

L'integrazione di diverse metodologie di rilevamento in un progetto reale. L'esempio dell'impianto idroelettrico di Hône 2.

BAZZANELLA Davide (*), BORNAZ Leandro (**), LINGUA Andrea (**)

(*) C.V.A. Compagnia Valdostana delle Acque S.p.a.,
Via Stazione, 31 - 11024 Chatillon (AO)
Tel. 0166 823111 - Fax 0166 823105

www.cva.ao.it – davide.bazzanella@cva.ao.it

(**) SIR – Soluzioni Innovative per il Rilevamento s.r.l.,
Via Pier Carlo Boggio, 61/A, 10138 Torino

www.sir.to.it – leandro.bornaz@sir.to.it andrea.lingua@sir.to.it

Introduzione

Un impianto idroelettrico è un'opera di notevole interesse per la produzione di energia elettrica. L'impianto di Hone 2 è stato realizzato agli inizi del 1900. Si trova nella Valle di Champorcher, nella zona est della Valle d'Aosta.

L'impianto è oggi composto da un'opera di presa principale che capta acqua dal torrente che scorre lungo la valle di Champorcher, da un canale di derivazione di 13 km di sviluppo e dalla vasca di carico e relative condotte forzate. Il canale di derivazione esistente corre a mezza costa lungo tutta la valle captando, in diversi punti, le acque dei piccoli torrenti presenti.

Vista l'età dell'impianto la ditta proprietaria dell'opera è oggi interessata alla sua modernizzazione. Per questo motivo è necessario effettuare, a supporto delle operazioni di progetto delle nuove opere, un rilevamento completo dell'esistente e dell'ambiente nel quale i nuovi manufatti saranno realizzati.

Nel caso dell'impianto di Hone 2, ai classici metodi di rilevamento topografico, GPS e livellazione geometrica di precisione per la determinazione delle quote ortometriche sono stati affiancati i metodi più recenti ed innovativi di acquisizione laser terrestre e da piattaforma aerea. In particolare per la determinazione del DTM delle zone nelle quali si trovano le opere di presa e nella zona in cui saranno realizzati i nuovi manufatti.

Nel presente articolo si mettono in evidenza le metodologie impiegate per il rilevamento ed i risultati ottenuti.

Abstract

The hydroelectric central of Hone 2 has been realized at the beginning of 1900 in the Champorcher Valley, in the east part of the Aosta Valley region. The central needs today to be modernized. For this reason a complete survey of the area in which the central is built must be carried out.

In this paper the methodologies employed for the survey and the obtained results are put in evidence.

La centrale di Hone II

La centrale idroelettrica di Hone 2 è ubicata nel comune di Hone, in provincia di Aosta, lungo l'asta fluviale del fiume Dora Baltea.

È una centrale ad acqua fluente con un bacino imbrifero pari a 86,38 kmq, che utilizza le acque dei torrenti, Ayasse, La Bournay, la Mandaz, Brenve e i laghi Vercoce e Miserin, ed ha una producibilità media annua di 54,08 Gwh.

L'opera di presa attuale sul torrente Ayasse, è costituita da una traversa fissa tracimabile in muratura con paratoia piana e sghiaiatrice, la quale immette in una vasca di decantazione, munita di due sfioratori modulatori e di paratoie piane sgrigliatrici.

Il canale derivatore a pelo libero, raccoglie lungo il percorso le acque di alcune prese secondarie. La vasca di carico preceduta, da una vasca di decantazione alimenta tramite una condotta forzata con due tubazioni, tre gruppi in grado di fornire una potenza efficiente di 11 MW, con una portata di mc/sec. 2,0 ed un salto di 745,2 m.



Figura 1- Opera di presa e canale di derivazione dell'impianto di Hône 2

Alla centrale è annessa una stazione a 132 Kv a sbarra semplice con uno stallo AT e uno MT.

L'impianto costruito nel 1918, è stato automatizzato nel 1992, ha una conduzione di tipo automatica telecomandata dal PT Pont St. Martin.

