

Detección de zonas potenciales a aguas subterráneas mediante el procesamiento de imágenes de radar de apertura sintética en Sucre (Bolivia)

Ivan X. Peñaranda, Wilber A. Jesús, Juan P. Díaz

diaz.juan@usfx.bo

Material suplementario

Tabla S1. Pozos operativos en la ciudad de Sucre para extracción de agua subterránea registrados por ELAPAS

ID	Coordenadas UTM	
	E	N
P1	262890,00	7891481,49
P2	262868,77	7891512,24
P4	262219,16	7893336,20
P5	262052,74	7893340,15
P6	262090,00	7893369,12
P7	262595,26	7894058,45
P8	263888,21	7892833,04
P9	261810,83	7892315,59
P10	262613,44	7892192,30
P11	262808,97	7892203,14
P12	262829,72	7893966,25
P13	262886,19	7893747,31
P14	264292,36	7892409,72
P15	262475,43	7893195,18
P16	261603,00	7892188,58
P17	262602,34	7893293,32
P18	262648,94	7892878,05
P19	261738,00	7892608,00
P20	263642,52	7893050,00
P21	262869,02	7893634,58
P22	261566,26	7891739,94
P23	263940,76	7893602,86
P25	262573,85	7891546,02

ID	Coordenadas UTM	
	E	N
P26	262756,68	7892430,69
P27	262322,89	7892071,41
P28	262885,75	7893800,11
P29	263634,61	7893002,18
P30	263897,98	7893589,11
P32	263748,17	7893192,63
P33	263689,66	7893142,73
P34	262623,88	7892922,42
P35	263851,86	7893332,93
P36	263845,98	7893328,30
P37	263961,79	7893625,00
P38	264230,36	7892587,46
P39	264215,26	7892593,52
P40	263597,65	7893051,40
P41	261593,97	7891764,44
P42	263905,49	7893534,49
P43	263867,99	7893565,00
P44	263887,59	7893570,76
P45	261283,14	7893219,29
P48	263831,82	7893278,72
P50	261881,94	7894315,68
P54	260886,20	7895349,56

Nota. Fuente: Empresa Local de Agua Potable y Alcantarillado de Sucre (ELAPAS).



