

## **CONTRATO 292 CORPOCALDAS – GEOSUB S.A.S**

### **IDENTIFICAR Y CARACTERIZAR LA AMENAZA, VULNERABILIDAD Y RIESGO PARA LA CABECERA MUNICIPAL Y LAS ÁREAS DE DESARROLLO RURAL RESTRINGIDO**

#### **1. MUNICIPIO DE NORCASIA**

**Manizales, 2013-2014**

---

## CONTENIDO

1. MUNICIPIO DE NORCASIA .....	3
1.1. Remoción en Masa .....	3
1.1.1. Localización y Drenaje Superficial .....	3
1.1.2. Uso y Cobertura .....	3
1.1.3. Geología.....	4
1.1.4. Pendiente .....	4
1.1.5. Curvatura .....	5
1.1.6. Aspecto .....	5
1.1.7. Relieve Interno .....	5
1.1.8. Índice de Humedad .....	6
1.1.9. Puntos Críticos.....	6
1.1.10. Mapa de Susceptibilidad por Remoción .....	6
1.1.11. Mapa de Persistencia de los Procesos erosivos .....	9
1.1.12. Mapa Factor detonante por umbral lluvia .....	9
1.1.13. Mapa de Amenaza por remoción en masa.....	10
1.2. Amenaza por inundación.....	11
1.3. Vulnerabilidad para la cabecera municipal de Norcasia .....	15
1.4. Riesgo .....	17
1.4.1. Riesgo por Remoción en Masa .....	17
1.4.2. Riesgo por Inundaciones.....	18

## **1. MUNICIPIO DE NORCASIA**

En el municipio de Norcasia sólo se tomaron imágenes LiDAR y ortofotos de la cabecera urbana municipal, ya que no tiene ningún centro poblado de desarrollo restringido, en este informe se presenta el estudio de amenaza, vulnerabilidad y riesgo por remoción en masa y por inundaciones en la cabecera municipal.

### **1.1. Remoción en Masa**

#### **1.1.1. Localización y Drenaje Superficial**

El municipio de Norcasia se localiza en la parte nor-oriental del departamento de Caldas, en el Anexo 1, Mapa 1.1, se muestra la ortofoto tomado para la cabecera municipal durante este proyecto.

Dentro del Mapa 1.1 se observa que no se cuenta con muchos drenajes superficiales ya que estos fueron desaparecidos para la construcción de la zona urbana, solo se distinguen unos drenajes sobrevivientes hacia la parte Noreste y Suroeste del casco urbano, siendo el más importante el drenaje de la quebrada Norcasia hacia la parte más suroriental, en la parte central del casco urbano, este drenaje está completamente canalizado en su paso por la cabecera municipal.

#### **1.1.2. Uso y Cobertura**

En el Anexo 1, Mapa 1.2 se muestra el uso y cobertura para el casco urbano del municipio de Norcasia, el cual fue elaborado con base en los atributos de la imagen LiDAR, la ortofoto del casco urbano y su corroboración directamente en campo. La consolidación del casco urbano en su parte central es mostrado por el mayor número de manzanas con más de un ochenta por ciento de área construida (urbano 1 en el mapa) rodeado hacia el noreste, noroeste, suroeste y sureste de zonas semi-consolidadas con un 20 a 80% de área construida (urbano 2 en el mapa), y pequeñas áreas periféricas sin consolidación, menor al 20% de construido (urbano 3 en el mapa) desarrollados sobre las salidas norte y suroeste del municipio. La consolidación en el casco urbano en las zonas urbanas 1 y 2 está aunada a la construcción de un gran número de obras de protección de las laderas, especialmente pantallas y muros de diversos tipos.

Las zonas dedicadas a bosques se localizan sobre todo en la parte suroeste del casco urbano, y la frontera agrícola persiste aún dentro del perímetro urbano, por las zonas dedicadas a pastos en la parte norte y pequeños sectores al suroeste dentro del casco urbano. En este mapa se muestra la localización del box culvert de la quebrada Norcasia, que cruza el centro del casco urbano en dirección SW-NE.

### **1.1.3. Geología**

En el casco de Urbano de Norcasia se presenta sobre toda la extensión de su perímetro urbano un recubrimiento de varios paquetes de depósitos de flujos piroclásticos (Qto), suprayaciendo principalmente los diferentes niveles de meteorización del basamento metamórfico, esquistos cuarzo-micáceos del Complejo Cajamarca (Pz), y sólo en el sector Oriental del casco urbano suprayace los niveles de meteorización del basamento ígneo del Stock de Norcasia (Tisn). En el sector nor-occidental en la zona de la cancha de fútbol y en el sector nor-oriental aparecen estos depósitos piroclásticos suprayaciendo a los depósitos de flujos de escombros de Norcasia (TQdfe), conjunto de capas de conglomerados clasto y matriz-soportados muy alterados. En el Anexo 1, Mapa 1.3 se muestran las unidades aflorantes, como la cubierta piroclástica cubre toda la cabecera urbana se usó una nomenclatura para mostrar lo que hay debajo de dicha cobertera.

