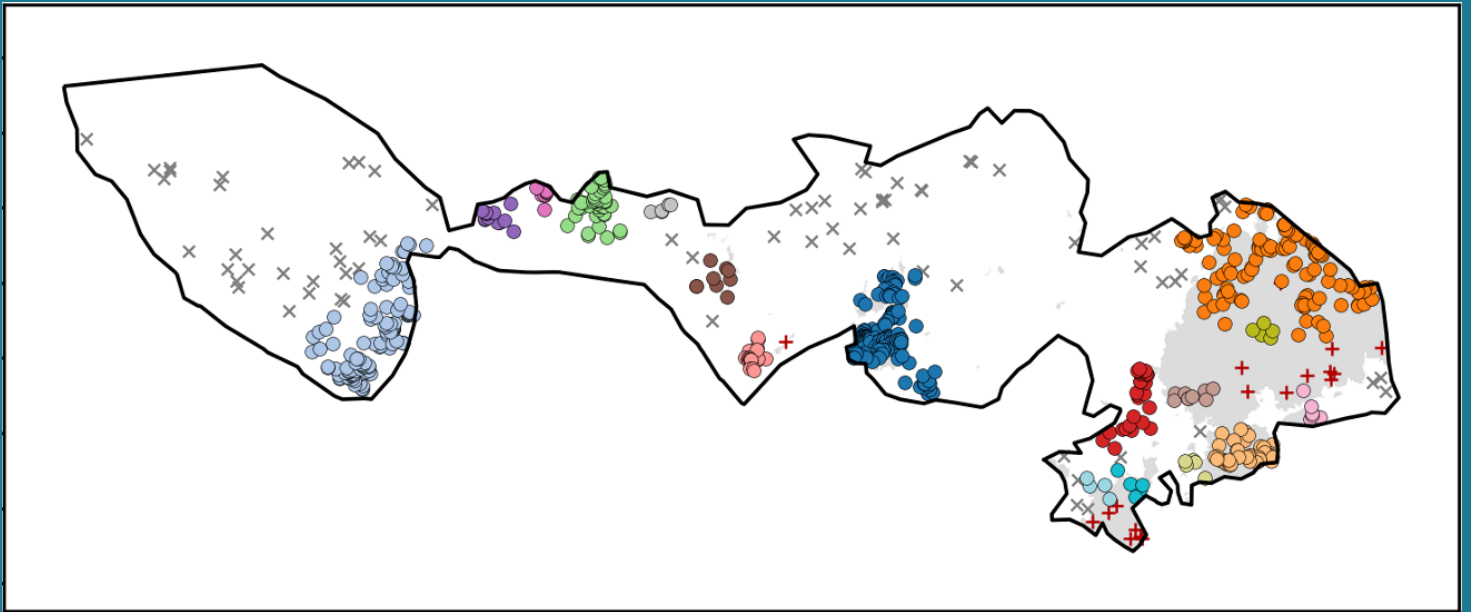


DAÑO SÍSMICO EN BUENAVENTURA Y PROYECCIÓN DE RECONSTRUCCIÓN

*Lectura biofísica y de hábitat humano, y contraste con la evidencia satelital
de la activación Copernicus*

Por: Carlos Duarte y Dayver Betancourt



Focos de daño edificatorio en el área de interés 06 — isla de Cascajal y cordón continental. Agrupamiento espacial sobre 665 edificaciones afectadas.



Daño sísmico en Buenaventura y proyección de reconstrucción: lectura biofísica y de hábitat humano, y contraste con la evidencia satelital de la activación Copernicus

Por Carlos Duarte* y Dayver Betancourt**

Documento de trabajo · Instituto de Estudios Interculturales · versión revisada, 8 de septiembre de 2026

* Carlos Duarte, Director del Instituto de Estudios Interculturales, Pontificia Universidad Javeriana Cali.

** Dayver Betancourt, geógrafo, Instituto de Estudios Interculturales, Pontificia Universidad Javeriana Cali.

INTRODUCCIÓN

El 10 de agosto de 2026, un sismo con epicentro en el municipio de San José del Palmar, Chocó, y con foco a 82 kilómetros de profundidad, afectó al occidente y al centro del país. El balance oficial de la Unidad Nacional para la Gestión del Riesgo de Desastres, con corte al 7 de septiembre de 2026, registra 498 municipios de 16 departamentos afectados, 331 personas fallecidas, 111 desaparecidas, 466.709 personas afectadas y más de 36.000 viviendas destruidas.

El Servicio de Gestión de Emergencias del programa europeo Copernicus activó la referencia EMSR916 y delimitó siete áreas de interés; sobre seis de ellas, todas urbanas, produjo cartografía de daño por fotointerpretación satelital, mientras que la séptima, un producto regional de movimiento del terreno que cubría la zona epicentral, quedó finalmente registrada como no producida.

De las 622 edificaciones afectadas que ese ejercicio detectó en todo el país, el 53,9 % se concentró en una sola de esas áreas: el Distrito Especial de Buenaventura. Vale la pena precisar desde ahora qué designa ese término, porque se emplea a lo largo de todo el documento: el área de interés es el polígono de 13,93 kilómetros cuadrados que Copernicus trazó sobre la isla de Cascajal y el cordón continental que la une con tierra firme. No equivale a la ciudad ni siquiera a su casco urbano. Contiene el 31 % de la superficie urbanizada del distrito y el 70,0 % de la población que el censo de 2018 contabilizó en su cabecera, y deja fuera el tejido urbano que continúa hacia el oriente, donde viven unas 64.000 personas, además de la totalidad de los corregimientos rurales, la zona insular y los territorios de los consejos comunitarios. Cuando en las páginas siguientes se hable de porcentajes del área de interés, el denominador es siempre ese polígono y no el distrito. Para dimensionar lo que eso significa, el registro consolidado de la Alcaldía reporta 10.154 viviendas afectadas en todo el distrito, y el reparto por estratos que se desarrolla en el apartado 4 sitúa dentro del área observada cerca del 59 % de ellas.

Ese dato es el punto de partida de este documento, pero no su objeto. Lo que aquí se examina es cómo se distribuyó el daño dentro de la ciudad y qué explica esa distribución. La respuesta que proponemos es que Buenaventura presenta una partición interna nítida asociada a las distintas formas históricas de acondicionamiento del terreno, y no el patrón homogéneo que cabría esperar de una licuación genera-



lizada: el relleno hidráulico diseñado y compactado de la plataforma portuaria aparece casi limpio, mientras que el suelo ganado al mar por acumulación informal de materiales, sin compactación técnica ni control geotécnico, concentra la mayor intensidad del daño observado. La misma bahía, el mismo sismo, dos formas de producir suelo y dos respuestas distintas.

Esa partición técnica no es solo técnica. Cuando se superpone la cartografía de territorios discontinuos afro elaborada por el Instituto de Estudios Interculturales, el contraste adquiere nombre propio: catorce barrios vinculados a los territorios ancestrales de los ríos Naya, Anchicayá, Cajambre, Micay, Raposo-Mayorquín y Yurumanguí, y al conjunto Tapaje-Iscuandé-Guapi-Saija ocupan el 12,3 % del área observada y concentran el 40 % de las edificaciones dañadas y el 44 % de las destruidas. Son territorios sin registro catastral formal, con la titularidad del suelo disputada entre las comunidades y la Dirección General Marítima. La línea que separa el suelo que resistió del que no resistió coincide, en buena medida, con la línea que separa el territorio titulado del que no lo está.

A esta lectura se añade una tercera, de orden metodológico, que atraviesa todo el documento. El propio instrumento que permite ver el daño ve de manera desigual. Copernicus declaró no analizado el 16,7 % del polígono, y ese vacío coincidía casi exactamente con el sector donde el daño aparecía más disperso. Para cubrir ese vacío emprendimos un ejercicio propio de fotointerpretación visual sobre una ortofoto aérea de diez centímetros de resolución, con el que identificamos 330 edificaciones afectadas adicionales y elevamos el registro del área a 665. Al recalcular el agrupamiento espacial sobre el conjunto combinado, el foco que parecía débil resultó ser el tercero en magnitud: no era menor, estaba subcontado. Buena parte de lo que este documento puede afirmar sobre esa franja de la ciudad se apoya, por tanto, en evidencia que produjimos nosotros y no en la que el servicio europeo entregó.

El documento cierra cruzando esos hallazgos con el Censo Nacional de Población y Vivienda 2018 y con la capa nacional de equipamientos, con énfasis en la población en edad escolar. Más de un tercio de los habitantes del área tiene menos de veinte años, el daño se concentra sobre las secciones censales con menor cobertura de servicios y menor logro educativo, y más de la mitad de los establecimientos educativos del continuo urbano tiene edificaciones afectadas a menos de cien metros. Sesenta y ocho de ellos estaban dentro de la zona que el satélite no miró.

Este trabajo es un ejercicio de cartografía comparada, no un análisis sismológico, y se circunscribe al continuo urbano del distrito: la zona rural de Buenaventura, sus corregimientos y su área insular quedan fuera del alcance de lo que aquí se afirma, porque el polígono de observación satelital que se examina los excluye, y no por decisión de los autores. No mide aceleraciones ni caracteriza el suelo por medios geotécnicos: superpone registros de daño, capas territoriales y variables censales para mostrar que la distribución del daño y la distribución de la capacidad de verlo responden a una misma asimetría, anterior al sismo.



1.

PILOTO ANALÍTICO: EL ÁREA DE INTERÉS 06, BUENAVENTURA

El Distrito Especial de Buenaventura merece un tratamiento propio por tres razones: concentra el 53,9 por ciento de todo el daño edificatorio detectado en el país, es la única área a la que Copernicus dedicó un segundo barrido de observación, y es donde la divergencia entre las dos fuentes alcanza su expresión más nítida.

El polígono oficial encierra 13,93 kilómetros cuadrados. Según el Censo Nacional de Población y Vivienda 2018, en esa superficie residían unas 149.500 personas, el 70,0 % de los 213.421 habitantes que el censo contabilizó en la cabecera del distrito. Esa cifra asciende a 235.071 una vez ajustada la omisión censal, un ajuste que el DANE publica a nivel municipal pero no distribuye entre secciones. Aplicando esa misma participación a las proyecciones de población del DANE, que estiman la cabecera de Buenaventura en 262.320 habitantes para 2026, el área de interés albergaría al momento del sismo del orden de 184.000 personas, unos 13.200 habitantes por kilómetro cuadrado. Salvo esta estimación, todas las cifras poblacionales de este documento proceden del censo de 2018 y así se indican en cada caso. Vale la pena retener que entre 2018 y 2026 el crecimiento proyectado del distrito es enteramente urbano: la cabecera aumenta un 11,6 % mientras los centros poblados y el área rural dispersa se contraen un 0,3 %. Por lo tanto, la estimación anterior, que supone constante la participación del área de interés dentro de la cabecera, es probablemente conservadora respecto de los bordes en expansión.

Las 335 edificaciones afectadas equivalen a 24,0 por kilómetro cuadrado; sumadas las 330 edificaciones adicionales que identificamos mediante la fotointerpretación de ortofoto aérea de 10 cm descrita más abajo, la densidad combinada asciende a 47,7 por kilómetro cuadrado. La delimitación misma constituye un dato: el área encierra el continuo construido de la isla de Cascajal y el cordón continental, y deja afuera el tejido urbano que continúa hacia el oriente, la totalidad de los corregimientos rurales, la zona insular y los territorios de los consejos comunitarios. Es decir que Copernicus cubrió cerca del setenta por ciento de la población censada en la cabecera del distrito y prácticamente nada de su territorio colectivo.

La distribución interna del daño sostiene la proposición central de este piloto. Se observan tres concentraciones de edificaciones clasificadas como destruidas: la primera y más densa en el borde suroccidental de la isla de Cascajal, sobre el frente que da al estero; la segunda a lado y lado del istmo estrecho que conecta la isla con el continente; y la tercera en el lóbulo continental sur, otra vez sobre el contacto entre lo construido y el manglar. También, se observa un vacío que pesa tanto como las concentraciones: la plataforma portuaria del extremo noroccidental, con sus patios de contenedores y su geometría regular, aparece casi limpia.

