

Universidad Politécnica de Puerto Rico

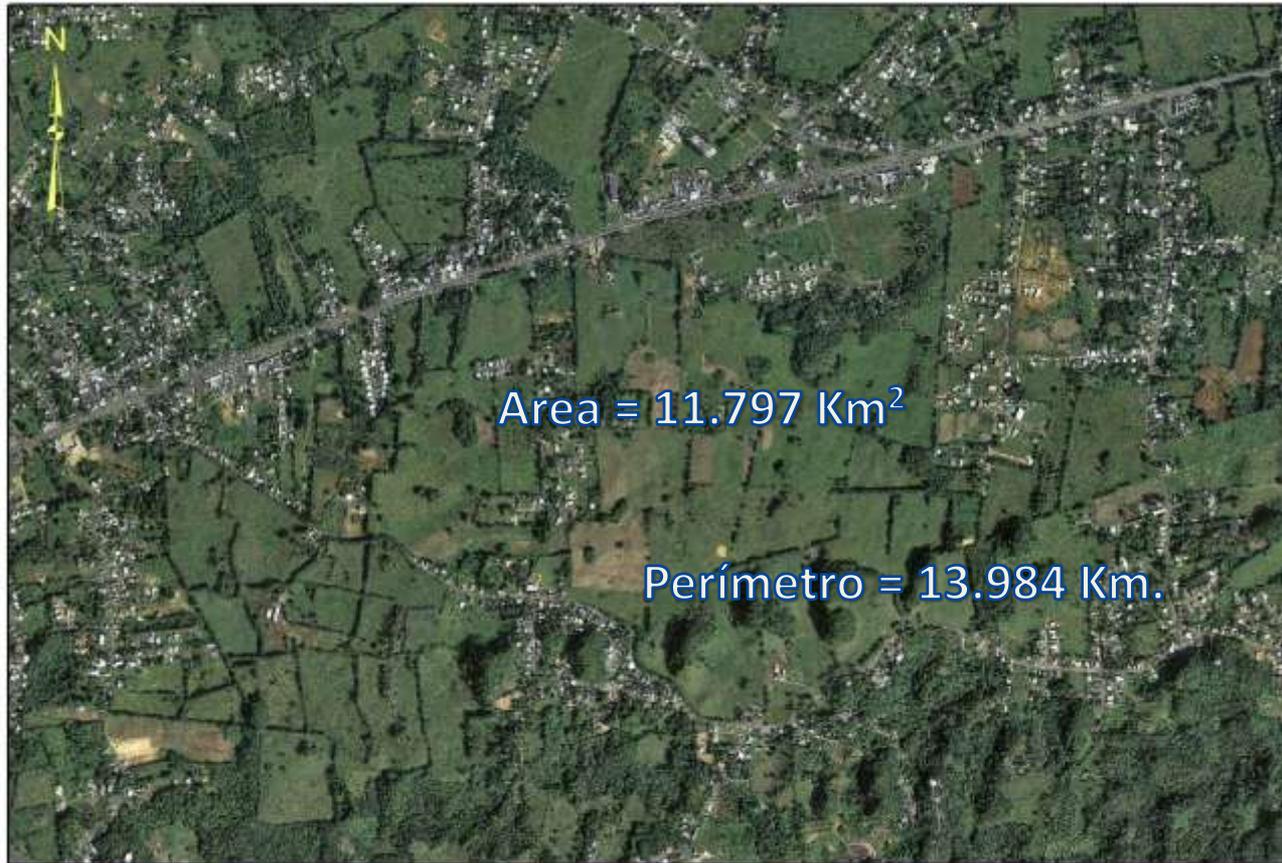
Uso de SIG y Métodos Geo- Espaciales para la Identificación y Predicción de Sumideros, Zona Kárstica, Moca, Puerto Rico

Alvaro Morales Vargas

Departamento de Ciencias Geomáticas

Agrimensura y Cartografía

Uso del SIG y Métodos Geo-Espaciales para la Identificación y Predicción de Sumideros, Zona Kárstica, Moca, Puerto Rico



Area = 11.797 Km²

Perímetro = 13.984 Km.

0 100 200 400 600 800
Metros

Area de Estudio
Aguadilla - Moca

Uso del SIG y Métodos Geo-Espaciales para la Identificación y Predicción de Sumideros, Zona Kárstica, Moca, Puerto Rico

Propósito

- **Establecer de una manera simple, guías y recomendaciones para la localización y identificación de sumideros en zonas del karso. Esto será a través de un análisis científico y con la utilización de los recursos del SIG.**

Uso del SIG y Métodos Geo-Espaciales para la Identificación y Predicción de Sumideros, Zona Kárstica, Moca, Puerto Rico

Objetivos

- Identificación y localización de los sumideros existentes.
- Realizar un análisis de los datos obtenidos utilizando el SIG.
- Determinar un área de amortiguamiento (buffer zone) para los sumideros.
- Indicar cuales factores son determinantes en el aumento de la incidencia de sumideros.
- Creación de una base de datos.
- Creación de guías para la identificación de sumideros.

Uso del SIG y Métodos Geo-Espaciales para la Identificación y Predicción de Sumideros, Zona Kárstica, Moca, Puerto Rico

Metodología

- Utilización de receptores GPS-RTK (Real Time Kinematic) modelo Altus APS-3.
- Utilizar el Modelo Digital de Elevación (DEM) del área de estudio.
- Búsqueda de fotos aéreas (recientes e histórica) del área.
- Creación de base de datos para el análisis del área de estudio.
- Realización de análisis para ilustrar la incidencia y probabilidad de la ocurrencia de sumideros.





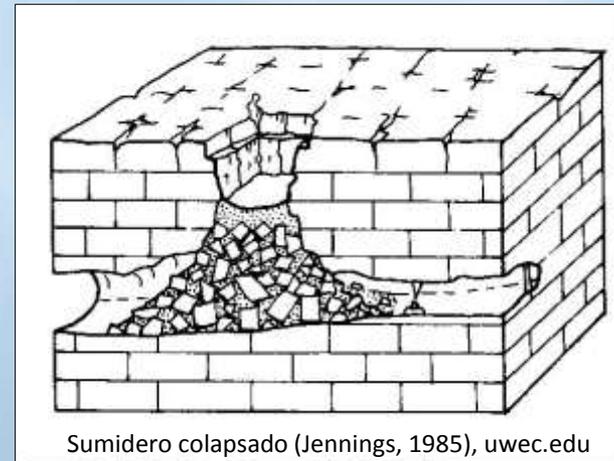
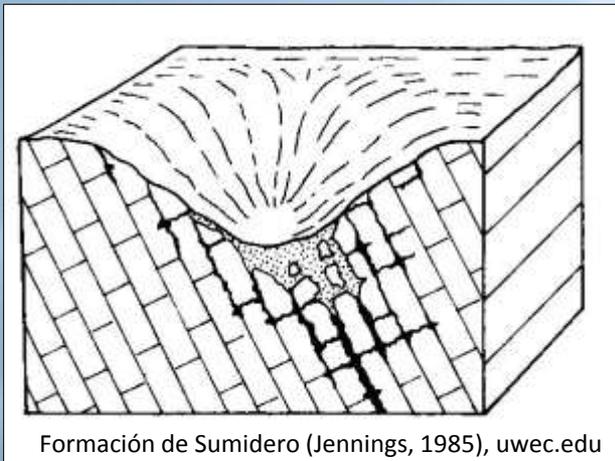




