



ANEXO A

Solicitud de información y permisos para ingresar a la obra de toma del Rincón de la Victoria.

Para la elaboración de este proyecto de grado se realizaron los siguientes tramites:

Se elaboró una carta para solicitud de topografía del proyecto denominado “OBRAS DE PROTECCION DE LA GALERIA FILTRANTE Y VIVIENDA DEL SERENO DEL RINCON DE LA VICTORIA” a la cooperativa de Servicio de Agua y Alcantarillado de Tarija (COSAALT R.L.), la cual se muestra en la siguiente imagen.


Tarija, 24 de marzo del 2023


UNIVERSIDAD AUTÓNOMA
JUAN MISAEL SARACHO

Señor.
Lic. José Luis Patiño Añazgo
GERENTE GENERAL DE COSAALT RL

Dir Téc
777
23-03-23

378/23.
27-03-23
ING PEDIDO
ALMACAN
70244839

Ref.- SOLICITUD DE INGRESO A LA OBRA DE TOMA DEL RINCON DE LA VICTORIA.

Expongo a su conocimiento que mi persona está cursando la materia CIV-502 Proyecto de Ingeniería II, la cual me permite titularme como ingeniero civil de la carrera de Ingeniería Civil de la Universidad Autónoma Juan Misael Saracho, para lo cual he presentado mi proyecto de grado intitulado “EVALUACION DEL RELEVAMIENTO TOPOGRAFICO DE LA CUENCA DEL RINCON DE LA VICTORIA APLICANDO EL DRONE PHANTOM 4RTK”, el cual ha sido favorecido con la correspondiente aprobación para que pueda realizar un estudio tanto aerofotométrico, topográfico e hidráulico mediante el empleo de un Drone Phantom RTK del Centro de Investigación del Agua (CIAGUA) de la Universidad Autónoma Juan Misael Saracho (UAJMS).

Considerando que el análisis que se realizará contribuirá con la disposición de una imagen aérea del estado actual de las obras construidas por COSAALT RL, y con el estudio consiguiente brindar información sustancial para la evaluación de crecidas en la zona mediante la simulación hidráulica, y consiguientemente evaluar la infraestructura según su vulnerabilidad y/o resiliencia ante el cambio climático.

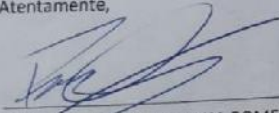
Para programar el ingreso a la zona de estudio requiero la siguiente información:

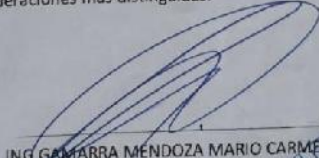
- El ingreso correspondiente a la obra de toma del rincón de la victoria, los días martes 27 de marzo y miércoles 28 de marzo del 2023


Solicito también pueda indicar con qué técnico puedo coordinar el ingreso a la zona de estudio, y su correspondiente autorización para los fines consiguientes.


Sin otro particular, esperando que la presente solicitud sea atendida favorablemente, me despido de usted haciéndole llegar mis consideraciones más distinguidas.

Atentamente,

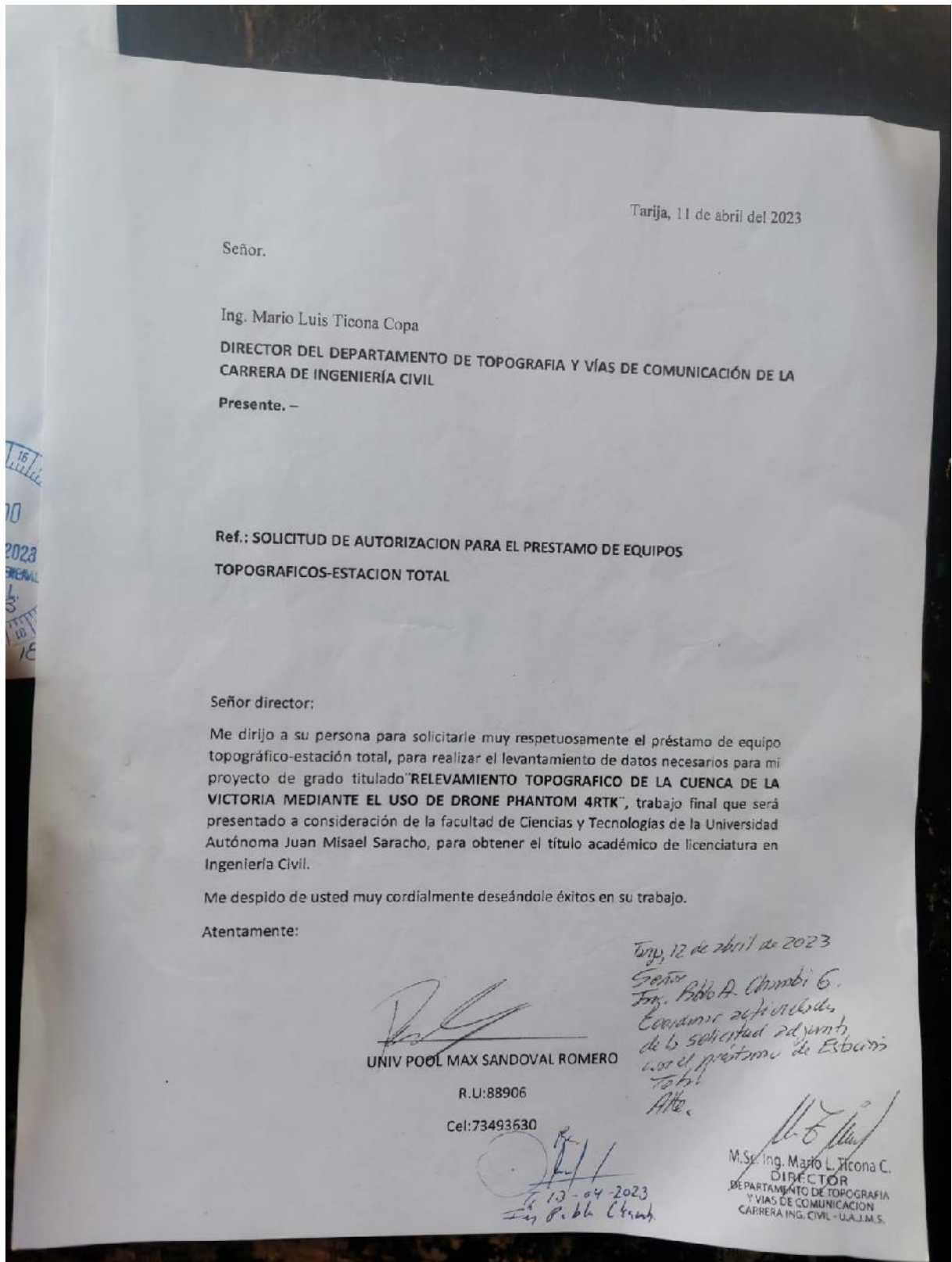

UNIV. POOL MAX SANDOVAL ROMERO
NRO TELF: 73493630


ING. GAMARRA MENDOZA MARIO CARMELO


Vº ING. ZENTENO BENITEZ JAIME ORLANDO


RECIBIDO
23 MAR. 2023
16:13
SRA. GERENTE GENERAL
COSAALT R.L.
1866

Se realizó la solicitud de equipo topográfico al departamento de vías y comunicación como podemos observar en la siguiente imagen:



A.1. Identificación de puntos de control elaborados por la cooperativa de Servicio de Agua y Alcantarillado de Tarija (COSAALT R.L.) en el proyecto OBRAS DE PROTECCION DE LA GALERIA FILTRANTE Y VIVIENDA DEL SERENO DEL RINCON DE LA VICTORIA.

A continuación, podemos observar los diferentes puntos de control encontrados en la zona del Rincón de la Victoria.

Vista de los puntos de control y B.M elaborados por la cooperativa COOSALT R.L





Fuente: Elaboración propia.

A.2 Marcación de los puntos de control.

La metodología que usamos para ubicar los puntos de control fue la de identificar dos pares geodésicos elaborados por la cooperativa COOSALT y a partir de ellos distribuir de tal manera que abarquen casi toda el área de estudio, en este proyecto se marcó un total de diez puntos de control como se ve en las imágenes.

Marcado de los puntos de control para el levantamiento topográfico con dron.



















Fuente: Elaboración propia.

A.3. Coordenadas topográficas de los puntos de control.

Para el levantamiento de coordenadas se procedió a partir de dos puntos conocidos dados por la Cooperativa de Servicio de Agua y Alcantarillado de Tarija (COSAALT R.L.) y partir de ellos se fue sacando las coordenadas topográficas con la estación total teniendo como resultado la siguiente tabla:

Tabla de coordenadas de los puntos de control.

NOMBRE	ESTE(m)	NORTE(m)	ALTITUD(m)	ZONA
PC1	309667.599	7616363.641	2212.7795	20 S
PC2	309696.055	7616388.615	2212.7625	20 S
PC3	309617.193	7616348.088	2213.6878	20 S
PC4	309576.682	7616334.518	2213.8322	20 S
PC5	309385.346	7616200.213	2219.3166	20 S
PC6	309707.465	7616459.543	2204.0780	20 S
PC7	309718.856	7616502.920	2204.0041	20 S
PC8	309706.194	7616556.861	2203.7854	20 S
PC9	309869.826	7616776.614	2194.1303	20 S
PC10	309954.602	7616840.550	2190.1407	20 S
PC11	310006.366	7616881.446	2188.7600	20 S
PC12	310105.579	7616941.089	2187.3920	20 S
PC13	309967.862	7616949.666	2190.1460	20 S
PC14	309902.272	7616819.170	2193.2170	20 S
PC15	309784.746	7616721.848	2197.8330	20 S
PC16	309748.872	7616658.036	2199.2720	20 S
PC17	309716.318	7616558.434	2203.1290	20 S
PC18	309683.023	7616450.679	2205.6170	20 S
PC19	309636.087	7616390.635	2208.8230	20 S
PC20	309484.693	7616379.135	2213.1570	20 S
PC21	309377.951	7616335.669	2216.5310	20 S
PC22	309409.096	7616311.546	2214.9200	20 S
PC23	309479.828	7616327.492	2211.6720	20 S
PC24	309498.628	7616344.378	2213.0560	20 S
PC25	309707.585	7616459.477	2204.1150	20 S
PC26	309714.287	7616466.434	2206.7220	20 S
PC27	309715.453	7616429.286	2209.7200	20 S
PC28	309690.217	7616383.028	2212.6070	20 S
PC29	309596.515	7616340.352	2213.2300	20 S
PC30	309836.922	7616700.793	2201.0140	20 S

Fuente: Elaboración propia con apoyo topográfico.

A continuación, se observan las imágenes del levantamiento topográficos de las coordenadas:





Fuente: Elaboración propia con apoyo topográfico.

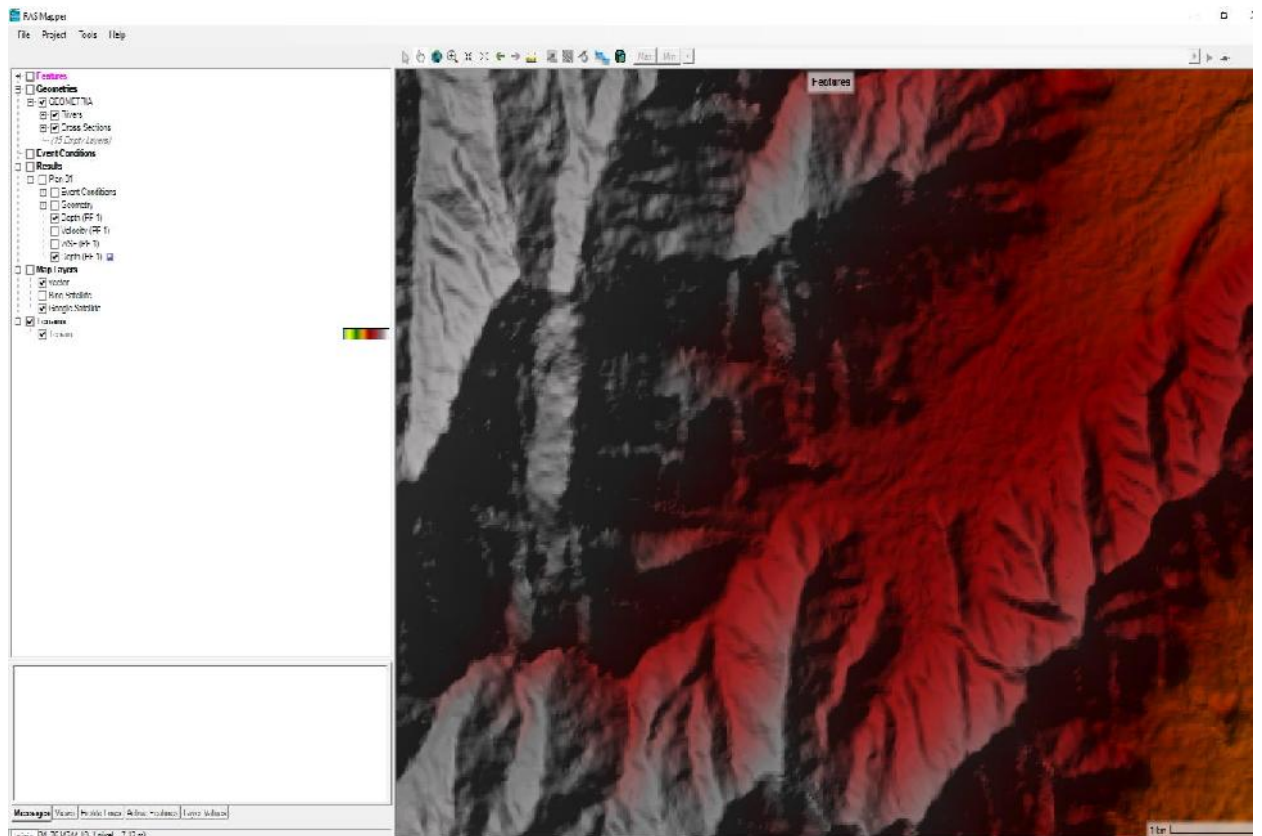
ANEXO B

B.1. Generación de área de sobrevuelo del Drone.

Para determinar el área de sobrevuelo del drone lo haremos de acuerdo a la ubicación de las obras hidráulicas y protección del sistema de abastecimiento de agua potable ubicado en el Rincón de la Victoria. Además, usaremos el software HEC RAS para determinar perfiles transversales y ubicar así la zona inundable de la zona.

B.2. Importación de la topografía al software HEC RAS.

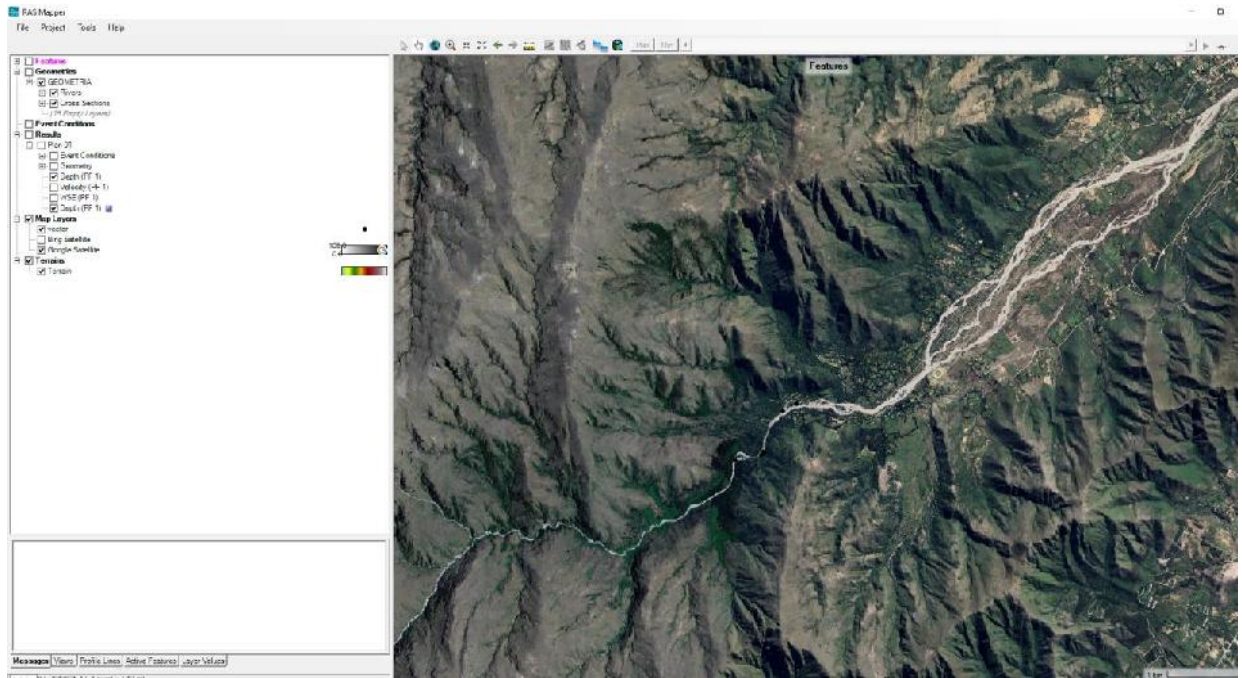
Importaremos un modelo digital de elevación (DEM) descargado de la página web Geo Bolivia. Como se puede observar en la figura:



Fuente: Elaboración propia con apoyo del software Ras Mapper.

B.3. Importación de imagen satelital.

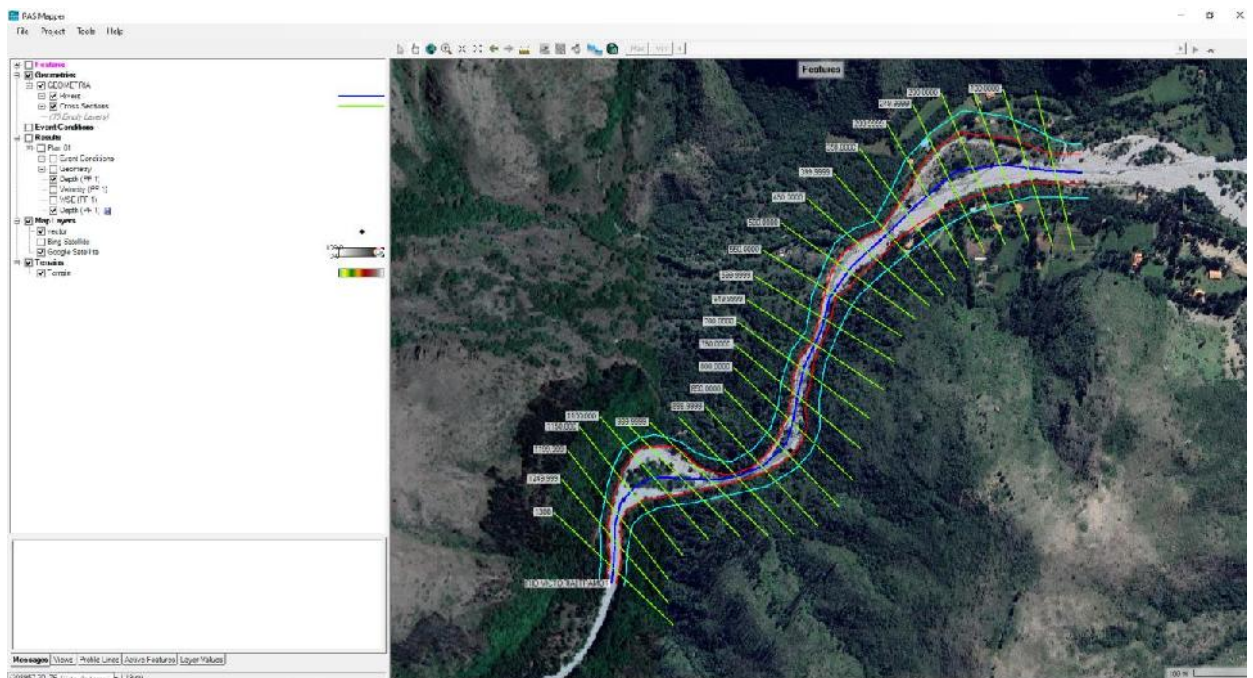
Una vez cargado el modelo digital de elevación (DEM), se procederá a georreferenciar el modelo al sistema Universal Transversal de Mercator (U.T.M), también cargamos la imagen satelital para ubicar el área del proyecto como se puede observar en la imagen:



Fuente: Elaboración propia con apoyo topográfico.

B.4. Elaborar la geometría del río.

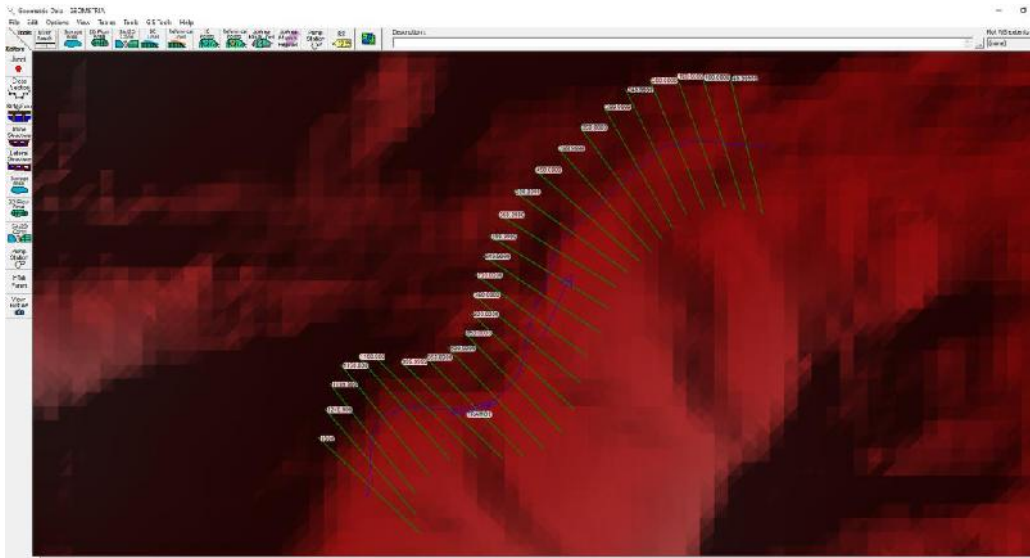
Se procederá a trazar la geometría del río y así poder obtener las secciones transversales en el programa y luego poder realizar el análisis de inundación.



Fuente: Elaboración propia con apoyo topográfico.

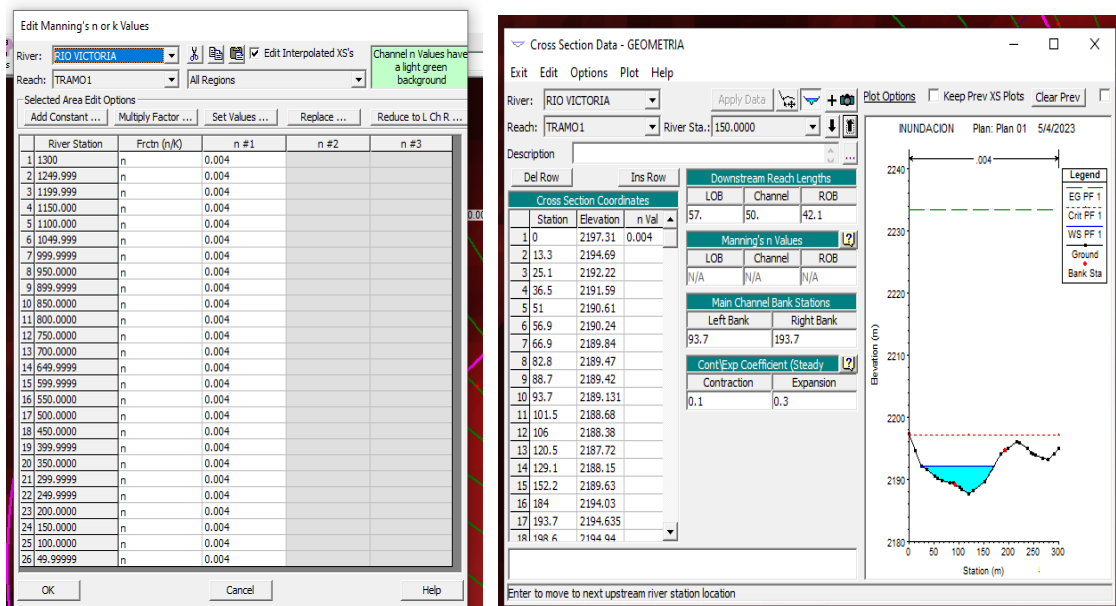
B.5. Importación de la geometría del Ras Mapper al HEC RAS.

Una vez realizada la geometría en el Ras Mapper se procederá a importarlo al HECRAS, donde se configurará la rugosidad de las paredes del río.



Fuente: Elaboración propia con apoyo del software HEC RAS.

