

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**

17. MUNICIPIO DE ARANZAZU

Manizales, 2013 - 2014

CONTENIDO

17. Municipio de Aranzazu.....	3
17.1. Zonificación de Riesgo por Remoción en Masa	3
17.1.1. Localización y Drenaje Superficial.....	3
17.1.2. Uso y Cobertura	3
17.1.3. Geología	4
17.1.4. Pendiente	5
17.1.5. Curvatura.....	5
17.1.6. Aspecto	6
17.1.7. Relieve Interno.....	6
17.1.8. Índice de Humedad.....	6
17.1.9. Puntos Críticos	7
17.1.10. Zonificación de Susceptibilidad	7
17.1.11. Zonificación de Persistencia de los Procesos Erosivos.....	9
17.1.12. Factor detonante por umbral lluvia.....	9
17.1.13. Zonificación de Amenaza por Remoción en Masa	11
17.2. Zonificación de Amenaza por Inundación	11
17.3. Zonificación de Vulnerabilidad.....	12
17.4. Zonificación de Riesgo	14
17.4.1. Riesgo por Remoción en Masa.....	14
17.5. Centros Poblados de Desarrollo Restringido en el Municipio de Aranzazu.....	15
17.5.1. Centro Poblado San Rafael.....	15
BIBLIOGRAFÍA.....	21

17. Municipio de Aranzazu

Para el municipio de Aranzazu se tomaron imágenes LIDAR y ortofotossemicartográficas de la cabecera urbana. Este municipio solo cuenta con un corregimiento tipo caserío conocido como San Rafael para el cual se encontró una imagen Google de buena resolución además de fotografías convencionales y panorámicas obtenidas durante la etapa de campo.

17.1. Zonificación de Riesgo por Remoción en Masa

17.1.1. Localización y Drenaje Superficial

El municipio de Aranzazu se localiza en la porción centro-oriental del departamento de Caldas. En el Anexo 1, Mapa 17.1, se muestra la ortofoto de la cabecera municipal tomada para este proyecto.

En este mapa igualmente se presenta la restitución cartográfica de los drenajes superficiales en el casco urbano y sus alrededores directos. Este municipio por encontrarse ubicado en la parte alta de una colina baja se constituye en una divisoria de aguas entre las quebradas Doña Ana y El Sargento, las cuales fluyen en sentido Norte-Suren un patrón dendrítico. Esta última constituye en el rasgo más importante de este sector, colectando los pocos drenajes que nacen en la cabecera como la quebrada del Matadero, Alegrías y de Los Ocampos. Se debe anotar sin embargo que en la cabecera como tal los nacimientos y drenajes han sido modificados y no se presentan, o se presentan interrumpidos en la restitución, probablemente debido al alto grado de intervención de sus cauces bien sea por canalizaciones al entrar al área construida o por llenos con escombros para adecuarlos para desarrollos urbanísticos como en el sector del Barrio El Progreso, Divino Niño, Ciudad Jardín y el Hospital.

17.1.2. Uso y Cobertura

Las categorías de Uso y Cobertura de la cabecera municipal de Aranzazu se presentan en el Anexo 1, Mapa 17.2. La distribución de las mismas muestra como la parte urbanizada presenta un patrón concéntrico en el cual se observa un núcleo central densamente construido correspondiente a la categoría denominada

en este proyecto como Urbano I (6.2 Ha), rodeado por una franja concéntrica perteneciente a la categoría Urbano II (10.6 Ha). La categoría Urbano III (7.7 Ha) corresponde a áreas en las cuales se están emplazando los nuevos desarrollos urbanísticos o que tienen restricciones topográficas (altas pendientes) para su total urbanización.

El área de la cabecera de Aranzazuun preserva algunos rasgos rurales encontrándose rodeada por lotes con coberturas de pastos (9.5 Ha), cultivos limpios y semi-limpios (10.6 Ha) y rastrojos (5.2 Ha). Algunos relictos de bosques (6 Ha) se observan especialmente hacia el Noroeste bordeando la vía principal. En cuanto a las vías se encontró que el 49,8% está pavimentado, mientras el 13.7% corresponde a escalinatas y el restante 36.5% se encuentra aún destapado, localizándose principalmente hacia las zonas de expansión en el extremo sur y en la vía que comunica el sector del cementerio con el sector Hospital-Ciudad Jardín.

17.1.3. Geología

El casco urbano de Aranzazu se encuentra cubierto por varios sets de depósitos conglomeráticos de origen volcánico, pertenecientes a la denominada secuencia Volcanoclástica de Aranzazu (Sva) (Hernández y Valencia, 1991). Esta unidad suprayace discordantemente el miembro sedimentario del Complejo Quebradagrande (Kqs) que está conformada por conglomerados volcánicos, tobas y esporádicas capas de lutitas y areniscas de origen fluvial en la parte inferior a media y en la parte superior intercalaciones de areniscas tobáceas, lutitas, lutitas carbonosas y cintas de carbón. En la cabecera se observaron afloramientos especialmente en la parte norte en la zona de la Bomba de gasolina en la salida a Salamina.

Estos depósitos se hallan afectados por un sistema de Fallas Norte-Sur asociados al sistema Romeral. Localmente al Este del casco urbano se ha reportado la presencia de la denominada Falla de los Ocampo, la cual alinea tramos de la quebrada del mismo nombre (Borbón y Márquez, 2006).

Igualmente se encontraron depósitos coluviales remanentes de antiguos deslizamientos especialmente en las laderas occidentales del municipio (ver Anexo 1, Mapa 17.3).

