

PLIEGO DE PRESCRIPCIONES TÉCNICAS PARA LA CONTRATACIÓN DE VUELOS RPAS LIDAR Y FOTOGRAMÉTRICO EN RESERVAS NATURALES FLUVIALES A ADJUDICAR POR PROCEDIMIENTO ABIERTO SUJETO A REGULACIÓN ARMONIZADA.

REF.: TEC00005378

1 TRABAJOS A REALIZAR

El trabajo consiste en la realización de 44 vuelos RPAS (dron) para la adquisición de datos combinados LiDAR y fotogramétricos en 44 tramos de ríos declarados Reservas Naturales Fluviales (RNF).

La empresa adjudicataria deberá facilitar los datos originales, así como los productos obtenidos del procesado de los mismos (nube de puntos LiDAR, MDT, y ortofotografías), según las especificaciones técnicas que se recogen en este pliego.

Nº Uds.	Descripción
44 RNF	VUELO RPAS (dron) LIDAR Y FOTOGRAMÉTRICO

Estas 44 RNF estarán repartidas por todo el territorio peninsular español y en las Islas Baleares (Mallorca). El listado definitivo de RNF en las que deberán realizarse los vuelos será proporcionado por TRAGSATEC al inicio de los trabajos.

2 DESCRIPCIÓN DEL OBJETO DEL CONTRATO Y DESARROLLO DE LOS TRABAJOS

A continuación se definen las especificaciones técnicas que se han de cumplir en las distintas actividades del trabajo, así como las características de los productos a entregar. En el Anexo I se resumen dichas especificaciones técnicas. Los productos se deben entregar de acuerdo a la estructura de carpetas y nomenclatura de productos definidas en el Anexo II.

2.1 Objeto del trabajo

El objeto del trabajo es la realización, en 44 RNF, de:

- Vuelo LiDAR usando RPAS (dron) con una densidad media de 150 pulsos/m² para todo el ámbito del trabajo (zona general que abarca aproximadamente y de media 5 km de largo y unos 100 m de ancho, tomando como eje central el cauce del río volado) y de 240 pulsos/m² en la zona de control

(zona de unas 0,5 hectáreas de media -unos 100 m de largo por 50 m de ancho, tomando como eje central el cauce del río volado, y localizada dentro de la zona general).

- Vuelo fotogramétrico usando RPAS con un GSD inferior a 3 cm para todo el ámbito de trabajo (zona general). Las imágenes deberán disponer de al menos 3 bandas (RGB).
- Generación de productos derivados de los vuelos anteriores.

Ambos vuelos podrán ser o no simultáneos. En este documento se describen las especificaciones que deben cumplir tanto los vuelos como los productos derivados.

Para la realización de los trabajos, Tragsatec aportará a la empresa adjudicataria la delimitación de las zonas a volar, en formato shape referido al sistema geodésico de referencia y proyección definidos en el punto siguiente.

2.2 Normativa de operaciones RPAS

La empresa adjudicataria deberá cumplir a la firma del contrato y hasta la finalización del mismo con lo señalado en el Real Decreto 1036/2017, de 15 de diciembre, por el que se regula la utilización civil de las aeronaves pilotadas por control remoto, o cualquier otra nueva normativa que modifique parcial o totalmente este RD durante la vigencia del contrato.

La empresa adjudicataria se encargará de solicitar cualquier autorización adicional que se deba realizar sobre el organismo competente correspondiente en relación al uso del espacio aéreo o desarrollo de la actividad, haciendo esto especial referencia a los gestores de los espacios naturales protegidos en los que se ubican las Reservas Naturales Fluviales, y debiendo informar, en su caso, a Tragsatec del estado de la autorización y con antelación a la ejecución de los vuelos afectados.

2.3 Ámbito de trabajo

El ámbito de trabajo abarcará una superficie de aproximadamente 2.200 hectáreas repartidas de forma más o menos uniforme (50 ha por ubicación) a lo largo del eje de 44 tramos de ríos declarados RNF.

Las 44 RNF en las que deberán realizarse los vuelos estarán repartidos por todo el territorio peninsular (41 vuelos) y en Baleares (3 vuelos, en Mallorca). Las RNF en las que realizar los vuelos serán especificadas por Tragsatec.