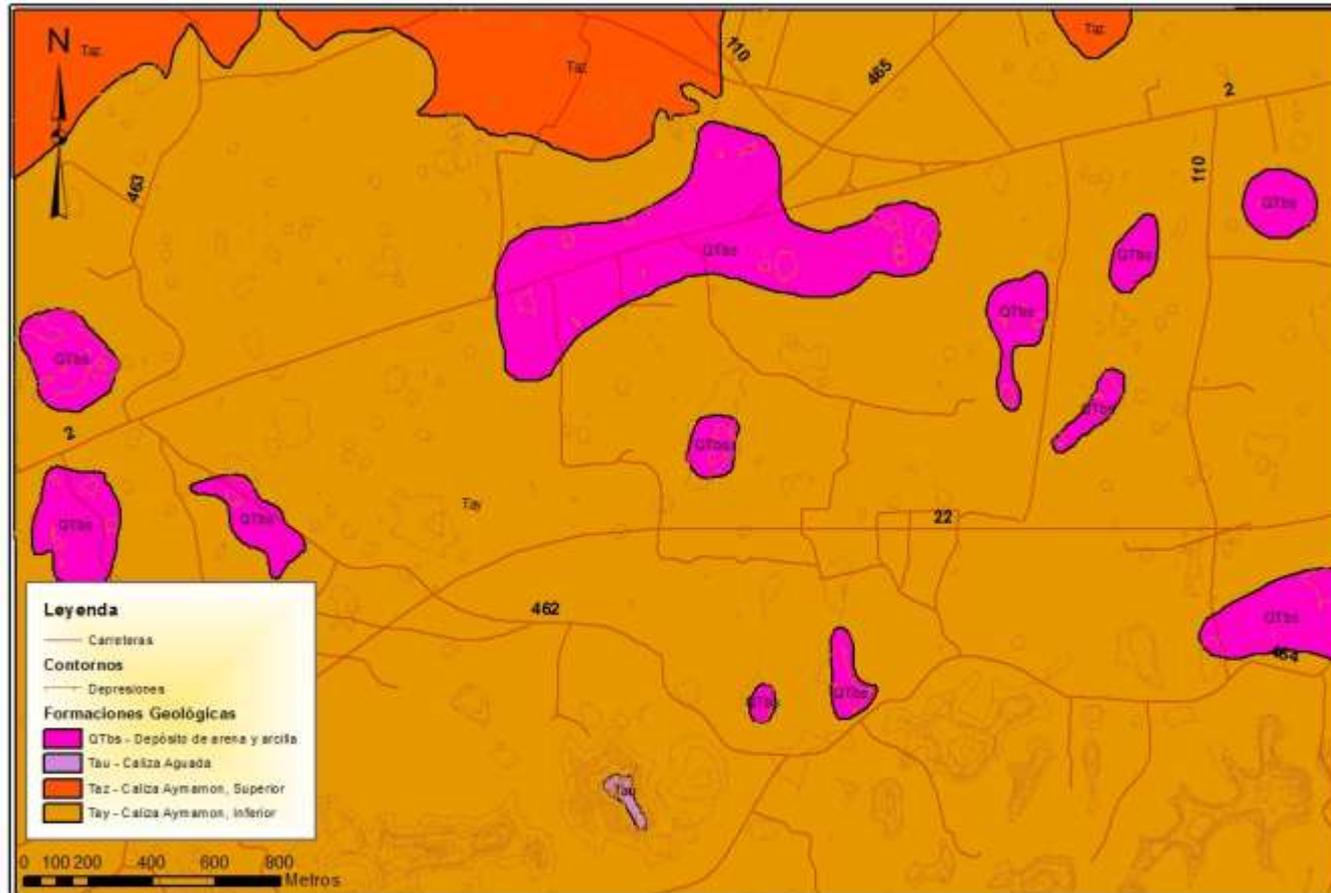


Uso del SIG y Métodos Geo-Espaciales para la Identificación y Predicción de Sumideros, Zona Kárstica, Moca, Puerto Rico

- Los factores de riesgo por la construcción en áreas propensas a la incidencia de sumideros son dependientes de factores geológicos.

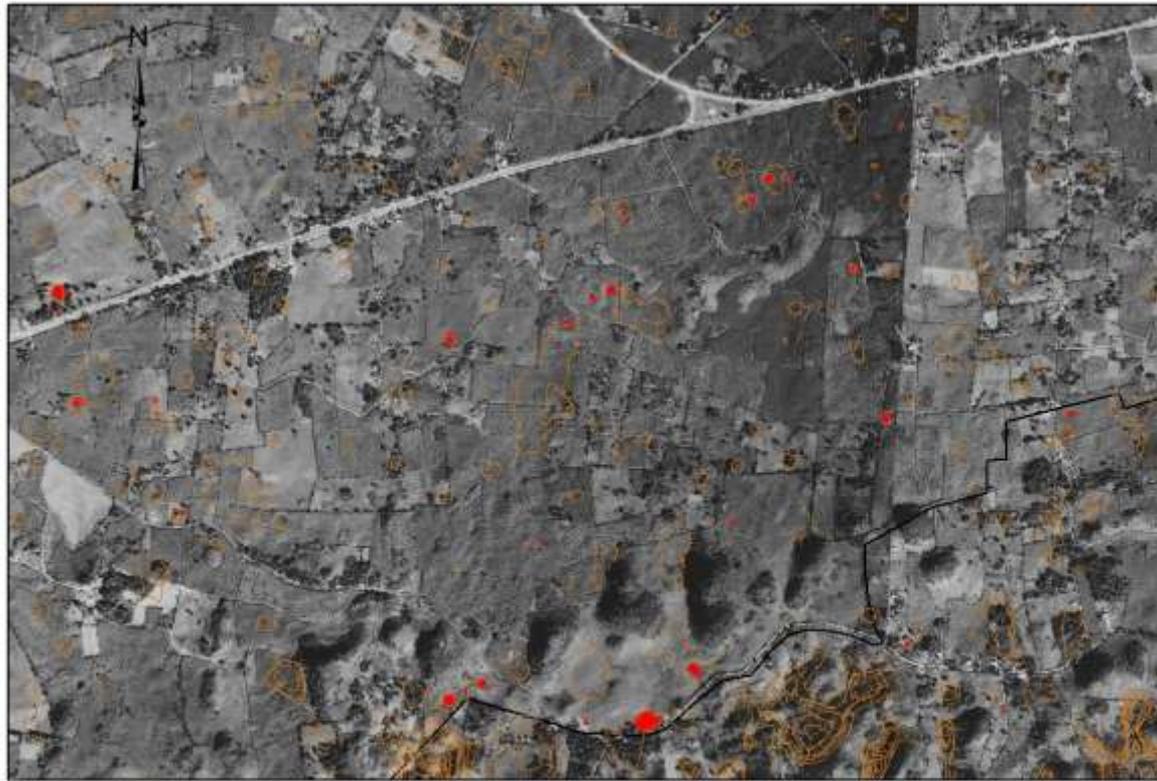


Uso del SIG y Métodos Geo-Espaciales para la Identificación y Predicción de Sumideros, Zona Kárstica, Moca, Puerto Rico



