

CUP: E97B15000170005 PIANO DEGLI INTERVENTI
DELL'ACQUEDOTTO PUGLIESE S.p.A.
2016 - 2019

PROGETTO DEFINITIVO
ACQUEDOTTO DEL FORTORE, LOCONO ED OFANTO - OPERE DI
INTERCONNESSIONE - II LOTTO: CONDOTTA DALL'OPERA DI
DISCONNESSIONE DI CANOSA AL SERBATOIO DI FOGGIA

Il Responsabile del Procedimento

ing. Massimo BELLEGRINI

PROGETTAZIONE

Progettisti

ing. Rosario ESPOSITO (Responsabile del progetto)

ing. Tommaso DI LERNIA

ing. Michelangelo GUASTAMACCHIA

ing. M. Alessandro SALIOLA

geom. Giuseppe VALENTINO

ing. Roberto LAVOPA

Collaborazione alla progettazione

geom. Pietro SIMONE

Il Responsabile Ingegneria di Progettazione

ing. Massimo BELLEGRINI



acquedotto pugliese
l'acqua, bene comune

Direzione Ingegneria

Il Direttore

ing. Andrea VOLPE

Elaborato

D.8.3

**Relazione sulle indagini georadar
per verifica interferenze**

Codice Intervento P1292

Codice SAP: 21/16650

Prot. N. 45215

Data 14/07/2020

Scala: -

N. Rev.	Data	Descrizione	Disegnato	Controllato	Approvato
00	OTT. 2020	Emesso per Progetto definitivo	-	-	-

INDICE

1	PREMESSA E SCOPO DEL LAVORO	2
2	PIANIFICAZIONE ED ESECUZIONE DEI LAVORI	4
2.1	CENNI SULLA METODOLOGIA IMPIEGATA.....	4
2.2	MOBILITAZIONE.....	5
2.3	ACQUISIZIONE DEI DATI.....	5
2.4	STRUMENTI E MEZZI UTILIZZATI	7
3	RISULTATI	9
4	CONCLUSIONI.....	10
5	DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA.....	11
6	ALLEGATO A - PLANIMETRIE DELLE INTERFERENZE IMPIANTO.....	13
7	ALLEGATO B - PLANIMETRIE DELLE INTERFERENZE POSTAZIONE NUM. 9	15

1 PREMESSA E SCOPO DEL LAVORO

La presente relazione fa seguito all'incarico affidato dall' Acquedotto Pugliese S.p.A. allo scrivente Studio tecnico ITALESPRO del Geom. Emanuele Iorio nella qualità di mandataria del Raggruppamento Temporaneo di Professionisti, nell'ambito dei "Lavori di progettazione, consistenti nell'esecuzione di rilievi topografici di dettaglio del tracciato della condotta in progetto e nella redazione di piani particellari d'esproprio – Acquedotto del Fortore, Locone ed Ofanto – opere di interconnessione di Canosa al serbatoio di Foggia.

Lo studio in esame si concentra su postazioni indicate dalla Committenza distribuite sia all'interno dell'impianto di Foggia sia su un'area sita in prossimità della SS 16 all'altezza dello svincolo per la Stazione di Ortanova. Lo scopo dell'indagine è quello di verificare e confermare la presenza di interferenze con la condotta di cui al progetto sopra indicato al fine di definire il più accuratamente possibile il suo sviluppo planoaltimetrico.

Le indagini si sono sviluppate su num. 8 postazioni all'interno dell'impianto e su num. 1 postazioni prossima alla SS 16 in corrispondenza di un gasdotto ben segnalato passante per un campo agricolo. In Figura 1 sono indicate su ortofoto le postazioni investigate.

Oltre la presente relazione è parte integrante dello studio eseguito il file CAD georeferenziato nelle coordinate WGS84 UTM 33N denominato " **GPR_Nodo_Foggia_mod5**" (**Allegato A**) nel quale sono indicati sia i profili eseguiti sia le interferenze individuate all'interno dell'impianto. Per l'interferenza con il gasdotto si rimanda al relativo **Allegato B** della presente relazione.



