

Cobertura Nacional VHR 2021-2022-2023

Documento explicativo de la cobertura en España con productos GEOSAT2

1	Introducción	2
1.1	Referencias	3
1.2	Abreviaturas	3
2	Especificaciones técnicas de la misión GEOSAT 2	4
3	Condiciones de la licencia de uso	6
4	Descripción de los productos	7
4.1	Requisitos de los productos	7
5	Control visual de los productos	9
6	Calidad geométrica de los productos	9
7	Resultados de la evaluación VHR2021	11
8	Resultados de la evaluación VHR2022	12

1 Introducción

La pérdida de la misión SEOSAT/Ingenio en noviembre de 2020 impidió cumplir el objetivo de suministrar imágenes ópticas de alta resolución de España a las administraciones públicas españolas.

Ante esta situación, el CDTI, como miembro de la Delegación Española en la ESA para los programas de Observación de la Tierra, ha decidido encargar a la ESA el suministro de coberturas completas de imágenes de la geografía de España sustitutivas de las de hubiera proporcionado SEOSAT/Ingenio.

Por otra parte, el IGN/CNIG de acuerdo con el Real Decreto 645/2020, de 7 de julio, tiene entre sus competencias la dirección y el desarrollo de planes nacionales de observación del territorio con aplicación cartográfica, así como el aprovechamiento de sistemas de fotogrametría y teledetección. También participa en el Plan Nacional de Observación del Territorio (PNOT), que desde 2004 aúna esfuerzos, tanto económicos como de gestión, entre las distintas Administraciones Públicas españolas. Todo ello para la adquisición de coberturas nacionales con imágenes de satélite de distintas resoluciones espaciales.

Es por ello que se ofrece la cobertura VHR a las Administraciones Públicas españolas, con las condiciones de licencia que se detallan más adelante. Dicha cobertura consta de momento de 2 coberturas realizadas en 2021 y 2022. La cobertura para 2023 está aún en curso y en breve se pondrá a disposición de los usuarios. La misión seleccionada es GEOSAT 2, de la empresa portuguesa GEOSAT, que se presentará en el apartado 2.

Cobertura	Disponibilidad	Tipo de productos	Número de productos	Ventana de adquisición
2021 (1 cobertura)	Completa	PSH_L1C (Pansharpened)+ PM4_L1C (Bundle)	4351 escenas	01/03/2021- 31/10/2021
2022 (1 cobertura)	Completa	PSH_L1C (Pansharpened)+ PM4_L1C (Bundle)	4359 escenas	01/03/2022- 31/10/2022

Tabla 1. Datos relativos a las entregas de las coberturas nacionales VHR 2021 y 2022.

1.1 Referencias

REF	Título del documento	Código	Fecha
[RD. 1]	Proposal on EO Data Provision over Spain	ESA-TPM-ESP-PRB01	04 / 2021
[RD. 2]	Specifications Spain EO Coverage 2021	GSAT-EARTHNET-SPAINEO	10 / 2021
[RD. 3]	GEOSAT 2 Imagery User Guide	G2-USERSGUIDE	07 / 2021

Tabla 2. Documentos de referencia

1.2 Abreviaturas

CE90	Error Circular al 90% de confianza
COG	GeoTIFF optimizado en la nube, del inglés Cloud Optimized GeoTIFF
EO	Observación de la Tierra, del inglés Earth Observation
EULA	Licencia de usuario final, del inglés End-User License Agreement
GSD	Tamaño de pixel en el terreno, del inglés Ground Sample Distance
IGN	Instituto Geográfico Nacional
MA	Máxima actualidad
MS	Multiespectral
NIR	Infrarrojo Cercano, del inglés Near Infrared
PAN	Pancromático

PNT	Plan Nacional de Teledetección
PNOA	Plan Nacional de Ortofotografía Aérea
PSH	Refinado pancromático, del inglés Pansharpened
SRC	Sistema de Referencia de Coordenadas
VHR	Muy alta resolución, del inglés Very High Resolution

2 Especificaciones técnicas de la misión GEOSAT 2

GEOSAT 2 es un satélite VHR de EO, óptico y multispectral, operado en su totalidad por la empresa GEOSAT. Fue lanzado el 19 de junio de 2014. En origen, el satélite fue diseñado y construido por Elecnor-Deimos (España), en colaboración con SATREC (Corea del Sur).