La ubicación concreta de las zonas a volar en cada RNF, a fecha de publicación de este pliego, es la siguiente:

Nombre RNF para vuelos LiDAR	Demarcación Hidrográfica	Comunidad Autónoma	Coordenadas X Sección de Control (ETRS 89 huso 30)	Coordenadas Y Sección de Control (ETRS 89, huso 30)	Código RNF
Río Burbia I	Miño-Sil	CASTILLA Y LEÓN	189377	4746160	ES010RNF001
Rego da Ribeira Grande	Miño-Sil	GALICIA	144222	4673096	ES010RNF003
Tramo medio del río Agüeira	Cantábrico Occidental	PRINCIPADO DE ASTURIAS	184974	4796865	ES016RNF014
Cabecera del río Ponga	Cantábrico Occidental	PRINCIPADO DE ASTURIAS	323052	4781893	ES016RNF015
Cabecera del Saja	Cantábrico Occidental	CANTABRIA	394422	4772986	ES016RNF022
Río Moia hasta la población de Moia	Cantábrico Occidental	GALICIA	179128	4758188	ES016RNF028
Ríos Urrizate-Aritzacun	Cantábrico Oriental	COMUNIDAD FORAL DE NAVARRA	630578	4790324	ES017RNF008
Cabecera del río Altube	Cantábrico Oriental	PAÍS VASCO	508946	4760498	ES017RNF010
Alto Agadón	Duero	CASTILLA Y LEÓN	226790	4488231	ES020RNF037
Fluvioglaciares de Cardaño de Arriba	Duero	CASTILLA Y LEÓN	358314	4760595	ES020RNF041
Arroyo Rebedul	Duero	CASTILLA Y LEÓN	338995	4726415	ES020RNF044
Alto Rubagón	Duero	CASTILLA Y LEÓN	392418	4755038	ES020RNF050
Río Manzanares	Tajo	MADRID	422702	4513932	ES030RNF061
Río Tajo	Tajo	ARAGÓN, CASTILLA LA MANCHA	594095	4487013	ES030RNF063
Río Arbillas	Tajo	CASTILLA Y LEÓN	316089	4451150	ES030RNF079
Río Barbaón	Tajo	EXTREMADURA	235147	4416070	ES030RNF082

Nombre RNF para vuelos LIDAR	Demarcación Hidrográfica	Comunidad Autónoma	Coordenadas X Sección de Control (ETRS 89 huso 30)	Coordenadas Y Sección de Control (ETRS 89, huso 30)	Código RNF
Río Guadarranque	Guadiana	EXTREMADURA	308515	4381636	ES040RNF093
Ríos Estena, Estenilla y Estomiza	Guadiana	CASTILLA-LA MANCHA, EXTREMADURA	352671	4371294	ES040RNF140
Nacimiento del Genil	Guadalquivir	ANDALUCIA	465462	4109845	ES050RNF096
Río Guadalentín	Guadalquivir	ANDALUCIA	512114	4191702	ES050RNF100
Arroyo de la Espinea	Segura	ANDALUCIA	544161	4237335	ES070RNF147
Río Chícamo (desde su nacimiento hasta El Partidor)	Segura	REGIÓN DE MURCIA	674876	4235229	ES070RNF149
Río Cenia	Júcar	COMUNIDAD VALENCIANA	771191	4506695	ES080RNF102
Arroyo de Almagrero	Júcar	ARAGÓN, CASTILLA LA MANCHA	602416	4464583	ES080RNF107
Río Cambrones desde su nacimiento hasta su entrada en el embalse de Mansilla	Ebro	LA RIOJA	504318	4667795	ES091RNF113
Río Vellós desde su nacimiento hasta el río Aso	Ebro	ARAGÓN	750413	4716690	ES091RNF124
Río Matarraña desde su nacimiento hasta el azud del túnel del trasvase al embalse de Pena	Ebro	ARAGON Y CATALUÑA	770333	4520247	ES091RNF127
Río Salenca desde su nacimiento hasta la cola del embalse de Baserca	Ebro	ARAGÓN	808282	4722987	ES091RNF130
Río Isuala desde su nacimiento hasta su desembocadura en el río Alcanadre	Ebro	ARAGÓN	744713	4672516	ES091RNF132
Río Tor desde su nacimiento hasta su desembocadura en el río Valfarrera	Ebro	CATALUÑA	857127	4720438	ES091RNF134
Río Masma-Zona Masma I (código masa de agua ES014NR0170000100)	Galicia Costa	GALICIA	Por determinar	Por determinar	ES014RNFL00000007