### **1.1.4. Pendiente**

En la realización del mapa de pendientes se usó como base el DTM obtenido a partir de la imagen LiDAR, se tienen rangos de pendientes que van desde 0° a 12°, 12° a 24°, 24° a 36°, 36° a 48° y de 48° a 80°.

En la parte central del municipio podemos observar que la mayoría de la zona urbana hace referencia a zonas construidas en pendientes planas a muy bajas con un rango de 0 a 24° y muy pocas zonas construidas en pendientes altas con un rango de 48 a 80° como es el caso del Barrio la Esperanza, en el sector centro norte del caso urbano, el cual fue construido sobre una zona de pendiente alta.

Por otra parte se puede observar muy bien en el mapa que las zonas con mayor pendiente hacen referencia a zonas donde no se presenta ninguna construcción en la periferia, y hacen parte a zonas de laderas y cortes de talud muy inclinados como es el caso de la entrada oriental de Norcasia y sobre todo la parte periférica sur del casco urbano. (Anexo 1, Mapa 1.4)

### **1.1.5. Curvatura**

En la realización del mapa de curvatura se usó como base el DTM obtenido a partir de la imagen LiDAR, ver Anexo 1, Mapa 1.5.

El mapa de curvatura muestra valores intermedios para la zona central construida y en la zona occidental. Valores más altos, mayor convexidad de las geofomas, se ubican en la zona periférica sur y pequeñas zonas al norte del mismo, como en el centro norte donde se localiza el Barrio La Esperanza.

### **1.1.6. Aspecto**

En este mapa realizado a partir del DTM de la imagen LiDAR se puede evidenciar en el centro de la zona urbana el paso del Río Norcasia, donde se observan varias direcciones contrastantes de la pendiente del terreno que se observan en laderas antiguas de este río, una de ellas con una dirección O-NO que abarca un rango de 247.5 a 337.5 y la otra con una dirección E-SE con un rango de 67.5 a 157.5.

Lo mismo que en el mapa de pendientes se puede concluir que en las zonas donde se observa una mezcla de rangos, nos indica que son zonas con baja intervención antrópica y donde no hay presencia de obras o solo hay construcciones aisladas. (Ver Anexo 1, Mapa 1.6).

### **1.1.7. Relieve Interno**

Este mapa también construido con un algoritmo dentro del ArcGIS a partir del DTM de la imagen LiDAR, permite evidenciar el relieve de la zona urbana, donde se observa que tiene un relieve relativamente bajo con un rango de 0 – 1.32 en las zonas con mayor grado de urbanización o donde se construyó la Villa Olímpica al occidente del casco urbano y se canalizó la quebrada Norcasia, y en algunas zonas tienen un relieve moderado a alto con rangos de 2.98-5.41 y 9.26-23.18 siendo este último el más alto, que también coincide con el rango de mayor valor en el mapa de pendientes.

El relieve alto hace referencia a zonas de ladera, corte de talud con pendientes muy altas, y zonas sin construir como en la periferia sur del casco urbano (ver Anexo 1, Mapa 1.7).

### 1.1.8. Índice de Humedad

En este mapa se muestra el resultado de la aplicación de la fórmula del índice de humedad:

$$W = \ln(As/\tan \beta)$$

Donde  $W$  corresponde a índice de humedad, mientras  $As$  es el área aferente, y  $\beta$  es la pendiente calculada (ver Anexo 1, Mapa 1.8.). Las zonas de saturación muy alta y alta se localizan en las zonas planas donde se han realizado cortes en los procesos de urbanización como en la parte central sobre todo al occidente de la cabecera urbana donde se localizan las principales instalaciones deportivas y también en las áreas aledañas a los taludes de todas las vías que crucen a la cabecera municipal. Las zonas con saturación media y baja se localizan sobre todo en la periferia del casco urbano donde aún se conservan las pendientes originales del terreno, pero en sectores se combinan con zonas de saturación altas como es el sector alto del barrio La Esperanza.

### 1.1.9. Puntos Críticos

En este mapa, podemos observar todos los puntos críticos definidos geomorfológicamente y con comprobación de campo, y que afectan partes del casco urbano dentro de su perímetro exclusivamente y los cuales han sido clasificadas con criticidad máxima y media por remoción en masa e inundación.

El punto más crítico por remoción en masa se presenta en el barrio La Esperanza el cual se encuentra ubicado en una zona de pendiente muy alta, valor de relieve moderado a alto por su convexidad, con presencia de obras de protección en la ladera, construidas con una dirección O-NO y el punto crítico por inundación lo podemos observar dentro de la zona urbana en toda la parte central, ver Anexo 1, Mapa 1.9) y en el Anexo 2, 1. Puntos Críticos Norcasia.

Los sitios críticos por amenaza de inundación están referidos en la parte de la quebrada Norcasia que esta canalizada en el centro del municipio, las modelaciones de la amenaza por inundación se muestran en el aparte 1.2.

