

# Teledetección urbana mediante fusión de datos radar y multiespectrales



UNIVERSITÀ DI PAVIA

# Fundamentos de la fusión de datos



UNIVERSITÀ DI PAVIA

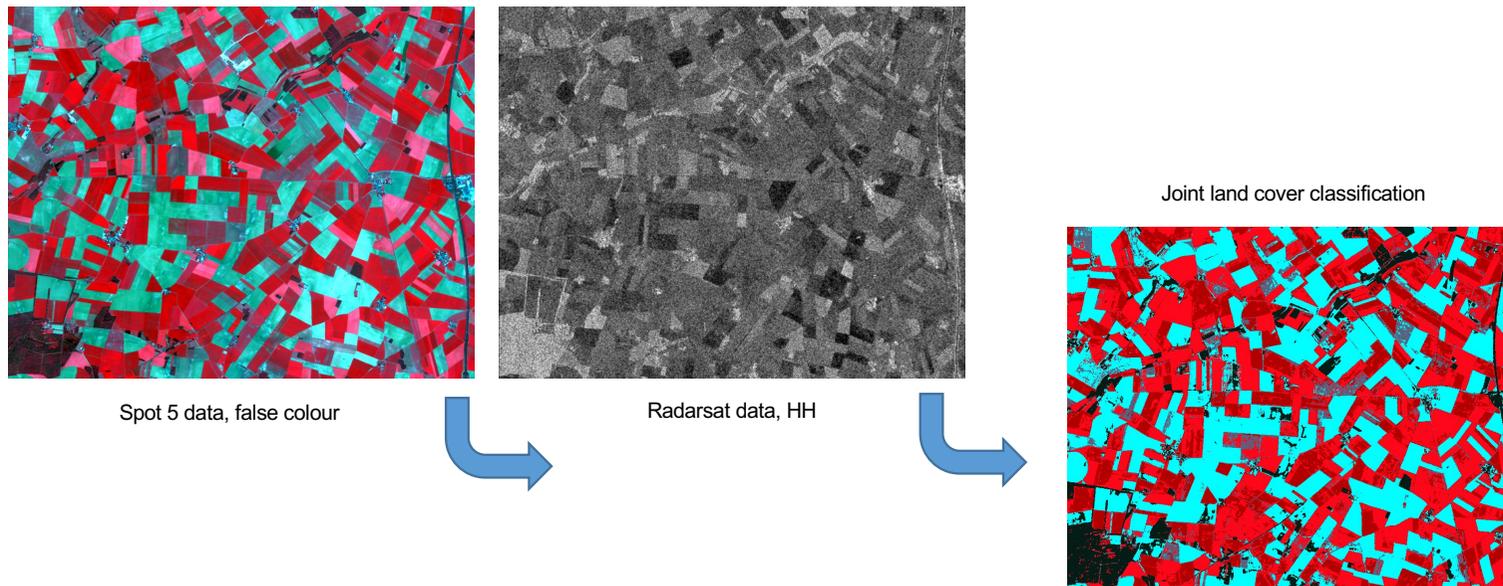
# What is geospatial data fusion?

- Definition of geospatial data fusion (L. Wald)
  - Data fusion is a formal framework that expresses the means and tools for the alliance of data originating from different sources.
  - It aims at obtaining information of greater quality; the exact definition of 'greater quality' will depend upon the application.



# Fusion of image data

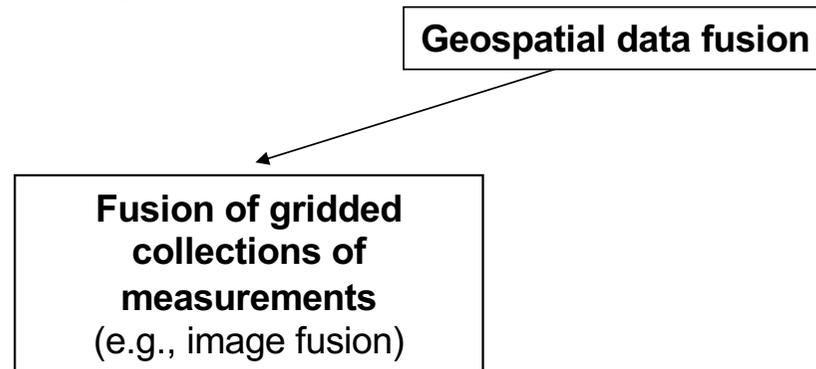
- Joint classification



Imen Hammami, Jean Dezert, Grégoire Mercier. Kohonen-Based Credal Fusion of Optical and Radar Images for Land Cover Classification. FUSION 2018, Jul 2018, CAMBRIDGE, United Kingdom. pp.1623-1630

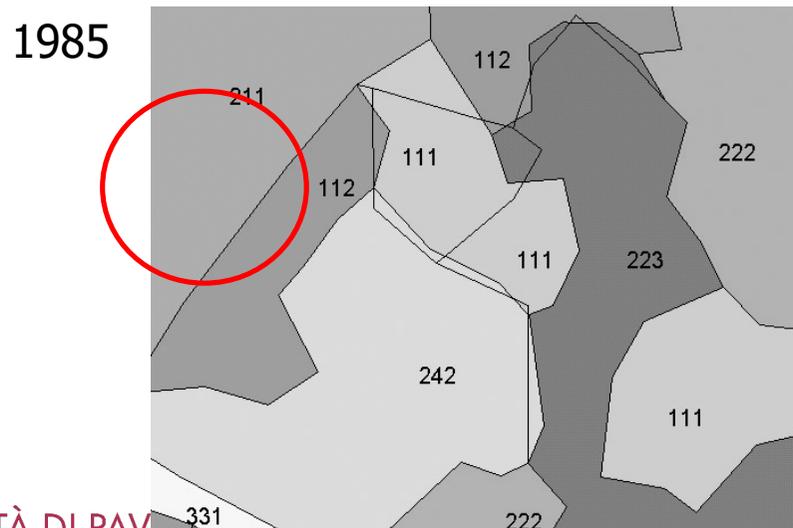


# A first type of “data fusion”



# Another example

- Second example:
  - Fusion of image data (physical parameters)
  - Fusion of data from imaging sensor and other data