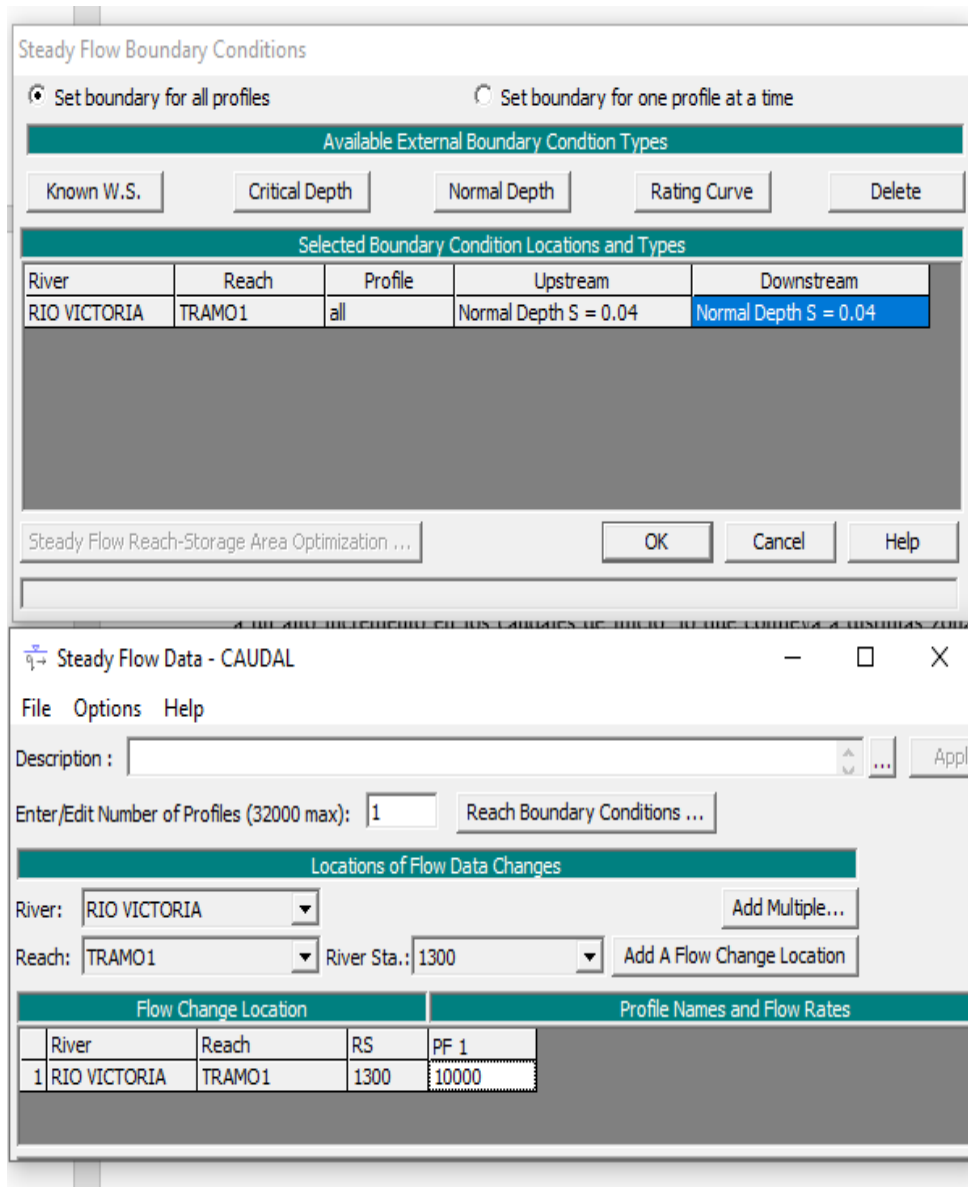
A continuación, configuraremos el coeficiente de rugosidad de Manning del manual del programa HEC RAS en este caso es $n: 0.004$ de acuerdo a las características del lecho del río, como podemos ver en las siguientes imágenes:



Fuente: Elaboración propia con apoyo del software HEC RAS.

B.6. Datos del flujo Caudal máximo de crecida.

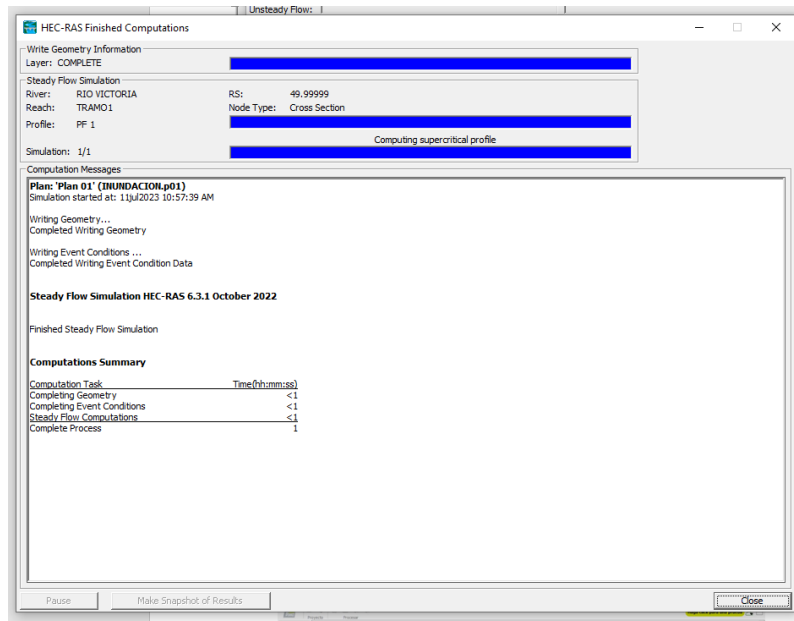
Para la simulación hidráulica usaremos un caudal para un periodo de retorno de $T: 100$ años, estos datos los obtenemos del proyecto de valoración hidrológica de la cuenca de la Victoria y Tolomosa, una vez ingresado el caudal insertamos la pendiente del río obtenido por la topografía del río, que es de $s: 0.034$, como podemos observar en la imagen.



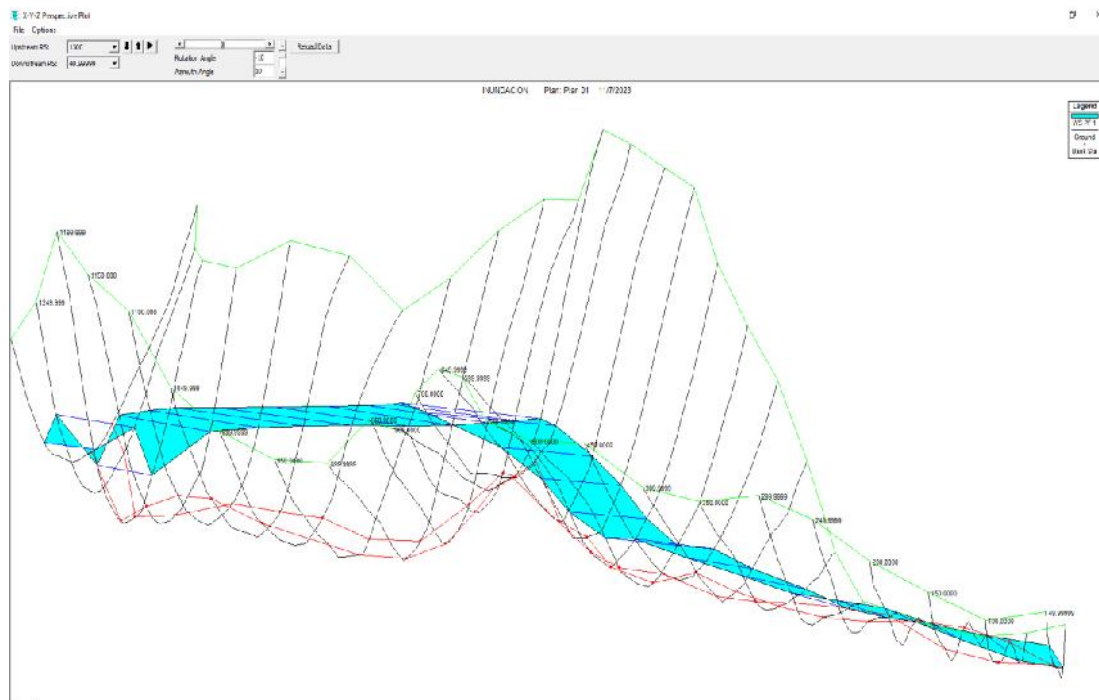
Fuente: Elaboración propia apoyado con el software HEC RAS.

B.7. Simulación de inundación.

Una vez importada la geometría del río y los datos de flujo, procederemos a realizar la simulación de inundación como se puede ver en las siguientes imágenes:



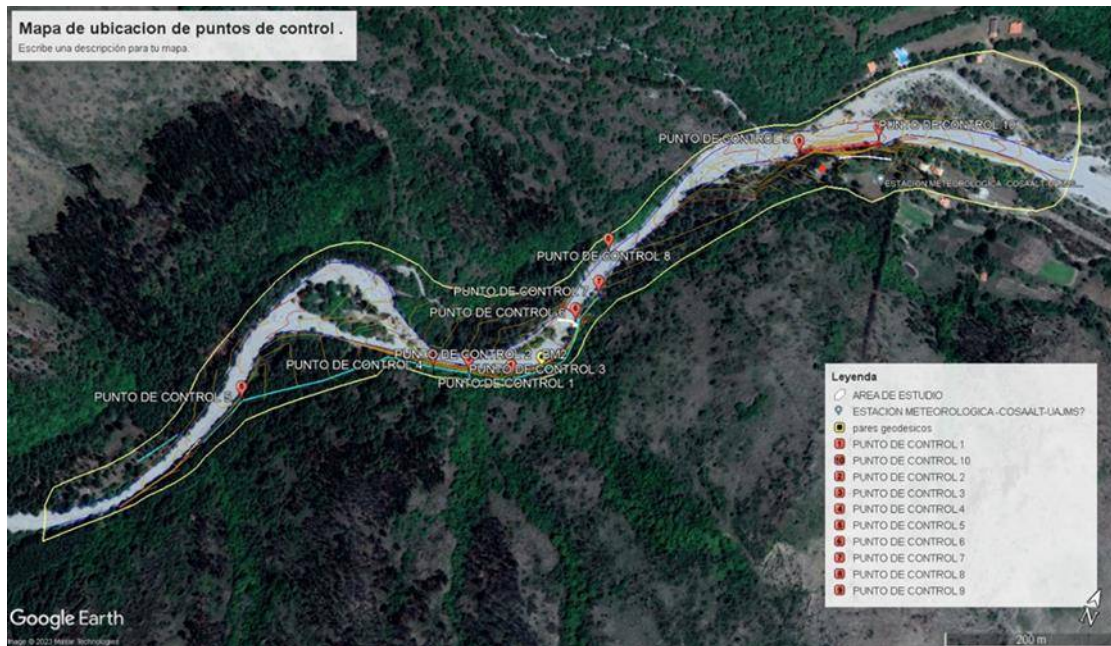
Fuente: Elaboración propia.



Fuente: Elaboración propia.

B.8. Importación del área de inundación al ArcGis.

Una vez obtenido la simulación de inundación procederemos a importar el área inundable en formato raster al ArcGis y posteriormente al Google Earth para así determinar el área de sobrevuelo del drone y obtener la siguiente área:



Fuente: Elaboración propia con apoyo del software Google Earth.

C. Generación de planos topográficos.

C.1. Generación de planos topográficos en el levantamiento topográfico convencional.

En este levantamiento topográfico, los datos nos fueron proporcionados por la Cooperativa de Servicio de Agua y Alcantarillado de Tarija (COSAALT R.L.) la cual ya había realizado un proyecto denominado “OBRAS DE PROTECCION DE LA GALERIA FILTRANTE Y VIVIENDA DEL SERENO DEL RINCON DE LA VICTORIA”.

A continuación, tenemos las coordenadas en formato universal transversal de Mercator (U.T.M):

Tabla de coordenadas topográficas con estación total.

Nro	Coordenada Y(m)	Coordenada x(m)	Altitud Z(m)	punto
1	7616843.772	309902.717	2192.447	BASE
2	7616775.753	309868.412	2193.01	TANQUE
3	7616778.469	309869.284	2192.529	TANQUE
4	7616777.692	309871.82	2192.785	TANQUE
5	7616758.321	309845.839	2193.601	Q
6	7616757.815	309849.113	2192.934	MURO
7	7616757.495	309850.13	2194.93	P1
8	7616763.046	309838.103	2194.261	Q
9	7616775.043	309827.165	2194.046	Q
10	7616778.004	309824.734	2193.386	Q
11	7616785.693	309817.819	2193.682	Q
12	7616768.259	309801.859	2193.797	Q
13	7616763.382	309809.489	2193.997	Q
14	7616756.372	309817.18	2195.138	Q
15	7616749.245	309822.999	2194.935	Q
16	7616746.183	309824.155	2194.522	Q
17	7616742.413	309825.277	2195.107	Q
18	7616737.812	309822	2195.923	BQ
19	7616728.108	309825.893	2195.991	BQ
20	7616719.126	309837.894	2195.981	X

21	7616720.308	309815.828	2196.62	X
22	7616728.121	309804.409	2196.005	Q
23	7616736.402	309795.903	2195.831	Q
24	7616741.197	309787.971	2194.74	Q
25	7616745.655	309780.851	2195.242	Q
26	7616717.448	309763.39	2195.795	Q
27	7616708.254	309772.179	2196.022	Q
28	7616705.607	309775.9	2197.414	Q
29	7616697.178	309786.895	2198.09	Q
30	7616652.313	309762.485	2198.105	Q
31	7616652.124	309765.309	2200.329	BQ
32	7616651.644	309756.119	2197.784	X
33	7616651.806	309745.884	2198.139	X
34	7616652.554	309742.509	2198.499	X
35	7616427.213	309682.14	2206.765	Q
36	7616544.535	309719.291	2201.197	Q
37	7616545.186	309709.939	2201.332	Q
38	7616548.68	309703.799	2201.525	Q
39	7616511.208	309692.999	2202.218	Q
40	7616508.84	309701.346	2202.19	Q
41	7616507.174	309710.933	2202.632	Q
42	7616094.849	309355.6	2222.817	BQ
43	7616687.706	309836.793	2200.775	X
44	7616417.142	309658.376	2205.8	Q
45	7616403.058	309649.209	2206.348	Q
46	7616394.588	309657.247	2206.902	Q
47	7616846.203	309953.3	2190.183	Q
48	7616843.138	309955.568	2190.314	Q
49	7616852.376	309948.507	2189.934	Q
50	7616857.541	309943.947	2189.201	Q
51	7616862.048	309940.899	2189.497	Q
52	7616863.844	309938.995	2190.976	BQ
53	7616873.061	309932.557	2191.553	BQ

54	7616900.441	309957.336	2190.892	X
55	7616885.099	309966.066	2189.739	BQ
56	7616883.629	309967.847	2188.396	Q
57	7616878.605	309971.599	2187.803	Q
58	7616872.043	309977.102	2188.995	Q
59	7616863.82	309983.197	2188.775	Q
60	7616860.961	309985.875	2190.433	Q
61	7616855.999	309988.408	2189.335	BQ
62	7616871.81	310026.379	2188.819	BQ
63	7616876.317	310025.104	2189.117	BQ
64	7616879.279	310024.1	2187.466	Q
65	7616888.295	310019.804	2187.54	Q
66	7616897.748	310019.788	2186.962	Q
67	7616900.62	310018.42	2186.528	Q
68	7616905.604	310016.371	2187.128	Q
69	7616905.898	310015.953	2188.306	BQ
70	7616928.49	310014.785	2188.48	X
71	7616940.828	310080.063	2186.712	X
72	7616928.026	310083.221	2186.46	BQ
73	7616925.017	310081.639	2185.877	Q
74	7616913.833	310085.286	2185.751	Q
75	7616909.093	310087.235	2185.097	Q
76	7616903.117	310089.851	2185.85	Q
77	7616893.27	310091.609	2185.286	Q
78	7616889.18	310098.473	2188.036	BQ
79	7616885.582	310100.116	2187.288	X
80	7616892.171	310129.52	2186.211	X
81	7616893.552	310130.234	2186.828	BQ
82	7616898.044	310127.41	2183.786	Q
83	7616907.725	310128.292	2183.993	Q
84	7616919.15	310131.147	2183.674	Q
85	7616922.791	310131.111	2184.411	Q
86	7616926.187	310130.305	2185.251	BQ

87	7616945.402	310136.795	2185.918	X
88	7616942.82	310183.941	2183.8	X
89	7616931.162	310188.699	2183.603	BQ
90	7616925.152	310190.253	2183.019	Q
91	7616912.532	310190.545	2183.064	Q
92	7616903.828	310191.346	2182.586	Q
93	7616896.048	310192.015	2183.043	Q
94	7616891.84	310192.72	2183.665	BQ
95	7616885.741	310193.75	2184.521	X
96	7616919.183	310052.453	2187.486	A-1
97	7616832.084	309929.471	2192.671	R-4
98	7616845.489	309902.235	2192.317	X
99	7616846.507	309944.558	2190.082	Q
100	7616845.941	309947.007	2190.179	Q
101	7616842.984	309946.361	2190.104	Q
102	7616844.474	309945.008	2191.264	Q
103	7616833.512	309956.211	2189.918	Q
104	7616832.795	309957.2	2191.174	BQ
105	7616839.13	309962.739	2189.727	Q
106	7616836.217	309968.255	2190.447	BQ
107	7616839.127	309964.873	2190.812	BQ
108	7616826.126	309947.503	2190.236	Q
109	7616819.881	309942.554	2190.447	Q
110	7616813.833	309933.861	2190.744	Q
111	7616821.614	309929.751	2190.348	Q
112	7616825.94	309926.467	2190.75	Q
113	7616832.158	309933.747	2190.387	Q
114	7616827.699	309938.218	2190.211	Q
115	7616808.397	309923.233	2190.646	Q
116	7616813.595	309919.362	2190.407	Q
117	7616814.737	309918.569	2190.982	Q
118	7616818.2	309915.652	2191.317	Q
119	7616808.854	309904.738	2191.54	Q

120	7616803.983	309907.475	2190.949	Q
121	7616800.369	309910.977	2190.939	Q
122	7616793.675	309892.948	2191.409	Q
123	7616796.694	309890.886	2191.343	Q
124	7616783.552	309879.601	2192.243	Q
125	7616787.628	309876.404	2192.233	Q
126	7616775.132	309870.87	2192.301	Q
127	7616772.24	309872.017	2192.747	Q
128	7616762.247	309860.912	2193.194	Q
129	7616773.482	309841.062	2194.069	R5
130	7616784.95	309859.363	2193.102	Q
131	7616795.922	309850.418	2192.047	Q
132	7616789.939	309855.247	2192.439	Q
133	7616796.41	309851.509	2191.933	Q
134	7616800.347	309847.746	2192.893	Q
135	7616800.93	309846.466	2194.217	BQ
136	7616813.43	309865.178	2193.1	BQ
137	7616811.288	309866.714	2193.237	BQ
138	7616806.88	309867.836	2191.484	Q
139	7616799.461	309873.39	2191.86	Q
140	7616795.795	309877.698	2192.551	Q
141	7616792.892	309879.043	2193.462	Q
142	7616790.789	309874.653	2193.284	Q
143	7616799.337	309883.903	2193.399	Q
144	7616803.738	309881.099	2191.372	Q
145	7616808.586	309878.969	2190.969	Q
146	7616813.106	309875.765	2191.356	Q
147	7616814.888	309875.129	2192.384	BQ
148	7616819.328	309871.274	2193.161	BQ
149	7616837.49	309885.612	2192.396	BQ
150	7616833.225	309888.045	2192.176	BQ
151	7616830.565	309890.636	2191.193	BQ
152	7616826.293	309893.577	2190.708	BQ

153	7616820.873	309897.262	2190.552	BQ
154	7616814.555	309901.214	2191.734	Q
155	7616813.577	309905.504	2193.3	Q
156	7616820.03	309913.948	2192.97	Q
157	7616822.562	309912.573	2191.006	Q
158	7616827.457	309908.746	2190.812	Q
159	7616828.63	309907.809	2190.076	Q
160	7616836.16	309904.444	2190.62	Q
161	7616839.81	309903.979	2191.194	Q
162	7616840.89	309903.922	2192.176	Q
163	7616859.929	309919.643	2191.554	BQ
164	7616854.263	309924.007	2191.33	BQ
165	7616849.516	309926.298	2189.79	Q
166	7616842.721	309930.516	2189.772	Q
167	7616838.464	309932.696	2190.34	Q
168	7616836.698	309934.736	2191.968	Q
169	7616841.428	309941.037	2191.692	Q
170	7616844.92	309939.63	2190.042	Q
171	7616850.843	309935.408	2189.546	Q
172	7616856.355	309933.839	2189.699	Q
173	7616858.159	309932.965	2190.959	Q
174	7616866.56	309928.216	2191.365	Q
175	7616823.2	309948.156	2194.994	BQ
176	7616819.484	309945.202	2195.369	R3
177	7616814.42	309950.446	2195.063	MURO
178	7616835.3	309981.927	2194.021	X
179	7616824.516	309981.752	2194.058	MURO
180	7616824.019	309977.671	2194.152	MURO
181	7616818.154	309943.803	2195.072	BQ
182	7616807.495	309931.515	2195.668	BQ
183	7616806.023	309932.68	2195.779	MURO
184	7616798.927	309922.788	2196.126	MURO
185	7616801.848	309920.322	2195.973	BQ

186	7616797.896	309913.034	2196.245	BQ
187	7616784.509	309911.761	2196.154	X
188	7616793.514	309902.507	2196.465	BQ
189	7616778.621	309901.695	2196.662	CS
190	7616791.826	309895.625	2196.464	BQ
191	7616786.954	309885.791	2196.394	BQ
192	7616771.922	309874.971	2196.322	BQ
193	7616751.285	309863.013	2197.363	BQ
194	7616776.783	309936.791	2195.708	X
195	7616782.051	309952.729	2194.815	X
196	7616798.939	309977.625	2194.099	X
197	7616788.55	309883.3142	2192.0234	Q
198	7616399.747	309685.561	2206.362	BASE
199	7616462.075	309685.351	2203.406	Q
200	7616459.895	309694.176	2202.868	Q
201	7616454.238	309685.92	2203.446	MURO
202	7616452.071	309685.677	2204.11	MURO
203	7616455.964	309697.102	2203.073	MURO
204	7616458.171	309696.919	2202.61	MURO
205	7616459.732	309702.993	2202.419	MURO
206	7616457.858	309703.989	2203.131	MURO
207	7616457.738	309704.405	2202.947	MURO
208	7616457.873	309705.561	2202.653	MURO
209	7616458.874	309706.962	2202.724	MURO
210	7616458.677	309707.935	2202.787	MURO
211	7616465.136	309709.088	2204.007	CANAL
212	7616465.345	309709.976	2204.072	CANAL
213	7616457.641	309712.474	2205.571	CANAL
214	7616457.468	309711.523	2205.597	CANAL
215	7616466.542	309703.795	2202.62	Q
216	7616468.557	309688.1997	2202.761	Q
217	7616501.761	309700.62	2202.218	Q
218	7616504.111	309713.007	2202.731	Q

219	7616500.189	309717.311	2203.874	CAMARA
220	7616502.843	309718.061	2203.823	CAMARA
221	7616503.574	309719.122	2203.85	CAMARA
222	7616502.736	309721.396	2203.62	CAMARA
223	7616310.365	309380.875	2215.563	BASE
224	7616465.739	309714.654	2206.596	PUENTE
225	7616466.895	309714.934	2206.634	PUENTE
226	7616471.338	309680.363	2207.047	PUENTE
227	7616453.398	309676.353	2205.79	X
228	7616435.665	309667.919	2206.368	X
229	7616432.815	309670.767	2204.904	Q
230	7616430.08	309676.232	2205.528	Q
231	7616429.275	309677.55	2206.321	Q
232	7616426.225	309685.573	2205.368	Q
233	7616425.215	309699.508	2204.989	Q
234	7616424.348	309710.28	2205.479	Q
235	7616395.799	309692.254	2205.901	Q
236	7616408.602	309675.542	2206.175	Q
237	7616409.351	309672.627	2207.158	Q
238	7616414.188	309666.935	2206.648	Q
239	7616415.248	309664.692	2205.681	Q
240	7616389.733	309664.432	2206.377	Q
241	7616379.669	309672.581	2206.253	Q
242	7616368.007	309633.972	2207.15	Q
243	7616376.135	309626.489	2207.28	Q
244	7616357.9	309566.878	2208.669	Q
245	7616360.79	309567.553	2209.208	X
246	7616350.252	309567.904	2207.814	X
247	7616342.711	309567.077	2207.391	Q
248	7616333.54	309523.6862	2208.097	Q
249	7616345.319	309525.308	2208.207	Q
250	7616353.141	309528.178	2210.315	Q
251	7616361.272	309532.228	2210.859	Q

252	7616335.302	309567.648	2213.305	BQ
253	7616334.208	309567.863	2213.598	CANAL
254	7616333.278	309567.928	2213.622	CANAL
255	7616342.532	309594.405	2213.85	BQ
256	7616341.198	309597.312	2213.467	CANAL
257	7616348.593	309617.309	2213.474	CANAL
258	7616347.538	309616.892	2213.539	CANAL
259	7616361.195	309663.738	2212.229	CANAL
260	7616360.508	309665.029	2212.045	CANAL
261	7616363.79	309667.756	2212.811	BM1
262	7616367.688	309665.58	2211.527	BQ
263	7616375.844	309682.743	2212.495	CANAL
264	7616376.418	309682.086	2212.492	CANAL
265	7616378.526	309680.346	2212.264	CANAL
266	7616387.354	309689.567	2212.447	BQ
267	7616384.537	309690.971	2212.527	CANAL
268	7616384.546	309690.891	2212.513	CANAL
269	7616383.733	309691.509	2212.482	CANAL
270	7616388.597	309696.051	2212.511	BM2
271	7616402.945	309710.592	2211.227	CANAL
272	7616402.093	309711.568	2211.187	CANAL
273	7616411.883	309715.905	2210.742	CANAL
274	7616411.915	309714.93	2210.507	CANAL
275	7616415.269	309708.977	2209.557	BQ
276	7616422.455	309712.821	2209.971	BQ
277	7616422.174	309715.067	2210.009	CANAL
278	7616422.269	309715.866	2210.025	CANAL
279	7616430.549	309715.984	2209.357	CANAL
280	7616430.578	309715.09	2209.233	CANAL
281	7616430.696	309714.361	2208.967	BQ
282	7616435.577	309714.562	2208.538	BQ
283	7616435.757	309715.048	2208.668	CANAL
284	7616435.772	309715.908	2209.165	CANAL

285	7616446.981	309714.241	2208.797	CANAL
286	7616446.957	309715.675	2208.81	CANAL
287	7616455.495	309706.702	2203.805	MURO
288	7616455.474	309706.495	2202.713	MURO
289	7616453.958	309706.692	2204.39	MURO
290	7616453.73	309706.637	2202.877	MURO
291	7616454.709	309711.47	2203.913	MURO
292	7616464.699	309709.037	2203.855	CANAL
293	7616464.887	309710.091	2204.072	CANAL
294	7616461.239	309708.67	2203.723	CANAL
295	7616461.119	309707.579	2203.679	CANAL
296	7616446.331	309695.936	2203.574	Q
297	7616446.011	309711.0695	2203.643	Q
298	7616360.651	309637.1631	2207.0394	Q
299	7616328.436	309525.4482	2213.9875	BQ
300	7616327.653	309386.506	2215.539	Q
301	7616313.988	309394.135	2214.251	Q
302	7616302.83	309404.319	2214.325	Q
303	7616297.48	309408.171	2216.691	BQ
304	7616335.703	309434.303	2213.909	BQ
305	7616335.155	309434.424	2212.795	Q
306	7616327.09	309436.872	2212.476	Q
307	7616314.47	309437.221	2212.971	Q
308	7616313.625	309436.882	2215.867	BQ
309	7616363.79	309667.756	2212.811	BM-1
310	7616364.726	309481.863	2212.388	BQ
311	7616367.4	309482.557	2211.257	Q
312	7616387.156	309494.911	2212.021	Q
313	7616409.361	309455.142	2213.327	Q
314	7616392.54	309448.582	2213.604	Q
315	7616382.259	309444.071	2214.021	Q
316	7616394.003	309402.757	2213.85	Q
317	7616377.325	309411.827	2214.783	Q

