



Departamento de Geociencias & Medio Ambiente

CURSO SENSORES REMOTOS

Taller 5. Imágenes de radar

versión del taller: 21 de agosto de 2025

1. Procedimiento

Sentinel-1 incluye dos satélites con un Radar de Apertura Sintética (SAR) de banda C. Sentinel-1A fue lanzado el 3 de abril de 2014, mientras que el Sentinel-1B se lanzó el 25 de abril de 2016, separados por una órbita de 180° en conjunto cubren el planeta cada 6 días. A continuación se presentan las características de las imágenes del Sentinel-1:

Las imágenes Sentinel-1 pueden ser descargadas de <https://search.earthdata.nasa.gov/search> y de <https://scihub.copernicus.eu/dhus/#/home>. De acuerdo con la página del Sentinel-1 (<https://sentinel.esa.int/web/sentinel/technical-guides/sentinel-1-sar>) los modos y niveles de la información son los siguientes:

The SENTINEL-1 Synthetic Aperture Radar (SAR) instrument may acquire data in four exclusive modes:

1. Stripmap (SM). This is a standard SAR stripmap imaging mode where the ground swath is illuminated with a continuous sequence of pulses and with the antenna beam pointing to a fixed azimuth and elevation angle.
2. Interferometric Wide swath (IW). Data is acquired in three swaths using the Terrain Observation with Progressive Scanning SAR (TOPSAR) imaging technique. In IW mode, bursts are synchronised from pass to pass to ensure alignment of interferometric pairs.
3. Extra Wide swath (EW). Data is acquired in five swaths using the TOPSAR imaging technique. EW mode provides very large swath coverage at the expense of spatial resolution.

Sensor Name	RADARSAT-2	Sentinel-1A	RISAT-1
Agency	Canadian Space Program (CSP)	European Space Agency (ESA)	Indian Space Research Organization (ISRO)
Instrument	C-band SAR (5.4 GHz)	C-band SAR (5.4 GHz)	C-band SAR (5.35 GHz)
Incidence Angle	Side-looking, 15-45° off-nadir	Side-looking, 15-45° off-nadir	36.85 deg.
Polarization	HH, HV, VV and VH	(VV and VH) or (HH and HV)	HH and HV
Sensor Height at Equator	798 km	693 km	542 km
Orbit	Sun Synchronous (dusk/dawn)	Sun Synchronous (dusk/dawn)	Sun Synchronous (dusk/dawn)
Revisit time (Orbit Repeat cycle)	24 days	12 days	25 days
Resolution	100 m	5 m X 20 m	~25 meters
Swath Width	500 km (ScanSAR mode)	250 km (IWS mode)	115 km (MRS)
Mean local time	6:00 AM Descending	6:00 AM Descending	6:00 AM
Launch	Dec 14 th , 2007	April 3 rd , 2014	April 26 th , 2012
Planned Lifetime	7 years minimum	7 years	5 years

- Wave (WV). Data is acquired in small stripmap scenes called 'vignettes', situated at regular intervals of 100 km along track. The vignettes are acquired by alternating; acquiring one vignette at a near range incidence angle while the next vignette is acquired at a far range incidence angle

SM, IW and EW Level-0 products are generated as Product Slices and systematically processed to Level-1 and Level-2 slice products. Level-0 products contain the compressed and unprocessed instrument source packets. Level-1 focused data is the product intended for most data users and is generally available. The Level-0 product is transformed into a Level-1 product by the application of algorithms and calibration data to form a baseline engineering product, from which higher levels are derived. Level-2 consists of geo-located geophysical products derived from Level-1.

Para el procesamiento de los datos del Sentinel-1 se puede utilizar el software abierto y libre SNAP desarrollado por la European Spatial Agency (ESA). El SNAP puede ser descargado de <http://step.esa.int/main/download/>. A continuación se describirán los pasos a seguir en SNAP.

1.1. Descarga

- Diríjase al portar <https://search.asf.alaska.edu/>
- Defina con el cursos el área de interés
- Seleccione la base de datos a utilizar, en este caso Sentinel-1
- Presione Update

En la parte inferior se obtiene el listado de las imágenes que cumplen con el criterio de búsqueda. Sobre la imagen se obtiene el área que cubre cada una. Al seleccionar una imagen se puede observar sobre el buscador, y sobre la parte derecha los metadatos de la imagen seleccionada, tales como fecha, modo de toma, el path y el frame, así como la dirección de vuelo y las bandas de polarización. En la parte inferior derecha aparece el listado de las diferentes opciones que tiene para descargar la imagen. Se recomienda descargar la imagen L1 Detected High-Res Dual-Pol.

