

1. OBJETIVO

Describir los pasos para verificar el cumplimiento de los niveles de conformidad establecidos para los Modelos Digitales de Terreno (MDT), de acuerdo con los elementos de calidad definidos en las especificaciones técnicas vigentes expedidas por el IGAC.

2. ALCANCE

Este instructivo se encuentra asociado al procedimiento de Validación y oficialización de Productos cartográficos, pertenece al subproceso de Gestión Cartográfica. Inicia con la validación de los lineamientos técnicos generales y finaliza con la generación del reporte de validación.

Aplica para la validación técnica del producto cartográfico "Modelos Digitales de Terreno (MDT)" generados o adquiridos por el IGAC o terceros, a partir de cualquier método o plataforma, teniendo en cuenta los elementos y parámetros de calidad definidos de acuerdo con el nivel de detalle.

3. DESARROLLO

3.1 OPERACIÓN (PASO A PASO)

En el proceso de validación de Modelos Digitales de Terreno (MDT), se evalúa la conformidad de los elementos de calidad descritos en las especificaciones técnicas de cartografía básica vigente, tomando en cuenta la escala y los requerimientos fijados para el producto en los términos de referencia.

3.1.1. VALIDACIÓN DE LINEAMIENTOS TÉCNICOS GENERALES (MANUAL)

La validación del Modelo Digital de Terreno se realizará en dos etapas, una parte manual y otra automática mediante el uso de la herramienta desarrollada. Para la etapa manual, se definieron actividades específicas que debe realizar el profesional encargado de la validación del producto, antes del uso de la herramienta de automatización, ya que los resultados generados se deben ingresar dentro del aplicativo para generar el reporte.

3.1.1.1. VERIFICACIÓN DEL SISTEMA DE REFERENCIA VERTICAL

Verificación del sistema de referencia vertical asignado al MDT, que de acuerdo con las resoluciones 471 y 529 de 2020, "El sistema de referencia vertical empleado será el que tiene origen en el mareógrafo de Buenaventura. ".

La verificación de este elemento se debe hacer con base en la información consignada en el metadato suministrado por el productor y/o en el informe del proyecto. De acuerdo con la forma en la que fueron obtenidos los datos, este sistema de referencia vertical tendrá dos componentes, clasificados así:

- Alturas ortométricas: siempre estarán referidas al nivel del mar. Las alturas ortométricas pueden ser geométricas, trigonométricas, o reducidas de alturas elipsoidales dependiendo el método de captura de los datos.
- Alturas elipsoidales: Se trata de la distancia tomada entre la superficie del elipsoide de referencia y el punto donde se realiza la medida. Sólo es válido para datos obtenidos por GPS.

Cada una de ellas a su vez puede estar referida a un elipsoide o un modelo geoidal como se muestra en la Tabla 1.

Tipo de altura	Geoide/Elipsoide	Descripción
Ortométrica	GEOCOL 2004	Alturas ortométricas reducidas utilizando el modelo geoidal para Colombia GEOCOL 2004
Elipsoidal	WGS84	Alturas elipsoidales referidas al elipsoide WGS84

Tabla 1. Sistema de referencia vertical

3.1.1.2. VERIFICACIÓN DE LA CONSISTENCIA TEMPORAL

De acuerdo con la Resolución 471 y 529 de 2020 (...) “La producción de la información vectorial bajo el marco de esta resolución debe realizarse con insumos capturados en un periodo inferior o igual a 3 años y hasta 5 años para zonas de poca dinámica inmobiliaria”.

Este parámetro se evalúa a través del aplicativo web (<https://tableros.igac.gov.co/validacioncartografia/>) al ingresar la fecha de toma del insumo. Esta fecha se toma de la información reportada en el metadato.

3.1.2. VERIFICACIÓN DE PARAMETROS DE CALIDAD

La estructura del MDT será validada mediante el aplicativo diseñado para tal efecto. La evaluación del contenido se realizará de forma visual, verificando que los datos consignados correspondan al proyecto.

3.1.2.1. DETECCIÓN DE VALORES ATÍPICOS (MANUAL)

El proceso manual se realiza al 100%, tomando como punto de partida la revisión de curvas de nivel, junto con el mapa de sombras, de la siguiente manera.

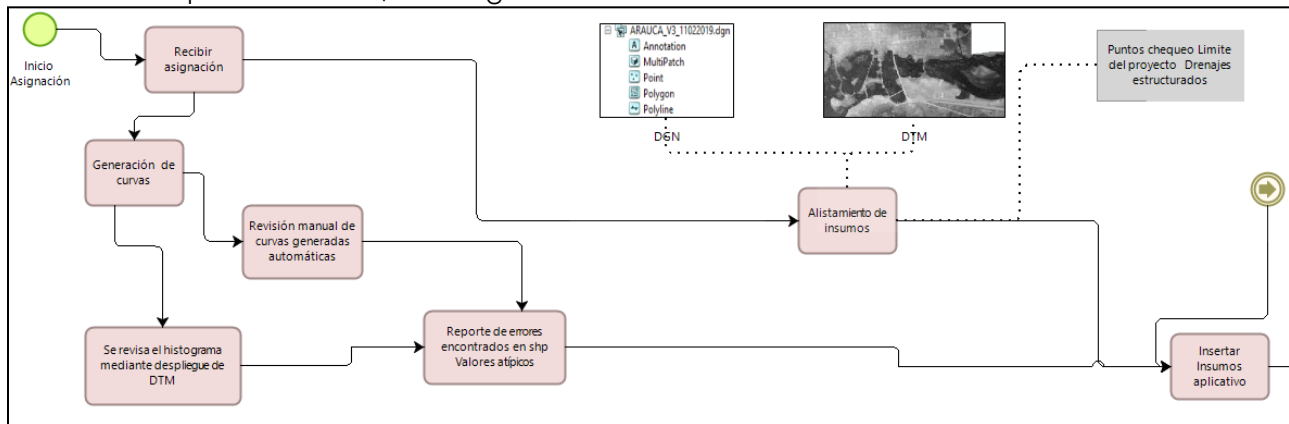


Figura 1. Flujograma Proceso Manual de validación MDT.

Verificar que el rango de valores de las elevaciones del MDT no contenga valores negativos o superiores a los 5800 m (altura máxima en Colombia). Sin embargo, puede presentarse el caso de cotas negativas o alturas cercanas a cero en zonas de excavación, esto debe validarse con base en la orografía del proyecto apoyada en información primaria y/o secundaria.

Para esta validación se debe utilizar el histograma de la imagen. Para acceder a este, se realiza accediendo a las propiedades del MDT, después en la pestaña **Simbology**, y por último se debe dar clic en el botón **Histogram**, tal y como se muestra en la Figura 2.

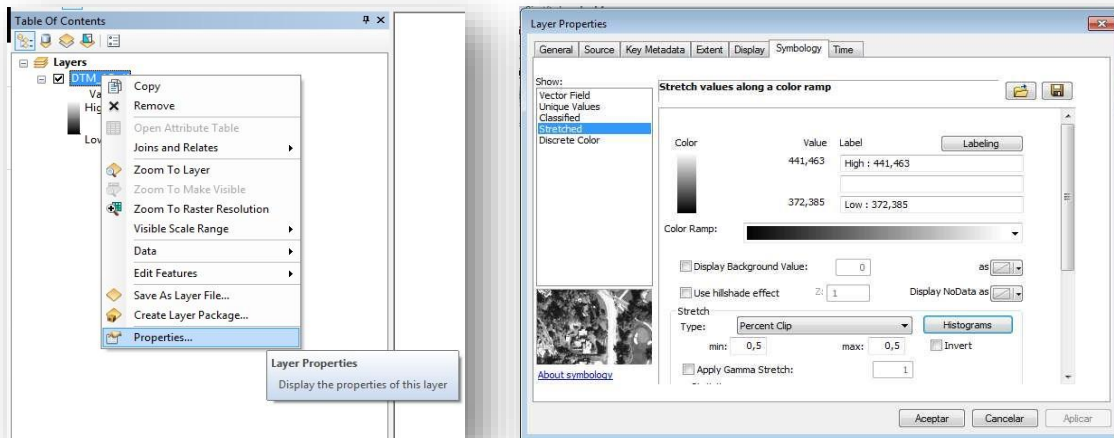


Figura 2. Revisión histograma.

Para evaluar si el MDT representa correctamente las formas y dinámicas del relieve se deben elaborar: mapas de sombras y generar curvas de nivel, que posteriormente serán evaluados visualmente al 100 %, identificando valores atípicos generados en las curvas de nivel.

Para crear el mapa de sombras, usar la herramienta "Hillshade" de "Raster Surface" que se encuentra en la caja de herramientas "3D Analyst Tools, (Arctoolbox\3DAnalystTools\Raster Surface\Hillshade). En la ventana "Hillshade" adjuntar el MDT en la casilla "Input raster" y en "Output Raster" ingresar la ruta de almacenamiento del mapa de sombras, como se observa en la Figura 3.

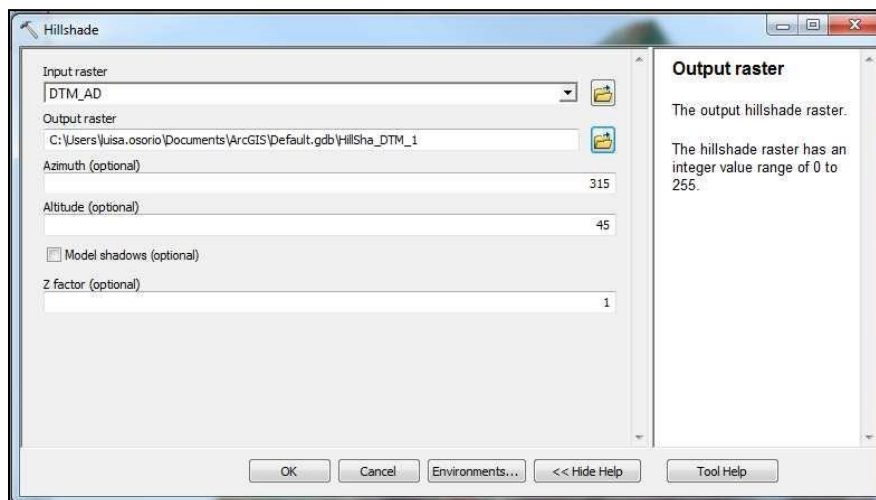


Figura 3. Generación Mapa de sombras.

