

ATLAS: Estimación provisional de
Edificaciones destruidas, sismo 16-04-2016



PEDERNALES

Información para Verificación en Campo



Comando Conjunto
de las Fuerzas
Armadas



Ejército
Ecuatoriano



Instituto
Geográfico
Militar



Secretaría Nacional
de Planificación
y Desarrollo



Ministerio
de Desarrollo
Urbano y Vivienda

Crnl. de E.M.C. Ing. William Aragón
Director del IGM

Crnl. de E.M. Ing. Ricardo Urbina
Subdirector del IGM

Tcrn. I.GEO. Ing. Rafael Delgado
Jefe de la Gestión Geoinformación

Tcrn. I.GEO. Ing. Byron Puga
Jefe de la Gestión Planificación

Tcrn. I.GEO. Ing. Carlos Estrella
Jefe de Investigación y Desarrollo

Tcrn. I.GEO. Ing. Xavier Molina
Jefe del Proceso Captura de Datos Geoespaciales

Capt. de E. Ing. Juan Gómez
Jefe del Proceso Cartográfico

Capt. de E. Ing. Luis Montes
Jefe del Proceso Geodesia

ATLAS: ESTIMACIÓN PROVISIONAL DE EDIFICACIONES DESTRUIDAS, SISMO 16-04-2016
© 2016, Instituto Geográfico Militar

Autores:

Ing. Álvaro Dávila, MSc.

Geog. Rosa Cuesta, Mgtr.

Ing. Martha Villagómez, MSc.

Fotoidentificación:

Ing. Fernando Pavón

Personal Técnico Proceso CAD-SIG

Diseño Portada:

Egr. Xavier Vivas

Primera Edición

Ecuador, 2016

“Ley de la Cartografía Nacional Art. 2.- El Instituto Geográfico Militar realizará toda actividad cartográfica referente a la elaboración de mapas y levantamiento de cartas oficiales del territorio nacional.”



Presentación

Dentro de un contexto general, el Ecuador se inserta como parte de los países donde los desastres constituyen un problema latente y los impactos son cada vez mayores debido a factores ligados al crecimiento poblacional, la urbanización acelerada, la localización de asentamientos humanos en zonas de riesgo, frente a una amplia diversidad de peligros naturales como los sismos que, de acuerdo a la magnitud de la energía liberada, generan terremotos, como es el caso del sucedido el 16 de abril que ha tenido efectos devastadores principalmente en ciertos poblados de la Costa centro-norte ecuatoriana, produciendo también repercusiones a nivel nacional.

Frente a estas situaciones, se hace necesario que, dentro del marco de las acciones en apoyo a la Seguridad y Defensa que con profunda vocación de servicio realizan nuestras Fuerzas Armadas, ejecuten las acciones logísticas, técnicas y humanas a fin de coadyuvar en la resolución de estos significativos problemas.

Enmarcado dentro de esta situación, es necesario recalcar una vez más, que en cumplimiento de su misión, todos los insumos producidos en el ámbito de competencia del IGM, son de utilidad para los Comandos Operacionales, en su proceso de planificación táctica, operacional y estratégica, en beneficio de la Seguridad del Estado, en términos de salvaguardar la vida de la población y coadyuvar en las acciones para el restablecimiento del buen vivir como es el caso que ahora nos ocupa y que evidencian el apoyo del IGM a sus Fuerzas Armadas.



ING. WILLIAM ROBERTO ARAGÓN CEVALLOS
CRNL. DE E.M.C.
DIRECTOR DEL IGM

ANTECEDENTES Y PROBLEMÁTICA

El movimiento de las placas es una teoría revolucionaria ampliamente difundida, y conocida como tectónica de placas. Considera que la litósfera está dividida en grandes segmentos, relativamente estables, denominados placas como caparzones curvos sobre la esfera terrestre.

Esta teoría sostiene que las placas litosféricas de la Tierra se desplazan entre sí con un movimiento relativo de hundimiento, colisión o deslizamiento, produciendo así una intensa actividad geológica que ocurre en los límites de las placas. Todas las placas se constituyen por la corteza oceánica o continental y el manto superior.

La fusión parcial de las rocas de esta zona permite que la astenósfera actúe como un lubricante para que la litósfera se desplace con facilidad. El movimiento es un proceso geodinámico localizado en el manto, por debajo de la litósfera como resultado del calor interno de la Tierra, que se denomina convección. El movimiento convectivo se produce en una forma circular en las denominadas celdas de convección. Cuando un material fluido líquido o sólido es calentado, este se eleva y asciende en el lugar donde las placas se separan (figura 1).

