


REPUBBLICA ITALIANA 	Assessorato Regionale dell'Energia e dei Servizi di Pubblica Utilità Dipartimento Regionale Dell'Acqua e dei Rifiuti  <b>DIGA GIBBESI</b>  <b>OPERE COMPLEMENTARI E ACCESSORIE</b>  <b>PIANO DELLE INDAGINI DIAGNOSTICHE</b>	REGIONE SICILIANA 
II122F IN-STR- RT-001-01	RELAZIONE TECNICA GENERALE	Pag. 1 di 77

Assessorato Regionale dell'Energia e dei Servizi di Pubblica Utilità  
 Dipartimento Regionale Dell'Acqua e dei Rifiuti

## **DIGA GIBBESI**

**PROGETTO PER L'AFFIDAMENTO DEI SERVIZI DI INGEGNERIA RELATIVI  
 ALLO STUDIO DI RIVALUTAZIONE SISMICA DELLE OPERE STRUTTURALI  
 DELL'IMPIANTO, ALLA PROGETTAZIONE ESECUTIVA DELLA MANUTEN-  
 ZIONE STRAORDINARIA DELLA STRADA DI COLLEGAMENTO CASA DI GUAR-  
 DIA – POZZO PARATOIE, ALLO STUDIO INTERPRETATIVO E ALLA PROGET-  
 TAZIONE ESECUTIVA DEL RIEFFICIENTAMENTO DELLA STRUMENTAZIONE  
 DI MONITORAGGIO E CONTROLLO**


## **OPERE COMPLEMENTARI E ACCESSORIE PIANO DELLE INDAGINI DIAGNOSTICHE**

## **RELAZIONE TECNICA GENERALE**



 REPUBBLICA ITALIANA	Assessorato Regionale dell'Energia e dei Servizi di Pubblica Utilità Dipartimento Regionale Dell'Acqua e dei Rifiuti  <b>DIGA GIBBESI</b>  <b>OPERE COMPLEMENTARI E ACCESSORIE</b>  <b>PIANO DELLE INDAGINI DIAGNOSTICHE</b>	REGIONE SICILIANA 
II122F IN-STR- RT-001-01	RELAZIONE TECNICA GENERALE	Pag. 2 di 77

## INDICE

1.	OGGETTO E SCOPO	6
2.	INQUADRAMENTO DELL'OPERA	8
2.1.	Condizioni gestionali attuali	10
3.	DESCRIZIONE DELLE OPERE ACCESSORIE E DOCUMENTAZIONE DISPONIBILE	11
3.1.	Casa di guardia	13
3.1.1.	Documentazione originale	13
3.2.	Sfioratori a calice (destro, sinistro) e torrini aerofori (destro, sinistro)	14
3.2.1.	Documentazione originale	16
3.3.	Torre di manovra delle paratoie dello scarico di fondo e carroponte	16
3.3.1.	Documentazione originale	19
3.4.	Opera di imbocco galleria scarico di fondo	20
3.4.1.	Documentazione originale	21
3.5.	Galleria dello scarico di fondo	23
3.5.1.	Documentazione originale	24
3.6.	Galleria scarico di superficie sinistro	24
3.6.1.	Documentazione originale	25
3.7.	Vasca di dissipazione e canale di restituzione in alveo	25
3.7.1.	Documentazione originale	28
3.8.	Cunicoli d'ispezione delle acque di drenaggio e torrino di discesa	29
3.8.1.	Documentazione originale	30
3.9.	Muri di sostegno asserviti alla strada di accesso al coronamento e opere murarie minori	31
3.9.1.	Documentazione originale	32
3.10.	Opere murarie minori (muri e tombini) a protezione della strada di collegamento piazzale casa di guardia – piazzale torre di presa	34
3.10.1.	Documentazione originale	36
3.10.2.	Stato attuale della strada di collegamento casa di guardia – pozzo paratoie	37
4.	INDAGINI DIAGNOSTICHE PREGRESSE	41
4.1.	Indagini DISMAT	41
4.1.1.	Prove di resistenza a compressione dei campioni di cls	41
4.1.2.	Prove di trazione sulle barre d'armatura prelevate	43
4.2.	Indagini CON.GEO	44

 REPUBBLICA ITALIANA	Assessorato Regionale dell'Energia e dei Servizi di Pubblica Utilità Dipartimento Regionale Dell'Acqua e dei Rifiuti  <b>DIGA GIBBESI</b>  <b>OPERE COMPLEMENTARI E ACCESSORIE</b>  <b>PIANO DELLE INDAGINI DIAGNOSTICHE</b>	 REGIONE SICILIANA
II122F IN-STR- RT-001-01	RELAZIONE TECNICA GENERALE	Pag. 3 di 77

4.2.1.	Prove di resistenza a compressione dei campioni di cls	45
4.2.2.	Prove di trazione sulle barre d'armatura prelevate	49
4.2.3.	Indagini sclerometriche	50
4.3.	Indagini SIDERCEM	51
5.	INDICAZIONI DI CARATTERE GENERALE	53
5.1.	Le indagini per la caratterizzazione dei materiali	53
5.2.	Ispezioni visive alle opere accessorie	54
6.	PIANO DELLE INDAGINI	55
6.1.	Descrizione delle indagini per le opere in calcestruzzo	55
6.1.1.	Indagini con ultrasuoni per la stima della resistenza a compressione	55
6.1.2.	Indagini con sclerometro	57
6.1.3.	Valutazione della profondità di carbonatazione	59
6.1.4.	Carotaggio	61
6.1.5.	Indagini con metodo SonReb	63
6.1.6.	Indagini pacometriche	66
6.1.7.	Prelievo di barre d'armatura	67
6.1.8.	Misura dello stato di tensione dei ferri d'armatura	69
6.1.9.	Esplorazione delle fondazioni	71
6.1.10.	Indagine di pull-out	72
6.2.	Quantità ed ubicazione delle indagini	74

 REPUBBLICA ITALIANA	Assessorato Regionale dell'Energia e dei Servizi di Pubblica Utilità Dipartimento Regionale Dell'Acqua e dei Rifiuti  <b>DIGA GIBBESI</b> <b>OPERE COMPLEMENTARI E ACCESSORIE</b> <b>PIANO DELLE INDAGINI DIAGNOSTICHE</b>	REGIONE SICILIANA 
II122F IN-STR- RT-001-01	RELAZIONE TECNICA GENERALE	Pag. 4 di 77



## INDICE DELLE FIGURE

Figura 2-1: Diga Gibbesi – Ortofoto	9
Figura 3-1: Diga Gibbesi – Vista aerea dello sbarramento con indicazione schematica di alcune delle opere accessorie oggetto di studio	11
Figura 3-2: Diga Gibbesi – Vista in sezione del corpo diga	12
Figura 3-3: Casa di guardia - Prospetto	13
Figura 3-4: Casa di guardia – Pianta piano terra e primo piano (progetto esecutivo 1985)	14
Figura 3-5: Sfiatori a calice e torrini aerofori (destra e sinistra)	15
Figura 3-6: Sfiatore a calice sinistro con torrino aeroforo	15
Figura 3-7: Sfiatore a calice – Sezione dello sfiatore a calice di destra, con torrino aeroforo	16
Figura 3-8: Torre paratoie scarico di fondo e derivazione	17
Figura 3-9: Torre paratoie scarico di fondo e derivazione	17
Figura 3-10: Torre di manovra – Interno della torre, con le scale alla marinara, il tubo aeroforo e le due saracinesche	18
Figura 3-11: Torre di manovra - Carroponte	18
Figura 3-12: Torre di presa - Sezione	19
Figura 3-13: Torre di presa – Particolare della base con le paratoie	20
Figura 3-14: Opera di imbocco dello scarico di fondo	21
Figura 3-15: Opera di imbocco scarico di fondo - Planimetria	22
Figura 3-16: Opera di imbocco scarico di fondo – Sezione longitudinale	22
Figura 3-17: Galleria dello scarico di fondo – Vista dello sbocco nella vasca di dissipazione	23
Figura 3-18: Galleria scarico di fondo – Sezione longitudinale	24
Figura 3-19: Galleria scarico di superficie sinistro – Vista dello sbocco nella vasca di dissipazione	25
Figura 3-20: Galleria scarico di superficie sinistro – Sezione longitudinale	25
Figura 3-21: Vasca di dissipazione – Sbocco della galleria dello scarico di fondo	26
Figura 3-22: Vasca di dissipazione – Sbocco della galleria scarico di superficie sinistro	26
Figura 3-23: Vasca di dissipazione	27
Figura 3-24: Canale di restituzione in alveo	27
Figura 3-25: Vasca di dissipazione – Planimetria	28
Figura 3-26: Vasca di dissipazione – Sezioni tipo	28
Figura 3-27: Canale di restituzione in alveo – Planimetria	28
Figura 3-28: Canale di restituzione in alveo – Sezione trasversale	29
Figura 3-29: Cunicoli di ispezione delle acque di drenaggio	29
Figura 3-30: Cunicoli di ispezione delle acque di drenaggio – Planimetria e sezione longitudinale	30
Figura 3-31: Cunicoli di ispezione delle acque di drenaggio – Sezione tipo	30



 REPUBBLICA ITALIANA	Assessorato Regionale dell'Energia e dei Servizi di Pubblica Utilità Dipartimento Regionale Dell'Acqua e dei Rifiuti  <b>DIGA GIBBESI</b>  <b>OPERE COMPLEMENTARI E ACCESSORIE</b>  <b>PIANO DELLE INDAGINI DIAGNOSTICHE</b>	REGIONE SICILIANA 
II122F IN-STR- RT-001-01	RELAZIONE TECNICA GENERALE	Pag. 5 di 77

Figura 3-32: Pozzo d'accesso ai cunicoli di ispezione delle acque di drenaggio – Sezione	31
Figura 3-33: Disposizione delle strade di accesso alla diga e alle sue opere accessorie	32
Figura 3-34: Strada di accesso al coronamento – Planimetria tra la sezione 0 e la 68	33
Figura 3-35: Strada di accesso al coronamento – Planimetria tra la sezione 68 e la spalla destra dello sbarramento	33
Figura 3-36: Strada di accesso al coronamento – Planimetria del tratto di strada che congiunge la spalla sinistra dello sbarramento al piazzale della casa di guardia.	34
Figura 3-37: Strada di accesso al coronamento	35
Figura 3-38: Strada di accesso al coronamento	35
Figura 3-39: Muro di sostegno a protezione del piazzale della torre di manovra	36
Figura 3-40: Strada di collegamento casa di guardia–torre di manovra – Profilo altimetrico	36
Figura 3-41: Strada di collegamento casa di guardia–torre di manovra – Elementi geometrici	37
Figura 3-42: Planimetria della strada di collegamento tra la casa di guardia e la torre di manovra delle paratoie	39
Figura 4-1: Planimetria generale con ubicazione indagini eseguite il 13/04/2018	52
Figura 4-2: Planimetria generale con ubicazione indagini eseguite il 23/05/2018	52

 REPUBBLICA ITALIANA	Assessorato Regionale dell'Energia e dei Servizi di Pubblica Utilità Dipartimento Regionale Dell'Acqua e dei Rifiuti  <b>DIGA GIBBESI</b>  <b>OPERE COMPLEMENTARI E ACCESSORIE</b>  <b>PIANO DELLE INDAGINI DIAGNOSTICHE</b>	REGIONE SICILIANA 
II122F IN-STR- RT-001-01	RELAZIONE TECNICA GENERALE	Pag. 6 di 77

## 1. OGGETTO E SCOPO

La definizione di un dettagliato piano d'indagini che comprenda, oltre alla ricerca e l'analisi dei documenti disponibili del progetto originale, un rilievo geometrico, un rilievo difettologico e delle prove sui materiali, costituisce l'attività preliminare di qualsiasi intervento su di un manufatto esistente. Le modalità di analisi e verifica degli eventuali interventi da effettuarsi sulle strutture esistenti sono, infatti, dipendenti dalla completezza e dall'affidabilità delle informazioni disponibili, quindi dal livello di conoscenza relativo a geometria, dettagli costruttivi e materiali.

L'oggetto del presente documento è la definizione di un piano d'indagine specifico per i materiali costituenti le opere complementari e accessorie della diga Gibbesi.



Tale piano prevede:

- un rilievo geometrico di dettaglio;
- un'indagine per determinare lo stato di conservazione delle strutture, con valutazione del loro grado di ammaloramento (analisi difettologica);
- una campagna d'indagini per la determinazione delle caratteristiche meccaniche dei materiali costituenti le strutture da analizzare.

Vista l'abbondanza di dati provenienti da altre indagini diagnostiche svolte sulle opere in oggetto negli anni scorsi, questo documento ha la finalità di integrare un certo numero di prove al fine di ottenere un buon grado di conoscenza delle caratteristiche meccaniche dei materiali sulle diverse opere secondarie e accessorie della diga Gibbesi.


Quindi, conoscendo sin da subito con un buon grado di approssimazione le caratteristiche dei materiali impiegati per la costruzione, non sarà necessaria una fase di pre-analisi delle strutture utilizzando le caratteristiche di progetto, ma si potrà procedere direttamente ad una più accurata e completa analisi di tutte le opere.

