

PLEC DE PRESCRIPCIONS TÈCNIQUES

SERVEI D'OBTENCIÓ DE BATIMETRIA A PARTIR D'IMATGE SATÈL·LIT

EXPEDIENT ICGC-2026-14 (S-56/26)

1. ANTECEDENTS

L'Institut Cartogràfic i Geològic de Catalunya, en endavant ICGC, en el marc del projecte del Servei d'Informació de la Dinàmica Litoral, en endavant SIDL, està realitzant un estudi de la dinàmica de sediments.

Els estudis comparatius i models evolutius es basen en criteris morfològics aplicant el coneixement disponible sobre els règims climàtics i d'onatge. Per poder realitzar aquesta feina es necessita conèixer la morfologia del fons marí (batimetria).

Entre l'any 2022 i el 2024, l'ICGC va generar un model topobatimètric de la costa catalana des d'aproximadament 50 m terra endins fins la isòbata de -50 m. Per generar aquest model es van integrar dades provinents de diferents tecnologies de captura: lidar aerotransportat terrestre per zones emergides, lidar aerotransportat amb capacitats batimètriques per zones de poca fondària (entre 0 i -10 m), ecosondes monofeix i multifeix embarcades en vaixells, tant tripulats com no, i perfils topogràfics a la franja intermareal. Tot i així, en determinades zones cap de les tecnologies anteriors va permetre capturar dades del fons marí. Principalment es tracta de zones on la presència de roques o la poca fondària podien suposar un risc per als equips o a les persones i també de zones d'accés restringit a embarcacions, ja sigui per la preservació d'ecosistemes o bé per activitats com l'aqüicultura. Per tant, en primer lloc tenim un model topobatimètric amb unes zones o forats sense dades.

En segon lloc, amb la intenció de monitoritzar els canvis al relleu del fons marí amb els anys, es volen generar noves versions del model topobatimètric amb dades més actuals.

Existeix una metodologia anomenada *Satellite-Derived Bathymetry* (SDB) que serveix per obtenir dades batimètriques d'una zona a partir d'imatges satèl·lit i d'algunes dades batimètriques d'entrada (veritat terreny). Seguint aquesta metodologia es vol d'una banda, recobrir els forats del model topobatimètric existent, i d'una altra banda generar un nou model topobatimètric més actual aprofitant que existeixen dades batimètriques que provenen de perfils sísmics (veritat terreny) i que són més actuals que les dades del model topobatimètric existent. Es tractaria d'actualitzacions parcials cobrint gran part de la costa de

Catalunya en la franja de menor fondària, com a mínim des de 0 fins a -10 m, però ampliant fins a -15 m si el contingut radiomètric de les imatges ho permet.

2. OBJECTE DEL CONTRACTE

L'objectiu del contracte es generar nous models d'elevacions batimètrics del fons marí a partir a partir d'imatges satèl·lit que cobreixen l'àrea d'interès en determinades dates seguint la metodologia SDB, i que seran proporcionades per l'ICGC.

El present Plec de Prescripcions Tècniques, en endavant PPT, té com a objectiu establir les directrius dels treballs i les característiques dels productes a generar.

Es distingeixen tres lots:

Lot A (obtenció batimetria inferida per cobrir forats del topobatimètric): generació de models d'elevacions batimètrics discrets per un total d'unes 884 ha repartides en 54 polígons. Es generarà un model batimètric per cada polígon. Caldrà garantir la consistència amb dades batimètriques ja adquirides, majoritàriament entre 2022 i 2023.

Lot B (obtenció de batimetria inferida per a nou model batimètric a la costa central: Salou - Sitges, Sitges – el Llobregat, el Llobregat – Blanes): generació d'un nou model d'elevacions batimètric continu a la costa central entre 0 m i al menys fins a -10 m. Es recolzarà en dades de campanyes batimètriques ja executades entre desembre de 2024 i gener de 2026.

