

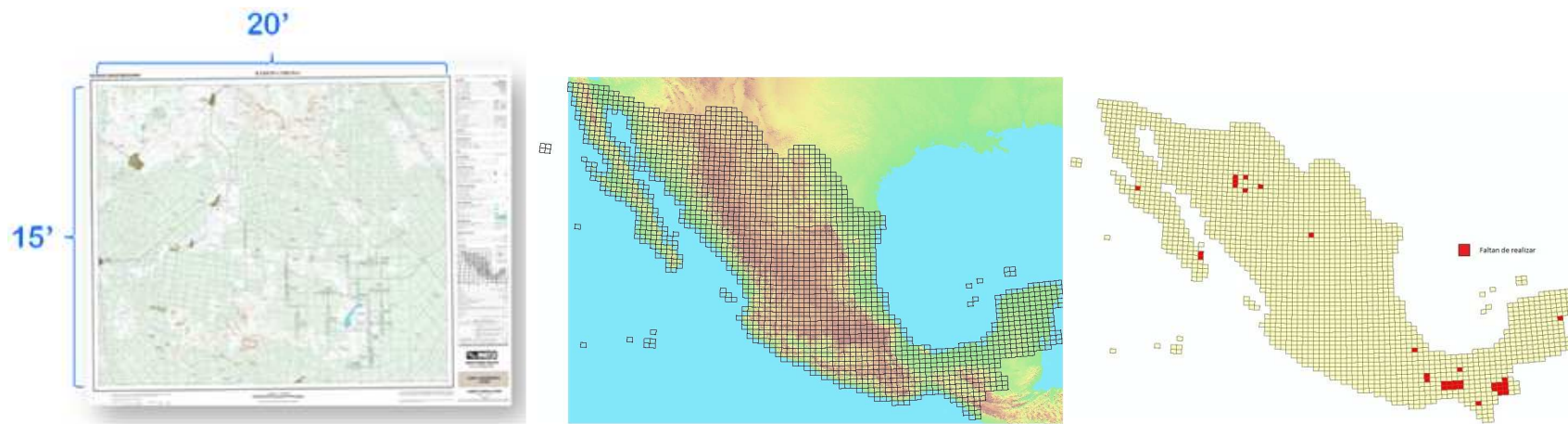
Resumen de la Metodología de Actualización de los elementos geográficos de los formatos cartográficos escala 1:50 000.

Introducción

El Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI) tiene, entre otros objetivos, el de producir la información geográfica que el país requiere para planificar y conducir el aprovechamiento óptimo de sus recursos naturales y culturales. Para ello, la Dirección General de Geografía y Medio Ambiente (DGGMA) del Instituto, genera información sobre el territorio nacional en diversas escalas, en temas tales como; Topografía, Geología, Hidrología, Edafología, Uso del Suelo, etc. Esta cartografía ha sido utilizada de muy diversas maneras para el estudio de las obras o eventos de mayor relevancia que han acontecido en el Territorio Nacional y la Zona Económica Exclusiva durante el último cuarto de siglo.

Es en ese contexto que el INEGI elabora la Carta Topográfica escala 1:50,000. La primera versión impresa de esta Carta (conocida como Serie I) se realizó entre los años 1968 y 1988. Posteriormente, del año 1994 al 2004, se llevó a cabo el proceso de actualización de la información, el cual culminó con los conjuntos de datos de la Carta Topográfica vigente al día de hoy. Para la generación de la Carta Topográfica escala 1:50,000, el país se divide en 2357 secciones de 15' de latitud por 20' de longitud, llamados formatos cartográficos. Para que el proceso de actualización de la información de la Serie I pudiera culminarse en los 10 años para los que estaba planeado, se trabajaron 235 de dichos formatos por año. El proceso de actualización consistió en la digitalización de la cartografía impresa seguida de una revisión previa a las visitas en campo para fotoidentificar los posibles cambios existentes en las fotografías aéreas que se obtuvieron en fechas más recientes, planear sus recorridos en campo y complementar los atributos de los objetos espaciales que lo requieren para la extracción vectorial de los rasgos geográficos y conformación de los conjuntos vectoriales. Posteriormente, la información se integra en la base de datos geográfica del INEGI y finalmente, se pone a disposición de los usuarios a través del Servicio Público de Información del Instituto.

