



Universidad de El Salvador
Facultad de Ciencias Agronómicas
Departamento de Recursos Naturales y Medio Ambiente
Curso básico de Sistemas de Información Geográfica (PERA 2026)

Unidad 1. Fundamentos de los Sistemas de Información Geográfica

LOS SISTEMAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA (SIG) EN LAS CIENCIAS AGROPECUARIAS Y VETERINARIAS: ALGUNOS FUNDAMENTOS, HISTORIA Y APLICACIONES.

1. Evolución Histórica: del mapa de papel al análisis espacial

La necesidad de relacionar la ubicación geográfica con fenómenos biológicos no es nueva; el hito fundacional del análisis espacial moderno ocurrió en 1854, cuando el médico John Snow cartografió los casos de cólera en Londres. Al situar los puntos de los enfermos en un mapa y relacionarlos con la ubicación de las bombas de agua, identificó la fuente del brote. Este evento es considerado el primer análisis de salud espacial de la historia.

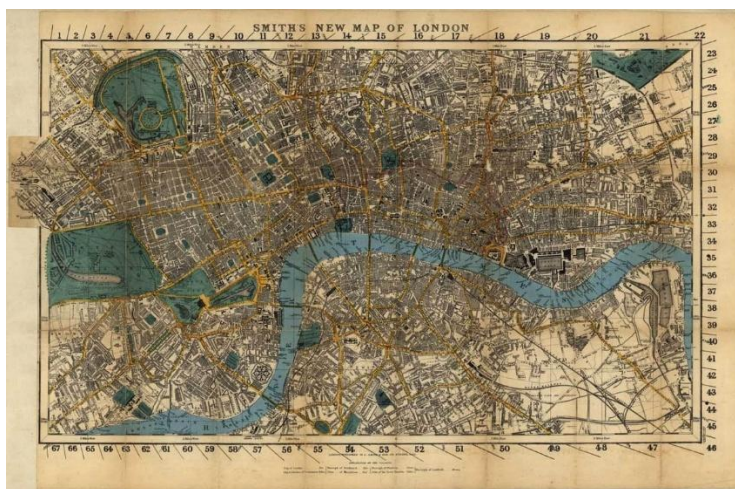


Imagen 1. Representación de mapa de la ciudad de London en 1854

En el sector agrario, la evolución fue paralela. Durante el siglo XX, los agrónomos utilizaban mapas de transparencia (papel cebolla) para superponer tipos de suelo con curvas de nivel. Sin embargo, el SIG moderno nace en la década de 1960 con Roger Tomlinson, quien desarrolló el *Canada Geographic Information System* para inventariar recursos naturales a gran escala.

Con la llegada de los satélites Landsat (1972) y posteriormente el sistema GPS (años 90), el sector agropecuario dio el salto definitivo. Se pasa de una gestión empírica basada en el promedio del lote, a una gestión de precisión basada en la variabilidad espacial detectada por sensores remotos.



Imagen 2. Los satélites Landsat tienen alrededor de 50 años orbitando el espacio y brindando imágenes del territorio de la tierra

2. Definición y estructura del SIG

Para un profesional de las ciencias animales o agrarias, el SIG es un modelo digital de la realidad organizado en capas temáticas. A diferencia de un diseño asistido por computadora (CAD), el SIG puro se basa en la topología y la base de datos atributiva.

2.1. El dato vectorial (entidades discretas)

Representa objetos con límites definidos. En medicina veterinaria, un punto puede ser un animal infectado; en agronomía, un polígono es la delimitación de un cultivo. Cada entidad está ligada a una tabla de datos donde se registran variables como edad del animal, raza, fecha de siembra o dosis de fertilizante aplicada.

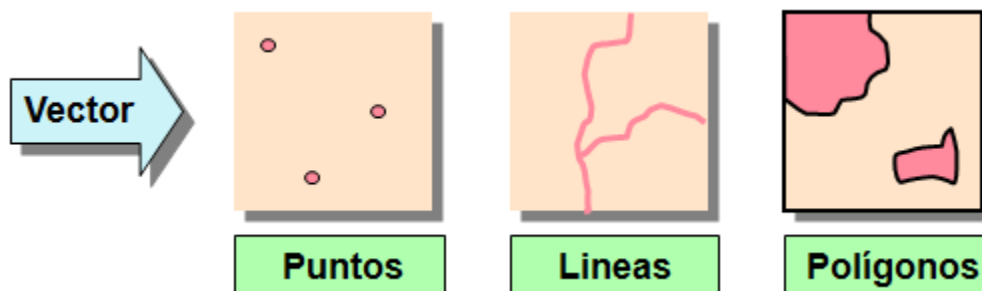


Imagen 3. Los datos vectoriales, representan entidades discretas con límites fácilmente definibles, una parcela agrícola, una construcción, una carretera, un río, un lago, entre otros.