Progetto di ammodernamento dell'impianto

Il canale di derivazione esistente, realizzato agli inizi del 1900, corre a mezza costa lungo tutta la valle di Champorcher captando, in diversi punti, le acque dei piccoli torrenti presenti. A causa delle difficili condizioni ambientali e meteorologiche della zona il canale è spesso soggetto a rotture e perdite con conseguente necessità di manutenzione continua.

Vista l'età dell'impianto la CVA, Compagnia Valdostana delle Acque, proprietaria dell'opera è oggi interessata alla modernizzazione dell'intero impianto.

Le operazioni di ammodernamento prevedono in particolare:

- Realizzazione di una nuova galleria che sostituisce il canale a mezza costa oggi esistente;
- Ammodernamento dell'opera di presa
- Realizzazione di due opere di presa lungo il nuovo canale;
- Ammodernamento della zona dove si trovano le vasche di carico.
- Realizzazione delle piste di accesso per i mezzi alla zone di interesse.

Per questo motivo è stato necessario effettuare, a supporto delle operazioni di progetto delle nuove opere, un rilevamento completo dell'esistente e dell'ambiente nel quale i nuovi manufatti saranno realizzati.

Il rilevamento di un'opera così estesa e di una serie di porzioni di territorio così vaste comporta l'utilizzo di diversi metodi di acquisizione dati opportunamente integrati tra loro per l'ottenimento di un risultato finale corretto e facilmente usufruibile.

La rete di inquadramento

La prima delle operazioni richieste è la realizzazione di una rete di inquadramento geodetica, composta da un insieme di punti di cui è necessario determinare le coordinate sia planimetriche che altimetriche, queste ultime di fondamentale importanza vista la natura idraulica dell'impianto.

La necessità di realizzare la rete di inquadramento così composta è quella di, in primo luogo, poter rappresentare le opere esistenti su una base cartografica al fine di ottenere i necessari permessi di realizzazione, in secondo luogo avere dei punti noti per le successive fasi di progettazione e tracciamento delle nuove opere.

Per la determinazione delle coordinate planimetriche dei punti della rete è stato utilizzato il sistema

di posizionamento GPS. La metodologia di rilevamento è quella rapido statica. Per la determinazione delle coordinate della rete sono inoltre stati utilizzati due capisaldi della rete di raffittimento della Regione Autonoma della Valle d'Aosta che si trovano in prossimità degli estremi dell'opera stessa e due stazioni permanenti di riferimento della rete geodetica nazionale.

I dislivelli presenti tra tutti i punti della rete sono stati determinati con una livellazione geometrica di precisione. La presenza di un vertice della rete regionale di livellazione nella zona di rilievo ha permesso inoltre la determinazione delle quote assolute per tutti i punti della rete.

Il rilievo laser scanner

La seconda fase del rilievo prevedeva la realizzazione di un DTM (modello digitale del terreno) delle zone interessate dalle operazioni di ammodernamento dell'impianto. La grande estensione di queste zone, nonché la loro conformazione molto accidentata e la forte presenza di vegetazione sul territorio ha determinato la scelta, per la creazione del DTM, dell'acquisizione laser scanner.

Il classico rilevamento topografico avrebbe infatti causato la necessità di realizzare un numero notevolissimo di stazioni con tempi di rilevamento elevati ed una descrizione del territorio molto discreta.

Il laser scanner permette al contrario di ottenere una descrizione del territorio notevolmente più continua in tempi più brevi. Per la generazione dei DTM sono stati utilizzati due sensori differenti. Per le 3 zone meno vaste è stato utilizzato il sensore laser terrestre RIEGL LMS-Z420 mentre per la zona più vasta è stato utilizzato il sensore laser da piattaforma aerea Lite Mapper 5600.



*Figura 2-
Sensore
terrestre
RIEGL
LMS Z420*

Il sensore RIEGL terrestre è un laser scanner in grado di acquisire le coordinate di punti con un campo di acquisizione di 360° in orizzontale e 80° in verticale con una precisione variabile dai 5 mm ai 2 cm per una distanza massima di circa 1 km.