Cabe aclarar que la Información topográfica escala 1:50,000, en este momento se compone de 2324 formatos de los 2357 totales (cubriendo un 98.6% del territorio nacional). Los 33 restantes no se pudieron actualizar ya sea porque que las condiciones de las zonas donde se encuentran no han permitido la toma de imágenes que no contengan nubes (lo cual impide detectar posibles cambios respecto a la Carta anterior) o bien porque son zonas de acceso restringido (lo cual impide que se haga la verificación en campo).



A continuación, este documento presenta un resumen de la metodología utilizada en la elaboración de la Carta. Los detalles metodológicos se pueden encontrar en los siguientes manuales: “Manual para la Actualización para los elementos geográficos de la Carta Topográfica escala 1:50 000”; “Manual metodológico para la actualización digital de la Carta Topográfica escala 1:50 000”; “Manual para la Validación y estructuración de la Carta Topográfica escala 1:50 000”; “Manual para la Conservación de la información de la Carta Topográfica escala 1:50 000”; y “Manual para la Publicación de la información de la Carta Topográfica escala 1:50 000”.

1. Clasificación en Campo

Para la Clasificación en campo cada año se deben realizar los siguientes procedimientos:

A.- Actividades de Compilación

a) Planeación Anual.

Objetivo

Que el responsable de la actualización a nivel regional o estatal, pueda prever los insumos necesarios que requerirá para el desarrollo de sus actividades con base a la programación que se tiene definida y a los tiempos disponibles.

Criterios

Se deberá considerar lo siguiente:

- El total de cartas topográficas programadas tanto en el mes como en el año (en promedio 300 formatos por año de un total de 2,357).
- El tiempo para actualizar cada una de las cartas asignadas.
- El número de técnicos participantes.
- El equipo e insumos materiales que se requieren para la actualización.
- El tiempo necesario para la actualización de cartas que se ubican en dos o más entidades pertenecientes a una misma Dirección Regional o en diferente Dirección Regional.
- La entrega oportuna del material actualizado al área de Extracción.

Análisis preliminar de la información de cada formato de la carta

La información que deberá ser analizada en forma preliminar en cada carta topográfica programada, será la siguiente:

- Total y tipo de localidades contenidas en la cobertura del formato de la carta topográfica escala 1:50 000 a actualizar (Positivo Sumado y Carta Topográfica con Marco Geoestadístico), incluyendo el centímetro extra al Sur y Este.
- Topografía.
- Vías de acceso.
- Hidrografía.
- Servicios e instalaciones ubicados dentro y fuera de localidades.

- Zonas con mayor densidad de información.
- Zonas de difícil acceso.
- Zonas con mayor dinámica de crecimiento.
- Información que deberá ligarse con cartas adyacentes.

Asignación de cargas de trabajo

Una vez realizado el análisis preliminar y dependiendo de los resultados obtenidos, el responsable de la actualización en campo podrá determinar la carga de trabajo para cada brigada de técnicos para efectuar la actualización cartográfica de cada carta, desde la etapa de gabinete hasta la entrega del material actualizado.

Gestión de recursos económicos y materiales

Es importante que el responsable de la actualización cartográfica anticipe la solicitud de los recursos económicos (gastos de campo, viáticos, gastos para gasolina, etc.) así como los vehículos, materiales y equipo que ocupará durante la actualización, debiendo evaluar en función a sus recursos la planeación realizada.

b) Consecución de Insumos.

Los insumos que podrán ser utilizados para la actualización de los formatos de la carta topográfica escala 1:50 000, así como la información que es posible obtener de los mismos pueden ser de fuentes internas o externas.

- Insumos de fuentes internas: Positivo Sumado, Fotografías de Contacto, formato de Carta topográfica escala 1:250 000, formatos de las Cartas topográficas 1:50 000 adyacentes, Fichas y registros de actualización para la información de localidades y elementos, Carta topográfica con Marco Geoestadístico al Cierre del XII Censo General de Población y Vivienda 2000, Plano de Localidad Urbana, Planos y Croquis de Localidades Rurales, CIGEL 2000 e IT-03 y otros como apoyo alternativo.
- Insumos de fuentes externas: Información generada por las dependencias del Gobierno (federal, estatal, municipal o delegacional), relacionadas con elementos que deberán ser actualizados en el positivo sumado, ejemplos: CFE, CONAGUA, IFE, SCT, entre otros.

c) Actividades de gabinete previas a campo.

En esta parte del proceso se efectúa un trabajo de análisis, consultas, confrontas e investigaciones, a fin de identificar todas aquellas situaciones que será necesario verificar en campo, por lo cual será necesario realizar las siguientes actividades:

Conformación del fotomosaico.