2.2. El dato ráster (variables continuas)

Es una malla de píxeles donde cada celda tiene un valor. Es el formato por excelencia de la teledetección. Los mapas de elevación (Modelos Digitales de Elevación) o las imágenes infrarrojas para medir el vigor fotosintético son ráster. El manejo de estos datos implica el uso de la calculadora ráster para realizar operaciones aritméticas entre diferentes fechas o sensores.

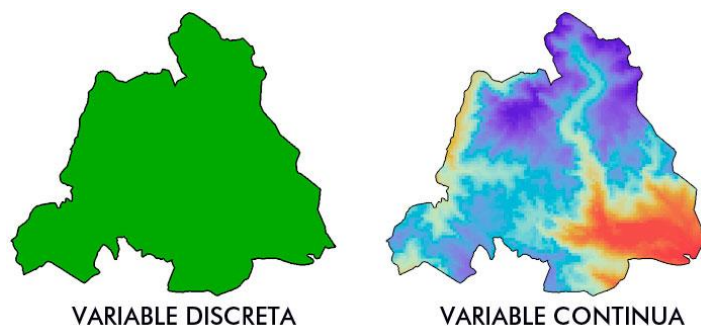


Imagen 4. Los límites políticos de un distrito al ser una variable discreta, fácilmente se puede representar con un vector (polígono en verde), a diferencia de la temperatura que se da dentro del territorio del distrito, esta es una variable continua que no posee un límite muy marcado o definido, por ello los datos ráster representan muy bien este tipo de variables climáticas y otras

3. Aplicaciones en Ingeniería Agronómica: manejo de la variabilidad

El Ingeniero Agrónomo utiliza el SIG para romper con el paradigma del "manejo uniforme".

Análisis multicriterio para ordenamiento territorial:

Mediante la superposición de capas (suelo, pendiente, distancia a vías, disponibilidad hídrica), el SIG permite identificar las zonas con mayor aptitud para un cultivo específico.

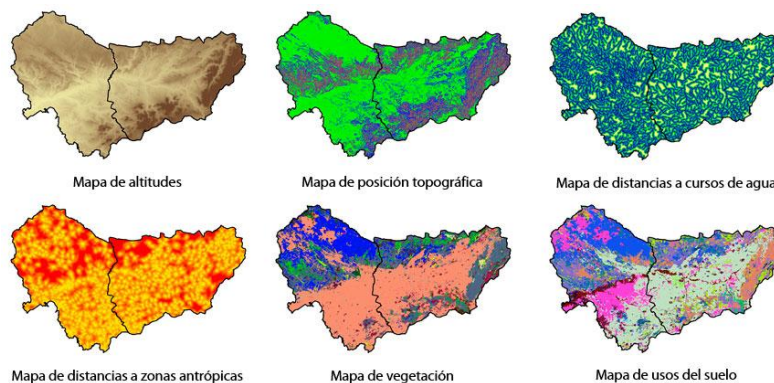


Imagen 5. Por medio de la superposición de distintas capas se pueden realizar análisis detallados para mejorar la gestión del uso del suelo

Gestión de la salud del cultivo:

El procesamiento de imágenes satelitales permite obtener el NDVI (Índice de Vegetación). El agrónomo analiza estos mapas para detectar zonas de bajo rendimiento y dirigir el muestreo de suelo o tejido foliar solo a los puntos críticos, optimizando el tiempo de recorrido en campo.



Imagen 6. A través de imágenes satelitales se monitorea el estado de salud de cultivos extensivos como la caña de azúcar

Interpolación de nutrientes:

A partir de muestreos georreferenciados, se utilizan herramientas como el *Kriging* o el *IDW* para crear mapas continuos de fertilidad. Estos mapas son la base para que la maquinaria agrícola realice aplicaciones de dosis variable.

4. Medicina veterinaria y zootecnia: salud poblacional y producción

En estas disciplinas, el SIG es la herramienta principal para la epidemiología Paisajística y la planificación de sistemas productivos.

4.1. Vigilancia Epidemiológica y Control de Brotes

El SIG permite visualizar la dinámica de las enfermedades en el espacio y el tiempo.

Análisis de Proximidad y Buffers:

Ante el reporte de un foco de una enfermedad transfronteriza (como la peste porcina africana), el veterinario utiliza herramientas de geoprocésamiento para crear anillos de control. Estos anillos definen automáticamente qué predios entran en cuarentena obligatoria.

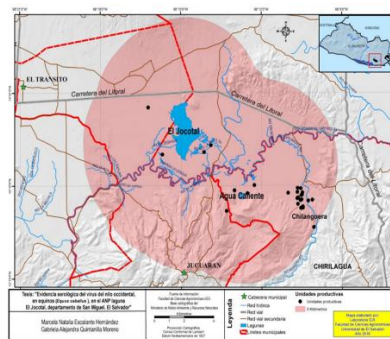


Figura 4. Ubicación geográfica de los cuerpos de agua laguna El Jocotal y laguna Agua Caliente con sus respectivas unidades productivas. Fuente: elaboración propia.