Restano, comunque, fondamentali i rilievi geometrici e difettologici delle varie strutture dell'impianto, attraverso i quali è possibile avere una conoscenza dettagliata dello stato di fatto e ammaloramento delle diverse parti.

<p>REPUBBLICA ITALIANA</p> 	<p>Assessorato Regionale dell'Energia e dei Servizi di Pubblica Utilità Dipartimento Regionale Dell'Acqua e dei Rifiuti</p> <p><b>DIGA GIBBESI</b></p> <p><b>OPERE COMPLEMENTARI E ACCESSORIE</b></p> <p><b>PIANO DELLE INDAGINI DIAGNOSTICHE</b></p>	<p>REGIONE SICILIANA</p> 
<p>II122F IN-STR- RT-001-01</p>	<p>RELAZIONE TECNICA GENERALE</p>	<p>Pag. 7 di 77</p>

Le opere oggetto di studio sono:

1. casa di guardia
2. sfioratore a calice sinistro
3. sfioratore a calice destro
4. torrino aeroforo sinistro
5. torrino aeroforo destro
6. torre paratoie scarico di fondo e derivazione
7. opera di imbocco galleria scarico di fondo
8. galleria scarico di fondo - primo tratto (dall'imbocco al torrino paratoie scarico di fondo)
9. galleria scarico di fondo - secondo tratto (dal torrino paratoie scarico di fondo allo sfioratore a calice destro)
10. galleria scarico di fondo - terzo tratto (dallo sfioratore a calice destro alla vasca di dissipazione)
11. galleria scarico di superficie (dallo sfioratore a calice sinistro alla vasca di dissipazione)
12. vasca di dissipazione
13. canale di restituzione in alveo
14. torrino discenderia ai canali di raccolte delle acque di drenaggio
15. cunicoli d'ispezione delle acque di drenaggio
16. carroponte pozzo paratoie scarico di fondo

 REPUBBLICA ITALIANA	Assessorato Regionale dell'Energia e dei Servizi di Pubblica Utilità Dipartimento Regionale Dell'Acqua e dei Rifiuti  <b>DIGA GIBBESI</b> <b>OPERE COMPLEMENTARI E ACCESSORIE</b> <b>PIANO DELLE INDAGINI DIAGNOSTICHE</b>	REGIONE SICILIANA 
II122F IN-STR- RT-001-01	RELAZIONE TECNICA GENERALE	Pag. 8 di 77



## 2. INQUADRAMENTO DELL'OPERA

Il bacino imbrifero della diga Gibbesi, alla sezione di sbarramento, è di circa 1160 km<sup>2</sup> e ricade nei territori comunali di Naro, Canicattì, Delia, e Sommatino.

La diga Gibbesi è del tipo in materiali sciolti con nucleo di tenuta centrale e struttura zonata. Planimetricamente essa presenta un andamento mistilineo con sviluppo complessivo al coronamento di 607 m circa. La sommità del rilevato, larga circa 8.00 m, è posta alla quota 236.00 m s.m., con altezza totale dello sbarramento di 46.00 m. I paramenti di monte e di valle, entrambi rinalzati da colmate al piede, sono caratterizzati da pendenze variabili tra 6/1 e 2/1. La struttura interna del rilevato è costituita da un nucleo centrale in limi argillosi, con larghezza minima, in sommità, di 4.50 m ed i paramenti inclinati di 1/4, immorsato mediante un taglione nelle argille di base. A ridosso del nucleo sono disposti, verso monte, una transizione in calcarenite e, verso valle, un filtro a tre strati, con granulometria crescente. Sia la transizione che i filtri ricoprono anche la superficie d'imposta. Entrambi i rinfianchi sono realizzati in materiale calcareo, tout-venant nella parte interna e selezionato verso i paramenti. In particolare, sul lato di monte si è effettuata la posa di materiale calcareo a permeabilità crescente verso il paramento, protetto da uno strato di scogliera con spessore di 1.00 m. Il paramento di valle è invece rivestito con manto erboso.

Di seguito si riportano i dati principali dello sbarramento e dell'invaso, desunti dal progetto approvato.



Generalità	
Corso d'acqua principale	Torrente Gibbesi
Bacino principale	Fiume Salso
Corsi d'acqua allacciati	nessuno
Località	Contrada Canalotto
Comuni	Sommatino e Naro
Province	Caltanissetta e Agrigento
Classifica dell'opera di sbarramento	Diga in terra con nucleo verticale
Periodo di costruzione	1975 – 1992
Utilizzazione	Prevalentemente irriguo, in atto non utilizzata
Latitudine	13.984139°
Longitudine	37.315170°

REPUBBLICA ITALIANA 	Assessorato Regionale dell'Energia e dei Servizi di Pubblica Utilità Dipartimento Regionale Dell'Acqua e dei Rifiuti  <b>DIGA GIBBESI</b> <b>OPERE COMPLEMENTARI E ACCESSORIE</b> <b>PIANO DELLE INDAGINI DIAGNOSTICHE</b>	REGIONE SICILIANA 
II122F IN-STR- RT-001-01	RELAZIONE TECNICA GENERALE	Pag. 9 di 77



**Figura 2-1: Diga Gibbesi – Ortofoto**

<b>Dati principali della diga – rif. Scheda Tecnica di sintesi della Diga e degli impianti</b>		
Altezza della diga (D.M. del 24/3/1982)	46.00	m
Altezza della diga (L. 584/1994)	30.00	m
Altezza di massima ritenuta	31.50	m
Quota di coronamento	236.00	m s.m.
Franco (D.M. n. 44 del 24/3/1982)	4.50	m
Franco netto (D.M. n. 44 del 24/3/1982)	4.01	m
Sviluppo del coronamento	607.00	m
Volume della diga	1,720,000	m <sup>3</sup>
Grado di sismicità (S) assunto in progetto	9	
Classifica ai sensi del D.M. n. 44 del 24/03/1982	B-b	

 REPUBBLICA ITALIANA	Assessorato Regionale dell'Energia e dei Servizi di Pubblica Utilità Dipartimento Regionale Dell'Acqua e dei Rifiuti  <b>DIGA GIBBESI</b> <b>OPERE COMPLEMENTARI E ACCESSORIE</b> <b>PIANO DELLE INDAGINI DIAGNOSTICHE</b>	REGIONE SICILIANA 
II122F IN-STR- RT-001-01	RELAZIONE TECNICA GENERALE	Pag. 10 di 77

Dati principali dell'invaso - rif. Scheda Tecnica di sintesi della Diga e degli impianti		
Quota di massimo invaso	231.50	m s.m.
Quota massima di regolazione	229.00	m s.m.
Quota minima di regolazione	219.00	m s.m.
Superficie specchio liquido quota di massimo invaso	1.29	km <sup>2</sup>
Superficie specchio liquido quota di max regolazione	1.13	km <sup>2</sup>
Superficie specchio liquido quota di minima regolazione	0.35	km <sup>2</sup>
Volume totale di invaso (D.M. 24/3/1982)	14.0 x 10 <sup>6</sup>	m <sup>3</sup>
Volume di invaso (L. 5841/1994)	11.40 x 10 <sup>6</sup>	m <sup>3</sup>
Volume utile di regolazione	7.90 x 10 <sup>6</sup>	m <sup>3</sup>
Volume di laminazione	2.6 x 10 <sup>6</sup>	m <sup>3</sup>
Superficie bacino imbrifero sotteso	116.00	km <sup>2</sup>
Portata di massima piena di progetto	1400	m <sup>3</sup> /s
Tempo di ritorno	1000	anni

## 2.1. Condizioni gestionali attuali

Allo stato l'opera è in esercizio sperimentale (con nota R.I.D. prot. 6727 del 11/08/2006 è stato autorizzato l'invaso fino a quota massima di 217.00 m s.m.) ed è in corso il collaudo ai sensi dell'art. 14 del DPR 1363/59.

A causa di molteplici fattori, tra i quali, il crollo di porzioni significative dei muri andatori in destra e in sinistra idraulica della vasca di dissipazione, con nota prot. 1907 del 15/11/2013, l'UTD di Palermo, Ministero Infrastrutture – Direzione Generale per le Dighe- ha fissato in m 212,50 s.m. la massima quota esercibile dell'invaso, destinando la quota m 217.00 s.m. al sopraggiungere di eccezionali eventi di piena.

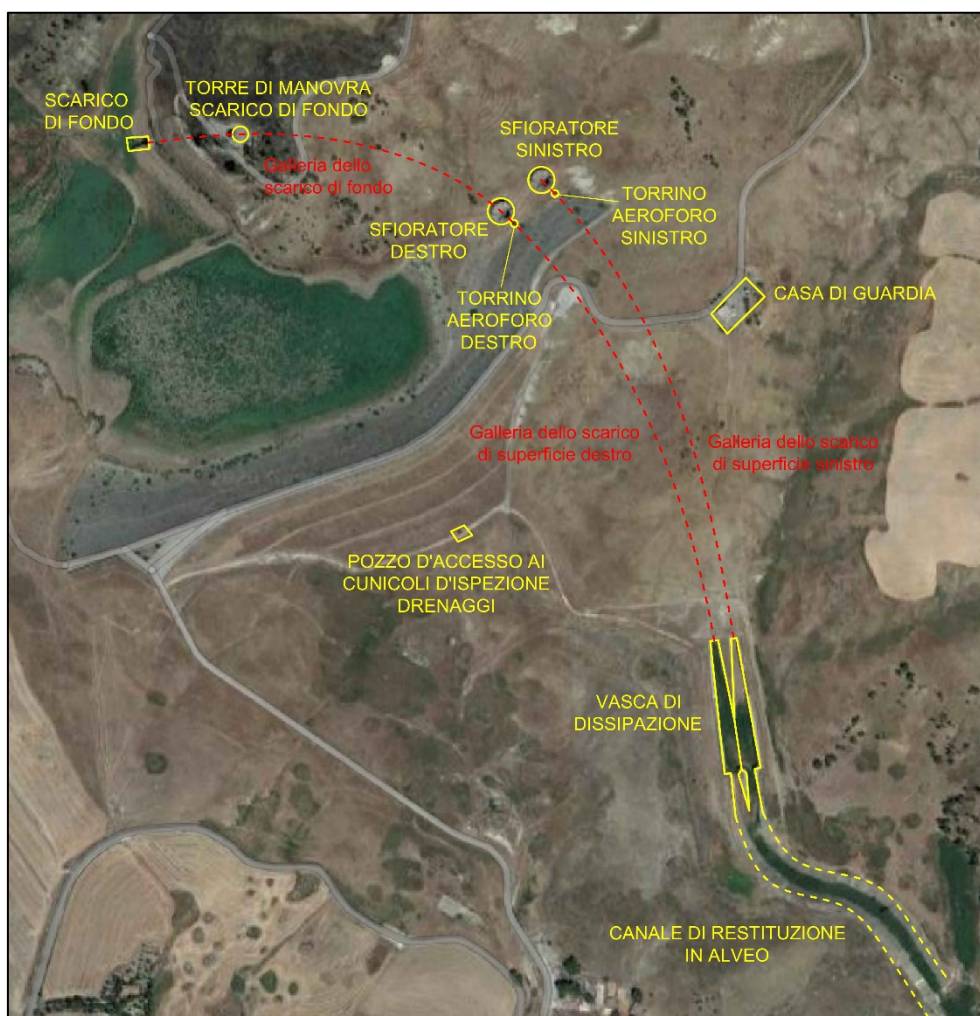
Relativamente al bilancio idraulico, si evidenzia la derivazione è stata attivata negli ultimi anni solo per fini irrigui durante la stagione estiva, per circa 800,000 m<sup>3</sup> d'acqua/anno; la condotta di derivazione, realizzata in acciaio DN 900 – originariamente destinata a servire l'area industriale di Licata e il suo comprensorio irriguo – non è mai stata ultimata; la parte realizzata è lunga circa 6 km, di cui i primi 1.5 km, immediatamente a valle dello sbarramento di ritenuta, si sviluppano seguendo la vasca di dissipazione e il canale di inalveazione; il punto di consegna al CB di Caltanissetta è in corrispondenza dell'innesto della strada di accesso all'impianto con la S.S. 557.



REPUBBLICA ITALIANA 	Assessorato Regionale dell'Energia e dei Servizi di Pubblica Utilità Dipartimento Regionale Dell'Acqua e dei Rifiuti  <b>DIGA GIBBESI</b>  <b>OPERE COMPLEMENTARI E ACCESSORIE</b>  <b>PIANO DELLE INDAGINI DIAGNOSTICHE</b>	REGIONE SICILIANA 
II122F IN-STR- RT-001-01	RELAZIONE TECNICA GENERALE	Pag. 11 di 77

### 3. DESCRIZIONE DELLE OPERE ACCESSORIE E DOCUMENTAZIONE DISPONIBILE


Secondo quanto definito dal DM 26/06/2014 “Norme tecniche per la progettazione e la costruzione degli sbarramenti di ritenuta (dighe e traverse)” le opere complementari e accessorie sono “opere direttamente connesse alla sicurezza e alla funzionalità degli impianti di ritenuta, ivi compresi [...] la casa di guardia, la viabilità di servizio, le opere di adduzione di derivazione dal serbatoio” e quindi gli organi di scarico, ovvero l’ “insieme delle opere civili e impiantistiche necessarie per lo scarico, libero o volontario, dell’acqua invasata”.