Nombre RNF para vuelos LiDAR	Demarcación Hidrográfica	Comunidad Autónoma	Coordenadas X Sección de Control (ETRS 89 huso 30)	Coordenadas Y Sección de Control (ETRS 89, huso 30)	Código RNF
Río Ulla Deza. Zona Río Grovas	Galicia Costa	GALICIA	Por determinar	Por determinar	ES014RNFL00000012
Ternelles	Baleares	BALEARES	Por determinar	Por determinar	ES110ZPROTRNF06
Comafreda	Baleares	BALEARES	Por determinar	Por determinar	ES110ZPROTRNF04
Matzoc	Baleares	BALEARES	Por determinar	Por determinar	ES110ZPROTRNF03
Capçalera de l'Arija	Cuencas internas de Cataluña	CATALUÑA	Por determinar	Por determinar	ES100RNF100001
Torrent d'Aiguafina	Cuencas internas de Cataluña	CATALUÑA	Por determinar	Por determinar	ES100RNF150001
Capçalera de la Glorieta	Cuencas internas de Cataluña	CATALUÑA	Por determinar	Por determinar	ES100RNF050002
Cabecera del Anyet	Cuencas internas de Cataluña	CATALUÑA	Por determinar	Por determinar	ES100RNF220001
Por determinar	Por determinar	Por determinar	Por determinar	Por determinar	Por determinar
Por determinar	Por determinar	Por determinar	Por determinar	Por determinar	Por determinar
Por determinar	Por determinar	Por determinar	Por determinar	Por determinar	Por determinar
Por determinar	Por determinar	Por determinar	Por determinar	Por determinar	Por determinar
Por determinar	Por determinar	Por determinar	Por determinar	Por determinar	Por determinar

2.4 Marco de referencia

Todos los productos entregados, originales y procesados deberán estar referidos como sigue:

- *Sistema Geodésico de Referencia:* **ETRS89**, por estar las RNF en las que se realizarán los vuelos situados en la Península Ibérica e Islas Baleares.

- *Sistema de Referencia Altimétrico:* se utilizarán alturas elipsoidales referidas a ETRS89 en todos los procesos de cálculo. Las transformaciones finales del sistema de altitudes elipsoidales a ortométricas se realizarán utilizando el Modelo de Transformación definido por el Instituto Geográfico Nacional, empleando el modelo de geoide EGM2008 – REDNAP (adaptación del geoide mundial EGM08 a España).
- *Sistema Cartográfico de Representación Planimétrica:* se empleará la proyección Universal Transverse Mercator (UTM) referido al Huso correspondiente a cada zona.

2.5 Equipos de trabajo: sistema LiDAR, cámara fotográfica y equipos auxiliares

Sólo se podrán emplear equipos que cumplan los requisitos de los sistemas de aeronaves pilotadas por control remoto, en las condiciones para la utilización del espacio aéreo y conforme a los requisitos de la operación establecidos en el Real Decreto 1036/2017.o con la normativa que esté en vigor en el momento de la ejecución del vuelo.

- Sistema LiDAR

Se especificará detalladamente el sensor (marca y modelo) y accesorios (sistema GNSS/INS, etc.) que se utilizarán en los trabajos y que reunirán las características apropiadas para la correcta ejecución del proyecto, cumpliendo con los siguientes requisitos mínimos:

- Deberá tener una frecuencia de escaneado mínima de 100 Hz.
- Deberá tener una frecuencia de pulso mínima de para garantizar la densidad de puntos exigida.
- Deberá tener una resolución radiométrica de intensidades múltiples mínima de 8 bits.
- Deberá tener la capacidad de registrar un mínimo de 2 retornos para cada pulso.
- Deberá disponer de sistema de navegación GNSS e inercial (IMU/INS) propio. Este sistema deberá disponer de solución GNSS-RTK

Las especificaciones del sensor LiDAR deberán garantizar la calidad final de la nube de puntos que se exige en este pliego.