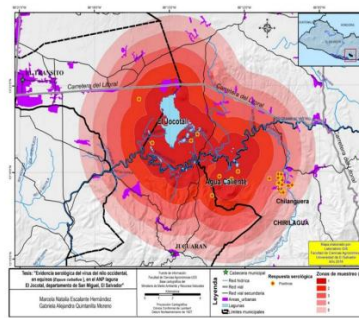


Figura 6. Distribución de las unidades productivas con equinos seropositivos a un perímetro de 5 km de los cuerpos de agua laguna El Jocotal y laguna Agua Caliente. Fuente: elaboración propia.

Imagen 7. En temas de epidemiología el uso de SIG permite focalizar esfuerzos, definir zonas seguras y zonas con riesgo de contagio alto

4.2. Zootecnia y manejo de pasturas

El zootecnista emplea el SIG para el diseño de infraestructura. El análisis de distancias euclidianas permite evaluar si los bebederos están distribuidos de forma eficiente para evitar el gasto energético excesivo de los animales en pastoreo. Asimismo, el uso de imágenes de satélite permite estimar la disponibilidad de materia seca antes de movilizar el ganado a un nuevo potrero.



Imagen 8. Utilizando imágenes satelitales previamente procesadas es posible definir estado de salud de pastizales, eficientizando el control de enfermedades y plagas

5. Fauna Salvaje: conservación y ecología del movimiento

Para los profesionales en fauna silvestre, el SIG es vital para la supervivencia de las especies.

Fragmentación del Hábitat:

El SIG permite calcular índices de fragmentación para entender cómo las carreteras o la expansión agrícola dividen los ecosistemas.

Corredores Biológicos:

Mediante el análisis de superficies de costo, se identifican las rutas óptimas que un animal (como un gran felino) seguiría para desplazarse entre parches de bosque, evitando zonas de conflicto con asentamientos humanos o ganadería.

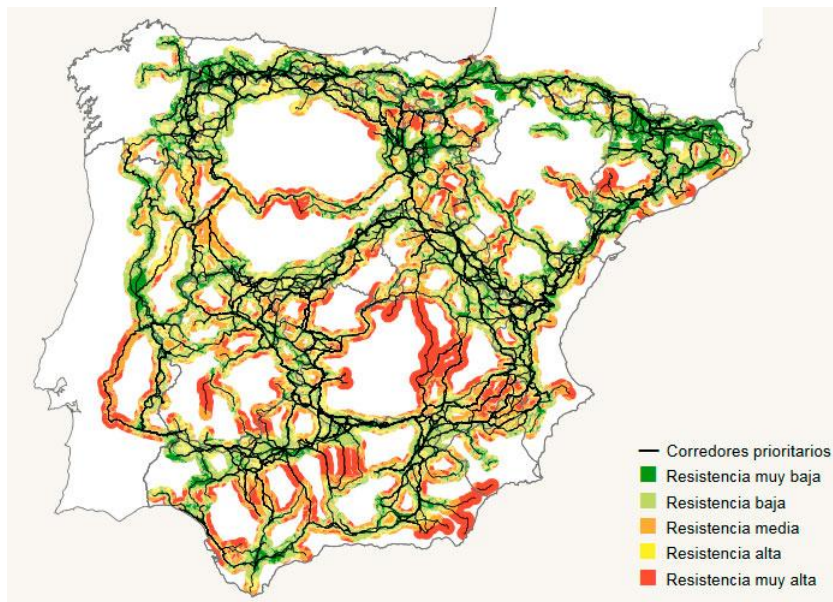


Imagen 9. Modelado de corredores biológicos para especies de fauna silvestre

6. Referencias Bibliográficas (Normas APA 7)

- Bosque Sendra, J. (2019). Sistemas de Información Geográfica y evaluación multicriterio en la ordenación del territorio. Ra-Ma Editorial.
- Olaya, V. (2020). Sistemas de Información Geográfica. Edición revisada. (Proyecto QGIS).
- Puebla, J., & Gould, M. (2021). El manejo de datos espaciales en las ciencias biológicas. McGraw-Hill Interamericana.
- FAO. (2021). Uso de sensores remotos y SIG en la agricultura de precisión para América Latina. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura.



- García, R. (2022). Evolución histórica de la cartografía epidemiológica: De John Snow a los SIG actuales. *Revista de Salud Pública Veterinaria*, 14(2), 45-58.
- World Organisation for Animal Health (WOAH). (2022). *Manual on Terrestrial Animal Health: Geospatial surveillance*.