GIS (polygon/vector) + image data

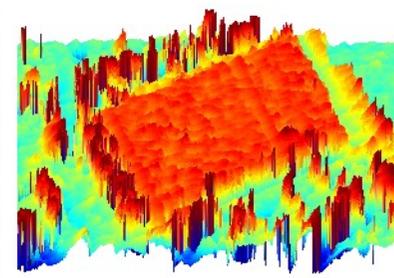


# Fusion of image and GIS data

GIS (polygon/vector) + image data



a



b



c

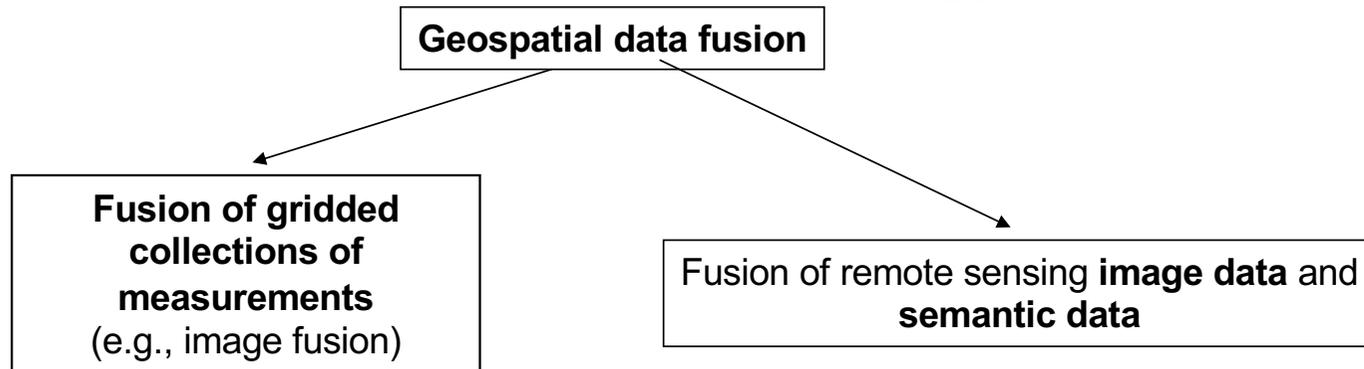


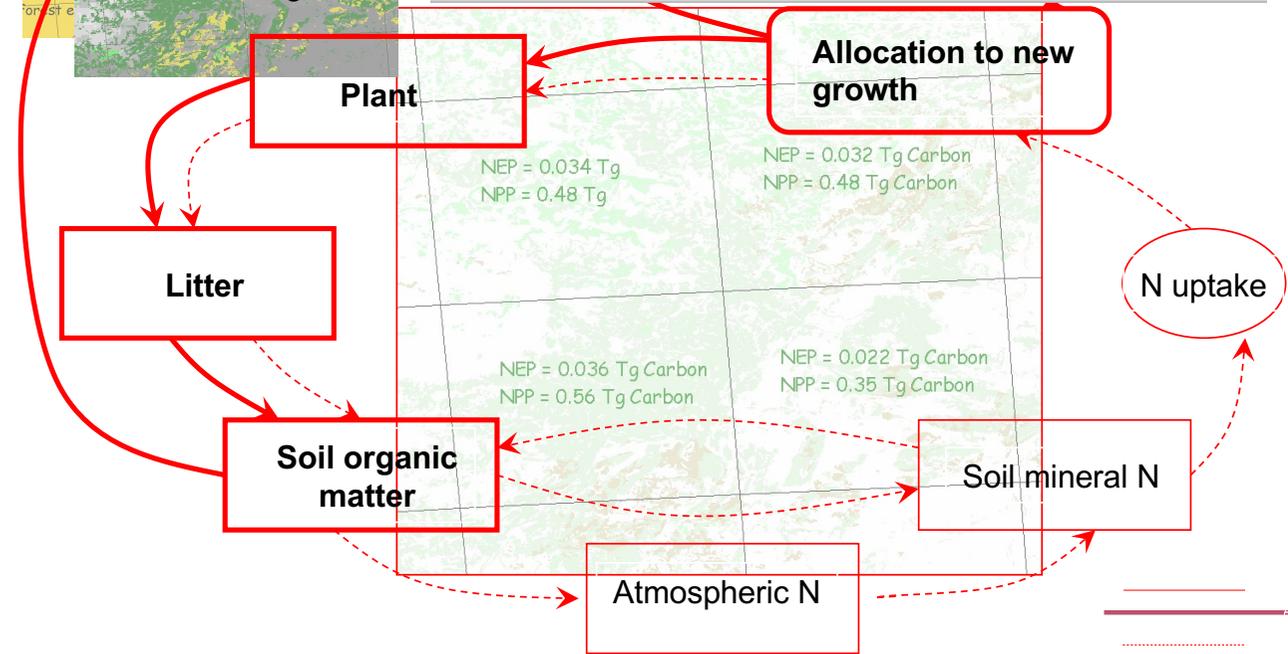
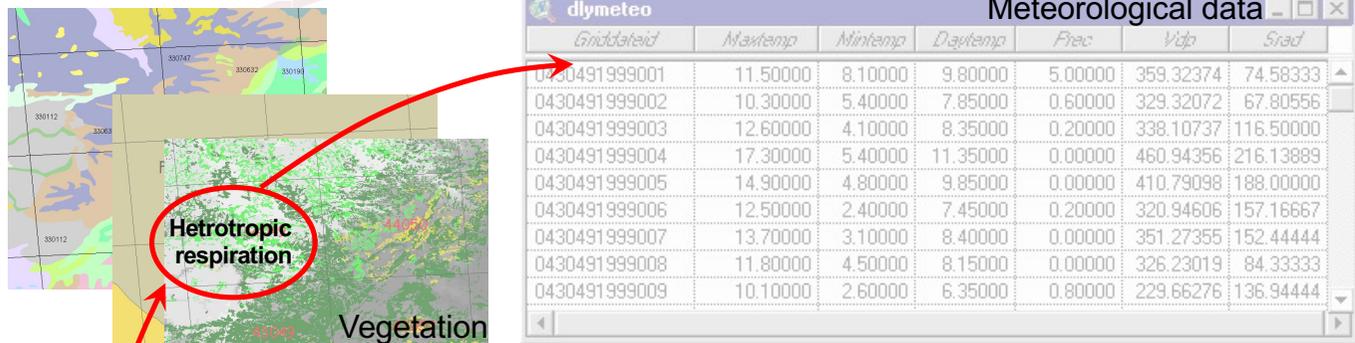
d

Thiele, A., Cadario, E., & Hinz, S.  
(Geography, 2010). FUSION OF  
INSAR AND GIS DATA FOR 3D  
BUILDING RECONSTRUCTION  
AND CHANGE DETECTION.

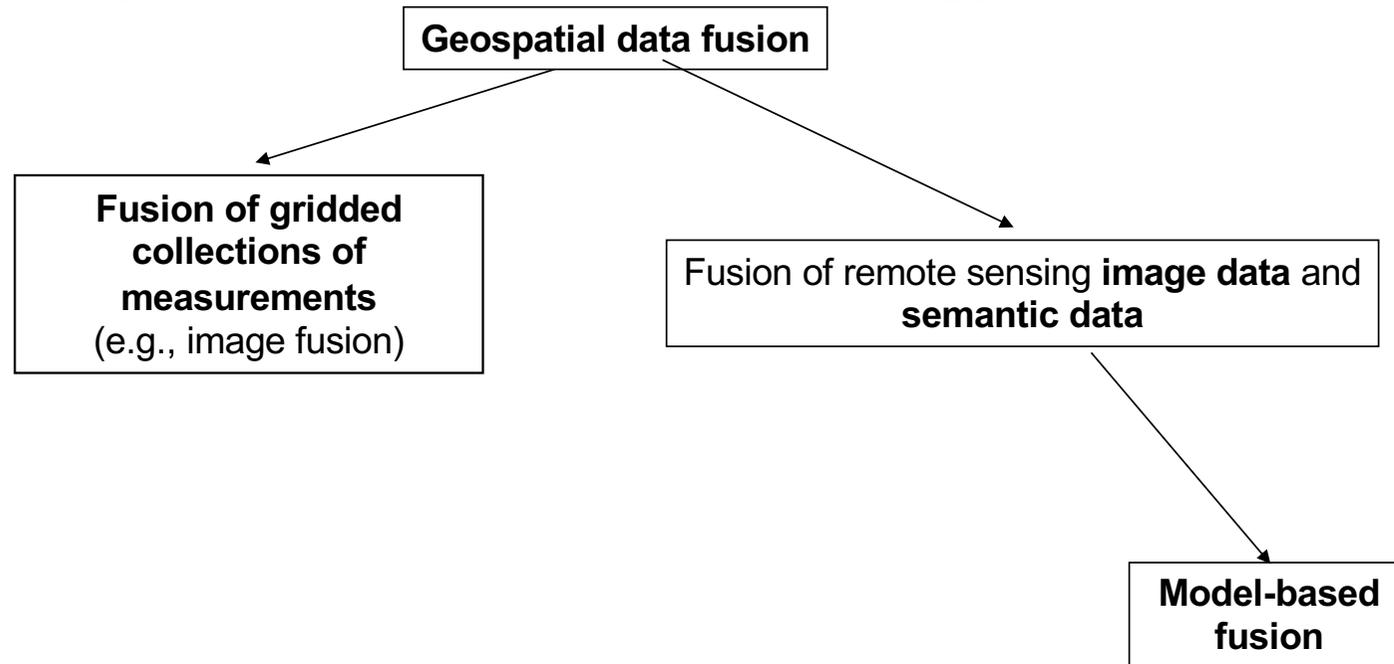


# A second type of “data fusion”





# ¿Un subtipo de “fusión de datos”?



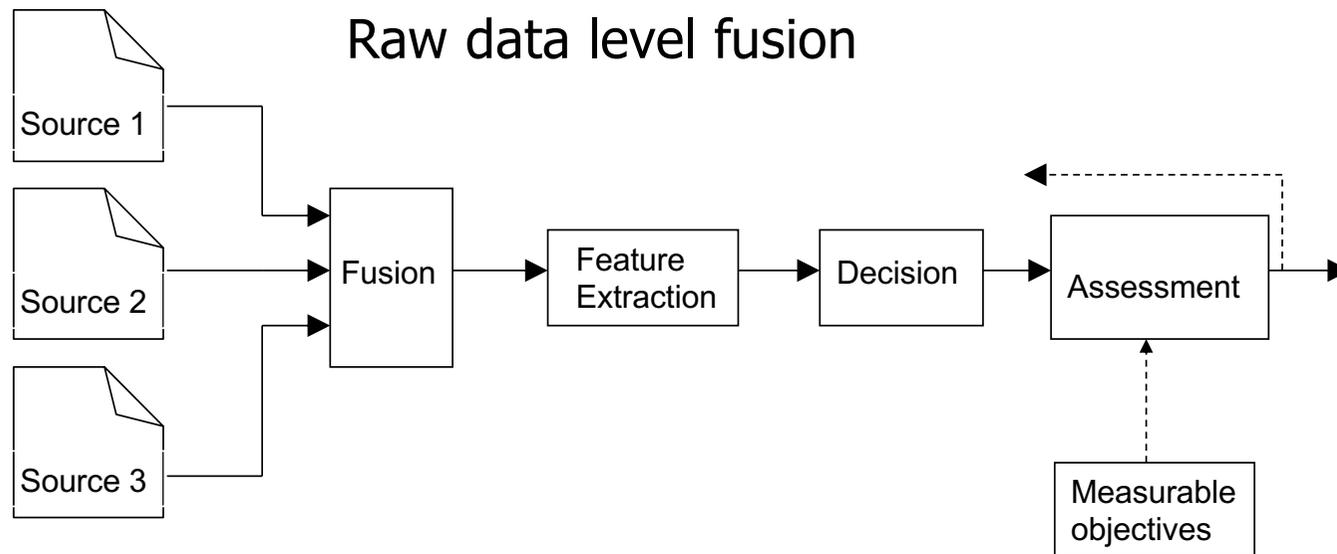
# Tipologías de fusión “transversales”