Se describe detalladamente el proceso de la conformación del fotomosaico en las fotografías de contacto. Se marcará el cubrimiento del formato de la carta topográfica con color verde, señalando un centímetro extra, con la finalidad de prever la liga de las localidades y elementos, así como la cobertura adicional propiciada por el cambio de Datum Nad27 a ITRF92. Una vez concluida la conformación del fotomosaico se realizará la transferencia del área delimitada en las fotografías de contacto a la cobertura del formato de la carta, sobre el positivo sumado o en la carta topográfica con marco geoestadístico.

Llenado preliminar de las fichas de actualización de localidades.

Con la información de la base de datos del CIGEL 2000, se podrá efectuar un llenado preliminar de las fichas de actualización de localidades de los datos de Estado, Municipio, Nombre y clave de localidad, AGEB, número de habitantes, latitud, longitud, altitud y clave de la carta, haciendo uso del sistema que se utilizará para la captura de las mismas.

Registro de actualización de elementos geográficos.

Este formato servirá para captar la información relativa a los elementos orográficos, hidrográficos, litorales, instalaciones diversas y áreas de referencia que se encuentran en la carta topográfica y cuentan con un topónimo. El llenado de los registros se iniciará en forma manual, y se irá complementando conforme se realicen las actividades de confronta y de actualización de la carta topográfica escala 1:50 000.

Análisis de la información cartográfica.

El objetivo de esta actividad es detectar las coincidencias o diferencias en la información entre los diferentes insumos cartográficos y desde gabinete realizar una actualización de la información a través de confrontas, consultas, investigación, etc. con el propósito de definir los elementos y localidades cuya actualización sea factible realizar en esta etapa y aquellos que será necesario verificarlos en campo.

Evaluación del resultado obtenido durante el análisis.

Como resultado de las actividades de análisis y confronta, se tiene identificada en el positivo sumado, en la Carta con Marco Geoestadístico y fotografías de contacto, toda la información de localidades y demás elementos que requiere ser verificada en campo.

Planeación de recorridos.

Con base a la información de localidades o elementos que se verificarán en campo, se realizará la planeación de recorridos de actualización tomando en cuenta los siguientes aspectos:

- Considerar el número de brigadas y zonas asignadas a cada una de las mismas.
- Rutas de acceso a los elementos por actualizar.
- El tipo de vías de acceso a las localidades o elementos geográficos.
- Definición de puntos estratégicos para establecer bases de trabajo.
- Determinar distancias de recorridos para prever necesidades de combustible para el vehículo.
- Estimar el tiempo que se necesitará para la actualización dependiendo de la región que se visite.
- Detectar zonas de difícil acceso o alto riesgo.

Insumos para la actualización en campo.

El material que se llevará a campo será el siguiente:

- Carta con Marco Geoestadístico con información de las localidades a verificar.
- Fotografías de contacto con la información de los elementos a actualizar.
- Fichas de actualización de localidades y registros de actualización de elementos geográficos (formatos con información y en blanco).
- Positivo sumado escala 1:50 000.
- Manual para la actualización cartográfica rural.

Material Cartográfico Auxiliar.

- Carta topográfica escala 1:250 000.
- Croquis municipales
- Planos de localidad urbana
- Planos o croquis de localidad rural.

Equipo.

- Navegador GPS
- Estereoscopio de bolsillo.

B.- Actividades de Campo

El objetivo de la actualización en campo, es verificar físicamente o por medio de un proceso de investigación del lugar o de la zona, las características de las localidades o elementos por actualizar, relativas a su ubicación, nomenclatura, delimitación e información adicional requerida. Esto con la finalidad de determinar la vigencia, incorporación o anulación de las localidades o elementos en la cartografía que produce el Instituto.

a) Gestión de apoyos para la actualización en campo.

La actividad de campo comienza con la gestión de apoyos, que consiste en buscar con las autoridades del lugar la información necesaria que permita optimizar y asegurar el trabajo realizado por el personal del instituto en el lugar a trabajar, obteniendo datos importantes sobre el terreno a trabajar como son las zonas peligrosas, informantes claves, apoyo de algún medio de transporte por el terreno accidentado como caballos, lanchas, etc.

b) La entrevista.