Se debe cargar el resultado del mapa de sombras en un documento de ArcMap. Posteriormente, se superpone el MDT (Ver Figura 4) y se cambia la rampa de colores por una que resalte los cambios de elevación del terreno haciendo clic izquierdo del ratón sobre la simbología del MDT, como se muestra en la Figura 5. Por último, se asigna una transparencia del 60% para una mejor visualización de las formas del relieve en la pestaña "Display" de la ventana propiedades del MDT, como se muestra en la Figura 6.

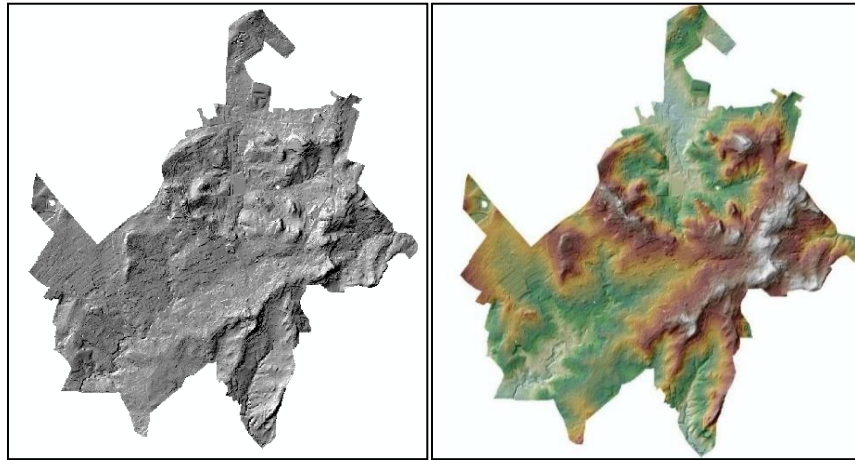


Figura 4. Mapa de sombras de la zona y superposición de mapa y sombras.

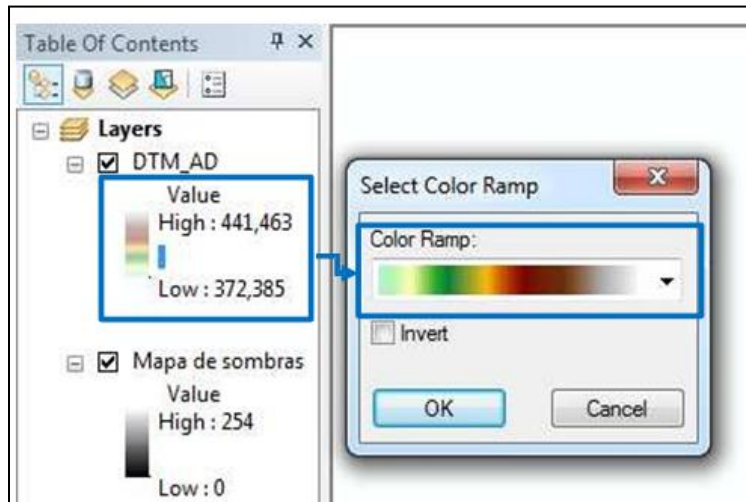


Figura 5. Cambio colores del MDT.

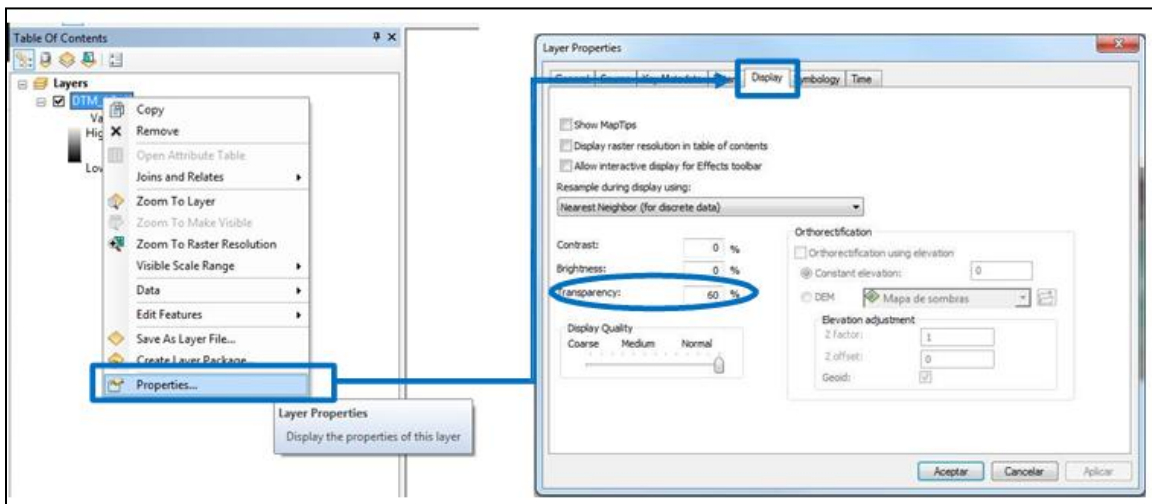


Figura 6. Cambio de la transparencia del MDT para mejorar su visualización.

Con este mapa de sombras y con la información dispuesta de las curvas de nivel se realizará la revisión visual al 100 % para identificar posibles errores atípicos que pueda tener el MDT.

El mapa de sombras se debe utilizar sobre puesto con las curvas de nivel y sobre estos se debe realizar un paneo al 100 % sobre las imágenes para detectar posibles valores atípicos, tanto en picos que se puedan estar generando o anomalías de escalera sobre las curvas de nivel, si se presentan estos valores atípicos se debe marcar el área afectada en un polígono (formato shp) y analizar si requiere ser evaluada en 3D o se debe devolver al productor para que realice los ajustes correspondientes.

Para crear las curvas de nivel, usar la herramienta "Contour" de "Raster Surface" que se encuentra en la caja de herramientas "3D Analyst Tools, (ArcToolbox\3DAnalystTools\Raster Surface\Contour).

Ingresar el MDT a validar en la casilla "Input raster", buscar la ruta de almacenamiento del resultado de las curvas en la casilla "Output polyline features" y en "Contour interval" ingresar el valor determinado para la escala para obtener curvas de nivel con un intervalo de curvas según corresponda, como se evidencia en la Figura 7:

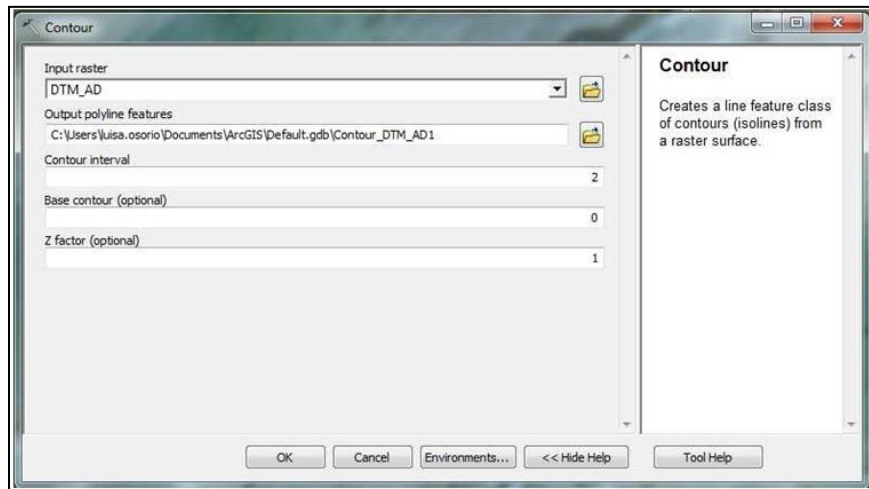


Figura 7. Crear curvas de nivel a partir MDT.

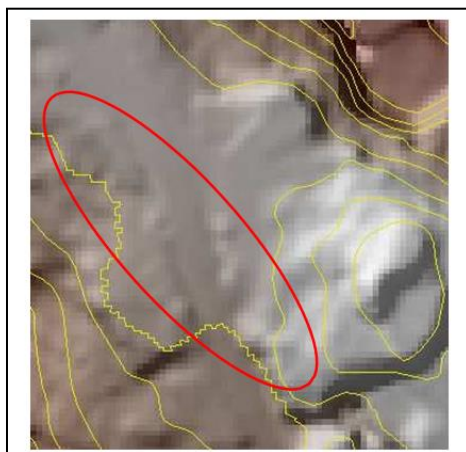


Figura 8. Verificación de curvas escalonadas.

Verificar visualmente al 100% de la información que las curvas de nivel creadas a partir del MDT no contengan segmentos escalonados, como se muestra en la Figura 8. Las áreas donde se encuentren estos valores atípicos se deben capturar para devolución con observaciones para que sean verificadas por

el productor, el archivo debe estar dentro de la carpeta **1.VMDT_CAPAS_CALIDAD_(proyecto_municipio)_Escala** en formato shapefile con el nombre **Valores_Atípicos_(Proyecto_Municipio)_Escala.shp** ”.