Lot C (obtenció de batimetria inferida per a nou model batimètric a la costa sud: De Cap Roig al Cap de Salou.): generació d'un nou model d'elevacions batimètric continu a la part central de la Costa Daurada (entre el Cap Roig i Salou) entre 0 m i al menys fins a -10 m. Es recolzarà en dades de campanyes batimètriques que està previst realitzar entre abril i juny de 2026.

Pels tres lots, l'ICGC proporcionarà imatges satèl·lit cobrint tota l'àrea d'interès. Els lots B i C es recolzen en dades derivades de perfils sísmics transversals a la línia de costa amb una equidistància aproximada de 300 m i un rang de fondàries aproximat entre -3 m i com a mínim fins a -10 m.

3. ÀREA D'INTERÈS

Lot A

L'extensió de l'àrea a capturar ve definida per 54 polígons que sumen **un total de 187 ha**. Es tracta de polígons sense connexió entre ells, alguns són estrets i a tocar de la línia de costa. La majoria de forats tenen entre 10 i 40 m d'amplada. En el moment de l'adjudicació s'enviaran els polígons en format vectorial a l'empresa adjudicatària.



Figura 1. Exemple de polígon llarg i estret amb amplada en general inferior a 20 m



Figura 2. Polígons de l'AOI a la costa central entre Calafell i Mataró

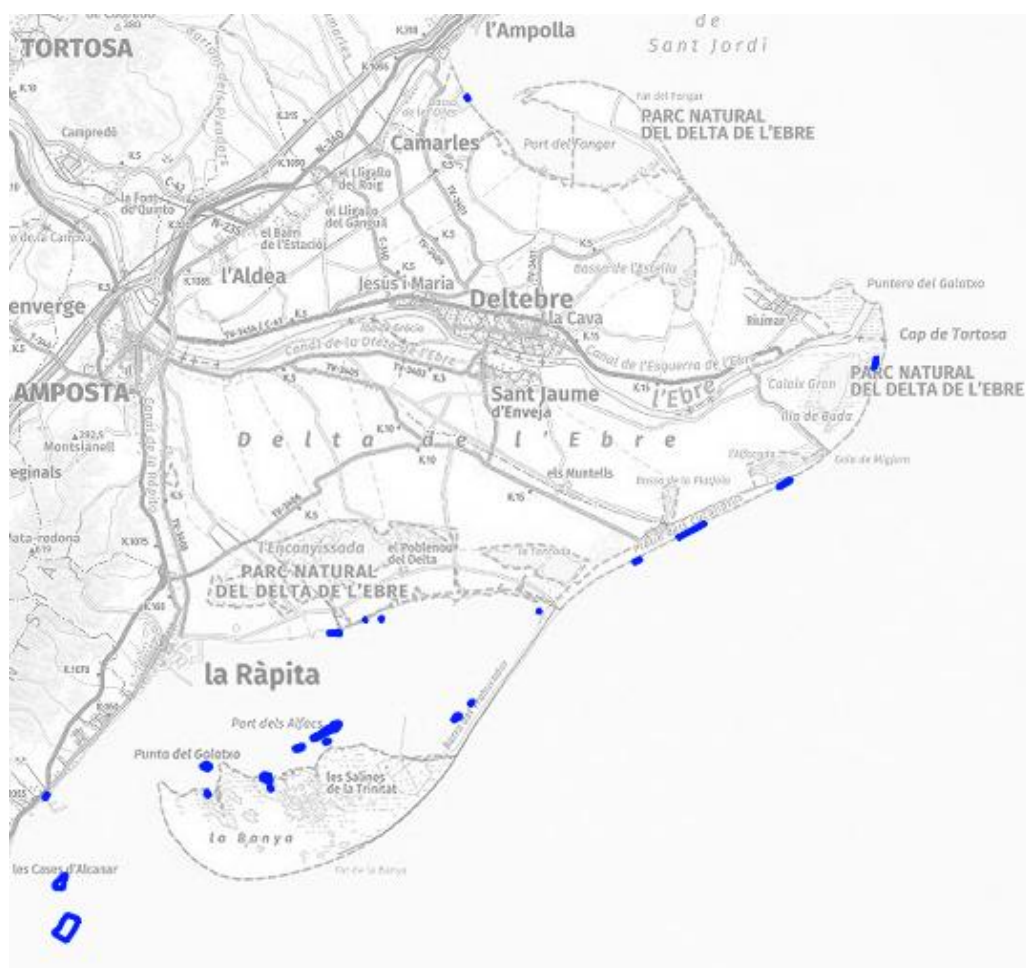


Figura 3. Polígons de l'AOI al Delta de l'Ebre

Lot B:

A grans trets es tracta de generar un nou model batimètric de la Costa Central (entre el Cap de Salou i el Port de Blanes) de fondàries entre 0 i al menys fins a -10 m. La superfície aproximada del lot B és d'uns 97 km².

El lot B es subdivideix en les tres zones següents:

- Salou a Sitges
- Sitges al Llobregat
- Barcelona a Blanes



Figura 4. AOI de les tres zones del lot B

Lot C:

A grans trets es tracta de un nou model batimètric a la Costa Daurada entre el Cap Roig i el Cap de Salou i amb fondàries entre 0 i al menys fins a -10 m. La superfície aproximada del lot C és d'uns 24 km².

Els perfils del lot C s'estan adquirint actualment i està previst disposar d'ells a setembre de 2026.

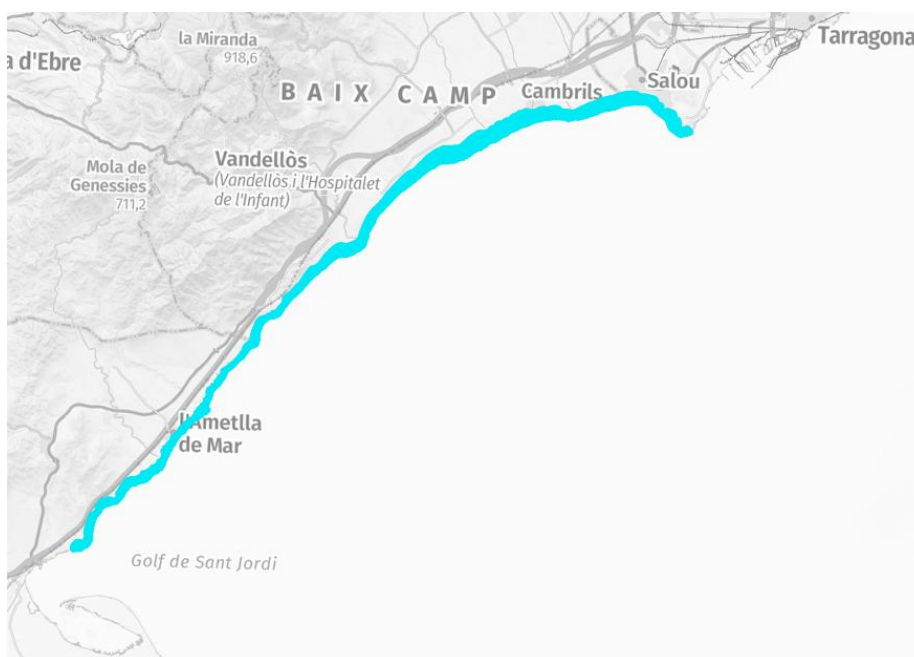


Figura 5. AOI del lot C

4. DADES DE PARTIDA

Abans d'iniciar les feines, l'ICGC proporcionarà a l'empresa adjudicatària les imatges satèl·lit necessàries per dur a terme els treballs.

Característiques de les imatges:

- Empresa proveïdora de serveis: PLANET LABS GERMANY GmbH
- Nom de la col·lecció: PlanetScope
- Nom de la constel·lació: [SuperDove \(PSB.SD\)](#)
- Resolució espacial: 3 m
- Resolució radiomètrica: 16 bits (Unsigned Integer)
- Resolució espectral: 8 bandes

Banda	Long. d'ona central (nm)	Amplada total a la meitat del màx. (nm)
Coastal Blue	443	20
Blue	490	50
Green I	531	36
Green	565	36
Yellow	610	20
Red	665	31
Red Edge	705	15
Near-Infrared	865	40

- Nivell de processat de les imatges: Level 3B
 - Ortorectificades en sistema de referència WGS84, projecció UTM fus 31N (EPSG:32631).
 - Corregides atmosfèricament (reflectància en superfície)
 - Harmonitzades amb Sentinel-2

A més, per cada lot es proporcionarà la delimitació de l'AOI on cal derivar batimetria i també dades batimètriques de referència a l'exterior de l'AOI que s'empraran com a dades d'entrenament i també per garantir la consistència entre el model antic i el nou.