**Figura 3-1: Diga Gibbesi – Vista aerea dello sbarramento con indicazione schematica di alcune delle opere accessorie oggetto di studio**





<p>REPUBBLICA ITALIANA</p> 	<p>Assessorato Regionale dell'Energia e dei Servizi di Pubblica Utilità Dipartimento Regionale Dell'Acqua e dei Rifiuti</p> <p><b>DIGA GIBBESI</b></p> <p><b>OPERE COMPLEMENTARI E ACCESSORIE</b></p> <p><b>PIANO DELLE INDAGINI DIAGNOSTICHE</b></p>	<p>REGIONE SICILIANA</p> 
<p>II122F IN-STR- RT-001-01</p>	<p>RELAZIONE TECNICA GENERALE</p>	<p>Pag. 13 di 77</p>

### 3.1. Casa di guardia

La casa di guardia è un edificio interamente realizzato con struttura portante intelaiata e setti in c.a. e si trova in posizione centrale nel piazzale che domina lo sbarramento, in sinistra idraulica rispetto a quest'ultimo. A base rettangolare di dimensioni massime 14.05 x 14.95 m organizzato su n. 2 livelli (piano terra e piano primo), ha un'organizzazione spaziale e funzionale simmetrica: il piano terra destinato a magazzino, ricovero attrezzi ed officina, il primo piano alle attività lavorative e alle funzionalità logistiche dei guardiani.



La struttura è stata realizzata con cemento del tipo  $R_{ck} = 250 \text{ kg/cm}^2$  e armature FeB44K.



Figura 3-3: Casa di guardia - Prospetto

#### 3.1.1. Documentazione originale

Per quest'opera sono disponibili i disegni originali del progetto generale del 1972 e del progetto esecutivo della casa di guardia del 1985. Inoltre, è disponibile la relazione di calcolo del 1985.

REPUBBLICA ITALIANA 	Assessorato Regionale dell'Energia e dei Servizi di Pubblica Utilità Dipartimento Regionale Dell'Acqua e dei Rifiuti  <b>DIGA GIBBESI</b> <b>OPERE COMPLEMENTARI E ACCESSORIE</b> <b>PIANO DELLE INDAGINI DIAGNOSTICHE</b>	REGIONE SICILIANA 
II122F IN-STR- RT-001-01	RELAZIONE TECNICA GENERALE	Pag. 14 di 77

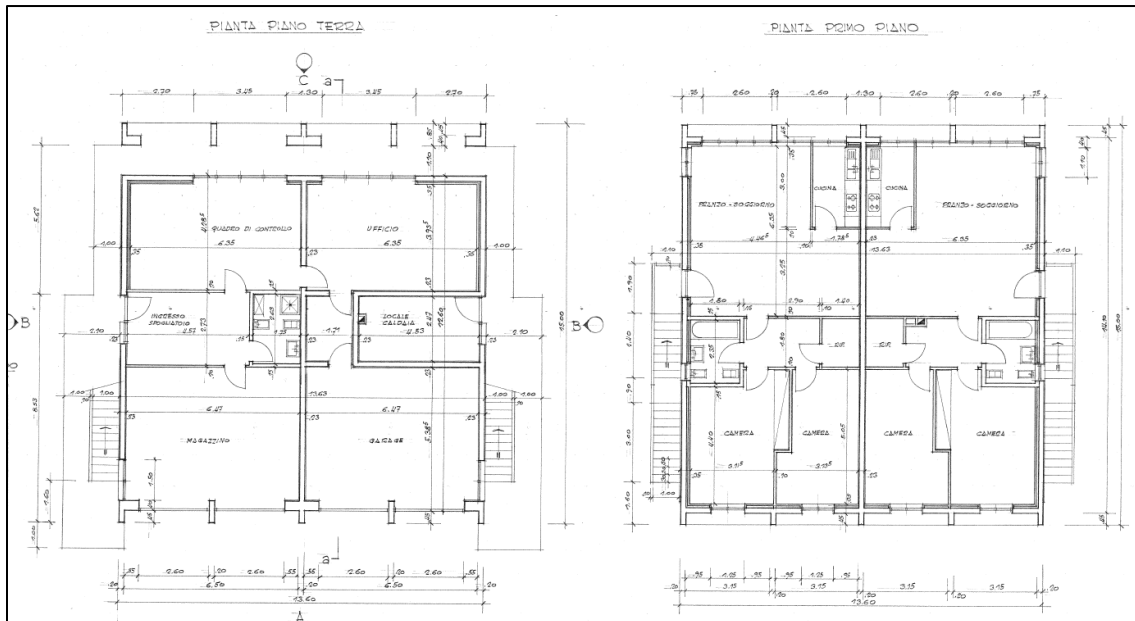


Figura 3-4: Casa di guardia – Pianta piano terra e primo piano (progetto esecutivo 1985)

### 3.2. Sforatori a calice (destro, sinistro) e torrini aerofori (destro, sinistro)

Lo scarico di superficie è costituito da due sfioratori a calice affiancati, del diametro di 29.00 m ciascuno, ubicati in corrispondenza di un'incisione a monte della diga. I calici sono seguiti da due gallerie circolari di 8.00 m di diametro ciascuna; quella di sinistra è lunga 621.00 m, mentre quella di destra è lunga 597.00 m.

Il dimensionamento degli scarichi di superficie consente di evacuare la portata millenaria di  $1380 \text{ m}^3/\text{s}$  senza ingolfamento, sfruttando anche la capacità di laminazione del serbatoio.

Immediatamente a valle degli sfioratori sono posti due torrini aerofori, uno per ogni calice, di diametro 2.90 m.



<p>REPUBBLICA ITALIANA</p> 	<p>Assessorato Regionale dell'Energia e dei Servizi di Pubblica Utilità Dipartimento Regionale Dell'Acqua e dei Rifiuti</p> <p><b>DIGA GIBBESI</b></p> <p><b>OPERE COMPLEMENTARI E ACCESSORIE</b></p> <p><b>PIANO DELLE INDAGINI DIAGNOSTICHE</b></p>	<p>REGIONE SICILIANA</p> 
<p>II122F IN-STR- RT-001-01</p>	<p>RELAZIONE TECNICA GENERALE</p>	<p>Pag. 15 di 77</p>





Figura 3-5: Sfiatori a calice e torrini aerofori (destra e sinistra)



Figura 3-6: Sfiatore a calice sinistro con torrino aeroforo





<p>REPUBBLICA ITALIANA</p> 	<p>Assessorato Regionale dell'Energia e dei Servizi di Pubblica Utilità Dipartimento Regionale Dell'Acqua e dei Rifiuti</p> <p><b>DIGA GIBBESI</b></p> <p><b>OPERE COMPLEMENTARI E ACCESSORIE</b></p> <p><b>PIANO DELLE INDAGINI DIAGNOSTICHE</b></p>	<p>REGIONE SICILIANA</p> 
<p>II122F IN-STR- RT-001-01</p>	<p>RELAZIONE TECNICA GENERALE</p>	<p>Pag. 17 di 77</p>

Alla base della torre sono presenti le saracinesche per la movimentazione di due paratoie dello scarico di fondo, 3.46 x 1.73 m, e si innesta un tubo aeroforo Ø1100 che immette aria nella galleria dello scarico di fondo a valle delle paratoie. Alla base della torre si accede mediante scale alla marinara.


Nel locale in cima alla torre è presente un carroponete usato per la movimentazione di oggetti all'interno della torre stessa.



**Figura 3-8: Torre paratoie scarico di fondo e derivazione**



**Figura 3-9: Torre paratoie scarico di fondo e derivazione**

<p>REPUBBLICA ITALIANA</p> 	<p>Assessorato Regionale dell'Energia e dei Servizi di Pubblica Utilità Dipartimento Regionale Dell'Acqua e dei Rifiuti</p> <p><b>DIGA GIBBESI</b></p> <p><b>OPERE COMPLEMENTARI E ACCESSORIE</b></p> <p><b>PIANO DELLE INDAGINI DIAGNOSTICHE</b></p>	<p>REGIONE SICILIANA</p> 
<p>II122F IN-STR- RT-001-01</p>	<p>RELAZIONE TECNICA GENERALE</p>	<p>Pag. 18 di 77</p>



**Figura 3-10: Torre di manovra – Interno della torre, con le scale alla marinara, il tubo aeroforo e le due saracinesche**



**Figura 3-11: Torre di manovra - Carroponte**



REPUBBLICA ITALIANA 	Assessorato Regionale dell'Energia e dei Servizi di Pubblica Utilità Dipartimento Regionale Dell'Acqua e dei Rifiuti  <b>DIGA GIBBESI</b> <b>OPERE COMPLEMENTARI E ACCESSORIE</b> <b>PIANO DELLE INDAGINI DIAGNOSTICHE</b>	REGIONE SICILIANA 
II122F IN-STR- RT-001-01	RELAZIONE TECNICA GENERALE	Pag. 19 di 77

### 3.3.1. Documentazione originale

Per quest'opera sono disponibili i disegni originali del progetto generale del 1972 e del progetto esecutivo del 1985.

