38
4.1.1. Objetivo 1	38
4.1.2. Objetivo 2	67
4.1.3. Objetivo 3	90
5. Conclusiones	91
6. Recomendaciones	92
7. Referencias.....	93
8. Apéndices	97
Apéndice A. Mapa de amenazas y vulnerabilidad del municipio de Ocaña-Norte de Santander.....	97
Apéndice B. Modelo de encuesta.....	98
Apéndice C. Encuesta diligenciada.....	100
Apéndice D. Evidencia fotográfica de la realización de las encuestas	104
Apéndice E. Soporte fotográfico de verificación en campo.....	107

Lista de tablas

Tabla 1. Antecedentes de riesgo.....	27
Tabla 2. Frecuencia	28
Tabla 3. Intensidad	29
Tabla 4. Territorio Afectado.....	30
Tabla 5. Vulnerabilidad social	31
Tabla 6. Vulnerabilidad ambiental	32
Tabla 7. Vulnerabilidad económica	32
Tabla 8. Vulnerabilidad física	33
Tabla 9. Valoración de la vulnerabilidad	34
Tabla 10. Presupuesto del proyecto.....	36
Tabla 11. Historial de socavación	39
Tabla 12. Georreferenciación barrio 20 de Julio.....	53
Tabla 13. Georreferenciación barrio Marabelito.....	54
Tabla 14. Georreferenciación barrio la Modelo	55
Tabla 15. Georreferenciación barrio La Torcoroma	57
Tabla 16. Georreferenciación barrio Juan XXIII	58
Tabla 17. Valoración de la Frecuencia.....	61
Tabla 18. Valoración de la Intensidad.....	62
Tabla 19. Territorio afectado por socavación.....	62
Tabla 20. Número de viviendas con sus respectivas coordenadas	65
Tabla 21. Valoración del territorio afectado	66
Tabla 22. Valoración y calificación de la amenaza por socavación.....	67

Tabla 23. Antigüedad de la vivienda.....	68
Tabla 24. Estado de la vivienda	71
Tabla 25. Tipo de vegetación	74
Tabla 26. Vulnerabilidad física	75
Tabla 27. Desplazamiento	77
Tabla 28. Asistencia escolar	80
Tabla 29. Vulnerabilidad económica	82
Tabla 30. Vulnerabilidad ambiental	84
Tabla 31. Situación de emergencia atendida por CMGRD.....	87
Tabla 32. Vulnerabilidad social	88
Tabla 33. Valoración y calificación de la vulnerabilidad por socavación.....	89

Lista de figuras

Figura 1. Delimitación del Rio Tejo.	5
Figura 2. Sector del área objeto de estudio.	10
Figura 3. Tres conceptos fundamentales en la Gestión del Riesgo.....	16
Figura 4. Matriz amenaza/Vulnerabilidad.....	24
Figura 5. Fases del proyecto.....	24
Figura 6. Cronograma de actividades.....	37
Figura 7. Temperatura máxima y mínima promedio en Ocaña	41
Figura 8. Porcentaje de precipitación en Ocaña.....	42
Figura 9. Socavación Barrio 20 de Julio	43
Figura 10. Socavación Barrio 20 de Julio.	43
Figura 11. Socavación Barrio Marabelito.	44
Figura 12. Socavación Barrio Marabelito.	44
Figura 13. Socavación Barrio La Modelo	45
Figura 14. Socavación Barrio La Modelo	45
Figura 15. Socavación barrio Juan XXIII.	46
Figura 16. Socavación Barrio La Torcoroma.....	47
Figura 17. Socavación Barrio La Torcoroma.....	47
Figura 18. Pendiente del Talud N°1	48
Figura 19. Pendiente del talud N°2.	49
Figura 20. Pendiente del Talud N°3.....	50
Figura 21. Pendiente del Talud N°4.....	51
Figura 22. Evidencia fotográfica de programa Open Camera.....	52

Figura 23. Delimitación tramo objeto de estudio.....	58
Figura 24. Georreferenciación edificaciones socavadas	59
Figura 25. Porcentaje de territorio afectado por socavación.....	63
Figura 26. Nivel de afectación del territorio	64
Figura 27. Gráfico de antigüedad de las vivienda.....	68
Figura 28. Promedio de Antigüedad de los barrios encuestados, en años.	69
Figura 29. Material de construcción de las viviendas- Paredes	69
Figura 30. Material de construcción de las viviendas- Techo.....	70
Figura 31. Material de construcción de las viviendas- Cimientos	70
Figura 32. Material de construcción de las viviendas- Piso.....	71
Figura 33. Grafico del estado de las viviendas encuestas	72
Figura 34. Porcentaje de población en situación de desplazamiento	77
Figura 35. Nivel de ingresos	78
Figura 36. Régimen de salud.....	78
Figura 37. Cobertura en servicios públicos.....	79
Figura 38. Porcentaje de asistencia escolar.....	80
Figura 39. Nuevas construcciones con invasión de la ronda hídrica	85
Figura 40. Interrelación Amenaza/Vulnerabilidad.....	90

Capítulo 1. Evaluación del riesgo por socavación del río tejo, en el tramo del barrio 20 de julio hasta puente de la Torcoroma en el municipio de Ocaña-norte de Santander

1.1 Problema de investigación

Socavación por el río Tejo como amenaza de riesgo en el sector comprendido en el tramo desde el barrio 20 de julio hasta puente de la Torcoroma

1.2 Planteamiento del problema

Los problemas de socavación en los cauces de los ríos, son originados en su mayoría y principalmente debido a la fuerza del flujo de agua que arrastra a su paso material granular, restos vegetales, y montículos de arena que se acumulan a lo largo del tramo en el lecho del río, aunque este fenómeno ocurre de manera natural, la presencia de estructuras ubicadas en su trayectoria hace que esto se torne un problema ocasionando no solamente la degradación del terreno, sino también, la inestabilidad del mismo.

Durante las últimas décadas las actividades del hombre han alterado y modificado constantemente la estructura de estos ecosistemas, y un claro ejemplo de esto se ve evidenciado en Colombia, país donde las poblaciones invaden la ronda hídrica de protección que estipula el estado con el fin de mantener la correcta dinámica fluvial, factores geomorfológicos, geológicos, hidráulicos e hidrológicos de los ríos, así como la seguridad de la población. Siendo este motivo de gran relevancia al momento de considerar los efectos de la socavación, en el municipio de Ocaña específicamente en el tramo comprendido entre el barrio 20 de Julio y el puente de La Torcoroma, el aumento de los niveles de agua en épocas de lluvia extiende la profundidad de

erosión del terreno afectando las viviendas que se encuentran ubicadas dentro del perímetro del cauce, exponiéndolas a un alto riesgo, amenaza y vulnerabilidad ante estas consideraciones.

Sumado a esto los fenómenos por socavación se han intensificado especialmente en los últimos años; el incremento del régimen hídrico y térmico por la presencia de fenómenos como el “niño” y la “niña”, conllevó a la presencia de lluvias excesivas, se registraron lluvias por encima de lo normal que prácticamente eliminaron la temporada seca de mitad de año, elevando los niveles en los ríos que atraviesan el municipio de Ocaña y exponiendo la infraestructura y la integridad de quienes allí habitan, así mismo, la morfología del río juega un papel importante al momento de determinar factores que inciden en la socavación debida a que la presencia de estrechamientos, curvas en el cauce y estructuras cercanas a la corriente del río intensifican los procesos de socavación al nivel del río.

1.3 Formulación del problema

¿Cuál es el nivel de riesgo por socavación del río Tejo, en el tramo el barrio 20 de Julio y el puente de La Torcoroma en el municipio de Ocaña-Norte de Santander?

1.4 Objetivos

1.4.1 General. Evaluar el riesgo por socavación del río Tejo en el tramo el barrio 20 de Julio hasta el puente de La Torcoroma en el municipio de Ocaña-Norte de Santander

1.4.2 Específicos. Se formularon los siguientes:

Analizar el origen de las amenazas naturales y antrópicas por socavación en el sitio de estudio.

Evaluar la vulnerabilidad de los elementos físicos, económicos, ambientales y sociales expuestos al riesgo de socavación.

Estimar el nivel de riesgo por socavación en el en el tramo del barrio 20 de Julio hasta el puente de La Torcoroma en el municipio de Ocaña-Norte de Santander

1.5 Justificación

Conocer el riesgo potencial que pueda existir en un sitio determinado permite identificar detalladamente los posibles escenarios de peligro, reducirlo y manejarlo con la mejor alternativa posible, haciendo de éste un componente importante en el marco de la planificación del desarrollo nacional y local (UNGRD, 2015).

Este trabajo de investigación está enfocado a la evaluación de un problema puntual como lo es la socavación, que según las estadísticas afecta gran parte de la población a lo largo y ancho de todo el país no siendo la excepción el municipio de Ocaña, pues según el mapa de zonificación de amenazas y vulnerabilidad, el tramo seleccionado se ubica dentro de la ronda hídrica del Rio Tejo, haciendo susceptible a muchas viviendas y sus habitantes a un inminente riesgo, especialmente en las épocas de fuertes lluvias, donde la velocidad de la corriente del efluente aumenta considerablemente la remoción del terreno adyacente al cauce, por la acción del flujo del agua, generando problemas de inestabilidad que con el tiempo destruyen la infraestructura.(Álvarez, Caicedo, Moreno, 2007)En consonancia con la normatividad vigente, conocer las condiciones de riesgo, la probabilidad de ocurrencia de los eventos, las condiciones de vulnerabilidad que los incrementa (factores climáticos, la topografía, vegetación o tipo de suelo), los criterios para su evaluación, las acciones que se vienen planteando desde el ámbito institucional y académico, permitirá proponer lineamientos y estrategias que conduzcan a una adecuada gestión ante un evento de este tipo. (GONZALES, 2014).

1.6 Delimitaciones

1.6.1 Delimitación Conceptual. Se tiene en cuenta todo tipo de conceptos fundamentales sobre procesos de socavación, tipos de socavación, erosión, ronda hídrica, crecimiento urbanístico, planes de desarrollo municipal y plan básico de ordenamiento territorial. Todo esto fundamentado en la normatividad legal vigente, lo que nos permita el cumplimiento de los conceptos anteriormente mencionados.

1.6.2 Delimitación Geográfica. El proyecto se llevó a cabo en el casco urbano del municipio de Ocaña, específicamente en el tramo comprendido desde el puente del barrio la Torcoroma hasta el barrio 20 de Julio.

1.6.3 Delimitación Temporal. El presente proyecto se llevó a cabo en un tiempo estipulado de cuatro (4) meses, a partir de la presentación del anteproyecto.

1.6.4 Delimitación Operativa. La ejecución de este proyecto está influenciada por diferentes externalidades debido a que se realizó en un sector urbano, donde convergen distintas comunidades y sectores. La realización de este documento sirve de guía a las entidades competentes de gestión del riesgo, alcaldía municipal, la población, Corporación Autónoma Regional (CORPONOR) con el fin de prever algún desastre natural por la socavación que se presenta en la zona de estudio.

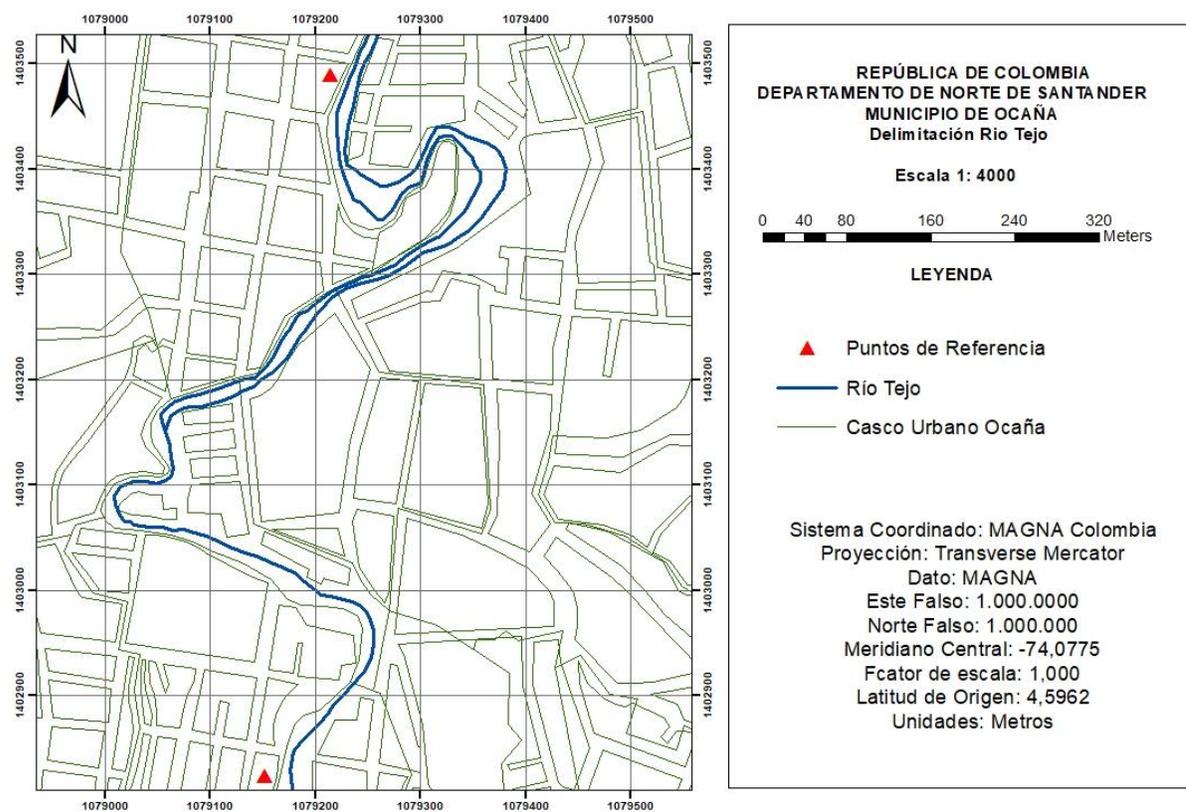


Figura 1. Delimitación del Rio Tejo en el tramo comprendido entre el barrio 20 de julio hasta el puente de la Torcoroma en el municipio de Ocaña-norte de Santander. Realizado con el programa de ArcGIS.
Fuente: Autores del proyecto (2020).

Capítulo 2. Marco referencial

2.1 Antecedentes

El estudio de la socavación es realmente nuevo y se inició con las investigaciones de E.M. Laursen en 1949, pero los procedimientos de diseños de estructuras contra socavación no se iniciaron hasta 1960 y fue hasta 1998 cuando se especificaron procedimientos unificados para el tema de socavación en los diseños de puentes y en los cauces naturales de los ríos por parte de la FHWA en los Estados Unidos (K.V, 2013).

En los últimos años 2000 y 2011 en nuestro país se han presentado grandes desastres naturales debido a los problemas de socavación y erosión del suelo, flujo de lodos material y material grueso arrastrado por avenidas extraordinarias. En su mayoría, estos problemas son provocados por la mala planeación, diseño y construcción de obras y por los asentamientos humanos cercanos al área de influencia del cauce de los ríos (Lopez Pulido, 2013).

Butch (1999) en mediciones de campo encontró que la socavación depende del tiempo de las avenidas. Entre mayor es el tiempo de la creciente mayor es la socavación (Bucht Roman, 1999, pág. 67).

En 2005 en la cuenca del río Taraza en Antioquia, se presentaron cuatro (4) procesos morfodinámicos que fueron: la socavación de cauces, la erosión superficial, la remoción en masa y la inundación, las cuales se han separado por grados, alta, media y baja, asignando los colores rojo, naranja y amarillo, respectivamente, para efectos de su clara delimitación a nivel cartográfico. Todos estos implicarían algún tipo de amenaza dentro de la población cercana a la cuenca del río Taraza (CORANTIOQUIA, 2005).

Por su parte Villota (1991) anota que una corriente se mueve en todo meandro en un patrón de flujo helicoidal con una considerable elevación de la superficie del agua contra la orilla externa o cóncava determinada por la fuerza centrífuga; de esta forma, en cada curva se originan dos componentes de la corriente, uno de velocidad aguas abajo que arremete con fuerza contra la orilla externa, y otro más débil que se dirige hacia la interna. El movimiento así descrito genera la socavación, desplome y erosión de la parte exterior del meandro y la deposición en la parte interior, deposición que tendrá lugar en la orilla interna del siguiente meandro (Villota Tapias, 1991).

La erosión y socavación ha existido siempre porque es el resultado ineluctable del contacto entre las capas superficiales de la corteza terrestre con los 3 grandes conjuntos formados por la atmósfera, la biosfera y la hidrósfera. Es un fenómeno dinámico cuya intensidad puede variar desde un ritmo normal hasta el más acelerado. Sin duda alguna, el hombre, al cambiar las características de la cobertura vegetal, en particular para fines agrícolas, puede convertirse en el principal factor de variaciones de intensidades de la erosión y en el caso particular de la socavación, en función del carácter conservacionista o erosivo de los cultivos y prácticas agrícolas, desvió de cauces de ríos para estas prácticas empleadas (Noni, 2000).

2.2 Marco Histórico

En Colombia y el mundo existen diversos estudios y metodologías para evaluar la socavación en lechos de ríos y construcciones civiles (Puentes), sus enfoques son en algunos casos numéricos y en otros casos se desarrollan a partir de metodologías de evaluación en campo.

En Estados Unidos surgió un proyecto basado en una metodología por fases, que pretendía mejorar la obtención de resultados de susceptibilidad y riesgo a partir de un método de

priorización, basado en algoritmos matemáticos para la evaluación de la socavación (Vega Castillo & Giraldo Arenas , 2013, pág. 198).

En Canadá en 2004, se instauró un manual de diseño hidráulico para puentes el cual abarca temas de tipologías de ríos, tipos de materiales del lecho y se enfoca en la construcción de estructuras que eviten los fenómenos de socavación, tiene un fuerte componente probabilístico para la priorización de puentes afectados y lechos de ríos por la socavación e involucra la hidrología de la zona como recolección de información prioritaria (Vega Castillo & Giraldo Arenas , 2013).

Australia 1994, manual de diseño hidráulico para puentes, con un importante componente numérico basado en la teoría de diseño de canales abiertos y factores de rugosidad, posee información acerca de factores de manning para diseñar adecuadamente puentes que estén resguardados para fenómenos de socavación (Vega Castillo & Giraldo Arenas , 2013, pág. 198).

Nueva Zelanda 2004, este reporte tiene como objetivo desarrollar una validación del estado de los puentes y laderas a través de una metodología de inspección visual, la cual tiene como objetivo principal la priorización del problema de socavación basado en una metodología de calificación de las laderas y construcciones civiles obtenida en base a una serie de registro y a una serie de puntajes dadas por la selección de distintos parámetros los cuales darán un puntaje final y serán de gran ayuda a la hora de toma de decisiones (Vega Castillo & Giraldo Arenas , 2013).

En Suecia 1982, Este Reporte tiene como objetivo realizar una aproximación más practica a los métodos de evaluación de socavación, posee un fuerte componente numérico y cálculos

matemáticos basados en la teoría de flujo libre y turbulencia alrededor de laderas de ríos meandros (Vega Castillo & Giraldo Arenas , 2013, pág. 198).

Japón 2000, surge una metodología desarrollada la cual se basa en instrumentación de las laderas de los ríos a partir de un bote controlado a distancia el cual posee equipos de sonar los cuales pueden representar en tiempo real y con una alta exactitud el lecho del río a manera de poder establecer la situación actual y posible comportamiento del fenómeno de socavación, posee un aplicativo informático que analiza a partir de telemetría los datos hidráulicos del medio en el que esta y los relaciona con la forma y conformación del lecho del río para arrojar conclusiones acerca del futuro comportamiento del lecho del río y la posible susceptibilidad de socavación (Villota Tapias, 1991).

Rusia 2005, Documento que investiga el proceso de socavación generado cuando bloques de hielo se desplazan entre los lechos de los ríos, generando una modificación en el lecho del canal, la velocidad, capacidad de erosión y la susceptibilidad a la socavación (Vega Castillo & Giraldo Arenas , 2013, pág. 198)

Colombia 1998, establece estudios enfocados al análisis de tipos de socavación puntuales, prevención y control de la misma a partir de formulaciones matemáticas y conocimientos hidráulicos del comportamiento de las laderas y la influencia del material del lecho del canal en la susceptibilidad de la socavación (Vega Castillo & Giraldo Arenas , 2013, pág. 198).

Reseña histórica del río Tejo Ocaña

La mención más antigua que hay hasta ahora sobre el río Tejo, se encuentra en el archivo histórico de Ocaña (AHO), en el contrato que don Gonzalo de Orta celebró con el cabildo de Ocaña para sacar agua del río y llevarla a la plaza de la ciudad. El río tejo denominado

antiguamente río grande, fue el recurso hídrico más importante para todos los Ocañeros desde la fundación de la ciudad hasta bien entrada la década de 1960. Este río recorre la ciudad desde sur a norte, y hoy presenta graves problemas de contaminación por vertimientos en su cauce de aguas residuales a partir del sector de la pradera. Con el crecimiento desordenado de la ciudad, a partir de 1963, comenzaron las invasiones y la ocupación de terrenos en los sectores occidentales y norte de la ciudad, y más adelante, en la rivera del río tejo. Desechos orgánicos, aguas residuales, basuras etc., contaminaron poco a poco el fue balneario natural de la ciudad. Fuente de abastecimiento de agua para el consumo humano y motivo de inspiración para poetas y prosistas (Paez García, 2015).