Consta de una plataforma móvil que permite la toma “off-nadir” hasta los 45º, en casos especiales. El segmento terreno consta de 4 estaciones principales, localizadas en Puertollano y Boecillo (España), Kiruna (Suecia) e Inuvik (Canadá). Este es el segundo satélite tras GEOSAT 1, el cual fue lanzado en 2009, y es de media resolución.

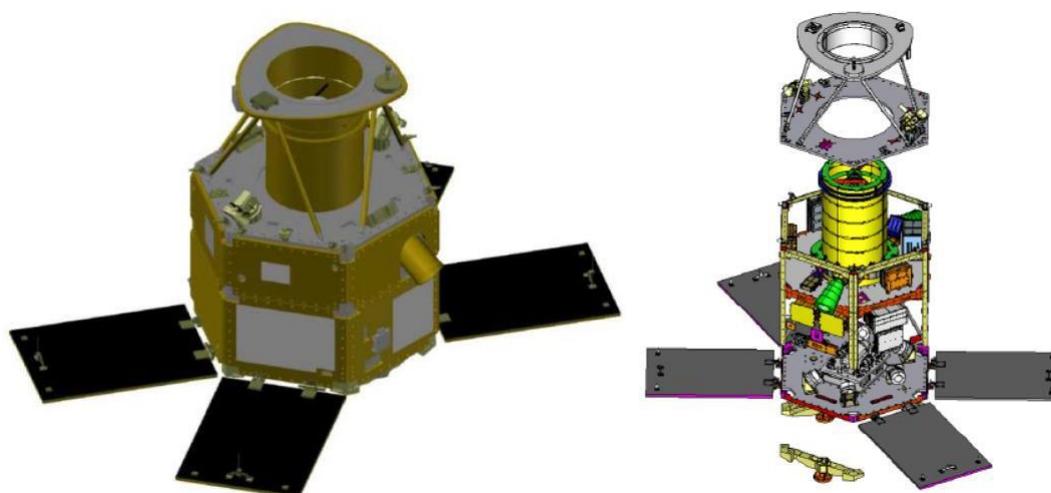


Figura 1. Vista externa e interna, del satélite GEOSAT 2

GEOSAT 2 ofrece los siguientes productos, con una resolución espacial máxima de 0,75m:

- **Pan-sharpened (4 bandas, 321 Color Natural, 432 Falso Color):** Una imagen de 4 bandas, producto de la combinación de cada banda multiespectral con la pancromática. La fusión no conserva las características espectrales originales de las bandas multiespectrales, por lo que no debe ser empleada para estudios radiométricos. Resolución de 1m (L1B) o 0,75m (L1C); Bandas: Todas, R-G-B o NIR-R-G.

 - **Pancromático:** Imagen monobanda resultado del sensor pancromático. Resolución de 1m (L1B) o 0,75m (L1C).
 - **Multiespectral:** imagen del sensor multiespectral, con corrección de banda. Resolución de 4m (L1B) o 3m (L1C).
 - **Bundle:** composición pancromática (1 banda) + composición multiespectral (4 bandas). Contiene los productos pancromáticos y multiespectrales, en un mismo producto, con corrección de bandas.
 - **Estereopar:** Se obtiene con dos tomas del mismo objetivo, desde puntos de vista distintos en la misma pasada, haciendo uso de la plataforma móvil del satélite. Disponible como un par pancromático o en formato “Pan-sharpened”.

