CAP ACQUA CHE GENERA FUTURO

COMUNE DI PADERNO DUGNANO (MI)

ATO Città Metropolitana Milano

PROGETTO ESECUTIVO

PARCO DELL'ACQUA

RILIEVO PLANO-ALTIMETRICI

R.U.P

Ing. Davide Chiuch - CAP Holding S.p.A.

PROGETTISTA

Ing. Marco Callerio - CAP Holding S.p.A.

RESPONSABILE INTEGRAZIONE OPERE SPECIALISTICHE

Ing. Marco Cottino – J+S S.p.A.

J+S

G26-9315-PE-R-GEN-005-A-RSP

MARZO 2026

SOMMARIO

1 PREMESSA 3

2 RILIEVI PLANO-ALTIMETRICI 4

2.1 Progettazione dei rilievi 4

2.2 Strumentazione adoperata 5

2.3 Esecuzione dei rilievi 5

2.4 Elaborazione delle misure 6

2.5 Trasformazione delle coordinate 6

3 MODALITA' DI TRATTAMENTO DEI DATI 7

4 ZONE OGGETTO DI RILIEVO 8

1 PREMESSA

La presente relazione illustra le procedure adottate per lo svolgimento delle attività di rilievo topografico nel comune di Paderno Dugnano (MI), nei pressi dello svincolo tra la superstrada Milano Meda e la tangenziale Nord di Milano, e nei percorsi dove verranno realizzate le piste ciclopedonali esterne (via Giavanni Paisiello, attraversamento via Erba, via Arcangelo Corelli e zona a sud della SP119).

Viene dettagliata l'attività di materializzazione e livellazione di capisaldi plano-altimetrici (riferimento spazio-temporale) e di altri punti di dettaglio ausiliari mediante tecniche combinate di rilievo topografico satellitare (GPS) e classico con stazione totale (TS). Tale operazione è finalizzata a definire con precisione, le coordinate dei punti "battuti" x, y, z.

2 RILIEVI PLANO-ALTIMETRICI

Le modalità di rilievo, calcolo e restituzione GPS sono state eseguite con riferimento alle specifiche tecniche dell'Intesa Stato, Regione, Enti Locali 26/9/96 sui Sistemi Informativi Geografici "infittimento della rete fondamentale IGM 95", coerente con il sistema di riferimento mondiale WGS '84.

Dal punto di vista operativo, l'impostazione metodologica adottata è stata articolata, in ottemperanza al protocollo tecnico predefinito, nelle seguenti fasi:

- definizione e progettazione del rilievo;
- individuazione e caratterizzazione dei siti di misura;
- individuazione dei punti di inquadramento;
- pianificazione del rilievo con definizione delle modalità di misura e dei tempi di osservazione attraverso la verifica della disponibilità satellitare e della rete GPS;
- individuazione e materializzazione dei capisaldi;
- esecuzione del rilievo classico (con stazione totale) e GPS;
- elaborazione delle misure con il calcolo delle baselines e della posizione plano-altimetrica assoluta nel sistema European Terrestrial Reference Frame 2000 (E.T.R.F.'00).

2.1 Progettazione dei rilievi

L'esecuzione del rilievo topografico è stata preceduta da un'attenta programmazione, con lo scopo di ottenere le precisioni richieste, considerando le particolari caratteristiche dei sistemi GPS/GNSS. In particolare, preliminarmente all'avvio delle attività di rilievo, sono stati programmati:

- tipologia ed entità degli elementi da rilevare;
- tipo e precisione delle determinazioni;
- sistema di inquadramento (locale, assoluto);
- modalità dei rilievi (GPS, TS) e loro integrazione;
- punti stazione;
- strumentazione necessaria;
- pianificazione ed esecuzione delle sessioni di misura.

