



*Ministero dell' Ambiente e della
Tutela del Territorio e del Mare*

Ispettorato Generale per l'Emergenza Idrogeologica

**PIANO STRAORDINARIO DI TELERILEVAMENTO AMBIENTALE AD ALTA
PRECISIONE PER LE AREE AD ELEVATO RISCHIO IDROGEOLOGICO**

**FORNITURA DI DATI, SISTEMI E SERVIZI PER IL POTENZIAMENTO DEL
SISTEMA INFORMATIVO DEL PIANO STRAORDINARIO DI
TELERILEVAMENTO AMBIENTALE (PST-A)**

Disciplinare Tecnico

Visto: Il Responsabile del Procedimento

Arch. Stefano Martini

Roma, 13 maggio 2013

INDICE

PREMESSA	8
Art. 1 Obiettivi del Piano Straordinario di Telerilevamento Ambientale (PST-A)	8
Art. 2 Evoluzione dei Sistemi di Telerilevamento	10
Art. 3 La Banca Dati di prodotti interferometrici del PST e il sistema COSMO-SkyMed 12	
Art. 4 Il Geoportale Nazionale e il sotto sistema informativo del PST-A	14
Art. 5 Potenziamento della Banca dati del Sistema Informativo del PST-A	15
CAPO I - GENERALITA'	16
Art. 6 Oggetto dell'Appalto	16
Art. 7 Importo a Base d'Asta	17
Art. 8 Tempi Contrattuali e Pianificazione degli ambiti di intervento	17
Art. 9 Luogo di esecuzione della prestazione dei servizi	20
Art. 10 Glossario di Acronimi e Termini	20
Art. 11 Gli Enti Responsabili	21
Art. 12 Direzione dell'Esecuzione del Contratto e Commissione di Collaudo	21
Art. 12.1 Composizione della Commissione di Collaudo	21
Art. 13 Compiti della Direzione dell'Esecuzione del Contratto	22
Art. 14 Compiti della Commissione di Collaudo	22
Art. 15 Modalità di esecuzione dei lavori	23
Art. 16 Proprietà e riservatezza dei materiali	24
Art. 17 Interventi, spese ed obblighi generali a carico della Ditta appaltatrice	24
Art. 18 Spese di contratto, di registro e accessorie	25
Art. 19 Sospensioni e proroghe	25
Art. 20 Penalità	25
CAPO II - SPECIFICHE TECNICHE DELLA FORNITURA	27
Art. 21 Riferimenti alle specifiche dei Componenti dell'Oggetto di Fornitura	27
Art. 22 Fornitura di Dataset da Telerilevamento LIDAR a media densità da aeromobile	28
Art. 22.1 Definizioni	28
Art. 22.2 Inquadramento delle superfici da rilevare con tecnica LIDAR.....	34
Art. 22.3 Prodotti delle Attività di Telerilevamento secondo la tecnica LIDAR.....	34
Art. 22.4 Proprietà dei dati prodotti dal telerilevamento LIDAR.....	36
Art. 22.5 Georeferenziazione	37
Art. 22.6 Progettazione e pianificazione dei voli – Valutazione di fattibilità.....	37

Art. 22.7	Strumentazione	38
Art. 22.8	Rilevazione posizionale: aree test, GCP, stazioni GPS a terra	38
Art. 22.9	Trattamento dei dati e materiale ausiliario.....	39
Art. 22.10	Parziale copertura	39
Art. 22.11	Le Riprese laser altimetriche	39
Art. 22.12	Gli aeromobili e le certificazioni	40
Art. 22.13	I Sensori laser altimetrici	40
Art. 22.14	Materiali messi a disposizione per l'esecuzione dei lavori	41
Art. 22.15	Materiali di consegna e prodotti.....	41
Art. 22.15.1	Materiale preliminare all'esecuzione del volo	41
Art. 22.15.2	Relazione tecnica a volo eseguito e suoi allegati	41
Art. 22.15.3	Dati sorgente di consegna	42
Art. 22.15.4	Dati elaborati e prodotti finali di consegna.....	43
Art. 22.15.5	Elaborati finali	43
Art. 22.16	Operazioni di Verifica dei prodotti da Telerilevamento LIDAR	46
Art. 22.17	Norme per l'esecuzione del collaudo dei prodotti da telerilevamento LIDAR.....	47
Art. 22.17.1	Specifiche tecniche di collaudo dei prodotti LIDAR	47
Art. 22.17.2	Collaudo dei prodotti LIDAR	48
Art. 23	Fornitura di dataset da telerilevamento LIDAR ad alta densità da aeromobile.....	50
Art. 23.1	Definizioni.....	50
Art. 23.2	Inquadramento delle superfici da rilevare con tecnica LIDAR.....	50
Art. 23.3	Prodotti delle Attività di Telerilevamento secondo la tecnica LIDAR.....	51
Art. 23.4	Proprietà dei dati prodotti dal telerilevamento LIDAR.....	53
Art. 23.5	Georeferenziazione	53
Art. 23.6	Progettazione e Pianificazione dei Voli – Valutazione di fattibilità.....	53
Art. 23.7	Strumentazione	54
Art. 23.8	Rilevazione posizionale: aree test, GCP, stazioni GPS a terra	54
Art. 23.9	Trattamento dei dati e materiale ausiliario.....	54
Art. 23.10	Parziale copertura	55
Art. 23.11	Le Riprese laser altimetriche	55
Art. 23.12	Gli aeromobili e le certificazioni	55
Art. 23.13	I Sensori laser altimetrici	56
Art. 23.14	Materiali messi a disposizione per l'esecuzione dei lavori	56
Art. 23.15	Materiali di consegna e prodotti.....	56
Art. 23.15.1	Materiale preliminare all'esecuzione del volo	56
Art. 23.15.2	Relazione tecnica a volo eseguito e suoi allegati	57
Art. 23.15.3	Dati sorgente di consegna	57

Art. 23.15.4	Dati elaborati e prodotti finali di consegna.....	57
Art. 23.15.5	Elaborati finali	58
Art. 23.16	Operazioni di verifica dei prodotti da telerilevamento LIDAR	60
Art. 23.17	Norme per l'esecuzione del collaudo dei prodotti da telerilevamento LIDAR.....	60
Art. 23.17.1	Specifiche tecniche di collaudo dei prodotti LIDAR	60
Art. 23.17.2	Collaudo dei prodotti LIDAR	60
Art. 24	Fornitura di dataset da telerilevamento LIDAR ad altissima densità da aeromobile.....	62
Art. 24.1	Definizioni.....	62
Art. 24.2	Inquadramento delle superfici da rilevare con tecnica LIDAR.....	62
Art. 24.3	Prodotti delle attività di telerilevamento secondo la tecnica LIDAR.....	63
Art. 24.4	Proprietà dei dati prodotti dal telerilevamento LIDAR.....	65
Art. 24.5	Georeferenziazione	65
Art. 24.6	Progettazione e pianificazione dei voli – Valutazione di fattibilità.....	65
Art. 24.7	Strumentazione	66
Art. 24.8	Rilevazione posizionale: aree test, GCP, stazioni GPS a terra	66
Art. 24.9	Trattamento dei dati e materiale ausiliario.....	66
Art. 24.10	Parziale copertura	66
Art. 24.11	Le Riprese laser altimetriche	67
Art. 24.12	Gli aeromobili e le certificazioni	67
Art. 24.13	I Sensori laser altimetrici	68
Art. 24.14	Materiali messi a disposizione per l'esecuzione dei lavori	68
Art. 24.15	Materiali di consegna e prodotti.....	68
Art. 24.15.1	Materiale preliminare all'esecuzione del volo	68
Art. 24.15.2	Relazione tecnica a volo eseguito e suoi allegati	68
Art. 24.15.3	Dati sorgente di consegna	69
Art. 24.15.4	Dati elaborati e prodotti finali di consegna.....	69
Art. 24.15.5	Elaborati finali	69
Art. 24.16	Operazioni di verifica dei prodotti da telerilevamento LIDAR	72
Art. 24.17	Norme per l'esecuzione del collaudo dei prodotti da telerilevamento LIDAR.....	72
Art. 24.17.1	Specifiche tecniche di collaudo dei prodotti LIDAR	72
Art. 24.17.2	Collaudo dei prodotti LIDAR	72
Art. 25	Fornitura di dataset da telerilevamento iperspettrale da aeromobile	74
Art. 25.1	Definizioni.....	74
Art. 25.2	Inquadramento delle superfici da rilevare con sensore iperspettrale	74
Art. 25.3	Prodotti delle Attività di Telerilevamento iperspettrale.....	74
Art. 25.4	Proprietà dei dati prodotti dal telerilevamento iperspettrale.	75
Art. 25.5	Georeferenziazione	75

Art. 25.6	Progettazione e pianificazione dei voli – Valutazione di fattibilità.....	75
Art. 25.7	Strumentazione	76
Art. 25.8	Rilevazione posizionale: aree test, GCP, stazioni GPS a terra	76
Art. 25.9	Trattamento dei dati e materiale ausiliario.....	76
Art. 25.10	Parziale Copertura	76
Art. 25.11	Le Riprese aeree	77
Art. 25.12	Gli aeromobili e le certificazioni	77
Art. 25.13	Il Sensore iperspettrale	78
Art. 25.14	Materiali messi a disposizione per l’esecuzione dei lavori	78
Art. 25.15	Materiali di consegna e prodotti.....	78
Art. 25.15.1	Materiale preliminare all’esecuzione del volo	78
Art. 25.15.2	Relazione tecnica a volo eseguito e suoi allegati	78
Art. 25.15.3	Dati sorgente di consegna.....	78
Art. 25.15.4	Dati elaborati e prodotti finali di consegna.....	79
Art. 25.15.5	Elaborati finali	79
Art. 26	Fornitura di dataset da telerilevamento fotogrammetrico.....	81
Art. 26.1	Definizioni	81
Art. 26.2	Inquadramento delle superfici da rilevare con sensore iperspettrale	84
Art. 26.3	Prodotti delle attività di telerilevamento secondo la tecnica fotogrammetrica	84
Art. 26.4	Proprietà dei dati prodotti dal telerilevamento fotogrammetrico	85
Art. 26.5	Georeferenziazione	85
Art. 26.6	Progettazione e Pianificazione dei Voli – Valutazione di fattibilità.....	86
Art. 26.7	Strumentazione	86
Art. 26.8	Rilevazione posizionale: aree test, GCP, stazioni GPS a terra	87
Art. 26.9	Trattamento dei dati e materiale ausiliario.....	87
Art. 26.10	Parziale copertura	87
Art. 26.11	Le Riprese aeree	88
Art. 26.12	Gli aeromobili e le certificazioni	89
Art. 26.13	I Sensori	89
Art. 26.14	Materiali messi a disposizione per l’esecuzione dei lavori	90
Art. 26.15	Materiali di consegna e prodotti.....	90
Art. 26.15.1	Materiale preliminare all’esecuzione del volo	90
Art. 26.15.2	Relazione tecnica a volo eseguito e suoi allegati	90
Art. 26.15.3	Dati sorgente di consegna.....	91
Art. 26.15.4	Dati elaborati e prodotti finali di consegna.....	91
Art. 26.15.5	Elaborati finali	92
Art. 26.16	Norme per l’esecuzione del collaudo dei prodotti.....	93
Art. 26.16.1	Specifiche tecniche di collaudo dei prodotti.....	93

Art. 26.16.2	Collaudo dei prodotti.....	94
Art. 27	Fornitura di un dataset di misure di movimenti lenti del suolo	95
Art. 27.1	Inquadramento	95
Art. 27.2	Prodotti delle attività di elaborazione dei dati da telerilevamento basato su interferometria.....	96
Art. 27.3	Proprietà delle misure prodotte dall'elaborazione dei dati da telerilevamento basato su interferometria	96
Art. 27.4	Materiali messi a disposizione per l'esecuzione dei lavori	97
Art. 27.5	Accuratezza.....	97
Art. 27.5.1	Specifiche delle misure.....	97
Art. 27.5.2	Operazioni di verifica	98
Art. 27.5.3	Sottosistema di archiviazione e accesso ai dati	99
Art. 27.5.4	Metadati.....	100
Art. 27.5.5	Rapporto tecnico	100
Art. 27.5.6	Modalità di consegna.....	100
Art. 28	Potenziamento della componente infrastrutturale del Geoportale Nazionale 101	
Art. 28.1	Il Sistema Informativo del PST-A	101
Art. 28.2	Il Sistema di archiviazione del PST-A.....	101
Art. 28.3	Fornitura di apparecchiature per il potenziamento di un preesistente sistema di storage del GN.....	102
Art. 28.4	Fornitura di apparecchiature hardware per l'aggiornamento tecnologico di apparati di networking del Geoportale Nazionale	102
Art. 29	Misure di accompagnamento per la realizzazione della fornitura	103
Art. 29.1	Servizio Assistenza Tecnica per le verifiche del dissesto idrogeologico.....	103
Art. 29.1.1	Dimensioni del servizio di verifica a terra	103
Art. 29.1.2	Servizio di Assistenza Evolutiva	103
Art. 29.1.3	Dimensioni del Servizio di Assistenza Evolutiva	104
Art. 29.2	Modalità di esecuzione dei servizi di verifica a terra e di Assistenza Evolutiva.....	105
Art. 29.2.1	Premessa	105
Art. 29.2.2	Definizione di "Modalità progettuale"	105
Art. 29.2.3	Definizione di "Modalità continuativa a consumo"	106
Art. 29.2.4	Specifiche per l'erogazione del servizio di verifica a terra	106
Art. 29.2.5	Specifiche per l'erogazione del servizio di Assistenza Evolutiva.....	106
Art. 29.2.6	Orario del servizio, disponibilità.....	107
Art. 29.2.7	Pianificazione e consuntivazione.....	107
Art. 29.2.8	Modalità di consegna dei prodotti.....	109
Art. 29.3	Servizio di installazione di sistemi ed apparati per il potenziamento del GN.....	112
Art. 29.4	Servizio di Manutenzione in garanzia.....	112

Art. 29.5 Livelli di servizio attesi per i servizi richiesti..... 113

Art. 29.5.1 Indicatori di qualità per il Servizio di Assistenza Evolutiva 113

PREMESSA

Art. 1 Obiettivi del Piano Straordinario di Telerilevamento Ambientale (PST-A)

Il Piano Straordinario di Telerilevamento Ambientale (PST-A), ai sensi della legge 179 del 31 luglio 2002 art. 27, è un Accordo di Programma tra Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio del Mare (MATTM), Presidenza del Consiglio dei Ministri – Dipartimento della Protezione Civile (DPC) e Ministero della Difesa (MD) d'intesa con le Regioni e le Province Autonome ed ha l'obiettivo generale di generare e rendere disponibili e condivisibili, all'intero comparto della Pubblica Amministrazione, informazioni relative alla morfologia dei territori indispensabili e soprattutto propedeutiche per la realizzazione di elaborati ad alto valore aggiunto finalizzati al supporto dei processi decisionali e di quelli operativi. I dati informativi saranno ottenuti da processi di *telerilevamento*, ovvero dall'acquisizione a distanza di dati riguardanti il territorio e l'ambiente.

L'obiettivo del Piano Straordinario inizialmente fu quello di avviare, per la prima volta, la costituzione di una Base Dati rappresentativa del territorio Nazionale, ed in particolare riguardo alla sua configurazione ed al suo rapporto con l'ambiente. Una base dati ad altissima risoluzione, ed a elevato valore aggiunto, da realizzarsi tramite l'utilizzo delle tecnologie sensoristiche più evolute, sia da piattaforme satellitari e sia da aeromobile, attualmente disponibili.

I singoli dati acquisiti e l'accesso alla banca dati saranno resi disponibili alle diverse amministrazioni al fine di supportare:

- indagini conoscitive
- monitoraggi in sito
- attività di prevenzione e di predizione nelle aree classificate e/o classificabili a elevato rischio di dissesto idrogeologico così come individuate negli strumenti di pianificazione di bacino (PAI)

Le basi dati realizzate rappresenteranno un valido contributo alle attività di governo del territorio, supportando in particolare le attività di topografia, cartografia e fotogrammetria numerica, la modellistica tridimensionale, i Sistemi Informativi Territoriali e, soprattutto, i Sistemi Informativi di Supporto alle decisioni.

Pertanto, il presente progetto di PST-A è finalizzato al potenziamento degli strumenti di conoscenza già messi a disposizione nell'ambito delle attività sin qui realizzate, e creandone di nuovi, al fine di rafforzare le capacità degli enti territoriali preposti al monitoraggio e al controllo del territorio. Per realizzare l'obiettivo è indispensabile il ricorso all'utilizzo delle tecnologie più evolute di Telerilevamento, contribuendo così a sviluppare ulteriormente un processo di accrescimento delle conoscenze delle tecnologie stesse ed a favorire la diffusione dell'utilizzo di tali tecniche nella Pubblica Amministrazione in generale.

Si conferma così il valore strategico del progetto PST-A originale che era quello di realizzare e rendere fruibile il più vasto "set di dati" riferiti al territorio. Un "set di dati" in larga parte già acquisito tramite le precedenti fasi del piano di telerilevamento evoluto, ed integrato con i dati già realizzati o in corso di realizzazione da parte delle Pubbliche Amministrazioni Centrali o Locali. L'attuale progetto conferma così l'obiettivo strategico del

PST-A, che è quello di realizzare una base dati completa per il supporto ai processi decisionali in tutte le aree soggette al rischio del dissesto idrogeologico e a favorire la condivisione tra tutti soggetti interessati dei “data set” delle metodologie e dei risultati.

Ne consegue che il presente Appalto costituisce lo stadio evolutivo di un programma d’informazioni relativo all’intera morfologia del territorio nazionale tramite l’acquisizione di dati da telerilevamento con sensori LIDAR, obiettivo del Ministero dell’Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare.

Una base dati affinché possa essere considerata efficace a supportare i complessi processi decisionali deve essere composta da dati di natura eterogenea e che abbiano, in pari tempo, un elevato tasso d’aggiornamento che ne assicurino l’affidabilità; tutto ciò non può che comportare la necessità di disporre di una notevole dimensione di dati attesi dal PST-A. La molteplicità e la specificità di dati, la loro gestione e distribuzione durante l’acquisizione, la condivisione dei dati e dei risultati perseguiti impone inevitabilmente l’adeguata coerenza agli obiettivi delle infrastrutture di erogazione dei servizi.

Detto sistema è individuato nel Geoportale Nazionale (GN), che è l’unica infrastruttura Nazionale pubblica in grado di assicurare la condivisione, tramite servizi aperti e coerenti con gli standard (indicati da DigitPA, INSPIRE) dei dati geo-topocartografici di interesse ambientale e territoriale.

Il GN, da tempo, offre la garanzia di una reale interoperabilità; esso è l’Infrastruttura Nazionale di Dati Territoriali (INDT nella letteratura in italiano e NSDI nella letteratura in lingua inglese) predisposta per supportare l’estensione del sistema sia in termini di scalabilità che di interoperabilità con le altre sorgenti di dati spaziali.

Le caratteristiche peculiari dei servizi da erogare, delle tecnologie a supporto individuate, così come le modalità dei processi relativi ai dati da acquisire da satellite e/o da aeromobile, dovranno permettere di effettuare analisi nelle aree del territorio specificatamente individuate.

Pertanto, anche l’obiettivo di questa fase evolutiva del PST-A è quello di continuare a conferire, alle Pubbliche Amministrazioni territorialmente responsabili, risorse informative e/o informatiche finalizzate a:

- fornire al Paese un qualificato ed evolutivo “data set” ad alto valore aggiunto, cronologicamente definito, al fine di costituire la piattaforma indispensabile per supportare le attività di monitoraggio e gestione di aree a rischio potenzialmente tali, a integrazione, completamento e/o aggiornamento delle banche dati realizzate;
- confermare le accuratezze dei dati che dovranno essere coerenti sia con gli obiettivi prioritari nel “data set” sia con l’esigenza e la fattibilità del loro aggiornamento nel tempo da parte dei diversi soggetti coinvolti ed interessati, sia con le differenti classi di obiettivi che un piano a carattere nazionale necessariamente impone;
- confermare la fruibilità, mediante il GN dei dati e delle informazioni contenute nel “data set” e nei Sistemi Informativi Geografici delle diverse Amministrazioni coinvolte nel PST-A e, in particolare, del MATTM, del DPC, del MD e a tutto il comparto della Pubblica Amministrazione Centrale e Locale; ciò sarà attuato secondo i criteri di sicurezza definiti nell’ambito del Sistema Pubblico di Connettività (SPC);
- confermare l’utilizzo sistematico dei risultati ottenuti dalle tecniche di Telerilevamento, realizzate secondo metodologie consolidate e validate, idonee per il monitoraggio nelle aree a rischio idrogeologico e ambientale;

- garantire l'integrazione dei dati telerilevati con eventuali altri rilevati al suolo o di archivio, come le proprietà di risposta spettrale dei materiali, le proprietà fisiche del terreno, le informazioni tematiche, gli indicatori di rischio, i dati statistici e quant'altro utile e necessario per la valutazione del livello di rischio cui risultano esposte persone, infrastrutture e beni sul territorio;
- valutare e verificare l'efficacia ed efficienza nel tempo degli interventi di mitigazione del rischio nel frattempo realizzati, anche attraverso eventuali sistematiche pianificazioni di attività di monitoraggio di tipo multi temporale e multiplatforma.

Le iniziative richieste col presente progetto confermano la focalizzazione a sviluppare nella Pubblica Amministrazione un progressivo e rapido processo di accrescimento delle conoscenze e della corretta utilizzazione di dati accurati ottenuti dall'impiego delle più moderne tecnologie di Telerilevamento, anche e soprattutto in riferimento a quanto è già in fase di avanzata realizzazione dal **Piano Spaziale Nazionale (PSN)** in relazione all'osservazione della Terra per le attività di mitigazione dei rischi di carattere geo-ambientale.

Il progetto conferma l'integrazione evolutiva del PST-A che si è prefisso di dotare l'Amministrazione Centrale e le Amministrazioni delle Regioni e delle Province Autonome di:

- risorse informative particolarmente di dettaglio basate sull'utilizzo continuo di tecniche di telerilevamento, consolidate e standardizzate, che consentano l'analisi e il controllo delle aree a più alto rischio sia idrogeologico che Ambientale;
- basi dati utili per elaborazioni ad alto valore aggiunto, quali: indicatori di rischio, dati statistici e quant'altro utile e necessario per valutare il livello di rischio idrogeologico a cui risultano esposte persone, infrastrutture e beni sul territorio;
- strumenti per la gestione, l'integrazione e l'interscambio dei dati e delle informazioni prodotte nell'ambito del PST-A stesso;
- ulteriore disponibilità di dati a supporto dell'informazione territoriale, provenienti da diverse fonti, da diverse tecnologie, e con differenti gradi di accuratezza in coerenza con un approccio di tipo multiscala.

Art. 2 Evoluzione dei Sistemi di Telerilevamento

L'Italia è il Paese Europeo, che per la particolarità del suo intero assetto geomorfologico, è più esposto ai rischi di dissesto idrogeologico, e somma l'altro fattore di rischio rappresentato dalla particolare conformazione delle coste italiane e la loro predisposizione al rischio di erosione costiera. A queste cause naturali vanno aggiunti i fattori antropici che hanno contribuito ad amplificare la portata di questi fenomeni. L'acquisizione in dettaglio della morfologia dei territori ed in particolare delle aree predisposte al rischio rappresenta la priorità assoluta per creare le condizioni di conoscenza per il governo dei territori stessi.

L'evoluzione tecnologica dei sistemi di telerilevamento consente di osservare il territorio in maniera sinottica e di monitorarne sia l'evoluzione sia i cambiamenti. In particolare, il monitoraggio dell'evoluzione spazio-temporale di alcuni fenomeni di dissesto non può che essere effettuato se non mediante l'utilizzo dei dati ottenuti o elaborati da processi di telerilevamento acquisiti in maniera sistematica nel tempo. La ripetizione è legata alla capacità ed alla possibilità di rivisitazione puntuale propria dei sistemi di osservazione spaziale.

Il monitoraggio spazio-temporale è assai utile nei processi di studio e previsione del dissesto idrogeologico e dell'erosione delle coste, e può essere realizzato utilizzando in modo combinato i sensori ubicati sui satelliti e quelli montati su aeromobili.

Le tecnologie innovative identificate per realizzare il Piano di telerilevamento nazionale e la sua evoluzione sono:

- **Tecnica LIDAR (*Light Detection and Ranging*)**

Il telerilevamento effettuato con i sensori Laser, trasportati su aeromobile, permette la realizzazione di "Data set" indispensabili per la rappresentazione matematica della superficie fisica terrestre mediante una griglia di punti plano-altimetricamente determinati. Infatti il modello digitale del terreno (DTM) e quello delle superfici (DSM) sono informazioni fondamentali per rappresentare puntualmente la morfologia delle aree di pericolosità idrogeologica.

Il modello digitale del terreno (DTM) é la base geometrica fondamentale anche per le attività di modellazione idraulica, per la perimetrazione delle aree di potenziale esondazione dei principali corsi d'acqua, e per la modellazione idrologica e d'individuazione delle aree maggiormente esposte a pericolo in caso di eventi alluvionali.

Il DTM pertanto costituisce il riferimento metrico utile alla rappresentazione anche nel tempo delle discontinuità artificiali e naturali.

Inoltre, limitatamente alle porzioni di territorio interessate, il modello potrà essere utilizzato in campo forestale, viario, nella progettazione di massima di opere pubbliche, nella pianificazione territoriale ecc..

- **Tecnica Interferometria satellitare**

I dati satellitari di tipo SAR, elaborati con tecniche di tipo interferometrico, permettono di realizzare "data set" in grado di offrire un significativo supporto alle attività di controllo e monitoraggio dei fenomeni di dissesto, ed in particolare, delle deformazioni del suolo al movimento dei versanti. La tecnica interferometrica fornisce un ottimo strumento complementare alle tradizionali tecniche di analisi del dissesto idrogeologico.

In ambito applicativo, il telerilevamento interferometrico con quello da aeromobile, rappresentano lo strumento più evoluto per monitorare lo stato delle aree sottoposte ai rischi di dissesto idrogeologico, in quanto consentono sia l'acquisizione periodica e sinottica dei parametri e dei precursori di attivazione dei movimenti e sia l'acquisizione di dati particolarmente accurati relativi alla morfologia del terreno; tutti questi dati sono indispensabili per supportare l'analisi dei fattori di predisposizione del territorio ai fenomeni di dissesto.

- **Tecnica Iperspettrale**

Un ulteriore valore aggiunto offerto dalle moderne tecnologie di telerilevamento è rappresentato dall'impiego dei sensori iperspettrali particolarmente indicati nelle attività di analisi e valutazione di tipo ambientale.

La tecnologia iperspettrale permette: di estendere il concetto tradizionale di osservazione, analisi e valutazione dei fenomeni territoriali e di oltrepassare la semplice catalogazione d'informazioni topografiche inserendo set di informazioni di valenza ambientale. I dati ottenibili dal telerilevamento iperspettrale possono infatti contribuire in modo efficace alla realizzazione di mappe del rischio. Infatti

usufruendo delle informazioni ottenibili dall'impiego di sensori iperspettrali si possono ricavare una pluralità di informazioni sull'uso del suolo, sull'umidità e sulla chimica del territorio, sulla quantità, qualità e stato della vegetazione.

La possibilità di discriminare diversi tipi di suolo e diversi tipi di roccia rappresenta un'ulteriore e/o complementare risorsa informativa per la identificazione dei materiali instabili, così come è possibile rilevare fenomeni di alta umidità del suolo che potrebbero lubrificare gli stessi materiali instabili.

- **Tecnica Fotogrammetrica**

La fotogrammetria rappresenta anch'essa uno strumento di acquisizione di dati metrici e tematici tra i più affidabili e immediati. Essa costituisce infatti una procedura di rilevamento, prospezione e documentazione delle realtà territoriali, ambientali, urbane e architettoniche. Per ottimizzare il processo di ortorettifica delle immagini è necessario associare alle riprese un coerente ed accurato modello digitale del terreno; infatti l'accuratezza e la qualità informativa delle ortofoto è direttamente proporzionale all'accuratezza del dato morfologico, che in contesti territoriali contrastati solo i rilievi lidar possono assicurare.

La disponibilità di questi "data set" informativi, la loro integrabilità con altri dati essenziali quali i modelli digitali della superficie e con i dati vettoriali georiferiti (quali demografici, zonizzazioni urbanistiche, anagrafi e censimenti delle attività produttive, modelli idropluviometrici ed idraulici) contribuiscono a poter valutare il rischio idrogeologico in termini di vulnerabilità del territorio e pericolosità dell'evento.

Il progetto, oggetto del presente bando di gara conferma l'obiettivo qualificante del PST-A che era e rimane quello di predisporre un sistema conoscitivo sullo stato del territorio nazionale all'inizio del terzo millennio e di creare le condizioni informative per supportare nel tempo gli indispensabili controlli multitemporali. Tali monitoraggi possono già ora ed ancor più in futuro avvalersi come riferimento di partenza, degli strati informativi generati dal PST-A. Ne consegue che in considerazione del fabbisogno attuale e di quelli facilmente immaginabili per il futuro si conferma l'indispensabilità di realizzare processi di rilevamento, che siano omogenei e coerenti per tutto il territorio nazionale.

Art. 3 La Banca Dati di prodotti interferometrici del PST e il sistema COSMO-SkyMed

Nell'ambito del Piano Straordinario di Telerilevamento Ambientale è stata costituita la prima Base-Dati sull'intero territorio nazionale di misure di spostamenti del terreno, mediante interferometria SAR. Tale tecnica ha consentito di misurare le deformazioni lente della superficie osservata da radar a bordo dei sistemi satellitari, attraverso l'analisi di misure della distanza sensore-bersaglio su un insieme sparso di punti.

Le misure si riferiscono al periodo 1992 – 2010 e sono state ottenute tramite elaborazione dei dati acquisiti in banda C dai satelliti dell'Agenzia Spaziale Europea (ESA) ERS 1/2 ed ENVISAT. L'intero archivio ESA di dati SAR disponibili sul territorio Italiano è stato elaborato con tecniche di persistent scatterer interferometry. I risultati costituiscono una base di dati di decine di milioni di punti di misura e sono, resi fruibili attraverso il Geoportale Nazionale.

L'aggiornamento di questa base dati è di fondamentale importanza in quanto i movimenti del terreno sono soggetti ad evoluzioni. Tale aggiornamento, non più possibile con i

satelliti ERS ed Envisat che hanno terminato il loro ciclo di vita, può essere garantito con i satelliti di nuova generazione in banda X COSMO-SkyMed.

Inoltre, il sensibile miglioramento delle caratteristiche di COSMO-SkyMed rispetto ai satelliti precedenti, consente analisi più accurate e un monitoraggio continuo del territorio. Un lavoro preliminare eseguito nell'ambito del Piano Straordinario di Telerilevamento Ambientale su tre aree sperimentali ha ben evidenziato l'incremento delle misure sul territorio rispetto ai sistemi precedenti e la loro maggiore accuratezza, esaltando le potenzialità intrinseche del sistema, aprendo la strada anche a nuove applicazioni in tale campo.

COSMO-SkyMed™ (“**C**onstellation of Small **S**atellites for **Mediterranean** basin **O**bservation, di seguito denominata “Cosmo”) è il primo sistema duale - civile e militare - di satelliti radar per l'osservazione terrestre; il sistema è promosso dall' Agenzia Spaziale Italiana e dal Ministero della Difesa. COSMO-SkyMed è la componente italiana di un sistema italo-francese risultato di un accordo intergovernativo bilaterale Italia-Francia siglato nel 2001 - Accordo di Torino - e ratificato con la Legge 10 gennaio 2004, n. 20; nella sua configurazione finale, il sistema bilaterale - ORFEO - dispone di 4 satelliti radar italiani in banda X (COSMO-SkyMed) e di 2 satelliti ottici francesi (Pleiades) che orbitano a un'altezza di circa 600 km intorno alla Terra. Inoltre, COSMO-SkyMed è la componente italiana (national contributing mission) del sistema europeo Kopernikus (ex GMES) ed è censito fra le fonti di dati dell'iniziativa europea INSPIRE. Il programma è stato finanziato in parte dal ministero dell'istruzione e in parte dal ministero della difesa.

Il sistema comprende anche infrastrutture di terra (Ground Segment) dedicate alla gestione della costellazione e di servizi per la raccolta, l'archiviazione e la distribuzione dei dati SAR acquisiti.

La missione Cosmo è stata realizzata allo scopo di fornire informazioni e servizi avanzati per la gestione del territorio e del mare. Le immagini acquisite dal sistema Cosmo sono caratterizzate da alta risoluzione ed elevata precisione (geo-localizzazione, radiometria, ecc), entrambe sensibilmente maggiori rispetto alle immagini SAR delle precedenti missioni spaziali (per esempio ERS ed ENVISAT), e con ridotti intervalli di tempo fra le possibili acquisizioni sulla stessa area a terra. Il sistema, tecnologicamente avanzato, utilizza sistemi d'acquisizione e di trasmissione dati flessibili e innovativi, tali da consentire diverse modalità e geometrie di acquisizione; i sensori SAR multimodali possono operare con modalità d'acquisizione Spotlight2 (per risoluzioni inferiori al metro e immagini con ridotta copertura), StripMap (per risoluzioni dell'ordine del metro e immagini con copertura nell'ordine delle decine di km) e ScanSAR (per risoluzioni medie e basse, relative a immagini con grande copertura).

I quattro satelliti che costituiscono la costellazione del sistema Cosmo sono stati lanciati fra giugno 2007 e novembre 2010. Oggi la costellazione è pienamente operativa ed è in atto un piano di acquisizione sull'Italia denominato progetto MapItaly. Tale progetto è stato avviato da ASI nel 2009 con lo scopo di costruire un archivio di serie temporali di immagini, con adeguato intervallo temporale fra le acquisizioni, finalizzato alla misura dei movimenti lenti della superficie osservata tramite tecniche interferometriche su tutto il territorio nazionale.

Le immagini sono acquisite in modalità StripMap Himage con risoluzione a terra di 3 m x 3 m, lungo diverse strisciate contigue ognuna di larghezza circa 40 km. Alle diverse strisciate corrispondono in generale angoli di vista diversi, che sono stati selezionati in modo da massimizzare la sensibilità rispetto ai movimenti verticali del terreno e quindi ottimali per l'osservazione di fenomeni di subsidenza e frane. Ogni strisciata è

scomponibile in una serie di tasselli, denominati *frames*, della dimensione di un prodotto standard StripMap Himage COSMO-SkyMed (40 km x 40 km).

Le misure ottenute dalle elaborazioni interferometriche dei dati del progetto MapItaly possono offrire un valido strumento di supporto al monitoraggio di aree critiche del territorio italiano soggette a continue trasformazioni, migliorando le capacità di osservazione di fenomeni quali subsidenza e frane, deformazioni vulcaniche e sismiche, fornendo anche informazioni utili al controllo della stabilità di infrastrutture ed edifici.

Art. 4 Il Geoportale Nazionale e il sotto sistema informativo del PST-A

Il **Geoportale Nazionale** con la sua **Infrastruttura Nazionale di Dati Territoriali** è un “sistema distribuito” costituito dalle seguenti componenti funzionali:

- un geoportale, il **Geoportale Nazionale (GN)** contenente: il repository centralizzato dei dati prodotti e condivisi, dei relativi metadati, la Base Dati Cartografica di Riferimento e il Catalogo dei metadati dell' **Infrastruttura Nazionale di Dati Territoriali**;
- un insieme di Nodi Informativi Decentrati (**Infrastruttura Nazionale di Dati Territoriali**), ognuno dei quali ospita gli strati informativi e i database a copertura locale, alimenta il repository centralizzato dei metadati nazionali del GN, e rappresenta un nodo di condivisione di dati geotopocartografici mediante un geoportale di pubblicazione in Internet.

l'**Infrastruttura Nazionale di Dati Territoriali** è la National Spatial Data Infrastructure italiana (NSDI), già correttamente impostata secondo gli standard di settore Nazionali - individuati dal *Comitato Tecnico Nazionale per il Coordinamento Informatico dei Dati Territoriali (ex-DigitPA)* e nel pieno recepimento della più generale strategia della European-SDI prevista dalla direttiva INSPIRE del 14 marzo 2007.

Il Sistema garantisce l'interoperabilità, l'accesso, la condivisione e la distribuzione di strati tematici e delle informazioni sia elaborate nell'ambito del PST-A che provenienti da altre fonti, evitando duplicazione di dati e massicci trasferimenti di banche dati Cartografiche.