2.3 Marco Contextual

Para el proceso de la obtención, caracterización y realización del diagnóstico, la zona a trabajar está ubicada en el casco urbano del municipio de Ocaña, específicamente en los sectores correspondientes al puente del barrio la Torcoroma y el barrio 20 de Julio las coordenadas de los sectores mencionados son las siguientes. Barrio 20 de Julio $8^{\circ}14'47.21''N - 73^{\circ}21'27.64''O$, hasta el puente del barrio la Torcoroma $8^{\circ}14'17.90''N - 73^{\circ}21'31.65''O$.

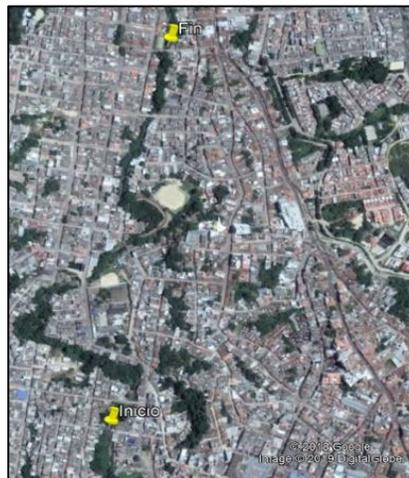


Figura 2. Sector del área objeto de estudio. Fuente: Google Earth (2019).

2.4 Marco Conceptual

2.4.1 Concepto de socavación. La socavación consiste en la profundización del nivel del fondo del cauce de una corriente causada por el aumento del nivel de agua en las avenidas, modificaciones en la morfología del cauce o por la construcción de estructuras en el cauce como puentes, espigones, viviendas etc.

La socavación comprende el levantamiento y transporte de los materiales del lecho del río en el momento de una avenida o creciente, o por la construcción de una obra dentro del cauce. Debe diferenciarse la socavación de la erosión no recuperable en el sentido de que después de que pase la avenida o se elimine la causa de la socavación en procesos posteriores, comúnmente se vuelven a depositar sedimentos en un proceso cíclico, y se puede recuperar el nivel del fondo del cauce. La socavación está controlada por las características hidráulicas del cauce, las propiedades de los sedimentos del fondo y la forma y localización de los elementos que la inducen (Toro Herrera, 2012).

Dos formas de socavación se presentan en un cauce según que haya o no haya movimientos de sedimentos desde aguas arriba, tenemos la: socavación en el lecho móvil y socavación en agua clara.

2.4.2 Tipos de socavación. Se encuentran los siguientes:

2.4.2.1. Socavación lecho móvil. Se presenta cuando hay transporte de sedimentos del lecho desde aguas arribas hasta el sitio de construcción y por lo tanto parte de este sedimento queda atrapado en el hueco de socavación. En este caso, la socavación alcanza equilibrio cuando la cantidad de material que es transportado iguala la cantidad de material que es removido. Se le conoce como socavación de lecho vivo (Toro Herrera, 2012)

2.4.2.2. Socavación en agua clara. Se presenta cuando no hay transporte de sedimentos del lecho desde aguas arriba al sitio de construcción y por lo tanto no hay reabastecimiento del hueco socavado. En este caso, la socavación alcanza el equilibrio cuando el esfuerzo cortante en el lecho es menor que el requerido para el inicio del movimiento de las partículas, o sea cuando el flujo no puede remover más partículas del hueco formado (Toro Herrera, 2012).

2.4.2.3. Socavación general. La socavación general, también conocida como socavación normal, consiste en una disminución generalizada del fondo por el aumento del arrastre de sedimentos debido al incremento de la capacidad de flujo (crecidas). La socavación del fondo se produce debido a un desequilibrio entre el aporte sólido que transporta el agua a una sección y el material removido (Galiano, 2015).

2.4.2.4. Socavación Local. La socavación local se produce debido a la presencia de estrechamientos, curvas o estructuras en la corriente de un río, lo que provoca un aumento en la intensidad del flujo capaz de remover el material del lecho. Este tipo de socavación afecta a una zona limitada, caracterizada por una fuerte turbulencia con desarrollo de remolinos y vórtices inducidos por la obstrucción al paso del agua (Galiano, 2015).

2.4.3. Parámetros que influyen en la socavación. Los factores que influyen en la socavación general y local, en un río son de origen geomorfológico, hidrológico, hidráulico y sedimentológico. Entre los principales factores geomorfológicos que influyen en la socavación están:

1. Las condiciones de borde (vegetación y tipo de suelo), alineación en planta, sección transversal (ancho del cauce), ubicación del río y topografía (pendiente longitudinal y pendiente de las laderas). Estos factores influyen en mayor medida en el caso de la socavación general, que en la socavación local.
2. Las principales variables hidrológicas son la precipitación, la duración y la frecuencia de la crecida.
3. Las variables hidráulicas que influyen en la socavación son: el calado, la viscosidad, tensión tangencial, velocidades (velocidad de caída, velocidad media del flujo y velocidad crítica) y el caudal.
4. Las variables sedimentológicas que influyen en la socavación son: tipo de sedimento, tamaño de las partículas y el caudal sólido.

En el caso de la socavación general, las principales variables que influyen en la profundidad de socavación son el caudal (directamente) y el tamaño del material del lecho (inversamente). En el caso particular de la socavación local, los factores principales que influyen según el tipo de estructura son los siguientes (Galiano, 2015).

Estrechamientos: El grado de contracción.

Curvas: El radio de curvatura y el ancho del cauce.

2.4.4. Ronda de ríos. Según el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible define una ronda hídrica o hidráulica como un área de especial importancia ecológica de dominio público inalienable, imprescriptible e inembargables que juegan un papel fundamental desde el punto de vista ambiental. Según La Guía para el Acotamiento de las Rondas hídricas de los Cuerpos Agua de acuerdo a lo establecido en el artículo 206 de la ley 1450 de 2011 también se detalla como: "zonas o franjas de terreno aledañas a los cuerpos de agua que tienen como fin permitir el normal funcionamiento de las dinámicas hidrológicas, geomorfológicas y ecosistémicas propias de dichos cuerpos de agua" (CORTOLIMA, 2017).

2.4.5. Erosión lateral y longitudinal del cauce. La erosión lateral del cauce principal de la corriente ocurre dentro de las zonas bajas inundables y puede afectar la estabilidad de pilas, estribos, laderas de ríos y las zonas de aproximación, o alterar la socavación total al cambiar el ángulo de ataque del flujo sobre las estructuras. Un ejemplo de erosión lateral de la corriente se presenta en las curvas en que la capacidad de arrastre de los sólidos es mayor en la parte externa que en la parte interna lo que tiene gran influencia sobre la erosión de la corriente (Universidad de la Cuenca , La socavación, 2012).

2.4.6. Erosión de orillas. El movimiento de la corriente de agua que circula por el río produce el desprendimiento y posterior transporte de los materiales que conforman su perímetro mojado, el cual puede ser definido como aquella porción de la sección transversal que queda en contacto con el agua. De forma general, en un río pueden tenerse dos tipos de erosión, una lateral que amplía su ancho y una vertical que produce la profundización del cauce. El control de la erosión en corrientes de agua debe de tener en cuenta ambas situaciones, pudiendo realizar la desviación de los flujos sobre las áreas más vulnerables, o mejorar las características de resistencia del perímetro mojado a la acción del agua (Freire & Ruilova, La socavación, 2013).

2.4.7. Causas Antrópicas. Las acciones antrópicas son conocidas como el conjunto de procesos de alteración del relieve por acción del hombre, es decir la construcción de obras que modifican de forma positiva o negativa el entorno natural. En la construcción de puentes en ríos, asentamientos humanos, viviendas o cualquier otra estructura (presas, diques, etc.) son actividades que causan la alteración del entorno físico inicial, y darán una nueva condición a este entorno. Para el caso de la socavación la construcción de estas estructuras. Esto agravado con las actividades realizadas por el hombre que en menor grado afecta a los procesos de socavación (Freire & Ruilova, La socavación, 2013). A continuación, se presentan algunas de las actividades antrópicas que influyen en los procesos fluviales como son:

- Construcción de obras hidráulicas como presas, diques, espolones, puentes, corte artificial de meandros, revestimientos del cauce.
- Actividades de minería en la cuenca pueden generar la producción de sedimentos que al ser conducidos al cauce aumentan las posibilidades de degradación.
- Cambios en la aptitud de uso del suelo; por ejemplo, zonas agrícolas pasan a ser urbanas, cambios inapropiados de cultivos.

2.4.8. El Plan Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres de Colombia. Es el instrumento del Sistema Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres creado por la Ley 1523, que define los objetivos, programas, acciones, responsables y presupuestos, mediante las cuales se ejecutan los procesos de conocimiento del riesgo, reducción del riesgo y manejo de desastres en el marco de la planificación del desarrollo nacional (PNGRD, 2015, pág. 144).

Dentro los procesos de gestión del riesgo es importante identificar y calificar los factores de riesgo (amenaza y vulnerabilidad), que sirven para poder examinar, conocer las características y generar conclusiones acerca del mismo, con el fin de hacer estimaciones reales de la realidad

de las sociedades, frente al peligro de un fenómeno natural amenazante. Así mismo estos factores deberán ser analizados de forma conjunta, es decir, es imposible estudiar la vulnerabilidad sin analizar la amenaza, y viceversa.

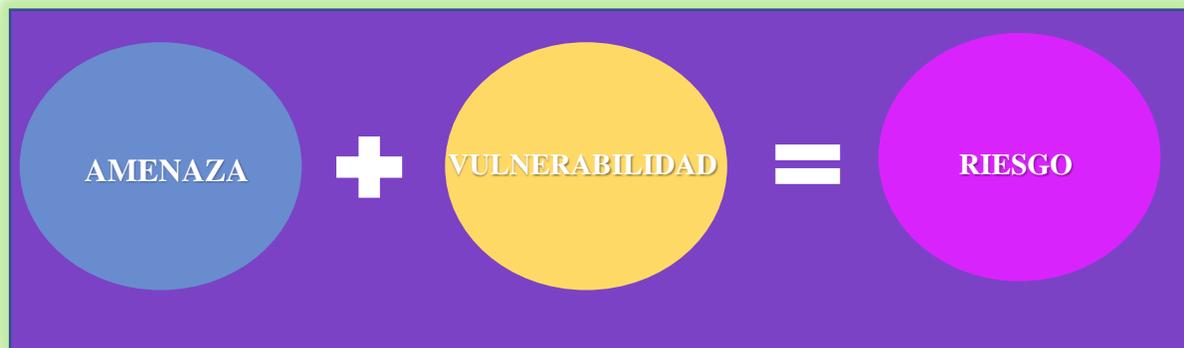


Figura 3. Tres conceptos fundamentales en la Gestión del Riesgo: Amenaza, Vulnerabilidad y Riesgo. Fuente: Guía Metodológica para la elaboración de planes departamentales de Gestión del Riesgo.

2.4.9. Plan de desarrollo municipal del municipio de Ocaña. El Plan de Desarrollo 2016-2019 se formuló teniendo en cuenta el Plan de gobierno inscrito en la campaña política “Llegó la Hora de Ocaña”, además los ejes temáticos como son Equidad Social y Desarrollo Humano, Desarrollo Físico Espacial con calidad de Vida, Desarrollo Socioeconómico, Medio Ambiente y Gestión del Riesgo y Político Administrativo, todos para mejorar las condiciones de vida de todas las personas en los momentos de cursos de vida, siempre mirando al cierre de brechas (Alcaldía Municipal de Ocaña, 2016).

2.4.10. Plan Básico de Ordenamiento Territorial. El Plan Básico de Ordenamiento Territorial - PBOT es el instrumento básico definido en la Ley 388 de 1997, para que los municipios entre 30.000 y 100.000 habitantes planifiquen el ordenamiento del territorio. El PBOT contiene un conjunto de objetivos, políticas, estrategias, metas, programas, actuaciones y normas que orientan el desarrollo físico del territorio y la utilización o usos del suelo. A través del PBOT se ordena el territorio urbano y rural (PBOT , 2015).

2.4.11. Asentamientos Humanos. Entre los hechos que han caracterizado al panorama urbano y habitacional de América Latina y el Caribe en esta década, se debe mencionar en primer lugar la consolidación del proceso de urbanización. Con una población urbana que alcanza el 73.4% del total de sus habitantes, América Latina y el Caribe se sitúa hoy entre las regiones más urbanizadas del planeta. Al mismo tiempo, esta alta urbanización va asociada en los años noventa a un descenso de la tasa de crecimiento de la población urbana, de modo que especialmente las grandes ciudades ya no crecen tan rápidamente como en décadas anteriores (Otava & Simioni, 1998).

2.5 Marco teórico

El efecto del cambio climático mundial ha generado que los eventos de lluvias sean cada vez más extremos, impactando las infraestructuras de las poblaciones. Cuando se presentan precipitaciones y se convierten en escorrentía que llega a los cauces producen el fenómeno de la socavación, ya sea en el mismo cauce. El estudio de la socavación local en laderas de ríos y construcciones es muy importante para garantizar la estabilidad de las estructuras, debido a que el incremento de los caudales producto de precipitaciones extremas aumenta el riesgo de colapso, poniendo en peligro la integridad de las comunidades. Por esta razón, diversos investigadores han estudiado durante décadas este fenómeno, generando una gran cantidad de metodologías

para el cálculo de la socavación, pero con diferentes resultados, sin lograr una solución universal al problema. Esta investigación pretende aportar al estudio de la socavación local en pilas de puentes recomendando las metodologías que mejor se ajusten al modelo experimental implementado y, a su vez, proponiendo una nueva metodología para su estimación (Cañas Ramos, 2018)

Ahora bien, las variables que inciden directa o indirectamente en el fenómeno de la socavación lo convierten en un evento natural difícil de predecir y cuantificar. Existe muchas variables que inciden en la socavación local en las laderas de los ríos, algunas de ellas tienen mayor o menor incidencia en la generación del fenómeno en estudio. En la bibliografía sobre el tema se han podido establecer cuatro grandes grupos de variables que determinan, de manera causal, la aparición de la socavación de laderas y lechos de ríos (Cañas Ramos, 2018).

Variables hidráulicas - Velocidad media de la corriente - Distribución de velocidades. Los factores que inciden en la generación de la socavación general y local son de tipo geomorfológico (vegetación, tipo de suelo en el borde, sinuosidad, ancho del cauce, pendiente longitudinal y pendiente de las laderas. Estos factores influyen más en la socavación general que en la local), hidrológico (precipitación, duración y frecuencia de la crecida), hidráulico (viscosidad, tensión tangencial, velocidad de caída, velocidad media del flujo, velocidad crítica y caudal) y sedimentológico (tipo de sedimento, tamaño de las partículas y caudal sólido) (Cañas Ramos, 2018).

2.6 Marco Legal

Ley 1523 del 2012

Por la cual se adopta la política nacional de gestión del riesgo de desastres y se establece el Sistema Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres y se dictan otras disposiciones

Guía Metodológica para la elaboración de Planes Departamentales para la Gestión del Riesgo

Con esta guía se pretende proveer a las autoridades departamentales con lineamientos y recomendaciones necesarias para la elaboración de los planes departamentales de gestión del riesgo – PDGR- de acuerdo con los requerimientos establecidos en la Ley 1523 del Sistema Nacional de Gestión del Riesgo.

Constitución Política de Colombia de 1991

Artículo 79. Todas las personas tienen derecho a gozar de un ambiente sano. La ley garantizará la participación de la comunidad en las decisiones que puedan afectarlo. Es deber del Estado proteger la diversidad e integridad del ambiente

Artículo 80. El Estado planificará el manejo y aprovechamiento de los recursos naturales para garantizar su desarrollo sostenible, su conservación o sustitución. Además, deberá prevenir y controlar los factores de deterioro ambiental, imponer las sanciones legales y exigir la reparación de los daños causados.

Decreto ley 2811 del 1974. Por el cual se dicta el Código Nacional de Recursos Naturales Renovables y de Protección al Medio Ambiente. En el artículo 8. Factores que deterioran el ambiente (Ministerio del Medio Ambiente, 1974, pág. 122)

Decreto 2245 del 2017. "Por el cual se reglamenta el artículo 206 de la Ley 1450 de 2011 y se adiciona una sección al Decreto 1076 de 2015, Decreto Único Reglamentario del Sector Ambiente y Desarrollo Sostenible, en lo relacionado con el acotamiento de rondas hídricas" (MiAmbiente, 2017, pág. 67)

Decreto 1077 del 2015. Por el cual se expide el Decreto Único Reglamentario del Sector Vivienda, Ciudad y Territorio. En la subsección 3 donde se enmarca la incorporación del riesgo en el ordenamiento territorial (MinVivienda, 2015)

Permiso ANLA (Socavación de cauce) Degradación de un cauce como resultado de la erosión (Agencia Nacional de Licencia Ambiental, 2019, pág. 12).

Ley 1176 de 2007 Define la nueva estructura del sistema general de participaciones, define las competencias de las entidades territoriales en materia de agua potable y saneamiento y los criterios para la distribución y destinación de recursos (DNP, 2019, pág. 22).

Ley 388 de 1997 Establece los mecanismos que permiten al municipio, en ejercicio de su autonomía promover el ordenamiento de su territorio el uso equitativo y racional del suelo, la preservación y defensa del patrimonio ecológico y cultural localizado en su ámbito territorial y la prevención de desastres en asentamientos de alto riesgo, así como en la ejecución de acciones urbanísticas eficientes (DNP, 2019).

Capítulo 3. Diseño metodológico

3.1 Tipo de investigación

Dado el tipo de estudio y los objetivos planteados al inicio de este trabajo la metodología a realizar es Cualitativa, ya que se propone una evaluación del riesgo por amenaza de socavación del Rio Tejo, en el tramo comprendido entre el barrio 20 de Julio y el Puente de la Torcoroma de Ocaña-Norte de - buscando conocer el nivel de riesgo en el marco de la planificación del desarrollo local.

El desarrollo del trabajo de grado se centró en la metodología cualitativa con un alcance descriptivo y exploratorio que consiste en llegar a conocer las situaciones, costumbres y actitudes predominantes a través de la descripción exacta de las actividades, objetos, procesos y personas. Su meta no se limita a la recolección de datos, sino a la predicción e identificación de las relaciones que existen entre dos o más variables (J. Meyer, 2006).

Para la realización del proyecto se tuvieron en cuenta documentos municipales, ordenamiento territorial, asentamientos de los barrios circundantes a la ronda del río Tejo, la población que se encuentra allí, informes sobre gestión del riesgo durante últimos años y matriz de aspectos e impactos ambientales frente a la socavación en el tramo del rio, objeto de estudio.

Fases

La evaluación de riesgo se llevó a cabo mediante 3 fases de acuerdo a la metodología utilizada para el desarrollo del proyecto, la cual es la establecida mediante la Guía Metodológica para la Elaboración de Planes Departamentales para la Gestión del Riesgo de la Unidad Nacional Para la Gestión del Riesgo y Desastres (UNGRD), ajustada al fenómeno de socavación, así:

Fase 1. Esta fase corresponde a la valoración y análisis de la amenaza.

Inicialmente se llevó a cabo una investigación preliminar para identificar el origen de las amenazas naturales y antrópicas por socavación del río Tejo en el sitio de estudio; por medio de visitas oculares, registros fotográficos, documentación (casi inexistente) y recolección de información primaria que se hizo a través de encuestas a la comunidad.

Una vez adquirida la información necesaria, el siguiente paso es describir, valorar y calificar las amenazas, que se realizó con la identificación de la frecuencia e intensidad de los eventos, así como el territorio afectado.

- ✓ Frecuencia: Indica cada cuanto se presentan los fenómenos amenazantes, es decir, se establece una periodicidad teniendo en cuenta la descripción de cada evento, dándole un valor y finalmente una clasificación.
- ✓ Intensidad: Describe la severidad de la afectación por la ocurrencia del evento.
- ✓ Territorio afectado: Esta variable determina el porcentaje de espacio que está siendo afectado dentro del área del estudio, con el fin de determinar que porción de este amenazada por la socavación.

Luego de valorar estos principios, se calcula el valor de la amenaza, utilizando la siguiente fórmula:

$$\mathbf{Amenaza (A) = Intensidad(I) + Frecuencia (F) + Territorio afectado (T)}$$

Ecuación 1. Fórmula para el cálculo de la Amenaza (A).

El valor obtenido de la amenaza es el que indica si ésta es alta, media o baja y permite generar un análisis correspondiente al resultado.

Fase 2. La segunda fase valora la vulnerabilidad.

El primer paso es la identificación de los elementos físicos, económicos, ambientales y sociales expuestos al riesgo de socavación, de esta manera se caracterizó cada uno de ellos, teniendo en cuenta lo siguiente:

- Factores físicos: Engloba lo relacionado con la infraestructura existente (Antigüedad, tipo de material y estado actual de los mismos), y su localización dentro del sitio de estudio.
- Factores ambientales: Hace referencia a la manera de las comunidades de aprovechar los recursos y como se debilitan estas así mismas y a su entorno, de igual forma la capacidad que tiene el mismo de absorber cualquier evento amenazante.
- Factores económicos: Corresponde al nivel económico de la población objeto de estudio, identificando su calidad de vida (pobreza o riqueza).
- Factores sociales: Comprende temas políticos, organizacionales, institucionales, culturales y educativos que se desarrollan dentro de la población, así como también lo relacionado con proceso histórico y actual.

El cálculo de la vulnerabilidad se forma en base a lo anterior, conjugando cada variable en una matriz, de la cual se obtiene un resultado numérico que es la calificación para obtener el valor de este componente.