Figura 1 – Ubicazione su ortofoto delle postazioni da investigare: a) all'interno dell'impianto (postazioni 1→8); b) in prossimità della SS. 16 (postazione 9).

2 PIANIFICAZIONE ED ESECUZIONE DEI LAVORI

2.1 CENNI SULLA METODOLOGIA IMPIEGATA

Il georadar o GPR (*Ground Penetrating Radar*) è un sistema elettronico, con cui è possibile indagare terreni e materiali con notevole grado di dettaglio, utilizzando la propagazione e la riflessione di onde elettromagnetiche prodotte dal sistema stesso.

L'indagine georadar consiste nell'invio nel sottosuolo di impulsi di energia elettromagnetica di brevissima durata e con un contenuto spettrale ben preciso (comunemente 35-1000 MHz). La velocità con cui questi impulsi si propagano dipende dalla costante dielettrica del mezzo che stanno attraversando. In corrispondenza di brusche variazioni di tale parametro (p.es. al contatto tra materiali a diversa composizione) parte dell'energia viene riflessa e parte prosegue in profondità.

I segnali riflessi vengono rilevati in superficie dalla stessa antenna trasmittente o da una apposita antenna ricevente. Elaborando e visualizzando opportunamente i segnali, si possono ricostruire delle sezioni verticali (radargrammi) del sottosuolo in cui si riconoscono gli andamenti delle discontinuità e disomogeneità presenti. Target particolarmente favorevoli per una prospezione di questo tipo sono oggetti metallici, fondazioni in cemento, tubazioni, cavi, cavità, livelli freatici, inquinanti dispersi nel sottosuolo, ecc.

Il georadar è costituito da un trasmettitore d'impulsi elettromagnetici a larga banda e da un ricevitore. Il suo funzionamento è sintetizzabile nella rapida successione di trasmissione d'impulsi elettromagnetici e ricezione d'onde elettromagnetiche riflesse e campionate numericamente a 8-16 bit. Il segnale inviato all'antenna dall'apparato trasmittente è costituito da un impulso della durata di pochi nanosecondi la cui energia si distribuisce, come già accennato, su uno spettro di frequenza ben preciso. Le caratteristiche dell'antenna (frequenza centrale e larghezza di banda) determinano il tipo di energizzazione applicata al terreno e la forma reale dell'impulso trasmesso. L'antenna da utilizzare viene scelta in funzione delle dimensioni e della profondità degli oggetti riflettenti, dell'obiettivo dell'indagine, nonché dei parametri elettrici del terreno (conducibilità e permeabilità magnetica).

La profondità della sezione esplorata dipende sia dalla frequenza d'impulso immesso nel terreno sia dalla durata del tempo di ascolto degli "echi" (riflessioni) restituiti dagli strati del sottosuolo. A parità di altre condizioni utilizzando tempi di ascolto più lunghi si possono raggiungere profondità maggiori; allo stesso tempo però si riduce la risoluzione verticale del segnale acquisito. La profondità di investigazione dipende anche dalla conducibilità del

materiale in cui si propaga l'impulso. In corrispondenza di terreni molto conduttivi come per esempio quelli di natura argillosa, si ha una forte assorbimento dell'onda elettromagnetica che ne riduce notevolmente la capacità di penetrazione.

Si fa presente che i valori delle profondità fornite sono soggette ad una tolleranza di misura del +/- 20%, attribuibile alla variazione della velocità degli impulsi georadar nei diversi tipi di terreno, materiali di riporto e di sottofondo presenti nell'area di studio.

Poiché l'antenna irradia energia verso il basso con un certo raggio d'azione, oggetti di dimensioni finite possono generare segnali che assomigliano a riflettori iperbolici sul radargramma (Figura 2).