Esta lectura visual puede convertirse en una medición reproducible a partir de la capa vectorial de edificaciones de Copernicus (EMSR916_AOI06_GRA_MONIT01_v2, 335 registros). Un análisis de clustering espacial (DBSCAN, radio de búsqueda de 150 m sobre coordenadas reproyectadas a UTM 17N) sobre esas 335 edificaciones precisa esa lectura visual. Aparecen dos concentraciones dominantes y muy compactas: el borde suroccidental de la isla de Cascajal, con 114 edificaciones y 49 destruidas, y el istmo de conexión con el continente, con 43 edificaciones y 26 destruidas. Les sigue una dispersión en varios bolsones menores sobre el lóbulo continental sur, sin un tercer foco de nitidez comparable. Esta jerarquía se apoya únicamente en lo que Copernicus alcanzó a observar; más adelante se verá que no sobrevive a la ampliación de la cobertura. El 16,7 % del polígono del área de interés (2,33 km² de 13,93 km²) está marcado por Copernicus como zona no analizada, y casi la totalidad de esa área no analizada (2,13 km² de los 2,33 km²) coincide precisamente con el sector donde el daño aparece más disperso, lo que sugiere que esa tercera concentración puede estar subcontada y no ser realmente más débil que las otras dos, hipótesis que el ejercicio de fotointerpretación descrito a continuación nos permitió poner a prueba.

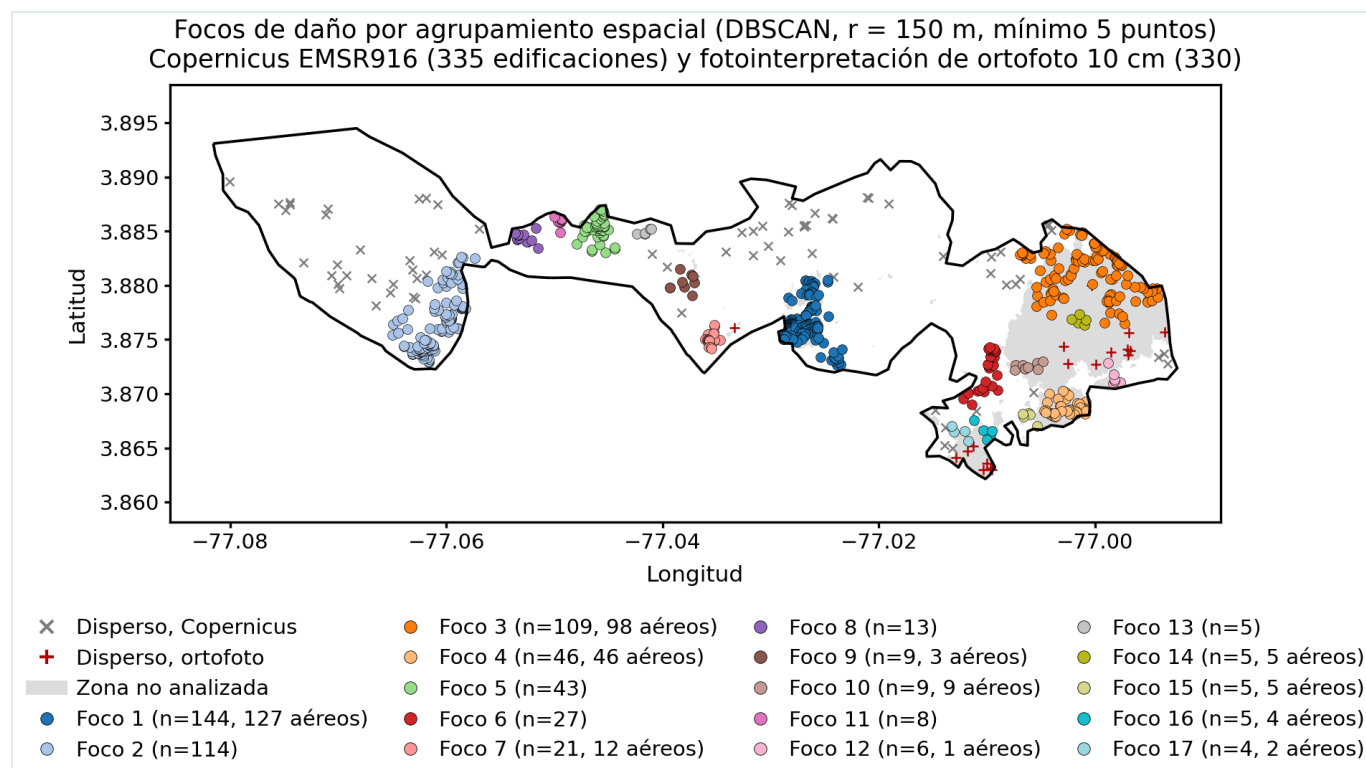


Figura 1. Focos de daño identificados mediante agrupamiento espacial (DBSCAN, 150 metros, mínimo 5 puntos) sobre el conjunto combinado de la capa vectorial EMSR916_AOI06_GRA_MONIT01_v2 (335 edificaciones) y la fotointerpretación de ortofoto aérea de 10 cm realizada por los autores (330 edificaciones adicionales). El área gris corresponde a la zona no analizada por Copernicus.

La zona no analizada por Copernicus dejó de ser un vacío en agosto de 2026. Antes que esperar una segunda activación del servicio europeo, optamos por levantar nosotros mismos ese registro: mediante fotointerpretación visual sobre una ortofoto aérea de 10 centímetros de resolución identificamos y georreferenciamos 330 edificaciones adicionales con daño. La verificación espacial que practicamos sobre ese registro propio confirma su independencia frente a la capa de Copernicus: el 99,4 % de los



puntos (328 de 330) cae dentro de la zona que Copernicus había marcado como no analizada, y los dos puntos restantes, aunque caen en zona sí procesada por Copernicus, están a más de 130 metros del punto Copernicus más cercano, por lo que tampoco constituyen duplicados. En todo el conjunto, la distancia mínima entre un punto nuevo y uno de Copernicus es de 49,5 metros: ningún punto se solapa.

Hay que distinguir el insumo del ejercicio. El insumo es la ortofoto Orto10_Buenaventura_13082026, propiedad del Instituto Geográfico Agustín Codazzi, tomada el 13 de agosto de 2026, la misma fecha de la segunda imagen satelital de Copernicus, con un tamaño de píxel de 0,1 metros, cuatro bandas de 8 bits y referencia espacial MAGNA-SIRGAS 2018 Origen-Nacional (EPSG:9377). Su extensión de 13,65 por 5,78 kilómetros cubre la totalidad del área de interés y la totalidad de la zona declarada no analizada. El ejercicio es nuestro. Convertimos el ráster a un super overlay de teselas piramidales para poder desplegarlo en Google Earth Pro y, sobre esa base, comparamos edificación por edificación el estado posterior al sismo con las imágenes históricas disponibles en la plataforma, de manera que cada registro se sustenta en un contraste antes-después y no en la sola lectura de la imagen posterior. El producto de Copernicus clasifica cada registro como destruido, averiado o posiblemente averiado; nuestra interpretación, en cambio, identificó afectación estructural sin discriminar entre colapso total y daño parcial. Consignamos por ello los 330 registros propios como edificaciones averiadas, criterio deliberadamente conservador: ninguno de ellos se contabiliza como destruido, y por eso todos los enunciados sobre destrucción que aparecen en este documento siguen apoyándose únicamente en los 335 registros de Copernicus y no resultan inflados por la ampliación de la cobertura. Sumando ambas fuentes, el área de interés registra 134 edificaciones destruidas, 497 averiadas y 34 posiblemente averiadas.

Al repetir el agrupamiento espacial (DBSCAN, mismos parámetros: radio de 150 m, mínimo de 5 puntos) sobre el conjunto combinado de 665 edificaciones, confirmamos la sospecha planteada más arriba: donde antes aparecía una dispersión sin foco claro emergen dos concentraciones nuevas, una de 109 edificaciones (98 de ellas identificadas por nosotros) y otra de 46 (levantada íntegramente en este ejercicio), ambas sobre el lóbulo continental sur. La tercera concentración, entonces, no era más débil que las otras dos: estaba subcontada por la ausencia de cobertura Copernicus en esa franja del área de interés.

Nuestro registro también matiza, sin desmentirla, la partición étnico-territorial propuesta más arriba. Ninguno de los 330 puntos que identificamos cae dentro de los 14 territorios discontinuos afro, ni dentro de las comunas 5 y 6, ni dentro de la infraestructura portuaria: el daño recién detectado se concentra en el tejido del lóbulo continental sur que ninguna de las cuatro capas auxiliares de este piloto (territorios discontinuos, catastro, comunas e infraestructura portuaria) llega a cubrir. La proporción de daño dentro de los territorios discontinuos baja, en consecuencia, del 40 % (335 puntos Copernicus) al 20,2 % si se cuenta el total combinado de 665; la caída no debilita la evidencia original sobre el relleno informal de esos catorce territorios, que sigue intacta, pero advierte que la partición construida-formal/construida-informal de Buenaventura no se agota en el trazado de esos polígonos. Vale la pena leer



esa proporción como un piso y no como una corrección a la baja. Los 330 registros propios se consignaron todos como averiados, de modo que el 44 % de las edificaciones destruidas del área sigue localizado íntegramente dentro de los catorce territorios, y esa es la cifra que gobierna la reposición de vivienda.

La misma bahía, el mismo sismo, dos formas de acondicionamiento del terreno y dos respuestas diferenciadas.

Lo que proponemos es que Buenaventura exhibe una partición interna del daño asociada a las distintas formas de acondicionamiento del terreno, y no el patrón homogéneo que produciría una licuación. El relleno hidráulico diseñado, compactado y controlado del área portuaria presenta un comportamiento diferenciado frente al terreno ganado al mar mediante acumulación informal de materiales, sin procesos equivalentes de compactación ni control geotécnico, donde se concentra una mayor intensidad del daño observado. Si esta partición se confirma mediante los datos vectoriales, el hallazgo desplaza la explicación desde una lectura exclusivamente natural del daño hacia las condiciones históricas y materiales bajo las cuales se construyó y acondicionó cada sector del territorio.

Esta partición del daño puede precisarse con nombre propio a partir de la cartografía de territorios discontinuos elaborada por investigadores del Instituto de Estudios Interculturales en coautoría con egresados de la Maestría en Interculturalidad, Desarrollo y Paz Territorial.¹ Los 14 territorios discontinuos del litoral pacífico con presencia urbana en Buenaventura (barrios como Pueblo Nuevo, Muro Yustí, Campo Alegre, Alberto Lleras Camargo, Pascual de Andagoya o Puente Nayero, cada uno vinculado a los territorios ancestrales de los ríos Naya, Anchicayá, Cajambre, Micay, Raposo-Mayorquín y Yurumanguí, y al conjunto Tapaje-Iscuandé-Guapi-Saija) ocupan el 12,3 % del área de interés de Copernicus, pero concentran el 40 % de las edificaciones con daño detectado y albergan el 44 % de todas las destruidas del área, con una densidad de daño casi cinco veces mayor que la del resto del polígono.

Un solo territorio, Alberto Lleras Camargo, concentra 71 de los 335 puntos de daño de toda Buenaventura; es además el único de los catorce cuya procedencia la cartografía registra como mixta (Naya, Anchicayá y otros), es decir, un barrio poblado por familias venidas de más de un territorio ancestral. Estos territorios, además, coinciden con la zona sin registro catastral formal del distrito, y su condición de «tierras ganadas al mar» está documentada etnográficamente: se trata de relleno hecho por la propia comunidad con material de desecho, sin compactación técnica ni interés estatal en su formalización, y en no pocos casos con la titularidad del suelo disputada entre la comunidad y la Dirección General Marítima, la DIMAR (Castillo, 2021; Mondragón, 2021). La partición del daño que este documento propone, entonces, no separa solamente dos tipos de relleno: separa un territorio étnico sin título catastral formal de un territorio portuario e institucional con él (Figura 2).