Fase 3. Calificación del nivel de riesgo.

Hecho el análisis de las amenazas dentro del sector seleccionado y evaluando la vulnerabilidad de la sociedad a éstas, el nivel de riesgo se estimó con la información obtenida de las fases anteriores, por medio de la interrelación de ambos componentes.

Nota: Aunque existen diferentes métodos (analítico o matemático y el descriptivo), para este estudio se utilizó el método descriptivo, que consiste básicamente en el uso de la matriz (Figura 4), donde se interrelacionan Amenaza y Vulnerabilidad para estimar el riesgo:

Amenaza Alta	Riesgo Medio	Riesgo Alto	Riesgo Alto
Amenaza Media	Riesgo Bajo	Riesgo Medio	Riesgo Alto
Amenaza Baja	Riesgo Bajo	Riesgo Bajo	Riesgo Medio
	Vulnerabilidad Baja	Vulnerabilidad Media	Vulnerabilidad Alta

Figura 4. Matriz amenaza/Vulnerabilidad. **Fuente:** (Ospina Amado & Gonzales, 2018)

El nivel de riesgo es el resultado final, el cual puede ser: Alto, medio o bajo según sea la situación.

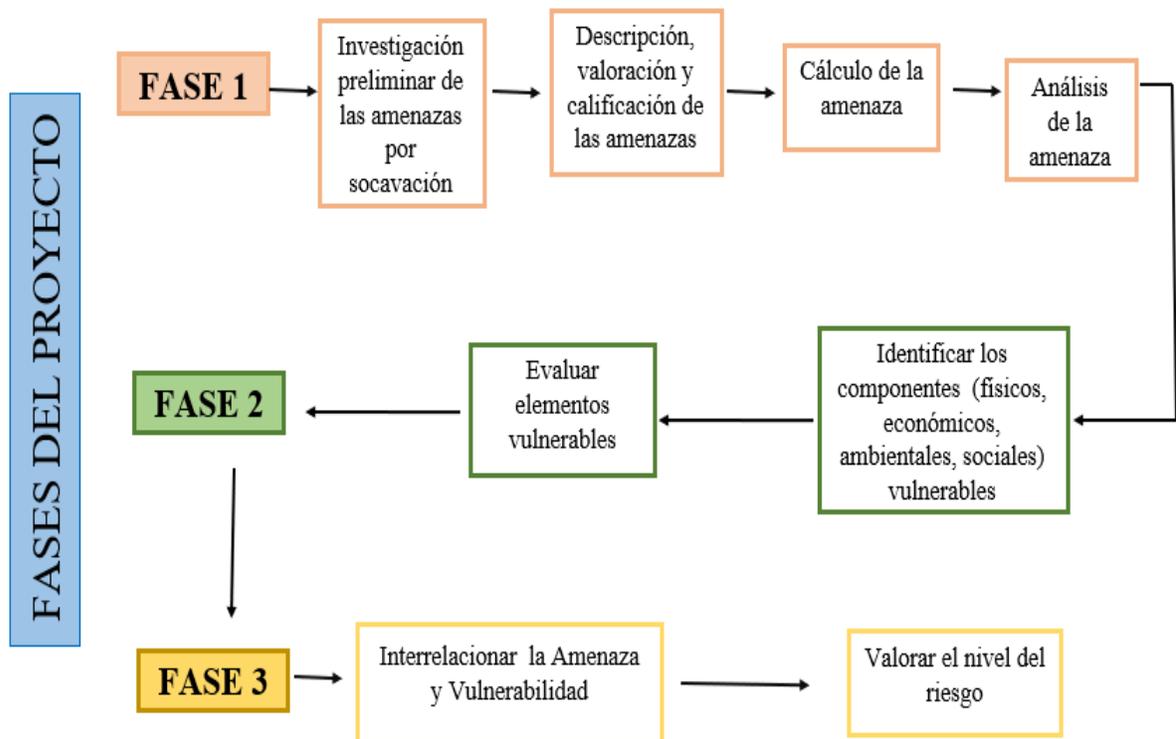


Figura 5. Fases del proyecto. Fuente: Autores del proyecto (2020).

3.2 Población

La población en este caso hace referencia a los barrios que hacen parte del cauce del río tejo que va desde el barrio 20 de Julio hasta el puente del barrio la Torcoroma y que están en contacto directo con la ronda del río debido que sus casas quedan a escasos metros.

3.3. Muestra

La muestra objeto de estudio es la comprendida entre el barrio 20 de Julio hasta el puente del Barrio la Torcoroma, específicamente la infraestructura ubicada dentro de la ronda hídrica del río Tejo, que para este tramo cuenta con una longitud de un kilómetro (1km), en donde pasa por los barrios 20 de Julio, Marabelito, La Modelo, La Torcoroma y Juan XXII.

El sector comprendido desde el barrio 20 de Julio hasta el puente del Barrio la Torcoroma consta de alrededor 350 casas, de las cuales aproximadamente 80 se encuentran situadas dentro de la ronda hídrica del Río Tejo que son nuestra muestra representativa.

3.4 Recolección de la información

El estado Colombia en cuanto a temas de riesgo y desastres cuenta con la ley 1523 del 2012 ley por la cual se adopta la Política Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres y se establece el Sistema Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres y se dictan otras disposiciones; una de las funciones de esta política es la de fomentar la apertura de líneas de investigación y formación sobre estas temáticas en las instituciones de educación superior es por eso que con la creación de la presente ley la Unidad Nacional de Gestión del Riesgo de Desastre- UNGRD diseñó la Guía metodológica para la elaboración de planes departamentales para la gestión y evaluación del riesgo, la cual es el instrumento base para el diseño metodológico del presente estudio (1523, 2012).

Dentro del decreto 1077 de 2015, específicamente en su tercera sección, están enmarcados los “escenarios de riesgo” de cada municipio y los estudios que estos deben desarrollar con el fin de reducir los posibles riesgos, de tal manera que esta investigación recurrirá a tales documentos, con el fin de hacer una revisión de la literatura y una identificación de los mismos, en el marco del sitio específico donde se desarrollara; estos son:

- Estudios básicos de amenaza y riesgo que se encuentren incorporados en documentos de ordenamiento territorial: Plan de Ordenamiento Territorial (POT), Plan Básico de Ordenamiento Territorial (PBOT), o Esquemas de Ordenamiento Territorial (EOT)

- Revisión de los mapas de vulnerabilidad y riesgo existentes a nivel municipal
- Datos suministrados por la alcaldía del municipio de Ocaña-Norte de Santander
- Información cartográfica obtenida del IGAC (Instituto Geográfico Agustín Codazzi)
- Sistemas de Información Geográfica
- Sitios web
 - El sitio web de EIRD/NU: www.unisdr.org/eng/country-inform/introduction.htm, que proporciona datos básicos sobre los perfiles de país, mapas sobre desastres y perfiles de amenazas, informes de GRD por país (no siempre actualizados) y puntos de contacto oficiales.

- La base de datos internacional sobre desastres manejada por CRED (www.emdat.net)

- Los sitios web de los puntos focales de GRD y ministerios a nivel nacional.

(Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación, 2009)

Así mismo:

- Revisión de los antecedentes de riesgo registrados en el tramo seleccionado

Tabla 1.*Antecedentes de riesgo*

Fecha y hora	Propietario de la vivienda	Cantidad de personas afectadas	Descripción del evento	Tipo de afectación	Organismo de socorro presente
---------------------	-----------------------------------	---------------------------------------	-------------------------------	---------------------------	--------------------------------------

Nota: Formato para la identificación de antecedentes de riesgos. Fuentes: Autor del proyecto (2020).

Información primaria que se obtendrá de la comunidad

- Visitas técnicas con el fin de recolectar la información: Modelo de encuesta que se va a realizar:

Recolección de información sobre estrategias de afrontamiento del riesgo de desastres a nivel local en el sitio de estudio

3.5 Análisis de la información

Luego de hacer la revisión bibliográfica y la recolección de información necesaria en la comunidad del sitio objeto de estudio, de las condiciones socio-culturales, físico- ambientales, económicas, geográficas, y espacio funcionales, para lo cual se procede al procesamiento de datos, que se hizo por medio de la aplicación de matrices y tablas de valoración de riesgo, que permiten identificar, organizar y determinar cada variable, dándole una calificación a cada impacto, para finalmente estimar el nivel de riesgo, a través de la Guía Metodológica antes mencionada.

Para la calificación de la **Amenaza (A)**, se evaluó cada una de las variables, teniendo ya identificados los impactos, de la siguiente manera:

Frecuencia

Tabla 2. *Frecuencia*

Descripción	Frecuencia		Calificación
	Valor		
Evento que se presenta más de una vez en el año o por lo menos una vez en un periodo de uno a tres años	3		Alta
Evento que se presenta por lo menos una vez en un período de tiempo entre 3 y 5 años.	2		Media
Evento que se presenta al menos una vez en un período de tiempo entre 5 a 20 años	1		Baja

Nota: Frecuencia para la calificación de la amenaza. Fuente: (Ospina Amado & Gonzales, 2018)

Intensidad**Tabla 3.***Intensidad*

Intensidad		
Descripción	Valor	Calificación
Numerosas personas fallecidas, gran cantidad de personas lesionadas, afectación de grandes extensiones del territorio, afectaciones graves en los recursos naturales, suspensión de servicios públicos básicos y de actividades económicas durante varios meses, pérdidas económicas considerables, graves afectaciones en la infraestructura departamental y un gran número de viviendas destruidas.	3	Alta
Pocas personas fallecidas, varias personas lesionadas de mínima gravedad, afectación moderada del territorio, afectación moderada de los recursos naturales, afectaciones en las redes de servicios públicos, suspensión temporal de actividades económicas, afectación moderada en la infraestructura departamental, pocas viviendas destruidas y varias viviendas averiadas.	2	Media
Sin personas fallecidas, muy pocas personas lesionadas de mínima gravedad, mínima afectación en el territorio, sin afectación en las redes de servicios públicos, no hay interrupción en las actividades económicas, sin afectación en infraestructura departamental, no hay destrucción de viviendas, ni viviendas averiadas.	1	Baja

Nota: Calificación de la intensidad. Fuente: (Ospina Amado & Gonzales, 2018)

Territorio afectado**Tabla 4.***Territorio Afectado*

Territorio afectado		
Descripción	Valor	Calificación
Más del 80% de su territorio se encuentra afectado	3	Alta
Entre el 50% y 80% del territorio presenta afectación	2	Media
Entre el 50% y 80% del territorio presenta afectación	1	Baja

Nota: Calificación para territorio afectado. Fuente: (Ospina Amado & Gonzales, 2018)

Luego se calificó la amenaza, haciendo una sumatoria de la intensidad (I) + frecuencia (f) + territorio afectado (T); con el resultado obtenido, se ubica dentro de la tabla de calificación para determinar el valor de ésta y proceder a hacer la indagación pertinente.

Por otra parte, la evaluación de la vulnerabilidad (V) se hizo mediante una caracterización de todos los elementos (social, ambiental, económico, físico) expuestos, por medio de la aplicación de una matriz de valoración que permite estimar el valor de la vulnerabilidad para cada caso, y finalmente mediante la sumatoria de los datos obtenidos se ubica en la siguiente tabla, que determinara el valor de la vulnerabilidad:

Tabla 5.

Vulnerabilidad social

Vulnerabilidad social			
Variable	Valor de la vulnerabilidad		
	Baja	Media	Alta
	1	2	3
Nivel de organización.	Población organizada.	Población medianamente organizada.	Población sin ningún tipo de organización.
Participación.	Participación total de la población.	Escaza participación de la población.	Nula participación de la población.
Grado de relación entre las organizaciones comunitarias y las instituciones.	Fuerte relación entre las organizaciones comunitarias y las instituciones.	Relaciones débiles entre las organizaciones comunitarias y las instituciones.	No existen relaciones entre las organizaciones comunitarias y las instituciones.
Conocimiento comunitario del riesgo.	La población tiene total conocimiento de los riesgos presentes en el territorio y asume su compromiso frente al tema.	La población tiene poco conocimiento de los riesgos presentes y no tiene un compromiso directo frente al tema.	Sin ningún tipo de interés por el tema.

Nota: Calificación de la vulnerabilidad social. Fuente: (Ospina Amado & Gonzales, 2018)

Tabla 6.*Vulnerabilidad ambiental*

Vulnerabilidad ambiental			
Variable	Valor de la vulnerabilidad		
	Baja	Media	Alta
	1	2	3
Condiciones atmosféricas	Niveles de temperatura y/o precipitación promedio normales.	Niveles de temperatura y/o precipitación ligeramente superiores al promedio normal.	Niveles de temperatura y/o precipitación muy superiores al promedio normal.
Condiciones de los recursos ambientales (Rio Tejo).	Nivel de contaminación leve.	Niveles moderados de contaminación.	Incremento acelerado de la contaminación.

Nota: Calificación de vulnerabilidad ambiental. Fuente: (Ospina Amado & Gonzales, 2018)

Tabla 7. Vulnerabilidad económica

Vulnerabilidad económica			
Variable	Valor de la vulnerabilidad		
	Baja	Media	Alta
	1	2	3
Situación de pobreza y seguridad alimentaria.	Población sin pobreza y con seguridad alimentaria.	Población por debajo de la línea de pobreza.	Población en situación de pobreza extrema.
Nivel de ingresos.	Alto Nivel de ingresos.	El nivel de ingresos cubre las necesidades básicas.	Ingresos inferiores para suplir las necesidades básicas.
Acceso a los servicios públicos.	Total cobertura de servicios públicos básicos.	Regular cobertura de los servicios públicos básicos.	Muy escasa cobertura de los servicios públicos básicos.
Accesos al mercado laboral.	La oferta laboral es mayor que la demanda.	La oferta laboral es igual a la demanda.	La oferta laboral es mucho menor que la demanda.

Nota: Calificación vulnerabilidad económica. Fuente: (Ospina Amado & Gonzales, 2018)

Tabla 8.*Vulnerabilidad física*

Variable	Vulnerabilidad física		
	Baja 1	Media 2	Alta 3
Antigüedad de La Edificación.	Menores de 5 años	Entre 6 y 20 años.	Mayor de 20 años.
Materiales de construcción y estado de conservación.	Estructuras con materiales de muy buena calidad, adecuada Técnica constructiva y buen estado de conservación.	Estructuras de madera, concreto, adobe, bloque o acero, sin adecuada técnica constructiva y con un estado de deterioro moderado.	Estructuras de adobe, madera u otros materiales, en estado precario de conservación.
Cumplimiento de la Normatividad Vigente.	Se cumple de forma estricta con las leyes	Se cumple medianamente con las leyes	No se cumple con las leyes.
Características Geológicas y Tipo De Suelo.	Zonas que no presentan problemas de estabilidad, con buena cobertura vegetal	Zonas con indicios de inestabilidad y con poca cobertura vegetal.	Zonas con problemas de estabilidad evidentes, llenos antrópicos y sin cobertura vegetal
Localización de las Edificaciones con respecto a fuentes de agua.	Muy alejada	Medianamente cerca	Muy cerca

Nota: Vulnerabilidad física. Fuente: (Ospina Amado & Gonzales, 2018)

Por ultimo se hizo una estimacion final de la vulnerabiliad, según las determinantes expuestas, dando a ellas un valor final que determinó si ésta era baja, media o alta y se clasificó teniendo en cuenta lo siguiente:

Tabla 9.*Valoración de la vulnerabilidad*

Calificación	Descripción / Características	Intervalo
VB (Vulnerabilidad Baja)	Viviendas asentadas en terrenos seguros, con materiales sismo resistentes, en buen estado de conservación, población con un nivel de ingreso medio y alto, con estudios y cultura de prevención, con cobertura de servicios públicos básicos, con un buen nivel de organización, participación y articulación entre las instituciones y organizaciones existentes.	Alta
VM (Vulnerabilidad Media)	Sectores que presentan inundaciones muy esporádicas, construcciones con materiales de buena calidad, en regular y buen estado de conservación, población con un nivel de ingreso económico medio, cultura de prevención, con cobertura parcial de servicios básicos, con facilidades de acceso para atención de emergencia. Población organizada, con participación de la mayoría, medianamente relacionados e integración parcial entre las instituciones y organizaciones existentes.	Media
VA (Vulnerabilidad Alta)	Edificaciones en materiales precarios, en mal y regular estado de construcción, con procesos de hacinamiento y tugurización. Población de escasos recursos económicos, sin conocimientos y cultura de prevención, cobertura parcial a inexistente de servicios públicos básicos, accesibilidad limitada para atención de emergencias; así como escasa a nula organización, participación y relación entre las instituciones y organizaciones existentes.	Baja

Nota: Valoración de la vulnerabilidad. Fuente: (Ospina Amado & Gonzales, 2018)

Mediante la obtención de los valores de Amenaza (A) y Vulnerabilidad (V), se pudo estimar el nivel de riesgo (Figura 3), que determina de forma clara y concisa la susceptibilidad que tiene la comunidad frente a esta amenaza.

3.6 Administración del proyecto

Recursos Humanos

Para el desarrollo de este trabajo, se contó con el siguiente recurso humano:

Director del Proyecto: Juan Carlos Rodríguez Osorio

Autores del proyecto: Hubert David de la Peña Castro y Natalia Alejandra Araujo Castillo

Recursos Institucionales

Universidad Francisco de Paula Santander Ocaña (UFPSO)

Corporación Autónoma del Norte de Santander

Alcaldía Municipal de Ocaña- Norte de Santander

Recursos Financieros**Tabla 10.***Presupuesto del proyecto*

A	B	C	D
Rubros	Financiados	Contrapartida Ejecutora(s)	Total
Transporte	\$ 80.000		\$ 80.000
1 resma de papel	\$ 46.700	\$ 0	\$ 46.700
Alimentación	\$15.000	\$ 0	\$15.000
Impresiones	\$ 30.000	\$ 0	\$ 30.000
2 pares de botas de caucho	\$ 70.000	\$ 0	\$ 70.000
6 tapa bocas	\$ 3.000	\$ 0	\$ 3.000
2 cascos	\$ 40.000	\$ 0	\$ 40.000
2 lapiceros	\$ 1.400	\$ 0	\$ 1.400
2 pares de botas de seguridad	\$ 160.000	\$ 0	\$ 160.000
Valor total	\$ 446.100	\$ 0	\$446.100

Nota: Costos del proyecto. Fuente: Autores del proyecto (2020).

3.7 Cronograma de actividades

PROYECTO			EVALUACIÓN DEL RIESGO POR SOCAVACIÓN DEL RIO TEJO, EN EL TRAMO DEL BARRIO 20 DE JULIO HASTA EL PUENTE DE LA TORCOROMA EN EL MUNICIPIO DE OCAÑA-NORTE DE SANTANDER															
MES			Mes 1				Mes 2				Mes 3				Mes 4			
SEMANA			1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
FASE 1	Investigación preliminar de las amenazas	Revisión bibliografica	█															
	Identificación de las amenazas por socavacion	Visitas de campo a zonas expuestas	█															
		Realizar encuestas a la comunidad	█	█	█	█	█	█										
		Referenciacion de puntos de interes							█									
	Descripcion, valoracion y calificacion de la amenaza por riesgo de socavacion	Identificar frecuencia								█								
		Determinar la intensidad								█								
		Hallar el porcentaje de territorio afectado								█								
	Análisis de la amenaza	Calculo de la amenaza											█					
		Interpretación de los resultados											█	█	█			
Identificar los componentes (físicos, económicos, ambientales, sociales) vulnerables	Reconocer las variables afectadas por componente											█	█	█				
	Elaboración de matriz y graficos para cada componente															█		
	Evaluar elementos vulnerables	Calificar y determidar la vulnerabilidad según los elementos analizados															█	
FASE 3	Interrelacionar la Amenaza y Vulnerabilidad	Entrelazar los resultados obtenidos de Vulnerabilidad y Amenaza																█
		Ubicar la Vulnerabiliad y Amenaza en la matriz de riesgos																█
	Estimar el nivel del riesgo	Determinar el nivel riesgo																█

Figura 6. Cronograma de actividades. Fuente: Autores del proyecto (2020).

Capítulo 4. Presentación de resultados

Los resultados presentados a continuación obedecen a una evaluación cualitativa que se hizo desde la subjetividad de los autores teniendo en cuenta criterios propios, bajo datos recolectados durante el desarrollo de esta investigación a través de visitas oculares e información de la comunidad que fueron utilizados para este fin.

4.1 Desarrollo de las actividades del primer objetivo

4.1.1. Objetivo 1. Investigación preliminar de las amenazas de origen natural y antrópico por socavación en el tramo seleccionado

Revisión bibliográfica referente a los escenarios de socavación en el tramo del barrio 20 de Julio hasta el puente la Torcoroma.