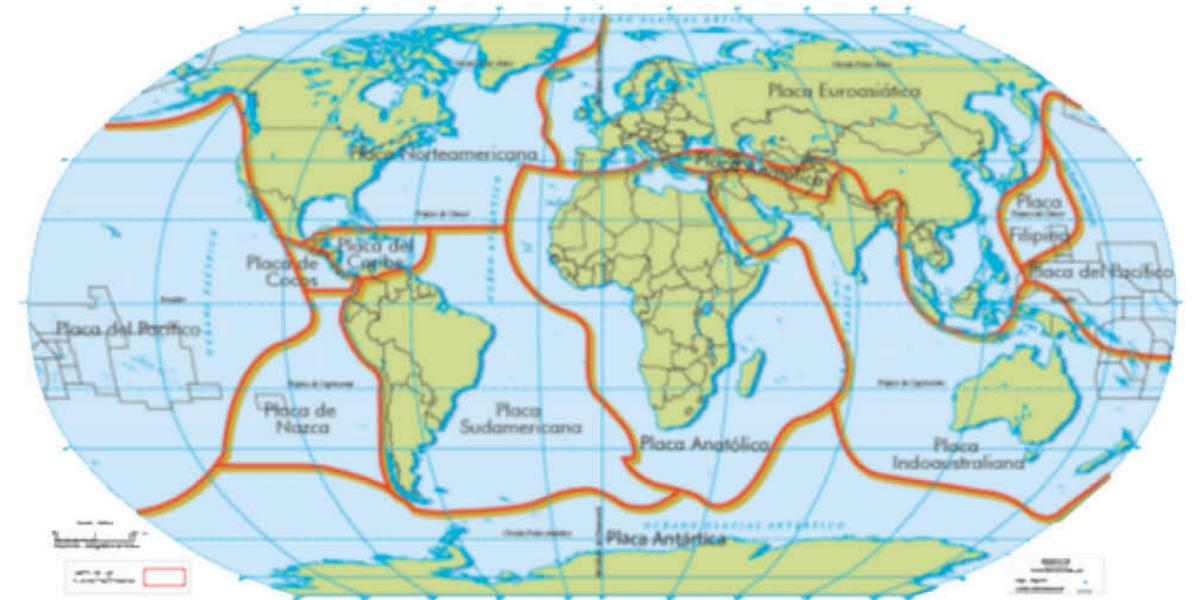


Figura 2. Placas Tectónicas
 Fuente: Atlas, IGM, 2016

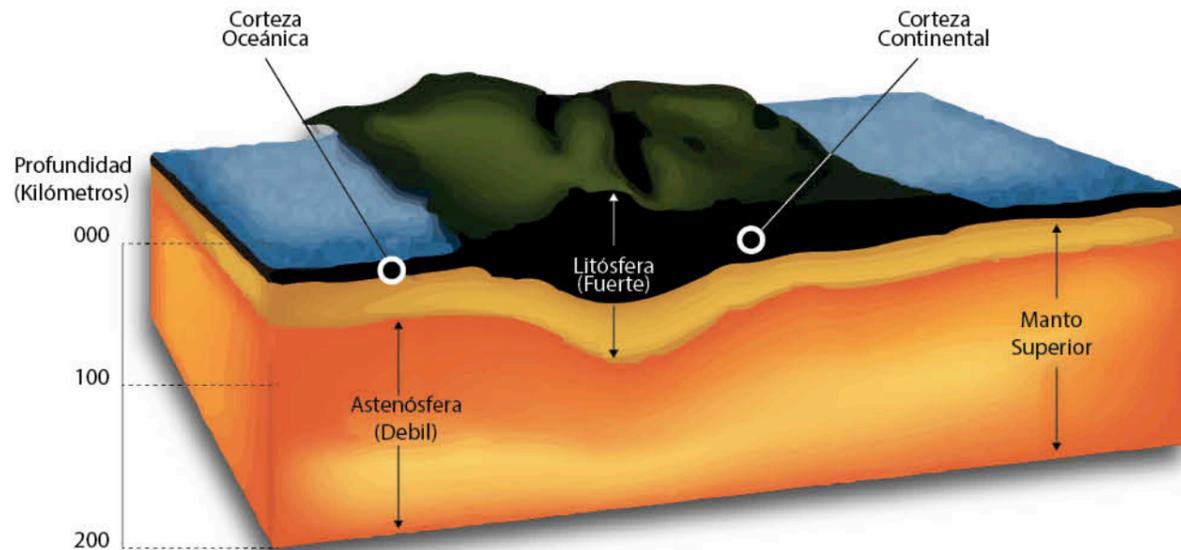


Figura 1. Corte transversal entre la Astenósfera y la Litósfera.
 Fuente: Volcanes Activos, Dr. Theófilos Toulkeridis

Según esta teoría, la corteza terrestre está compuesta por placas rígidas de diferente densidad, que se mueven y presionan con distintas direcciones, como se indica en la figura 2. El Ecuador se encuentra sobre la Placa Sudamericana que tiene influencia directa mediante un límite de tipo convergente y de subducción con la Placa de Nazca que tiene un movimiento relativo de Oeste a Este, como se indica en la figura 3.

Como se observa en el gráfico, el Ecuador se encuentra sobre la Placa Sudamericana que tiene influencia directa, mediante un límite de tipo convergente y de subducción con la Placa de Nazca que tiene un movimiento relativo de Oeste a Este como se indica en la figura 3.

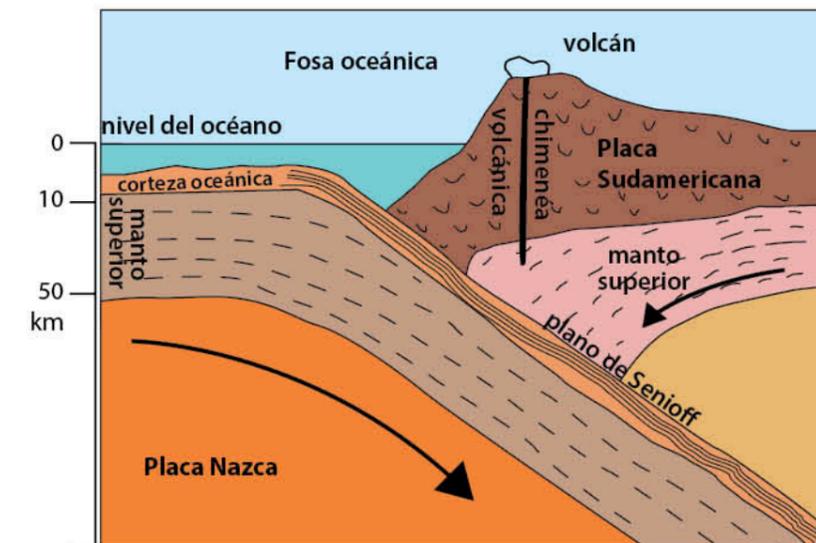


Figura 3. Subducción de la Placa de Nazca sobre la Sudamericana
 Fuente: http://www.predes.org.pe/userfiles/images/fenomenos/placas_t.gif

La intromisión de unos centímetros de la Placa de Nazca por debajo de la Sudamericana, con el consiguiente rompimiento de las formaciones rocosas es la que ha producido la energía que ha sido liberada mediante un sismo catalogado, en la escala de Richter, como de "magnitud 7,8". Este evento sucedido el sábado 16 de abril del 2016 a las 19:58 horas de Ecuador, causó efectos correspondientes a un "terremoto mayor y graves daños". Para tener una idea de las definiciones de la escala de Richter, a continuación se detalla, en un cuadro, las relaciones entre magnitud y sus efectos.

Cuadro de Relación	
MAGNITUD	EFECTOS
Menos de 3,5	Generalmente no se siente, pero es registrado
3,5 - 5,4	A menudo se siente, pero solo causa daños menores
5,5 - 6,0	Ocasiona daños ligeros a edificios
6,1 - 6,9	Puede ocasionar daños severos en áreas donde vive mucha gente
7,0 - 7,9	Terremoto mayor. Causa graves daños
8,0 y mayor	Gran terremoto. Destrucción total a comunidades cercanas

Fuente: <http://www2.ssn.unam.mx:8080/website/jsp/Richter/richter.jsp>

Según información del Instituto Geofísico de la Escuela Politécnica Nacional (IG-EPN), el sismo, el de mayor magnitud en las últimas tres décadas en Ecuador, tuvo su epicentro frente a Pedernales (provincia de Manabí), a unos 170 kilómetros de la capital, Quito y se sintió en todo el país.

