

Generación de cartografía básica oficial a escala 1:25 000 mediante el Sistema Satelital Peruano

Chire Chira, José Ramón (jchirec@ign.gob.pe /
j_chire@yahoo.com)
Instituto Geográfico Nacional

Facultad de Letras y Ciencias Humanas
Especialidad de Geografía y Medio Ambiente PUCP

XI

Coloquio Internacional de Estudiantes
Geografía y Medio Ambiente PUCP



RESUMEN

Se presenta la misión del Instituto Geográfico Nacional (IGN) como ente rector de la cartografía en el Perú y su enlace con la Gestión Global de Información Geoespacial para las Américas (UN-GGIM) que es el Organismo de la ONU encargada de gestionar la información geoespacial en las Américas; se explica el proceso cartográfico oficial para la elaboración de cartografía básica a escala 1:25 000 empleando imágenes con capacidades estereoscópicas del satélite SPOT-6 proporcionadas por el Centro Nacional de Operaciones de Imágenes Satelitales (CNOIS); se mencionan los proyectos ejecutados a la fecha mediante esta metodología así como los proyectos a futuro que tiene el Instituto con la finalidad de completar el recubrimiento del territorio nacional a escala 1:25 000, finalmente se presentan las conclusiones del trabajo desarrollado.

Palabras clave: Cartografía; Fotogrametría; Geodesia; Escala

1. Misión del Instituto Geográfico Nacional

De acuerdo a la Ley N° 27292, Ley del Instituto Geográfico Nacional (IGN), tiene como misión elaborar y actualizar cartografía básica oficial del Perú, proporcionando a las entidades públicas y privadas la cartografía que requieran para los fines de desarrollo y la defensa nacional. La base de toda cartografía o información geoespacial como se la conoce actualmente, es la geodesia, de ahí es importante contar con una sólida infraestructura geodésica confiable, única y oficial del país que permita el desarrollo de los diferentes trabajos de infraestructura a nivel nacional. Las estaciones de rastreo permanente que conforman la red geodésica de monitoreo continuo (REGPMOC) a cargo del IGN materializan nuestro marco de referencia para el desarrollo de los trabajos geodésicos y cartográficos que se realizan en nuestro país. Las entidades públicas y privadas emplean esta cartografía base para elaborar los diferentes mapas temáticos de sus competencias, finalmente toda esta información geoespacial debe ser insertada a la infraestructura de datos espaciales del Perú.

La gestión global de información geoespacial para las Américas (UN-GGIM: Américas) es un comité de las Naciones Unidas sobre gestión de la información geoespacial en la región, cuyo objetivo es abordar los desafíos clave mediante un comité de expertos internacionales en el manejo de la información geoespacial. El objetivo principal es el desarrollo sostenible, para lo cual se cuenta con la “agenda 2030” constituido por diecisiete (17) objetivos para el desarrollo sostenible con miras a que la información geoespacial influya en cuestiones de política, de tal manera reducir las brechas entre el gobierno y el uso de la información geoespacial. En este sentido, el buen uso de la información geoespacial elaborada por el IGN debe garantizar el establecimiento articulado de políticas, programas y proyectos de desarrollo, de tal manera que aumente progresivamente el PBI relacionado a la explotación y producción de la información geoespacial por parte del gobierno.

2. Proceso cartográfico oficial para escala 1:25 000

La elaboración de nuestra carta nacional a escala 1:25 000, exige un minucioso planeamiento para señalar el área que debe levantarse, el tipo de terreno a cartografiar, el tiempo, los costos, el material, equipo, instrumentos y personal a emplear, entre otros (IGN, 2015).

2.1 Obtención de imágenes de satélite

Las imágenes de satélite empleadas en el proceso cartográfico corresponden al sensor SPOT-6 y son entregadas sin costo por el Centro Nacional de Operación de Imágenes de Satélite (CNOIS). La principal característica que deben tener las referidas imágenes es la capacidad estereoscópica, es decir contar con zonas de traslape formando “modelos estéreos” que permitan al operador la visualización en tres dimensiones. También es importante tomar nota de la fecha de captura y el porcentaje de nubosidad presente en las escenas. Realizando un proceso de fusión o “pansharpening” podemos obtener imágenes de 1.5 m de resolución espacial en cuatro bandas espectrales (azul, verde, rojo e infrarrojo).