La información acerca de los escenarios de socavación es obtenida del Plan Municipal de Gestión del Riesgo, específicamente del mapa de amenazas y riesgos, mediante el análisis de los puntos susceptibles en los cuales la margen del río es más cercana a las viviendas e infraestructura que allí se encuentran o puntos donde la incidencia de la acción del río es frecuente. De igual forma, los datos suministrados por la alcaldía del municipio de Ocaña en cabeza del Coordinador del Consejo Municipal para la gestión del riesgo y desastres quien proporciona información importante sobre puntos críticos, los cuales se identificaron como prioritarios dentro del área de estudio; estos datos no se encuentran documentados dentro de los expedientes de la misma debido a que su ocurrencia ha pasado por alto o se han tomado medidas para su corrección de forma oportuna, por lo tanto la mayor parte de la información fue obtenida por datos recopilados de la comunidad, en campo. A continuación, se muestra el historial de eventos ocurridos por socavación:

Tabla 11.*Historial de socavación*

Fecha y hora	Barrio o sector	Cantidad de personas afectadas	Descripción del evento	Tipo de afectación	Organismo de socorro presente
2012	20 de Julio	0 personas afectadas	Instalación de gaviones y obras de contención	La acción del agua sobre el talud trasero de las viviendas ocasiono movimientos en masas que puso en peligro a la población.	
2014	20 de Julio	2 personas, sin muertes ni heridos de gravedad	Información brindada por la nieta de los afectados, quienes fueron atendidos por la misma	Una de las paredes trasera de la casa se desplomó asegurando la nieta que de la vivienda no pudo contener la fuerza del agua. Actualmente la vivienda se encuentra deshabitada.	
2016	Marabelito, Puente Tutelazo	1 persona, sin muertes ni heridos de gravedad	El propietario del local (parqueadero) indica que el talud de su patio en las fuertes épocas de lluvia tiende a desprenderse paulatinamente	El talud del parqueadero que colinda al rio se debilitó a tal punto de que el dueño de este decidiera instalar gaviones con llantas de carros llenadas con tierra para el fortalecimiento del talud.	
2017	20 de Julio	4 personas, sin muertes ni heridos de gravedad	Según la habitante del parqueadero este se encontraba con graves daños por socavación en las bases de este	El parqueadero se encontraba en gran peligro de perdida de terreno por socavación por lo que solicitan a la oficina de gestión del riesgo municipal la instalación de unos gaviones para la protección, solicitud la cual fue atendida por esta dependencia realizando la correspondiente instalación de gaviones	Gestión del riesgo municipal
2019	20 de Julio	3 personas, sin muertes ni heridos de gravedad	La propietaria de la vivienda decide reformar los cimientos de su hogar por el temor de que su casa se desplome	Las columnas de la casa están expuestas totalmente al rio las cuales se encontraban debilitadas casi en su totalidad por lo que la dueña del hogar decide realizar obras de refuerzo a sus columnas, pues una de ellas se desplomo por la acción del rio.	

Nota: Historial de socavación registrado. Fuente: Autor del proyecto (2020).

Para la recopilación de información veraz en campo, la investigación se hizo utilizando la metodología de: Encuestas. Ésta fue aplicada a una población de 74 viviendas, para un total de 243 personas que actualmente se encuentran habitando dentro de este tramo.

Los puntos objeto de área de estudio se encontraron aleatoriamente dentro de la trayectoria del río Tejo, sin embargo, la mayor afectación en las curvaturas del mismo dentro del tramo seleccionado que tiene una longitud de 1 kilómetro; la puntualización de los puntos críticos se hizo teniendo en cuenta los sitios de mayor incidencia según la información recolectada que se menciona anteriormente y por medio de las visitas a campo y los datos suministrados por las personas encuestadas.

Recopilación de datos meteorológicos e información de la zona

Datos meteorológicos. Los datos registrados están basados en un análisis estadístico de informes climatológicos históricos por hora y reconstrucciones de modelos del 1 de enero de 1980 al 31 de diciembre de 2016.

Temperatura. La temperatura es el factor determinante de los cambios generados a lo largo del año, ya que permite establecer los regímenes pluviométricos y las cotas máximas y mínimas de inundación que influyen directamente en el accionar del agua sobre las construcciones aledañas a estas. En los meses de Julio y septiembre la temperatura promedio corresponde a un periodo templado, donde la temperatura oscilante es de 25°C, así mismo el periodo cálido generalmente cortos con temperatura de aproximadamente 26° y con mínimas registradas de 16° en el periodo frío correspondiente al mes de enero.

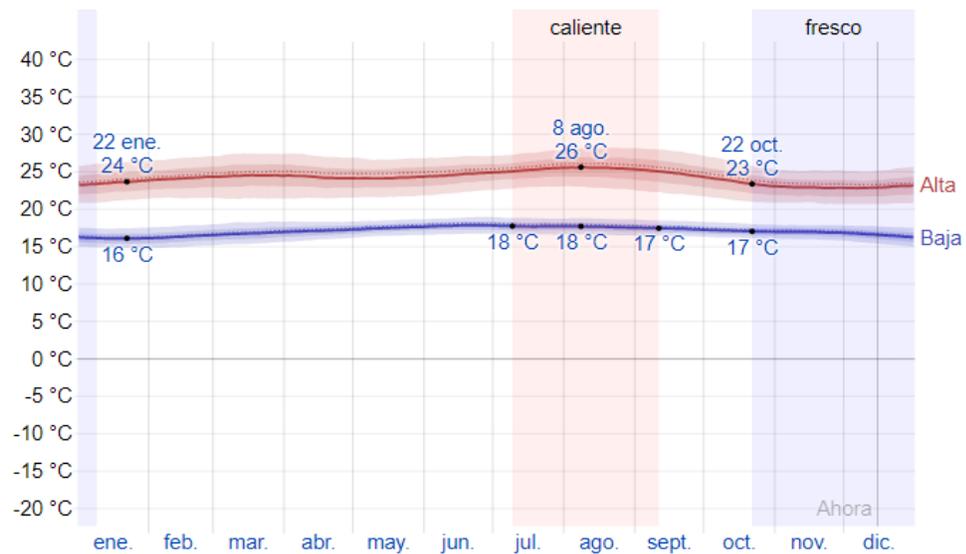


Figura 7. Temperatura máxima y mínima promedio en Ocaña- Norte de Santander. Fuente: Weather Spark (2016)

Precipitación. Las precipitaciones en la ciudad de Ocaña a largo del año son fluctuantes y variables, generalmente con días mojados y aproximadamente 1 milímetro de líquido, estos datos determinan la cantidad de lluvia que cae en el año durante un periodo de tiempo.

La temporada más mojada dura 8 meses, entre marzo y diciembre, con una probabilidad de más del 32 % de que cierto día será un día mojado. La temporada más seca casi 4 meses del mes de diciembre al mes de marzo.

Entre los días mojados, distinguimos entre los que tienen solamente lluvia, solamente nieve o una combinación de las dos. En base a esta categorización, el tipo más común de precipitación durante el año es solo lluvia, con una probabilidad máxima del 53 % el 19 de octubre.

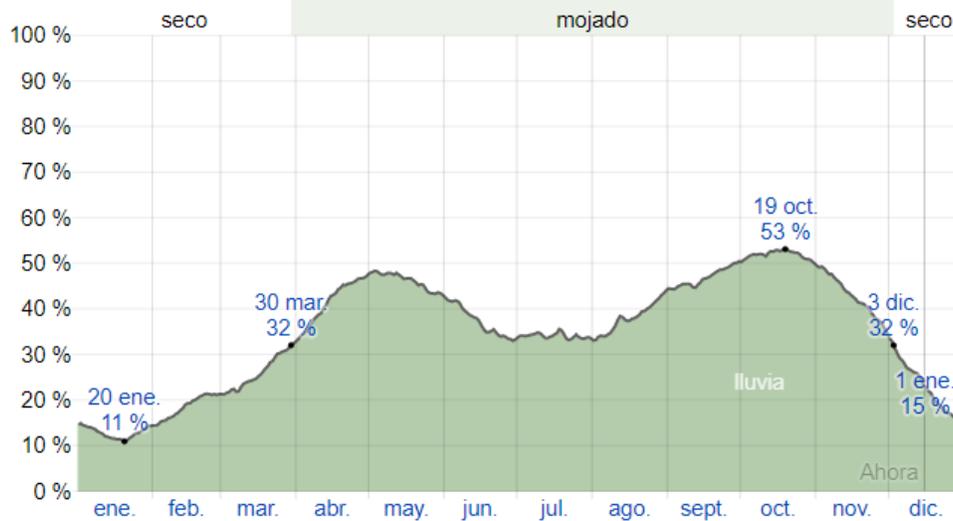


Figura 8. Porcentaje de precipitación en Ocaña. Fuente: Weather Spark (2016)

Caracterización del río tejo

Hidrografía. El río Tejo se origina con el nacimiento de la Quebrada la Chepa entre la Cuchilla de Cimitarigua y el Alto El Cáliz sobre la cota 2200 m.s.n.m, donde aguas abajo toma el nombre de la Quebrada Espíritu Santo. El río Tejo se ha considerado en tramos; el primer tramo desde su nacimiento hasta la bocatoma del acueducto La Tupia y el segundo tramo hasta la confluencia con el río Algodonal.

Tiene una extensión de 20 kilómetros, y presenta una orientación S-N, recoge todas las aguas de la depresión Ocañera e Irriga al municipio, durante varios siglos fue la principal fuente de agua potable de los Ocañeros. Su caudal promedio es de (0.067m³/seg/min - caudal mínimo) (74m³/seg/min máximo).

Identificación de las amenazas por socavación

Visitas de campo a zonas expuestas. Las visitas oculares al tramo de estudio dieron inicio en el mes de marzo del presente año como reconocimiento inicial de la zona para contextualización de la problemática, luego el día 7 de diciembre del presente año se procedió a realizar visita in-situ en el sitio haciendo uso de elementos de protección personal. Si bien el estudio es general en el tramo se logra evidenciar los puntos realmente afectados por socavación como se evidencia a continuación.



Figura 9. Socavación Barrio 20 de Julio. Fuente: Autor del proyecto (2020).



Figura 10. Socavación Barrio 20 de Julio. Fuente: Autor del proyecto (2020).

El barrio 20 de Julio califica como uno de los barrios más afectados; alrededor de 5 casas continuas están sufriendo socavación lateral en los cimientos de la vivienda, de estas cinco, la primera ubicada en un punto crítico (esquina), actualmente funcionando como establecimiento comercial (parqueadero) solicito en el año 2017 al CMGRD la instalación de gaviones para contener el fenómeno. De igual forma aguas arribas de las viviendas antes mencionada una de las edificaciones del sector esta socavada casi en su totalidad por lo que su propietario decide realizar obras de refuerzo en concreto a uno de los cimientos más debilitado. En cuanto al puente que se encuentra en esta parte del tramo sus estribos se encuentran en buenas condiciones sin ningún tipo de afectación por la acción del agua a simple vista.



Figura 11. Socavación Barrio Marabelito. Fuente: Autor del proyecto (2020).



Figura 12. Socavación Barrio Marabelito. Fuente: Autor del proyecto (2020).

El barrio Marabelito no posee un número significativo de focos por socavación actualmente. Gran cantidad de las viviendas del sector durante la época seca del año y la disminución del cauce del río, se encuentran más alejadas de las aguas, sin embargo, están en constante peligro y evidencia de esto es el caso de una vivienda del sector; en el año 2016 por la fuerza del río ocasiono desprendimiento de gran parte del talud perteneciente a un local comercial (parqueadero) donde el propietario inició labores de instalación de gaviones con llantas de automóviles para disminuir el impacto. De igual forma sucede con el puente del Tutelazo, el cual, sus cimientos no entran en contacto con el agua en épocas de verano, pero que es evidentemente vulnerable en épocas de fuertes lluvias.



Figura 13. Socavación Barrio La Modelo. Fuente: Autores del proyecto (2020).



Figura 14. Socavación Barrio La Modelo. Fuente: Autores del proyecto (2020).

El barrio la Modelo se caracteriza por tener viviendas que se encuentran socavadas sobre la margen derecha del río Tejo, aún en tiempo donde el caudal del río es bajo, la acción de éste es constante sobre los cimientos de las viviendas. La población tiene desconocimiento de la situación lo que conlleva a que aún no se hayan tomado medidas correctivas en el sector.



Figura 15. Socavación barrio Juan XXIII. Fuente: Autores del proyecto (2020).

El barrio Juan XXIII dentro de la muestra abarca un mínimo porcentaje de viviendas; en este punto específicamente se instaló un muro de gaviones como medida preventiva para disminuir el riesgo del barrio por socavación. Este es un punto crítico ya que aquí se vierten las aguas residuales de un colector de gran tamaño aumentando el caudal, la velocidad y la fuerza del río.



Figura 16. Socavación Barrio La Torcoroma. Fuente: Autores del proyecto (2020).



Figura 17. Socavación Barrio La Torcoroma. Fuente: Autores del proyecto (2020).

El barrio de la Torcoroma en el sector del puente, exactamente en los materiales pétreos que constituyen los cimientos, la socavación es mínima y las condiciones de este son buenas.

De igual forma en este mismo sector, una de las viviendas presenta una socavación significativa para lo cual se ha instalado obras artesanales de contención, pero no han sido efectivas para controlar la socavación.

Así mismo, la identificación de los taludes inestables dentro del tramo y la afectación de las aguas a estos, se hace necesario para evaluación del riesgo, es importante resaltar que estos se encuentran de manera aleatoria según varían las condiciones del terreno:

Talud número 1. Ubicado en el barrio 20 de Julio. La cresta del talud ha sido utilizada como soporte para el asentamiento de viviendas, no posee especies vegetales que ayuden a la compactación del mismo y permitan su estabilización.

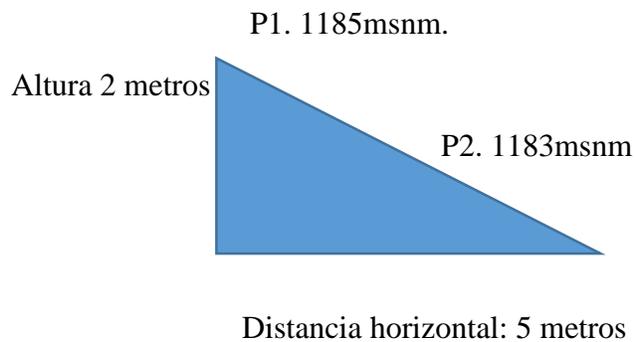


Figura 18. Pendiente del Talud N°1. Fuente: Autores del proyecto (2020).

La pendiente del área de estudio es la siguiente:

$$P = \frac{\text{Diferencias de alturas}}{\text{Distancia horizontal}} * 100$$

Ecuación 2. Cálculo de una pendiente



$$P = \frac{1185-1183}{5} * 100 = 40\%$$

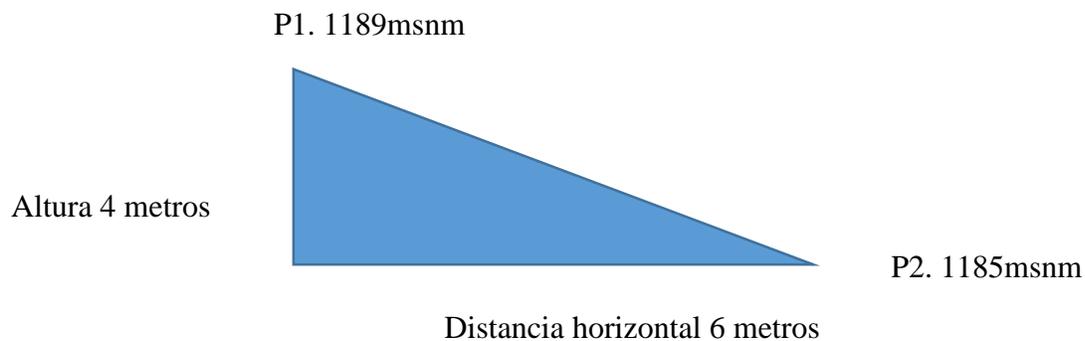
La pendiente del talud #1 da como resultado 40% siendo un talud ligeramente inclinado según el Consorcio Rio Garagoa (2017), el cual brinda los rangos de pendientes.

Talud número 2. Así como el talud número 1 este en su corona ha sido utilizado como base para la edificación de una vivienda el cual ha sido reforzado con gaviones de llantas de vehículos. Este cuenta con presencia de especies vegetales lo cual el enraizamiento de esta ayuda a la consolidación del talud dando algo de firmeza en la pata del mismo.



Figura 19. Pendiente del talud N°2. Fuente: Autores del proyecto (2020).

La pendiente del talud estudio es: $P = \frac{1189-1185}{6} * 100 = 66\%$



Para el talud #2 se tiene una pendiente de 66% siendo esta Moderadamente empinada o escarpada

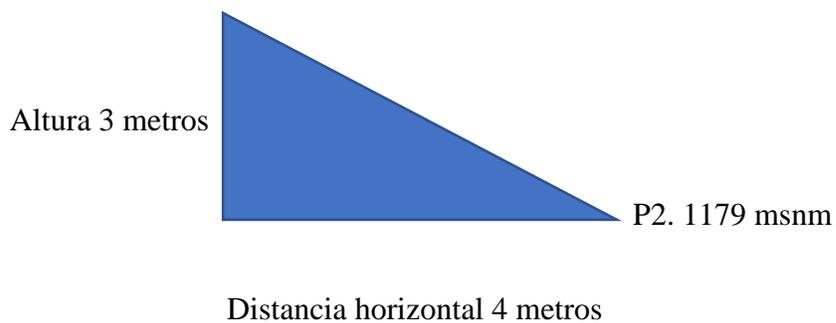
Talud número 3. Talud reforzado 50% por llantas debido a que se ha visto afectado en tiempos anteriores por las fuertes lluvias debido a la poca resistencia con que esta cuenta a pesar de la vegetación herbácea que la conforma.



Figura 20. Pendiente del Talud N°3. Fuente: Autores del proyecto (2020).

La pendiente del talud estudio es: $P = \frac{1182-1179}{4} * 100 = 75\%$

P1. 1182 msnm



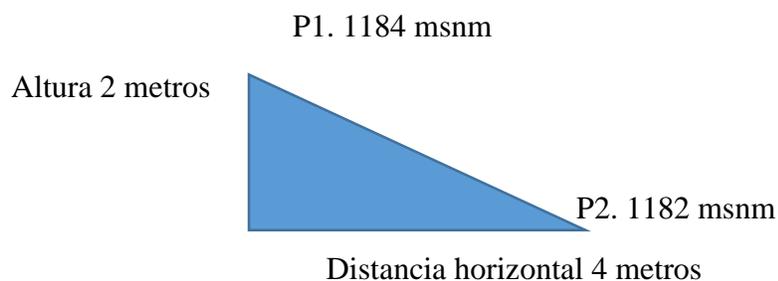
El talud #3 da como resultado un 75% de inclinación definiéndose como un talud fuertemente empinado y susceptible a la acción del agua.

Talud número 4. Caracterizado por la caída de aguas residuales de las viviendas asentadas sobre este generando una mayor presión sobre el mismo teniendo en cuenta la no presencia de especies vegetales que apoyen la resistencia en la pata del talud



Figura 21. Pendiente del Talud N°4. Fuente: Autores del proyecto (2020).

La pendiente del talud estudio es: $P = \frac{1184-1182}{4} * 100 = 50\%$



Este talud arroja un valor de inclinación del 50% siendo este un talud ligeramente inclinado

Realización de encuestas a la comunidad con el fin de recopilar información sobre la eventualidad de socavación

La elaboración de las encuestas se realizó durante el mes de noviembre y parte del mes de diciembre (2019), teniendo como referente principal de la Guía metodológica para la elaboración de Planes Departamentales de la Gestión del Riesgo y los indicadores del departamento nacional de planeación (DPN), mediante visitas técnicas a la comunidad con el fin de obtener información sobre la georreferenciación y establecer el registro fotográfico; así mismo se hizo la tabulación y el análisis de datos obtenidos de las mismas.

Localización y referenciación de los puntos de interés

La localización y georreferenciación de cada una de las viviendas se realiza a través del programa “Open Cámara” por medio del cual se obtuvo el registro fotográfico de la actividad, los datos de altura, coordenadas en Norte (X) y Este (Y), de igual forma la fecha y hora exacta del día en que se realizó la encuesta:



Figura 22. Evidencia fotográfica de programa Open Camera para aplicación de encuestas. Fuente: Autores del proyecto (2020).

Tabla 12.

Georreferenciación barrio 20 de Julio

No. Vivien da	Norte	Este	Elevación	Encuestado	Dirección	No. Identidad	Fecha de visita	Barrio
1	8°14'4 1"	72°21' 28"	1177 msnm	Ligia Diaz	Sin dirección	No registra	11/11/2 019	20 de Julio
2	8°14'3 5"	73°21' 28"	1206 msnm	María Elena Vila	Sin dirección	37314279	11/11/2 019	20 de Julio
3	8°14'3 7"	73°21' 29"	1193 msnm	Ingrid Johanna	Sin dirección	No registra	11/11/2 019	20 de Julio
4	8°14'3 6"	73°21' 30"	1169 msnm	Juliet Arevalo	Sin dirección	No registra	11/11/2 019	20 de Julio
5	8°14'3 6"	73°21' 29"	1179 msnm	Roselia Guerrero	Calle 5a #22a-08	No registra	11/11/2 019	20 de Julio
6	8°11'3 6"	73°21' 29"	1153 msnm	María de la Cruz	Sin dirección	No registra	11/11/2 019	20 de Julio
7	8°14'3 6"	73°21' 30"	1174 msnm	Angelica Peñaranda	Calle 5 #23- 11	37329290	11/11/2 019	20 de Julio
8	8°14'3 6"	73°21' 29"	1159 msnm	Yisneidy Ballesteros	Calle 5a #22a-09	No registra	11/11/2 019	20 de Julio
9	8°14'3 6"	73°21' 29"	1166 msnm	Yamid Arévalo	Calle 5a #22-13	109165945 5	11/11/2 019	20 de Julio
10	8°14'3 9"	73°21' 28"	1183 msnm	Amparo Ascanio	Calle 5a #24-21	37313531	11/11/2 019	20 de Julio
11	8°14'3 9"	73°21' 28"	1200 msnm	Leticia Santiago	Calle 5a #24-13	No registra	11/11/2 019	20 de Julio
12	8°14'3 9"	73°21' 28"	1184 msnm	Davie Sabril	Sin dirección	5084863	11/11/2 019	20 de Julio
13	8°14'3 8"	73°21' 28"	1198 msnm	Jorge Herrera	Calle 5a # 23-2	106539406 7	11/11/2 019	20 de Julio
14	8°14'4 1"	73°21' 28"	1169 msnm	Mayerly Quintero Quintero	Cra 5 #23- 66	37335949	16/11/2 019	20 de Julio
15	8°14'4 0"	73°21' 28"	1190 msnm	Lorena Avendaño Sánchez	Calle 5 #24a-54	37181289	16/11/2 019	20 de Julio
16	8°14'4 0"	73°21' 27"	1170 msnm	Rosalba Velásquez	Sin dirección	27741209	16/11/2 019	20 de Julio
17	8°14'4 0"	73°21' 28"	1180 msnm	Yuli Tamara	Calle 5#24a 60	No registra	16/11/2 019	20 de Julio
18	8°14'3 9"	73°21' 28"	1188 msnm	Carlos Fernando Pérez	Calle 5 #23a 15	88285713	16/11/2 019	20 de Julio
19	8°14'3 9"	73°21' 29"	1190 msnm	Cindy Milena Rincón	Calle 5 #23- 47	109166476 1	16/11/2 019	20 de Julio

Nota: Información primaria levantada en campo. Fuente: Autores del proyecto (2020).