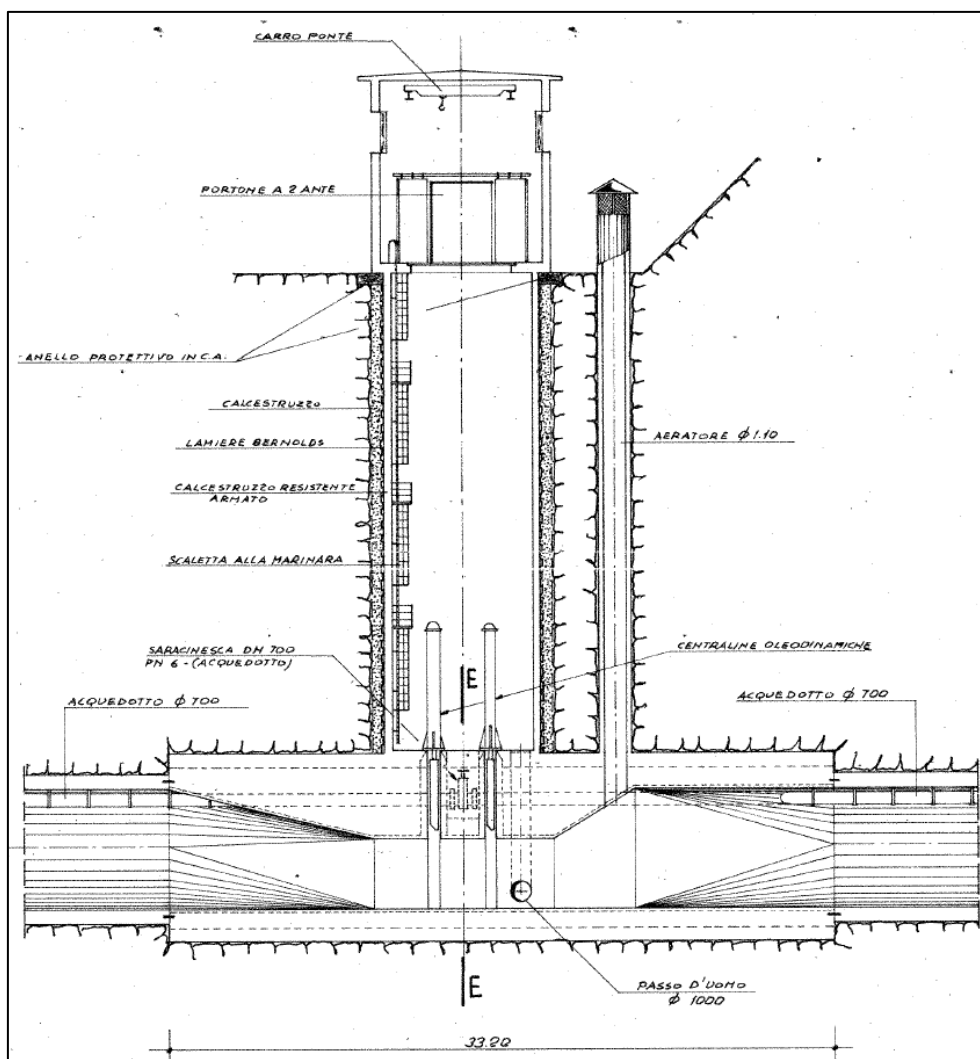

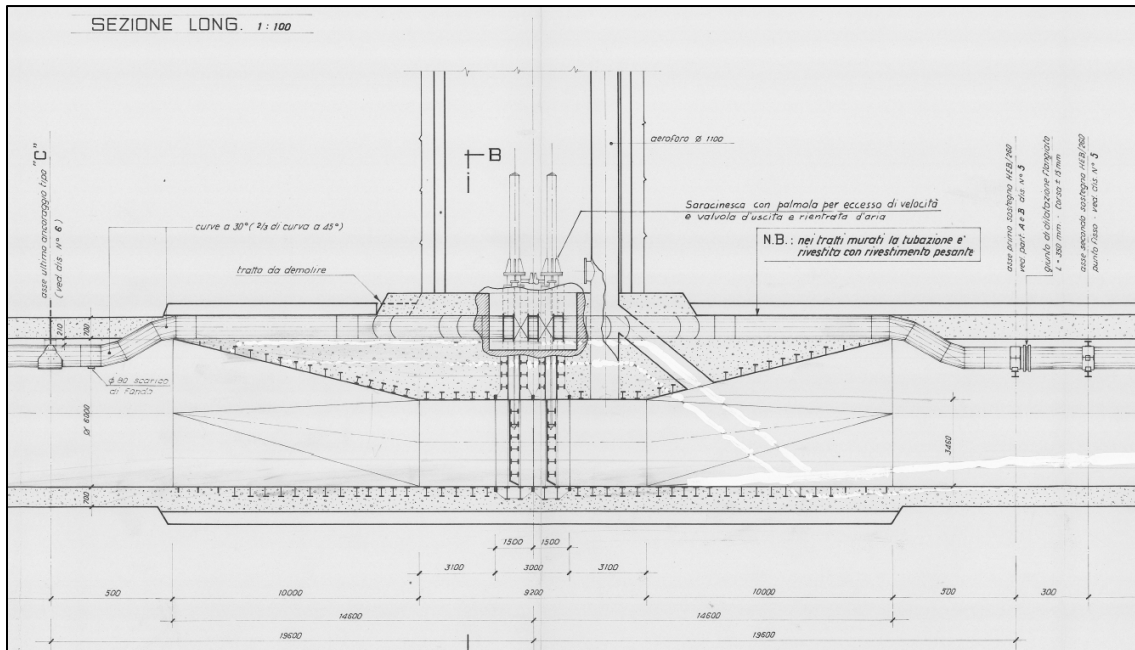


Figura 3-12: Torre di presa - Sezione

<p>REPUBBLICA ITALIANA</p> 	<p>Assessorato Regionale dell'Energia e dei Servizi di Pubblica Utilità Dipartimento Regionale Dell'Acqua e dei Rifiuti</p> <p><b>DIGA GIBBESI</b></p> <p><b>OPERE COMPLEMENTARI E ACCESSORIE</b></p> <p><b>PIANO DELLE INDAGINI DIAGNOSTICHE</b></p>	<p>REGIONE SICILIANA</p> 
<p>II122F IN-STR- RT-001-01</p>	<p>RELAZIONE TECNICA GENERALE</p>	<p>Pag. 20 di 77</p>



**Figura 3-13: Torre di presa – Particolare della base con le paratoic**

### 3.4. Opera di imbocco galleria scarico di fondo

Lo scarico di fondo imbocca a quota 213.00 m s.m. e si sviluppa quindi con una galleria circolare di 6.00 m di diametro e della lunghezza di 470 m circa, al termine della quale si innesta lo sfioratore a calice di destra. La portata di progetto dello scarico di fondo è di 110 m<sup>3</sup>/s.

Le gallerie sono state realizzate quasi esclusivamente a foro cieco, con scavo a sezione piena, eccettuati alcuni brevissimi tratti all'imbocco ed allo sbocco, in cui si è proceduto in artificiale. La derivazione si effettua a mezzo di una condotta di presa di diametro DN 900 posta all'interno della galleria dello scarico di fondo, a partire dall'opera di imbocco dello scarico di fondo. La tubazione è sostenuta al di sotto dell'intradosso della calotta da putrelle metalliche ammassate nella struttura portante della galleria.



REPUBBLICA ITALIANA 	Assessorato Regionale dell'Energia e dei Servizi di Pubblica Utilità Dipartimento Regionale Dell'Acqua e dei Rifiuti  <b>DIGA GIBBESI</b> <b>OPERE COMPLEMENTARI E ACCESSORIE</b> <b>PIANO DELLE INDAGINI DIAGNOSTICHE</b>	REGIONE SICILIANA 
II122F IN-STR- RT-001-01	RELAZIONE TECNICA GENERALE	Pag. 21 di 77



**Figura 3-14: Opera di imbocco dello scarico di fondo**

#### 3.4.1. Documentazione originale

Per quest'opera sono disponibili i disegni originali del progetto generale del 1972, del progetto del 1978 e del progetto esecutivo del 1981. Inoltre, sono disponibili alcune relazioni di calcolo.

<p>REPUBBLICA ITALIANA</p> 	<p>Assessorato Regionale dell'Energia e dei Servizi di Pubblica Utilità Dipartimento Regionale Dell'Acqua e dei Rifiuti</p> <p><b>DIGA GIBBESI</b></p> <p><b>OPERE COMPLEMENTARI E ACCESSORIE</b></p> <p><b>PIANO DELLE INDAGINI DIAGNOSTICHE</b></p>	<p>REGIONE SICILIANA</p> 
<p>II122F IN-STR- RT-001-01</p>	<p>RELAZIONE TECNICA GENERALE</p>	<p>Pag. 22 di 77</p>

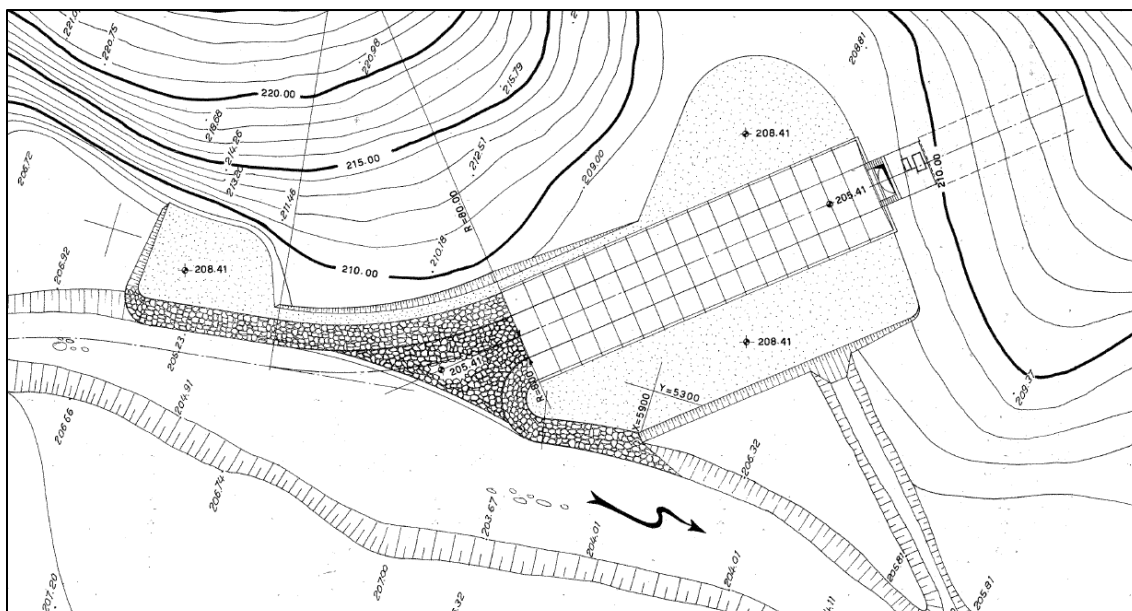


Figura 3-15: Opera di imbocco scarico di fondo - Planimetria

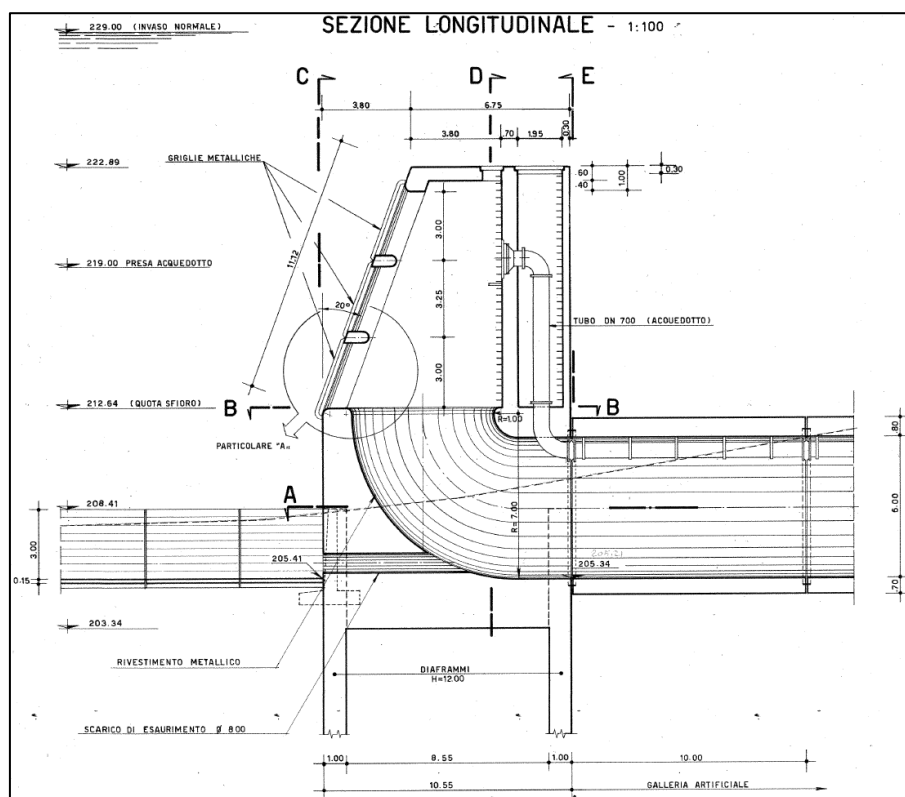



Figura 3-16: Opera di imbocco scarico di fondo – Sezione longitudinale

REPUBBLICA ITALIANA 	Assessorato Regionale dell'Energia e dei Servizi di Pubblica Utilità Dipartimento Regionale Dell'Acqua e dei Rifiuti  <b>DIGA GIBBESI</b> <b>OPERE COMPLEMENTARI E ACCESSORIE</b> <b>PIANO DELLE INDAGINI DIAGNOSTICHE</b>	REGIONE SICILIANA 
II122F IN-STR- RT-001-01	RELAZIONE TECNICA GENERALE	Pag. 23 di 77



### 3.5. Galleria dello scarico di fondo

La galleria dello scarico di fondo incomincia dall'opera di presa e prosegue per 112.45 m fino alla torre di manovra con sezione circolare di diametro 6.00 m. Passato il restringimento in prossimità delle paratoie, la galleria prosegue con le stesse caratteristiche sino a raggiungere lo sfioratore a calice destro, 364.49 m più a valle. In quel punto la galleria si innesta in quella, più larga, dello sfioratore a calice destro che prosegue altri 597.00 m, con un diametro di 8.00 m, fino alla vasca di dissipazione.



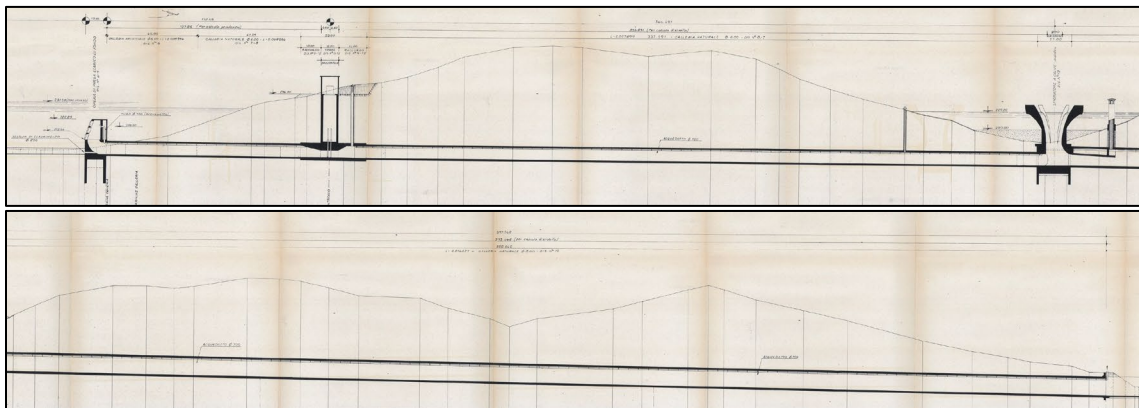
Figura 3-17: Galleria dello scarico di fondo – Vista dello sbocco nella vasca di dissipazione



REPUBBLICA ITALIANA 	Assessorato Regionale dell'Energia e dei Servizi di Pubblica Utilità Dipartimento Regionale Dell'Acqua e dei Rifiuti  <b>DIGA GIBBESI</b>  <b>OPERE COMPLEMENTARI E ACCESSORIE</b>  <b>PIANO DELLE INDAGINI DIAGNOSTICHE</b>	REGIONE SICILIANA 
II122F IN-STR- RT-001-01	RELAZIONE TECNICA GENERALE	Pag. 24 di 77

### 3.5.1. Documentazione originale


Per quest'opera sono disponibili i disegni originali del progetto generale del 1972 e del progetto esecutivo del 1981. Inoltre, sono disponibili alcune relazioni di calcolo sui raccordi.