2.2 Establecimiento de puntos de control terrestre

Los movimientos de la plataforma espacial que contiene al sensor SPOT-6 se materializan en los ángulos de “aleo”, “cabeceo” y “giro”, sumado a los efectos de la rotación de Tierra, producen distorsiones en las imágenes de satélite, es decir que los píxeles de las imágenes presentan un desplazamiento con respecto a su posición geográfica real. En este sentido, es necesario realizar una corrección geométrica, estableciendo cierta cantidad de puntos de control distribuidas de manera uniforme en todo el bloque de imágenes, escogiendo lugares específicos en campo e identificables en las imágenes para obtener coordenadas precisas utilizando equipos de doble frecuencia GNSS, dichas coordenadas deben estar enlazadas a la red geodésica peruana de monitoreo continuo, toda vez que es el marco de referencia geodésico de nuestro país.

2.3 Aerotriangulación

La finalidad del proceso de aerotriangulación es georreferenciar todo el bloque de imágenes con los puntos de control terrestre, también llamados “puntos de apoyo fotogramétrico”, los cuales deben estar distribuidos de manera uniforme en todo el bloque, de esta manera disminuye la dependencia de la fotogrametría de la topografía y se agilizan las ejecuciones cartográficas (Pérez, 2001). Se procede a realizar

la orientación interna que es la reconstrucción de la geometría interna del sensor en el momento de la captura de la toma; seguidamente la orientación relativa para la formación de los modelos estéreo mediante la medición de un suficiente número de puntos de paso, puntos de amarre o “tie points”; posteriormente la orientación absoluta se obtiene realizando la medición de los puntos de control terrestre para el escalado (x,y) y la nivelación (z) de todo el bloque. Finalmente se ejecuta el ajuste fotogramétrico, cuyos residuales deben estar por debajo de los límites tolerables para la escala 1:25 000 y verificados con cierto número de puntos de chequeo. El buen resultado de un proyecto de aerotriangulación depende fundamentalmente de la calidad en la transferencia de puntos (Schenk, 2002).

2.4 Restitución fotogramétrica

Teniendo el bloque fotogramétrico aerotriangulado, se procede a la restitución fotogramétrica de las imágenes de satélite en base a los modelos estereoscópicos que conforman el bloque, es decir, consiste en la extracción de las entidades geográficas definidas en el catálogo de objetos para la cartografía básica a escala 1:25 000 de acuerdo a la norma técnica vigente para la elaboración de mapas topográficos a esta escala. Esta actividad se realiza en estaciones fotogramétricas digitales, donde el operador fotogrametra hace uso del sistema de visión esteresocópica para extraer tridimensionalmente (x, y, z) los detalles planimétricos (hidrografía, vías de comunicación, vegetación, áreas urbanas, entre otros) y altimétricos (curvas de nivel, cotas fotogramétricas) en diferentes niveles directamente en un software de sistema de información geográfica (SIG).

2.5 Comprobación, clasificación en campo y toponimia

Las hojas de restitución son preparadas para la clasificación y comprobación de campo, brigadas de trabajo se desplazan al terreno cartografiado para comprobar la fidelidad de los elementos y detalles restituidos como terrenos de cultivo, canales, acequias, pantanos, entre otros; asimismo, se clasifican las vías de transporte como carretera asfaltada, camino carrozable, camino de herradura, entre otros. Por otro lado, también se realiza el levantamiento de la toponimia, es decir, la recopilación insitu de los nombres de las entidades geográficas como son nombre de los centros poblados, nombre de las quebradas, ríos, lagunas,

nombre de los cerros, nombre de los sitios arqueológicos, cementerios, centros educativos, puentes, entre otros.

2.6 Edición cartográfica en SIG

Un sistema de información geográfica es un conjunto de herramientas diseñado para la adquisición, almacenamiento, análisis y representación de datos espaciales (Ordoñez y Martínez, 2003). Las hojas clasificadas y comprobadas en campo en el proceso anterior, son editadas cartográficamente en gabinete, de acuerdo a las especificaciones técnicas del IGN. Por ejemplo, la hidrografía es representada en color azul, la vegetación en verde, los accidentes artificiales en negro y los caminos en rojo. Como datos adicionales se consignan la cuadrícula, información marginal, el nombre y número de la hoja, el cuadro de situación de hojas vecinas, las coordenadas geográficas (IGN, 2015). La característica principal de la edición cartográfica en un ambiente de sistema de información geográfica, es que la información gráfica está asociada a una información cualitativa mediante tablas de atributos para cada entidad geográfica, permitiendo el desarrollo de consultas para ayudar a la toma de decisiones por parte de los usuarios. Las hojas son editadas para obtener dos productos: por un lado, un mapa topográfico digital contenida en una geodatabase (GDB) y por otro lado un mapa topográfico lineal (TLM) para fines de impresión.

