Plano Topográfico Local (PTL)

Tutorial del método y de la herramienta gratuita, con un ejemplo real: levantamiento LiDAR aerotransportado en Tambillo, Potosí.

Método | Herramienta web | DJI Terra | Global Mapper | Control de calidad

Grupo MONDELGLOB S.R.L.
Ingeniería Integral · La Paz, Bolivia
grupomondelglob.com.bo/ptl.html · Noviembre de 2026

Contenido

1. Para qué sirve un plano topográfico local
2. Flujo de trabajo
3. Los datos del ejemplo
4. La herramienta, paso a paso
5. PTM y franja de cotas
6. Procesamiento en DJI Terra
7. Convertir los puntos de control al PTL
8. Verificar: distancia y comparación de coordenadas
9. Pasar la nube al PTL en Global Mapper
10. Errores frecuentes y lista de chequeo
11. Anexo: definición del sistema y coordenadas

> **Cómo usar este tutorial.** Puedes seguirlo de principio a fin con tus propios datos. Los valores que aparecen son los del proyecto Tambillo y sirven para comprobar que cada paso te da lo que debe dar.

1 Para qué sirve un plano topográfico local

En UTM, una distancia medida en la cuadrícula no coincide con la que mides en el terreno. Intervienen dos factores:

- **El factor de escala de la proyección.** Vale 0,9996 en el meridiano central y crece a medida que te alejas de él.
- **El factor de elevación, R/(R+h).** Cuanto más alto está el terreno sobre el elipsoide, más se encoge la distancia al proyectarla.

Los dos se combinan: `distorsión = k · R/(R+h) − 1`. Se expresa en partes por millón (ppm); 10 ppm equivalen a 1 cm por kilómetro.

+600 ppm
Escala UTM en Tambillo, a unos 290 km del meridiano central de la zona 20

−485 ppm
Elevación: el terreno está a unos 3.090 m sobre el elipsoide

11,8 cm/km
Diferencia máxima entre UTM y el terreno (+77 a +118 ppm)

El PTL es una Transversa de Mercator con el origen en el centro del proyecto y un factor de escala (k0) elegido para que el plano suba hasta la cota del terreno. Así, las distancias del plano quedan casi iguales a las que mide una estación total. Como usa el mismo datum que UTM, la conversión entre ambos es exacta, siempre que todos los programas usen **la misma definición**.

> **Un matiz importante.** DJI Terra y Metashape calculan internamente en un sistema geocéntrico, así que la nube o el modelo no se “deforman” por estar en UTM. El problema aparece al medir distancias, áreas o volúmenes en coordenadas UTM, o al mezclar esos datos con estación total o con el diseño.

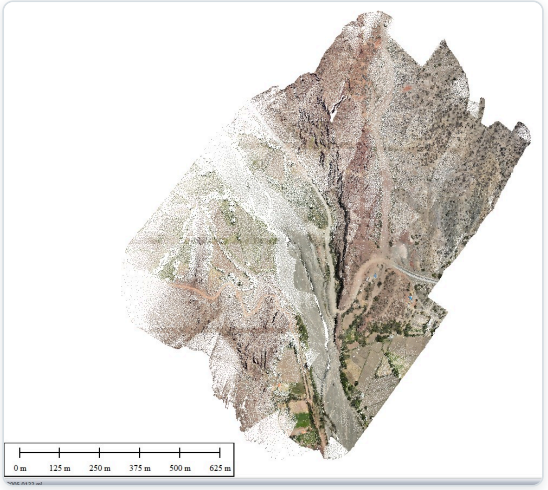
2 Flujo de trabajo

1. **Campo.** Vuelo, base GNSS en estático y puntos de control o de chequeo.
2. **Base.** Ajusta la base en TBC contra una estación de referencia (IGM/MARGEN o CORS). Anota latitud, longitud, altura elipsoidal, altura de antena y época.
3. **Herramienta PTL.** Define el área, lee las alturas, calcula el PTL y exporta el .prj, el WKT2 y los parámetros para TBC.
4. **DJI Terra.** Procesa la nube con la base y los puntos de control. Salida en UTM (o directamente en PTL, si tu versión acepta un .prj).
5. **Convertir.** Pasa los puntos de control al PTL con la herramienta.
6. **Global Mapper.** Carga el .prj, controla la nube contra los puntos y exporta el LAS en PTL.
7. **Control.** Prueba de distancia y comparación entre programas. Documenta el sistema y el tipo de altura.

3 Los datos del ejemplo

Levantamiento LiDAR aerotransportado de Tambillo (Potosí): 8 vuelos, procesados con una base GNSS de 47 minutos de observación (antena a 2,0714 m).

Control: 7 puntos del informe topográfico, 4 GPS y 3 bancos de nivel, con coordenadas UTM 20S y cota nivelada (geoide EGM96).