- Cámara fotográfica

Se empleará una cámara fotográfica con prestaciones fotogramétricas, debiéndose especificar detalladamente marca, modelo y accesorios que se utilizarán en los trabajos, cumpliendo con los siguientes requisitos mínimos:

- Resolución superior a 18 Mpix.

- FOV transversal mayor de 50° efectivos y menor de 80° sexagesimales.
 - Control de exposición automático.
 - Control automático de las posiciones de disparo (permitiéndose captura basada en tiempo siempre que se garanticen los recubrimientos que se establezcan en el pliego).
 - Resolución espectral de al menos 3 bandas (RGB), si bien se valorará además una banda en el infrarrojo (NIR).
 - Resolución radiométrica de al menos 8 bits por banda.
 - En sistemas de ala fija se deberá disponer de Sistema Forward Motion Compensation (FMC) o similar, y en sistemas de ala rotatoria plataforma giroestabilizadora automática.
 - Sistema de Navegación GNSS sincronizado con la cámara mediante el registro de eventos.
 - Debe disponer de sistema inercial (IMU/INS).
- Receptores GNSS

Para el apoyo y el control de calidad de los vuelos, así como para el establecimiento de la estación de referencia para el procesado de los vuelos, se emplearán equipos geodésicos GNSS de doble frecuencia, especificando detalladamente las características y precisiones.

2.6 Fases y actividades de los trabajos

La realización del vuelo sobre cada una de las RNF comprenderá las fases y actividades que se describen a continuación:

2.6.1 Fase de planificación del vuelo

La empresa adjudicataria entregará la planificación del vuelo y puntos de apoyo/chequeo con antelación suficiente a Tragsatec para su validación, realizando las observaciones que crea oportunas a dicha planificación para garantizar la calidad de los trabajos.

▪ Vuelo LiDAR

La planificación será diseñada atendiendo a lo siguiente:

- El vuelo se planificará a una altura de vuelo sobre el terreno (AGL) y a una velocidad adecuadas para garantizar un mínimo distanciamiento entre líneas de barrido (amplitud de barrido, o máximo espaciado entre puntos en la dirección de vuelo), que permita obtener de manera **homogénea por todo el ámbito de trabajo** la densidad promedio mínima exigida de **150 puntos por metro cuadrado del primer retorno** sin considerar puntos de solape entre

pasadas, salvo en la lámina de agua. En el caso de la **zona de control**, la densidad promedio mínima exigida será de **240 puntos por metro cuadrado del primer retorno**.

- Se planificará estableciendo el eje central del río como la línea central de la pasada y el resto, hasta completar el ámbito de vuelo, paralelas a esta.
- En caso de tener que realizar dos pasadas de vuelo. los ejes de vuelo se situarán en las dos márgenes del río y se deberá garantizar un recubrimiento transversal mínimo del 50%.
- Se deberá trabajar con una única estación de referencia situada en la zona de trabajo, con una longitud máxima de 5 km para cualquier base-línea. Otras opciones deberán ser aprobadas previamente por Tragsatec.
- La trayectoria planificada debe ser la misma que la del vuelo fotogramétrico si la captura no es simultánea.
- Se deberán sobrevolar los puntos de control altimétricos planificados.
- En pasadas interrumpidas, deberán conectarse al menos con un tramo común con una longitud equivalente a 1 ancho de la traza.
- Se planificará con un exceso transversal del ámbito de trabajo del 50% del ancho de barrido y longitudinalmente con el equivalente a 1 ancho de la traza.

▪ Vuelo Fotogramétrico

La planificación será diseñada atendiendo a lo siguiente:

- Se planificará el vuelo de tal manera que se cumpla que el tamaño del pixel medio para toda la pasada sea del GSD definido en el pliego.
- Se establecerán unos recubrimientos longitudinales $\geq 80\%$ (entre fotografías) y transversales $\geq 60\%$ (entre pasadas). En cualquier caso, no podrán quedar zonas sin recubrir estereoscópica y transversalmente, debiéndose aumentar los recubrimientos en caso necesario para garantizar la correlación entre imágenes durante la fase de procesado.
- Se planificará estableciendo el eje central del río como la línea central de la pasada y el resto, hasta completar el ámbito de vuelo, paralelas a esta.
- En caso de tener que realizar dos pasadas de vuelo. los ejes de vuelo se situarán en las dos márgenes del río y se deberá garantizar un recubrimiento transversal mínimo del 60%.
- En el caso de trabajar con soluciones RTK o PPK se deberá trabajar con una única estación de referencia situada en la zona de trabajo, con una longitud máxima de 5 km para cualquier base-línea. Otras opciones deberán ser aprobadas previamente por Tragsatec.
- La trayectoria planificada debe ser la misma que la del vuelo LiDAR si la captura no es simultánea.