Una vez que se tiene el apoyo por parte de las autoridades municipales, el párroco de la iglesia, el maestro de la escuela, comisariados ejidales u otra persona de edad adulta, es importante realizar la entrevista con habitantes del lugar que proporcionen la información, seleccionadas por su conocimiento y la experiencia de vivir en la zona, para lo cual es importante que el técnico tenga las nociones básicas para desarrollar una entrevista y así poder tener resultados confiables.

c) Casos que se pueden presentar durante la actualización en campo.

Durante la actividad se pueden presentar diferentes factores que intervienen en la clasificación y actualización de la información, como son los conceptos de alta, que es cuando no se contaba con esa información, baja que es cuando ya no existe la información y la teníamos registrada o el cambio de datos en la información, que es cuando la información es diferente a la que se tenía registrada.

d) Fotoidentificación de elementos.

Es el proceso que consiste en identificar y señalar en las fotografías de contacto las localidades o elementos que se observan en campo para su ubicación y representación en la carta, así como tener una mejor orientación en campo.

e) Incorporación de elementos de nueva creación.

Durante las actividades de actualización en campo se podrán encontrar localidades y elementos que no aparecen representados en los materiales cartográficos y fotografías de contacto, por lo cual es necesaria su incorporación a los productos cartográficos, estos por sus características podrán tener una representación puntual, lineal o de área así como el llenado de una de las fichas en la cual se encuentran los datos solicitados para cada uno de los elementos capturados y que forman parte del manual específico.

f) Control de cobertura

Para tener un orden dentro de la actividad en campo, es necesario llevar un control de cobertura en el cual se marcarán todos aquellos elementos y rutas que se van cubriendo durante la actualización de tal manera que permita saber el avance de la actualización en la carta así como evitar duplicidad, tanto en la información como en el recorrido.

g) Transferencia de información

Con el objeto de optimizar tiempos en el proceso de actualización de la carta, es necesario que conforme se vaya verificando la información de los elementos y localidades que se actualizan en campo y que se considera como definitiva, se vaya incorporando al positivo sumado para que al regresar a gabinete, los elementos y localidades que se tengan que transferir sean mínimos.

C.- Actividades de gabinete posteriores a campo

a) Conclusión de transferencia y llenado de fichas y registros.

Concluida la etapa de campo se termina la transferencia de elementos, se asignan claves a las localidades nuevas o rehabilitadas, se corrigen códigos, se investiga el origen y significado de los nombres y de ser el caso se conurban o fusionan localidades.

b) Liga de formatos.

Esta actividad consiste en verificar la congruencia de atributos, continuidad física y características de los elementos clasificados y representados hasta los límites de los formatos de la carta que se está actualizando y que se prolongan en los formatos adyacentes.

c) Captura de la información actualizada.

Una vez actualizadas las fichas y los registros que se utilizaron en la etapa de campo, se procede a la captura de su información, apegándose a lo señalado en el instructivo del sistema de captura y es la base para la generación del archivo alfanumérico.

d) Revisión de la información actualizada.

A toda la información que se clasificó en campo se le deberá realizar una validación, la cual se efectuará una vez concluida la actualización del positivo sumado y la captura de las fichas y registros de actualización, con la intención de corregir posibles errores u omisiones.

Los insumos que se requieren para el desarrollo de esta actividad son:

- Positivo sumado,
- Fichas y registros de actualización o listado, resultado del proceso de captura,
- Fotografías de contacto
- Copia del formato de la carta con marco geoestadístico.

Los principales aspectos que deberán validarse, están relacionados con la representación, congruencia, ortografía y liga de la información.

e) Conformación del expediente.

Concluida la validación, se conforma el expediente del formato de la carta actualizada, mismo que contendrá:

Fotografías de contacto, Positivo sumado (con información de campo actualizada) y Archivo alfanumérico.

El área estatal genera una copia del positivo actualizado, archivo alfanumérico y las fichas y registros de actualización para cualquier aclaración o consulta posterior.

f) Entrega de expedientes.

Cada expediente se envía a la Subdirección Regional, la cual deberá realizar una validación de la información antes de entregar el expediente con la información actualizada al área de extracción vectorial.

2. Extracción Vectorial

Como tal la **Extracción Vectorial** de rasgos en ambiente digital es el proceso mediante el cual, se extraen datos espaciales a partir de imágenes ortorectificadas mediante procesos fotogramétricos, estos elementos se representan por medio de polígonos, líneas y puntos los cuales deben de cumplir con las características de conexión y compartición definidas en el Diccionario de Datos Topográficos correspondiente a la escala 1:50 000.