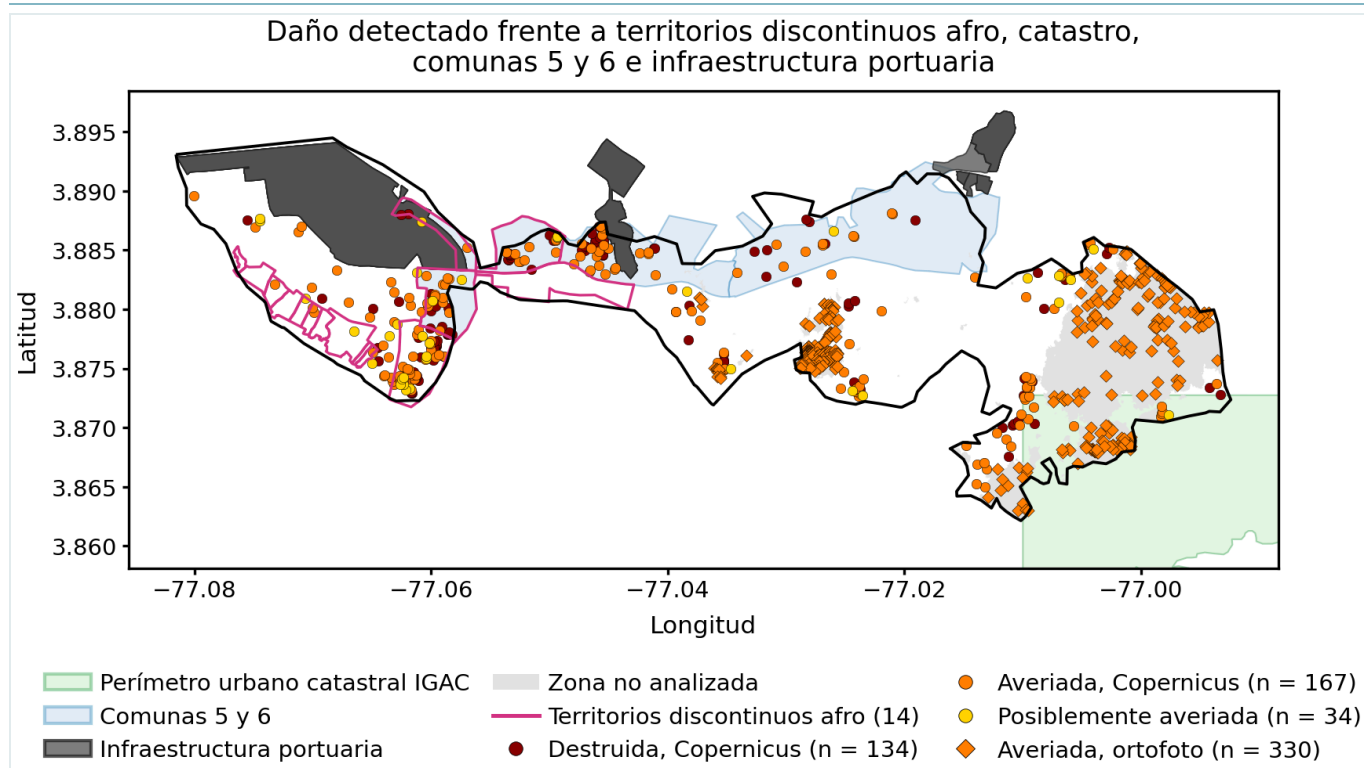


Figura 2. Daño Copernicus y fotointerpretación de ortofoto aérea de 10 cm realizada por los autores, territorios discontinuos afro, catastro IGAC, comunas 5 y 6 e infraestructura portuaria. Los 330 registros de origen aéreo se representan como edificaciones averiadas. Fuentes: EMSR916_AOI06_GRA_MONIT01_v2; fotointerpretación propia sobre ortofoto aérea del IGAC (330 puntos, agosto de 2026); catastro IGAC Valle del Cauca; Instituto de Estudios Interculturales (Castillo, 2021; Mondragón, 2021).

Queda por establecer si esa partición tiene un correlato en el sustrato natural o si es enteramente atribuible a la forma de acondicionamiento del terreno. El Mapa Geológico Colombiano 2023 del Servicio Geológico Colombiano reconoce dos unidades bajo el área de interés: la unidad Q2-m, del Holoceno, compuesta por gravas y arenas acumuladas en playas y por lodos ricos en materia orgánica asociados al desarrollo de manglares, que ocupa el 63,7 % del polígono; y la unidad N2-Sm, del Plioceno, de lodolitas y arenitas líticas localmente calcáreas, que ocupa el 32,7 %. Restringiendo la comparación a los 335 registros de Copernicus y a la porción del polígono efectivamente analizada, las edificaciones destruidas se presentan sobre el Holoceno con una densidad de 12,4 por kilómetro cuadrado frente a 8,7 sobre el Plioceno, y el 80,6 % de todas las destrucciones cae sobre la unidad holocena. Para la categoría de averiadas la razón entre ambos sustratos es de 1,0: el sustrato blando discrimina el colapso total, no el daño en general.

El contraste decisivo, sin embargo, es el que la geología no explica. La infraestructura portuaria se asienta en un 97,9 % sobre la unidad Q2-m, y los catorce territorios discontinuos afro lo hacen en un 74,7 % sobre esa misma unidad. Puerto y territorios comparten el mismo sustrato holoceno de playa y manglar, y aun así el primero aparece casi limpio mientras los segundos concentran el 44 % de las edificaciones destruidas del área. Si el suelo natural es el mismo, la diferencia no está en el suelo sino en lo que se hizo con él: el relleno hidráulico diseñado y compactado del área portuaria frente a la acu-

mulación informal de materiales sin control geotécnico de los barrios ganados al mar. La cartografía geológica disponible no refuta la partición propuesta en este documento; lo que hace es descartar la explicación natural y devolver la pregunta al terreno de la producción social del suelo (Figura 3).

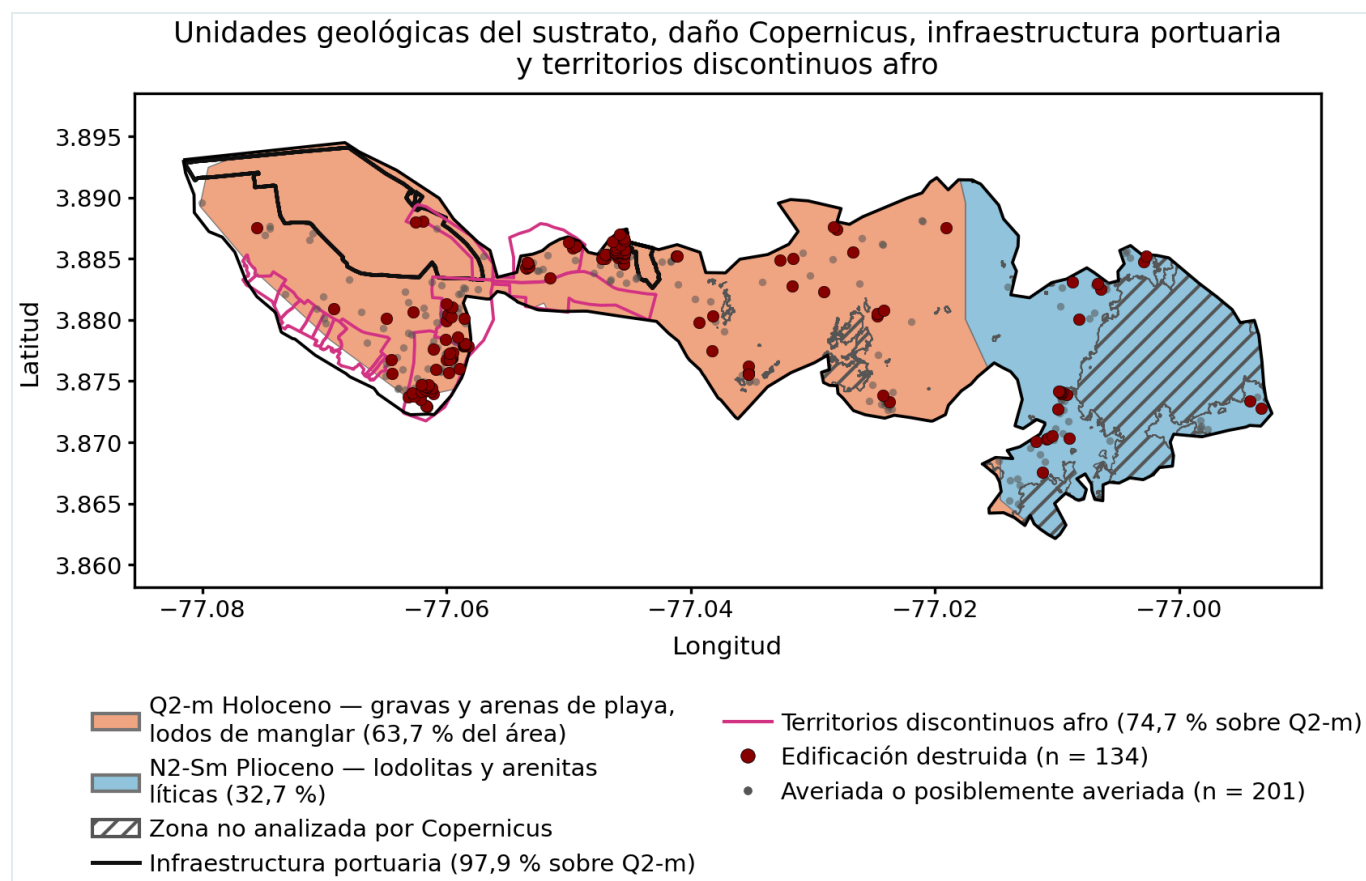


Figura 3. Unidades geológicas del sustrato del área de interés (Mapa Geológico de Colombia 2023, Servicio Geológico Colombiano, escala 1:1.000.000), daño detectado por Copernicus, infraestructura portuaria y territorios discontinuos afro. Nótese que ambas figuras territoriales se asientan sobre la misma unidad holocena. Fuentes: Servicio Geológico Colombiano (2023); EMSR916_AOI06_GRA_MONITO1_v2; Instituto de Estudios Interculturales (Castillo, 2021; Mondragón, 2021).

Dos cautelas acotan este resultado. La primera es de escala: el Mapa Geológico de Colombia está levantado a 1:1.000.000, de modo que el trazo entre ambas unidades dentro de un polígono de menos de catorce kilómetros cuadrados conserva un error posicional de orden hectométrico, razón por la cual el cruce se restringe aquí a los registros de Copernicus y no se extiende al conjunto combinado, donde la densidad calculada sobre las fracciones más pequeñas de cada unidad produce valores inverosímiles. La segunda es de naturaleza del dato: ninguna cartografía geológica regional representa rellenos antrópicos, que son precisamente el objeto de la hipótesis. Confirmarla con evidencia de sustrato exigiría cartografía a escala urbana, sea la microzonificación sísmica del distrito o los estudios de suelos del ordenamiento territorial.

El segundo pase de observación aporta un dato de método.^{2,3} La primera lectura, sobre imagen del 11 de agosto, contabilizó 246 viviendas y 10 edificaciones no residenciales. La segunda, sobre imagen del 13 de agosto, elevó la cifra a 322 viviendas, 11 edificaciones no residenciales y 2 establecimientos edu-



cativos. El incremento de setenta y seis viviendas, un 30,9 %, corresponde a una relectura con una segunda imagen y no a colapso nuevo. De ello se sigue una consecuencia incómoda para cualquier comparación entre las seis áreas de la activación: parte de la ventaja de Buenaventura consiste sencillamente en haber sido mirada dos veces, mientras las demás, observadas una sola vez, están subcontadas en una proporción que desconocemos.