- Las técnicas de fusión de datos desarrolladas para el monitoreo de la tierra, el océano y la atmósfera enfrentan una serie de desafíos:
  - **Fusión multiescala:** los elementos del entorno incluyen características que tienen sentido en diferentes escalas geográficas. La escala de análisis define la leyenda del entorno: por ejemplo, una intersección se reconoce por una relación espacial entre caminos, mientras que cada camino está conectado a la cubierta de asfalto (u hormigón) a través de sus espectros.
  - **Fusión multisensor:** múltiples sensores pueden ser útiles para extraer diferentes características, y cada vez más sensores están ampliando las posibilidades, como los sensores hiperespectrales para la identificación de materiales, LIDAR para la extracción de la altura de los objetos, datos térmicos para la temperatura de la superficie, radiómetros pasivos para la humedad del suelo.
  - **Análisis multitemporal:** la disponibilidad de datos registrados en diferentes momentos del día, o en diferentes estaciones, o antes y después de un evento específico es cada vez más amplia, capturando tanto las tendencias a largo plazo (urbanización, desertificación, ...) como las amenazas repentinas debido a eventos catastróficos naturales y provocados por el hombre.

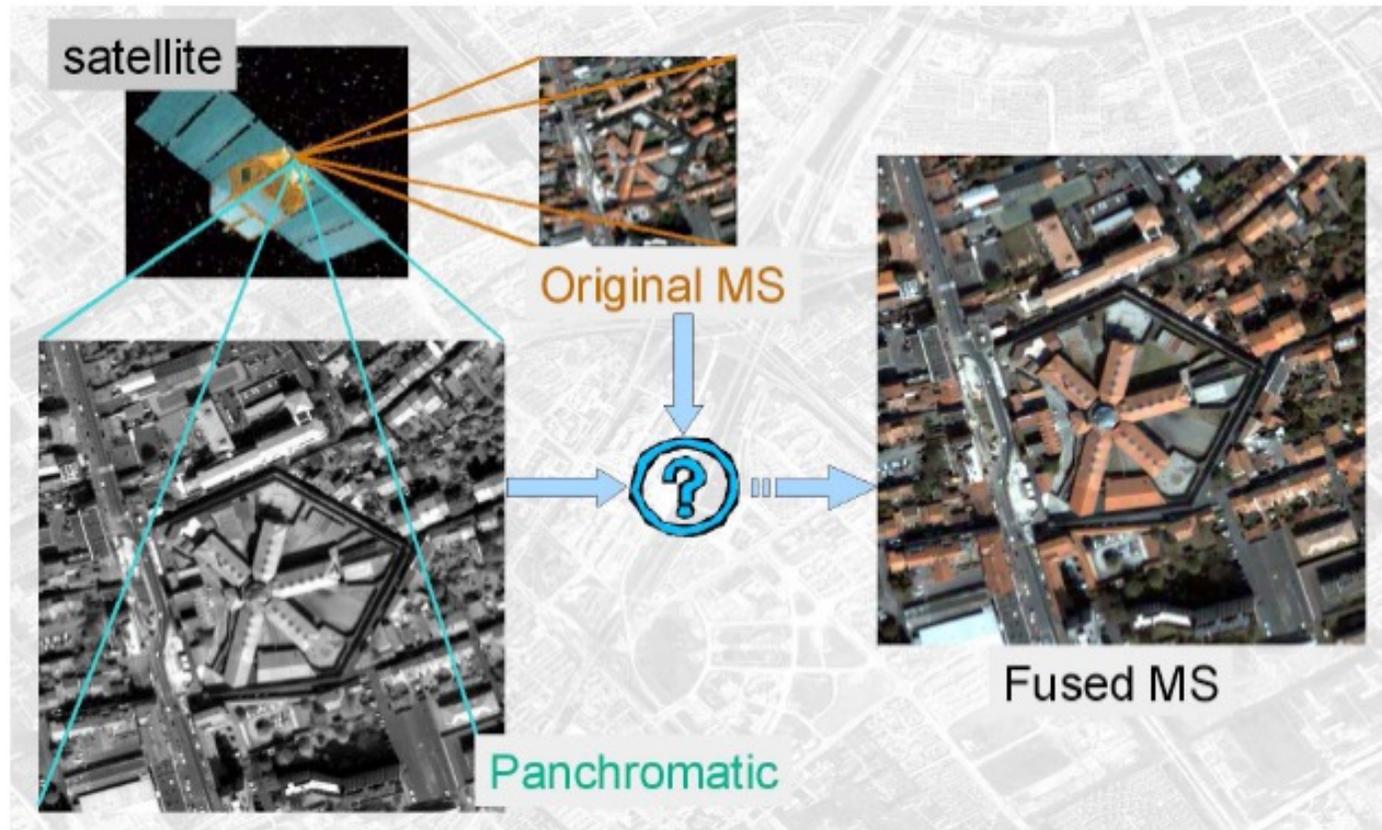


# Fusión de niveles de datos (sin procesar)

- Características de la fusión a nivel de datos no processados
  - Fusión de datos originales si las mediciones son proporcionales o están suficientemente correlacionadas (por ejemplo, si se refieren al mismo fenómeno físico)
  - Se traduce en una fusión de datos a “nivel de píxel” en imágenes de teledetección
  - Los datos deben estar geocodificados o co-registrados