3.1.2.2. VERIFICACIÓN AUTOMÁTICA DE ELEMENTOS DE CALIDAD

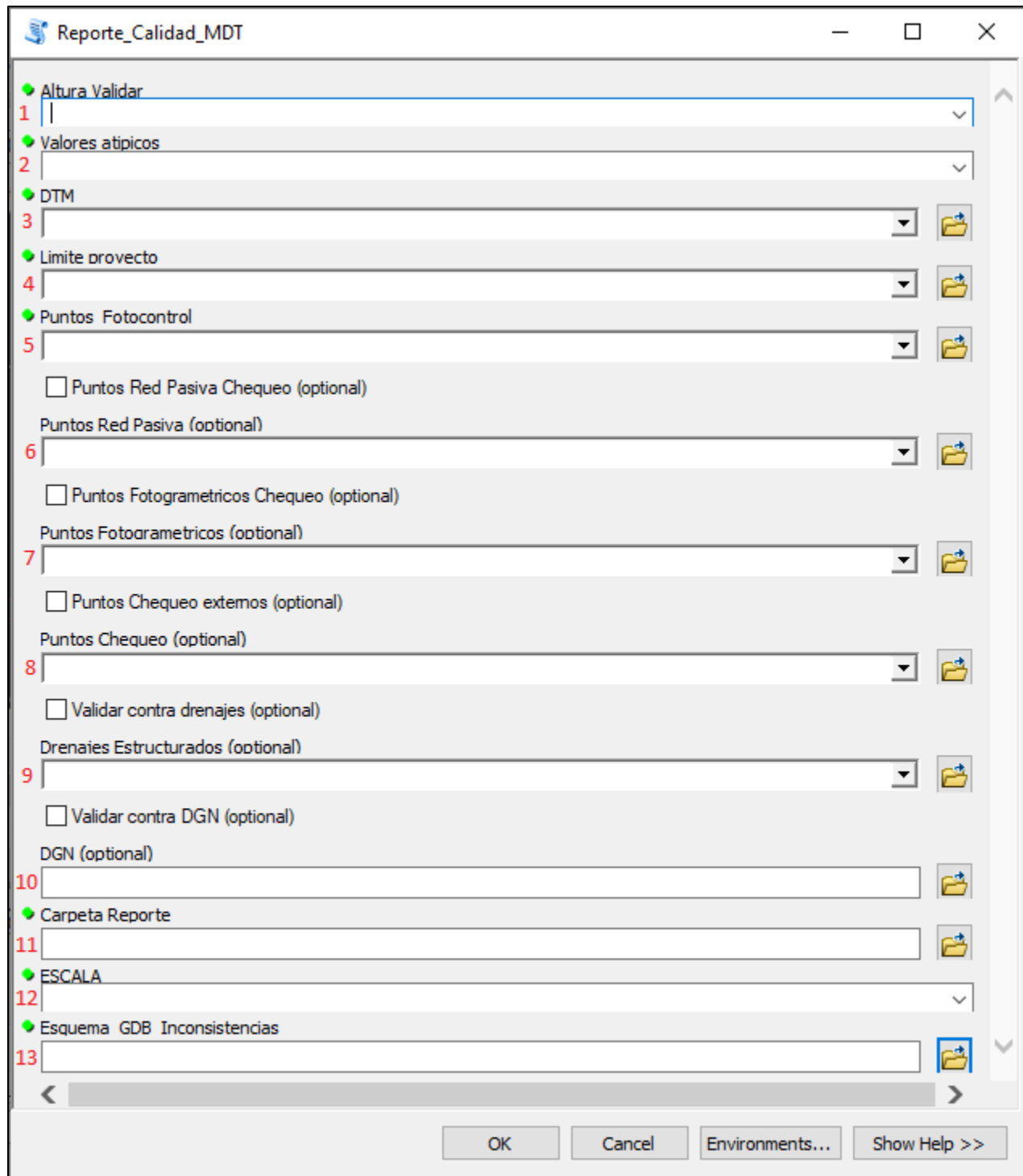
Se validará de forma automática los elementos de calidad descritos en la Tabla 2:

Elemento de Calidad	Subelemento de Calidad	
Totalidad	Omisión	
Exactitud en posición	Absoluta	
Consistencia lógica	Conceptual	Resolución espacial
		Detección de vacíos

Tabla 2. Elementos de calidad validados mediante el aplicativo.

La validación automática se realizará a través del aplicativo **Arcpy** “Validacion_MDT.tbx” / “Reporte_Calidad_MDT”, el cual funciona desde ArcCatalog, ArcMap o ArcGis PRO. El toolbox se encuentra en el GitLab oficial del IGAC: <http://gitlab.igac.gov.co/root/sgc-validacion/tree/master/MDT>.

Para ejecutar el aplicativo se debe dar doble clic sobre el Script y se habilita la pestaña de cargue de datos para la validación, algunos de los datos son opcionales. La Figura 9 muestra la interfaz del aplicativo, la cual es muy similar a cualquier toolbox de ArcMap:



The screenshot shows a software window titled "Reporte_Calidad_MDT" with a list of 13 numbered input fields and several optional checkboxes. The fields are:

- 1. Altura Validar (dropdown menu)
- 2. Valores atipicos (dropdown menu)
- 3. DTM (dropdown menu with folder icon)
- 4. Limite proyecto (dropdown menu with folder icon)
- 5. Puntos Fotocontrol (dropdown menu with folder icon)
- Puntos Red Pasiva Chequeo (optional)
- Puntos Red Pasiva (optional) (dropdown menu with folder icon)
- Puntos Fotogrametricos Chequeo (optional)
- Puntos Fotogrametricos (optional) (dropdown menu with folder icon)
- Puntos Chequeo externos (optional)
- Puntos Chequeo (optional) (dropdown menu with folder icon)
- Validar contra drenajes (optional)
- Drenajes Estructurados (optional) (dropdown menu with folder icon)
- Validar contra DGN (optional)
- DGN (optional) (dropdown menu with folder icon)
- 10. (empty text field with folder icon)
- 11. Carpeta Reporte (text field with folder icon)
- 12. ESCALA (dropdown menu)
- 13. Esquema GDB Inconsistencias (text field with folder icon)

At the bottom of the window are buttons for "OK", "Cancel", "Environments...", and "Show Help >>".

Figura 9. Aplicativo Datos INPUT.

A continuación, se enuncian los diferentes parámetros que componen el aplicativo:

1. **Altura Validar:** Si la altura del MDT a validar se encuentra en "Altura Ortométrica" o "Altura Elipsoidal", dependiendo de esta información, se realizará la validación contra los puntos de fotocontrol, red geodésica pasiva y puntos de chequeo externos.

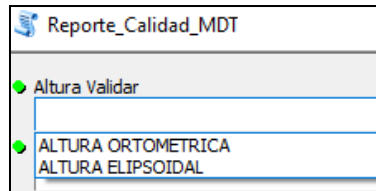


Figura 10. Selección Altura a Validar.

- 2. Valores atípicos:** Se debe seleccionar en la revisión manual se encontraron o no valores a típicos, si no se encontraron se debe reportar CONFORME, en caso contrario completar NO CONFORME según la revisión inicial realizada de manera manual sobre todo el área de estudio.

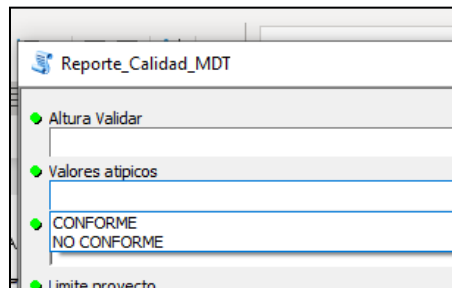


Figura 11. Selección de resultado revisión manual valores atípicos.

- 3. DTM:** Se debe seleccionar el "ráster" correspondiente al Modelo Digital de Terreno a validar.

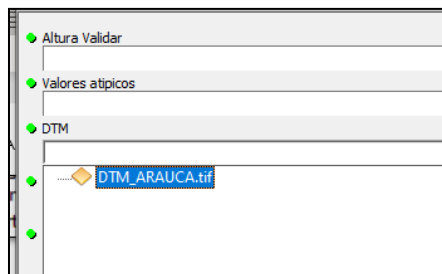


Figura 12. Selección MDT a validar.

- 4. Límite del proyecto:** Capa espacial del límite del proyecto en geometría tipo polígono.
- 5. Puntos de fotocontrol:** Puntos históricos calculados en altura. Se debe cargar desde la base de datos de fotocontrol oficial. Esta se encuentra en la ruta \\172.26.0.20\Subgeocarto2\FOTOCONTROL\BD_FOTOCONTROL\ACTUALIZADA.
- 6. Puntos de red geodésica pasiva:** Esta capa es opcional. Corresponde a los puntos de la red geodésica pasiva oficial del país. Estos puntos deben tener calculadas las alturas para ser comparables con el Modelo Digital de Terreno. En el caso de que se quiera utilizar este insumo debe validarse la caja de diálogo "Puntos Red Pasiva Chequeo". Esta información está en la página de [datos abiertos del IGAC](#).
- 7. Puntos fotogramétricos:** Esta capa es opcional. Corresponde a la capa de puntos fotogramétricos administrados por el grupo de aerotriangulación, se le debe pedir acceso al líder del grupo. Al igual que en el caso de los puntos de red pasiva, estos puntos deben tener calculadas las alturas, para ser comparables con el Modelo Digital de Terreno. En el caso de que se quiera utilizar este insumo debe validarse la caja de diálogo "Puntos Fotogramétricos Chequeo".