In questo contesto, il **Sistema Informativo del PST-A**, rappresenta un sottoinsieme del GN, ed è costituito dalle seguenti componenti funzionali, aggiuntive rispetto a quelle su elencate:

- un **Sistema Centrale di Archiviazione** del PST, che assicura le funzioni di ambiente di integrazione/elaborazione dei dati acquisiti dal PST-A e dei prodotti realizzati; il sistema è già operativo ed è situato presso il Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare – Ispettorato Generale per l'Emergenza Idrogeologica, in seno al GN. il potenziamento di questo sistema comporterà il potenziamento dell'infrastruttura tecnologica del GN e la distribuzione/condivisione delle informazioni da esso generate;
- un insieme di **Nodi Informativi Decentrati**, partecipanti dell'organizzazione territoriale del DPC, del SMD, delle Regioni, delle Province Autonome, e organizzati gerarchicamente in sottoreti già esistenti (DPC, SMD, Regioni) ciascuna delle quali dotata di un geoportale di accesso al **Infrastruttura Nazionale di Dati Territoriali**, secondo una logica di **SDI**. Tali geoportali, nel caso dello SMD e del DPC, si assumono, nell'ambito dell'architettura articolata, come operativi presso i corrispondenti Nodi Informativi Centrali e atti a garantire la diffusione e l'uso dei prodotti del PST tramite l'integrazione con il GN mediante l'**Infrastruttura Nazionale di Dati Territoriali**.

L'architettura di sistema dell'**Infrastruttura Nazionale di Dati Territoriali** si evolve progressivamente in linea con lo spirito dell'Accordo di Programma del PST-A e coerentemente con l'evoluzione delle tecnologie di interoperabilità dei dati, secondo procedure condivise di tipo non invasivo, garantendo comunque la salvaguardia delle esigenze di sicurezza delle Amministrazioni coinvolte nell'Accordo, con particolare riferimento alle problematiche di sicurezza nazionale.

Art. 5 Potenziamento della Banca dati del Sistema Informativo del PST-A

L'attività prevede l'inserimento e l'integrazione nella Base Dati del GN presso il MATTM dell'insieme di tutti i dati ottenuti dal telerilevamento.

I dati dovranno essere:

- corredati di metadati redatti secondo la vigente normativa italiana;
- correlabili con gli altri dati di diversa natura presenti presso il MATTM;
- topologicamente strutturati;
- geograficamente posizionabili, geometricamente corretti e orto-rettificati in modo da essere sovrapponibili tra loro e con altri strati informativi presenti presso il MATTM;
- georeferenziati secondo i sistemi di riferimento ETRS89-ETRF89 (geografico o proiettato) e ETRS89-ETRF2000 (geografico o proiettato) adottato come sistema di riferimento geodetico nazionale con decreto del 10 novembre 2011.

Il Sistema Informativo del PST-A garantisce le analisi storiche su tutto il territorio nazionale, la rappresentazione della morfologia allo stato attuale del territorio oggetto della richiesta, con priorità per le aree identificate dal PST-A.

Il Sistema Informativo inoltre garantisce che le banche dati Cartografiche oggetto dell'Appalto saranno fruibili ai fini istituzionali a tutti i seguenti organismi e/o enti:

- MATTM;
- Ministero della Difesa (con tutti i suoi uffici periferici);
- Protezione Civile (Presidenza del Consiglio dei Ministri) (con tutti i suoi uffici periferici);
- Tutta la Pubblica Amministrazione sia centrale che locale.

CAPO I - GENERALITA'

Art. 6 Oggetto dell'Appalto

Sulla base di quanto enunciato precedentemente in "Premessa", in particolare in relazione agli Obiettivi del PST-A, in considerazione dello stato dell'arte dei Sistemi di Telerilevamento, ed al fine di potenziare la Banca Dati del Sistema Informativo del PST-A nell'ambito del GN, il Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare – l'Ispettorato Generale per l'Emergenza Idrogeologica, tramite il presente appalto per la "Fornitura di Dati, Sistemi e Servizi per il Potenziamento del Sistema Informativo del Piano Straordinario di Telerilevamento Ambientale (PST-A)", intende affidare una fornitura strutturata come segue:

- A) Aggiornamento evolutivo della Base Dati del Geoportale Nazionale mediante le seguenti acquisizioni di dataset:
 - A.1) Ampliamento tramite l'acquisizione di un Dataset composito costituito sia da Modello Digitale del Terreno (DTM) sia da Modello Digitale delle Superfici (DSM) di porzioni di territorio nazionale relative prevalentemente a determinate aste fluviali (di ordine secondario), Dataset ottenuto mediante l'esecuzione di una campagna di telerilevamento con tecnologia laser-scanning LIDAR a media densità da piattaforma su aeromobile.
 - A.2) Acquisizione di un Dataset composito costituito da Modello Digitale del Terreno (DTM), da Modello Digitale delle Superfici (DSM) e da Modello Digitale dell'Edificato (DBM) delle porzioni dell'intero territorio della Provincia Autonoma di Trento aventi quota altimetrica pari o superiore a 1.800 m slm, Dataset ottenuto mediante l'esecuzione di una campagna di telerilevamento con tecnologia laser-scanning LIDAR a alta densità da piattaforma su aeromobile.
 - A.3) Acquisizione di un Dataset composito costituito da Modello Digitale del Terreno (DTM), da Modello Digitale delle Superfici (DSM) e da Modello Digitale dell'Edificato (DBM) delle porzioni dell'intero territorio della Provincia Autonoma di Trento aventi quota altimetrica inferiore a 1.800 m slm, Dataset ottenuto mediante l'esecuzione di una campagna di telerilevamento con tecnologia laser-scanning LIDAR ad altissima densità da piattaforma su aeromobile.
 - A.4) Acquisizione di un Dataset relativo alle porzioni dell'intero territorio della Provincia Autonoma di Trento aventi quota altimetrica inferiore a 2.200 m slm, Dataset ottenuto mediante l'esecuzione di una campagna di telerilevamento con sensore iperspettrale da piattaforma su aeromobile.
 - A.5) Acquisizione di un Dataset costituito da Ortofoto Digitali relativo all'intera superficie del territorio della Provincia Autonoma di Trento, Dataset ottenuto mediante l'esecuzione di una campagna di telerilevamento con sensori fotogrammetrici largo formato, da piattaforma su aeromobile.
 - A.6) Acquisizione di un Dataset costituito da misure di movimenti lenti del suolo sul territorio nazionale, ottenute dall'elaborazione con tecniche di tipo

persistent scatterer interferometry di immagini radar in banda X provenienti dalla costellazione satellitare italiana COSMO-SkyMed.

- B) Fornitura di tecnologie hardware atte al potenziamento della componente infrastrutturale del Geoportale Nazionale; la fornitura si articolerà come segue:
 - B.1) Fornitura di apparecchiature hardware finalizzate all'incremento della capacità di memorizzazione di un preesistente Sistema di Storage per il Sistema di Archiviazione del PST-A, specificatamente per i Dataset oggetto di fornitura per il presente appalto.
 - B.2) Fornitura di apparecchiature hardware finalizzate all'aggiornamento tecnologico di preesistenti apparati di networking (core switch) del Sistema del Geoportale Nazionale.
- C) Misure di accompagnamento della realizzazione della fornitura, articolate nei seguenti Servizi:
 - C.1) Servizio di Assistenza Tecnica per le verifiche del dissesto idrogeologico derivante dai dataset oggetto di fornitura per il presente appalto.
 - C.2) Servizio di Assistenza Evolutiva, finalizzato alla amministrazione della Base-Dati dei prodotti interferometrici del Geoportale Nazionale, alla realizzazione di funzionalità aggiuntive per la fruizione dei dati dal Geoportale Nazionale, e alla estrazione di informazioni utili propedeutiche al Servizio assistenza Tecnica dei Dataset cartografici di cui al presente appalto, e finalizzate alla verifica di tipo geologico-applicativa, rilevamento-strutturale e geomorfologico ai fini del dissesto idrogeologico, oggetto di fornitura per il presente appalto.
 - C.3) Servizio di installazione ed attivazione delle apparecchiature hardware oggetto di fornitura per il presente appalto.

Art. 7 Importo a Base d'Asta

L'importo complessivo posto a base dei lavori di cui al presente appalto ammonta a euro **Euro 12.290.440,00 (dodicimilioniduecentonovantamilaquattrocentoquaranta/00 Euro)**, I.V.A. esclusa, e comprende i costi d'esercizio delle attrezzature, del personale tecnico ed operativo, dei costi per il rispetto delle norme in materia di sicurezza, delle indennità di trasferta, trasporti, materiali, operazioni di calcolo, produzione della documentazione richiesta, dell'utile d'impresa e di tutto quanto necessario alla esecuzione del lavoro "a regola d'arte"; esso quindi è invariabile ed indipendente da qualsiasi eventualità. In tale importo complessivo posto a base d'asta dell'appalto questa Amministrazione ha determinato di non dover prevedere alcun importo per costi della sicurezza afferenti l'esercizio dell'attività della ditta contraente (art. 26 – comma 5 del D.Lgs. 9.04.2008, n. 81), in quanto non sussistenti.

Art. 8 Tempi Contrattuali e Pianificazione degli ambiti di intervento

Il Progetto avrà una durata di **24 mesi**, a decorrere dalla data di formalizzazione di Avvio del Progetto.

Al fine di meglio definire le attività oggetto dell'appalto, si precisa che l'appalto è relativo ad attività e forniture riferibili agli specifici ambiti di intervento la cui definizione e pianificazione di massima è indicata come segue:

- 1) Servizio di potenziamento del Dataset esistente composto costituito sia da Modello Digitale del Terreno (DTM) sia da Modello Digitale delle Superfici (DSM) di porzioni di territorio nazionale relative prevalentemente a determinate aste fluviali, Dataset ottenuto mediante l'esecuzione di una campagna di telerilevamento con tecnologia laser-scanning LIDAR a media densità da piattaforma su aeromobile. Il servizio dovrà essere realizzato entro e non oltre il termine di 18 mesi dalla data di avvio del Progetto. Le Ditte dovranno esprimere in sede di offerta una pianificazione dettagliata di esecuzione delle attività.
- 2) Servizio di Acquisizione ed Elaborazione di un Dataset composto costituito sia da Modello Digitale del Terreno (DTM), da Modello Digitale delle Superfici (DSM) e da Modello Digitale dell'Edificato (DBM) delle porzioni dell'intero territorio della Provincia Autonoma di Trento aventi quota altimetrica inferiore a 1.800 m slm, Dataset ottenuto mediante l'esecuzione di una campagna di telerilevamento con tecnologia laser-scanning LIDAR ad altissima densità da aeromobile. Il servizio dovrà essere realizzato entro e non oltre il termine di 18 mesi dalla data di avvio del Progetto. Le Ditte dovranno esprimere in sede di offerta una pianificazione dettagliata di esecuzione delle attività.
- 3) Servizio di Acquisizione ed Elaborazione di un Dataset composto costituito sia da Modello Digitale del Terreno (DTM), da Modello Digitale delle Superfici (DSM) e da Modello Digitale dell'Edificato (DBM) delle porzioni dell'intero territorio della Provincia Autonoma di Trento aventi quota altimetrica pari o superiore a 1.800 m slm, Dataset ottenuto mediante l'esecuzione di una campagna di telerilevamento con tecnologia laser-scanning LIDAR a alta densità da piattaforma da aeromobile. Il servizio dovrà essere realizzato entro e non oltre il termine di 18 mesi dalla data di avvio del Progetto. Le Ditte dovranno esprimere in sede di offerta una pianificazione dettagliata di esecuzione delle attività. Relativamente ai territori ricoperti dai ghiacciai la rilevazione andrà effettuata nel mese di agosto 2013.
- 4) Servizio di Acquisizione ed Elaborazione di un Dataset relativo alle porzioni dell'intero territorio della Provincia Autonoma di Trento aventi quota altimetrica inferiore a 2.200 m slm, Dataset ottenuto mediante l'esecuzione di una campagna di telerilevamento con sensore iperspettrale da piattaforma su aeromobile. Il servizio dovrà essere realizzato entro e non oltre il termine di 12 mesi dalla data di avvio del Progetto. Le Ditte dovranno esprimere in sede di offerta una pianificazione dettagliata di esecuzione delle attività.
- 5) Servizio di Acquisizione ed Elaborazione di un Dataset costituito da Ortofoto Digitali relativo all'intera superficie del territorio della Provincia Autonoma di Trento, Dataset ottenuto mediante l'esecuzione di una campagna di telerilevamento con tecnologia fotogrammetrica largo formato, da piattaforma su aeromobile. Il servizio dovrà essere realizzato entro e non oltre il termine di 12 mesi dalla data di avvio del Progetto. Le Ditte dovranno esprimere in sede di offerta una pianificazione dettagliata di esecuzione delle attività.
- 6) Servizio di Acquisizione ed Elaborazione di un Dataset costituito da misure di movimenti lenti del suolo sul territorio nazionale, ottenute dall'elaborazione con tecniche di tipo *persistent scatterer interferometry* di dati radar in banda X

provenienti dalla costellazione satellitare italiana COSMO-SkyMed. Il servizio dovrà essere erogato a decorrere dalla data di avvio del Progetto, ed estendersi fino al termine del Progetto.

- 7) Fornitura di apparecchiature hardware finalizzate al potenziamento della capacità di memorizzazione di un preesistente Sistema di Storage per il Sistema di Archiviazione del PST-A, specificatamente per i Dataset oggetto di fornitura per il presente appalto. La fornitura dovrà essere realizzata entro e non oltre il termine di 3 mesi dalla data di avvio del Progetto.
- 8) Fornitura di apparecchiature hardware finalizzate all'aggiornamento tecnologico di preesistenti apparati di networking (core switch) del Sistema del Geoportale Nazionale. La fornitura dovrà essere realizzata entro e non oltre il termine di 3 mesi dalla data di avvio del Progetto.
- 9) Servizio di Assistenza Tecnica per le verifiche del dissesto idrogeologico derivante dai dataset oggetto di fornitura per il presente appalto. Il servizio dovrà essere erogato a decorrere dalla data di avvio del Progetto, ed estendersi per una durata di 10 mesi.
- 10) Servizio di Assistenza Evolutiva, finalizzato alla amministrazione della Base-Dati dei prodotti interferometrici del Geoportale Nazionale, alla realizzazione di funzionalità aggiuntive per la fruizione dei dati dal Geoportale Nazionale, e alla estrazione di informazioni utili propedeutiche al Servizio assistenza Tecnica dei Dataset cartografici di cui al presente appalto, e finalizzate alla verifica di tipo geologico-applicativa, rilevamento-strutturale e geomorfologico ai fini del dissesto idrogeologico, oggetto di fornitura per il presente appalto. Il servizio dovrà essere erogato a decorrere dalla data di avvio del Progetto, ed estendersi fino al termine del Progetto.
- 11) Servizio di installazione ed attivazione delle apparecchiature hardware oggetto di fornitura per il presente appalto. Il servizio dovrà essere realizzato con l'effetto di avere reso disponibili in esercizio operativo le forniture di cui ai precedenti Punti 7 e 8 entro e non oltre il termine di 3,5 mesi dalla data di avvio del Progetto.

Nel seguente cronoprogramma è rappresentata una pianificazione di massima delle attività pertinenti i vari ambiti di intervento.

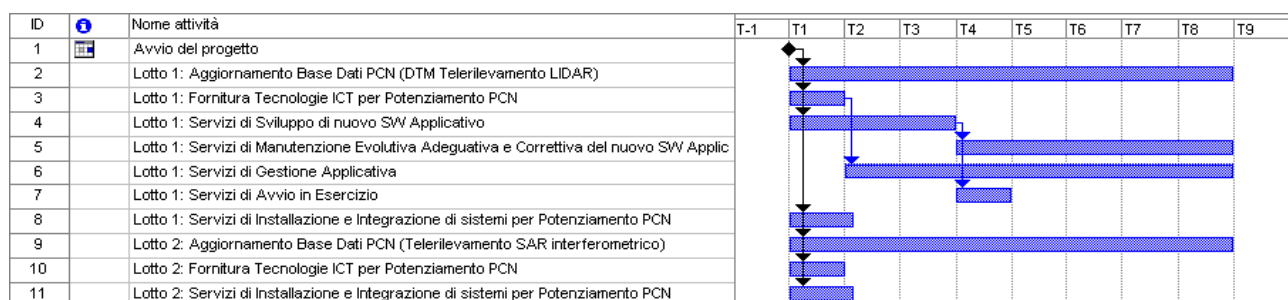


Figura 1 - Cronoprogramma della Pianificazione di massima del Progetto

Le Ditte devono definire nell'Offerta Tecnica le modalità con le quali intendono esprimere le forniture ed erogare i servizi, con preciso riferimento a ciascuna specifica area del progetto. Corrispondentemente, le Ditte devono definire nell'Offerta Economica i costi relativi ad ognuna delle suddette aree di progetto, specificandone il costo complessivo e, nel dettaglio, il costo unitario dei componenti elementari che concorrono a formare il costo complessivo.

I tempi contrattuali per l'esecuzione, sia a carico del MATTM che della Ditta appaltatrice, sono conteggiati a decorrere dal giorno successivo alla data di ricezione della R.A.R. comunicante l'avvenuta approvazione del contratto da parte degli Organi competenti.

Nel caso in cui tale scadenza coincida con i giorni di sabato, domenica, festività nazionale o locale, essa viene posticipata al primo giorno lavorativo utile successivo.

Oltre tale termine contrattuale, per il maggior tempo impiegato dalla Ditta, nell'esecuzione dei lavori, vengono applicate le penalità di cui allo specifico paragrafo.

I tempi supplementari che eventualmente dovessero rendersi necessari per la correzione dei prodotti forniti non comporteranno in ogni caso alcun onere a carico del MATTM.

Art. 9 Luogo di esecuzione della prestazione dei servizi

I Servizi attesi in fornitura dovranno essere eseguiti presso le seguenti sedi:

- A) presso il Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare – Ispettorato Generale per l'Emergenza Idrogeologica, CED sede del GN in Roma, via Cristoforo Colombo 54
- B) presso le sedi delle Regioni e delle Province Autonome che abbiano aderito all'Accordo del Piano Straordinario di Telerilevamento.

Art. 10 Glossario di Acronimi e Termini

Acronimo Termine	o	Significato
PST-A		Piano Straordinario di Telerilevamento Ambientale
MATTM		Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare
Committente		Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare – Ispettorato Generale per l'Emergenza Idrogeologica
DPC		Dipartimento della Protezione Civile
MD		Ministero della Difesa
PAT		Provincia Autonoma di Trento
GN		Geoportale Nazionale
PCN		Portale Cartografico Nazionale
SPC		Sistema Pubblico di Connettività
INSPIRE		Infrastructure for Spatial Information in Europe
PSN		Piano Spaziale Nazionale
NSDI		National Spatial Data Infrastructure
DTM		Modello Digitale del Terreno
DSM		Modello Digitale delle Superfici
DBM		Modello Digitale dell'Edificato

EO	Earth Observation
GIS	Geographic Information System
ISO	International Organization for Standardization
OGC	Open Geospatial Consortium
RDBMS	Relational Data Base Management System
SAN	Storage Area Network
NAS	Network Area Storage
Si.Ca.Ri.	Sistema Cartografico di Riferimento
URPST-A	Ufficio per Realizzazione del PST-A
WMS	Web Map Service

Art. 11 Gli Enti Responsabili

Il MATTM è il soggetto responsabile dell'attuazione del PST-A ed è dotato delle necessarie professionalità tecniche ed amministrative per:

- coordinare il processo complessivo di realizzazione degli interventi;
- predisporre, nei casi necessari, la costituzione di appositi gruppi di lavoro per garantire un più efficace ed efficiente iter di attività specifiche;
- gestire gli aspetti tecnici relativi alla condivisione dei dati mediante il Geoportale Nazionale.

L'Istituto Geografico Militare del Ministero della Difesa svolgerà attività di validazione dei dati cartografici acquisiti nell'ambito del progetto.

Art. 12 Direzione dell'Esecuzione del Contratto e Commissione di Collaudo

Per controllare l'andamento delle prestazioni, l'Amministrazione committente nominerà una Direzione dell'Esecuzione del Contratto che sarà affidata ad un tecnico competente in materia.

La Direzione dell'Esecuzione del Contratto assumerà tutte le decisioni pratiche ed operative necessarie a garantire lo svolgimento dell'incarico nel rispetto degli obiettivi principali e la regolarità contabile dell'appalto.

La Direzione dell'Esecuzione del Contratto sarà coadiuvata da una Commissione di Collaudo con il compito di verificare la rispondenza dei servizi realizzati ai requisiti previsti dal Disciplinare Tecnico del presente appalto.

Qualsiasi comunicazione della Ditta al MATTM e dal MATTM alla Ditta, deve avere come referente la Direzione dell'Esecuzione del Contratto.

Art. 12.1 Composizione della Commissione di Collaudo

La Commissione di Collaudo è nominata dal MATTM e uno dei membri è designato dalla Provincia Autonoma di Trento.

Art. 13 Compiti della Direzione dell'Esecuzione del Contratto

La Direzione dell'Esecuzione del Contratto ha i seguenti compiti:

- verbalizzare attraverso il relativo “Verbale di consegna dei materiali” le consegne dei materiali e dei dati (file, elaborati, documenti, grafici, tabulati, ecc.), trasmettere i verbali alla Commissione di Collaudo e, per conoscenza, al Responsabile del Procedimento;
- verbalizzare attraverso i relativi “Verbali di sospensione dei lavori” e “Verbale di ripresa dei lavori” le eventuali sospensioni e riprese dei lavori di cui al successivo Art. 19;
- approvare, anche con eventuali integrazioni, il “Progetto Preliminare del Telerilievo” presentato dalla Ditta, di cui al successivo Art. 15;
- verificare il rispetto della programmazione delle attività previste come indicato nel “Progetto Preliminare del Telerilievo” presentato dalla Ditta, di cui al successivo Art. 15;
- controllare l’esecuzione dei lavori appaltati verificando che questi siano svolti conformemente alle specifiche tecniche prescritte dal presente Disciplinare Tecnico e conformemente a quanto prescritto dal Bando di Gara e dal Disciplinare di Gara;
- impartire alla Ditta appaltatrice “Ordini di Servizio” contenenti disposizioni tese ad ottenere la regolare esecuzione delle attività nel puntuale rispetto delle prescrizioni normative e contrattuali. Essi possono riguardare anche varianti, concordate con la Ditta, nella esecuzione tecnica dei lavori che non comportino variazione del prezzo contrattuale e che definiscano azioni ritenute necessarie per la risoluzione di imprevedibili problemi tecnici che potrebbero verificarsi durante l’esecuzione dei lavori appaltati.
- compilare e trasmettere alla Ditta appaltatrice le “Note Tecniche” contenenti osservazioni e chiarimenti su aspetti tecnici di dubbia interpretazione;
- effettuare visite tecniche presso la Ditta e controlli in corso d’opera redigendo “Verbali di visita tecnica in contraddittorio” ;
- compilare gli stati di avanzamento dei lavori in relazione ai pagamenti da effettuarsi;
- proporre agli organi superiori competenti la rescissione del contratto di appalto nel caso di mancato rispetto delle prescrizioni contrattuali e delle “Specifiche Tecniche”;
- redigere, al termine di ogni fase, la “Relazione tecnica di fine lavori”, da trasmettere alla Responsabile del Procedimento ed alla Commissione di Collaudo, allegando tutti gli “Ordini di servizio” e le “Note Tecniche” impartite dalla Direzione dell'Esecuzione del Contratto durante l’esecuzione dei lavori.

Art. 14 Compiti della Commissione di Collaudo

La Commissione di Collaudo ha il compito di:

- verificare la completezza e la rispondenza, a quanto richiesto nel presente Disciplinare Tecnico, dei documenti, dei file e degli elaborati cartacei e digitali, presentati dalla Ditta appaltatrice, secondo le prescrizioni di cui ai successivi Art. 22.15 al Art. 27.24, anche nel rispetto degli “Ordini di servizio” e delle “Note tecniche” redatte dalla Direzione dell'Esecuzione del Contratto;

- redigere il “Verbale di Collaudo”, secondo le norme di collaudo, che dovrà essere inoltrato alla Direzione dell'Esecuzione del Contratto e per conoscenza al Responsabile del Procedimento.

Art. 15 Modalità di esecuzione dei lavori

I lavori devono essere eseguiti secondo la cronologia di seguito indicata:

- a) La Direzione dell'Esecuzione del Contratto, entro 15 giorni solari dal giorno successivo a quello in cui la Ditta ha ricevuto la comunicazione dell'avvenuta registrazione del decreto di approvazione del contratto, comunica alla Ditta, tramite lettera R.A.R, la propria disponibilità alla consegna dei materiali per l'inizio dei lavori;
- b) la Ditta, entro 15 giorni solari dal giorno successivo a quello della ricezione della suddetta raccomandata, deve ritirare la documentazione ed il materiale previsti dal capitolato. Della consegna la Direzione dell'Esecuzione del Contratto redigerà il relativo “Verbale di consegna dei materiali”.

Entro 20 giorni solari dal giorno successivo a quello della data del "Verbale di consegna dei materiali", la Ditta appaltatrice deve consegnare alla Direzione dell'Esecuzione del Contratto:

- il "Progetto Preliminare di Telerilievo", costituito dai seguenti elaborati:
 - grafico delle strisciate, redatto su cartografia IGM alla scala più opportuna, in cui sono riportate le direttrici di volo il ricoprimento longitudinale e la sovrapposizione laterale;
 - grafico delle stazioni permanenti e dei vertici IGM95 che saranno utilizzati in fase di rilievo;
 - grafico degli eventuali vertici di raffittimento GPS e delle base line relative alla determinazione degli stessi;
 - grafico dei poligoni di calibrazione del sistema laser altimetrici.
- la dichiarazione di "Assunzione di Responsabilità" ad eseguire i lavori nel rispetto delle prescrizioni delle normative vigenti in materia di sicurezza dei lavoratori e di igiene degli ambienti di lavoro.

Entro 20 giorni solari dalla consegna della documentazione prodotta dalla Ditta appaltatrice, la Direzione dell'Esecuzione del Contratto invia una lettera R.A.R. con l'approvazione del "Progetto preliminare di Telerilievo o" o con una "Nota Tecnica" in cui sono elencate le integrazioni e/o correzioni richieste che risultano vincolanti per l'esecuzione dei lavori ed il superamento del collaudo.

Le eventuali correzioni ed integrazioni dovranno essere effettuate dalla Ditta e saranno oggetto di verifica in sede di collaudo.

I giorni solari necessari alla Direzione dell'Esecuzione del Contratto per l'approvazione del progetto, fino al giorno della data di ricezione della lettera R.A.R. da parte della Ditta, con le integrazioni e/o correzioni da effettuare, interrompono il tempo concesso per la esecuzione dei lavori, mentre i giorni utilizzati dalla Ditta per riconsegnare il progetto, non interrompono i tempi contrattuali.

Durante la realizzazione del lavoro la Ditta deve ottemperare scrupolosamente agli "Ordini di Servizio" impartiti dalla Direzione dell'Esecuzione del Contratto.

Il lavoro deve essere eseguito secondo le prescrizioni del presente Disciplinare Tecnico.

Art. 16 Proprietà e riservatezza dei materiali

La consegna dei materiali messi a disposizione della Ditta appaltatrice sarà documentata con regolare "Verbale di consegna dei materiali".

Tutta la documentazione fornita dal MATTM e dalla PAT alla Ditta e tutti i dati e gli elaborati che deriveranno da essa, in esecuzione delle norme del Disciplinare di Gara, sono sempre di proprietà del MATTM e della PAT e vanno considerati di vietata divulgazione da parte delle Ditta appaltatrice.

Pertanto la Ditta appaltatrice, in modo tassativo, dovrà custodirli accuratamente in luoghi sicuri ed in particolare si impegna:

- ad accettare tutte le forme di sorveglianza ed ispezione che il committente, a sue spese, riterrà di dover eseguire;
- a non divulgare dati, copie, prodotti ed estratti di qualsiasi genere, derivanti dai documenti forniti;
- a consegnare al termine del lavoro, o nel caso di risoluzione del contratto, tutta la documentazione ricevuta, sia in formato cartaceo che informatizzato (senza trattenerne copia);

Art. 17 Interventi, spese ed obblighi generali a carico della Ditta appaltatrice

Fatte salve le eventuali ulteriori prescrizioni del presente Disciplinare Tecnico, si intendono comprese nel prezzo dei lavori e perciò a carico della Ditta:

- il trattamento economico, assicurativo, previdenziale ed antinfortunistico del personale direttamente impegnato dal contraente;
- le spese relative alla dotazione dei dispositivi di protezione individuale e dell'attrezzatura di sicurezza per i lavoratori;
- le spese per il trasporto di qualsiasi materiale o mezzo d'opera;
- le spese per l'acquisto od il noleggio di attrezzi per la costituzione di opere provvisorie e quanto altro occorre all'esecuzione a regola d'arte dei lavori;
- le spese per passaggio, per occupazioni temporanee e per risarcimento di danni provocati a cose e/o persone;
- le spese per depositi di materiali;
- le spese per l'esecuzione delle misure, l'allestimento della documentazione, e quanto altro occorra per la loro realizzazione a regola d'arte;
- le spese per la materializzazione del vertice GPS da utilizzare "a terra";
- le spese accessorie per indennità di trasferta e noli necessari alla conduzione del progetto;

- le spese per le elaborazioni numeriche e per gli eventuali diritti di copyright per la produzione dei dati nei sistemi di riferimento richiesti;
- le spese di editing finale su supporto informatico, fotografico e cartaceo;
- gli oneri economici e non, per l'autorizzazione ad accedere nelle aree di volo;
- l'onere della buona conservazione dei punti materializzati a terra fino all'approvazione del certificato di collaudo.

Art. 18 Spese di contratto, di registro e accessorie

Sono a carico della Ditta le spese di contratto e tutti gli oneri connessi alla sua stipulazione compresi quelli tributari.

Se al termine del lavoro il valore del contratto risulta maggiore di quello originariamente previsto, sarà obbligo dell'appaltatore provvedere all'assolvimento dell'onere tributario mediante pagamento delle maggiori imposte dovute sulla differenza.

Art. 19 Sospensioni e proroghe

La Direzione dell'Esecuzione del Contratto potrà disporre la sospensione o il prolungamento dei termini sopra definiti solo nei casi in cui si verifichi almeno una delle seguenti condizioni:

- cause di forza maggiore non dipendenti da inabilità o negligenza della Ditta appaltatrice e che la stessa dovrà documentare e motivare prima delle scadenze fissate (quali ad esempio il perdurare di condizioni meteorologiche avverse, ecc.);
- ordini di servizio della Direzione dell'Esecuzione del Contratto (con relativa scadenza) riguardanti lo svolgimento di specifiche attività non previste (o non prevedibili) all'atto della consegna dei lavori e concordate con la Ditta appaltatrice.

Art. 20 Penalità

Per ogni giorno lavorativo di ritardo, non imputabile all'Amministrazione ovvero a forza maggiore o a caso fortuito, nella consegna e nella messa in funzione degli Oggetti componenti della fornitura come definiti nel precedente Art. 6, è applicabile una penale pari allo 0,1% (zero virgola uno per cento) del prezzo pattuito per lo specifico Oggetto componente della fornitura interessato dal ritardo.

Se per il protrarsi dei ritardi la penale dovesse superare il 10% dell'importo contrattuale, l'Amministrazione si riserva la facoltà di risolvere il contratto, incamerare il deposito cauzionale e far valere il diritto al risarcimento di eventuali danni subiti per l'inadempienza dell'appaltatore.

Il fornitore è soggetto a penalità quando:

- non effettua le consegne entro le scadenze contrattuali;
- effettua in ritardo gli adempimenti prescritti a seguito di contestazione atte a eliminare gli inconvenienti lamentati in sede di collaudo.

Nel caso in cui l'Amministrazione accetti un adempimento parziale, la penale di cui sopra sarà commisurata al prezzo relativo agli Oggetti non consegnati o non messi in funzione.

Con riferimento agli Indicatori di Qualità attesi per i vari Servizi compresi nell'oggetto di fornitura, definiti come nel successivo paragrafo Art. 29.5.1 e suoi paragrafi subordinati, si definiscono le seguenti penali, in linea con quanto previsto dalle disposizioni di cui al D.P.C.M. n.452/1997.

1) Servizio di Assistenza Evolutiva

- RSD – Rispetto degli Standard Documentali: Per ogni punto percentuale in meno rispetto al valore soglia, si applica una penale pari allo 0,5% del corrispettivo dell'obiettivo progettuale oggetto dell'intervento di assistenza.
- CASS – Corretta Esecuzione delle Attività: Per ogni punto percentuale in meno rispetto al valore soglia, si applica una penale pari allo 0,5% del corrispettivo dell'obiettivo progettuale oggetto dell'intervento di assistenza.
- DIS1 – Disponibilità dei Sistemi: Per ogni decimo di punto percentuale in meno rispetto al valore soglia si applica una penale pari allo 0,5% del corrispettivo dell'obiettivo progettuale oggetto dell'intervento di assistenza.
- TRC – Tempo di Risposta alle Chiamate: Per ogni decimo di punto percentuale in meno rispetto al valore soglia si applica una penale pari allo 0,5% del corrispettivo dell'obiettivo progettuale oggetto dell'intervento di assistenza;
- TRCF – Tempestività Ripristino Corretto Funzionamento: Per ogni decimo di punto percentuale in meno rispetto al valore soglia si applica una penale pari allo 0,5% del corrispettivo dell'obiettivo progettuale oggetto dell'intervento di assistenza.

CAPO II - SPECIFICHE TECNICHE DELLA FORNITURA

Art. 21 Riferimenti alle specifiche dei Componenti dell'Oggetto di Fornitura

L'Oggetto di Fornitura del presente Appalto è stato già esposto nel precedente Art. 6.

I successivi articoli di questo Capo II del presente Disciplinare Tecnico prescrivono le specifiche tecniche attese ed i requisiti per i componenti della fornitura. In particolare:

- Le specifiche tecniche e le prescrizioni per la fornitura del Dataset composito costituito sia da Modello Digitale del Terreno (DTM) sia da Modello Digitale delle Superfici (DSM) di porzioni di territorio nazionale, Dataset ottenuto mediante l'esecuzione di una campagna di telerilevamento con tecnologia laser-scanning LIDAR a media densità da piattaforma su aeromobile, sono espresse all'Art. 22.
- Le specifiche tecniche e le prescrizioni per la fornitura del Dataset composito costituito sia da Modello Digitale del Terreno (DTM), da Modello Digitale delle Superfici (DSM), da Modello Digitale dell'Edificato (DBM) delle porzioni dell'intero territorio della Provincia Autonoma di Trento aventi quota altimetrica pari o superiore a 1.800 m slm, Dataset ottenuto mediante l'esecuzione di una campagna di telerilevamento con tecnologia laser-scanning LIDAR a alta densità da piattaforma su aeromobile, sono espresse all'Art. 23.
- Le specifiche tecniche e le prescrizioni per la fornitura del Dataset composito costituito sia da Modello Digitale del Terreno (DTM), da Modello Digitale delle Superfici (DSM), da Modello Digitale dell'Edificato (DBM) delle porzioni dell'intero territorio della Provincia Autonoma di Trento aventi quota altimetrica inferiore a 1.800 m slm, Dataset ottenuto mediante l'esecuzione di una campagna di telerilevamento con tecnologia laser-scanning LIDAR ad altissima densità da piattaforma da aeromobile, sono espresse dall'Art. 24.
- Le specifiche tecniche e le prescrizioni per la fornitura del Dataset composito costituito dai dati del rilievo iperspettrale, delle porzioni dell'intero territorio della Provincia Autonoma di Trento aventi quota altimetrica inferiore a 2.200 m slm. Il Dataset è ottenuto mediante l'esecuzione di una campagna di telerilevamento con sensore iperspettrale da piattaforma da aeromobile, le cui caratteristiche sono espresse dall'Art. 25.
- Le specifiche tecniche e le prescrizioni per la fornitura del Dataset costituito da Ortofoto Digitali relativo all'intera superficie del territorio della Provincia Autonoma di Trento, Dataset ottenuto mediante l'esecuzione di una campagna di telerilevamento con tecnologia fotogrammetrica largo formato, da piattaforma su aeromobile, sono espresse dall'Art. 26.
- Le specifiche tecniche e le prescrizioni per la fornitura del Dataset costituito da Misure di movimenti lenti del suolo sul territorio Nazionale, ottenute dall'elaborazione con tecniche di tipo *persistent scatterer interferometry* di dati radar in banda X provenienti dalla costellazione satellitare italiana COSMO-SkyMed sono espresse dall'Art. 27.
- Le specifiche tecniche dei prodotti da fornire per il Potenziamento della componente infrastrutturale del GN sono espresse dall'Art. 28.

- Le modalità attese per l'erogazione delle Misure di accompagnamento della fornitura, articolate in vari Servizi, sono espresse dall'Art. 29.

Art. 22 Fornitura di Dataset da Telerilevamento LIDAR a media densità da aeromobile

Art. 22.1 Definizioni

Nel presente articolo vengono introdotte le definizioni di termini specifici che verranno impiegati nell'Art. 22 e negli articoli ad esso subordinati, riguardanti le specifiche e le modalità di fornitura e collaudo per il Dataset composito costituito sia da Modello Digitale del Terreno (DTM) sia da Modello Digitale delle Superfici (DSM) di porzioni di territorio nazionale, Dataset ottenuto mediante l'esecuzione di una campagna di telerilevamento con tecnologia laser-scanning LIDAR a media densità da piattaforma su aeromobile.