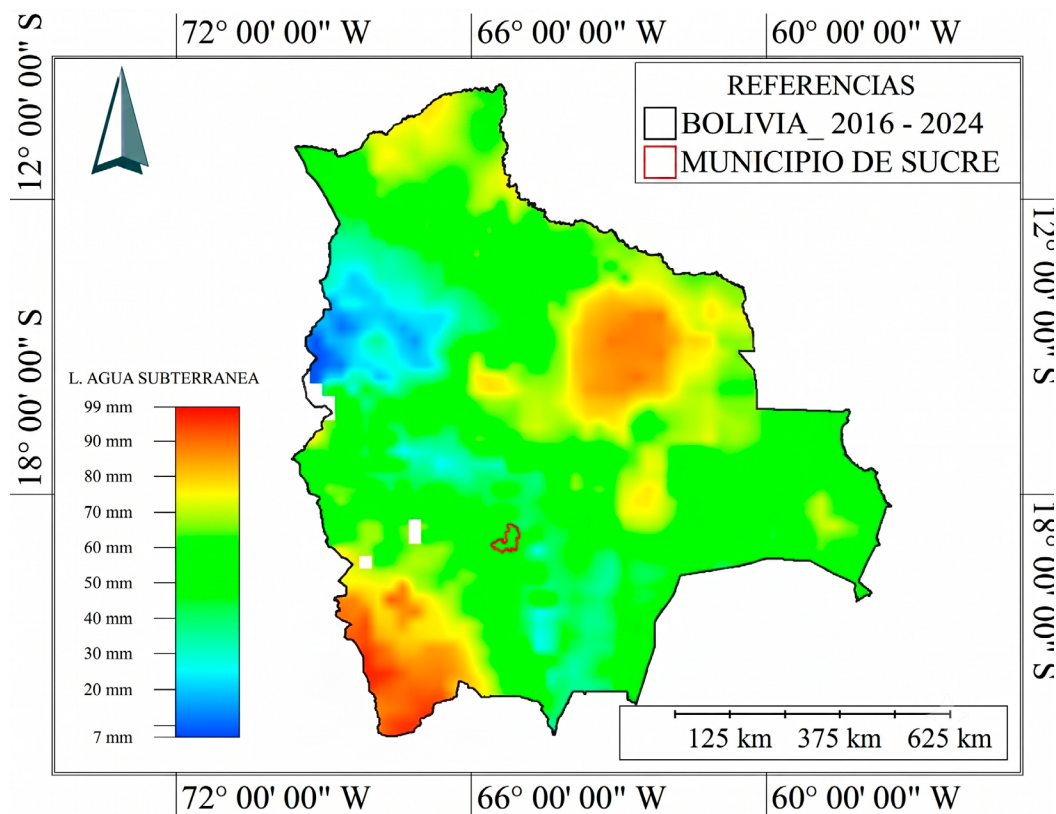


Figura S1. Análisis del potencial de agua subterránea en la región de interés mediante la aplicación de los datos de la misión GRACE



Figura S2. Generación de capas con parámetros de visualización para el índice de cambio