La nota de versión del producto de monitoreo encierra el hallazgo más fino de todo el ejercicio. La corrección declarada consiste en reclasificar edificaciones de la línea base de residenciales a no residenciales. Dicho de otro modo, el intérprete tuvo que rectificar el uso que había atribuido a las construcciones antes del sismo. Esto es exactamente lo que cabe esperar en una ciudad de autoconstrucción, donde la misma estructura es vivienda, taller y tienda, y donde la categoría residencial que el catastro y la fotointerpretación dan por evidente carece de correlato en el terreno. La dificultad de clasificación no es un error técnico: es la huella, en los metadatos de un producto europeo, de la economía popular del Pacífico.

Un último elemento del piloto surge de comparar el área con el registro de prensa del mismo distrito. Los puntos reportados por fuentes públicas para Buenaventura incluyen el muelle de Juanchaco, dos puentes peatonales de Mallorquín, la caída de bancada en la vía del Corregimiento número 8, los túneles de acceso, la antena de comunicaciones de cuarenta y cinco metros del barrio El Triunfo, la red de gas natural del distrito, el terminal de transportes, el aeropuerto y cinco centros asistenciales. De esa lista, los puntos rurales y de la zona insular quedan por completo fuera del polígono satelital. Las dos fuentes, entonces, no compiten: el satélite documenta el continuo urbano con una precisión que la prensa no alcanza, y la prensa documenta la periferia rural y costera que el satélite no miró. Sumadas, siguen sin cubrir los ríos ni los consejos comunitarios.



2.

OBJECIONES A LAS CONCLUSIONES ANTERIORES

Al verificar las tres tasas de afectación disponibles contra la tabla de estadísticas interna de cada producto GRA de Copernicus: Cali norte, 7 de 11.788 edificaciones residenciales (0,059 %); Quibdó, 74 de 8.817 (0,839 %); Istmina, 10 de 4.883 (0,205 %); las tres coinciden con este documento al milésimo.⁴ Para Pereira, Cali centro y Buenaventura, en cambio, confirmamos que Copernicus no generó un producto de línea base: la propia metadata de la activación indica que, al no producirse un producto de referencia para esas tres áreas, las cifras de edificaciones se derivan directamente de OpenStreetMap sin refinación posterior.

El denominador para esas tres áreas no está disponible en la fuente Copernicus y debe buscarse en catastro distrital, en un conteo independiente de edificaciones de OpenStreetMap, o estimarse por desagregación de las capas de población GHS-POP incluidas en los mismos productos.

La razón entre prensa y satélite mezcla unidades de observación diferentes, puesto que los puntos del registro de prensa incluyen vías, hospitales, servicios y albergues, y no exclusivamente edificaciones. Por ello, el indicador conserva utilidad para identificar la dirección relativa de la divergencia entre ambas fuentes, pero su magnitud no debe interpretarse como una tasa de afectación estrictamente equivalente entre prensa y detección satelital.

La lectura de los focos de Buenaventura procedía originalmente de la inspección visual del producto publicado; la sección 1 la sustituyó por un agrupamiento espacial sobre la capa vectorial descargada. Ese agrupamiento, calculado solo sobre los registros de Copernicus, arrojaba dos concentraciones dominantes y un tercer sector difuso, pero nuestro propio levantamiento sobre la ortofoto mostró después que ese tercer sector estaba subcontado por falta de observación y no era más débil: la objeción, entonces, no era que la lectura visual exagerara el tercer foco, sino que la capa vectorial disponible lo ocultaba. Y las distancias epicentrales se calcularon en superficie, cuando el sismo se registró a 82 kilómetros de profundidad, lo que comprime el rango relativo de las distancias hipocentrales y debilita, sin anularlo, el argumento basado en el gradiente de distancia al epicentro.

Por último, la hipótesis sobre una partición del daño en Buenaventura asociada a las distintas formas de acondicionamiento y producción del terreno surgió inicialmente de la coincidencia entre tres focos de daño y una zona de ausencia. La sección 1 contrastó posteriormente esta hipótesis con el catastro departamental y con la cartografía de territorios discontinuos afro, obteniendo resultados que refuerzan la interpretación inicial. El contraste con la cartografía geológica, que se había dejado pendiente, se incorporó en la sección 1 y arrojó un resultado en dos tiempos: confirma que las destrucciones se concentran sobre el sustrato holoceno, pero muestra que puerto y territorios discontinuos comparten esa misma unidad: la geología regional descarta la explicación natural sin poder sustituirla. Permanece entonces un contraste necesario para elevar el nivel de certeza de esta explicación: cartografía de escala urbana que represente los rellenos antrópicos y, cuando sea posible, evidencia geotécnica direc-



ta. En cuanto a la cartografía de territorios discontinuos, este documento asume que los límites de barrio levantados en 2021 conservan vigencia a la fecha del sismo; se trata de un supuesto declarado y no de una verificación, aunque el carácter consolidado de esos asentamientos y la ausencia de procesos de titulación posteriores lo hacen razonable.



3.

QUIÉN VIVE DONDE EL DAÑO SE CONCENTRA

Las secciones anteriores establecieron dónde está el daño y sobre qué suelo se asienta. Falta la pregunta que da sentido a los dos anteriores: quién habita esos lugares. Para responderla cruzamos el conjunto combinado de 665 edificaciones con las secciones censales urbanas del Marco Geoestadístico Nacional integrado con el Censo Nacional de Población y Vivienda 2018 y con la capa nacional de equipamientos del DANE (vigencia 2025).

Cien secciones censales intersecan el área de interés; las variables poblacionales de cada una se ponderaron por la fracción de su superficie contenida en el polígono, así que los agregados que siguen corresponden al AOI06 y no al conjunto del distrito. Dos advertencias delimitan el alcance de este cruce: el censo es de 2018 y el sismo de 2026, por lo que la estructura poblacional es la más reciente disponible pero no la del día del evento; y la coincidencia espacial entre daño y perfil sociodemográfico describe una distribución, no establece una relación causal.

Dentro del área de interés vivían, según el censo, alrededor de 149.500 personas en unas 53.800 viviendas. La estructura etaria es marcadamente joven: 54.077 personas, el 36,2 % del total, tenían menos de veinte años, una proporción que supera con holgura el promedio nacional de cabeceras municipales. Es una población en edad escolar y preescolar que constituye más de un tercio de los habitantes del continuo urbano observado por el satélite. El perfil educativo del conjunto refuerza esa lectura: el 28,9 % de las personas declaró la primaria como último nivel alcanzado y solo el 17,5 % alcanzó estudios técnicos, tecnológicos o universitarios, a los que se suma un 1,7 % con algún posgrado.

Al cruzar esas secciones con el daño, la distribución no es neutra. Setenta y cuatro de las cien secciones registran al menos una edificación afectada, y en ellas reside el 80,6 % de la población del área de interés, pero el 82,7 % de los menores de veinte años. Las secciones con daño tienen una mediana de 35,7 % de población menor de veinte años frente a 31,3 % en las secciones sin daño; de viviendas sin alcantarillado, 20,6 % frente a 9,0 %; sin acueducto, 8,2 % frente a 1,7 %; sin internet, 68,7 % frente a 49,5 %. El gradiente se acentúa al ordenar las secciones dañadas por densidad de daño: el tercio con mayor densidad concentra las medianas más altas de población infantil y juvenil (39,6 %), de viviendas sin alcantarillado (31,0 %), sin internet (74,9 %) y de personas cuyo máximo nivel alcanzado es la primaria (32,7 %). El daño edificatorio se distribuye sobre el segmento del tejido urbano con menor cobertura de servicios, menor logro educativo y más niños (Figura 4).

Perfil sociodemográfico de las secciones censales según densidad de daño Valores medianos por sección; terciles calculados sobre las 74 secciones con daño

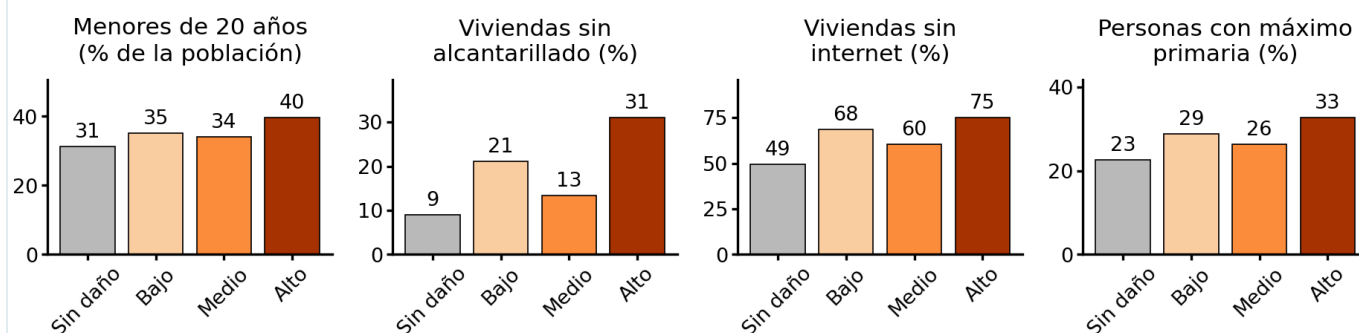


Figura 4. Perfil sociodemográfico de las secciones censales urbanas del AOI06 según densidad de daño edificatorio. Valores medianos por sección; los terciles se calculan sobre las 74 secciones con al menos una edificación dañada. Fuentes: EMSR916_AOI06_GRA_MONIT01_v2 y fotointerpretación de ortofoto aérea de 10 cm realizada por los autores; Marco Geoestadístico Nacional integrado con el CNPV 2018 (DANE), nivel sección urbana.

Esa concentración de población joven traslada la pregunta al equipamiento que la atiende. Dentro del área de interés hay 277 establecimientos educativos registrados en la capa del DANE con vigencia 2025, de los cuales 249 son de básica y media vocacional, lo que arroja una razón de unos 195 menores de veinte años por establecimiento, una razón que combina una población censada en 2018 con un inventario de equipamientos actualizado a 2025. De esos 277 establecimientos, 153, el 55,2 %, tienen al menos una edificación con daño detectado a menos de cien metros, y veintidós tienen cinco o más; el máximo observado alrededor de un solo establecimiento es de treinta y ocho edificaciones afectadas. La cifra no afirma que las escuelas mismas estén dañadas, porque ni Copernicus ni nuestra propia interpretación clasificaron el daño por uso del inmueble: describe el entorno inmediato del equipamiento educativo, es decir las manzanas por las que circulan a diario los estudiantes y desde las cuales llegan al colegio. Más de la mitad de la infraestructura escolar del continuo urbano de Buenaventura está inserta en un tejido con daño estructural en su vecindad inmediata (Figura 5).