Nube del proyecto en Global Mapper

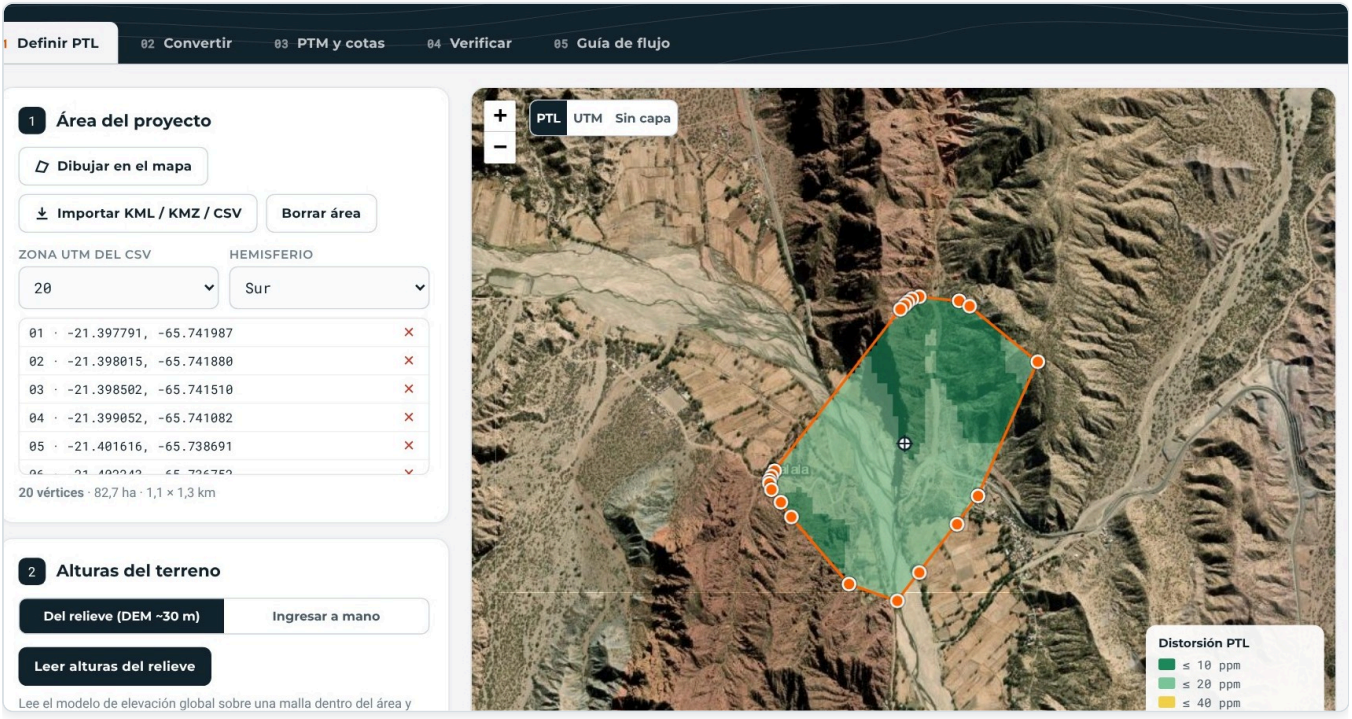
Punto	Este UTM 20S	Norte UTM 20S	Cota (m)
GPS-01	215.987,890	7.631.903,493	3.026,018
GPS-02	216.097,369	7.631.787,485	3.018,280
BM-01	216.211,961	7.631.636,132	3.009,569
BM-02	216.260,107	7.631.285,906	3.014,128
BM-03	216.347,125	7.631.395,836	3.020,689
GPS-03	216.567,130	7.631.378,438	3.025,133
GPS-04	216.673,957	7.631.340,063	3.028,105

4 La herramienta, paso a paso

Abre **grupomondelglob.com.bo/ptl.html**. Es gratuita y todo se calcula en tu navegador: las coordenadas no se envían a ningún servidor.

Paso 1 · Área del proyecto

En la pestaña **01 Definir PTL** dibuja el área sobre el mapa o importa un KML, KMZ o CSV (lat, lon o E, N). En Tambillo se usó el contorno de los vuelos con 50 m de margen: 20 vértices y 82,7 ha.



Área de Tambillo sobre la imagen satelital

Paso 2 · Alturas del terreno

Pulsa **Leer alturas del relieve**. La herramienta toma el modelo de elevación (~30 m) y le suma la ondulación del geoide EGM2008. Si prefieres, ingresa las cotas mínima y máxima a mano. Tambillo: cota de 3.003 a 3.232 m, con 229 m de desnivel.