AVVERTENZA: In alcuni casi nel presente Articolo, alla definizione di un termine sono associate anche prescrizioni vincolanti nell'ambito della presente fornitura per quanto riguarda modalità di attuazione di un'attività, formati di dati, caratteristiche dei sensori, sistemi di riferimento da rispettare, ecc.

- Abbracciamento al suolo, angolo di campo e sovrapposizione della ripresa

L'abbracciamento al suolo di una rilevazione LIDAR è rappresentato da:

- l'abbracciamento trasversale alla direzione del volo;
- l'angolo di campo trasversale è l'ampiezza di ripresa che dipende dall'inclinazione massima del raggio laser.

Per **angolo di campo** si chiede di indicare l'apertura dell'intero angolo (α) a meno che non sia specificato il semiangolo (con notazione $\pm\alpha$).

L'angolo di campo unitamente alla quota di volo determinano la larghezza della strisciata (cioè l'abbracciamento al suolo).

La **sovrapposizione laterale** è la sovrapposizione di due strisciate distinte e adiacenti.

La **sovrapposizione laterale** deve garantire la qualità, la completezza e l'accuratezza dei dati laser altimetrici acquisiti.

- Accuratezza

Lo **scarto** tra le misure ottenute con il sistema di rilevazione considerato e una tecnica diversa la cui accuratezza è significativamente maggiore determina la stima dell'accuratezza. Ad esempio l'accuratezza dei prodotti ottenuti con sistemi di rilevazione da vettore aeromobile viene confrontata con misure effettuate a terra con GPS.

L'accuratezza e i criteri di collaudo qui considerati sono sempre riferiti ai prodotti finali e non alla precisione e risoluzione del singolo strumento, del sistema di strumenti, o della metodologia adottata: tutti questi elementi nel loro complesso devono garantire la qualità richiesta dai prodotti.

L'accuratezza può essere riferita sia a misure puntuali confrontate tra loro che a misure puntuali confrontate con modelli generati utilizzando insiemi di misure (ad esempio DTM). In entrambi i casi si effettuano analisi con metodi statistici sulla distribuzione dell'errore.

- Blocchi di volo / rilevazione

Insieme di strisciate corrispondenti a un territorio omogeneo sotto il profilo altimetrico e ad altri eventuali criteri di suddivisione delle porzioni di territorio da rilevare per ciascun volo. In genere le **strisciate** appartenenti a un medesimo **blocco di volo** devono avere la medesima quota o distanza di presa e direzione di volo (salvo le strisciate trasversali al blocco), la calibrazione sugli strumenti e il passaggio sulle aree test.

- Caposaldi altimetrici

Sono punti di quota ortometrica nota, determinata mediante livellazione geometrica, riferita ad appositi contrassegni materializzati su manufatti che ne garantiscano la stabilità e la durata nel tempo.

- Database topografico (DB)

E' un archivio numerico che contiene tutte le informazioni geometriche, topologiche, relazionali e gli attributi relativi agli oggetti topografici appartenenti alle classi definite in applicazione del **DB topografico** di Intesa-GIS.

L'aggiornamento dei DB topografici è l'insieme delle attività volte a rilevare e restituire le informazioni geometriche, topologiche, relazionali e gli attributi relativi agli oggetti topografici appartenenti alle suddette classi. L'aggiornamento del **DB topografico** non è richiesto nel presente appalto, ma sono richiesti prodotti con **accuratezza riconducibile** alla scala 1:2.000 ed utilizzabili in DB topografici.

- Dati grezzi LIDAR

Insieme di valori caratteristici della ricognizione con il sensore laser così composti:

ID temporale	First Pulse				Last Pulse			
	Xf	Yf	Zf	Intensitàf	XI	YI	ZI	IntensitàI
388478.681997	719659.38	5146594.60	3092.02	280	719659.38	5146594.60	3092.02	280

Ove X, Y e Z sono:

per il MATTM: coordinate planimetriche geografiche, approssimate alla settima cifra decimale, nel sistema di riferimento globale (ETRS89) nella realizzazione ETRF 89 e sistema di riferimento globale (ETRS89) nella realizzazione ETRF2000 (epoca 2008.0); coordinate altimetriche espresse rispetto all'ellissoide di riferimento, approssimata alla seconda cifra decimale;

per la PAT: coordinate planimetriche proiettate, approssimate alla seconda cifra decimale, nel sistema di riferimento globale (ETRS89) nella realizzazione ETRF2000 (epoca 2008.0), proiezione UTM 32; coordinate altimetriche espresse rispetto all'ellissoide di riferimento, approssimata alla seconda cifra decimale.

I **dati grezzi** non dovranno subire trattamenti di filtraggio o adattamento di alcun tipo e, salvo suddivisioni necessarie per motivi di dimensione dei file, dovranno essere forniti per singola strisciata, conservando la ridondanza delle misure nelle aree di **sovrapposizione** e la rilevazione anche su aree sorvolate che non fanno parte del perimetro di elaborazione.

- Dati Grezzi Iperspettrali

Dati nel formato di output dello strumento di acquisizione calibrati, convertiti in formato .bsq comprensivi del piano di volo e dei dati ancillari necessari per le successive calibrazioni (metadati e log file).

- Dati Iperspettrali georiferiti

Il dato iperspettrale aviorilevato dovrà avere alta risoluzione radiometrica (che copra le regioni del visibile e dell'infrarosso e anche i canali relativi al termico) e spaziale (almeno 3m x 3m). Il formato dei dati dovrà essere .bsq e tali dati dovranno essere georiferiti sia nel sistema di riferimento globale (ETRS89) nella realizzazione ETRF 89, proiezione UTM 32, sia nel sistema di riferimento globale (ETRS89) nella realizzazione ETRF2000, proiezione UTM 32.

- Deviazione standard o Scarto quadratico medio (SQM), Scarti delle misure

Ovvero **Errore quadratico medio (EQM)** o **Errore dell'unità di peso**, è la radice quadrata della varianza:

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum (\Delta - \bar{\Delta})^2}{N}}$$

Tale grandezza statistica è riferita alla frequenza con cui si riscontrano differenti valori dello **scarto** rilevato nelle misure confrontate.

Gli scarti nelle misure sono le differenze di valore che si producono effettuando sullo stesso punto, o in un intorno definito, misurazioni con sistemi di sensibilità e affidabilità diversa. L'**accuratezza** di ciascuna misura è dunque riferita all'insieme degli strumenti, e ad ogni altro fattore che determina la misura.

Le valutazioni di **accuratezza** su base statistica riferite all'SQM, indicata come condizione per l'esito favorevole del collaudo, fa riferimento agli scarti tra misure, classificati convenzionalmente come 'errore':

- Errori grossolani (outliers) sono quelli di scarsa frequenza statistica, ma con **scarto** molto accentuato (indicativamente $>3\sigma$). La qualità dei prodotti richiede in generale l'eliminazione degli **outliers**.
- Componenti sistematiche di errore (Bias) sono errori che intervengono determinando una costante distorsiva dei valori. Derivano da un errore di taratura dei sensori o di calibrazione del sistema di rilevazione nel suo complesso. La qualità dei prodotti richiede la minimizzazione degli errori sistematici con opportune calibrazioni del sistema da effettuarsi sia preventivamente che ad ogni **blocco di volo** con il passaggio sulle **aree test**. L'eventuale applicazione di correzione software alle misure sorgenti deve essere approvata dalla Direzione dell'Esecuzione del Contratto e documentata nei **metadata**.

Errori di sensibilità ed errori casuali sono quelli ineliminabili in qualunque misurazione di grandezze fisiche. Tali errori (nel nostro caso SQM) hanno distribuzione "normale" se la frequenza con cui ogni valore SQM si manifesta non supera in percentuale una specifica proporzione nella campana di Gauss.

- Diluizione di precisione posizionale (PDOP)

Calo di precisione nel posizionamento tridimensionale. Valori di **PDOP** troppo alto corrispondono a una insufficienza dei satelliti visibili (in genere inferiori a cinque). Per avere la garanzia delle migliori condizioni possibili, i voli devono essere pianificati in base alle effemeridi dei satelliti. A consuntivo, nella relazione sulla ricognizione effettuata

devono essere dichiarati e documentati i valori di **PDOP** che non devono essere superiori a 3 per tutta la durata della ricognizione e devono comunque garantire la soglia di qualità richiesta dal sistema e l'**accuratezza** posizionale compatibile con l'**accuratezza** definita per i prodotti richiesti.

- Intensità di risposta LIDAR e immagine dell'intensità

E' il valore dell'**intensità** con cui l'impulso laser viene riflesso dalla superficie intercettata. Tale valore associato alla posizione planaltimetrica dei punti consente una colorazione della nuvola di punti visualizzata in 3D, nonché la restituzione di un'immagine 2D con l'**intensità** della risposta laser e dunque un'immagine nella banda caratteristica dello strumento utilizzato (vicina all'infrarosso).

- Metadati

I metadati sono informazioni che descrivono i dati e , raccolti in un catalogo, consentono la ricerca dei dati stessi. Al fine di integrare i nuovi metadati all'interno della banca dati già esistente questi dovranno essere conformi alla normativa comunitaria e nazionale. I metadati dovranno, quindi, essere redatti come riportato DM 10 novembre 2011 "Regole tecniche per la definizione del contenuto del Repertorio nazionale dei dati territoriali, nonché delle modalità di prima costituzione e aggiornamento dello stesso ". Ogni dato dovrà essere accompagnato dal relativo metadato in formato .XML. Qualora sia necessario l'Amministrazione metterà a disposizione sia un esempio di metadato in formato .XML sia il supporto tecnico per la corretta valorizzazione delle informazioni richieste.

- Modelli dati a maglia quadrata (DTM e DSM)

Modello numerico di rappresentazione di una variabile (pendenza, esposizione, ombreggiatura, eccetera) la cui misura è associata a una griglia geografica con celle di dimensione assegnata.

In particolare nel caso del Modello digitale del terreno (**DTM**) e del Modello digitale delle superfici (**DSM**), il modello dati consente la descrizione di una superficie tridimensionale mediante l'associazione alla cella del valore della quota di elevazione.

- **DTM**: prodotto ottenuto a partire dalla nuvola di punti classificati, opportunamente filtrati interpolati, ricampionati e editati per ottenere una rappresentazione tridimensionale della superficie fisica del suolo, con una griglia ordinata di celle regolari.

- **DSM (First e Last)**: prodotto ottenuto a partire dalla nuvola di punti classificati, opportunamente filtrati interpolati, ricampionati per ottenere una rappresentazione tridimensionale delle superfici riflettenti, con una griglia ordinata di celle regolari.

- **DBM**: con il termine DBM si intende la rappresentazione matematica della superficie fisica terrestre e dell'edificato mediante una griglia ordinata di punti planaltimetricamente determinati.

- Quota ellissoidica

Valore altimetrico di un punto rispetto all'ellissoide WGS84 per il MATTM e GRS80 per la PAT. E' il valore di quota rilevato dagli strumenti di tipo GPS e come tale costituisce il dato fornito e il valore su cui si effettua il collaudo.

- Quota ortometrica (quota sul livello del mare)

Valore altimetrico di un punto rispetto alla superficie del geoide locale; quest'ultimo corrisponde alla superficie equipotenziale, ovvero normale in ogni punto alla forza di gravità, passante per lo zero convenzionale nel mareografo di Genova. Il passaggio da quota ellissoidica a quota ortometrica sarà effettuato direttamente dal Committente o dalla Ditta appaltatrice utilizzando i grigliati GK* messi a disposizione dall'Istituto Geografico Militare (I.G.M.) o dal MATTM.

- Rilevazione laser scanning (LIDAR) e accorgimenti in aree critiche

Insieme di attività che a partire dalla scansione mediante telemetro laser (laser scanner/Light Detection And Ranging) aviotrasportato ha come obiettivo la realizzazione di modelli digitali del terreno. Tale processo, che utilizza a bordo anche un sistema GPS e un sensore inerziale integrati, un sistema di registrazione dati e relativo software di acquisizione dedicato, è integrato a terra da una o più stazioni GPS, nonché da hardware, software e personale qualificato per le attività di elaborazione e post-elaborazione.

Il sistema a bordo acquisisce dati posizionali e di **intensità di risposta** attraverso una semina di impulsi sul territorio di cui il telemetro laser misura la distanza sulla base del tempo di risposta. L'accoppiamento dei dati dell'impulso con i dati del sistema posizionale/inerziale, restituisce una nuvola di punti georiferiti al suolo e cioè: per ciascuno dei quali è nota la posizione plano-altimetrica e l'**intensità di risposta**.

Il sensore laser dovrà essere in grado per ogni impulso di determinare almeno due distanze (first e last pulse), dovrà inoltre essere in grado di misurare ed associare a ogni punto l'**intensità** del raggio riflesso, al fine di produrre un'immagine 3D del territorio rilevato anche in base alla natura della superficie riflettente.

- Rilievo mediante sensore Iperspettrale

Sensore iperspettrale: strumento in grado di misurare contemporaneamente la radiazione riflessa dai corpi osservati in un numero elevato (generalmente superiore a 50-60) di intervalli di lunghezza d'onda. Possono essere sistemi da terra (radiometri) o aviotrasportati (installabili su aeromobile).

Radiazione visibile: Lo spettro visibile è quella parte dello spettro elettromagnetico che cade tra il rosso e il violetto includendo tutti i colori percepibili dall'occhio umano. La lunghezza d'onda della luce visibile nell'aria va indicativamente dai 380 ai 760 nm.

La **radiazione infrarossa (IR):** è la radiazione elettromagnetica con una frequenza inferiore a quella della luce visibile; normalmente si intende compresa tra 700 nm e 2500 nm (infrarosso vicino e medio).

Infrarosso termico: si intende normalmente la radiazione elettromagnetica compresa tra 8000 e 12000 nm.

Risoluzione spaziale: Dimensione del pixel a terra.

Risoluzione spettrale: Caratteristica dei sensori iperspettrali-multispettrali, definita dal numero di bande, dalla lunghezza d'onda e dalla larghezza di ciascuna banda registrata.

Georeferenziazione: Attribuzione a un dato di un'informazione relativa alla sua dislocazione geografica, espressa in un particolare sistema geodetico di riferimento. La georeferenziazione delle immagini multi spettrali consiste nella sua applicazione ad ogni pixel componente l'immagine stessa.

Interpolazione “Nearest-Neighbor”: metodo di interpolazione da applicare alle immagini iperspettrali-multispettrali per salvaguardare il contenuto radiometrico di ogni singolo pixel.

- Sistema di rilevazione

Per sistema di rilevazione si intende l'insieme degli strumenti e delle attività di rilevazione, postelaborazione e restituzione di prodotti caratteristici degli specifici sensori e delle metodiche prescelte. In particolare nel presente appalto con sistema di rilevazione s'intende la rilevazione LIDAR come meglio definito nelle voci precedenti.

- Sistema di riferimento geodetico e proiezione piana

I sistemi di riferimento geodetico da utilizzare per la **georeferenziazione** dei prodotti LIDAR del presente capitolato è:

per il MATTM:

- il **Sistema di Riferimento Globale (ETRS89) nella realizzazione ETRF89** che, a volte, è anche indicato con l'acronimo "WGS84". Tale dicitura, anche se non del tutto propria, è più comune e non comporta errori in quanto l'unica realizzazione del Sistema di Riferimento Globale realmente utilizzabile sul territorio nazionale, costituita dalla rete IGM95, è espressa, fino ad oggi, nella realizzazione ETRF89;
- il **Sistema di Riferimento Globale (ETRS89) nella realizzazione ETRF2000 (epoca 2008.0)**;

per la PAT:

- il **Sistema di Riferimento Globale (ETRS89) nella realizzazione ETRF2000 (epoca 2008.0)** proiezione UTM 32.

- Tolleranza altimetrica (th)

E' lo **scarto** massimo ammissibile nei valori della quota ellissoidica tra misura del sistema di rilevazione e misure di maggiore accuratezza (con GPS o metodi topografici a terra).

- Tolleranza planimetrica

E' lo **scarto** massimo ammissibile "**tp**", ovvero l'incertezza posizionale massima ammessa per un particolare puntuale individuato nel piano della rappresentazione, a cui va affiancato un altro parametro "**td**", che nel caso della distanza tra due punti, interviene come ulteriore parametro limitativo.

Si fa riferimento a punti ben individuabili sul modello digitale del terreno o in cartografia rispetto agli stessi punti, la cui posizione sul terreno sia stata determinata con misurazioni di sufficiente accuratezza (GPS o metodi topografici a terra), secondo la formula:

$$tp = \sqrt{\Delta E^2 + \Delta N^2}$$

Ove, con ΔN e ΔE , si indicano gli scarti delle coordinate Est e Nord.

- Zone e linee caratteristiche o speciali ai fini della rilevazione

Sono zone per le quali deve essere fornito un perimetro vettoriale con un attributo che identifichi a quale tipologia appartengono e, nei metadati, deve essere esplicitamente descritto o come vengono trattati.

Art. 22.2 Inquadramento delle superfici da rilevare con tecnica LIDAR

Il Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare intende dotarsi, tramite il presente Appalto, di modelli digitali della superficie (**DSM**) e del terreno (**DTM**) di porzioni di territorio nazionale (evidenziate negli Allegati n. 1 e n. 2 del Disciplinare Tecnico) relative prevalentemente a determinate aste fluviali del cosiddetto reticolo secondario, Dataset ottenuto mediante l'esecuzione di una campagna di telerilevamento con tecnologia laser-scanning LIDAR a media densità da piattaforma su aeromobile.

L'intero piano di acquisizione di dati telerilevati non potrà essere inferiore, per il presente Appalto, a 22.000 Km².

In coincidenza dell'approvazione di ogni singolo piano di acquisizione, sarà compito della Direzione dell'Esecuzione del Contratto autorizzare formalmente le eventuali compensazioni.

Tutti i dati dovranno essere georiferiti come segue:

per il MATTM:

- il **Sistema di Riferimento Globale (ETRS89) nella realizzazione ETRF89** che, a volte, è anche indicato con l'acronimo "WGS84". Tale dicitura, anche se non del tutto propria, è più comune e non comporta errori in quanto l'unica realizzazione del Sistema di Riferimento Globale realmente utilizzabile sul territorio nazionale, costituita dalla rete IGM95, è espressa, fino ad oggi, nella realizzazione ETRF89;
- il **Sistema di Riferimento Globale (ETRS89) nella realizzazione ETRF2000 (epoca 2008.0)**;

per la PAT:

- il **Sistema di Riferimento Globale (ETRS89) nella realizzazione ETRF2000 (epoca 2008.0)** proiezione UTM 32.

Le quote ellissoidiche dovranno essere trasformate in ortometriche in base al modello geoidico ITALGEO 2005 messo a disposizione dall'Istituto Geografico Militare o dal MATTM.

Art. 22.3 Prodotti delle Attività di Telerilevamento secondo la tecnica LIDAR

La ditta appaltatrice dovrà fornire i seguenti prodotti:

- Dati grezzi:
 - Tutta la nuvola di punti acquisita, formata da almeno 2 ritorni fino ad un massimo di 4 ritorni.
 - la nuvola di punti, in formato LAS 1.0, classificati secondo le specifiche ed in particolare:
 - classe 1 Default = above ground
 - classe 2 Ground = terreno
 - classe 3 Low vegetation = vegetazione sopra i due metri dal terreno
 - classe 7 Low points = outliers.

I punti rilevati devono essere georeferenziati e forniti nei seguenti sistemi di riferimento:

- Per il MATTM:
 - Planimetria:
 - ETRS89-ETRF89;
 - ETRS89-ETRF2000 (epoca 2008.0);
 - Altimetria: quote ellissoidiche;
- Per la PAT:
 - Planimetria: ETRS89-ETRF2000 (epoca 2008.0) UTM 32
 - Altimetria:
 - Quote ellissoidiche.

Le trasformazioni tra i diversi sistemi di riferimento e le trasformazioni tra quote ellissoidiche e quote ortometriche dovranno essere eseguite utilizzando i grigliati GK*.

- Dati elaborati:
 - **DSM - First Pulse:** modello digitale della superficie ottenuto dal primo impulso laser; questo prodotto è ottenuto per interpolazione dei dati originali rilevati dal sensore laser, che comprendono tutti gli oggetti, naturali (principalmente vegetazione) e manufatti (edifici, infrastrutture viarie, ponti, ecc.), fornendo i seguenti modelli:
 - modello digitale con maglia 1 m x 1 m della superficie terrestre.
 - **DSM - Last Pulse:** modello digitale della superficie ottenuto dall'ultimo echo dell'impulso laser; questo prodotto include l'edificato e la vegetazione particolarmente densa ed impenetrabile dal laser; viceversa dove la vegetazione non è particolarmente densa, il laser ha una maggiore capacità di penetrazione per arrivare sul terreno e quindi le misure vengono riferite tendenzialmente a quest'ultimo elemento; fornisce i seguenti modelli:
 - modello digitale con maglia 1 m x 1 m della superficie terrestre.
 - **DTM:** Con il termine DTM si intende la rappresentazione matematica della superficie fisica terrestre mediante una griglia ordinata di punti plano-altimetricamente determinati. Il DTM dovrà essere ricavato dal filtraggio del modello digitale delle superfici DSM – Last Pulse eliminando, sia con algoritmi automatici che manualmente dall'operatore, tutti gli oggetti (es. edifici, coperture arboree, vegetazione, pali, cavi, ecc.), ed ottenendo come output i seguenti modelli:
 - modello digitale con maglia 1 m x 1 m della superficie terrestre senza vegetazione e senza edificato.
 - **Intensity:** immagine in scala di grigi in cui il tono di grigio è proporzionale all'intensità dell'impulso laser di ritorno riflesso dalla superficie intercettata.
 - Immagine con risoluzione 1mX1m.

I prodotti sopra descritti devono essere georeferenziati e forniti come segue:

- Per il MATTM:
 - Planimetria:
 - ETRS89-ETRF89;
 - ETRS89-ETRF2000 (epoca 2008.0);
 - Altimetria: quote ortometriche riferite al modello geoidico ITALGEO 2005;
- Per la PAT:

- Planimetria: ETRS89-ETRF2000 (epoca 2008.0) UTM 32
 - Altimetria:
 - Quote ellissoidiche;
 - Quote ortometriche riferite al modello geoidico ITALGEO 2005.
- **Punti XYZ:** nuvola di punti non ricampionati contenente le informazioni delle coordinate plano-altimetriche, il valore dell'intensità e la classificazione *Ground-Overground*. I punti rilevati devono essere georeferenziati e forniti come segue:
- Per il MATTM:
 - Planimetria:
 - ETRS89-ETRF89;
 - ETRS89-ETRF2000 (epoca 2008.0);
 - Altimetria: quote ellissoidiche;
 - Per la PAT:
 - Planimetria: ETRS89-ETRF2000 (epoca 2008.0) UTM 32
 - Altimetria:
 - Quote ellissoidiche;
 - Quote ortometriche riferite al modello geoidico ITALGEO 2005.

Le trasformazioni tra i diversi sistemi di riferimento e le trasformazioni tra quote ellissoidiche e quote ortometriche dovranno essere eseguite utilizzando i grigliati GK* messi a disposizione dall'Istituto Geografico Militare (I.G.M.) o dal MATTM.

L'accuratezza planimetrica ed altimetrica del rilievo non potrà essere in alcun modo condizionata e subordinata alla qualità del segnale GPS al momento del rilievo.

I punti errati per riflessioni parassite, aberrazioni per il cattivo funzionamento del sistema di ricezione, per brusche manovre di volo (virate, vuoti d'aria, ecc.) devono essere eliminati in un primo passaggio di filtraggio del dato.

I punti elaborati dovranno avere un'accuratezza altimetrica corrispondente a $\pm 1\sigma$ (scarto quadratico medio), riferito a una distribuzione normale gaussiana dei valori misurati, con un livello di confidenza del 68,3 % che corrisponde a circa ± 20 cm; questo significa che in una serie di misure ripetute, si ha il 68,3% di probabilità che lo scarto sia compreso nell'intervallo ± 20 cm, cioè i punti misurati hanno un'accuratezza migliore o uguale a 1σ .

Il livello di confidenza al 95% ($\approx 2\sigma$) deve essere compreso nell'intervallo ± 25 cm.

I punti elaborati dovranno avere un'accuratezza planimetrica di ± 50 cm.

Art. 22.4 Proprietà dei dati prodotti dal telerilevamento LIDAR

Tutti i dati prodotti dalle attività di Telerilevamento ed oggetto di fornitura saranno di proprietà del MATTM e della PAT; inoltre saranno resi disponibili, a tutte le altre Pubbliche Amministrazioni per l'utilizzo ai fini istituzionali, nell'ambito del GN e dell'Infrastruttura Nazionale Dati Territoriali:

Tutti i dati saranno distribuiti con licenza Creative Commons.

Art. 22.5 Georeferenziazione

Il rilievo sarà effettuato oltre che con la strumentazione di bordo (GPS – IMU), con almeno 2 ricevitori GPS, in doppia frequenza, posizionati a terra, con frequenza di registrazione pari ad una misura al secondo.

Le correzioni differenziali al segnale GPS a bordo saranno eseguite mediante i dati provenienti da almeno due stazioni GPS a terra, in modo tale che in ogni punto la distanza tra GPS rover a bordo del vettore e i due GPS base a terra, sia sempre <50 km.

Le stazioni a terra dovranno coincidere con:

- stazioni permanenti certificate; per la PAT stazioni GNSS della rete TPOS;
- vertici della rete IGM95;
- vertici di raffittimento ottenuti mediante collegamento almeno a tre vertici appartenenti alle categorie suddette.

Art. 22.6 Progettazione e pianificazione dei voli – Valutazione di fattibilità

In rapporto a quanto dovrà essere dichiarato dalla Ditta appaltatrice:

- I voli devono essere eseguiti utilizzando aeromobili adeguati dei quali sia garantita la libera e completa disponibilità da parte dell'Aggiudicatario per il periodo necessario per le riprese. Devono, inoltre, essere comunicati alla Direzione dell'Esecuzione del Contratto gli estremi della licenza ministeriale di lavoro aereo, la casa costruttrice, il tipo, la data di immatricolazione e la potenza del motore o dei motori espressa in CV del/dei vettore/i aeromobile/i che si intende utilizzare (vedasi successivo art. 22.12).
- La progettazione e la pianificazione dei voli dovrà avere una ricopertura sufficiente a garantire la continuità del rilievo. Il territorio sarà suddiviso in blocchi in funzione dell'andamento plano-altimetrico della superficie da rilevare.
- La pianificazione dei voli e delle attività a terra (stazioni fisse GPS per la PAT stazioni permanenti GNSS della rete TPOS, e GCP) dovrà garantire risultati correttamente georeferenziati e minimizzare la presenza di errori sistematici; i risultati dovranno in ogni caso essere compatibili con l'accuratezza dei prodotti richiesti.
- Le riprese, possibilmente, dovranno essere effettuate nelle condizioni più favorevoli con particolare riferimento sia alle condizioni contingenti (atmosferiche e stagionali) che alla prevista posizione spaziale dei satelliti del sistema GPS. Inoltre, la vegetazione arborea, arbustiva e colturale, deve essere a riposo (ovvero priva di foglie o con minor densità fogliare) e la copertura nevosa minima.
- Tutti gli aspetti di cui sopra dovranno essere valutati prima di pianificare le attività.
- Qualora la Ditta appaltatrice incontri problemi non altrimenti risolvibili, provvederà a segnalare alla Direzione dell'Esecuzione del Contratto la non fattibilità dell'acquisizione dei dati altimetrici su determinate aree delimitando il perimetro delle stesse. La Direzione dell'Esecuzione del Contratto si riserva di proporre soluzioni alternative o di rinunciare all'attività per quelle aree: In questo caso la Ditta appaltatrice non avrà diritto ad alcun corrispettivo per le aree dove non è stato possibile eseguire il telerilevamento.

Art. 22.7 Strumentazione

I sensori dovranno possedere i necessari requisiti di precisione e dovranno risultare calibrati e testati in modo tale da garantire il raggiungimento dell'accuratezza prevista per ciascun prodotto.

In sede di offerta le Ditte concorrenti dovranno comunicare i dati inerenti la marca, il tipo, l'anno di costruzione e le caratteristiche tecniche (accuratezza strumentale dalle varie quote relative, angolo e frequenza di acquisizione, eccetera) delle attrezzature (aeromobili e sensori LIDAR, iperspettrale e fotogrammetrico) che si intende impiegare. In sede di offerta le Ditte concorrenti dovranno garantire e documentare la libera e completa disponibilità congiunta, o la proprietà, delle attrezzature proposte.

Art. 22.8 Rilevazione posizionale: aree test, GCP, stazioni GPS a terra

Preliminarmente all'esecuzione della missione dovrà essere pianificato, tramite opportuno software di simulazione, il periodo di esecuzione in modo da garantire una buona ricezione dei segnali satellitari tale da ottenere, per tutta la durata della missione, un valore del PDOP inferiore a 3 e comunque in linea con le metodiche applicate e con le accuratezze richieste.

Successivamente all'esecuzione della ripresa aerea dovranno essere elaborati i dati registrati sia dalla stazione satellitare posta sull'aeromobile sia da quelle permanenti a terra in modo da determinare le coordinate planimetriche e la quota ellissoidica dei dati LIDAR.

La Direzione dell'Esecuzione del Contratto chiederà alla Ditta appaltatrice di predisporre alcune aree-test che dovranno essere pianeggianti e comprendere manufatti grandi e regolari, tali da consentire un'alta accuratezza delle misure. Sulle aree-test individuate dovranno essere rilevati, applicando la metodologia GPS statica, alcuni punti di controllo sul terreno (GCP), le cui coordinate saranno fornite preventivamente. In fase di acquisizione del dato, tali aree verranno utilizzate per verificare la stabilità della calibrazione dei sensori e l'esclusione o minimizzazione di eventuali errori sistematici. I costi di trasferimento della Direzione dell'Esecuzione del Contratto saranno a carico della Ditta.

La Ditta appaltatrice sintetizzerà in succinte relazioni tecniche le analisi statistiche dei confronti tra i dati acquisiti e quelli misurati a terra sulle aree test e dei GCP.

Durante l'esecuzione delle acquisizioni dei dati laser altimetrici dovranno essere registrati, oltre ai segnali satellitari della stazione montata a bordo dell'aeromobile, con epoca uguale o inferiore a un secondo, anche quelli di un certo numero di stazioni GPS a terra di coordinate note per poter elaborare con la metodologia differenziale le coordinate spaziali del vettore in movimento. Tutte le stazioni a terra dovranno essere dotate di ricevitori GPS a doppia frequenza, con acquisizione uguale o inferiore a un Hz, dovranno essere posizionate in modo da garantire la ricezione contemporanea del segnale di un numero sufficiente di satelliti (non meno di cinque), gli stessi segnali captati dal sistema GPS posto sull'aeromobile.

Come stazioni a terra potranno essere utilizzate sia le stazioni appositamente dedicate (le cui coordinate dovranno essere determinate con una accuratezza analoga a quelle dei vertici della rete IGM 95), sia le stazioni permanenti pubbliche i cui dati siano affidabili e disponibili.

Ai fini delle attività di verifica e di collaudo la Ditta appaltatrice dovrà rendere disponibili le registrazioni dei segnali satellitari acquisite dalle stazioni utilizzate relative ai periodi di reale esecuzione dei rilievi.

Art. 22.9 Trattamento dei dati e materiale ausiliario

I dati acquisiti dovranno essere elaborati applicando i software di mercato internazionalmente noti, tenendo conto di tutte le informazioni derivanti sia dalla rete **GPS** di terra sia dalle piattaforme IMU di bordo al fine di definire, in modo ottimale, la georeferenziazione dei dati laser altimetrici.

Non è ammessa l'utilizzazione di altre fonti per adattare i dati sorgente, prodotti nell'ambito della presente fornitura, ad eccezione di procedure ampiamente documentate e concordate con la Direzione dell'Esecuzione del Contratto. Eventuali materiali integrativi messi a disposizione dal **Committente** (vedasi il successivo Art. 22.14) potranno essere utilizzati dalla Ditta appaltatrice esclusivamente al fine di completare il presente progetto.

Art. 22.10 Parziale copertura

Il Committente non riconoscerà alcun corrispettivo per le aree sulle quali i prodotti non risulteranno avere l'**accuratezza** richiesta, anche se ciò risultasse in conseguenza di problemi non dipendenti dalla volontà della Ditta appaltatrice (ad esempio: la presenza di eventuali zone di disturbo dei segnali satellitari che impediscano la corretta ricezione e, quindi, una corretta elaborazione delle coordinate dei punti laser altimetrici acquisiti).

Nel caso che la rimozione di disturbi che impediscono la realizzazione dei prodotti richiesti comporti attività aggiuntive che non sia stato possibile prevedere prima dell'aggiudicazione, la Ditta appaltatrice potrà realizzare le attività aggiuntive solo se autorizzata preventivamente dalla Direzione dell'Esecuzione del Contratto; in questo caso la Ditta appaltatrice dovrà motivare e documentare in modo ineccepibile e congruente il prezzo offerto per ogni costo aggiuntivo.

Art. 22.11 Le Riprese laser altimetriche

Per le riprese laser altimetriche, le Ditte dovranno sottoporre in sede di offerta esemplificazioni di progetti di volo per le situazioni più rappresentative delle tipologie di interventi richiesti.

In fase realizzativa, i progetti di volo predisposti dalla Ditta appaltatrice dovranno essere comunque approvati dalla Direzione dell'Esecuzione del Contratto prima di eseguire le riprese.

Il progetto di volo dovrà garantire che la densità dei dati altimetrici (Last pulse) acquisiti durante la ripresa sia non inferiore a 1 punto ogni metro quadrato.

Nel progetto dovranno essere riportati i blocchi in cui sarà suddiviso il territorio da rilevare e le strisciate progettate, la quota relativa pianificata per ogni strisciata, l'abbracciamento di ciascuna strisciata e la distanza trasversale e lungo la linea di volo tra i singoli punti rilevati.

I grafici dei progetti di volo dovranno essere realizzati sulla cartografia IGM alla scala 1:50.000. La ditta aggiudicataria dovrà consegnare alla Direzione dell'Esecuzione del

Contratto sia la versione del progetto di volo in forma cartacea sia quella in forma digitale corredata da una succinta relazione e da simulazioni analitiche del progetto da cui sia possibile verificare la densità media dei punti rilevati, l'accuratezza prevista, la distanza reciproca tra i punti, l'interasse tra le strisciate e la sovrapposizione garantita.

La Ditta aggiudicataria dovrà concordare con l'ENAV e con il COFA, i piani di volo per ottenere tutte le necessarie autorizzazioni al sorvolo. Per le zone operative militari e le aree soggette a particolari norme restrittive della navigazione aerea, si dovrà ottenere il tempestivo rilascio delle particolari autorizzazioni.

Le riprese dovranno essere effettuate nelle condizioni più favorevoli con particolare riferimento sia alle condizioni atmosferiche e stagionali sia alla prevista posizione spaziale dei satelliti del sistema GPS.

Tutti gli aspetti di cui sopra dovranno essere approvati dalla Direzione dell'Esecuzione del Contratto prima di avviare le attività.

Art. 22.12 Gli aeromobili e le certificazioni

Gli aeromobili proposti devono essere adeguati ad operare alle quote di progetto e risultare idonei a garantire le specifiche richieste in termini di densità, distribuzione ed accuratezza dei punti quotati acquisiti con il sensore LIDAR.

Le Ditte devono essere approvate quali Operatori di Lavoro Aereo ed essere autorizzate ad effettuare operazioni di rilevamento quindi essere in possesso della specifica Certificazione (C.O.L.A. per gli Operatori Italiani, o equipollente autorizzazione/certificazione allo svolgimento delle attività di lavoro aereo per quelli appartenenti ad altri Stati membri EASA) rilasciata dalla competente Autorità aeronautica nazionale. Tale Certificazione deve obbligatoriamente riportare le marche di registrazione degli aeromobili proposti per il presente progetto e la relativa autorizzazione ad effettuare le operazioni di rilievo previste.

Allo stesso modo le Ditte devono fornire, a pena di esclusione, la certificazione EASA (rilasciata dalla stessa EASA o da Design Approval Organization approvata EASA) delle modifiche a cui gli stessi aeromobili sono stati sottoposti per l'installazione degli strumenti di rilievo aereo proposti per il presente progetto. Tali certificazioni devono quindi riportare esplicitamente costruttore e modello degli aereomobili e dei sensori proposti.

I voli devono essere eseguiti mediante aeromobili e strumentazioni dei quali le Ditte dovranno obbligatoriamente dimostrare in sede di Offerta la libera e completa disponibilità, o la proprietà, per tutto il periodo necessario ad eseguire il servizio.