Los productos de imagen se entregan en formato GeoTIFF de forma predeterminada.

Los niveles de procesamiento disponibles son L1B (nativo) y L1C (ortorrectificado):

Tipo de producto	Nivel de procesado y resolución espacial		Bandas espectrales		
	L1B (nativo)	L1C (ortho)			
Pan-sharpened	1,0m	0,75m	Todas	R, G, B	NI, R, G
Pan	1,0m	0,75m	Solo banda PAN		
MS	4,0m	3,00m	Solo banda MS		
Bundle (PAN+MS)	1,0m (P), 4,0m (MS)	0,75m (P), 3,0m (MS)	Todas		

Tabla 3. Niveles de procesamiento disponibles

Otras especificaciones de GEOSAT 2 se detallan a continuación:

- **Cobertura espacial:** 90 N, -90 S, -180 W, 180 E
- **Cobertura temporal:** 01-07-2014 - presente
- **Fecha de lanzamiento:** 19-06-2014
- **Operadores:** GEOSAT
- **Estado de la misión:** En curso
- **Altura de la órbita:** 620 km
- **Tipo de órbita:** Heliosíncrona
- **Swath/anchura de franja:** 12 km en Nadir
- **Resolución:** Very High Resolution - VHR (0 - 5m)
- **Longitud de onda:** VIS (0,40 – 0,75 μm), NIR (0,75 – 1,30 μm)

3 Condiciones de la licencia de uso

La licencia estará disponible para todos los usuarios elegibles, en idioma inglés. Se ha redactado conforme al protocolo firmado entre IGN y CDTI, y bajo las condiciones particulares del proveedor de datos (Geosat Satellites S.L.U.).

Es de obligado cumplimiento, la lectura y aceptación de las condiciones descritas en dicha licencia, y devuelta al IGN firmada. Dicha licencia será facilitada a todos los usuarios autorizados, antes del uso de las imágenes.

Las Administraciones Públicas españolas serán las autorizadas a hacer uso de las imágenes como se ha mencionado anteriormente. Para más detalles se insta a consultar la licencia de uso.

4 Descripción de los productos

Tanto para las dos coberturas nacionales completas (VHR 2021, VHR 2022) como para la cobertura que está en curso (VHR2023), la ventana temporal comprende desde el 1 de marzo al 31 de octubre. Cada cobertura está compuesta por aproximadamente 4.400 escenas VHR de 12 x 12 km. Para cada escena adquirida se distribuyen dos tipos de productos imagen con las siguientes especificaciones técnicas:

Tipo de producto	Nombre	Núm. de bandas	Resolución espacial	Nivel de procesado
Pansharpened	PSH_L1C	4 PSH (NIR, R, G, B)	0,75 m	L1C - Ortho
Bundle	PM4_L1C	1 PAN + 4 MS (NIR, R, G, B)	0,75 m / 3 m	L1C - Ortho

Tabla 4. Especificaciones técnicas de las imágenes de la cobertura nacional VHR.

4.1 Requisitos de los productos

Los productos GEOSAT 2 que se incluyan en la cobertura nacional VHR 2021 tienen los siguientes requisitos, presentados en la tabla:

Requisito	Descripción
ÁREA	Debe cubrirse el territorio de España
GSD-PAN	GEOSAT 2 posee un GSD de 1m
GSD-MS	GEOSAT 2 posee 4 bandas multiespectrales (IRC, ROJO, VERDE y AZUL) con un GSD de 4m
SENSOR	GEOSAT 2 es capaz por sí mismo de llevar a cabo la cobertura de España
PRODUCTOS	Los productos GEOSAT 2 están ortorrectificados, con modelo calibrado del sensor