Alturas leídas dentro del área

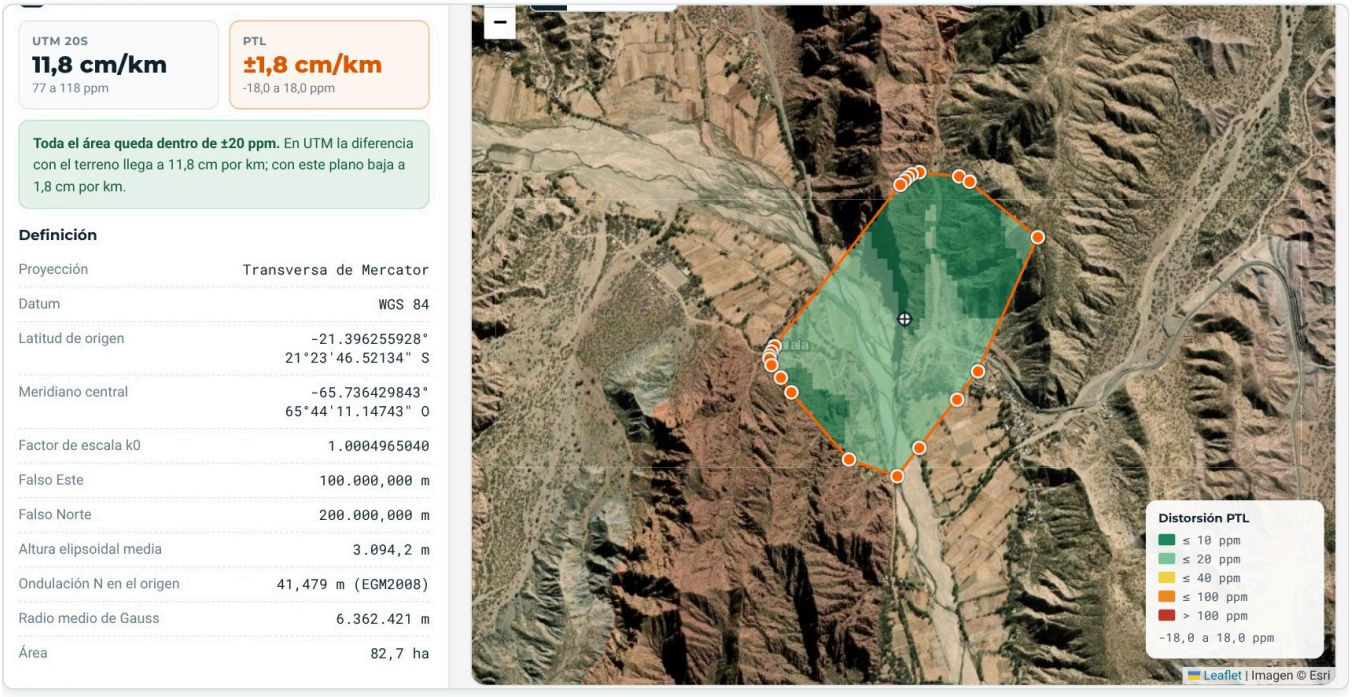
Paso 3 · Parámetros del plano

Elige el datum (WGS 84 o SIRGAS/MARGEN), los falsos Este y Norte (100.000 y 200.000 por defecto, para no confundirlos con UTM) y el criterio para k0. Recomendamos **mínimo error máximo**: reparte la distorsión por igual entre la parte más baja y la más alta. La tolerancia por defecto es 20 ppm (2 cm/km).



Parámetros del plano

Paso 4 · Resultado



Resultado y definición del PTL_Tambillo

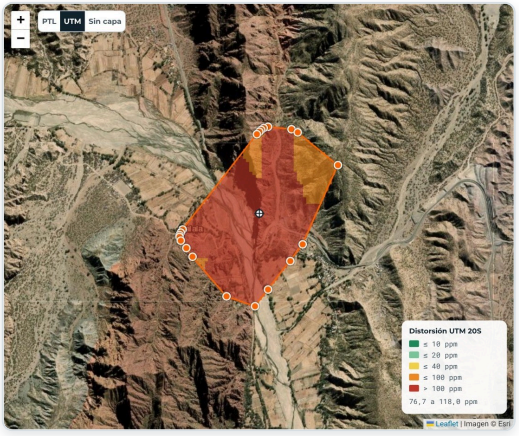
11,8 cm/km
UTM 20S (77 a 118 ppm)

±1,8 cm/km
PTL_Tambillo (−18 a +18 ppm)

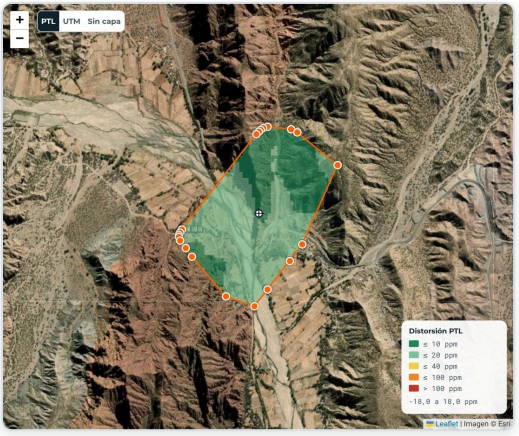
100 %
del área dentro de ±20 ppm

Mapa de distorsión

Con los botones del mapa cambias entre la capa del PTL y la de UTM. En Tambillo, con UTM casi toda el área supera los 40 ppm; con el PTL queda en verde.



UTM 20S

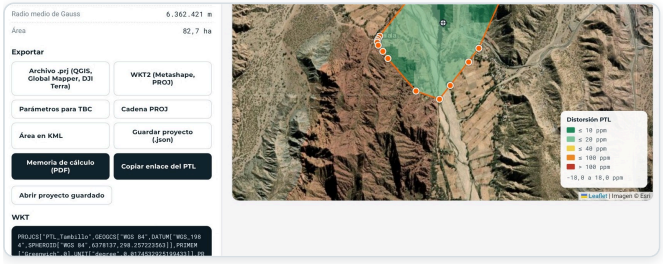


PTL_Tambillo

Paso 5 · Exportar

> **Una sola definición.** Usa el mismo archivo en todos los programas. Si alguien redondea k0 o el origen de otra forma, aparecen centímetros de desfase.