### 1.1.10. Mapa de Susceptibilidad por Remoción

Para elaborar el mapa de susceptibilidad por remoción en masa se tuvieron en cuenta los siguientes parámetros intrínsecos:

- Uso y Cobertura

- Geología
- Pendiente
- Curvatura
- Relieve Interno
- Índice de Humedad

Para establecer la valoración de estos parámetros se usó una matriz AHP como se muestra en la Figura 1.1.

Matrix	Uso y Cobertura	Geología	Pendiente	Curvatura	Relieve Relativo	Índice de Humedad	normalized principal Eigenvector
	1	2	3	4	5	6	
Uso y Cobertura 1	0	1/3/5	1/4	2/1/6	2/1/3	1/2/3	15,45%
Geología 2	5/8	0	1/6	2/8/9	4/3/8	2/3	13,27%
Pendiente 3	4	5/6/7	0	5	6/4/5	2/2/7	44,98%
Curvatura 4	1/2	1/3	1/5	0	3	1/2	7,90%
Relieve Relativo 5	3/7	2/9	1/7	1/3	0	5/8	5,07%
Índice de Humedad 6	3/5	1/4/9	3/7	2	1/3/5	0	13,34%

**Figura 1.1.** Matriz AHP de pesos para los factores tenidos en cuenta para la evaluación de la susceptibilidad por remoción en masa.

El ranking de los factores se determinó usando el macro de Excel para el cálculo de la proporción de consistencia (CR) definido por Goepel (2013), ver Figura 1.2.

Criterio	Comentario	Pesos	Rk
1	Uso y Cobertura	15,4%	2
2	Geología	13,3%	4
3	Pendiente	45,0%	1
4	Curvatura	7,9%	5
5	Relieve Relativo	5,1%	6
6	Índice de Humedad	13,3%	3
7			

8															
9		for 9&10 unprotect the input sheets and expand the													
10		questionsection ("+" in row 66)													
<table border="1"> <tr> <td><b>Eigenvalue</b></td> <td></td> <td>lambda:</td> <td><b>6,396</b></td> </tr> <tr> <td><b>Proporción de Consistencia (CR)</b></td> <td>0,37</td> <td>GCI:</td> <td><b>0,23</b></td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td>CR:</td> <td><b>6,3%</b></td> </tr> </table>				<b>Eigenvalue</b>		lambda:	<b>6,396</b>	<b>Proporción de Consistencia (CR)</b>	0,37	GCI:	<b>0,23</b>			CR:	<b>6,3%</b>
<b>Eigenvalue</b>		lambda:	<b>6,396</b>												
<b>Proporción de Consistencia (CR)</b>	0,37	GCI:	<b>0,23</b>												
		CR:	<b>6,3%</b>												

**Figura 1.2.** Matriz AHP de pesos, rankings e índices de consistencia en el resumen de los factores tenidos en cuenta para la evaluación de la susceptibilidad por remoción en masa.

El Mapa de susceptibilidad por remoción en masa para la cabecera urbana del municipio de Norcasia se hizo con los factores y la ponderación mostrada en cada clase mostrada en la tabla 1.1.

**Tabla 1.1.** Valoración de factores y clases para la elaboración del mapa de susceptibilidad. En color rojo el peso del mapa y en color negro el peso de cada clase.

Pendiente	9	Geología	5
0	1	Qt/Pz	8
0-26	3	Qto/Qfle	5
26-48	5	Qto/Tisn	3
48-64	7		
64-87	9	Curvatura	3
		Cóncavo valores máximos	3
Uso Cobertura	7	Cóncavo valores intermedios	3
Urbano 1	3	Plano	5
Urbano 2	5	Convexo valores intermedios	7
Urbano 3	8	Convexo valores máximos	9
Vía Destapada	5		
Vía Pavimentada	3	Relieve Interno (m/12,5m <sup>2</sup> )	3
Bosque	1	Clase 1: 0- 1,3230	3
Pasto	5	Clase 2: 1,3230- 2,9890	3



Cultivo semi-limpio	5	Clase 3: 2,9890 – 5,4110	7
Deportivo	1	Clase 4: 5,4110 – 9, 2680	7
Escaleras	3	Clase 5: 9,2680- 23,1829	7
Parque	1		
Rastrojo	3	Índice de Humedad	5
Suelo desnudo	5	Zona saturación muy baja	6
BoxCulvert	1	Zona de saturación baja	4
Centro educativo	3	Zona de saturación media	3
		Zona de saturación alta	2
		Zona de saturación muy alta	1

En el Anexo 1, Mapa 1.10 se muestra el mapa de susceptibilidad por remoción en masa, se reclasificó el mapa manualmente observando los cambios drásticos en el histograma generado en el SIG, las zonas con susceptibilidades medias y altas se localizan en todos los sectores del casco urbano, con las áreas más grandes localizadas al norte, sector de los barrios La Esperanza y San Mariano, en el nor-orienté en los Barrios Poblado Alto y Medio y en la salida hacia Las Pavas y hacia La Dorada, pequeños sectores en los alrededores de la planta de tratamiento y al suroccidente del caso urbano y del sector central del casco urbano.