En el año de 1994, se desarrolla e implementa la metodología para la actualización digital de la carta topográfica esc. 1:50,000, como es natural surgió la necesidad de revisar y actualizar las normas y especificaciones bajo las cuales hasta el momento se había desarrollado esta actividad, dado que esta

actividad se efectuó a nivel regional, para lo cual se implementaron diversos cursos de capacitación al personal que participaba en la extracción vectorial con la finalidad de homologar criterios y evitar ambigüedades e inconsistencias en la actualización de la información cartográfica.

De forma espacial se menciona la aplicación de un Modelo de Datos y un Diccionario de Datos Topográficos de la escala 1:50 000.

Las etapas de producción en el proceso de Extracción Vectorial son las siguientes:

A. Recepción y Verificación de Insumos.

En oficinas centrales se generaban y se entregaban al departamento de Extracción Vectorial los siguientes insumos necesarios para la producción de Datos Topográficos Digitales escala 1:50 000.

- **Ortofotos** en formato TIFF (en formato cartográfico escala 1: 5 000), con un archivo adicional extensión .TFW, utilizado por AutoCAD Map para georreferenciar archivos digitales de tipo imagen a un sistema global de coordenadas, en particular ITRF92 (WGS84).
- Archivos **Vectoriales** de altimetría. Son el resultado de la actividad denominada compatibilización geométrica, cuyo objetivo es adecuar las características de los datos vectoriales para que correspondan lo más posible con las imágenes raster.
- Archivo de historial en formato DOC, en el cual se deberán registrar los tiempos de cada proceso así como las observaciones que se considere necesario realizar. Dentro del mismo archivo, se incluye el instructivo de llenado. El nombre del archivo lo conforma la clave del formato 1:20 000 y el subfijo HIS, por ejemplo: **F14C76A_HIS.DOC**.
- Archivo de texto con extensión .AUX (Ejemplo: F14C76.AUX), el cual contiene la descripción de los datos auxiliares generados en el proceso de conversión. Este archivo es utilizado al concluir la etapa extracción digital para generar los archivos finales de metadatos.
- Adicionalmente se entregan 7 archivos digitales que contienen los canevas que se utilizan en el proceso, seis corresponden a formatos 1:20 000 y uno al formato 1:50 000. Es importante verificar que los canevas sean una polilínea cerrada, ya que de lo contrario pueden presentarse problemas en la etapa de ligas.
- Expediente de Clasificación de Campo generada por el área responsable de las actividades de actualización en campo en las sedes regionales/estatales, sería la encargada de realizar la entrega de los insumos que a continuación se listan para llevar a cabo el proceso de Extracción Vectorial:

- Positivo de campo que contiene las adecuaciones y actualizaciones de los rasgos y localidades, según el método definido en el *Manual de Actualización para los Elementos Geográficos de la Carta Topográfica Esc. 1:50 000*.
- Copias de contacto en papel de las fotografías correspondientes a los formatos de la carta topográfica, donde se realiza el picado o identificación de algunos de los rasgos captados en campo.
- Archivo alfanumérico de topónimos, que representa la fuente para la asignación de atributos (nombre) a los datos geográficos. Este archivo se genera a partir del archivo DBF, incluyendo todos aquellos rasgos que cuentan con atributo nombre.
- Archivo digital en formato DBF que contiene toda la información de los rasgos actualizados por el área de Clasificación en Campo. En este archivo se captura toda la información contenida en las fichas de levantamiento en campo, así como la ratificada en gabinete a través de otras fuentes.
- Formato de la Carta Topográfica impresa escala 1:50 000.

B. Metodología para realizar la Extracción Vectorial.

Para llevar a cabo la actualización de los datos topográficos de un formato escala 1:50,000 a serie III se contemplaron tres periodos que a continuación se describen:

- Primer Periodo: 1994 a 1995.
 - Se realizó la Extracción Vectorial utilizando estaciones de trabajo VAX y con un datum de referencia NAD27.
 - En esta ocasión en ámbito de su generación recaía a nivel central y regional.
- Segundo Periodo: 1997 a 2001.
 - Los insumos para esta etapa del proyecto fueron: Ortofotos digitales, archivo vectorial convertido e información de campo actualizada.
 - Se utilizaron estaciones de trabajo VAX para realizar la Extracción Vectorial.
 - Las áreas encargadas de la generación de archivos vectoriales recayó en el ámbito central y regional.
 - Cambio de datum de referencia de NAD27 a ITRF92.

