



REGIONE SICILIANA
Assessorato Regionale dell'Energia
e dei Servizi di Pubblica Utilità



PROGETTO DI GESTIONE INVASO

R.U.P. : Geol. Giuseppe Lombardo ING. RESP. IMPIANTO : Ing. Antonio Morreale GESTORE IMPIANTO : D.R.A.R. Sicilia

<p>ASSOCIAZIONE TEMPORANEA DI IMPRESE TRA:</p> <p style="text-align: center;">Mandataria</p> <p style="text-align: center;">PROGETTAZIONE</p> <p style="text-align: center;"></p>	<p>Mandante</p> <p>INDAGINI DI CAMPO</p> <p style="font-size: 2em;">GEONAUTICS</p> <p style="font-size: 0.8em;">MARINE GEOPHYSICAL SURVEYS BATHYMETRIC SURVEYS GAD/GIS CARTOGRAPHY</p>	<p style="text-align: center;">REDAZIONE DELL'ELABORATO</p> <p>SOCIETA' : RESPONSABILE DELL'ELABORATO</p> <p style="text-align: center;"></p>
--	--	---

DIREZIONE DI PROGETTO PER L'ATI : TECHNITAL S.p.A. Dott. Ing. Simone Venturini

<p>TITOLO:</p> <p style="font-size: 1.2em;">DIGA GORGO</p> <p style="font-size: 1.1em;">Indagine Topo-Batimetrica - Relazione Integrativa</p>	<p>CODICE:</p> <p style="font-size: 1.2em;">II164S-PG3-RT-004</p>
--	--

	REDATTO	VERIFICATO	APPROVATO		
SIGLA	G.FANARA	A.R.A.NALFINO	S. VENTURINI		
REVISIONE	N.	DESCRIZIONE	RED.	VER.	APP.
	00	Emissione su richiesta del RUP con pec del 24/01/2023	G.F.	A.R.A.	S.V.
	01				
	02				

NOME FILE :
II164S-PG3-RT-004-00

DATA :
Marzo 2023

SCALA :
-

A TERMINE DI LEGGE CI RISERVIAMO LA PROPRIETA' DI QUESTO ELABORATO CON DIVIETO DI RIPRODURLO RENDENDOLO NOTO A TERZI ANCHE PARZIALMENTE SENZA NOSTRA AUTORIZZAZIONE

-RELAZIONE INTEGRATIVA -



RELAZIONE INTEGRATIVA

➤ **DOCUMENTO N.:**
P1548_20_Invasi Sicilia_GORGO_Relazione Integrativa_R00

Revisione	Data	Descrizione	Redatta	Controllata	Approvata	Approvazione del Cliente
Rev.00	07/09/2022	Relazione Tecnica	DBT	ARA	ARA	

GEONAUTICS S.R.L.
Via N. ...
P.IVA 02522770947

Questo documento è stato realizzato nel rispetto delle regole stabilite dal sistema di gestione qualità ISO 9001:2015 valutato da RINA S.p.a. e coperto dal certificato numero 38271/19/S

Questo documento è proprietà di Geonautics Srl. E' severamente proibito riprodurre anche in parte il documento o divulgare ad altri le informazioni contenute senza la preventiva autorizzazione scritta.

This document was produced in the compliance with quality management system ISO 9001:2015 assessed by RINA Spa. and covered by accreditation number 38271/19/S.

This document is property of Geonautics Srl. It is strictly forbidden to reproduce this document, wholly or partially, and to provide any related information to others without previous written consent.



INDICE DELLE REVISIONI

Rev. No.	Scopo	Descrizione della Revisione
REV00	Prima Emissione	



SOMMARIO

INDICE DELLE REVISIONI	3
SOMMARIO.....	4
INDICE DELLE FIGURE	4
INDICE DELLE TABELLE.....	4
1 INTRODUZIONE E RIFERIMENTI GENERALI.....	5
1.1 Lista degli Acronimi e Abbreviazioni.....	5
1.2 Premessa.....	6
1.3 Indagini eseguite nel tempo	6
1.4 Rilievi Batimetrici e Topografici eseguiti	9

INDICE DELLE FIGURE

Figura 1 – Fasi di verifica dei cs lungo il coronamento della diga.	8
Figura 2: Monografia ufficiale del punto usato come controllo strumentazione.....	10