2.2 Strumentazione adoperata

La strumentazione utilizzata per il rilievo è composta da una **stazione totale Topcon OS 105 e un ricevitore geodetico GPS/GNSS Sokkia GRX3**. Questi ultimi dispositivi sono ricevitori a doppia frequenza caratterizzati da un'elevata capacità di tracciamento. Le modalità di rilievo disponibili sono: statico, statico rapido, cinematico in RTK con misure di codice e fase. Il ricevitore Rover è posto su palina in fibra di carbonio e il tablet controller Android.

2.3 Esecuzione dei rilievi

L'esecuzione del rilievo ha visto l'uso combinato di tecniche avanzate di rilievo GPS affiancate a tecniche di rilievo topografiche tradizionali con Stazione Totale. Questa soluzione offre notevoli benefici in termine di efficacia in quanto permette di usufruire dei vantaggi offerti dalle metodiche di rilievo satellitare senza soffrire delle limitazioni del sistema GPS stesso connesse alla disponibilità satellitare.

Per quanto riguarda il sistema GPS tutte le applicazioni topografiche di precisione prevedono l'utilizzo della tecnica di correzione differenziale (DGPS). Questa metodologia si basa sull'osservazione contemporanea da parte di due ricevitori degli stessi satelliti per un adeguato periodo di tempo. La determinazione della posizione per coppie di punti permette il confronto reciproco della posizione rilevata e quindi, con algoritmi basati sulle differenze (prime, seconde, triple), la correzione degli errori suscettibili a influenzare le misure. I due punti occupati nel corso delle misure dai ricevitori GPS costituiscono gli estremi di una base, ovvero di una baseline la cui determinazione costituisce la fase fondamentale di ogni procedura di rilevamento GPS.

Per quando riguarda la fase specificatamente operativa, per eseguire i rilievi previsti è stata impiegata una squadra composta da 2 rilevatori, con l'impiego della strumentazione topografica descritta in precedenza.

Il rilievo dei siti è stato infine completato con la strumentazione topografica tradizionale (ST) misurando sia punti non ancora rilevati e sia, ex novo, alcuni punti già acquisiti con il GPS. Questa procedura ha conseguito il duplice obiettivo di derivare la quota ortometrica (quota assoluta s.l.m.) determinata con il sistema GPS nei punti di riferimento noti e altresì di georiferire il rilievo su base cartografica.

Le determinazioni topografiche con la stazione totale sono, altresì, basate sul metodo dell'intersezione, e permettono di determinare l'esatta posizione plano-altimetrica del punto di stazionamento dello strumento, collimando due o più punti di coordinate note, anche non reciprocamente visibili.

2.4 Elaborazione delle misure

Per l'elaborazione dei dati acquisiti, mediante le differenti tecniche di rilevamento ST/GPS impiegate, si è utilizzato il programma Meridiana Pro versione 2018. Più precisamente, i moduli del software permettono di elaborare i dati acquisiti dal GPS (aventi estensione ".gpf") e salvarli con un'estensione ".gpo", da cui è possibile esportare files .dxf oppure .dwg, per le successive elaborazioni progettuali.

2.5 Trasformazione delle coordinate

Per tutti i punti rilevati, al fine di ricavare le coordinate planimetriche nel sistema cartografico nazionale e le rispettive quote assolute sul livello medio mare, è stata effettuata la trasformazione nel sistema di coordinate ellissoidiche WGS84 – ETRF00.

La procedura utilizzata è basata su un algoritmo facente capo a matrici di punti (grigliati) che contengono le differenze di latitudine e longitudine fra i vari sistemi di riferimento per tutto il territorio nazionale. Si tratta, in particolare, di file ASCII (di estensione .gr2), che corrispondono ai fogli 1:50000 della cartografia ufficiale IGM.