Lot A

- AOI: capa de polígons delimitant l'AOI en format vectorial. En el moment de l'adjudicació, l'ICGC proporcionarà l'arxiu AOI_forats.gpkg.
- Dades de referència: model d'elevacions batimètric¹ en format ràster amb dades al voltant del perímetre de l'AOI. A l'interior dels polígons de l'AOI, el

¹ Si no es proporcionen dades específiques, l'empresa emprarà el model publicat al web de l'ICGC.

model proporcionat podrà contenir píxels amb valors sense dades o bé dades interpolades, però en cap cas serviran com a dades de referència. En el moment de l'adjudicació l'ICGC proporcionarà els models de referència en format GeoTiff al voltant de tots els polígons de l'AOI.

Lot B

- AOI: capa de polígons delimitant l'AOI en format vectorial. En el moment de l'adjudicació, l'ICGC proporcionarà l'arxiu AOI_batimetria.gpkg.
- Dades de referència: informació batimètrica lineal derivada de perfils sísmics. Es tracta de línies de punts perpendiculars a la costa on s'ha emprat un Sub-Bottom Profiler (SBP) per obtenir informació de l'acumulació de sediments sota el fons marí. Com a subproducte, aquests perfils també permeten conèixer la cota del fons marí amb una exactitud suficient com per ser utilitzats en l'entrenament del procés SDB. En el moment de l'adjudicació, l'ICGC proporcionarà un subconjunt dels perfils i la resta els utilitzarà per fer control de qualitat.

Lot C

- AOI: capa de polígons delimitant l'AOI en format vectorial. En el moment de l'adjudicació, l'ICGC proporcionarà l'arxiu AOI_batimetria.gpkg.
- Dades de referència: informació batimètrica lineal derivada de perfils sísmics. Es tracta de línies de punts perpendiculars a la costa on s'ha emprat un Sub-Bottom Profiler (SBP) per obtenir informació de l'acumulació de sediments sota el fons marí. Com a subproducte, aquests perfils també permeten conèixer la cota del fons marí amb una exactitud suficient com per ser utilitzats en l'entrenament del procés SDB. L'ICGC proporcionarà els perfils per zones a mitjans d'octubre de 2026.

5. DESCRIPCIÓ DE LES TASQUES A REALITZAR

Pels tres lots, l'objectiu és generar models d'elevacions del fons marí a partir d'imatges satèl·lit mitjançant la tècnica coneguda com a *Satellite-Derived Bathymetry* (SDB). Aquest mètode es basa en l'anàlisi del contingut radiomètric de les imatges multiespectrals, que permet inferir la fondària gràcies a l'entrenament previ amb dades batimètriques de referència procedents d'altres zones.

L'empresa podrà entrenar els seus models utilitzant dades de veritat terreny proporcionades per l'ICGC. També es podrà recolzar qualsevol altra font d'informació batimètrica que tingui al seu abast sempre que es garanteixi que el model d'elevacions resultant compleixi amb les especificacions requerides en aquest plec (exactitud, rang de dates, etc), sigui consistent amb la informació proporcionada per l'ICGC i que no hi hagi salts en la transició entre ambdós models.

Lot A

En el cas del lot A, les dades de veritat terreny que proporcionarà l'ICGC seran models d'elevacions batimètrics al voltant de cada polígon de l'AOI. Els models seran els corresponents a la primera cobertura batimètrica 2022-2024 (també disponible per descàrrega a la web de l'ICGC). Els píxels del model proporcionat que quedin fora del polígon hauran de ser d'igual valor que els mateixos píxels de la imatge generada per l'empresa. En superposar el model de l'empresa a sobre del model de l'ICGC, la costura no s'hauria de percebre a simple vista amb un mapa d'ombres. En cas que per algun motiu justificat hi hagi salts, el model nou haurà d'atenuar la transició mitjançant una rampa o buscant costures òptimes.