VENTANA TEMPORAL	Una cobertura por año (Marzo- Octubre)
NUBOSIDAD	La nubosidad máxima permitida es del 10% del área (superficie de España) con una única misión
GEO-LOCALIZACIÓN	Los productos GEOSAT 2 disponen precisión de 1 píxel al 90% de nivel de confianza
RADIOMETRÍA	SNR>100 con 100w/m2/sr y una precisión radiométrica absoluta <10%
ILUMINACIÓN SOLAR	LTDN (hora local en el nodo descendente): 10:30+/- 1 hora
ÁNGULO DE ADQUISICIÓN	El requerimiento es cubrir con menos de 10º de ángulo de visión, hasta un máximo de 30º
NÚMERO DE COBERTURAS	Coberturas para el periodo 2021-2023
LICENCIA	Un EULA ad-hoc (Acuerdo de Licencia de Usuario Final) será proporcionado para esta campaña

Tabla 5. Matriz de cumplimiento de requisitos.

El sistema de coordenadas viene definido por la siguiente tabla:

Requisito	Descripción
Sistema de Referencia de Coordenadas (SRC)	ETRS89 / UTM 30 N - Territorio peninsular, Ceuta y Melilla (EPSG: 25830)
	ETRS89 / UTM 31 N - Islas Baleares (EPSG: 25831)
	REGCAN95 / UTM 28 N - Islas Canarias (EPSG: 4083)

Tabla 6. Requisitos adicionales para la entrega de la cobertura nacional VHR

Para información más detallada sobre especificaciones de GEOSAT 2, puede consultarse el siguiente documento:

- [GEOSAT 2 Imagery User Guide](#)

5 Control visual de los productos

Una vez recibida la cobertura por parte de Geosat, se realizó un flujo de control visual para verificar la integridad de las escenas. El objetivo es identificar aquellas escenas que estén corruptas, o que presenten algún tipo de error significativo, que pueda ser reclamado para su reprocesado. Todo ello de una manera sistematizada y ágil, siendo especialmente necesario, debido al elevado número de escenas a analizar.

Las tareas realizadas fueron entre otras: revisar la integridad de los productos, inspecciones visuales en busca de artefactos o fallos de procesado, o comprobar que el sistema de coordenadas sea el correcto. Las incidencias fueron registradas y trasladadas a GEOSAT para el reprocesado de las escenas implicadas.

6 Calidad geométrica de los productos

Las especificaciones técnicas del sensor GEOSAT 2 garantizan una exactitud posicional absoluta de 4 m CE90 (error circular al 90% de confianza) para sus productos imagen. Es habitual que este valor se proporcione en condiciones ideales, excluyendo los efectos introducidos por el relieve y los efectos introducidos por la inclinación de la toma respecto al nadir. Con el fin de tener una aproximación a la calidad geométrica real de los productos, el IGN ha realizado una evaluación de la exactitud posicional horizontal absoluta en una muestra de escenas para cada cobertura nacional VHR.



Ilustración 1. Huellas de las 34 escenas evaluadas.

La muestra de escenas está compuesta por 34 productos PSH_L1C (0,75 m/pixel) repartidos por el territorio español y seleccionados de forma estratificada, teniendo en cuenta el ángulo de adquisición y la pendiente media de la zona. El ejercicio de evaluación consistió en el cálculo del CE90 de cada producto a partir de la comparación de las coordenadas de un conjunto de puntos medidos sobre el propio producto a evaluar y sobre una imagen de referencia. En cada uno de los 34 productos con unas dimensiones de 12km x 12km se identificó un conjunto de 20 puntos de control bien distribuidos (al menos un 20% de los puntos en cada cuadrante de la imagen, y distancia entre puntos de al menos 1/10 de la diagonal de la imagen), como referencia se utilizaron las imágenes de máxima actualidad (MA) del Plan Nacional de Ortofotografía Aérea (PNOA) que supone una fuente de datos independiente con una exactitud posicional al menos 3 veces superior a la esperada para el producto evaluado (4 m CE90). En todo el proceso se siguieron las recomendaciones y directrices incluidas en las siguientes referencias:

- [ASPRS - Accuracy Standards for Digital Geospatial Data \(2014\)](#)
- [JRC EC - Guidelines for Best Practice and Quality Checking of Ortho Imagery \(2008\)](#)
- [NSSDA - Geospatial Positioning Accuracy Standards Part 3: National Standard for Spatial Data Accuracy \(1998\)](#)

7 Resultados de la evaluación VHR 2021

De los 34 productos evaluados, 16 productos (47%) cumplen el requisito de geolocalización, es decir, tienen una exactitud posicional igual o mejor que 4m CE90. Los restantes 18 productos (53%) no cumplen el requisito de geolocalización superando el valor de 4m CE90.

Los 16 productos conformes al requisito se encuentran en la horquilla de 2m - 4m CE90, mientras que los 18 productos no conformes están ligeramente por encima del umbral, situándose en la horquilla de 4m – 6,5m CE90. Existe un producto que se aleja de esta horquilla presentando un valor atípico de 10,3 m CE90. Este resultado se corresponde con un caso extremo: una escena adquirida con un ángulo de observación superior a 15º en una zona de alta montaña, donde el relieve es muy escarpado y donde ha sido difícil medir con precisión los puntos de control.

En los resultados se aprecia una relación entre la exactitud posicional de las imágenes con el ángulo de adquisición y el relieve. Se aprecia una tendencia general ascendente del CE90 del producto con el aumento del ángulo de observación y/o la pendiente media de la zona. Si bien, dado el tamaño de la muestra (34 escenas), no es posible hacer una extrapolación al total de la cobertura. En la evaluación, 9 de los 10 productos que presentan los peores valores de CE90 (por encima de 5m), o están adquiridos en áreas con una pendiente superior al 15%, o están adquiridos con un ángulo off-nadir superior a 15º, o una combinación de ambas. Por el contrario, los productos que presentan los 10 mejores valores de CE90 (por debajo de 3,5m) están adquiridos en áreas con una pendiente media inferior al 8% y con ángulos off-nadir inferiores a 13º.

La siguiente tabla recoge los valores de CE90 calculados para las 34 escenas de muestra:

Tabla 3. Resultados de la evaluación de la exactitud posicional horizontal absoluta.