17.1.4. Pendiente

En la realización del mapa de pendientes se usó como base el DTM obtenido a partir de la imagen LIDAR, de la cual se obtuvieron los siguientes rangos al clasificar su histograma por quebres naturales: de 0° a 13°, 13° a 25°, 25° a 35°, 35° a 47° y de 47° a 86°.

En el Anexo 1, Mapa 17.4 se muestra que el casco urbano dentro de su perímetro presenta principalmente pendientes bajas a moderadas (0 a 13°) con un incremento hasta 25° hacia el Este, donde se encuentran las vertientes de antiguos drenajes hoy cubiertos, como el sector comprendido entre las Calles 3 a 6. En las laderas que circundan la colina sobre la cual se asienta la zona centro se observa el predominio de pendientes moderadas a altas, asociadas sobre todo a las vertientes de las quebradas y a la acción de los procesos denudativos que han ido desgastando la cubierta de origen volcánico. La zona con mayores pendientes continuas se ubica hacia el Noroeste del casco urbano en el sector del matadero en la salida hacia Salamina.

17.1.5. 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 17.5.

El mapa de curvatura muestra valores bajos de máxima concavidad en las laderas ubicadas hacia el sector centro-norte del casco urbano delineando las vertientes de los drenajes que lo circundan. Los valores de concavidad intermedios se sitúan en la zona centro al Este y en el Sur correspondiendo a topografías más suaves debido probablemente a modificaciones del terreno original para la construcción de infraestructura o por depósitos coluviales. En la zona centro, la más urbanizada, predominan las geoformas planas debido a las modificaciones para los procesos constructivos. Valores más altos, mayor convexidad de las geoformas se observan en los sectores centro y sureste donde la curvatura del terreno ha sido modificada por la presencia de pequeños pero numerosos procesos erosivos. Finalmente una combinación de valores altos y bajos se observa en las zonas periféricas, permitiendo discernir zonas con cambios abruptos debidos a los procesos erosivos que actúan en las laderas además de los efectos de degradación del suelo debidos a la ganadería demarcados por la aparición de terracetos.

17.1.6. Aspecto

El Anexo 1, Mapa 17.6 muestra el mapa de Aspecto para la cabecera del municipio de Aranzazu realizado a partir del DTM de la imagen LIDAR.

El mapa de aspectos de Aranzazu muestra al menos dos patrones o tendencias definidos. Hacia la zona Oeste se observa una predominancia de laderas orientadas en sentido W-NW (247.5-337.5) la cual se repite hacia el extremo sur y nororiental en las cuchillas que circundan la cabecera urbana. En el centro de la cabecera se presenta una alternancia de laderas orientadas al N-NE (0-67.5) y E-SE (67.5-157.5) evidenciando la intervención antrópica en la adecuación de los taludes para construcción y los remanentes de vertientes cuyos drenajes han sido cubiertos.

17.1.7. Relieve Interno

En el mapa de relieve relativo mostrado en el Anexo 1, Mapa 17.7, se puede observar como una gran porción de la cabecera especialmente la parte Centro y Norte de la misma presenta valores bajos (0 a 1,69) denotando una relativa uniformidad en el relieve lograda probablemente por intervenciones como explanaciones y rellenos para conformar el terreno para procesos constructivos. A este respecto se debe señalar el proceso de relleno con escombros que actualmente se lleva a cabo en el tramo de la quebrada Doñana comprendido entre el sector del coliseo y la estación de gasolina al sur a la entrada de la cabecera.

Las laderas ubicadas alrededor de la zona central presentan una variabilidad mayor (desde 1.69 a 23.9) correspondiendo a las vertientes que cercan la cabecera y sectores empinados de relieve poco uniforme. Dicha variabilidad es ocasionada por fenómenos de remoción en masa que deforman las laderas y por la presencia de depósitos coluviales de topografía irregular. Igualmente refleja la variabilidad marcada por las prácticas de ganadería intensiva evidenciadas en la presencia de terracetas perpendiculares a la ladera.

17.1.8. Índice de Humedad

El Anexo 1, Mapa 17.8 muestra el resultado del cálculo de índice de humedad para la cabecera urbana del municipio de Aranzazu. Puede observarse cómo las áreas donde se presentan los mayores valores de acumulación de humedad, corresponden a los sectores planos de la cabecera, ubicados en el sector del Parque central, la cárcel municipal, Escuela Normal y plaza de mercado.

17.1.9. Puntos Críticos

Los puntos críticos presentes dentro de la cabera urbana del Municipio de Aranzazu hacen referencia principalmente a sitios críticos máximos y medios por remoción en masa, los cuales fueron identificados directamente en campo, y se presentan en el Anexo 1, Mapa 5.9 y el Anexo 2. Aranzazu.

Como se observa, el centro urbano no presenta mayor problemática a excepción de dos sitios relacionados con la presencia de taludes verticales, originados en procesos constructivos ubicados en la cuadra al frente del Colegio Oficial Integrado y en la parte trasera de la Iglesia Central. La criticidad máxima se encontró en los sectores ubicados hacia los extremos Noreste en los alrededores de la Carrera 8ª donde la ladera presenta cortes verticales, y movimientos en el terreno unido a la presencia de cultivos limpios y falta de infraestructura para el manejo de aguas de escorrentía y lluvias. En la zona del barrio Palermo la criticidad está dada por la presencia de un llano no confinado en la parte baja del mismo el cual presenta grietas y señales de flujos de suelo, unido a la baja calidad de las prácticas de urbanización como son calles destapadas y ausencia de infraestructura para el manejo de aguas lluvias y de escorrentía. Los sitios de máxima criticidad hacia el sur en la salida a Neira se deben a la presencia de flujos de suelo y deslizamientos activos, debidos a la baja calidad de las rocas aflorantes y las malas prácticas de uso del suelo con ganadería intensiva.