Botón	Para qué sirve
Archivo .prj	QGIS, Global Mapper y DJI Terra (si tu versión importa .prj)
WKT2	Metashape y PROJ
Parámetros para TBC	Crear el sistema en Trimble Business Center
Cadena PROJ / Área en KML	Programas que aceptan PROJ; ver el área en Google Earth
Guardar proyecto (.json)	Volver a abrirlo con la definición exacta, sin recalcular
Memoria de cálculo (PDF)	Anexo para el informe técnico



Opciones de exportación

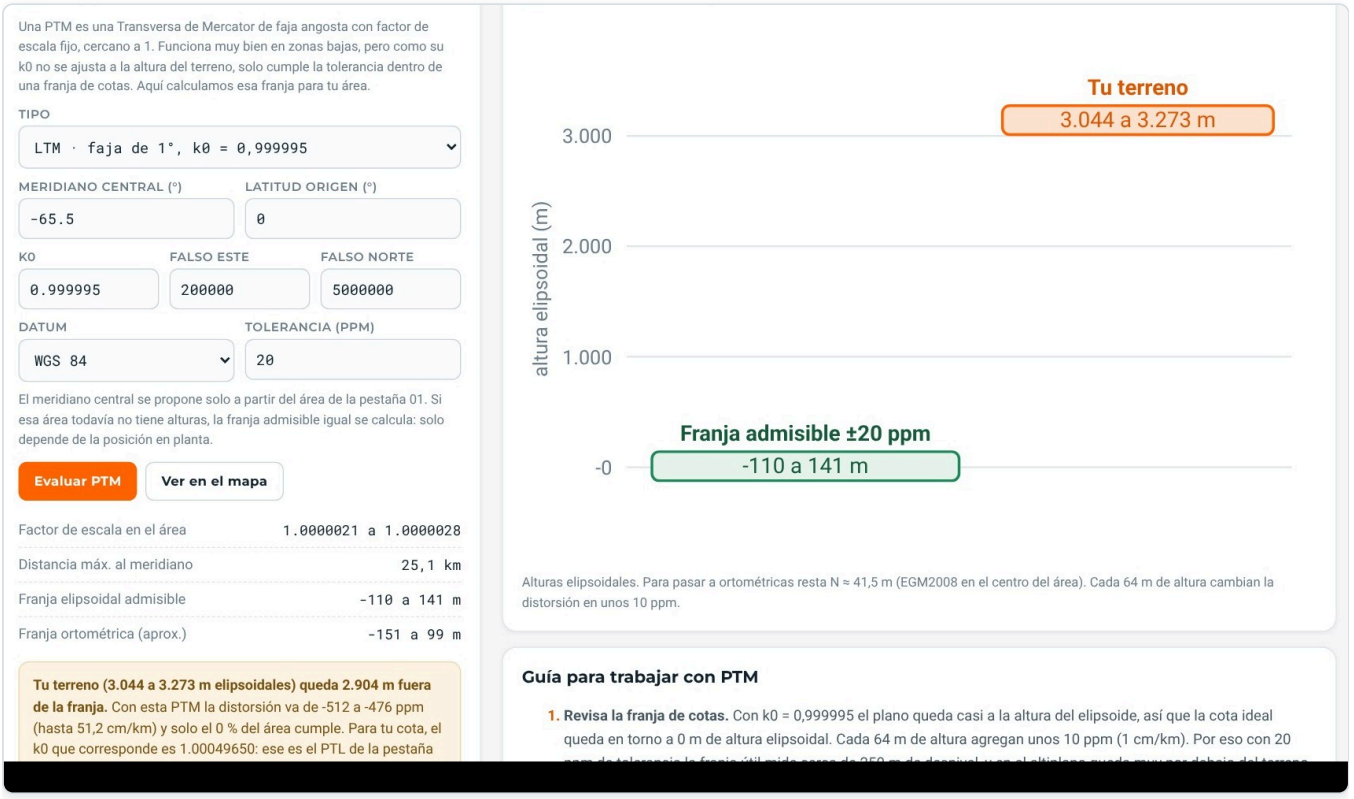


Memoria de cálculo

5 PTM y franja de cotas

Una PTM es una Transversa de Mercator de faja angosta con k0 fijo, cercano a 1 (por ejemplo LTM, faja de 1° y k0 = 0,999995). Funciona bien en zonas bajas, pero como su escala no se ajusta a la altura, solo cumple la tolerancia dentro de una franja de cotas. Cada 64 m de altura cambian la distorsión en unos 10 ppm.

En la pestaña **03 PTM y cotas** la herramienta propone el meridiano, calcula esa franja y la compara con tu terreno. En Tambillo, la LTM solo cumple entre **−110 y +141 m** de altura elipsoidal, y el terreno está entre 3.044 y 3.273 m. Aquí corresponde el PTL.



Franja admisible de la LTM frente al terreno de Tambillo

6 Procesamiento en DJI Terra

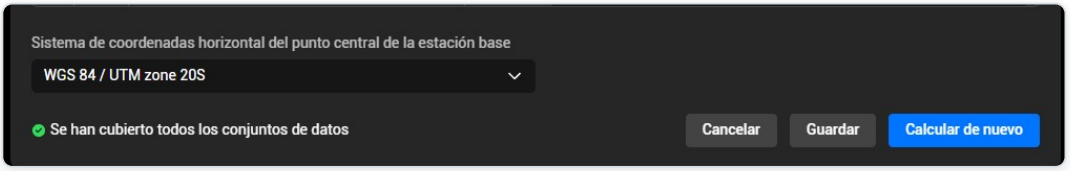
Base GNSS

En **Configuración de cálculo POS**, la base va en el punto central de cada vuelo. Sistema de la base: WGS 84 / UTM zona 20S.