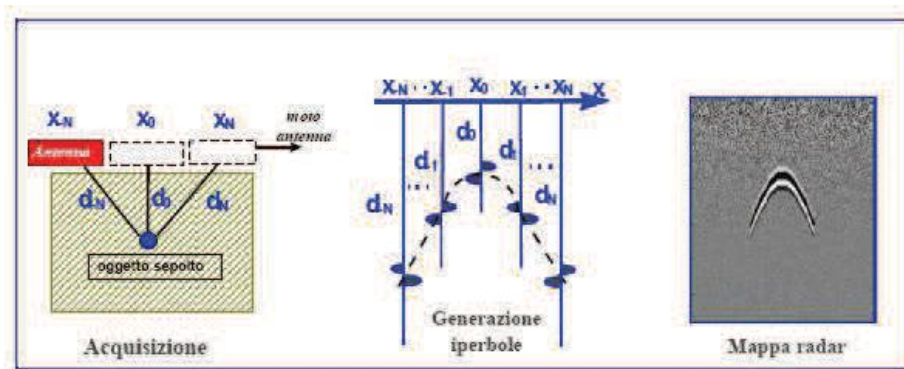


Figura 2 – Schema di acquisizione di una prospezione georadar (GPR).

Come tutte le tecniche geofisiche anche quella georadar presenta la possibilità di non conseguire in tutte le occasioni risultati attendibili, manifestando ad esempio mancate e/o false individuazioni, conseguenza di oggettivi limiti strumentali. Ciò può essere dovuto a sfavorevoli condizioni ambientali (accentuata asperità delle superfici, armature metalliche della superficie su cui scorrono le antenne, presenza d'acqua in superficie, tubazioni di plastica e/o di dimensioni molto ridotte, etc.) e/o geologiche (litologie argilloso-limose umide, falda acquifera subsuperficiale). Si consiglia pertanto di adottare in corrispondenza di zone critiche (incroci, presenza di molte utenze, ecc.) tutti gli accorgimenti necessari per effettuare gli scavi in sicurezza.

2.2 MOBILITAZIONE

Le operazioni di mobilitazione sono state effettuate prima dell'inizio del rilievo presso lo studio di Bari e sono qui di seguito riassunte: preparazione della strumentazione, inclusi test ed i controlli operativi necessari; meeting con il personale coinvolto nel progetto per illustrare scopo del lavoro, procedure e documenti contrattuali; imballaggio negli appositi contenitori di tutta la strumentazione da trasportare nell'area di lavoro.

2.3 ACQUISIZIONE DEI DATI

L'indagine è stata eseguita con strumentazione GSSI SIR-4000 System ed una antenna GSSI a frequenza centrale di 270 MHz (Figura 3). In funzione di test eseguiti, è stata utilizzata una costante dielettrica relativa pari a 14 ed una durata del tempo di ascolto del sistema per ogni impulso elettromagnetico pari a circa 80 ns che ha permesso, in funzione delle condizioni fisiche del sottosuolo, il raggiungimento di una profondità massima di investigazione pari a circa 3.50 metri dal p.c. E' da considerare però che a partire dai 2 metri di profondità il segnale è stato soggetto ad una forte attenuazione.

Tutte le sezioni sono state acquisite in modalità "Distance" ovvero interfacciando l'unità centrale ad un encoder per il posizionamento automatico dei dati lungo i profili.

Per raggiungere lo scopo dell'indagine sono state effettuate in totale num. 38 acquisizioni georadar distribuite su tutte le postazioni di indagine. La posizione di tutti i profili GPR è stata rilevata con strumentazione GPS differenziale in modo da poter ubicare con precisione i segnali individuati.



Figura 3 – Configurazione strumentale utilizzata con relativa antenna.

A causa delle condizioni del terreno sfavorevoli (terreno umido, vedi parag. 2.1) e/o della profondità eccessiva della condotta per il tipo di indagine, oltre al georadar è stato utilizzato un dispositivo cercaservizi (Fig.4) per individuare planimetricamente la posizione di alcune condotte provviste di protezione catodica. La relativa profondità è stata infine desunta dai rilievi topografici eseguiti.



Figura 4 – Indagine complementare eseguita con cercaservizi.