318	7616341.879	309376.585	2214.468	Q
319	7616335.459	309384.781	2215.127	Q
320	7616315.622	309368.317	2214.938	Q
321	7616278.121	309356.1	2215.321	Q
322	7616280.808	309353.327	2216.722	BQ
323	7616273.023	309366.816	2215.193	Q
324	7616262.077	309377.254	2216.08	Q
325	7616230.814	309352.217	2217.035	BQ
326	7616227.931	309355.629	2216.39	Q
327	7616226.668	309366.9	2216.128	Q
328	7616190.341	309367.413	2216.754	Q
329	7616188.304	309352.431	2217.033	Q
330	7616131.616	309355.798	2217.958	P1
331	7616226.293	309363.177	2216.36	P2
332	7616363.79	309667.756	2212.811	BM1
333	7616099.593	309326.926	2220.345	BQ
334	7616029.306	309316.442	2219.608	Q
335	7616028.33	309317.8941	2224.805	BQ
336	7616033.026	309309.406	2219.694	Q
337	7616035.95	309304.741	2219.711	Q
338	7616128.637	309360.523	2217.404	Q
339	7616128.292	309360.664	2219.008	Q
340	7616179.945	309378.699	2219.604	Q
341	7616178.239	309375.036	2217.292	Q
342	7616181.527	309364.149	2217.018	Q
343	7616184.578	309352.145	2217.406	Q
344	7616185.992	309348.92	2218.19	BQ
345	7616180.133	309380.644	2219.061	CN
346	7616179.51	309381.161	2219.092	CN
347	7616199.535	309385.789	2218.923	CAMARA
348	7616200.729	309386.545	2218.922	CAMARA
349	7616201.433	309385.167	2219.09	CAMARA
350	7616213.336	309400.389	2218.234	CN

351	7616213.124	309401.085	2218.185	CN
352	7616227.179	309416.84	2217.632	CN
353	7616227.014	309417.629	2217.678	CN
354	7616241.813	309384.031	2218.261	BQ
355	7616241.049	309378.954	2215.746	Q
356	7616242.305	309366.309	2215.6	Q
357	7616243.917	309351.876	2216.385	Q
358	7616244.459	309344.584	2217.4	BQ
359	7616204.649	309348.655	2217.819	BQ
360	7616203.436	309351.822	2217.733	BQ
361	7616202.789	309353.712	2216.799	Q
362	7616202.368	309366.674	2216.561	Q
363	7616202.594	309379.162	2216.752	Q
364	7616206.945	309383.085	2218.939	BQ
365	7616092.904	309359.1206	2223.2187	X
366	7616026.533	309321.9081	2225.3595	X
367	7616166.249	309346.948	2218.653	BQ
368	7616165.52	309349.524	2217.736	Q
369	7616162.789	309360.659	2217.575	Q
370	7616160.087	309370.817	2217.521	Q
371	7616157.218	309372.72	2219.444	Q
372	7616156.381	309373.931	2219.248	CN
373	7616156.267	309374.601	2219.264	CN
374	7616136.963	309369.284	2219.724	CAMARA
375	7616135.189	309368.995	2219.744	CAMARA
376	7616135.297	309367.357	2219.738	CAMARA
377	7616137.188	309367.559	2219.786	CAMARA
378	7616119.535	309366.458	2221.885	BQ
379	7616122.942	309362.297	2219.456	Q
380	7616124.41	309359.755	2219.025	MURO
381	7616124.295	309359.593	2217.584	MURO
382	7616116.841	309358.018	2217.302	MURO
383	7616117.076	309358.095	2218.945	MURO

384	7616111.821	309365.213	2222.405	BQ
385	7616116.402	309362.446	2221.969	BQ
386	7616139.721	309363.519	2217.279	MURO
387	7616139.099	309364.344	2217.948	Q
388	7616139.893	309364.634	2217.541	MURO
389	7616136.115	309365.258	2217.767	Q
390	7616131.831	309342.4	2218.199	Q
391	7616133.289	309338.006	2219.345	CAMARA
392	7616131.317	309337.542	2219.697	CAMARA
393	7616133.983	309335.527	2219.895	CAMARA
394	7616131.964	309335.04	2220.16	CAMARA
395	7616116.876	309328.42	2220.503	CN
396	7616116.314	309327.133	2220.523	CN
397	7616115.975	309337.704	2218.507	Q
398	7616093.753	309352.376	2218.217	Q
399	7616098.005	309342.774	2218.258	Q
400	7616099.5	309332.601	2218.557	Q
401	309667.599	7616363.64	2212.7795	Q
402	309696.055	7616388.62	2212.7625	Q
403	309617.193	7616348.09	2213.6878	Q
404	309576.682	7616334.52	2213.8322	Q
405	309385.346	7616200.21	2219.3166	Q
406	309707.465	7616459.54	2204.078	Q
407	309718.856	7616502.92	2204.0041	Q
408	309706.194	7616556.86	2203.7854	Q
409	309869.826	7616776.61	2194.1303	Q
410	309954.602	7616840.55	2190.1407	Q
411	310006.366	7616881.45	2188.76	Q
412	310105.579	7616941.09	2187.392	Q
413	309967.862	7616949.67	2190.146	Q
414	309902.272	7616819.17	2193.217	Q
415	309784.746	7616721.85	2197.833	Q
416	309748.872	7616658.04	2199.272	Q
417	309716.318	7616558.43	2203.129	Q
418	309683.023	7616450.68	2205.617	Q
419	309636.087	7616390.64	2208.823	Q
420	309484.693	7616379.14	2213.157	Q

421	309377.951	7616335.67	2216.531	Q
422	309409.096	7616311.55	2214.92	Q
423	309479.828	7616327.49	2211.672	Q
424	309498.628	7616344.38	2213.056	Q
425	309707.585	7616459.48	2204.115	Q
426	309714.287	7616466.43	2206.722	Q
427	309715.453	7616429.29	2209.72	Q
428	309690.217	7616383.03	2212.607	Q
429	309596.515	7616340.35	2213.23	Q
430	309836.922	7616700.79	2201.014	Q
431	310101.42	7616840.43	2233.572	Q
432	310052.089	7617039.37	2227.622	Q
433	310167.5	7616752.68	2230.935	Q
434	310036.562	7616807.89	2230.124	Q
435	309907.471	7616930.13	2235.591	Q
436	309864.476	7617008.53	2271.328	Q
437	309667.531	7616759.48	2268.063	Q
438	309767.41	7616765.67	2251.966	Q
439	309870.663	7616670.92	2269.771	Q
440	309679.105	7616362.66	2253.571	Q
441	309627.558	7616512.34	2251.645	Q
442	309514.857	7616444.29	2260.698	Q
443	309691.072	7616609.8	2254.723	Q
444	309540.278	7616310.8	2270.289	Q
445	309553.599	7616316.31	2265.009	Q
446	310052.991	7616715.28	2234.43	Q
447	310064.207	7616751.74	2231.304	Q
448	309499.434	7616438.39	2266.713	Q
449	309801.325	7616663.65	2237.118	Q
450	309521.373	7616418.17	2257.285	Q
451	309667.607	7616363.65	2212.88987	Q
452	309696.057	7616388.63	2212.77218	Q
453	309617.197	7616348.1	2213.80102	Q
454	309576.685	7616334.53	2213.95889	Q
455	309385.359	7616200.23	2219.37216	Q
456	309707.471	7616459.56	2204.17039	Q
457	309718.86	7616502.93	2204.05793	Q
458	309706.159	7616556.84	2203.86555	Q
459	309869.819	7616776.62	2194.2407	Q
460	309954.728	7616840.43	2190.28375	Q
461	310006.345	7616881.47	2188.83916	Q
462	310105.552	7616941.12	2187.45975	Q
463	309967.84	7616949.69	2190.21433	Q
464	309902.254	7616819.19	2193.28529	Q
465	309784.736	7616721.86	2197.89569	Q

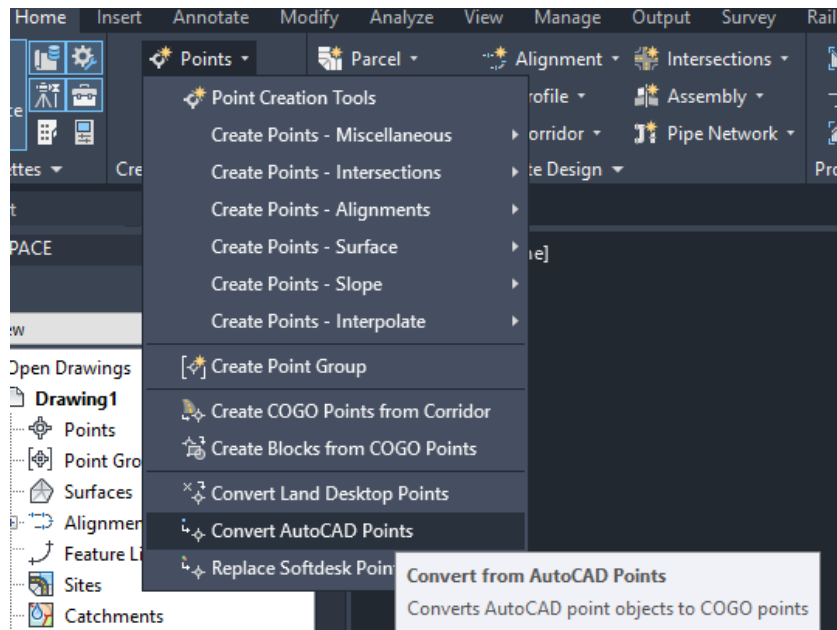
466	309748.856	7616658.05	2199.34577	Q
467	309716.31	7616558.45	2203.20049	Q
468	309683.059	7616450.34	2205.72018	Q
469	309636.036	7616390.72	2209.01411	Q
470	309484.707	7616379.14	2213.23797	Q
471	309377.955	7616335.67	2216.60622	Q
472	309409.106	7616311.55	2214.99457	Q
473	309479.831	7616327.49	2211.71532	Q
474	309498.622	7616344.39	2213.13046	Q
475	309707.583	7616459.5	2204.18983	Q
476	309714.285	7616466.46	2206.8202	Q
477	309715.45	7616429.3	2209.78712	Q
478	309690.221	7616383.05	2212.71101	Q
479	309596.508	7616340.36	2213.32168	Q
480	309836.913	7616700.82	2201.08469	Q
481	310101.52	7616840.47	2233.28964	Q
482	310052.039	7617039.23	2227.40239	Q
483	310167.475	7616753.05	2230.86714	Q
484	310036.675	7616808.05	2229.89884	Q
485	309907.528	7616930.05	2235.33842	Q
486	309864.609	7617008.13	2271.17382	Q
487	309667.782	7616759.19	2267.81978	Q
488	309767.452	7616765.64	2251.75605	Q
489	309870.888	7616671.01	2269.57883	Q
490	309678.994	7616362.44	2253.37981	Q
491	309627.508	7616512.11	2251.47018	Q
492	309514.769	7616443.97	2260.55481	Q
493	309691.152	7616609.86	2254.5576	Q
494	309540.317	7616310.69	2270.10106	Q
495	309553.629	7616316.2	2264.98374	Q
496	310052.948	7616715.62	2234.31935	Q
497	310064.257	7616752.05	2231.15498	Q
498	309499.224	7616438.39	2266.55809	Q
499	309801.518	7616663.61	2236.92397	Q
500	309521.331	7616417.98	2257.12874	Q

Fuente: proyecto denominado “OBRAS DE PROTECCION DE LA GALERIA FILTRANTE Y VIVIENDA DEL SERENO DEL RINCON DE LA VICTORIA” (Cooperativa de Servicio de Agua y Alcantarillado de Tarija (COSAALT R.L.), 2020).

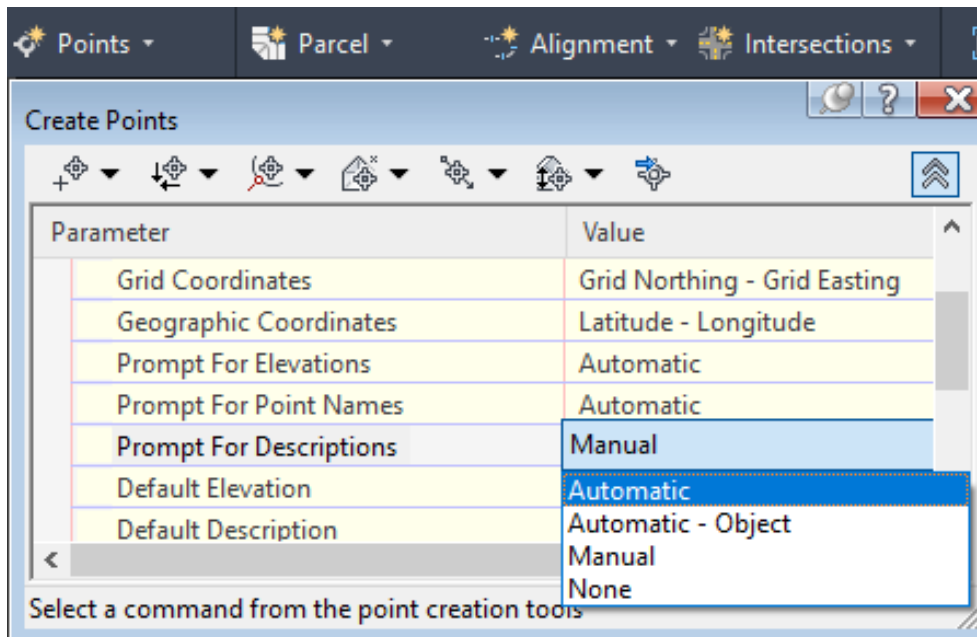
C.1.1. Importación de coordenadas del levantamiento topográfico al software AutoCAD civil 3d.

Para crear una superficie de Civil 3D a partir de puntos de AutoCAD, primero debe convertirlos en puntos:

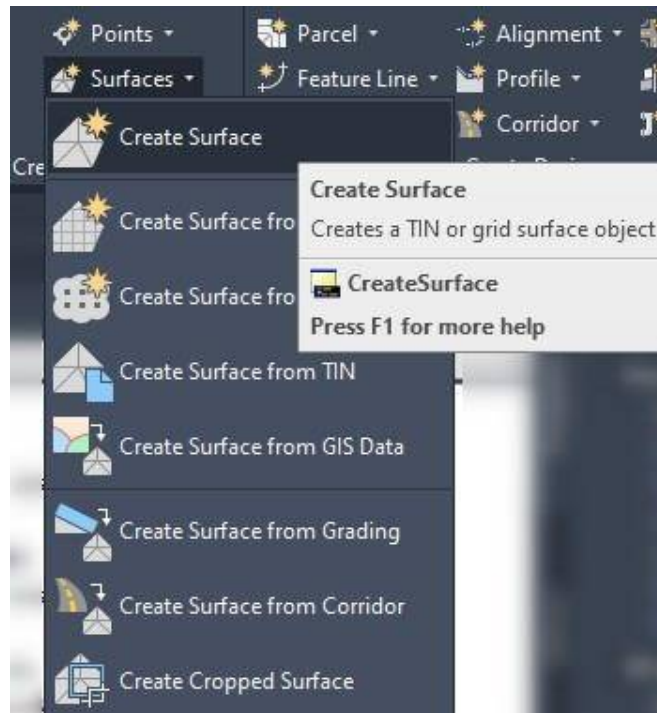
En la cinta de opciones, vaya a Inicio > menú Crear datos de terreno, expanda el menú desplegable Puntos y seleccione Convertir puntos de AutoCAD.



Seleccione los puntos en la pantalla para crear puntos COGO. Defina la opción Solicitar descripciones en Automático.



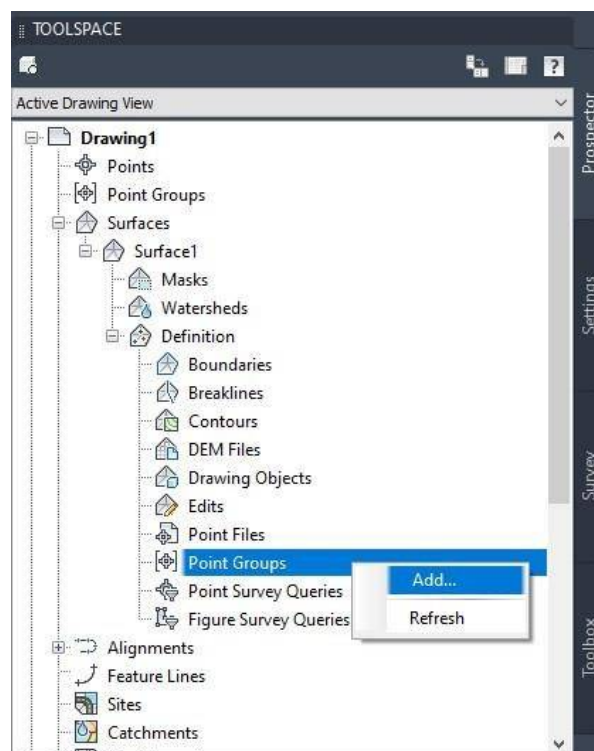
Inicio > menú Crear datos de terreno, seleccione Crear superficie.



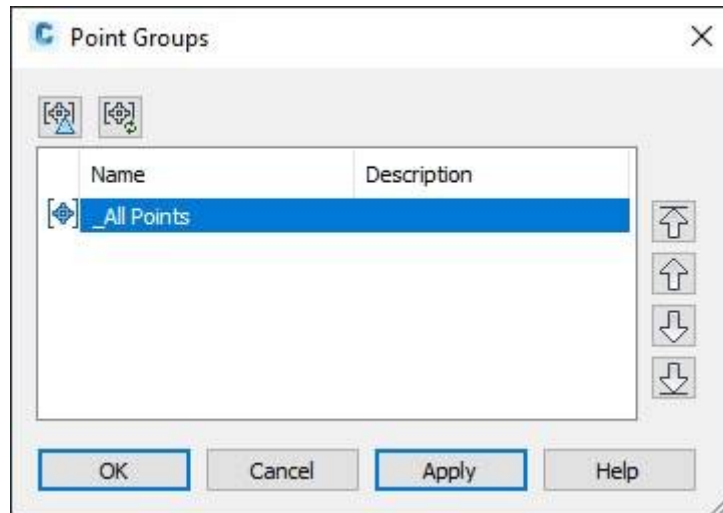
Defina los parámetros deseados y haga clic en Aceptar para crear una superficie vacía.

Expanda el nodo Superficie en Prospector.

Haga clic con el botón derecho en Grupos de puntos y seleccione Añadir.



En el cuadro de diálogo Grupos de puntos, seleccione el grupo que contiene los puntos creados en el paso 2. Si no se define de otro modo, se incluyen en el grupo _Todos los puntos.



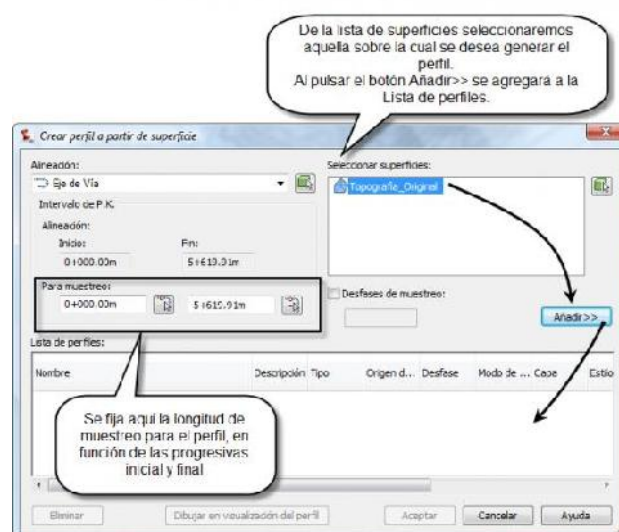
Haga clic en Aplicar y Aceptar.

C.1.2. Alineamiento y creación del perfil del terreno.

Desde la Cinta de opciones → Ficha Inicio → Panel Crear diseño → Botón Perfil, seleccionaremos, desde la lista de opciones, «Crear perfil de superficie».



se presentará en pantalla el diálogo Crear perfil a partir de superficie:



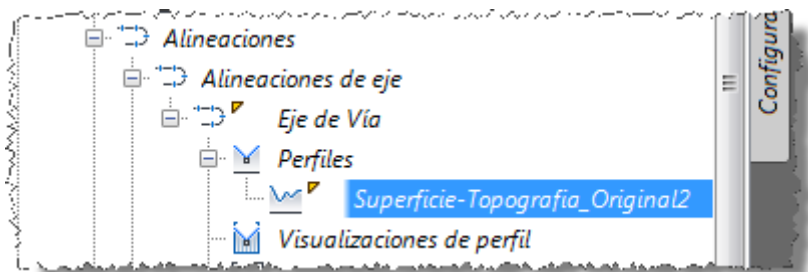
Nos aseguraremos de tener seleccionada la alineación «Eje de Vía» y la Superficie «Topografía Original» en los campos respectivos del diálogo. (Es sólo una verificación, pues sólo se dispone de una alineación y una superficie en este dibujo). Mantendremos los valores 0+000.00m y 5+619.91m en los campos «Para muestreo». Pulsaremos el botón Añadir>> para generar el perfil. Aparecerá un nuevo registro en el cuadro «Lista de perfiles»:



Nombre	Descripción	Tipo	Origen d...	Desfase	Modo de ...	Capa	Estilo
Superficie-Topografia_Original2			Topografi... 0.000m		Dinámico	C-PERF	Estilo

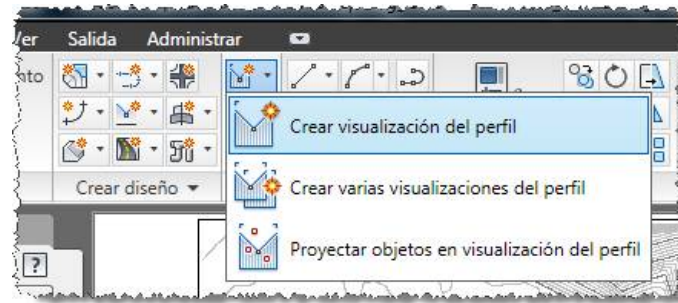
Pulsaremos Aceptar para cerrar el diálogo.

La ventana Panorama se presentará indicándonos el estado o registro de la operación. Cerraremos esta ventana y observaremos que, en el espacio de Herramientas, Ficha Prospector, se ha generado una entrada en la Rama Perfiles de nuestra alineación (se mantuvo el nombre por defecto asignado por el programa):

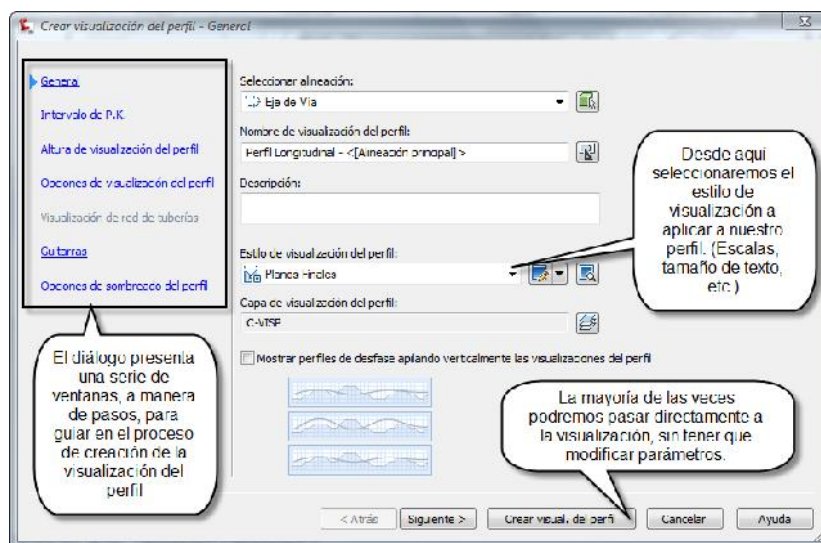


De esta forma ya tenemos un Perfil de superficie creado en nuestro dibujo; para poder visualizarlo tendremos que asociarlo a una Visualización de Perfil, según veremos a continuación.

La visualización de Perfil se puede generar desde el mismo diálogo Crear perfil a partir de superficie visto anteriormente. También podremos crear una visualización desde la Ficha Inicio→ Panel Visualizaciones de perfil y vistas en sección→ Botón Visualización del perfil→ Opción crear visualización del perfil:



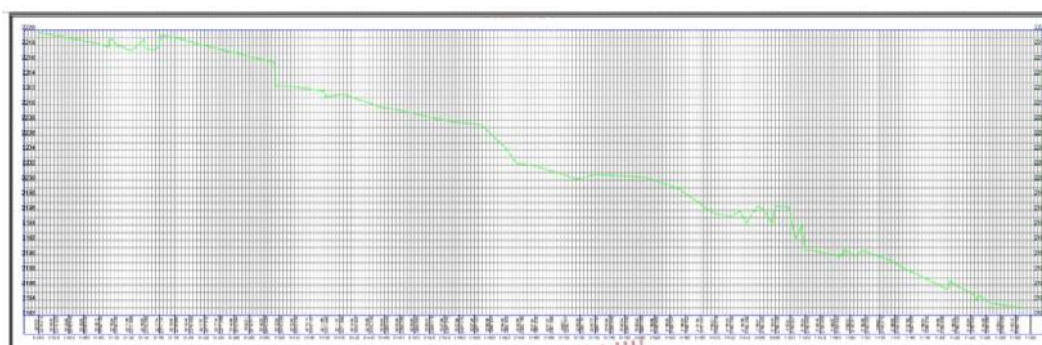
Se presentará el diálogo del ayudante de creación de visualización del perfil, el cual nos guiará, paso a paso, en lo que respecta a la configuración de la visualización (clic en la imagen para agrandar):



Mantendremos los parámetros por defecto en el ayudante de creación de visualización del perfil, modificando sólo el Estilo de visualización al Básico. Pulsaremos el botón Crear visual. del perfil.

La línea de comandos solicitará la selección de un punto en el área de dibujo para lo que será la esquina inferior izquierda de la visualización del perfil.

Al seleccionar el punto, haciendo clic en el área de dibujo, veremos que se genera el perfil similar a éste:



C.1.3. Creación de secciones transversales.

Veamos la secuencia de pasos para obtener una serie de secciones transversales en nuestra alineación:

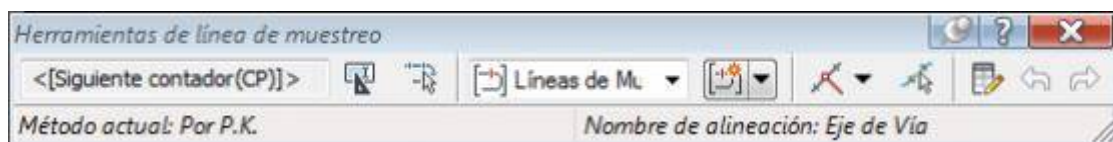
Desde la Ficha Inicio → panel Visualizaciones del perfil y vistas en sección → Líneas de muestreo, se ejecuta el comando que permitirá, previa selección de una Alineación, generar las líneas de muestreo que definirán las secciones transversales.