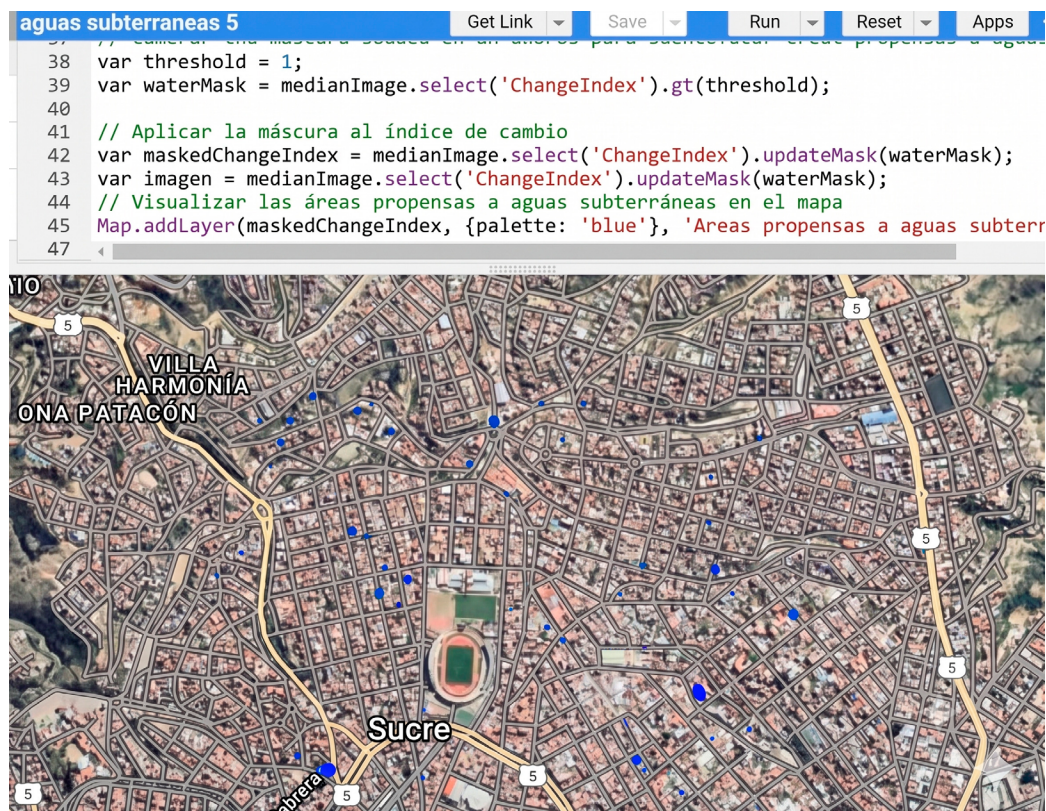


Figura S3. Visualización de sitios potenciales a aguas subterráneas

```

// Script para identificar áreas propensas a aguas subterráneas
// SUCRE

// Importar el área de interés
//var roi = ee.Geometry.Point([-65.75276, -19.58605]); // Coordenadas de Sucre, Bolivia

// Función para recortar imágenes al área de estudio
var corte = function (image){
  return image.clip(table);
}

// Definir el rango de fechas
var startDate = 'fecha de inicio';
var endDate = 'fecha final';

// Filtrar imágenes Sentinel-1
var sentinel1Collection = ee.ImageCollection('COPERNICUS/S1_GRD')
  .filterBounds(table)
  .filterDate(startDate, endDate)
  .filter(ee.Filter.listContains('transmitterReceiverPolarisation', 'VH'))
  .filter(ee.Filter.listContains('transmitterReceiverPolarisation', 'VH'))
  .filter(ee.Filter.eq('instrumentMode', 'IW')). map (corte);

// Función para calcular el índice de cambio (diferencia VH - VV)
var calculateChangeIndex = function(image) {
  var vv = image.select('VV');
  var vh = image.select('VH');
  var changeIndex = vh.subtract(vv).rename('ChangeIndex');
  return image.addBands(changeIndex);
};

// Aplicar la función de índice de cambio a la colección Sentinel-1 (S1A)
var sentinel1ChangeCollection = sentinel1Collection.map(calculateChangeIndex);

// Calcular la mediana de la serie temporal
var medianImage = sentinel1ChangeCollection.median();

// Visualizar la imagen del índice de cambio en el mapa
var visParams = {min: -10, max: 10, palette: 'green, white, red'};
Map.addLayer(medianImage.select('ChangeIndex'), visParams, 'Change Index');

// Generar una máscara basada en un umbral de valor mayor que cero para detectar sitios
// potenciales a aguas subterráneas
var threshold = 0.01;
var waterMask = medianImage.select('ChangeIndex').gt(threshold);

// Aplicar la máscara al índice de cambio
var maskedChangeIndex = medianImage.select('ChangeIndex').updateMask(waterMask);
var imagen = medianImage.select('ChangeIndex').updateMask(waterMask);

// Visualizar las áreas potenciales a aguas subterráneas en el mapa
Map.addLayer(maskedChangeIndex, {palette: 'blue'}, 'Áreas propensas a aguas subterráneas');

// descargar imagen
Export.image.toDrive({
  image: medianImage.select('ChangeIndex').updateMask(waterMask),
  description: 'potencial_aguas_subterranas',
  folder: 'aguasub',
  region: table,
  scale: 5,
  maxPixels: 1e13
    
```

Figura S4. Script desarrollado para detectar sitios propensos a aguas subterráneas