2.4 STRUMENTI E MEZZI UTILIZZATI

1. Radar GSSI SIR-4000 SYSTEM

SIR®-3000 System Specifications	
System	
Antennas: Compatible with all GSSI ground-coupled antennas	Operating Operating Temperature: -10°C to 40°C ambient (preliminary) Charging Power Requirements: 15 V DC, 4 amps Battery: 10.8 V DC, internal Transmit Rate: Up to 100 KHz
Number of Channels: 1 (one)	
Data Storage: Internal memory: 512 Mb Flash memory card Compact Flash port: Accepts industry standard CF memory up to 1 GB (user provided)	Input/Output Available Ports: Antenna input DC power input Ethernet Input/Output (not implemented) RS232 (GPS port) Compact Flash memory USB master and slave
Processor: 32-bit Intel StrongArm™ RISC processor @ 206 MHz	
Display: Enhanced 8.4" TFT, 800 x 600 resolution, 64K colors Display Modes: Line scan, O-scope	Mechanical Dimensions: 31.5 (L) x 22 (W) x 10.5 (H) cm 12.4" x 8.7" x 4.1" Weight: 4.1 kg, (9 lbs) including battery Environmental: Water resistant
Data Acquisition Data Format: RADAN (dzt)	
Scan Rate Examples: 220 scans/sec at 256 samples/scan, 16 bit 120 scans/sec at 512 samples/scan, 16 bit	System Includes: SIR-3000 data acquisition system Transit case 2 batteries AC adapter (also works as charger) User manual Carrying harness (optional) Sunshade (optional)
Sample size: 8-bit or 16-bit, user-selectable Scan Interval: User-selectable	
Number of samples per scan: 256, 512, 1024, 2048, 4096, 8192	
Operating Modes: Free run, survey wheel, point mode	
Time Range: 0-8,000 nanoseconds full scale, user-selectable Gain: Manual or automatic, 1-5 gain points (-20 to +80 dB)	
Filters: Vertical: Low-Pass and High-Pass IIR and FIR Horizontal: Stacking, Background Removal	



2. Antenna Radar GSSI Model 5104 (270 Mhz)



Specifications

Center frequency: 270 MHz

Pulse duration: 3.6 ns

Depth of penetration: 0-25 ft depending on dielectric permittivity

Size of sensor: 17.5×17.5×7.5 inches (44.5×44.5×19cm)

Weight of sensor: 19 lbs (8.6 kg)

3. Cercaservizi C.ScopeMXL

SPECIFICHE TECNICHE:

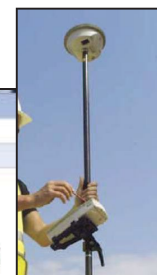
Nome	MXL Locator
Dimensioni	720 x 280 x 65mm
Peso	2.6Kg batterie incluse, 2.4Kg batterie escluse.
Batterie	8 x "AA" (LR6) interne, offrono più di 40 ore di uso ininterrotto a 20°C.
Temperatura di Utilizzo	-20°C to +50°C IP
Grado di Protezione	IP65
Approvato	CE
Garanzia	24 mesi



Modalità/Funzione	Frequenza (Hz)	Sensibilità a 1 mt	Profondità di Rilevazione
POWER	50 - 400	5mA	Fino a 3m
RADIO	10 - 3K	25uA	Fino a 2m
TRANSMITTER 33 KHz	32,768	5uA	Fino a 3m
TRANSMITTER 8KHz	8,192	100uA	Fino a 3m
TRANSMITTER 512/640 KHz	512/640	500uA	Fino a 3m
ALLSCAN	5 - 33K	100uA	Fino a 3m
Profondità di misurazione	33K, 8K, 512/640n/a		0,5m - 3m
Misurazione del segnale corrente	33K, 8K, 512/640n/a		Fino a 3m
Range di profondità della sonda	33K, 8K	n/a	0,2m - 9,9m