- Se deberán sobrevolar los puntos de apoyo planificados si el RPAS no dispone de solución GNSS-RTK (o PPK), o en caso contrario sobre unos puntos de chequeo o control, distribuidos sobre el ámbito de trabajo como se señala en el punto 2.6.3.
- En pasadas interrumpidas, deberá conectarse, al menos, con 5 fotogramas comunes.
- Se planificará con un exceso transversal del ámbito de trabajo del 50% del formato de la foto y con cinco fotocentros que sobrepasen el inicio y fin de la pasada.

▪ Levantamiento de Puntos de apoyo, control y chequeo

Atendiendo a las características del sensor fotográfico y LiDAR, se entregará una planificación con la localización aproximada de los puntos de apoyo, chequeo y control altimétrico que se observarán en la fase de campo.

2.6.2 Fase de ejecución del vuelo

El vuelo se realizará según la planificación previamente aportada y una vez haya sido aprobada por Tragsatec, y siempre que las condiciones meteorológicas u otras no modifiquen los criterios establecidos en la planificación:

- El vuelo no podrá realizarse cuando las condiciones meteorológicas y/o el estado de la superficie (por ejemplo, si estuviese inundada) dificulten la precisión del sensor LiDAR.
- Se realizará una calibración in situ del sensor LiDAR siguiendo las especificaciones del fabricante.
- En general se consideran condiciones favorables cuando el tiempo sea claro, sin nubes, niebla, bruma, nieve, etc. y con velocidad del viento por debajo de la establecida por el fabricante del RPAS.
- Se volará en horario tal que la altura del sol **en general** sobre el horizonte sea ≥ 40 grados sexagesimales, salvo que el desarrollo del proyecto no lo permita y previa aprobación de Tragsatec.
- Las desviaciones de la vertical y/o derivas durante el vuelo deben permitir la orientación de las imágenes y no afectar a la cobertura estereoscópica.
- Para el cálculo de la trayectoria GNSS/IMU-INS, se utilizará una base de referencia en la zona de trabajo.
 - o La precisión de la trayectoria debe ser $< 2 \text{ cm} + 2\text{ppm}$ (obligatoria en el caso del vuelo LiDAR).
 - o La precisión de la posición una vez orientado el vuelo no debe conducir a errores superiores a 3 cm en X, Y y 5cm en h (RMSE).
- La precisión angular en la determinación de la actitud para el vuelo LiDAR con GNSS/IMU-INS, no debe conducir a errores angulares superiores a los especificados por el fabricante.

No se realizará ningún vuelo sin haberse notificado con anterioridad a Tragsatec la fecha y horas en que esto está previsto y sin que Tragsatec haya dado el visto bueno a la fecha propuesta. Esta notificación deberá realizarse por escrito (email) a Tragsatec con una antelación mínima de 15 días. Tragsatec podrá personarse el día del vuelo si así lo estima conveniente y acompañado por el personal que estime necesario.

2.6.3 Apoyo de campo

El apoyo se realizará según la planificación previamente aportada y una vez haya sido aprobada por Tragsatec:

En cuanto al enlace con la geodesia, se emplearán vértices de la Red REGENTE del IGN u otras estaciones que hayan sido observadas por método estático, a partir de REGENTE o de redes autonómicas oficiales enlazadas con REGENTE

El método de observación deberá garantizar las precisiones de las coordenadas de los puntos de apoyo y/o chequeo (relativa con respecto a la base) que serán de:

- Planimetría: $RMSE X,Y \leq 0,015$ m
- Altimetría: $RMSE Z \leq 0,02$ m

La distribución de los puntos levantados será la siguiente:

- Vuelo Fotogramétrico:
 - o Si los centros proyectivos se han planificado en RTK (o PPK), se levantarán puntos de chequeo para validar la precisión del vuelo. Se levantarán, al menos, dos puntos al inicio, dos al final y una cadena de 2 puntos cada km.
 - o Si los centros proyectivos no han planificado en RTK (o PPK), se levantarán puntos de apoyo para la alineación del vuelo y de acuerdo con la planificación del mismo, puntos en las esquinas del bloque, en los cambios de dirección y distribuidos en el interior del bloque a razón aproximada de un punto por cada diez modelos y por cinco pasadas.
 - o Los puntos de apoyo y/o chequeo se preseñalarán con dianas o marcas de pintura de tamaño suficiente para garantizar su medición precisa.
- Vuelo LiDAR:
 - o Para el ajuste altimétrico del LiDAR se levantarán al menos 2 campos de control altimétricos. La localización de los mismos será validada por la Dirección Técnica de los trabajos en la fase de planificación.

2.6.4 Procesado de los datos y obtención de productos

Se procesarán los datos obtenidos para la obtención de nube de puntos LiDAR, MDT y ortofotografías, atendiendo a lo que sigue:

- Vuelo LiDAR
 - Se procesará de forma absoluta toda la misión. Las alturas calculadas serán elipsoidales.
 - Se empleará el software específico del fabricante del sensor LiDAR para el cálculo de la nube de puntos.
 - La precisión general altimétrica tras el ajuste será: $RMSE \leq 5 \text{ cm (X,Y,Z)}$
 - El error máximo entre pasadas será de 10 cm.
 - Se obtendrá el color de los puntos procedentes del vuelo fotogramétrico.
 - Se realizará una clasificación automática de la nube de puntos al menos para la clase suelo.
 - Se generará un Modelo Digital del Terreno (MDT), a partir de la nube de puntos clasificada (clase suelo) con un paso de malla máximo de 20 cm.

- Vuelo Fotogramétrico
 - Se realizará la alineación de las fotografías empleando software específico para vuelos RPAS. Los puntos de enlace se obtendrán de manera digital y automática por los algoritmos empleados en el software, debiendo quedar todas las fotografías correctamente alineadas.
 - Como comprobación del cálculo de la alineación, se medirán los puntos de chequeo sin intervenir en el cálculo.
 - La desviación estándar a priori de los puntos de apoyo se establecerá entorno a la mitad del tamaño del píxel sin exceder la precisión del punto.
 - La desviación estándar a priori de los centros de proyección se establecerá en función del método de observación (valores típicos 3 cm con RTK y 5 m sin RTK).
 - La precisión interna del ajuste del bloque será $0,5 \leq RMSE \leq 1$ del tamaño del píxel del sensor (micras). Las precisiones planimétrica y altimétrica finales serán de: $RMSE \leq GSD$. El residuo máximo en los puntos de apoyo será ≤ 1.5 veces el RMSE, y ≤ 2 veces el RMSE en los puntos de chequeo.
 - Se obtendrá un MDS a partir de la nube de puntos obtenida por correlación con un paso de malla máximo de 20 cm o el que se requiera para garantizar la precisión final de la ortofoto.
 - Se generará una ortofotografía RGB de 8 bits de toda la misión empleando el MDS obtenido. La precisión geométrica será $RMSE \leq 2 \times GSD$.

3 CRONOGRAMA DE LOS TRABAJOS

El plazo para la realización de los trabajos comenzará el día inmediatamente posterior a la firma del contrato y se prolongará a lo largo de doce meses naturales, sin perjuicio de las prórrogas que pudieran pactarse, previo acuerdo escrito de las partes.

El Adjudicatario de los trabajos al comienzo de vigencia del contrato garantizará a través de su cronograma de trabajo la realización de, al menos, 12 RNF al finalizar el segundo trimestre, y nunca más de 22 RNF. En el tercer trimestre deberá haber realizado, al menos, 36 RNF y un máximo de 40.

A medida que avancen los trabajos, se realizarán entregas parciales de la documentación especificada en el apartado 2 del presente pliego de prescripciones técnicas, para que desde Tragsatec se pueda ir realizando un control y de este modo asegurar que la documentación incluida en cada entrega final cumple los requisitos de calidad exigidos. Cada lote de entrega tendrá un máximo de 3 RNF, que serán validadas por Tragsatec en un plazo máximo de 10 días.

La información resultante de los trabajos será enviada tras las distintas fases de trabajo en los formatos especificados en el apartado 5 del presente pliego al técnico designado por Tragsatec, sin perjuicio, de otras entregas parciales y finales definidas por Tragsatec.