Punto central de la base

> **En este proyecto la Z de la base es una cota:** 3.022,909 + 2,0714 (antena) = 3.024,980 m. Por eso la nube sale directamente en cotas, igual que los puntos de control. Funciona porque en un kilómetro la ondulación del geoide casi no cambia (menos de 1 cm). Déjalo anotado: nadie debe volver a aplicar el geoide a esa nube. En proyectos largos, usa la altura elipsoidal de la base y aplica el geoide al final.



Sistema de coordenadas del punto central

Puntos de control e informe de calidad

Los 7 puntos se cargan en UTM 20S con su cota del informe. Si quieres un control independiente, deja algunos como **puntos de comprobación** (por ejemplo, los BM del centro). Resultado del informe de calidad: diferencia media de −2,3 cm y RMSE de 3,8 cm. Salida: WGS 84 / UTM 20S, LAS 1.4.

Error de punto de control de DEM[1]

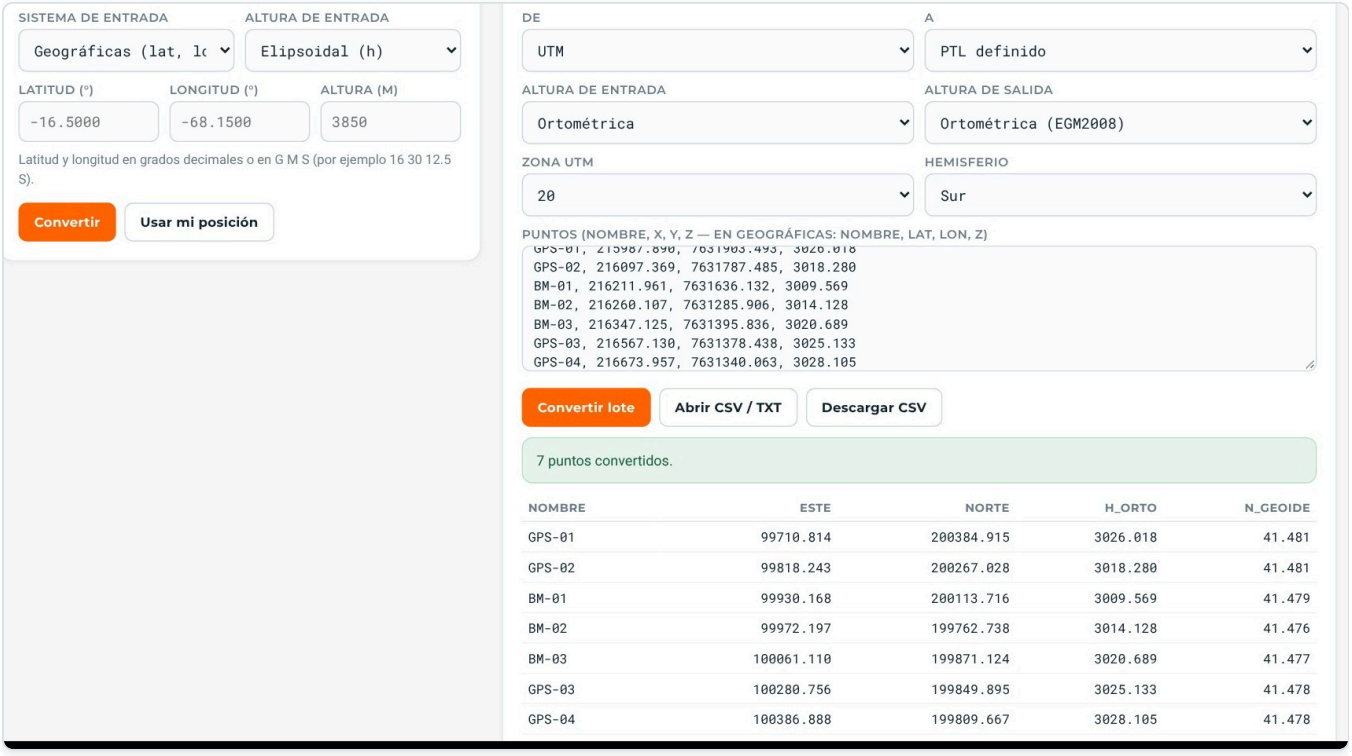
Cantidad	Altitud media	Diferencia de altitud media[3]	Diferencia de altitud mínima	Diferencia de altitud máxima	Valor absoluto medio de la diferencia de altitud	RMSE	Desviación estándar
7	3020.274571 m	-0.022742 m	-0.075481 m	0.020443 m	0.029556 m	0.038168 m	0.041811 m

Resumen del informe de calidad de DJI Terra

7 Convertir los puntos de control al PTL

En la pestaña **02 Convertir**, tarjeta **Lote de puntos**:

1. **De:** UTM · **A:** PTL definido
2. **Altura de entrada:** Ortométrica · **Altura de salida:** Ortométrica (EGM2008)
3. **Zona:** 20 · **Hemisferio:** Sur
4. Pega la lista (nombre, Este, Norte, cota), pulsa **Convertir lote** y luego **Descargar CSV**.



Conversión de los 7 puntos

> Solo cambian el Este y el Norte; la cota se mantiene. Si eliges un sistema que no corresponde a los números (por ejemplo “Geográficas” con valores UTM), la herramienta te avisa en lugar de convertir.