Tabla 13.*Georreferenciación barrio Marabelito*

No. Vivien da	Norte	Este	Elevaci on	Encuestado	Dirección	No. Identidad	Fecha de visita	Barrio
20	8°14'29"	73°21'31"	1192 msnm	Yaletza Quintero	Calle 3 #16-200	1065909601	13/11/2019	Marabe lito
21	8°14'32"	73°21'33"	1178 msnm	Clodomiro Ruedas Pacheco	Cra 22 #4-50	13364847	13/11/2019	Marabe lito
22	8°14'37"	73°21'31"	1183 msnm	Alfonso Jaime	Cra #23 4-24	88141576	13/11/2019	Marabe lito
23	8°14'37"	73°21'31"	1184 msnm	Sergio Claro	Cra 23 #4-25	1091660184	13/11/2019	Marabe lito
24	8°14'35"	73°21'30"	1173 msnm	Carlos Julio Álvarez	Cra 22 #4-33	13362194	13/11/2019	Marabe lito
25	8°14'39"	73°21'30"	1174 msnm	María de los Ángeles Chacón	Cra 23 #4-43	1065845321	13/11/2019	Marabe lito
26	8°14'39"	73°21'30"	1286 msnm	Olivia Maldonado	Cra 23 #4-36	37316415	13/11/2019	Marabe lito
27	8°14'32"	73°21'29"	1178 msnm	Doris María Soto	Cra 22 #5-37	37313808	13/11/2019	Marabe lito
28	8°14'33"	73°21'24"	1175 msnm	Luis Orlando Patiño	Cra 22 #5-30	5467401	13/11/2019	Marabe lito
29	8°14'30"	73°21'29"	1176 msnm	Nestor Carrillo	Cra 19 #13-19	88238695	13/11/2019	Marabe lito
30	8°14'29"	73°21'35"	1170 msnm	Edgar Rincon Molina	Calle 4 #20-02	88143384	13/11/2019	Marabe lito
31	8°14'29"	73°21'35"	1162 msnm	Jose Manuel Vergel	Calle 3 #16-201	1975390	13/11/2019	Marabe lito

Nota: Información primaria levantada en campo. Fuente: Autor del proyecto (2020).

Tabla 14.

Georreferenciación barrio la Modelo

No vivien da	Norte	Este	Elevación	Encuestado	Dirección	No. Identidad	Fecha de visita	Barri o
32	8°14'25"	73°21'35"	1170 msnm	Jocelyn Gómez	Calle 3b 16-11	21140485	23/11/2019	Mode lo
33	8°14'26"	73°21'35"	1174 msnm	José Trinidad Amaya García	Cra 17 13-01	5508899	23/11/2019	Mode lo
34	8°14'26"	73°21'34"	1178 msnm	José Lozano	Cra 17 13-08	5030081	23/11/2019	Mode lo
35	8°14'27"	73°21'34"	1183 msnm	Auriselda Maldonado	Calle 4 3-03	37317814	23/11/2019	Mode lo
36	8°14'28"	73°21'33"	1151 msnm	Sirley Quiroma	Calle 4 3-20	37338632	23/11/2019	Mode lo
37	8°14'32"	73°21'36"	1178 msnm	Mélida Barbosa	Cra 22 5-06	27613094	23/11/2019	Mode lo
38	8°14'33"	73°21'32"	1180 msnm	María Quintana	Calle 5 23a-56	No registra	23/11/2019	Mode lo
39	8°14'33"	73°21'32"	1180 msnm	Luz María Cano	Calle 5 23a-58	37329140	23/11/2019	Mode lo
40	8°14'27"	73°21'34"	1178 msnm	Marlene Torrado	Cra 18 3-00	37313488	23/11/2019	Mode lo
41	8°14'26"	73°21'35"	1183 msnm	Ana Lucia Navarro	Calle 13 16-15	No registra	23/11/2019	Mode lo
42	8°14'25"	73°21'33"	1182 msnm	Diego Zambrano Sánchez	Calle 13 16-19	No registra	23/11/2019	Mode lo
43	8°14'28"	73°21'33"	1157 msnm	Nancy Arevalo	Calle 3 15-16	37315072	23/11/2019	Mode lo
44	8°14'25"	73°21'35"	1183 msnm	Elva León Castilla	Calle 3b 16-05	27766499	23/11/2019	Mode lo
45	8°14'25"	73°21'35"	1180 msnm	Rosalba García	Calle 3b 16-03	No registra	23/11/2019	Mode lo
46	8°14'23"	73°21'32"	1183 msnm	Camilo Andrés Cotes	Cra 16 #5a-20	1091670191	25/11/2019	Mode lo

"Continuación" "Tabla 14"

47	8°14'24"	73°21'33"	1190 msnm	Ana Elvira Conde	Cra 16 #5-24	37244740	25/11/2019	Modelo
48	8°14'24"	73°21'34"	1170 msnm	Luis Francisco Martínez	Cra 16 #3-04	1065272133	25/11/2019	Modelo
49	8°14'24"	73°21'34"	1170 msnm	Fabian Vergel Contreras	Cra 16 #3-08	1091675080	25/11/2019	Modelo
50	8°14'24"	73°21'34"	1170 msnm	Liliana Leal	Cra 16 #3-12	37182108	25/11/2019	Modelo
51	8°14'23"	73°21'32"	1189 msnm	Gloria Marcela Rincón	Cra 16 #4-08	27741852	25/11/2019	Modelo
52	8°14'24"	73°21'32"	1179 msnm	Alfredo Pallares	Cra 16 #4-16	13358296	25/11/2019	Modelo
53	8°14'23"	73°21'31"	1184 msnm	German Eduardo Solano	Cra 16 #4-34	1091657621	29/11/2019	Modelo
54	8°14'24"	73°21'31"	1192 msnm	Rosa Cárdenas	Cra 16 #4-54	37313181	29/11/2019	Modelo
55	8°14'24"	73°21'31"	1192 msnm	Carlos García	Cra 16 #4-60	1091254268	29/11/2019	Modelo
56	8°14'23"	73°21'30"	1195 msnm	Carmen Sofía López	Cra 16 #4-72	No registra	29/11/2019	Modelo
57	8°14'23"	73°21'31"	1196 msnm	José Alexander Páez	Cra 16 #4-68	1091655272	29/11/2019	Modelo
58	8°14'24"	73°21'32"	1194 msnm	Restaurante K-che	Cra 16 #4-26	No registra	29/11/2019	Modelo
59	8°14'24"	73°21'32"	1188 msnm	Natalia Rincón Aldemar	Cra 16 #4-30	1091814236	29/11/2019	Modelo
60	8°14'22"	73°21'29"	1179 msnm	Lisando Claro	Cra 16 #4-102	1091653729	29/11/2019	Modelo

"Continuación" "Tabla 14"

61	8°14'21"	73°21'29"	1162 msnm	Magda García	Calle 6 #14-31	37842217	29/11/2019	Modelo
62	8°14'19"	73°21'28"	1183 msnm	Maribel Carreño	Calle 6 #14-23	37888201	30/11/2019	Modelo
63	8°14'21"	73°21'29"	1162 msnm	José Alfredo Sandoval	Calle 6 #14-13	1091675292	30/11/2019	Modelo
64	8°14'19"	73°21'29"	1164 msnm	Jorge Armando Carreño		No registra	30/11/2019	Modelo
65	8°14'21"	73°21'28"	1170 msnm	Alex Rodríguez	Calle 6 #18-86	1091290747	30/11/2019	Modelo
66	8°14'20"	73°21'36"	1167 msnm	Inés Castro	Calle 6 #14-21	37888341	30/11/2019	Modelo
67	8°14'20"	73°21'28"	1174 msnm	Yamile Echavez	Calle 6 #18-66	No registra	30/11/2019	Modelo
68	8°14'19"	73°21'29"	1108 msnm	Carmen Alsina	Cra 16 #4-18	37242213	30/11/2019	Modelo

Nota: Información de tipo primario, levantada en campo. Fuente: Autores del proyecto (2020).

Tabla 15.*Georreferenciación barrio La Torcoroma*

No vivien da	Norte	Este	Elevación	Encuestado	Dirección	No. Identidad	Fecha de visita	Barrio
69	8°14'22"	73°21'32"	1126 msnm	Benjamín alfredo sánchez	Calle 5c #16-38	No registra	03/12/1029	La torcoroma
70	8°14'22"	73°21'32"	1126 msnm	Diosa elvira duran	Calle 5c #16-27	No registra	03/12/1029	La torcoroma

Nota: Información primaria tomada en campo. Fuente: Autores del proyecto (2020).

Tabla 16.

Georreferenciación barrio Juan XXIII

No vivienda	Norte	Este	Elevación	Encuestado	Dirección	No. Identidad	Fecha de visita	Barrio
71	8°14'22"	73°21'33"	1171 msnm	José Ángel Guerreo	Calle 3 #16-34	No registra	03/12/1030	Juan XXIII
72	8°14'22"	73°21'34"	1177 msnm	Ramon Cadavid	Calle 3 #16-44	No registra	03/12/1031	Juan XXIII
73	8°14'23"	73°21'34"	1180 msnm	Angela Contreras	Calle 3 #16-44	1065273812	03/12/1032	Juan XXIII
74	8°14'22"	73°21'35"	1176 msnm	Rosendo Álvarez	Calle 3 #16-37	1091812216	03/12/1033	Juan XXIII

Nota: Información primaria tomada en campo. Fuente: Autores del proyecto (2020).

El tramo se ubica en un sistema de información geográfica utilizando la herramienta de ArcGIS:

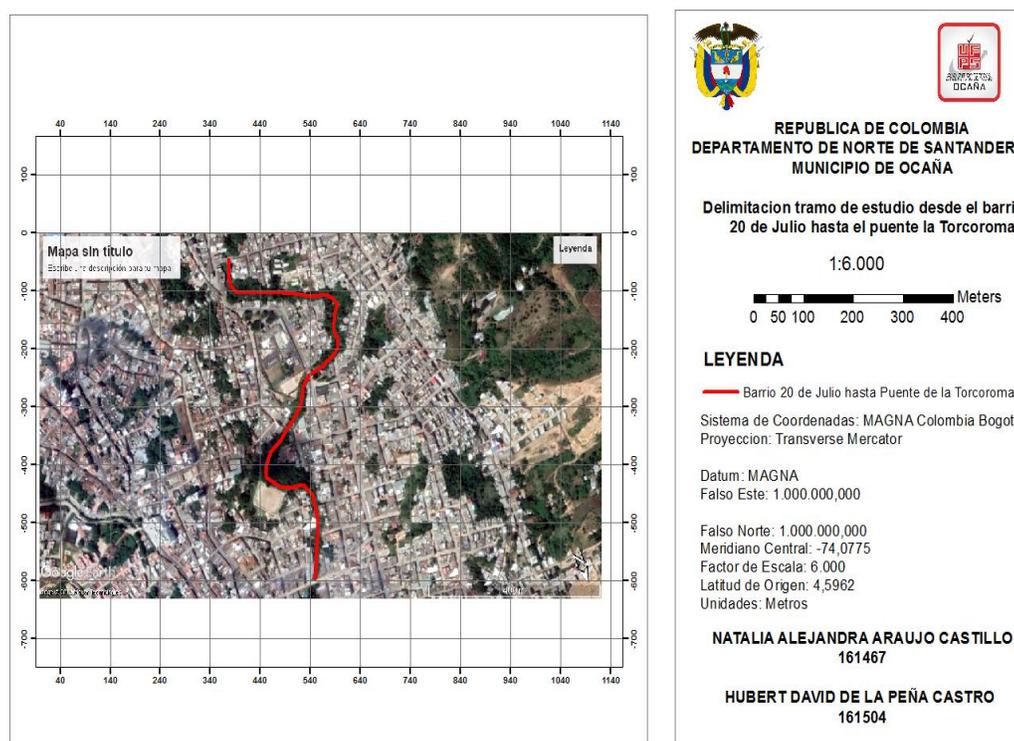


Figura 23. Delimitación tramo objeto de estudio: Barrio 20 de Julio hasta el puente de la Torcoroma. Fuente: Autores del proyecto (2020).

La georreferenciación de las viviendas permite digitalizar y sistematizar la información obtenida en un Sistema de Información Geográfica estableciendo la trayectoria del Río Tejo y las Edificaciones objeto de estudio que se encuentran susceptibles al fenómeno de socavación, así mismo se muestra un buffer (delimitación de ronda de protección del río Tejo) de 20 metros a lado y lado de este para evidenciar la invasión de las edificaciones a la ronda.



Figura 24. Georreferenciación edificaciones socavadas dentro de la ronda del río Tejo. Fuente: Autores del proyecto (2020).

Descripción, valoración y calificación de la amenaza por riesgo de socavación

Riesgo por socavación, sector Urbano. Los fenómenos de socavación encontrados dentro del sitio de estudio, están asociados principalmente a variables de tipo físico, urbano, y usos del suelo; los asentamientos humanos desde sus principios están establecidos muy cerca al cauce natural del río, en donde la actividad antrópica ha modificado éste, creando contaminación, disminución del caudal de escorrentía, desviación, inundaciones, entre otras afectaciones indirectas que influyen de forma directa a toda la población aledaña, y por lo tanto a todas las edificaciones y estructuras que se encuentran inmersas dentro del río.

La socavación es originada por el contacto frecuente y constante de la acción del agua y los materiales que ésta arrastra, los cuales golpean las estructuras que se encuentran expuestas dentro del recorrido del drenaje, para lo cual se han ya implementado obras de contención y medidas correctivas con el fin de mitigar la problemática, sin embargo, muchas de ellas han sido ineficientes o ya han caducado su vida útil.

Frecuencia. La frecuencia es la periodicidad de los eventos de socavación ocurridos, así como la trayectoria en una línea de tiempo específica; así para su identificación, fue necesaria información primaria obtenida de la memoria histórica de la población encuestada, debido a la inexistencia de registros oficiales documentados en la oficina de la gestión del riesgo del municipio de Ocaña – Norte de Santander y los organismos de socorro (Bomberos).

La sucesión de eventos por socavación se registra en los años: 2012, 2014, 2016, 2017 y 2019(ver tabla 13). Evidenciándose la recurrencia de los eventos que se presentan en periodos de cada uno o dos años, a partir del primer evento del cual se tiene registro.

La siguiente tabla ilustra la frecuencia, según la información obtenida:

Tabla 17.*Valoración de la Frecuencia*

Descripción	Frecuencia Valor	Calificación
Evento que se presenta más de una vez en el año o por lo menos una vez en un periodo de uno a tres años	3	Alta

Nota: Valoración de frecuencia según datos de campo. Fuente: Autores del proyecto (2020).

Este dato permite indagar no solo sobre la cronología de los eventos ocurridos en el pasado, sino también establecer la recurrencia de los mismos en un futuro.

Intensidad. La intensidad hace referencia a la severidad de los eventos ocurridos, en este tramo no ha ocasionado pérdidas humanas ni ha dejado lesionados, sin embargo, el costo de las pérdidas materiales ha sido significativo, pues el debilitamiento de muros y la afectación a la infraestructura fueron costeadas por sus propietarios; así mismo las medidas de mitigación de carácter estructural son de un valor elevado, teniendo en cuenta que estas deben ser de gran magnitud.

La información suministrada, denota que en las épocas de lluvia incrementa los niveles de agua, ocasionando que una mayor cantidad de terreno sea afectada por la acción de ésta; el agua lleva consigo grandes volúmenes de material de arrastre, residuos sólidos depositados aguas arriba por los habitantes, que van desde botellas plásticas hasta objetos domésticos (muebles, colchones, sillas, etc.), material de construcción, entre otros; que debido a las crecidas golpean con mayor fuerza sobre las viviendas, pues la velocidad del río aumenta considerablemente. De igual forma en el barrio 20 de Julio (sector que se encuentra afectado) la problemática por este

fenómeno ha incrementado, debido al desvío del río aguas arriba y la ausencia de las autoridades frente a esta situación.

Tabla 18.

Valoración de la Intensidad

Descripción	Intensidad Valor	Calificación
Sin personas fallecidas, muy pocas personas lesionadas de mínima gravedad, mínima afectación en el territorio, sin afectación en las redes de servicios públicos, no hay interrupción en las actividades económicas, sin afectación en infraestructura departamental, no hay destrucción de viviendas, ni viviendas averiadas.	1	Baja

Nota: Valoración de la intensidad con datos de campo. Fuente: Autores del proyecto (2020).

Territorio Afectado. La identificación del territorio afectado corresponde a las viviendas aledañas a la margen del Río Tejo ubicadas dentro del tramo del puente del 20 de Julio hasta el puente del barrio la Torcoroma; se establece la cantidad de viviendas según la gravedad de daño de cada una de ellas de la siguiente manera:

Tabla 19.

Territorio afectado por socavación

Territorio afectado por socavación	
Gravemente afectada	30
Medianamente afectada	25
Levemente afectada	19

Nota: Sitios afectados. Fuente: Autores del proyecto (2020).

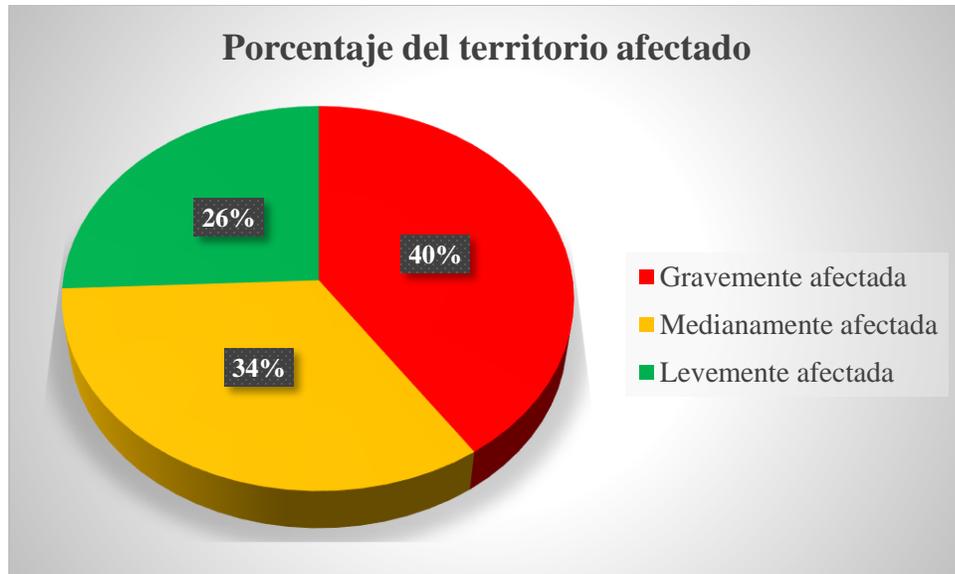


Figura 25. Porcentaje de territorio afectado por socavación. Fuente: Autores del proyecto (2020).

A través de la georreferenciación de las viviendas, se estableció el Área de Influencia Directa (20 metros), que corresponde a la ronda de protección del río y se ubicaron las casas identificadas dentro de este, teniendo en cuenta su nivel o grado de afectación:



Figura 26. Nivel de afectación del territorio. Fuente: Autores del proyecto (2020).

Teniendo en cuenta que las viviendas en su totalidad se encuentran afectadas, se hace la valoración del territorio afectado. Aunque todas se ubican dentro de la ronda de protección del río, unas se encuentran más afectadas que otras, debido a que la socavación ya existe en algunas de ellas como es el caso del 40% éstas, pero, no se exige a las viviendas aledañas a ser susceptibles de este fenómeno, por tal motivo la calificación es alta.

En la siguiente tabla se muestra el número de viviendas con sus respectivas coordenadas, las cuales corresponden a las catalogadas como nivel alto de amenaza (32 de las 74) dentro del tramo estudiado y las ubicadas en la salida gráfica:

Tabla 20.