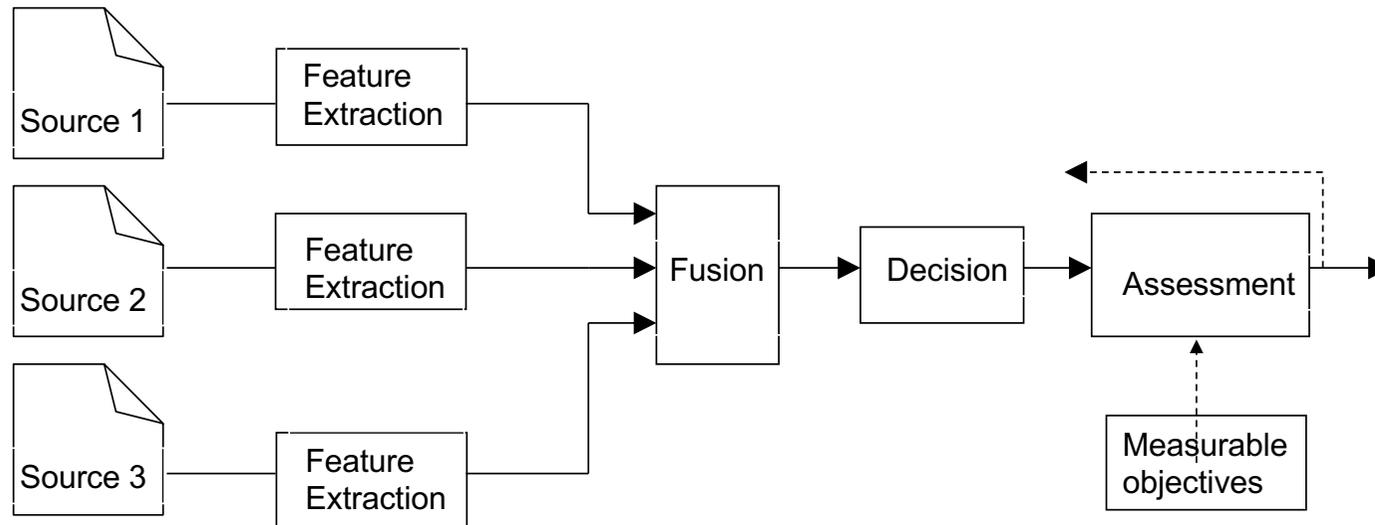


# Pansharpening

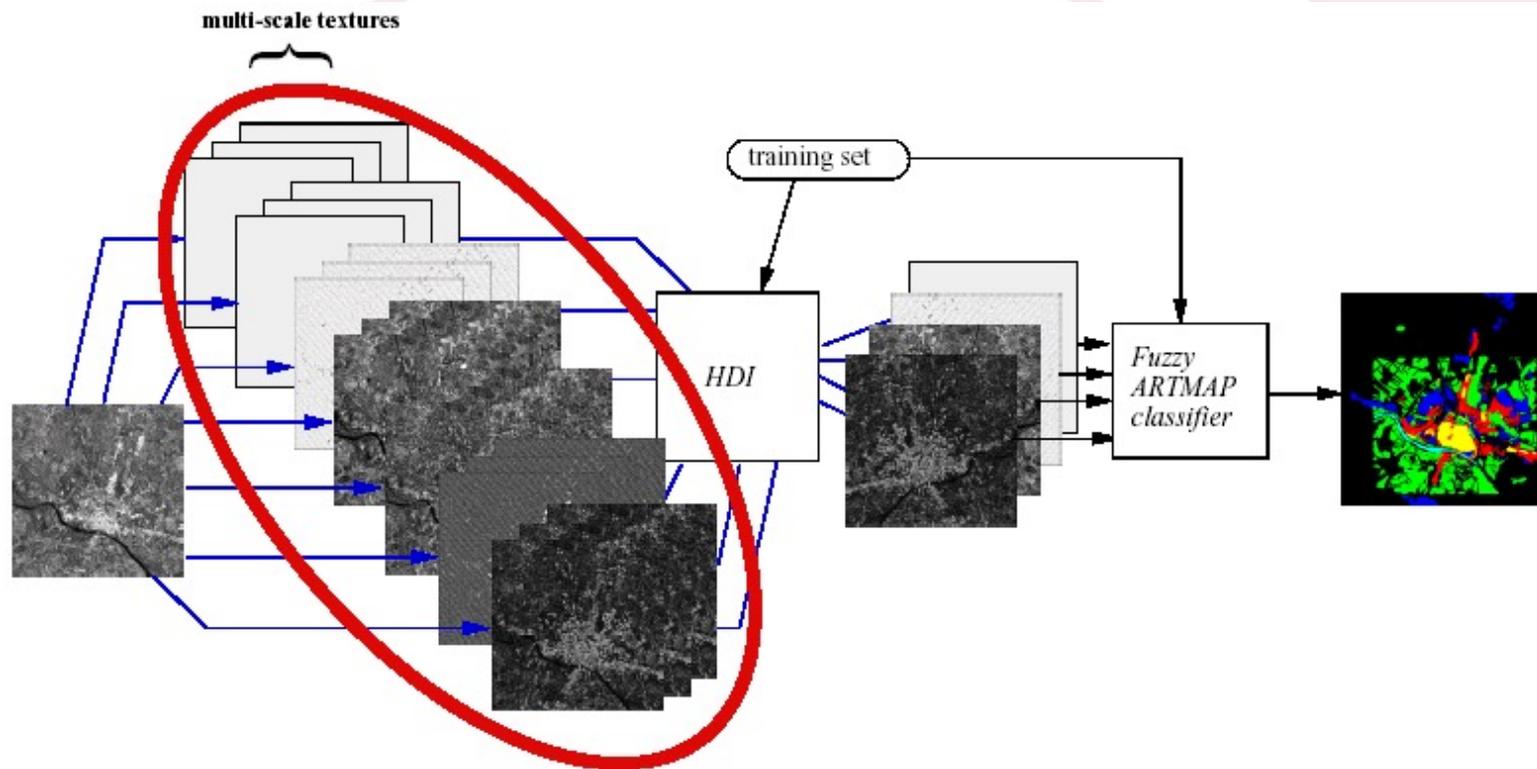


# Fusión de datos a nivel de características

- Características de la fusión a nivel de características
  - La fusión a nivel de características requiere la extracción de características representativas y la definición de funciones discriminantes directamente de los datos de imágenes o de los objetos extraídos (por ejemplo, después de la segmentación de imágenes)



# Otro problema importante

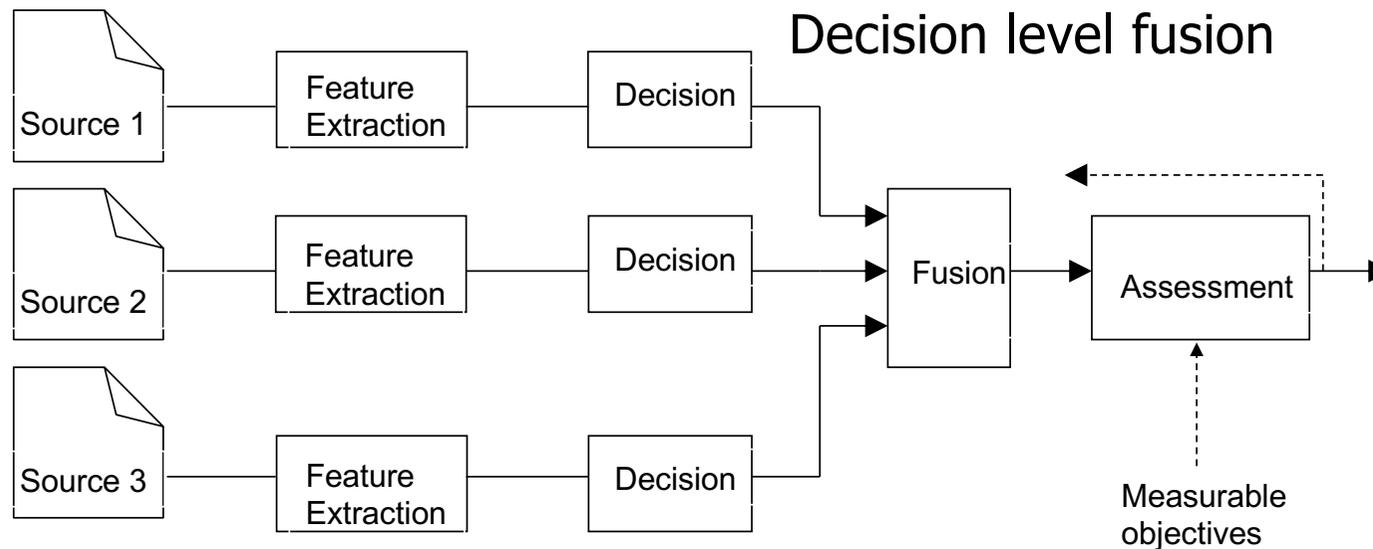


- Fabio Dell' Acqua, Paolo Gamba, Gianni Lisini, Road map extraction by multiple detectors in fine spatial resolution SAR data, Canadian Journal of Remote Sensing. vol. 29, n. 4, pp. 481-490, August.2003.

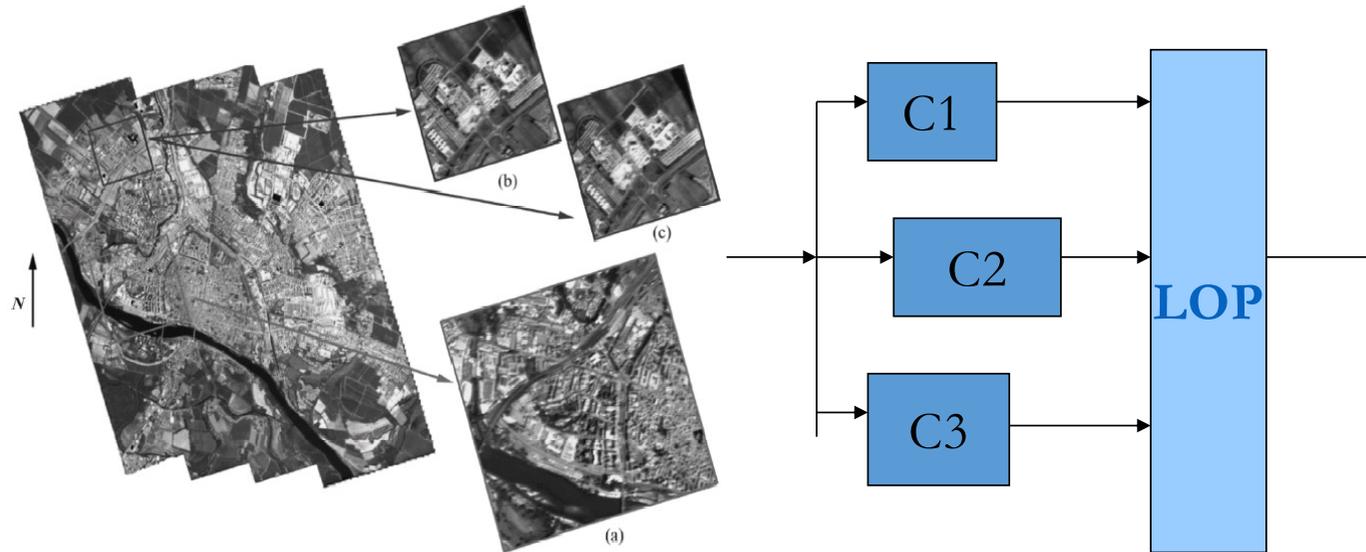


# Fusión de datos a nivel de decisión

- La fusión a nivel de decisión se basa en la determinación preliminar de los atributos de la entidad.
- La información se extrae de imágenes individuales y se combina para obtener una mejor comprensión de los objetos observados.
- Muchos enfoques basados en SIG pueden considerarse como fusión a nivel de decisión.