#### **1.1.11. Mapa de Persistencia de los Procesos erosivos**

En el Anexo 1, Mapa 1.11 se muestra la localización de las principales áreas afectadas por procesos erosivos, y que fueron clasificados de acuerdo con su persistencia, ver valoración en el capítulo de introducción. En el Mapa se muestran que los principales eventos de deslizamientos que aún son observables en las imágenes LiDAR, y se localizan principalmente en el norte y nororienté de la cabecera municipal, y pequeñas áreas del occidente, los principales corresponden a eventos con persistencia clasificados como E4 y E5 y con menor tamaño y menor proporción a eventos E1. En la parte central del casco urbano no se observan procesos erosivos porque han sido intervenidos a medida que se presentaron por el municipio y Corpocaldas.

#### **1.1.12. Mapa Factor detonante por umbral lluvia**

En el Anexo 1, Mapa 1.12 se muestra el mapa de factor detonante por umbral

lluvia, el cual se construyó reclasificando los factores y asignándolos nuevos pesos de acuerdo con la susceptibilidad de cada factor con respecto a los umbrales de lluvias, estos factores y pesos se muestran en la tabla 1.2. El mapa muestra mayor incidencia en pequeños sectores al sur y al norte en la cabecera municipal y siguiendo el curso del box culvert de la quebrada Norcasia, la incidencia media se distribuye en toda el área urbana de Norcasia, y la incidencia baja se mezcla con la incidencia media y se localiza en los sectores que están netamente consolidados del área urbana por la impermeabilización del suelo.

**Tabla 1.2.** Pesos de los factores para los mapas de factores del mapa factor detonante por umbral de lluvias

		Peso		
	Uso Cobertura	5		
Impermeables	BoxCulvert	1		Peso
	Urbano 2		Pendientes en grados	5
	Urbano 3		0 - 10	9
	Urbano 1		10 - 25	4
	parque		> 25	1
	Deportivo			
	Centro educativo		Geología	5
	Vía Pavimentada		PZ	3
	Escaleras		QDFEN	3
	Permeables		Bosque	6
Pasto				
Cultivo semi-limpio		LLUVIAS tr-15	6	
Rastrojo		178 mm		
Vía Destapada				
Suelo desnudo		8		

### 1.1.13. Mapa de Amenaza por remoción en masa

En el Anexo 1, Mapa 1.13 se muestra el mapa de amenaza por remoción en masa que se obtuvo cruzando los mapas de susceptibilidad (Anexo 1, Mapa 1.9) y el mapa de persistencia de los procesos erosivos (Anexo 1, Mapa 1.10) y el mapa de

factor detonante por umbral de lluvia de acuerdo con la valoración propuesta en la Tabla 1.3. En el mapa se observan las zonas con amenaza alta al norte de la cabecera, barrios La Esperanza y San Mariano, al occidente en pequeñas zonas alrededor de la Plaza de Ferias; áreas con combinación de amenazas media y alta principalmente al nororiente de la cabecera, debido principalmente al uso del suelo en el límite urbano con el rural, y en el centro del casco urbano se muestra zonas de amenaza alta, donde existe la probabilidad de ocurrencia de eventos de remoción en masa por la modificación de la topografía original de manera parcial, siendo también el área donde se localizan el mayor número de obras de contención, debido principalmente que en esta cabecera los deslizamientos superficiales que ocurren detonados por lluvias son intervenidos inmediatamente por el municipio y Corpocaldas.

**Tabla 1.3.** Pesos de los Mapas que definen el mapa de Amenazas por remoción en masa en la cabecera urbana del municipio de Norcasia

Mapa	Peso
Persistencia	7
Susceptibilidad	4
Factor Lluvias	2

## 1.2. Amenaza por inundación

El casco urbano del municipio de Norcasia Caldas, posee tres corrientes principales, una de ellas cruza la cabecera en sentido sur-norte canalizada en box culvert que tiene antecedentes de incompetencia hidráulica que genera problemas de inundación en algunas zonas de la cabecera municipal.

Para determinar la zonificación de la amenaza por inundación, es necesario como se describió en el marco conceptual realizar estudios hidrológicos e hidráulicos, sobre las corrientes que cruzan el municipio.

El estudio hidrológico se realizó aplicando técnicas multimodelo que van desde metodologías empíricas para cuencas de áreas menores a 2 Km<sup>2</sup> pasando por hidrogramas unitarios sintéticos y modelación hidrológica distribuida semidistribuida y agregada para cuencas de áreas superiores.