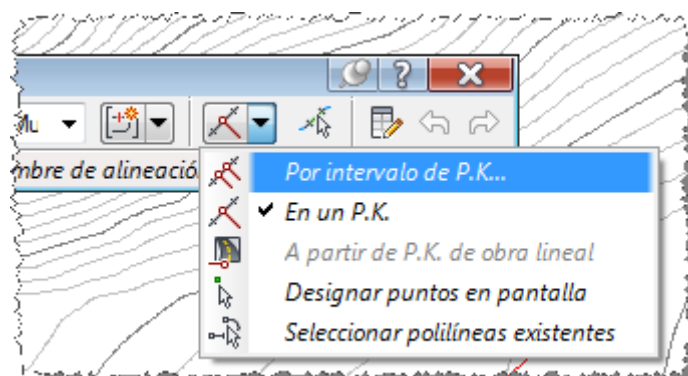
La línea de comandos solicitará la selección de una alineación: seleccionemos la alineación Eje de Vía desde el área de dibujo.

Se presentará el diálogo Crear grupo de líneas de muestreo, en el cual modificaremos el nombre a Líneas de Muestreo, manteniendo el resto de los parámetros suministrados por defecto. Pulsaremos Aceptar, para cerrar el diálogo.

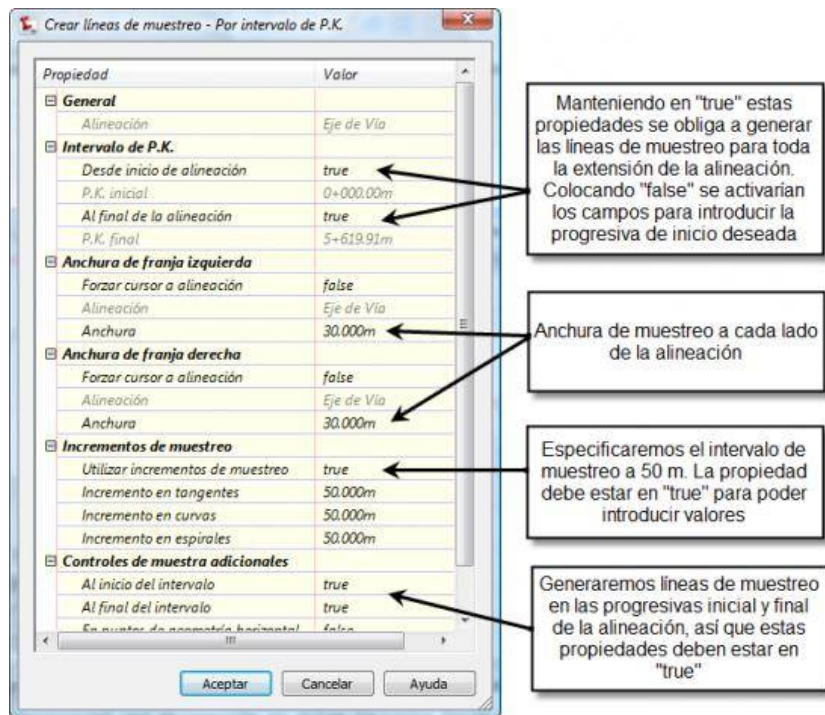
Al volver al área de dibujo veremos la barra de Herramientas de línea de muestreo:



Optaremos por generar las líneas a intervalos regulares y a lo largo de toda la alineación, así que, de la lista desplegable en la barra de Herramientas, seleccionaremos la opción Por intervalo de P.K.:

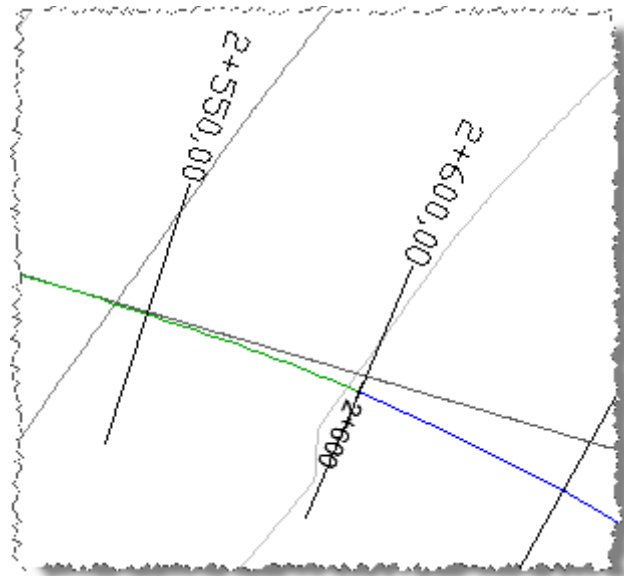


Se presenta el diálogo Crear líneas de muestreo – por intervalo de P.K., el cual configuraremos según se detalla en la figura siguiente (clic para agrandar):



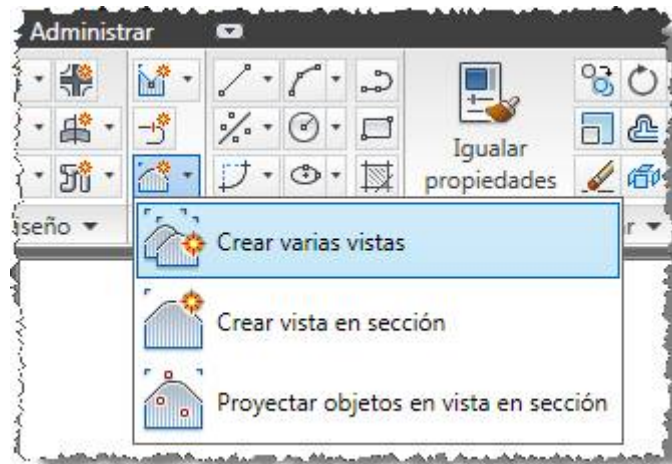
Al pulsar Aceptar y cerrar el diálogo Crear líneas de muestreo – por intervalo de P.K., pulsaremos Intro para terminar con el comando de creación de líneas de muestreo.

Veremos que se crean las líneas de muestreo a lo largo de la alineación:



CIVIL 3D suministra opciones para crear Vistas en sección para una línea de muestreo específica, así como para crear un grupo de vistas para varias líneas de muestreo. Veamos cómo se realiza en el segundo caso:

En la ficha Inicio → panel Visualizaciones del perfil y vistas en sección → Vistas en sección, seleccionemos la opción Crear varias vistas:

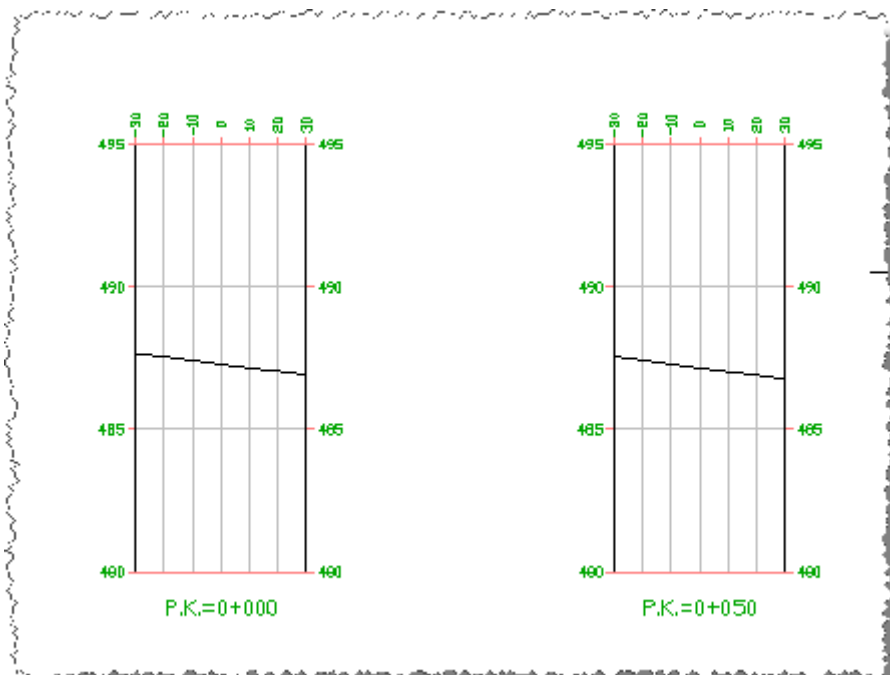


Se presentará el diálogo del ayudante Crear varias vistas en sección, el cual nos guiará por una serie de ventanas que permitirán configurar la visualización y rango para la presentación de las secciones.

Mantendremos las opciones por defecto, y pulsaremos directamente el botón Crear vistas en sección en la parte inferior del diálogo.

La ventana de comandos presentará el mensaje: Identificar origen de vista en sección, a lo cual seleccionaremos un punto en el área de dibujo para generar la creación de las vistas de secciones.

Veremos cómo de manera automática se generan las secciones transversales, similares a éstas:



C.2. Generación de planos topográficos con el levantamiento topográfico con drone.

Una vez generado el modelo digital de elevación a través de las fotografías tomadas con el drone se procede a importar este al software civil 3d y se siguen los mismos pasos indicados anteriormente.

ANEXO D

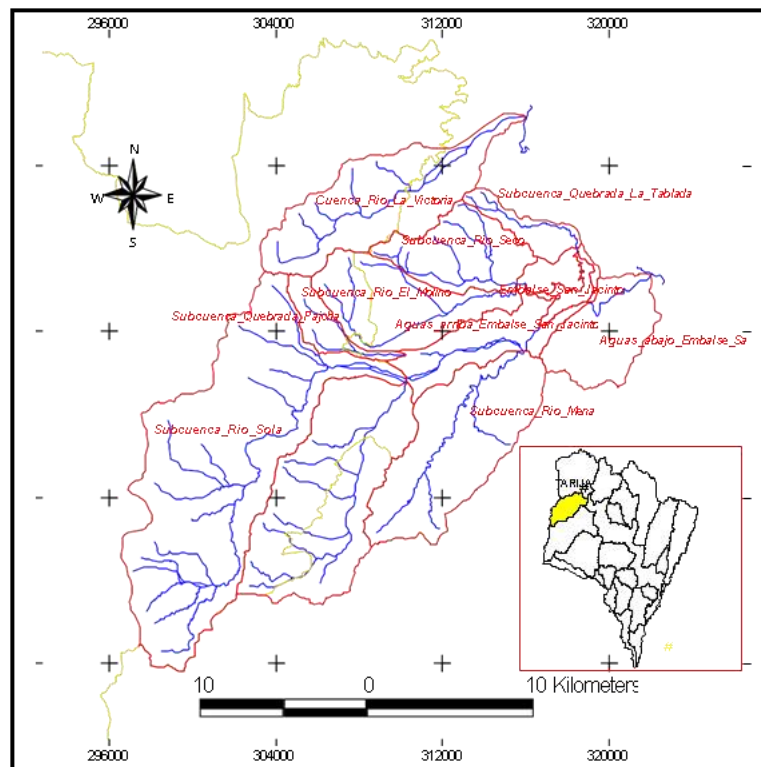
D. Estudio hidrológico de la cuenca de la Victoria.

D.1. Ubicación del área de estudio.

La cuenca de La Victoria ocupa una superficie de 60.7 km². Tanto el río de La Victoria como el Tolomosa son afluentes del Guadalquivir, que es el nombre que recibe el río Grande de Tarija en su tramo superior. La figura 2.1 muestra la ubicación geográfica de las dos cuencas y de las subcuencas que componen la cuenca de Tolomosa, así como el límite de la Reserva de Sama (en amarillo). En el recuadro pequeño se muestra en color amarillo la cuenca de Tolomosa en relación a la cuenca de los ríos Bermejo y Grande de Tarija.

La cuenca de La Victoria es actualmente una fuente importante de agua para Tarija. Según los datos de COSAALT, que es la cooperativa que provee de agua potable a esa ciudad, se extrae un promedio de 100 litros/segundo mediante dos tomas de derivación directa, que corresponde a un 27% del consumo medio de Tarija para el año 1999.

Mapa de ubicación de las cuencas de Tolomosa y La Victoria.



Fuente: Valoración hidrológica de las cuencas de los ríos Tolomosa y la Victoria (Molina, Camacho, & Rodríguez, 2002).

D.2. Validación de cobertura vegetal.

La situación actual fue definida en base a los mapas temáticos de vegetación, fisiografía/suelos, erosión actual, pendientes, capacidad de uso, uso actual, densidad y tasa de crecimiento poblacional, elaborados por Agrosig en escala 1:50000 para las subcuencas de los ríos Tolomosa y La Victoria. Si bien todos esos mapas fueron utilizados para obtener los parámetros que requerían los modelos hidrológicos, se considera que durante el periodo de tiempo usado en el análisis la topografía, suelos y pendientes no cambian, por lo que tanto la situación actual como la de no protección se caracterizaron solamente a través de la cobertura vegetal. En el caso específico de suelos, es posible imaginar (por ejemplo) que la conversión de un pastizal convertido a área antrópica sobre pastoreada también significará que el suelo se compacte y sea más impermeable, lo que en teoría podría cambiar algunos parámetros de los modelos, referidos a suelos. El problema es que no existen referencias bibliográficas sobre cómo se modificarían las propiedades del suelo y a que valores cambiarían esos parámetros. Además, no es probable que cambie la clasificación de un suelo determinado.

La tabla siguiente se muestra las unidades de vegetación presentes en ambas cuencas. La primera columna muestra el ID unificado y las dos siguientes su equivalencia en los ID de los mapas presentados originalmente por ArcGIS. Las dos últimas columnas muestran, respectivamente, la simbología correspondiente según la clasificación FAO y una descripción de la unidad. En lo que resta del presente proyecto se usará solamente el ID unificado.

Leyenda única de vegetación cuencas Tolomosa y La Victoria.

ID UNICO	ID ZONA 1	ID ZONA 2	SIMB.	DESCRIPCIÓN
1	1	1	1 ^a 3c	Bosque denso a ralo mayormente siempre verde, transicional, montano
2	2		2 ^a 3c	Bosque ralo mayormente siempre verde, transicional, montano
3	3		2 ^a 3c	Bosque denso a ralo mayormente caducifolio, transicional, montano
4	4	2	3 ^a 3c	Matorral semidenso, medio a alto mayormente siempre verde, transicional, montano
5		3	3 ^a 4c	Matorral denso, medio a alto mayormente caducifolio, semideciduo, montano

6	5	6	3B3c	Matorral denso a ralo, medio a alto mayormente caducifolio semideciduo, montano
7	6,7	4,5	3B4c	Matorral ralo a denso, alto, xeromórfico, deciduo por sequía, montano
8		8,9	3C4c	Matorral ralo a semidenso, alto, xeromórfico, deciduo por sequía, montano
9		11	3C5c	Matorral ralo, alto, xeromórfico, deciduo por sequía, montano, muy degradado con tierras eriales (erosión muy severa)
10	8,9	12,13	5F9c	Vegetación herbácea, graminoide baja, con sinusia arbustiva, montano
11	11		5E12c	Vegetación herbácea, graminoide intermedia, sin sinusia, montano
12		15	5E12c	Vegetación herbácea, graminoide baja, sin sinusia arbustiva, montano
13	13	16	5E15c	Vegetación herbácea, graminoide baja, mixto, montano
14		17	5H12c	Vegetación herbácea, graminoide baja, mixto, montano
15	15		6/3C4c	Áreas antrópicas y matorral xeromórfico, deciduo por sequía, montano
16	16	18	6c	Áreas antrópicas (cultivos agrícolas), matorrales

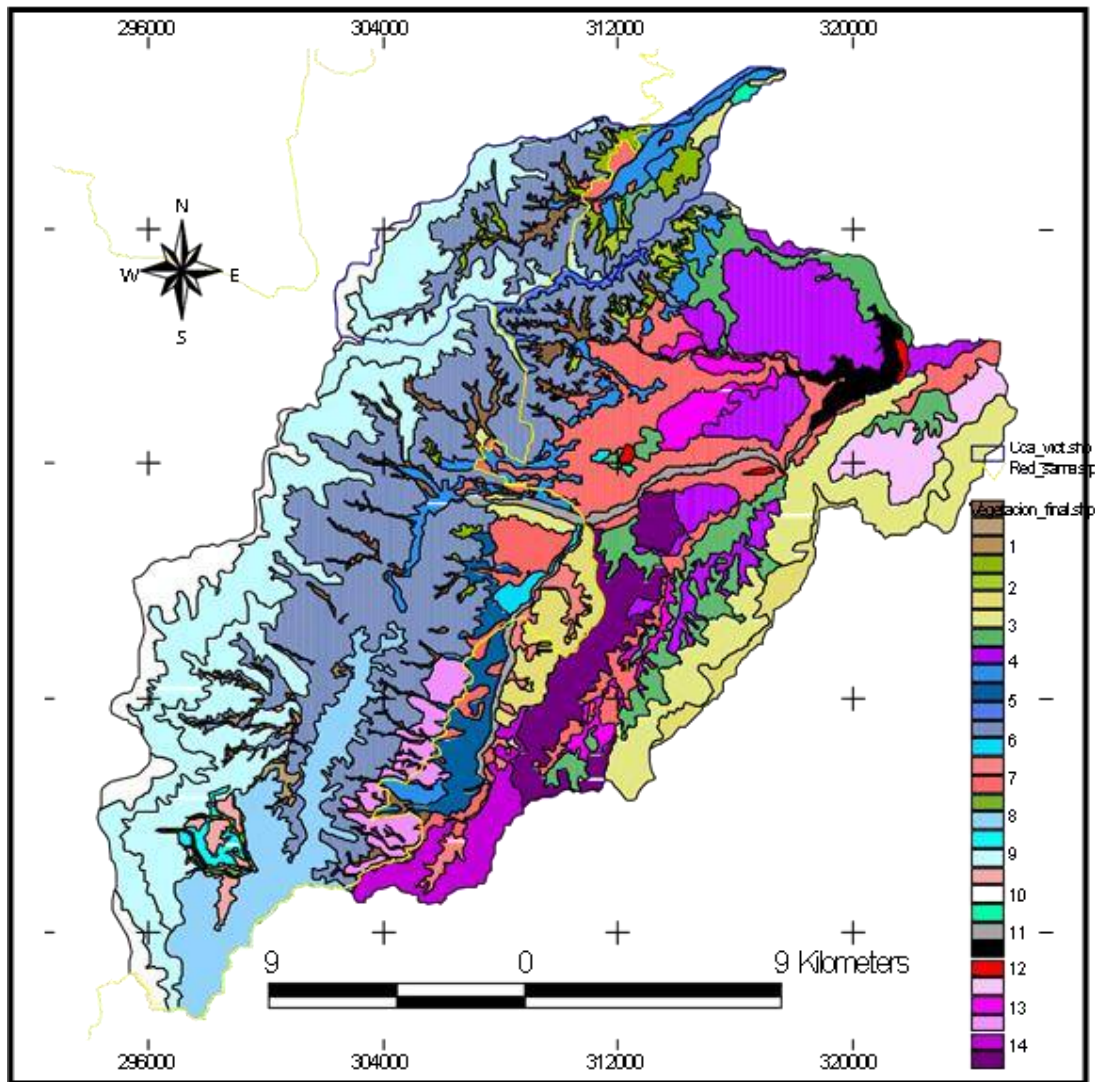
Fuente: Valoración hidrológica de las cuencas de los ríos Tolomosa y la Victoria (Molina, Camacho, & Rodríguez, 2002).

ID único	SIMB.	Reserva de Sama km2	Fuera de Sama km2	Cuenca km2	% respecto a superf. cuenca
1	1A3c	1.98		1.98	3.3
2	2A3c				
3	2A3c				
4	3A3c	2.31	2.42	4.73	7.8
5	3A4c		0.71	0.71	1.2
6	3B3c				
7	3B4c		1.22	1.22	2.0
8	3C4c		0.62	0.62	1.0
9	3C5c				

10	5F9c	0.25	6.19	6.44	10.6
11	5E12c				
12	5E12c		0.31	0.31	0.5
13	5E15c	15.96	5.67	21.63	35.6
14	5H12c				
15	6/3C4c				
16	6c	0.20	1.56	1.76	2.9
17	3B4d				
18	5E9d				
19	5F12d(8)				
20	5F12d	17.62	0.61	18.24	30.0
21	6d				
22	5F12h	2.63		2.63	4.3
23	Pf		0.44	0.44	0.7
	TOTAL	40.96	19.75	60.71	100.0

La vegetación actual de ambas cuencas se representa gráficamente en la siguiente figura. Una línea azul marca los límites de la subcuenca del río La Victoria, al norte, y la separa de la subcuenca del Tolomosa. Una línea de color amarillo indica el límite más reciente de la Reserva de Sama. Se han usado tonos cafés para representar las unidades de bosque, tonos verdes para los matorrales, tonos de azul y celeste para la vegetación herbácea (pastizales), tonos rojos y rosados para las áreas antrópicas/cultivos y poblados, tonos violetas y morados para las unidades degradadas por la erosión (sean matorrales o pastizales), plomos para lechos de río y caseríos y un color negro para el embalse San Jacinto. Se usaron tonos verdes fosforescentes para la plantación forestal y el bosque intervenido.

Vegetación actual de las cuencas Tolomosa y La Victoria



Fuente: Valoración hidrológica de las cuencas de los ríos Tolomosa y la Victoria
(Molina, Camacho, & Rodríguez, 2002).

Es importante indicar que el mapa de vegetación de la figura anterior es en realidad un mapa resultado de combinar los mapas de vegetación y de erosión actual de ArcGIS. Mediante el mapa de erosión actual se identificaron las unidades de vegetación degradadas por la erosión. El grado de erosión varía de ligero a muy severo según la unidad, tal como se muestra en la siguiente tabla, que además indica la unidad de vegetación en que se presenta. De hecho, estas unidades se han individualizado y diferenciado del resto por ese grado de erosión. Uno de los aspectos más útiles de este mapa son los usos 1 a 3, que permiten diferenciar entre las zonas antrópicas: por ejemplo, si el uso es agrícola intensivo, agropecuario extensivo, etc.

Nivel de degradación	Unidad en que se presenta (ID único)
Erosión muy severa, tierras eriales	9
Erosión severa	28,31
Erosión moderada	27,30
Erosión ligera a moderada	29

El caso más dramático es la unidad 9: el 96.6% de la superficie ocupada por este tipo de matorral montano está sujeto a erosión muy severa, por lo que a su descripción se le añadió el término “muy degradado con tierras eriales” (tabla 2.1). Otras unidades fuertemente afectadas por la erosión son la 28 (55.5% de la superficie ocupada por este matorral está sometida a erosión muy severa y 25.08% a erosión severa) y la 31, que es el pastizal o vegetación herbácea más erosionado: un 80.25% está sometido a erosión severa. La unidad 30 tiene un 45.18% sujeto a erosión severa y un 48.15% a erosión moderada. La unidad 29 es afectada en menor grado: un 72.17% de su superficie está sujeta a erosión moderada. Obsérvese que no se presenta en grado apreciable erosión muy severa en las unidades existentes de vegetación herbácea.

D.3. Estudio de crecidas.

La modelación de la cuenca empleando el modelo hidrológico HEC–HMS, ha permitido obtener caudales pico para diferentes periodos de retorno y diferentes condiciones de las cuencas, a partir de la calibración de los parámetros que representan a la fisiografía y cobertura vegetal de la cuenca resumidos en el número de curva CN. Los resultados obtenidos se pueden resumir de la siguiente forma:

En una zona con deficiente información hidrométrica, se pudo calibrar el modelo y obtener caudales de crecida para diferentes periodos de retorno, para condiciones actuales de las cuencas.

Para el escenario A, que implica una condición extrema de no protección de las cuencas, los caudales de crecida aumentan, en promedio un 9% en la cuenca del río La Victoria, en relación a las condiciones actuales, para los diferentes periodos de retorno. Se puede ver claramente que la no protección y por consiguiente la degradación de las cuencas que se manifiestan en pérdida de cobertura vegetal y posterior pérdida de suelo por erosión; aumentan el escurrimiento superficial debido a que la cuenca va perdiendo la capacidad de retención de la lluvia y esta situación es más crítica en cuencas de montaña de pendientes pronunciadas como la cuenca del río La Victoria que tiene estas características.

Para el escenario B, que implica una degradación de las cuencas menor a la del escenario A, se presenta un aumento promedio de un 6% en La Victoria, del caudal de crecida en relación al caudal de crecida para las condiciones actuales.

Para el escenario C, que implica una protección de las cuencas y un substancial mejoramiento en sus condiciones relacionadas a suelos y cobertura vegetal, se tiene una disminución promedio, del caudal de crecida, de un 2% en La Victoria, en relación al caudal de crecida para las condiciones actuales.

D.4. Aplicación y calibración del modelo HEC-HMS.

Una vez determinados los parámetros físicos, pluviografía e hidrometría, se calibró el modelo variando ciertos parámetros como el coeficiente de rugosidad n y principalmente el número de curva CN. Así se obtuvieron valores de CN calibrados que se muestran en la tabla siguiente para cada subcuenca. La calibración del modelo se realizó en la estación hidrométrica de Tolomosa ubicada en el río del mismo nombre. El caudal empleado corresponde al 10 de marzo de 1992. la siguiente tabla muestra los resultados obtenidos de la calibración del modelo.

Fecha	Caudal medido	Caudal calculado con el HEC - HMS
10/03/1992	10(m ³ /s)	10.12(m ³ /s)

Fuente: Valoración hidrológica de las cuencas de los ríos Tolomosa y la Victoria

(Molina, Camacho, & Rodríguez, 2002).

Como se puede ver se calibró el modelo acercándose al valor del caudal medido, modificando principalmente los valores del número de curva “CN”. Se vuelve a reiterar que la ausencia de información que permita obtener hidrogramas en alguna de las estaciones, ha hecho que solo se calibre el modelo teniendo como referencia un valor puntual de caudal, tomando en cuenta esta deficiencia se puede decir que la calibración del modelo es válida.

E.5. Resultados de la modelación con el HEC – HMS.

Las tablas siguiente muestra un resumen de los caudales pico obtenidos a la salida de las cuencas del río La Victoria, para las condiciones actuales y para los diferentes escenarios, para periodos de retorno de 25, 50 y 100 años.

Tabla de caudales máximos para la cuenca del río de la Victoria.