- 8. Puntos de chequeo:** Esta capa es opcional. Corresponde a puntos diferentes a los puntos de fotocontrol y de la red geodésica pasiva, pueden ser puntos capturados específicamente para el proyecto. Cuando se trate de puntos de chequeo suministrados por productores externos, deben tener calculadas las alturas ortométricas (en un atributo llamado ALTURA_ORT, tipo Double) o en el caso que se validen las alturas elipsoidales (en un atributo llamado ALTURA_ELI, tipo Double), y calcular las diferencias. En el caso de que se quiera utilizar este insumo debe validarse la caja de diálogo "Puntos Chequeo Externos".
- 9. Drenajes estructurados:** Esta capa es opcional, para los casos en los cuales se evalúen MDT generados a partir de procesos fotogramétricos tradicionales o cuando exista información cartográfica de la zona generada con este mismo método (en este caso se deben evaluar objetivamente los resultados, teniendo en cuenta que son productos generados en épocas y con procesos diferentes) este análisis espacial permitirá encontrar dobles cruces de drenajes sobre las curvas generadas a partir del MDT. Capa espacial con geometría tipo línea. En el caso de que se quiera utilizar este insumo debe validarse la caja de diálogo "Validar contra drenajes".
- 10. DGN:** Este valor es opcional, y está disponible para cargue de áreas totales o parciales del proyecto, permite extraer los vértices de los vectores restituidos y se realiza para las capas de Drenajes, Vías y Curvas de nivel junto con cota fotogramétrica, y generando la revisión de todos los puntos para optimizar la validación del MDT, se podrá cargar todo el DGN completo, puesto que el aplicativo selecciona los niveles con que se trabaja dependiendo de la escala. En el caso de que se quiera utilizar este insumo debe validarse la caja de diálogo "Validar contra DGN".

Para los elementos del DGN se trabaja con las listas de *level* aprobadas para escalas 1:1000, 1:2000 y 1:5000 oficiales del IGAC:

Tabla 3. Listas de level provenientes de DGN para escalas 1:1000, 1:2000 y 1:5000.

NIVEL	CMD DVP
Level_1	400101_DRENAJE SENCILLO
Level_2	400102_BORDE DE AGUA
Level_3	400103_CANAL
Level_4	400205_ELEMENTOS INUNDADOS
Level_5	400501_BANCO ARENA LECHO SECO
Level_6	400501_SEMILLA BANCO ARENA LECHO SECO
Level_9	400301 MANGLAR
Level_11	5300_PRESA DIQUE MALECON COMPUERTA
Level_12	3303_EMBARCADERO MUELLE_PUERTO
Level_14	200113_TANQUE
Level_15	3415_TUBERIA
Level_16	200501_PISCINA
Level_17	400103_DRENAJE QUE DESAPARECE
Level_18	300501_LIMITE DE VIA
Level_19	300502_LIMITE DE VIA APROX
Level_20	300105_CAMINO SENDERO
Level_21	30040103_FERROCARRIL_FUNICULAR
Level_24	300402_METRO
Level_26	200402_PISTA DE ATERRIZAJE HELIPUERTO
Level_28	300203_PUENTE

NIVEL	CMD DVP
Level_29	300201_PUENTE PUNTO
Level_30	200101_CONSTRUCCION
Level_31	200100_CONSTRUCCION NO CONVENCIONAL
Level_32	800101_RED ALTA TENSIÓN
Level_33	800202_TORRE
Level_34	800201_ANTENA
Level_35	200304_MALLA
Level_36	200201_CERCA VIVA
Level_37	200202_CERCA DE ALAMBRE
Level_38	200203_CERCA_MADERA
Level_39	2321_MINA
Level_40	500101_BOSQUE-GRUPO DE ARBOLES
Level_42	600101_CURVA INDICE
Level_43	600103_CURVA INTER
Level_44	600106_CURVA INDICE DEPRESION
Level_45	600108_CURVA INTER DEPRESION
Level_47	300204_ALCANTARILLA_PONTON
Level_49	800401_POZO
Level_50	800203_POSTE
Level_51	800301_TAPA DE SERVICIOS PUBLICOS
Level_52	300701_CICLO RUTA
Level_53	300503_LIMITE DE VIA INTERNA
Level_54	300106_PEATONAL URBANA
Level_55	300504_BERMA
Level_56	4002_DEPOSITO_AGUA
Level_57	500201_ÁREA DE EXTRACCIÓN
Level_59	500301_ZONA VERDE
Level_60	500301_SEMILLA ZONA VERDE
Level_61	200301_MURO
Level_62	200404_ZONA_DURA
Level_63	4165_MONUMENTO_PUNTO
Level_63	4165_MONUMENTO_LINEA

Para las escalas 1:10000 y 1:25000 del IGAC, así:

Tabla 4. Listas de nivel provenientes de DGN para escalas 1:10000 y 1:25000.

NIVEL	CMD DVP
Level_1	400101_DRENAJE SENCILLO
Level_2	400102_BORDE DE AGUA
Level_3	400103_CANAL
Level_4	400205_ELEMENTOS INUNDADOS
Level_5	400501_BANCO ARENA LECHO SECO
Level_6	400501_SEMILLA BANCO ARENA LECHO SECO
Level_9	400301_MANGLAR

NIVEL	CMD DVP
Level_11	5300_PRESA DIQUE MALECON COMPUERTA
Level_12	3303_EMBARCADERO MUELLE_PUERTO
Level_14	200113_TANQUE
Level_15	3415_TUBERIA
Level_16	200501_PISCINA
Level_17	400103_DRENAJE QUE DESAPARECE
Level_18	300501_LIMITE DE VIA
Level_19	300502_LIMITE DE VIA APROX
Level_20	300105_CAMINO SENDERO
Level_21	30040103_FERROCARRIL_FUNICULAR
Level_24	300402_METRO
Level_26	200402_PISTA DE ATERRIZAJE HELIPUERTO
Level_28	300203_PUENTE
Level_29	300201_PUENTE PUNTO
Level_30	200101_CONSTRUCCION
Level_31	200100_CONSTRUCCION NO CONVENCIONAL
Level_32	800101_RED ALTA TENSIÓN
Level_33	800202_TORRE
Level_34	800201_ANTENA
Level_35	200304_MALLA
Level_36	200201_CERCA VIVA
Level_37	200202_CERCA DE ALAMBRE
Level_38	200203_CERCA_MADERA
Level_39	2321_MINA
Level_40	500101_BOSQUE-GRUPO DE ARBOLES
Level_42	600101_CURVA INDICE
Level_43	600103_CURVA INTER
Level_44	600106_CURVA INDICE DEPRESION
Level_45	600108_CURVA INTER DEPRESION
Level_47	300204_ALCANTARILLA_PONTON
Level_49	800401_POZO_JAGUEY
Level_50	200101_EDIFICACION
Level_52	33011_VIA PRIMARIA
Level_53	33012_VIA SECUNDARIA
Level_54	30013_VIA TERCIARIA
Level_55	33014_PLACA HUELLA
Level_56	4002_DEPOSITO_AGUA
Level_57	500201 AREÁ DE EXTRACCIÓN
Level_61	200301_MURO
Level_62	200404_ZONA_DURA
Level_63	4165_MONUMENTO_PUNTO
Level_63	4165_MONUMENTO_LINEA

En los casos donde no exista el *level* dentro del DGN a utilizar o sean diferentes por la captura de la restitución, estos *level* se podrán modificar directamente en el script del aplicativo. Para ello se debe hacer lo siguiente:

- Clic derecho sobre el Script del toolbox, seleccionar editar.

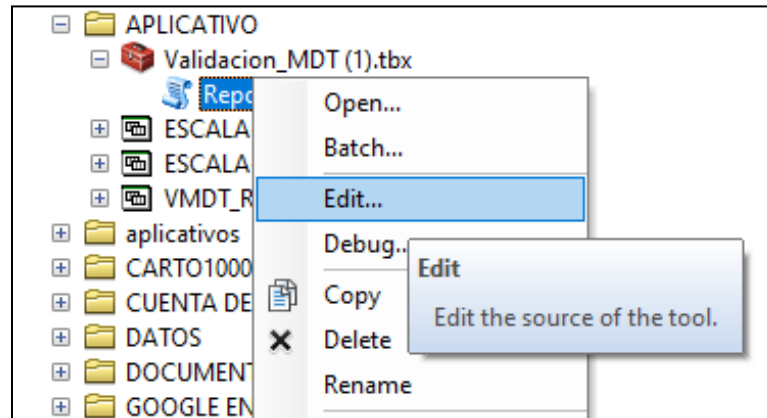


Figura 13. Paso 1 cambiar level DGN.

- Se abrirá un archivo en formato txt, dirigirse a la línea 281 del código y editar los valores de level del DGN con el cual se pretende validar, según la escala que corresponda solo será necesario cambiar el número del Level por el correcto según el DGN.

```
if escala == "1:1.000" or escala == "1:2.000" or escala == "1:5.000":
    levelagua = "\"Level\" = 2 OR \"Level\" = 3 OR \"Level\" = 17 OR \"Level\" = 1"
    levelcurva = "\"Level\" = 46 OR \"Level\" = 42 OR \"Level\" = 44 OR \"Level\" = 45 OR \"Level\" = 43 OR \"Level\" = 41"
    levelvia = "\"Level\" = 20 OR \"Level\" = 18 OR \"Level\" = 36 OR \"Level\" = 19 "
```

Figura 14. Paso 2 cambiar level DGN.

- 11. Carpeta reporte:** Se debe seleccionar la carpeta de salida donde se almacenará el reporte final y las capas geográficas de puntos de validación y valores atípicos para dobles cruces de drenajes.
- 12. Escala:** Se debe seleccionar la escala del producto a validar.
- 13. Esquema GDB Inconsistencias:** Corresponde a la geodatabase vacía en la que se reportan las inconsistencias asociadas a las medidas de consistencia lógica para un modelo digital de terreno. Esta gdb es administrada por el grupo de validación, por lo cual la solicitud de esta geodatabase debe realizarse a este grupo y también puede ser descargada del gitlab del grupo. La Figura 15 muestra la estructura general de la geodatabase de inconsistencias:

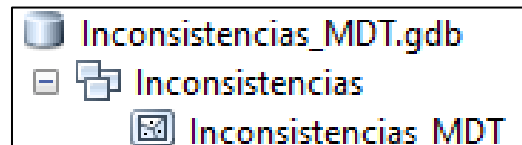


Figura 15. Estructura general de la geodatabase de inconsistencias para evaluar un MDT.