ID escena GEOSAT 2	Ángulo de adquisición (°)	Pendiente media (%)	CE90 (m)
DE2_LOR_000000_20210324T110217_20210324T110220_DE2_36644_1CF3	-10,0	7,41	2,2
DE2_LOR_000000_20210517T103343_20210517T103345_DE2_37445_F541	6,3	3,01	2,3
DE2_LOR_000000_20210506T105551_20210506T105554_DE2_37282_8568	3,1	3,48	2,5
DE2_LOR_000000_20210405T105726_20210405T105729_DE2_36822_61B4	-11,6	5,55	2,9
DE2_LOR_000000_20210517T103315_20210517T103317_DE2_37445_762F	6,3	4,95	3,0
DE2_LOR_000000_20210524T104603_20210524T104606_DE2_37549_E402	-1,6	3,07	3,0
DE2_LOR_000000_20210530T104256_20210530T104258_DE2_37638_72EA	1,5	7,42	3,0
DE2_LOR_000000_20210310T103807_20210310T103810_DE2_36436_BE21	12,8	3,79	3,0
DE2_LOR_000000_20210529T102634_20210529T102637_DE2_37623_2A4E	13,0	5,93	3,2
DE2_LOR_000000_20210417T105019_20210417T105022_DE2_37000_6DCB	6,5	4,53	3,5
DE2_LOR_000000_20210530T104336_20210530T104338_DE2_37638_D96C	1,5	35,51	3,5
DE2_LOR_000000_20210329T104502_20210329T104505_DE2_36718_E470	-16,9	11,19	3,5
DE2_LOR_000000_20210419T111852_20210419T111854_DE2_37030_75A2	27,7	9	3,6
DE2_LOR_000000_20210402T101029_20210402T101032_DE2_36777_7F35	17,6	6,6	3,8
DE2_LOR_000000_20210511T103807_20210511T103810_DE2_37356_3854	1,3	22,58	3,9
DE2_LOR_000000_20210328T102950_20210328T102953_DE2_36703_80B9	15,0	23,92	3,9
DE2_LOR_000000_20210510T102132_20210510T102134_DE2_37341_BC9A	17,2	2,91	4,1
DE2_LOR_000000_20210406T111144_20210406T111147_DE2_36837_6906	21,2	4,06	4,2
DE2_LOR_000000_20210509T113944_20210509T113947_DE2_37327_F66A	1,6	32,8	4,2
DE2_LOR_000000_20210413T112200_20210413T112202_DE2_36941_2F88	25,2	8,26	4,2
DE2_LOR_000000_20210510T102227_20210510T102230_DE2_37341_462C	17,2	22,35	4,3
DE2_LOR_000000_20210317T105152_20210317T105155_DE2_36540_E0B9	14,4	12,01	4,5
DE2_LOR_000000_20210417T105114_20210417T105117_DE2_37000_F477	6,5	34,9	4,8
DE2_LOR_000000_20210423T104801_20210423T104804_DE2_37089_67A4	-10,8	15,61	4,9
DE2_LOR_000000_20210524T104512_20210524T104515_DE2_37549_93CB	-1,6	36,28	5,0
DE2_LOR_000000_20210403T102546_20210403T102549_DE2_36792_0987	5,0	16,03	5,1
DE2_LOR_000000_20210403T102619_20210403T102622_DE2_36792_2EA8	5,0	32,36	5,2
DE2_LOR_000000_20210315T101931_20210315T101934_DE2_36510_C28F	-0,2	27,23	5,6

DE2_LOR_000000_20210327T101348_20210327T101351_DE2_36688_D1CA	22,0	3,5	5,6
DE2_LOR_000000_20210509T100557_20210509T100600_DE2_37326_CDDF	18,0	9,42	5,8
DE2_LOR_000000_20210523T103112_20210523T103115_DE2_37534_FBC3	15,7	8,44	6,1
DE2_LOR_000000_20210310T103834_20210310T103836_DE2_36436_9AAB	12,8	3,74	6,4
DE2_LOR_000000_20210320T100133_20210320T100135_DE2_36584_BAA5	24,9	2,89	6,7
DE2_LOR_000000_20210404T104215_20210404T104218_DE2_36807_5112	15,1	43,04	10,3

8 Resultados de la evaluación VHR 2022

El control geométrico se ha realizado sobre 35 escenas repartidas por la geografía española. Sus ubicaciones fueron seleccionadas en la misma zona o en el entorno próximo de las escenas utilizadas en el control geométrico de la cobertura VHR2021 para que los resultados puedan ser comparables. Los requisitos técnicos aceptan una exactitud posicional menor o igual a 4m CE90. Según la validación llevada a cabo, la cobertura VHR 2022 cumple con el requisito de geolocalización, el valor obtenido para la exactitud posicional es de 3,95 m CE90.

El valor de exactitud posicional obtenido en la cobertura VHR 2022 (3,95m CE90), mejora ligeramente el valor obtenido en la cobertura VHR 2021 (4,28m CE90). El método aplicado y la muestra seleccionada sirve para validar la calidad de la geolocalización, pero no permite saber las causas que han provocado la mejoría advertida. Si bien, hay dos puntos de mejora que se han aplicado en la presente cobertura y que influyen directamente en la calidad de la geolocalización de las imágenes:

- Utilización de puntos de control y MDEs provenientes de PNOA para el proceso de ortorrectificación.
- Mayor número de escenas con ángulos de adquisición por debajo de los 10°.