**Figura 3-18: Galleria scarico di fondo – Sezione longitudinale**

### 3.6. Galleria scarico di superficie sinistro

La galleria dello scarico di superficie sinistro parte dal calice sinistro, si sviluppa per 621.24 m a sezione circolare di diametro 8.00 m e termina riversandosi nella vasca di dissipazione posta a valle della diga.

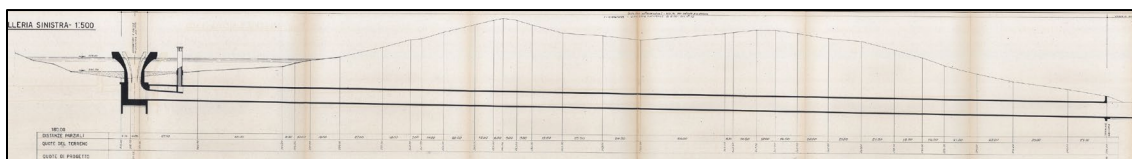
REPUBBLICA ITALIANA 	Assessorato Regionale dell'Energia e dei Servizi di Pubblica Utilità Dipartimento Regionale Dell'Acqua e dei Rifiuti  <b>DIGA GIBBESI</b> <b>OPERE COMPLEMENTARI E ACCESSORIE</b> <b>PIANO DELLE INDAGINI DIAGNOSTICHE</b>	REGIONE SICILIANA 
II122F IN-STR- RT-001-01	RELAZIONE TECNICA GENERALE	Pag. 25 di 77



**Figura 3-19: Galleria scarico di superficie sinistro – Vista dello sbocco nella vasca di dissipazione**

### 3.6.1. Documentazione originale

Per quest'opera sono disponibili i disegni originali del progetto generale del 1972 e del progetto esecutivo del 1981. Inoltre, sono disponibili alcune relazioni di calcolo sui raccordi.




**Figura 3-20: Galleria scarico di superficie sinistro – Sezione longitudinale**

### 3.7. Vasca di dissipazione e canale di restituzione in alveo

Le opere di scarico comprendono anche una vasca di dissipazione lunga 60.00 m e larga 42.00 m, in cui vengono riversate le acque provenienti dalle gallerie di destra e di sinistra, ed il canale di restituzione. Particolare cura progettuale è stata posta nella realizzazione di quest'ultimo, infatti l'ampia ansa trasversale che il torrente Gibbesi presenta ortogonalmente alla vasca impone di accompagnare la corrente per una certa lunghezza prima di restituirla all'alveo naturale. Il canale, rivestito in lastre di c.a., ha forma trapezia, con un primo tratto di raccordo con la vasca di dissipazione, e si estende per 351 m circa.



<p>REPUBBLICA ITALIANA</p> 	<p>Assessorato Regionale dell'Energia e dei Servizi di Pubblica Utilità Dipartimento Regionale Dell'Acqua e dei Rifiuti</p> <p><b>DIGA GIBBESI</b></p> <p><b>OPERE COMPLEMENTARI E ACCESSORIE</b></p> <p><b>PIANO DELLE INDAGINI DIAGNOSTICHE</b></p>	<p>REGIONE SICILIANA</p> 
<p>II122F IN-STR- RT-001-01</p>	<p>RELAZIONE TECNICA GENERALE</p>	<p>Pag. 26 di 77</p>





**Figura 3-21: Vasca di dissipazione – Sbocco della galleria dello scarico di fondo**



**Figura 3-22: Vasca di dissipazione – Sbocco della galleria scarico di superficie sinistro**





<p>REPUBBLICA ITALIANA</p> 	<p>Assessorato Regionale dell'Energia e dei Servizi di Pubblica Utilità Dipartimento Regionale Dell'Acqua e dei Rifiuti</p> <p><b>DIGA GIBBESI</b></p> <p><b>OPERE COMPLEMENTARI E ACCESSORIE</b></p> <p><b>PIANO DELLE INDAGINI DIAGNOSTICHE</b></p>	<p>REGIONE SICILIANA</p> 
<p>II122F IN-STR- RT-001-01</p>	<p>RELAZIONE TECNICA GENERALE</p>	<p>Pag. 27 di 77</p>



**Figura 3-23: Vasca di dissipazione**



**Figura 3-24: Canale di restituzione in alveo**

<p>REPUBBLICA ITALIANA</p> 	<p>Assessorato Regionale dell'Energia e dei Servizi di Pubblica Utilità Dipartimento Regionale Dell'Acqua e dei Rifiuti</p> <p><b>DIGA GIBBESI</b></p> <p><b>OPERE COMPLEMENTARI E ACCESSORIE</b></p> <p><b>PIANO DELLE INDAGINI DIAGNOSTICHE</b></p>	<p>REGIONE SICILIANA</p> 
<p>II122F IN-STR- RT-001-01</p>	<p>RELAZIONE TECNICA GENERALE</p>	<p>Pag. 28 di 77</p>

### 3.7.1. Documentazione originale

Per quest'opera sono disponibili i disegni originali del progetto esecutivo del 1982, inoltre, sono disponibili alcune relazioni di calcolo.

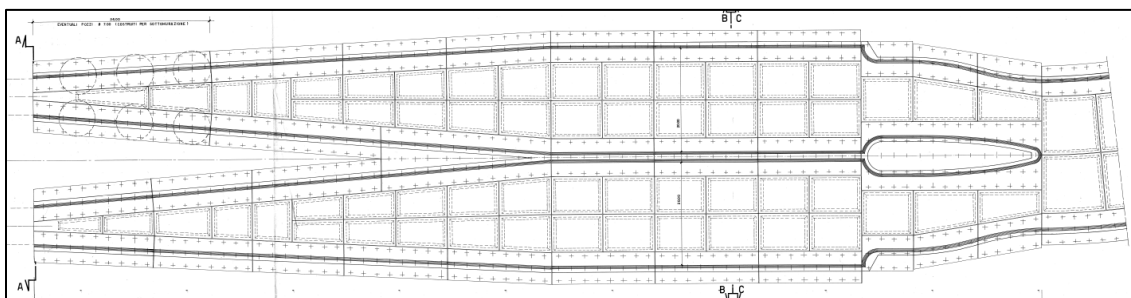


Figura 3-25: Vasca di dissipazione – Planimetria

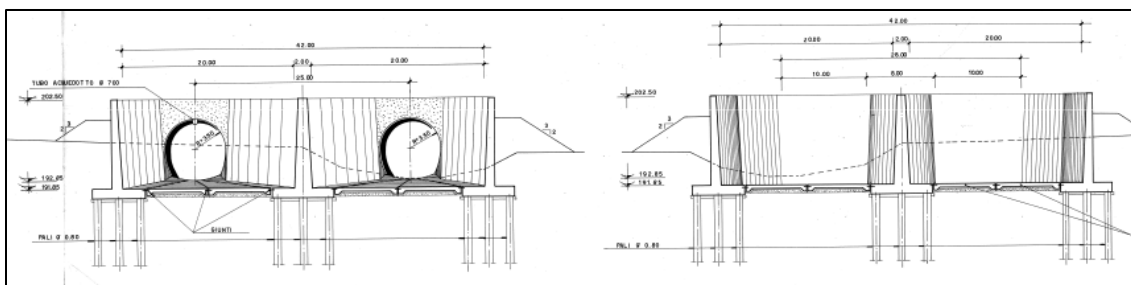


Figura 3-26: Vasca di dissipazione – Sezioni tipo

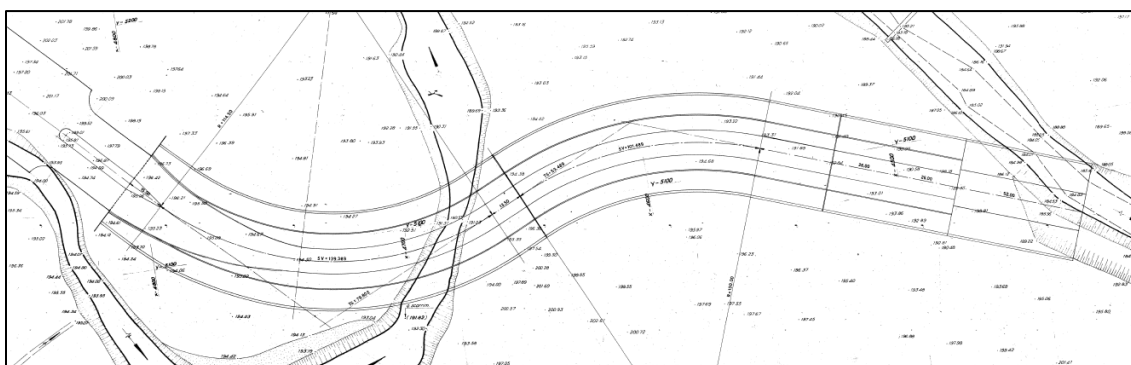



Figura 3-27: Canale di restituzione in alveo – Planimetria



<p>REPUBBLICA ITALIANA</p> 	<p>Assessorato Regionale dell'Energia e dei Servizi di Pubblica Utilità Dipartimento Regionale Dell'Acqua e dei Rifiuti</p> <p><b>DIGA GIBBESI</b></p> <p><b>OPERE COMPLEMENTARI E ACCESSORIE</b></p> <p><b>PIANO DELLE INDAGINI DIAGNOSTICHE</b></p>	<p>REGIONE SICILIANA</p> 
<p>II122F IN-STR- RT-001-01</p>	<p>RELAZIONE TECNICA GENERALE</p>	<p>Pag. 29 di 77</p>

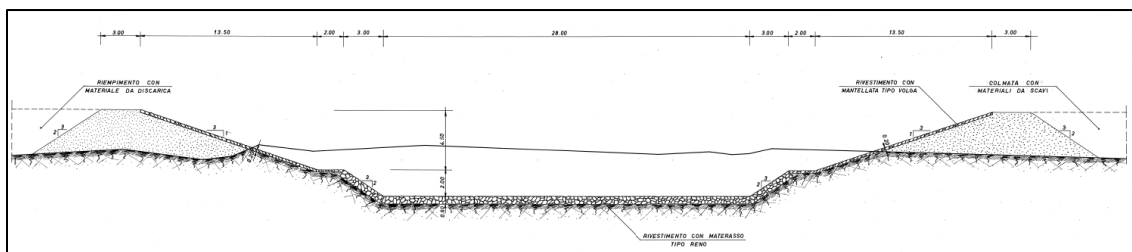




Figura 3-28: Canale di restituzione in alveo – Sezione trasversale

### 3.8. Cunicoli d'ispezione delle acque di drenaggio e torrino di discesa

Al piede del paramento di valle dello sbarramento si può accedere ai cunicoli d'ispezione delle acque di drenaggio attraverso un pozzo d'accesso. Il pozzo presenta alcune rampe di scale che permettono di scendere ad un livello di 193.70 m s.m. dove incomincia il cunicolo largo 1.20 m e alto 2.10 m.



Figura 3-29: Cunicoli di ispezione delle acque di drenaggio

REPUBBLICA ITALIANA 	Assessorato Regionale dell'Energia e dei Servizi di Pubblica Utilità Dipartimento Regionale Dell'Acqua e dei Rifiuti  <b>DIGA GIBBESI</b> <b>OPERE COMPLEMENTARI E ACCESSORIE</b> <b>PIANO DELLE INDAGINI DIAGNOSTICHE</b>	REGIONE SICILIANA 
II122F IN-STR- RT-001-01	RELAZIONE TECNICA GENERALE	Pag. 30 di 77

### 3.8.1. Documentazione originale

Per quest'opera sono disponibili pochi disegni originali, riportanti solamente la geometria e non le armature utilizzate.