Sono state realizzate un totale di 23 acquisizioni da punti di vista differenti, 11 nella prima zona di presa, e 6 nelle altre due, in modo da ottenere un modello per quanto possibile privo di zone d'ombra. L'elevato numero di acquisizioni è legato a due aspetti: in primo luogo alla notevole complessità dei luoghi da acquisire ed in secondo luogo alla forte presenza di vegetazione sul territorio. Il sensore utilizzato è inoltre corredato anche di fotocamera digitale ad alta risoluzione che ha permesso di ottenere, per ogni punto acquisito, anche la relativa informazione radiometrica.

Il sistema *LiteMapper* 5600 è un insieme di strumenti installati su piattaforma aerea. In particolare è dotato di un laser a impulsi, di una piattaforma inerziale per la valutazione dell'assetto del velivolo e di un sistema di posizionamento GPS.

La precisione ottenibile dal sistema nella determinazione dei punti è dell'ordine dei 15 cm. La densità di punti è di circa 4 – 5 punti al m² volando ad una quota relativa di circa 250 m.

L'acquisizione è stata effettuata con un volo da elicottero. Sono state effettuate 3 strisciate di acquisizione parallele tra loro ed una trasversale di irrigidimento.



Figura 3: Sistema di acquisizione LIDAR LiteMapper 5600

Il trattamento

Il trattamento dei dati laser scanner terrestri è stato effettuato con LSR 2004, software sviluppato dal DITAG del Politecnico di Torino che permette di allineare e/o georiferire ogni singola scansione

nel sistema di riferimento desiderato e di effettuare la filtratura dei dati. Per la georeferenziazione di tutti i modelli laser acquisiti è stata utilizzata la rete di inquadramento plano-altimetrica determinata con il GPS e la livellazione geometrica di precisione.

Vista la notevole presenza di vegetazione, per la filtratura dei dati è stato realizzato un apposito filtro in grado di eliminare fino a circa il 65% della vegetazione (fogliame e cespugli) presente sul territorio. La rimozione totale della vegetazione e del disturbo presente, nonché il controllo visivo del risultato finale, è stato effettuato in modo manuale scansione per scansione.

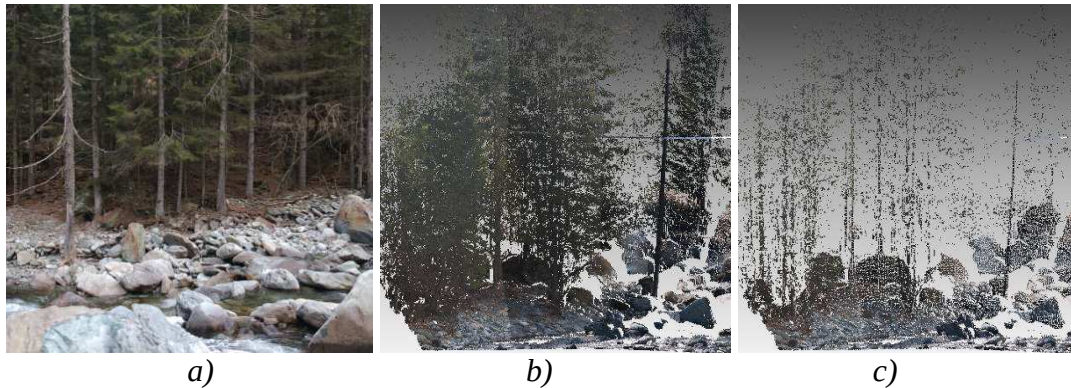


Figura 4- Porzione di DDSM laser di zona fortemente vegetata.

- a) Immagine del luogo di cui si richiede il DTM*
- b) DDSM laser originale non filtrato*
- c) DDSM laser filtrato automaticamente con LSR 2004*

Il risultato del trattamento dei dati laser scanner terrestri è una nuvola di punti a maglia irregolare del territorio di interesse priva di vegetazione.