Art. 22.13 I Sensori laser altimetrici

I sensori laser altimetrici (LIDAR) proposti dovranno possedere i necessari requisiti di precisione e dovranno risultare calibrati e testati in modo tale da garantire il raggiungimento dell'accuratezza richieste.

Lo scanner laser installato a bordo dell'aeromobile dovrà presentare le seguenti caratteristiche:

- potenza conforme alle norme di sicurezza ovvero tali da garantire la salvaguardia della salute umana;

- capacità di registrare fino a 4 distanze per ogni singolo impulso laser al fine di discriminare le altezze del terreno in presenza di coperture arboree e vegetali;
- capacità di registrare il valore di intensità del segnale di ritorno da utilizzarsi quale ulteriore parametro per la classificazione dei punti.

Art. 22.14 Materiali messi a disposizione per l'esecuzione dei lavori

Per l'esecuzione dei lavori oggetto dell'appalto, la Direzione dell'Esecuzione del Contratto fornirà alla Ditta appaltatrice, limitatamente alle aree oggetto del rilievo e per ogni singolo lotto, i seguenti materiali:

1. cartografia in formato raster alla scala 1:1.000.000 per la realizzazione del quadro di unione;
2. cartografia alla scala 1:100.000, serie sfumo, per la redazione del progetto di volo;
3. software di trasformazione realizzato dall'IGM, con relativi grigliati, o dal MATTM;
4. modello digitale del terreno, con passo 40 m.

Art. 22.15 Materiali di consegna e prodotti

Art. 22.15.1 Materiale preliminare all'esecuzione del volo

Prima dell'esecuzione delle varie riprese, la Ditta aggiudicataria dovrà presentare alla Direzione dell'Esecuzione del Contratto per ciascun tipo di sensore e per ciascuna area territoriale da rilevare omogenea, i seguenti materiali:

- grafico vettoriale georiferito con i limiti delle aree da rilevare, i piani di volo e gli eventuali blocchi di volo;
- le coordinate (x, y, z) dei rilievi eseguiti a terra (aree test e GCP) e la relativa monografia;
- le coordinate (x, y, z) delle antenne GPS a terra e la relativa monografia.

Eventuali variazioni dei parametri o l'utilizzo di sensori diversi, rispetto a quelli dichiarati nell'offerta tecnica potranno essere ammessi soltanto se i loro requisiti tecnici garantiscano risultati migliori rispetto a quelli attesi e se non comporteranno costi aggiuntivi per il committente; in ogni caso tutte le variazioni dovranno essere approvate dalla Direzione dell'Esecuzione del Contratto.

Art. 22.15.2 Relazione tecnica a volo eseguito e suoi allegati

La relazione tecnica ed i suoi allegati, anche in formato digitale (traiettoria, grafici di separazione dei calcoli sul volo), dovrà contenere la descrizione e la documentazione completa delle operazioni svolte, tutti i dati accessori utilizzati per il raggiungimento del risultato finale atteso e i prodotti finali di consegna; la descrizione illustrerà in modo generale le varie fasi esecutive del rilievo.

In particolare dovrà contenere:

- i grafici delle strisciate ed i dati dei voli;

- rapporto di volo;
- confronto tra i dati 3D e le aree di test comprensivo del report con gli scarti sulle misure eseguite ed opportune analisi statistiche sugli stessi;
- garanzia scritta sui seguenti punti:
 - che non si sono verificati problemi tecnici durante i voli per l'acquisizione dei dati;
 - i dati non sono influenzati: da off set, da inclinazioni e da curvature dei voli e che sono stati verificati;
 - le aree misurate non presentano alcuna discontinuità
- i dati registrati dalle stazioni di terra in contemporanea al volo e la documentazione del processo di elaborazione;
- tutte le monografie dei punti e le coordinate dei rilievi effettuati a terra (incluse le aree test richieste dal capitolato ed altre eventualmente ritenute necessarie) le monografie delle stazioni GPS fisse di terra;
- la documentazione relativa alla determinazione delle stazioni GPS fisse a terra che dovranno essere collegate ad almeno due vertici della rete IGM95;
- tutti i dati e le elaborazioni, anche ai fini del controllo di qualità, compreso il corretto funzionamento dei sistemi di posizionamento satellitare sia a bordo dell'aeromobile sia delle stazioni a terra e i valori di PDOP non superiori a 3 durante l'effettiva esecuzione dei rilievi;

In un foglio a parte, debitamente sottoscritto, il responsabile del controllo dei processi e dei prodotti dovrà segnalare eventuali problemi ovvero attestare:

- che il volo e la rilevazione sono stati eseguiti a regola d'arte e non si sono verificati problemi tecnici durante l'acquisizione dei dati, coprendo l'area rilevata senza lacune, discontinuità o errori sistematici (costanti o con andamento lineare lungo le strisciate, offset, inclinazioni e curvature del volo, fattori di scala, eccetera);
- che i dati piano altimetrici sono stati adeguatamente controllati a campione e corrispondono all'accuratezza caratteristica del sensore e del sistema di acquisizione e sono idonei ad ottenere i prodotti con l'accuratezza richiesta dalle presenti specifiche;
- che i risultati delle riprese LIDAR non sono stati adattati alle quote delle aree di controllo ad altri elaborati, ovvero che con autorizzazione della Direzione dell'Esecuzione del Contratto è stato introdotto l'eventuale metodo di adattamento concordato.

Art. 22.15.3 Dati sorgente di consegna

Rappresentano l'insieme dei dati acquisiti dal sensore senza altra trasformazione se non quella di formato, ove si tratti di formati proprietari del software d'acquisizione, ma senza alcun adattamento o elaborazione.

Devono essere consegnati i seguenti dati:

- Tutta la nuvola di punti grezzi LIDAR, formata da minimo 2 massimo 4 ritorni, senza trattamenti di filtraggio o adattamento di alcun tipo forniti per singola strisciata, conservando la ridondanza delle misure, ripetute ad ogni passaggio, sui poligoni di

verifica. Elementi, questi ultimi, che vengono tolti nelle successive fasi di elaborazione del dato, rappresentano il “dato originale” del sensore e si lasciano al loro interno anche per garantirne l’integrità.

Art. 22.15.4 Dati elaborati e prodotti finali di consegna

1) Modello Digitale delle Superfici (first pulse)

E’ il grigliato regolare ottenuto dai dati grezzi del rilievo, opportunamente filtrati e selezionati e ricampionati per rappresentare l’andamento delle superfici (first pulse), con celle di 1 m x 1 m.

2) Modello Digitale delle Superfici (last pulse)

E’ il grigliato regolare ottenuto dai dati grezzi del rilievo, opportunamente filtrati e selezionati e ricampionati per rappresentare l’andamento delle superfici (last pulse), con celle di 1 m x 1 m.

3) Modello Digitale del Terreno

E’ il grigliato regolare ottenuto dalla nuvola di punti classificati opportunamente filtrati ricampionati e editati per rappresentare l’andamento del terreno senza vegetazione e senza edificato, con celle di 1 m x 1 m.

4) Intensity

Immagine, con risoluzione planimetrica 1 m x 1 m, in scala di grigi in cui il tono di grigio è proporzionale all’intensità dell’impulso laser di ritorno riflesso dalla superficie intercettata

5) Punti XYZ

Nuvola di punti non ricampionati contenente le informazioni delle coordinate plano-altimetriche, il valore dell’intensità e la classificazione *Ground-Overground*.

Art. 22.15.5 Elaborati finali

La Ditta appaltatrice, per ogni singola consegna dovrà fornire alla Direzione dell’Esecuzione del Contratto i seguenti elaborati finali limitatamente alle aree oggetto del rilievo:

1. grafico delle strisciate effettuate in sede di rilievo corredate della data di esecuzione dei voli;
2. rapporto di volo;
3. file in formato RINEX relativi alle epoche acquisite dai ricevitori GPS a terra e a bordo dell’aeromobile utilizzati per le correzioni differenziali dei dati;
4. report relativi alla calibrazione del sistema laser altimetrico;
5. certificazione attestante:
 - o che non si sono verificati problemi tecnici in fase di acquisizione dei dati;
 - o che i dati non sono viziati da errori dovuti a brusche manovre di volo;
 - o inoltre i report relativi alle procedure di filtraggio dei dati grezzi di rilievo per eliminare i punti non corretti ed i provvedimenti adottati nel caso in cui

l'operazione di filtraggio abbia diminuito, in modo significativo, la densità prevista dei punti rilevati.

PRODOTTI	Formato File	NOTE E SPECIFICHE DI FORMATO
Relazione tecnica, grafici, tabelle	RTF	con allegati digitali
Attestazione	analogico	sottoscritta dal responsabile
Dati grezzi LIDAR (raw data)	ASCII con estensione ASC o TXT o LAS e ALL	Formato che prevede per ogni impulso il tempo di emissione, e per ogni risposta (First, Second, Third e Last Pulse) le coordinate ETR89-ETRF89 e ETRS89-ETRF2000 per il MATTM e ETRS89-ETRF2000 UTM 32 per la PAT, le quote ellissoidiche, approssimate alla seconda cifra decimale, e il valore di intensità (intero).
Nuvola di punti	LAS 1.0	classificati secondo le specifiche e, in particolare: classe 1 Default = above ground classe 2 Ground = terreno classe 3 Low vegetation = vegetazione sopra i due metri dal terreno classe 7 low points = outliers
Nuvola di punti utili DTM (GROUND) e dei punti utili DSM OVER GROUND) – Punti XYZ	TXT	Formato che prevede le coordinate ETR89-ETRF89 e ETRS89-ETRF2000 per il MATTM e ETRS89-ETRF2000 UTM 32 per la PAT, le quote ellissoidiche, approssimate alla seconda cifra decimale, e il valore di intensità (intero).
DSM	Grid-ASCII	NCOLS, NROWS, XLLCORNER, YLLCORNER, CELLSIZE, NODATA_VALUE (-9999) NNNN,NN (valori floating)
DTM		
Intensità della risposta (scala di grigio)	TIFF+TFW	Immagini a 8 bit senza perdita di qualità (risoluzione geometrica e radiometrica)
File vettoriali richiesti	Shape 2D (SHP, SHX, DBF, PRJ), DWG, PDF, TXT, tabelle	Shape linee e poligoni
File vettoriali, (inquadramenti, piani di volo, tracciato di volo, quadro di unione delle tavole con la data di rilievo, ingombro dati grezzi, ecc.) tabelle, documenti e altri archivi con dati utili all'orientamento (dati ancillari).		Corredate di eventuali attributi aggiuntivi in tabelle correlate o autonome

Metadati	XML	File di metadati i n formato xml da associare ad ogni singolo prodotto consegnato.
----------	-----	--

L'organizzazione dei file sui supporti deve essere corrispondente al seguente esempio:

Anno Mese Rilevazione	Provincia – Comune	Prodotto	File
2013_01_LIDAR	FI - FIRENZE	DTM	OOOOO.ASC grid (ZIP)
			OOOOOXYZ.TXT (ZIP)
	FI - PONTASSIEVE	INTENSITA'	OOOOO.ASC grid (ZIP)
			OOOOOXYZ.TXT (ZIP)
			OOOOO.TIFF+TFW (ZIP)

I formati e il taglio di consegna devono perseguire l'obiettivo di ottimizzare, in relazione alla natura dell'informazione, il rapporto tra dimensione / gestibilità del file e qualità dell'informazione.

I prodotti oggetto di consegna, DTM e DSM, dovranno essere forniti con caratteristiche tali ed in formato adeguato da poter essere utilizzati nelle banche dati del GN, al fine di poterli utilizzare con i database topografici.

I formati e il taglio di consegna potranno essere modificati, in base ad esigenze intervenute, in accordo tra la Ditta appaltatrice e la Direzione dell'Esecuzione del Contratto. Per alcuni prodotti si potrà richiedere di far riferimento all'inquadramento delle CTR o comunque come sarà concordato con la Direzione dell'Esecuzione del Contratto.

Tutti gli archivi digitali saranno forniti, a carico del soggetto realizzatore, in triplice copia su uno o più hard disk esterni su porta USB2/3, idonei per numero, caratteristiche e dimensioni a contenere tutti i file della fornitura.

Ove se ne ottenga vantaggio, i file possono essere compressi in formato zip (normal o maximum portable), ma ponendo attenzione che ciascuna cartella di compressione contenga file relativi a un solo oggetto di fornitura (ad esempio TIFF + TFW o SHX + DBF + SHP).

Art. 22.16 Operazioni di Verifica dei prodotti da Telerilevamento LIDAR

Potranno essere effettuate verifiche in corso d'opera sui materiali consegnati mediante:

- 1) visite presso i locali della Ditta appaltatrice per la verifica e il rifacimento di alcune fasi di pretrattamento e filtratura dei dati LIDAR;
- 2) operazioni di controllo a terra con l'ausilio di strumenti ed operatori messi a disposizione dalla Ditta appaltatrice, per una superficie non superiore all'1% di quella rilevata;
- 3) controlli, a carico della Ditta appaltatrice, su zone opportunamente distribuite e perimetrare sul territorio con riferimento al piano di volo; a tal fine saranno rilevati (e, in aggiunta, selezionati da dati esistenti: topografici, laser scanning,

aerofotogrammetrici, eccetera), campioni di punti con precisione almeno pari a quelle definite in offerta.

Per le attività 1 e 2 la Ditta appaltatrice dovrà mettere a disposizione della Direzione dell'Esecuzione del Contratto o di tecnici da essa incaricati (rif. alle attività di cui al punto 3) le strutture, gli strumenti e gli operatori necessari alle operazioni di controllo e di trattamento dei dati.

Le verifiche di cui ai punti 2 e 3 si svolgeranno per confronto tra i punti rilevati/selezionati in fase di collaudo e quelli aventi le medesime coordinate planimetriche e quota interpolata dal DTM in corso di verifica. In corrispondenza delle zone in cui la percentuale dei punti fuori tolleranza sia maggiore del 5%, verrà effettuato un opportuno raffittimento del campione sul quale si opererà come sopra esposto. Se l'ulteriore controllo darà il medesimo esito sarà rigettata l'intera zona, che dovrà essere rilevata ex-novo senza oneri aggiuntivi per l'Amministrazione.

L'analisi statistica degli scarti fornirà la base sulla quale la Direzione dell'Esecuzione del Contratto formulerà il proprio insindacabile giudizio di adeguatezza del modello consegnato.

La Direzione dell'Esecuzione del Contratto concorderà con la Ditta appaltatrice le modalità più opportune per la verifica degli eventuali prodotti aggiuntivi da essa offerti.

Art. 22.17 Norme per l'esecuzione del collaudo dei prodotti da telerilevamento LIDAR

Art. 22.17.1 Specifiche tecniche di collaudo dei prodotti LIDAR

La verifica di qualità riguarderà controlli di consistenza dei prodotti e degli aspetti qualitativi e metrici e verrà prioritariamente applicata ai seguenti prodotti finali:

- **DTM** globalmente e relativamente a una classificazione tipologica del terreno;
- **DSM** relativamente a vertici di elementi (edifici, manufatti) chiaramente individuabili come variazione brusca di quota;

Per accertare il raggiungimento dei requisiti di **accuratezza** e completezza del rilievo e delle successive elaborazioni si procederà applicando la seguente metodologia:

- verifica sull'intero "dataset" tramite applicazione di modelli o altri algoritmi finalizzati a evidenziare errori grossolani, incompletezza o discontinuità del dato;
- verifica di un campione dei medesimi utilizzando 300 punti di controllo, di nuova istituzione e/o già esistenti, selezionati in zone scelte in base alle caratteristiche del territorio (ad esempio pendenza o uso del suolo).

Le misure a terra con sistema GPS dei 300 punti saranno effettuate a spese della Ditta appaltatrice e a cura del **responsabile del controllo dei processi e dei prodotti**, ma potranno essere verificate e/o integrate a cura e spese del committente.

Oltre ai prodotti finali, i prodotti intermedi e l'intero processo possono essere oggetto di verifica e devono essere coerenti con la qualità richiesta dalle specifiche tecniche.

Qualora nei prodotti risultasse un contenuto disomogeneo per caratteristiche, la metodologia di collaudo, di norma applicata all'intera fornitura, potrà essere applicata in forma differenziata anche a sue parti.

Nel caso di un primo esito negativo e successivo intervento di adeguamento del prodotto da parte della Ditta appaltatrice, seguiranno procedure di collaudo, a spese della Ditta appaltatrice, su un campione interamente diverso dal precedente sul quale si procederà in modo analogo. Se questo ulteriore controllo darà esito negativo sarà rigettata l'intera fornitura o sue parti che dovrà/dovranno essere rilevate ex-novo senza oneri aggiuntivi per il committente.

Se anche una seconda fornitura, sottoposta a collaudo sempre a spese della Ditta appaltatrice, darà esito negativo, il committente procederà, con motivato atto della Direzione dell'Esecuzione del Contratto, alla rescissione del contratto per palese inadeguatezza della fornitura.

Art. 22.17.2 Collaudo dei prodotti LIDAR

Il collaudo della densità degli impulsi LIDAR sarà verificata come media su blocchi di 100 celle.

Alla completezza della rilevazione e agli errori grossolani saranno applicate opportune analisi e osservazioni dell'intero prodotto con un modello "shaded relief" che evidenzia eventuali "picchi" o "crateri" dovuti a quote macroscopicamente errate. Il collaudatore verificherà che il prodotto sia completo e omogeneo e la Ditta appaltatrice abbia eliminato gli errori grossolani, sottoponendo il prodotto ad una analisi adeguata.

La grandezza che verifica l'**accuratezza** è lo **scarto quadratico medio (SQM)** o suoi multipli verificato per valore e frequenza e si applica con modalità diverse ai vari prodotti.

La verifica altimetrica avverrà determinando con metodologia GPS a terra le coordinate xy e la quota z (**quota ellissoidica**) del campione di punti prescelti.

a) il collaudo della **tolleranza altimetrica (th)** sarà eseguito in base alle caratteristiche di orizzontalità della superficie del terreno e della copertura del suolo, verificando che sia omogenea in un intorno determinato;

b) per il collaudo della **tolleranza altimetrica (th)**, e della **tolleranza planimetrica (tp)** in corrispondenza di oggetti riconoscibili (spigoli e coperture piane di fabbricati, manufatti, viadotti, argini, scarpate), in tal caso la verifica verrà fatta in un intorno di cui il diametro sia così determinato: $tp + diagonale\ della\ cella$;

c) per il collaudo della **tolleranza altimetrica (th)**, su un'area di 9 celle con pendenza maggiore di 2°, lo **scarto** ammesso per la componente altimetrica verrà incrementato di un valore che tiene conto di $\Delta h = \Delta p \times tg\ \alpha$ dove p è l'**accuratezza planimetrica** e dove α è l'angolo d'inclinazione del terreno e comunque nei limiti massimi definiti nella definizione di **tolleranza altimetrica**.

Verrà inoltre verificato l'eventuale errore sistematico e la simmetria della distribuzione degli scarti.

Con riferimento ai prodotti **DTM** e **DSM** verrà verificata la tolleranza altimetrica:

- con riferimento agli **Outliers**, dovranno essere <0,3 %.
- con riferimento alla tolleranza dello scarto tra la z del DTM e la z di controllo di punti selezionati, con suddivisione del territorio in cinque classi di uso del suolo, ove si verifichino entrambe le due condizioni di orizzontalità del terreno e copertura del suolo omogenea.

Accuratezza altimetrica fondamentale: 68,3 %

Per accuratezza altimetrica fondamentale si intende a 1 sigma, ovvero pari al 68% sul totale dei punti su terreni aperti ed uniformi.

Art. 23 Fornitura di dataset da telerilevamento LIDAR ad alta densità da aeromobile

Art. 23.1 Definizioni

Per le definizioni di termini specifici che verranno impiegati nell'Art. 23 e negli articoli ad esso subordinati, riguardanti le specifiche e le modalità di fornitura e Collaudo per il Dataset composito costituito sia da Modello Digitale del Terreno (DTM), da Modello Digitale delle Superfici (DSM) sia dal Modello Digitale dell'Edificato (DBM) delle porzioni dell'intero territorio della Provincia Autonoma di Trento aventi quota altimetrica pari o superiore a 1.800 m slm, Dataset ottenuto mediante l'esecuzione di una campagna di telerilevamento con tecnologia laser-scanning LIDAR ad alta densità da piattaforma su aeromobile, le Ditte concorrenti devono riferirsi alle definizioni precedentemente espresse per la Fornitura di Dataset da Telerilevamento LIDAR a media densità da aeromobile cioè alle specifiche espresse in Art. 22.1.

Art. 23.2 Inquadramento delle superfici da rilevare con tecnica LIDAR

Il Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare e la Provincia Autonoma di Trento intendono dotarsi, tramite il presente Appalto, di modelli digitali della superficie (**DSM**), del terreno (**DTM**) e dell'edificato (**DBM**) delle porzioni dell'intero territorio della Provincia Autonoma di Trento aventi quota altimetrica pari o superiore a 1.800 m slm, Dataset ottenuto mediante l'esecuzione di una campagna di telerilevamento con tecnologia laser-scanning LIDAR ad alta densità da piattaforma su aeromobile.

L'intero piano di acquisizione di dati telerilevati per il presente Appalto è di 1392 Km² corrispondenti alla differenza tra le superfici superiori a 1800 m slm (1768 Km²) e l'area delle Dolomiti trentine, pari ad una superficie di 389 Km² già rilevate, fatta salva la rilevazione dei ghiacciai delle Dolomiti trentine da eseguirsi, come i restanti ghiacciai, nel mese di agosto, pari a circa 13 Km².

In coincidenza dell'approvazione di ogni singolo piano di acquisizione, sarà compito della Direzione dell'Esecuzione del Contratto autorizzare formalmente le eventuali compensazioni.

Tutti i dati dovranno essere georiferiti come segue:

per il MATTM:

- il **Sistema di Riferimento Globale (ETRS89) nella realizzazione ETRF89** che, a volte, è anche indicato con l'acronimo "WGS84". Tale dicitura, anche se non del tutto propria, è più comune e non comporta errori in quanto l'unica realizzazione del Sistema di Riferimento Globale realmente utilizzabile sul territorio nazionale, costituita dalla rete IGM95, è espressa, fino ad oggi, nella realizzazione ETRF89;
- il **Sistema di Riferimento Globale (ETRS89) nella realizzazione ETRF2000 (epoca 2008.0)**;

per la PAT:

- il **Sistema di Riferimento Globale (ETRS89) nella realizzazione ETRF2000 (epoca 2008.0)** proiezione UTM 32.

Le quote ellissoidiche dovranno essere trasformate in ortometriche in base al modello geoidico ITALGEO 2005 messo a disposizione dall'Istituto Geografico Militare o dal MATTM.

Art. 23.3 Prodotti delle Attività di Telerilevamento secondo la tecnica LIDAR

La Ditta appaltatrice dovrà fornire i seguenti prodotti:

- **Dati grezzi:**
 - Tutta la nuvola di punti acquisita, fino ad un massimo di 4 ritorni.
 - La nuvola di punti, in formato LAS 1.0, classificati secondo le specifiche ed in particolare:
 - classe 1 Default = above ground
 - classe 2 Ground = terreno
 - classe 3 Low vegetation = vegetazione sopra i due metri dal terreno
 - classe 7 low points = outliers.

I punti rilevati devono essere georeferenziati e forniti nei seguenti sistemi di riferimento:

- Per il MATTM:
 - Planimetria:
 - ETRS89-ETRF89;
 - ETRS89-ETRF2000 (epoca 2008.0);
 - Altimetria: quote ellissoidiche;
- Per la PAT:
 - Planimetria: ETRS89-ETRF2000 (epoca 2008.0) UTM 32
 - Altimetria:
 - Quote ellissoidiche.

Le trasformazioni tra i diversi sistemi di riferimento e le trasformazioni tra quote ellissoidiche e quote ortometriche dovranno essere eseguite utilizzando i grigliati GK*.

- **Dati elaborati:**
 - **DSM - First Pulse:** modello digitale della superficie ottenuto dal primo impulso laser; questo prodotto è ottenuto per interpolazione dei dati originali rilevati dal sensore laser, che comprendono tutti gli oggetti, naturali (principalmente vegetazione) e manufatti (edifici, infrastrutture viarie, ponti, ecc.), fornendo i seguenti modelli:
 - modello digitale con maglia 0,5 m x 0,5 m della superficie terrestre;
 - **DSM - Last Pulse:** modello digitale della superficie ottenuto dall'ultimo echo dell'impulso laser; questo prodotto include l'edificato e la vegetazione particolarmente densa ed impenetrabile dal laser; viceversa dove la vegetazione non è particolarmente densa, il laser ha una maggiore capacità di

penetrazione per arrivare sul terreno e quindi le misure vengono riferite tendenzialmente a quest'ultimo elemento; fornisce i seguenti modelli:

- modello digitale con maglia 0,5 m x 0,5 m della superficie terrestre;
- **DTM:** Con il termine DTM si intende la rappresentazione matematica della superficie fisica terrestre mediante una griglia ordinata di punti plano-altimetricamente determinati. Il DTM dovrà essere ricavato dal filtraggio del modello digitale delle superfici DSM – Last Pulse eliminando, sia con algoritmi automatici che manualmente dall'operatore, tutti gli oggetti (es. edifici, coperture arboree, vegetazione, pali, cavi, ecc.), ed ottenendo come output i seguenti modelli:
 - modello digitale con maglia 0,5 m x 0,5 m della superficie terrestre senza vegetazione e senza edificato;
- **DBM:** Con il termine DBM si intende la rappresentazione matematica della superficie fisica terrestre e dell'edificato mediante una griglia ordinata di punti plano-altimetricamente determinati. Il DBM dovrà essere ricavato dal filtraggio del modello digitale delle superfici DSM – Last Pulse eliminando, anche con l'ausilio dei prodotti delle attività di telerilevamento secondo la tecnica fotogrammetrica (previsti all'art. 26), la vegetazione e gli oggetti con ingombro inferiore al passo della griglia ordinata di punti (pali, cavi, ecc.) ed ottenendo come output i seguenti modelli:
 - modello digitale con maglia 0,5 m x 0,5 m della superficie terrestre senza vegetazione e con l'edificato;
 - breaklines: livello/i informativo/i vettoriale/i 3D delle discontinuità delle superfici con classificazione degli elementi rappresentati (ingombro degli edifici, linee di monte e di valle delle scarpate, muri, argini, viadotti, briglie, dighe, ecc.).
- **Intensity:** immagine in scala di grigi in cui il tono di grigio è proporzionale all'intensità dell'impulso laser di ritorno riflesso dalla superficie intercettata.
 - Immagine con risoluzione 1mX1m;

I prodotti sopra descritti devono essere georeferenziati e forniti come segue:

- Per il MATTM:
 - Planimetria:
 - ETRS89-ETRF89;
 - ETRS89-ETRF2000 (epoca 2008.0);
 - Altimetria: quote ortometriche riferite al modello geoidico ITALGEO 2005;
- Per la PAT:
 - Planimetria: ETRS89-ETRF2000 (epoca 2008.0) UTM 32
 - Altimetria:
 - Quote ellissoidiche;
 - Quote ortometriche riferite al modello geoidico ITALGEO 2005.
- **Punti XYZ:** nuvola di punti non ricampionati contenente le informazioni delle coordinate plano-altimetriche, il valore dell'intensità e la classificazione *Ground-Overground*. I punti rilevati devono essere georeferenziati e forniti come segue:
 - Per il MATTM:

- Planimetria:
 - ETRS89-ETRF89;
 - ETRS89-ETRF2000 (epoca 2008.0);
- Altimetria: quote ellissoidiche;
- Per la PAT:
 - Planimetria: ETRS89-ETRF2000 (epoca 2008.0) UTM 32
 - Altimetria:
 - Quote ellissoidiche;
 - Quote ortometriche riferite al modello geoidico ITALGEO 2005.

Le trasformazioni tra i diversi sistemi di riferimento e le trasformazioni tra quote ellissoidiche e quote ortometriche dovranno essere eseguite utilizzando i grigliati GK* messi a disposizione dall'Istituto Geografico Militare (I.G.M.) o dal MATTM.

L'accuratezza planimetrica ed altimetrica del rilievo non potrà essere in alcun modo condizionata e subordinata alla qualità del segnale GPS al momento del rilievo.

I punti errati per riflessioni parassite, aberrazioni per il cattivo funzionamento del sistema di ricezione, per brusche manovre di volo (virate, vuoti d'aria, ecc.) devono essere eliminati in un primo passaggio di filtraggio del dato.

I punti elaborati dovranno avere un'accuratezza altimetrica corrispondente a $\pm 1\sigma$ (scarto quadratico medio), riferito a una distribuzione normale gaussiana dei valori misurati, con un livello di confidenza del 68,3 % che corrisponde a circa ± 20 cm; questo significa che in una serie di misure ripetute, si ha il 68,3% di probabilità che lo scarto sia compreso nell'intervallo ± 20 cm, cioè i punti misurati hanno un'accuratezza migliore o uguale a 1σ .

Il livello di confidenza al 95% ($\approx 2\sigma$) deve essere compreso nell'intervallo ± 25 cm.

I punti elaborati dovranno avere un'accuratezza planimetrica di ± 50 cm.

Art. 23.4 Proprietà dei dati prodotti dal telerilevamento LIDAR

Tutti i dati prodotti dalle attività di Telerilevamento ed oggetto di fornitura saranno di proprietà del MATTM e della PAT; inoltre saranno resi disponibili, a tutte le altre pubbliche amministrazioni per l'utilizzo ai fini istituzionali, nell'ambito del GN e dell'Infrastruttura Nazionale Dati Territoriali:

Tutti i dati saranno distribuiti con licenza Creative Commons.

Art. 23.5 Georeferenziazione

Le Ditte concorrenti devono riferirsi alle specifiche precedentemente espresse per la Fornitura di Dataset da Telerilevamento LIDAR a media densità da aeromobile cioè alle specifiche espresse in Art. 22.5.

Art. 23.6 Progettazione e Pianificazione dei Voli – Valutazione di fattibilità

In rapporto a quanto dovrà essere dichiarato dalla Ditta appaltatrice:

- I voli devono essere eseguiti utilizzando aeromobili adeguati dei quali sia garantita la libera e completa disponibilità da parte dell'Aggiudicatario per il periodo necessario per

le riprese. Devono, inoltre, essere comunicati alla Direzione dell'Esecuzione del Contratto gli estremi della licenza ministeriale di lavoro aereo, la casa costruttrice, il tipo, la data di immatricolazione e la potenza del motore o dei motori espressa in CV del/dei vettore/i aeromobile/i che si intende utilizzare.

- La progettazione e la pianificazione dei voli dovrà avere una ricopertura sufficiente a garantire la continuità del rilievo. Il territorio sarà suddiviso in blocchi in funzione dell'andamento piano altimetrico della superficie da rilevare.
- La pianificazione dei voli e delle attività a terra (**per la PAT stazioni permanenti GNSS della rete TPOS, e GCP**) dovrà garantire risultati correttamente georeferenziati e minimizzare la presenza di errori sistematici; i risultati dovranno in ogni caso essere compatibili con l'accuratezza dei prodotti richiesti.
- Le riprese, possibilmente, dovranno essere effettuate nelle condizioni più favorevoli con particolare riferimento sia alle condizioni contingenti (atmosferiche e stagionali) che alla prevista posizione spaziale dei satelliti del sistema GPS. Inoltre la vegetazione arborea, arbustiva e colturale, deve essere a riposo (ovvero priva di foglie o con minor densità fogliare) e la copertura nevosa minima.
- Tutti gli aspetti di cui sopra dovranno essere valutati prima di pianificare le attività.
- Qualora la Ditta appaltatrice incontri problemi non altrimenti risolvibili, provvederà a segnalare alla Direzione dell'Esecuzione del Contratto la non fattibilità dell'acquisizione dei dati altimetrici su determinate aree delimitando il perimetro delle stesse. La Direzione dell'Esecuzione del Contratto, sentita la PAT, si riserva di proporre soluzioni alternative o di rinunciare all'attività per quelle aree: In questo caso la Ditta appaltatrice non avrà diritto ad alcun corrispettivo per le aree dove non è stato possibile eseguire il telerilevamento.

Art. 23.7 Strumentazione

Le Ditte concorrenti devono riferirsi alle specifiche precedentemente espresse per la Fornitura di Dataset da Telerilevamento LIDAR a media densità da aeromobile cioè alle specifiche espresse in Art. 22.7.

Art. 23.8 Rilevazione posizionale: aree test, GCP, stazioni GPS a terra

Le Ditte concorrenti devono riferirsi alle specifiche precedentemente espresse per la Fornitura di Dataset da Telerilevamento LIDAR a media densità da aeromobile cioè alle specifiche espresse in Art. 22.8.

Art. 23.9 Trattamento dei dati e materiale ausiliario

Le Ditte concorrenti devono riferirsi alle specifiche precedentemente espresse per la Fornitura di Dataset da Telerilevamento LIDAR a media densità da aeromobile cioè alle specifiche espresse in Art. 22.9

Art. 23.10 Parziale copertura

Le Ditte concorrenti devono riferirsi alle specifiche precedentemente espresse per la Fornitura di Dataset da Telerilevamento LIDAR a media densità da aeromobile cioè alle specifiche espresse in Art. 22.10.

Art. 23.11 Le Riprese laser altimetriche

Per le riprese laser altimetriche, le Ditte dovranno sottoporre in sede di offerta esemplificazioni di progetti di volo per le situazioni più rappresentative delle tipologie di interventi richiesti.

In fase realizzativa, i progetti di volo predisposti dalla Ditta appaltatrice dovranno essere comunque approvati dalla Direzione dell'Esecuzione del Contratto prima di eseguire le riprese.

Il progetto di volo dovrà garantire che la densità media di punti (Last pulse) acquisiti durante la ripresa sia non inferiore a 4 punti ogni metro quadrato.

Tale densità deve essere valutata eliminando tutte le sovrapposizioni tra strisciate adiacenti (overlap) e quindi essere garantita da singola strisciata di acquisizione.

Nel progetto dovranno essere riportati i blocchi in cui sarà suddiviso il territorio da rilevare e le strisciate progettate, la quota relativa pianificata per ogni strisciata, l'abbracciamento di ciascuna strisciata e la distanza trasversale e lungo la linea di volo tra i singoli punti rilevati.

I grafici dei progetti di volo dovranno essere realizzati sulla cartografia IGM alla scala 1:50.000. La ditta aggiudicataria dovrà consegnare alla Direzione dell'Esecuzione del Contratto sia la versione del progetto di volo in forma cartacea sia quella in forma digitale corredata da una succinta relazione e da simulazioni analitiche del progetto da cui sia possibile verificare la densità media dei punti rilevati, l'accuratezza prevista, la distanza reciproca tra i punti, l'interasse tra le strisciate e la sovrapposizione garantita.

La Ditta aggiudicataria dovrà concordare con l'ENAV e con il COFA, i piani di volo per ottenere tutte le necessarie autorizzazioni al sorvolo. Per le zone operative militari e le aree soggette a particolari norme restrittive della navigazione aerea, si dovrà ottenere il tempestivo rilascio delle particolari autorizzazioni.

Le riprese dovranno essere effettuate nelle condizioni più favorevoli con particolare riferimento sia alle condizioni atmosferiche e stagionali sia alla prevista posizione spaziale dei satelliti del sistema GPS.

Tutti gli aspetti di cui sopra dovranno essere approvati dalla Direzione dell'Esecuzione del Contratto prima di avviare le attività.

Art. 23.12 Gli aeromobili e le certificazioni

Gli aeromobili proposti devono essere adeguati ad operare alle quote di progetto, all'orografia montuosa e con forti dislivelli del territorio interessato e risultare idonei a garantire le specifiche richieste in termini di densità ed accuratezza dei punti quotati acquisiti con il sensore LIDAR.

Le Ditte devono essere approvate quali Operatori di Lavoro Aereo ed essere autorizzate ad effettuare operazioni di rilievo quindi essere in possesso della specifica Certificazione (C.O.L.A. per gli Operatori Italiani, o equipollente autorizzazione/certificazione allo svolgimento delle attività di lavoro aereo per quelli appartenenti ad altri Stati membri EASA) rilasciata dalla competente Autorità aeronautica nazionale. Tale Certificazione deve obbligatoriamente riportare le marche di registrazione degli aeromobili proposti per il presente progetto e la relativa autorizzazione ad effettuare le operazioni di rilievo previste.

Allo stesso modo le Ditte devono fornire, a pena di esclusione, la certificazione EASA (rilasciata dalla stessa EASA o da Design Approval Organization approvata EASA) delle modifiche a cui gli stessi aeromobili sono stati sottoposti per l'installazione degli strumenti di rilievo aereo proposti per il presente progetto. Tali certificazioni devono quindi riportare esplicitamente costruttore e modello degli aeromobili e dei sensori proposti.

I voli devono essere eseguiti mediante aeromobili e strumentazioni dei quali le Ditte dovranno obbligatoriamente dimostrare in sede di Offerta la libera e completa disponibilità, o la proprietà, per tutto il periodo necessario ad eseguire il servizio.