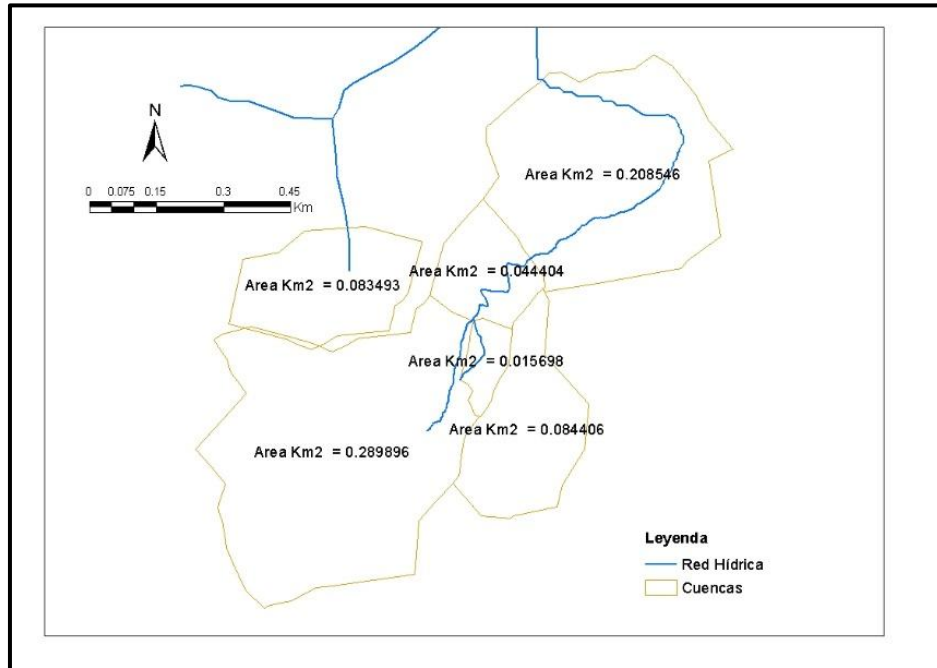
Los estudios hidrológicos requieren la caracterización fisiográfica y morfométrica

de las cuencas, la estimación de las lluvias de diseño para los diferentes periodos de retorno y el cálculo final de los caudales asociados.

El caso particular de la cabecera municipal de Norcasia, se dividieron las corrientes en seis subcuencas de tal manera que separara claramente las áreas impermeabilizadas o urbanizadas de los otros sectores (ver Figura 1.3) y se estimaron los caudales aplicando metodologías empíricas dado el tamaño de las subcuencas estudiadas. En el Anexo 4, archivo digital adjunto se encuentra las memorias de cálculo con todos los métodos aplicados. La tabla 1.4 muestra los resultados obtenidos para las subcuencas del municipio de Norcasia.

**Tabla 1.4.** Caudales estimados para las subcuencas del municipio de Norcasia.

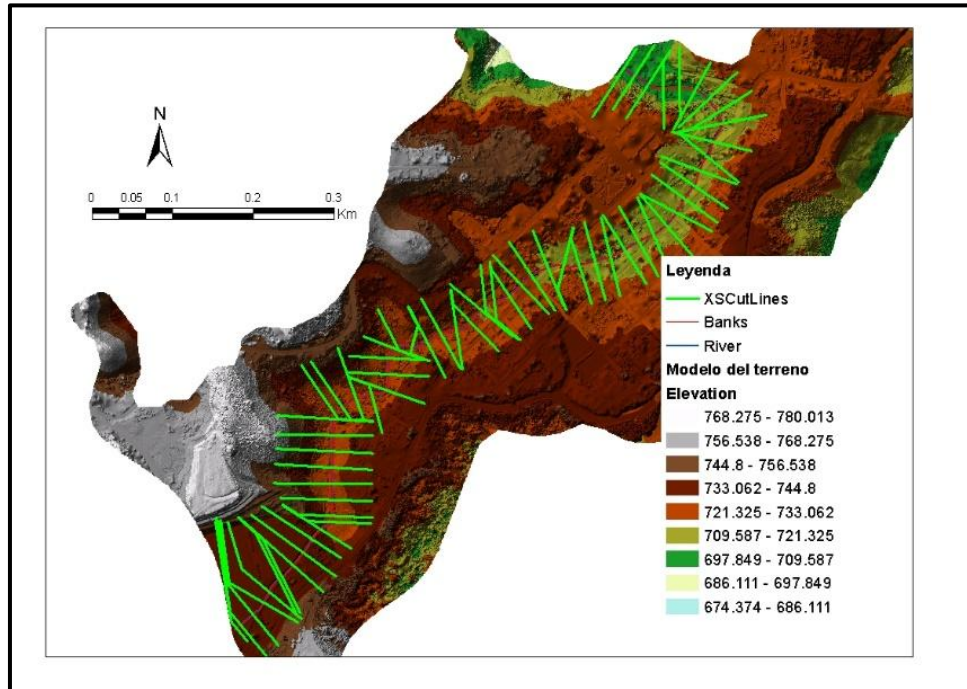
Nombre	Área (Km <sup>2</sup> )	i15 (mm)	i100 (mm)	Coef. Escorrentía Tr 15	Coef. Escorrentía Tr 100	Q (m <sup>3</sup> /s) Tr=15 años	Q (m <sup>3</sup> /s) Tr=100 años
Cuenca 1	0.29	131.69	164.63	0.49	0.55	4.55	8.52
Cuenca 2	0.02	131.69	164.63	0.83	0.92	0.61	1.15
Cuenca 3	0.08	131.57	164.53	0.40	0.52	1.38	2.75
Cuenca 4	0.08	131.40	164.29	0.49	0.55	1.62	2.92
Cuenca 5	0.04	131.29	164.22	0.83	0.92	1.46	2.84
Cuenca 6	0.21	131.05	163.98	0.88	0.97	5.30	10.59