INDICE DELLE TABELLE

Tabella 1 – Elenco degli acronimi e abbreviazioni utilizzate nel testo	5
Tabella 2 - Variazioni quote nei diversi rilievi.....	9
Tabella 3 – Misure Rtk e correzione con i grigliati GK2 dell'IGMI per riportare le quote a Livello Medio Mare (L.M.M.) – Coordinate nel formato UTM 33 N – WGS84	8

1 INTRODUZIONE E RIFERIMENTI GENERALI

1.1 Lista degli Acronimi e Abbreviazioni

<i>Tabella 1 – Elenco degli acronimi e abbreviazioni utilizzate nel testo</i>		
CTD	Conductivity Temperature Depth	Conduttività Temperatura Profondità
DGPS	Differential Global Positioning System	Sistema di Posizionamento Globale Differenziale
GAMS	GNSS Azimuth Measurement System	
GCP	Ground Control Point	Punti di controllo a terra
GIS	Geographic Informative System	Sistema informativo Geografico
GNSS	Global Navigation Satellite System	
GPS	Global Positioning System	Sistema di Posizionamento Globale
HDOP	Horizontal Dilution of Precision	
IMU	Inertial Measurement Unit	Sistema di misura inerziale
INS	Inertial Navigation System	Sistema di Navigazione Inerziale
MBES	Multi Beam Echosounder System	Ecoscandaglio Multi Beam
MRU	Motion Reference Unit	Unità di riferimento del movimento
PDOP	Position dilution of Precision	
QPS	Quality Positioning Service	
RTK	Real Time Kinematic	Sistema di Posizionamento con precisione centimetrica
SVP	Sound Velocity Probe	Profilatore Velocità del Suono
TVG	Time Variable Gain	Guadagno tempo-variabile
UTM	Universal Transverse Mercator	Universale Trasversa di Mercatore
VDOP	Vertical dilution of Precision	
WGS84	World Geodetic System 1984	Sistema Geodetico mondiale istituito nel 1984
ASV	Automatic Surface Veichle	Veicolo di superficie a guida automatica
RTCM	Radio Technical Commission for Maritime	Stringa di correzione per sistemi DGNS- RTK
SBP	Sub Bottom Profiler	Profilatore acustico del fondale

1.2 Premessa

La presente Relazione integrativa di approfondimento viene presentata su richiesta del RUP con pec del 24/01/2023, facendo seguito alla nota prot. n. 1501 del 20/01/2023 dell'Ufficio Tecnico per le Dighe di Palermo, assunta al protocollo del DRAR in data 23/01/2023 al n. 2285, con la quale è stato emesso il parere POSITIVO sul Progetto di Gestione della Diga Gorgo di Montallegro (AG), rilasciato ai sensi dell'art. 114 del D.Lgs. 152/2006 e del D.M. Ambiente 30/06/2004.

Nel parere emesso dall'UTD di Palermo, si scrive in riferimento “..... a presunti errori di quote topografiche rilevati da due diversi operatori aggiudicatari di altrettante gare d'appalto bandite dal DRAR, rispettivamente nell'ambito della redazione delle verifiche sismiche e del progetto de quo, si ritiene necessario che il Gestore faccia chiarezza sulle quote reali delle opere individuando con esattezza i relativi valori. Nella ipotesi che la discordanza riguardasse significativamente anche il fondo lacustre ed i dati relativi al sedimento, andrebbero riviste le impostazioni conoscitive, le valutazioni e le conclusioni progettuali. In ogni caso, qualora i valori così individuati, risultassero diversi da quelli finora agli atti, dovrà proporsi la richiesta di aggiornamento del FCEM della diga supportata da adeguata documentazione tecnica.....”.

Con tale relazione si vuole riportare, in modo inequivocabile per come richiesto, le quote altimetriche sia delle opere che delle morfologie subaeree e subacquee caratterizzanti l'impianto.

La presente Relazione recepisce anche la “Relazione tecnica illustrativa” A.1 del Giugno 2022, “Elaborato A.1 del Giugno 2022, redatta nell'ambito dell'incarico aggiudicato al RTP Omniservice Engineering s.r.l. relativo a "DIGA Laghetto GORGO – FSC 2014-2020 Piano Operativo Infrastrutture – Interventi di manutenzione straordinaria e messa in sicurezza dighe - “Verifiche sismiche dello sbarramento e delle opere accessorie e relative indagini e prove di laboratorio preliminari per l'individuazione degli interventi di adeguamento discernenti dalle risultanze dello studio, nonché progetto di fattibilità tecnica ed economica degli interventi necessari a dare piena funzionalità all'invaso della Diga Laghetto GORGO in territorio del Comune di Montallegro (AG) gestita dalla Regione Siciliana”, consegnata agli scriventi in data 27/02/2023.