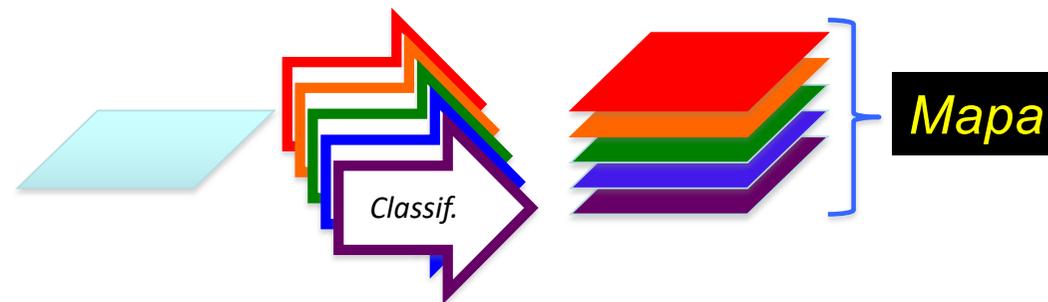
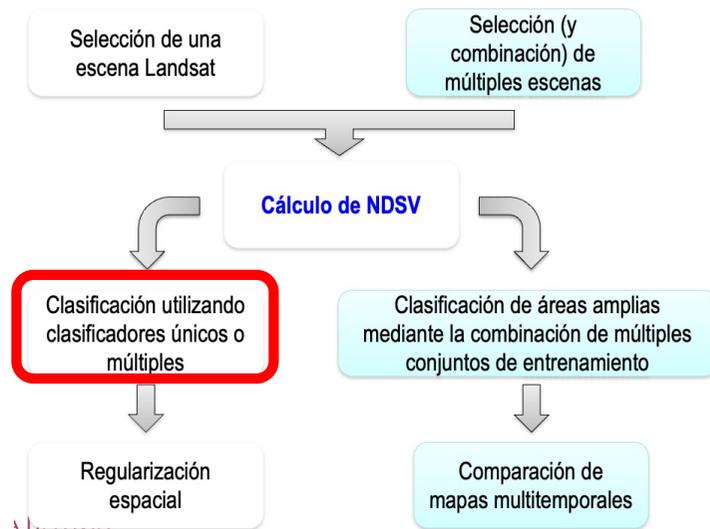
# Clasificadores múltiples



F. Dell'Acqua, P. Gamba, A. Ferrari, J. A. Palmason, J. A. Benediktsson, K. Arnason, "Exploiting Spectral and Spatial Information in Hyperspectral Urban Data With High Resolution", IEEE GEOSCIENCE AND REMOTE SENSING LETTERS, VOL. 1, NO. 4, OCTOBER 2004, pp. 322-326.