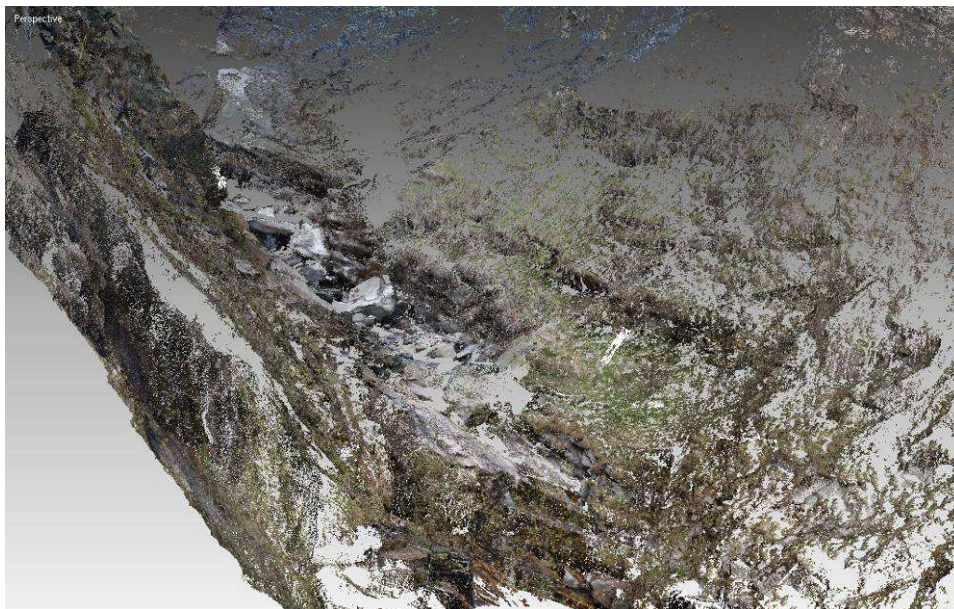


Figura 5- DDSM a colori di una delle zone da rilevare filtrata dalla vegetazione

Un modello digitale di questo tipo rende semplice la creazione di una superficie di tipo TIN, la regolarizzazione e la generazione delle curve di livello.

Il trattamento dei dati laser da aereo risulta in parte più semplice che nel caso terrestre. Il motivo di

questa affermazione è legata al tipo di acquisizione dati ed alla geometria di acquisizione. Nel caso aereo infatti di ogni punto si conoscono direttamente, grazie alla presenza dei sensori IMU GPS a bordo del velivolo, le coordinate nel sistema di riferimento WGS84, non è quindi necessario effettuare le operazioni di allineamento e georeferenziazione classiche del caso terrestre. Inoltre mentre nel caso terrestre è possibile acquisire solo un impulso per ogni direzione di acquisizione, nel caso del sensore aereo sono memorizzati più di un impulso di ritorno del sensore laser, aspetto che permette di discriminare facilmente la vegetazione dal terreno sottostante per mezzo di algoritmi specifici.



Figura 6- DDSM ottenuto dalla scansione laser da elicottero

Rappresentazione

L'opera esistente si trova ad una quota s.l.m di circa 1000 m e si sviluppa lungo la vallata di Champorcher in Valle d'Aosta per una lunghezza totale di circa 13 km.

Rappresentare l'opera esistente nel sistema cartografico italiano comporta quindi una riduzione delle lunghezze in planimetria che, calcolata per l'intero sviluppo del canale, risulta essere di circa 4m, entità che non è per nulla trascurabile nella fase di progettazione e tracciamento dell'opera, soprattutto se relazionata alla ridotta pendenza con la quale deve essere realizzato il nuovo canale di derivazione.

Per agevolare le fasi di progettazione e tracciamento della nuova opera idraulica si è optato nell'esprimere le coordinate di tutti i punti della rete, oltre che nel SdR cartografico italiano, in un sistema di riferimento isometrico locale che utilizza come superficie di riferimento una sfera locale orientata in un vertice baricentrico della zona rilevata e posizionata alla quota media del canale.

Per effettuare questa operazione il team della SIR ha sviluppato un apposito software di conversione tra sistemi di riferimento cartografici (UTM ED50 e UTM WGS84) e il sistema isometrico, in grado di convertire sia di file di testo (x,y,z o id,x,y,z) sia di file in formato di interscambio grafico dxf.



Figura 7: Software Isocart per la conversione tra il sistema di riferimento cartografico e l'isometrico

Integrazione tra i dati acquisiti

Ai dati del DTM ottenuti dalle scansioni laser sono state aggiunte le informazioni di ingombro dei fabbricati e dei manufatti esistenti acquisiti per classica via topografica.