Art. 23.13 I Sensori laser altimetrici

Le Ditte concorrenti devono riferirsi alle specifiche precedentemente espresse per la Fornitura di Dataset da Telerilevamento LIDAR a media densità da aeromobile cioè alle specifiche espresse in Art. 22.13.

Art. 23.14 Materiali messi a disposizione per l'esecuzione dei lavori

Le Ditte concorrenti devono riferirsi alle specifiche precedentemente espresse per la Fornitura di Dataset da Telerilevamento LIDAR a media densità da aeromobile cioè alle specifiche espresse in Art. 22.14.

Art. 23.15 Materiali di consegna e prodotti

Art. 23.15.1 Materiale preliminare all'esecuzione del volo

Prima dell'esecuzione delle varie riprese, la Ditta aggiudicataria dovrà presentare alla Direzione dell'Esecuzione del Contratto per ciascun tipo di sensore e per ciascuna area territoriale da rilevare omogenea, i seguenti materiali:

- grafico vettoriale georiferito con i limiti delle aree da rilevare, i piani di volo e gli eventuali blocchi di volo;
- le coordinate (x, y, z) dei rilievi eseguiti a terra (aree test e GCP) e la relativa monografia;
- le coordinate delle stazioni permanenti GNSS della rete TPOS e la relativa monografia.

Eventuali variazioni dei parametri o l'utilizzo di sensori diversi, rispetto a quelli dichiarati nell'offerta tecnica potranno essere ammessi soltanto se i loro requisiti tecnici garantiscano risultati migliori rispetto a quelli attesi e se non comporteranno costi aggiuntivi per il committente; in ogni caso tutte le variazioni dovranno essere approvate dalla Direzione dell'Esecuzione del Contratto.

Art. 23.15.2 Relazione tecnica a volo eseguito e suoi allegati

Le Ditte concorrenti devono riferirsi alle specifiche precedentemente espresse per la Fornitura di Dataset da Telerilevamento LIDAR a media densità da aeromobile cioè alle specifiche espresse in Art. 22.15.2.

Art. 23.15.3 Dati sorgente di consegna

Le Ditte concorrenti devono riferirsi alle specifiche precedentemente espresse per la Fornitura di Dataset da Telerilevamento LIDAR a media densità da aeromobile cioè alle specifiche espresse in Art. 22.15.3.

Art. 23.15.4 Dati elaborati e prodotti finali di consegna

1) Modello Digitale delle Superfici (first pulse)

E' il grigliato regolare ottenuto dai dati grezzi del rilievo, opportunamente filtrati e selezionati e ricampionati per rappresentare l'andamento delle superfici (first pulse), con celle di 0,5 m x 0,5 m.

2) Modello Digitale delle Superfici (last pulse)

E' il grigliato regolare ottenuto dai dati grezzi del rilievo, opportunamente filtrati e selezionati e ricampionati per rappresentare l'andamento delle superfici (last pulse), con celle di 0,5 m x 0,5 m.

3) Modello Digitale del Terreno

E' il grigliato regolare ottenuto dalla nuvola di punti classificati opportunamente filtrati ricampionati e editati per rappresentare l'andamento del terreno senza vegetazione e senza edificato, con celle di 0,5 m x 0,5 m.

4) Modello Digitale dell'Edificato (DBM)

E' il grigliato regolare ottenuto dai dati elaborati del DSM last pulse, opportunamente filtrati e selezionati e ricampionati per rappresentare l'andamento del terreno senza vegetazione e con l'edificato, con celle di 0,5 m x 0,5 m.

5) Breaklines

E' il livello/i informativo/i vettoriali 3D delle brusche discontinuità delle superfici con classificazione in degli elementi rappresentati (ingombro degli edifici, linee di monte e di valle delle scarpate, muri, argini, viadotti, briglie, dighe, ecc.).

6) Intensità

Immagine, con risoluzione planimetrica 0,5 m x 0,5 m, in scala di grigi in cui il tono di grigio è proporzionale all'intensità dell'impulso laser di ritorno riflesso dalla superficie intercettata.

7) Punti XYZ

Nuvola di punti non ricampionati contenente le informazioni delle coordinate plano-altimetriche, il valore dell'intensità e la classificazione *Ground-Overground*.

Art. 23.15.5 Elaborati finali

La Ditta appaltatrice, per ogni singola consegna dovrà fornire alla Direzione dell'Esecuzione del Contratto i seguenti elaborati finali limitatamente alle aree oggetto del rilievo:

1. grafico delle strisciate effettuate in sede di rilievo corredate della data di esecuzione dei voli;
2. rapporto di volo;
3. file in formato RINEX relativi alle epoche acquisite dai ricevitori GPS a terra e a bordo dell'aeromobile utilizzati per le correzioni differenziali dei dati;
4. report relativi alla calibrazione del sistema laser altimetrico;
5. certificazione attestante:
 - o che non si sono verificati problemi tecnici in fase di acquisizione dei dati;
 - o che i dati non sono viziati da errori dovuti a brusche manovre di volo;
 - o inoltre i report relativi alle procedure di filtraggio dei dati grezzi di rilievo per eliminare i punti non corretti ed i provvedimenti adottati nel caso in cui l'operazione di filtraggio abbia diminuito, in modo significativo, la densità prevista dei punti rilevati.

PRODOTTI	Formato File	NOTE E SPECIFICHE DI FORMATO
Relazione tecnica, grafici, tabelle	RTF	con allegati digitali
Attestazione	analogico	sottoscritta dal responsabile
Dati grezzi LIDAR (raw data)	ASCII con estensione ASC o TXT o LAS e ALL	Formato che prevede per ogni impulso il tempo di emissione, e per ogni risposta (First, Second, Third e Last Pulse) le ETR89-ETRF89 e ETRS89-ETRF2000 per il MATTM e ETRS89-ETRF2000 UTM 32 per la PAT, le quote ellissoidiche, approssimate alla seconda cifra decimale, e il valore di intensità (intero).
Nuvola di punti	LAS 1.0	classificati secondo le specifiche ed, in particolare: classe 1 Default = above ground classe 2 Ground = terreno classe 3 Low vegetation = vegetazione sopra i due metri dal terreno classe 7 low points = outliers

Nuvola di punti utili DTM (GROUND) e dei punti utili DSM OVER GROUND) – Punti XYZ	TXT	Le coordinate ETR89-ETRF89 e ETRS89-ETRF2000 per il MATTM e ETRS89-ETRF2000 UTM 32 per la PAT, le quote ellissoidiche, approssimate alla seconda cifra decimale, e il valore di intensità (intero).
DSM, DBM e DTM	Grid-ASCII	NCOLS, NROWS, XLLCORNER, YLLCORNER, CELLSIZE, NODATA_VALUE (-9999) NNNN,NN (valori floating)
Breaklines	Shape	
Intensità della risposta (scala di grigio)	TIFF+TFW	Immagini a 8 bit senza perdita di qualità (risoluzione geometrica e radiometrica)
File vettoriali richiesti	Shape 2D (SHP, SHX, DBF, PRJ), DWG, PDF, TXT, tabelle	Shape linee e poligoni
File vettoriali (inquadramenti, piani di volo, tracciato di volo quadro di unione delle tavole con la data di rilievo, ingombro dati grezzi, ecc) e altri archivi con dati utili all'orientamento.		Corredate di eventuali attributi aggiuntivi in tabelle correlate o autonome
Metadati	XML	File di metadati in formato xml da associare ad ogni singolo prodotto consegnato.

L'organizzazione dei file sui supporti deve essere corrispondente al seguente esempio:

Anno Mese Rilevazione	Provincia – Comune	Prodotto	File
2013_01_LIDAR	FI - FIRENZE	DTM	00000.ASC grid (ZIP)
			00000XYZ.TXT (ZIP)
	FI - PONTASSIEVE	INTENSITA'	00000.ASC grid (ZIP)
			00000XYZ.TXT (ZIP)
			00000.TIFF+TFW (ZIP)

I formati e il taglio di consegna devono perseguire l'obiettivo di ottimizzare, in relazione alla natura dell'informazione, il rapporto tra dimensione / gestibilità del file e qualità dell'informazione.

I prodotti oggetto di consegna, DTM, DSM, Intensità, DBM e breaklines dovranno essere forniti con caratteristiche tali ed in formato adeguato da poter essere utilizzati nelle banche dati del GN, al fine di poterli utilizzare con i database topografici.

I formati e il taglio di consegna potranno essere modificati, in base ad esigenze intervenute, in accordo tra la Ditta appaltatrice e la Direzione dell'Esecuzione del

Contratto. Per alcuni prodotti si potrà richiedere di far riferimento all'inquadramento delle CTR o comunque come sarà concordato con la Direzione dell'Esecuzione del Contratto.

Tutti gli archivi digitali saranno forniti, a carico del soggetto realizzatore, in triplice copia su uno o più hard disk esterni su porta USB2/3, idonei per numero, caratteristiche e dimensioni a contenere tutti i file della fornitura.

Ove se ne ottenga vantaggio, i file possono essere compressi in formato zip (normal o maximum portable), ma ponendo attenzione che ciascuna cartella di compressione contenga file relativi a un solo oggetto di fornitura (ad esempio TIFF + TFW o SHX + DBF + SHP).

Art. 23.16 Operazioni di verifica dei prodotti da telerilevamento LIDAR

Le Ditte concorrenti devono riferirsi alle specifiche precedentemente espresse per la Fornitura di Dataset da Telerilevamento LIDAR a media densità da aeromobile cioè alle specifiche espresse in Art. 22.16.

Art. 23.17 Norme per l'esecuzione del collaudo dei prodotti da telerilevamento LIDAR

Art. 23.17.1 Specifiche tecniche di collaudo dei prodotti LIDAR

Le Ditte concorrenti devono riferirsi alle specifiche precedentemente espresse per la Fornitura di Dataset da Telerilevamento LIDAR a media densità da aeromobile cioè alle specifiche espresse in Art. 22.17.1.

Art. 23.17.2 Collaudo dei prodotti LIDAR

La verifica di qualità riguarderà controlli di consistenza dei prodotti e degli aspetti qualitativi e metrici e verrà prioritariamente applicata ai seguenti prodotti finali:

- **DTM** globalmente e relativamente a una classificazione tipologica del terreno;
- **DSM** relativamente a vertici di elementi (edifici, manufatti) chiaramente individuabili come variazione brusca di quota;
- **DBM** relativamente a vertici di elementi (edifici, manufatti) chiaramente individuabili come variazione brusca di quota;
- **Breaklines** individuazione e classificazione delle linee di discontinuità.

Per accertare il raggiungimento dei requisiti di accuratezza e completezza del rilievo e delle successive elaborazioni si procederà applicando la seguente metodologia:

- verifica sull'intero "dataset" tramite applicazione di modelli o altri algoritmi finalizzati a evidenziare errori grossolani, incompletezza o discontinuità del dato;
- verifica di un campione dei medesimi utilizzando 300 punti di controllo, di nuova istituzione e/o già esistenti, selezionati in zone scelte in base alle caratteristiche del territorio (ad esempio pendenza o uso del suolo).

Le misure a terra con sistema GPS dei 300 punti saranno effettuate a spese della Ditta appaltatrice e a cura del **responsabile del controllo dei processi e dei prodotti**, ma potranno essere verificate e/o integrate a cura e spese del committente.

Oltre ai prodotti finali, i prodotti intermedi e l'intero processo possono essere oggetto di verifica e devono essere coerenti con la qualità richiesta dalle specifiche tecniche.

Qualora nei prodotti risultasse un contenuto disomogeneo per caratteristiche, la metodologia di collaudo, di norma applicata all'intera fornitura, potrà essere applicata in forma differenziata anche a sue parti.

Nel caso di un primo esito negativo e successivo intervento di adeguamento del prodotto da parte della Ditta appaltatrice, seguiranno procedure di collaudo, a spese della Ditta appaltatrice, su un campione interamente diverso dal precedente sul quale si procederà in modo analogo. Se questo ulteriore controllo darà esito negativo sarà rigettata l'intera fornitura o sue parti che dovrà/dovranno essere rilevate ex-novo senza oneri aggiuntivi per il committente.

Se anche una seconda fornitura, sottoposta a collaudo sempre a spese della Ditta appaltatrice, darà esito negativo, il committente procederà, con motivato atto della Direzione dell'Esecuzione del Contratto, alla rescissione del contratto per palese inadeguatezza della fornitura.

Art. 24 Fornitura di dataset da telerilevamento LIDAR ad altissima densità da aeromobile

Art. 24.1 Definizioni

Per le definizioni di termini specifici che verranno impiegati nell'Art. 24 e negli articoli ad esso subordinati, riguardanti le specifiche e le modalità di fornitura e Collaudo per il Dataset composito costituito sia da Modello Digitale del Terreno (DTM), da Modello Digitale delle Superfici (DSM), dal Modello Digitale dell'Edificato (DBM – Digital Building Model) delle porzioni dell'intero territorio della Provincia Autonoma di Trento (di seguito **PAT**) aventi quota altimetrica inferiore a 1.800 m slm, si fa riferimento al Dataset ottenuto mediante l'esecuzione di una campagna di telerilevamento con tecnologia laser-scanning LIDAR ad altissima densità da piattaforma da aeromobile, le Ditte concorrenti devono riferirsi alle definizioni precedentemente espresse per la Fornitura di Dataset da Telerilevamento LIDAR a media densità da aeromobile cioè alle specifiche espresse in Art. 22.1.

Art. 24.2 Inquadramento delle superfici da rilevare con tecnica LIDAR

Il Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare intende dotarsi, tramite il presente Appalto, di modelli digitali della superficie (**DSM**), del terreno (**DTM**) e dell'edificato (**DBM**) delle porzioni dell'intero territorio della Provincia Autonoma di Trento aventi quota altimetrica inferiore a 1.800 m slm, Dataset ottenuto mediante l'esecuzione di una campagna di telerilevamento con tecnologia laser-scanning LIDAR ad altissima densità da piattaforma da aeromobile.

L'intero piano di acquisizione di dati telerilevati non potrà essere inferiore, per il presente Appalto, è di 4339 Km².

In coincidenza dell'approvazione di ogni singolo piano di acquisizione, sarà compito della Direzione dell'Esecuzione del Contratto autorizzare formalmente le eventuali compensazioni.

Tutti i dati dovranno essere georiferiti come segue:

per il MATTM:

- il **Sistema di Riferimento Globale (ETRS89) nella realizzazione ETRF89** che, a volte, è anche indicato con l'acronimo "WGS84". Tale dicitura, anche se non del tutto propria, è più comune e non comporta errori in quanto l'unica realizzazione del Sistema di Riferimento Globale realmente utilizzabile sul territorio nazionale, costituita dalla rete IGM95, è espressa, fino ad oggi, nella realizzazione ETRF89;
- il **Sistema di Riferimento Globale (ETRS89) nella realizzazione ETRF2000 (epoca 2008.0)**;

per la PAT:

- il **Sistema di Riferimento Globale (ETRS89) nella realizzazione ETRF2000 (epoca 2008.0)** proiezione UTM 32.

Le quote ellissoidiche dovranno essere trasformate in ortometriche in base al modello geoidico ITALGEO 2005 messo a disposizione dall'Istituto Geografico Militare o dal MATTM.

Art. 24.3 Prodotti delle attività di telerilevamento secondo la tecnica LIDAR

La Ditta appaltatrice dovrà fornire i seguenti prodotti:

- Dati grezzi:
 - Tutta la nuvola di punti acquisita, fino ad un massimo di 4 ritorni.
 - la nuvola di punti, in formato LAS 1.0, classificati secondo le specifiche ed, in particolare:
 - classe 1 Default = above ground
 - classe 2 Ground = terreno
 - classe 3 Low vegetation = vegetazione sopra i due metri dal terreno
 - classe 7 low points = outliers.

I punti rilevati devono essere georeferenziati e forniti nei seguenti sistemi di riferimento:

- Per il MATTM:
 - Planimetria:
 - ETRS89-ETRF89;
 - ETRS89-ETRF2000 (epoca 2008.0);
 - Altimetria: quote ellissoidiche;
- Per la PAT:
 - Planimetria: ETRS89-ETRF2000 (epoca 2008.0) UTM 32
 - Altimetria:
 - Quote ellissoidiche.

Le trasformazioni tra i diversi sistemi di riferimento e le trasformazioni tra quote ellissoidiche e quote ortometriche dovranno essere eseguite utilizzando i grigliati GK*.

- Dati elaborati:
 - **DSM - First Pulse:** modello digitale della superficie ottenuto dal primo impulso laser; questo prodotto è ottenuto per interpolazione dei dati originali rilevati dal sensore laser, che comprendono tutti gli oggetti, naturali (principalmente vegetazione) e manufatti (edifici, infrastrutture viarie, ponti, ecc.), fornendo i seguenti modelli:
 - modello digitale con maglia 0,5 m x 0,5 m della superficie terrestre;
 - **DSM - Last Pulse:** modello digitale della superficie ottenuto dall'ultimo echo dell'impulso laser; questo prodotto include l'edificato e la vegetazione particolarmente densa ed impenetrabile dal laser; viceversa dove la vegetazione non è particolarmente densa, il laser ha una maggiore capacità di penetrazione per arrivare sul terreno e quindi le misure vengono riferite tendenzialmente a quest'ultimo elemento; fornisce i seguenti modelli:

- modello digitale con maglia 0,5 m x 0,5 m della superficie terrestre;
- **DTM:** Con il termine DTM si intende la rappresentazione matematica della superficie fisica terrestre mediante una griglia ordinata di punti plano-altimetricamente determinati. Il DTM dovrà essere ricavato dal filtraggio del modello digitale delle superfici DSM – Last Pulse eliminando, sia con algoritmi automatici che manualmente dall'operatore, tutti gli oggetti (es. edifici, coperture arboree, vegetazione, pali, cavi, ecc.), ed ottenendo come output i seguenti modelli:
 - modello digitale con maglia 0,5 m x 0,5 m della superficie terrestre senza vegetazione e senza edificato;
- **DBM:** Con il termine DBM si intende la rappresentazione matematica della superficie fisica terrestre e dell'edificato mediante una griglia ordinata di punti plano-altimetricamente determinati. Il DBM dovrà essere ricavato dal filtraggio del modello digitale delle superfici DSM – Last Pulse eliminando, anche con l'ausilio dei prodotti delle attività di telerilevamento secondo la tecnica fotogrammetrica (previsti all'art. 26), la vegetazione e gli oggetti con ingombro inferiore al passo della griglia ordinata di punti (pali, cavi, ecc.) ed ottenendo come output i seguenti modelli:
 - modello digitale con maglia 0,5 m x 0,5 m della superficie terrestre senza vegetazione e con l'edificato;
 - breaklines: livello/i informativo/i vettoriale/i 3D delle discontinuità delle superfici con classificazione degli elementi rappresentati (ingombro degli edifici, linee di monte e di valle delle scarpate, muri, argini, viadotti, briglie, dighe, ecc.).
- **Intensity:** immagine in scala di grigi in cui il tono di grigio è proporzionale all'intensità dell'impulso laser di ritorno riflesso dalla superficie intercettata.
 - Immagine con risoluzione 1mX1m;

I prodotti sopra descritti devono essere georeferenziati e forniti come segue:

- Per il MATTM:
 - Planimetria:
 - ETRS89-ETRF89;
 - ETRS89-ETRF2000 (epoca 2008.0);
 - Altimetria: quote ortometriche riferite al modello geoidico ITALGEO 2005;
- Per la PAT:
 - Planimetria: ETRS89-ETRF2000 (epoca 2008.0) UTM 32
 - Altimetria:
 - Quote ellissoidiche;
 - Quote ortometriche riferite al modello geoidico ITALGEO 2005.
- **Punti XYZ:** nuvola di punti non ricampionati contenente le informazioni delle coordinate plano-altimetriche, il valore dell'intensità e la classificazione *Ground-Overground*. I punti rilevati devono essere georeferenziati e forniti come segue:
 - Per il MATTM:
 - Planimetria:
 - ETRS89-ETRF89;

- ETRS89-ETRF2000 (epoca 2008.0);
- Altimetria: quote ellissoidiche;
- Per la PAT:
 - Planimetria: ETRS89-ETRF2000 (epoca 2008.0) UTM 32
 - Altimetria:
 - Quote ellissoidiche;
 - Quote ortometriche riferite al modello geoidico ITALGEO 2005.

Le trasformazioni tra i diversi sistemi di riferimento e le trasformazioni tra quote ellissoidiche e quote ortometriche dovranno essere eseguite utilizzando i grigliati GK* messi a disposizione dall'Istituto Geografico Militare (I.G.M.) o dal MATTM.

L'accuratezza planimetrica ed altimetrica del rilievo non potrà essere in alcun modo condizionata e subordinata alla qualità del segnale GPS al momento del rilievo.

I punti errati per riflessioni parassite, aberrazioni per il cattivo funzionamento del sistema di ricezione, per brusche manovre di volo (virate, vuoti d'aria, ecc.) devono essere eliminati in un primo passaggio di filtraggio del dato.

I punti elaborati dovranno avere un'accuratezza altimetrica corrispondente a $\pm 1\sigma$ (scarto quadratico medio), riferito a una distribuzione normale gaussiana dei valori misurati, con un livello di confidenza del 68,3 % che corrisponde a circa ± 20 cm; questo significa che in una serie di misure ripetute, si ha il 68,3% di probabilità che lo scarto sia compreso nell'intervallo ± 20 cm, cioè i punti misurati hanno un'accuratezza migliore o uguale a 1σ .

Il livello di confidenza al 95% ($\approx 2\sigma$) deve essere compreso nell'intervallo ± 25 cm.

I punti elaborati dovranno avere un'accuratezza planimetrica di ± 50 cm.

Art. 24.4 Proprietà dei dati prodotti dal telerilevamento LIDAR

Tutti i dati prodotti dalle attività di Telerilevamento ed oggetto di fornitura saranno di proprietà del MATTM e della PAT; inoltre saranno resi disponibili, a tutte le altre pubbliche amministrazioni per l'utilizzo ai fini istituzionali, nell'ambito del GN e dell'Infrastruttura Nazionale Dati Territoriali:

Tutti i dati saranno distribuiti con licenza Creative Commons.

Art. 24.5 Georeferenziazione

Le Ditte concorrenti devono riferirsi alle specifiche precedentemente espresse per la Fornitura di Dataset da Telerilevamento LIDAR a media densità da aeromobile cioè alle specifiche espresse in Art. 22.5.

Art. 24.6 Progettazione e pianificazione dei voli – Valutazione di fattibilità

In rapporto a quanto dovrà essere dichiarato dalla Ditta appaltatrice:

- I voli devono essere eseguiti utilizzando aeromobili adeguati dei quali sia garantita la libera e completa disponibilità da parte dell'Aggiudicatario per il periodo necessario per le riprese. Devono, inoltre, essere comunicati alla Direzione dell'Esecuzione del Contratto gli estremi della licenza ministeriale di lavoro aereo, la casa costruttrice, il

tipo, la data di immatricolazione e la potenza del motore o dei motori espressa in CV del/dei vettore/i aeromobile/i che si intende utilizzare.

- La progettazione e la pianificazione dei voli dovrà avere una ricopertura sufficiente a garantire la continuità del rilievo. Il territorio sarà suddiviso in blocchi in funzione dell'andamento piano altimetrico della superficie da rilevare.
- La pianificazione dei voli e delle attività a terra (**per la PAT stazioni permanenti GNSS della rete TPOS, e GCP**) dovrà garantire risultati correttamente georeferenziati e minimizzare la presenza di errori sistematici; i risultati dovranno in ogni caso essere compatibili con l'accuratezza dei prodotti richiesti.
- Le riprese, possibilmente, dovranno essere effettuate nelle condizioni più favorevoli con particolare riferimento sia alle condizioni contingenti (atmosferiche e stagionali) che alla prevista posizione spaziale dei satelliti del sistema GPS. Inoltre la vegetazione arborea, arbustiva e colturale, deve essere a riposo (ovvero priva di foglie o con minor densità fogliare) e la copertura nevosa minima.
- Tutti gli aspetti di cui sopra dovranno essere valutati prima di pianificare le attività.
- Qualora la Ditta appaltatrice incontri problemi non altrimenti risolvibili, provvederà a segnalare alla Direzione dell'Esecuzione del Contratto la non fattibilità dell'acquisizione dei dati altimetrici su determinate aree delimitando il perimetro delle stesse. La Direzione dell'Esecuzione del Contratto, sentita la PAT, si riserva di proporre soluzioni alternative o di rinunciare all'attività per quelle aree: In questo caso la Ditta appaltatrice non avrà diritto ad alcun corrispettivo per le aree dove non è stato possibile eseguire il telerilevamento.

Art. 24.7 Strumentazione

Le Ditte concorrenti devono riferirsi alle specifiche precedentemente espresse per la Fornitura di Dataset da Telerilevamento LIDAR a media densità da aeromobile cioè alle specifiche espresse in Art. 22.7.

Art. 24.8 Rilevazione posizionale: aree test, GCP, stazioni GPS a terra

Le Ditte concorrenti devono riferirsi alle specifiche precedentemente espresse per la Fornitura di Dataset da Telerilevamento LIDAR a media densità da aeromobile cioè alle specifiche espresse in Art. 22.8.

Art. 24.9 Trattamento dei dati e materiale ausiliario

Le Ditte concorrenti devono riferirsi alle specifiche precedentemente espresse per la Fornitura di Dataset da Telerilevamento LIDAR a media densità da aeromobile cioè alle specifiche espresse in Art. 22.9.

Art. 24.10 Parziale copertura

Le Ditte concorrenti devono riferirsi alle specifiche precedentemente espresse per la Fornitura di Dataset da Telerilevamento LIDAR a media densità da aeromobile cioè alle specifiche espresse in Art. 22.10.

Art. 24.11 Le Riprese laser altimetriche

Per le riprese laser altimetriche, le Ditte dovranno sottoporre in sede di offerta esemplificazioni di progetti di volo per le situazioni più rappresentative delle tipologie di interventi richiesti.

In fase realizzativa, i progetti di volo predisposti dalla Ditta appaltatrice dovranno essere comunque approvati dalla Direzione dell'Esecuzione del Contratto prima di eseguire le riprese.

Il progetto di volo dovrà garantire che la densità media di punti (Last pulse) acquisiti durante la ripresa sia non inferiore a 10 punti ogni metro quadrato.

Tale densità deve essere valutata eliminando tutte le sovrapposizioni tra strisciate adiacenti (overlap) e quindi essere garantita da singola strisciata di acquisizione.

Nel progetto dovranno essere riportati i blocchi in cui sarà suddiviso il territorio da rilevare e le strisciate progettate, la quota relativa pianificata per ogni strisciata, l'abbracciamento di ciascuna strisciata e la distanza trasversale e lungo la linea di volo tra i singoli punti rilevati.

I grafici dei progetti di volo dovranno essere realizzati sulla cartografia IGM alla scala 1:50.000. La ditta aggiudicataria dovrà consegnare alla Direzione dell'Esecuzione del Contratto sia la versione del progetto di volo in forma cartacea sia quella in forma digitale corredata da una succinta relazione e da simulazioni analitiche del progetto da cui sia possibile verificare la densità media dei punti rilevati, l'accuratezza prevista, la distanza reciproca tra i punti, l'interasse tra le strisciate e la sovrapposizione garantita.

La Ditta aggiudicataria dovrà concordare con l'ENAV e con il COFA, i piani di volo per ottenere tutte le necessarie autorizzazioni al sorvolo. Per le zone operative militari e le aree soggette a particolari norme restrittive della navigazione aerea, si dovrà ottenere il tempestivo rilascio delle particolari autorizzazioni.

Le riprese dovranno essere effettuate nelle condizioni più favorevoli con particolare riferimento sia alle condizioni atmosferiche e stagionali sia alla prevista posizione spaziale dei satelliti del sistema GPS.

Tutti gli aspetti di cui sopra dovranno essere approvati dalla Direzione dell'Esecuzione del Contratto prima di avviare le attività.

Art. 24.12 Gli aeromobili e le certificazioni

Gli aeromobili proposti devono essere adeguati ad operare alle quote di progetto, all'orografia montuosa e con forti dislivelli del territorio interessato e risultare idonei a garantire le specifiche richieste in termini di densità ed accuratezza dei punti quotati acquisiti con il sensore LIDAR.

Le Ditte devono essere approvate quali Operatori di Lavoro Aereo ed essere autorizzate ad effettuare operazioni di rilievo quindi essere in possesso della specifica Certificazione (C.O.L.A. per gli Operatori Italiani, o equipollente autorizzazione/certificazione allo svolgimento delle attività di lavoro aereo per quelli appartenenti ad altri Stati membri EASA) rilasciata dalla competente Autorità aeronautica nazionale. Tale Certificazione deve obbligatoriamente riportare le marche di registrazione degli aeromobili proposti per il presente progetto e la relativa autorizzazione ad effettuare le operazioni di rilievo previste.

Allo stesso modo le Ditte devono fornire, a pena di esclusione, la certificazione EASA (rilasciata dalla stessa EASA o da Design Approval Organization approvata EASA) delle modifiche a cui gli stessi aeromobili sono stati sottoposti per l'installazione degli strumenti di rilievo aereo proposti per il presente progetto. Tali certificazioni devono quindi riportare esplicitamente costruttore e modello degli aeromobili e dei sensori proposti.

I voli devono essere eseguiti mediante aeromobili e strumentazioni dei quali le Ditte dovranno obbligatoriamente dimostrare in sede di Offerta la libera e completa disponibilità, o la proprietà, per tutto il periodo necessario ad eseguire il servizio.

Art. 24.13 I Sensori laser altimetrici

Le Ditte concorrenti devono riferirsi alle specifiche precedentemente espresse per la Fornitura di Dataset da Telerilevamento LIDAR a media densità da aeromobile cioè alle specifiche espresse in Art. 22.13.

Art. 24.14 Materiali messi a disposizione per l'esecuzione dei lavori

Le Ditte concorrenti devono riferirsi alle specifiche precedentemente espresse per la Fornitura di Dataset da Telerilevamento LIDAR a media densità da aeromobile cioè alle specifiche espresse in Art. 22.14.

Art. 24.15 Materiali di consegna e prodotti

Art. 24.15.1 Materiale preliminare all'esecuzione del volo

Prima dell'esecuzione delle varie riprese, la Ditta aggiudicataria dovrà presentare alla Direzione dell'Esecuzione del Contratto, nella persona che la stessa ha designato quale membro della Commissione di Collaudo, per ciascun tipo di sensore e per ciascuna area territoriale da rilevare omogenea, i seguenti materiali:

- grafico vettoriale georiferito con i limiti delle aree da rilevare, i piani di volo e gli eventuali blocchi di volo;
- le coordinate (x, y, z) dei rilievi eseguiti a terra (aree test e GCP) e la relativa monografia;
- le coordinate (x, y, z) delle antenne GPS a terra e la relativa monografia.

Eventuali variazioni dei parametri o l'utilizzo di sensori diversi, rispetto a quelli dichiarati nell'offerta tecnica potranno essere ammessi soltanto se i loro requisiti tecnici garantiscano risultati migliori rispetto a quelli attesi e se non comporteranno costi aggiuntivi per il committente; in ogni caso tutte le variazioni dovranno essere approvate dalla Direzione dell'Esecuzione del Contratto.

Art. 24.15.2 Relazione tecnica a volo eseguito e suoi allegati

Le Ditte concorrenti devono riferirsi alle specifiche precedentemente espresse per la Fornitura di Dataset da Telerilevamento LIDAR a media densità da aeromobile cioè alle specifiche espresse in Art. 22.15.2.

Art. 24.15.3 Dati sorgente di consegna

Le Ditte concorrenti devono riferirsi alle specifiche precedentemente espresse per la Fornitura di Dataset da Telerilevamento LIDAR a media densità da aeromobile cioè alle specifiche espresse in Art. 22.15.3.

Art. 24.15.4 Dati elaborati e prodotti finali di consegna

1) Modello Digitale delle Superfici (first pulse)

E' il grigliato regolare ottenuto dai dati grezzi del rilievo, opportunamente filtrati e selezionati e ricampionati per rappresentare l'andamento delle superfici (first pulse), con celle di 0,5 m x 0,5 m.

2) Modello Digitale delle Superfici (last pulse)

E' il grigliato regolare ottenuto dai dati grezzi del rilievo, opportunamente filtrati e selezionati e ricampionati per rappresentare l'andamento delle superfici (last pulse), con celle di 0,5 m x 0,5 m.

3) Modello Digitale del Terreno

E' il grigliato regolare ottenuto dalla nuvola di punti classificati opportunamente filtrati ricampionati e editati per rappresentare l'andamento del terreno senza vegetazione e senza edificato, con celle di 0,5 m x 0,5 m.

4) Modello Digitale dell'Edificato (DBM)

E' il grigliato regolare ottenuto dai dati elaborati del DSM last pulse, opportunamente filtrati e selezionati e ricampionati per rappresentare l'andamento del terreno senza vegetazione e con edificato, con celle di 0,5 m x 0,5 m.

5) Breaklines

E' il livello/i informativo/i vettoriale 3D delle brusche discontinuità delle superfici con classificazione in degli elementi rappresentati (ingombro degli edifici, linee di monte e di valle delle scarpate, muri, argini, viadotti, briglie, dighe, ecc.).

6) Intensity

Immagine, con risoluzione planimetrica 0,5 m x 0,5 m, in scala di grigi in cui il tono di grigio è proporzionale all'intensità dell'impulso laser di ritorno riflesso dalla superficie intercettata

7) Punti XYZ

Nuvola di punti non ricampionati contenente le informazioni delle coordinate plano-altimetriche, il valore dell'intensità e la classificazione *Ground-Overground*.

Art. 24.15.5 Elaborati finali

La Ditta appaltatrice, per ogni singola consegna dovrà fornire alla Direzione dell'Esecuzione del Contratto i seguenti elaborati finali limitatamente alle aree oggetto del rilievo:

1. grafico delle strisciate effettuate in sede di rilievo corredate della data di esecuzione dei voli;

2. rapporto di volo;
3. file in formato RINEX relativi alle epoche acquisite dai ricevitori GPS a terra e a bordo dell'aeromobile utilizzati per le correzioni differenziali dei dati;
4. report relativi alla calibrazione del sistema laser altimetrico;
5. certificazione attestante:
 - o che non si sono verificati problemi tecnici in fase di acquisizione dei dati;
 - o che i dati non sono viziati da errori dovuti a brusche manovre di volo;
 - o inoltre i report relativi alle procedure di filtraggio dei dati grezzi di rilievo per eliminare i punti non corretti ed i provvedimenti adottati nel caso in cui l'operazione di filtraggio abbia diminuito, in modo significativo, la densità prevista dei punti rilevati.

PRODOTTI	Formato File	NOTE E SPECIFICHE DI FORMATO
Relazione tecnica, grafici, tabelle	RTF	con allegati digitali
Attestazione	analogico	sottoscritta dal responsabile
Dati grezzi LIDAR (raw data)	ASCII con estensione ASC o TXT o LAS e ALL	Formato che prevede per ogni impulso il tempo di emissione, e per ogni risposta (First, Second, Third e Last Pulse) le coordinate ETR89-ETRF89 e ETRS89-ETRF2000 per il MATTM e ETRS89-ETRF2000 UTM 32 per la PAT, le quote ellissoidiche, approssimate alla seconda cifra decimale, e il valore di intensità (intero)
Nuvola di punti	LAS 1.0	classificati secondo le specifiche ed in particolare: classe 1 Default = above ground classe 2 Ground = terreno classe 3 Low vegetation = vegetazione sopra i due metri dal terreno classe 7 low points = outliers
Nuvola di punti utili DTM (GROUND) e dei punti utili DSM OVER GROUND) – Punti XYZ	TXT	Le coordinate ETR89-ETRF89 e ETRS89-ETRF2000 per il MATTM e ETRS89-ETRF2000 UTM 32 per la PAT, le quote ellissoidiche, approssimate alla seconda cifra decimale, e il valore di intensità (intero).
DSM , DBM e DTM	Grid-ASCII	NCOLS, NROWS, XLLCORNER, YLLCORNER, CELLSIZE, NODATA_VALUE (-9999) NNNN,NN (valori floating)
Breaklines	Shape	
Intensità della risposta	TIFF+TFW	Immagini a 8 bit senza perdita di qualità

(scala di grigio)		(risoluzione geometrica e radiometrica)
File vettoriali richiesti	Shape 2D (SHP, SHX, DBF, PRJ) DWG, PDF, TXT, tabelle	Shape linee e poligoni
File vettoriali (inquadramenti, piani di volo, tracciato di volo, quadro di unione delle tavole con la data di rilievo, ingombro dati grezzi, ecc.) e altri archivi con dati utili all'orientamento (dati ancillari).		Corredate di eventuali attributi aggiuntivi in tabelle correlate o autonome
Metadati	XML	File di metadati in formato xml da associare ad ogni singolo prodotto consegnato.