4. GPS LEICA System 1200

GPS1200 receivers	GX1230 GG/ATX1230 GG	GX1230	GX1220 (GG)	GX1210
GNSS technology	SmartTrack+	SmartTrack	SmartTrack(+)	SmartTrack
Type	Dual frequency	Dual frequency	Dual frequency	Single frequency
Channels	72 Channels 14 L1 + 14 L2 GPS 2 SBAS 12 L1 + 12 L2 GLONASS	14 L1 + 14 L2 GPS 2 SBAS	14 L1 + 14 L2 GPS 2 SBAS 12 L1 + 12 L2 GLONASS → GX1220 GG (with DGPS option)	14 L1 GPS 2 SBAS (with DGPS option)
RTK	SmartCheck+	SmartCheck	No	No
Status indicators	3 LED indicators: for power, tracking, memory			
GPS1200 receivers	GX1230 GG/GX1230/GX1220 GG/GX1220	GX1210	ATX1230 GG	
Ports	1 power port, 3 serial ports, 1 controller port, 1 antenna port		1 power/controller port, Bluetooth® Wireless-Technology port	
Supply voltage,	Nominal 12 VDC		Nominal 12 VDC	
Consumption	4.6 W receiver + controller + antenna		1.8 W	
Event input and PPS	Optional: 1 PPS output port 2 event input ports		Optional: 1 PPS output port 2 event input ports	
Standard antenna	SmartTrack+ AX1202 GG		SmartTrack AX1201	
Built-in groundplane	Built-in groundplane		Built-in groundplane	



3 RISULTATI

Come già riportato, l'indagine è consistita nell'esecuzione di diversi profili GPR di lunghezza variabile distribuiti su due siti. Il primo sito è rappresentato da un impianto dell'acquedotto pugliese all'interno del quale è stato investigato il sottosuolo di num. 8 postazioni; il secondo sito è rappresentato da un campo agricolo posto in prossimità della SS 16 all'altezza della Stazione di Orta Nova (si veda Figura.1) e sul quale passa una condotta del gas ben segnalata (postazione 9). Al termine delle operazioni di elaborazione, tutte le sezioni radar sono state analizzate visivamente per riconoscere le anomalie di interesse. Inoltre è stato utilizzato un dispositivo cercaservizi per individuare planimetricamente quelle condotte non rilevabili col georadar. Ove possibile, la profondità di tali condotte è stata desunta dai rilievi topografici eseguiti precedentemente.

A titolo di esempio in Figura 5 sono mostrati i radargrammi dei profili num. 06 e 07 eseguiti in corrispondenza della postazione num. 2 che, seppur adiacenti, hanno avuto una differente risultanza. Difatti come si può vedere nel radargramma del profilo P07 è evidente una riflessione ben chiara alla distanza di circa 3,50 metri dall'inizio del profilo ed alla profondità di circa 1,80 metri dal p.c, associabile alla condotta di interesse per lo scopo dell'indagine. Tale riflessione risulta invece quasi inesistente e difficilmente individuabile nel radargramma del profilo P06. La sua mancata identificazione è dovuta probabilmente ad un maggior grado di umidità dei materiali presenti nel sottosuolo in corrispondenza di tale profilo.

Tale situazione si è ripresentata anche nelle altre postazioni investigate rendendo difficile e dubbia l'individuazione di alcune condotte e sottoservizi. In questi casi l'utilizzo della cercaservizi ha permesso di ricostruire l'andamento di tali condotte così come mostrato nelle planimetrie allegate ed indicando, dove possibile, la loro profondità in base ai rilievi topografici.

Nell'elaborato CAD e nelle planimetrie allegate, le condotte ed i sottoservizi individuati con GPR sono state indicate in rosso mentre quelle individuate con la cercaservizi in viola. Inoltre, un ulteriore simbolo, linea tratteggiata, è stato adoperato per indicare una condotta o un sottoservizio presunto il cui segnale georadar risulta incerto.

Infine si fa presente che alcune condotte, seppur la loro presenza sia stata ipotizzata dalla Committenza, non sono state individuate nelle postazioni indicate né con il georadar né con la cercaservizi. Si consiglia pertanto di affrontare gli eventuali lavori di scavo con la massima cautela possibile soprattutto in queste aree.