Los puntos de criticidad media están relacionados con la presencia de taludes subverticales en patios con cultivos limpios y con ausencia de capturas de aguas lluvias.

Se debe observar que en el Plan indicativo de Aranzazu se menciona la amenaza por inundación en los drenajes sin nombre ubicados hacia el Norte y Occidente del casco urbano. En campo no se evidencio esta problemática que al parecer se originó en problemas de alcantarillado que ya han sido resueltos.

17.1.10. Zonificación de Susceptibilidad

La Matriz AHP, que permitió establecer el orden e importancia de los parámetros que juegan un rol en la ocurrencia de fenómenos de remoción en masa en la Cabecera Urbana del Municipio de Aranzazu, se presenta en la Figura 17.1

AHP Analytic Hierarchy Process (EVM multiple inputs)

K. D. Goepel Version 08.05.2013 <http://bpmsg.com>

Only input data in the light green fields and worksheets!

n= Number of criteria (3 to 10) Scale:

N= Number of Participants (1 to 20) α : Consensus:

p= selected Participant (0=consol.) 2 7

Objective

Author

Date

EVM check: 1,43912E-10

Table	Criterion	Comment	Weights	Rk
1	Uso y Cobertura		22,0%	2
2	Geología		20,0%	3
3	Pendientes		42,4%	1
4	Curvatura		5,3%	4
5	Relieve relativo		5,1%	6
6	Ind_Humedad		5,2%	5
7				
8				
9		for 9&10 unprotect the input sheets and expand the		
10		question section ("+" in row 66)		

Result **Eigenvalue** lambda:

Consistency Ratio 0,37 GCI: CR:

Figura 5.1 Matriz AHP para la zonificación de susceptibilidad a remoción en masa en la cabecera del municipio de Aranzazu

La combinación óptima de factores así como los pesos finales asignados y su carácter de contribución (+ ó -) utilizados en la modelación de susceptibilidad por medio del SMCE del softwarellwis se observan en la Tabla 17.1.

Tabla 17.1. Combinación y peso de factores usados en la modelación de Susceptibilidad en la cabecera de Aranzazu.

Factor	Peso	Caracter
Pendientes	0.41	+
Uso Urbano	0.24	+
Geología	0.13	+
Relieve interno	0.04	+
Curvatura	0.13	+
Indice de Humedad	0.04	-

El mapa resultado se presenta en el Anexo 1, Mapa5.10. Puede observarse como la clase de **Susceptibilidad Baja** ocupa un total de 13.4 Ha y representa el 25% del total del área urbana. Esta clase se encuentra concentrada hacia la zona

centro de la cabecera coincidiendo con las zonas de menor pendiente y donde el uso del suelo se haya consolidado con manzanas construidas en más del 80% (Urbano I). Otras zonas de susceptibilidad baja se hallan hacia el Oeste en la salida a San Rafael y el sector del polideportivo y las nuevas urbanizaciones en el sector del barrio Miramar. La categoría **Susceptibilidad Media** constituye la clase más representativa en la cabecera ocupando el 49% del terreno (26,6 Ha) y se halla distribuida en la zona periférica central con predominancia hacia la zona Sur-Sureste, sectores del hospital, Barrio Ciudad Jardín, Cementerio, entrada a la cabecera vía Neira. Finalmente la clase de **Susceptibilidad Alta** con un 26% ocupa 13,8 Ha y se encuentra ubicada preferencialmente en el sector Noreste hacia el sector de la plaza de ferias y matadero, Barrio la Congoja, El Progreso, Niño Jesús de Praga y vertientes de las quebradas Alegrías y Los Ocampo. En la zona Noroeste abarca las laderas entre el sector del polideportivo y la Carrera 7, Barrio Pielroja, laderas de la quebrada Doña Ana a la entrada a la cabecera, Barrios Santa Ana, Tequendama y Bajo Tequendama y sector del cementerio en la vía hacia el sector Hospital-Barrio Ciudad Jardín.

17.1.11. Zonificación de Persistencia de los Procesos Erosivos

Como se estableció en la metodología general la interpretación de fenómenos de remoción en masa con diferentes grados de actividad fue denominada como mapa de Persistencia. Para Aranzazu dicho mapa se presenta en el Anexo 1, Mapa 17.11. En dicho mapa se observa como a través del tiempo los fenómenos de remoción en masa han afectado las laderas que bordean la cabecera. Estos fenómenos de diferentes tamaños y grados de actividad se han ubicado principalmente en las vertientes empinadas de los drenajes que enmarcan la zona urbana como las quebradas Alegrías y de Los Ocampos. En este último sector los procesos de remoción se hallan asociados a zonas de debilidad creadas por la influencia de la denominada Falla de los Ocampos. Hacia la zona Occidental y Sur los fenómenos mapeados son de mayor magnitud, profundidad y de tipo complejo.

El máximo nivel de actividad encontrado corresponde a procesos tipo E4 o eventos con moderado avance, y se ubican principalmente en el sector del Cementerio y barrios Santa Ana, Tequendama y Bajo Tequendama, los cuales comprometen la secuencias volcánicas y probablemente el basamento de las rocas del complejo Quebrada Grande.

17.1.12. Factor detonante por umbral lluvia

En el Anexo 1, Mapa 17.12, se muestra el mapa de factor detonante por umbral lluvia para la cabecera del municipio de Aranzazu. Este mapa se construyó reclasificando los factores cobertura, suelos y pendientes y asignándoles nuevos

pesos de acuerdo con la susceptibilidad de cada factor con respecto a los umbrales de lluvias encontrados para el municipio con un periodo de retorno de 15 años. Estos factores y pesos se muestran en la Tabla 17.2.