1.3 Indagini eseguite nel tempo

Le quote principali dell'invaso riportate nel F.C.E.M. originario e di interesse per la presente relazione sono:

- quota coronamento 71,5 m s.m.
- quota di massimo invaso 70,00 m s.m.
- quota di massima regolazione 69,50 m s.m.
- quota minima di regolazione 63, 00 m s.m.

Successivamente a seguito di una campagna di rilievo, effettuata nell'anno 1999-2000, il F.C.E.M. è stato aggiornato per alcuni dati relativamente alle quote altimetriche del corpo diga in particolare:

- quota coronamento 72,34 m s.m.
- quota di massimo invaso 71,03 m s.m.
- quota di massima regolazione (quota sfioratore) 70,53 m s.m.
- quota minima di regolazione 62,40 m s.m.

Con la campagna di rilievo effettuata nel 2021 per la redazione della relazione Idrologico-Idraulica, fornita agli scriventi dalla Stazione Appaltante, (REGIONE SICILIA Ass.to Reg.le dell'Energia e dei Servizi di Pubblica Utilità Dipartimento dell'Acqua e dei Rifiuti DIGA Laghetto GORGO-FSC 2014-2020 - Piano Operativo Infrastrutture - Interventi di manutenzione straordinaria e messa in sicurezza dighe: DOCUMENTO DI FATTIBILITÀ DELLE SOLUZIONI PROGETTUALI – FASE 1 VERIFICHE IDRAULICHE - A.3) sono state aggiornate alcune misure rispetto a quelle indicate nel F.C.E.M, in particolare:

- quota coronamento 72,09 m s.l.m.
- quota di massima regolazione (quota sfioratore) 70,34 m s.l.m.

Successivamente, a seguito alcune richieste da parte dell'Amministrazione, sono stati effettuati ulteriori approfondimenti e delle integrazioni alla campagna d'indagine topografica, con le quali l'area dell'invaso è stata inquadrata al Sistema di riferimento Globale ETRS89, nella nuova realizzazione denominata ETRF2000/2008, eseguendo delle misure GNSS (Global Navigation Satellite System) in modalità statica a partire dai vertici IGM266801 Ribera e 271702 Porto Empedocle (Mareografo).

Nella fase di restituzione sono state riscontrate leggere differenze di quote rispetto a quelle sviluppate nella precedente fase, le quali hanno comportato la riedizione di alcuni elaborati. In particolare, ai fini delle verifiche idrauliche della diga, sono state corrette le seguenti quote (tra parentesi le quote del precedente rilievo):

- quota coronamento minima 72.25 (72.06) m slm
- quota di massima regolazione (quota sfioratore) 70.63 (70.34) m slm
- quota di massimo invaso 71.21 m slm

Per la quota di coronamento viene fornita la quota minima e non il valore medio.

In data 14 Settembre 2022, il presente RTP, per completezza ed in fase di redazione del Piano di Gestione dell'Invaso, ha verificato la quota di coronamento in più punti e la quota è risultata mediamente pari a 72,48 m slm.

In realtà bisogna specificare che lungo il coronamento della diga Gorgo (il cui stato di conservazione non versa in condizioni ottimali) sono presenti ben 10 caposaldi di riferimento identificati dal prefisso "Cs" (Csa; Csb; Csl), e che ognuno di questi caposaldi ha quota diversa. In occasione della verifica strumentale eseguita nell'agosto del 2022, si è proceduto ad acquisire la quota di ciascuno di questi caposaldi previa verifica sul pilastrino di riferimento posto nei pressi della casa di guardia (che dovrebbe rappresentare in effetti il vero caposaldo di riferimento). Il risultato di tale misurazione (vedi tabella sotto), ha messo in evidenza come ciascuno caposaldo "Cs" presente sulla pavimentazione del coronamento, mostra quota diversa. Ad esempio, il "Csa" (Figura 1) posto nella parte terminale del coronamento (in direzione della statale), ha una quota L.M.M. pari a 72,55 m, mentre il "Csl" (quello prossimo alla casa di guardia), ha una quota di 72.63 m

L.M.M., mentre il "Cse" (prossima alla parte mediana della diga) ha una quota di 72.33 m L.M.M, ovvero con un delta di quota fra i due caposaldi di ben 0.30 m. In quest'ottica risulta quindi indispensabile capire quali fra tutti e dieci i caposaldi si venga ad indicare la "quota di coronamento"

Dalle misure effettuate nella campagna topografica del 2022 eseguita dalla scrivente (come si evidenzia dai valori sotto riportati in Tab.3), il valore medio dei valori rilevati risulta pari a 72,48 m sl. In considerazione che l'ultimo valore ricevuto dalla committenza per il rilievo 2021 è di 72,25 come valore al coronamento, risulta un delta fra le due quote pari a 0,23 m, che rispecchia quanto già descritto precedentemente.