El hipocentro se produjo en el océano Pacífico a una profundidad de 20 kilómetros. Más de 200 réplicas, algunas de una magnitud de hasta 6,1 grados, se han producido desde entonces y se cree que se podrían seguir sintiendo en los próximos tres días (ver figura siguiente).



Hipocentro
Pedernales (Prov. Manabí)

Se trata de uno de los terremotos más dañinos que ha sufrido América Latina en la última década, después del que en 2007 golpeó a Perú (casi 600 muertos) y en 2010 a Chile (más de 150 fallecidos), sin contar la catástrofe de Haití de ese mismo año, que ocasionó más de 300.000 muertos.

Sus repercusiones han tenido sus efectos más destructores en el área centro-norte de la Costa ecuatoriana, principalmente en los centros urbanos de Pedernales, Muisne, Chone, Canoa, Bahía de Caráquez, Manta y Portoviejo. Hasta el día 20 de abril, se habla de 525 personas fallecidas y de varios daños materiales.

A este efecto y en términos de evaluar la situación para planificar la remediación principalmente de los bienes inmuebles, se requiere disponer de información que permita tener un inventario de las edificaciones que han sido dañadas como se indica en las fotos.

Es necesario precisar que esta investigación genera información a partir de la identificación de objetos sobre fotografías aéreas que, a nivel de fotoidentificación, únicamente permite observar claramente dos tipos de detalle:

- Vistas superiores de las edificaciones; y,
- Cúmulo de materiales, testigos de las edificaciones, después del sismo.

Las vistas laterales no son fotoidentificables, ni tampoco permiten extraer información del estado de las edificaciones por lo que estos datos deben obtenerse necesariamente y de manera in situ, en trabajos de campo.



Edificaciones Destruidas
Fuente: Ejército Ecuatoriano - IGM

Objetivo

Con los criterios expuestos, el objetivo del presente estudio es:

Realizar una zonificación del área urbana de Pedernales a fin de determinar gráficamente el número de edificaciones que han sido destruidas por efectos del sismo.

Materiales y metodología

Se consideraron tres fuentes de información que aportaron directamente al trabajo:

- Mosaico de ortofotos a escala 1:5.000 de los años 2011-2015.
- Mosaico fotográfico georeferenciado a escala 1: 5.000. con fecha de toma 18 de abril 2016.
- Información vectorial, del área urbana de Pedernales, a nivel de edificaciones, realizada por el IGM, mediante digitalización sobre las ortofotos antes indicadas.

La metodología, básicamente consta del proceso que se indica en el gráfico 4.

1. Identificación visual de construcciones en el mosaico de ortofotos del año 2011-2015.
2. Identificación visual de construcciones "destruidas" en el mosaico georeferenciado del 18 de abril 2016.
3. Comparación entre los dos mosaicos anteriormente indicados.
4. Identificación mediante un punto de los predios destruidos en la fotografía 2016.
5. Catalogación de construcciones: Destruída y no destruida y digitalización de los polígonos.
6. Captura de esta información, como fuente preliminar, para la generación de los mapas respectivos.

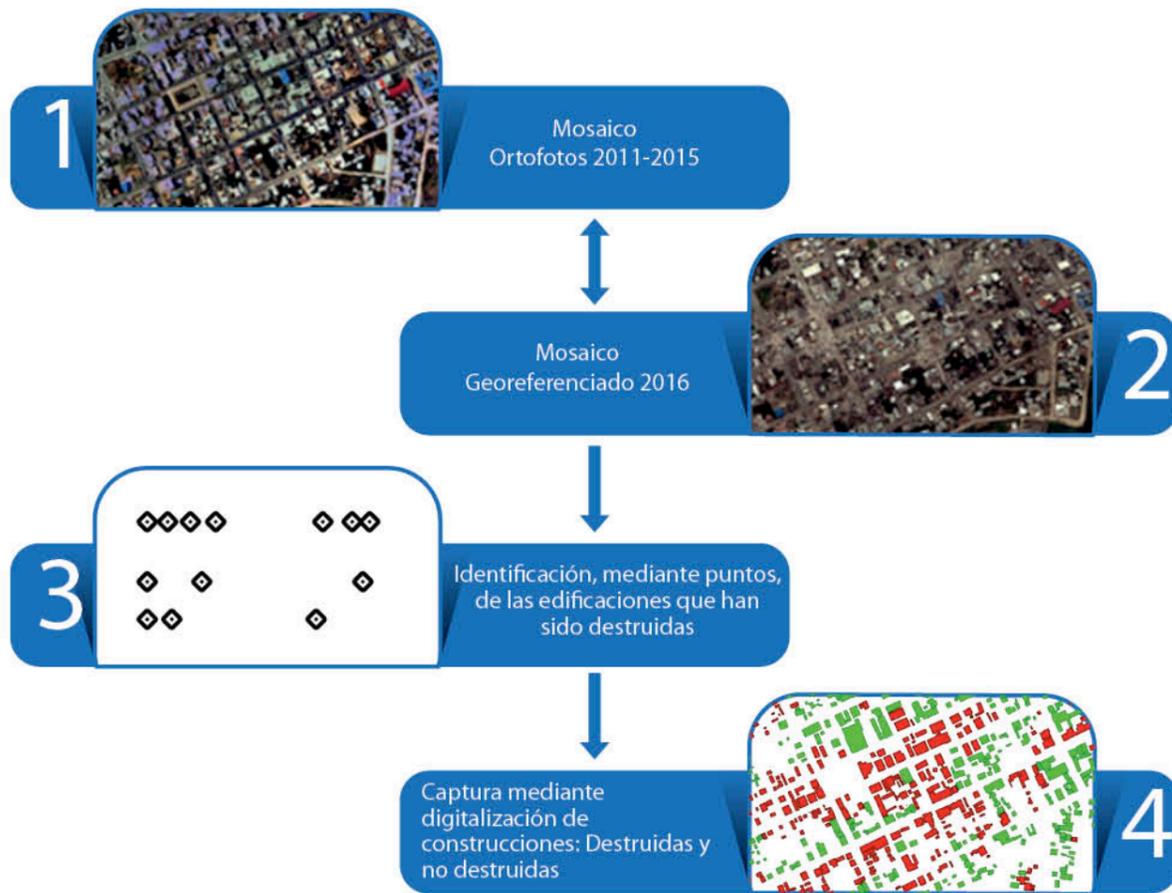


Figura 4. Metodología

Se realizó una evaluación visual de las edificaciones que estarían destruidas, con el uso de fotografía del área consolidada de Pedernales, tanto del 2011-2015 como del 2016.