2.7 Control de calidad

Antes de dar por culminado el proceso cartográfico, se realiza un exhaustivo control de calidad tanto a la información digital como a la impresa.

2.8 Publicación en el Geoportal del IGN

Finalmente, la información geoespacial producida por el IGN es publicada en el geoportal de la institución (www.idep.gob.pe), donde el usuario que tiene conexión a internet puede acceder desde cualquier ordenador y lugar para apreciar el recubrimiento de la cartografía básica a escala 1:25 000.

3. Proyectos ejecutados

La cartografía básica a escala 1:25 000 elaborada por el IGN con imágenes del sensor SPOT-6, se inició en el AF-2015 con la restitución fotogramétrica de treinta y ocho (38) mapas topográficos del departamento de Tumbes, donde se

emplearon seis (06) escenas estereoscópicas y treinta y seis (36) puntos de control terrestre. Durante los años 2016 y 2017 se realizó la restitución fotogramétrica de los departamentos de Piura y Lambayeque, materializados en doscientas treinta y uno (231) mapas topográficos del departamento de Piura y ochenta y tres (83) mapas topográficos del departamento de Lambayeque, para el desarrollo de ambos proyectos se emplearon veintitrés (23) escenas estereoscópicas y ochenta y ocho (88) puntos de control terrestre. El AF-2018 se realizó la restitución fotogramétrica de ciento ochenta y seis (186) mapas topográficos del departamento de La Libertad, se emplearon treinta y ocho (38) escenas estereoscópicas y sesenta y nueve (69) puntos de control terrestre. Adicionalmente, se cuenta con cartografía básica a escala 1:25 000 elaborada con fotografías aéreas (antes de contar con el sistema satelital peruano) de los departamentos de Ica, Moquegua y Tacna.

4. Proyectos a futuro

El IGN tiene el enorme reto del completamiento de la cartografía básica del territorio peruano a escala 1:25 000, en este sentido, de acuerdo al Plan Operativo Institucional (POI) y al Plan Estratégico Sectorial Multianual (PESEM), se tiene previsto para los siguientes años, la elaboración de la cartografía básica oficial a escala 1:25 000 de los departamentos de Lima, Ancash, y Arequipa, para lo cual, se cuenta con imágenes del sensor SPOT-6 con capacidades estereoscópicas de dichos departamentos, terminando con ello toda la parte de la costa peruana. Se viene coordinando con la Comisión Nacional de Investigación y Desarrollo Aeroespacial (CONIDA) para la continuidad de la provisión de imágenes satelitales de toda la región central del Perú (Cajamarca, Huánuco, Junín, Ayacucho, Apurímac, Cusco y Puno), asimismo para la parte de la amazonía peruana se tiene previsto el empleo de imágenes de radar, toda vez que las condiciones meteorológicas en ese lugar son adversas para la captura de imágenes ópticas por la constante presencia de nubosidad.

CONCLUSIONES

Las imágenes satelitales SPOT-6 con capacidades estereoscópicas, han sido empleadas para la generación de cartografía básica oficial a escala 1:25 000 de los departamentos de Tumbes, Piura, Lambayeque y La Libertad.

Estos mapas topográficos permitirán la buena gestión del territorio en esas regiones, mediante la elaboración y/o actualización de los diferentes mapas temáticos para la zonificación económica y ecológica (ZEE), el cual es un proceso de identificación de potencialidades y limitaciones del territorio, cuyos resultados constituyen una de las herramientas principales para la formulación y puesta en marcha de los planes de ordenamiento territorial (POT) de estas regiones.

El AF-2020 se tiene previsto la generación de cartografía básica oficial del departamento de Lima a escala 1:25 000, cuyo trabajo de establecimiento de puntos de control terrestre se ha realizado en noviembre del AF-2019.

Se cuenta con 90% de recubrimiento satelital del sensor SPOT-6 de los departamentos de Ancash y Arequipa, con la finalidad de generar cartografía básica oficial a escala 1:25 000 en los siguientes años.

De acuerdo al procedimiento cartográfico oficial para la escala 1:25 000, se han establecido ciento noventa y tres (193) puntos de control terrestre para realizar el proceso de aerotriangulación de las imágenes satelitales que corresponden a estos departamentos.