Número de viviendas con sus respectivas coordenadas

No Vivie nda	Norte	Este	Elevaci on	Encuestado	Dirección	No. Identidad	Fecha de Visita	Barrio
1	8°14' 41"	72°21' 28"	1177 msnm	Ligia Diaz	Sin direccion	No registra	11/11/2 019	20 de Julio
2	8°14' 35"	73°21' 28"	1206 msnm	Maria Elena Vila	Sin direccion	37314279	11/11/2 019	20 de Julio
3	8°14' 37"	73°21' 29"	1193 msnm	Ingrid Johanna	Sin direccion	No registra	11/11/2 019	20 de Julio
4	8°14' 36"	73°21' 30"	1169 msnm	Juliet Arevalo	Sin direccion	No registra	11/11/2 019	20 de Julio
5	8°14' 36"	73°21' 29"	1179 msnm	Roselia Guerrero	Calle 5a #22a-08	No registra	11/11/2 019	20 de Julio
6	8°11' 36"	73°21' 29"	1153 msnm	Maria de la Cruz	Sin direccion	No registra	11/11/2 019	20 de Julio
7	8°14' 36"	73°21' 30"	1174 msnm	Angelica Peñaranda	Calle 5 #23- 11	37329290	11/11/2 019	20 de Julio
8	8°14' 36"	73°21' 29"	1159 msnm	Yisneidy Ballesteros	Calle 5a #22a-09	No registra	11/11/2 019	20 de Julio
9	8°14' 36"	73°21' 29"	1166 msnm	Yamid Arevalo	Calle 5a #22-13	10916594 55	11/11/2 019	20 de Julio
10	8°14' 39"	73°21' 28"	1183 msnm	Amparo Ascanio	Calle 5a #24-21	37313531	11/11/2 019	20 de Julio
11	8°14' 39"	73°21' 28"	1200 msnm	Leticia Santiago	Calle 5a #24-13	No registra	11/11/2 019	20 de Julio
12	8°14' 39"	73°21' 28"	1184 msnm	Davie Sabril	Sin direccion	5084863	11/11/2 019	20 de Julio
13	8°14' 41"	73°21' 28"	1169 msnm	Mayerly Quintero Quintero	Cra 5 #23- 66	37335949	16/11/2 019	20 de Julio
14	8°14' 40"	73°21' 27"	1170 msnm	Rosalva Velasquez	Sin direccion	27741209	16/11/2 019	20 de Julio
15	8°14' 39"	73°21' 28"	1188 msnm	Carlos Fernando Perez	Calle 5 #23a 15	88285713	16/11/2 019	20 de Julio
16	8°14' 39"	73°21' 29"	1190 msnm	Cindy Milena Rincon	Calle 5 #23- 47	10916647 61	16/11/2 019	20 de Julio
17	8°14' 39"	73°21' 30"	1174 msnm	Maria de los Angeles Chacon	Cra 23 #4- 43	10658453 21	13/11/2 019	Marabelit o
18	8°14' 29"	73°21' 35"	1170 msnm	Edgar Rincon Molina	Calle 4 #20- 02	88143384	13/11/2 019	Marabelit o
19	8°14' 27"	73°21' 34"	1183 msnm	Auriselda Maldonado	Calle 4 3-03	37317814	23/11/2 019	Modelo
20	8°14' 32"	73°21' 36"	1178 msnm	Melida Barbosa	Cra 22 5-06	27613094	23/11/2 019	Modelo

21	8°14' 26"	73°21' 35"	1183 msnm	Ana Lucia Navarro	Calle 13 16- 15	No registra	23/11/2 019	Modelo
22	8°14' 25"	73°21' 33"	1182 msnm	Diego Zambrano Sanchez	Calle 13 16- 19	No registra	23/11/2 019	Modelo
23	8°14' 23"	73°21' 32"	1183 msnm	Camilo Andres Cotes	Cra 16 #5a- 20	10916701 91	25/11/2 019	Modelo
24	8°14' 24"	73°21' 34"	1170 msnm	Fabian Vergel Contreras	Cra 16 #3- 08	10916750 80	25/11/2 019	Modelo
25	8°14' 23"	73°21' 30"	1195 msnm	Carmen Sofia Lopez	Cra 16 #4- 72	No registra	29/11/2 019	Modelo
26	8°14' 23"	73°21' 31"	1196 msnm	Jose Alexander Paez	Cra 16 #4- 68	10916552 72	29/11/2 019	Modelo
27	8°14' 24"	73°21' 32"	1188 msnm	Natalia Rincon Aldemar	Cra 16 #4- 30	10918142 36	29/11/2 019	Modelo
28	8°14' 22"	73°21' 29"	1179 msnm	Lizando Claro	Cra 16 #4- 102	10916537 29	29/11/2 019	Modelo
29	8°14' 19"	73°21' 28"	1183 msnm	Maribel Carreño	Calle 6 #14- 23	37888201	30/11/2 019	Modelo
30	8°14' 21"	73°21' 28"	1170 msnm	Alex Rodriguez	Calle 6 #18- 86	10912907 47	30/11/2 019	Modelo
31	8°14' 22"	73°21' 32"	1126 msnm	Benjamin Alfredo Sanchez	Calle 5C #16-38	No registra	03/12/1 029	La Torcorom a
32	8°14' 22"	73°21' 32"	1126 msnm	Diosa Elvira Duran	Calle 5C #16-27	No registra	03/12/1 029	La Torcorom a

Fuente: Autores del proyecto (2020).

Tabla 21.

Valoración del territorio afectado

Descripción	Territorio afectado	
	Valor	Calificación
Más del 80% de su territorio se encuentra afectado	3	Alta

Nota: Valoración real del territorio afectado. Fuente: Autores del proyecto (2020).

Análisis de la amenaza

Cálculo de la amenaza. La identificación de las variables de intensidad, frecuencia, y territorio afectado permite generar una calificación indicativa para el nivel de amenaza a través de la sumatoria de éstas, a través de los valores obtenidos, como se muestra en la siguiente tabla:

Tabla 22.

Valoración y calificación de la amenaza por socavación

Intervalo	Calificación de la amenaza
7	Alta

Nota: Valoración de la amenaza por socavación. Fuente: Autores del proyecto (2020).

Interpretación de resultados. El resultado de la calificación de amenaza fue alto, debido a la combinación de los elementos estudiados anteriormente; este resultado arroja un dato de gran significancia siendo un valor a considerar, que debe ser objeto de seguimiento y monitoreo pues su recurrencia ha sido alta y los costos generados son elevados. Por otro lado, es una situación que se puede prevenir o mitigar si se toman las acciones correctivas pertinentes como en parte de los puntos estudiados; no solo las medidas estructurales son suficientes también la intervención antrópica dentro del cauce del río debe ser de menor y de mayor vigilancia por parte de las autoridades para evitar estragos aguas abajo, así, disminuyendo el riesgo de socavación dentro de la zona. **NOTA: Cabe resaltar que este dato es el resultado obtenido desde la subjetividad de los autores bajo una evaluación netamente cualitativa.**

4.1.2. Objetivo 2. Identificar los componentes físicos, ambientales, económicos y sociales vulnerables.

Vulnerabilidad física

Antigüedad de la edificación. 74 viviendas en total entre los 5 barrios que comprendían el tramo de estudio como lo fueron: 20 de Julio, Marabelito, La Modelo, Juan XXIII y la Torcoroma en menor proporción. A continuación, se muestra la gráfica de los resultados obtenidos

Tabla 23.

Antigüedad de la vivienda

Antigüedad de la vivienda	
Menos de 5 años	6
Entre 6 y 20 años	20
Mas de 20 años	48

Nota: Intervalos de edad de las viviendas estudiadas. Fuente: Autor del proyecto (2020).

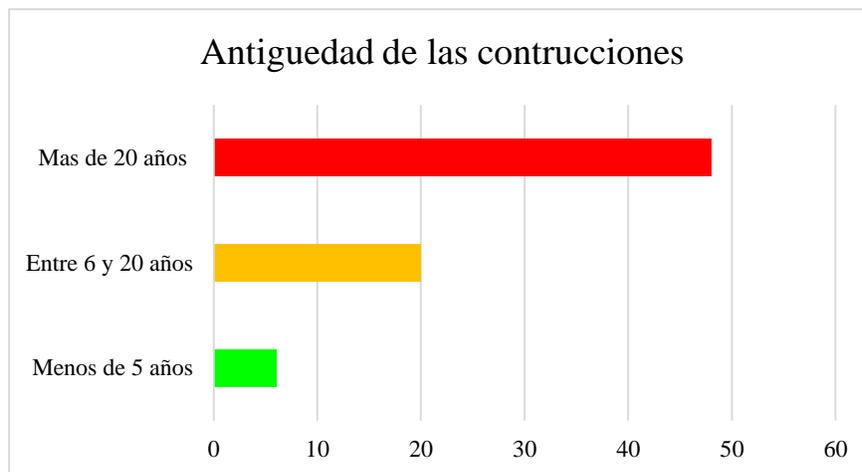


Figura 27. Gráfico de antigüedad de las viviendas. Fuente: Autores del proyecto (2020).

En los resultados indican que la mayoría de las casas tienen una antigüedad mayor a 20 años, lo que supone que su nivel de vulnerabilidad ante el fenómeno de socavación es alto; de igual forma se realiza el promedio de la antigüedad de las edificaciones por barrio encuestado, en

lo cual evidenciando que los barrios más antiguos son Marabelito y La Modelo con edificaciones que tienen más de 30 años, como se muestra a continuación:

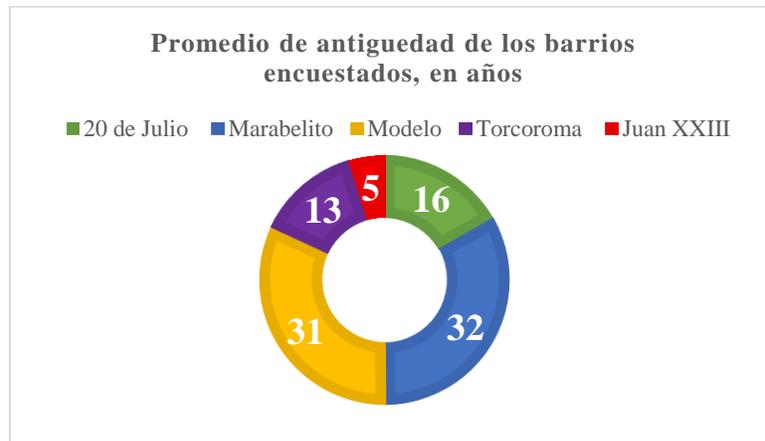


Figura 28. Promedio de Antigüedad de los barrios encuestados, en años. Fuente: Autores del proyecto (2020).

Estado de las edificaciones. Las paredes de estos barrios en su totalidad están elaboradas con ladrillo y bloque o concreto. Por otra parte, la mayoría de las casas dentro del tramo que se encuentran socavadas están construidas en ladrillo.

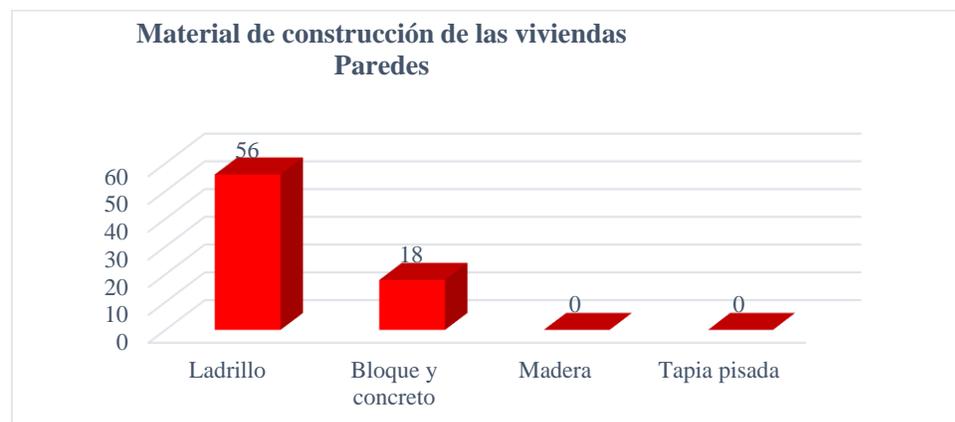


Figura 29. Material de construcción de las viviendas- Paredes. Fuente: Autores del proyecto (2020).

El principal material de construcción de los techos es el Eternit, 33 de las casas tienen este techo. De igual forma existen viviendas construidas en placa (otros) y en menor cantidad con zinc y teja.

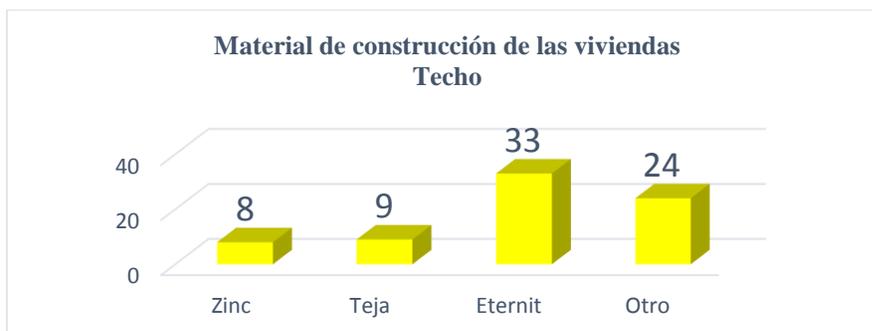


Figura 30. Material de construcción de las viviendas- Techo Fuente: Autores del proyecto (2020).

Debido a las características de la zona la mayoría de las estructuras corresponden a zapatas y pilares y en menor cantidad la losa continua.

Las características de la zona obedecen a que la mayor cantidad de las estructuras están construidas en zapatas, pilares y pilotes, y en menor cantidad la losa continua.

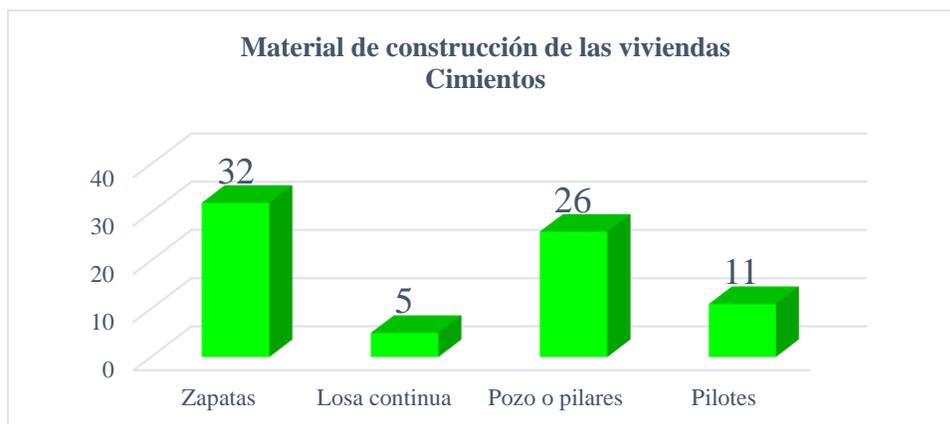


Figura 31. Material de construcción de las viviendas- Cimientos. Fuente: Autores del proyecto (2020).

Casi la totalidad de las casas cuentan con piso de concreto y loza, solo 3 de las casas cuentan con otro tipo de piso.

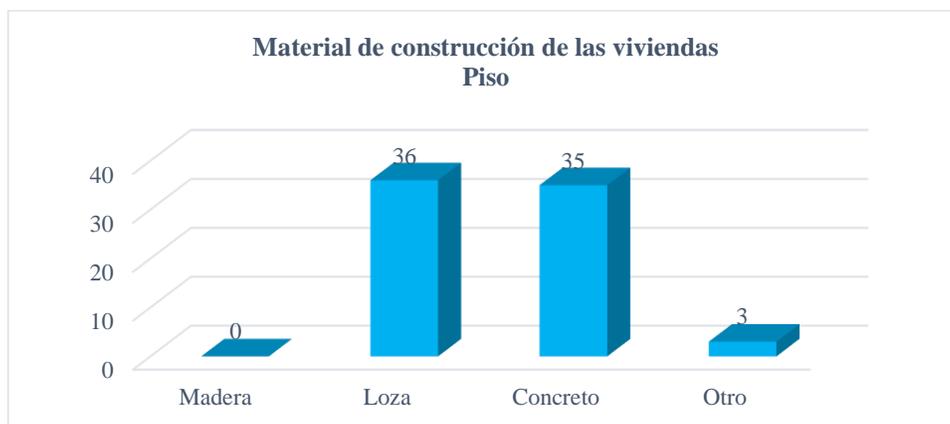


Figura 32. Material de construcción de las viviendas- Piso. Fuente: Autor del proyecto (2020)

Para la determinación del estado de conservación de las viviendas es importante establecer la cantidad de ellas que se encuentran en buen estado, deterioro moderado o en mal estado, así pues se clasifican de la siguiente manera:

Tabla 24.

Estado de la vivienda

Estado de la vivienda	
Buen estado	42
Deterioro moderado	27
Mal estado	5

Nota: Distribución del estado de las viviendas. Fuente: Autor del proyecto (2020).

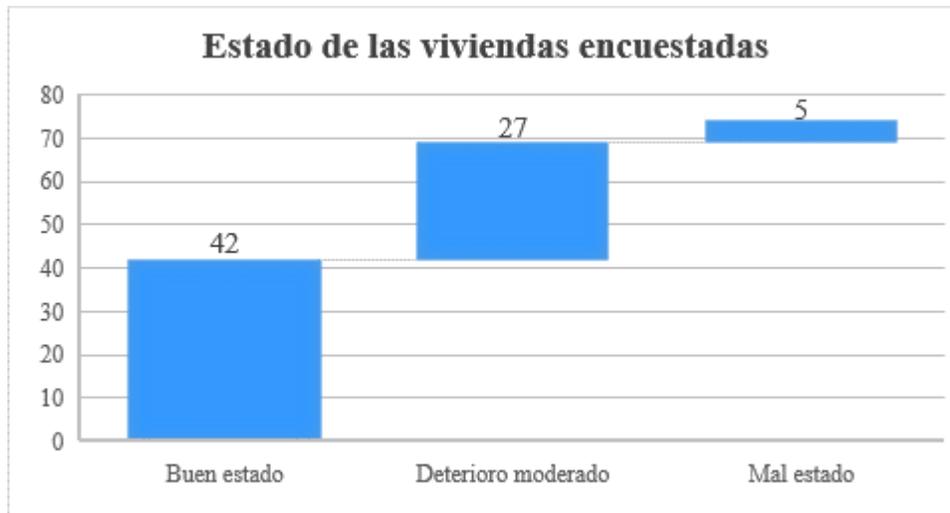


Figura 33. Grafico del estado de las viviendas encuestas. Fuente: Autores del proyecto (2020).

De las 74 edificaciones, 42 están en buen estado, 27 en deterioro moderado y solo 5 en mal estado.

Cumplimiento de la normatividad vigente. Según el estudio realizado y las visitas hechas en campo se puede observar que el total de las viviendas (74) no cumplían con la ronda hídrica de protección. Cabe resaltar que para determinar exactamente el cumplimiento de la ley sismo resistente (ley 400 de 1997) es necesario realizar estudios de suelos resistencia de materiales en las construcciones

Características geológicas y tipo de suelo. Por medio de información suministrada por CORPONOR en su portal web se logra determinar las características geológicas y tipos de suelos:

Terraza aluvial

Dentro del tramo estudiado se puede observar que la mayoría son sedimentos cuaternarios no consolidados es decir materiales sueltos que van desde arcillas, arenas y gravas siendo estos de consistencia blanda, que afloran en una franja paralela al río Tejo, con alta erodabilidad

Depósitos Cuaternarios Recientes

Corresponden a materiales de origen Aluvial y Diluvial, acumulados por los flujos torrenciales generados en temporadas de invierno, a lo largo del río Tejo. Estos materiales son susceptibles de remoción permanente.

Geología Estructural y Neotectónica

Las estructuras geológicas más importantes en la región de Ocaña tienen una dirección de NNW (N10W a N30W) y forman parte del sistema de fallas de Bucaramanga, el cual tiene importancia regional en el contexto tectónico del nororiente colombiano.

Formaciones superficiales en Ocaña. -Depósitos aluviales asociados al río Tejo

La morfología del río en este tramo se caracteriza por un cambio de inclinación en el gradiente del cauce, lo que determina

que allí se presenta una zona de depósito aluvial, expresado en dos terrazas aluviales y la llanura de inundación que en algunos sitios alcanza hasta 100 m de ancho.

Uso del suelo

EL uso del suelo se determinó por el tipo de cobertura vegetal y la pendiente.