**Figura 1.3.** Cuencas hidrográficas de la cabecera municipal de Norcasia.

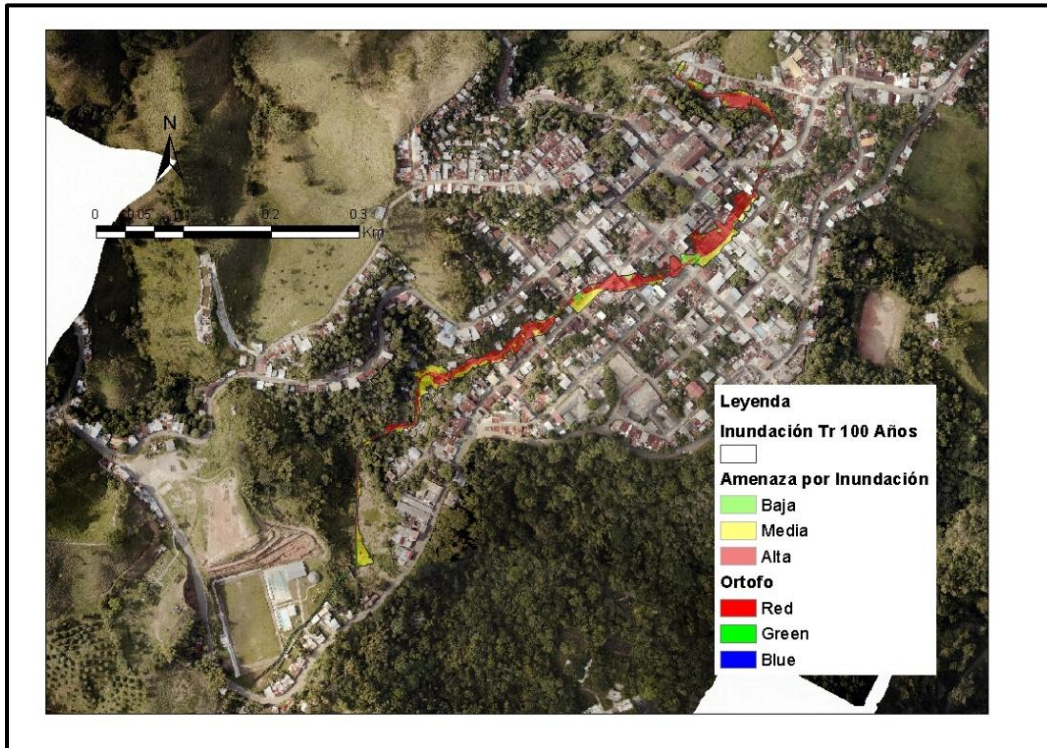
Las imágenes LiDAR y los resultados del estudio hidrológico son el insumo fundamental de los estudios hidráulicos, los cuales se desarrollan modelando las corrientes presentes en la cabecera municipal de Norcasia en el software HECRAS; el cual requiere que se definan secciones transversales del cauce, el eje del río y las bancas.

La particularidad de esta cabecera al poseer una corriente conducida en un box culvert, como es la quebrada Norcasia hizo necesario realizar dos modelos hidráulicos una con el box culvert funcionando y otro para la condición crítica de que este se encuentre tapado a la entrada. La combinación de los dos modelos permite zonificar la amenaza por inundación de la cabecera del municipio de Norcasia combinando los mapas de velocidad y calado resultado de los modelos hidráulicos. La figura 1.4 muestra el modelo hidráulico del municipio de Norcasia.



**Figura 1.4.** Modelo hidráulico de la cabecera municipal de Norcasia.

La zonificación de amenaza por inundación (Figura 1.5) se realiza combinando y reclasificando los mapas de velocidad y calado, que muestra un predominio de amenaza alta a lo largo del cauce canalizado en la cabecera municipal, ver Anexo 1, Mapa 1.14.



**Figura 1.5.** Zonificación de la amenaza por inundación en el municipio de Norcasia

### 1.3. Vulnerabilidad para la cabecera municipal de Norcasia

Para localizar los datos de las encuestas del Sisben de la cabecera municipal se elaboró un mapa de barrios de acuerdo con la nomenclatura manejada del Sisben, este mapa se muestra en el Anexo 1, Mapa 1.15, todos los datos de la encuesta se ubicaron en este mapa, los datos se recopilan en el Anexo 3, Tabla 1\_Norcasia.

La evaluación de la vulnerabilidad del municipio de Norcasia se dividió en dos temas, la física y la socio-económica, de acuerdo con la metodología se establecieron los factores a evaluar en cada tema y luego se reclasificaron sus pesos, y luego se procesaron los factores sociales y físicos en ILWIS versión 3.0 y como resultado se definieron los mapas de vulnerabilidad social y física, los cuales con un peso de 0,4 y 0,6 respectivamente se sumaron para obtener un mapa final de vulnerabilidad del municipio.