# Ya visto: clasificadores múltiples

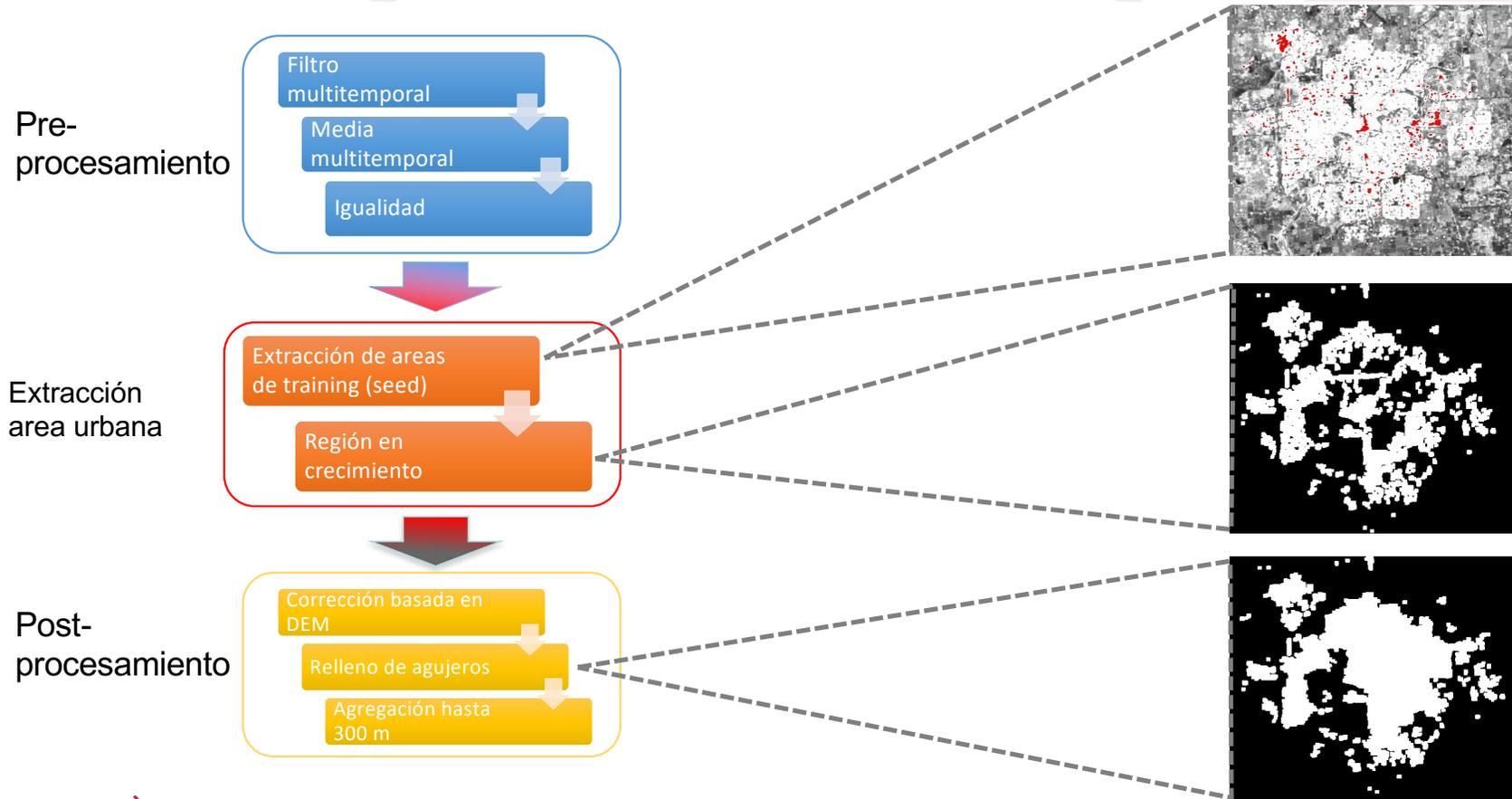


# Fusión a nivel de características

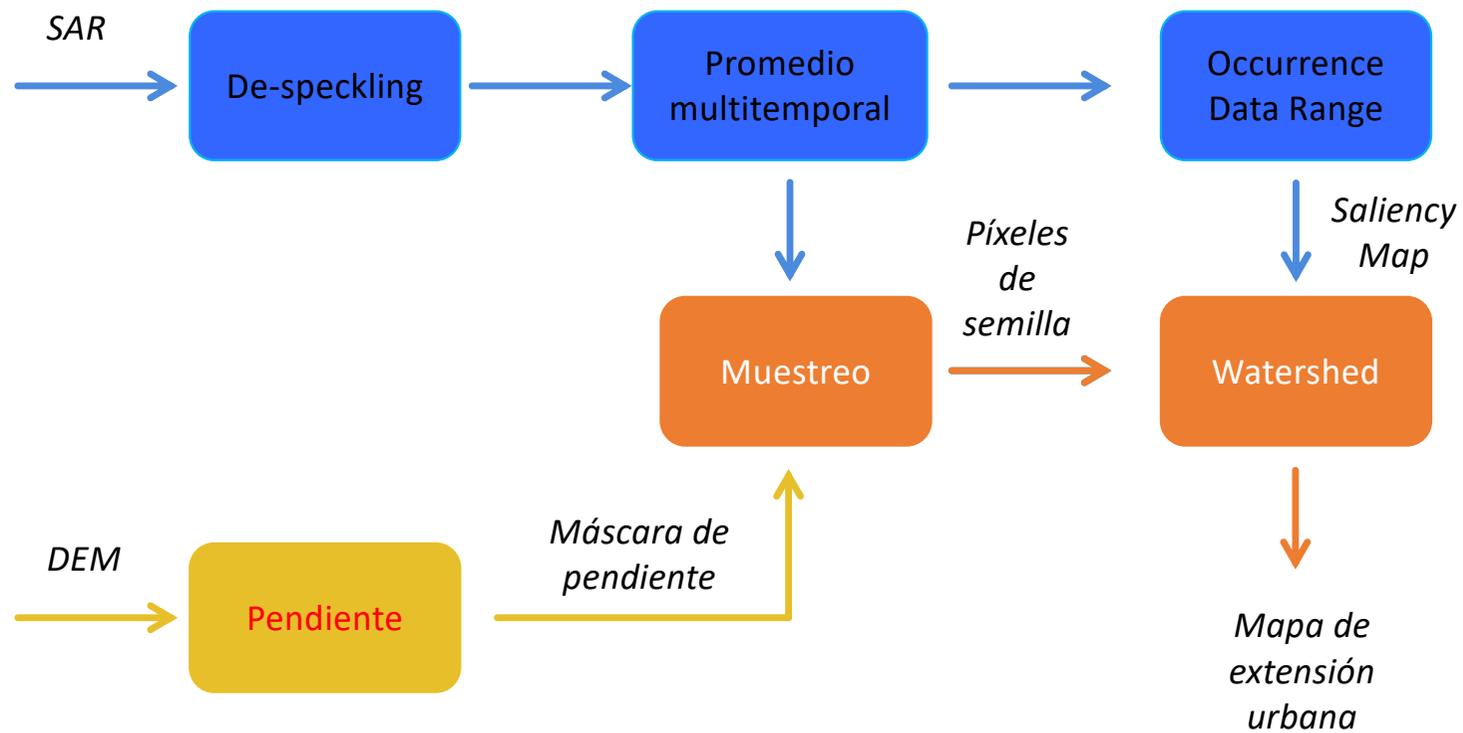


UNIVERSITÀ DI PAVIA

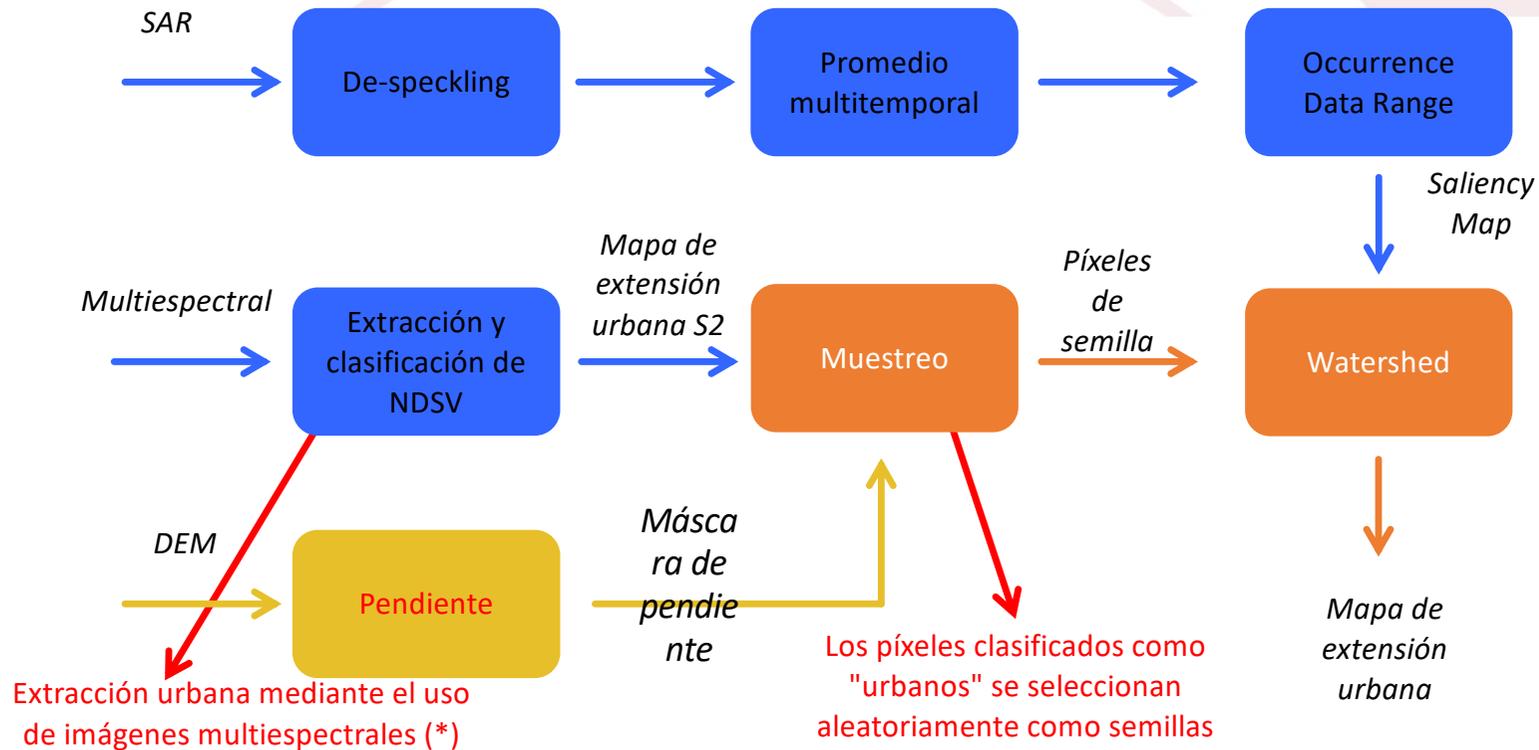
# Urban EXTraction: metodología



# Implementación de UEXT



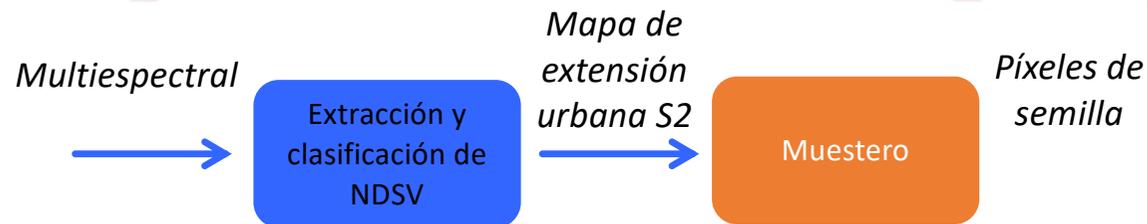
# S1 & S2 – Nivel de características



- N.N. Patel, E. Angiuli, P. Gamba, A. Gaughan, G. Lisini, F.R. Stevens, A.J. Tatem, and G. Trianni “Multitemporal settlement and population mapping from Landsat using Google Earth Engine”, J. of Applied Earth Observation and Remote Sensing, doi: 10.1016/j.jag.2014.09.005, Vol. 35, Part B, pp. 199-208, March 2015.