Tabella 2 – Misure Rtk e correzione con i grigliati GK2 dell'IGMI per riportare le quote a Livello Medio Mare (L.M.M.) – Coordinate nel formato UTM 33 N – WGS84

ID	LAT	LONG	Q.Ell	N	E	Q.Orto
cs pilastro base	37°24'22.51137"N	13°19'46.96717"E	113,751	4141250,027	352173,302	73,374
cs l	37°24'21.94435"N	13°19'44.90395"E	113,009	4141233,45	352122,266	72,631
cs i	37°24'21.54050"N	13°19'43.14025"E	112,992	4141221,771	352078,683	72,613
cs h	37°24'21.04750"N	13°19'41.40804"E	112,908	4141207,332	352035,824	72,528
cs g	37°24'20.49646"N	13°19'39.70542"E	112,798	4141191,091	351993,662	72,417
cs f	37°24'19.88040"N	13°19'38.04212"E	112,779	4141172,829	351952,431	72,397
cs e	37°24'19.20710"N	13°19'36.41360"E	112,714	4141152,788	351912,023	72,331
cs d	37°24'18.47168"N	13°19'34.82595"E	112,826	4141130,815	351872,586	72,443
cs c	37°24'17.68561"N	13°19'33.27546"E	112,844	4141107,265	351834,034	72,46
cs b	37°24'16.84460"N	13°19'31.77541"E	112,838	4141081,999	351796,693	72,454
cs a	37°24'15.94427"N	13°19'30.32421"E	112,935	4141054,885	351760,52	72,551
h2o	37°24'22.45484"N	13°19'44.13433"E	105,11	4141249,519	352103,623	64,73



Figura 1 – Fasi di verifica dei cs lungo il coronamento della diga.

Si riassumono di seguito le quote rilevate nel tempo nei rilievi sopra indicati e le quote riportate nel F.C.E.M.:

Tabella 3 - Variazioni quote nei diversi rilievi

	F.C.E.M.	1999- 2000 (F.C.E.M.)	2021 corretto	2022	scostamento dell'ultima rilevazione dall'attuale valore in F.C.E.M.
	m s.l.m.	m s.l.m.	m s.l.m.	m s.l.m.	m s.l.m.
quota coronamento	71,5	72,34	72,25	72,48*	0,14
quota di massimo invaso	70	71,03	71,21	-	0,18
quota di massima regolazione (quota sfioratore)	69,5	70,53	70,63	-	0,10
quota minima di regolazione	63	62,40	62,40	-	0

*valore minimo

Si osserva quindi, dai valori registrati nel tempo, che i maggiori scostamenti positivi di quota siano attribuibili alle quote superiori di invaso. **Il valore indicato nel F.C.E.M. per la quota coronamento ed aggiornato al 1999-2000 è tuttavia in linea con quelli rilevati nel 2021 e 2022 in quanto a causa del manto del coronamento il valore è soggetto a variazione.**

Si evidenzia che nel F.C.E.M. del 1999/2000 sono state corrette le quote ma non il relativo volume di invaso.

La quota di minima regolazione presenta un valore aggiornato di 62,40 m slm, inferiore di 60 cm rispetto a quello originario. **Tale valore è già stato corretto nel F.C.E.M. ed è confermato dai recenti rilievi batimetrici** e mediante esecuzione del rilievo geofisico a mezzo sistema SBP (Vedasi Tavola PGI3-DT-009).