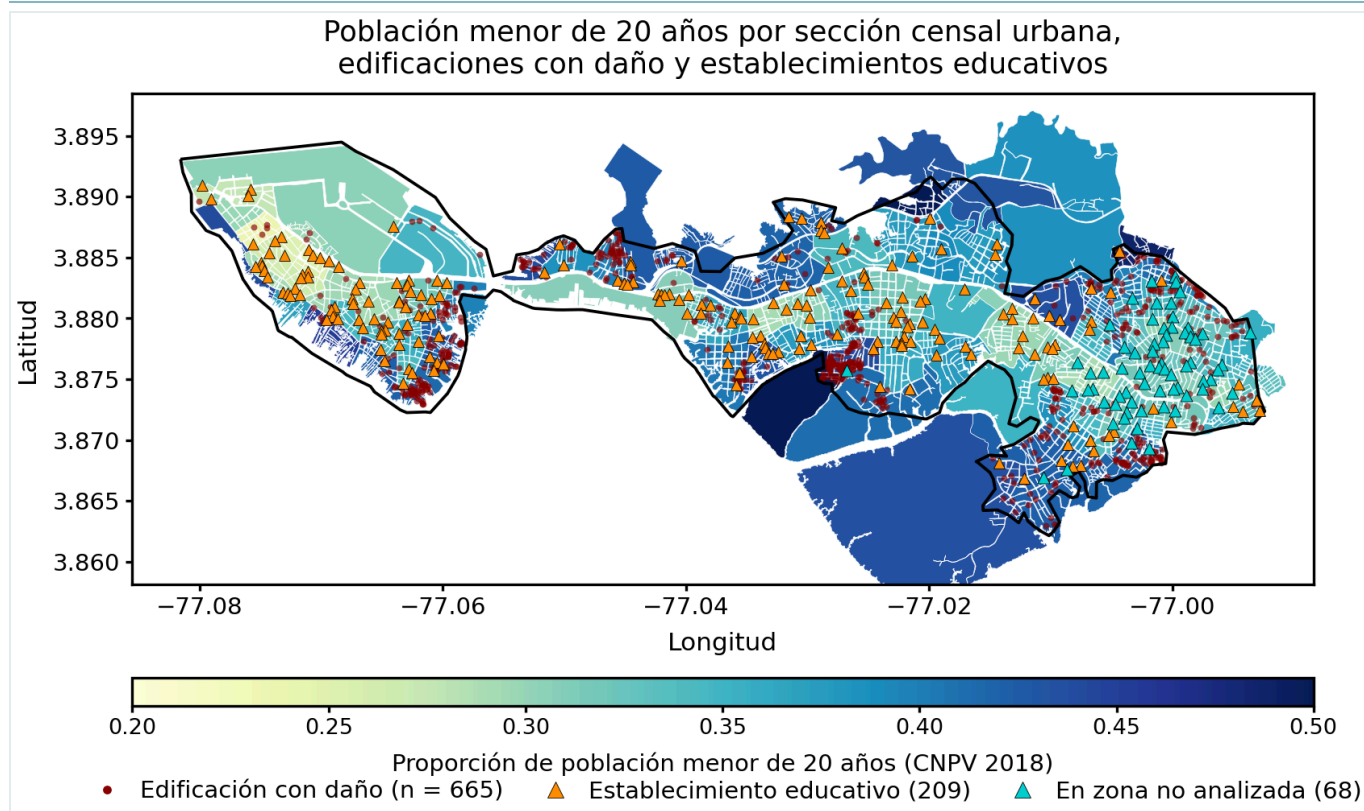


Figura 5. Proporción de población menor de veinte años por sección censal urbana, edificaciones con daño y establecimientos educativos en el AOI06. En cian, los establecimientos localizados dentro de la zona que Copernicus no analizó. Fuentes: Marco Geoestadístico Nacional integrado con el CNPV 2018 (DANE); capa de equipamientos DANE 2025; EMSR916_AOI06_GRA_MONITO1_v2 y fotointerpretación de ortofoto aérea de 10 cm.

El vacío de observación descrito en la sección 1 adquiere aquí una consecuencia concreta. De los 277 establecimientos educativos del área de interés, 68, el 24,5 %, se encuentran dentro del polígono que Copernicus marcó como zona no analizada, y 64 de ellos son de básica y media vocacional. De no haber emprendido el levantamiento sobre la ortofoto, una cuarta parte de la infraestructura escolar del continuo urbano habría quedado sin ninguna observación de daño en su entorno; gracias a él sabemos que 48 de esos 68 establecimientos tienen edificaciones afectadas a menos de cien metros. El sesgo de observación no era, entonces, un problema de completitud estadística: era la diferencia entre ver y no ver el entorno de sesenta y ocho colegios.

Los catorce territorios discontinuos afro añaden un último matiz demográfico a la partición propuesta en la sección 1. Según el censo de 2018, concentran cerca de 17.300 habitantes, el 11,6 % de la población del área de interés y el 8,1 % de la que el censo contabilizó en la cabecera del distrito, y unos 7.000 menores de veinte años, el 13,0 % de ese grupo etario dentro del polígono; dentro de sus límites, la proporción de menores de veinte años asciende al 40,6 % frente al 36,2 % del conjunto. Albergan además 21 de los 277 establecimientos educativos registrados en 2025. Son territorios proporcionalmente más jóvenes que el promedio del polígono, sobre suelo de relleno informal, sin registro catastral formal y, como estableció la sección 1, con una densidad de daño varias veces superior a la del resto del área.



Merece atención cómo se distribuye ese daño hacia dentro del conjunto de territorios, porque el promedio esconde un gradiente muy pronunciado. Los catorce polígonos suman 1,72 kilómetros cuadrados y reúnen 134 de los 335 registros de Copernicus, lo que arroja una densidad de 78,1 edificaciones afectadas por kilómetro cuadrado frente a 16,2 en el resto del área de interés: casi cinco veces más.

La severidad también difiere, aunque menos: dentro de los territorios, 59 de los 134 registros corresponden a edificaciones destruidas, un 44,0 %, frente al 37,3 % de los situados fuera. No hay que confundir esta proporción con la citada en la sección 1: allí el 44 % expresa qué parte de todas las destrucciones del área ocurrió dentro de los territorios, y ambas cifras coinciden por casualidad, porque el total de registros interiores y el total de destrucciones del área son ambos 134.

El gradiente interno es todavía más marcado. Tres territorios concentran 124 de esos 134 registros. Alberto Lleras Camargo, de procedencia mixta (Naya, Anchicayá y otros), reúne 71 registros y 30 destrucciones en apenas 0,31 kilómetros cuadrados, una densidad de 230 edificaciones afectadas por kilómetro cuadrado que multiplica por catorce la del resto del polígono. Le siguen Pascual de Andagoya, del río Micay, con 32 registros y 17 destrucciones sobre 0,29 kilómetros cuadrados, y Punta del Este y Santa Cruz, del río Yurumanguí, con 21 registros y 10 destrucciones. Los once territorios restantes suman diez registros entre todos, y cinco de ellos no presentan ninguno.

Sin embargo, que cinco territorios no registren daño detectado no significa que no lo tengan: el sensor satelital reconoce el colapso y no la fisura, y ninguno de esos cinco ha sido objeto todavía de verificación en terreno. La afectación de las comunidades afro en Buenaventura no es, por tanto, un fenómeno homogéneo de la condición étnico-territorial: se concentra en los tres territorios asentados sobre el frente de agua del borde suroccidental de Cascajal y del istmo, que son precisamente los de relleno más reciente y menos consolidado.

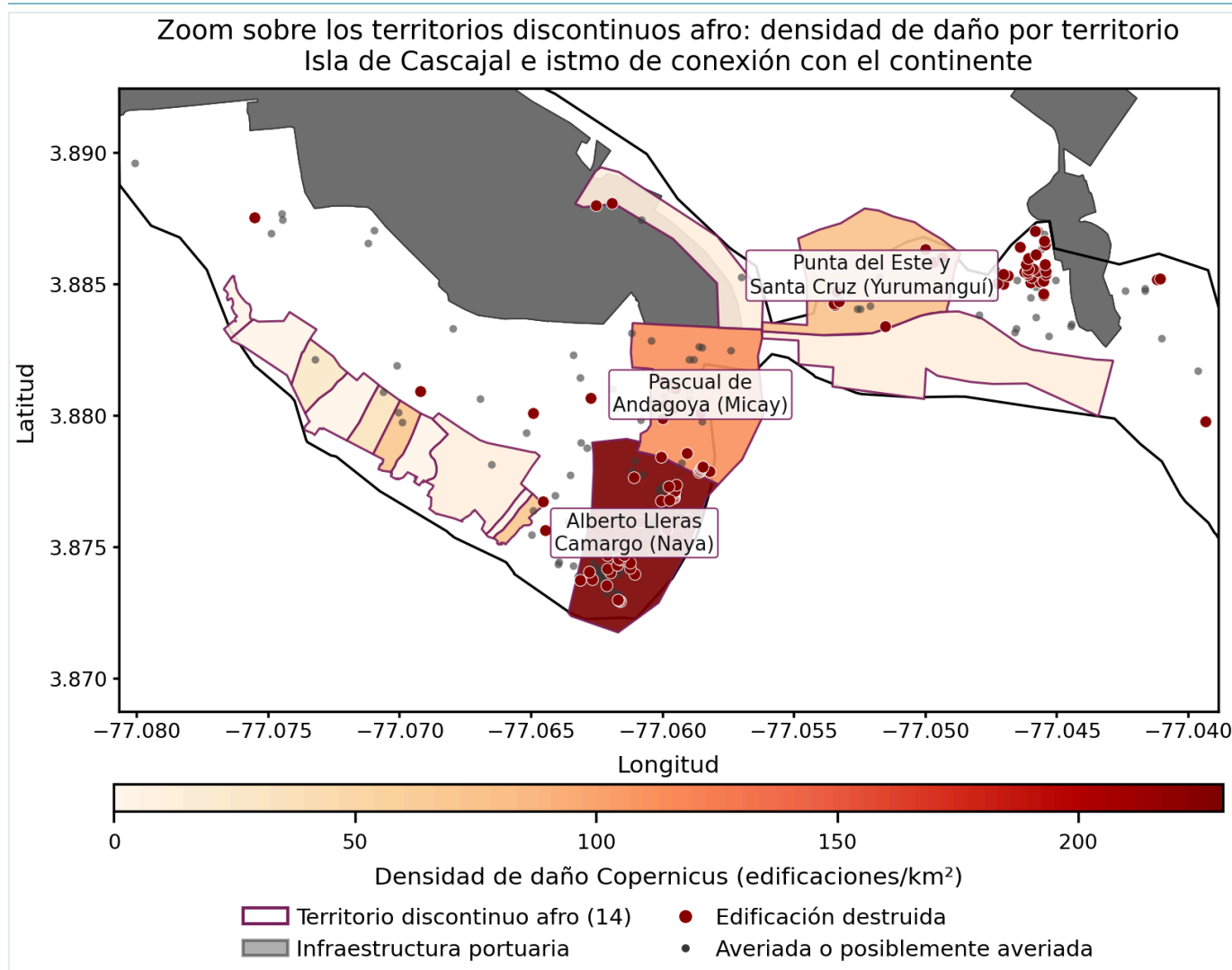


Figura 6. Densidad de daño por territorio discontinuo afro en la isla de Cascajal y el istmo de conexión con el continente. La intensidad del color corresponde a las edificaciones afectadas por kilómetro cuadrado registradas por Copernicus en cada territorio. Fuentes: EMSR916_AOI06_GRA_MONIT01_v2; Instituto de Estudios Interculturales (Castillo, 2021; Mondragón, 2021).

Esa distribución admite una lectura que el material etnográfico permite formular. Los tres territorios más afectados comparten dos rasgos: ocupan el frente de agua, en el contacto entre lo construido y el estero, y se formaron por agregación de redes de parentesco llegadas de distintas cuencas del litoral. Alberto Lleras Camargo es el único de los catorce que la cartografía registra con procedencia mixta, con pobladores principalmente provenientes del Naya y el Anchicayá, del mismo modo que Puente Nayero se formó con pobladores del río Naya entre 1975 y 1980 (Castillo, 2021). El suelo sobre el que se asientan fue ganado al mar por la propia comunidad, en jornadas colectivas en las que unos aportaban la madera traída del monte y otros el trabajo, hasta que la calle quedaba trazada.

Lo que la correlación entre daño y territorio étnico mediría no sería la condición étnica en sí misma, sino la posición que esa condición asignó en el reparto del suelo urbano.



Los grupos que llegaron después, desplazados de sus ríos por la violencia o por la falta de servicios, solo pudieron edificar sobre la franja que quedaba libre, que era la del borde de agua y la más blanda, y tuvieron que producirla ellos mismos, sin compactación técnica ni respaldo estatal. La hipótesis es coherente con todo lo expuesto, pero este documento no la demuestra: hacerlo exigiría una cronología del relleno de cada territorio, que la cartografía disponible no contiene y que la propia comunidad podría reconstruir.