# S1 & S2 – Nivel de características

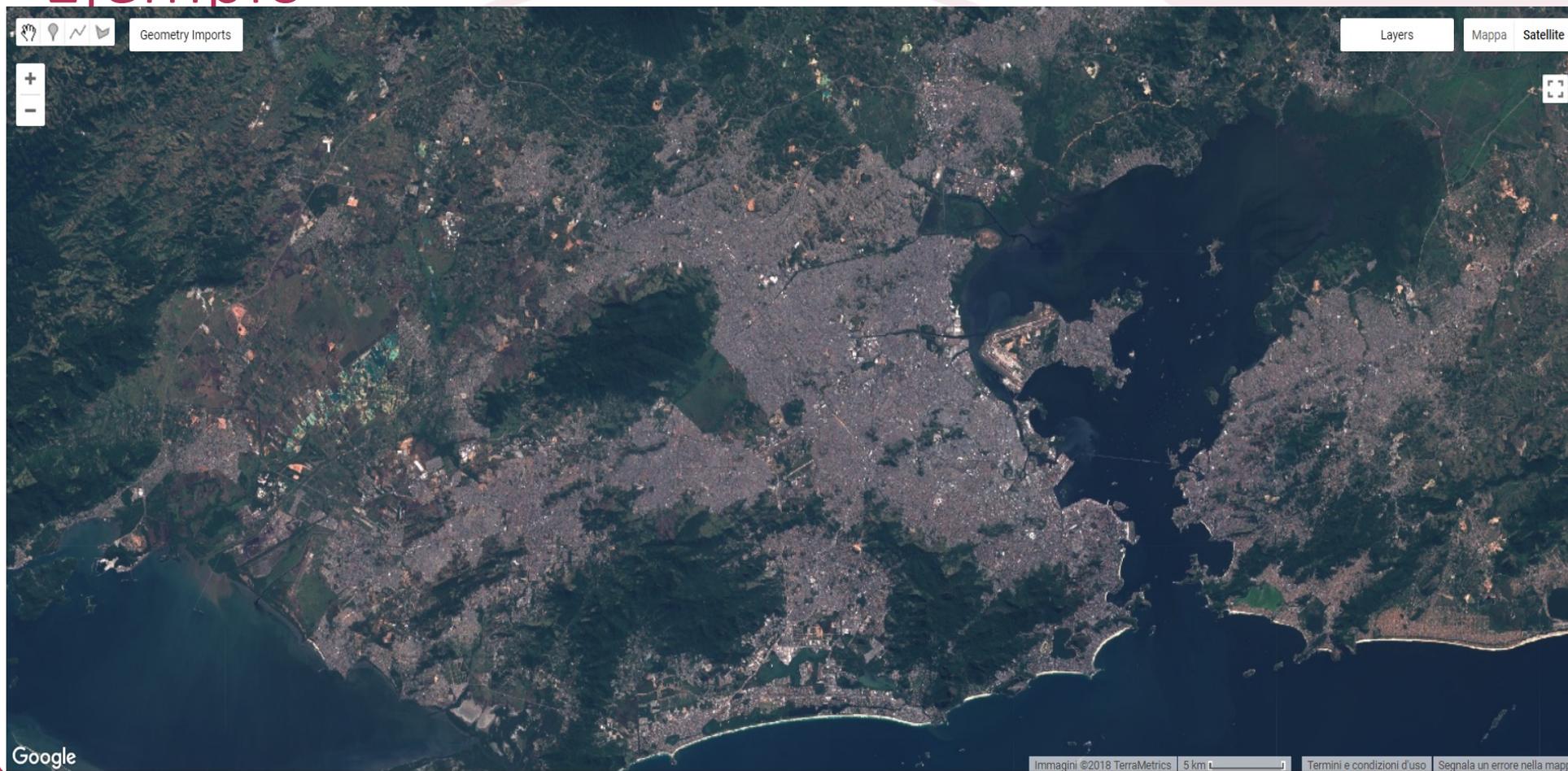


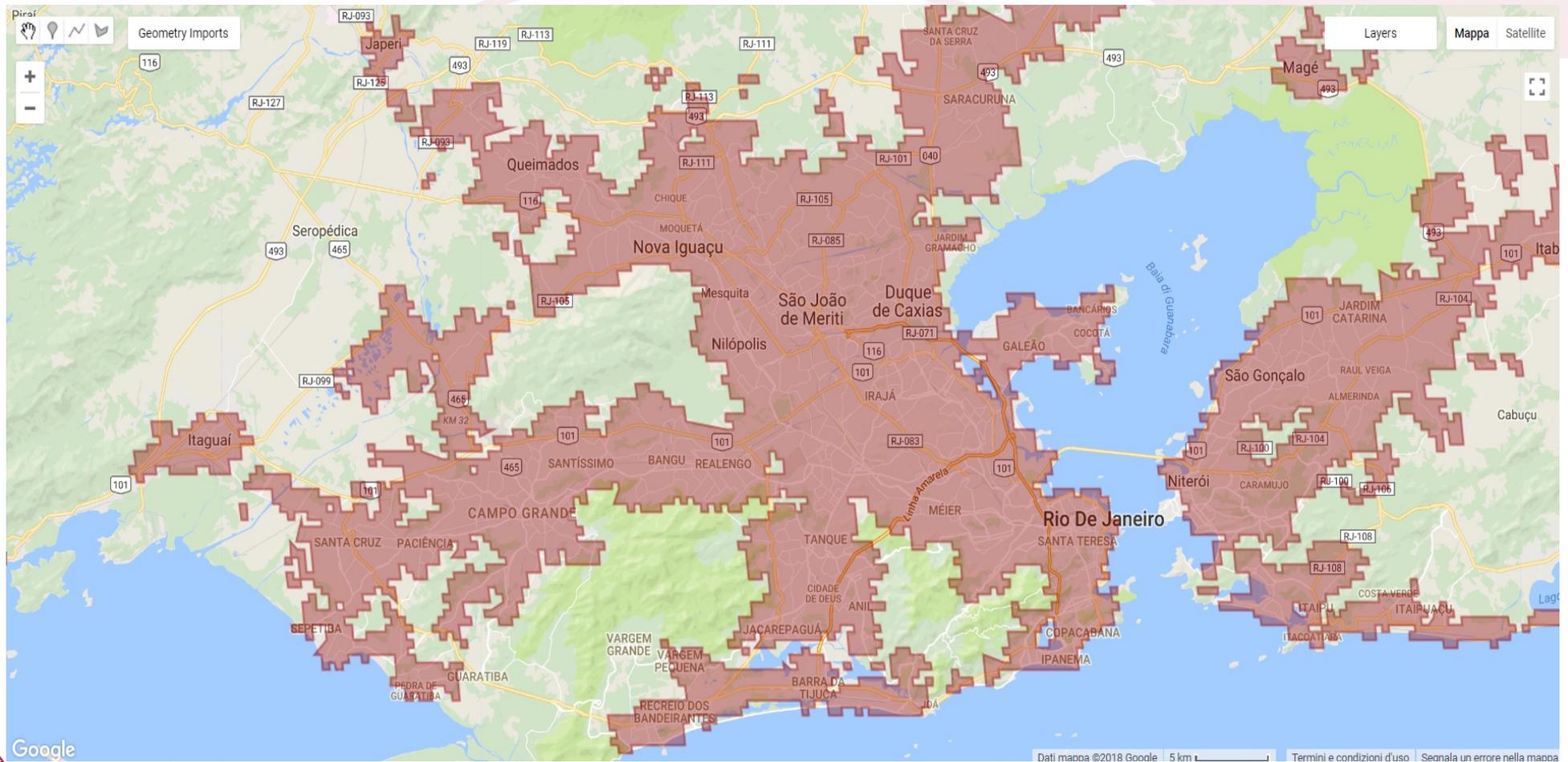
- Se establece como entrada una imagen compuesta más verde sin nubes S2
- NDSV representa el conjunto de características:

$$f(b_i, b_j) = \frac{b_i - b_j}{b_i + b_j} \quad , \quad NDSV = \begin{bmatrix} f(b_1, b_2) \\ f(b_1, b_3) \\ \dots \\ f(b_{n-1}, b_n) \end{bmatrix}$$