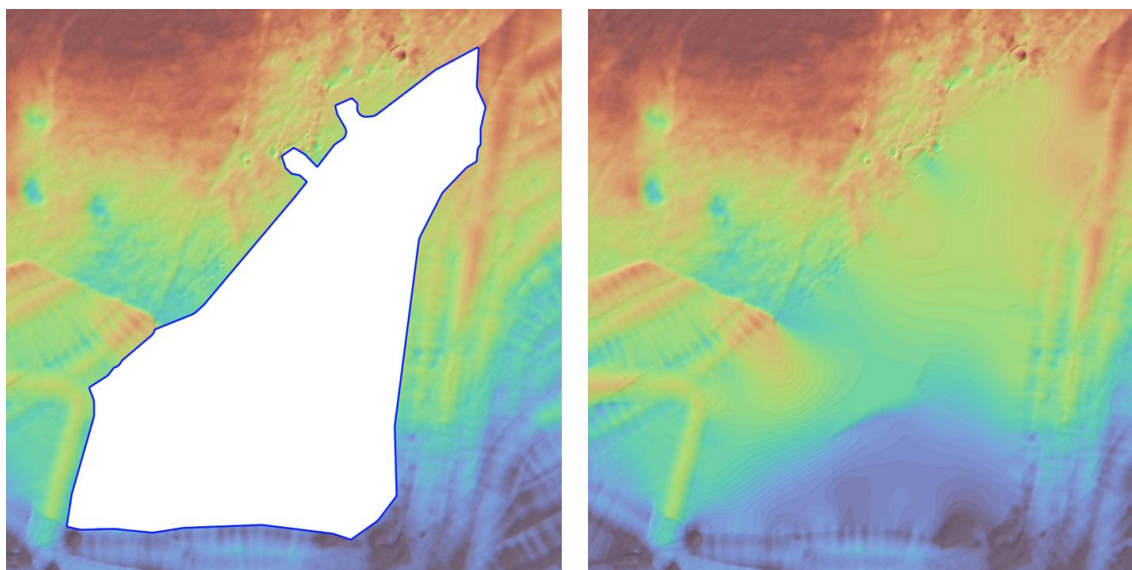


Figura 6. A l'esquerra es mostra un polígon de l'AOI. A la dreta un exemple del resultat esperat, on la costura costa d'apreciar a simple vista i els valors dels píxels fora de l'AOI són idèntics als lliurats per l'ICGC.

Lots B i C

L'empresa podrà entrenar els seus models utilitzant dades de perfils batimètrics, és a dir, un conjunt de punts derivats d'aixecaments de perfils sísmics. Els punts obtinguts tenen una distribució lineal aproximadament transversal a la línia de costa i arriben aproximadament fins la fondària mínima de seguretat per a la navegació, que correspon a uns -3 m aproximadament. En general, els diferents perfils tenen un espaiat d'uns 300 m entre ells, però aquest espaiat pot variar en funció de

diversos factors. Addicionalment es recullen alguns (pocs) perfils paral·lels a la costa.



Figura 7. Exemple de distribució de perfils sísmics com a font de dades per SDB

Sistema de coordenades

Les dades dels tres lots es lliuraran en ETRS89, projecció UTM, fus 31 Nord (EPSG: 25831) i es recolzaran sobre el marc de referència vigent a través del Servei de Posicionament Geodèsic Integrat de Catalunya (SPGIC). Més informació a: <https://catnet-ip.icgc.cat/spgic/ca/>

Les cotes dels models d'elevacions seran ortomètriques i es referiran al nivell mig del mar a Alacant utilitzant el model de geoide oficial a Catalunya EGM08D595. Els valors d'ondulació s'obtidran per interpolació bilineal. El model de geoide es pot descarregar en diferents formats a:

<https://geofons.icgc.cat/#/recursos/geoide/EGM08D595/>

Exactitud

L'exactitud s'estimarà de dues maneres:

1. Mitjançant un anàlisi de l'error de modelatge de les pròpies dades d'entrenament i també de l'error de test a l'hora de fer prediccions en zones que no han participat en l'entrenament.