Susceptibilidad a Riesgo por Colapso de Sumideros
Aguadilla - Moca

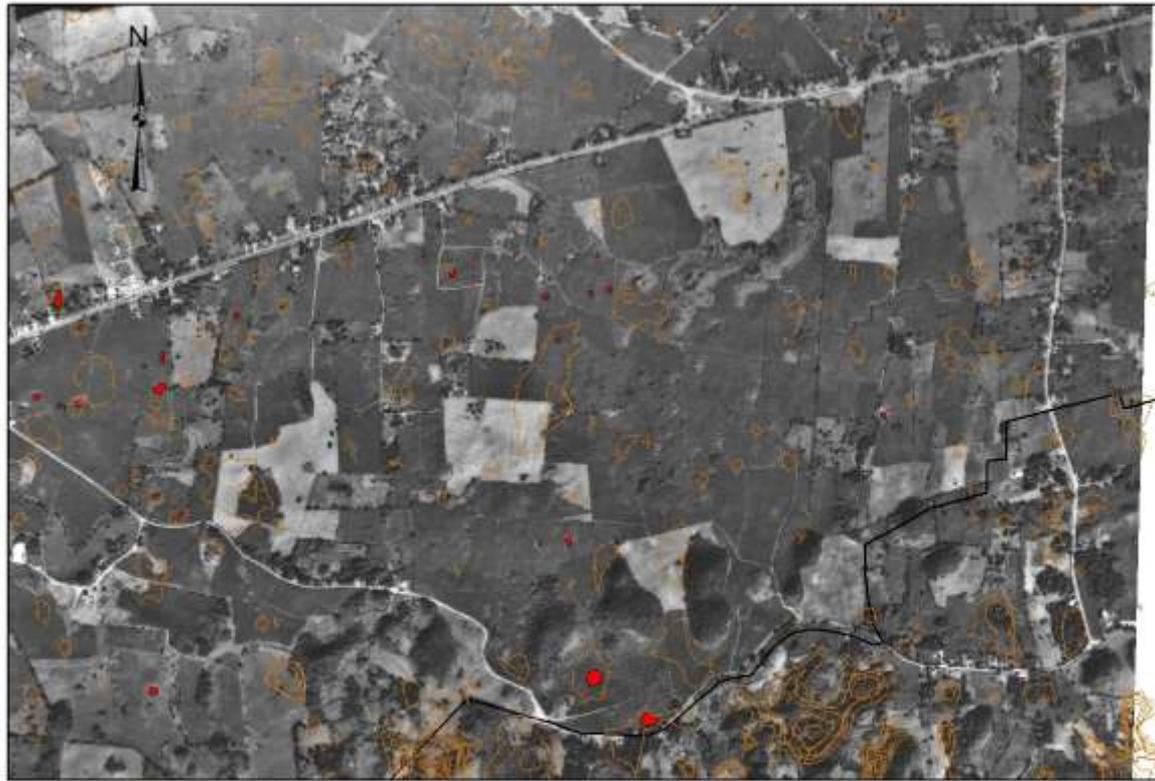
Uso del SIG y Métodos Geo-Espaciales para la Identificación y Predicción de Sumideros, Zona Kárstica, Moca, Puerto Rico



Sumideros 1951

Foto Aérea suministrada: DRNA

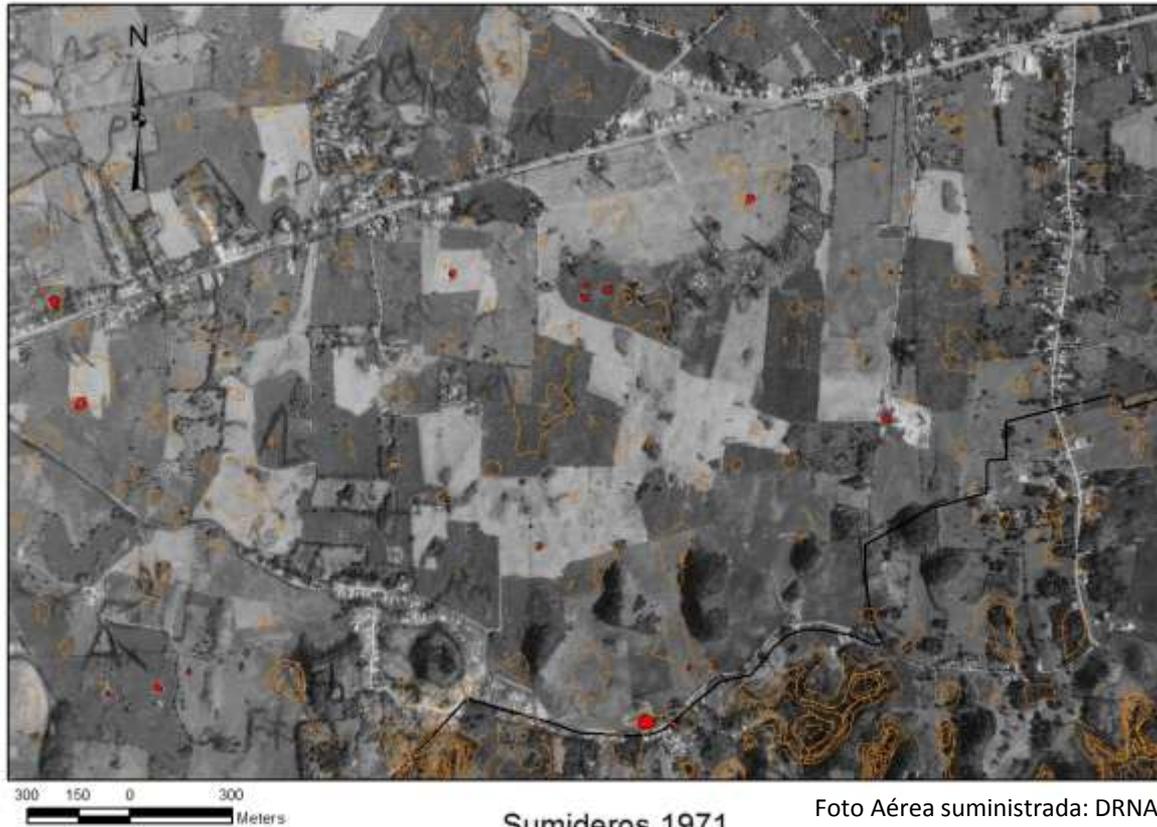
Uso del SIG y Métodos Geo-Espaciales para la Identificación y Predicción de Sumideros, Zona Kárstica, Moca, Puerto Rico