Es importante seguir contando de manera gratuita con las imágenes del sensor SPOT-6, para continuar con la generación de cartografía básica a escala 1:25 000 del resto del país.

REFERENCIAS

Especificaciones Técnicas del Instituto Panamericano de Geografía e Historia. Instituto Geográfico Nacional (2015). Historia del Instituto Geográfico Nacional.

Norma Técnica: “especificaciones técnicas para la producción de mapas topográficos a escala 1:25,000”.

Norma Técnica: “especificaciones técnicas para posicionamiento geodésico estático relativo con receptores del Sistema Satelital de Navegación Global”.

Ordoñez Celestino, Martínez-Alegría Roberto (2003). Sistemas de Información Geográfica. Universidad de Vigo. Editorial RA-MA.

Pérez Álvarez Juan Antonio (2001). Apuntes de Fotogrametría III. Universidad de Extremadura.

Schenk Toni (2002). Fotogrametría Digital. Instituto Cartográfico de Cataluña. Editorial Marcombo.

Web para la solicitud de imágenes del Sistema Satelital Peruano:

<http://www.conida.gob.pe/cof/pasos.php>

EXPOSICIÓN



Generación de cartografía básica oficial a escala 1:25,000 mediante el Sistema Satelital Peruano

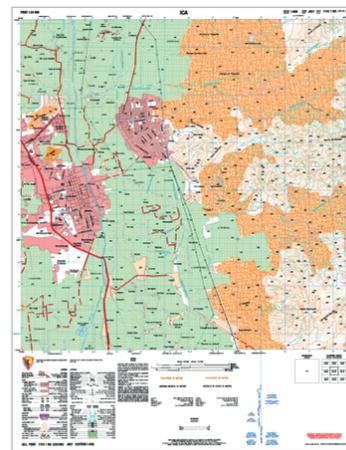


Ing. José Ramón Chire Chira
j_chire@yahoo.com / 998827660

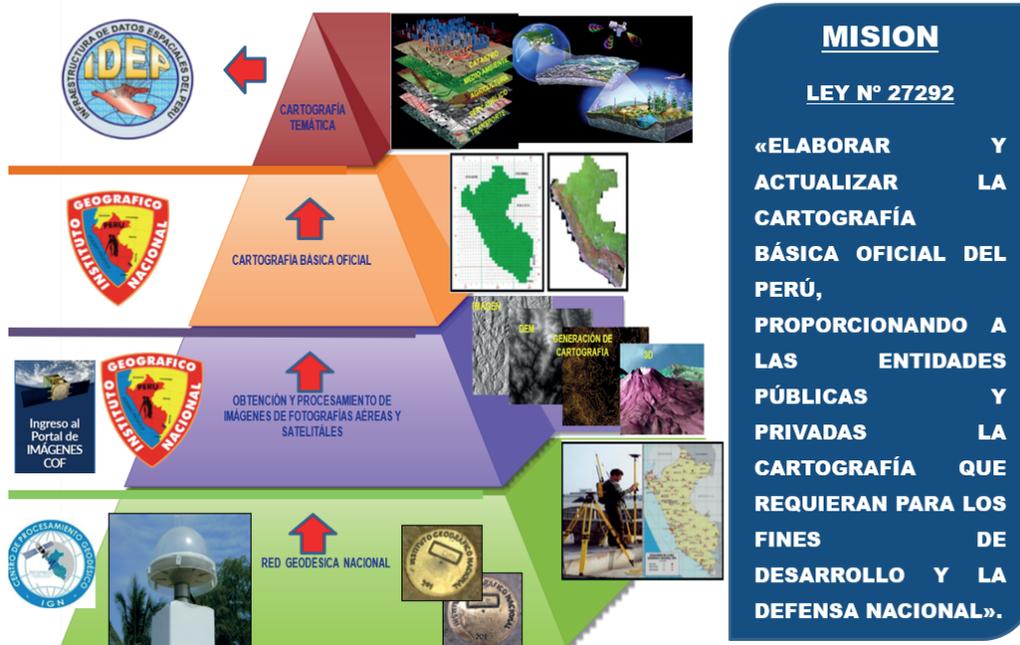


Sumario

1. Misión del IGN
2. Proceso cartográfico oficial para escala 1:25,000
3. Proyectos ejecutados
4. Proyectos a futuro
5. Conclusiones



Misión del Instituto Geográfico Nacional



Gestión Global de Información Geoespacial para las Américas



Objetivo principal: Desarrollo Sostenible.