Tant per l'error de modelatge com pel de test, es calcularan com a mínim els següents estadístics: mitjana, mediana, desviació estàndard, RMS, percentil 95 i percentil 99. La mitjana, mediana i desviació estàndard es calcularan a

partir dels errors amb signe, en canvi els percentils es calcularan a partir dels errors en valor absolut.

Aquest primer anàlisi anirà a càrrec de l'empresa adjudicatària.

2. En paral·lel, l'ICGC podrà dur a terme estimacions independents de l'exactitud gràcies a aixecaments amb ecosondes addicionals, perfils sísmics de test i altres dades batimètriques que no s'han compartit amb l'empresa. En una selecció d'ubicacions, l'ICGC calcularà l'RMS de diferències per un conjunt de punts de comprovació. Aquests punts s'identificaran sobre les mateixes imatges que es proporcionen al proveïdor, però els detalls de la seva ubicació no es compartiran amb l'empresa fins que l'ICGC hagi rebut el lliurament.

En aquest segon anàlisi es tindrà en compte la resolució i la qualitat de les imatges proporcionades, la distància temporal entre conjunts de dades i també els possibles canvis morfològics del fons, intrínsecs del tipus de terreny (sediments, roca, etc).

6. LLIURAMENT

L'empresa haurà de lliurar els següents documents:

- Models d'elevacions
- Àmbit de les imatges emprades
- Informe de lliurament

Tots els lliuraments es faran en format electrònic. La transferència es durà a terme mitjançant qualsevol servei d'emmagatzematge de dades al núvol que permeti compartir arxius de manera segura. Per facilitar la transferència, les dades es podran comprimir en qualsevol format que no requereixi l'ús de llicència propietària per descomprimir-les.

La notificació de lliurament es farà via correu electrònic amb còpia als responsables del servei encarregat i incloent l'enllaç on descarregar els documents. En general, no es permetrà adjuntar arxius amb mida superior a 2 MB al correu de lliurament.

Models d'elevacions

Pels tres lots, el primer producte a lliurar és un model d'elevacions en format GeoTiff on cada píxel contindrà la cota ortomètrica del terreny (emergit o submergit) calculada després de fusionar les dades provinents dels diferents sistemes de captura en un únic model. Les cotes s'expressaran en metres i amb dues xifres

decimals i es referiran al model de geoide EGM08D595. Els punts amb cota inferior al zero del geoide tindran signe negatiu.

Els models d'elevacions dels tres lots tindran les següents característiques:

- Georeferència interna amb el sistema de referència informat
- Mida de píxel: 1 m
- Un únic canal
- Tipus de dades: 32 bits per píxel (Real o Float32)
- Organització: tesselles de 512 x 512
- Valors sense dades: -9999
- Compensió: DEFLATE amb predictor 2
- Piràmides internes: com a mínim fins a mida 512 x 512 o menor

Lot A

Els rasters han d'estar georeferenciats de manera que el centre de píxel² coincideixi amb coordenades de nombre enter. Per evitar remostreig amb pèrdua de precisió, aquesta alineació de píxels s'ha de garantir des del moment de rasteritzar la superfície o el TIN. No es permet el remostreig de píxels a posteriori per tal de desplaçar l'origen.

Per cada polígon de l'AOI corresponent es lliurarà una única imatge en format GeoTiff cobrint tot el forat i amb valors sense dades a l'exterior del polígon. Si els mosaics corresponents a dos o més polígons se solapen, per cada polígon es generarà un mosaic on l'exterior del polígon tindrà valors sense dades malgrat coincideixi amb l'interior d'un polígon veí.

A la Figura 8 es mostra un exemple de com han de ser els mosaics a generar quan el rectangle contenidor dels polígons corresponents tenen solapament.