En la Tabla 1.5 se muestran los valores promedio en porcentaje en cada una de

las categorías de vulnerabilidad para los diferentes factores y sus clases tenidas en cuenta en la evaluación de este ítem.

En el **mapa de vulnerabilidad del** municipio de Norcasia, ver Anexo 1, Mapa 1.16 se observa que la vulnerabilidad baja se concentra en el sector suroccidental y nororiental del casco urbano donde no hay continuidad de las construcciones y limita con el sector rural directamente, es decir el cubrimiento de la información Sisben es muy bajo por la falta de factores sociales, y las construcciones no son continuas, los factores resaltantes son salud subsidiada, ingresos bajos, tenencia de vivienda propia, con educación primaria y secundaria en igual proporción, con adultos en mayor proporción, densidad de población 0.019 personas/m<sup>2</sup>, con viviendas en mampostería casi en su totalidad y con alturas mayores a 12 m.

**Tabla 1.5.** Porcentaje de los factores en las diferentes categorías de Vulnerabilidad en la cabecera municipal de Norcasia

Factores	VULNERABILIDAD		
	Baja	Media	Alta
<b>SALUD</b>			
Pagada	36	41	14
Subsidiada	49	43	66
Ninguna	15	17	20
<b>INGRESOS</b>			
< 1 SMLV	96	96	100
1 - 2 SMLV			
> 2 SMLV			
<b>TENENCIA</b>			
Arriendo	42	39	31
Propia	37	41	51
Otra	21	20	18
<b>EDUCACIÓN</b>			
Ninguna	19	20	30
Primaria	37	37	46
Secundaria	38	37	24
Superior	6	6	2
<b>GRUPOS ETÁREOS</b>			
Niños	22	25	29



Adultos	68	67	64
Mayores	3	8	9
<b>DENS. POBLAC.</b>			
Personas /m <sup>2</sup>	0,019	0,0088	0,0118
<b>TIPOLOGÍA</b>			
Mampostería	92	94	71
Bahareque	2	3	8
Mixto	6	3	24
<b>ALTURAS</b>			
VALOR en m	> 12 m	3- 6 m	3-6 m

La vulnerabilidad intermedia de acuerdo con los valores obtenidos se localiza en la parte central del municipio y en subsectores de la parte centro-suroccidental del casco urbano, son sectores donde la salud corresponde principalmente a afiliados al Sisben, con ingresos bajos, tenencia de casa propia, con educación primaria y secundaria en igual proporción, y los grupos etáreos corresponden principalmente al grupo de personas adultas entre 14 y 65 años, el índice de densidad de población es de un valor de 0,0088 personas/m<sup>2</sup>, la tipología de vivienda es mayoritariamente de mampostería y las alturas de las viviendas entre 3 y 6 m.

La vulnerabilidad alta se localiza en la parte occidental del municipio desde el sur en el sector de la Plaza de Ferias hasta el barrio La Esperanza y en el sector nor-oriental en la en los barrios Poblados Alto, Medio y Bajo y las salidas hacia Las Pavas y hacia La Dorada. Son sectores donde la salud es mayoritariamente subsidiada, con ingresos bajos, tenencia de casa propia, con educación primaria predominantemente, y los grupos etáreos corresponden principalmente al grupo de personas adultas entre 14 y 65 años, el índice de densidad de población es de un valor de 0,0118 personas/m<sup>2</sup>, la tipología de vivienda es mayoritariamente de mampostería y alas alturas de las viviendas entre 3 y 6 m.

## 1.4. Riesgo

### 1.4.1. Riesgo por Remoción en Masa

Para la evaluación del riesgo por remoción en masa, se evaluó la exposición de los elementos de la infraestructura de la cabecera municipal seleccionando las zonas urbanas categorizadas como Urbano I, II y III en el mapa de uso del suelo (ver Anexo 1, Mapa1.2). Estas áreas se cruzan con el mapa de amenazas por remoción en masa para obtener el mapa de máxima Exposición, que cruzado con

el mapa de Vulnerabilidad (Anexo 1, Mapa 1.16) permite obtener el mapa de Riesgo, ver Anexo 1, Mapa 1.17., se diferencian dos tipos de riesgo el alto y el muy alto, el primero se localiza en la parte central de la cabecera municipal y en la carretera de la salida hacia Las Pavas; el riesgo muy alto se localiza principalmente en los Barrios Poblado Medio y Bajo y en el Barrio La Esperanza, y pequeñas zonas colindantes con área de riesgo alto en la parte central-nor-oriental de la cabecera municipal. Una vez determinada la posibilidad de disminuir bien sea la amenaza o la exposición en estos sectores por medio de obras de mitigación y/o prevención se procederá a re-categorizar dichas zonas como de riesgo Mitigables o No Mitigables de acuerdo a los lineamientos exigidos por Corpocaldas. El gran número de obras de estabilización ha disminuido en general la percepción del riesgo por remoción en masa en esta cabecera municipal, ya que a medida que se suceden los eventos, estos son mitigados con obras civiles cambiando radicalmente el paisaje urbano al que la gente ahora vive acostumbrada, esta tendencia debería cambiarse y permitir que los habitantes tengan mayor capacidad adaptativa a los eventos de remoción en masa.