Punto de control	Condiciones actuales	Escenario A	Escenario B	Escenario C			
Salida de la cuenca del río La Victoria	Caudal pico en (m ³ /s) para T = 25 años						
	187.4	204.5	+9%	196.1	+5%	181.8	-3%
	Caudal pico en (m ³ /s) para T = 50 años						
	217.7	239.0	+10%	230.5	+6%	213.7	-2%
	Caudal pico en (m ³ /s) para T = 100 años						
	253.8	276.5	+9%	267.8	+6%	248.7	-2%

Fuente: Valoración hidrológica de las cuencas de los ríos Tolomosa y la Victoria

(Molina, Camacho, & Rodríguez, 2002).

Los resultados que muestra la tabla anterior, producto de la modelación de la cuenca con el HEC – HMS, permite observar la influencia de la modificación de las características del suelo y de la cobertura vegetal en el valor del caudal a la salida de la cuenca, en relación a las condiciones actuales que presentan las mismas. El valor porcentual muestra la variación del caudal, correspondiente a cada escenario, en relación al caudal para las condiciones actuales. Este porcentaje, como se puede apreciar, va decreciendo del escenario A al escenario B; que significa ir de unas condiciones de no protección a unas de protección y mejoramiento de las cuencas referidas principalmente a la cobertura vegetal.

Se puede apreciar que el caudal para el escenario C de protección, disminuye cerca de un 2% en la cuenca del río La Victoria para los diferentes periodos de retorno. Este hecho pone de manifiesto que las mejoras en las condiciones de la cuenca, relacionadas a su cobertura y uso del suelo tienen una directa relación con el escurrimiento.

ANEXO F

F.1. Reporte del levantamiento topográfico con drone Phantom 4 RTK usando el software Agisoft Metashape.

**AGISOFT METASHAPE
INFORME DE PROCESAMIENTO**



January 2024

Datos del levantamiento

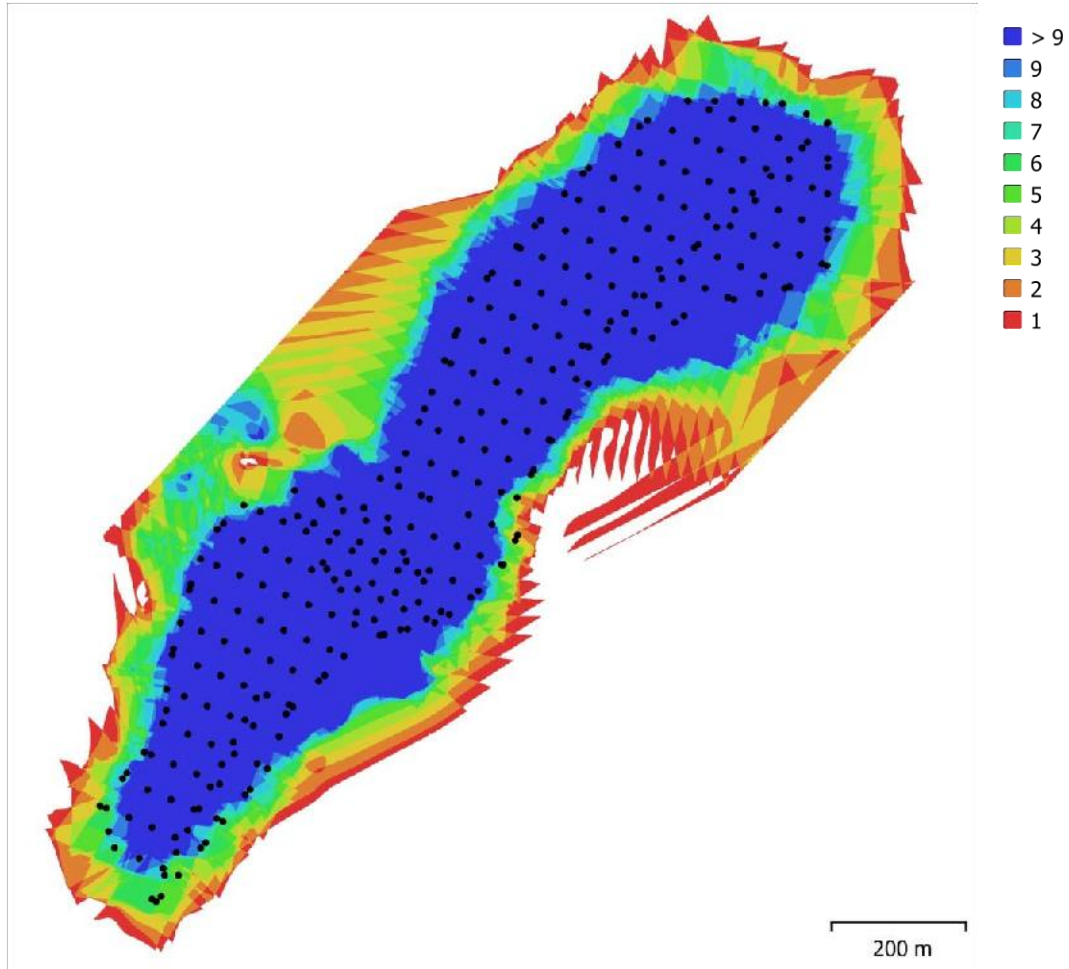


Fig. 1. Posiciones de cámaras y solapamiento de imágenes.

Número de imágenes: 311 Imágenes alineadas: 311
 Altitud media de vuelo: 168 m Puntos de paso: 302,385
 Resolución en terreno: 4.15 cm/pix Proyecciones: 911,403
 Área cubierta: 0.784 km² Error de reproyección: 0.671 pix

Modelo de cámara	Resolución	Distancia focal	Tamaño de píxel	Precalibrada
FC6310R (8.8mm)	4864 x 3648	8.8 mm	2.61 x 2.61 micras	Sí

Tabla 1. Cámaras.

Calibración de cámara

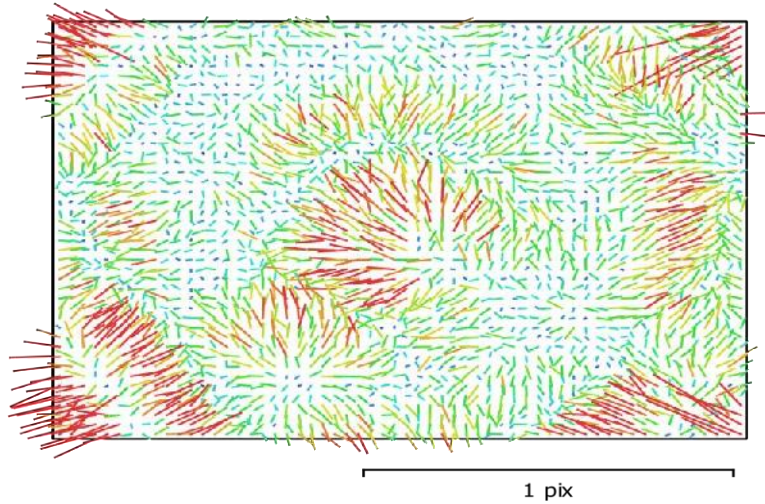


Fig. 2. Gráfico de residuales para FC6310R (8.8mm).

FC6310R (8.8mm)
311 imágenes, precalibrada

Tipo	Resolución		Distancia focal						Tamaño de píxel	
Cuadro	4864 x 3648		8.8 mm						2.61 x 2.61 micras	
	Valor	Error	F	Cx	Cy	K1	K2	K3	P1	P2
F	3672.88	0.049	1.00	0.09	- 0.17	- 0.40	0.23	- 0.19	- 0.09	0.14
Cx	-1.54029	0.02		1.00	0.12	- 0.01	0.01	- 0.00	- 0.35	- 0.06
Cy	6.52548	0.018			1.00	0.05	- 0.02	0.02	- 0.02	- 0.48
K1	-0.26493	1.5e-05				1.00	- 0.93	0.86	0.07	- 0.07
K2	0.10697	3.4e-05					1.00	- 0.98	- 0.03	0.03
K3	-0.0302744	2.3e-05						1.00	0.02	- 0.02
P1	- 0.000585955	6.9e-07							1.00	0.04
P2	7.84518e-05	6.8e-07								1.00

Tabla 2. Coeficientes de calibración y matriz de correlación.

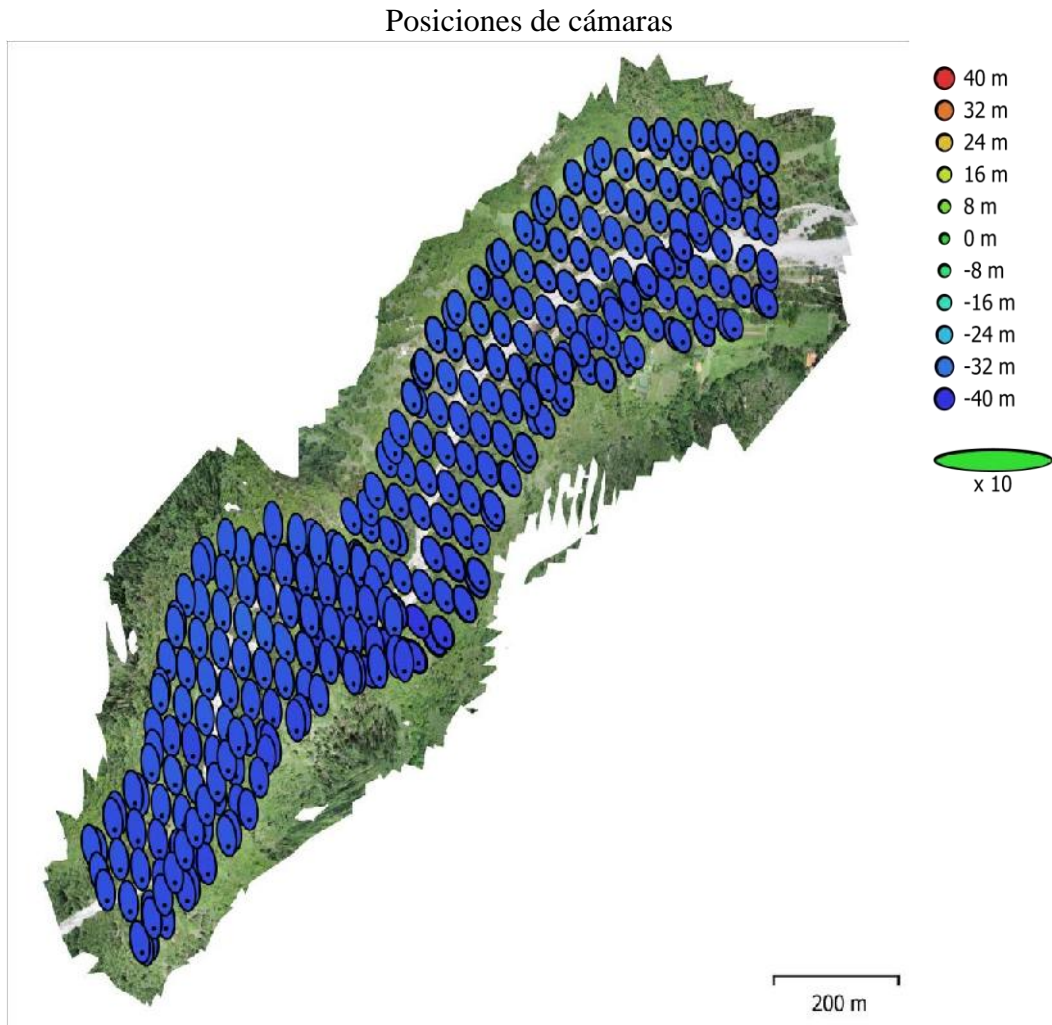


Fig. 3. Posiciones de cámaras y estimadores de error.

El color indica el error en Z mientras el tamaño y forma de la elipse representan el error en XY.

Posiciones estimadas de las cámaras se indican con los puntos negros.

Error en X (m)	Error en Y (m)	Error en Z (m)	Error en XY (m)	Error combinado (m)
0.712131	2.55281	36.2227	2.65028	36.3195

Tabla 3. Errores medios de las posiciones de cámaras.

X - Este, Y - Norte, Z - Altitud.

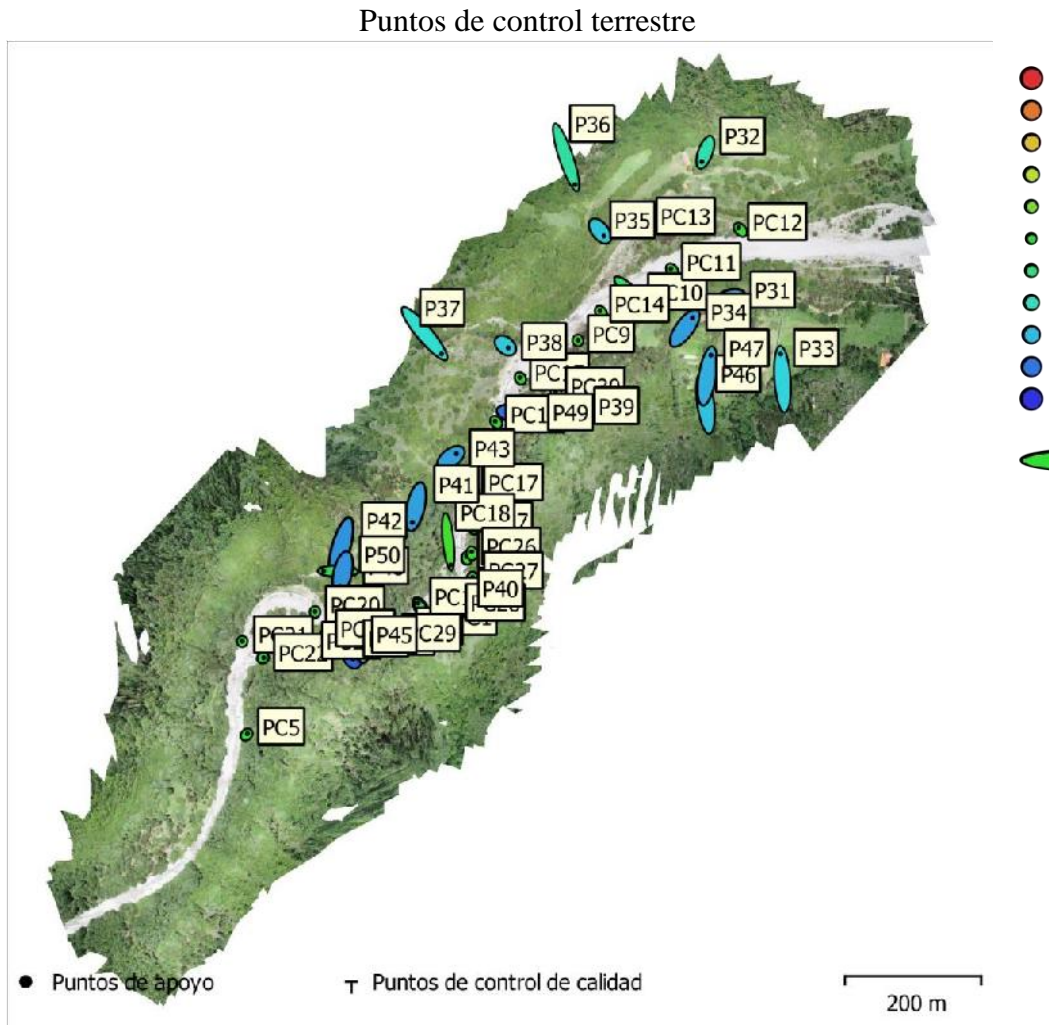


Fig. 4. Posiciones de puntos de apoyo y estimaciones de errores. El color indica el error en Z mientras el tamaño y forma de la elipse representan el error en XY.

Las posiciones estimadas de puntos de apoyo se marcan con puntos o cruces.

Número	Error en X (m)	Error en Y (m)	Error en Z (m)	Error en XY (m)	Total (m)
50	0.780526	1.45606	3.98426	1.65207	4.31319

Tabla 4. ECM de puntos de apoyo.
X - Este, Y - Norte, Z - Altitud.

Nombre	Error en X (m)	Error en Y (m)	Error en Z (m)	Total (m)	Imagen (pix)
PC1	0.0088	0.0091	-0.0163	0.127612	2.556 (37)

PC2	0.0021	0.0135	-0.0028	0.139593	2.811 (29)
PC3	0.0044	0.0144	-0.0184	0.151445	2.470 (32)
PC4	0.0032	0.0150	0.0099	0.182173	3.946 (36)
PC5	0.0132	0.0137	0.0117	0.190862	3.639 (29)
PC6	0.0058	0.0169	0.0109	0.209507	3.595 (38)
PC7	0.0035	0.0130	0.0146	0.198811	4.431 (38)
PC8	-0.0341	-0.0165	0.0029	0.379753	8.072 (29)
PC9	-0.0068	0.0056	0.0299	0.304053	12.542 (26)
PC10	0.1263	-0.1181	-0.1352	2.1953	157.799 (14)
PC11	-0.0203	0.0273	0.0114	0.358921	8.149 (27)
PC12	-0.0265	0.0282	0.0105	0.401234	7.636 (31)
PC13	-0.0215	0.0279	0.0267	0.441612	10.786 (31)
PC14	-0.0172	0.0240	0.0208	0.361365	8.141 (35)
PC15	-0.0099	0.0150	0.0121	0.217217	5.967 (27)
PC16	-0.0152	0.0163	0.0080	0.236906	4.288 (35)
PC17	-0.0078	0.0179	-0.0045	0.20007	3.012 (39)
PC18	0.0364	-0.3433	0.0452	3.48181	94.112 (18)
PC19	-0.0502	0.0851	-0.0798	1.27039	106.308 (16)

PC20	0.0131	0.0095	-0.0028	0.0957051	1.793 (36)
PC21	0.0042	0.0042	0.0034	0.0539421	1.547 (32)
PC22	0.0095	0.0039	-0.0070	0.123994	4.239 (25)
PC23	0.0032	-0.0034	-0.0145	0.152077	4.498 (36)
PC24	-0.0067	0.0131	-0.0075	0.150791	2.449 (44)
PC25	-0.0013	0.0207	0.0104	0.232036	3.808 (38)
PC26	-0.0018	0.0239	0.0125	0.269731	4.334 (47)
PC27	-0.0028	0.0139	0.0058	0.138687	2.751 (25)
PC28	0.0040	0.0172	0.0041	0.181542	2.847 (33)
PC29	-0.0068	0.0086	0.0133	0.172219	4.159 (40)
PC30	-0.0084	0.0237	0.0077	0.263139	5.700 (26)
P31	0.1004	0.0323	-0.6237	6.32593	299.836 (18)
P32	-0.0499	-0.1385	-0.3578	3.86862	258.252 (14)
P33	-0.0252	0.3691	-0.5244	6.41751	294.648 (15)
P34	0.1128	0.1551	-0.6842	7.10591	285.108 (21)
P35	0.0570	-0.0712	-0.5684	5.75669	285.162 (18)
P36	0.1329	-0.3987	-0.3162	5.25969	413.276 (4)
P37	0.2508	-0.2959	-0.4615	6.02885	331.729 (10)

P38	0.0415	-0.0334	-0.5629	5.65463	292.126 (17)
P39	0.2254	0.0892	-0.8264	8.61203	341.555 (17)
P40	-0.1105	-0.2226	-0.8421	8.77992	276.945 (27)
P41	-0.0504	-0.2299	-0.6760	7.1583	285.633 (21)
P42	-0.0875	-0.3156	-0.7191	7.90206	269.662 (24)
P43	0.0803	0.0578	-0.6769	6.84084	298.069 (19)
P44	0.0385	-0.1096	-0.8675	8.7528	313.808 (21)
P45	0.0300	-0.1038	-0.4232	4.36767	135.112 (24)
P46	-0.0428	0.3356	-0.5799	6.7134	301.269 (16)
P47	0.0499	0.3060	-0.6374	7.08778	290.443 (19)
P48	-0.2097	0.0045	-0.0908	2.28559	61.915 (18)
P49	0.1931	-0.0413	-0.8213	8.44701	258.226 (28)
P50	-0.0417	-0.1895	-0.7156	7.41452	254.535 (25)
Total	0.780526	1.45606	3.98426	4.31319	148.682

Modelo digital de elevaciones

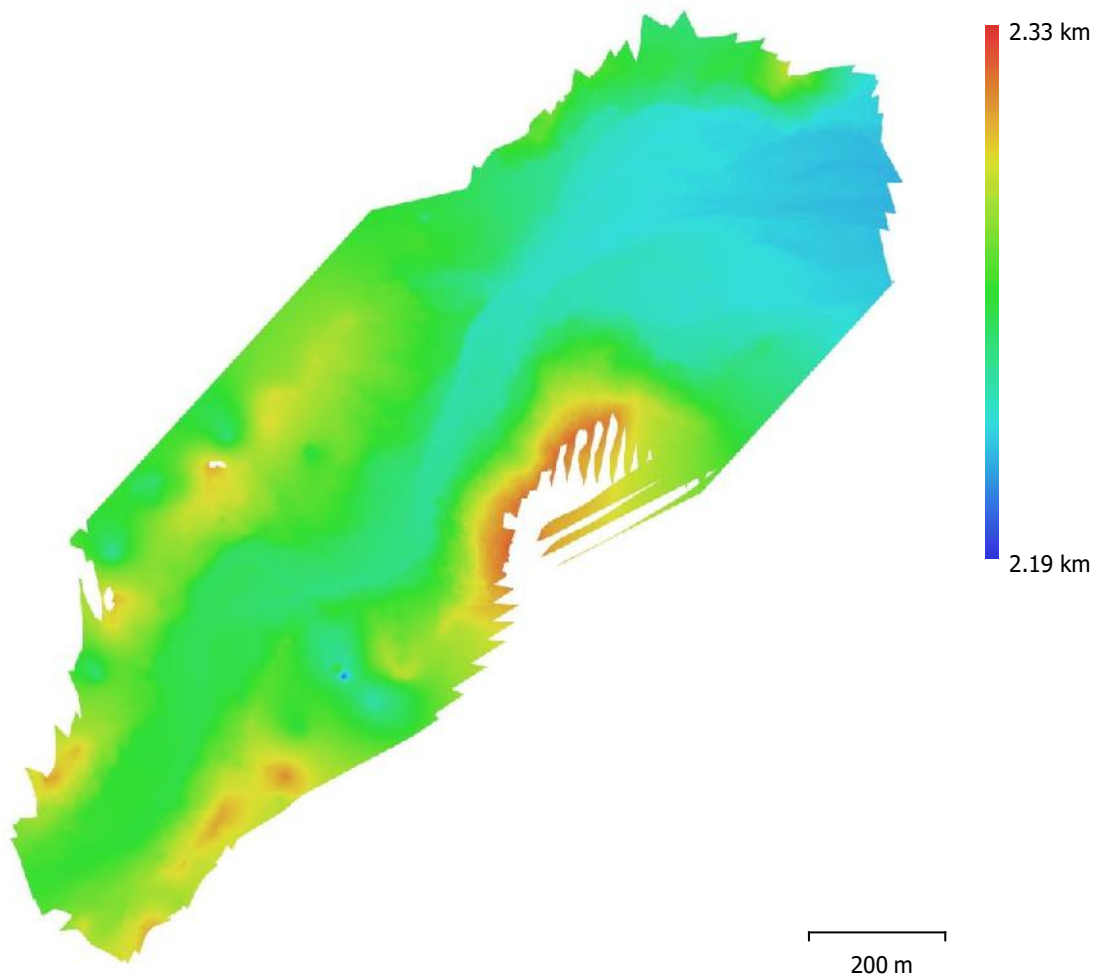


Fig. 5. Modelo digital de elevaciones.

Resolución: 8.3 cm/pix
 Densidad de puntos: 145 puntos/m²

Parámetros de procesamiento

Generales	
Cámaras	311
Cámaras orientadas	311
Marcadores	50
Sistema de coordenadas	WGS 84 / UTM zone 20S (EPSG::32720)
Ángulo de rotación Nube de puntos	Guiñada, cabeceo, alabeo
Puntos	302,385 de 325,614
RMS error de reproyección	0.123981 (0.671212 pix)
Error de reproyección máximo	0.375155 (27.6886 pix)

Tamaño promedio de puntos característicos	3.44416 pix
Colores de puntos	3 bandas, uint8
Puntos clave	No
Multiplicidad media de puntos de paso	3.30241
Parámetros de orientación	
Precisión	Alta
Pre-selección genérica	Sí
Pre-selección de referencia	Origen
Puntos clave por foto	40,000
Puntos de paso por foto	4,000
Excluir puntos de paso inmóviles	Sí
Emparejamiento guiado	No
Ajuste adaptativo del modelo de cámara	No
Tiempo búsqueda de emparejamientos	3 minutos 54 segundos
Uso de memoria durante el emparejamiento	1.16 GB
Tiempo de orientación	1 minuto 8 segundos
Uso de memoria durante el alineamiento	176.37 MB
Versión del programa	1.7.3.12115
Tamaño de archivo	24.30 MB
Mapas de profundidad	
Número	311

Parámetros de obtención de mapas de profundidad

Calidad	Alta
Nivel de filtrado	Leve
Tiempo de procesamiento	26 minutos 17 segundos
Uso de memoria	3.18 GB
Versión del programa	1.7.3.12115
Tamaño de archivo	1.83 GB
Nube de puntos densa	
Puntos	185,641,010
Colores de puntos	3 bandas, uint8

Parámetros de obtención de mapas de profundidad

Calidad	Alta
Nivel de filtrado	Leve
Tiempo de procesamiento	26 minutos 17 segundos
Uso de memoria	3.18 GB
Parámetros de generación de la nube densa	
Tiempo de procesamiento	26 minutos 55 segundos
Uso de memoria	8.23 GB
Parámetros de clasificación de puntos de terreno	
Ángulo máximo (deg)	15
Distancia máxima (m)	1

Tamaño de célula (m)	50
Tiempo de clasificación	9 minutos 30 segundos
Uso de memoria durante la clasificación	7.23 GB
Versión del programa	1.7.3.12115
Tamaño de archivo	2.37 GB
Modelo	
Caras	35,077,983
Vértices	17,540,615
Colores de vértices	3 bandas, uint8

Parámetros de obtención de mapas de profundidad

Calidad	Alta
Nivel de filtrado	Leve
Tiempo de procesamiento	26 minutos 17 segundos
Uso de memoria	3.18 GB
Parámetros de reconstrucción	
Tipo de superficie	Arbitrario
Origen de datos	Mapas de profundidad
Interpolación	Habilitada
Máscaras volumétricas estrictas	No
Tiempo de procesamiento	40 minutos 48 segundos
Uso de memoria	8.74 GB
Versión del programa	1.7.3.12115
Tamaño de archivo	802.90 MB
MDE	
Tamaño	22,527 x 23,591
Sistema de coordenadas	WGS 84 / UTM zone 20S
Parámetros de reconstrucción	(EPSG::32720)
Origen de datos	Nube de puntos densa
Interpolación	Habilitada
Tiempo de procesamiento	2 minutos 4 segundos
Uso de memoria	308.57 MB
Versión del programa	1.7.3.12115
Tamaño de archivo	444.40 MB
Ortomosaico	
Tamaño	33,307 x 34,901
Sistema de coordenadas	WGS 84 / UTM zone 20S
Colores	3 bandas, uint8
Parámetros de reconstrucción	
Modo de mezcla	Mosaico
Superficie	MDE
Permitir el cierre de agujeros	Sí
Habilitar el filtro de efecto fantasma	No
Tiempo de procesamiento	8 minutos 41 segundos

Uso de memoria	5.79 GB
Versión del programa	1.7.3.12115
Tamaño de archivo	10.40 GB
Sistema	
Nombre del programa	Agisoft Metashape Professional
Versión del programa	1.7.3 build 12115
OS	Windows 64 bit
RAM	15.95 GB
CPU	AMD Ryzen 5 3600 6-Core Processor
GPU(s)	NVIDIA GeForce GTX 1650 SUPER

F.2 Reporte del levantamiento topográfico con drone Phantom 4 RTK usando el software Pix4D.