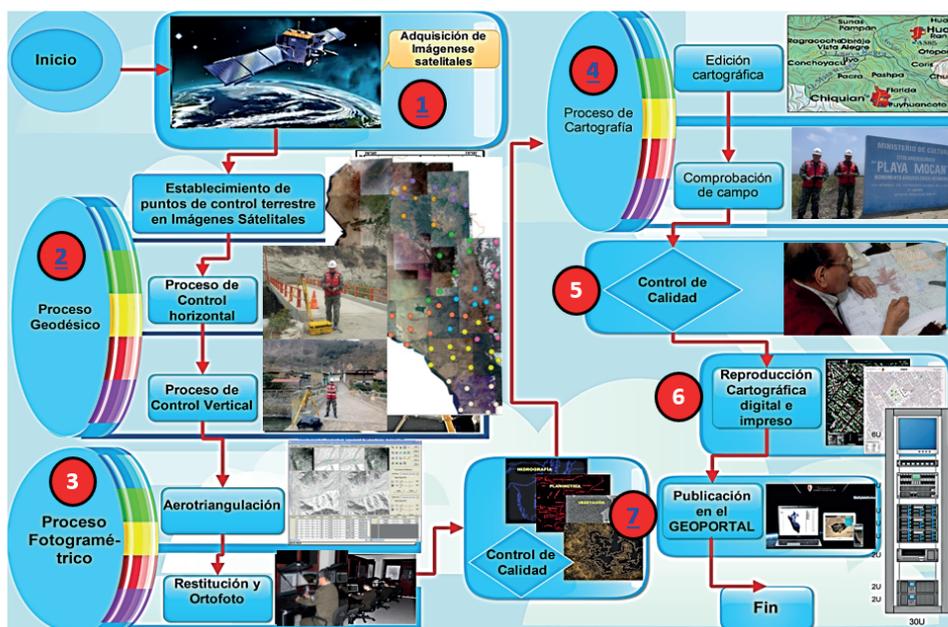
Instrumento: Agenda 2030, 17 objetivos para el Desarrollo Sostenible.

Brecha: IG para influir en cuestiones de política mundial.

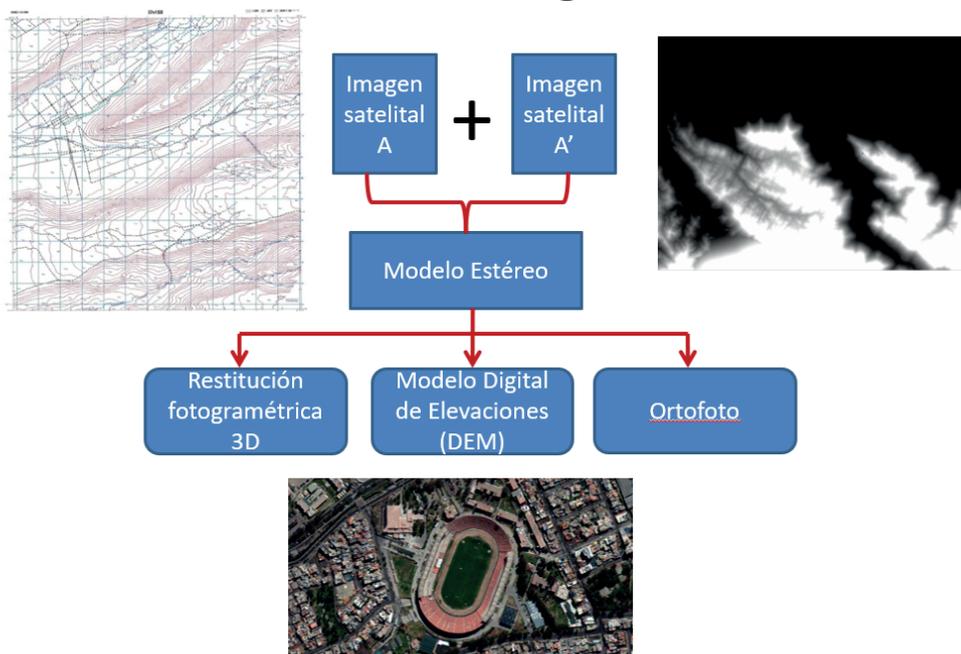
Consideraciones:

- Economía basada en el conocimiento.
- Buen uso de la IG garantiza el establecimiento articulado de políticas, programas y proyectos.
- En EEUU y Reino Unido, el 1.2% de su PBI está relacionado a la explotación y producción de IG del Gobierno.