1.4 Rilievi Batimetrici e Topografici eseguiti

La metodologia e le tecniche impiegate per l'esecuzione dei rilievi topo-batimetrici svolte all'interno della Diga Gorgo, hanno visto come prima operazione preliminare e fondamentale la verifica dei caposaldi presenti sia sul coronamento che ancor di più quella del pilastro di riferimento posto nei pressi della casa di guardia. Prima di eseguire tale verifica, si è proceduto ad un check strumentale, posizionando il sistema GPS RTK Trimble R10, sul caposaldo appartenente alla rete geodetica nazionale dell'Istituto geografico Militare Italiano (IGMI) posto nei pressi della torre Carlo V, all'interno del porto di Porto Empedocle. Infatti al fine di verificare la bontà del sistema e scongiurare qualsiasi misurazione non corretta, si è in prima battuta acquistata la monografia ufficiale del caposaldo denominata "Mareografo" N. 271702 (Figura 2, si è proceduto anche all'acquisto dei grigliati GK2 sia inerenti l'area della monografia che l'area di lavoro, Diga Gorgo). Eseguita la misurazione con il ns sistema RTK, si è proceduto alla verifica dei valori sia in quota che sul piano orizzontale (coordinate) e grazie all'impiego dei grigliati usati all'interno del software Verto 3 sempre dell'IGMI, si sono affinati i risultati delle misurazioni del punto battuto, avendo una tolleranza sia in orizzontale che in verticale di 0.01 cm, quindi praticamente equiparabili.

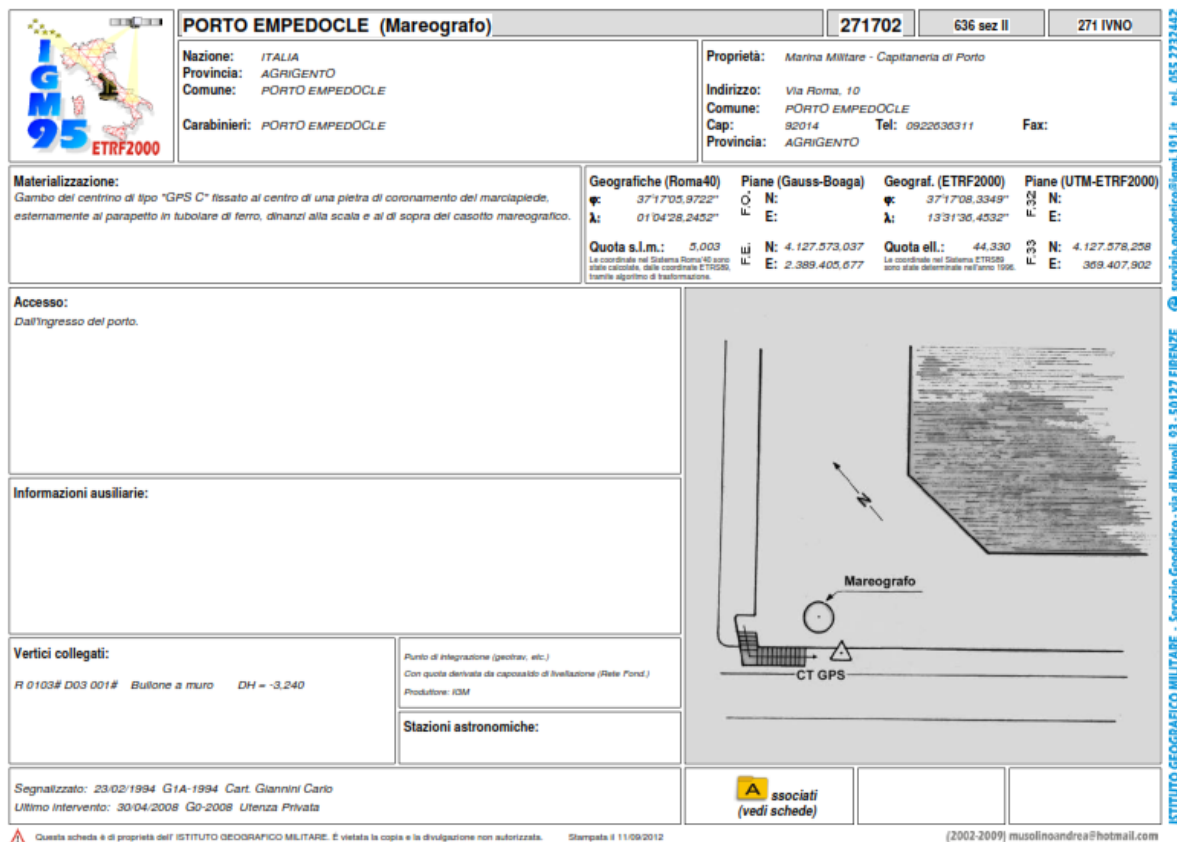


Figura 2: Monografia ufficiale del punto usato come controllo strumentazione.