Per quanto concerne, invece, l'altimetria è stata approntata un'apposita griglia di valori delle separazioni tra geoide nazionale ed ellissoide GRS80 (adottato nel sistema WGS84), che consente con una procedura analoga a quella della planimetria, di trasformare le quote ellissoidiche WGS84 in quote geoidiche (quote sul livello medio del mare, definite tradizionalmente dalle reti di livellazione geometrica IGM), relative ai riferimenti altimetrici nazionali.

3 MODALITA' DI TRATTAMENTO DEI DATI

I dati di rilevo topografico eseguiti con strumentazione GPS e CLASSICA verranno trasformati mediante appositi programmi di trasformazione come Meridiana o Leonardo.

La restituzione grafica consiste nello sviluppo grafico dei rilievi topografici con restituzione di planimetria 2D o 3D in formato DWG completa della simbologia degli elementi rilevati.

Il sistema di coordinate del rilievo topografico restituito è stato:

- WGS84 UTM32N, con quota ortometrica calcolata con i grigliati IGM (ETRF2000 geoide ITALGEO 2005), in conformità con gli standard di rilievo in Regione Lombardia

Le coordinate dei vertici rilevati in formato ETRF2000 geografiche, riferite all'Ellissoide WGS84, vengono trasformate in coordinate ERTF2000 piane (UTM WGS84). I dati dei file rilevati vengono scaricati dallo strumento topografico utilizzato ed importati nel programma Meridiana/Leonardo. Dalla tabella del gruppo delle misure è possibile visionare tutti i parametri inerenti alle misurazioni svolte, come coordinate planimetriche ed altimetriche, precisioni di misura, SQM, data rilievi e numero dei satelliti presenti. Effettuato un primo passaggio di controllo inerente alle tolleranze di progetto e degli SQM richiesti si procede con l'esportazione delle coordinate WGS84. Effettuata questa prima procedura si effettua la trasformazione dei dati in modo da consentire di estrapolare il dato altimetrico in coordinate piane. Tale trasformazione è possibile grazie all'utilizzo dei grigliati IGM VERTO. Grazie all'interfaccia di trasformazione dati è normalmente possibile, caricando il grigliato IGM desiderato, effettuare tale trasformazione. A questo punto il programma automaticamente restituisce il dato di partenza trasformato secondo i parametri richiesti. Nel caso dovesse presentarsi il caso di rilievi con stazione totale eseguiti con più di n°2 cambi di stazione consecutivi, si procede con la procedura di compensazione dedicata dei dati, in modo da adeguare il dato grezzo alle tolleranze richieste della committenza. I dati ottenuti dal rilievo in campo, angoli e distanze, memorizzati su scheda PCM e trascritti sui modelli cartacei, vengono elaborati con il software topografico dedicato che include procedure di comunicazione con tutte le strumentazioni topografiche e trasforma, attraverso il calcolo dei minimi quadrati, i dati in punti di coordinate note. Tali dati compensati, come tutti i dati ottenuti dal rilievo con stazione totale classica, saranno a loro volta trattati con la medesima procedura di trasformazione sopra descritta per l'ottenimento del dato desiderato nel sistema di riferimento UTM WGS84.

4 ZONE OGGETTO DI RILIEVO

È stato eseguito un rilievo di dettaglio del terreno e dei servizi esistenti quali pozzetti di rete di acquedotto, rete elettrica e telefonica, opere d'arte, canalette di scolo, e di tutti gli elementi presenti nelle aree di studio oggetto del rilievo indispensabili per una corretta rappresentazione tridimensionale e necessari per la progettazione. Attraverso la rilevazione plano-altimetrica si hanno infatti le informazioni dettagliate riguardanti gli ingombri e i vincoli presenti.

Nelle tabelle seguenti si riportano gli inquadramenti e gli stralci dei risultati di rilievo topografico eseguito.