El criterio que guió este trabajo para determinar si una construcción fue destruida, estuvo en función de la forma y estado de la cubierta de cada edificación, visualizada en la fotografía posterior al evento, comparando con la del año 2011-2015, como se indica en la figura 5., en la que se ha tomado, para mostrar en el ejemplo, una de las manzanas más críticas situada en el centro de la ciudad (encerrada en círculo color rojo).

En la imagen de la izquierda (2011-2015) se observan claramente nueve edificaciones, mientras que en la imagen de la derecha (2016), en la misma manzana, únicamente han quedado en pie 3 edificaciones, concluyendo que el sismo fue el causante de la destrucción de 6 edificaciones. Asimismo, en las manzanas aledañas (fuera del círculo rojo), se puede constatar que se han mantenido las edificaciones, no observándose visualmente ningún daño, aunque es necesario recalcar que este es uno de los limitantes del alcance del presente estudio, pues solamente los trabajos directos en campo aportarán información del estado de estas construcciones.

Resultados

Con la información obtenida, de acuerdo a lo indicado según la metodología propuesta, se generaron dos mapas, de acuerdo al siguiente detalle:

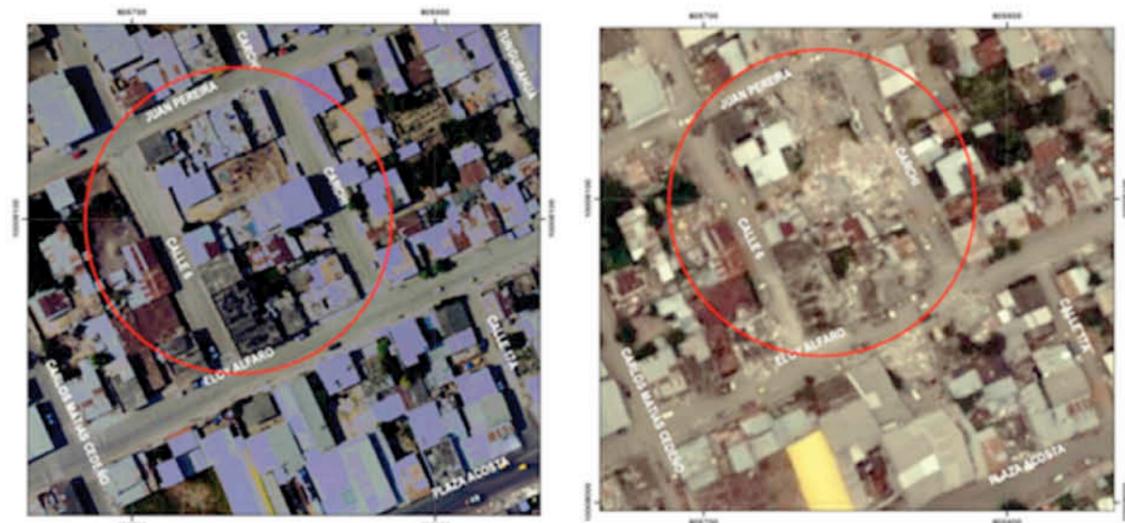


Figura 5: Comparación edificaciones existentes y destruidas (antes y después del sismo)
 Fuente: Fotografía aérea 2011-2015 y 2016, IGM

1. Generación del mapa: “Estimación preliminar del número de edificaciones destruidas en el área consolidada de Pedernales
2. Generación del mapa: “Zonificación urbana, según número de edificaciones destruidas”.

La imagen del mapa de edificaciones destruidas por manzana, muestra claramente una mayor concentración hacia la parte antigua; es decir, estimativamente entre las calles Maximino Puerta y Av. 3 de Noviembre; y, desde la calle Carchi hacia la playa. La siguiente categorización, constituye un área que se ubica inmediatamente rodeando a la anterior, excepto en la zona sur, cuyo rango ha sido clasificado como bajo.

Relacionando el mapa de Edificaciones destruidas, con el anterior, se observa que el mayor número de construcciones destruidas se encuentran en el área central de la ciudad, siendo muy baja o nula en el área de baja densidad de construcción, en donde la mayoría de edificaciones son de un piso. A partir de la información indicada, se ha generado un mapa coroplético en el que se muestran zonas (por manzana) de las áreas más afectadas, en términos de edificaciones destruidas.

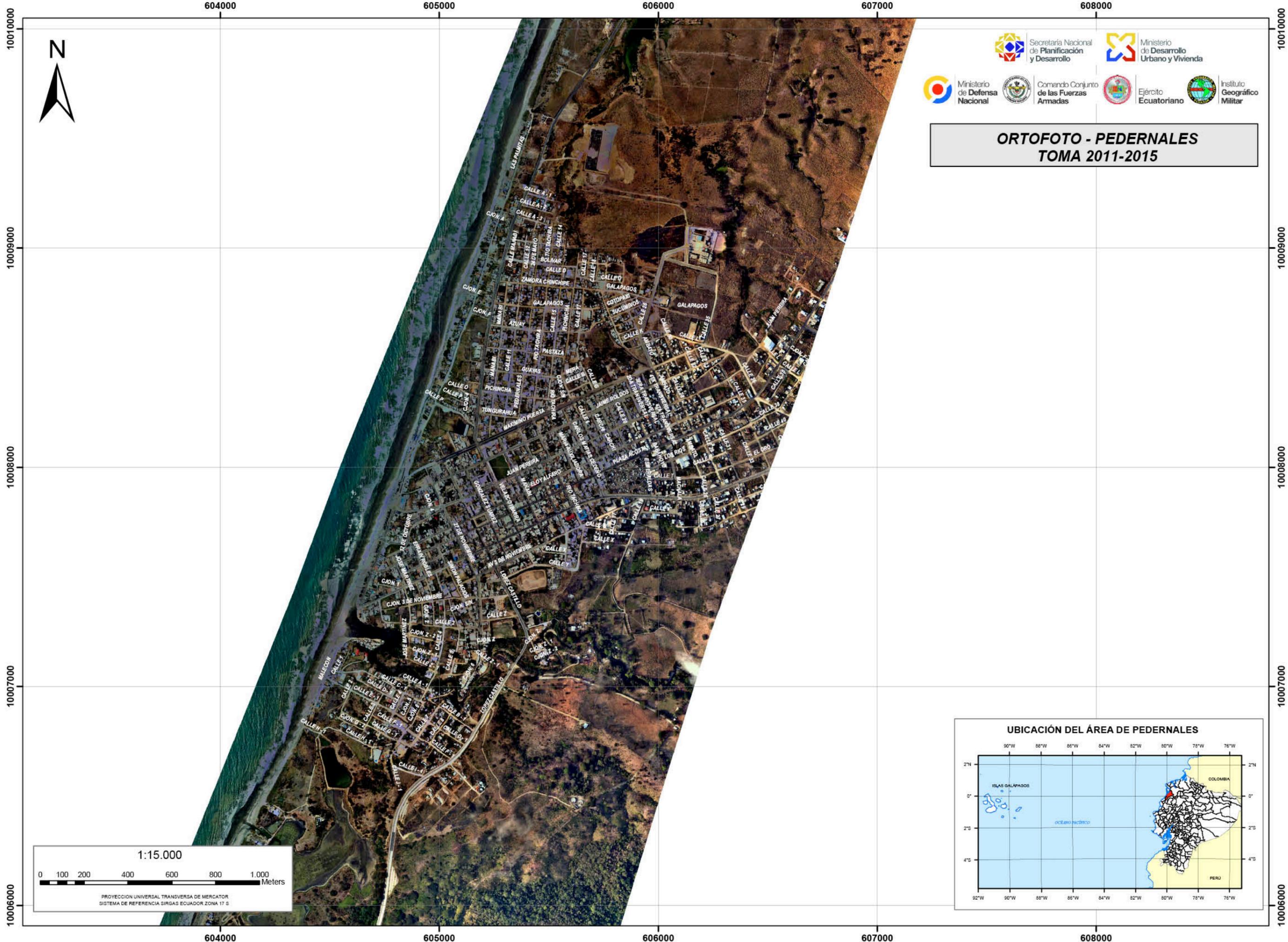
Estadísticamente, relacionando valores del número de construcciones destruidas, se tiene el siguiente cuadro:

Estadísticas de Edificaciones		
Estado	Número	Porcentaje
Edificaciones totales	5.995	100 %
Edificaciones destruidas	597	10 %
Edificaciones no destruidas	5.398	90 %

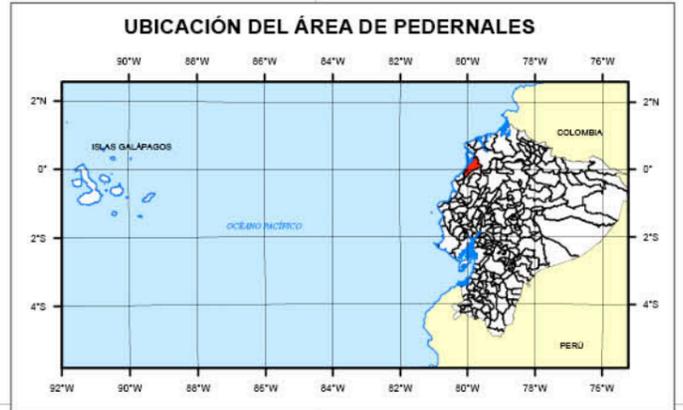
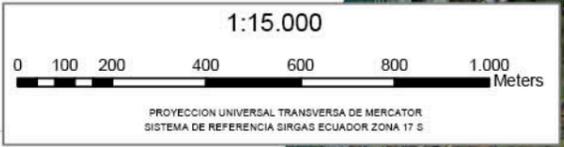
Consecuentemente, el % de edificaciones destruidas es el 10% del total de edificaciones del área urbana de Pedernales.

Bibliografía:

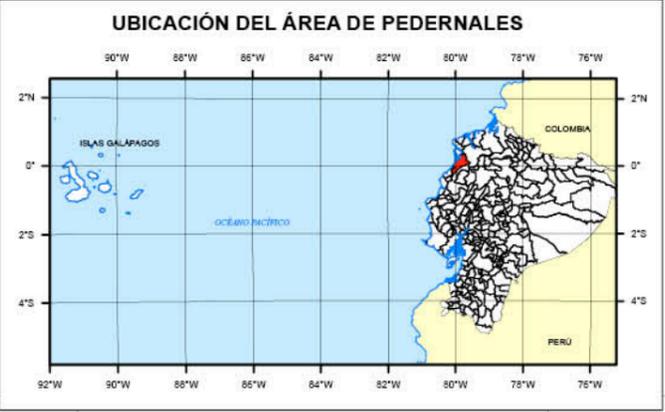
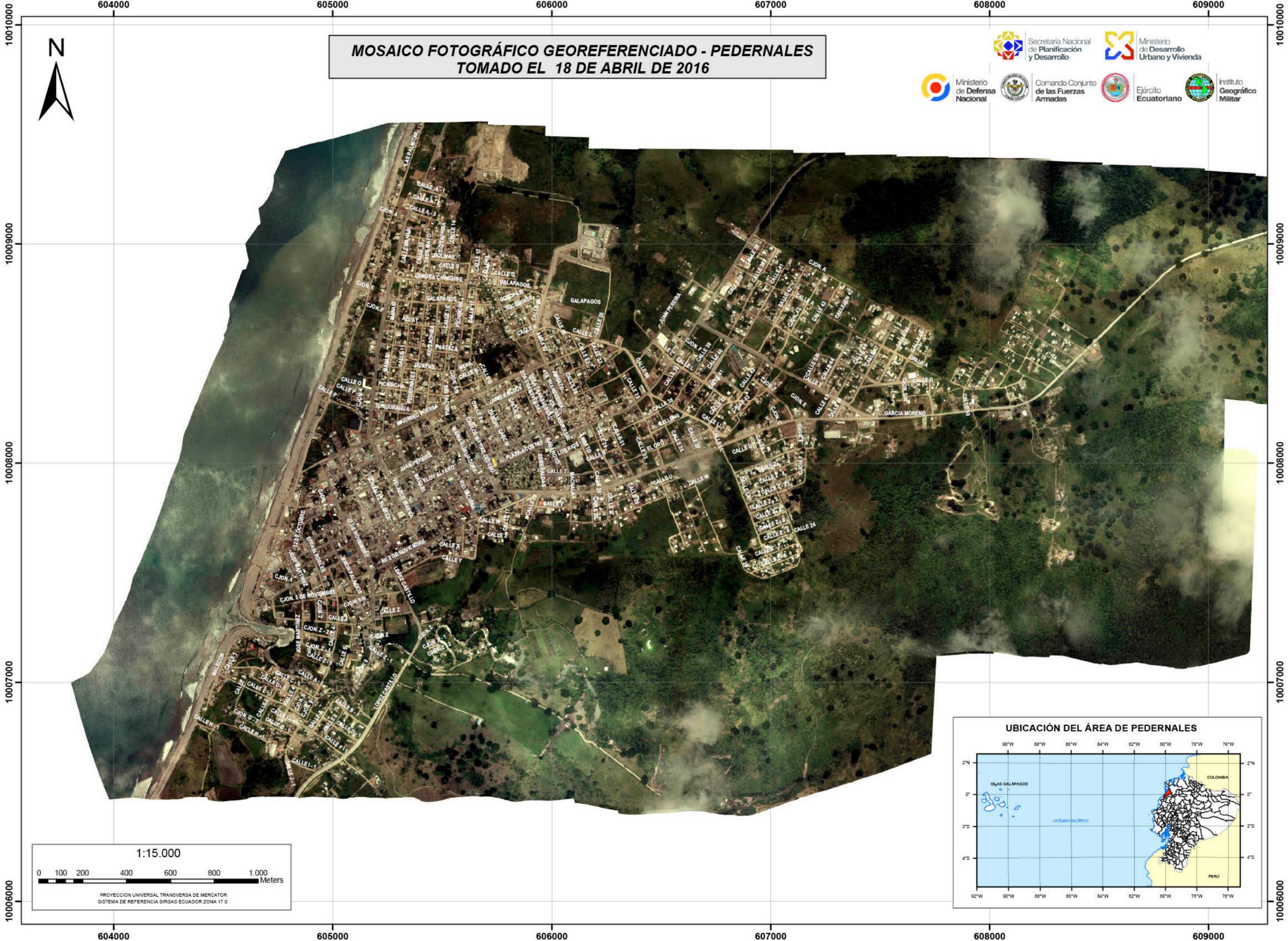
Thoulkeridis, T. Volcanes Activos Ecuador, ESPE – IPGH, Sangolquí, Ecuador, 2013. 148 p
IGM, Atlas para la enseñanza del entorno natural y social, Quito, Ecuador, 2016, 180 p.