Proceso Cartográfico para escala 1:25,000

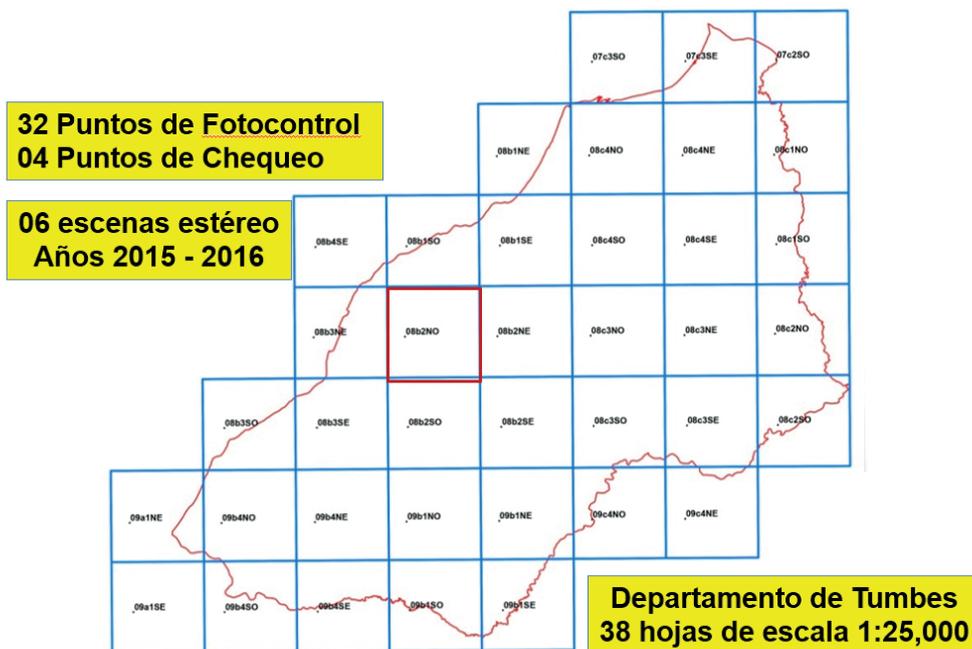


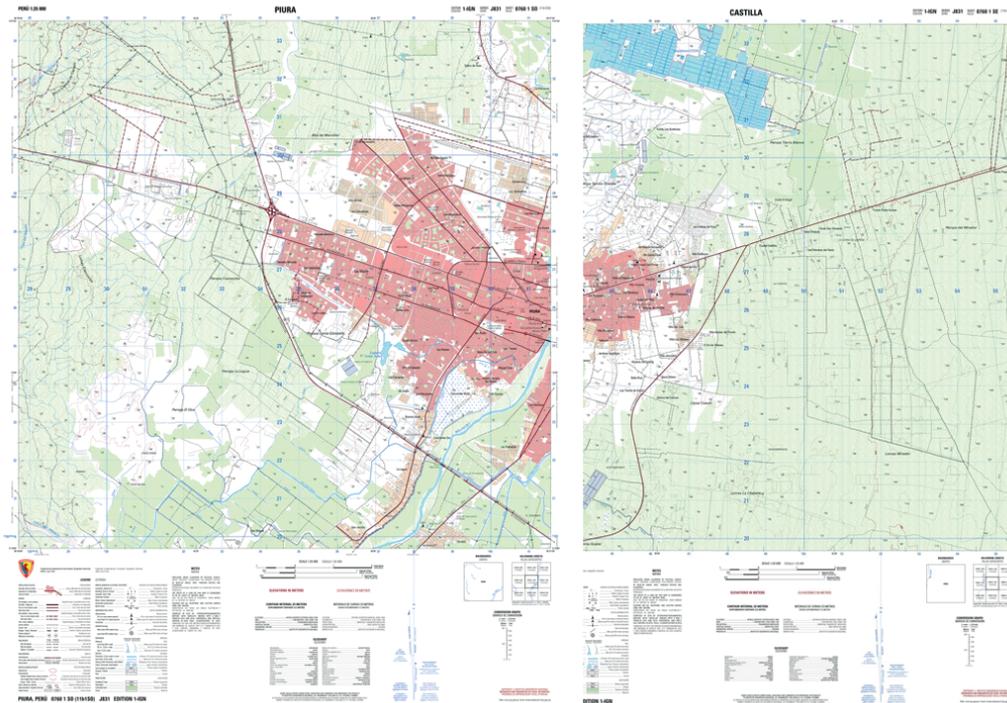
Metodología





Cartografía básica escala 1:25,000

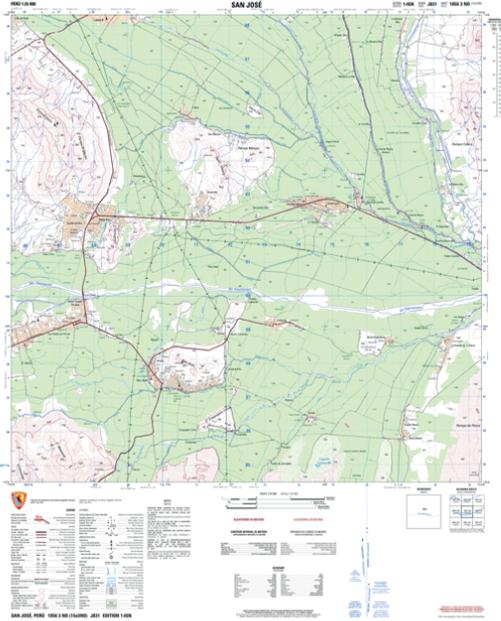




Cartografía básica escala 1:25,000



Mapa Topográfico 15e3NO - escala 1:25,000



Ortofoto 15e3NO - escala 1:25,000



Resolución espacial de 1.5 m

Generación de vuelos virtuales

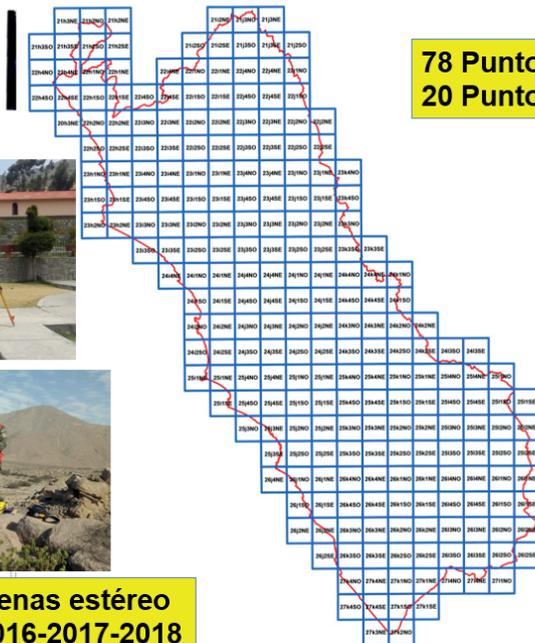




PROYECTOS A FUTURO



fppt.com

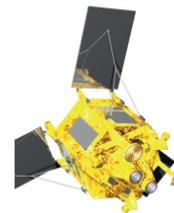


**78 Puntos de Fotocontrol
20 Puntos de Chequeo**



**25 escenas estéreo
Años 2016-2017-2018**

243 Hojas por trabajar



**Generación de
240 hojas de
escala 1:25,000
del
Departamento
de Lima**



Conclusiones

- Las imágenes satelitales del **sensor SPOT 6** con capacidades estereoscópicas, han sido empleadas para la **generación de cartografía básica oficial escala 1:25,000 de los departamentos de Tumbes, Piura, Lambayeque y La Libertad.**
- El AF-2020 se tiene previsto la **generación de cartografía básica oficial escala 1:25,000 del departamentos de Lima**, cuyo trabajo de establecimiento de puntos de control se ha realizado en noviembre del presente año.
- Se cuenta con **90% de recubrimiento satelital del sensor SPOT 6 de los departamentos de Ancash y Arequipa**, con la finalidad de generar cartografía básica oficial escala 1:25,000 en los siguientes años.
- De acuerdo al **procedimiento cartográfico oficial para escala 1:25,000 se han establecido 193 puntos de apoyo fotogramétrico** para realizar la corrección geométrica de las imágenes satelitales que corresponden a estos departamentos.
- Es importante seguir contando de **manera gratuita las imágenes del sensor SPOT 6, para continuar con la generación de cartografía básica oficial escala 1:25,000 del resto del país.**