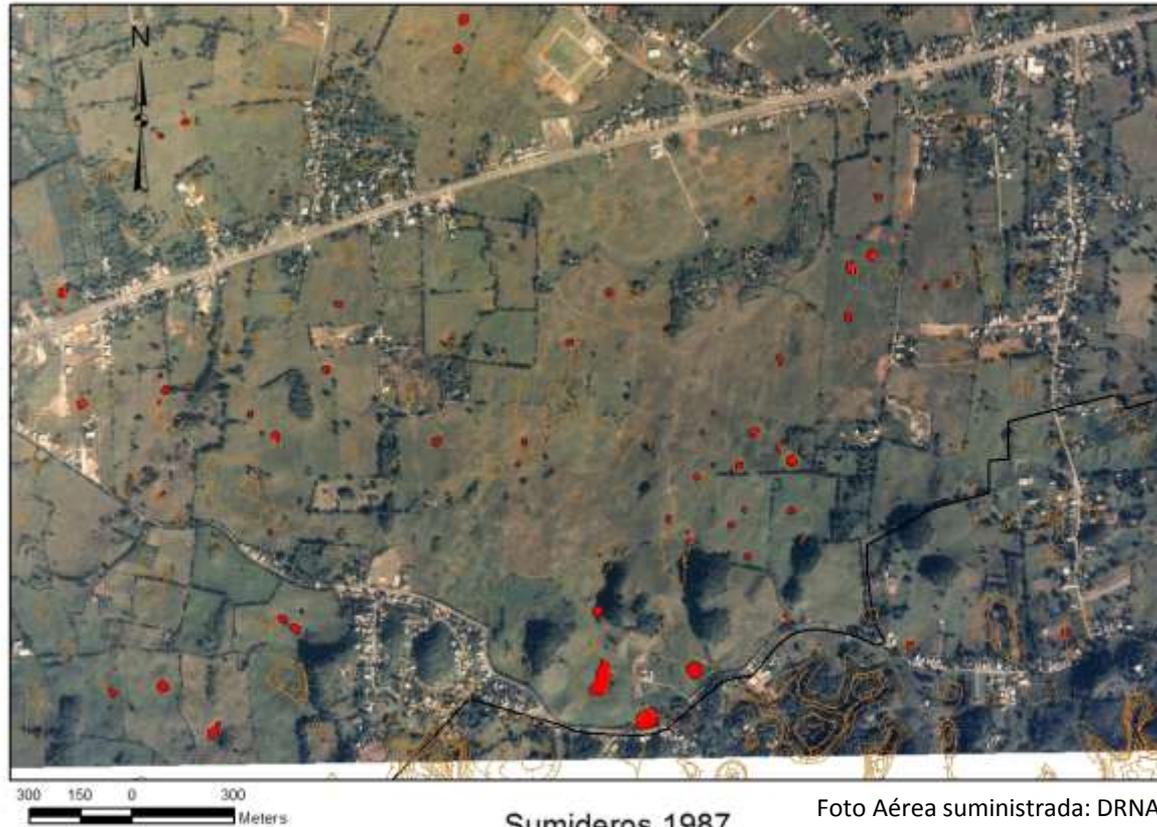
Sumideros 1963

Foto Aérea suministrada: DRNA

Uso del SIG y Métodos Geo-Espaciales para la Identificación y Predicción de Sumideros, Zona Kárstica, Moca, Puerto Rico



Uso del SIG y Métodos Geo-Espaciales para la Identificación y Predicción de Sumideros, Zona Kárstica, Moca, Puerto Rico



Uso del SIG y Métodos Geo-Espaciales para la Identificación y Predicción de Sumideros, Zona Kárstica, Moca, Puerto Rico



Sumideros 1997

Foto Aérea suministrada: DRNA

Uso del SIG y Métodos Geo-Espaciales para la Identificación y Predicción de Sumideros, Zona Kárstica, Moca, Puerto Rico



300 150 0 300
Meters

Sumideros 2007

Ortofoto suministrada: USGS

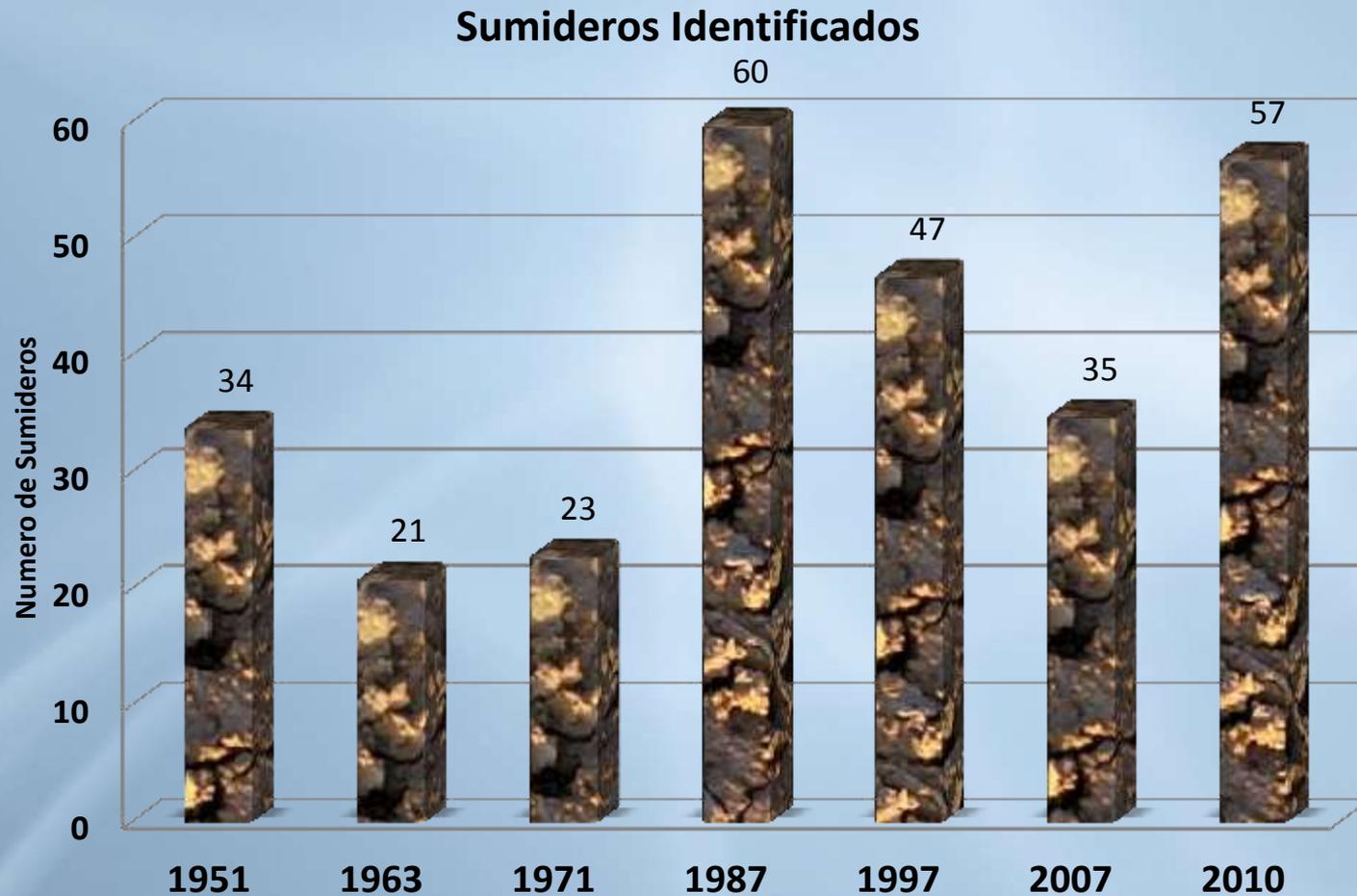
Uso del SIG y Métodos Geo-Espaciales para la Identificación y Predicción de Sumideros, Zona Kárstica, Moca, Puerto Rico