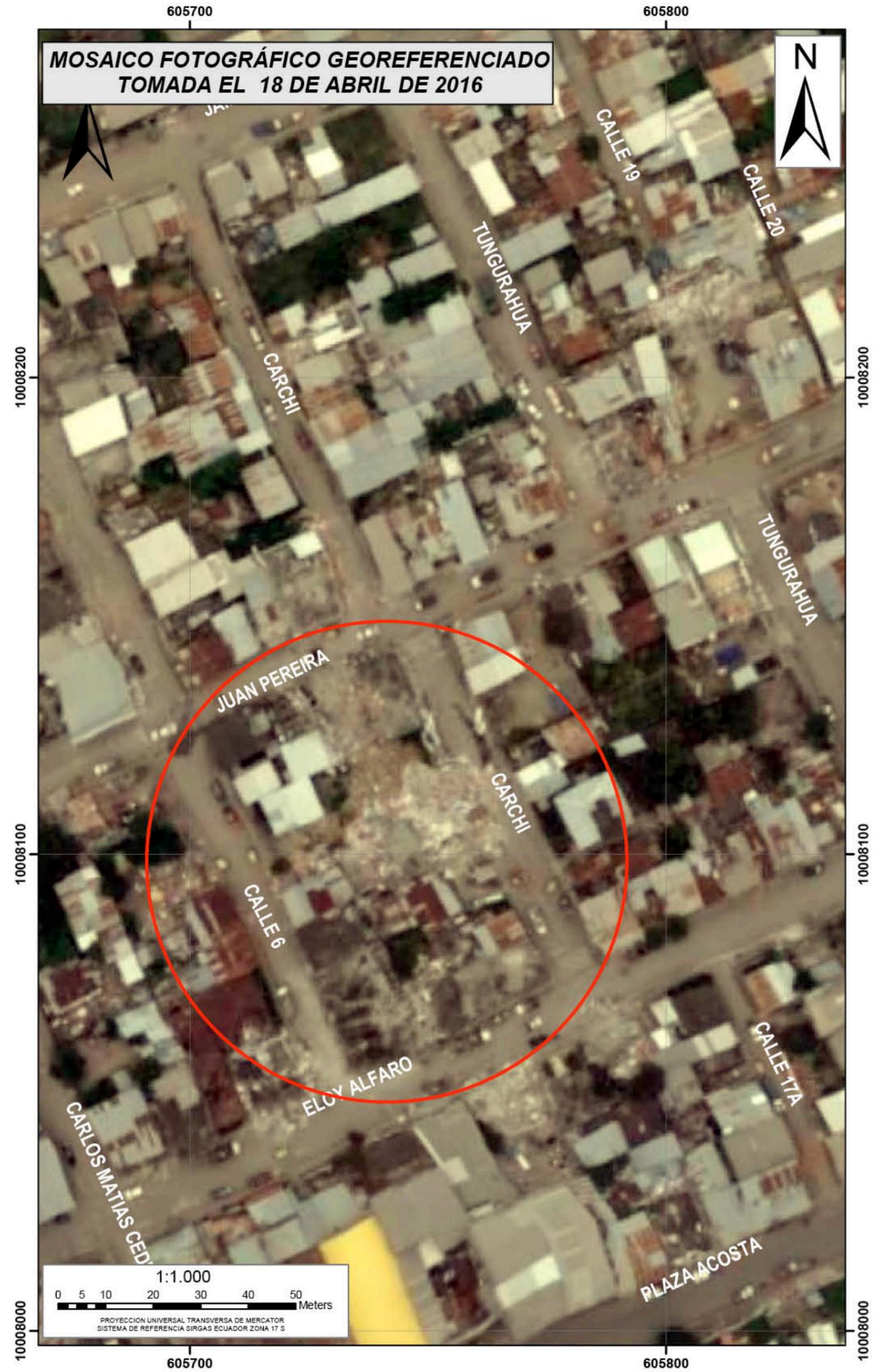


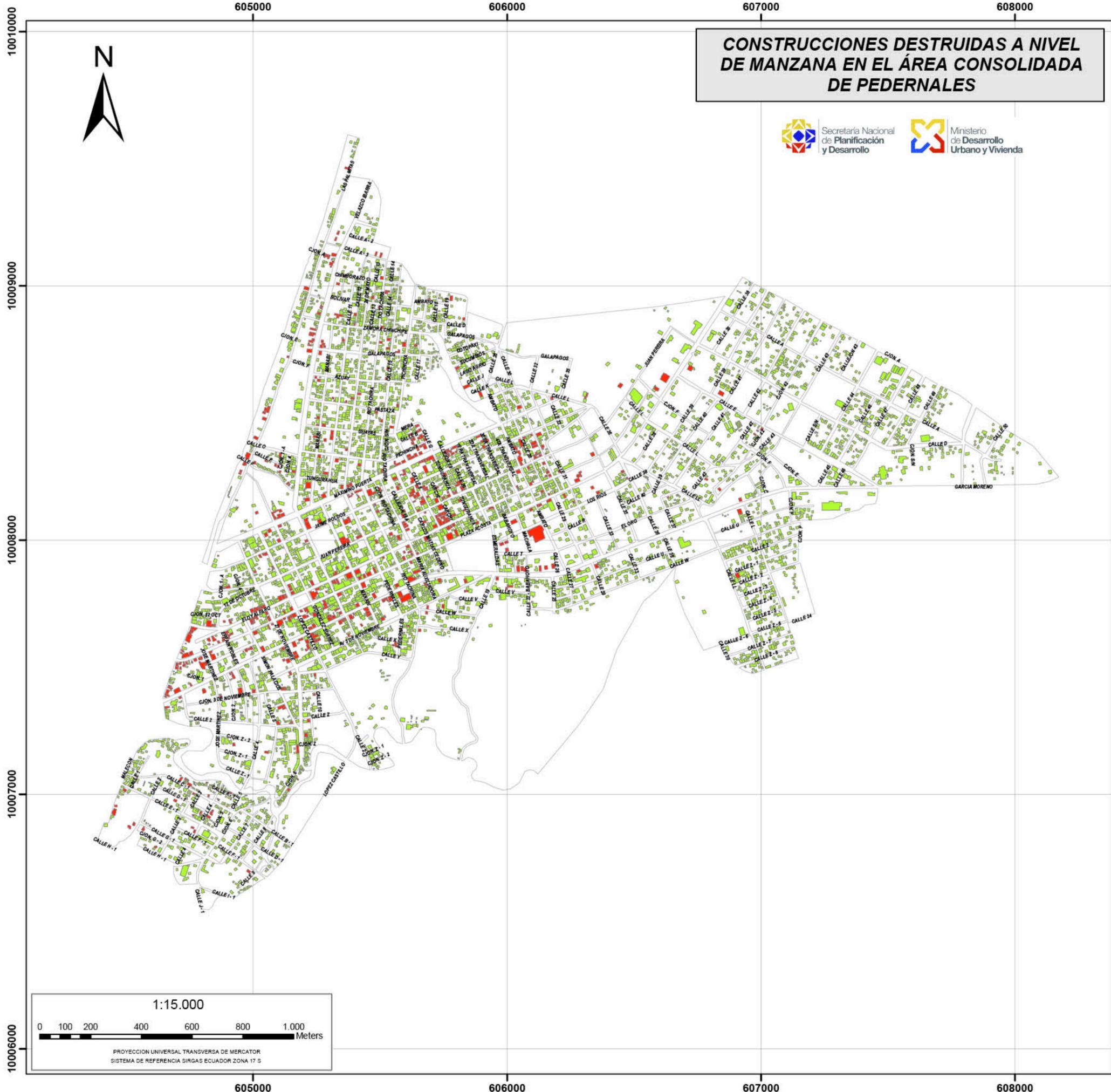
**ORTOFOTO - PEDERNALES
TOMA 2011-2015**



MOSAICO FOTOGRÁFICO GEOREFERENCIADO - PEDERNALES
TOMADO EL 18 DE ABRIL DE 2016







CONSTRUCCIONES DESTRUIDAS A NIVEL DE MANZANA EN EL ÁREA CONSOLIDADA DE PEDERNALES


 Secretaría Nacional de Planificación y Desarrollo
 
 Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda


 Ministerio de Defensa Nacional
 
 Comando Conjunto de las Fuerzas Armadas
 
 Ejército Ecuatoriano
 
 Instituto Geográfico Militar



INSUMOS

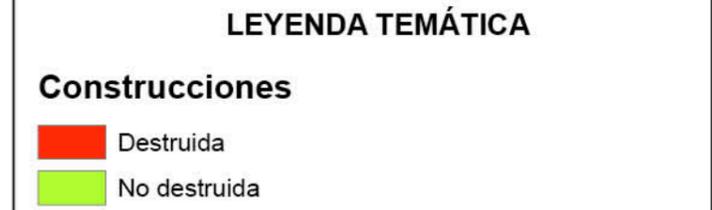
- Ortofoto, IGM 2011 - 2015
- Mosaico fotográfico georeferenciado, IGM 18 de abril de 2016
- Área amanzanada, INEC 2014
- Digitalización en pantalla de las construcciones sobre ortofoto 2011 - 2015