Una vez se ejecuta el aplicativo se genera una ventana emergente como la que se observa en la Figura 16. La ejecución del programa varía en función de la escala del proyecto, así como el tamaño del MDT, sin embargo, la validación suele terminar en menos de un minuto.

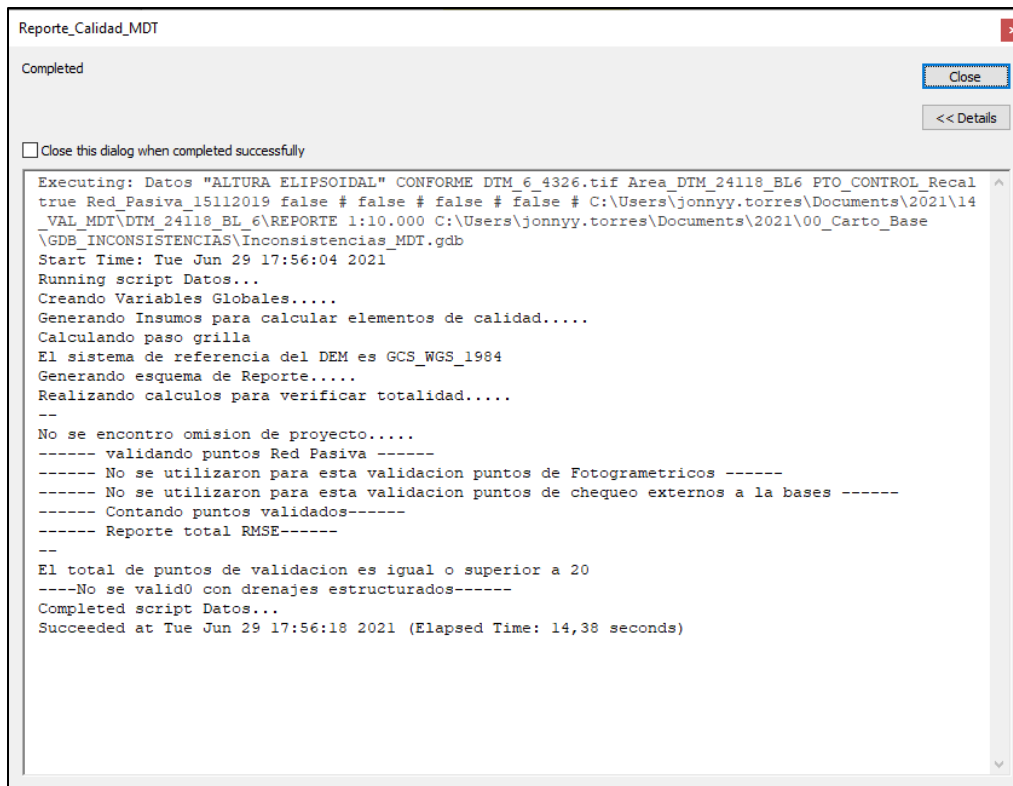


Figura 16. Ejecución del aplicativo de validación de las medidas de calidad para un MDT.

Como resultado en la carpeta reporte que se enunció en el inciso 11 se generan los elementos que se muestran en la Figura 17:

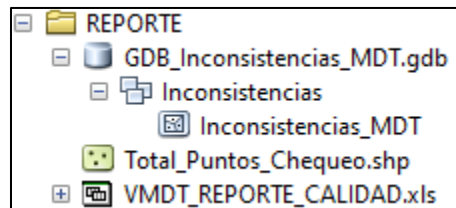


Figura 17. Elementos generados después de la ejecución del aplicativo de validación de MDT.

A continuación, se listan los resultados generados luego de la ejecución del aplicativo de validación:

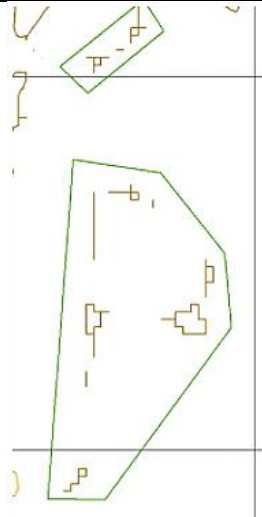
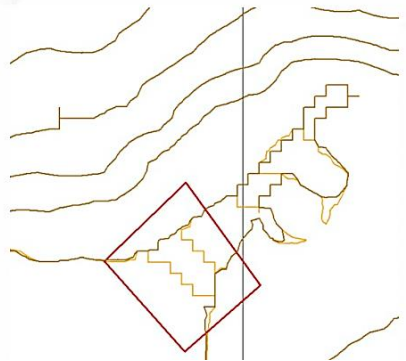
- “GDB_Inconsistencias_MDT.gdb”: Se trata de la base de datos de inconsistencias donde se diligencia la información correspondiente a las inconsistencias encontradas asociadas a las medidas lógicas para un DTM. La Figura 18 muestra los atributos asociados al feature class de inconsistencias:

Inconsistencias_MDT								
OBJECTID *	SHAPE *	Escala	Id Proyecto	Respuesta	Inspección	Tipo de Error	Observación	Observación 1

Figura 18. Atributos que se encuentran dentro de la capa de inconsistencias.

A continuación, se listan los elementos que deben diligenciarse dentro de esta capa:

- Escala: Corresponde a la escala en la cual se evalúa el proyecto. Sus posibles valores son las escalas permitidas por las resoluciones 471 y 529 de 2020, es decir: 1:1.000, 1:2.000, 1:5.000, 1:10.000 y 1:25.000.
- ID Proyecto: Corresponde al Id del proyecto de conformidad con la codificación dispuesta para tal efecto.
- Respuesta: Indica la respuesta dada por parte de producción al error capturado.
- Inspección: Corresponde al número de inspección realizado por el validador, sus posibles valores van desde Inspección 1 hasta Inspección 3.
- Tipo de Error: Indica el posible tipo de error asociado a una medida lógica para el modelo digital del terreno. Toma los posibles valores:
 - Error por polígonos basura
 - Error por curvas escalonadas
 - Error por inconsistencia por la forma de terreno
 - Omisión
- Observación: Especifica otros detalles sobre el error en caso de ser necesario.
- Observación 1: Especifica otros detalles sobre el error en caso de ser necesario y complementa el campo "Observación".

<p>Error por polígonos basura: Cuando al generar las curvas se encuentran polígonos pequeños que no representan la forma del terreno</p>	
<p>Error por curvas escalonadas: Cuando al generar las curvas a partir del DTM se encuentran curvas con segmento en forma de escalera</p>	

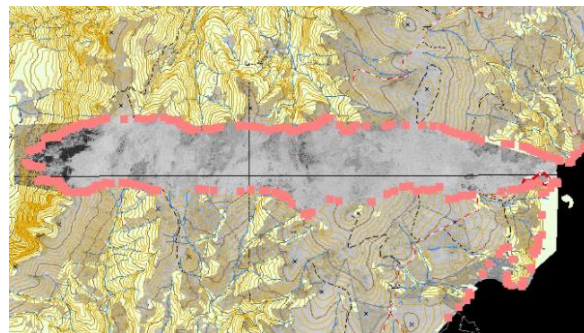
Error por inconsistencia por la forma de terreno:

Cuando al generar las curvas y compararla con ortoimagen o con restitución, no representa la forma del terreno y genera curvas inconsistentes.



Omisión:

Cuando al generar las curvas se detectan vacíos con respecto al polígono del proyecto



- "Total_Puntos_Chequeo.shp": Corresponde a la capa de puntos que se utilizaron para evaluar la exactitud posicional del MDT provenientes de las diversas fuentes que se utilizan para tal efecto: puntos de fotocontrol, puntos de la red pasiva, puntos fotogramétricos, puntos de chequeo.
- "VMDT_REPORTE_CALIDAD.xls": Es la hoja de cálculo salida donde se resumen las medidas de calidad evaluadas del proyecto. En la Figura 19 se evidencian los reportes generados que serán insumo para el reporte final que se genera a partir del aplicativo Web.

Característica	Valor_Observado
Area_omitida_Proyecto	0
Tamano_Pixel	5E-05
Valores_Atípicos	1
Deteccion_Vacios	1
RMSE_Puntos	1,315955901
RMSE_DGN	0
Conteo_Puntos_DGN	0
Conteo_Puntos_chequeo	58
area_proyecto	95021,50025
Formato de entrega y despliegue	TIFF
Sistema_Referencia	GCS_WGS_1984

Figura 19. Reporte del archivo "VMDT_REPORTE_CALIDAD.xls"

Este último archivo es el insumo con el cual se genera el reporte web, tal y como se explicará con más detalle en secciones posteriores.

3.1.2.2.1. VERIFICACIÓN PORCENTAJE DE ÁREA OMITIDA (AUTOMÁTICA)

La validación del elemento de totalidad, revisión omisión de área del proyecto, la realiza el aplicativo, para dicho fin solicita el cargue del área del proyecto en formato de geometría tipo polígono, el cual se comparará con el área de cubrimiento con información es decir pixeles NO nulos del ráster que conforma el Modelo Digital de Terreno a evaluar mediante la ecuación:

$$P = (AO / ALP) * 100$$

En donde:

P: Corresponde al porcentaje de omisión.

AO: Área omitida.

ALP: Área límite del proyecto evaluado.

Como respuesta el aplicativo dentro del reporte arroja el campo **Area_omitida_Proyecto** el valor observado al correr el script ejecutable, para aprobar esta medida de calidad será necesario que sea inferior al 3 % de omisión en área del proyecto.

3.1.2.2.2. VERIFICACIÓN EXACTITUD POSICIONAL.

Dentro del aplicativo se puede trabajar con diferentes insumos para validar la exactitud de posición:

- Vectores de captura de restitución (Vías, Drenajes y Curvas de nivel).
- Puntos de fotocontrol históricos de procesos de la Subdirección.
- Punto de la red pasiva o puntos de chequeo para proyectos externos.