Tabla 17.2. Pesos de los factores para los mapas de factores del mapa factor detonante por umbral de lluvias para el casco urbano de Aranzazu

		Peso		
	Uso Cobertura	5		
Impermeables		1		Peso
	Urbano 1		Pendientes en grados	5
	Urbano 2		0 - 10	9
	Parque		10 - 25	4
	Deportivo		> 25	1
	Escaleras			
	Cementerio		Geología	8
	Urbano 3	4	Qco	6
			SVA	5
Permeables	Bosque	6		
	Pasto			
	Cultivo semi-limpio y limpio		LLUVIAS tr-15	6
	Rastrojo		94/96 mm	5
	Vía Destapada			
	Botadero			
	Río			
	Suelo desnudo	8		

El mapa muestra mayor incidencia por el disparador de umbral de lluvias hacia el Oeste de la cabecera, donde se aprecian áreas de inclinación moderada; muchas de ellas originadas por las modificaciones antrópicas para adecuar el terreno tanto para las obras del polideportivo como para las vías de acceso a la cabecera y nuevas urbanizaciones. Igualmente se observa mayor incidencia hacia la zona del Cementerio, donde los procesos de remoción en masa han modificado y suavizado las pendientes originales del terreno, favoreciendo la acumulación de humedad.

17.1.13. Zonificación de Amenaza por Remoción en Masa

Del cruce entre la Zonificación de Susceptibilidad, el mapa detonante por umbral lluvias y el mapa de Persistencia, se obtuvo el mapa de Amenaza actual por fenómenos de remoción en Masa para la cabecera del municipio de Aranzazu que se presenta en el Anexo 1, Mapa 5.13.

Los sectores identificados como de **Amenaza Alta** están relacionados primordialmente con la inadecuada urbanización de laderas empinadas y depósitos de antiguos procesos de remoción en masa sobre los cuales se llevan a cabo la construcción de nuevas urbanizaciones sin la adecuada planeación, dejando vías sin pavimentar y sin manejo de escorrentía superficial. Igualmente los cortes verticales y de gran elevación sobre los cuales se construyen estructuras y sobre los cuales tampoco hay manejo de aguas superficiales, la disminución de la cobertura vegetal y las condiciones precarias de algunos asentamientos contribuyen a aumentar la amenaza por fenómenos de remoción en masa. En general los sitios que deben ser intervenidos en el corto a mediano plazo para prevenir o mitigarla amenaza que representan para las comunidades se distribuyen en varias zonas sobre las laderas que circundan el centro urbano así: Hacia el norte de la cabecera en el sector del Barrio Sesquicentenario, talud inferior de la Plaza de Ferias-Matadero, al Noreste los taludes en el barrio La Congoja y El Progreso y algunos taludes en la vertiente derecha de la quebrada Alegrías, Taludes en el Barrio Divino Niño, Ciudad Jardín y sector Guarango. En la zona urbana se encontraron zonas de alta amenaza en los sectores de la Calle 7 entre Carreras 2y 4, en lo que parece corresponder a las vertientes de la quebrada Los Ocampos y que hoy se encuentran urbanizadas.

Al Noroccidente se determinaron zonas de amenaza alta en los taludes superiores del polideportivo, el Barrio Pielroja, sector de la Defensa Civil y Plaza de Mercado y los taludes en la margen izquierda de la quebrada Doñana. Hacia el Sur los sectores de los barrios Santa Ana, Tequendama y Bajo Tequendama y el Sector del Cementerio.

A este respecto, se debe resaltar como el sector La Milagrosa, ubicado en la esquina nor-occidental del municipio, no hace parte del análisis debido a errores en la delimitación del área municipal entregada por Corpocaldas, que dejaron este sector por fuera de la toma de las imágenes Lidar y Ortofotos. Sin embargo el análisis en campo permitió determinar este sitio como de alta amenaza por remoción en masa (ver anexo 2.18)

17.2. Zonificación de Amenaza por Inundación

En el municipio de Aranzazu no se encontraron evidencias de Amenaza por Inundación

17.3. Zonificación de Vulnerabilidad

Para llevar a cabo la zonificación de Vulnerabilidad inicialmente se localizaron los datos de las encuestas del Sisbenen un **Mapa de Barrios**, elaborado a partir de la nomenclatura manejada en dicho sistema. Este mapa se presenta en el Anexo 1, Mapa 17.14.

De acuerdo con la metodología general establecida para la evaluación de la vulnerabilidad los factores Físico y Socio-económico, se dividieron en indicadores y categorías, en la modelación en el software ILLWISSE establecieron pesos y carácter positivo o negativo dependiendo de si estas categorías contribuyen o no a aumentar la vulnerabilidad de los habitantes en los diferentes barrios de la cabecera. La Tabla 17.2 muestra los valores promedio (en porcentaje) para cada una de las categorías de vulnerabilidad para los diferentes Indicadores.

El **mapa de vulnerabilidad** obtenido a partir de la modelación en ILLWISSE para la zona urbana de Aranzazu, se presenta en el Anexo 1, Mapa 17.15. Puede observarse como la categoría de **Vulnerabilidad Baja** se presenta en el sector central del casco urbano, y que de acuerdo a los datos del Sisben corresponde al barrio 11 (ver mapa 17.14), y aunque los ingresos reportados sean bajos, un alto porcentaje son propietarios de sus viviendas (51%) y los arrendamientos corresponden a locales comerciales, en cuanto al nivel educativo, generalmente corresponde a personas con educación secundaria y superior (42%); predominio de población adulta (72%) y comparativamente una baja densidad de población (0.009 personas/m²). En la parte física predominan las viviendas en materiales mixtos (96%) y con alturas entre 6 y 12 m (más de 2 pisos).