1.2. SNAP

- Abra el software SNAP en su computador
- Vaya a la pestaña File – Open Product y desde la ventana emergente diríjase a la carpeta donde tiene almacenada la imagen Sentinel-1. La imagen descarga en un archivo comprimido, sin embargo no se requiere descomprimir. SNAP lo puede leer directamente. Simplemente seleccione la carpeta .zip y SNAP lo carga al Product Explorer. Desde allí puede desplegar las diferentes carpetas contenidas.
- Seleccione en la carpeta Metadata – Abstracted_Metadata para conocer los detalles de la imagen
- Diríjase a la carpeta Bands. Allí encuentra las bandas de amplitud e intensidad, tanto para polarización VH (vertical-horizontal) como VV (vertical-vertical).
- Luego de esperar algunos segundos, de acuerdo con la capacidad de su máquina y el tamaño de la imagen se obtiene la imagen en el visor.
- En la parte inferior derecha se observan diferentes pestañas, donde puede encontrar de World view que ubica la imagen, así como una pestaña denominada Color, donde se presenta un histograma de la imagen. Si no observa estas pestañas las puede activar desde la pestaña View – Tool Window.
- Tenga en cuenta que la imagen que está observando está invertida en términos de E-W, y con efecto salt-and-pepper (speckle).

- Desde la pestaña Pixel Info puede recorrer la imagen obteniendo el valor y coordenadas de cada celda.

1.3. Crear imagen RGB

- Seleccione la imagen y de click derecho. Se despliega una serie de opciones, seleccione Open RGB Image Window.
- En la ventana emergente seleccione en el canal Red la banda Intensity_VV, en el canal Green la banda Intensity_VH, y en el canal Blue la relación entre las bandas Intensity_VV e Intensity_VH.
- Analice el resultado y explore las demás opciones.

1.4. Preprocesamiento radiométrico

- Para procesar la imagen se recomienda utilizar una pequeña área de toda la imagen, de tal forma que pueda ser más eficiente el análisis. Para eso debe dirigirse a la pestaña Raster – Subset y desde allí definir el área. Una nueva carpeta se crea en el Product Explorer con el subset de la imagen.
- Para la calibración radiométrica se debe seleccionar desde la pestaña Radar – Radiometric – Calibrate. Desde la ventana emergente seleccione la carpeta donde se guardarán los resultados y deje los parámetros por defecto, y oprima Run. Como resultado se obtiene una nueva carpeta con la imagen calibrada en el Product Explorer.
- Para reducir el efecto sal-and-pepper (speckle) se puede utilizar desde la ventana Radar – SAR Utilities - Multilooking. En la ventana emergente seleccione Processing Parameters y en Number of Range Looks incremente el valor por defecto de 1 que se encuentra. Entre mayor incremente el número mayor reducción de Speckle se obtiene, pero al mismo tiempo se reduce la resolución espacial. En la parte inferior puede observar el valor de resolución espacial que se obtiene de acuerdo con el valor ingresado. Para este ejemplo podemos incrementar a 6. Oprima run, y se obtiene un nuevo subset en Product Explorer.
- La nueva imagen obtenida debe haber mejorado notablemente. Si no es así repita el procedimiento revisando cada paso.

1.5. Preprocesamiento geométrico

- Para el procesamiento geométrico se debe ir a la pestaña Radar – Geometric – Terrain Correction – Range-Doppler Terrain Correction. En la ventana emergente En Processing Parameters se debe seleccionar el

modelo digital de elevación a utilizar (DEM), por defecto se encuentra el SRTM 3sec, se recomienda utilizar este, sin embargo es posible utilizar otros DEM's, incluso un DEM con que cuente el usuario.

- Explore las demás opciones, y oprima Run. Este proceso toma un tiempo de acuerdo con la capacidad de su máquina y tamaño de la imagen.
- Se obtiene como resultado una nueva carpeta con las imágenes corregidas radiométricamente.
- Observe las imágenes de la nueva carpeta en Bands. Estas imágenes ya se encuentran orientadas correctamente en términos de E-W. Ahora se debe convertir de valores de DN a valores dB. Para eso selecciona cada banda y dando click derecho selecciona Linear to/from dB. Con esto obtiene dos nuevas imágenes en la misma carpeta pero en valores de dB.

1.6. Análisis

- Desde la pestaña Color manipulation en la parte inferior izquierda, puede observar el histograma de la imagen, y analizar los valores observados a que coberturas corresponden.
- En caso de tener dos coberturas que se diferencian claramente como el agua y el suelo se deberían observar dos picos. De acuerdo con el histograma seleccione los valores que le permitan segmentar o separar las coberturas.
- Con estos valores diríjase a Raster – Band Maths, y desde la ventana seleccione en la parte inferior emergente seleccione Edit Expression
- En la ventana emergente sobre el recuadro denominado Expression ingrese una expresión similar a $255 * (\text{sigma0_VHdB} - 18.85)$. Donde el valor numérico de ingreso corresponda
- Al valor que identificó en el histograma y que le permite separar entre las dos coberturas que desea. Tenga cuidado en seleccionar la capa a utilizar desde la ventana Data sources. Oprima Ok.
- Como resultado obtiene un mapa binario con las celdas que cumple la expresión que ingresó y las que no cumplen dicha condición.
- Finalmente el resultado lo puede exportar desde File – Export. Existen un importante número de formatos que le permite la herramienta.

1.7. Ejercicio

Descargue una imagen Sentinel-1 de la misma área de la imagen óptica que ha utilizado en el curso. Sobre dicha imagen realice las correcciones radiométricas y geométricas, y separe los cuerpos de agua que se observan en la imagen.