Tutti i dati ottenuti sono quindi stati inseriti in un sistema informativo per l'utilizzo degli stessi in modo organico e coerente.

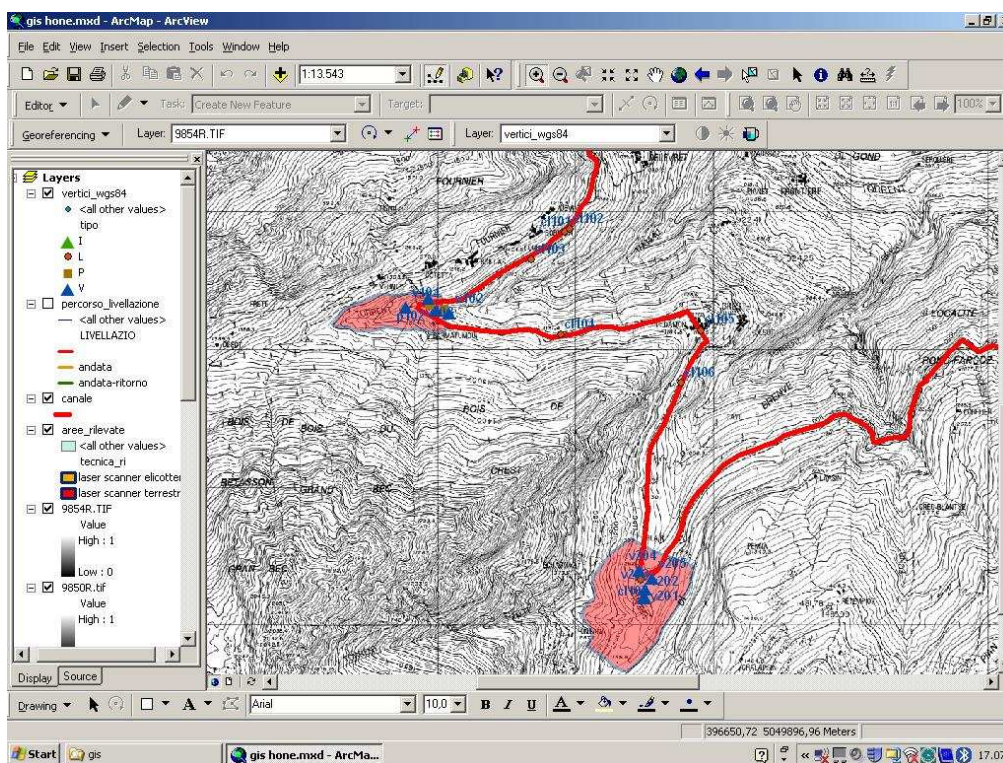


Figura 8- Sistema informativo del rilevamento effettuato

Conclusioni

Il laser scanner terrestre è stato utilizzato in modo intensivo ed estensivo per il rilevamento di grandi porzioni di territorio. L'utilizzo della strumentazione laser, paragonata ai classici metodi topografici, ha permesso di diminuire drasticamente i tempi necessari al rilevamento sul territorio. Ne consegue però un sensibile aumento del tempo necessario al trattamento dei dati ed alla generazione dei prodotti finali.

A differenza dei rilievi classici il DTM ottenuto con il sensore laser è di tipo denso quindi permette una descrizione più completa, continua e precisa del territorio. La possibilità inoltre di colorare il DTM con i colori reali acquisiti per via fotogrammetrica in contemporanea all'acquisizione dati rende ad esempio possibile l'eventuale studio di impatto ambientale per le nuove opere che si intendono realizzare.

Tutti i dati acquisiti sono stati espressi secondo un sistema di riferimento isometrico che utilizza come superficie di riferimento una sfera locale orientata in un vertice baricentrico della zona rilevata e posizionata alla quota media del canale. Un sistema di riferimento così concepito permette una corretta progettazione delle opere perché minimizza gli effetti della riduzione cartografica e agevola notevolmente le future operazioni di tracciamento delle opere.

Bibliografia

- L. Bornaz, F.Rinaudo. (2004) Terrestrial laser scanner data processing - *XXth ISPRS Congress Istanbul - July 2004*
K. Krauss (1998) Fotogrammetria, vol. 1, *Levrotto e Bella Torino*