Figura 1. Rilievo topografico della zona compresa tra la tangenziale nord e via Paisiello

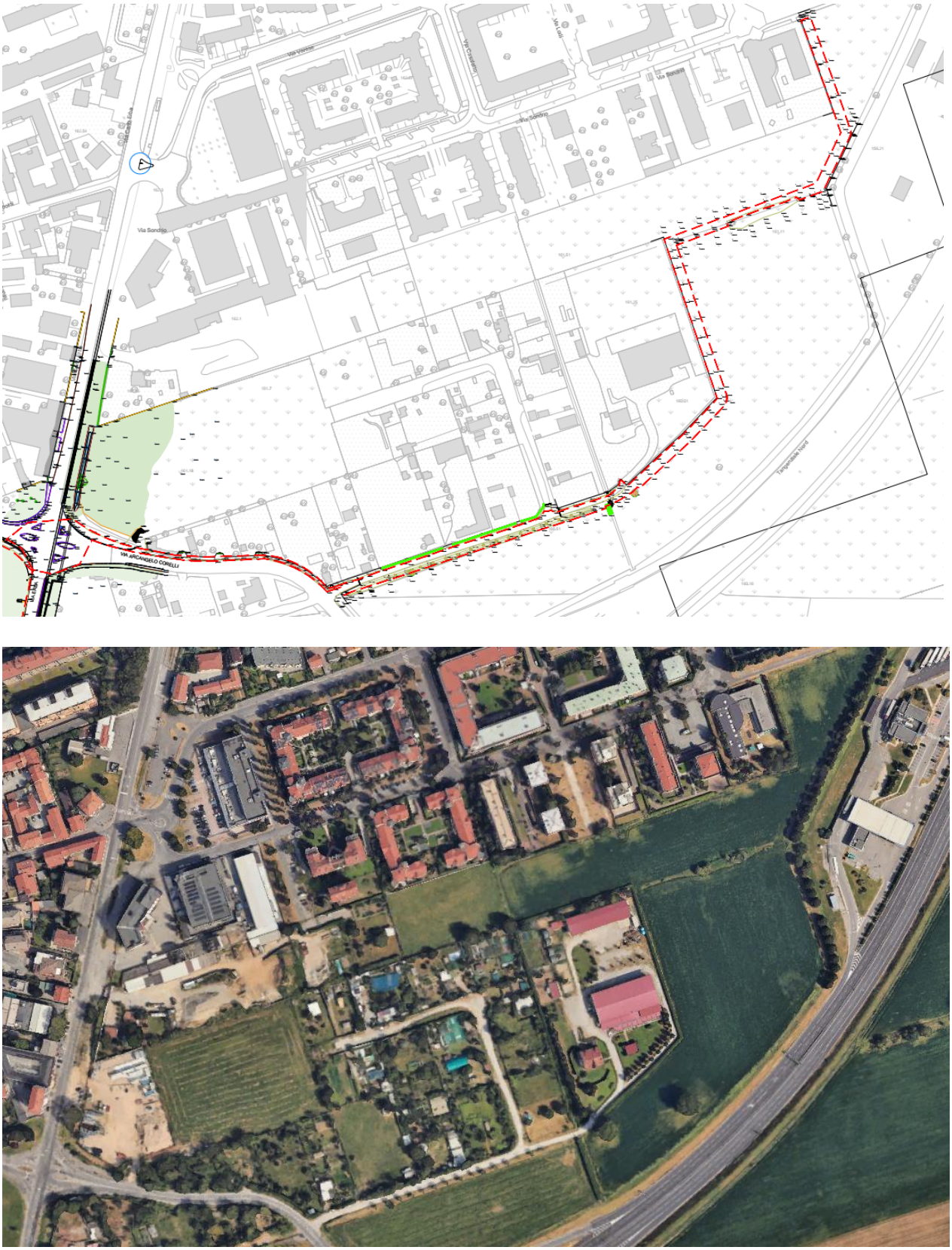