8 Verificar

Prueba de distancia

En **04 Verificar**, tarjeta A, ingresa dos puntos alejados. Si tienes la distancia medida con estación total, agrégala. Entre GPS-01 y GPS-04:

Sistema	Distancia (m)	Diferencia
Terreno (cota media)	887,674	—
Elipsoide	887,246	−42,8 cm
UTM 20S	887,773	+9,9 cm
PTL_Tambillo	**887,686**	**+1,3 cm**



Prueba de distancia

Comparar dos juegos de coordenadas

En la tarjeta B pega los mismos puntos sacados de dos programas. La herramienta los empareja por nombre, calcula traslación, escala, giro y desfase vertical, y te dice la causa más probable. En el ejemplo, los puntos en UTM con cota frente a los mismos en PTL con altura elipsoidal dieron:

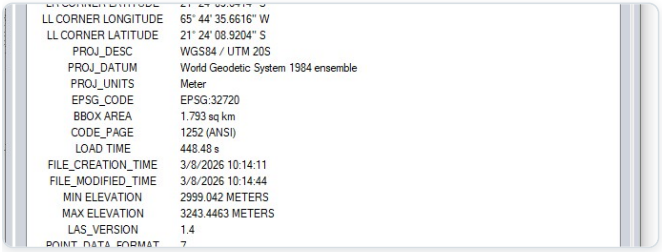
- Escala de −99 ppm: coincide con la diferencia entre UTM y el PTL en la zona.
- Desfase vertical de 41,64 m, casi igual a N (41,48 m): mezcla de alturas elipsoidales con cotas.
- Los 16 cm restantes: el informe usó EGM96 y la herramienta EGM2008.



Diagnóstico automático

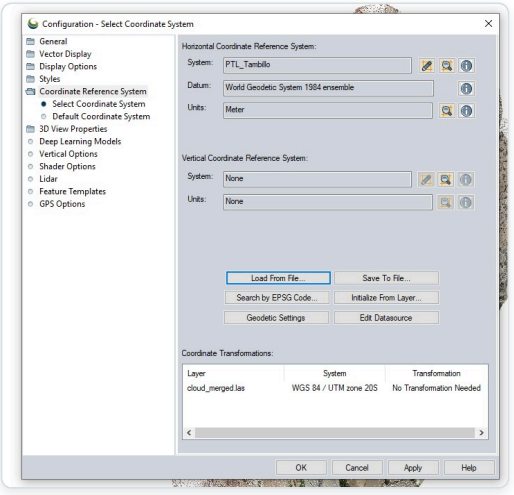
9 Pasar la nube al PTL en Global Mapper

1. **Abre la nube** y revisa **Layer Metadata**: sistema de origen WGS84 / UTM 20S (EPSG:32720) y elevación de 2.999,0 a 3.243,4 m (cotas).
2. **Tools → Configure → Projection → Load From File…** y elige `PTL_Tambillo.prj`. Deja el sistema vertical en **None**.
3. Con el botón ⓘ revisa que el origen, k0 y los falsos coincidan con la herramienta.
4. Comprueba la barra inferior: coordenadas cerca de E 100.000 / N 200.000.

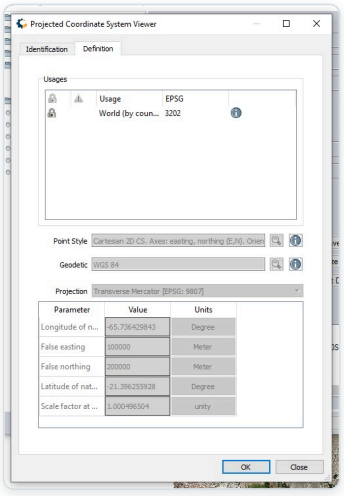


LL CORNER LONGITUDE	65° 44' 35.6616" W
LL CORNER LATITUDE	21° 24' 08.9204" S
PROJ_DESC	WGS84 / UTM 20S
PROJ_DATUM	World Geodetic System 1984 ensemble
PROJ_UNITS	Meter
EPSG_CODE	EPSG:32720
BBOX AREA	1.793 sq km
CODE_PAGE	1252 (ANSI)
LOAD TIME	448.48 s
FILE_CREATION_TIME	3/8/2026 10:14:11
FILE_MODIFIED_TIME	3/8/2026 10:14:44
MIN ELEVATION	2999.042 METERS
MAX ELEVATION	3243.4463 METERS
LAS_VERSION	1.4
POINT_DATA_FORMAT	7