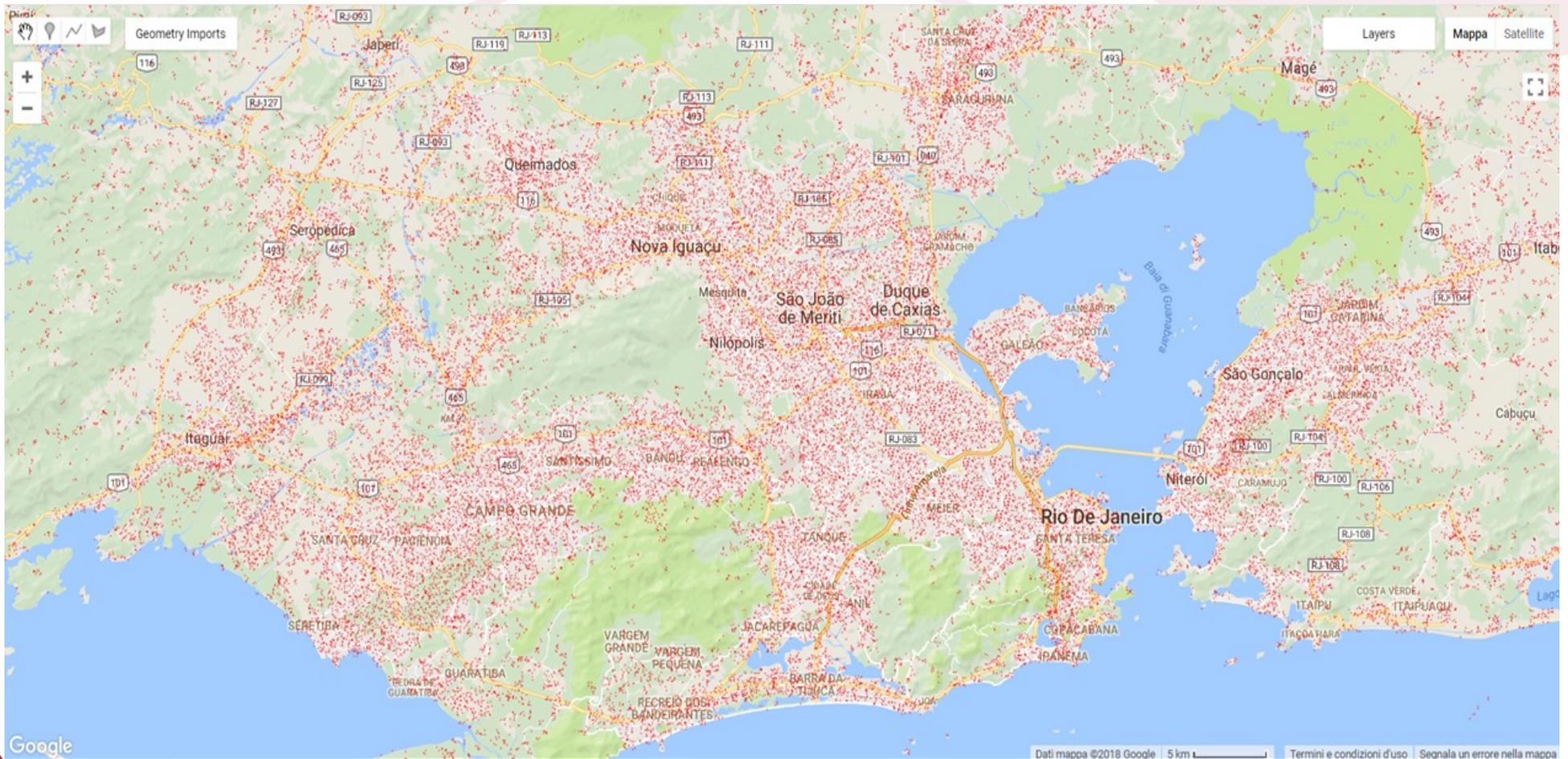


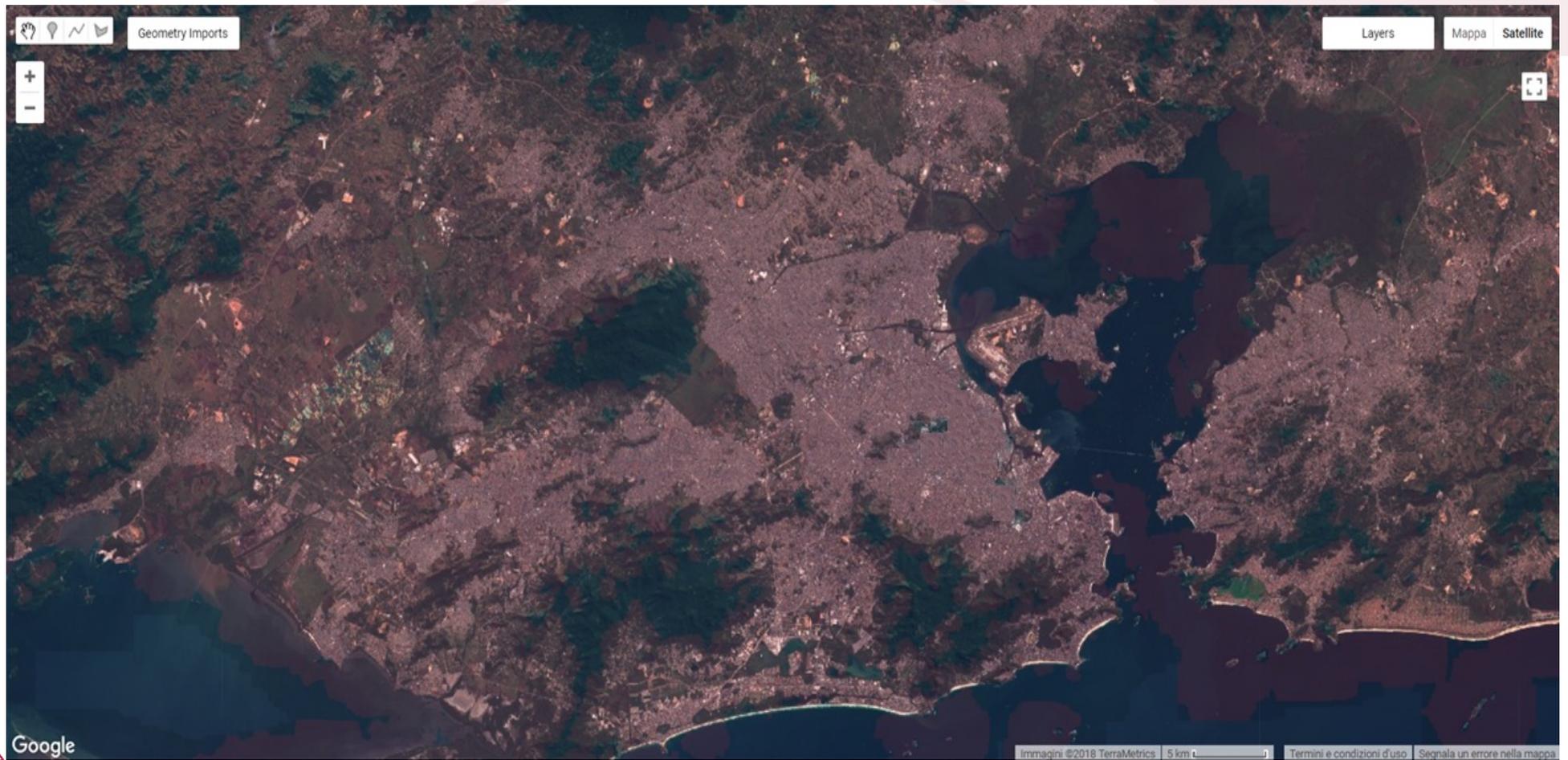
# Ejemplo



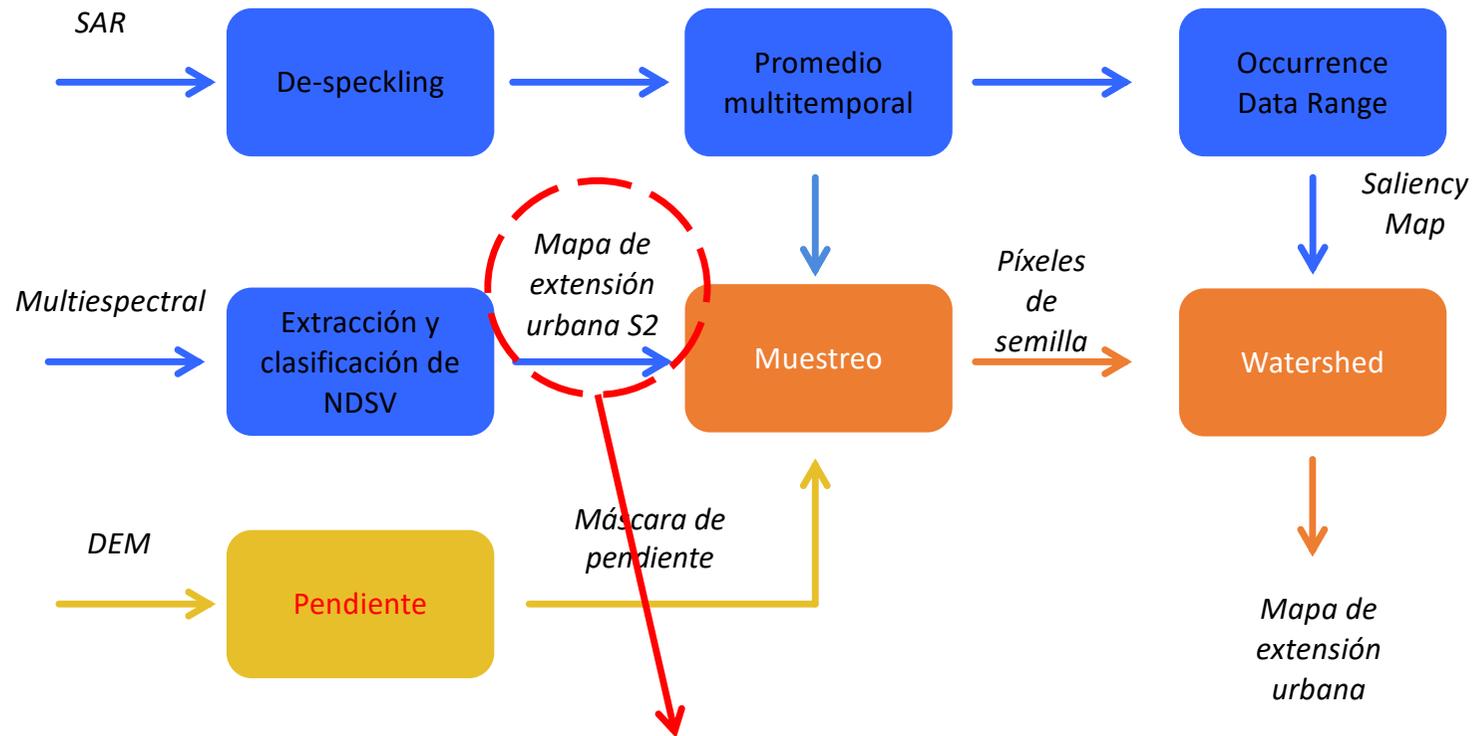








# Segunda metodología



La salida derivada de Sentinel-2 se utiliza para enmascarar las semillas de falsos positivos de Sentinel-1.



# Fusión de datos S1 y S2: pasos del proceso



# Resultados de la comparación



Primer acercamiento  
OA = 80% - k = 0.6

- ✓ Rápido
- ✓ Sin nubes
- ❖ Falsos positivos en zonas con vegetación y regiones montañosas



Segundo enfoque  
OA = 75% - k = 0.5

- ❖ Falsos positivos en áreas con vegetación y regiones montañosas
- ❖ Semillas en mínimos locales y, por lo tanto, limitadas en la segmentación de cuencas hidrográficas
- ❖ Semillas en áreas urbanas mal clasificadas



Tercer enfoque  
OA = 82% - k = 0.65

- ✓ Explotación de dos fuentes de datos
- ✓ Baja presencia de falsos positivos
- ❖ Los parámetros del algoritmo deben ajustarse en función del entorno urbano



# Algunos ejemplos