Sumideros 2010

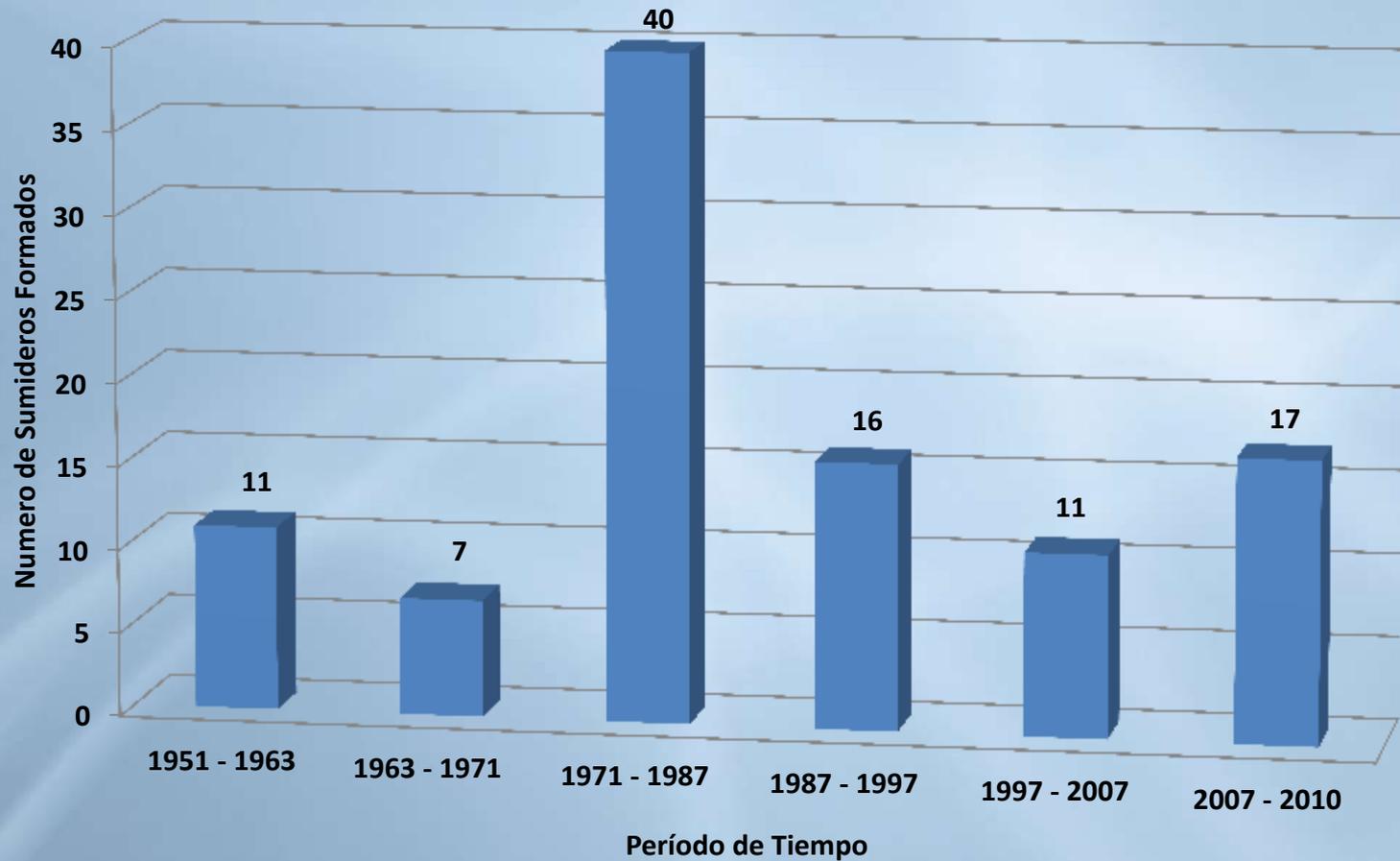
Ortofoto suministrada: USGS

Uso del SIG y Métodos Geo-Espaciales para la Identificación y Predicción de Sumideros, Zona Kárstica, Moca, Puerto Rico



Uso del SIG y Métodos Geo-Espaciales para la Identificación y Predicción de Sumideros, Zona Kárstica, Moca, Puerto Rico

Gráfica de Sumideros Formados



Uso del SIG y Métodos Geo-Espaciales para la Identificación y Predicción de Sumideros, Zona Kárstica, Moca, Puerto Rico

Predicción espacio temporal:

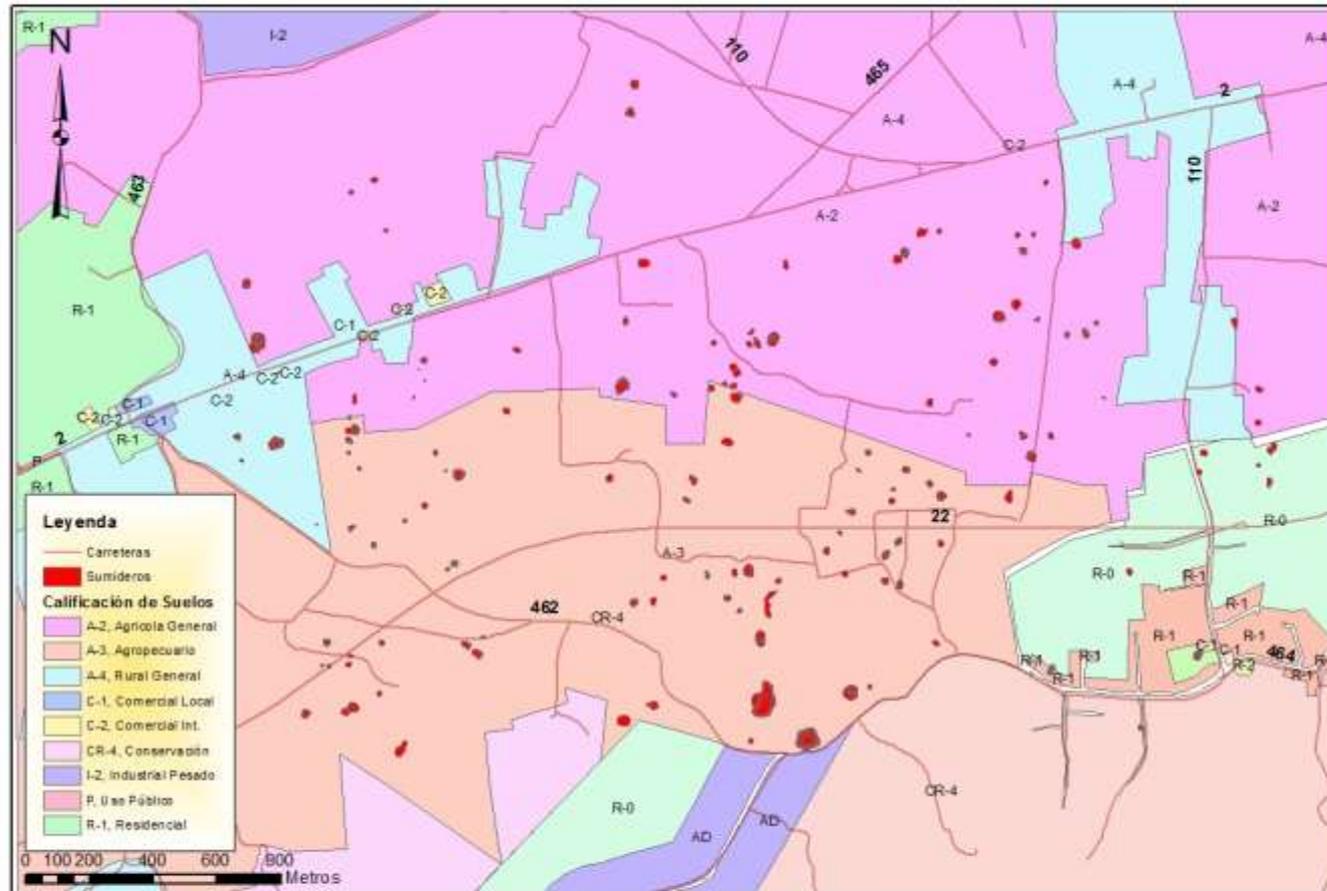
Probabilidad de ocurrencia utilizando como referencia el número de eventos de sumideros por año por unidad de área.