Tabla 25.*Tipo de vegetación*

Tipo de vegetación	Pendiente	Valor
Suelo desnudo	>25 %	10
Rastrojos o vegetación herbácea	15 – 25 %	5
Pastos con rastrojos	15 – 25 %	7

Nota: Clasificación de la vegetación. Fuente: Quintero, 2015

Localización de las edificaciones con respecto a fuentes de agua. Se puede observar que la totalidad de las viviendas encuestadas no cumplen con la ronda de protección hídrica del río tejo ya que se encuentran aproximadamente a distancias de 1 a 5 metros, así mismo a través de la inspección visual, georreferenciación y mapas de amenaza y riesgo en zonas susceptibles de socavación

Tabla 26.*Vulnerabilidad física*

Variable	Vulnerabilidad física			Tramo del río tejo comprendido del barrio 20 de julio hasta puente de la Torcoroma en el municipio de Ocaña-norte de Santander
	Baja 1	Valor de la vulnerabilidad Media 2	Alta 3	
Antigüedad de La Edificación.	Menores de 5 años	Entre 6 y 20 años.	Mayor de 20 años.	3
Materiales de construcción y estado de conservación.	Estructuras con materiales de muy buena calidad, adecuada Técnica constructiva y buen estado de conservación.	Estructuras de madera, concreto, adobe, bloque o acero, sin adecuada técnica constructiva y con un estado de deterioro moderado.	Estructuras de adobe, madera u otros materiales, en estado precario de conservación.	1
Cumplimiento de la Normatividad Vigente.	Se cumple de forma estricta con las leyes	Se cumple medianamente con las leyes	No se cumple con las leyes.	3
Características Geológicas y Tipo De Suelo.	Zonas que no presentan problemas de estabilidad, con buena cobertura vegetal	Zonas con indicios de inestabilidad y con poca cobertura vegetal.	Zonas con problemas de estabilidad evidentes, llenos antrópicos y sin cobertura vegetal	2
Localización de las Edificaciones con respecto a fuentes de agua.	Muy alejada	Medianamente cerca	Muy cerca	3
Valor vulnerabilidad física				12

Nota: Calificación de vulnerabilidad física. Fuente: Autor del proyecto (2020).

Vulnerabilidad Económica. Está determinada por el nivel de ingresos o la capacidad para satisfacer las necesidades básicas por parte de la población. Bajo este enfoque que mide la pobreza material, una persona presentará una alta vulnerabilidad económica cuando es pobre y cuando no satisface dos o más necesidades básicas.

Se tuvo en cuenta para evaluar la situación de pobreza unos indicadores por parte del departamento nacional de planeación: Población en condición de desplazamiento, Cobertura en salud, Servicios públicos y nivel educativo, Nivel de ingresos.

Situación de pobreza y seguridad alimentaria. La situación de pobreza no es una limitante, esto quiere decir que, aunque no se cuenta con abundancia de bienes y servicios, tampoco se observó un alto índice de inconformidad.

Por consiguiente la situación de pobreza y seguridad alimentaria tiene un valor de 2 (Media).

Este análisis que se hizo teniendo en cuenta un análisis de los habitantes de los barrios objeto de estudio, así como la información suministrada por los mismos, y los criterios utilizados para tal determinación, son los mostrados en la siguiente información

Población en condición de desplazamiento. El desplazamiento forzado es uno de los factores que agrava la condición de pobreza en los hogares colombianos. La tabla muestra que solo una minoría afectada dentro del tramo objeto de estudio.

Tabla 27.*Desplazamiento*

Desplazamiento	
No	64
Conflicto Armado	10

Nota: Estimado de desplazados en la zona de estudio. Fuente: Autor del proyecto (2020).



Figura 34. Porcentaje de población en situación de desplazamiento. Fuente: Autor del proyecto (2020).

La gráfica permite afirmar que, de las 74 familias, el 14% de estas se encuentra en situación de desplazamiento por el flagelo de la violencia lo que corresponde a 10 familias desplazadas de las cuales 9 son desplazadas del Norte de Santander y 1 familia del departamento del Cesar

Nivel de ingresos. El nivel de ingresos corresponde a la tasa salarial basada en el salario mínimo mensual vigente (smmv) que para Colombia en el año 2019 es de 828.116 pesos mensuales. La valoración del nivel de ingresos se hizo teniendo en cuenta 4 variables como se muestra a continuación:

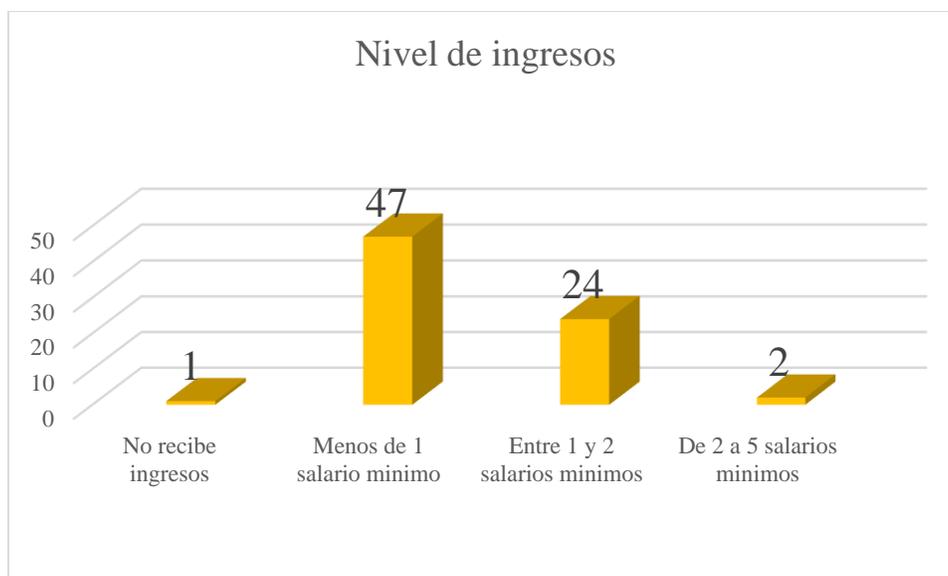


Figura 35. Nivel de ingresos. Fuente: Autor del proyecto (2020).

24 de las familias reciben entre 1 y 2 salarios mínimo, 47 reciben menos de uno mientras que solo 2 poseen los ingresos más alto quedando al margen solo un habitante que no recibe ingresos, lo que califica como nivel alto (3).

Cobertura en Salud, Servicios Públicos y Asistencia escolar

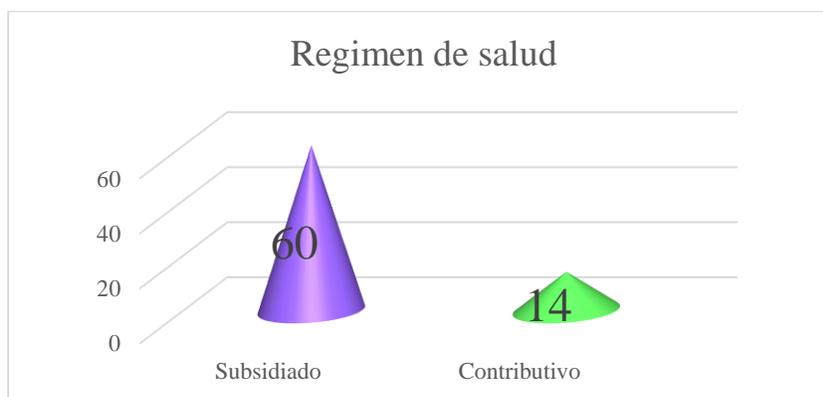


Figura 36. Régimen de salud. Fuente: Autor del proyecto (2020).

Se representa claramente que el total de la población cuenta con asistencia en salud, es decir vulnerabilidad baja, siendo en su mayoría cobijados bajo el régimen subsidiado con 81% de personas.

Cobertura en servicios públicos

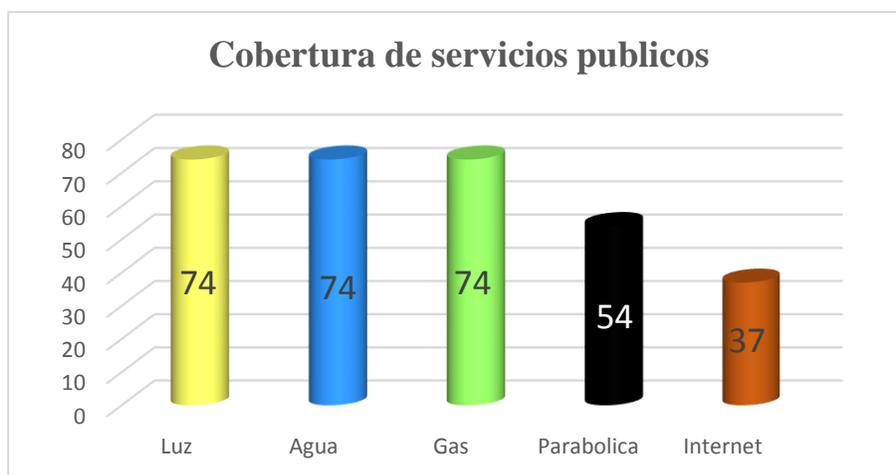


Figura 37. Cobertura en servicios públicos. Fuente: Autores del proyecto (2020).

El total de la población cuenta con los servicios esenciales de luz, agua y gas sin embargo se observó en las visitas que todas estas carecen de un servicio de alcantarillado, disponiendo sus aguas en el río Tejo.

Asistencia escolar

Para la calificación de vulnerabilidad en el nivel educativo se tiene en cuenta el porcentaje de personas de la siguiente manera:

- ✓ Nivel Alto de vulnerabilidad (3), personas que no tuvieron acceso a la educación o son analfabetas
- ✓ Nivel Medio de Vulnerabilidad (2), personas con nivel intermedio de educación que cursaron básica primaria o secundaria.

- ✓ Nivel Bajo de Vulnerabilidad (1), personas con título profesional

Tabla 28.*Asistencia escolar*

Asistencia escolar	
Analfabeto	7
Primaria	23
Secundaria	32
Profesional	12

Nota: Distribución de la asistencia escolar. Fuente: Autores del proyecto (2020).

La anterior tabla indica que la mayoría tiene acceso a la educación; para expresar de forma clara los porcentajes de personas con escolaridad, se muestra el siguiente gráfico:



Figura 38. Porcentaje de asistencia escolar. Fuente: Autores del proyecto (2020).

43% curso la básica secundaria, y 31% básica primaria, indicador claro que la población tiene un nivel medio de vulnerabilidad (2).

Acceso al mercado laboral. La mayoría de los habitantes del sector son trabajadores independientes dedicados al libre comercio. Se evidencia que, de las 74 viviendas, diez califican como locales comerciales: talleres automotrices, tiendas de barrio, parqueaderos públicos, restaurantes, ventas de comida rápida y una carpintería, el resto se dedican a oficios varios con un porcentaje significativo de familias que aseguran que solo un miembro labora dentro del hogar, y gran parte se quedan en casa.

Lo anterior se traduce en que la oferta laboral está por debajo de la demanda con poca estabilidad laboral y mercado limitado si se cuenta con que las familias son numerosas y por casa viven más de 5 personas; la cantidad de profesionales es muy baja por lo que se dedican en su mayoría al trabajo informal. La calificación de la vulnerabilidad es 3.

Tabla 29.*Vulnerabilidad económica*

Variable	Vulnerabilidad económica			Tramo del río tejo comprendido del barrio 20 de julio hasta puente de la Torcoroma en el municipio de Ocaña-norte de Santander
	Valor de la vulnerabilidad			
	Baja 1	Media 2	Alta 3	
Situación de pobreza y seguridad alimentaria.	Población sin pobreza y con seguridad alimentaria.	Población por debajo de la línea de pobreza.	Población en situación de pobreza extrema.	2
Nivel de ingresos.	Alto Nivel de ingresos.	El nivel de ingresos cubre las necesidades básicas.	Ingresos inferiores para suplir las necesidades básicas.	3
Acceso a los servicios públicos.	Total cobertura de servicios públicos básicos.	Regular cobertura de los servicios públicos básicos.	Muy escasa cobertura de los servicios públicos básicos.	1
Accesos al mercado laboral.	La oferta laboral es mayor que la demanda.	La oferta laboral es igual a la demanda.	La oferta laboral es mucho menor que la demanda.	3
Valor vulnerabilidad económica				9

Nota: Análisis de vulnerabilidad económica. Fuente: Autores del proyecto (2020).

Vulnerabilidad ambiental. El estudio de esta vulnerabilidad es un factor determinante para la proyección del territorio en cuanto a cómo este hace uso de recursos. Ofrece el grado de resistencia del medio y de los seres vivos que conforman un determinado ecosistema ante la presencia de la variabilidad climática, también se relaciona con el deterioro de los recursos aire, agua y suelo, la deforestación, la explotación irracional de los recursos hasta la pérdida de auto recuperación ecológica.

Condiciones Atmosféricas. El municipio de Ocaña es característico de un clima tropical en donde la presencia de lluvias es más frecuente en tiempos de verano; su temperatura promedio es de 21 grado y la precipitación promedio es de 1162mm en donde los tiempos de inviernos y veranos tuvo una diferencia de precipitación de 190mm y la variación de la temperatura anual registrada fue de 1.6 según Climate-Data.org (s.f.).

Condición de los recursos ambientales. En la información levantada no se ha evidenciado problemas relacionados a las condiciones de agua potable y se puede decir que el agua de este sector cuenta con las condiciones higiénico-sanitarias óptimas para su consumo. Por otra la presencia del Rio Tejo y su grave contaminación ha sido tema de investigación , en donde los resultados de estudios ICO (fisicoquímico y microbiológico) en el punto del barrio la modelo evidencia grado de contaminación Muy Alta que va desde $>0,8 - 1,0$ (ICOMI, ICOMO, ICOSUS, ICOpH) además de esto en las visitas realizadas se puede ver qué metros abajo del barrio la modelo el grado de contaminación se intensifica debido a las descargas directas de aguas servidas de los barrios unidos y santa marta según los habitantes de este punto.

Tabla 30.*Vulnerabilidad ambiental*

Variable	Vulnerabilidad ambiental			Tramo del río tejo comprendido del barrio 20 de julio hasta puente de la Torcoroma en el municipio de Ocaña-norte de Santander
	Valor de la vulnerabilidad			
	Baja	Media	Alta	
	1	2	3	
Condiciones atmosféricas	Niveles de temperatura y/o precipitación promedio normales.	Niveles de temperatura y/o precipitaciones ligeramente superiores al promedio normal.	Niveles de temperatura y/o precipitaciones muy superiores al promedio normal.	1
Condiciones de los recursos ambientales (Río Tejo).	Nivel de contaminación leve.	Niveles moderados de contaminación.	Incremento acelerado de la contaminación.	3
	Valor vulnerabilidad ambiental			4

Nota: Valoración de la vulnerabilidad ambiental. Fuente: Autores del proyecto (2020).

Vulnerabilidad social

Nivel de organización. La población se encuentra constituida por barrios, con juntas de acción comunal en dos de ellos (La Torcoroma y 20 de Julio). De igual forma parte de la estructura social está formalmente constituida debido a la antigüedad de estos barrios; no obstante, la invasión a la ronda hídrica se hace presente a lo largo de todo el tramo y ha sido cada vez mayor, evidenciándose actualmente nuevas construcciones por los habitantes de la zona.

Vulnerabilidad Alta 3.



Figura 39. Nuevas construcciones con invasión de la ronda hídrica. Fuente: Autores del proyecto (2020).

Participación. La preocupación por los temas de socavación e inundación dentro de la población es notoria, en mayor medida en los barrios con junta de acción comunal. Sin embargo, carecen de organización frente a la formación de comisiones de trabajo expuestas en la ley 743/2002, mediante la cual cada barrio debería gestionar capacitaciones frente al riesgo en el que se encuentra.

El nivel de participación de la comunidad para prevenir y responder ante situaciones de emergencia corresponde a un nivel medio.

Grado de relación entre las organizaciones comunitarias y las instituciones. La relación entre comunidad e institución es medianamente débil, ya que es ausente la presencia por parte de las instituciones competentes para el debido conocimiento del riesgo y acción de respuesta ante emergencias en el tema de socavación, sin embargo en el barrio 20 de Julio durante el año 2017 fue atendida oportunamente la solicitud sobre este tema entregada a la oficina de la gestión del riesgo municipal a cargo del Ing. William Pacheco quien procedió con un equipo técnico a la instalación de gaviones para disminuir el riesgo de la edificación.

Tabla 31.*Situación de emergencia atendida por CMGRD*

Afectado	Descripción
Lorena Avendaño Sánchez	La edificación afectada corresponde a un parqueadero ubicado en la esquina del puente del barrio 20 de Julio (Calle 5 #24A-52) reforzando la estructura del parqueadero con gaviones.
	Coordenadas
	8°14'40" N- 73°21'28" E

Nota: Caso reportado y atendido por CMGRD. Fuente: Autores del proyecto (2020).

Conocimiento comunitario del riesgo. La información permite afirmar que existe un porcentaje alto de personas que son conscientes de estar ubicados en la ronda del río, pero no conciben la posibilidad de encontrarse en situación de riesgo y quienes manifiestan estar en dicha situación descargan la responsabilidad o culpa a instituciones como la alcaldía y CORPONOR por no ejecutar obras que les garantice su protección.

Tabla 32.

Vulnerabilidad social

Variable	Valor de la vulnerabilidad			Tramo del rio tejo comprendido del barrio 20 de julio hasta puente de la Torcoroma en el municipio de Ocaña-norte de Santander
	Baja 1	Media 2	Alta 3	
Nivel de organización.	Población organizada.	Población medianamente organizada.	Población sin ningún tipo de organización.	2
Participación.	Participación total de la población.	Escaza participación de la población.	Nula participación de la población.	2
Grado de relación entre las organizaciones comunitarias y las instituciones.	Fuerte relación entre las organizaciones comunitarias y las instituciones.	Relaciones débiles entre las organizaciones comunitarias y las instituciones.	No existen relaciones entre las organizaciones comunitarias y las instituciones.	2
Conocimiento comunitario del riesgo.	La población tiene total conocimiento de los riesgos presentes en el territorio y asume su compromiso frente al tema.	La población tiene poco conocimiento de los riesgos presentes y no tiene un compromiso directo frente al tema.	Sin ningún tipo de interés por el tema.	2
Valor vulnerabilidad social				8

Nota: Calificación de la vulnerabilidad social. Fuente: Autores del proyecto (2020).

Evaluar los elementos vulnerables

Tabla 33.

Valoración y calificación de la vulnerabilidad por socavación

Calificación de la vulnerabilidad por socavación					
Tramo	Vulnerabilidad física	Vulnerabilidad económica	Vulnerabilidad ambiental	Vulnerabilidad social	Sumatoria
	Valor	Valor	Valor	Valor	
Barrio 20 de julio hasta puente de la Torcoroma	12	9	4	8	33

Nota: Vulnerabilidad en el 20 de julio. Fuente: Autores del proyecto (2020).

La Vulnerabilidad del tramo 20 de Julio hasta el puente de la Torcoroma tiene un valor de 33, lo que significa que tiene una calificación de **Media** (Va desde 27 a 37); este tramo es vulnerable medianamente debido los materiales y las viviendas se encuentran en buen estado y casi todos los barrios tienen junta de acción comunal, sin embargo dentro de todo el tramo estudiado existe un patrón constante: las edificaciones están asentadas a pocos metros del río, muchas de ellas se encuentran construidas dentro en aguas del mismo y la relación de la comunidad y las instituciones es poca o nula con respecto al tema.

4.1.3. Objetivo 3. La interrelación de ambos valores obtenidos (Amenaza y Vulnerabilidad), a través de los anteriores análisis permite determinar el nivel de riesgo por socavación, que para este caso obtuvo valores de MEDIO (Tabla 18 y 31), a través del uso de la matriz por medio de un criterio descriptivo, la siguiente tabla expresa el nivel de riesgo obtenido:

Amenaza Alta	Riesgo Medio	Riesgo Alto	Riesgo Alto
Amenaza Media	Riesgo Bajo	Riesgo Medio	Riesgo Alto
Amenaza Baja	Riesgo Bajo	Riesgo Bajo	Riesgo Medio
	Vulnerabilidad Baja	Vulnerabilidad Media	Vulnerabilidad Alta

Figura 40. Interrelación Amenaza/Vulnerabilidad. Fuente: Autores del proyecto (2020).

La tabla expresa que el nivel de riesgo de la población es **alto**.

NOTA: El nivel de riesgo expresado es un valor que fue resultado (como se expresó al principio) de un análisis que se hizo bajo criterio de los autores y calificado según la percepción, argumentos y punto de vista de los mismos, el cual se evaluó de forma cualitativa en todos sus aspectos.

5. Conclusiones

La evaluación del riesgo en la zona se llevó a cabo dando como resultado en la valoración de la amenaza **alta amenaza**, debido a que la socavación tiene un historial de desastre frecuente y el territorio en su totalidad está afectado; algunas viviendas según lo informó la comunidad y como se pudo observar en campo están socavadas e invadiendo la ronda hídrica. Es importante aclarar que el cuerpo de bomberos ni ningún otro organismo de socorro tiene registros oficiales de sucesos de desastre por socavación.

La **vulnerabilidad media** en el tramo estudiado es el resultado del bajo nivel de ingreso, el desconocimiento social de la problemática, el incumplimiento de la normativa y la geomorfología del suelo susceptible de erosión , todos estos son agravantes que exponen a la población a un peligro inminente, sin embargo, el buen estado de los materiales de construcción de las viviendas ha evitado que se presenten catástrofes de gran magnitud, que no es un condicionante que los excluya de posibles efectos en el futuro.

Los distintos factores que influyen sobre los componentes (amenaza y vulnerabilidad) evaluados generan un valor de **riesgo alto**, esto es un indicador fehaciente de que la comunidad se encuentra bajo un peligro silencioso que no se le ha dado la importancia necesaria, en donde la ubicación de las viviendas juega el papel principal para la estimación del valor de riesgo por socavación.

6. Recomendaciones

El fenómeno de socavación en el municipio de Ocaña no se encuentra incluido en el mapa de amenazas y riesgos urbanos, no existe registro documentados del mismo y la comunidad es desconocedora del riesgo al cual se encuentran expuestos, por lo cual con el resultado de esta evaluación se recomienda sea actualizado el mapa, se realice seguimiento al sector tramo objeto de estudio, se incremente la institucionalidad, y se establezcan capacitaciones en cuanto al manejo de riesgo y desastres.