El contraste espacial que ese zoom permite ver es el argumento de este documento en su forma más condensada. Alberto Lleras Camargo colinda con la plataforma portuaria, y ambos se asientan sobre la misma unidad geológica holocena; entre uno y otra median unos cientos de metros y, sin embargo, el territorio comunitario concentra la mayor densidad de daño de toda Buenaventura mientras la zona portuaria aparece prácticamente vacía de registros. No hay aquí una frontera natural: hay dos maneras de haber producido el suelo y dos regímenes de reconocimiento estatal de esa producción (Figura 6).

La consecuencia de este cruce es directa. Si el EDAN es el criterio de asignación de recursos para la reconstrucción, y si la reconstrucción de un distrito donde más de un tercio de la población tiene menos de veinte años pasa necesariamente por su infraestructura educativa, entonces la unidad de registro relevante no es únicamente la vivienda destruida o averiada. Un daño que no destruye el colegio pero interrumpe el camino hacia él, o que inhabilita las viviendas de las que provienen sus estudiantes, no aparece en ninguna de las tres fuentes que este documento comparó. Ese es el registro que falta, y la evidencia reunida aquí indica dónde tendría que levantarse primero.



4.

CUÁNTO CUESTA LO QUE SE VIO Y LO QUE NO

Este apartado propone una proyección matemática, no un presupuesto de obra. Trasponemos la estructura del daño observado en el área de interés 06 a los estratos del distrito y valoramos el resultado con precios unitarios de referencia, y en ningún caso ese procedimiento equivale a un estudio técnico de costos de reconstrucción, que exige inventario de patologías estructurales, análisis geotécnico predio a predio y cotizaciones reales por tipología constructiva.

No queremos pasar por alto esa distinción: la utilidad de este ejercicio está en fijar un orden de magnitud y una clave de reparto territorial que sirvan de referencia inicial a la Alcaldía y a la Gobernación, y sus resultados deben ser corroborados en campo, vivienda por vivienda, antes de sustentar cualquier decisión de asignación de recursos.

Dicho lo anterior, comenzamos por considerar el registro consolidado de la Alcaldía que reporta 10.154 viviendas afectadas en el distrito, 9.200 con daño parcial y 954 destruidas, y declara 4.265 inhabitables.⁵ Son cifras sin geografía, mientras que este piloto produjo lo contrario, una geografía sin totales. Este apartado une las dos cosas: usa la estructura del daño que el agrupamiento espacial reveló como clave para repartir las cifras distritales, y pone precio al resultado.

Lo que el agrupamiento aporta no es la localización, que vale solo dentro del polígono observado, sino la forma estadística del daño, que sí es transferible porque describe un mecanismo. De las 335 edificaciones de Copernicus, 157 quedaron dentro de alguno de los dos focos y 178 fuera; dentro hay 75 destrucciones y fuera 59. La severidad, entendida como la proporción de destrucción total sobre el total de afectadas, es del 47,8 % dentro de foco y del 33,1 % fuera: estar dentro de un foco multiplica por 1,44 la probabilidad de que el daño sea colapso y no avería.

Los focos concentran entonces el 56,0 % de la destrucción del área en el 46,9 % de los registros, y vale la pena decir la cifra con exactitud porque desmiente una lectura fácil del mapa: el daño no está tan concentrado como sugiere la imagen, y la mitad de las destrucciones ocurre en el tejido disperso. Una focalización que atienda solamente los focos dejaría fuera a la mitad de las familias que perdieron la casa.

El agrupamiento desmiente además una intuición razonable. El foco mayor, con 114 edificaciones, tiene una severidad del 43,0 %, mientras que el del istmo, con 43, llega al 60,5 %. La severidad no crece con el tamaño del foco: lo que la gobierna es la condición del suelo bajo el parche, y el istmo, que es la franja más estrecha y de relleno más reciente, lo confirma. De ahí una regla de método: el tamaño de un foco sirve para estimar cuántas viviendas hay, no cuán graves están, y los dos parámetros deben estimarse por separado.



Para llevar esa estructura al conjunto del distrito dividimos el territorio en tres estratos según el régimen de producción del suelo. El estrato A es el área de interés 06, con 13,93 kilómetros cuadrados y del orden de 184.000 habitantes. El estrato B es el resto de la cabecera, hacia el oriente, con unas 64.000 personas y sin observación instrumental de ningún tipo. El estrato C reúne la zona rural continental, los ríos y el área insular.

El reparto entre lo urbano y lo rural no lo inventamos.⁶ El boletín distrital del 11 de agosto separó 7.150 viviendas afectadas en el perímetro urbano de 1.802 en la zona rural, y 2.145 daños totales urbanos de 991 destrucciones rurales. De ahí salen dos claves: lo rural aporta el 20,1 % de las viviendas afectadas y el 31,6 % de las destruidas. La zona rural concentra severidad por la misma razón que la bajamar dentro de la ciudad, autoconstrucción sobre suelo blando sin acompañamiento técnico, y esa asimetría es la que más pesa sobre el presupuesto: si la reconstrucción se reparte por viviendas afectadas, los ríos reciben una quinta parte; si se reparte por viviendas que hay que reponer, les corresponde casi un tercio.

Los 7.150 urbanos más los 1.802 rurales suman 8.952, cifra compatible con los 10.154 del consolidado posterior, lo que confirma que el total distrital sí incluye la zona rural. En cambio los daños totales de esa fecha, 3.136 entre urbanos y rurales, se redujeron a 954 en el consolidado: es una reclasificación de categorías y no una corrección del daño, así que usamos las cifras de agosto solo para las proporciones espaciales y las del consolidado para los niveles.

Los precios unitarios parten del tope de la vivienda de interés prioritario, 157,6 millones de pesos, con un factor de sobrecosto por régimen de suelo: 1,4 sobre relleno informal de bajamar, 1,15 en el resto de la cabecera y 1,5 en los ríos y la zona insular por transporte fluvial y marítimo de materiales.⁷ Las destruidas se valoran a reposición completa, las inhabitables al 60 % de ese valor por intervención estructural mayor y las parciales habitables al 20 % por reparación.



Figura 7. Distribucion del total distrital por estrato y costo asociado

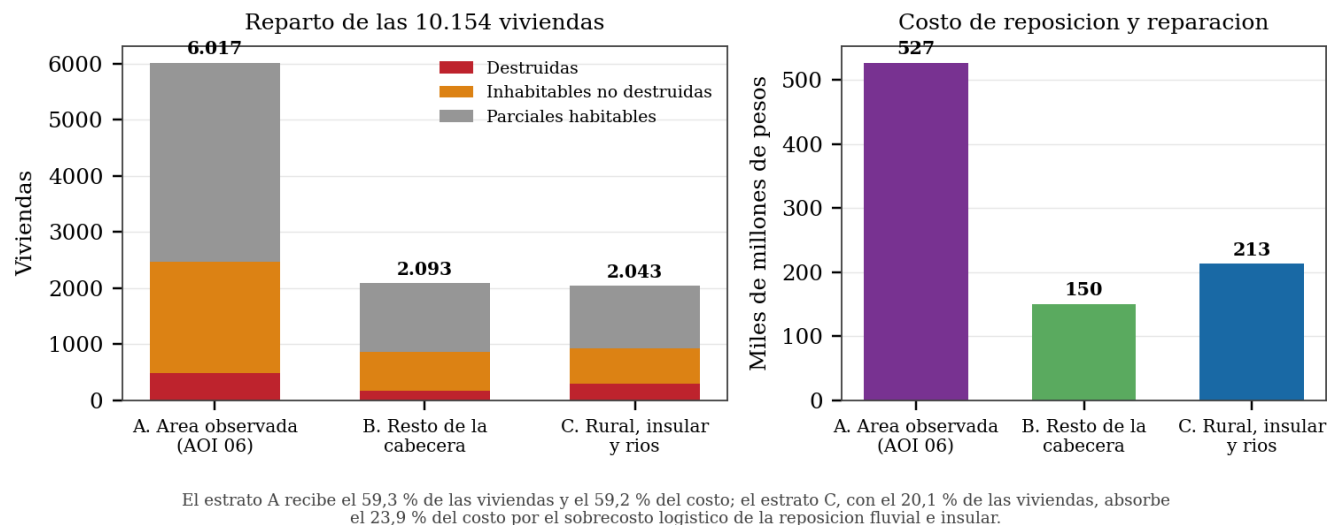


Figura 7. Distribución de las 10.154 viviendas afectadas del distrito por estrato y grado de daño, y costo de reposición y reparación asociado a cada estrato. El estrato A concentra el 59,3 % de las viviendas y el 59,2 % del costo. El estrato C, con el 20,1 % de las viviendas, absorbe el 23,9 % del costo, y esa diferencia mide lo que cuesta reconstruir donde solo se llega por río.

TABLA 1. DISTRIBUCIÓN DEL TOTAL DISTRICTAL POR ESTRATO Y COSTO ASOCIADO

Estrato	Viviendas afectadas	Destruídas	Inhabitables	Parciales	Costo (millones)
A. Área observada, AOI 06	6.017	484	1.991	3.542	526.659
B. Resto de la cabecera	2.093	168	693	1.232	150.474
C. Rural, insular y ríos	2.044	301	627	1.115	212.927
Distrito de Buenaventura	10.154	954	3.311	5.889	890.060

Tabla 1. La columna de inhabitables excluye a las destruidas, para que las tres categorías sumen el total sin doble conteo. El costo corresponde solo a vivienda: no incluye equipamiento educativo ni de salud, infraestructura vial o portuaria, demolición y manejo de escombros, ni pérdidas de flujo.

El costo de la vivienda del distrito asciende a 890.060 millones de pesos, esto es 0,89 billones. Aplicando ahora las claves de la geografía observada dentro del estrato A, los catorce territorios discontinuos absorben el 44,0 % de las destrucciones y el 32,1 % de las inhabitables, esto es 213 y 639 viviendas, con un costo de 131.580 millones. Alberto Lleras Camargo, que ocupa 0,31 kilómetros cuadrados, concentra por sí solo 108 reposiciones y 325 intervenciones estructurales, unos 66.900 millones: la mitad de lo que corresponde a los catorce territorios y el 12,7 % de todo el estrato A.



TABLA 2. REPARTO DEL COSTO DENTRO DEL ÁREA OBSERVADA

Unidad territorial	Destruídas	Inhabitables	Costo (millones)
Alberto Lleras Camargo	108	325	66.905
Pascual de Andagoya	61	184	37.913
Punta del Este y Santa Cruz	36	108	22.302
Otros once territorios	7	22	4.460
Catorce territorios discontinuos	213	639	131.580

Tabla 2. Las participaciones reproducen la de cada territorio en las destrucciones observadas. Cinco de los catorce no registran daño detectado, lo que no significa que no lo tengan, y por eso ninguno queda excluido de la verificación en terreno.

El método permite además responder una pregunta que este documento tenía abierta. Si al estrato A le corresponden 484 viviendas destruidas y nosotros observamos 134, el levantamiento combinado de satélite y ortofoto detectó el 27,7 % de las destrucciones ocurridas dentro del polígono que sí miramos. De cada cuatro casas que se cayeron en el área mejor observada del distrito, vimos una. Sostenemos que ese porcentaje es un piso y no un techo, por dos razones corregibles: las 330 edificaciones de nuestro levantamiento entraron todas como averiadas por criterio conservador y con seguridad una parte está destruida, y tanto la ortofoto como la imagen satelital ven techos, de modo que una vivienda de madera sobre pilotes que se desplomó lateralmente conserva su cubierta reconocible desde arriba.

