

Análisis Comparativo de Estudios sobre Vulnerabilidad, Heterogeneidad y Gestión Basada en Datos

Universidad Nacional del Altiplano Puno

Facultad de Ingeniería Estadística e Informática

Octubre 2025

Resumen de tres estudios científicos que exploran la vulnerabilidad y heterogeneidad desde perspectivas ecológicas y de salud pública.

1. Evidencia de Teledetección sobre la Vegetación en las Montañas Yinshan, China

Resumen

Este estudio investiga las características evolutivas de la vegetación en las montañas Yinshan, utilizando el índice de vegetación de diferencia normalizada (NDVI) del conjunto de datos **PKU GIMMS** entre 1984 y 2022. Los resultados muestran una fuerte heterogeneidad espacial, con valores de NDVI decrecientes de sureste a noroeste, y una tendencia de mejora en las últimas décadas atribuida a proyectos ecológicos. El análisis indica que tanto los factores climáticos como las actividades humanas influyen significativamente en la dinámica de la vegetación, generando interrogantes sobre su sostenibilidad a largo plazo.

2. Evaluación de la Exposición Costera al Aumento del Nivel del Mar

Resumen

Este artículo presenta un enfoque combinado para evaluar la exposición costera al aumento del nivel del mar, integrando modelado cualitativo y análisis de autocorrelación espacial. El modelo identifica zonas vulnerables y evalúa los riesgos asociados con el ascenso del nivel del mar en distintas regiones costeras. Los resultados destacan la importancia de la planificación y la gestión costera proactiva, sugiriendo que un enfoque basado en datos puede mejorar la **resiliencia de las comunidades costeras** frente al cambio climático.

3. Heterogeneidad Espacial de la Incidencia de Papas en China

Resumen

El estudio analiza la incidencia de papas en China utilizando el método **Geodetector** para identificar los factores que impulsan la heterogeneidad espacial de la enfermedad. Los resultados revelan diferencias significativas entre regiones, influenciadas por la densidad poblacional, la cobertura de vacunación y las condiciones socioeconómicas. Este análisis ofrece una base sólida para políticas de salud pública más efectivas, destacando la necesidad de estrategias regionales adaptadas a las condiciones locales.

4. Convergencia

4.1 Vulnerabilidad y Heterogeneidad

Los tres estudios comparten una preocupación central por la **vulnerabilidad** y la **heterogeneidad**, ya sea en ecosistemas naturales o en sistemas sociales y de salud. En cada caso, los patrones espaciales reflejan desigualdades en la exposición y la capacidad de respuesta frente a amenazas ambientales o epidemiológicas.

4.2 Enfoques Basados en Datos

Todos los trabajos utilizan **metodologías cuantitativas y espaciales** avanzadas —como NDVI, Geodetector o autocorrelación espacial—, demostrando el papel crucial de

la ciencia de datos y la teledetección en la comprensión de procesos complejos.

4.3 Implicaciones para la Gestión

Los hallazgos resaltan la importancia de una **gestión informada y proactiva**, tanto en la conservación de ecosistemas como en la salud pública. La evidencia sugiere que las decisiones basadas en datos fortalecen la resiliencia y sostenibilidad de los sistemas vulnerables ante el cambio global.

4.4 Conclusión

Estos tres estudios, aunque distintos en enfoque y objeto, convergen en un mismo mensaje: la necesidad de **estrategias integradas y colaborativas** para abordar los desafíos ambientales y sociales contemporáneos. La heterogeneidad, lejos de ser un obstáculo, se convierte en una fuente de conocimiento y adaptación, guiando la planificación hacia un futuro más resiliente.

“La ciencia de datos y la observación espacial son herramientas esenciales para comprender y gestionar la complejidad del mundo actual.”

```
1 # Paquetes necesarios
2 if (!requireNamespace("terra", quietly = TRUE)) install.packages(
  "terra")
3 if (!requireNamespace("rgdal", quietly = TRUE)) install.packages(
  "rgdal")
4 if (!requireNamespace("sf", quietly = TRUE)) install.packages("sf")
5 if (!requireNamespace("spdep", quietly = TRUE)) install.packages(
  "spdep")
6 if (!requireNamespace("geodetector", quietly = TRUE)) install.
  packages("geodetector")
7 if (!requireNamespace("ggplot2", quietly = TRUE)) install.
  packages("ggplot2")
8
9 library(terra)
10 library(sf)
11 library(spdep)
12 library(geodetector)
13 library(ggplot2)
```

```
14
15 # --- 1) Cargar la pila de NDVI ---
16 ndvi_files <- list.files(path = "./data/ndvi_gimms/", pattern = "
    tif$", full.names = TRUE)
17 ndvi_stack <- rast(ndvi_files)
18
19 # --- 2) Calcular la tendencia temporal (pendiente de NDVI vs
    tiempo) ---
20 years <- seq(1984, 1984 + nlyr(ndvi_stack) - 1)
21
22 slope_fun <- function(y) {
23   if (all(is.na(y))) return(NA)
24   m <- lm(y ~ years)
25   return(coef(m)[2])
26 }
27
28 slope_raster <- app(ndvi_stack, fun = slope_fun)
29 writeRaster(slope_raster, "./outputs/ndvi_trend_slope.tif",
    overwrite = TRUE)
30
31 # --- 3) Visualizaci n b sica ---
32 plot(slope_raster, main = "Pendiente temporal de NDVI (NDVI/a o)
    ")
33
34 # --- 4) Autocorrelaci n espacial (Moran's I) ---
35 pts <- as.points(slope_raster, na.rm = TRUE)
36 coords <- crds(pts)
37 values <- values(slope_raster)
38
39 nb <- knn2nb(knearneigh(coords, k = 8))
40 lw <- nb2listw(nb, style = "W", zero.policy = TRUE)
41
42 moran_test <- moran.test(values, listw = lw, zero.policy = TRUE)
43 print(moran_test)
44
45 # --- 5) Geodetector simplificado ---
46 # Q = geodetector::qstat(y = valores_respuesta, x =
    variable_explicativa)
47 # o, manualmente:
48 # Q = 1 - (sum(N_h * var_h) / (N * var_total))
```

```
49
50 # --- 6) Exportar resultados ---
51 writeRaster(slope_raster, "./outputs/ndvi_slope_yinshan.tif",
52             overwrite = TRUE)
53
54 sink("./outputs/moran_slope_results.txt")
55 print(moran_test)
56 sink()
57 # --- Fin del script ---
```

Listing 1: Análisis NDVI: Tendencia temporal y autocorrelación espacial