Se recomienda la presentación de este trabajo al CMGRD con el objeto de evaluar las zonas afectas; se conoce que esta dependencia hizo trabajos de instalaciones de algunos gaviones en el pasado por solicitudes de habitantes del sector, estos trabajos deben ser reforzados estructuralmente debido a que están afectados por socavación.

Incluir en el plan municipal para la gestión del riesgo y desastre la evaluación del riesgo por socavación para identificar detalladamente las medidas de cómo reducirlo y las mejores alternativas para manejarlo

Identificar la cota máxima de inundación en el tramo de estudio para conocer más detalladamente el número de personas que pueden verse damnificadas por la ocurrencia de una fuerte avenida teniendo en cuenta el nivel del riesgo por socavación para el sector

7. Referencias

- Agencia Nacional de Licencia Ambiental. (29 de Mayo de 2019). *Permisos y ocupación de Cauces*. Obtenido de Portal del ANLA: <http://portal.anla.gov.co/permiso-ocupacion-cauce>
- Alcaldía Municipal de Ocaña. (2016). *Plan de desarrollo municipal 2016 - 2019*. Ocaña: Consejo territorial de Planeación.
- Bucht Roman, F. (1999). *La Socavación de rondas Hídricas*. Quito: UniEcuador.
- Cañas Ramos, E. E. (2018). *Estudio de Socavación en Pilas circulares de puentes en lechos de ríos*. Bogotá D.C: Escuela Colombiana de Ingeniería.
- Chávez de Paz, D. (21 de Mayo de 2008). *CONCEPTOS Y TÉCNICAS DE RECOLECCIÓN DE DATOS EN LA INVESTIGACIÓN JURIDICO SOCIAL*. Obtenido de Universidad Nacional mayor de San Marcos:
https://www.unifr.ch/ddp1/derechopenal/articulos/a_20080521_56.pdf
- Consortio Río Garagoa (2017). *Actualización POMCA Río Garagoa: Fase de diagnóstico*. Recuperado de <https://www.car.gov.co/uploads/files/5c1a9ff24fef0.pdf>
- CORANTIOQUIA. (2005). *Plan de manejo del área de reserva Guayabito - Caracolí Municipio de Girardota*. Medellín: Corporación Autonoma Regional de Antioquia.
- CORTOLIMA. (10 de marzo de 2017). *Corporación Autonoma Regional del Tolima*. Obtenido de <https://www.cortolima.gov.co/boletines-prensa/qu-ronda-h-drica>

- Dennis, C. d. (21 de Mayo de 2008). *CONCEPTOS Y TECNICAS DE RECOLECCION DE DATOS EN LA INVESTIGACION JURIDICO SOCIAL*. Obtenido de Universidad Nacional Mayor de San Marcos :
https://www.unifr.ch/ddp1/derechopenal/articulos/a_20080521_56.pdf
- DNP. (2019). *Marco normativo para la gestión territorial*. Bogotá D.C: Departamento Nacional de Planeación.
- Freire, P., & Ruilova, J. (2013). *La socavación*. Azuay, Ecuador: Universidad de la Cuenca.
- Galiano, L. (2015). Análisis de la Socavación en Cauces Naturales . *Revista Politécnica-Febrero 2015, Vol. 35, No. 3. , 11.*
- Giraldo Arenas, G., & Vega Castillo , D. (2013). *Propuesta metodológica para la evaluación de la susceptibilidad y socavación de puentes apoyada en un Sistema de Información Geográfico*. Bogotá, D.C: PONTIFICIA UNIVERSIDAD JAVERIANA.
- Gonzales Velandia, J. C. (2014). *La gestión del riesgo de desastres en las inundaciones de Colombia: Una mirada crítica*. Bogotá D.C: Universidad Católica de Colombia .
- Guffante Naranjo, C. H. (2016). *Investigación científica* . Obtenido de
http://dspace.unach.edu.ec/bitstream/51000/342/3/Investigaci%C3%B3n%20cient%C3%ADfica_el%20proyecto%20de%20investigaci%C3%B3n.pdf
- Hurtado, J. (2010). Caracas Venezuela: Quiron Editores.
- J. Meyer, W. (12 de Septiembre de 2006). *Noemagico*. Obtenido de
<https://noemagico.blogia.com/2006/091301-la-investigaci-n-descriptiva.php>
- K.V, W. (2013). Cálculo de la Socavación. *Revista Chilena Vol.3, 32.*

Lopez Pulido, O. (2013). *Diseño y Analisis de estabilidad hidráulica de tapetes articulados de concretos para protecci3n de Cauces*. México: Instituto Politécnico Nacional.

MiAmbiente. (2017). *Decreto 2245* . Bogotá: Ministerio de Medio Ambiente y Desarrollo Sostenible.

Ministerio del Medio Ambiente. (1974). *Decreto Ley 2811*. Bogotá D.C: Minambiente.

MinVivienda, C. y. (2015). *Decreto 1077*. Bogota : Ministerio de Vivienda. Ciudad y Territorio.

Naghi Namakforoosh, M. (2005). *Metodologia de la Investigacion*. Mexico: Limusa.

Noni, G. (2000). *Breve visi3n historica de la erosion en ecuador*. Quito: (Ge3grafo Físico del OR STOM, Mis3n en el Ecuador, Apartado 6596 CCI).

Organizaci3n de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentaci3n. (2009). *Análisis de Sistemas de gesti3n del Riesgo de Desastres*. Roma: Grupo de Ventas y Comercializaci3n - Divisi3n de Informaci3n.

Ospina Amado, O., & Gonzales, D. (2018). *Guía para la elaboraci3n de los planes departamentales de gesti3n del riesgo de desastres*.

Otava, F., & Simioni, D. (1998). *Desarrollo Sustentable de los Asentamientos Humanos*. Santiago, Chile: COMISI3N ECON3MICA PARA AMÉRICA LATINA Y EL CARIBE.

Paez García, L. E. (2015). *Río Tejo, el río total de Ocaña*. Ocaña: Academia de Historia de Ocaña.

PBOT . (2015). *Plan basico de Ordenamiento Territorial municipio de Ocaña*. Ocaña: Secretaria de Planeaci3n.

PNGRD. (2015). *Plan Nacional de Gestión de Riesgo y Desastre*. Bogotá D.C: Presidencia de la República de Colombia.

PNGRD. (2015). *Plan Nacional de gestión del riesgo y desastre*. Bogotá D.C: Presidencia de la República .

Población. (31 de Mayo de 2019). *DConceptos*. Obtenido de <https://deconceptos.com/ciencias-naturales/poblacion>

Rodríguez Gómez, G., Gil Flórez, J., & García Jiménez , E. (1996). *Metodología de la Investigación Cualitativa*. Granada, España: Ediciones Aljibe.

Ruiz, R. (2007). *El método Científico y sus etapas*. México: Index.

Toro Herrera, C. D. (2012). *Tipos de socavación*. Cali: Universidad del Cauca.

Universidad de la Cuenca . (2012). *La socavación*. Ecuador: Universidad de la cuenca.

Vega Castillo, D. E., & Giraldo Arenas , G. (2013). *Propuesta metodológica para la evaluación de la susceptibilidad y socavación de puentes apoyada en un Sistema de Información Geográfico (SIG)*. Bogotá D.C: Pontificia Universidad Javeriana.

Villota Tapias, J. (1991). *Documento Tecnico II Geomorfología de Cauces y Riveras*. Ibagué: Alcaldía Municipal de Ataco.

Apéndice B. Modelo de encuesta



UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER OCAÑA
Facultad de Ciencias Agrarias y del Ambiente

**Estimado habitante:**

Esta encuesta tiene como propósito la indagación y observación de la vulnerabilidad del casco urbano de Ocaña desde el barrio 20 de Julio hasta el Barrio la Torcoroma
Las respuestas consignadas y la información aquí recolectada se encuentran sujeta a la Ley 1581 de 2012 y demás normas. Se garantiza la confidencialidad y la reserva de la información recopilada y su uso exclusivo para estudios académicos.

1. IDENTIFICACIÓN. INFORMACIÓN DEL ENCUESTADO

Nombre y apellido _____	D	M	A	Estado Civil:
Identificación _____				
Género: Masculino <input type="checkbox"/> Femenino <input type="checkbox"/>	Soltero (a)			
Edad: _____	Casado (a)			
Dirección según CENS _____	Divorciado(a)			
Barrio y dirección _____	Unión Libre			Coordenadas:
	Viudo (a)			
	Norte	Este	Elevación	

2. DATOS DE VIVIENDA

Tipo de vivienda: Casa ___ Apartamento ___ Local comercial ___
 Estado de la vivienda: Bueno ___ Deterioro ___ Malo ___
 Tipo de localidad donde vive: Rural ___ Urbano ___
 La casa donde vive es: Propia ___ Arrendada ___
 Cuantas personas habitan en la casa: _____
 Jefatura del hogar: _____
 Servicios de la vivienda: Agua potable ___ Luz eléctrica ___ Teléfono ___ Internet ___ Parabólica ___
 Gas ___

2.1 MATERIALES CON QUE ESTÁ CONSTRUIDA LA VIVIENDA**Estructura general de la vivienda**

Antigüedad de la edificación: _____

Cuantos niveles tienes la vivienda: _____

Materiales de construcción: Cimientos:

Ladrillo	
Bloque y concreto	
Madera	
Tapia pisada	

De zapatas	
De losa continua	
Pozo o pilares	
De pilotes	

Techo:

Zinc	
Teja	
Eternit	
Otro	

:Cuál?

Piso:

Madera	
Loza	
Concreto	
Otro	

:Cuál?

3. ANÁLISIS SOCIOECONÓMICO DEL GRUPO FAMILIAR

¿Cuántos hijos tiene? _____

¿Número de personas trabajando? _____

Nivel educativo

Ocupación familiar:

Nivel educativo	Madre	Padre	Hijos
Preescolar			
Primaria			
Secundaria			
Profesional(universitario)			
Maestría			
Doctorado			
Ninguna			

Madre _____

Padre _____

Hijos _____

NIVEL DE INGRESOS

Teniendo en cuenta las personas que trabajan de su familia. ¿Cuánto cree que ascienda mensualmente el ingreso familiar? SM (\$828.116)

No recibe ingresos	
Menos de un SM	
Entre 1 a 2 SM	
Entre 2 a 5 SM	
Entre 5 a 10 SM	

TIPO DE POBLACIÓN.

Niñez (0-11): _____ Adolescentes (12-24): _____

Adultos (25-60): _____ Tercera edad: _____

Población en situación de discapacidad: SI _____ NO _____ ¿Cuál? _____

Población en situación de desplazamiento: SI _____ NO _____ ¿Cuál? _____

Proviene de algún grupo poblacional: Indígena _____ Campesino _____ Afrodescendiente _____ Otros: _____

Tipo de salud: Régimen subsidiado _____ Régimen contributivo _____ Proporción no afiliada _____

4. DESCRIPCIÓN HISTÓRICA DEL FENÓMENO DE SOCAVACION

¿Conoce el tipo de riesgo al cual está expuesto el sector? SI _____ NO _____ ¿Cuál? _____

¿Cuál es el detonante que genera el riesgo? _____

¿Hace cuánto se presenta el problema? _____

¿Qué daños a ocasionado? Sociales _____ Económicos _____ Ambientales _____ Institucionales _____ Otros: _____

¿Edificación afectada por Socavación? SI _____ NO _____

Historial de amenaza:

Año	Personas fallecidas	Heridos graves	Heridas moderadas	Heridas leves	Costo de daños

Apéndice C. Encuesta diligenciada



 Universidad Francisco de Paula Santander

INGENIERÍA AMBIENTAL

UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER OI

 Facultad de Ciencias Agrarias y del Ambiente

Apreciado habitante:
 Esta encuesta tiene como propósito la indagación y observación de la vulnerabilidad del casco urbano de Ocaña desde el barrio 20 de Julio hasta el Barrio la Torcoroma
 Las respuestas consignadas y la información aquí recolectada se encuentran sujeta a la Ley 1581 de 2012 y demás normas. Se garantiza la confidencialidad y la reserva de la información recopilada y su uso exclusivo para estudios académicos.

1. IDENTIFICACIÓN

Información general del encuestado: Fecha:

D	M	A
11	11	19

Nombre y apellido Rosalia Guerrero Identificación _____

Género: Masculino Femenino Edad: _____

Estado Civil: Dirección según CENS 22A - 08

Soltero (a)	<input type="checkbox"/>
Casado (a)	<input type="checkbox"/>
Divorciado(a)	<input type="checkbox"/>
Unión Libre	<input type="checkbox"/>
Viudo (a)	<input checked="" type="checkbox"/>

Barrio y dirección _____

Coordenadas:

Norte	Este	Elevación
8° 14' 30"	73° 21' 29"	1179

2. DATOS DE VIVIENDA

Tipo de vivienda: Casa Apartamento Local comercial

Estado de la vivienda: Buen estado Deterioro moderado Mal estado

Tipo de localidad donde vive: Rural Urbano

La casa donde vive es: Propia Arrendada

Cuántas personas habitan en la casa: 3

Jefatura del hogar: _____

Servicios de la vivienda: Agua potable luz eléctrica teléfono Internet Parabólica

2.1 MATERIALES CON QUE ESTÁ CONSTRUIDA LA VIVIENDA

+ Estructura general de la vivienda

Antigüedad de la edificación: 30 años - 5 años

Cuántos niveles tienes la vivienda: 1

Materiales de construcción: Cimientos:

Ladrillo	<input checked="" type="checkbox"/>
Bloque y concreto	<input type="checkbox"/>
Madera	<input type="checkbox"/>
Tapia pisada	<input type="checkbox"/>

Techo:

De zapatas	<input type="checkbox"/>
De losa continua	<input type="checkbox"/>
Pozo o pilares	<input type="checkbox"/>
De pilotes	<input checked="" type="checkbox"/>

Piso:

Zinc	<input type="checkbox"/>
Teja	<input type="checkbox"/>
Eternit	<input checked="" type="checkbox"/>
Otro	<input type="checkbox"/>

Madera	<input type="checkbox"/>
Loza	<input checked="" type="checkbox"/>
Concreto	<input checked="" type="checkbox"/>
Otro	<input type="checkbox"/>

¿Cuál? _____ ¿Cuál? _____

Carrera 12 # 10 - 42 - Ocaña, Norte de Santander
 Teléfono: (7) 5636300 EXT 117- www.ocana-nortedesantander.gov.co
clopad@ocana-nortedesantander.gov.co



 Universidad Francisco de Paula Santander
 Ocaña - Santander

Ingeniería Ambiental

UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER OCAÑA
 Facultad de Ciencias Agrarias y del Ambiente

3. ANÁLISIS SOCIOECONÓMICO DEL GRUPO FAMILIAR

¿Cuántos hijos tiene? _____
 ¿Número de personas trabajando? _____

Nivel educativo

Nivel educativo	Madre	Padre	Hijos
Preescolar			
Primaria	✓		
Secundaria			
Profesional(universitario)			
Maestría			
Doctorado			
Ninguna			

Ocupación familiar:

Ocupación	Madre	Padre	Hijos
Actividades agropecuarias			
Industria manufacturera			
Minería, petróleo o electricidad			
Construcción			
Comercio			
Transporte y comunicaciones			
Gobierno			
Ama de casa	✓		
Otro:			

Nivel de ingresos
 Teniendo en cuenta las personas que trabajan de su familia. ¿Cuánto cree que ascienda mensualmente el ingreso familiar? SM (\$828.116)

No recibe Ingresos	
Menos de un SM	✓
Entre 1 a 2 SM	
Entre 2 a 5 SM	
Entre 5 a 10 SM	

Tipo de población.
 Primera infancia (0-5): _____ Adultos (25-60): Tercera edad: _____
 Niñez (6-11): _____ Adolescentes (12-24): _____
 Población en situación de discapacidad: SI NO ¿Cuál? _____
 Población en situación de desplazamiento: SI NO ¿Cuál? _____
 Proviene de algún grupo poblacional: Indígena Campesino Afrodescendiente Otros: _____

Tipo de salud: Régimen subsidiado Régimen contributivo Proporción no afiliada

3.1 DESCRIPCIÓN HISTÓRICA DEL FENÓMENO DE SOCAVACION

¿Conoce el tipo de riesgo al cual está expuesto el sector? SI NO ¿Cuál? _____
 ¿Cuál es el detonante que genera el riesgo? Quemada
 ¿Hace cuánto se presenta el problema? 10 años
 ¿Qué daños a ocasionado? Sociales económicos ambientales institucionales Otros: _____

Historial de amenaza:

Año	Personas fallecidas	Heridos graves	Heridas moderadas	Heridas leves	Costo de daños
2014					60.000.000.

Carrera 12 # 10 - 42 - Ocaña, Norte de Santander
 Teléfono: (7) 5636300 EXT 117- www.ocana-nortedesantander.gov.co
clopad@ocana-nortedesantander.gov.co

**Apreciado habitante:**

Esta encuesta tiene como propósito la indagación y observación de la vulnerabilidad del casco urbano de Ocaña desde el barrio 20 de Julio hasta el Barrio la Torcoroma

Las respuestas consignadas y la información aquí recolectada se encuentran sujeta a la Ley 1581 de 2012 y demás normas. Se garantiza la confidencialidad y la reserva de la información recopilada y su uso exclusivo para estudios académicos.

1. IDENTIFICACIÓN

Información general del encuestado:

Nombre y apellido Lorena Avelardo Sanchez Identificación 37181289Fecha:

D	M	A
16	11	19

Género: Masculino Femenino Edad: 35

Estado Civil:

Soltero (a)	
Casado (a)	<input checked="" type="checkbox"/>
Divorciado(a)	
Unión Libre	
Viudo (a)	

Dirección según CENS 20 JulioBarrio y dirección Call # 3 # 29072

Coordenadas:

Norte	Este	Elevación
<u>8°14' 90''</u>	<u>73°21' 28''</u>	<u>1190</u>

2. DATOS DE VIVIENDATipo de vivienda: Casa Apartamento Local comercial Estado de la vivienda: Buen estado Deterioro moderado Mal estado Tipo de localidad donde vive: Rural Urbano La casa donde vive es: Propia Arrendada Cuántas personas habitan en la casa: 4Jefatura del hogar: EsposoServicios de la vivienda: Agua potable luz eléctrica teléfono Internet Parabólica **2.1 MATERIALES CON QUE ESTÁ CONSTRUIDA LA VIVIENDA**

+Estructura general de la vivienda

Antigüedad de la edificación: 8 añosCuántos niveles tienes la vivienda: 2

Materiales de construcción: Cimientos:

Ladrillo	
Bloque y concreto	<input checked="" type="checkbox"/>
Madera	
Tapia pisada	

De zapatas	
De losa continua	
Pozo o pilares	<input checked="" type="checkbox"/>
De pilotes	

Techo:

Zinc	
Teja	
Eternit	
Otro	

¿Cuál? Placa

Piso:

Madera	
Loza	<input checked="" type="checkbox"/>
Concreto	
Otro	

¿Cuál?


 Universidad Francisco de Paula Santander
 Facultad de Ciencias Agrarias y del Ambiente

Ingeniería Ambiental

3. ANÁLISIS SOCIOECONÓMICO DEL GRUPO FAMILIAR

¿Cuántos hijos tiene? 2
 ¿Número de personas trabajando? 1

Nivel educativo

Nivel educativo	Madre	Padre	Hijos
Preescolar			
Primaria		/	
Secundaria	x	x	x
Profesional (universitario)			
Maestría			
Doctorado			
Ninguna			

Ocupación familiar:

Ocupación	Madre	Padre	Hijos
Actividades agropecuarias			
Industria manufacturera			
Minería, petróleo o electricidad			
Construcción			
Comercio			
Transporte y comunicaciones			
Gobierno			
Amo de casa			
Otro:			<u>apoderado</u>

Nivel de ingresos
 Teniendo en cuenta las personas que trabajan de su familia. ¿Cuánto cree que ascienda mensualmente el ingreso familiar? SM (\$828.116)

No recibe ingresos	
Menos de un SM	
Entre 1 a 2 SM	x
Entre 2 a 5 SM	
Entre 5 a 10 SM	

Tipo de población.
 Primera infancia (0-5): _____ Adultos (25-60): x Tercera edad: _____
 Niñez (6-11): _____ Adolescentes (12-24): x

Población en situación de discapacidad: SI NO ¿Cuál? _____
 Población en situación de desplazamiento: SI NO ¿Cuál? _____
 Proviene de algún grupo poblacional: Indígena Campesino Afrodescendiente Otros: _____

Tipo de salud: Régimen subsidiado Régimen contributivo Proporción no afiliada

3.1 DESCRIPCIÓN HISTÓRICA DEL FENÓMENO DE SOCAVACION
 ¿Conoce el tipo de riesgo al cual está expuesto el sector? SI NO ¿Cuál? desbordamiento del río
 ¿Cuál es el detonante que genera el riesgo? no cerca
 ¿Hace cuánto se presenta el problema? 3 años
 ¿Qué daños ocasionado? Sociales económicos ambientales institucionales Otros: _____

Historial de amenaza:

Año	Personas fallecidas	Heridos graves	Heridas moderadas	Heridas leves	Costo de daños

Carrera 12 # 10 - 42 - Ocaña, Norte de Santander
 Teléfono: (7) 5636300 EXT 117- www.ocana-nortedesantander.gov.co
clpad@ocana-nortedesantander.gov.co

Apéndice D. Evidencia fotográfica de la realización de las encuestas







Apéndice E. Soporte fotográfico de verificación en campo