- Intervalo de 59 años del 1951 al 2010
- 102 eventos de sumideros

= **0.15 sumideros/km² año**

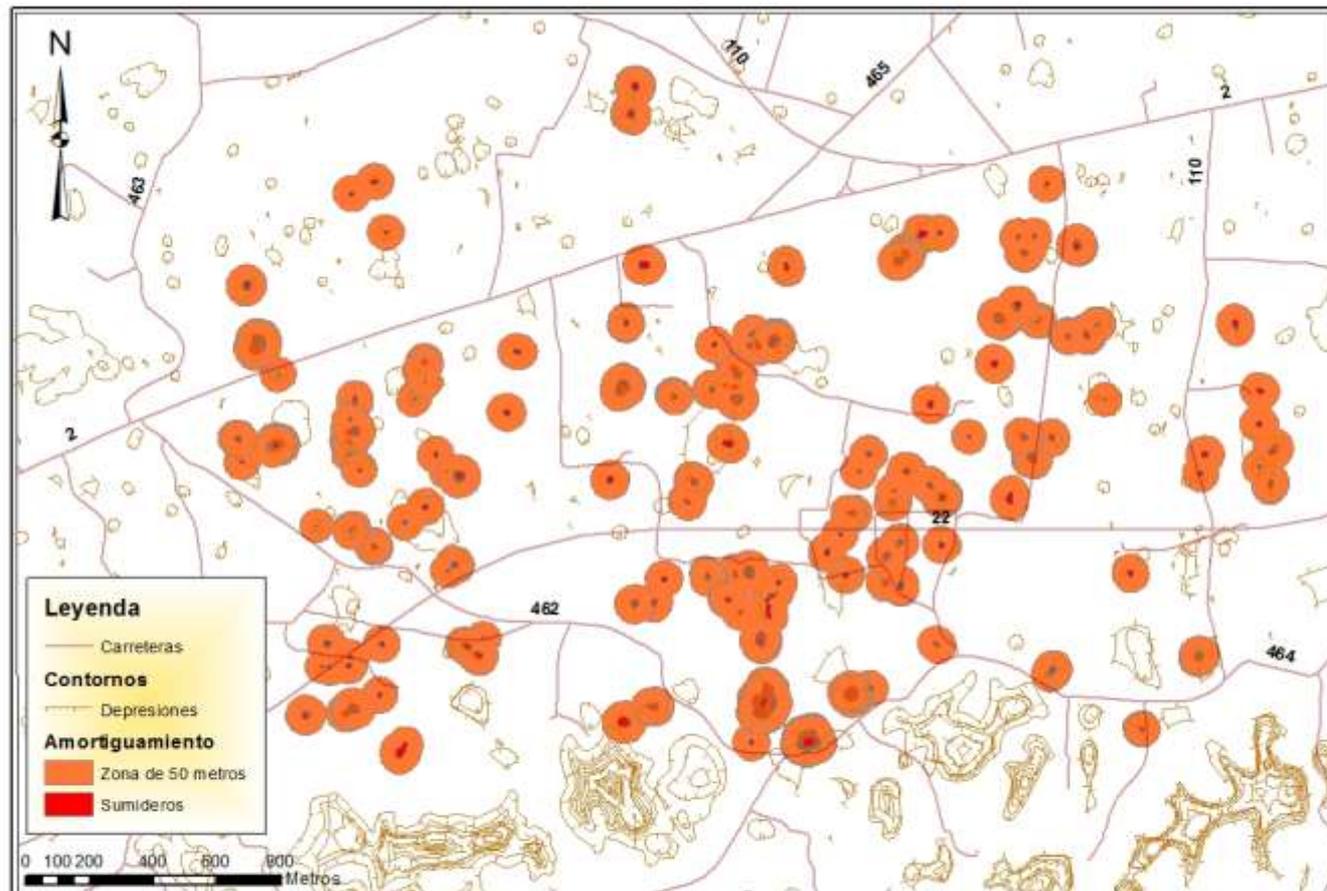
o la probabilidad de un evento significativo cada 7 años.

Uso del SIG y Métodos Geo-Espaciales para la Identificación y Predicción de Sumideros, Zona Kárstica, Moca, Puerto Rico



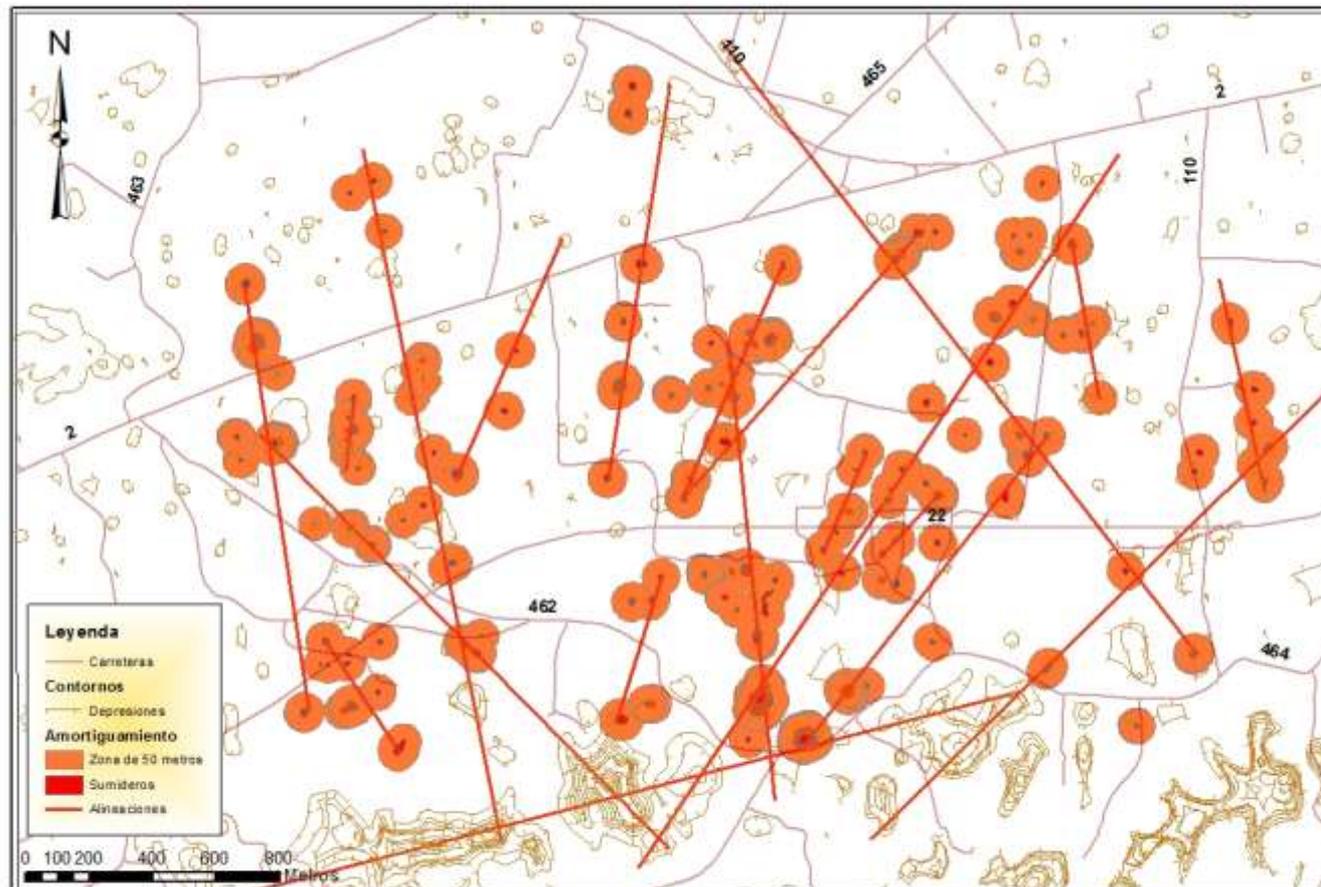
Calificación de Suelos
Aguadilla - Moca

Uso del SIG y Métodos Geo-Espaciales para la Identificación y Predicción de Sumideros, Zona Kárstica, Moca, Puerto Rico



Susceptibilidad a Riesgo por Colapso de Sumideros
Aguadilla - Moca

Uso del SIG y Métodos Geo-Espaciales para la Identificación y Predicción de Sumideros, Zona Kárstica, Moca, Puerto Rico



Zonas de Amortiguamiento y Alineaciones
Aguadilla - Moca

Uso del SIG y Métodos Geo-Espaciales para la Identificación y Predicción de Sumideros, Zona Kárstica, Moca, Puerto Rico