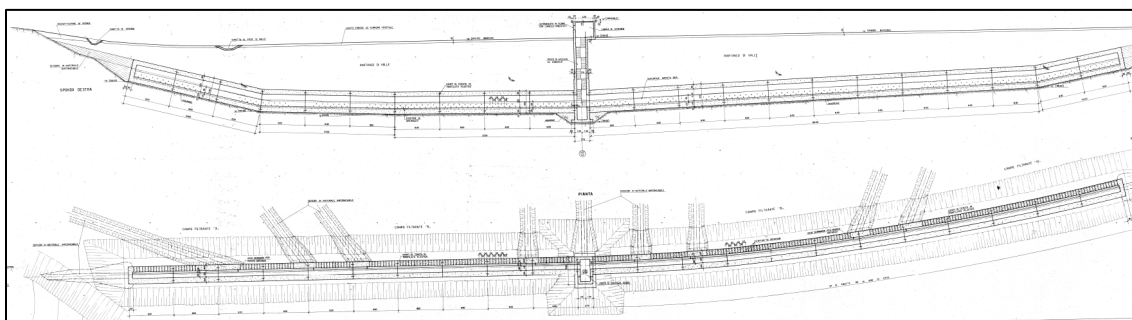


Figura 3-30: Cunicoli di ispezione delle acque di drenaggio – Planimetria e sezione longitudinale

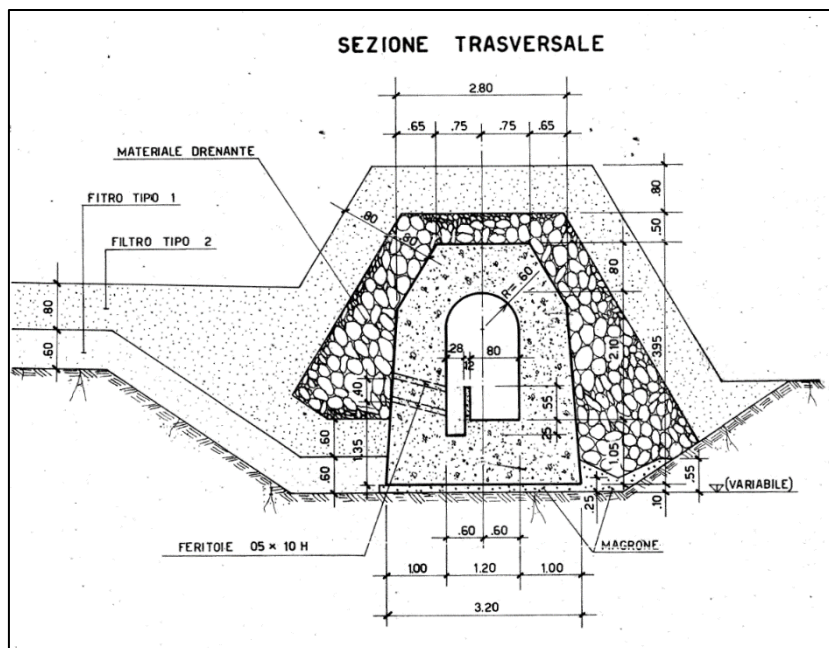



Figura 3-31: Cunicoli di ispezione delle acque di drenaggio – Sezione tipo

<p>REPUBBLICA ITALIANA</p> 	<p>Assessorato Regionale dell'Energia e dei Servizi di Pubblica Utilità Dipartimento Regionale Dell'Acqua e dei Rifiuti</p> <p><b>DIGA GIBBESI</b></p> <p><b>OPERE COMPLEMENTARI E ACCESSORIE</b></p> <p><b>PIANO DELLE INDAGINI DIAGNOSTICHE</b></p>	<p>REGIONE SICILIANA</p> 
<p>II122F IN-STR- RT-001-01</p>	<p>RELAZIONE TECNICA GENERALE</p>	<p>Pag. 31 di 77</p>

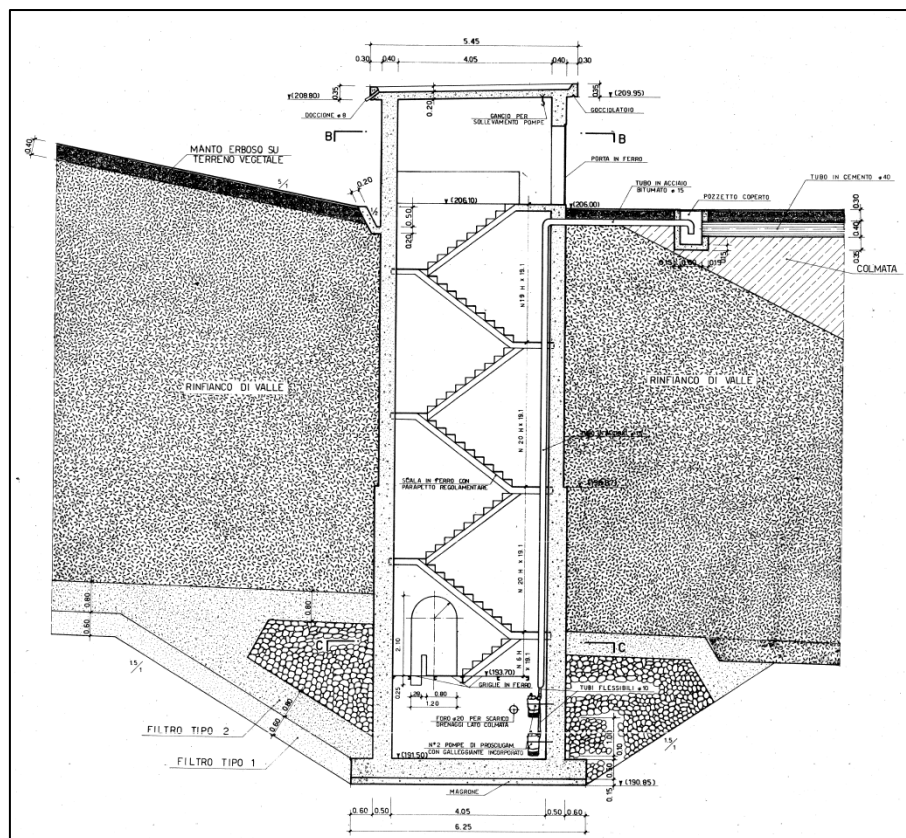


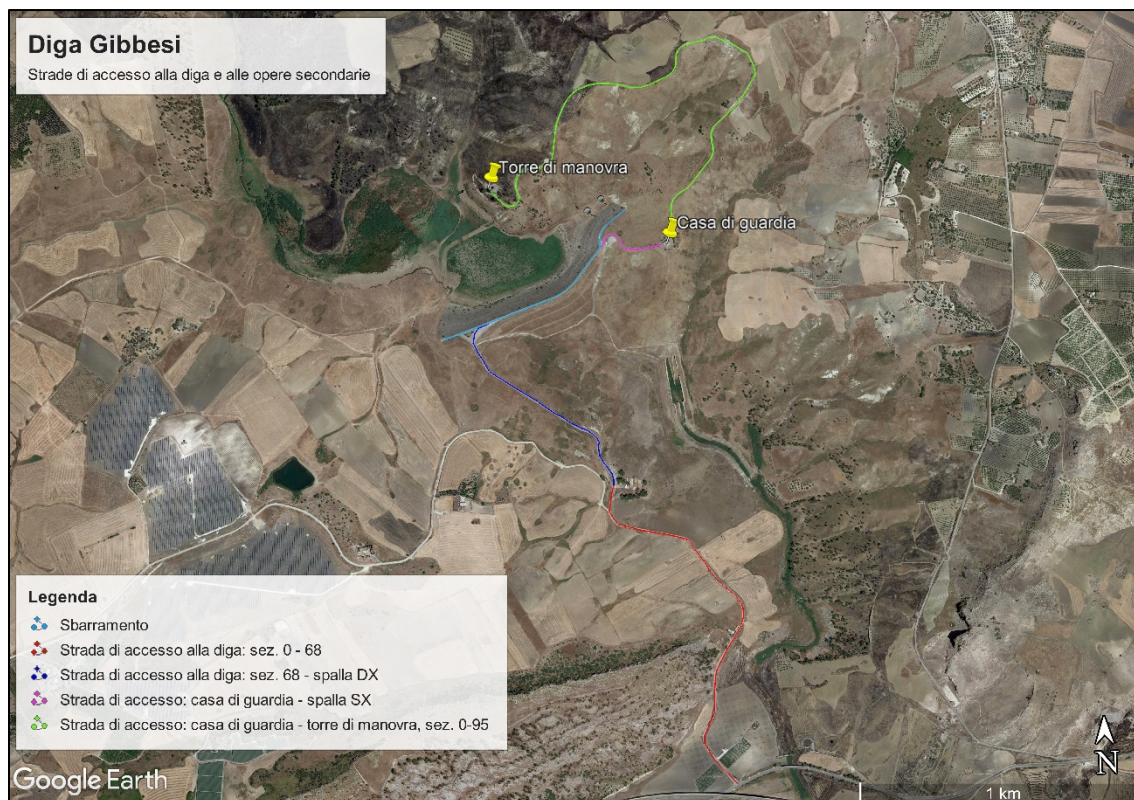
Figura 3-32: Pozzo d'accesso ai cunicoli di ispezione delle acque di drenaggio – Sezione

### 3.9. Muri di sostegno asserviti alla strada di accesso al coronamento e opere murarie minori

La strada di accesso al coronamento si sviluppa partendo dalla SS557 (che connette Sommatino a Ravanusa) e raggiunge la spalla destra dello sbarramento. Inoltre, è presente un corto tratto di strada che congiunge la spalla sinistra dello sbarramento al piazzale della casa di guardia.



<p>REPUBBLICA ITALIANA</p> 	<p>Assessorato Regionale dell'Energia e dei Servizi di Pubblica Utilità Dipartimento Regionale Dell'Acqua e dei Rifiuti</p> <p><b>DIGA GIBBESI</b></p> <p><b>OPERE COMPLEMENTARI E ACCESSORIE</b></p> <p><b>PIANO DELLE INDAGINI DIAGNOSTICHE</b></p>	<p>REGIONE SICILIANA</p> 
<p>II122F IN-STR- RT-001-01</p>	<p>RELAZIONE TECNICA GENERALE</p>	<p>Pag. 32 di 77</p>

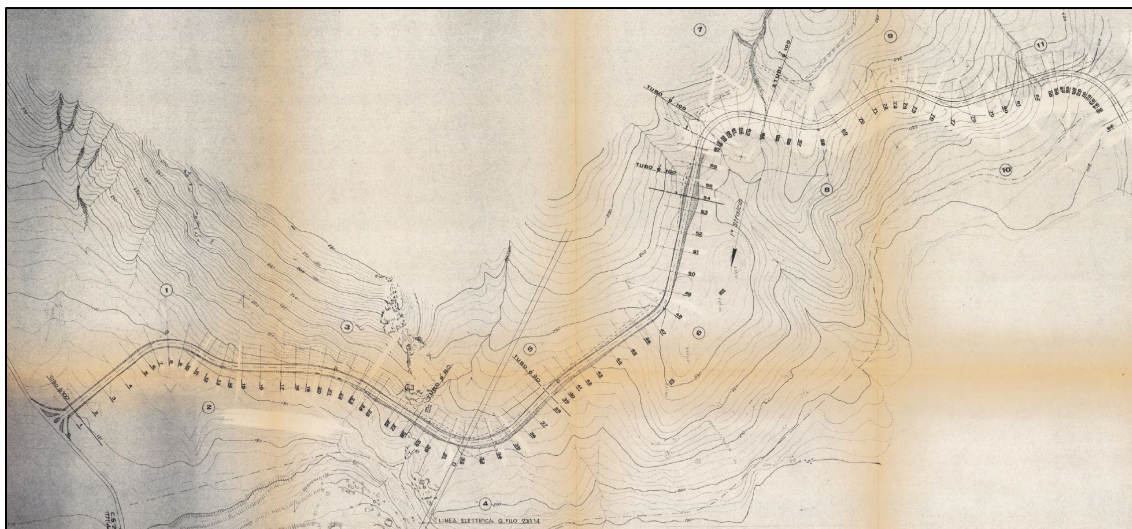


**Figura 3-33: Disposizione delle strade di accesso alla diga e alle sue opere accessorie**

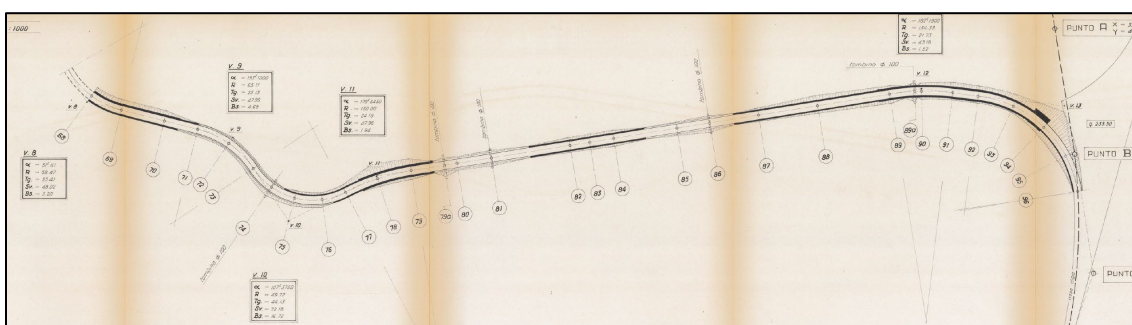
### 3.9.1. Documentazione originale

Per quest'opera sono disponibili diversi disegni originali con planimetrie, profili altimetrici e sezioni tipo.