Solicitud de imágenes satelitales

Catálogo de imágenes | Solicitud de Producción

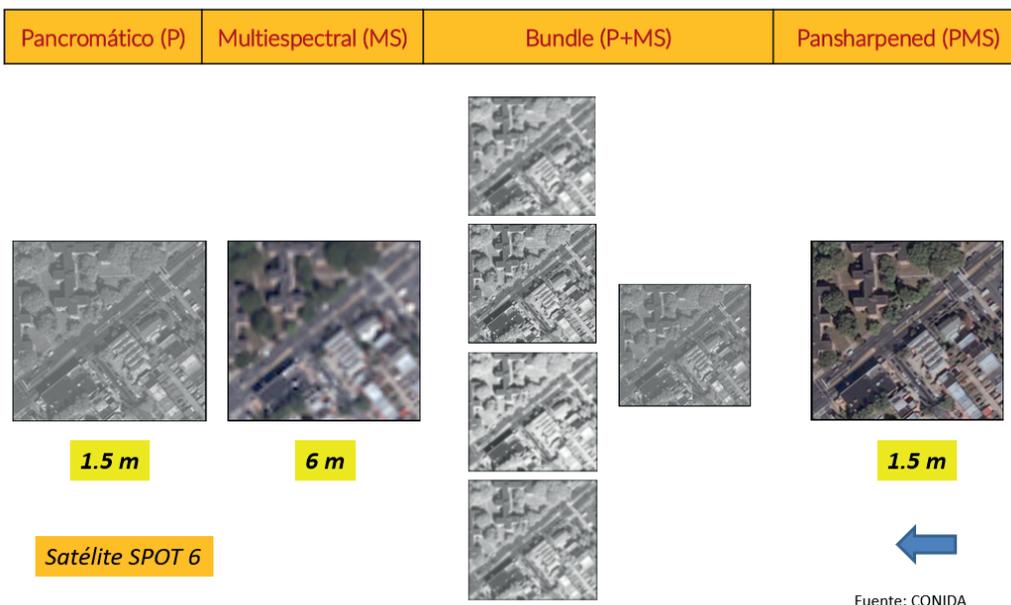
Requerimiento	Resultado						
Mostrar todas las huellas	Número de resu	Filtro					
Salida	Huella	Da...	Miniatura	Vista	Fecha d...	Metad...	Copiar
PER	DS...				2016-11...		
PER	DS...				2016-11...		
PER	DS...				2017-05...		
PER	DS...				2017-07...		
PER	DS...				2016-11...		

Ingreso al Portal de IMÁGENES COF

- **Fecha**
- **Sensor**
- **% Nubosidad**
- **Metadato**
- **Procesamiento**

Mapa: AOI - 1

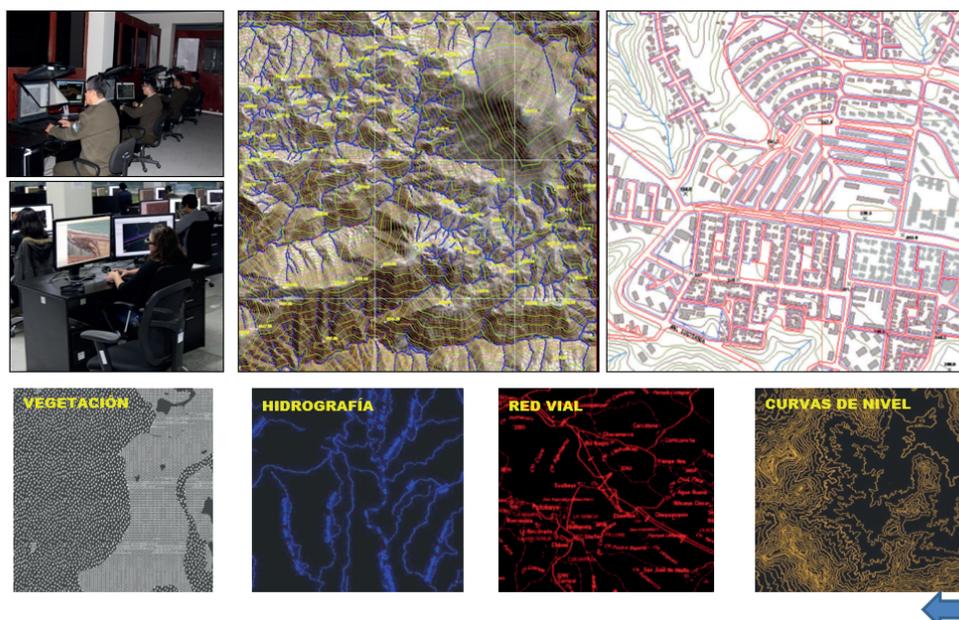
Solicitud de imágenes satelitales



Red Geodésica Nacional



Restitución fotogramétrica



Comprobación y clasificación de campo



Publicación de Datos Fundamentales en el Geoportal del IGN