Tabla 17.2. Valores promedio (porcentaje) de los indicadores de Vulnerabilidad en la cabecera municipal de Aranzazu

Factores	VULNERABILIDAD		
	Baja	Media	Alta
SALUD			
Pagada	17	16	13
Subsidiada	80	74	75
Ninguna	4	10	12
INGRESOS			

< 1 SMLV	93	99	99
1 - 2 SMLV	5	0	1
> 2 SMLV	2	1	0
TENENCIA			
Propia	51	51	46
Arriendo	39	41	40
Otra	10	8	14
EDUCACIÓN			
Ninguna	13	15	21
Primaria	49	42	48
Secundaria	37	38	30
Superior	5	1	1
GRUPOS ETÁREOS			
Niños	18	23	29
Adultos	72	65	62
Mayores	10	12	9
DENS. POBLAC.			
Pers /m ²	0,009	0,012	0,029
TIPOLOGÍA			
Mampostería	3	0	0
Bahareque	1	2	1
Mixto	96	98	99
ALTURAS			
VALOR en m	6-12 m	3-6 m	3-12 m

La categoría de **Vulnerabilidad Media** se encuentra en la parte periférica hacia el noroeste (barrios 7, 14, 15, 17, 21 y 22). Son sectores donde un gran porcentaje (74%) de la población tiene régimen de salud subsidiada (Sisben), con ingresos bajos, tenencia de casa propia (51%) y alquilada (41%), con predominancia de escolaridad baja (80% entre primaria y secundaria), y con un alto porcentaje (35%) de población en los grupos etáreos considerados vulnerables como son los niños menores de 13 y adultos mayores de 65 años. El índice de densidad de población es de 0,012 personas/m², con indicadores físicos que revelan que la tipología de vivienda está repartida compuesta básicamente de materiales mixtos (99%) y las alturas de las viviendas entre 3 y 6 m (1 a 2 pisos).

La categoría de **Vulnerabilidad Alta** es la clase predominante en la cabecera y se localiza predominantemente en los sectores Nororiental en los barrios 9, 16, y 29 al centro-oriente barrios 1, 5, 6, y 10 y al sur en los barrios 22, 23 y 27. En estos

barrios se encontró predominio de afiliación a salud subsidiada (75%), ingresos muy bajos con el 99% de la población percibiendo menos de 1 salario mínimo y relativamente baja proporción de vivienda propia (46%), niveles de analfabetismo altos (21%) y escolaridad muy bajos (48% solo primaria), con alto porcentaje de población menor de 13 años (29%), y la más alta densidad de población para la cabecera (0.029 personas/m²). En lo físico también se observaron las condiciones más frágiles con casi el 99% de las viviendas en materiales mixtos en viviendas de 2 o más pisos (alturas entre 3 y 12 m).

En esta categoría se debe incluir igualmente el sector de la Milagrosa, que aunque por motivos cartográficos no hace parte del análisis espacial, los datos recolectados permitieron categorizarlo como Altamente Vulnerable tanto en los aspectos físicos como socio-económicos.

17.4. Zonificación de Riesgo

17.4.1. Riesgo por Remoción en Masa

El mapa de riesgo se origina al cruzar las zonificaciones de Amenaza por remoción en masa y el mapa de Vulnerabilidad de los barrios, cuyo resultado para la cabecera urbana de Aranzazu se presenta en el Anexo 1 Mapa 5.16. Los sitios denominados como de *Riesgo Muy Alto* son aquellos donde coinciden los dos factores de máxima Amenaza por remoción en masa y alta fragilidad física y socioeconómica (Vulnerabilidad) y se consideran prioritarios para su intervención. El *Riesgo Alto* se da en aquellos sectores donde se conjugan una Alta Amenaza con Vulnerabilidad Media.

Para Aranzazu, el Riesgo **Muy Alto** se da de Norte a Sur en el sector de la Milagrosa, Matadero (taludes y laderas inferiores), en las laderas del Barrio El Progreso, en un sector de la Calle 7 entre Carreras 2 y 4, talud en el sector Guarango, Barrio Bajo Tequendama y parte alta del Cementerio incluido el Barrio Santa Ana. Estos sectores representan la conjugación de la pobre planeación territorial al permitir la ocupación de terrenos no aptos con viviendas en pobres sistemas constructivos y cuya infraestructura de servicios como alcantarillados y sistemas de colección, conducción y manejo de aguas superficiales son inexistentes en su mayoría. Todo esto aunado a una alta Vulnerabilidad de los habitantes, quienes aún antes de que ocurran eventos catastróficos se hallan en precarias condiciones sociales y económicas. Esta conjugación de factores físicos y humanos redundará en la baja resiliencia de las comunidades expuestas, donde no se requiere un evento de grandes magnitudes para disparar situaciones de crisis.

Igualmente en estos sectores no se llevan a cabo las necesarias medidas preventivas al momento de establecer infraestructura de interés comunitario (Cementerio, colegios, canchas deportivas etc.) incorporando obras de adecuación del terreno como perfilado de taludes, manejo de agua superficiales, implantación de adecuadas coberturas vegetales que las protejan de la acción de fenómenos como la remoción en masa. Ante esto solo quedan las acciones de mitigación y corrección que generalmente se llevan a cabo una vez el elemento expuesto ha sido dañado o se han generado pérdidas de vidas y bienes que una adecuada planeación y regulación pueden evitar.