Estos puntos serán utilizados mediante el aplicativo y en todas las posibilidades y casos la precisión de estos puntos debe ser superior a la escala de validación y se calcula el RMSEz.

$$RMSE_z = \sqrt{\frac{\sum (Z_{datosi} - Z_{controli})^2}{n}}$$

En donde:

- *Z_{datosi}*: Es la coordenada vertical del punto de control en el conjunto de datos.
- *Z_{controli}*: Es la coordenada vertical del punto de control en una fuente de mayor exactitud posicional.
- *n* es el número de puntos de control.¹

Como respuesta el aplicativo dentro del reporte arroja 4 campos **RMSE_Puntos**, **RMSE_DGN**, **Conteo_Puntos_DGN** y **Conteo_Puntos_chequeo**, arroja el valor observado al correr el script ejecutable, para aprobar este elemento de calidad se revisará la precisión requerida para la escala del modelo digital de terreno.

3.1.2.2.3. VERIFICACIÓN RESOLUCIÓN ESPACIAL

En esta medida de calidad se evalúa la resolución espacial. Esta se extrae de la imagen y debe corresponder con la adecuada para la escala del MDT a validar. Como respuesta el aplicativo dentro del reporte arroja el campo **Tamaño_Pixel**. Este valor corresponde al tamaño del píxel observado al correr el script. Mediante el reporte web, se compara este valor, con el fin de determinar si el producto cumple con esta medida de calidad de acuerdo con los parámetros de las resoluciones 471 y 529 de 2020.

¹El valor de *n* está en función del área a evaluar y el espaciado de grilla/malla del proyecto.

3.1.2.2.4. DETECCIÓN DE VACÍOS

En esta medida de calidad se evalúa si dentro del ráster de validación se evidencian píxeles con No data.

Como respuesta el aplicativo dentro del reporte arroja el campo **Deteccion_Vacios** el valor observado al correr el script ejecutable definirá si Cumple o no cumple con la condición del elemento de calidad, el reporte estará en Booleano. (1 Cumple, 0 No cumple).

3.1.2.2.5. VERIFICACIÓN DE EXISTENCIA DE VALORES ATÍPICOS (DRENAJES ESTRUCTURADOS)

Se realiza una validación opcional para los casos donde existen drenajes estructurados. Esta permite validar si los drenajes están cruzando por una curva más de una vez. El reporte emitirá una capa tipo punto en la carpeta **1. VMDT_CAPAS_CALIDAD_ (proyecto_municipio)_Escala** en formato Shapefile con el nombre **"Cruces Curvas.shp"**, en formato punto y solo estarán los puntos de cruce a revisar, este reporte se da en los valores_atípicos.

3.1.3. GENERACIÓN DE REPORTE DE VALIDACIÓN

Una vez se haya obtenido el resultado final de la ejecución del aplicativo de validación de MDT, el cual se presentó en la Figura 19, será necesario verificar varias características antes de continuar el proceso de validación:

- El formato del archivo final debe ser .xls como se muestra en la Figura 20.

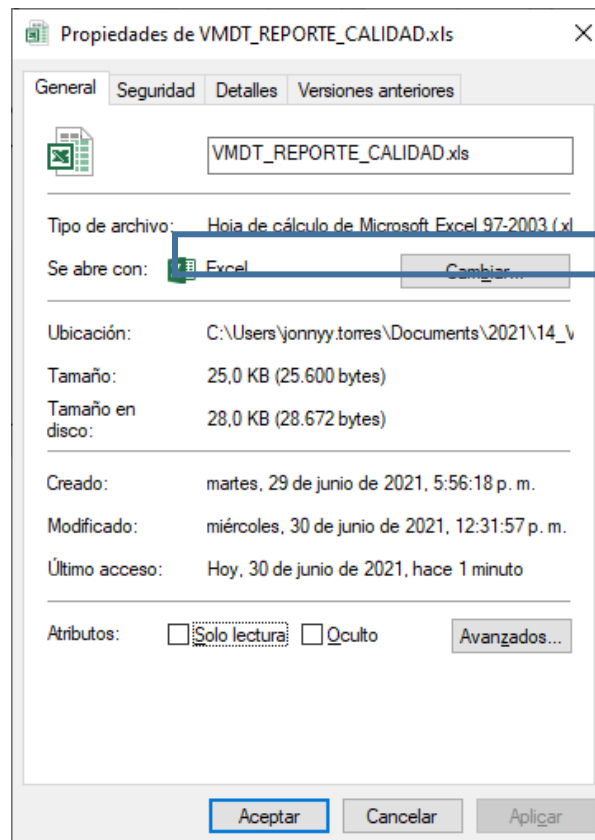


Figura 20. Formato del reporte.

- No se deben agregar elementos al archivo que no pertenezcan al reporte original generado por el aplicativo de validación.
- Los nombres de las columnas deben ser los que se presentan en la Figura 21, respetando mayúsculas y sin espacios. También se deben respetar los nombres de la columna *Característica*.

Característica	Valor_Observado
Area_omitida_Proyecto	0
Tamaño_Pixel	5E-05
Valores_Atípicos	1
Deteccion_Vacios	1
RMSE_Puntos	1,315955901
RMSE_DGN	0
Conteo_Puntos_DGN	0
Conteo_Puntos_chequeo	58
area_proyecto	95021,50025
Formato de entrega y despliegue	TIFF
Sistema Referencia	GCS_WGS_1984

Figura 21. Nombres en el reporte.

- La columna *Valor_Observado* debe estar en formato numérico y no texto. La Tabla 5 indica los valores válidos para cada característica.

Tabla 5. Valores válidos para cada característica del reporte en Excel.

Característica	Tipo valor	Valores válidos
Area_omitida_Proyecto	Numérico	Número real entre cero y uno
Tamaño_Pixel	Numérico	Número real positivo
Valores_Atípicos	Numérico	Uno para indicar conformidad, cero para indicar no conformidad
Deteccion_Vacios	Numérico	Uno para indicar conformidad, cero para indicar no conformidad
RMSE_Puntos	Numérico	Número real positivo
RMSE_DGN	Numérico	Número real positivo
Conteo_Puntos_DGN	Numérico	Número entero
Conteo_Puntos_chequeo	Numérico	Número entero
area_proyecto	Numérico	Número real positivo
Formato de entrega y despliegue	Texto	Texto corto
Sistema de referencia	Texto	Texto corto

Cuando se verifiquen las condiciones, ingrese a la URL <https://tableros.igac.gov.co/validacioncartografia/> y siga los siguientes pasos, en la pestaña "Validación de productos", así:

1. Seleccione el producto a validar, en este caso, *Modelo digital de terreno*.
- 2.

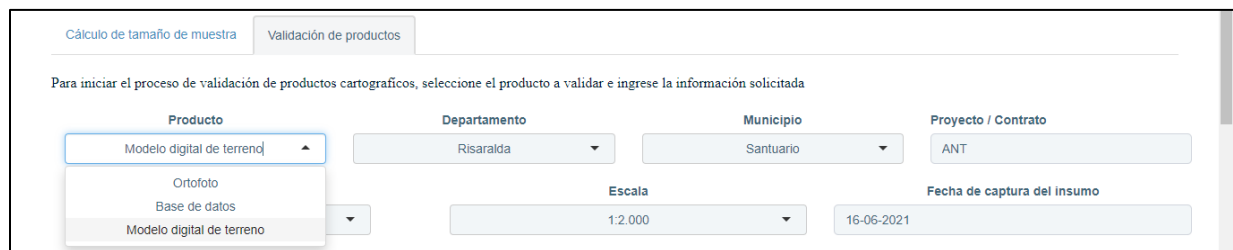


Figura 22. Selección del producto cartográfico a validar.

- Ingrese el departamento y municipio de Colombia donde se encuentra ubicado el proyecto objeto de la validación (Ver Figura 23).
- Nombre del contrato en caso de ser necesario: número o nombre del contrato celebrado entre el IGAC y terceros o validaciones a externos (Ver Figura 23).

Producto Modelo digital de terreno	Departamento Cesar	Municipio Tamalameque	Proyecto / Contrato ANT
Tipo de informe Aceptación	Escala 1:10.000		Fecha de captura del insumo 30-06-2021

Figura 23. Identificación y área del proyecto.

- Seleccione el tipo de informe según corresponda: De aceptación o de devolución.
- Seleccione la escala de producción del Modelo Digital de Terreno (Ver Figura 24).
- Seleccione la fecha de captura del insumo fuente del Modelo Digital de Terreno, de acuerdo con la información consignada en el metadato suministrado. Esta fecha permitirá establecer si la temporalidad del MDT es conforme de acuerdo con las resoluciones 471 y 529 de 2020 (Ver Figura 24).

Escala 1:1.000 1:1.000 1:2.000 1:5.000 1:10.000 1:25.000	« Junio 2018 » <table border="1"> <tr> <td>Do</td><td>Lu</td><td>Ma</td><td>Mi</td><td>Ju</td><td>Vi</td><td>Sa</td> </tr> <tr> <td>27</td><td>28</td><td>29</td><td>30</td><td>31</td><td>1</td><td>2</td> </tr> <tr> <td>3</td><td>4</td><td>5</td><td>6</td><td>7</td><td>8</td><td>9</td> </tr> <tr> <td>10</td><td>11</td><td>12</td><td>13</td><td>14</td><td>15</td><td>16</td> </tr> <tr> <td>17</td><td>18</td><td>19</td><td>20</td><td>21</td><td>22</td><td>23</td> </tr> <tr> <td>24</td><td>25</td><td>26</td><td>27</td><td>28</td><td>29</td><td>30</td> </tr> <tr> <td>1</td><td>2</td><td>3</td><td>4</td><td>5</td><td>6</td><td>7</td> </tr> </table> 12-06-2018	Do	Lu	Ma	Mi	Ju	Vi	Sa	27	28	29	30	31	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	1	2	3	4	5	6	7
Do	Lu	Ma	Mi	Ju	Vi	Sa																																												
27	28	29	30	31	1	2																																												
3	4	5	6	7	8	9																																												
10	11	12	13	14	15	16																																												
17	18	19	20	21	22	23																																												
24	25	26	27	28	29	30																																												
1	2	3	4	5	6	7																																												

Figura 24. Escala y fecha de captura del modelo digital de terreno.