Quality Report



- ! Important: Click on the different icons for:
 - ? Help to analyze the results in the Quality Report
 - i Additional information about the sections
- 💡 Click [here](#) for additional tips to analyze the Quality Report

Summary i

Project	phantom4rtkpix4dsegundo procesamiento
Processed	2024-01-13 16:32:01
Camera Model Name(s)	FC6310R_8.8_4864x3648 (RGB)
Average Ground Sampling Distance (GSD)	4.72 cm / 1.86 in
Area Covered	undefined

Quality Check i

? Images	median of 65837 keypoints per image	✔
? Dataset	307 out of 311 images calibrated (98%), all images enabled	✔
? Camera Optimization	0.16% relative difference between initial and optimized internal camera parameters	✔
? Matching	median of 10778 matches per calibrated image	✔
? Georeferencing	no, no 3D GCP	⚠

? Preview i

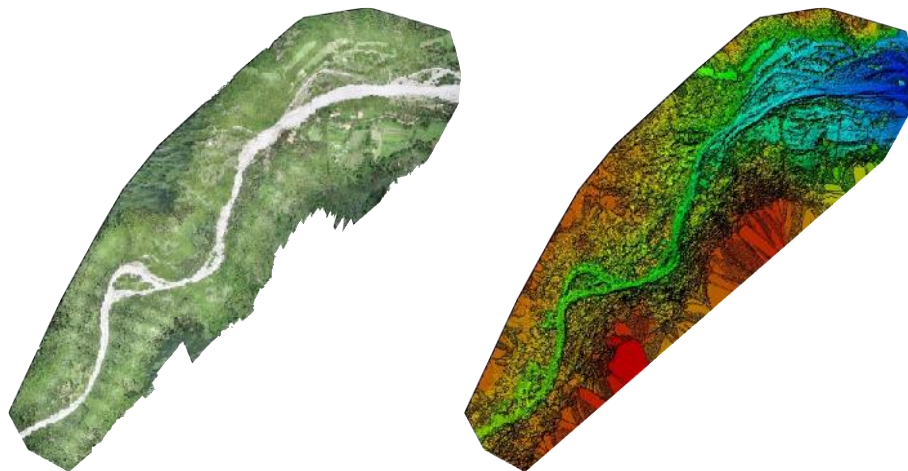


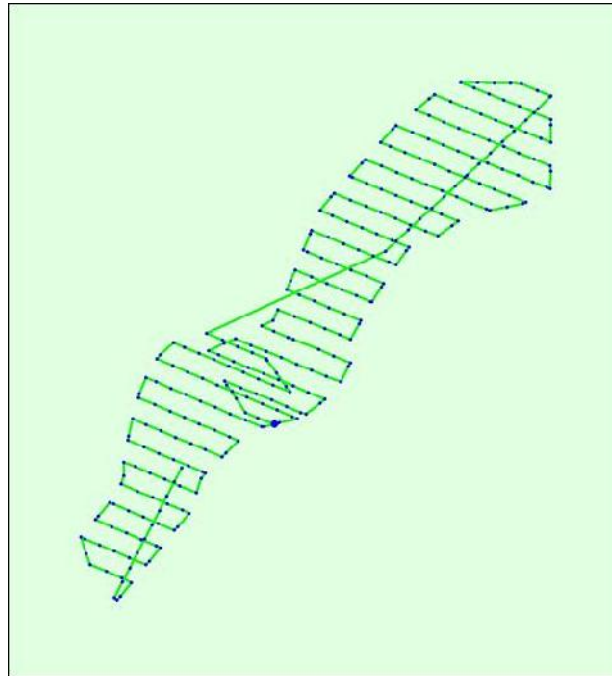
Figure 1: Orthomosaic and the corresponding sparse Digital Surface Model (DSM) before densification.

Calibration Details

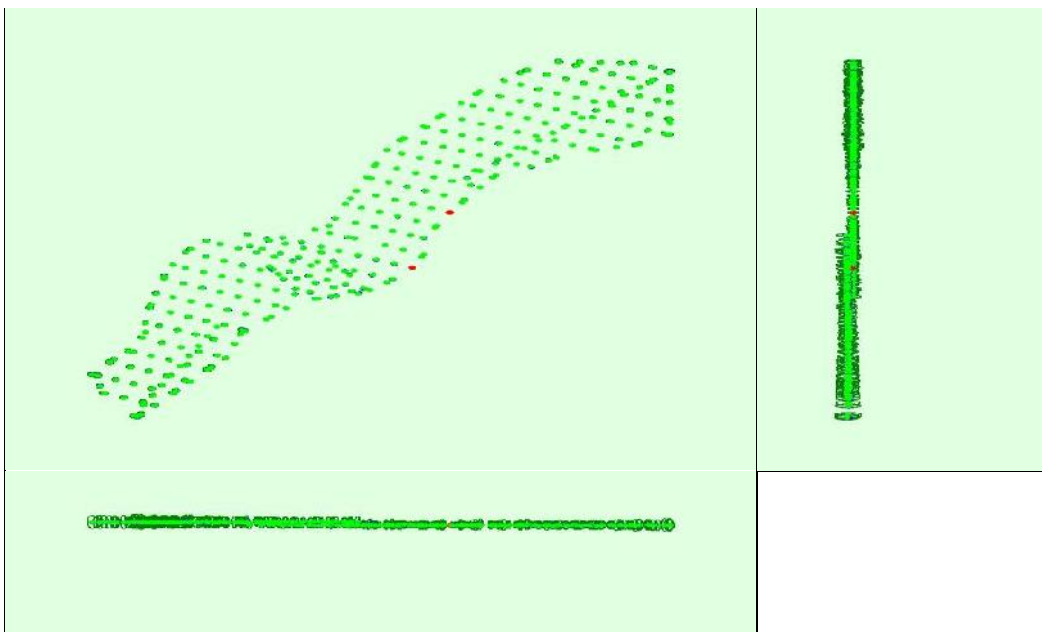


Number of Calibrated Images	307 out of 311
Number of Geolocated Images	311 out of 311

? Initial Image Positions



? Computed Image/GCPs/Manual Tie Points Positions



Uncertainty ellipses 10x

Figure 3: Offset between initial (blue dots) and computed (green dots) image positions as well as the offset between the GCPs initial positions (blue crosses) and their computed positions (green crosses) in the top-view (XY plane), front-view (XZ plane), and side-view (YZ plane). Red dots indicate disabled or uncalibrated images. Dark

green ellipses indicate the absolute position uncertainty of the bundle block adjustment result.

? Absolute camera position and orientation uncertainties i

	X [m]	Y [m]	Z [m]	Omega [degree]	Phi [degree]	Kappa [degree]
Mean	0.508	0.506	1.441	0.203	0.419	0.074
Sigma	0.099	0.104	0.346	0.098	0.080	0.065

? Overlap i

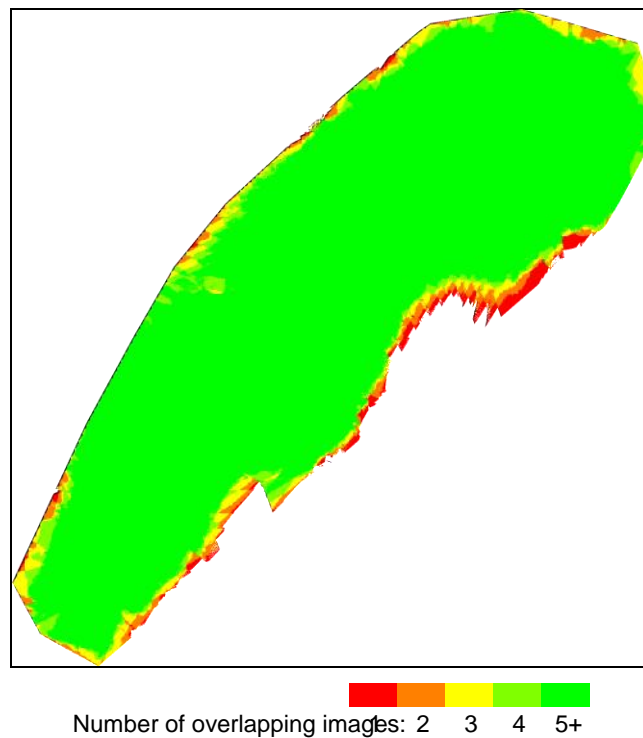


Figure 4: Number of overlapping images computed for each pixel of the orthomosaic. Red and yellow areas indicate low overlap for which poor results may be generated. Green areas indicate an overlap of over 5 images for every pixel. Good quality results will be generated as long as the number of keypoint matches is also sufficient for these areas (see Figure 5 for keypoint matches).

Bundle Block Adjustment Details

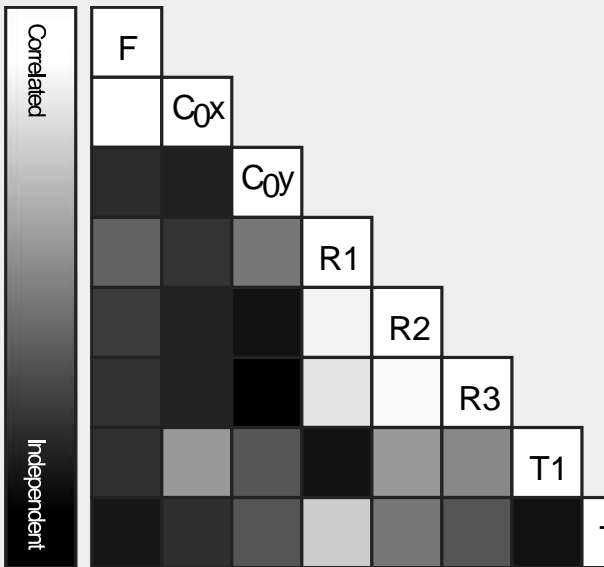


Number of 2D Keypoint Observations for Bundle Block Adjustment	3800816
Number of 3D Points for Bundle Block Adjustment	1562991
Mean Reprojection Error [pixels]	0.148

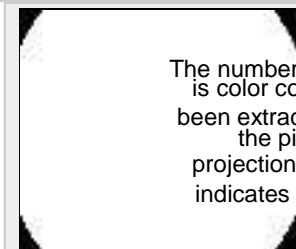
Internal Camera Parameters FC6310R_8.8_4864x3648 (RGB). Sensor Dimensions:
11.407 [mm] x 8.556 [mm]

EXIF ID: FC6310R_8.8_4864x3648

	Focal Length	Principal Point x	Principal Point y	R1	R2	R3	T1	T2
Initial Values	3666.840 [pixel] 8.600 [mm]	2420.300 [pixel] 5.676 [mm]	1835.990 [pixel] 4.306 [mm]	-0.270	0.112	- 0.0 32	0.000	- 0.001
Optimized Values	3673.049 [pixel] 8.614 [mm]	2430.152 [pixel] 5.699 [mm]	1830.356 [pixel] 4.293 [mm]	-0.266	0.110	- 0.0 33	0.000	- 0.001
Uncertainties (Sigma)	1.855 [pixel] 0.004 [mm]	0.993 [pixel] 0.002 [mm]	0.847 [pixel] 0.002 [mm]	0.001	0.002	0.0 02	0.000	0.000



The correlation between camera internal parameters determined by the bundle adjustment. White indicates a full correlation between the parameters, ie. any change in one can be fully compensated by the other. Black indicates that the parameter is completely independent, and is not affected by other parameters.



The number of Automatic Tie Points (ATPs) per pixel, averaged over all images of the camera is color coded between black and white. White indicates that, on average, more than 16 have been extracted at the pixel location. Black indicates that, on average, 0 ATPs have been extracted at the pixel location. Click on the image to see the average direction and magnitude of projection error for each pixel. Note that the vectors are scaled for better visualization. The white indicates the magnitude of 1 pixel

2D Keypoints Table



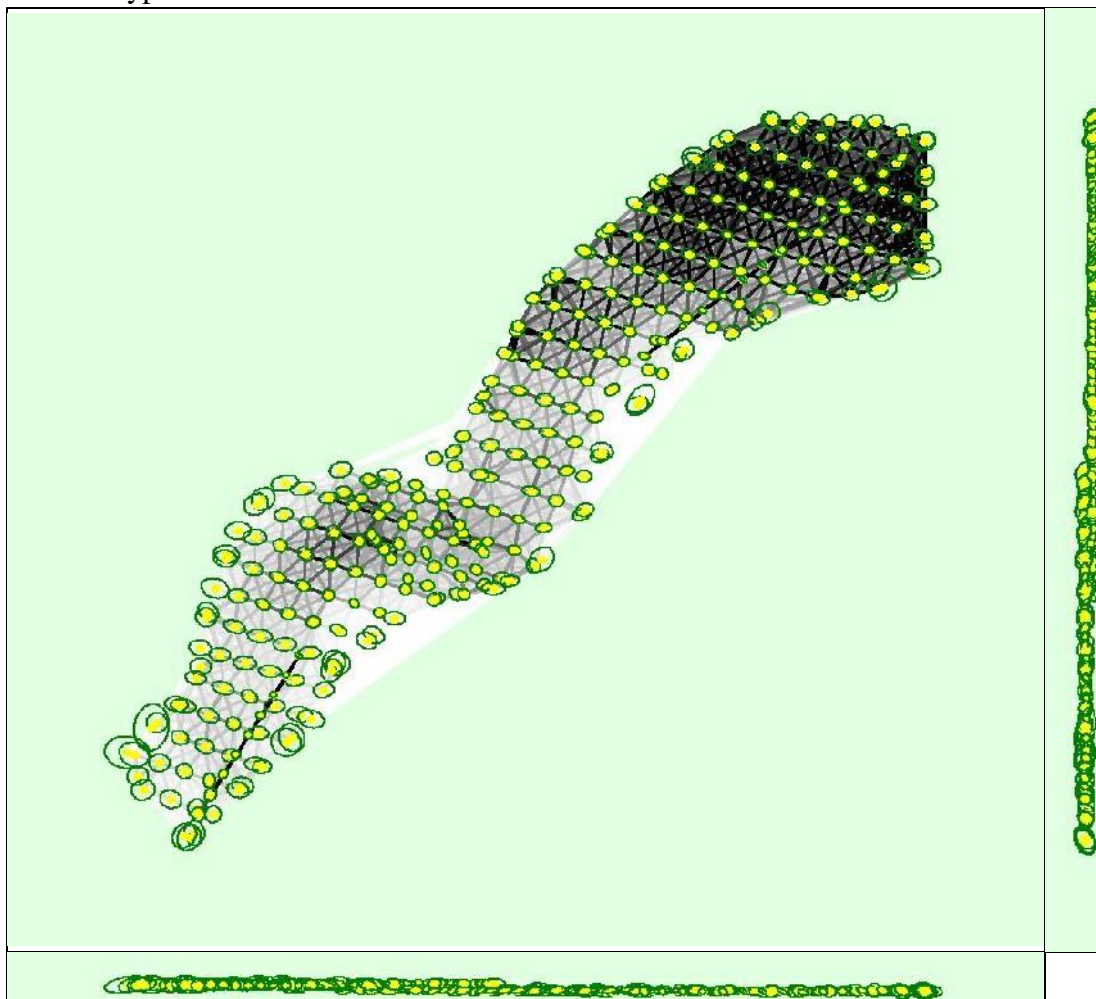
	Number of 2D Keypoints per Image	Number of Matched 2D Keypoints per Image
Median	65837	10778
Min	50801	801
Max	79986	33133
Mean	65417	12381

 3D Points from 2D Keypoint Matches 

	Number of 3D Points Observed
In 2 Images	1301996
In 3 Images	136631
In 4 Images	49167
In 5 Images	24839
In 6 Images	14402
In 7 Images	9186
In 8 Images	6256
In 9 Images	4431
In 10 Images	3345
In 11 Images	2578
In 12 Images	1889
In 13 Images	1544
In 14 Images	1270
In 15 Images	1020
In 16 Images	821
In 17 Images	676
In 18 Images	540
In 19 Images	500
In 20 Images	384
In 21 Images	323
In 22 Images	268
In 23 Images	243
In 24 Images	153
In 25 Images	151
In 26 Images	123
In 27 Images	83
In 28 Images	66
In 29 Images	28
In 30 Images	22

In 31 Images	28
In 32 Images	14
In 33 Images	6
In 34 Images	4
In 35 Images	1
In 36 Images	1
In 37 Images	1
In 39 Images	1

? 2D Keypoint Matches



Uncertainty ellipses 50x magnified

Number of matches

222 444 666 888 1111 1333 1555 1777 2000

Figure 5: Computed image positions with links between matched images. The darkness of the links indicates the number of matched 2D keypoints between the images. Bright links indicate weak links and require manual tie points or more images. Dark green ellipses indicate the relative camera position uncertainty of the bundle block adjustment result.

Relative camera position and orientation uncertainties



	X [m]	Y [m]	Z [m]	Omega [degree]	Phi [degree]	Kappa [degree]
Mean	0.229	0.224	0.137	0.074	0.083	0.032
Sigma	0.069	0.074	0.048	0.032	0.030	0.015

Geolocation Details



Ground Control Points



0 out of 30 check points have been labeled as inaccurate.

Check Point Name	Accuracy XY/Z [m]	Error X [m]	Error Y [m]	Error Z [m]	Projection Error [pixel]	Verified/Marked
1		0.0030	0.0030	0.0060	0.435	29 / 29
2		0.0040	0.0040	0.0080	0.330	42 / 42
3		0.0050	0.0050	0.0100	0.734	49 / 49
4		0.0040	0.0040	0.0090	0.593	48 / 49
5		0.0040	0.0040	0.0090	0.475	22 / 22
6		0.0060	0.0060	0.0120	0.871	37 / 37
7		0.0020	0.0020	0.0040	0.286	34 / 34
8		0.0060	0.0060	0.0120	0.332	38 / 38
9		0.0030	0.0030	0.0050	0.456	28 / 28
10		0.0030	0.0030	0.0080	0.578	28 / 28
11		0.0050	0.0050	0.0100	0.863	26 / 26
12		0.0070	0.0070	0.0150	0.690	24 / 24
13		0.0060	0.0060	0.0130	0.525	33 / 33
14		0.0040	0.0040	0.0080	0.412	38 / 38
15		0.0040	0.0040	0.0070	0.517	43 / 43
16		0.0050	0.0050	0.0090	0.453	44 / 44
17		0.0040	0.0040	0.0070	0.602	43 / 43

18		0.0060	0.0060	0.0110	0.544	53 / 53
19		0.0030	0.0030	0.0070	0.723	45 / 47
20		0.0060	0.0060	0.0120	0.414	30 / 30
21		0.0040	0.0040	0.0070	1.104	30 / 31
22		0.0110	0.0110	0.0210	0.960	31 / 31
23		0.0080	0.0080	0.0170	0.978	45 / 46
24		0.0070	0.0070	0.0130	0.688	47 / 47
25		0.0050	0.0050	0.0090	0.562	33 / 33
26		0.0050	0.0050	0.0090	0.628	39 / 39
27		0.0050	0.0050	0.0090	0.791	49 / 50
28		0.0040	0.0040	0.0080	0.385	37 / 37
29		0.0050	0.0050	0.0110	0.445	41 / 41
30		0.0030	0.0030	0.0060	0.728	31 / 31
31		-0.0060	-0.0060	0.0130	29 / 29	29 / 29
32		0.0070	0.0070	0.0170	42 / 42	42 / 42
33		-0.0070	-0.0070	0.0130	49 / 49	49 / 49
34		-0.0030	-0.0030	0.0320	48 / 49	48 / 49
35		-0.0040	-0.0040	-0.0300	22 / 22	22 / 22
36		0.0550	0.0550	0.1160	37 / 37	37 / 37
37		0.0060	0.0060	-0.0570	34 / 34	34 / 34
38		0.0080	0.0080	0.0140	38 / 38	38 / 38
39		0.0200	0.0200	-0.0570	28 / 28	28 / 28
40		0.0040	0.0040	0.0110	28 / 28	28 / 28
41		0.0490	0.0490	-0.1570	26 / 26	26 / 26
42		-0.0070	-0.0070	0.0240	24 / 24	24 / 24
43		-0.0220	-0.0220	-0.0810	33 / 33	33 / 33

44		0.0210	0.0210	-0.0690	38 / 38	38 / 38
45		0.0040	0.0040	0.0110	43 / 43	43 / 43
46		0.0300	0.0300	0.0690	44 / 44	44 / 44
47		-0.0040	-0.0040	0.0070	43 / 43	43 / 43
48		-0.0410	-0.0410	0.1570	53 / 53	53 / 53
49		0.0070	0.0070	0.0390	45 / 47	45 / 47
50		-0.0070	-0.0070	0.0210	30 / 30	30 / 30
Mean		-	-	-36.805		
[m]		0.185417	1.565890			
Sigma		0.230473	0.3244	0.6788		
[m]						
RMS		0.295800	0.34543	0.78989		
Error						
[m]						

Localisation accuracy per GCP and mean errors in the three coordinate directions. The last column counts the number of calibrated images where the GCP has been automatically verified vs. manually marked.

🔍 Absolute Geolocation Variance



Min Error [m]	Max Error [m]	Geolocation Error X [%]	Geolocation Error Y [%]	Geolocation Error Z [%]
-	-7.68	0.00	0.00	0.00
-7.68	-6.15	0.00	0.00	0.00
-6.15	-4.61	0.00	0.00	0.00
-4.61	-3.07	0.00	0.00	0.00
-3.07	-1.54	0.00	0.00	0.65
-1.54	0.00	51.47	55.70	56.35
0.00	1.54	48.53	44.30	42.67
1.54	3.07	0.00	0.00	0.33
3.07	4.61	0.00	0.00	0.00
4.61	6.15	0.00	0.00	0.00
6.15	7.68	0.00	0.00	0.00
7.68	-	0.00	0.00	0.00

Mean [m]	-0.003848	-0.004416	-0.038970
Sigma [m]	0.263019	0.351634	0.519880
RMS Error [m]	0.263048	0.351662	0.521339

Min Error and Max Error represent geolocation error intervals between -1.5 and 1.5 times the maximum accuracy of all the images. Columns X, Y, Z show the percentage of images with geolocation errors within the predefined error intervals. The geolocation error is the difference between the initial and computed image positions. Note that the image geolocation errors do not correspond to the accuracy of the observed 3D points.

Relative Geolocation Variance

Relative Geolocation Error	Images X [%]	Images Y [%]	Images Z [%]
[-1.00, 1.00]	100.00	100.00	100.00
[-2.00, 2.00]	100.00	100.00	100.00
[-3.00, 3.00]	100.00	100.00	100.00
Mean of Geolocation Accuracy [m]	1.224142	1.224142	3.421354
Sigma of Geolocation Accuracy [m]	0.039305	0.039305	0.764320

Images X, Y, Z represent the percentage of images with a relative geolocation error in X, Y, Z.

Geolocation Orientational Variance	RMS [degree]
Omega	1.899
Phi	1.407
Kappa	2.034

Geolocation RMS error of the orientation angles given by the difference between the initial and computed image orientation angles.

Initial Processing Details

System Information

Hardware	CPU: AMD Ryzen 5 3600 6-Core Processor RAM: 16GB GPU: NVIDIA GeForce GTX 1650 SUPER (Driver: 30.0.14.7247)
Operating System	Windows 10 Pro, 64-bit

Coordinate Systems

Image Coordinate System	WGS 84
-------------------------	--------

Output Coordinate System	WGS 84 / UTM zone 20S
--------------------------	-----------------------

Processing Options



Detected Template	No Template Available
Keypoints Image Scale	Full, Image Scale: 1
Advanced: Matching Image Pairs	Aerial Grid or Corridor
Advanced: Matching Strategy	Use Geometrically Verified Matching: no
Advanced: Keypoint Extraction	Targeted Number of Keypoints: Automatic
Advanced: Calibration	Calibration Method: Standard Internal Parameters Optimization: All External Parameters Optimization: All Rematch: Auto, yes

Point Cloud Densification details



Processing Options



Image Scale	multiscale, 1/2 (Half image size, Default)
Point Density	Optimal
Minimum Number of Matches	3
3D Textured Mesh Generation	yes
3D Textured Mesh Settings:	Resolution: Medium Resolution (default) Color Balancing: yes
LOD	Generated: no
Advanced: 3D Textured Mesh Settings	Sample Density Divider: 1
Advanced: Image Groups	group1
Advanced: Use Processing Area	yes
Advanced: Use Annotations	yes

Results



Number of Generated Tiles	4
Number of 3D Densified Points	34479060
Average Density (per m ³)	22.93

DSM, Orthomosaic and Index



Processing Options



DSM and Orthomosaic Resolution	1 x GSD (4.72 [cm/pixel])
DSM Filters	Noise Filtering: yes Surface Smoothing: yes, Type: Sharp
Raster DSM	Generated: yes Method: Inverse Distance Weighting Merge Tiles: yes
Orthomosaic	Generated: yes Merge Tiles: yes GeoTIFF Without Transparency: no Google Maps Tiles and KML: no
Raster DTM	Generated: yes Merge Tiles: yes
DTM Resolution	5 x GSD (4.72 [cm/pixel])
Contour Lines Generation	Generated: yes Contour Base [m]: 0 Elevation Interval [m]: 10 Resolution [cm]: 100 Minimum Line Size [vertices]: 20

F.3. Reporte del levantamiento topográfico con drone Mavic 2 Pro usando el software Agisoft.