Finalmente, y de acuerdo a los lineamientos de Corpocaldas, la posibilidad de implementar obras que al intervenir la amenaza ayuden a disminuir la exposición de los bienes y habitantes determina que el Riesgo se pueda considerar como Mitigable o No Mitigable. Después del análisis profesional se determinó que en Aranzazu todos los sectores se pueden intervenir, de allí que todo el Riesgo se considere como Mitigable.

Con el fin de cuantificar la exposición se llevó a cabo un conteo de casas expuestas en cada barrio, en la Tabla 17.3 se presenta un consolidado por categoría por sector según el índice del Sisben. El listado completo con identificadores y coordenadas se presenta en el Anexo 5_Aranzazu.

17.5. Centros Poblados de Desarrollo Restringido en el Municipio de Aranzazu

El análisis para el municipio de Aranzazu incluye el centro poblado de San Rafael, para el cual se encontró una imagen del 2004 de buena resolución en Google Earth sobre la cual se llevó a cabo el análisis de riesgos, usando igualmente fotografías convencionales tomadas directamente en campo.

17.5.1. Centro Poblado San Rafael

Catalogado por el DANE como Centro Poblado tipo Caserío, se sitúa al Oeste de la cabecera municipal de Aranzazu, en la parte alta de una colina empinada a la cual se accede por vía destapada que se desprende de la vía Neira-Aranzazu-Salamina como se muestra en la Figura 17.2.

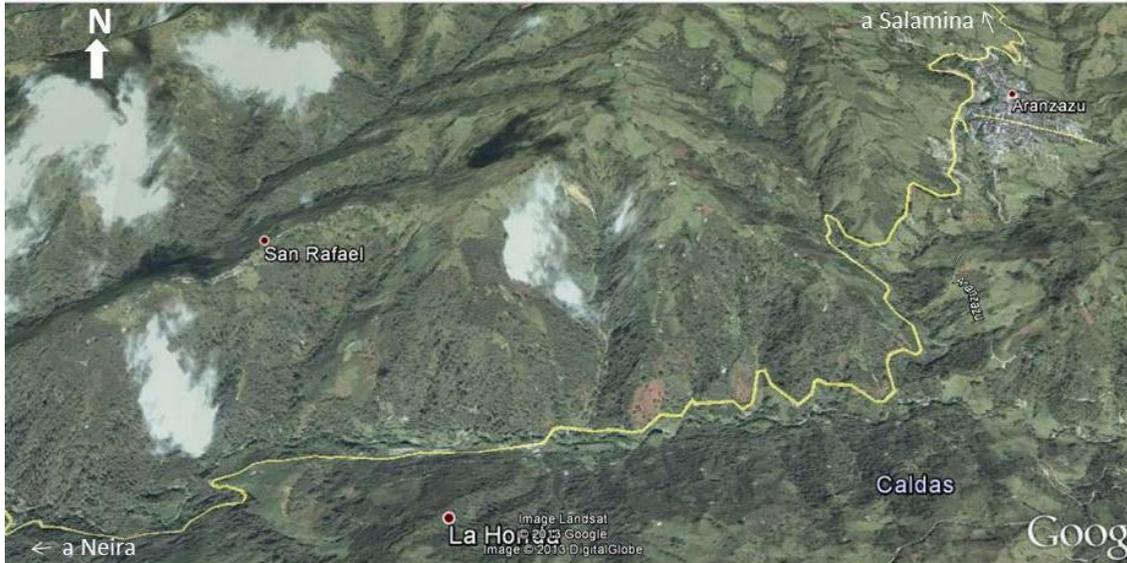


Figura 17.2. Esquema de localización del Centro Poblado San Rafael (Aranzazu).

El caserío se encuentra distribuido a ambos lados de una vía sin pavimentar en sentido NE-SW; las viviendas sobre la vía principal son generalmente antiguas y están construidas en bahareque o combinaciones con ladrillo. (verFigura 17.3).



Figura 17.3. Límite aproximado del Corregimiento San Rafael (Aranzazu) y ubicación de sitios críticos (SR). (Imagen Google Earth 2004).

San Rafael se haya asentado sobre una cuchilla emplazada en sentido NE-SW con pendientes empinadas especialmente en la vertiente orientada hacia el SE. Conformada por el miembro sedimentario del Complejo Quebradagrande (Kqs), hacia el extremo Sur del caserío aflora el Nivel I de meteorización compuesto por arcillas limosas de color naranja y hacia el Noreste, en el sector de la antigua escuela donde en la temporada invernal del año 2008 se originó una cárcava de grandes dimensiones, se encontraron lutitas carbonosas, lodolitas y arenitas afectadas por metamorfismo dinámico originado en el trazo de la Falla Salón Rojo-Las Camelias (Borbón y Márquez, 2006). Esta secuencia se halla suprayacida por depósitos de caída/flujos piroclásticos (Qto) de grano fino limoarcillosos, de colores amarillo a café y espesores de hasta 5 m. Los remanentes de estos depósitos se ubican en la parte superior de la cuchilla suavizando las pendientes y creando una morfología redondeada, de pendientes menos empinadas sobre las cuales se asienta el caserío y la vía principal ubicada en la cresta o parteaguas. (ver Figura 17.4).