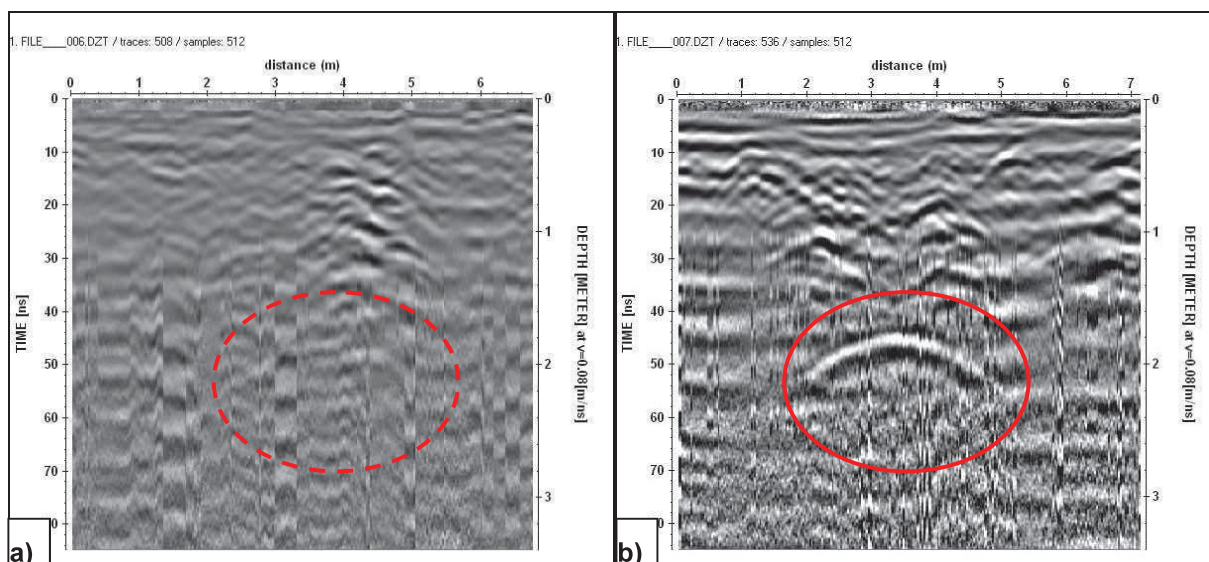


Figura 5 – Radargrammi dei profili adiacenti P06 (a) e P07 (b). Da notare come in P07 la riflessione della condotta è ben evidente (delimitata da cerchio rosso).

4 CONCLUSIONI

L'indagine georadar ha permesso di individuare la presenza di condotte e sottoservizi certi o presunti per quasi tutte le postazioni investigate e di conseguire un quadro abbastanza chiaro delle possibili interferenze esistenti. Inoltre sono stati indicati anche condotte e sottoservizi non individuati con la metodologia georadar ma rilevati da indagini indirette con cercaservizi ed osservazioni in sito.

Oltre al presente elaborato è stato prodotto un file CAD, denominato "GPR_Nodo_Foggia_mod5", nel quale sono indicati sia i profili eseguiti sia le interferenze individuate all'interno dell'impianto. Per la postazione num.9 si rimanda all'Allegato B del presente elaborato.

Ad ogni modo si ricorda che l'indagine eseguita potrebbe non essere esaustiva per l'individuazione di tutte le condotte e sottoservizi presenti in quanto alcuni segnali potrebbero risultare non rilevabili per diversi fattori (vedi par. 2.1). Si consiglia pertanto durante l'esecuzione dei lavori di procedere con cautela e di verificare la natura e la reale ubicazione dei segnali individuati più prossimi all'area di scavo. Inoltre le profondità indicate sono state dedotte utilizzando un valore di costante dielettrica relativa pari a 14 e pertanto in funzione delle condizioni del terreno la profondità dei sottoservizi potrebbe differire da quella indicata.

5 DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA



Foto 1 - Acquisizione georadar postazione num 1.