La cuantificación de la exposición se hizo mediante el conteo y medición de infraestructura afectada a partir de la ortofoto, ver Anexo 5\_Norcasia, en riesgo alto se ubican 276 viviendas y en riesgo muy alto, 273 viviendas. El número alto de viviendas en riesgo alto y muy alto es por estar también localizadas en zonas de vulnerabilidad alta, hace a las comunidades menos resilientes al riesgo por remoción en masa. En el próximo informe se indicaran las zonas con obras, y las nuevas obras que se propondrán mediante un listado prioritario de las mismas y con base en esto se hará la declaratoria de áreas mitigables y no mitigables para la cabecera municipal de Norcasia.

#### **1.4.2. Riesgo por Inundaciones**

El mapa de riesgo por inundaciones relacionadas con el drenaje de la quebrada Norcasia en la cabecera municipal de Norcasia se hizo mediante el cruce del mapa de amenazas por inundaciones, Anexo 1, Mapa 1.14, con el mapa de vulnerabilidad, Anexo 1, Mapa 1.16, y este cruce se superpuso sobre el mapa reclasificado del uso del suelo y la ortofoto, donde se establecen las zonas de riesgo por inundaciones de la quebrada Norcasia, ver Anexo 1, Mapa 1.18 y Tabla 1.6, donde se muestra el cruce cualitativo de los mapas de vulnerabilidad y amenaza para establecer las clases de riesgo. Las zonas con riesgo alto dominan siguiendo el recorrido del box culvert de la quebrada Norcasia, las zonas de riesgo muy alto se localizan a la entrada del box culvert al oriente de la Villa Olímpica y en la salida del box culvert antes del sector del Barrio Poblado Bajo.

Como la quebrada Norcasia en su recorrido por la parte central de la cabecera se encuentra canalizada con un box-culvert, las zonas con riesgo alto y muy alto son mitigables, ya que se pueden ejercer acciones para disminuir bien sea la amenaza o la exposición en estos sectores centrales de la cabecera municipal por medio de obras de mitigación y/o prevención siguiendo los lineamientos exigidos por Corpocaldas. Ver Anexo 4\_Norcasia donde se muestran en detalle los mapas de la modelación hidrológica.

La cuantificación de la exposición se hizo mediante el conteo y medición de infraestructura afectada a partir la ortofoto, ver Anexo 5\_Norcasia donde se muestra la localización de las viviendas, sus coordenadas y el Barrio Sisben al que pertenecen. En zonas de riesgo alto por inundación se localizan 43 viviendas y en zonas de riesgo muy alto 7 viviendas.

**Tabla 1.6.** Riesgo resultante del Cruce de las clases de Amenaza por Inundaciones y Vulnerabilidad.

		AMENAZA												
		Baja	Media	Alta										
VULNERABILIDAD	Baja													
	Media													
	Alta													
		<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">RIESGO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>BAJO</td> <td style="background-color: #00FF00;"></td> </tr> <tr> <td>MEDIO</td> <td style="background-color: #FFFF00;"></td> </tr> <tr> <td>ALTO</td> <td style="background-color: #FF0000;"></td> </tr> <tr> <td>MUY ALTO</td> <td style="background-color: #800080;"></td> </tr> </tbody> </table>			RIESGO		BAJO		MEDIO		ALTO		MUY ALTO	
RIESGO														
BAJO														
MEDIO														
ALTO														
MUY ALTO														

La vulnerabilidad socioeconómica en las áreas aledañas al box culvert de la quebrada Norcasia, muestran que la mayor parte del recorrido sur y central del box culvert coinciden con las áreas con exposición alta por la inundación de la quebrada Norcasia y con una vulnerabilidad media. Solo al final del recorrido, sectores nor-oriental y norte de la quebrada Norcasia cruza zonas con vulnerabilidad alta, esta situación hace que los efectos de las inundaciones sobre las viviendas y las personas que las habitan sean mayores en esta última zona por la fragilidad de las condiciones donde habitan y sus condiciones socio-económicas.

El riesgo por inundación de la quebrada Norcasia en la cabecera municipal de Norcasia se debe a que la alta vulnerabilidad y la exposición son principalmente el producto de la urbanización rápida y no planificada de la cabecera municipal, al igual que una mala gestión del medio ambiente, los cambios demográficos abruptos generados por la construcción del proyecto hidroeléctrico Miel I, y recientemente el aumento de la vulnerabilidad socio-económica que ha disminuido dramáticamente los medios de subsistencia para los sectores más pobres de la población.

En el próximo informe soportaremos un listado de obras para el manejo integral de los efectos de inundación en las zonas de riesgo mitigable de la quebrada Norcasia.