L'organizzazione dei file sui supporti deve essere corrispondente al seguente esempio:

Anno Mese Rilevazione	Provincia – Comune	Prodotto	File
2013_01_LIDAR	FI - FIRENZE	DTM	OOOOO.ASC grid (ZIP)
			OOOOOXYZ.TXT (ZIP)
	FI - PONTASSIEVE	INTENSITA'	OOOOO.ASC grid (ZIP)
			OOOOOXYZ.TXT (ZIP)
			OOOOO.TIFF+TFW (ZIP)

I formati e il taglio di consegna devono perseguire l'obiettivo di ottimizzare, in relazione alla natura dell'informazione, il rapporto tra dimensione / gestibilità del file e qualità dell'informazione.

I prodotti oggetto di consegna, DTM, DSM e DBM dovranno essere forniti con caratteristiche tali ed in formato adeguato da poter essere utilizzati nelle banche dati del GN, al fine di poterli utilizzare con i database topografici.

I formati e il taglio di consegna potranno essere modificati, in base ad esigenze intervenute, in accordo tra la Ditta appaltatrice e la Direzione dell'Esecuzione del Contratto. Per alcuni prodotti si potrà richiedere di far riferimento all'inquadramento delle CTR o comunque come sarà concordato con la Direzione dell'Esecuzione del Contratto.

Tutti gli archivi digitali saranno forniti, a carico del soggetto realizzatore, in triplice copia su uno o più hard disk esterni su porta USB2/3, idonei per numero, caratteristiche e dimensioni a contenere tutti i file della fornitura.

Ove se ne ottenga vantaggio, i file possono essere compressi in formato zip (normal o maximum portable), ma ponendo attenzione che ciascuna cartella di compressione contenga file relativi a un solo oggetto di fornitura (ad esempio TIFF + TFW o SHX + DBF + SHP).

Art. 24.16 Operazioni di verifica dei prodotti da telerilevamento LIDAR

Le Ditte concorrenti devono riferirsi alle specifiche precedentemente espresse per la Fornitura di Dataset da Telerilevamento LIDAR a media densità da aeromobile cioè alle specifiche espresse in Art. 22.16.

Art. 24.17 Norme per l'esecuzione del collaudo dei prodotti da telerilevamento LIDAR

Art. 24.17.1 Specifiche tecniche di collaudo dei prodotti LIDAR

Le Ditte concorrenti devono riferirsi alle specifiche precedentemente espresse per la Fornitura di Dataset da Telerilevamento LIDAR a media densità da aeromobile cioè alle specifiche espresse in Art. 22.17.1.

Art. 24.17.2 Collaudo dei prodotti LIDAR

La verifica di qualità riguarderà controlli di consistenza dei prodotti e degli aspetti qualitativi e metrici e verrà prioritariamente applicata ai seguenti prodotti finali:

- **DTM** globalmente e relativamente a una classificazione tipologica del terreno;
- **DSM** relativamente a vertici di elementi (edifici, manufatti) chiaramente individuabili come variazione brusca di quota;
- **DBM** relativamente a vertici di elementi (edifici, manufatti) chiaramente individuabili come variazione brusca di quota;
- **Breaklines** individuazione e classificazione delle linee di discontinuità.

Per accertare il raggiungimento dei requisiti di **accuratezza** e completezza del rilievo e delle successive elaborazioni si procederà applicando la seguente metodologia:

- verifica sull'intero "dataset" tramite applicazione di modelli o altri algoritmi finalizzati a evidenziare errori grossolani, incompletezza o discontinuità del dato;
- verifica di un campione dei medesimi utilizzando 300 punti di controllo, di nuova istituzione e/o già esistenti, selezionati in zone scelte in base alle caratteristiche del territorio (ad esempio pendenza o uso del suolo).

Le misure a terra con sistema GPS dei 300 punti saranno effettuate a spese della Ditta appaltatrice e a cura del **responsabile del controllo dei processi e dei prodotti**, ma potranno essere verificate e/o integrate a cura e spese del committente.

Oltre ai prodotti finali, i prodotti intermedi e l'intero processo possono essere oggetto di verifica e devono essere coerenti con la qualità richiesta dalle specifiche tecniche.

Qualora nei prodotti risultasse un contenuto disomogeneo per caratteristiche, la metodologia di collaudo, di norma applicata all'intera fornitura, potrà essere applicata in forma differenziata anche a sue parti.

Nel caso di un primo esito negativo e successivo intervento di adeguamento del prodotto da parte della Ditta appaltatrice, seguiranno procedure di collaudo, a spese della Ditta

appaltatrice, su un campione interamente diverso dal precedente sul quale si procederà in modo analogo. Se questo ulteriore controllo darà esito negativo sarà rigettata l'intera fornitura o sue parti che dovrà/dovranno essere rilevate ex-novo senza oneri aggiuntivi per il committente.

Se anche una seconda fornitura, sottoposta a collaudo sempre a spese della Ditta appaltatrice, darà esito negativo, il committente procederà, con motivato atto della Direzione dell'Esecuzione del Contratto, alla rescissione del contratto per palese inadeguatezza della fornitura.

Art. 25 Fornitura di dataset da telerilevamento iperspettrale da aeromobile

Art. 25.1 Definizioni

Per le definizioni di termini specifici che verranno impiegati nell'Art. 25 e negli articoli ad esso subordinati, riguardanti le specifiche e le modalità di fornitura e Collaudo per il Dataset relativo alle porzioni dell'intero territorio della Provincia Autonoma di Trento aventi quota altimetrica inferiore a 2.200 m slm, dataset ottenuto mediante l'esecuzione di una campagna di telerilevamento con sensore iperspettrale da piattaforma su aeromobile, le Ditte concorrenti devono riferirsi alle definizioni precedentemente espresse per la Fornitura di Dataset da Telerilevamento da aeromobile cioè alle specifiche espresse in Art. 22.1.

Art. 25.2 Inquadramento delle superfici da rilevare con sensore iperspettrale

Il Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare e la Provincia Autonoma di Trento intendono dotarsi, tramite il presente appalto, di un Dataset relativo alle porzioni dell'intero territorio della Provincia Autonoma di Trento aventi quota altimetrica inferiore a 2.200 m slm, Dataset, con risoluzione a terra di 2 m., ottenuto mediante l'esecuzione di una campagna di telerilevamento con sensore iperspettrale da piattaforma su aeromobile.

L'intero piano di acquisizione di dati telerilevati non potrà essere inferiore, per il presente appalto, a 5438 Km².

In coincidenza dell'approvazione di ogni singolo piano di acquisizione, sarà compito della Direzione dell'Esecuzione del Contratto autorizzare formalmente le eventuali compensazioni.

Tutti i dati dovranno essere georiferiti come segue:

per il MATTM:

- il **Sistema di Riferimento Globale (ETRS89) nella realizzazione ETRF89** proiezione UTM 32;
- il **Sistema di Riferimento Globale (ETRS89) nella realizzazione ETRF2000 (epoca 2008.0)** proiezione UTM 32;

per la PAT:

- il **Sistema di Riferimento Globale (ETRS89) nella realizzazione ETRF2000 (epoca 2008.0)** proiezione UTM 32.

Art. 25.3 Prodotti delle Attività di Telerilevamento iperspettrale

La Ditta appaltatrice dovrà fornire i seguenti prodotti:

- Immagini grezze del rilievo ottenute dal sensore iperspettrale, prima della georeferenziazione;
- Immagini iperspettrali georiferite, in formato BSQ; la georeferenziazione dovrà essere effettuata utilizzando algoritmi di Nearest Neighbor che non alterino il valore della radiometria del dato. L'accuratezza planimetrica deve essere coerente con la risoluzione richiesta;

- File ancillari di calibrazione del dato;
- File dei dati GPS registrati a bordo dal sensore;

I dati rilevati devono essere georeferenziati e forniti nei seguenti sistemi di riferimento:

per il MATTM:

- il **Sistema di Riferimento Globale (ETRS89) nella realizzazione ETRF89** proiezione UTM 32;
- il **Sistema di Riferimento Globale (ETRS89) nella realizzazione ETRF2000 (epoca 2008.0)** proiezione UTM 32;

per la PAT:

- il **Sistema di Riferimento Globale (ETRS89) nella realizzazione ETRF2000 (epoca 2008.0)** proiezione UTM 32.

Le trasformazioni tra i diversi sistemi di riferimento dovranno essere eseguite utilizzando i grigliati GK*.

Art. 25.4 Proprietà dei dati prodotti dal telerilevamento iperspettrale.

Tutti i dati prodotti dalle attività di Telerilevamento ed oggetto di fornitura saranno di proprietà del MATTM e della PAT; inoltre saranno resi disponibili, a tutte le altre pubbliche amministrazioni per l'utilizzo ai fini istituzionali, nell'ambito del GN e dell'Infrastruttura Nazionale Dati Territoriali:

Tutti i dati saranno distribuiti con licenza Creative Commons.

Art. 25.5 Georeferenziazione

Le Ditte concorrenti devono riferirsi alle specifiche precedentemente espresse per la Fornitura di Dataset da Telerilevamento LIDAR a media densità da aeromobile cioè alle specifiche espresse in Art. 22.5.

Art. 25.6 Progettazione e pianificazione dei voli – Valutazione di fattibilità

In rapporto a quanto dovrà essere dichiarato dalla Ditta appaltatrice:

- I voli devono essere eseguiti utilizzando aeromobili adeguati dei quali sia garantita la libera e completa disponibilità da parte dell'Aggiudicatario per il periodo necessario per le riprese. Devono, inoltre, essere comunicati alla Direzione dell'Esecuzione del Contratto gli estremi della licenza ministeriale di lavoro aereo, la casa costruttrice, il tipo, la data di immatricolazione e la potenza del motore o dei motori espressa in CV del/dei vettore/i aeromobile/i che si intende utilizzare.
- La progettazione e la pianificazione dei voli dovrà avere una ricopertura sufficiente a garantire la continuità del rilievo. Il territorio sarà suddiviso in blocchi in funzione dell'andamento piano altimetrico della superficie da rilevare.

- La pianificazione dei voli e delle attività a terra (**per la PAT stazioni permanenti GNSS della rete TPOS, e GCP**) dovrà garantire risultati correttamente georeferenziati e minimizzare la presenza di errori sistematici; i risultati dovranno in ogni caso essere compatibili con l'accuratezza dei prodotti richiesti.
- Le riprese, possibilmente, dovranno essere effettuate nelle condizioni più favorevoli con particolare riferimento sia alle condizioni contingenti (atmosferiche e stagionali) che alla prevista posizione spaziale dei satelliti del sistema GPS. Inoltre la vegetazione arborea, arbustiva e colturale, deve essere al culmine dello sviluppo dell'apparato fogliare, dunque i voli andranno effettuati nel periodo estivo.
- Tutti gli aspetti di cui sopra dovranno essere valutati prima di pianificare le attività.
- Qualora la Ditta appaltatrice incontri problemi non altrimenti risolvibili, provvederà a segnalare alla Direzione dell'Esecuzione del Contratto la non fattibilità dell'acquisizione dei dati su determinate aree delimitando il perimetro delle stesse. La Direzione dell'Esecuzione del Contratto si riserva di proporre soluzioni alternative o di rinunciare all'attività per quelle aree: In questo caso la Ditta appaltatrice non avrà diritto ad alcun corrispettivo per le aree dove non è stato possibile eseguire il telerilevamento.

Art. 25.7 Strumentazione

Le Ditte concorrenti devono riferirsi alle specifiche precedentemente espresse per la Fornitura di Dataset da Telerilevamento da aeromobile cioè alle specifiche espresse in Art. 22.7.

Art. 25.8 Rilevazione posizionale: aree test, GCP, stazioni GPS a terra

Le Ditte concorrenti devono riferirsi alle specifiche precedentemente espresse per la Fornitura di Dataset da Telerilevamento LIDAR a media densità da aeromobile cioè alle specifiche espresse in Art. 22.8. Inoltre, ferme restando le predette specifiche applicate alle immagini iperspettali, nelle aree test la PAT si riserva di dislocare delle superfici con proprietà ottiche note utili per affinare ulteriormente i contenuti informativi dell'immagine iperspettrale. A tal fine le aree e la data di programmazione dei voli devono essere notificate con congruo anticipo, di almeno un mese, alla PAT e alla Direzione dell'esecuzione del contratto.

Art. 25.9 Trattamento dei dati e materiale ausiliario

Le Ditte concorrenti devono riferirsi alle specifiche precedentemente espresse per la Fornitura di Dataset da Telerilevamento LIDAR a media densità da aeromobile cioè alle specifiche espresse in Art. 22.9.

Art. 25.10 Parziale Copertura

Le Ditte concorrenti devono riferirsi alle specifiche precedentemente espresse per la Fornitura di Dataset da Telerilevamento LIDAR a media densità da aeromobile cioè alle specifiche espresse in Art. 22.10.

Art. 25.11 Le Riprese aeree

Per le riprese aeree, le Ditte dovranno sottoporre in sede di offerta esemplificazioni di progetti di volo per le situazioni più rappresentative delle tipologie di interventi richiesti.

In fase realizzativa, i progetti di volo predisposti dalla Ditta appaltatrice dovranno essere comunque approvati dalla Direzione dell'Esecuzione del Contratto prima di eseguire le riprese.

Nel progetto dovranno essere riportati i blocchi in cui sarà suddiviso il territorio da rilevare e le strisciate progettate, la quota relativa pianificata per ogni strisciata, l'abbracciamento di ciascuna strisciata e la distanza trasversale e lungo la linea di volo tra i singoli punti rilevati.

I grafici dei progetti di volo dovranno essere realizzati sulla cartografia IGM ritenuta più idonea, di norma alla scala 1:50.000. La ditta aggiudicataria dovrà consegnare alla Direzione dell'Esecuzione del Contratto sia la versione del progetto di volo in forma cartacea sia quella in forma digitale corredata da una succinta relazione da cui sia possibile verificare l'accuratezza prevista e la sovrapposizione garantita.

La Ditta aggiudicataria dovrà concordare con l'ENAV e con il COFA, i piani di volo per ottenere tutte le necessarie autorizzazioni al sorvolo. Per le zone operative militari e le aree soggette a particolari norme restrittive della navigazione aerea, si dovrà ottenere il tempestivo rilascio delle particolari autorizzazioni.

Le riprese dovranno essere effettuate nelle condizioni più favorevoli con particolare riferimento sia alle condizioni atmosferiche e stagionali sia alla prevista posizione spaziale dei satelliti del sistema GPS.

Tutti gli aspetti di cui sopra dovranno essere approvati dalla Direzione dell'Esecuzione del Contratto prima di avviare le attività.

Art. 25.12 Gli aeromobili e le certificazioni

Gli aeromobili proposti devono essere adeguati ad operare alle quote di progetto, all'orografia montuosa e con forti dislivelli del territorio interessato e risultare idonei a garantire le specifiche richieste in termini di accuratezza e risoluzione delle immagini acquisite con il sensore .

Le Ditte devono essere approvate quali Operatori di Lavoro Aereo ed essere autorizzate ad effettuare operazioni di rilievo quindi essere in possesso della specifica Certificazione (C.O.L.A. per gli Operatori Italiani, o equipollente autorizzazione/certificazione allo svolgimento delle attività di lavoro aereo per quelli appartenenti ad altri Stati membri EASA) rilasciata dalla competente Autorità aeronautica nazionale. Tale Certificazione deve obbligatoriamente riportare le marche di registrazione degli aeromobili proposti per il presente progetto e la relativa autorizzazione ad effettuare le operazioni di rilievo previste.

Allo stesso modo le Ditte devono fornire, a pena di esclusione, la certificazione EASA (rilasciata dalla stessa EASA o da Design Approval Organization approvata EASA) delle modifiche a cui gli stessi aeromobili sono stati sottoposti per l'installazione di uno o più strumenti di rilievo aereo proposti per il presente progetto. Tali certificazioni devono quindi riportare esplicitamente costruttore e modello degli aeromobili e dei sensori proposti. In caso di montaggio contestuale di più strumenti, con certificazioni disgiunte per gli strumenti di rilievo che devono essere installati sul medesimo aeromobile, è obbligatorio

allegare dichiarazione attestante la compatibilità e l'operatività contestuale degli strumenti. Tale dichiarazione viene rilasciata dal CAMO Postholder (figura specifica responsabile della Continuing Airworthiness Management Organization) della Ditta e dal legale rappresentante della Ditta

I voli devono essere eseguiti mediante aeromobili e strumentazioni dei quali le Ditte dovranno obbligatoriamente dimostrare in sede di Offerta la libera e completa disponibilità, o la proprietà, per tutto il periodo necessario ad eseguire il servizio.

E' preferibile che rilievo iperspettrale e fotogrammetrico vengano svolti contestualmente.

Art. 25.13 Il Sensore iperspettrale

La dotazione strumentale deve prevedere l'utilizzo di un sensore iperspettrale, che garantendo l'acquisizione di immagini alla risoluzione minima di 2 m, fornisca il numero di canali acquisiti, nell'intervallo spettrale 400-970 nm, non inferiore a 60. I dati iperspettrali dovranno essere georiferiti, corretti radiometricamente e ortorettificati. Fissati i vincoli di cui sopra tra 400 e 970 nm, e' preferibile una soluzione che permetta di acquisire ulteriori canali spettrali fino a 2500 nm.

Art. 25.14 Materiali messi a disposizione per l'esecuzione dei lavori

Le Ditte concorrenti devono riferirsi alle specifiche precedentemente espresse per la Fornitura di Dataset da Telerilevamento da aeromobile cioè alle specifiche espresse in Art. 22.14.

Art. 25.15 Materiali di consegna e prodotti

Art. 25.15.1 Materiale preliminare all'esecuzione del volo

Le Ditte concorrenti devono riferirsi alle specifiche precedentemente espresse per la Fornitura di Dataset da Telerilevamento da aeromobile cioè alle specifiche espresse in Art. 22.15.1.

Art. 25.15.2 Relazione tecnica a volo eseguito e suoi allegati

Le Ditte concorrenti devono riferirsi alle specifiche precedentemente espresse per la Fornitura di Dataset da Telerilevamento LIDAR a media densità da aeromobile cioè alle specifiche espresse in Art. 22.15.2.

Art. 25.15.3 Dati sorgente di consegna

Rappresentano l'insieme dei dati acquisiti dal sensore senza altra trasformazione se non quella di formato, ove si tratti di formati proprietari del software d'acquisizione, ma senza alcun adattamento o elaborazione.

- Immagini grezze del rilievo ottenute dal sensore iperspettrale, prima della georeferenziazione;

Art. 25.15.4 Dati elaborati e prodotti finali di consegna

Per il rilievo iperspettrale:

- Immagini iperspettrali georiferite, in formato BSQ; la georeferenziazione dovrà essere effettuata utilizzando algoritmi di Nearest Neighbor che non alterino il valore della radiometria del dato.
- File ancillari di calibrazione del dato;
- File dei dati GPS registrati a bordo dal sensore;

I dati dovranno essere corretti radiometricamente e geometricamente.

I dati dovranno avere un'accuratezza planimetrica di +/- 50 cm.

I dati rilevati devono essere georeferenziati e forniti nei seguenti sistemi di riferimento:

per il MATTM:

- il **Sistema di Riferimento Globale (ETRS89) nella realizzazione ETRF89** proiezione UTM 32;
- il **Sistema di Riferimento Globale (ETRS89) nella realizzazione ETRF2000 (epoca 2008.0)** proiezione UTM 32;

per la PAT:

- il **Sistema di Riferimento Globale (ETRS89) nella realizzazione ETRF2000 (epoca 2008.0)** proiezione UTM 32.

Le trasformazioni tra i diversi sistemi di riferimento dovranno essere eseguite utilizzando i grigliati GK*.

Art. 25.15.5 Elaborati finali

La Ditta appaltatrice, per ogni singola consegna dovrà fornire alla Direzione dell'Esecuzione del Contratto i seguenti elaborati finali limitatamente alle aree oggetto del rilievo:

1. grafico delle strisciate effettuate in sede di rilievo corredate della data di esecuzione dei voli;
2. rapporto di volo;
3. file in formato RINEX relativi alle epoche acquisite dai ricevitori GPS a terra e a bordo dell'aeromobile utilizzati per le correzioni differenziali dei dati;
4. certificazione attestante:
 - che non si sono verificati problemi tecnici in fase di acquisizione dei dati;
 - che i dati non sono viziati da errori dovuti a brusche manovre di volo.

PRODOTTI	Formato File	NOTE E SPECIFICHE DI FORMATO
Relazione tecnica, grafici, tabelle	RTF	con allegati digitali
Attestazione	analogico	sottoscritta dal responsabile
File vettoriali richiesti	Shape 2D (SHP, SHX, DBF, PRJ), DWG, PDF, TXT, tabelle	Shape linee e poligoni
File vettoriali (inquadramenti, piani di volo, tracciato di volo, ingombro delle strisciate con la data del rilievo, ecc.) e altri archivi con dati utili all' orientamento.		Corredate di eventuali attributi aggiuntivi in tabelle correlate o autonome
Immagini Iperspettrali	.bsq	Immagini georiferite in ETR89-ETRF89 UTM 32 e ETRS89-ETRF2000 UTM 32 per il MATTM e ETRS89-ETRF2000 UTM 32 per il MATTM e la PAT comprensivi del piano di volo e delle specifiche tecniche per effettuare correzioni radiometriche (metadati e log file).
Metadati	XML	File di metadati in formato xml da associare ad ogni singolo prodotto consegnato.

I formati e il taglio di consegna devono perseguire l'obiettivo di ottimizzare, in relazione alla natura dell'informazione, il rapporto tra dimensione/gestibilità del file e qualità dell'informazione.

I formati e il taglio di consegna potranno essere modificati, in base ad esigenze intervenute, in accordo tra la Ditta appaltatrice e la Direzione dell'Esecuzione del Contratto. Per alcuni prodotti si potrà richiedere di far riferimento all'inquadramento delle CTR o comunque come sarà concordato con la Direzione dell'Esecuzione del Contratto.

Tutti gli archivi digitali saranno forniti, a carico del soggetto realizzatore, in triplice copia su uno o più hard disk esterni su porta USB2/3, idonei per numero, caratteristiche e dimensioni a contenere tutti i file della fornitura.

Ove se ne ottenga vantaggio, i file possono essere compressi in formato zip (normal o maximum portable), ma ponendo attenzione che ciascuna cartella di compressione contenga file relativi a un solo oggetto di fornitura (ad esempio TIFF + TFW o SHX + DBF + SHP).

Art. 26 Fornitura di dataset da telerilevamento fotogrammetrico

Art. 26.1 Definizioni

Nel presente articolo vengono introdotte le definizioni di termini specifici che verranno impiegati nell'art. 26 e negli articoli ad esso subordinati, riguardanti le specifiche e le modalità di fornitura e Collaudo per il Data Set prodotto da Telerilevamento con tecnologia fotogrammetrica largo formato, da piattaforma su aeromobile.

- Abbracciamento al suolo, angolo di campo e sovrapposizione della ripresa

L'abbracciamento al suolo di una rilevazione è rappresentato da:

- L'abbracciamento trasversale alla direzione del volo;
- L'angolo di campo trasversale è l'ampiezza di ripresa che dipende dall'angolo di inclinazione.

Per **angolo di campo** si chiede di indicare l'apertura dell'intero angolo (α) a meno che non sia specificato il semiangolo (con notazione $\pm\alpha$).

L'angolo di campo unitamente alla quota di volo determinano la larghezza della strisciata (cioè l'abbracciamento al suolo).

La **sovrapposizione laterale** è la sovrapposizione di due strisciate distinte e adiacenti.

La **sovrapposizione laterale** deve garantire la qualità, la completezza e l'accuratezza dei dati acquisiti.

- Accuratezza

Lo **scarto** tra le misure ottenute con il sistema di rilevazione considerato e una tecnica diversa la cui accuratezza è significativamente maggiore determina la stima dell'accuratezza. Ad esempio l'accuratezza dei prodotti ottenuti con sistemi di rilevazione da vettore aeromobile viene confrontata con misure effettuate a terra con GPS.

L'accuratezza e i criteri di collaudo qui considerati sono sempre riferiti ai prodotti finali e non alla precisione e risoluzione del singolo strumento, del sistema di strumenti, o della metodologia adottata: tutti questi elementi nel loro complesso devono garantire la qualità richiesta dai prodotti.

L'accuratezza può essere riferita sia a misure puntuali confrontate tra loro che a misure puntuali confrontate con modelli generati utilizzando insiemi di misure (ad esempio DTM). In entrambi i casi si effettuano analisi con metodi statistici sulla distribuzione dell'errore.

- Blocchi di volo / rilevazione

Insieme di strisciate corrispondenti a un territorio omogeneo sotto il profilo altimetrico e ad altri eventuali criteri di suddivisione delle porzioni di territorio da rilevare per ciascun volo. In genere le **strisciate** appartenenti a un medesimo **blocco di volo** devono avere la medesima quota o distanza di presa e direzione di volo (salvo le strisciate trasversali al blocco), la calibrazione sugli strumenti e il passaggio sulle aree test.

- Caposaldi altimetrici

Sono punti di quota ortometrica nota, determinata mediante livellazione geometrica, riferita ad appositi contrassegni materializzati su manufatti che ne garantiscano la stabilità e la durata nel tempo.

- Database topografico (DB)

È un archivio numerico che contiene tutte le informazioni geometriche, topologiche, relazionali e gli attributi relativi agli oggetti topografici appartenenti alle classi definite in applicazione del **DB topografico** di Intesa-GIS.

L'aggiornamento dei DB topografici è l'insieme delle attività volte a rilevare e restituire le informazioni geometriche, topologiche, relazionali e gli attributi relativi agli oggetti topografici appartenenti alle suddette classi. L'aggiornamento del **DB topografico** non è richiesto nel presente appalto, ma sono richiesti prodotti con **accuratezza riconducibile** alla scala 1:2.000 ed utilizzabili in DB topografici.

- Deviazione standard o Scarto quadratico medio (SQM), Scarti delle misure

Ovvero **Errore quadratico medio (EQM)** o **Errore dell'unità di peso**, è la radice quadrata della varianza:

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum (\Delta - \bar{\Delta})^2}{N}}$$

Tale grandezza statistica è riferita alla frequenza con cui si riscontrano differenti valori dello **scarto** rilevato nelle misure confrontate.

Gli scarti nelle misure sono le differenze di valore che si producono effettuando sullo stesso punto, o in un intorno definito, misurazioni con sistemi di sensibilità e affidabilità diversa. L'**accuratezza** di ciascuna misura è dunque riferita all'insieme degli strumenti, e ad ogni altro fattore che determina la misura.

Le valutazioni di **accuratezza** su base statistica riferite all'SQM, indicata come condizione per l'esito favorevole del collaudo, fa riferimento agli scarti tra misure, classificati convenzionalmente come *'errore'*:

- Errori grossolani (outliers) sono quelli di scarsa frequenza statistica, ma con **scarto** molto accentuato (indicativamente $>3\sigma$). La qualità dei prodotti richiede in generale l'eliminazione degli **outliers**.
- Componenti sistematiche di errore (Bias) sono errori che intervengono determinando una costante distorsiva dei valori. Derivano da un errore di taratura dei sensori o di calibrazione del sistema di rilevazione nel suo complesso. La qualità dei prodotti richiede la minimizzazione degli errori sistematici con opportune calibrazioni del sistema da effettuarsi sia preventivamente che ad ogni **blocco di volo** con il passaggio sulle **aree test**. L'eventuale applicazione di correzione software alle misure sorgenti deve essere approvata dalla Direzione dell'Esecuzione del Contratto e documentata nei **metadati**.

Errori di sensibilità ed errori casuali sono quelli ineliminabili in qualunque misurazione di grandezze fisiche. Tali errori (nel nostro caso SQM) hanno distribuzione "normale" se la frequenza con cui ogni valore SQM si manifesta non supera in percentuale una specifica proporzione nella campana di Gauss.

- Diluizione di precisione posizionale (PDOP)

Calo di precisione nel posizionamento tridimensionale. Valori di **PDOP** troppo alto corrispondono a una insufficienza dei satelliti visibili (in genere inferiori a cinque). Per avere la garanzia delle migliori condizioni possibili, i voli devono essere pianificati in base

alle effemeridi dei satelliti. A consuntivo, nella relazione sulla ricognizione effettuata devono essere dichiarati e documentati i valori di **PDOP** che non devono essere superiori a 3 per tutta la durata della ricognizione e devono comunque garantire la soglia di qualità richiesta dal sistema e l'**accuratezza** posizionale compatibile con l'**accuratezza** definita per i prodotti richiesti.

- Metadati

I metadati sono informazioni che descrivono i dati e , raccolti in un catalogo, consentono la ricerca dei dati stessi. Al fine di integrare i nuovi metadati all'interno della banca dati già esistente questi dovranno essere conformi alla normativa comunitaria e nazionale. I metadati dovranno, quindi, essere redatti come riportato DM 10 novembre 2011 "Regole tecniche per la definizione del contenuto del Repertorio nazionale dei dati territoriali, nonché delle modalità di prima costituzione e aggiornamento dello stesso ". Ogni dato dovrà essere accompagnato dal relativo metadato in formato .XML. Qualora sia necessario l'Amministrazione metterà a disposizione sia un esempio di metadato in formato .XML sia il supporto tecnico per la corretta valorizzazione delle informazioni richieste.

- Sistema di rilevazione

Per sistema di rilevazione si intende l'insieme degli strumenti e delle attività di rilevazione, postelaborazione e restituzione di prodotti caratteristici degli specifici sensori e delle metodiche prescelte.

- Sistema di riferimento geodetico e proiezione piana

I sistemi di riferimento geodetico da utilizzare per la **georeferenziazione** delle ortofoto è:
per il MATTM:

- il **Sistema di Riferimento Globale (ETRS89) nella realizzazione ETRF89** che, a volte, è anche indicato con l'acronimo "WGS84". Tale dicitura, anche se non del tutto propria, è più comune e non comporta errori in quanto l'unica realizzazione del Sistema di Riferimento Globale realmente utilizzabile sul territorio nazionale, costituita dalla rete IGM95, è espressa, fino ad oggi, nella realizzazione ETRF89;
- il **Sistema di Riferimento Globale (ETRS89) nella realizzazione ETRF2000 (epoca 2008.0)**;

per la PAT:

- il **Sistema di Riferimento Globale (ETRS89) nella realizzazione ETRF2000 (epoca 2008.0)** proiezione UTM 32.

- Tolleranza altimetrica (th)

E' lo **scarto** massimo ammissibile nei valori della quota ellissoidica tra misura del sistema di rilevazione e misure di maggiore accuratezza (con GPS o metodi topografici a terra).

- Tolleranza planimetrica

E' lo **scarto** massimo ammissibile "**tp**", ovvero l'incertezza posizionale massima ammessa per un particolare puntuale individuato nel piano della rappresentazione, a cui va affiancato un altro parametro "**td**", che nel caso della distanza tra due punti, interviene come ulteriore parametro limitativo.

Si fa riferimento a punti ben individuabili sul modello digitale del terreno o in cartografia rispetto agli stessi punti, la cui posizione sul terreno sia stata determinata con misurazioni di sufficiente accuratezza (GPS o metodi topografici a terra), secondo la formula:

$$tp = \sqrt{\Delta E^2 + \Delta N^2}$$

Ove, con ΔN e ΔE , si indicano gli scarti delle coordinate Est e Nord.

- Zone e linee caratteristiche o speciali ai fini della rilevazione

Sono zone per le quali deve essere fornito un perimetro vettoriale con un attributo che identifichi a quale tipologia appartengono e, nella metainformazione, deve essere esplicitamente descritto o come vengono trattati.

Art. 26.2 Inquadramento delle superfici da rilevare con sensore iperspettrale

Il Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare e la Provincia Autonoma di Trento intende dotarsi, tramite il presente appalto, di un Dataset costituito da Ortofoto Digitali relativo all'intera superficie del territorio della Provincia Autonoma di Trento, Dataset ottenuto mediante l'esecuzione di una campagna di telerilevamento con tecnologia fotogrammetrica largo formato, da piattaforma su aeromobile.

L'intero piano di acquisizione di dati telerilevati per il presente Appalto è di a 6.208 Km².

In coincidenza dell'approvazione di ogni singolo piano di acquisizione, sarà compito della Direzione dell'Esecuzione del Contratto autorizzare formalmente le eventuali compensazioni.

Tutti i dati dovranno essere georiferiti come segue:

per il MATTM:

- **il Sistema di Riferimento Globale (ETRS89) nella realizzazione ETRF89** proiezione UTM 32;
- **il Sistema di Riferimento Globale (ETRS89) nella realizzazione ETRF2000 (epoca 2008.0)** proiezione UTM32;

per la PAT:

- **il Sistema di Riferimento Globale (ETRS89) nella realizzazione ETRF2000 (epoca 2008.0)** proiezione UTM 32.

Art. 26.3 Prodotti delle attività di telerilevamento secondo la tecnica fotogrammetrica

La Ditta appaltatrice dovrà fornire i seguenti prodotti:

- Dati grezzi:
 - Tutti i fotogrammi acquisiti sottoposti a processo di sviluppo (formato Tiff) ma non ulteriormente processati.
- Dati elaborati:
 - ortofoto digitale a colori RGB e quarta banda (infrarosso);

- taglio ortofoto: multiplo delle tavolette LIDAR (3X3= 9) in modo da poterle sovrapporre;
- ☉ formato immagine: TIFF + TFW non compresso ed ECW +.ERS compresso;

Le immagini rilevate devono essere georeferenziate e fornite nei seguenti sistemi di riferimento:

- Per il MATTM:
 - Planimetria:
 - ETRS89-ETRF89 proiezione UTM32;
 - ETRS89-ETRF2000 (epoca 2008.0) proiezione UTM32;
- Per la PAT:
 - Planimetria: ETRS89-ETRF2000 (epoca 2008.0) proiezione UTM 32

Le trasformazioni tra i diversi sistemi di riferimento dovranno essere eseguite utilizzando i grigliati GK*.

L'accuratezza planimetrica ed altimetrica del rilievo non potrà essere in alcun modo condizionata e subordinata alla qualità del segnale GPS al momento del rilievo.

I punti errati per riflessioni parassite, aberrazioni per il cattivo funzionamento del sistema di ricezione, per brusche manovre di volo (virate, vuoti d'aria, ecc.) devono essere eliminati in un primo passaggio di filtraggio del dato.

Art. 26.4 Proprietà dei dati prodotti dal telerilevamento fotogrammetrico

Tutti i dati prodotti dalle attività di Telerilevamento ed oggetto di fornitura saranno di proprietà del MATTM e della PAT; inoltre saranno resi disponibili, a tutte le altre pubbliche amministrazioni per l'utilizzo ai fini istituzionali, nell'ambito del GN e dell'Infrastruttura Nazionale Dati Territoriali:

Tutti i dati saranno distribuiti con licenza Creative Commons.

Art. 26.5 Georeferenziazione

Il rilievo sarà effettuato oltre che con la strumentazione di bordo (GPS – IMU), con almeno 2 ricevitori GPS, in doppia frequenza, posizionati a terra, con frequenza di registrazione pari ad una misura al secondo.

Le correzioni differenziali al segnale GPS a bordo saranno eseguite mediante i dati provenienti da almeno due stazioni GPS a terra, in modo tale che in ogni punto la distanza tra GPS rover a bordo del vettore e i due GPS base a terra, sia sempre <50 km.

Le stazioni a terra dovranno coincidere con:

- stazioni permanenti certificate, per la PAT stazioni permanenti GNSS della rete TPOS;
- vertici della rete IGM95;
- vertici di raffittimento ottenuti mediante collegamento almeno a tre vertici appartenenti alle categorie suddette.

Art. 26.6 Progettazione e Pianificazione dei Voli – Valutazione di fattibilità

In rapporto a quanto dovrà essere dichiarato dalla Ditta appaltatrice:

- I voli devono essere eseguiti utilizzando aeromobili adeguati dei quali sia garantita la libera e completa disponibilità da parte dell'Aggiudicatario per il periodo necessario per le riprese. Devono, inoltre, essere comunicati alla Direzione dell'Esecuzione del Contratto gli estremi della licenza ministeriale di lavoro aereo, la casa costruttrice, il tipo, la data di immatricolazione e la potenza del motore o dei motori espressa in CV del/dei vettore/i aeromobile/i che si intende utilizzare.
- La progettazione e la pianificazione dei voli dovrà avere una ricopertura sufficiente a garantire la continuità del rilievo. Il territorio sarà suddiviso in blocchi in funzione dell'andamento piano altimetrico della superficie da rilevare.
- La pianificazione dei voli e delle attività a terra (stazioni fisse GPS, per la PAT stazioni permanenti GNSS della rete TPOS e GCP) dovrà garantire risultati correttamente georeferenziati e minimizzare la presenza di errori sistematici; i risultati dovranno in ogni caso essere compatibili con l'accuratezza dei prodotti richiesti.
- La nuvolosità residua $\leq 5\%$ su singola ortofoto;
- Le riprese, possibilmente, dovranno essere effettuate nelle condizioni più favorevoli con particolare riferimento sia alle condizioni contingenti (atmosferiche e stagionali) che alla prevista posizione spaziale dei satelliti del sistema GPS. Il volo sui ghiacciai dovrà inoltre essere eseguito nel mese di agosto lontano da eventuali neviccate e con cielo limpido per ridurre ai minimi valori possibili la nuvolosità residua.
- Tutti gli aspetti di cui sopra dovranno essere valutati prima di pianificare le attività.
- Qualora la Ditta appaltatrice incontri problemi non altrimenti risolvibili, provvederà a segnalare alla Direzione dell'Esecuzione del Contratto la non fattibilità dell'acquisizione dei dati altimetrici su determinate aree delimitando il perimetro delle stesse. La Direzione dell'Esecuzione del Contratto si riserva di proporre soluzioni alternative o di rinunciare all'attività per quelle aree: In questo caso la Ditta appaltatrice non avrà diritto ad alcun corrispettivo per le aree dove non è stato possibile eseguire il telerilevamento.
- E' preferibile che il rilievo fotogrammetrico sia contestuale a quello iperspettrale.