<p>REPUBBLICA ITALIANA</p> 	<p>Assessorato Regionale dell'Energia e dei Servizi di Pubblica Utilità Dipartimento Regionale Dell'Acqua e dei Rifiuti</p> <p><b>DIGA GIBBESI</b></p> <p><b>OPERE COMPLEMENTARI E ACCESSORIE</b></p> <p><b>PIANO DELLE INDAGINI DIAGNOSTICHE</b></p>	<p>REGIONE SICILIANA</p> 
<p>II122F IN-STR- RT-001-01</p>	<p>RELAZIONE TECNICA GENERALE</p>	<p>Pag. 33 di 77</p>

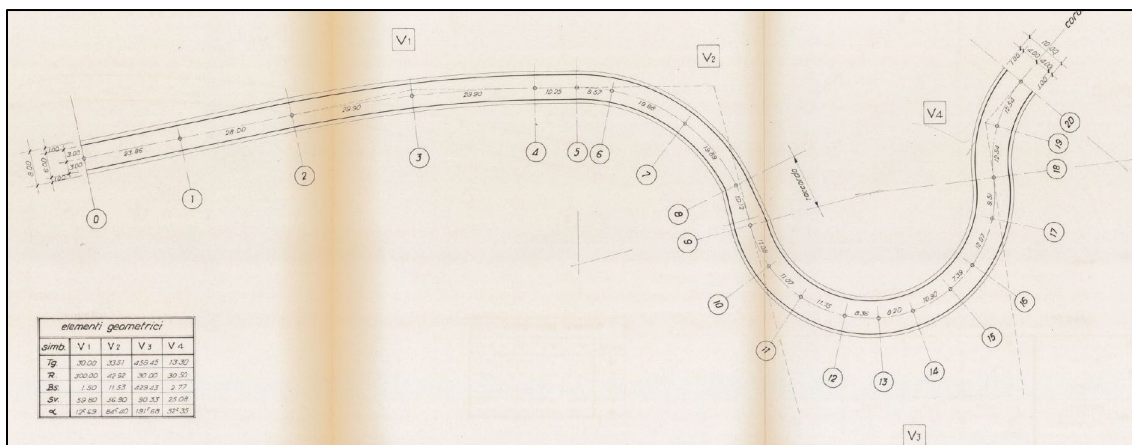


**Figura 3-34: Strada di accesso al coronamento – Planimetria tra la sezione 0 e la 68**



**Figura 3-35: Strada di accesso al coronamento – Planimetria tra la sezione 68 e la spalla destra dello sbarramento**






**Figura 3-36: Strada di accesso al coronamento – Planimetria del tratto di strada che congiunge la spalla sinistra dello sbarramento al piazzale della casa di guardia.**

### 3.10. Opere murarie minori (muri e tombini) a protezione della strada di collegamento piazzale casa di guardia – piazzale torre di presa

La strada di collegamento tra il piazzale casa di guardia e il piazzale della torre di presa si sviluppa per una lunghezza di circa m 2150, con andamento iniziale particolarmente tortuoso, e la seconda parte, con pendenze negative, più facilmente percorribile, accompagnata da opere d'arte di modesta entità, è larga quasi sempre m 4.00 ed è costituita da fondazione in tout-venant – poggiante, nelle sezioni in trincea, su uno strato di bonifica di sabbia anticapillare spesso cm 15 – e sovrastanti strati di conglomerato bituminoso; oltre ai piazzali iniziale e finale, sono presenti n° 3 piazzali di sosta.

<p>REPUBBLICA ITALIANA</p> 	<p>Assessorato Regionale dell'Energia e dei Servizi di Pubblica Utilità Dipartimento Regionale Dell'Acqua e dei Rifiuti</p> <p><b>DIGA GIBBESI</b></p> <p><b>OPERE COMPLEMENTARI E ACCESSORIE</b></p> <p><b>PIANO DELLE INDAGINI DIAGNOSTICHE</b></p>	<p>REGIONE SICILIANA</p> 
<p>II122F IN-STR- RT-001-01</p>	<p>RELAZIONE TECNICA GENERALE</p>	<p>Pag. 35 di 77</p>



**Figura 3-37: Strada di accesso al coronamento**



**Figura 3-38: Strada di accesso al coronamento**



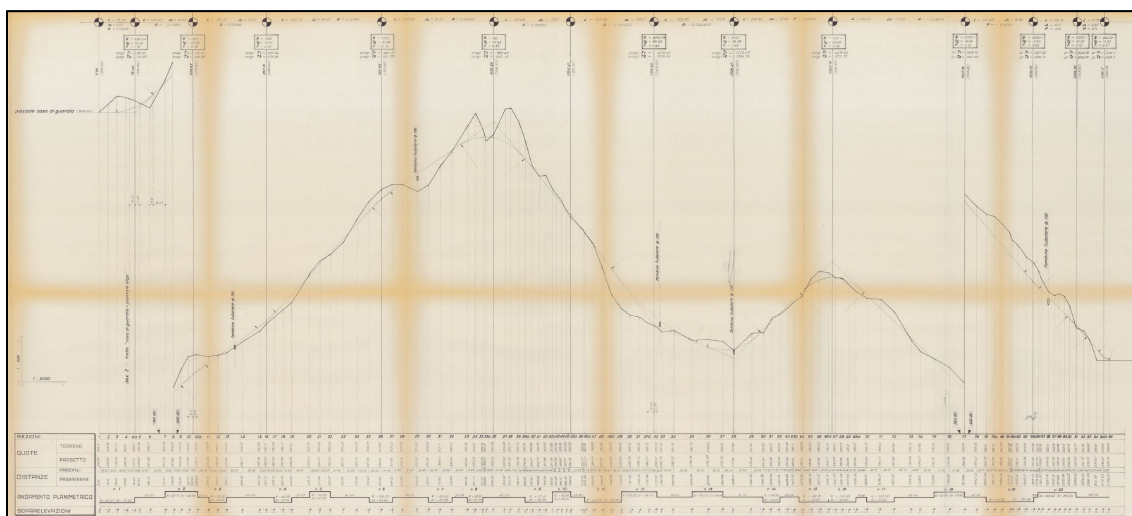
<p>REPUBBLICA ITALIANA</p> 	<p>Assessorato Regionale dell'Energia e dei Servizi di Pubblica Utilità Dipartimento Regionale Dell'Acqua e dei Rifiuti</p> <p><b>DIGA GIBBESI</b></p> <p><b>OPERE COMPLEMENTARI E ACCESSORIE</b></p> <p><b>PIANO DELLE INDAGINI DIAGNOSTICHE</b></p>	<p>REGIONE SICILIANA</p> 
<p>II122F IN-STR- RT-001-01</p>	<p>RELAZIONE TECNICA GENERALE</p>	<p>Pag. 36 di 77</p>



**Figura 3-39: Muro di sostegno a protezione del piazzale della torre di manovra**



### 3.10.1. Documentazione originale

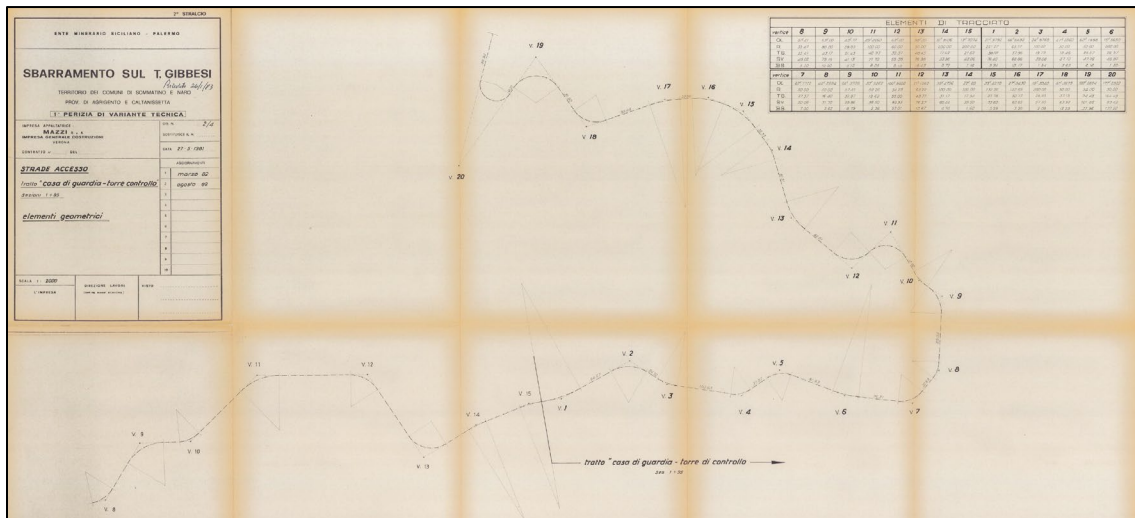
Per quest'opera sono disponibili diversi disegni originali con planimetrie, profili altimetrici e sezioni tipo.



**Figura 3-40: Strada di collegamento casa di guardia–torre di manovra – Profilo altimetrico**



<p>REPUBBLICA ITALIANA</p> 	<p>Assessorato Regionale dell'Energia e dei Servizi di Pubblica Utilità Dipartimento Regionale Dell'Acqua e dei Rifiuti</p> <p><b>DIGA GIBBESI</b></p> <p><b>OPERE COMPLEMENTARI E ACCESSORIE</b></p> <p><b>PIANO DELLE INDAGINI DIAGNOSTICHE</b></p>	<p>REGIONE SICILIANA</p> 
<p>II122F IN-STR- RT-001-01</p>	<p>RELAZIONE TECNICA GENERALE</p>	<p>Pag. 37 di 77</p>





**Figura 3-41: Strada di collegamento casa di guardia-torre di manovra – Elementi geometrici**

### 3.10.2. Stato attuale della strada di collegamento casa di guardia – pozzo paratoie

A causa di un vallone notevolmente inciso ed ampio, la casa di guardia della diga Gibbesi e la torre di accesso al pozzo paratoie e camera di manovra della derivazione – distanti in linea retta solo 640 m circa – sono collegati con una strada ad uso esclusivo del personale della diga che aggira il vallone sviluppandosi interamente nell’ambito territoriale del Comune di Sommatino, per una lunghezza di oltre 2 km.

Alla Figura 3-42 è riportata la restituzione digitale della planimetria della strada oggetto di intervento; ad essa si farà riferimento nelle indicazioni sotto riportate. La strada, larga m 4.00 – tranne la parte conclusiva, dalla sez. 84 in poi – oltre le cunette, è costituita da fondazione in tout-venant – poggiante, nelle sezioni in trincea, su uno strato di bonifica di sabbia anticapillare spesso cm 15 – e sovrastanti strati di conglomerato bituminoso; lungo i margini erbosi in rilevato è collocato apposito guard-rail.

In piano, la strada si sviluppa per una lunghezza di circa m 2150, con andamento iniziale particolarmente tortuoso (in tutto, tra gli elementi geometrici, si contano n° 19 curve), e la seconda parte, con pendenze negative, più facilmente percorribile, accompagnata da opere d’arte di modesta entità: il muro di controripa più alto è il tipo ‘6’,  $h = 1.75$  m,  $L = 20.07$  m, tra le sezz. 37 e 39, dalla progr. + 864.87 m alla progr. + 884,94 m; non sono



 REPUBBLICA ITALIANA	Assessorato Regionale dell'Energia e dei Servizi di Pubblica Utilità Dipartimento Regionale Dell'Acqua e dei Rifiuti  <b>DIGA GIBBESI</b>  <b>OPERE COMPLEMENTARI E ACCESSORIE</b>  <b>PIANO DELLE INDAGINI DIAGNOSTICHE</b>	REGIONE SICILIANA 
II122F IN-STR- RT-001-01	RELAZIONE TECNICA GENERALE	Pag. 38 di 77

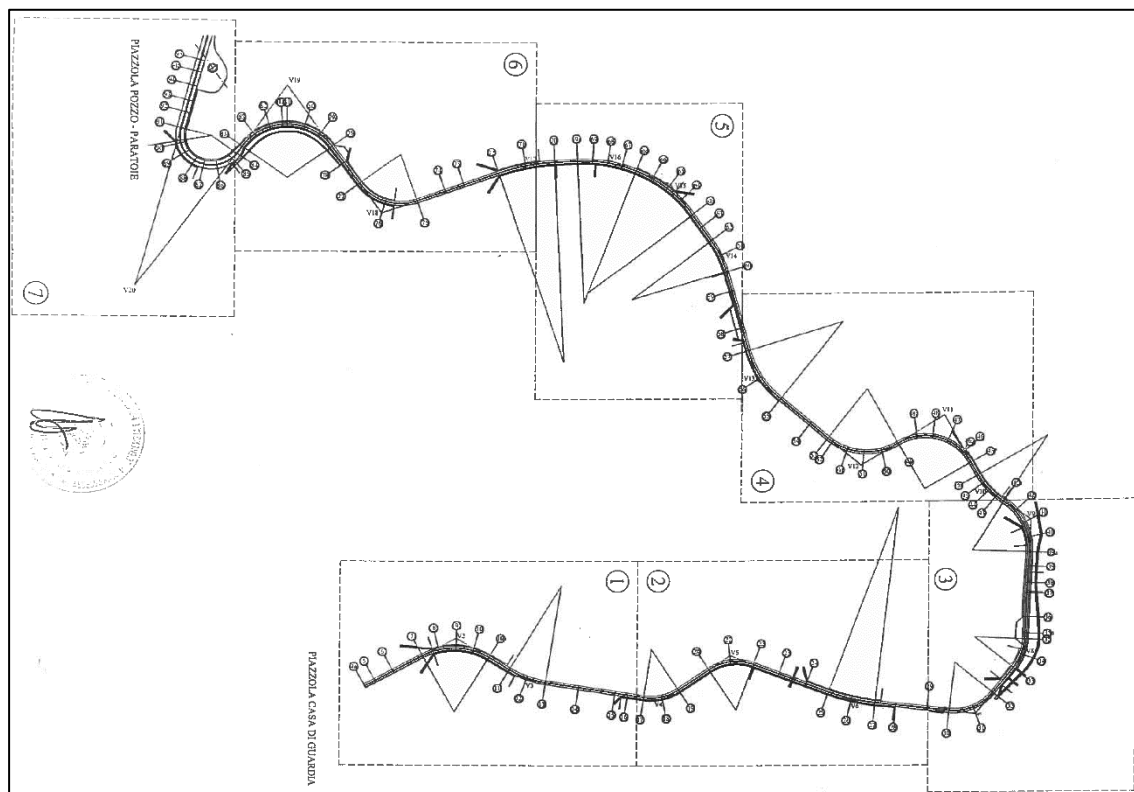
presenti muri di sottoscarpa. Oltre ai piazzali iniziale e finale, sono presenti n° 3 piazzali di sosta: tra le sezz. 36 e 36, a cavallo della sez. 58, tra le sezz. 78 e 79.