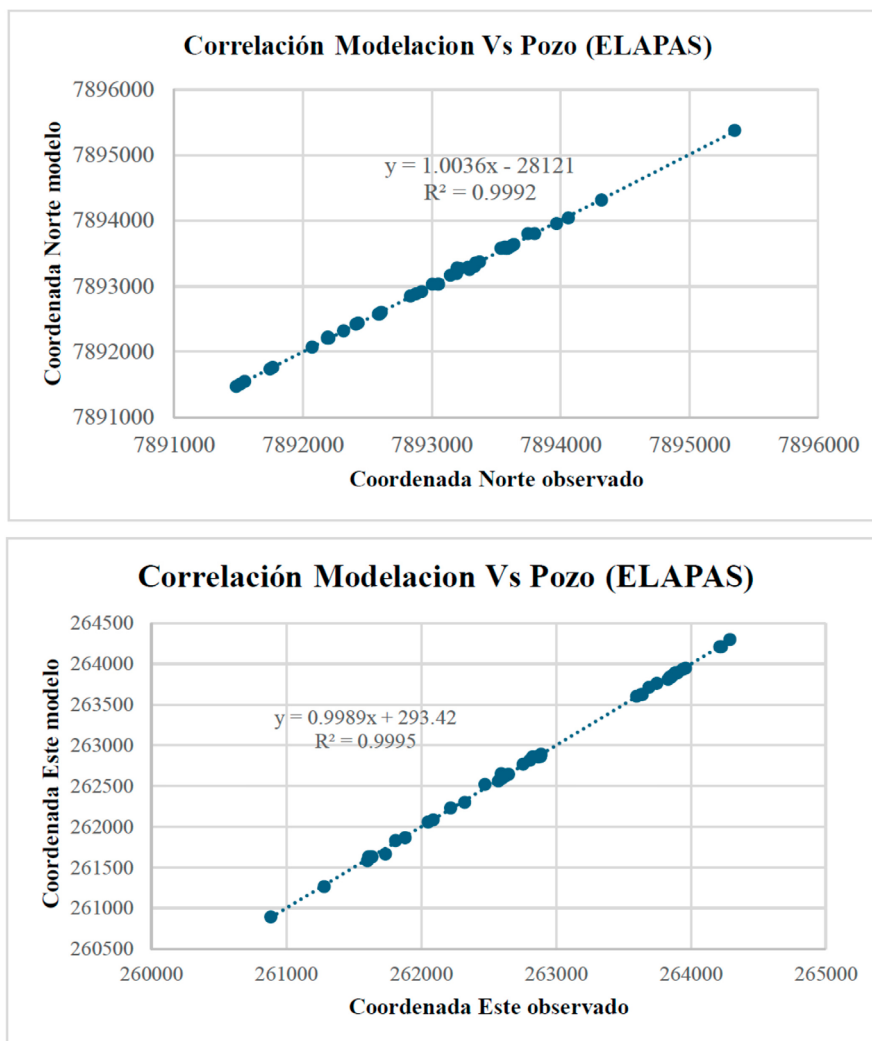


Figura S5. Análisis de correlación de coordenadas entre detecciones obtenidas por el código GEE y pozos registrados por ELAPAS

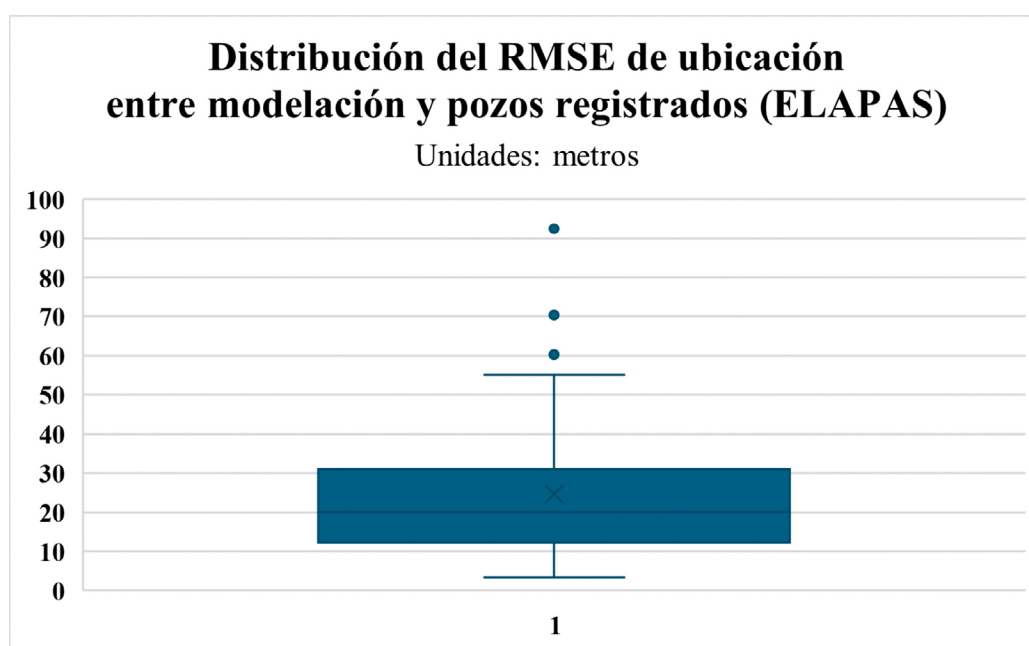


Figura S6. Análisis de distancia y error espacial (RMSE) entre detecciones obtenidas por el código GEE y pozos registrados por ELAPAS