La fase successiva quindi una volta aver appurato che il sistema GPS-RTK (con correzione N-TRIP Leica Italposs e mounting point MAX -3RDN offerta a pagamento dalla Leica Italposs), funzionava correttamente, si è proceduto alla verifica dei caposaldi CS presenti sia sul pilastro (usato dai tecnici della regione per le operazioni di livellazione), che dei CS presenti sul coronamento.

Sul "CSg" inoltre è stata posizionata la "BASE" gps che ha fornito la correzione RTK al veicolo (Rover) che ha svolto il rilievo batimetrico, ricevendo in tempo reale la correzione RTCM garantendo la precisione centimetrica sia sul piano orizzontale che su quello verticale (che si traduce in una correzione in tempo reale della quota, non risentendo delle variazioni di apporto o perdita dell'invaso durante i rilievi). Per i rilievi topografici, partendo dai CS verificati, si è proceduto alla generazione di una serie di CGP (Control Ground Point) sempre battuti e materializzati con GPS RTK, che hanno rappresentato i "punti di ancoraggio e verifica" per il rilievo topografico eseguito a mezzo sistema SAPR (Sistema Aereo a Pilotaggio Remoto). Tale sistema operando con la metodologia della aerofotogrammetria, ha permesso una rapida e accurata esecuzione dei rilievi con un grado di dettaglio non paragonabile al metodo celerimetrico classico. Per quanto invece interessa il rilievo batimetrico delle porzioni sommerse dell'invaso, si è messo in campo un sistema ASV (Automatic Surface Veichle), ovvero un drone marino che ha svolto le operazioni di rilievo batimetrico grazie all'installazione a bordo di un sistema Multi Beam Echo Sounder di ultima generazione e interfacciato



con una sensoristica presente sempre a bordo come una piattaforma inerziale atta a correggere i movimenti dell'imbarcazione (rollio, beccheggio e heave), una sonda di velocità SVS (sound velocity speed) posta in prossimità della testa ed a integrazione delle misure eseguite giornalmente su tutta la colonna d'acqua mediante una sonda SVP (sound velocity profiler), necessaria alla giusta taratura del beam forming generato dal sistema Multi Beam. Il tutto ovviamente completato con un ricevitore GPS RTK (Rover) che come già detto riceveva la correzione RTCM dal GPS BASE installato su caposaldo. Il rilievo batimetrico è stato eseguito a copertura completa dell'intero bacino idrico, con esclusione delle sole aree non navigabili dovute alla presenza di una folta vegetazione, che sfortunatamente risultava presente anche nei pressi dello scarico di fondo impedendone di fatto la sua investigazione (compensata con una campagna ad hoc eseguita con operatori su una piccola imbarcazione, un sistema Sub Bottom Profiler per la misura dello spessore dei sedimenti e una serie di misure manuale eseguite a mezzo scandaglio a mano N.D.R.).

La fase di elaborazione dati successiva che ha riguardato tanto i dati topografici che quelli batimetrici, grazie all'impiego di software e hardware dedicati, è stato mirato alla rimozione di spike, alla verifica sulle posizioni e alla verifica delle profondità. Grazie a suite idrografiche e topografiche sono stati svolti calcoli di standard deviation e di verifica che hanno permesso di eliminare eventuali artefatti o misure incoerenti. In dettaglio proprio in merito a questo aspetto e soprattutto per i dati topografici acquisiti da drone aereo, si è proceduto ad una essenziale e prioritaria operazione di rimozione della componente vegetale, questa infatti se lasciata presente nei dati, porterebbe ad inevitabili sfalsamenti dei valori di quota rappresentati ad esempio dell'attribuzione della quota terreno alla parte della chioma di un arbusto, e portando ad erronee valutazioni ad esempio delle quote di manufatti come ad esempio nei pressi dello scarico di fondo (N.D.R.).

Una volta completata l'elaborazione dei dati topo-batimetrici, si è proceduto alla generazione di un unico grid (.xyz ovvero coordinate Easting, Northing e quota) che ha permesso di generare le relative curve di livello e i modelli DTM (Digital Terrain model), presenti come **elementi cartografici nelle carte tematiche generate ed allegate a progetto, le quote topo-batimetriche indicate nella Relazione II164S-PGI03-RT-003 ed i relativi volumi di invaso, che si confermano con la presente relazione integrativa.**