Agisoft Metashape

Informe de procesamiento



23 December 2023.

Datos del levantamiento

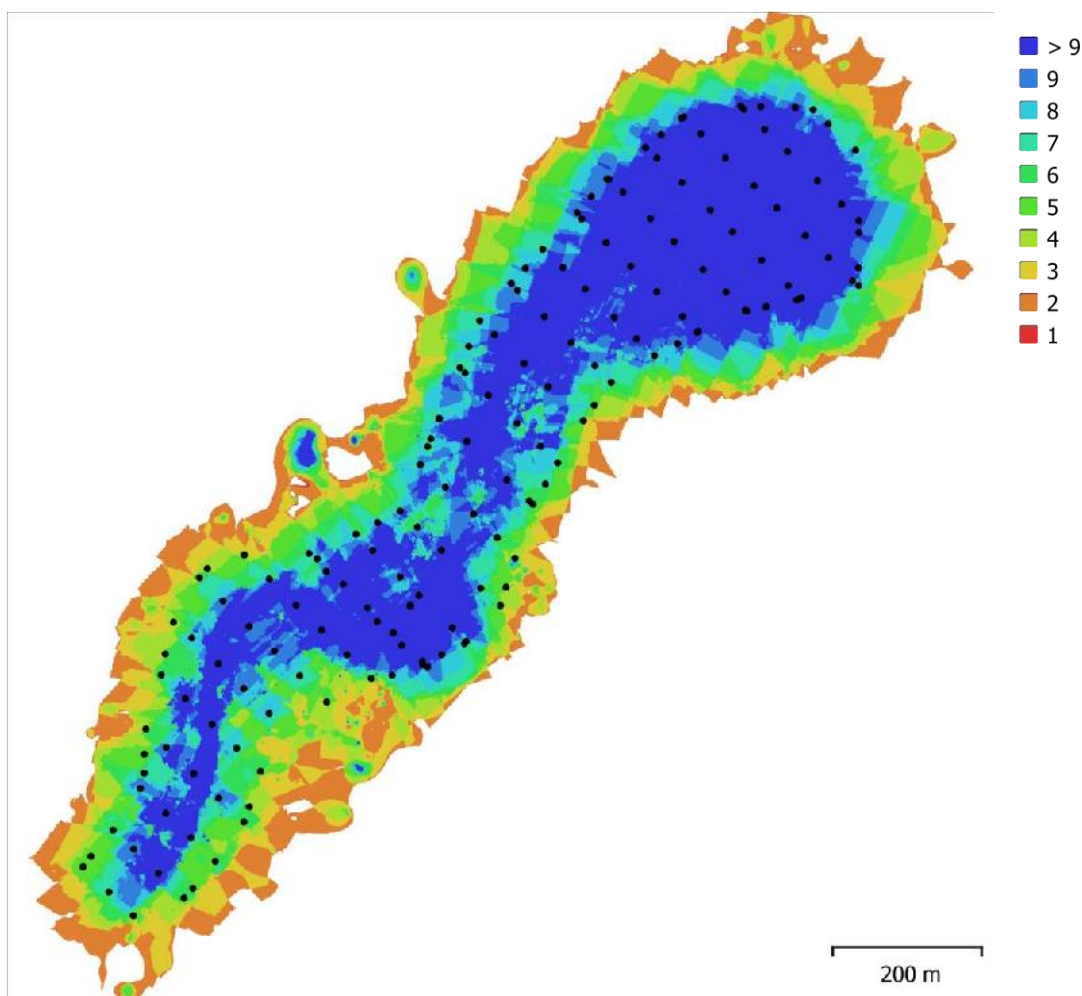


Fig. 1. Posiciones de cámaras y solapamiento de imágenes.

Número de imágenes: 172		Imágenes alineadas: 170		
Altitud media de vuelo: 158 m		Puntos de paso: 145,594		
Resolución en terreno: 4.66 cm/pix		Proyecciones: 434,721		
Área cubierta: 0.568 km ²		Error de reproyección: 0.851 pix		
Modelo de cámara	Resolución	Distancia focal	Tamaño de píxel	Precalibrada
Test_Pro (4.5mm)	4056 x 3040	4.5 mm	1.6 x 1.6 micras	No

Tabla 1. Cámaras.

Calibración de cámara

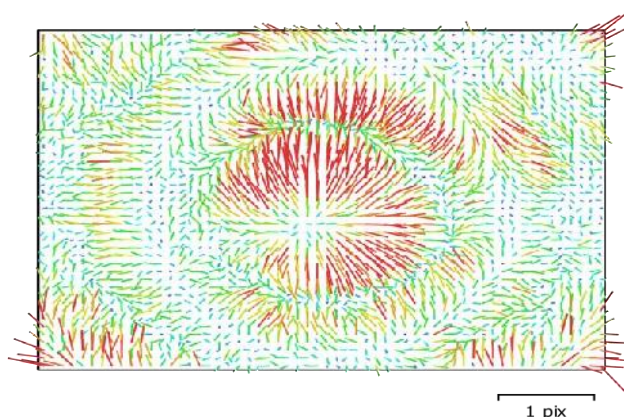


Fig. 2. Gráfico de residuales para Test_Pro (4.5mm).

Test_Pro (4.5mm)										
172 imágenes										
Tipo	Resolución				Distancia focal				Tamaño de píxel	
Cuadro	4056 x 3040				4.5 mm				1.6 x 1.6 micras	
	Valor	Error	F	Cx	Cy	K1	K2	K3	P1	P2
F	3045.44	1	1.00	- 0.45	- 0.17	0.29	0.03	0.06	- 0.17	- 0.15
Cx	1.06185	0.079		1.00	0.27	- 0.14	- 0.01	- 0.03	0.55	0.08
Cy	10.8146	0.068			1.00	- 0.09	- 0.01	- 0.01	0.07	0.49
K1	-0.016235	0.00013				1.00	- 0.61	0.60	- 0.27	- 0.14
K2	0.00165896	0.00026					1.00	- 0.98	0.00	0.00
K3	0.00949765	0.00027						1.00	- 0.02	- 0.01
P1	0.000115599	5.4e-06							1.00	0.07
P2	- 0.000481293	4.3e-06								1.00

Tabla 2. Coeficientes de calibración y matriz de correlación.

Posiciones de cámaras

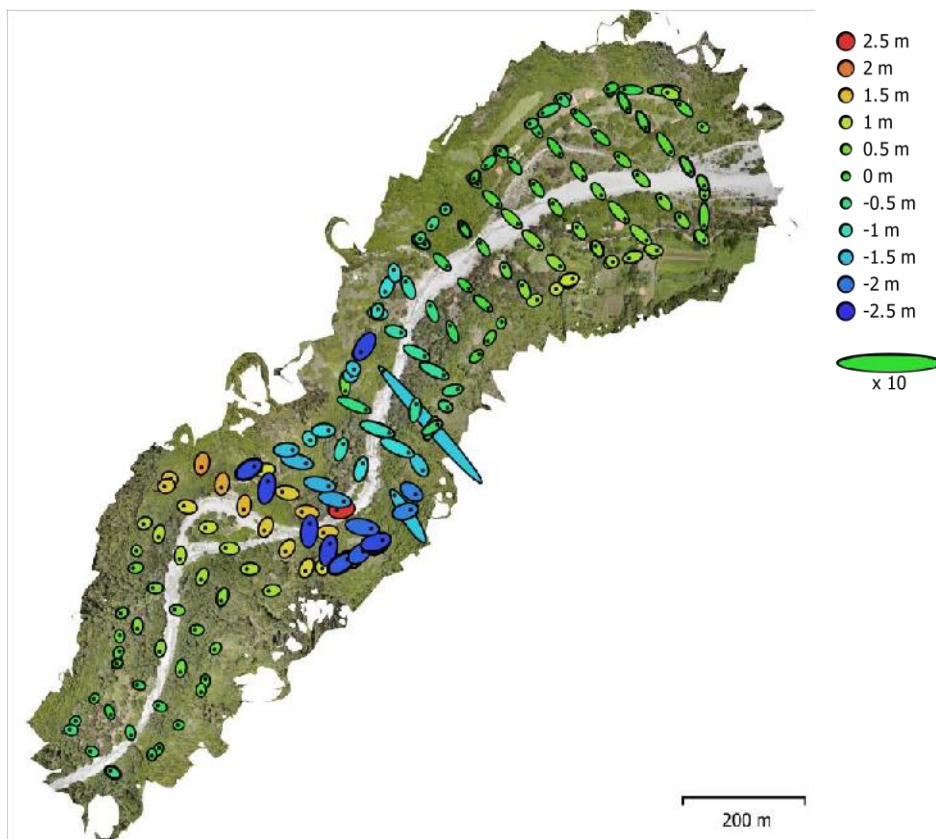


Fig. 3. Posiciones de cámaras y estimadores de error.

El color indica el error en Z mientras el tamaño y forma de la elipse representan el error en XY.

Posiciones estimadas de las cámaras se indican con los puntos negros.

Error en X (m)	Error en Y (m)	Error en Z (m)	Error en XY (m)	Error combinado (m)
1.76747	1.73825	1.02922	2.47901	2.68417

Tabla 3. Errores medios de las posiciones de cámaras.

X - Este, Y - Norte, Z - Altitud.

Puntos de control terrestre

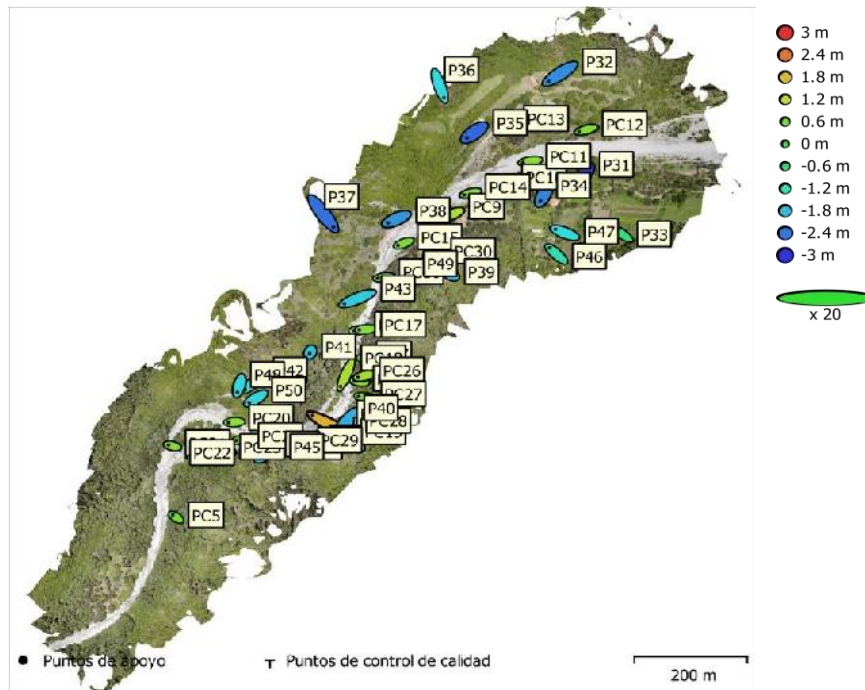


Fig. 4. Posiciones de puntos de apoyo y estimaciones de errores.

El color indica el error en Z mientras el tamaño y forma de la elipse representan el error en XY.

Las posiciones estimadas de puntos de apoyo se marcan con puntos o cruces.

Número	Error en X (m)	Error en Y (m)	Error en Z (m)	Error en XY (m)	Total (m)
49	1.28323	0.95207	1.37219	1.59785	2.10619

Tabla 4. ECM de puntos de apoyo.

X - Este, Y - Norte, Z - Altitud.

Nombre	Error en X (m)	Error en Y (m)	Error en Z (m)	Total (m)	Imagen (pix)
PC1	-0.114	0.0412	0.110	1.64243	90.481 (16)
PC2	0.013	0.0028	0.010	0.164697	71.947 (1)
PC3	-0.155	0.0473	0.113	1.97734	91.112 (16)
PC4	-0.145	0.0561	0.127	2.00826	97.523 (15)

PC5	-0.059	0.0451	0.056	0.925838	89.099 (8)
PC6	-0.104	-0.0011	0.092	1.38784	104.217 (11)
PC7	-0.053	0.0030	0.054	0.757717	90.461 (9)
PC8	-0.111	-0.0112	0.080	1.37085	101.500 (11)
PC9	-0.120	-0.0556	0.110	1.71965	103.505 (14)
PC10	-0.166	-0.0234	0.143	2.20718	105.006 (17)
PC11	-0.132	-0.0231	0.079	1.55672	101.172 (12)
PC12	-0.130	-0.0383	0.068	1.51641	99.755 (12)
PC13	-0.120	-0.0460	0.068	1.4562	86.810 (15)
PC14	-0.112	-0.0331	0.068	1.35634	93.644 (12)
PC15	-0.101	-0.0406	0.063	1.25556	87.998 (12)
PC16	-0.116	-0.0150	0.074	1.38291	92.616 (12)
PC17	-0.111	-0.0092	0.071	1.32719	98.527 (10)
PC18	-0.096	-0.2322	0.103	2.71558	131.683 (13)
PC19	-0.337	0.1969	0.191	4.34778	79.684 (19)
PC20	-0.102	-0.0055	0.081	1.29958	86.695 (12)
PC21	-0.072	0.0213	0.075	1.05986	82.858 (11)
PC22	-0.105	0.0246	0.075		

PC23	-0.047	0.0270	0.043	0.695549	74.444 (9)
PC24	-0.108	-0.0088	0.074	1.31546	91.478 (10)
PC25	-0.091	0.0160	0.075	1.18657	107.343 (9)
PC26	-0.106	-0.0274	0.098	1.46927	107.762 (11)
PC27	-0.115	0.0121	0.067	1.33555	103.878 (9)
PC28	-0.111	0.0464	0.104	1.59257	95.235 (14)
PC29	-0.142	0.0215	0.092	1.70734	91.244 (14)
PC30	-0.137	-0.0144	0.071	1.54439	104.326 (10)
P31	-0.104	-0.1519	-0.282	3.37029	226.635 (12)
P32	-0.206	-0.1467	-0.220	3.35163	231.439 (10)
P33	-0.134	0.0976	-0.068	1.78905	194.270 (4)
P34	-0.056	-0.1160	-0.225	2.5939	213.154 (11)
P35	-0.129	-0.1004	-0.253	3.00817	228.950 (11)
P36	0.077	-0.2317	-0.154	2.88893	387.099 (2)
P37	0.179	-0.2551	-0.243	3.95429	317.051 (4)
P38	-0.148	-0.0716	-0.210	2.66505	263.495 (7)
P39	-0.059	0.0429	-0.192	2.05628	282.350 (5)
P40	-0.140	-0.1864	-0.191	3.01557	228.826 (8)

P41	-0.013	-0.0298	-0.175	1.77775	233.504 (6)
P42	-0.158	-0.1452	-0.143	2.57919	234.805 (6)
P43	-0.230	-0.0997	-0.165	3.00375	228.393 (7)
P44	-0.128	-0.0918	-0.188	2.45469	296.629 (5)
P45	-0.128	-0.0418	-0.025	1.36605	283.603 (5)
P46	-0.123	0.1182	-0.111	2.03077	216.400 (5)
P47	-0.163	0.0681	-0.149	2.30893	206.209 (8)
P48	-0.033	-0.1276	-0.155	2.03384	244.730 (6)
P49	-0.049	-0.0706	-0.194	2.12307	252.605 (7)
P50	-0.117	-0.0777	-0.156	2.09879	213.222 (7)
Total	1.28323	0.95207	1.37219	2.10619	152.392

Tabla 5. Puntos
de apoyo. X -
Este, Y - Norte,
Z - Altitud.

Modelo digital de elevaciones

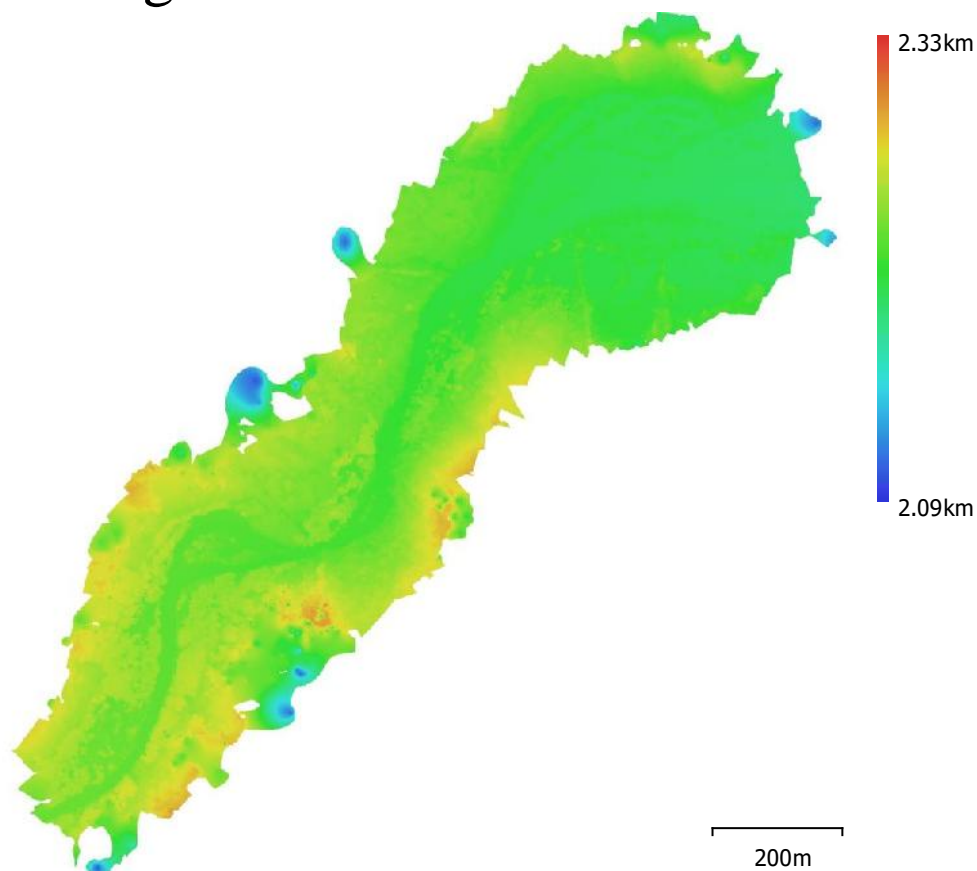


Fig. 5. Modelo digital de elevaciones.

Resolución: 9.32 cm/pix
Densidad de puntos: 115 puntos/m²
Parámetros de procesamiento

Generales

Cámaras 172
Cámaras orientadas 170
Marcadores 50
Sistema de coordenadas WGS 84 / UTM zone 20S
(EPSG::32720)
Ángulo de rotación Guiñada, cabeceo, alabeo

Nube de puntos

Puntos 145,594 de 166,593
RMS error de reproyección 0.201953 (0.85113 pix)
Error de reproyección máximo 0.630156 (31.3173 pix)
Tamaño promedio de puntos característicos 3.69832 pix
Colores de puntos 3 bandas, uint8

Puntos clave	No
Multiplicidad media de puntos de paso	3.21659
Parámetros de orientación	
Precisión	Alta
Pre-selección genérica	Sí
Pre-selección de referencia	Origen
Puntos clave por foto	40,000
Puntos de paso por foto	4,000
Excluir puntos de paso inmóviles	Sí
Emparejamiento guiado	No
Ajuste adaptativo del modelo de cámara	No
Tiempo búsqueda de emparejamientos	1 minuto 40 segundos
Uso de memoria durante el emparejamiento	796.20 MB
Tiempo de orientación	57 segundos
Uso de memoria durante el alineamiento	82.58 MB
Versión del programa	1.7.3.12115
Tamaño de archivo	12.01 MB
Mapas de profundidad	
Número	170
Parámetros de obtención de mapas de profundidad	
Calidad	Alta
Nivel de filtrado	Leve
Tiempo de procesamiento	7 minutos 8 segundos
Tamaño de archivo	614.49 MB
Nube de puntos densa	
Puntos	96,278,841
Colores de puntos	3 bandas, uint8
Parámetros de obtención de mapas de profundidad	
Calidad	Alta
Nivel de filtrado	Leve
Tiempo de procesamiento	7 minutos 8 segundos
Parámetros de generación de la nube densa	
Tiempo de procesamiento	9 minutos 11 segundos
Parámetros de clasificación de puntos	
Confianza	0
Tiempo de clasificación	6 minutos 51 segundos
Uso de memoria durante la clasificación	8.81 GB
Versión del programa	1.7.3.12115
Tamaño de archivo	1.23 GB
Modelo	
Caras	3,461,537
Vértices	1,731,067

Colores de vértices 3 bandas,
uint8

Parámetros de obtención de mapas de profundidad

Calidad Media
Nivel de filtrado Leve
Tiempo de procesamiento 1 minuto 54 segundos

Parámetros de reconstrucción

Tipo de superficie Arbitrario
Origen de datos Mapas de profundidad
Interpolación Habilitada
Máscaras volumétricas estrictas No
Tiempo de procesamiento 4 minutos 21 segundos
Uso de memoria 3.81 GB
Versión del programa 1.7.3.12115
Tamaño de archivo 79.23 MB

MDE

Tamaño 18,520 x 19,089
Sistema de coordenadas WGS 84 / UTM zone 20S
Parámetros de reconstrucción (EPSG::32720)
Origen de datos Nube de puntos densa
Interpolación Habilitada
Tiempo de procesamiento 1 minuto 40 segundos
Uso de memoria 386.33 MB
Versión del programa 1.7.3.12115
Tamaño de archivo 236.70 MB

Ortomosaico

Tamaño 27,227 x 28,465
Sistema de coordenadas WGS 84 / UTM zone 20S
(EPSG::32720)
Colores 3 bandas, uint8

Colores

Parámetros de reconstrucción
Modo de mezcla Mosaico
Superficie MDE
Permitir el cierre de agujeros Sí
Habilitar el filtro de efecto fantasma No
Tiempo de procesamiento 3 minutos 51 segundos
Uso de memoria 2.22 GB
Versión del programa 1.7.3.12115
Tamaño de archivo 2.80 GB

Sistema

Nombre del programa Agisoft Metashape Professional
Versión del programa 1.7.3 build 12115
OS Windows 64 bit
RAM 15.95 GB
CPU AMD Ryzen 5 3600 6-Core Processor

GPU(s)

NVIDIA GeForce GTX 1650
SUPER

F.4. Reporte del levantamiento topográfico con drone Mavic 2 Pro usando el software Pix4d.

Quality Report



Generated with Pix4Denterprise version 4.5.6

! Important: Click on the different icons for:

- ?** Help to analyze the results in the Quality Report
- i** Additional information about the sections

💡 Click [here](#) for additional tips to analyze the Quality Report

Summary

Project	mavic2propix4d
Processed	2024-02-03 13:03:19
Camera Model Name(s)	FC2403_4.5_4056x3040 (RGB)
Average Ground Sampling Distance (GSD)	4.99 cm / 1.96 in
Area Covered	0.508 km ² / 50.7925 ha / 0.20 sq. mi. / 125.5758 acres

Quality Check

? Images	median of 64409 keypoints per image	✓
? Dataset	170 out of 172 images calibrated (98%), all images enabled	✓
? Camera Optimization	7.97% relative difference between initial and optimized internal camera parameters	⚠
? Matching	median of 9443.91 matches per calibrated image	✓
? Georeferencing	yes, no 3D GCP	⚠

? Preview



Figure 1: Orthomosaic and the corresponding sparse Digital Surface Model (DSM) before densification.

Calibration Details



Number of Calibrated Images	170 out of 172
Number of Geolocated Images	172 out of 172

? Initial Image Positions

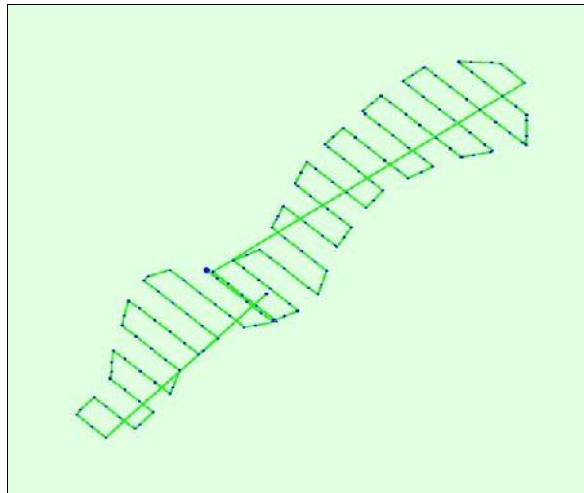
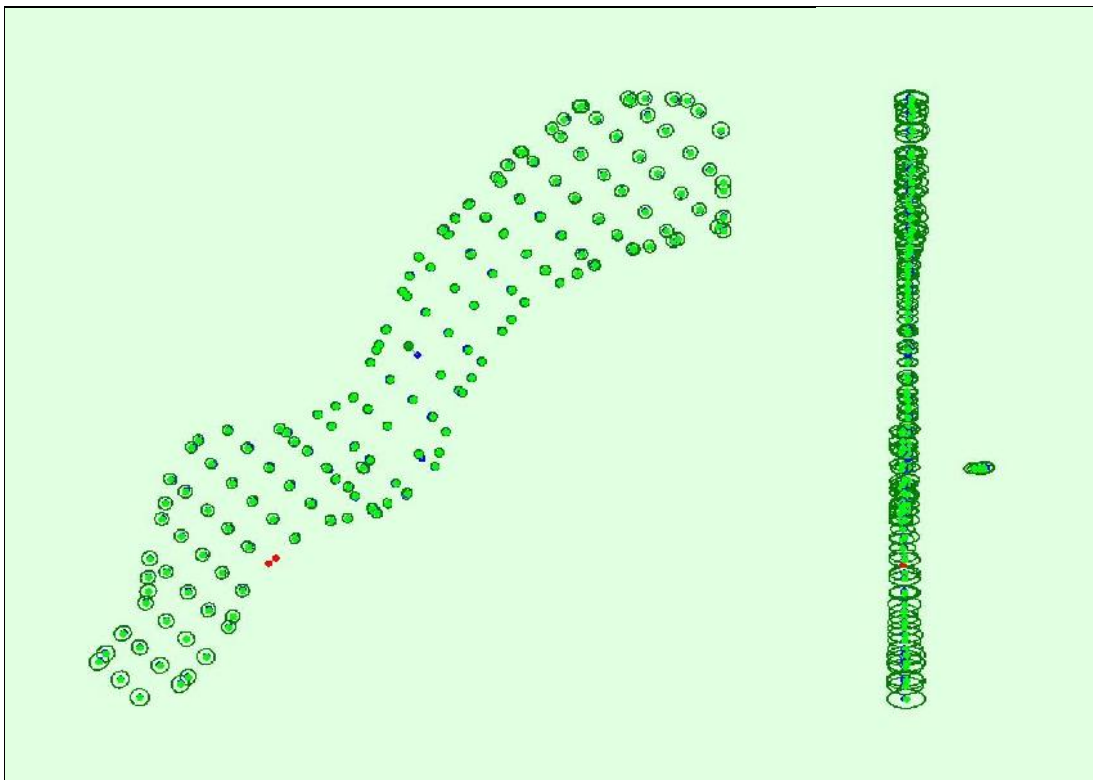
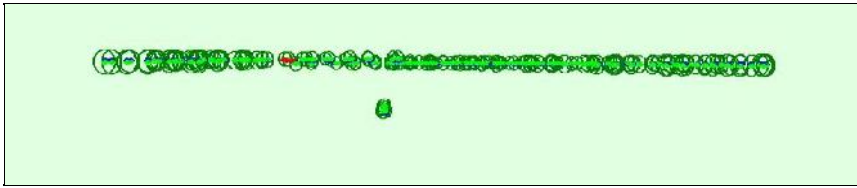


Figure 2: Top view of the initial image position. The green line follows the position of the images in time starting from the large blue dot.