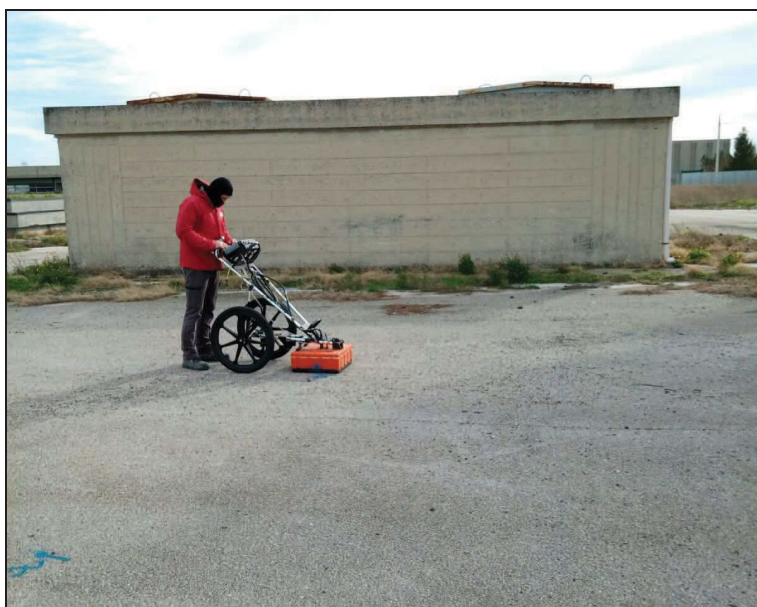


Foto 2 - Acquisizione georadar postazione num 2.

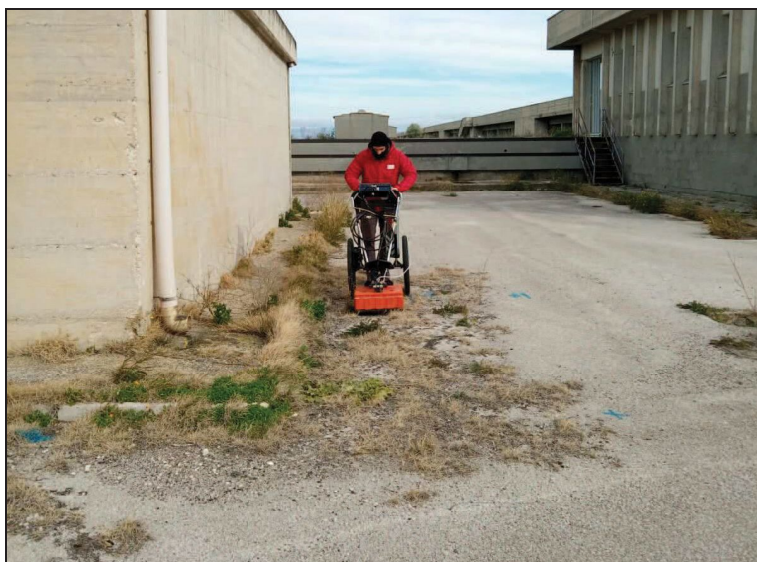


Foto 3 - Acquisizione georadar postazione num 3.



Foto 4 - Rilievo topografico profili georadar postazione num 5.



Foto 5 - Acquisizione georadar postazione num 7.



Foto 6 - Acquisizione georadar postazione num 9.

6 ALLEGATO A - PLANIMETRIE DELLE INTERFERENZE IMPIANTO
File CAD “GPR_Nodo_Foggia_mod5”

ITALESPRO
DEL GEOM. E. IORIO

COMUNE DI FOGGIA

INDAGINE GEORADAR PER
L'INDIVIDUAZIONE DI
INTERFERENZE

COMMITTENTE



ALLEGATO A - PLANIMETRIA
DELLE INTERFERENZE

LEGENDA

PROFILI GPR

SOTTOSERVIZI GPR

PROFONDITA' (M) DA P.C.
ANOMALIE GPR

CONDOTTE RILEVATE
CON CERCASERVIZI

CONDOTTE RILEVATE
DA RISCONTRI IN SITO

3.4
PROFONDITA' (M) DA P.C.
DA RILIEVO TOPOGRAFICO

SCALA 1: 750



7 ALLEGATO B - PLANIMETRIE DELLE INTERFERENZE POSTAZIONE NUM. 9



Ubicazione su ortofo della postazione num. 9. In rosso l'andamento della condotta e la sua profondità dal p.c.