Figura 8. En aquest exemple es lliuraran dos models anomenats 7.tif i 57.tif. Al model 7, els píxels que caiguin dins del polígon 57 tindran valor sense dades. En canvi al model 57, serà a l'inrevés.

² Atenció: pel lot A les coordenades enteres han de coincidir amb el centre de píxel

El nom del mosaic serà l'identificador del polígon segons consta al Geopackage que es proporcionarà a l'empresa (camp *fid*).

Lots B i C

Els ràsters han d'estar georeferenciats de manera que la cantonada de píxel³ coincideixi amb coordenades de nombre enter. Per evitar remostreig amb pèrdua de precisió, aquesta alineació de píxels s'ha de garantir des del moment de rasteritzar la superfície o el TIN. No es permet el remostreig de píxels a posteriori per tal de desplaçar l'origen.

Es lliuraran models en format GeoTiff distribuïts per blocs de 1x1 km. El conjunt de blocs ha de cobrir la totalitat de l'AOI i la transició entre blocs adjacents ha de ser suau. Per evitar salts entre blocs cal generar models amb una orla suficientment gran com per garantir que just a la línia on hi ha el canvi de bloc, el valor dels píxels d'ambdós blocs és idèntic. La nomenclatura dels blocs segueix la convenció XXXYYY, on cada bloc correspon a una quadrícula ortogonal d'1 km x 1 km en el sistema de referència ETRS89 / UTM fus 31. Les tres xifres XXX identifiquen les tres primeres xifres de la coordenada X (Easting) de l'extrem sud-oest del bloc, mentre que les tres xifres YYY corresponen a les tres primeres xifres de la coordenada Y (Northing), però eliminant el dígit inicial "4" propi dels 4 milions de la projecció UTM a Catalunya. Per exemple, l'arxiu GeoTiff corresponent al bloc amb cantonada inferior esquerra amb coordenades 353000, 4617000, s'anomenarà 353617.tif.

Àmbit de les imatges emprades

Pels tres lots es lliurarà també l'àmbit de les imatges satèl·lit emprades per derivar informació batimètrica.

El producte serà una única capa vectorial amb elements de tipus polígon 2D (sense component z) en format GeoPackage. Cada polígon delimitarà l'àrea on s'ha emprat una imatge satèl·lit determinada per derivar informació batimètrica. Cada element tindrà un camp amb la data de captura corresponent. Cada polígon tindrà una única data associada, tallant els polígons en tantes parts com sigui necessari. Tenint en compte que es demana minimitzar el nombre de dates diferents, s'espera que en general els polígons siguin grans.

³ Atenció: pels lots B i C les coordenades enteres han de coincidir amb la cantonada del píxel



Figura 9. Exemple de capa amb els àmbits de les imatges satèl·lit emprades per derivar productes batimètrics

Informe de lliurament

Per cada un dels tres lots es lliurarà un únic document en format PDF que contingui com a mínim la següent informació:

- Descripció de les dades d'entrada: especificant quines imatges satèl·lit s'han escollit per derivar la informació batimètrica o de línia de costa, les seves característiques, contingut de núvols a l'AOI, relació de dates de captura que intervenen, etc.
- Descripció del procés emprat per generar els productes: descrivint el mètode emprat per derivar la informació batimètrica a partir de les dades d'entrada. Per exemple, cal especificar com s'ha emprat informació de les imatges satèl·lit per derivar el model d'elevacions, les dades utilitzades per entrenament del sistema si s'escau, com s'ha garantit que la transició entre blocs sigui suau, etc.
- Descripció dels productes lliurats: hauria de ser consistent amb les característiques que es detallen en aquest plec.
- Avaluació de la qualitat mètrica: caldrà aportar dades estadístiques bàsiques de les discrepàncies en cota degudes a l'error de modelatge i a l'error de test tal i com s'han detallat a l'apartat d'exactituds d'aquest document.