Figura 2. Rilievo topografico della zona di via Corelli

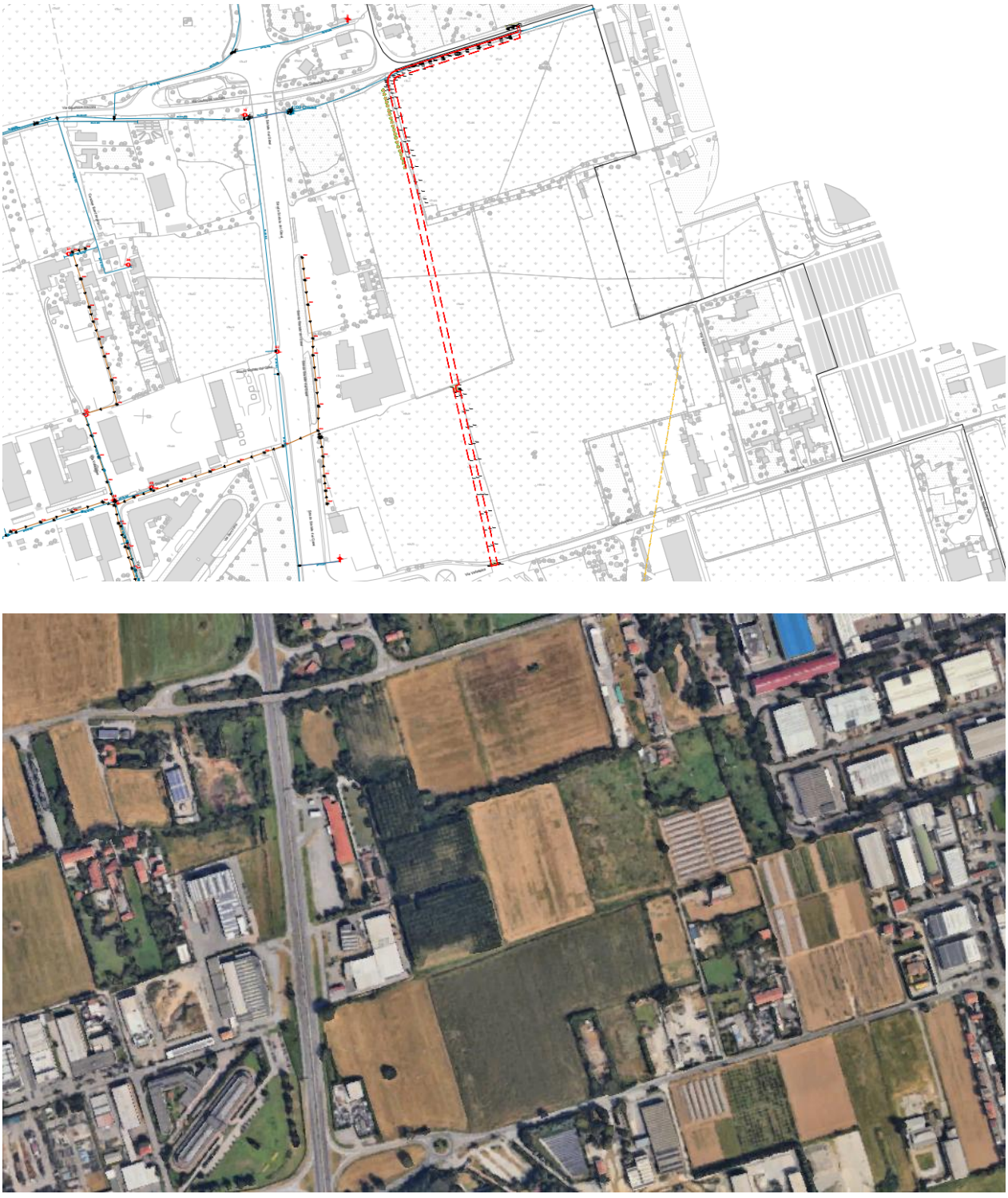

Figura 3. Rilievo topografico della zona a nord del Parco Lago Nord