La información total resultante de los trabajos será entregada antes de la finalización del contrato de acuerdo a la estructura de carpetas y nomenclatura de productos definidas en el Anexo II del presente pliego de prescripciones técnicas.

4 EQUIPO DE TRABAJO

Para asegurar el correcto desarrollo de los trabajos es imprescindible que estos sean realizados por un equipo con la experiencia y conocimientos específicos necesarios y cuyo número de integrantes asegure el cumplimiento de los plazos previstos.

El equipo de trabajo estará compuesto por los siguientes perfiles:

- Coordinador/a, en calidad de responsable técnico de la ejecución de los trabajos: será el interlocutor con el técnico designado por Tragsatec en lo relativo a todas las cuestiones derivadas de la ejecución de este contrato y recibirá las instrucciones necesarias por parte de TRAGSATEC. Deberá contar con

titulación superior universitaria científica o técnica, y experiencia práctica acreditada en operación y tratamiento de datos Lidar Aerotransportados al menos un año en los últimos tres años.

- Técnico/a operador de procesado de datos: deberá tener perfecto conocimiento de los equipos y tecnologías a utilizar, debiendo contar con titulación de grado medio o superior universitario y experiencia práctica acreditada en operación y tratamiento de datos Lidar Aerotransportados de al menos un año en los últimos tres años.

La persona encargada del manejo del dron durante los vuelos deberá contar con los permisos necesarios para ello.

5 ENTREGABLES

La empresa adjudicataria irá entregando a Tragsatec la documentación que se relaciona a continuación al finalizar cada una de las fases de trabajo especificadas en el apartado 2, para que se pueda ir realizando un control de calidad de los datos, y realizará una entrega final con la documentación que quedase pendiente.

Los resultados de los controles de calidad de la documentación y productos aportados se comunicarán a la empresa con un plazo máximo de 10 días hábiles desde la entrega. Cada lote de entrega comprenderá un máximo de 3 RNF, de manera que deberán ir realizándose las entregas según se realicen los vuelos y se obtengan sus productos asociados.

Las incidencias de documentación detectadas en los controles de calidad deberán ser subsanadas en el plazo máximo de 15 días hábiles desde la fecha de la comunicación de los controles.

Previamente a cualquier otra documentación, se entregarán:

- Informe detallado del sistema LiDAR.
- Informe detallado de la cámara fotográfica.
- Informe detallado de receptores GNSS y sistemas IMU-INS.
- En su caso, las autorizaciones con el visto bueno del organismo competente para el uso del espacio aéreo o desarrollo de la actividad.

5.1 Fase de planificación del vuelo

- Planificación vuelo LiDAR
 - Archivo shape con trayectorias planificadas y los límites laterales de barrido. Excepcionalmente, se podrá entregar un gráfico de vuelo con los parámetros asociados al mismo: trayectoria, altura de vuelo, velocidad de vuelo, densidad promedio, etc.

- Archivo shape con estaciones de referencia GNSS a emplear durante el vuelo y localización de los puntos de ajuste/control altimétrico.
- Planificación vuelo fotogramétrico
 - Archivo shape con pasadas planificadas, huellas de fotogramas y altura de vuelo. Excepcionalmente, se podrá entregar un gráfico de vuelo con los parámetros asociados al mismo: Línea de vuelo, altura de vuelo, recubrimientos transversales y longitudinales, tiempo de vuelo, parámetros de captura.
 - Archivo shape con estaciones de referencia GNSS a emplear durante el vuelo y localización de los puntos de apoyo/chequeo.