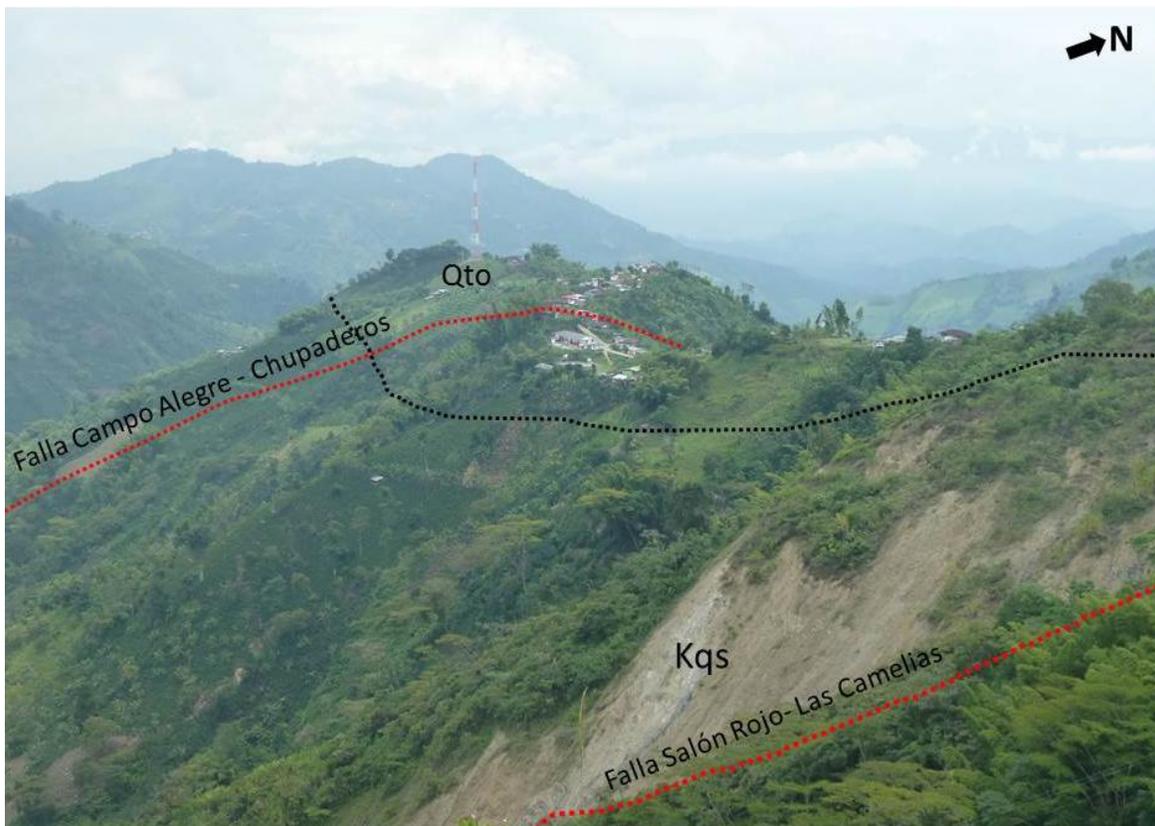


Figura 17.4. Configuración geológica y estructural en San Rafael, con rocas del Complejo Quebradagrande (Kqs) afectadas por fallamientos y suavizadas por depósitos piroclásticos (Qto) (Fecha: 10.07.2013).

Desde el punto de vista de las amenazas por remoción en masa en este corregimiento se encontraron dos sitios de media criticidad los cuales se presentaron en la Figura 17.3.

El sitio **SR-1**(Coordenadas X: 840.023; Y: 1074.018) fue determinado como sitio de criticidad media, se trata de un proceso erosivo complejo ubicado en la ladera SE hacia la entrada al caserío, a la altura de la antigua escuela, la cual debió ser reubicada. Aparentemente se inició en 2008 como una cárcava sobre una pequeña quebrada alineada sobre el trazo de la falla Salón Rojo – Las Camelias que cruza la cuchilla en sentido N-S. Debido a la influencia de esta estructura las rocas presentan zonas débiles y de cizallamiento sobre las cuales se agudizó el proceso de incisión debido al aumento de escorrentía superficial originado tanto en la alta pluviosidad que acompañó la temporada invernal del año 2008 como en la progresiva desprotección del suelo por los cambios en el uso de cafetales con sombrío a pastizales. Como se mencionó la ocurrencia de este fenómeno afectó la antigua escuela, por lo cual esta fue desalojada, al igual que la vía y algunas casas en las cercanías que también fueron desalojadas. Actualmente se observan obras de mitigación y control implementadas por Corpocaldas como son una pantalla anclada y obras bioingenieriles en la corona del proceso (ver Figura 17.4)



Figura 17.4. Sitio Critico SR-1 en el cual se observa el proceso de remoción en masa ubicado a la entrada del caserío y las obras de control en la corona del mismo. (Fecha: 27.11.2013).

Aunque estas obras han ayudado a contener el retroceso de este fenómeno, el avance del mismo se está dando de forma lateral especialmente en la parte media y baja, debido a la ausencia de tratamientos, poniendo en riesgo terrenos de las fincas adyacentes.

SR-2(Coordenadas X: 839.518; Y: 1073491) ubicado a media ladera en la vertiente Suroriental, este es un proceso similar al descrito en el sitio SR-1, pero en este caso asociado al trazo de la Falla Campoalegre- Chupaderos. El carcavamiento se halla en un estado incipiente actualmente profundizando sobre un coluvión ubicado a media ladera y con cobertura de pastizales. Como se observa en la Figura 17.5, de no ser intervenido a tiempo el fenómeno se puede agudizar y su retroceso ladera arriba alcanzar el caserío de san Rafael, comprometiendo infraestructura de interés comunitario como es el Centro Educativo Divino Niño, La cancha de futbol, la vía de acceso y al menos dos viviendas.