- Incidències: qualsevol procediment o resultat que se surti de les especificacions descrites en aquest plec. Tant si es tracta de limitacions a la qualitat i/o completaesa requerida per culpa de mancances a les dades d'entrada com de casos excepcionals i no contemplats al plec. En qualsevol cas, cal haver-ho notificat amb temps a l'ICGC i haver arribat a un acord en quant a la solució adoptada abans de la data de lliurament.

7. TERMINI MÀXIM DE LLIURAMENT

- Lot A:
 - Lliurament parcial⁴: 11 de maig 2026. Inclourà els 6 polígons que cauen a la comarca del Maresme (entre el Masnou i Mataró)
 - Lliurament final: 25 de maig 2026. Inclourà la resta de polígons
- Lot B:
 - Lliurament parcial 1: 15 de juny 2026. De Sitges al Llobregat
 - Lliurament parcial 2: 15 de juliol de 2026. De Barcelona a Blanes
 - Lliurament parcial 3: 15 de setembre 2026. De Salou a Sitges
- Lot C:
 - Lliurament: 30 d'octubre 2026. De Cap Roig a Cap de Salou

8. IMPORT MÀXIM DE LICITACIÓ I FACTURACIÓ

El pressupost base de licitació del present contracte és de noranta cinc mil tres-cents setanta dos euros amb vint cèntims (95.372,20 €), el qual es desglossa de la manera següent:

Pressupost	78.820,00 €
Import total de l'IVA (21%)	16.552,20 €
Pressupost base de licitació (IVA inclòs)	95.372,20 €

En atenció a la divisió en lots, el pressupost de cada lot es desglossa de la següent forma:

⁴ El lliurament parcial servirà per que l'ICGC sigui a temps d'avaluar els resultats i corregir possibles desviacions del producte abans de que l'empresa ho processi tot.

LOT A. Obtenció batimetria inferida per cobrir forats del topobatimètric.

Pressupost	20.000,00 €
Import total de l'IVA (21%)	4.200,00 €
Pressupost base de licitació (IVA inclòs)	24.200,00 €

LOT B. Obtenció de batimetria inferida per a nou model batimètric a la costa central: Salou - Sitges, Sitges – el Llobregat, el Llobregat – Blanes.

Pressupost	46.740,00 €
Import total de l'IVA (21%)	9.815,40 €
Pressupost base de licitació (IVA inclòs)	56.555,40 €

LOT C. Obtenció de batimetria inferida per a nou model batimètric a la costa sud: De Cap Roig al Cap de Salou

Pressupost	12.080,00 €
Import total de l'IVA (21%)	2.536,80 €
Pressupost base de licitació (IVA inclòs)	14.616,80 €

Les quantitats anteriors, per cada lot, seran abonades per l'ICGC dins dels terminis legals corresponents, una vegada finalitzats en la seva totalitat cadascun dels projectes i s'hagi comprovat la seva idoneïtat tècnica per part dels responsables de l'ICGC.

Cadascuna de les factures hauran de tenir un únic detall o concepte que coincidirà amb l'establert en el plec de clàusules administratives, és a dir "Servei d'obtenció de batimetria inferida a partir d'imatges satèl·lit". L'import a facturar serà el que correspongui segons els preus oferts pels projectes entregats per l'empresa contractista.

Les entitats recollides a l'article 4 de la Llei 25/2013, de 27 de desembre, d'impuls de la factura electrònica i creació del registre comptable de factures del Sector Públic, tindran l'obligació de lliurar la factura que hagin expedit pels treballs realitzats per mitjans electrònics, d'acord amb l'establert a l'apartat 33 del plec de clàusules administratives.

En la facturació electrònica s'ha de fer constar el codi A09024763 als camps òrgan gestor, unitat tramitadora i oficina comptable (Llei 25/2013).

Les dades fiscals de l'Institut que han de constar a la factura són les següents:

- **INSTITUT CARTOGRÀFIC I GEOLÒGIC DE CATALUNYA**

Parc de Montjuïc s/n
08038 Barcelona
NIF: Q0801980D

Antonio Magariños Varo

Director

P.D. 23 de gener de 2025 (DOGC núm. 9349, de 12 de febrer de 2025)