Lo que esa cifra implica excede al piloto. La mejor evidencia instrumental disponible, sobre el mejor observado de los tres estratos, capta poco más de una cuarta parte de la destrucción. En los estratos B y C, donde no hay observación de ningún tipo, la fracción vista es cero. Cualquier focalización que se apoye únicamente en lo que se ve dejará fuera a la mayoría de las familias afectadas del distrito.



5.

QUÉ SE SIGUE DE ESTO PARA LA RECONSTRUCCIÓN

La Alcaldía Distrital de Buenaventura y la Gobernación del Valle del Cauca solicitaron este trabajo para apoyar la focalización de las ayudas y de la reconstrucción. Esa finalidad obliga a decir con qué criterios debe usarse la evidencia aquí reunida, porque un mapa que localiza con precisión de diez centímetros el daño sobre el suelo de bajamar admite más de un uso, y no todos son compatibles con los derechos de las comunidades que lo habitan.

En primer lugar, proponemos que la reconstrucción en el sitio sea la opción preferente en los catorce territorios discontinuos. La evidencia de este documento no dice que el borde de agua sea inhabitable; dice que el suelo que allí se produjo careció de compactación técnica y de control geotécnico porque ninguna entidad acompañó su producción. Eso constituye una deuda técnica sobre el suelo y no un veredicto sobre el asentamiento. Tratarla como veredicto convertiría un diagnóstico de desigualdad en un argumento de desalojo, y el mismo dato que muestra quién sufrió más el sismo terminaría sirviendo para desplazar a quienes lo sufrieron.

En segundo lugar, donde el estudio geotécnico de detalle desaconseja reconstruir en el mismo predio, la reubicación debe ser voluntaria, concertada con los consejos comunitarios a los que cada territorio se vincula y resuelta dentro del distrito, preservando la vecindad y el vínculo con la cuenca de origen. La ausencia de un consejo comunitario titulado en el casco urbano no es razón para omitir la concertación, porque la vinculación de estos catorce barrios con los consejos de los ríos está documentada y es la que da sentido a su condición de territorios discontinuos.

En tercer lugar, la condición de bien de uso público de la bajamar y la disputa de titularidad con la Dirección General Marítima no pueden operar como filtro de elegibilidad de los recursos de reconstrucción, porque ese filtro excluiría precisamente a los territorios con mayor densidad de daño de todo el distrito. Proponemos el orden inverso: que la reconstrucción sea la ocasión de tramitar el saneamiento de la tenencia, con soluciones de carácter colectivo, y que la asignación de recursos avance en paralelo a ese trámite y no después de él.

En cuarto lugar, los consejos comunitarios y las juntas de acción comunal de los catorce territorios deberían participar como colevantadores de la verificación en terreno y como veedores de la asignación. Tienen el conocimiento del predio y de la historia del relleno que ninguna capa cartográfica contiene, y su participación reduce el riesgo de que la verificación se convierta en una nueva ronda de encuestas sobre poblaciones que ya han sido repetidamente diagnosticadas.

Y, en quinto lugar, la ausencia de dato no equivale a la ausencia de daño. El polígono observado deja fuera unas 64.000 personas del tejido urbano oriental, la totalidad de los corregimientos, la zona insular y los ríos, y dentro del propio polígono cinco de los catorce territorios no registran ninguna edifica-



ción afectada. Todos esos sectores deberían recibir una cuota mínima garantizada de verificación en terreno, con independencia de lo que muestre la cartografía de daño, porque de lo contrario la focalización reproduciría el sesgo del instrumento que la alimenta.

La Tabla 3 ordena esas prioridades sobre las unidades territoriales que este documento pudo delimitar. Precisamos tres reglas de uso. La tabla ordena la verificación en terreno y no adjudica ayudas ni subsidios: ninguna asignación debería derivarse de ella sin visita previa. Las 330 edificaciones levantadas por nosotros entran como pendientes de gradación y nunca como daño de menor severidad, porque nuestra fotointerpretación no discriminó el grado. Y la tabla pierde vigencia como base de priorización en el momento en que el Consejo Municipal de Gestión del Riesgo consolide el registro de evaluación de daños del distrito, que es el instrumento llamado a sustituirla.

TABLA 3. UNIDADES DE PRIORIZACIÓN DE LA VERIFICACIÓN EN TERRENO

Unidad territorial	Edif. afectadas	Destruídas	Densidad (edif./km²)	Prioridad	Acción de verificación
BLOQUE A. TERRITORIOS DISCONTINUOS AFRO (REGISTROS DE COPERNICUS)					
Alberto Lleras Camargo (Naya, Anchicayá y otros)	71	30	230	1	Censo predio a predio con el consejo comunitario
Pascual de Andagoya (Micay)	32	17	110	1	Censo predio a predio con el consejo comunitario
Punta del Este y Santa Cruz (Yurumanguí)	21	10	n. d.	1	Censo predio a predio con el consejo comunitario
Los otros once territorios	10	2	n. d.	3	Muestra de verificación; cinco no registran daño detectado
BLOQUE B. CONCENTRACIONES SIN CORRESPONDENCIA CON TERRITORIO CARTOGRAFIADO					
Foco del istmo de conexión (Copernicus)	43	26	n. d.	1	Verificación estructural; severidad del 60,5 %
Lóbulo continental sur, concentración mayor	109	sin graduar	n. d.	2	Gradación en terreno de los 98 registros propios
Lóbulo continental sur, concentración menor	46	sin graduar	n. d.	2	Gradación en terreno de los 46 registros propios
BLOQUE C. SECTORES SIN OBSERVACIÓN					
Tejido urbano oriental fuera del polígono	2.093 est.	168 est.	sin dato	3	Cuota mínima de verificación; estimación del apartado 4
Corregimientos, zona insular y ríos	2.044 est.	301 est.	sin dato	3	Cuota mínima de verificación; estimación del apartado 4

Tabla 3. Prioridad 1: densidad superior a 100 edificaciones afectadas por kilómetro cuadrado o severidad superior al 50 %. Prioridad 2: concentración identificada por agrupamiento espacial cuya severidad no ha sido graduada. Prioridad 3: sector poblado sin registro de daño en condiciones de suelo y de construcción equivalentes a las de las unidades de prioridad 1. Los bloques A y B son particiones alternativas de registros en parte comunes y no deben sumarse entre sí. Fuentes: EMSR916_AOI06_GRA_MONITO1_v2; fotointerpretación propia sobre ortofoto aérea del IGAC; Instituto de Estudios Interculturales (Castillo, 2021; Mondragón, 2021).



Las densidades que la tabla deja en blanco faltan porque exigen la superficie de cada polígono, que el equipo tiene en el sistema de información geográfica del Instituto y puede incorporar en una siguiente versión. La columna de prioridad, en cambio, no depende de ese dato: se sostiene en el conteo de edificaciones y en la proporción de destrucción, que sí están completos para todas las unidades del bloque A y para el foco del istmo.

Dos gestiones exceden la competencia de este documento y las dejamos planteadas. La primera es que la Gobernación tramite ante la Unidad Nacional para la Gestión del Riesgo de Desastres, en su calidad de usuario autorizado del servicio europeo, una solicitud de mapeo de recuperación sobre el distrito completo, que incluya el tejido urbano oriental, los corregimientos y la zona insular. La segunda es que la Alcaldía verifique si Buenaventura cuenta con microzonificación sísmica vigente y, de no ser así, la contrate con cargo a los recursos de la reconstrucción, porque toda la hipótesis sobre el comportamiento diferencial de los rellenos espera esa cartografía para poder confirmarse o descartarse.



6.

CONCLUSIONES

Este documento examinó un caso: el continuo urbano de Buenaventura, la única de las seis áreas de interés de la activación EMSR916 que recibió un segundo barrido de observación satelital y la que concentra el 53,9 % de todo el daño edificatorio que ese ejercicio detectó en el país.

Sobre 665 edificaciones afectadas, 335 registradas por Copernicus y 330 identificadas por nosotros mediante fotointerpretación de una ortofoto aérea de diez centímetros, se sostiene la proposición central: Buenaventura presenta una partición interna del daño asociada a la forma histórica de acondicionamiento del terreno, y no el patrón homogéneo que produciría una licuación generalizada. El relleno hidráulico diseñado y compactado de la plataforma portuaria aparece casi limpio; el suelo ganado al mar por acumulación informal de materiales concentra la mayor intensidad del daño.

La cartografía geológica permitió precisar el alcance de esa afirmación. Las edificaciones destruidas se concentran efectivamente sobre el sustrato holoceno de playa y manglar, con una densidad de 12,4 por kilómetro cuadrado frente a 8,7 sobre el sustrato plioceno, y el 80,6 % de las destrucciones cae sobre la unidad holocena. Pero la infraestructura portuaria se asienta en un 97,9 % sobre esa misma unidad, y los territorios discontinuos en un 74,7 %. Puerto y barrios comparten el sustrato natural y difieren radicalmente en el daño. La geología, entonces, no explica la partición: la desplaza. Lo que separa un sector del otro no es el suelo que la naturaleza dejó, sino el que cada actor pudo producir, con qué técnica y con qué respaldo institucional.

Esa partición técnica tiene nombre propio en el territorio. Los catorce territorios discontinuos afro vinculados a los territorios ancestrales de los ríos Naya, Anchicayá, Cajambre, Micay, Raposo-Mayorquín y Yurumanguí, y al conjunto Tapaje-Iscuandé-Guapi-Saija ocupan el 12,3 % del área de interés y concentran el 40 % de las edificaciones con daño y albergan el 44 % de todas las destruidas; un solo territorio, Alberto Lleras Camargo, reúne 71 de los 335 registros de Copernicus. Son territorios sin registro catastral formal, edificados sobre relleno hecho por la propia comunidad con material de desecho, y con la titularidad del suelo disputada con la Dirección General Marítima. La línea que separa el suelo que resistió del que no coincide, en una proporción que no puede atribuirse al azar, con la que separa el territorio con título del que carece de él.

El apartado 4 añadió a esa proposición una magnitud. Repartidas las 10.154 viviendas afectadas que la Alcaldía declara entre los tres estratos del distrito, y valoradas al tope de la vivienda de interés prioritario con los factores de sobrecosto por régimen de suelo, la reposición y reparación de la vivienda de Buenaventura asciende a 890.060 millones de pesos, de los cuales 131.580 corresponden a los catorce territorios discontinuos y 66.900 a Alberto Lleras Camargo, un barrio de 0,31 kilómetros cuadrados.



Y obliga a matizar el alcance de nuestra propia corrección. Si al área observada le corresponden 484 viviendas destruidas y nosotros localizamos 134, el levantamiento combinado detectó el 27,7 % de las destrucciones ocurridas dentro del polígono. Haber pasado de 335 a 665 edificaciones duplicó lo que el servicio europeo veía, y aun así seguimos viendo una de cada cuatro casas caídas en el mejor observado de los tres estratos. En el resto de la cabecera y en los ríos, donde no hay observación de ningún tipo, la fracción vista es cero.

El tercer hallazgo es de orden metodológico y atraviesa a los anteriores. El instrumento que permite ver el daño ve de manera desigual. Copernicus declaró no analizado el 16,7 % del polígono, esto es 2,33 kilómetros cuadrados, y ese vacío coincidía casi exactamente con el sector donde el daño aparecía más disperso. Antes que dar ese vacío por irreductible, lo levantamos nosotros mismos: la fotointerpretación que realizamos sobre la ortofoto aérea, que cubre la totalidad de esa franja, identificó allí 330 edificaciones afectadas y, al recalcular el agrupamiento espacial sobre el conjunto combinado, mostró que el foco que parecía débil era en realidad el tercero en magnitud: no era menor, estaba subcontado. Que la corrección de un producto internacional de emergencia haya podido hacerse con medios locales es, en sí mismo, uno de los resultados de este trabajo, y el procedimiento es replicable: la Unidad Nacional para la Gestión del Riesgo de Desastres priorizó 85 municipios para la toma de fotografía aérea con aviones y drones, de modo que el insumo con el que aquí se corrigió la cobertura satelital existe o existirá para buena parte de los municipios afectados. El área de interés, además, comprende solo cerca del setenta por ciento de la población censada en la cabecera del distrito y prácticamente nada de su territorio colectivo. La delimitación del polígono es, en ese sentido, un dato tan analítico como el daño que contiene.