- Ingrese el sistema de referencia vertical, verificando las características asociadas al tipo de altura, así como al elipsoide o geoide según corresponda. (Ver Figura 25)

Sistema de referencia vertical - Tipo de altura Ortometrica Ortometrica Elipsoidal	Sistema de referencia vertical - Elipsoide/Geoide WGS 84 GRS 80 WGS 84
--	--

Figura 25. Selección parámetros relativos al sistema de referencia vertical.

- Seleccione el archivo generado a partir del aplicativo de validación para generar el reporte final de la validación. (Ver Figura 257 y 28)

Seleccione el archivo .xls con las características evaluadas en todo el proyecto

Browse... No file selected

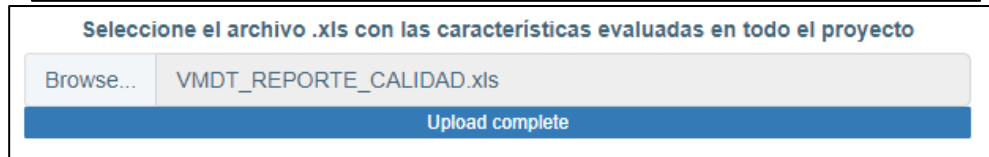
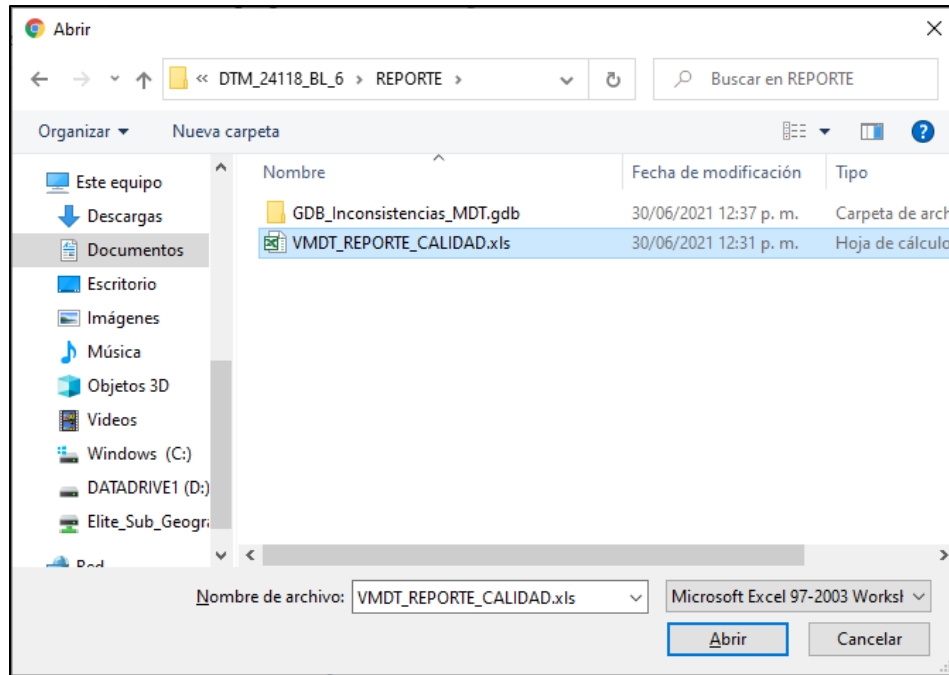


Figura 26. Ingreso del reporte generado por el aplicativo de validación de MDT.


REPORTE DE VALIDACIÓN MODELO DIGITAL DE TERRENO												Nombre de Archivo		
														
Proyecto/Contrato			Departamento(s)			Municipio(s)			Proveedor(es)			Senso(es)		
Fecha inicio inspección			Fecha fin inspección			Fecha de captura insumo base			Resolución Espacial			Sistema de referencia vertical		
Año	Mes	Día	Año	Mes	Día	Año	Mes	Día	Paso de Malla	10	Escala	1:10.000	Sistema de referencia horizontal	
									No. de Inspeccion		MAGNA SIRGAS / Origen Nacional	Oritmetrica	Elipsoide/Geoid	
													GEOID2004	
Ruta de información:														
Elemento de Calidad	Subelemento de Calidad		Tipo de Valor	Nivel de Aceptación	Resultado Obtenido	Resultado de Conformidad	Observaciones							
TOTALIDAD	OMISIÓN		Porcentaje	<= 3,0 %	4,0 %	NO CONFORME								
EXACTITUD EN POSICIÓN	ABSOLUTA		Real	<= 3,00 m	4,00 m	NO CONFORME								
CONSISTENCIA LÓGICA	CONCEPTUAL	RESOLUCIÓN ESPACIAL	Booleano	TRUE	FALSE	NO CONFORME								
		VALORES ATÍPICOS	Booleano	TRUE	FALSE	NO CONFORME								
		DETECCIÓN DE VACÍOS	Booleano	TRUE	FALSE	NO CONFORME								
FORMATO	FORMATO DE ENTREGA Y DESPLIEGUE		Booleano	TRUE	FALSE	NO CONFORME								
SISTEMA DE REFERENCIA	SISTEMA DE REFERENCIA HORIZONTAL		Booleano	TRUE	FALSE	NO CONFORME								
	SISTEMA DE REFERENCIA VERTICAL		Booleano	TRUE	FALSE	NO CONFORME								
CONSISTENCIA TEMPORAL			Booleano	TRUE	FALSE	NO CONFORME								
OBSERVACIONES GENERALES												RESULTADO VALIDACIÓN NO CUMPLE		

Figura 278. Reporte de validación Modelo Digital de Terreno

10. Por último, como se muestra en la Figura 289 diligencie las observaciones generales y/o las específicas para el productor en caso de que así corresponda:

<p>Observaciones generales para el productor</p> <p>Ninguna</p>
<p>Observaciones específicas para el productor</p> <p>Ninguna</p>

Figura 289. Observaciones generales y específicas para el productor sobre el modelo digital de terreno.

Al cargar el archivo generado para el reporte final y diligenciar las observaciones descritas en el inciso anterior, aparecerá un cuadro preliminar con los resultados de la validación, tal y como se muestra en la Figura 30:

Los resultados de la validación se presentan a continuación

Medida de calidad	Característica	Especificación técnica	Valor observado	Decisión
Totalidad	Omisión de área proyecto (%)	3%	0%	CONFORME
Exactitud absoluta de posición	Exactitud absoluta de posición (puntos)	3	1.316	CONFORME
	Exactitud absoluta de posición (DGN)	3	0	CONFORME
Consistencia lógica	Resolución espacial	10	0	CONFORME
	Valores atípicos	Conforme	Conforme	CONFORME
	Detección de vacíos	Conforme	Conforme	CONFORME
Formato	Formato	TIFF	TIFF	CONFORME
Sistema de referencia	Sistema de referencia horizontal	MAGNA-SIRGAS/Origen Unico Nacional	GCS_WGS_1984	NO CONFORME
	Sistema de referencia vertical - Elipsoidal	GRS 80	WGS 84	NO CONFORME

Figura 30. Resultados preliminares del reporte web

Una vez se diligencie la información de observaciones (si aplican), es posible descargar el reporte final, para ello basta con hacer clic en el botón “Descargar reporte”, tal y como se muestra en la Figura 291:

Consistencia lógica	Resolución espacial	10	0	CONFORME
	Valores atípicos	Conforme	Conforme	CONFORME
	Detección de vacíos	Conforme	Conforme	CONFORME
Formato	Formato	TIFF	TIFF	CONFORME
Sistema de referencia	Sistema de referencia horizontal	MAGNA-SIRGAS/Origen Único Nacional	GCS_WGS_1984	NO CONFORME
	Sistema de referencia vertical - Elipsoidal	GRS 80	WGS 84	NO CONFORME
Observaciones generales para el productor				
Ninguna				
Observaciones específicas para el productor				
Ninguna				
				Descargar reporte

Figura 291. Descarga del reporte web.

De esta forma, se genera el reporte web en formato .html, el cual se guarda en la carpeta de descargas. Puede reconocerlo porque tiene el logo del navegador web y la extensión enunciada. Para este caso, el archivo se denomina "3.VMDT_Reporte_Cesar_Tamalameque_10K.html", por lo cual se deduce que el reporte tiene el nombre de estructura "VMDT_Reporte + **Nombre de Departamento** + **Nombre de municipio** + **Factor de Escala** + .html". El archivo resultante se ilustra en la Figura 302:


equipo > Descargas >			
Nombre	Fecha de modificación	Tipo	Tamaño
✓ Hoy (1)			
 3.VMDT_Reporte_Cesar_Tamalameque_10K.html	30/06/2021 4:35 p. m.	Chrome HTML Do...	1.146 KB

Figura 302. Vista general del reporte web en el explorador de archivos después de haber sido descargado.

Al abrir el archivo, se despliega una ventana en el navegador de internet, que en esta ocasión es Google Chrome. La Figura 313 muestra para el ejemplo en cuestión cómo se ve el reporte web.



Subdirección de Geografía y Cartografía
Reporte de validación de productos cartográficos
Proyecto Cesar - Tamalameque - ANT
Informe de Aceptación

La información ingresada para el proyecto es

Producto	Área	Escala	Tipo altura validada	Fecha de captura
Modelo digital de terreno	95021.5002492 hectáreas	1:10.000	Elipsoidal	2021-06-30


Puntos DGN	Puntos de verificación
0	58

Los resultados de la validación son

Medida de calidad	Característica	Especificación técnica	Valor observado	Decisión
Totalidad	Omisión de área proyecto (%)	3%	0%	CONFORME

Figura 313. Vista del reporte de validación desde el navegador.