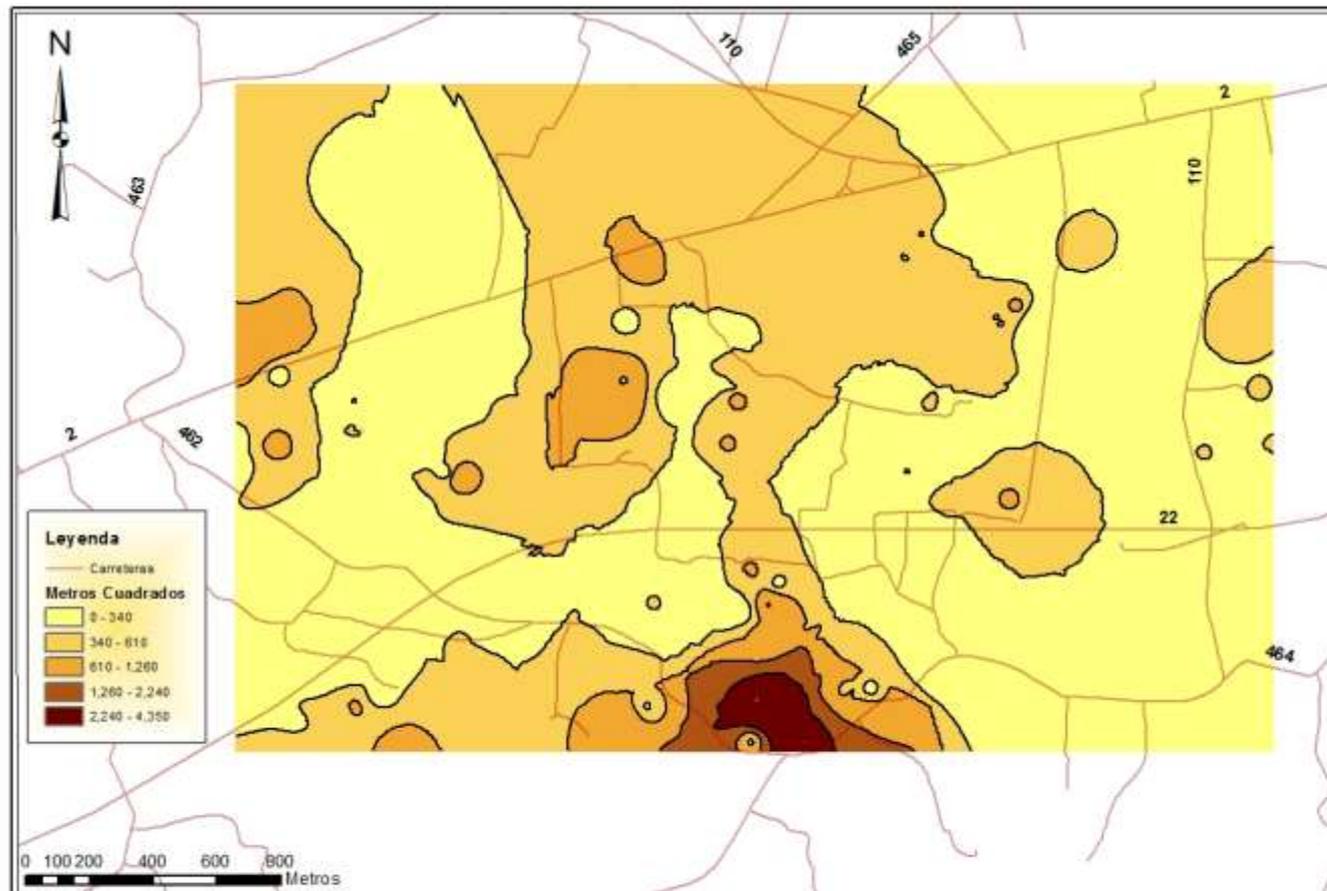
Zonas de Amortiguamiento y Alineaciones
Aguadilla - Moca

Uso del SIG y Métodos Geo-Espaciales para la Identificación y Predicción de Sumideros, Zona Kárstica, Moca, Puerto Rico



Zonas de Amortiguamiento y Alineaciones
Aguadilla - Moca

Uso del SIG y Métodos Geo-Espaciales para la Identificación y Predicción de Sumideros, Zona Kárstica, Moca, Puerto Rico



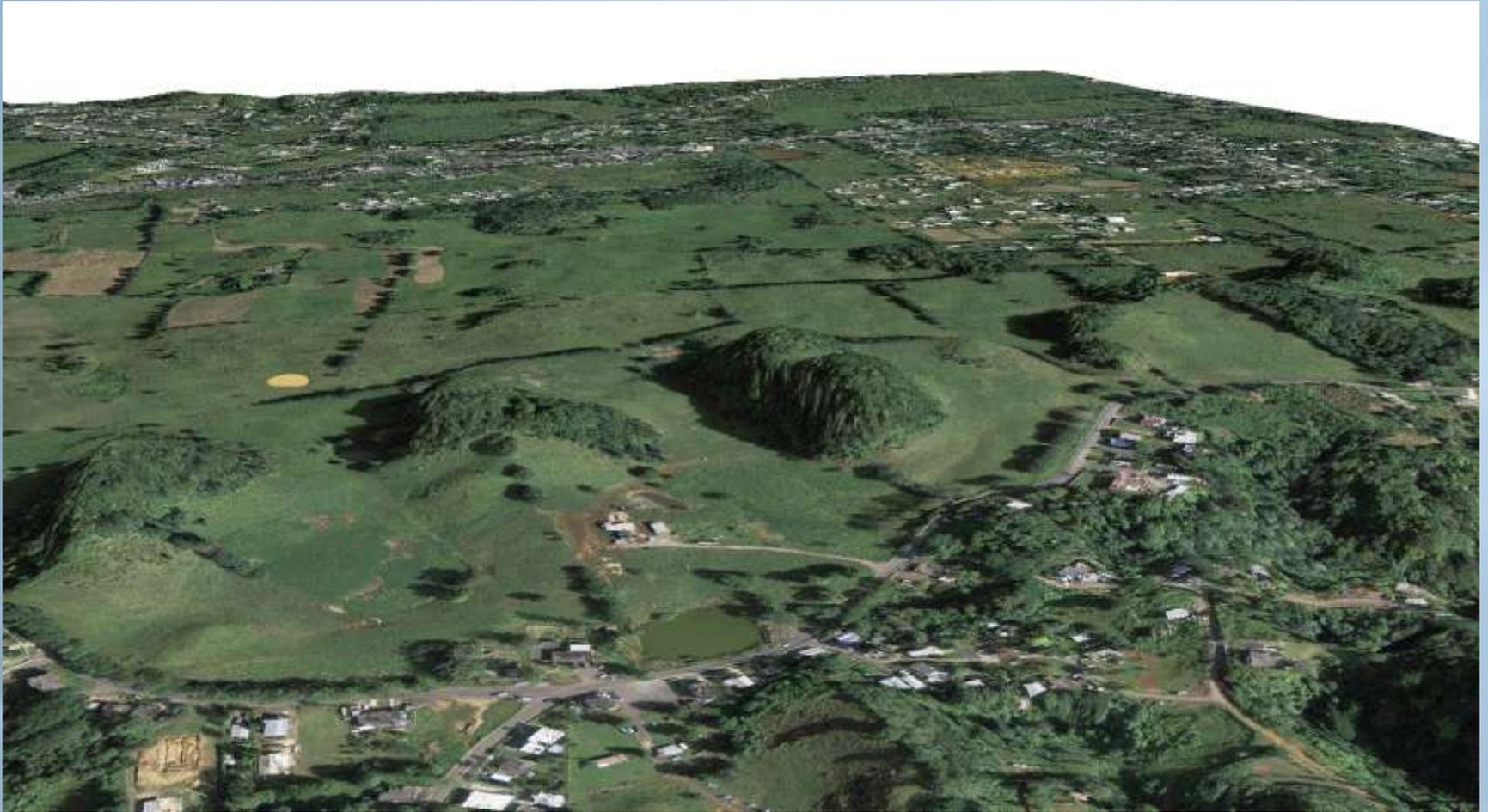
Predicción por Tamaño de Futuros Sumideros
Aguadilla - Moca