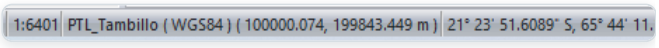
Metadatos de la nube



Proyección cargada



Parámetros leídos por Global Mapper

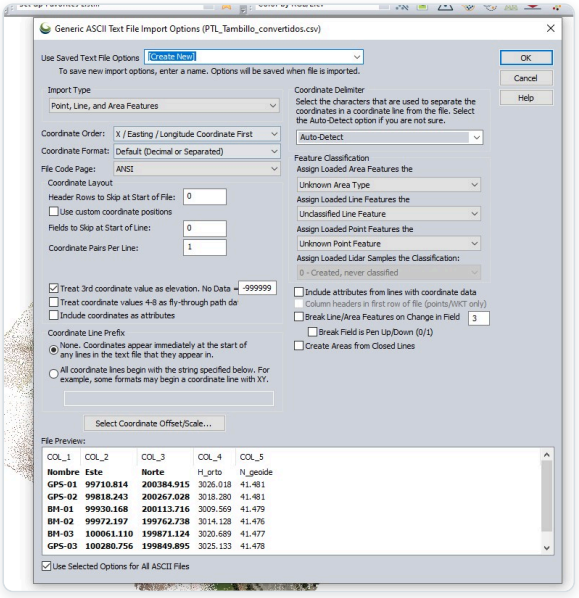


Barra de estado en PTL

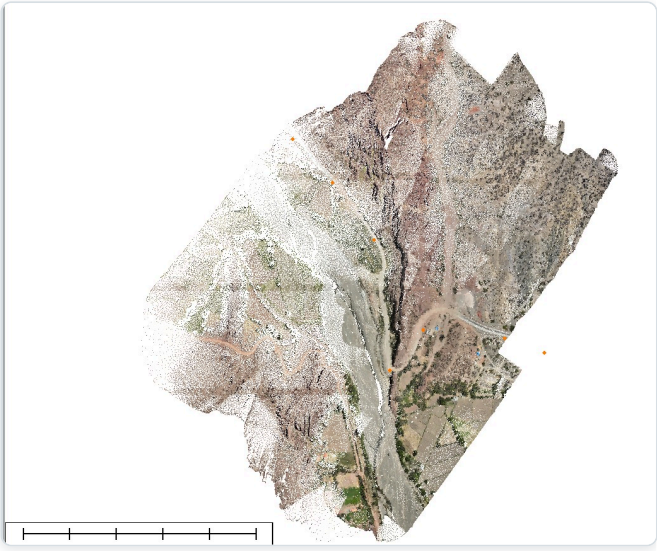
> Global Mapper leyó −21,396255928 / −65,736429843, k0 1,000496504 y falsos 100.000 / 200.000: idénticos a la herramienta.

Control de la nube con los puntos en PTL

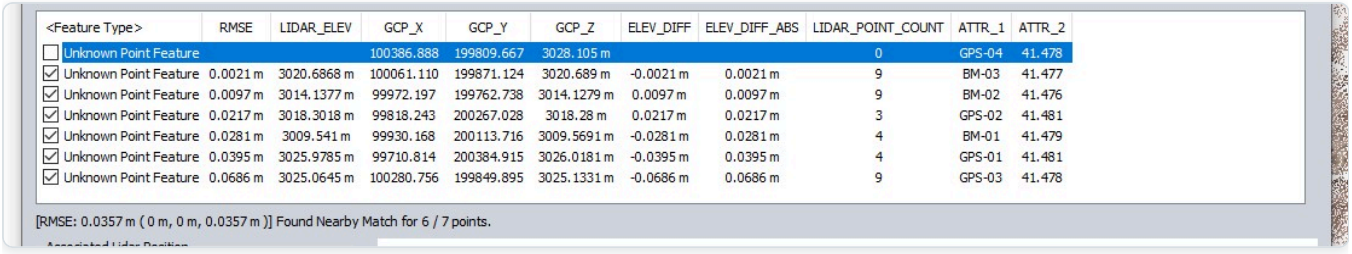
1. **File → Open** el CSV convertido. En las opciones: **Point Only**, saltar 1 fila de encabezado y 1 campo al inicio, tercera coordenada como elevación. Proyección: PTL_Tambillo.
2. **Lidar Analysis → Compare Lidar to Control Points** con el CSV y la nube.



Importación del CSV



Puntos sobre la nube



<Feature Type>	RMSE	LIDAR_ELEV	GCP_X	GCP_Y	GCP_Z	ELEV_DIFF	ELEV_DIFF_ABS	LIDAR_POINT_COUNT	ATTR_1	ATTR_2
Unknown Point Feature			100386.888	199809.667	3028.105 m			0	GPS-04	41.478
Unknown Point Feature	0.0021 m	3020.6868 m	100061.110	199871.124	3020.689 m	-0.0021 m	0.0021 m	9	BM-03	41.477
Unknown Point Feature	0.0097 m	3014.1377 m	99972.197	199762.738	3014.1279 m	0.0097 m	0.0097 m	9	BM-02	41.476
Unknown Point Feature	0.0217 m	3018.3018 m	99818.243	200267.028	3018.28 m	0.0217 m	0.0217 m	3	GPS-02	41.481
Unknown Point Feature	0.0281 m	3009.541 m	99930.168	200113.716	3009.5691 m	-0.0281 m	0.0281 m	4	BM-01	41.479
Unknown Point Feature	0.0395 m	3025.9785 m	99710.814	200384.915	3026.0181 m	-0.0395 m	0.0395 m	4	GPS-01	41.481
Unknown Point Feature	0.0686 m	3025.0645 m	100280.756	199849.895	3025.1331 m	-0.0686 m	0.0686 m	9	GPS-03	41.478

[RMSE: 0.0357 m (0 m, 0 m, 0.0357 m)] Found Nearby Match for 6 / 7 points.