El cruce con el Censo Nacional de Población y Vivienda 2018 y con la capa nacional de equipamientos precisa quién habita ese territorio. Dentro del área residían unas 149.500 personas, del orden de 184.000 según las proyecciones del DANE para 2026, de las cuales 54.077, el 36,2 %, tenían menos de veinte años. Setenta y cuatro de las cien secciones censales del área registran al menos una edificación afectada y concentran el 82,7 % de esa población menor de veinte años; el tercio de secciones con mayor densidad de daño exhibe además las medianas más altas de viviendas sin alcantarillado, sin internet y de personas cuyo máximo nivel alcanzado es la primaria. De los 277 establecimientos educativos del área, 153 tienen edificaciones afectadas a menos de cien metros, y 68 se encontraban dentro de la zona que el satélite no analizó.

De ahí se sigue la implicación práctica de este trabajo. Si el EDAN es el criterio de asignación de recursos para la reconstrucción, y si la reconstrucción de un distrito donde más de un tercio de la población tiene menos de veinte años pasa necesariamente por su infraestructura educativa, entonces la unidad de registro relevante no es únicamente la vivienda destruida o averiada. Un daño que no destruye el colegio pero interrumpe el camino hacia él, o que inhabilita las viviendas de las que provienen sus es-



tudiantes, no aparece en ninguna de las fuentes que este documento comparó. El sesgo de observación descrito aquí no es un problema de completitud estadística: es la diferencia entre ver y no ver el entorno de sesenta y ocho colegios, y decide sobre qué evidencia se reparte la reconstrucción.

Tres limitaciones acotan estas conclusiones y conviene declararlas. El censo disponible es de 2018 y el sismo de 2026, de modo que la estructura poblacional utilizada es la más reciente pero no la del día del evento. La fotointerpretación que realizamos identificó afectación estructural sin discriminar su grado, y consignamos por ello sus 330 registros como edificaciones averiadas; el criterio es conservador, pues ninguno se contabiliza como destruido y todo enunciado sobre destrucción sigue apoyándose únicamente en los 335 registros de Copernicus. Y la cartografía geológica disponible, levantada a 1:1.000.000, no representa rellenos antrópicos, que son justamente el objeto de la hipótesis: confirmarla con evidencia de sustrato exigiría cartografía de suelos a escala urbana y ensayo geotécnico directo. Ninguna de las tres afecta el hallazgo central, pero las tres delimitan hasta dónde puede llevarse. Este es, en todo caso, un ejercicio de cartografía comparada y no un análisis sismológico: su aporte está en mostrar que la distribución del daño y la distribución de la capacidad de verlo responden a una misma asimetría, anterior al evento.



ANEXO. PROCEDENCIA Y VIGENCIA DE LAS CIFRAS

La tabla siguiente identifica, para cada grupo de cifras utilizado en este documento, su fuente, su vigencia y el nivel territorial al que corresponde. Se incluye porque el trabajo combina datos de vigencias distintas (daño de 2026, población de 2018, equipamientos de 2025 y cartografía territorial de 2021), y esa mezcla debe poder rastrearse cifra por cifra.

ANEXO. PROCEDENCIA Y VIGENCIA DE LAS CIFRAS

Variable o grupo de cifras	Fuente	Vigencia	Nivel de agregación
Daño edificatorio: 335 registros, grados destruida / averiada / posiblemente averiada	Copernicus EMS, EMSR916_AOI06_GRA_MONIT01_v2	11 y 13 de agosto de 2026	Edificación (punto)
Daño edificatorio: 330 registros adicionales, consignados como averiados	Fotointerpretación propia sobre ortofoto Orto10_Buenaventura_13082026 del IGAC	13 de agosto de 2026	Edificación (punto)
Área del polígono, zona no analizada y superficies derivadas	Copernicus EMS, EMSR916_AOI06_GRA_MONIT01_v2	Agosto de 2026	Polígono del área de interés
Población total, estructura etaria, nivel educativo, servicios de la vivienda	DANE, Marco Geoestadístico Nacional integrado con el CNPV 2018	2018	Sección censal urbana, ponderada por área
Población proyectada de la cabecera y estimación de 184.000 habitantes	DANE, proyecciones municipales por área, sexo y edad 2018-2042 (base CNPV 2018)	2026 (proyección)	Municipio, clase cabecera
Establecimientos educativos: 277 registros y sus subtipos	DANE, capa nacional de equipamientos	2025	Establecimiento (punto)
Territorios discontinuos afro: 14 polígonos, procedencia ancestral	Instituto de Estudios Interculturales (Castillo, 2021)	Levantamiento de 2021, vigencia asumida	Territorio (polígono)
Comunas 5 y 6 e infraestructura portuaria	Instituto de Estudios Interculturales (Mondragón, 2021)	2021	Polígono
Perímetro urbano catastral	IGAC, catastro de Valle del Cauca	Junio de 2026	Perímetro municipal
Unidades geológicas Q2-m y N2-Sm	Servicio Geológico Colombiano, Mapa Geológico de Colombia	2023, escala 1:1.000.000	Unidad cronoestratigráfica

Dos advertencias se derivan de esta tabla. La primera es que ninguna cifra poblacional de este documento corresponde al día del sismo: la única estimación para 2026 es la de 184.000 habitantes del área de interés, obtenida aplicando a la proyección de cabecera la participación del 70,0 % que el área tenía sobre la población censada de la cabecera en 2018. La segunda es que las razones que combinan numeradores y denominadores de vigencias distintas, señaladamente los 195 menores de veinte años por establecimiento educativo, deben leerse como órdenes de magnitud y no como indicadores exactos.

Los análisis de la sección 1 se elaboraron cruzando la capa vectorial oficial de la activación EMSR916 para el área de interés 06 (producto GRA y monitoreo 01), el catastro departamental del IGAC de Valle del Cauca (junio de 2026), la cartografía de territorios discontinuos afro y de comunas 5 y 6 de Buena-



ventura del Instituto de Estudios Interculturales y tesis de maestría (Castillo Advíncula, 2021; Mondragón Benítez, 2021), el Mapa Geológico de Colombia 2023 del Servicio Geológico Colombiano y las proyecciones de población municipal por área, sexo y edad 2018-2042 del DANE (base CNPV 2018). La verificación de tasas de afectación de la sección 2 empleó los productos GRA de las seis áreas de la activación. La sección 3 utiliza el Marco Geoestadístico Nacional integrado con las variables anonimizadas del Censo Nacional de Población y Vivienda 2018 (DANE), en su nivel de sección urbana, y la capa nacional de equipamientos del DANE (vigencia 2025).



NOTAS

1. Castillo, O. (2021). «Territorios étnicos discontinuos en el pacífico colombiano: el caso de Puente Nayero, Distrito de Buenaventura». Tesis de Maestría en Interculturalidad, Desarrollo y Paz Territorial, Pontificia Universidad Javeriana, sede Cali. Director: Dayver Betancourt Maldonado (finalizada, evaluada y aprobada). Mondragón, H. (2021). «Dilemas del desarrollo: configuración de las dinámicas socioespaciales de las comunidades afro, en torno a la construcción del terminal logístico de contenedores en las comunas 5 y 6 de Buenaventura». Tesis de Maestría en Interculturalidad, Desarrollo y Paz Territorial, Pontificia Universidad Javeriana, sede Cali. Directora: Francy Viviana Bolaños Trochez (finalizada, evaluada y aprobada con distinción meritoria).
2. Producto EMSR916_AOI06_GRA_PRODUCT, imagen Pléiades Neo del 11 de agosto de 2026 a las 15:54, entregado el 13 de agosto a las 02:39.
3. Producto EMSR916_AOI06_GRA_MONIT01, imagen Pléiades Neo del 13 de agosto de 2026 a las 15:42, entregado el 14 de agosto a las 12:20. La versión 2 declara como razón del cambio la «corrección de algunas clasificaciones de edificación en el producto de línea base, no residencial en vez de residencial».
4. Verificado directamente contra los seis productos GRA de Copernicus (AOI 01 a 06): el producto de línea base, con la huella construida previa al evento, existe para Cali norte, Quibdó e Istmina y reproduce las cifras citadas aquí al milésimo. Para Pereira, Cali centro y Buenaventura no fue generado; la metadata de la activación indica que, en esos casos, las cifras de edificaciones se derivan directamente de OpenStreetMap sin refinación posterior.
5. Alcaldía Distrital de Buenaventura, balance consolidado de viviendas afectadas por el sismo del 10 de agosto de 2026: 10.154 en total, 9.200 con daño parcial y 954 destruidas, y 4.265 declaradas inhabitables.
6. Boletín unificado número tres de la Alcaldía Distrital de Buenaventura, con corte al 11 de agosto de 2026: 7.150 viviendas afectadas en el perímetro urbano, de las cuales 2.145 con daño total, y 1.802 en la zona rural de Cajambre, Mayorquín, San Juan, Yurumanguí y Bajo Calima, de las cuales 991 con destrucción total.
7. Decreto 1469 del 29 de diciembre de 2025, que fijó el salario mínimo mensual legal vigente de 2026 en 1.750.905 pesos. El tope de la vivienda de interés prioritario equivale a 90 salarios, esto es 157.581.450 pesos, y es el valor de referencia con el que se asignan los subsidios de reposición.

BIBLIOGRAFÍA Y FUENTES DE DATOS

- Alcaldía Distrital de Buenaventura. (2026). *Boletín unificado número tres y balance consolidado de viviendas afectadas por el sismo del 10 de agosto de 2026*. Buenaventura.
- Castillo, O. (2021). *Territorios étnicos discontinuos en el pacífico colombiano: el caso de Puente Nayero, Distrito de Buenaventura* [Tesis de maestría]. Pontificia Universidad Javeriana Cali.
- Copernicus Emergency Management Service. (2026). *EMSR916 — Earthquake in Colombia. Área de interés 06, Buenaventura: productos GRA y MONIT01_v2*. Comisión Europea.
- Departamento Administrativo Nacional de Estadística. (2018). *Censo Nacional de Población y Vivienda 2018, integrado con el Marco Geoestadístico Nacional*. DANE.
- Departamento Administrativo Nacional de Estadística. (2025). *Capa nacional de equipamientos*. DANE.



- Departamento Administrativo Nacional de Estadística. (2025). *Proyecciones de población municipal por área, sexo y edad 2018-2042 (base CNPV 2018)*. DANE.
- Instituto Geográfico Agustín Codazzi. (2026). *Ortofoto Orto10_Buenaventura_13082026 y catastro del Valle del Cauca*. IGAC.
- Mondragón, H. (2021). *Dilemas del desarrollo: configuración de las dinámicas socioespaciales de las comunidades afro, en torno a la construcción del terminal logístico de contenedores en las comunas 5 y 6 de Buenaventura* [Tesis de maestría]. Pontificia Universidad Javeriana Cali.
- Servicio Geológico Colombiano. (2023). *Mapa Geológico de Colombia, escala 1:1.000.000*. SGC.
- Unidad Nacional para la Gestión del Riesgo de Desastres. (2026). *Balance de afectación por el sismo del 10 de agosto de 2026, corte al 7 de septiembre*. UNGRD.



Daño sísmico en Buenaventura y proyección de reconstrucción

Lectura biofísica y de hábitat humano, y contraste con la evidencia satelital de la activación Copernicus

Carlos Duarte y Dayver Betancourt

Serie Documentos de Trabajo IEI · Santiago de Cali, versión revisada, 8 de septiembre de 2026



[VERIFICADA MINEDUCACIÓN Dec. 12281 del 2016]



OBSERVATORIO
DE TIERRAS