DATOS ANALIZADOS

- 5 995 construcciones
- 450 manzanas

METODOLOGÍA

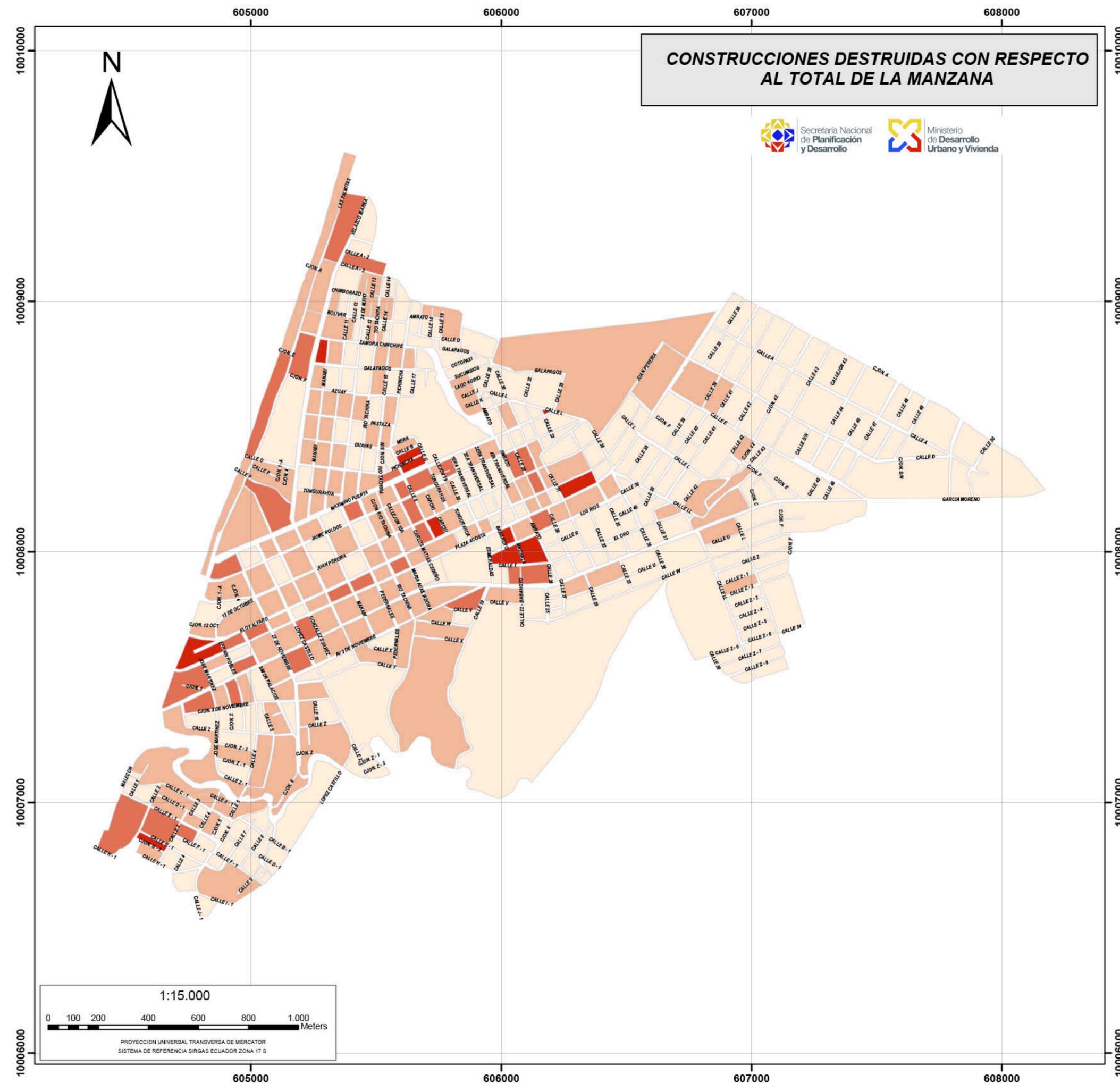
Fotoidentificación de construcciones destruidas



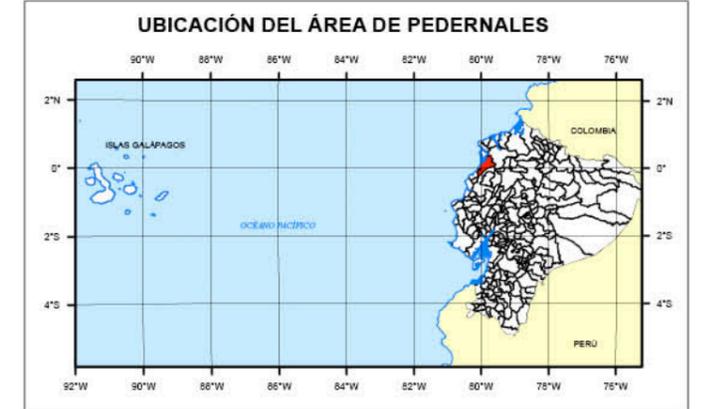
Total de Manzanas	Manzanas con alguna construcción destruida	Porcentaje
450	195	43%

Total construcciones	Construcciones destruidas	Porcentaje
5995	597	10%

1:15.000
 0 100 200 400 600 800 1.000 Meters
 PROYECCION UNIVERSAL TRANSVERSA DE MERCATOR
 SISTEMA DE REFERENCIA SIRGAS ECUADOR ZONA 17 S



CONSTRUCCIONES DESTRUIDAS CON RESPECTO AL TOTAL DE LA MANZANA



INSUMOS

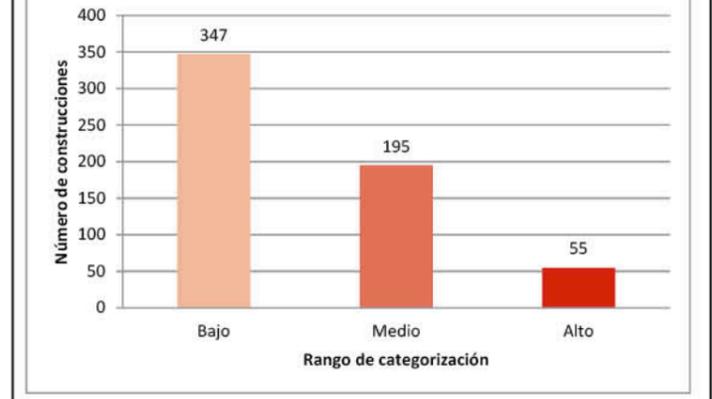
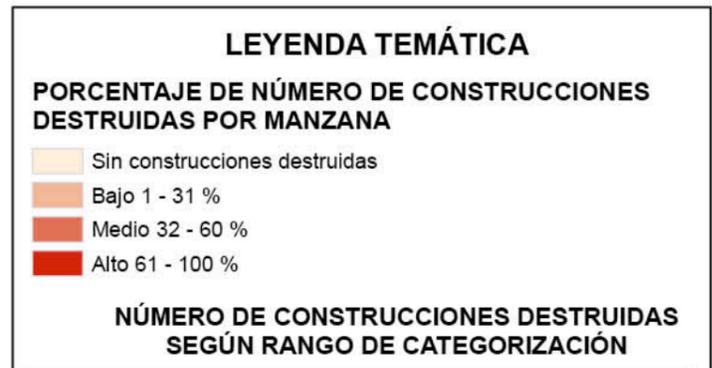
- Ortofoto, IGM 2011 - 2015
- Mosaico fotográfico georeferenciado, IGM 18 de abril de 2016
- Área amanzanada, INEC 2014
- Digitalización en pantalla de las construcciones sobre ortofoto 2011 - 2015

DATOS ANALIZADOS

- 5 995 construcciones
- 450 manzanas

METODOLOGÍA

Fotoidentificación de construcciones destruidas



Total de Manzanas	Manzanas con alguna construcción destruida	Porcentaje
450	195	43%
Total construcciones	Construcciones destruidas	Porcentaje
5995	597	10%

1:15.000

0 100 200 400 600 800 1.000 Meters

PROYECCION UNIVERSAL TRANSVERSA DE MERCATOR
SISTEMA DE REFERENCIA SIRGAS ECUADOR ZONA 17 S

ATLAS: Estimación provisional de Edificaciones destruidas, sismo 16-04-2016

PEDERNALES

Información para Verificación en Campo