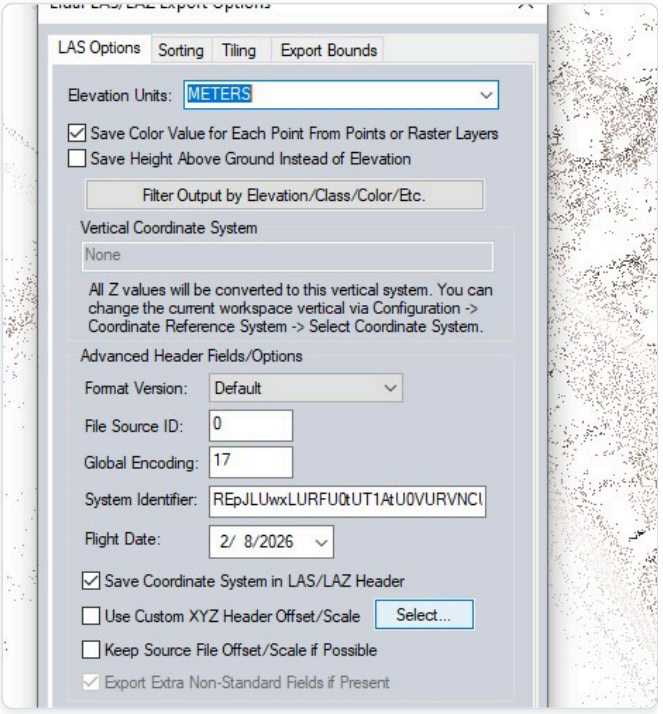
Lidar QC en PTL

Punto	BM-03	BM-02	GPS-02	BM-01	GPS-01	GPS-03	GPS-04
Nube − cota	−0,2 cm	+1,0 cm	+2,2 cm	−2,8 cm	−4,0 cm	−6,9 cm	fuera

RMSE 3,6 cm en 6 de 7 puntos, prácticamente igual a los 3,8 cm de DJI Terra: el cambio de sistema no tocó las cotas. El sesgo medio (−1,8 cm) está dentro del ruido del sensor; no hace falta aplicar corrección.

Exportar la nube en PTL

1. **Oculta la capa del CSV de control.** Si queda visible, sus puntos se exportan dentro de la nube.
2. **File → Export → Lidar LAS File.**
3. Elevation units en METERS, vertical en **None**, **Format Version LAS 1.4**, **Save Coordinate System in LAS/LAZ Header** marcado y **Keep Source File Offset/Scale** desmarcado.
4. Revisa el archivo: mismo número de puntos que el original, sistema en la cabecera y las mismas cotas.



Opciones de exportación LAS

Revisión del archivo final	Resultado
Número de puntos	256.810.726, igual al original
Formato	LAS 1.4, formato de punto 7
Sistema	PTL_Tambillo (WKT en la cabecera)
Cotas	2.999,042 a 3.243,446 m, sin cambios
Extensión	E 99.303 a 100.583 · N 199.302 a 200.706

10 Errores frecuentes y lista de chequeo

Error	Síntoma	Cómo evitarlo
Cota donde va la altura elipsoidal (o al revés)	Todo se mueve unos 41 m en Tambillo (el valor de N)	Anota siempre qué tipo de altura lleva cada archivo
PTL distinto en cada programa	Desfases de centímetros, escala en ppm	Usa el mismo .prj / WKT2 exportado
Geoide aplicado dos veces o ninguna	Desfase vertical igual a N o a cero cuando no debería	Compara un punto de control con la nube
EGM96 frente a EGM2008	Unos 16 cm de diferencia vertical en Tambillo	Usa el mismo modelo en todo el flujo
Puntos de control exportados con la nube	Unos puntos “de más” en el LAS	Oculta la capa antes de exportar
Áreas y volúmenes en UTM	Errores de 0,02 % o más	Calcula en el PTL

Lista de chequeo

1. Definición del PTL guardada (.json, .prj y memoria PDF) y la misma en todos los programas.
2. Tipo de altura de la base y de los puntos documentado (elipsoidal u ortométrica, y con qué geoide).
3. Control en UTM (DJI Terra) y en PTL (Global Mapper) con RMSE parecidos.
4. Prueba de distancia: el PTL coincide con el terreno dentro de la tolerancia.
5. Archivo final con el mismo número de puntos y las mismas cotas que el original.

11 Anexo: definición del sistema y coordenadas

Parámetro	PTL_Tambillo
Proyección	Transversa de Mercator
Datum	WGS 84
Latitud de origen	−21,396255928° (21°23'46,52134" S)
Meridiano central	−65,736429843° (65°44'11,14743" O)
Factor de escala k0	1,0004965040
Falso Este / Falso Norte	100.000 m / 200.000 m
Altura elipsoidal media	3.094,2 m
Ondulación N en el origen	41,479 m (EGM2008)

```
PROJCS["PTL_Tambillo",GEOGCS["WGS 84",DATUM["WGS_1984",SPHEROID["WGS 84",6378137,298.257223563]],PRIMEM["Greenwich",0],UNIT["degree",0.0174532925199433]],PROJECTION["Transverse_Mercator"],PARAMETER["latitude_of_origin",-21.396255928],PARAMETER["central_meridian",-65.736429843],PARAMETER["scale_factor",1.000496504],PARAMETER["false_easting",100000],PARAMETER["false_northing",200000],UNIT["metre",1]]
```

Puntos de control en PTL_Tambillo

Punto	Este PTL	Norte PTL	Cota (m)
GPS-01	99.710,814	200.384,915	3.026,018
GPS-02	99.818,243	200.267,028	3.018,280
BM-01	99.930,168	200.113,716	3.009,569
BM-02	99.972,197	199.762,738	3.014,128
BM-03	100.061,110	199.871,124	3.020,689
GPS-03	100.280,756	199.849,895	3.025,133
GPS-04	100.386,888	199.809,667	3.028,105

> **¿Necesitas el levantamiento?** Grupo MONDELGLOB realiza levantamientos LiDAR aerotransportados, fotogrametría y redes GNSS en todo el país. WhatsApp +591 72079333 · ingenieria@grupomondelglob.com.bo