5.2 Fase de ejecución del vuelo

Finalizada la fase de ejecución del vuelo, previo al procesado de los datos capturados se entregará:

- Vuelo LiDAR
 - Calibración in situ del sensor LiDAR y sistema GNSS/IMU-INS siguiendo las especificaciones del fabricante.
 - Ficheros RINEX de la estación base de referencia GNSS y del receptor conectado al sensor LiDAR, así como el fichero de registro de la IMU
 - Trayectoria GNSS/IMU por pasada para los ajustes altimétricos de la nube LiDAR en formato ASCII y TRJ
 - Ficheros ajustados LAS del vuelo sin clasificar versión 1.2 con indicador de pasada y parámetros definidos en el estándar establecido para este tipo de ficheros (<http://www.lasformat.org>). Por ejemplo, se incluirán parámetros como el tiempo GPS, la intensidad, el número de retornos, el ángulo de escaneo, etc. Las alturas estarán referidas al Elipsoide ETRS89.
- Vuelo fotogramétrico
 - Fotogramas 8bits (RGB o CIR) en formato JPEG georreferenciado.
 - Ficheros RINEX de la estación base de referencia GNSS y del receptor conectado a la cámara en caso de haber trabajado con soluciones RTK o PPK, y registro de eventos.
- Apoyo:
 - Fichero de las observaciones brutas GNSS registradas en formato RINEX.

- Un fichero para cada vértice REGENTE o estación base de referencia empleada por sesión de trabajo.

- Fotografías:

- Fotografías ilustrativas del trabajo realizado en campo, en las que se observe la zona de trabajo, los equipos utilizados, el personal trabajando, en formato JPG o similar.

5.3 Fase de procesado de datos y obtención de productos

- Procesado de datos LiDAR

- Ficheros resultantes del procesado GPS/IMU.
- Trayectoria GNSS/IMU ajustadas (formato TRJ) Las trayectorias deberán incluir las precisiones en posición y actitud de cada trayectoria.
- Fichero en formato ASCII con la información relativa al ajuste de pasadas y proceso de autocalibración realizado in situ.
- Ficheros LAS clasificados (al menos clase suelo) y coloreados (color procedente del vuelo fotogramétrico) con la nube de puntos LiDAR ajustada. Los ficheros LAS versión 1.2 con indicador de pasada y parámetros definidos en el estándar establecido para este tipo de ficheros (<http://www.lasformat.org>). Por ejemplo, se incluirán parámetros como el tiempo GPS, la intensidad, el número de retornos, el ángulo de escaneo, etc. Las cotas estarán referidas al Geoide EGM2008-REDNAP.
- Informe descriptivo de metodología empleada y resultado del procesado incluyendo precisiones obtenidas.
- MDT en formato GeoTIFF obtenido a partir de la nube de puntos clasificada (clase suelo) con un paso de malla máximo de 20 cm. El MDT estará referido al Geoide EGM2008-REDNAP.
- Informe descriptivo de metodología de clasificación (clase suelo) de la nube de puntos y obtención del MDT.

- Procesado imágenes

- Ficheros resultantes del procesado GNSS del vuelo, en caso de vuelo con PPK.
- Fotogramas 8bits (RGB o CIR) en formato JPEG geoetiquetados una vez orientado el vuelo.
- Parámetros de orientación de los fotogramas (X, Y, Z, Ω , Φ , K) y de autocalibración de la cámara: f, ppa, distorsión radial.
- Fichero LAS con la nube de puntos obtenidos en la correlación automática de las imágenes.

- Informe descriptivo de metodología empleada y resultado del procesado incluyendo precisiones obtenidas.
 - Ortofotografía en formatos TIFF, por cuadrículas y archivo shape de referencia de dicha cuadrícula.
 - Ortofotografía completa en formato ECW.
 - MDS con paso de malla máximo de 20 cm, en formato GeoTIFF, empleado para la generación de la ortofotografía. Este modelo digital estará referido al Elipsoide ETRS89.
 - Informe descriptivo de metodología empleada y resultado del procesado.
-
- Apoyo
 - Fichero ASCII con el resultado del cálculo de las líneas base.
 - Base de datos ACCESS con las coordenadas procesadas de los puntos levantados en campo. Se aportarán tanto las alturas elipsoidales como las cotas ortométricas.
 - Fichero ASCII con el cálculo y compensación de las coordenadas de los puntos de apoyo/chequeo.
 - Gráfico en formato shape de los puntos de apoyo y chequeo obtenidos.
 - Reseña de los puntos de apoyo según modelo facilitado por la Dirección Técnica de los trabajos.
 - Informe descriptivo de metodología empleada y resultado del procesado incluyendo precisiones obtenidas.



ANEXO I

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE VUELOS LIDAR Y FOTOGRAMÉTRICO EN RESERVAS NATURALES FLUVIALES

ANEXO II

NOMENCLATURA DE CARPETAS Y FICHEROS