Art. 26.7 Strumentazione

I sensori dovranno possedere i necessari requisiti di precisione e dovranno risultare calibrati e testati in modo tale da garantire il raggiungimento dell'**accuratezza** prevista per ciascun prodotto.

Nello specifico viene richiesta una camera digitale fotogrammetrica digitale a colori RGBIr di largo formato integrata con piattaforma inerziale e ricevitore GPS.

In sede di offerta le Ditte concorrenti dovranno comunicare i dati inerenti la marca, il tipo, l'anno di costruzione e le caratteristiche tecniche (accuratezza strumentale dalle varie quote relative, angolo e frequenza di acquisizione, eccetera) delle attrezzature (aeromobili e sensori fotogrammetrici) che si intende impiegare. In sede di offerta le Ditte concorrenti dovranno garantire e documentare la libera e completa disponibilità congiunta, o la proprietà, delle attrezzature proposte.

Art. 26.8 Rilevazione posizionale: aree test, GCP, stazioni GPS a terra

Preliminarmente all'esecuzione della missione dovrà essere pianificato, tramite opportuno software di simulazione, il periodo di esecuzione in modo da garantire una buona ricezione dei segnali satellitari tale da ottenere, per tutta la durata della missione, un valore del PDOP inferiore a 3 e comunque in linea con le metodiche applicate e con le accuratezze richieste.

Successivamente all'esecuzione della ripresa aerea dovranno essere elaborati i dati registrati sia dalla stazione satellitare posta sull'aeromobile sia da quelle permanenti a terra in modo da determinare le coordinate planimetriche e la quota ellissoidica dei dati.

Durante l'esecuzione delle acquisizioni dei dati dovranno essere registrati, oltre ai segnali satellitari della stazione montata a bordo dell'aeromobile, con epoca uguale o inferiore a un secondo, anche quelli di un certo numero di stazioni GPS a terra di coordinate note per poter elaborare con la metodologia differenziale le coordinate spaziali del vettore in movimento. Tutte le stazioni a terra dovranno essere dotate di ricevitori GPS a doppia frequenza, con acquisizione uguale o inferiore a un Hz, dovranno essere posizionate in modo da garantire la ricezione contemporanea del segnale di un numero sufficiente di satelliti (non meno di cinque), gli stessi segnali captati dal sistema GPS posto sull'aeromobile.

Come stazioni a terra potranno essere utilizzate sia le stazioni appositamente dedicate (le cui coordinate dovranno essere determinate con una **accuratezza** analoga a quelle dei vertici della rete IGM 95), sia le stazioni permanenti pubbliche i cui dati siano affidabili e disponibili.

Ai fini delle attività di verifica e di collaudo la Ditta appaltatrice dovrà rendere disponibili le registrazioni dei segnali satellitari acquisite dalle stazioni utilizzate relative ai periodi di reale esecuzione dei rilievi.

Art. 26.9 Trattamento dei dati e materiale ausiliario

I dati acquisiti dovranno essere elaborati applicando i software di mercato internazionalmente noti, tenendo conto di tutte le informazioni derivanti sia dalla rete **GPS** di terra sia dalle piattaforme IMU di bordo al fine di definire, in modo ottimale, la georeferenziazione dei dati laser altimetrici.

Non è ammessa l'utilizzazione di altre fonti per adattare i dati sorgente, prodotti nell'ambito della presente fornitura, ad eccezione di procedure ampiamente documentate e concordate con la Direzione dell'Esecuzione del Contratto. Eventuali materiali integrativi messi a disposizione dal **Committente** (vedasi il successivo Art. 26.14) potranno essere utilizzati dalla Ditta appaltatrice esclusivamente al fine di completare il presente progetto.

Art. 26.10 Parziale copertura

Il Committente non riconoscerà alcun corrispettivo per le aree sulle quali i prodotti non risulteranno avere l'**accuratezza** richiesta, anche se ciò risultasse in conseguenza di problemi non dipendenti dalla volontà della Ditta appaltatrice (ad esempio: la presenza di eventuali zone di disturbo dei segnali satellitari che impediscano la corretta ricezione e, quindi, una corretta elaborazione delle coordinate dei punti laser altimetrici acquisiti).

Nel caso che la rimozione di disturbi che impediscono la realizzazione dei prodotti richiesti comporti attività aggiuntive che non sia stato possibile prevedere prima dell'aggiudicazione, la Ditta appaltatrice potrà realizzare le attività aggiuntive solo se autorizzata preventivamente dalla Direzione dell'Esecuzione del Contratto; in questo caso la Ditta appaltatrice dovrà motivare e documentare in modo ineccepibile e congruente il prezzo offerto per ogni costo aggiuntivo.

Art. 26.11 Le Riprese aeree

Per le riprese aeree, le Ditte dovranno sottoporre in sede di offerta alla Commissione Aggiudicatrice esemplificazioni di progetti di volo per le situazioni più rappresentative delle tipologie di interventi richiesti.

In fase realizzativa, i progetti di volo predisposti dalla Ditta appaltatrice dovranno essere comunque approvati dalla Direzione dell'Esecuzione del Contratto prima di eseguire le riprese.

Il progetto di volo dovrà garantire che le ortofoto avranno un pixel medio a terra (GSD) non superiore a 20 cm.

Il dataset fornito dovrà derivare da acquisizioni ex-novo dei territori indicati e dovrà possedere tutti i requisiti richiesti dalla tecnica più aggiornata per l'esecuzione dei rilievi a grande scala. E' preferibile che, nello stesso istante, venga realizzata anche la ripresa iperspettrale predisponendo il montaggio di entrambi i sensori sull'aeromobile.

Le variazioni degli elementi angolari di orientamento fra fotogrammi contigui dovranno essere inferiori a 5 gon. I valori assoluti degli angoli di orientamento φ (phi) e ω (omega) dei singoli fotogrammi non dovranno superare i 5 gon. In zone pianeggianti e collinari, i fotogrammi consecutivi di una stessa strisciata dovranno avere ricoprimento in direzione longitudinale pianificato del 60%. Sempre in zone pianeggianti e collinari il ricoprimento trasversale pianificato fra modelli appartenenti a strisciate contigue non dovrà essere inferiore al 20%. In zone di montagna il ricoprimento in direzione longitudinale pianificato fra fotogrammi consecutivi di una stessa strisciata dovrà essere del 70% il ricoprimento trasversale pianificato non dovrà essere inferiore al 30%. In nessun caso dovranno esistere soluzioni di continuità nella copertura stereoscopica del territorio.

Nel progetto dovranno essere riportati i blocchi in cui sarà suddiviso il territorio da rilevare e le strisciate progettate, la quota relativa pianificata per ogni strisciata, l'abbracciamento di ciascuna strisciata e la distanza trasversale e lungo la linea di volo tra i singoli punti rilevati.

I grafici dei progetti di volo dovranno essere realizzati sulla cartografia IGM alla scala 1:50.000. La ditta aggiudicataria dovrà consegnare alla Direzione dell'Esecuzione del Contratto sia la versione del progetto di volo in forma cartacea sia quella in forma digitale corredata da una succinta relazione e da simulazioni analitiche del progetto da cui sia possibile verificare la densità media dei punti rilevati, l'accuratezza prevista, la distanza reciproca tra i punti, l'interasse tra le strisciate e la sovrapposizione garantita.

La Ditta aggiudicataria dovrà concordare con l'ENAV e con il COFA, i piani di volo per ottenere tutte le necessarie autorizzazioni al sorvolo. Per le zone operative militari e le aree soggette a particolari norme restrittive della navigazione aerea, si dovrà ottenere il tempestivo rilascio delle particolari autorizzazioni.

Le riprese dovranno essere effettuate nelle condizioni più favorevoli con particolare riferimento sia alle condizioni atmosferiche e stagionali sia alla prevista posizione spaziale dei satelliti del sistema GPS.

Tutti gli aspetti di cui sopra dovranno essere approvati dalla Direzione dell'Esecuzione del Contratto prima di avviare le attività.

Art. 26.12 Gli aeromobili e le certificazioni

Gli aeromobili proposti devono essere adeguati ad operare alle quote di progetto e risultare idonei a garantire le specifiche richieste in termini di accuratezza dei dataset.

Le Ditte devono essere approvate quali Operatori di Lavoro Aereo ed essere autorizzate ad effettuare operazioni di rilievo quindi essere in possesso della specifica Certificazione (C.O.L.A. per gli Operatori Italiani, o equipollente autorizzazione/certificazione allo svolgimento delle attività di lavoro aereo per quelli appartenenti ad altri Stati membri EASA) rilasciata dalla competente Autorità aeronautica nazionale. Tale Certificazione deve obbligatoriamente riportare le marche di registrazione degli aeromobili proposti per il presente progetto e la relativa autorizzazione ad effettuare le operazioni di rilievo previste con strumenti fissi a bordo.

Allo stesso modo le Ditte devono fornire, a pena di esclusione, la certificazione EASA (rilasciata dalla stessa EASA o da Design Approval Organization approvata EASA) delle modifiche a cui gli stessi aeromobili sono stati sottoposti per l'installazione di uno o più strumenti di rilievo aereo proposti per il presente progetto. Tali certificazioni devono quindi riportare esplicitamente costruttore e modello degli aeromobili e dei sensori proposti. In caso di montaggio contestuale di più strumenti, con certificazioni disgiunte per gli strumenti di rilievo che devono essere installati sul medesimo aeromobile, è obbligatorio allegare dichiarazione attestante la compatibilità e l'operatività contestuale degli strumenti. Tale dichiarazione viene rilasciata dal CAMO Postholder (figura specifica responsabile della Continuing Airworthiness Management Organization) della Ditta e dal legale rappresentante della Ditta.

I voli devono essere eseguiti mediante aeromobili e strumentazioni dei quali le Ditte dovranno obbligatoriamente dimostrare in sede di Offerta la libera e completa disponibilità, o la proprietà, per tutto il periodo necessario ad eseguire il servizio.

Art. 26.13 I Sensori

I sensori fotogrammetrici proposti dovranno possedere i necessari requisiti di precisione e dovranno risultare calibrati e testati in modo tale da garantire il raggiungimento dell'accuratezza richieste.

il sensore fotogrammetrico digitale installato a bordo dell'aeromobile dovrà presentare le seguenti caratteristiche:

- Sensore digitale grande formato RGBIr
- Proprie unità GPS ed IMU per la determinazione dei centri di presa e dell'assetto angolare di ogni singolo fotogramma interfacciate alla camera/sensore da presa.

Art. 26.14 Materiali messi a disposizione per l'esecuzione dei lavori

Per l'esecuzione dei lavori oggetto dell'appalto, la Direzione dell'Esecuzione del Contratto fornirà alla Ditta appaltatrice, limitatamente alle aree oggetto del rilievo e per ogni singolo lotto, i seguenti materiali:

1. cartografia in formato raster alla scala 1:1.000.000 per la realizzazione del quadro di unione;
2. cartografia alla scala 1:100.000, serie sfumo, per la redazione del progetto di volo;
3. Grigliati IGM GK*;
4. modello digitale del terreno, con passo 40 m.

Art. 26.15 Materiali di consegna e prodotti

Art. 26.15.1 Materiale preliminare all'esecuzione del volo

Prima dell'esecuzione delle varie riprese, la Ditta aggiudicataria dovrà presentare alla Direzione dell'Esecuzione del Contratto per ciascun tipo di sensore e per ciascuna area territoriale da rilevare omogenea, i seguenti materiali:

- grafico vettoriale georiferito con i limiti delle aree da rilevare, i piani di volo e gli eventuali blocchi di volo;
- le coordinate (x, y, z) dei rilievi eseguiti a terra (aree test e GCP) e la relativa monografia;
- le coordinate (x, y, z) delle antenne GPS a terra e la relativa monografia.

Eventuali variazioni dei parametri o l'utilizzo di sensori diversi, rispetto a quelli dichiarati nell'offerta tecnica potranno essere ammessi soltanto se i loro requisiti tecnici garantiscano risultati migliori rispetto a quelli attesi e se non comporteranno costi aggiuntivi per il committente; in ogni caso tutte le variazioni dovranno essere approvate dalla Direzione dell'Esecuzione del Contratto.

Art. 26.15.2 Relazione tecnica a volo eseguito e suoi allegati

La relazione tecnica ed i suoi allegati, anche in formato digitale (traiettoria, grafici di separazione dei calcoli sul volo), dovrà contenere la descrizione e la documentazione completa delle operazioni svolte, tutti i dati accessori utilizzati per il raggiungimento del risultato finale atteso e i prodotti finali di consegna; la descrizione illustrerà in modo generale le varie fasi esecutive del rilievo.

In particolare dovrà contenere:

- i grafici delle strisciate ed i dati dei voli;
- rapporto di volo;
- confronto tra i dati e le aree di test comprensivo del report con gli scarti sulle misure eseguite ed opportune analisi statistiche sugli stessi;
- garanzia scritta sui seguenti punti:

- che non si sono verificati problemi tecnici durante i voli per l'acquisizione dei dati;
 - i dati non sono influenzati: da off set, da inclinazioni e da curvature dei voli e che sono stati verificati;
 - le aree misurate non presentano alcuna discontinuità
- i dati registrati dalle stazioni di terra in contemporanea al volo e la documentazione del processo di elaborazione;
 - tutte le monografie dei punti, le coordinate dei rilievi effettuati a terra e le monografie delle stazioni GPS fisse di terra;
 - la documentazione relativa alla determinazione delle stazioni GPS fisse a terra che dovranno essere collegate ad almeno due vertici della rete IGM95;
 - tutti i dati e le elaborazioni, anche ai fini del controllo di qualità, compreso il corretto funzionamento dei sistemi di posizionamento satellitare sia a bordo dell'aeromobile sia delle stazioni a terra e i valori di PDOP non superiori a 3 durante l'effettiva esecuzione dei rilievi;

In un foglio a parte, debitamente sottoscritto, il responsabile del controllo dei processi e dei prodotti dovrà segnalare eventuali problemi ovvero attestare:

- che il volo e la rilevazione sono stati eseguiti a regola d'arte e non si sono verificati problemi tecnici durante l'acquisizione dei dati, coprendo l'area rilevata senza lacune, discontinuità o errori sistematici (costanti o con andamento lineare lungo le strisciate, offset, inclinazioni e curvature del volo, fattori di scala eccetera);
- che i dati sono stati adeguatamente controllati a campione e corrispondono all'accuratezza caratteristica del sensore e del sistema di acquisizione e sono idonei ad ottenere i prodotti con l'accuratezza richiesta.

Art. 26.15.3 Dati sorgente di consegna

Rappresentano l'insieme dei dati acquisiti dal sensore senza altra trasformazione se non quella di formato, ove si tratti di formati proprietari del software d'acquisizione, ma senza alcun adattamento o elaborazione.

Devono essere consegnati i seguenti dati:

- Tutti i fotogrammi acquisiti sottoposti a processo di sviluppo (formato Tiff) ma non ulteriormente processati (georeferenziazione, orto rettifica, ecc)
- I risultati della triangolazione fotogrammetrica (centri di presa delle immagini)
- I certificati di calibrazione delle camere utilizzate.

Art. 26.15.4 Dati elaborati e prodotti finali di consegna

I dati elaborati dovranno avere le seguenti caratteristiche:

- ortofoto digitale a colori RGB e quarta banda (infrarosso);
- taglio ortofoto: multiplo delle tavolette LIDAR (3X3= 9) in modo da poterle sovrapporre;

- o formato immagine: TIFF + TFW non compresso ed ECW +. ERS compresso.

I dati dovranno avere un'accuratezza planimetrica di +/- 50 cm.

Art. 26.15.5 Elaborati finali

La Ditta appaltatrice, per ogni singola consegna dovrà fornire alla Direzione dell'Esecuzione del Contratto i seguenti elaborati finali limitatamente alle aree oggetto del rilievo:

1. grafico delle strisciate effettuate in sede di rilievo corredate della data di esecuzione dei voli e dai relativi metadati dai quali si possa evincere la distinzione dei vari fotogrammi, principali e secondari, che compongono ogni singola sezione o taglio dell'OFD, con le relative date di ripresa;
2. rapporto di volo;
3. file in formato RINEX relativi alle epoche acquisite dai ricevitori GPS a terra e a bordo dell'aeromobile utilizzati per le correzioni differenziali dei dati;
4. report relativi alla calibrazione dei sistemi;
5. certificazione attestante:
 - o che non si sono verificati problemi tecnici in fase di acquisizione dei dati;
 - o che i dati non sono viziati da errori dovuti a brusche manovre di volo.

PRODOTTI	Formato File	NOTE E SPECIFICHE DI FORMATO
Relazione tecnica, grafici, tabelle	RTF	con allegati digitali
Attestazione	analogico	sottoscritta dal responsabile
Foto grezze	TIFF	Non compresso e comprensivo di tfw per la georeferenziazione nel sistema ETR89-ETRF89 UTM 32 e ETRS89-ETRF2000 UTM 32 per il MATTM e ETRS89-ETRF2000 UTM 32 per la PAT
Ortofoto digitale	TIFF + TFW non compresso ed ECW +. ERS compresso	A colori RGB e quarta banda (infrarosso)
File vettoriali richiesti	Shape 2D	Shape linee e poligoni

File vettoriali (inquadramenti, piani di volo, tracciato di volo, Reticolo delle tavole contenete la data del volo, ecc.) e altri archivi con dati utili all'orientamento.	(SHP, SHX, DBF PRJ), DWG, PDF, TXT, tabelle)	Corredate di eventuali attributi aggiuntivi in tabelle correlate o autonome
--	--	---

I formati e il taglio di consegna devono perseguire l'obiettivo di ottimizzare, in relazione alla natura dell'informazione, il rapporto tra dimensione / gestibilità del file e qualità dell'informazione.

I prodotti oggetto di consegna dovranno essere forniti con caratteristiche tali ed in formato adeguato da poter essere utilizzati nelle banche dati del GN, al fine di poterli utilizzare con i database topografici.

I formati e il taglio di consegna potranno essere modificati, in base ad esigenze intervenute, in accordo tra la Ditta appaltatrice e la Direzione dell'Esecuzione del Contratto. Per alcuni prodotti si potrà richiedere di far riferimento all'inquadramento delle CTR o comunque come sarà concordato con la Direzione dell'Esecuzione del Contratto.

Tutti gli archivi digitali saranno forniti, a carico del soggetto realizzatore, in triplice copia su uno o più hard disk esterni su porta USB2, idonei per numero, caratteristiche e dimensioni a contenere tutti i file della fornitura.

Ove se ne ottenga vantaggio, i file possono essere compressi in formato zip (normal o maximum portable), ma ponendo attenzione che ciascuna cartella di compressione contenga file relativi a un solo oggetto di fornitura (ad esempio TIFF + TFW o SHX + DBF + SHP+PRJ).

Art. 26.16 Norme per l'esecuzione del collaudo dei prodotti

Art. 26.16.1 Specifiche tecniche di collaudo dei prodotti

La verifica di qualità riguarderà controlli di consistenza e completezza dei prodotti e degli aspetti qualitativi e metrici e verrà prioritariamente applicata ai seguenti prodotti finali:

- ortofoto.

Per accertare il raggiungimento dei requisiti di **accuratezza** e completezza del rilievo e delle successive elaborazioni si procederà applicando la seguente metodologia:

- verifica sull'intero "dataset" tramite applicazione di modelli o altri algoritmi finalizzati a evidenziare errori grossolani, incompletezza o discontinuità del dato;
- verifica di un campione dei medesimi utilizzando 300 punti di controllo, di nuova istituzione e/o già esistenti, selezionati in zone scelte in base alle caratteristiche del territorio (ad esempio pendenza o uso del suolo).

Le misure a terra con sistema GPS dei 300 punti saranno effettuate a spese della Ditta appaltatrice e a cura del responsabile del controllo dei processi e dei prodotti, ma potranno essere verificate e/o integrate a cura e spese del committente.

Oltre ai prodotti finali, i prodotti intermedi e l'intero processo possono essere oggetto di verifica e devono essere coerenti con la qualità richiesta dalle specifiche tecniche.

Qualora nei prodotti risultasse un contenuto disomogeneo per caratteristiche, la metodologia di collaudo, di norma applicata all'intera fornitura, potrà essere applicata in forma differenziata anche a sue parti.

Nel caso di un primo esito negativo e successivo intervento di adeguamento del prodotto da parte della Ditta appaltatrice, seguiranno procedure di collaudo, a spese della Ditta appaltatrice, su un campione interamente diverso dal precedente sul quale si procederà in modo analogo. Se questo ulteriore controllo darà esito negativo sarà rigettata l'intera fornitura o sue parti che dovrà/dovranno essere rilevate ex-novo senza oneri aggiuntivi per il committente.

Se anche una seconda fornitura, sottoposta a collaudo sempre a spese della Ditta appaltatrice, darà esito negativo, il committente procederà, con motivato atto della Direzione dell'Esecuzione del Contratto, alla rescissione del contratto per palese inadeguatezza della fornitura.

Art. 26.16.2 Collaudo dei prodotti

I prodotti fotogrammetrici verranno verificati sulla base della risoluzione richiesta (pixel a terra) e sulle accuratezze previste.

La grandezza che verifica l'**accuratezza** è lo **scarto quadratico medio (SQM)** o suoi multipli verificato per valore e frequenza e si applica con modalità diverse ai vari prodotti.

La verifica altimetrica avverrà determinando con metodologia GPS a terra le coordinate xy e la quota z (**quota ellissoidica**) del campione di punti prescelti:

- a) il collaudo della **tolleranza altimetrica (th)** sarà eseguito in base alle caratteristiche di orizzontalità della superficie del terreno e della copertura del suolo, verificando che sia omogenea in un intorno determinato;
- b) per il collaudo della **tolleranza altimetrica (th)**, e della **tolleranza planimetrica (tp)** in corrispondenza di oggetti riconoscibili (spigoli e coperture piane di fabbricati, manufatti, viadotti, argini, scarpate), in tal caso la verifica verrà fatta in un intorno di cui il diametro sia così determinato: $tp + diagonale\ della\ cella$;
- c) per il collaudo **della tolleranza altimetrica (th)**, su un'area di 9 celle con pendenza maggiore di 2°, lo **scarto** ammesso per la componente altimetrica verrà incrementato di un valore che tiene conto di $\Delta h = \Delta p \times tg\ \alpha$ dove p è l'**accuratezza planimetrica** e dove α è l'angolo d'inclinazione del terreno e comunque nei limiti massimi definiti nella definizione di **tolleranza altimetrica**.

Verrà inoltre verificato l'eventuale errore sistematico e la simmetria della distribuzione degli scarti.

Accuratezza altimetrica fondamentale: 68,3 %

Per accuratezza altimetrica fondamentale si intende a 1 sigma, ovvero pari al 68% sul totale dei punti su terreni aperti ed uniformi.

Art. 27 Fornitura di un dataset di misure di movimenti lenti del suolo

Art. 27.1 Inquadramento

Dovranno essere forniti prodotti per la misura di movimenti lenti del suolo ottenuti dall'elaborazione con tecniche di tipo *persistent scatterer interferometry* di un set di dati radar COSMO-SkyMed acquisiti sull'Italia nell'ambito del progetto MapItaly e che l'Amministrazione provvederà a mettere a disposizione dell'Aggiudicatario.

Facendo riferimento alla divisione in *frames standard* (di dimensioni pari a circa 40 km x 40 km) delle strisciate acquisite dai satelliti della costellazione COSMO-SkyMed, dovranno essere elaborati non meno di **100 frames**, ciascuno consistente in almeno 32 immagini di tipo StripMap Himage acquisite sulla stessa scena con la stessa modalità, lo stesso angolo di off-nadir, la stessa direzione di vista, la stessa direzione di volo e la stessa polarizzazione.

I *frames* da elaborare copriranno una parte del territorio nazionale e formeranno in generale degli insiemi di *frames* adiacenti. Particolare attenzione ed esperienza è quindi richiesta nell'elaborazione di *frames* contigui su aree estese (fino a scala nazionale), al fine di garantire la consistenza delle misure sulle aree di confine tra i vari *frames*.

Per ogni *frame* le misure di movimento saranno relative a una data e un punto di riferimento identificato fra i punti di misura appartenenti al *frame*. Qualora le caratteristiche del dato e dell'area elaborata lo richiedano, sarà possibile identificare all'interno del singolo frame dei sottogruppi di misure corrispondenti a punti di riferimento diversi. In tal caso, la scelta dovrà essere adeguatamente spiegata nei rapporti di consegna dei *frames* in questione.

I prodotti interferometrici ottenuti costituiranno un Data Base di punti sparsi denominati Persistent Scatterers (PS) identificati attraverso gli attributi di seguito riportati:

- Codice: codice alfanumerico che identifica univocamente ciascun PS;
- Posizione: coordinate geografiche (longitudine, latitudine e quota) di ciascun PS, espresse rispetto all'ellissoide WGS84;
- Velocità media: velocità media di ciascun PS rispetto ad un punto di riferimento, relativa a tutto l'arco temporale considerato;
- Standard deviation associata alla stima della velocità media sull'intero periodo analizzato;
- Spostamento annuale: spostamento di ciascun PS rispetto al punto di riferimento, relativa ad ogni anno nell'intervallo di tempo in analisi;
- Standard deviation associata alla stima dello spostamento annuale;
- Serie temporale completa di spostamento: spostamento di ciascun PS, rispetto a un punto e una data di riferimento, in corrispondenza di tutte le acquisizioni SAR nell'intervallo di tempo in analisi.

Art. 27.2 Prodotti delle attività di elaborazione dei dati da telerilevamento basato su interferometria

La ditta appaltatrice dovrà fornire i seguenti prodotti:

- Base Dati georiferita, in formato SHAPE, di punti del terreno naturale e/o corrispondenti a manufatti, dotati di fase stabile in quanto a riflettività rispetto ad onde radar in banda C, sui quali si possano misurare nel tempo differenze di fase submillimetriche permettendo di monitorare movimenti del terreno da millimetrici a centrimetrici in un arco temporale di diversi anni. Tali particolari antropici e del terreno devono essere individuati e georeferenziati per essere considerati ed utilizzati come Persistent Scatterers (nel seguito, per brevità: **PS**);
- Mappa riportante la velocità lineare media di ogni PS, per tutte le serie temporali (dell'area investigata) che la Ditta concorrente si impegna in sede di offerta a rendere disponibili;
- Serie di mappe riportanti lo spostamento annuale dei PS;
- La coerenza
- Eventuali ulteriori misurazioni/informazioni proposte ai fini di una migliore discriminazione di aree soggette a movimenti, per la determinazione del rischio idrogeologico;
- Report finale della procedura seguita e delle problematiche gestite durante la fase di elaborazione.

I sistemi di riferimento geodetico da utilizzare per la **georeferenziazione** dei prodotti interferometrici del presente capitolato è:

per il MATTM:

- il **Sistema di Riferimento Globale (ETRS89) nella realizzazione ETRF89** che, a volte, è anche indicato con l'acronimo "WGS84". Tale dicitura, anche se non del tutto propria, è più comune e non comporta errori in quanto l'unica realizzazione del Sistema di Riferimento Globale realmente utilizzabile sul territorio nazionale, costituita dalla rete IGM95, è espressa, fino ad oggi, nella realizzazione ETRF89;
- il **Sistema di Riferimento Globale (ETRS89) nella realizzazione ETRF2000 (epoca 2008.0)**;

per la PAT:

- il **Sistema di Riferimento Globale (ETRS89) nella realizzazione ETRF2000 (epoca 2008.0)** proiezione UTM 32.

Art. 27.3 Proprietà delle misure prodotte dall'elaborazione dei dati da telerilevamento basato su interferometria

Tutti i dati prodotti dalle attività di Telerilevamento ed oggetto di fornitura saranno di proprietà del MATTM e della PAT; inoltre saranno resi disponibili, a tutte le altre pubbliche amministrazioni per l'utilizzo ai fini istituzionali, nell'ambito del GN e dell'Infrastruttura Nazionale Dati Territoriali:

Tutti i dati saranno distribuiti con licenza Creative Commons.

Art. 27.4 Materiali messi a disposizione per l'esecuzione dei lavori

Per l'esecuzione dei lavori l'Amministrazione provvederà a mettere a disposizione dell'Aggiudicatario i seguenti materiali:

- 1) Immagini radar COSMO-SkyMed di tipo Strip-Map Himage nel formato Single Look Complex, tali da formare su ogni area di dimensione inferiore a 40 km x 40 km, un insieme omogeneo di almeno 32 elementi presi con la stessa modalità, lo stesso angolo di off-nadir, la stessa direzione di vista, la stessa direzione di volo e la stessa polarizzazione. La disponibilità delle immagini radar COSMO-SkyMed da fornire alla ditta sarà subordinata all'effettivo trasferimento delle stesse da parte dell'Agenzia Spaziale Italiana al MATTM. Il MATTM non sarà responsabile di nessun ritardo nella consegna delle immagini radar COSMO-SkyMed, fino a quando non ne avrà libera disponibilità.
- 2) Ortofoto a colori del territorio nazionale, della serie IT-2006 od ultima versione più aggiornata.
- 3) Modello Digitale del Terreno.

Art. 27.5 Accuratezza

Art. 27.5.1 Specifiche delle misure

Gli elementi qualificanti dei prodotti di persistent scatterer interferometry sono la densità dei PS, ovvero dei punti di misura, la loro posizione e la precisione delle misure relative di spostamento e velocità media.

Il requisito di precisione, in termini di standard deviation (1σ) dell'errore associato alle misure interferometriche, è riportato nella seguente tabella:

Misura	Precisione (1σ)
<i>Serie temporale completa di spostamento*</i>	< 1 cm
<i>Velocità media*</i>	< 3 mm / anno
<i>Posizione*</i>	< 2 m (nord) < 3 m (est) < 2 m (elevazione)
*Le precisioni richieste si riferiscono a coppie di punti distanti al più 1 km tra di loro, ottenuti dall'elaborazione di almeno 32 immagini, su un intervallo temporale di almeno 2 anni.	

Le misure di spostamento e velocità sono da intendersi come relative e non assolute, per cui la verifica della loro precisione dovrà essere effettuata fra coppie di punti all'interno di un gruppo facente capo allo stesso punto di riferimento. Per la verifica delle specifiche le misure interferometriche andranno confrontate con misure ottenute con tecniche alternative (come GNSS o livellamento ottico) che presentino un'accuratezza migliore o

analoga a quella delle misure SAR. I valori di precisione riportati nella tabella precedente sono al netto dell'errore di misura associato alle tecniche di riferimento.

Per quanto riguarda la densità delle misure PS il requisito da soddisfare è riportato nella seguente tabella:

Oggetto	Requisito
<i>Densità delle misure</i>	>5.000 PS/kmq su aree densamente urbanizzate >1.000 PS/kmq su aree scarsamente urbanizzate
* Il requisito si riferisce ad aree di almeno 10 km ² , escludendo corpi d'acqua e aree vegetate, e considerando la classificazione "Corine Land Cover" livello 2 per le aree urbanizzate.	

Poiché la densità dipende fortemente dalla tipologia del terreno, le statistiche di densità dovranno essere effettuate in aree di dimensione non inferiore a 10 km² considerando due tipi di scenario, densamente o scarsamente urbanizzato, escludendo corpi d'acqua e aree vegetate. Nel paragrafo successivo vengono descritti alcuni dettagli per le operazioni di verifica richieste.

Art. 27.5.2 Operazioni di verifica

L'Aggiudicatario dovrà eseguire verifiche sulle Misure di movimenti lenti del suolo ottenute dall'elaborazione con tecnica persistent scatterer dei dati satellitari SAR acquisiti dalla costellazione COSMO-SkyMed.

Le operazioni di verifica sono di tipo numerico e hanno lo scopo di operare il confronto con tecniche di misura indipendenti al fine di valutare l'accuratezza del prodotto.

Tutte le attività necessarie per l'espletamento delle operazioni di verifica, sia in termini di materiali, installazioni, personale tecnico incaricato saranno a carico della ditta appaltatrice.

Saranno sottoposte a verifiche le seguenti misure associate ai punti PS:

- 1) Serie temporale completa di spostamento
- 2) Velocità media
- 3) Posizione
- 4) Densità spaziale.

Le verifiche numeriche relative ai punti 1, 2 e 3 prevedono un confronto fra le misure di spostamento ottenute tramite tecnica interferometrica persistent scatterer e quelle ottenute tramite altre tecnologie. Per questo è necessario che altre misure indipendenti siano effettuate nello stesso periodo preso in analisi per le misure radar e che le altre tecnologie abbiano una accuratezza migliore o analoga a quelle posta in analisi. A tal fine sono state individuate le seguenti tecniche di confronto: sistemi satellitari globali di navigazione (GNSS) e livellazione ottica di precisione.

Per garantire l'accuratezza, la contemporaneità e la corrispondenza dei punti misurati con le tecniche indipendenti dovranno essere installati dei riflettori artificiali SAR, che siano

identificabili senza ambiguità nell'immagine radar, e in corrispondenza di ognuno di questi dovrà essere posizionato un bersaglio per le misure di livellazione ottica di precisione e una stazione GPS permanente.

Il periodo di analisi dovrà essere di almeno 6 mesi. Le misure GPS dovranno essere acquisite in continuo, la livellazione ottica di precisione dovrà essere eseguita almeno ogni 16 giorni (possibilmente entro 3 giorni dalle date previste delle acquisizioni radar). Dovranno essere eseguite misure su almeno 5 punti in un'area di 1 km di diametro. Sul sito di validazione dovranno essere elaborati i dati SAR in entrambe le geometrie di acquisizione ascendente e discendente.

Al fine di verificare i requisiti tramite il suddetto confronto fra le varie tecniche di misura bisognerà tener conto dell'effettivo periodo di sovrapposizione temporale fra le misure ottenute con le diverse tecniche che impatta sulla precisione della velocità media, degli errori attribuibili alle misure di ogni tecnica, e delle componenti del moto osservabili con le singole tecniche (la livellazione ottica di precisione fornisce informazioni solo sulla componente verticale, l'interferometria sulla componente lungo la linea di vista del radar e il GPS tutte e tre le componenti).

Le verifiche di densità spaziale delle misure di cui al punto 4 saranno effettuate suddividendo l'area elaborata in celle di dimensione non inferiore a 10 km². Per la classificazione delle aree urbanizzate si dovrà far riferimento al "Corine Land Cover" livello 2.

Le Aree di verifica dovranno essere sottoposte alla Direzione dell'Esecuzione del Contratto per l'approvazione, anche la metodologia di verifica dovrà essere sottoposta ad approvazione della Direzione dell'Esecuzione del Contratto. Inoltre la Direzione dell'Esecuzione del Contratto potrà proporre metodologie di verifica e aree di verifica ad integrazione o in sostituzione a quelle proposte dalla ditta.

Art. 27.5.3 Sottosistema di archiviazione e accesso ai dati

Al fine di permettere un inquadramento delle attività di consegna e gestione operativa dei dataset oggetto di fornitura è utile avere dei riferimenti quantitativi basati sullo stato dell'arte e su stime del volume di dati generati dall'analisi interferometrica.

Allo stato attuale, la banca dati di punti PS ottenuti dalla elaborazione dei dati SAR ERS ed ENVISAT è costituita da decine di milioni di punti a cui corrispondono altrettanti record del data-base. I dati derivabili da scene COSMO-Sky Med, cioè il numero finale di punti PS generati su tutto il territorio italiano, è stimabile a oltre un miliardo di punti .

La consistente mole di dati indica che ogni tipica operazione di gestione degli stessi, dalla consegna alla pubblicazione online attraverso gli strumenti di accesso offerti dal Geoportale Nazionale, dovrà essere adeguatamente valutata e definita nei suoi processi, per poter garantire alti livelli di affidabilità, qualità e prestazioni operative.

Sarà quindi necessario garantire una adeguata definizione (in coordinamento con la Direzione dell'Esecuzione del Contratto) dei processi qui di seguito descritti:

- Consegna – i dataset elaborati dovranno essere materialmente trasferiti presso le infrastrutture del GN avendo definito un adeguato formato dei file di consegna e le necessarie procedure operative per trasferire i contenuti all'interno dei database operativi;

- Modello dati – si richiede che sia definito un adeguato modello logico/fisico per la archiviazione dei dati su database relazionale che tenga in conto i requisiti funzionali e di prestazione che i servizi applicativi del GN richiedono

Per ognuno di questi aspetti si dovrà produrre, nella fase iniziale del progetto, un corrispondente documento tecnico nei quali saranno presenti anche i manuali operativi e di gestione della configurazione.