Figura 17.5. Sitio Critico SR-2 en la ladera Sureste del caserío San Rafael en la zona de influencia de la Falla Campo Alegre-Chupaderos. (Fecha: 27.11.2013).

Desde el punto de vista de la Vulnerabilidad Física, Social y Económica se llevó a cabo un análisis general para todo el corregimiento con base en indicadores comotipología de viviendas, tenencia de la vivienda, afiliación a seguridad social, , nivel educativo ingresos y grupos vulnerables; procesados a partir de la información del Sisben y que se presenta en los diagramas por indicador de la Figura 17.6

Desde el punto de vista de la fragilidad físico el sistema construido de San Rafael se considera Muy Vulnerable ya que el 78% de las viviendas son de tipología constructiva de Bahareque, de un piso y con poco mantenimiento el cual genera una baja resistencia ante los efectos de un proceso erosivo. En la parte socio-económico puede catalogarse a los habitantes de San Rafael en un nivel de Vulnerabilidad Media a Alta donde la mayoría no son propietarios de sus casas (69%), el 90% está afiliado al régimen de salud subsidiado, los niveles de escolaridad son relativamente bajos (63% con primaria y 19% ninguno), los ingresos son bajos pero la mayoría de la población está en el grupo de adultos entre 14 y 65 años (71%).

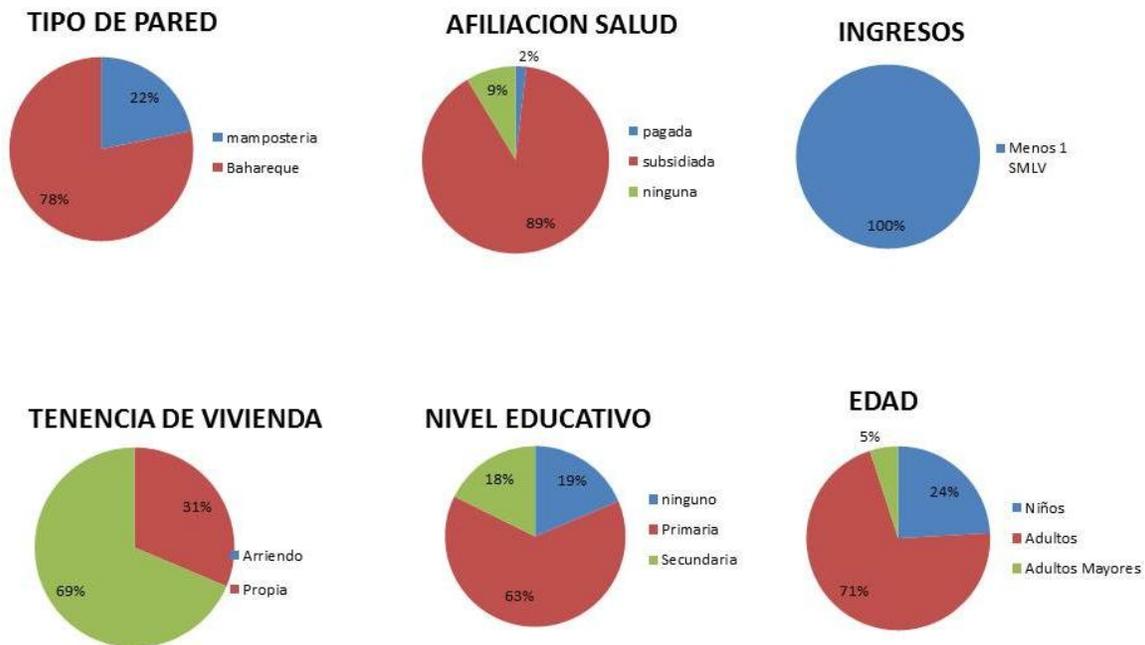


Figura 17.6 Estado de los indicadores Físicos, Sociales y Económicos en San Rafael con base en información Sisben (2013).

Esta combinación de factores crea en San Rafael un resultado de Riesgo Medio ante la ocurrencia de fenómenos de remoción en masa. Si bien la población debido a las precarias condiciones sociales y económicas no se espera que tengan mucha resiliencia, la magnitud y distancia de los fenómenos de remoción en masa no representan un riesgo inminente. Se debe advertir sin embargo que los cambios en el uso del suelo en este sector pueden alterar la precaria estabilidad que hasta ahora se observa. La desprotección del suelo y el sobrepastoreo unidas a las altas pendientes y la fuerte influencia tectónica debida al trazo de varias fallas pertenecientes al sistema Cauca- Romeral son una pésima combinación ante la perspectiva de la variabilidad climática que actualmente padece la zona cafetera. Como se observa hoy en día en un sector aledaño conocido como Las Partidas-Buenavista, si estos procesos no son intervenidos a tiempo pueden alcanzar grandes magnitudes y causar daños que excedan la capacidad de recuperación de las comunidades y el municipio. Por tal motivo en San Rafael se debe promover la protección del suelo, conservación de coberturas protectoras y la implantación de prácticas silvopastoriles y agroforestales que ayuden a la conservación del suelo y estabilidad.

BIBLIOGRAFÍA

- Borbón C. y Márquez C.A.(2006). Caracterización y zonificación de la Susceptibilidad por deslizamientos en el Municipio de Aranzazu según esquema de Ordenamiento Territorial. Tesis de Grado. Facultad de Ciencias Exactas y Naturales. Universidad de Caldas. Manizales
- Hernández E. y Valencia M. (1991). Configuración estratigráfica y aspectos tectónicos de la cuenca Aranzazu. Tesis de Grado. Facultad de Geología y Minas. Universidad de Caldas. Manizales