- Tercer Periodo: 2001 a 2005, se da un cambio metodológico en la producción de datos geográficos para la carta topográfica esc. 1:50 000.
 - Cambia la plataforma de producción de datos geográficos para la carta topográfica de plataforma VAX a Pc.
 - El software de aplicación para la generación de archivos vectoriales igualmente cambia a Autocad Map.
 - Se crea un nuevo modelo de producción de la información.
 - Las áreas participantes en el proceso de Extracción Vectorial recaen en el ámbito Central: Como el encargado de de establecer los procesos de producción y las características solicitadas por el Modelo de Datos.
 - Regional: Encargada de supervisar el proceso, recibir y validar la información recibida en cuanto a los insumos.
 - Estatal: Parte encargada de realizar la extracción de datos espaciales.
 - Se conserva el Datum de referencia ITRF92.
 - Cambia la resolución espacial de las ortofotos digitales de 3 a 1.5 metros.
 - Los datos geográficos ahora tienen atributos asociados.

A partir del 2001, el modelo conceptual de los datos vectoriales contempla:

- Atributos de los Datos Geográficos o características que lo describen:
 - Fuente de los Datos.
 - Fecha de Actualización.
 - Calificador de Posición.
 - Atributos particulares.
- Integridad Geométrica de los Datos:
 - Conectividad, compartición, continuidad, cierre de áreas, resolución vectorial.

C. Validación.

La validación de los datos vectoriales consistía en algunos procedimientos para garantizar la integridad de los datos que constituían el archivo vectorial, son los siguientes:

- Validación Automática:
 - La estructura de los datos.
 - Integridad de áreas.
 - Empalmes de líneas.
 - Puntos duplicados.
 - Conexión de elementos.

- Intersección de áreas.
- *Validación visual de hidrografía y altimetría:*
 - Revisión de vectores contra la imagen y la altimetría.
 - Datos omitidos respecto a la imagen.
- *Validación visual del complemento:*
 - Revisión del archivo vectorial con la imagen
 - Revisión del archivo alfanumérico contra el vectorial.
 - Correspondencia del archivo vectorial contra el positivo sumado e imagen.
 - Geometría y criterios de extracción.
 - Continuidad de los rasgos.
 - Elementos duplicados.
 - Relaciones espaciales de conexión y compartición de geometría.

D. Depósito a la Base de Datos.

Una vez que se concluyó la validación de los archivos se depositan en un ftp y se notifica correo electrónico y cada semana se envía en forma oficial una nota con lo acumulado de cada semana.

3. Validación y estructuración en Base de Datos

En la primera etapa de trabajo con Vax, se recibían los conjuntos vectoriales en formato IFF binario, durante la validación que se realizaba en la Base de Datos, este archivo es convertido a formato texto y después a DXF, el criterio aplicado para esta etapa es que los objetos convertidos a DXF fueran al 100% iguales a los que se encontraban en el original.

Una vez verificado esto se subían a una Base de Datos de Explotación.

4. Conservación

Los formatos de la Carta topográfica escala 1:50 000 se encuentran almacenados en la Base de Datos Geográficos Institucional, a partir de ella se realiza la distribución de los productos geográficos al Servicio Público de Información.

5. Publicación

La información es cargada a la Base de Datos del acervo, cabe señalar que los Centros de Información del INEGI mediante privilegios asignados a usuarios específicos pueden realizar la descarga de la Información Topográfica escala 1:50 000, a partir de esta Base de Datos para la atención de usuarios externos.

Adicionalmente a petición de las áreas al interior del INEGI bajo el mismo procedimiento pueden realizar la descarga de la información. Cada 24 horas se ejecuta de manera automática un proceso de sincronización para su publicación en el Sitio del INEGI, a través de una aplicación donde el usuario final puede consultar el listado de la información disponible.

6. Actualización

Se está trabajando en la nueva metodología de actualización en la que se plantea actualizar solo tres capas de información: Localidades, Vías de Comunicación y Cuerpos de Agua, en un tiempo aproximado de 6 años, trabajando 400 formatos por año en promedio y solo de gabinete utilizando las imágenes de alta resolución de 2011 a 2017, considerándose para su publicación entre 2013 y 2018.

El datum de referencia será ITRF2008 y se utilizará la versión actualizada del Diccionario de Datos Topográficos escala 1:50 000.