Tutti gli archivi digitali saranno forniti, a carico del soggetto realizzatore, in triplice copia su uno o più hard disk esterni su porta USB2/3, idonei per numero, caratteristiche e dimensioni a contenere tutti i file della fornitura.

Art. 27.5.4 Metadati

I metadati sono informazioni che descrivono i dati e , raccolti in un catalogo, consentono la ricerca dei dati stessi. Al fine di integrare i nuovi metadati all'interno della banca dati già esistente questi dovranno essere conformi alla normativa comunitaria e nazionale. I metadati dovranno, quindi, essere redatti come riportato DM 10 novembre 2011 "Regole tecniche per la definizione del contenuto del Repertorio nazionale dei dati territoriali, nonché delle modalità di prima costituzione e aggiornamento dello stesso ". Ogni dato dovrà essere accompagnato dal relativo metadato in formato .XML. Qualora sia necessario l'Amministrazione metterà a disposizione sia un esempio di metadato in formato .XML sia il supporto tecnico per la corretta valorizzazione delle informazioni richieste.

Si richiede, in particolare, che il metadato sia organizzato, in maniera gerarchica, con gerarchia a tre livelli: serie, dataset, sezione. Le caratteristiche comuni saranno indicate solamente nel metadato di livello più alto e poi ereditate dai livelli più bassi (che dovranno eventualmente indicare le variazioni/eccezioni).

In relazione a questo tema, si dovrà produrre, nella fase iniziale del progetto, un documento tecnico nel quale saranno presenti anche le istruzioni operative e di gestione della configurazione.

Art. 27.5.5 Rapporto tecnico

Ad ogni *frame* dovrà essere associato un rapporto tecnico, con la descrizione della produzione effettuata (dati utilizzati e metriche sui risultati ottenuti) e delle eventuali problematiche gestite durante la fase di elaborazione.

Art. 27.5.6 Modalità di consegna

I prodotti interferometrici e le informazioni associate (rapporti tecnici, metadati, ecc.) dovranno essere consegnati facendo riferimento alla segmentazione in *frames* standard di dimensioni pari a circa 40 km x 40 km, delle strisciate acquisite dai satelliti della costellazione COSMO-SkyMed.

Art. 28 Potenziamento della componente infrastrutturale del Geoportale Nazionale

Art. 28.1 Il Sistema Informativo del PST-A

Dal punto di vista architetturale, in generale il Sistema Informativo del PST-A deve garantire:

- capacità di immagazzinare e gestire una gran mole di dati eterogenei;
- flessibilità, sia in termini di modifiche di configurazione che di espandibilità;
- performance tale da consentire agli utenti del SCC e del GN di accedere ai dati via internet con adeguati tempi di risposta da parte del Sistema;
- ottimizzazione nei flussi di dati interni al Sistema (considerata la mole dei dati coinvolti nel Sistema);
- salvaguardia (safety) dei dati trattati e sicurezza (security) del Sistema in generale, ottenute mediante tecnologie e adeguate politiche di sicurezza.

L'interazione fra le componenti del Sistema Informativo del PST-A, è qui intesa in relazione ai seguenti aspetti di interoperabilità:

- condivisione/consultazione di banche dati remote;
- interscambio di dati e dei relativi metadati.

La condivisione dei dati acquisiti e/o prodotti mediante il PST-A avverrà per mezzo della Infrastruttura Nazionale Dati Territoriali del Geoportale Nazionale, secondo le seguenti modalità:

- i dati saranno condivisi mediante meccanismi e standard definiti dalle specifiche dell'Open Gis Consortium (OGC) e dei comitati ISO;
- i metadati dei dati condivisi saranno generati e poi inviati al GN mediante il Metadata Manager, applicativo realizzato la vigente normativa italiana;
- georeferenziati secondo i sistemi di riferimento ETRS89-ETRF89 (geografico o proiettato) e ETRS89-ETRF2000 (geografico o proiettato) adottato come sistema di riferimento geodetico nazionale con decreto del 10 novembre 2011.

Art. 28.2 Il Sistema di archiviazione del PST-A

Questo sottosistema consente la memorizzazione presso il GN e l'accesso a tutti i dati acquisiti od elaborati dal Sistema Informativo del PST-A:

- immagini EO, dati vettoriali e attributi, inseriti nel Sistema e catalogati per essere usati così come sono;
- collezioni di informazioni tematiche pre-processate, informazioni raster/vettoriali organizzate su multilivello topologici, dati alfanumerici e multimediali pronti per essere pubblicati/condivisi;
- metadati;
- schemi e regole d'uso;
- log di messaggistica.

La Base Dati specifica del PST-A, in seno alla Base Dati del GN, è quindi costituita da:

- un repository dei dati acquisiti e validati e dei dati prodotti nell'ambito del PST-A;
- un repository dei metadati di tutti i dati del PST-A: dati "di fornitura", dati acquisiti e validati, e dati prodotti.

L'Archiviazione di tutti i dati prodotti da telerilevamento compresi nell'oggetto del presente Appalto avverrà nel Sistema di Archiviazione del PST-A, che verrà potenziato mediante un incremento di capacità di memorizzazione della NAS (Network Area Storage) di cui il GN è già dotato.

Il requisito di fornitura rispetto al Sistema di Archiviazione del PST-A consiste nella fornitura di apparecchiature per l'incremento delle capacità di memorizzazione di un preesistente Sistema di Storage del GN, che nella sua architettura contiene anche il Sistema di Archiviazione del PST-A.

Art. 28.3 Fornitura di apparecchiature per il potenziamento di un preesistente sistema di storage del GN

La fornitura di apparecchiature hardware per il potenziamento di un preesistente Sistema di Storage del GN, marca IBM modello N6060, dovrà prevedere:

- n° 3 Unità di espansione di Storage, ognuno avente le seguenti specifiche:

Formato	Rackable
HDD Interface	FibreChannel a 2 GB
Dischi	24 dischi SATA ognuno da 1 TB
HOT SWAP device	SI

Art. 28.4 Fornitura di apparecchiature hardware per l'aggiornamento tecnologico di apparati di networking del Geoportale Nazionale

La fornitura di apparecchiature hardware finalizzate all'aggiornamento tecnologico di preesistenti apparati di networking, core switch marca CISCO modello 6509, del Sistema del Geoportale Nazionale, dovrà prevedere:

- n° 2 Moduli hardware Cisco ACE Application Control Engine ACE30
- n° 2 Licenze Cisco ACE Software Release A4(1.0), mod. ACE30-MOD-16-K9.

Art. 29 Misure di accompagnamento per la realizzazione della fornitura

Art. 29.1 Servizio Assistenza Tecnica per le verifiche del dissesto idrogeologico

Per verifica del dissesto Idrogeologico si intendono le seguenti attività:

- Attività di assistenza tecnica da erogare in campo, nei territori delle Regioni e Province Autonome interessate dalla fornitura delle misure provenienti dai dataset cartografici di cui al presente appalto, e finalizzate alla verifica di tipo geologico-applicativa, rilevamento-strutturale e geomorfologico ai fini del dissesto idrogeologico. Lo scopo di tale verifica è di valutare, tramite l'applicazione di una metodologia che le Ditte concorrenti dovranno proporre e che sarà oggetto di valutazione da parte della Direzione dell'Esecuzione del Contratto, la corrispondenza fra le aree che saranno state identificate essere a rischio in base all'analisi di misure LIDAR e interferometriche e quelle rilevate con altri metodi.

Art. 29.1.1 Dimensioni del servizio di verifica a terra

Il Servizio di Assistenza Tecnica per le verifiche del dissesto idrogeologico è dimensionato in un massimale in **Giorni Persona (GP)**, quale somma delle dimensioni in giorni persona dei singoli Obiettivi di Verifica a terra, il cui corrispettivo economico sarà calcolato sulla base dei GP dell'Obiettivo e del costo unitario delle figure professionali impegnate per l'Obiettivo.

Il massimale di impegno in GP previsto per il Servizio di Verifica a terra è di **4.200 GP**.

Il servizio, descritto nel paragrafo precedente, dovrà essere erogato secondo le seguenti modalità:

- in campo, nei territori delle Regioni e Province Autonome interessate dalla fornitura di cui al presente appalto, per un periodo di almeno 10 mesi solari consecutivi in accordo alla pianificazione proposta, e per un ammontare di **4.200 GP**.
- le attività di indagine di verifica, pertanto gli obiettivi da raggiungere, saranno individuati a discrezione dalla stazione appaltante sulla proposizione delle ditte e per tramite della Direzione dell'Esecuzione del Contratto che sentiti gli uffici della Difesa del Suolo delle Regioni interessate definiranno le aree e il dissesto da indagare.

Art. 29.1.2 Servizio di Assistenza Evolutiva

Per Assistenza Evolutiva si intendono le seguenti attività:

- Attività di assistenza da erogare presso il CED del GN e finalizzate alla amministrazione della Base Dati dei prodotti interferometrici del Geoportale Nazionale, alla realizzazione di funzionalità aggiuntive per la fruizione dei dati dal Geoportale Nazionale, e alla estrazione di informazioni utili propedeutiche al Servizio assistenza Tecnica dei Dataset cartografici di cui al presente appalto, e finalizzate alla verifica di tipo geologico-applicativa, rilevamento-strutturale e geomorfologico ai fini del dissesto idrogeologico. Le attività saranno articolate nei seguenti punti principali:

- gestione della Base Dati del GN;
- gestione della infrastruttura di sicurezza perimetrale ed applicativa dell'infrastruttura;
- gestione di dati e servizi web per la pubblicazione e la fruizione degli stessi sul Geoportale Nazionale e supporto agli utenti finali;
- gestione della infrastruttura per l'interoperabilità, basata sugli standard dell'OGC e su piattaforme di software di ambiente Open Source;
- gestione della infrastruttura per la cooperazione applicativa, basata su piattaforme di software di ambiente Open Source;
- gestione della baseline applicativa dell'infrastruttura per i seguenti tipi di intervento che di norma non modificano la baseline del sistema:
 - supporto tematico per la redazione di studi, stima dei tempi, costi e benefici,
 - comparazione tra diverse possibili soluzioni;
 - analisi dei processi;
 - creazione o aggiornamento di documentazione non collegata a specifici interventi di sviluppo;
 - redazione di presentazioni;
 - esecuzione di sperimentazioni (che non producano software applicativo);
- supporto alla individuazione di interventi procedurali;
- supporto alla redazione di documentazione divulgativa e specialistica;
- preparazione di materiali per training on the job sull'utilizzo dei dati LIDAR e interferometrici in ambito GIS;
- attività di assistenza da erogare presso il CED del GN e finalizzate alla impostazione e analisi preliminare propedeutiche alle attività previste per il Servizio di Verifica a terra finalizzate alla verifica di tipo geologico-applicativa, rilevamento-strutturale e geomorfologico ai fini del dissesto idrogeologico.

L'elenco non si può considerare esaustivo ed immutabile, ma potrà subire delle revisioni nel periodo di validità contrattuale per comprendere attività affini e comunque orientate a supportare la manutenzione e la gestione dell'Infrastruttura del SITA.

Art. 29.1.3 Dimensioni del Servizio di Assistenza Evolutiva

Il Servizio di Assistenza Evolutiva è dimensionato in un massimale in **Giorni Persona (GP)**, quale somma delle dimensioni in giorni persona dei singoli Obiettivi di Assistenza Evolutiva, il cui corrispettivo economico sarà calcolato sulla base dei GP dell'Obiettivo e del costo unitario delle figure professionali impegnate per l'Obiettivo.

Il massimale di impegno in GP previsto per la Gestione Tecnico-Applicativa è di **2.275 GP**.

Il servizio, descritto nel paragrafo precedente, dovrà essere erogato secondo le seguenti modalità:

- presso il CED del GN a Roma per un periodo pari all'intera durata del Progetto, e per un ammontare di **2.275 GP**;

Art. 29.2 Modalità di esecuzione dei servizi di verifica a terra e di Assistenza Evolutiva

Art. 29.2.1 Premessa

Al fine di descrivere le **modalità di esecuzione** dei servizi e delle attività di fornitura, viene qui di seguito fornita una matrice di caratterizzazione relativamente alle differenti modalità di esecuzione e cicli di sviluppo che il Committente ordinariamente prevede di associare a vari tipi di servizi.

Servizio	Variazione baseline	Metrica	Modalità	Ciclo di Sviluppo	Sede
XXX	Si	PF (o GP)	Progettuale a corpo	Completo o ridotto	MATTM o Fornitore
YYY	No	GP	Continuativa a consumo	Completo o ridotto o fase unica	MATTM o Fornitore

Il MATTM si riserva di modificare le modalità di esecuzione descritte, di introdurre nuove modalità, di definire/modificare gli attuali standard, anche in corso d'opera, dandone congruo preavviso al fornitore. Tali modalità di esecuzione potranno essere congiuntamente riviste, su proposta del fornitore, e potranno essere concordate opportune semplificazioni o variazioni in funzione delle specificità dei singoli obiettivi.

Inoltre il MATTM si riserva di chiedere al fornitore di utilizzare prodotti o modulistica specifica, messi a disposizione dal MATTM, di supporto alla gestione delle attività della fornitura (ad esempio: registrazione errori, log interventi, richiesta attività, ecc.).

Il MATTM si riserva inoltre di avvalersi di terzi per il supporto allo svolgimento di attività di propria competenza, ferma restando la responsabilità globale del MATTM nello svolgimento di tali attività.

Art. 29.2.2 Definizione di "Modalità progettuale"

I servizi oggetto della fornitura da erogare in modalità progettuale verranno scomposti in Obiettivi a cui verrà attribuita una dimensione e un tempo di esecuzione. Gli Obiettivi saranno suddivisi temporalmente in una o più **fasi**, secondo i diversi cicli di sviluppo che è possibile adottare per ciascun tipo di Obiettivo. Le fasi sono delimitate da eventi (milestone), che sono gli atti, formali o sostanziali, indicati nella tabella seguente:

Milestone		Attore	Descrizione
Richiesta Stima		MATTM	Richiesta al fornitore di procedere alla stima dei tempi e costi relativi a un Obiettivo
Stima		Fornitore	Comunicazione dei tempi e dei costi previsti per l'Obiettivo
Durata	Attivazione	MATTM	Avvio del Fornitore a procedere con le attività sull'Obiettivo
	Consegna	Fornitore	Rilascio dei prodotti di fornitura, sia intermedi (di fase) che finali
		MATTM	Riscontro dei prodotti consegnati in quantità e tipologia (ricevuta), senza valutazione di contenuto

	Approvazione	MATTM	Validazione dei prodotti intermedi di fornitura, previa verifica di merito
	Accettazione	MATTM	Validazione dei prodotti finali di fornitura, previo collaudo (l'accettazione è l'ultima approvazione del ciclo)

Il termine "durata" dell'Obiettivo è usato nel presente documento come sinonimo dell'intervallo di tempo intercorrente tra le milestone: Attivazione e Accettazione.

Art. 29.2.3 Definizione di "Modalità continuativa a consumo"

I servizi oggetto della fornitura da erogare in modalità continuativa non sono scomponibili in fasi. L'attivazione è prevista a partire dalla data di inizio fornitura del dato Servizio e l'erogazione è senza soluzione di continuità fino alla data di fine fornitura del dato Servizio.

Art. 29.2.4 Specifiche per l'erogazione del servizio di verifica a terra

Il Servizio di Verifica a terra dovrà essere erogato secondo la "modalità progettuale" precedentemente descritta, ed è caratterizzato per un verso da attività che sono pianificabili già ad inizio fornitura e per altro verso da altre che, in funzione delle esigenze che si verranno a definire nel periodo di durata della fornitura stessa, potranno aggiungersi man mano e che il MATTM comunicherà con il massimo anticipo possibile.

Pertanto, ferma restando la regolamentazione contrattuale a consumo, è prevista la creazione e l'aggiornamento di un Piano di Lavoro delle Verifiche a terra per ogni area di intervento per l'erogazione del Servizio, in base alle esigenze e proposte segnalate al MATTM da parte delle Regioni e Province Autonome e soggetto all'approvazione da parte della Direzione dell'Esecuzione del Contratto.

Art. 29.2.5 Specifiche per l'erogazione del servizio di Assistenza Evolutiva

Il servizio di Assistenza Evolutiva dovrà essere erogato secondo la "modalità progettuale" precedentemente descritta, ed è caratterizzato per un verso da attività che sono pianificabili già ad inizio fornitura e per altro verso da altre che, in funzione delle esigenze che si verranno a definire nel periodo di durata della fornitura stessa, potranno aggiungersi man mano (come ad esempio la realizzazione di una nuova funzionalità atta a facilitare l'utilizzo dei dati prodotti dall'elaborazione dei dati interferometrici) e che il MATTM comunicherà con il massimo anticipo possibile.

Pertanto, ferma restando la regolamentazione contrattuale a consumo, è prevista la creazione e l'aggiornamento di un Piano di Lavoro della assistenza per ogni area/servizio, soggetto all'approvazione del MATTM.

Il diretto e assiduo contatto con l'utente nelle attività di front end richiede alle risorse dedicate al servizio una elevata capacità di analisi, al fine di individuare la soluzione più idonea a risolvere l'esigenza utente ed in linea con le strategie evolutive del sistema informativo. È inoltre indispensabile la capacità di relazione con le diverse strutture al fine di coinvolgere i supporti più adeguati, anche creando sinergie con gli altri gruppi di lavoro che operano su progetti diversi.

Le attività estemporanee, normalmente caratterizzate da carattere di urgenza (di norma, prodotti/servizio), verranno comunicate dal MATTM secondo la modalità più idonea (fax, e-

mail, telefono) e dovranno essere attivate dal Fornitore nel più breve tempo possibile. Le situazioni di criticità e urgenza in cui è possibile che debbano essere svolte le attività, richiedono elevate capacità tecniche e professionali: prontezza, precisione, affidabilità e competenza.

È essenziale perciò da parte del Fornitore un elevato grado di flessibilità nel rendere disponibili le risorse, nonché nel garantire le necessarie competenze. In particolare si sottolinea l'importanza della presa in carico del sistema a inizio contratto e delle nuove funzionalità sviluppate man mano, per acquisire un elevato grado di conoscenza funzionale ed operativa del software realizzato.

Ogni richiesta estemporanea di servizio (es. richieste legate all'attività di amministrazione di sistema e di infrastruttura) costituisce richiesta di intervento, e verrà registrata dai gruppi di lavoro di assistenza (talvolta anche dai gruppi di lavoro di sviluppo). La discriminazione tra richiesta di intervento e nuova esigenza è determinata dal MATTM sulla base della documentazione esistente o, per quanto non rilevabile dalla documentazione (ad esempio contenuti della base dati), dai controlli effettuati durante l'attività amministrativa.

Art. 29.2.6 Orario del servizio, disponibilità

La copertura dei servizi di assistenza evolutiva deve essere garantita tra le ore 8:30 e le ore 17:30 nei giorni dal lunedì al venerdì (orario di servizio), secondo una distribuzione delle presenze da concordare con il MATTM.

La riduzione d'orario per ferie, malattie, indisponibilità in genere della persona impiegata nel servizio, può richiedere, a discrezione di MATTM, una sostituzione temporanea della persona con un'altra di livello equivalente. Può essere necessario, per esigenze di servizio, un prolungamento occasionale di orario oltre le ore 17:30, a cui può corrispondere eventualmente una riduzione d'orario compensativa nei giorni seguenti, da concordare con MATTM.

I livelli base di disponibilità suddetti, o eventuali livelli migliorativi contenuti in offerta, sono da considerare già remunerati nel corrispettivo globale della fornitura; le ore di presenza effettivamente prestate saranno perciò fatturate alla tariffa base stabilita a contratto per la relativa figura professionale, indipendentemente dal giorno o dall'ora della prestazione.

Il Fornitore produrrà un rendiconto mensile del servizio prestato, che dovrà essere approvato dal MATTM.

Eventuali esigenze eccezionali di disponibilità eccedenti i livelli contrattuali così fissati saranno all'occorrenza negoziate e regolate tra le parti.

Art. 29.2.7 Pianificazione e consuntivazione

Art. 29.2.7.1 Piano di Lavoro

Per ogni servizio previsto a contratto dovrà essere predisposto e mantenuto costantemente aggiornato un Piano di Lavoro contenente attività, tempi e impegno, con la seguente articolazione:

- per i servizi a carattere continuativo, un piano per ogni servizio;
- per i servizi a carattere progettuale, un piano per ogni Obiettivo.

La versione iniziale del piano dovrà essere prodotta dal Fornitore e approvata dal MATTM:

- per i servizi a carattere continuativo, a inizio fornitura o alla loro prima attivazione;
- per i servizi a carattere progettuale, durante la fase di Definizione.

La pianificazione iniziale verrà approvata con le modalità previste in funzione delle tipologie di fornitura, sotto forma di verbale o di lettera di approvazione. Successivamente sarà cura del Fornitore comunicare e concordare con il MATTM ogni eventuale *riplanificazione* delle attività, aggiornando e riconsegnando al MATTM il relativo Piano di Lavoro. La ripianificazione verrà formalizzata sotto forma di verbale.

Il Piano di Lavoro e le sue modifiche, come formalizzate nei verbali, certificano ai fini contrattuali gli obblighi formalmente assunti dal Fornitore, e accettati dal MATTM, su stime e tempi di esecuzione delle attività e sulle relative date di consegna dei prodotti (scadenze).

Art. 29.2.7.2 Valutazione delle dimensioni degli obiettivi

Il dimensionamento degli Obiettivi in termini di impegno progettuale dovrà essere effettuato in Giorni Persona (GP) (da utilizzare per la pianificazione).

Il dimensionamento degli Obiettivi dovrà avvenire in fase di Definizione. Tale valore costituisce il riferimento ai fini della fatturazione, indipendentemente dall'effettivo consumo di risorse a cui il Fornitore potrà andare incontro in corso d'opera.

Nel caso in cui, durante le fasi successive al Disegno, il MATTM richieda modifiche alle funzionalità previste o comunque requisiti che possono comportare variazioni di impegno superiori al 10% rispetto alla previsione iniziale, occorre procedere ad una nuova stima dell'effort progettuale, che dovrà comunque essere approvata dal MATTM, e che sarà assunta in luogo della stima effettuata in fase di Definizione.

Art. 29.2.7.3 Stato avanzamento lavori

Per tutti gli Obiettivi e per i servizi di gestione, il Fornitore dovrà mantenere aggiornato lo stato di avanzamento dei lavori relativamente al Piano di Lavoro approvato, fornendo tempestivamente indicazioni sulle attività concluse ed in corso, su eventuali criticità/ritardi, su azioni di recupero e razionali dello scostamento.

Art. 29.2.7.4 Consuntivazione

La consuntivazione delle attività svolte con modalità a consumo dovrà essere predisposta mensilmente producendo un aggiornamento del Piano di Lavoro Generale, relativamente a ciascun servizio.

Art. 29.2.7.5 Qualità

La qualità della fornitura dovrà essere assicurata dal Fornitore, rispettando i criteri di qualità del proprio processo, che devono essere descritti nel Piano della Qualità.

Il Piano della Qualità (PQ) specifica i requisiti di qualità del sistema in termini di:

- funzionalità (proprietà del sistema di soddisfare in modo adeguato tutte le specifiche esigenze dell'utenza);
- affidabilità (capacità del sistema di mantenere i propri livelli prestazionali in condizioni specificate e per uno specificato periodo di tempo);
- efficienza (rapporto tra il livello di prestazioni offerto dal sistema e la quantità di risorse impiegate per ottenerlo);
- usabilità (sforzo necessario per l'utilizzo del sistema, da parte di un specificato gruppo di utenti);
- portabilità (capacità del software di essere trasferito da un ambiente ad un altro);
- manutenibilità (sforzo necessario per effettuare modifiche al sistema).

Tale piano dovrà dettagliare i seguenti aspetti:

- metodologie utilizzate nelle fasi di analisi e specifica dei requisiti, progettazione, sviluppo e migrazione;
- organizzazione del team (o dei team) con dettaglio dei ruoli e delle attività previste per ciascuna risorsa impiegata;
- classificazione e priorità dei requisiti;
- condizioni di accettazione, con particolare attenzione all'analisi delle criticità del progetto e alle relative azioni suggerite;
- metodologie e metriche di controllo della qualità sia in fase di collaudo che post-collaudo;
- dettaglio della documentazione di progetto prevista e step temporali di approvazione suggeriti;
- metodologie di *versioning* adottate;
- collaudo e avvio in esercizio.

Requisito fondamentale è l'utilizzo dell'**UML** quale linguaggio di modellazione per tutti gli schemi che verranno redatti in tutte le fasi del progetto. Nel caso si ritenga di proporre qualche altro linguaggio o formalismo in alternativa o a corredo dell'UML, è richiesto espressamente l'indicazione degli ambiti e delle relative motivazioni.

Si precisa che rimane prerogativa dell'Amministrazione l'approvazione e dunque l'adozione definitiva del piano di qualità presentato e che l'Amministrazione si riserva comunque la possibilità di indicare le modifiche che riterrà necessarie al fine del migliore svolgimento del progetto.

Art. 29.2.8 Modalità di consegna dei prodotti

Art. 29.2.8.1 Documentazione

Ogni documento dovrà essere consegnato:

- su supporto cartaceo;
- in formato elettronico corrispondente al cartaceo (direttamente stampabile);

- nel formato elettronico sorgente dei singoli strumenti utilizzati (ad es. Word, Erwin, ecc.).

La consegna del formato elettronico dovrà avvenire, fermo restando l'obbligo di comunicazione formale, in due modalità differenti:

- tramite supporto magnetico, come software di corredo ai sistemi informativi;
- tramite posta elettronica, agli indirizzi che saranno indicati dal MATTM.

Il MATTM si riserva di definire diverse modalità di consegna della documentazione in formato elettronico, che potrà avvenire ed essere riscontrata in sola via telematica, anche accedendo ad apposite applicazioni messe a disposizione presso il MATTM o via web.

Art. 29.2.8.2 Assenza di virus

Tutti i prodotti consegnati su supporti magnetici o in via telematica dovranno essere esenti da virus. Il MATTM si riserva di verificare l'assenza di virus secondo le modalità e gli strumenti che riterrà più opportuni.

Art. 29.2.8.3 Vincoli temporali sulle consegne

Piani della Qualità

Il Piano della Qualità Generale dovrà essere consegnato entro **20 giorni solari** dalla data inizio fornitura. Il Piano della Qualità Obiettivo, qualora necessario, dovrà essere consegnato in fase di Definizione.

In caso vengano formalizzate osservazioni a fronte dei quali occorra apportare variazioni di contenuto ai Piani della Qualità (sia Generale che di Obiettivo), queste dovranno essere consegnate entro **10 giorni lavorativi** dalla formalizzazione delle osservazioni stesse.

Piani di Lavoro

Il Piano di Lavoro del singolo Obiettivo dovrà essere consegnato, per le attività svolte in modalità progettuale, entro la fase di Definizione e comunque secondo quanto previsto dal ciclo di sviluppo adottato in funzione delle specifiche caratteristiche dell'Obiettivo. Dovrà, inoltre, essere riconsegnato a fronte di ogni ripianificazione entro 5 giorni lavorativi dal relativo verbale.

Il Piano di Lavoro Generale dovrà essere consegnato entro **20 giorni solari** dalla data inizio fornitura ed aggiornato in funzione delle specifiche necessità individuate, alla fine di ogni mese entro il **quinto giorno lavorativo** del mese successivo; tale piano dovrà comprendere il piano per i servizi di gestione, ai fini della consuntivazione, e dovrà recepire i Piani di Lavoro dei singoli Obiettivi aggiornati a fronte delle ripianificazioni effettuate nel corso del mese precedente.

Rapporto Livelli di Servizio

Il *Rapporto Livelli di Servizio* dovrà essere consegnato *trimestralmente* entro il **decimo giorno lavorativo** del mese successivo al periodo di riferimento; tale documento dovrà riportare il risultato delle misurazioni effettuate sugli indicatori riguardanti le attività continuative relativi al trimestre/semestre/anno precedente e il risultato delle misurazioni effettuate sugli indicatori riguardanti le attività progettuali relativi al trimestre precedente.

Prodotti di fase

Le attività svolte in modalità progettuale prevedono la consegna di oggetti (prodotti) prestabiliti in base al ciclo di sviluppo adottato, secondo una tempificazione che è concordata e riportata nel Piano di Lavoro, che coincide in genere con l'evento di fine fase, ma che in alcuni casi può differire, come ad esempio per i manuali di gestione, le procedure di definizione e caricamento delle tabelle ed in genere ogni informazione necessaria alla predisposizione degli ambienti di collaudo, che dovranno essere consegnati almeno 5 giorni lavorativi prima della fine della fase di realizzazione.

Art. 29.2.8.4 Modalità di approvazione dei prodotti**Piani della Qualità**

Il MATTM si riserva 20 giorni lavorativi dalla consegna per l'approvazione del Piano della Qualità Generale. Non è prevista approvazione per tacito assenso. Finché esso non è approvato valgono gli indicatori presenti in Disciplinare, eventualmente migliorati dall'offerta, a giudizio del MATTM.

Esso dovrà essere concordato con i responsabili del MATTM, recependo le eventuali osservazioni. Queste saranno comunicate formalmente. Il termine per la riconsegna del Piano modificato è di 10 giorni lavorativi, se non diversamente richiesto e specificato per iscritto nella comunicazione di formalizzazione dei rilievi.

Nel caso in cui il Fornitore certificato rispetto alla norma UNI EN ISO 9001:2000 non risolva le osservazioni notificate dal MATTM, questa si riserva di effettuare un'apposita segnalazione al SINCERT.

L'approvazione del Piano della Qualità Generale non implica approvazione dei Piani della Qualità Obiettivo, che saranno oggetto di valutazione singola all'interno degli Obiettivi di pertinenza.

Piani di Lavoro

Per le attività svolte in modalità progettuale, il Piano di Lavoro è considerato un prodotto di fase ed è quindi soggetto alle stesse regole.

Per le attività svolte in modalità continuativa a consumo, qualora l'aggiornamento mensile del Piano di Lavoro sia variato rispetto al precedente solo incrementalmente, per il paragrafo relativo alla consuntivazione delle attività del mese, vige il silenzio assenso. Trascorsi 10 giorni lavorativi dall'inoltro del Piano senza comunicazione formale di osservazioni da parte di il MATTM, esso si intende tacitamente approvato ed il Fornitore può procedere alla fatturazione dei consumi mensili.

Rapporto Livelli di Servizio

Il MATTM si riserva 20 giorni lavorativi dalla consegna per l'approvazione del Rapporto Livelli di Servizio. Non è prevista approvazione per tacito assenso.

Esso dovrà essere concordato con i responsabili del MATTM, recependo le eventuali osservazioni. Queste saranno comunicate formalmente. Il termine per la riconsegna del Piano modificato è di 5 giorni lavorativi, se non diversamente richiesto e specificato per iscritto nella comunicazione di formalizzazione dei rilievi.

Prodotti di fase

Il MATTM si riserva 10 giorni lavorativi dalla consegna dei prodotti per procedere all'approvazione, quando prevista. L'approvazione sarà effettuata attraverso comunicazione formale. Non è prevista l'approvazione per tacito assenso.

La presenza di anomalie di gravità tale da impedire lo svolgimento delle attività di verifica interromperà il termine per l'approvazione, che decorrerà ex novo dalla consegna di una versione rivista, da parte del Fornitore, dei prodotti di fase.

Nel caso in cui, all'interno di una fase, siano previsti più documenti, questi potranno essere approvati singolarmente, fermo restando che tutti i documenti previsti dovranno essere approvati perché sia possibile dichiarare conclusa la fase.

Art. 29.3 Servizio di installazione di sistemi ed apparati per il potenziamento del GN

In accordo alla pianificazione proposta, il Fornitore dovrà garantire le attività di installazione e di configurazione delle componenti hardware e software oggetto di fornitura.

Le Ditte dovranno specificare in dettaglio nell'Offerta Tecnica quali attività svolgeranno, indicando la tipologia di figure professionali che intendono utilizzare e i relativi tempi necessari.

Art. 29.4 Servizio di Manutenzione in garanzia

Tutti i prodotti forniti ed installati saranno coperti da un periodo di garanzia pari a 36 mesi a partire dalla data di collaudo con esito favorevole. Tale garanzia consisterà nel porre in essere ogni attività necessaria per la risoluzione degli eventuali malfunzionamenti ed il ripristino della piena funzionalità dei prodotti.

Per quanto concerne i prodotti software la garanzia farà riferimento alla eliminazione dei difetti di quanto realizzato o modificato, nonché all'eventuale conseguente allineamento della documentazione.

Per le componenti hardware i malfunzionamenti riguardano ogni difformità in esercizio del prodotto rispetto alle specifiche indicate nella relativa documentazione tecnica e manualistica d'uso. In caso di sostituzione di componenti hardware dovrà essere garantita la piena compatibilità con l'immagine del software precedentemente installata.

Il Fornitore è obbligato ad attivare l'intervento presso la sede dell'installazione entro il termine **massimo di 8 ore lavorative** successive alla richiesta di intervento, con il ripristino dell'operatività dei prodotti hardware e software entro il termine **massimo di 16 ore** lavorative successive all'inizio dell'intervento.

Da parte delle Ditte dovrà essere compreso nell'offerta tecnica un dettagliato piano delle attività di manutenzione in garanzia.

Art. 29.5 Livelli di servizio attesi per i servizi richiesti

Nel presente paragrafo e nei paragrafi subordinati vengono rappresentati gli Indicatori di Qualità attesi per i vari Servizi compresi nell'oggetto di fornitura, Indicatori che le Ditte concorrenti dovranno considerare nell'elaborare le proprie offerte e che l'Aggiudicatario dovrà rispettare in fase di realizzazione del Progetto.

L'individuazione degli Indicatori di Qualità è stata operata in riferimento e con coerenza rispetto ai Manuali compresi nella collana pubblicata dal CNIPA delle "Linee guida sulla qualità dei beni e dei servizi ICT per la definizione ed il governo dei contratti della Pubblica Amministrazione".

Art. 29.5.1 Indicatori di qualità per il Servizio di Assistenza Evolutiva

A) Efficacia nella presentazione dei documenti contrattuali che consentono all'Amministrazione il governo del contratto

Indicatore: RSD – Rispetto degli standard documentali

- Obiettivi (valori di soglia):

Indicatore	Descrizione	Valore soglia
RSD	Rispetto degli Standard Documentali	≥ 90 %

- Modalità di calcolo :

$$\text{RSD} = 100 - 100 \times (\text{NDNC1} + 2 \times \text{NDNC2}) / \text{NDC}$$

dove

NDC = numero di documenti consegnati

NDNC1 = numero di documenti non conformi (documenti che presentano almeno una non conformità) in prima consegna

NDNC2 = numero di documenti non conformi (documenti che presentano almeno una non conformità) in consegne successive alla prima.

B) Funzionalità ed affidabilità della conduzione operativa e monitoraggio

Indicatore: CASS – Correttezza delle esecuzioni delle attività

- Obiettivi (valori di soglia):

Indicatore	Descrizione	Valore soglia
CASS	Corretta esecuzione delle attività	≥ 99 %

- Periodo di riferimento:

Ogni 3 mesi di esercizio

- Modalità di calcolo :

$$\text{CASS} = \frac{\text{Nattività_schedulate_correttamente_eseguite}}{\text{Nattività_schedulate}} \times 100$$

Indicatore: DIS1 – Disponibilità del sistema

- Obiettivi (valori di soglia):

Indicatore	Descrizione	Valore soglia
DIS1	Disponibilità dei sistemi	≥ 99 %

- Periodo di riferimento:

Ogni 3 mesi di esercizio

- Modalità di calcolo :

$$\text{DIS1} = \frac{\text{Tempo_totale} - \sum \text{Durata_fermo}}{\text{Tempo_totale}} \times 100$$

C) Efficienza nella manutenzione dei sistemi hardware e software

Indicatore: TRC – Tempo di risposta alle chiamate

- Obiettivi (valori di soglia):

Indicatore	Descrizione	Valore soglia
TRC	Tempo di risposta alle chiamate	Entro 1 ora nel 100% dei casi

Indicatore: TRCF – Tempestività ripristino corretto funzionamento

- Obiettivi (valori di soglia):

Indicatore	Descrizione	Valore soglia
TRCF	Tempestività ripristino corretto funzionamento	Entro 8 ore da inizio intervento nel 100% dei casi

- Periodo di riferimento:

Ogni 3 mesi di esercizio

- Modalità di calcolo :

$$\text{TRCF} = \frac{N_{\text{int_nei_tempi}}}{N_{\text{int_per_manutenzione_correttiva}}} \times 100$$