Uso del SIG y Métodos Geo-Espaciales para la Identificación y Predicción de Sumideros, Zona Kárstica, Moca, Puerto Rico

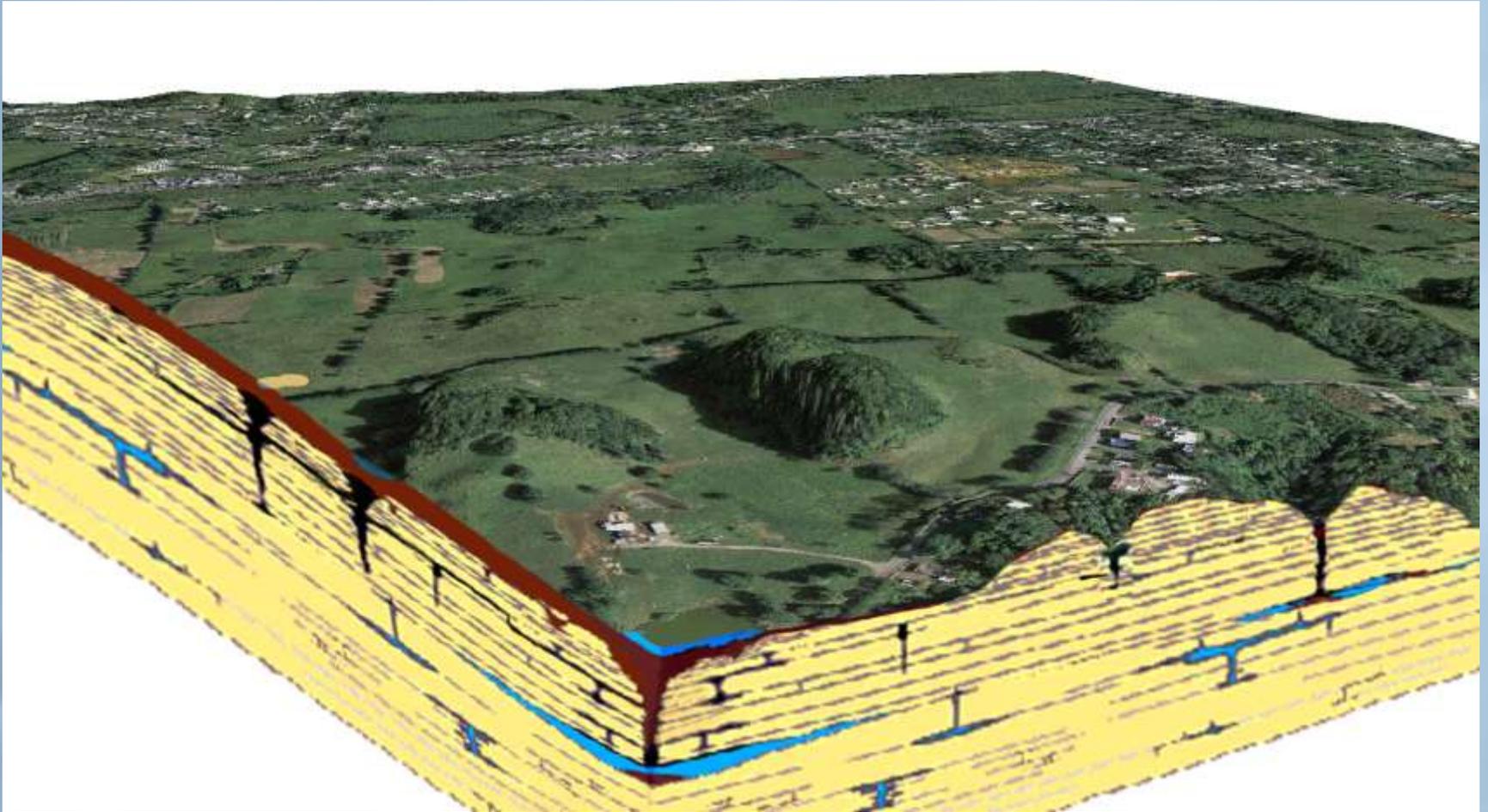
Guías Básicas Para la Identificación de Sumideros:

- **Mapa Topográfico** – Búsqueda de contornos y depresiones
- **Mapa Geológico** – Formaciones de roca caliza, búsqueda de patrones estructurales: fallas geológicas, alineaciones comunes.
- **Imágenes del USGS** – Observar cambios en la coloración de la vegetación y acumulación de agua en áreas generalmente circulares.
- **Fotos Aéreas** – Búsqueda de fotos aéreas en portales de internet o agencias gubernamentales. Utilizar fotos históricas hasta las mas recientes posibles.
- **Inspección del Área** – Visita del lugar propuesto y sus áreas circundantes. Observar depresiones, puntos bajos de drenaje (forma cónica) donde no hay riachuelos o quebradas y hondonadas con acumulación de escombros. También áreas aisladas con alta densidad de vegetación. Durante eventos de lluvia fuertes se puede observar las áreas propensas a sumideros.
- **Entrevista a Vecinos** – Vecinos de la localidad tienen información valiosa y conocen el área.

Uso del SIG y Métodos Geo-Espaciales para la Identificación y Predicción de Sumideros, Zona Kárstica, Moca, Puerto Rico



Uso del SIG y Métodos Geo-Espaciales para la Identificación y Predicción de Sumideros, Zona Kárstica, Moca, Puerto Rico



Uso del SIG y Métodos Geo-Espaciales para la Identificación y Predicción de Sumideros, Zona Kárstica, Moca, Puerto Rico

REFERENCIAS

- Buff, B.; Maidment, D.R., "Effects of Sinkholes on Water Conditions Hernando County, Florida", *Florida Geological Survey*, Fall 2008.
- Monroe, W.H., "*Geologic Map of the Moca and Isabela Quadrangles, Puerto Rico*", US Geological Survey, Index Map I-565, 1969.
- Departamento de Recursos Naturales de Puerto Rico, Declaración de Impacto Ambiental Estratégica, Estudio del Carso, *DRNA*, Septiembre 2009, pp 47-48.
- Renken, R. A., *et al.*, "Geology and hydrogeology of the Caribbean Islands aquifer system of the Commonwealth of Puerto Rico and the U.S. Virgin Islands", *Geologic map and sections of the North Coast Limestone aquifer system—PLATE 4*, Professional paper 1419, 2002.
- Blackwell Publishing Ltd, The Geologists' Association & The Geological Society of London, *Geology Today*, Vol. 25, No. 3, May–June 2009, pp 112.
- Gutiérrez, F., *et al.*, "Identification, prediction, and mitigation of sinkhole hazards in Evaporite Karst Areas", *Environmental Geology*, Vol. No. 53, 2008, pp. 1007-1022.
- *Reglamento Conjunto de Permisos para Obras de Construcción y Usos de Terrenos*, Oficina de Gerencia de Permisos, Junta de Planificación de Puerto Rico, Diciembre 2010.
- Florea, L., "Using state-wide GIS data to identify the coincidence between sinkholes and geologic structure", *Journal of Cave and Karst Studies*, v. 67, no. 2, August 2005, pp. 120-124.
- Childs, C., "Interpolating Surfaces in ArcGIS Spatial Analyst", *ArcUser, ESRI Education Services*, September 2004, pp. 32-35.