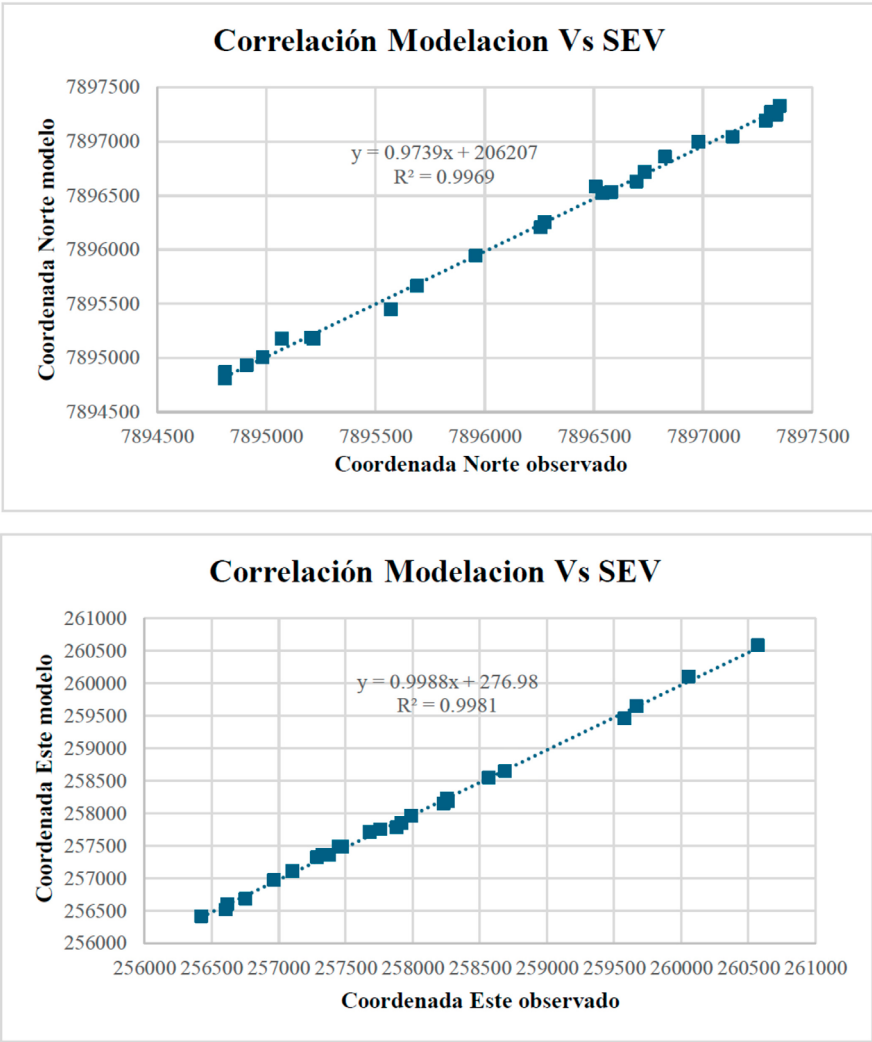


Figura S7. Análisis de correlación de coordenadas entre detecciones obtenidas por el código GEE y ensayos SEV

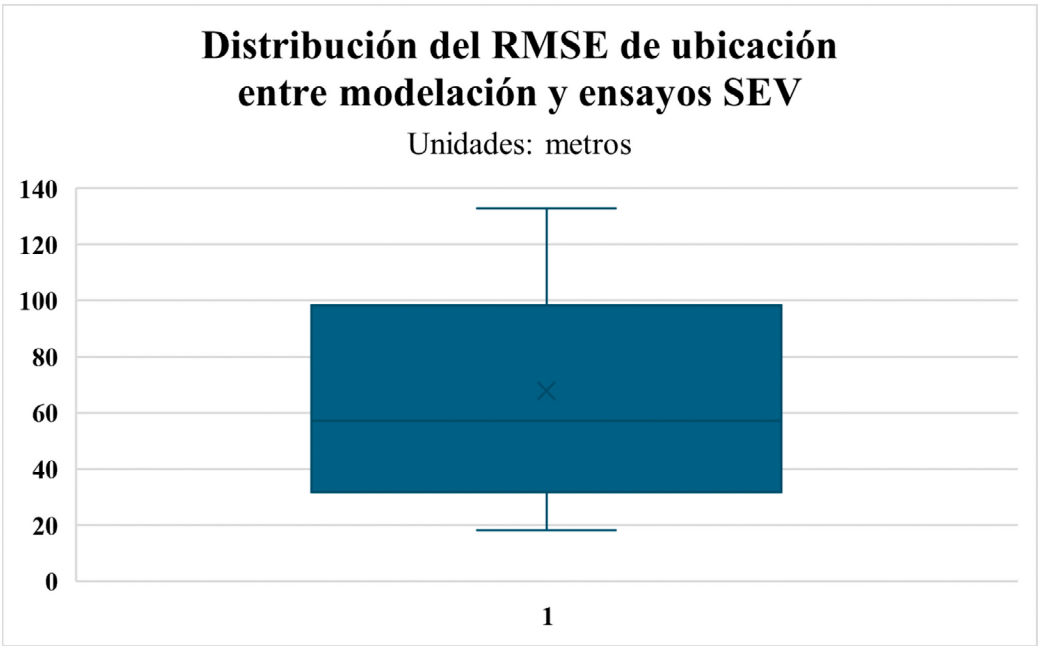


Figura S8. Análisis de distancia y error espacial (RMSE) entre detecciones obtenidas por el código GEE y ensayos SEV