Desde el navegador, es posible exportar el reporte web a formato PDF, para ello, basta con hacer clic derecho en la ventana emergente y acto seguido en la opción imprimir. De igual forma, se puede usar el atajo “Ctrl + P” para abrir la ventana emergente que se observa en la Figura 324:



Subdirección de Geografía y Cartografía
Reporte de validación de productos cartográficos
Proyecto Cesar - Tamalameque - ANT
Informe de Aceptación

La información ingresada para el proyecto es

Producto	Área	Escala	Tipo altura validada	Fecha de captura
Modelo digital de terreno	95021.5002492 hectáreas	1:10.000	Elipsoidal	2021-06-30

Puntos DGN	Puntos de verificación
0	58

Los resultados de la validación son

Medida de calidad	Característica	Especificación técnica	Valor observado	Decisión
Totalidad	Omisión de área proyecto (%)	3%	0%	CONFORME
Exactitud absoluta de posición	Exactitud absoluta de posición (puntos)	3	1.316	CONFORME
	Exactitud absoluta de posición (DGN)	3	0	CONFORME
	Resolución espacial	10	0	CONFORME
Consistencia lógica	Valores atípicos	Conforme	Conforme	CONFORME
	Detección de vacíos	Conforme	Conforme	CONFORME
Formato	Formato	TIFF	TIFF	CONFORME
Sistema de referencia	Sistema de referencia horizontal	MAGNA-SIRGAS/Origen Unico Nacional	GCS_WGS_1984	NO CONFORME
	Sistema de referencia vertical - Elipsoidal	GRS 80	WGS 84	NO CONFORME

Imprimir 2 páginas

Destino Guardar como PDF

Páginas Todo

Diseño Vertical

Más ajustes

Guardar
Cancelar

Figura 324. Ventana de impresión desde el navegador.

En la parte superior derecha se observa la opción “Destino”. Allí es posible seleccionar la opción “Guardar como PDF”. Posteriormente, se pulsa el botón “Imprimir” con lo cual se abrirá la ventana que se muestra en la Figura 335:

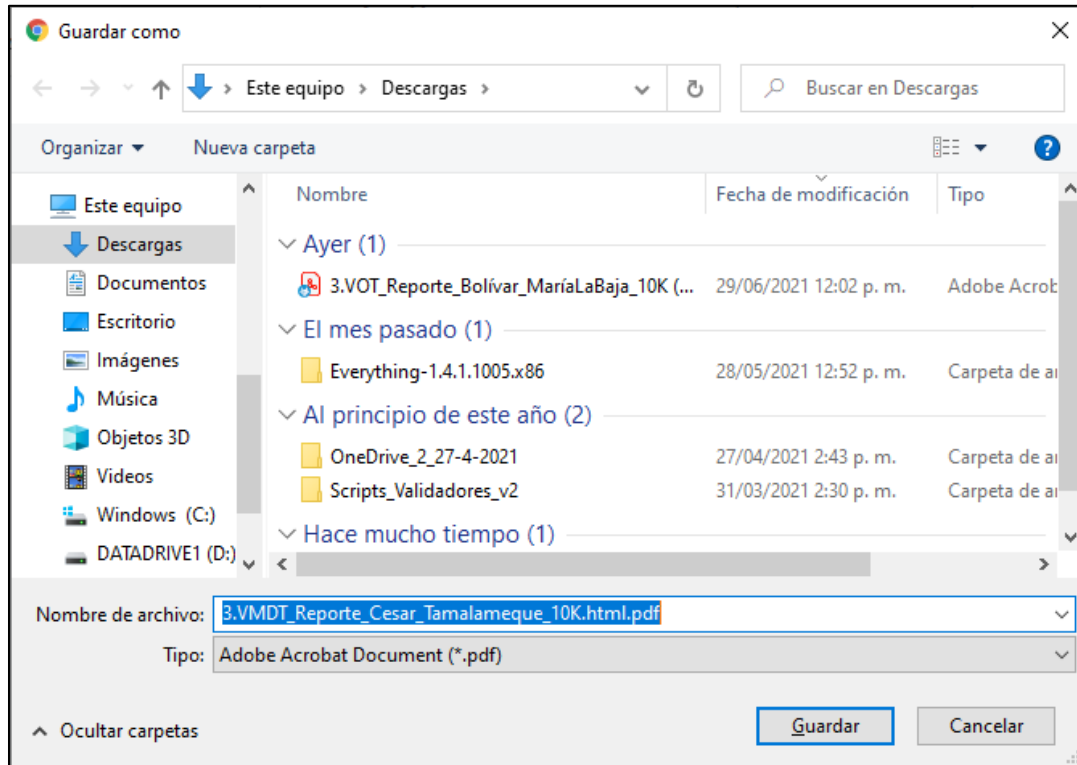


Figura 335. Exportar a pdf desde la opción “Imprimir” del navegador.

Al guardar el elemento se genera un archivo pdf en la carpeta elegida, tal y como se muestra en la Figura 346:

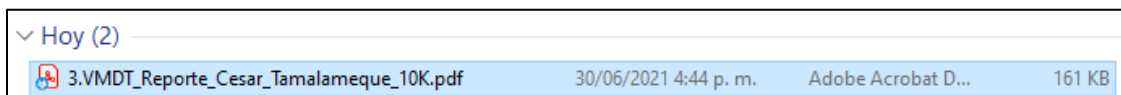


Figura 346. Vista previa del reporte generado en formato PDF.

Finalmente, al abrir el archivo se observa el reporte generado en pdf (Ver Figura 357).

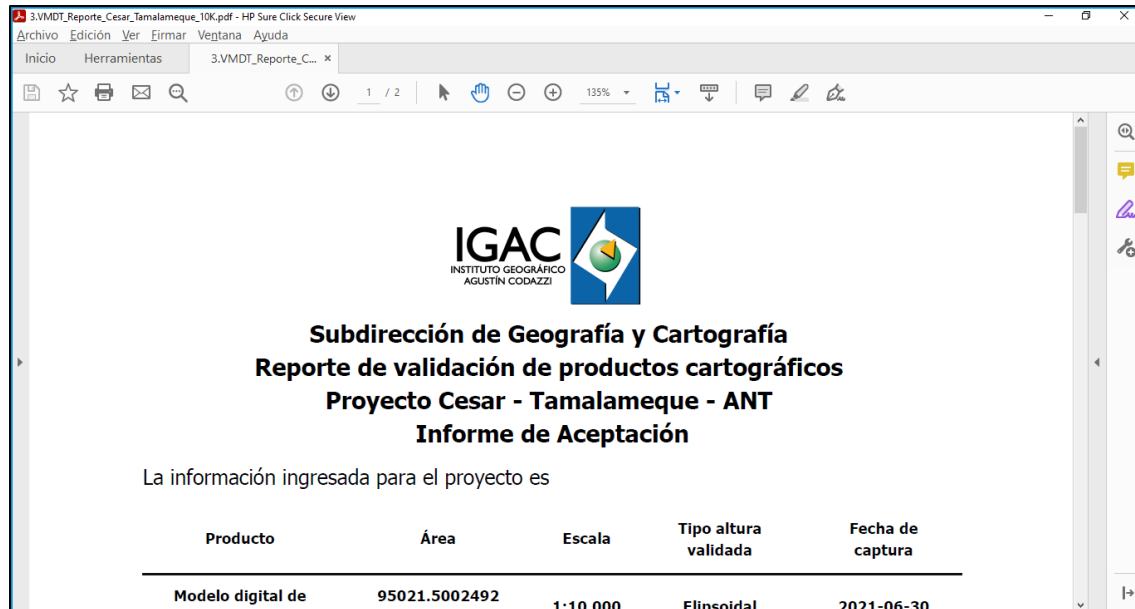


Figura 357. Reporte web de validación en formato PDF

El reporte final de la Figura 357 incluye:

- La información que describe el proyecto.
- Las características del producto que son evaluadas y la especificación técnica que debe cumplir para lograr la conformidad en cada una de ellas según las Resoluciones 471 y 529 de 2020.
- Los valores observados para cada característica al aplicar el proceso de validación sobre el producto.
- La conformidad o no conformidad de cada característica.
- La decisión final sobre el producto.
- La fecha y hora en la cual se generó el reporte final de validación.
- Las observaciones que se realizan tanto generales como las específicas que se realizan al productor.

4. CONTROL DE CAMBIOS

FECHA	CAMBIO	VERSIÓN
29/08/2022	<ul style="list-style-type: none"> ◦ Se adopta como versión 1 por corresponder a la creación del documento. Emisión Inicial Oficial. ◦ Hace parte del Proceso Gestión de Información Geográfica, subproceso Gestión Cartográfica. ◦ Pertenece al procedimiento de Validación y Oficialización de Productos Cartográficos. ◦ Se crea el instructivo "Validación Técnica del Modelo Digital de Terreno", código IN-CAR-PC03-03, versión 1. 	1

Elaboró y/o Actualizó	Revisó Técnicamente	Revisó Metodológicamente	Aprobó
Nombre: Diana Carolina Pachón Cargo: Contratista Subdirección Cartográfica y Geodésica.	Nombre: Javier Avellaneda Cargo: Contratista Subdirección Cartográfica y Geodésica	Nombre: Laura Isabel Gonzalez Barbosa Cargo: Oficina Asesora de Planeación	Nombre: Pamela Del Pilar Mayorga Ramos Cargo: Directora de Gestión de Información Geográfica



VALIDACIÓN TÉCNICA DEL MODELO DIGITAL DE TERRENO

Código: IN-CAR-PC03-03

Versión: 1

Vigente desde:
29/08/2022

Elaboró y/o Actualizó	Revisó Técnicamente	Revisó Metodológicamente	Aprobó
Nombre: Marlon Ricardo Ruiz Fernández Cargo: Contratista Subdirección Cartográfica y Geodésica.			