? Computed Image/GCPs/Manual Tie Points Positions





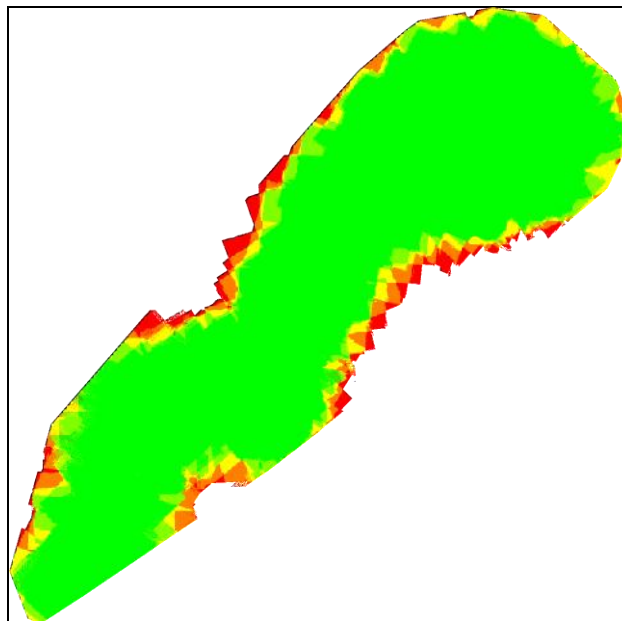
! Uncertainty ellipses 50x

Figure 3: Offset between initial (blue dots) and computed (green dots) image positions as well as the offset between the GCPs initial positions (blue crosses) and their computed positions (green crosses) in the top-view (XY plane), front-view (XZ plane), and side-view (YZ plane). Red dots indicate disabled or uncalibrated images. Dark green ellipses indicate the absolute position uncertainty of the bundle block adjustment result.

? Absolute camera position and orientation uncertainties !

	X [m]	Y [m]	Z [m]	Omega [degree]	Phi [degree]	Kappa [degree]
Mean	0.209	0.209	0.423	0.064	0.069	0.022
Sigma	0.043	0.043	0.080	0.013	0.014	0.001

? Overlap !



Number of overlapping images: 2 3 4 5+

Figure 4: Number of overlapping images computed for each pixel of the orthomosaic. Red and yellow areas indicate low overlap for which poor results may be generated. Green areas indicate an overlap of over 5 images for every pixel. Good quality results will be generated as long as the number of keypoint matches is also sufficient for these areas (see Figure 5 for keypoint matches).

Bundle Block Adjustment Details



Number of 2D Keypoint Observations for Bundle Block Adjustment	2026852
Number of 3D Points for Bundle Block Adjustment	837731
Mean Reprojection Error [pixels]	0.206

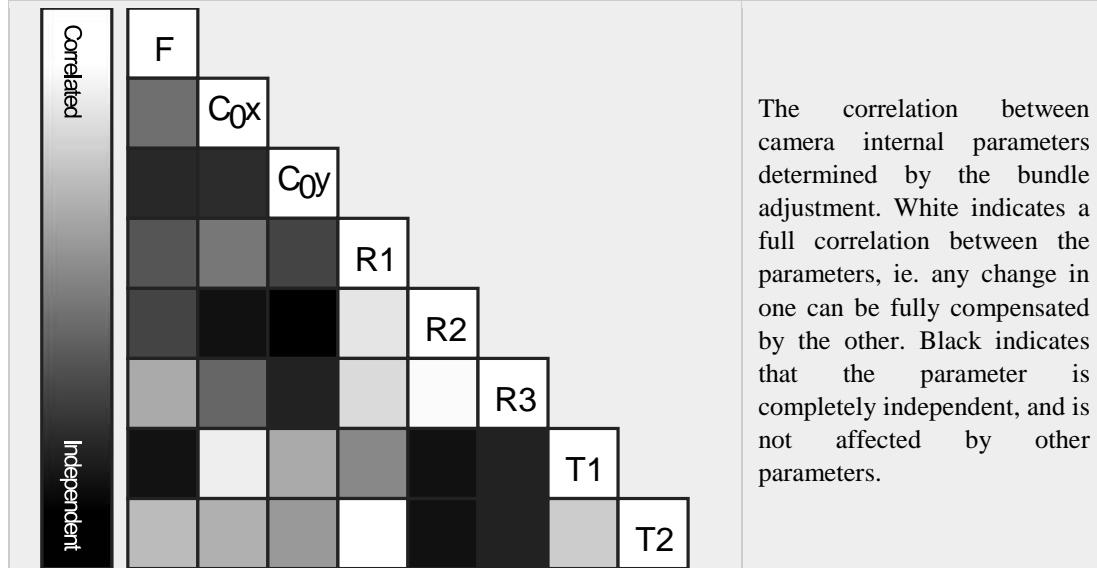
Internal Camera Parameters

FC2403_4.5_4056x3040 (RGB). Sensor Dimensions: 6.554 [mm] x 4.913 [mm]



EXIF ID: FC2403_4.5_4056x3040

	Focal Length	Principal Point x	Principal Point y	R1	R2	R3	T1	T2
Initial Values	2829.444 [pixel] 4.572 [mm]	2011.017 [pixel] 3.250 [mm]	1529.792 [pixel] 2.472 [mm]	-0.021	- 0.001	0. 0 1 5	0. 0 0 0	- 0.0 01
Optimized Values	3055.151 [pixel] 4.937 [mm]	2026.850 [pixel] 3.275 [mm]	1529.022 [pixel] 2.471 [mm]	-0.014	- 0.001	0. 0 1 3 0	- 0. 0 0 0	0.0 00
Uncertainties (Sigma)	1.392 [pixel] 0.002 [mm]	0.135 [pixel] 0.000 [mm]	0.106 [pixel] 0.000 [mm]	0.000	0.001	0. 0 0 1	0. 0 0 0	0.0 00



	<p>The number of Automatic Tie Points (ATPs) per pixel, averaged over is color coded between black and white. White indicates that, on average, been extracted at the pixel location. Black indicates that, on average, 0 the pixel location. Click on the image to the see the average direction projection error for each pixel. Note that the vectors are scaled for better indicates the magnitude of 1</p>
--	---

 2D Keypoints



	Number of 2D Keypoints per Image	Number of Matched 2D Keypoints per Image
Median	64409	9444
Min	52603	729
Max	72882	37679
Mean	63538	11923

 3D Points from 2D Keypoint Matches



	Number of 3D Points Observed
In 2 Images	683141
In 3 Images	82391
In 4 Images	30704
In 5 Images	14188
In 6 Images	8698
In 7 Images	5753
In 8 Images	3974
In 9 Images	2806
In 10 Images	2027
In 11 Images	1529
In 12 Images	1032
In 13 Images	728
In 14 Images	403
In 15 Images	199
In 16 Images	119
In 17 Images	34
In 18 Images	5

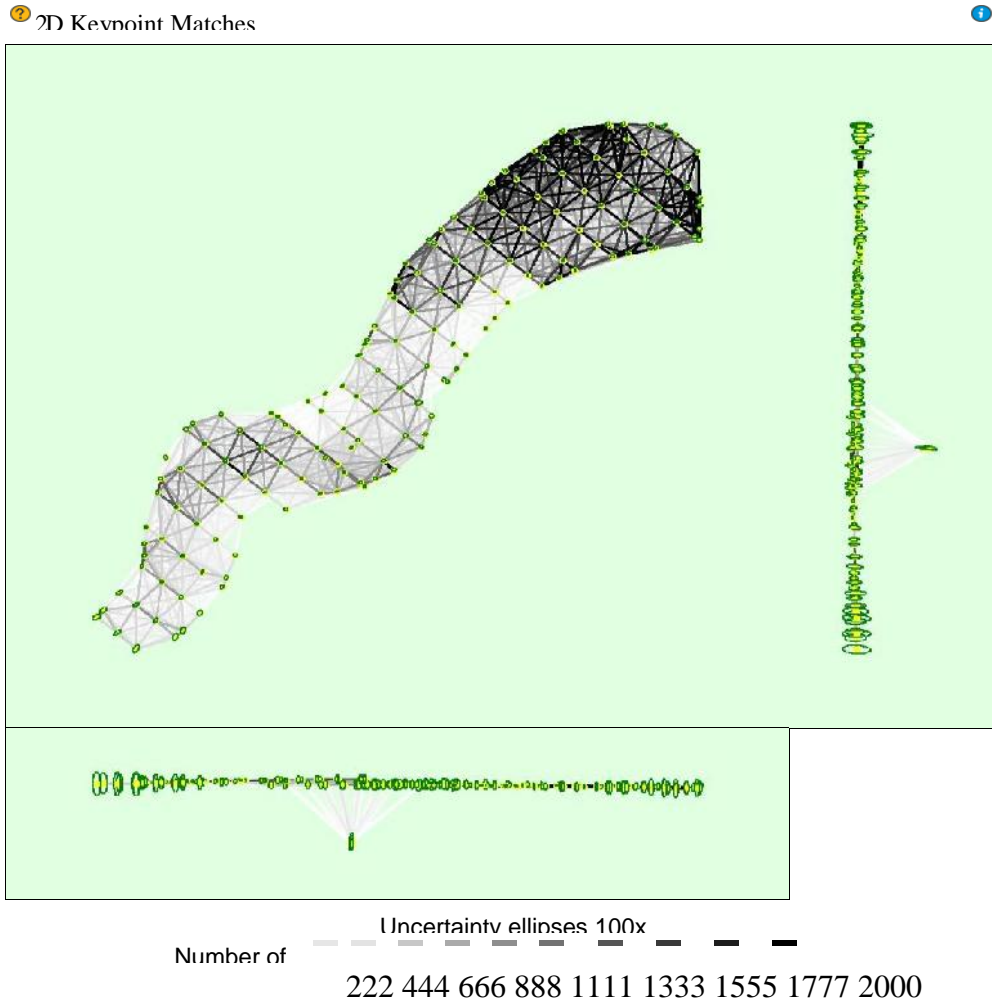


Figure 5: Computed image positions with links between matched images. The darkness of the links indicates the number of matched 2D keypoints between the images. Bright links indicate weak links and require manual tie points or more images. Dark green ellipses indicate the relative camera position uncertainty of the bundle block adjustment result.

Geolocation Details

Relative camera position and orientation uncertainties i

	X [m]	Y [m]	Z [m]	Omega [degree]	Phi [degree]	Kappa [degree]
Mean	0.035	0.034	0.083	0.024	0.017	0.006
Sigma	0.008	0.010	0.046	0.011	0.009	0.002

Ground Control Points

Check Point	Accuracy XY/Z [m]	Error X [m]	Error Y [m]	Error Z [m]	Projection Error [pixel]	Verified/Marked

Nam e						
PC1		0.0110	-0.011	-0.023	1.102	15 / 15
PC2		0.008	-0.0080	-0.016	0.763	13 / 13
PC3		0.0110	-0.0110	-0.024	1.057	16 / 16
PC4		-0.0110	-0.0110	-0.023	1.017	15 / 15
PC5		-0.1180	-0.1230	-0.275	2.608	6 / 7
PC6		0.0520	-0.0530	-0.11	3.441	9 / 9
PC7		0.0120	-0.0110	-0.025	0.827	9 / 9
PC8		-0.0250	-0.0250	-0.052	1.272	10 / 10
PC9		0.0090	0.0090	-0.017	0.678	13 / 13
PC10		0.0090	0.0090	-0.02	0.581	11 / 11
PC11		0.0170	0.0170	-0.033	1.042	12 / 12
PC12		0.0110	0.0100	-0.023	0.726	11 / 11
PC13		0.0120	0.0110	-0.025	1.002	15 / 15
PC14		0.0110	0.0110	-0.023	0.805	12 / 12
PC15		0.0130	0.0130	-0.028	1.033	12 / 12
PC16		0.0120	0.0120	-0.026	1.049	12 / 12
PC17		0.0110	0.0100	-0.026	0.349	3 / 3
PC18		-0.0150	0.0150	-0.032	0.850	8 / 8
PC19		0.003	-0.0050	-0.017	0.700	15 / 15
PC20		-0.0120	-0.0120	-0.026	1.024	12 / 12
PC21		-0.013	-0.0130	-0.026	1.167	13 / 13
PC22		-0.015	-0.0150	-0.032	0.897	9 / 9
PC23		-0.0120	-0.0120	-0.027	0.747	9 / 9
PC24		-0.0110	-0.0110	-0.025	0.805	9 / 9
PC25		-0.0210	-0.0220	-0.043	1.289	9 / 9

PC26		0.0110	-0.0120	-0.022	0.883	10 / 10
PC27		0.0150	-0.0150	-0.035	1.108	9 / 9
PC28		0.0130	-0.0140	-0.027	1.165	14 / 14
PC29		0.0100	0.0090	0.022	0.906	14 / 14
PC30		0.0100	0.0120	0.023	0.693	10 / 10
PC31		0.0150	0.0150	0.034		
PC32		-0.0300	-0.0310	-0.081		
PC33		0.0420	0.0820	0.245		
PC34		0.016	0.0150	0.041	1.102	15 / 15
PC35		0.0140	0.0140	0.034	0.763	13 / 13
PC36		0.3130	0.3470	0.865	1.057	16 / 16
PC37		0.0590	0.0430	0.121	1.017	15 / 15
PC38		0.0440	0.0440	0.098	2.608	6 / 7
PC39		0.0330	0.0330	0.074	3.441	9 / 9
PC40		0.0080	0.0080	0.022	0.827	9 / 9
PC41		0.1850	0.1850	0.446	1.272	10 / 10
PC42		0.0390	0.0380	0.223	0.678	13 / 13
PC43		0.0240	0.0240	0.087	0.581	11 / 11
PC44		0.0220	0.0210	0.069	1.042	12 / 12
PC45		0.0890	0.0870	0.203	0.726	11 / 11
PC46		0.0530	0.0730	0.16	1.002	15 / 15
PC47		0.0500	0.0530	0.126	0.805	12 / 12
PC48		0.0780	0.0740	0.297	1.033	12 / 12
PC49		0.0200	0.0190	0.041	1.049	12 / 12
PC50		0.0190	0.0250	0.091	0.349	3 / 3

Mean [m]		1.003437	-0.164431	-10.799680	0.850	8 / 8
Sigma [m]		1.819499	1.685762	1.636966	0.700	15 / 15
RMS Error [m]		2.077850	1.693763	10.923038	1.024	12 / 12

Absolute Geolocation Variance



Min Error [m]	Max Error [m]	Geolocation Error X [%]	Geolocation Error Y [%]	Geolocation Error Z [%]
-	-15.00	0.00	0.00	0.00
-15.00	-12.00	0.00	0.00	0.00
-12.00	-9.00	0.00	0.00	0.00
-9.00	-6.00	0.00	0.59	0.00
-6.00	-3.00	2.96	0.00	6.51
-3.00	0.00	46.15	27.22	51.48
0.00	3.00	49.70	72.19	33.14
3.00	6.00	1.18	0.00	8.88
6.00	9.00	0.00	0.00	0.00
9.00	12.00	0.00	0.00	0.00
12.00	15.00	0.00	0.00	0.00
15.00	-	0.00	0.00	0.00
Mean [m]		0.018545	0.591128	-0.124469
Sigma [m]		1.486500	1.299904	2.049354
RMS Error [m]		1.486615	1.428000	2.053131

Min Error and Max Error represent geolocation error intervals between -1.5 and 1.5 times the maximum accuracy of all the images. Columns X, Y, Z show the percentage of images with geolocation errors within the predefined error intervals. The geolocation error is the difference between the initial and computed image positions. Note that the image geolocation errors do not correspond to the accuracy of the observed 3D points.

Relative Geolocation Variance



Relative Geolocation Error	Images X [%]	Images Y [%]	Images Z [%]
[-1.00, 1.00]	99.41	99.41	100.00

[-2.00, 2.00]	100.00	100.00	100.00
[-3.00, 3.00]	100.00	100.00	100.00
Mean of Geolocation Accuracy [m]	5.000000	5.000000	10.000000
Sigma of Geolocation Accuracy [m]	0.000000	0.000000	0.000000

Images X, Y, Z represent the percentage of images with a relative geolocation error in X, Y, Z.

Geolocation Orientational Variance	RMS [degree]
Omega	1.415
Phi	1.573
Kappa	4.215

Geolocation RMS error of the orientation angles given by the difference between the initial and computed image orientation angles.

Initial Processing Details

System Information

Hardware	CPU: AMD Ryzen 5 3600 6-Core Processor RAM: 16GB GPU: NVIDIA GeForce GTX 1650 SUPER (Driver: 30.0.14.7247)
Operating System	Windows 10 Pro, 64-bit

Coordinate Systems

Image Coordinate System	WGS 84 (EGM 96 Geoid)
Output Coordinate System	WGS 84 / UTM zone 20S (EGM 96 Geoid)

Processing Options

Detected Template	No Template Available
Keypoints Image Scale	Full, Image Scale: 1
Advanced: Matching Image Pairs	Aerial Grid or Corridor
Advanced: Matching Strategy	Use Geometrically Verified Matching: no
Advanced: Keypoint Extraction	Targeted Number of Keypoints: Automatic

Advanced: Calibration	Calibration Method: Standard Internal Parameters Optimization: All External Parameters Optimization: All Rematch: Auto, yes
-----------------------	--

Point Cloud Densification details

Processing Options

Image Scale	multiscale, 1/2 (Half image size, Default)
Point Density	Optimal
Minimum Number of Matches	3
3D Textured Mesh Generation	yes
3D Textured Mesh Settings:	Resolution: Medium Resolution (default) Color Balancing: yes
LOD	Generated: no
Advanced: 3D Textured Mesh Settings	Sample Density Divider: 1
Advanced: Image Groups	group1
Advanced: Use Processing Area	yes
Advanced: Use Annotations	yes

Results

Number of Generated Tiles	1
Number of 3D Densified Points	10675238
Average Density (per m ³)	19.35

DSM, Orthomosaic and Index Details

Processing Options

DSM and Orthomosaic Resolution	1 x GSD (4.99 [cm/pixel])
DSM Filters	Noise Filtering: yes Surface Smoothing: yes, Type: Sharp
Raster DSM	Generated: yes Method: Inverse Distance Weighting Merge Tiles: yes

Orthomosaic	Generated: yes Merge Tiles: yes GeoTIFF Without Transparency: no Google Maps Tiles and KML: no
Raster DTM	Generated: yes Merge Tiles: yes
DTM Resolution	5 x GSD (4.99 [cm/pixel])
Contour Lines Generation	Generated: yes Contour Base [m]: 0 Elevation Interval [m]: 10 Resolution [cm]: 100 Minimum Line Size [vertices]: 20

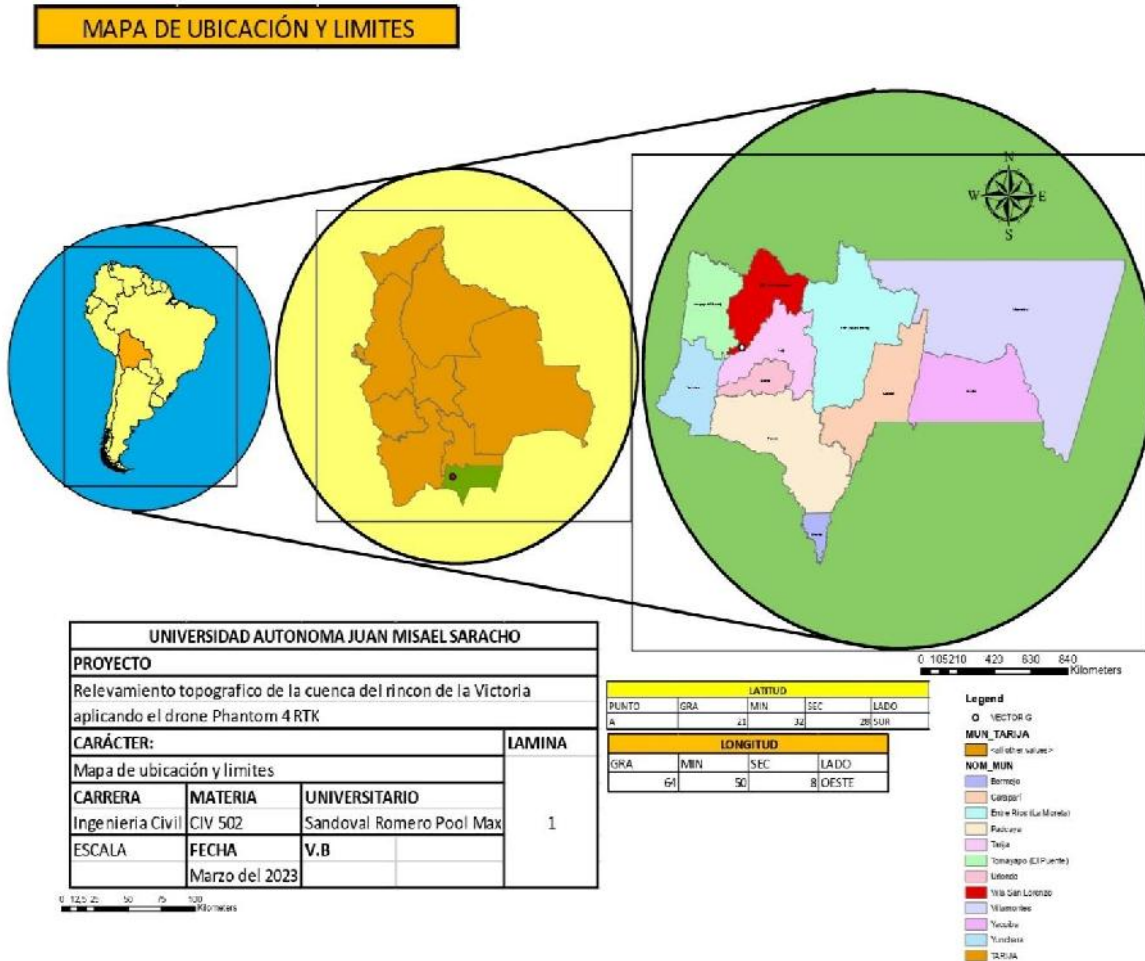
ANEXO G

G. Mapas y planos.

G.1. Mapa de ubicación.

A continuación, podemos observar el mapa de ubicación de la zona del proyecto.

Mapa de ubicación de la zona del proyecto.

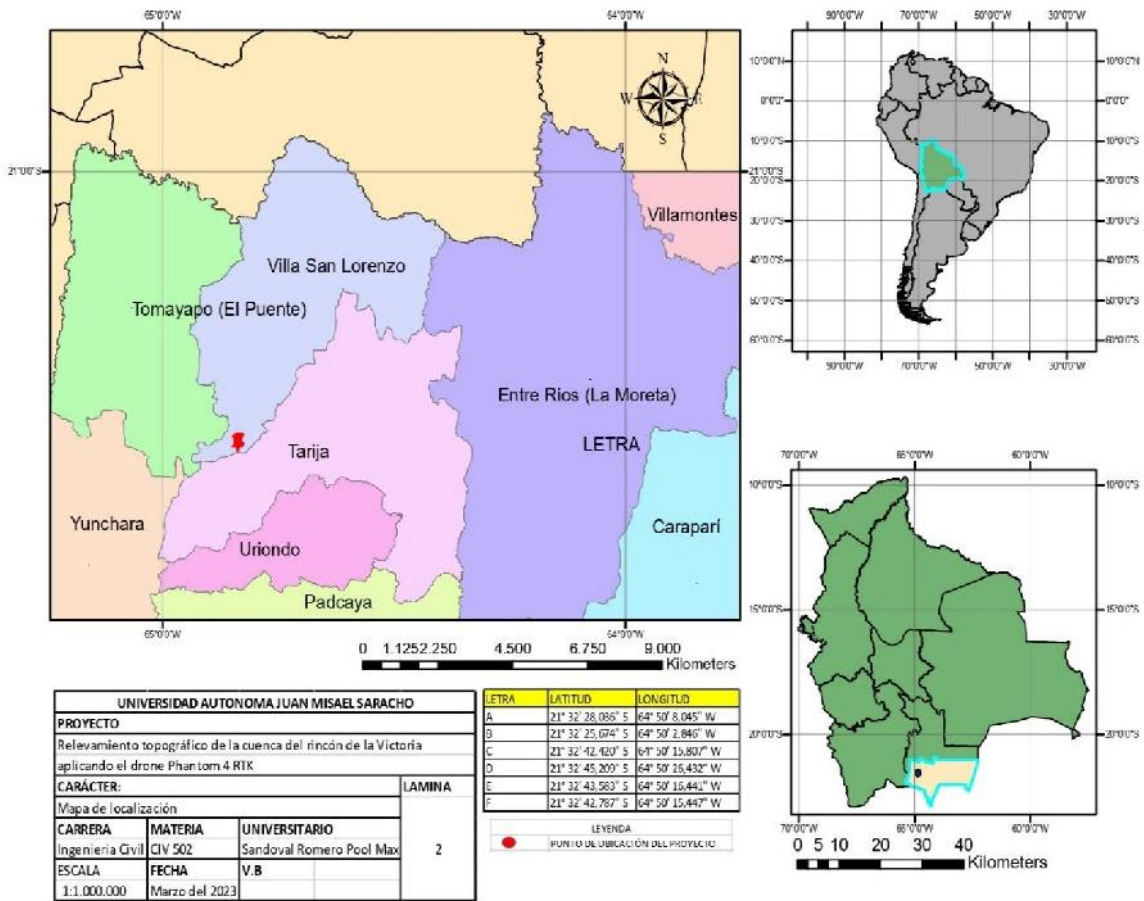


Fuente: Elaboración propia con el software arcgis.

G.2. Mapa de localización.

Observamos el plano de localización de la zona de estudio:

Mapa de Localización de la zona del proyecto.



Fuente: Elaboración propia con el software arcgis.