Dal punto di vista altimetrico il profilo in asse stradale (quota di partenza m 259.15 s.m., progr. + 76.40 m, sez. 4a, quota finale m 235.75, progr. + 2128.20, sez. 95) mostra andamento variabile, caratterizzato da livellette a notevole pendenza (min: - 4.4%, tra le sezz. 52 e 58; max: - 14.3%, tra le sezz. 45a e 52) che si raccordano verticalmente- secondo la morfologia dei luoghi attraversati – in n° 2 punti di massima quota (m 323.27 s.m., + 823.02 m, sez. 35a, e m 293.23 s.m., progr. + 1541.27 m, sez. 67) ed un punto intermedio di minima quota (m 277.72 s.m., progr. + 1304.88 m, sez. 57). Tra gli allegati grafici non si riporta il profilo.

Il corpo stradale è, prevalentemente, a mezza costa; sezioni in trincea sono presenti dalla progr. + 839.33 m alla progr. + 906.05 m (dalla sez. 36 alla sez. 39a) e dalla progr. + 1244.44 m alla progr. 1366.34 m (dalla sez. 55 alla sez. 59); i tratti in rilevato sono presenti dalla progr. + 647.65 m alla progr. + 727.65 m (dalla sez. 28 alla sez. 31) e dalla progr. + 1052.66 m alla progr. + 1184.30 m (dalla sez. 47 alla sez. 53).



La regimentazione delle acque è affidata alle cunette in cls, o in c.a. a debole armatura, e ai fossi di guardia, realizzati dalla sez. 32 alla sez. 42 circa (dalla progr. + 752.69 m alla progr. + 945.00 m circa) e dalla sez. 78 alla sez. 86 circa (dalla progr.+ 1843.53 m alla progr.+ 1990 m circa).

REPUBBLICA ITALIANA 	Assessorato Regionale dell'Energia e dei Servizi di Pubblica Utilità Dipartimento Regionale Dell'Acqua e dei Rifiuti  <b>DIGA GIBBESI</b> <b>OPERE COMPLEMENTARI E ACCESSORIE</b> <b>PIANO DELLE INDAGINI DIAGNOSTICHE</b>	REGIONE SICILIANA 
II122F IN-STR- RT-001-01	RELAZIONE TECNICA GENERALE	Pag. 39 di 77




**Figura 3-42: Planimetria della strada di collegamento tra la casa di guardia e la torre di manovra delle paratoie**

I diversi sopralluoghi hanno permesso di verificare il generale stato di degrado della strada, che interessa sia il corpo stradale in senso stretto, sia le opere d'arte poste a tutela dello stesso, e il progressivo acuirsi di questa condizione gestionale. Pur essendo ancora completamente percorribile con autovettura, la strada è diffusamente segnata da fenomeni di dissesto di varia entità, a volte limitati alla fessurazione della pavimentazione bituminosa (sia in senso longitudinale, sia in senso trasversale), a volte più consistenti e tali da coinvolgere l'intero corpo stradale, manufatti cementizi inclusi. Di fatto: il manto bituminoso ha completamente perso la sua funzione di impermeabilizzazione; inoltre, gran parte dei manufatti a tutela della stabilità del nastro stradale è essa stessa instabile: trattasi di cunettoni di modesta altezza (max. 1.00 m, per lo più) di scarsissima qualità, notevolmente distaccati dalla fondazione stradale per effetto di traslazioni trasversali e rotazioni, corpi inerti alla mercé dei continui movimenti franosi che interessano l'area.

<p>REPUBBLICA ITALIANA</p> 	<p><i>Assessorato Regionale dell'Energia e dei Servizi di Pubblica Utilità</i>  <i>Dipartimento Regionale Dell'Acqua e dei Rifiuti</i></p> <p><b>DIGA GIBBESI</b></p> <p><b>OPERE COMPLEMENTARI E ACCESSORIE</b></p> <p><b>PIANO DELLE INDAGINI DIAGNOSTICHE</b></p>	<p>REGIONE SICILIANA</p> 
<p>II122F IN-STR- RT-001-01</p>	<p>RELAZIONE TECNICA GENERALE</p>	<p>Pag. 40 di 77</p>

Le cause delle condizioni in atto sono di diversa natura:

- 1) insufficiente stato di regimentazione delle acque superficiali;
- 2) qualità delle lavorazioni eseguite all'epoca di realizzazione della strada e dei materiali impiegati per la costituzione dei rilevati, della massicciata stradale, delle opere d'arte;
- 3) sottodimensionamento delle opere d'arte, rispetto al diffuso quadro di instabilità idrogeologica della zona.

 REPUBBLICA ITALIANA	Assessorato Regionale dell'Energia e dei Servizi di Pubblica Utilità Dipartimento Regionale Dell'Acqua e dei Rifiuti  <b>DIGA GIBBESI</b>  <b>OPERE COMPLEMENTARI E ACCESSORIE</b>  <b>PIANO DELLE INDAGINI DIAGNOSTICHE</b>	REGIONE SICILIANA 
II122F IN-STR- RT-001-01	RELAZIONE TECNICA GENERALE	Pag. 41 di 77

#### 4. INDAGINI DIAGNOSTICHE PREGRESSE

Negli ultimi anni la diga di Gibbesi è stata al centro di diverse indagini volte alla caratterizzazione dei materiali costituenti le opere accessorie e complementari dell'impianto. Le indagini, di tipo diverso e condotte da differenti laboratori, sono riportate nel seguito in ordine cronologico:

- 1) 1 febbraio 2016 – Esecuzione di prelievi di campioni ed indagini per la caratterizzazione meccanica dei calcestruzzi e dei ferri d'armatura della vasca di dissipazione (CIG Z6616DD474) – A cura del Laboratorio DISMAT di Canicattì (AG).
- 2) 4 luglio 2016 – Esecuzione di prelievi di campioni ed indagini per la caratterizzazione meccanica dei calcestruzzi e dei ferri di armatura delle opere strutturali in c.a. ad eccezione della vasca di dissipazione (CIG: Z8A19432B0) – A cura di CON.GEO s.r.l. di Palermo.
- 3) 4 giugno 2018 – Indagini geognostiche ed accertamento stato di consistenza dei muri della vasca di dissipazione – A cura della Sidercem S.r.l. di Caltanissetta.

Nel seguito vengono riportati i risultati ottenuti dalle suddette campagne d'indagine.

##### 4.1. Indagini DISMAT



Il laboratorio DISMAT ha eseguito prove di compressione sulle carote in cls e prove di trazione e piega sulle barre d'armatura provenienti dalla vasca di dissipazione.

###### 4.1.1. Prove di resistenza a compressione dei campioni di cls

Nelle seguenti tabelle sono riportati i risultati delle prove su cilindri di calcestruzzo, tenendo presenti le seguenti indicazioni:

- Data di prelievo della carota: 24/12/2015
- Ubicazione dei prelievi: muro di contenimento della vasca di dissipazione
- Rettifica: s = sì; n = conforme alla norma, non necessita di rettifica
- Tipi di rottura: A = anomala; N = normale





 REPUBBLICA ITALIANA	Assessorato Regionale dell'Energia e dei Servizi di Pubblica Utilità Dipartimento Regionale Dell'Acqua e dei Rifiuti  <b>DIGA GIBBESI</b>  <b>OPERE COMPLEMENTARI E ACCESSORIE</b>  <b>PIANO DELLE INDAGINI DIAGNOSTICHE</b>	REGIONE SICILIANA 
II122F IN-STR- RT-001-01	RELAZIONE TECNICA GENERALE	Pag. 42 di 77

**Tabella 4-1: Certificato n°: 117400**

Provino		Peso provino	Dimensioni cilindri		Rettifica e cappatura	Area compressa	Tipo di rottura	Carico di rottura	Tensione
N°	Sigla		Ø	h					
		[g]	[mm]	[mm]		[mm²]		[kN]	[N/mm²]
1	C7-3	1913	104.0	104.1	s	8.495	N	327.4	38.5
2	C8-1	1873.6	104.0	103.9	s	8.495	N	67.12	7.9
3	C8-2	184935	104.0	103.7	s	8.495	N	274.03	32.3
4	C8-3	1843.4	104.0	103.8	s	8.495	N	279.86	32.9
5	C9-1	1928.8	104.0	104.2	s	8.495	N	222.17	26.2
6	C9-2	1902.2	104.0	104.1	s	8.495	N	287.93	33.9
7	C9-3	1831.3	104.0	103.6	s	8.495	N	320.39	37.7
8	C10-1	1928.9	104.0	104.2	s	8.495	N	353.26	41.6
9	C10-2	2047.1	104.0	104.5	s	8.495	N	282.16	33.2
10	C10-3	1944.6	104.0	104.2	s	8.495	N	206.16	24.3

**Tabella 4-2: Certificato n°: 117398**

Provino		Peso provino	Dimensioni cilindri		Rettifica e cappatura	Area compressa	Tipo di rottura	Carico di rottura	Tensione
N°	Sigla		Ø	h					
		[g]	[mm]	[mm]		[mm²]		[kN]	[N/mm²]
1	C1-1	1876.0	104.0	104.0	s	8495	N	219.06	25.8
2	C1-2	1873.0	104.0	104.0	s	8495	N	165.22	19.4
3	C1-3	1877.6	104.0	103.9	s	8495	N	193.44	22.8
4	C2-1	1920.8	104.0	104.3	s	8495	N	400.83	47.2
5	C2-2	1953.9	104.0	104.0	s	8495	N	363.61	42.8
6	C2-3	1897.5	104.0	104.2	s	8495	N	190.32	22.4
7	C3-1	1896.7	104.0	104.1	s	8495	N	304.36	35.8
8	C3-2	1880.0	104.0	103.9	s	8495	N	362.82	42.7
9	C3-3	1875.0	104.0	103.9	s	8495	N	365.25	43.0
10	C4-1	1917.3	104.0	104.3	s	8495	N	286.57	33.7

 REPUBBLICA ITALIANA	Assessorato Regionale dell'Energia e dei Servizi di Pubblica Utilità Dipartimento Regionale Dell'Acqua e dei Rifiuti  <b>DIGA GIBBESI</b> <b>OPERE COMPLEMENTARI E ACCESSORIE</b> <b>PIANO DELLE INDAGINI DIAGNOSTICHE</b>	REGIONE SICILIANA 
II122F IN-STR- RT-001-01	RELAZIONE TECNICA GENERALE	Pag. 43 di 77

**Tabella 4-3: Certificato n°: 117399**

Provino		Peso provino	Dimensioni cilindri		Rettifica e cappatura	Area compressa	Tipo di rottura	Carico di rottura	Tensione
			Ø	h					
N°	Sigla	[g]	[mm]	[mm]		[mm²]		[kN]	[N/mm²]
1	C1-1	C4-2	104.0	104.0	s	8495	N	333.93	39.3
2	C1-2	C4-3	104.0	104.2	s	8495	N	322.65	38.0
3	C1-3	C5-1	104.0	104.3	s	8495	N	336.61	39.6
4	C2-1	C5-2	104.0	103.8	s	8495	N	346.79	40.8
5	C2-2	C5-3	104.0	103.9	s	8495	N	247.24	29.1
6	C2-3	C6-1	104.0	104.4	s	8495	N	192.13	22.6
7	C3-1	C6-2	104.0	104.0	s	8495	N	329.59	38.8
8	C3-2	C6-3	104.0	104.2	s	8495	N	308.95	36.4
9	C3-3	C7-1	104.0	104.4	s	8495	N	287.66	33.9
10	C4-1	C7-2	104.0	104.1	s	8495	N	325.52	38.3



#### 4.1.2. Prove di trazione sulle barre d'armatura prelevate

Nelle seguenti tabelle sono riportati i risultati delle prove sulle barre d'armatura prelevate, tenendo presenti le seguenti indicazioni:

- Data di prelievo della carota: 24/12/2015
- Ubicazione dei prelievi: muro di contenimento della vasca di dissipazione
- $f_y$  = tensione di snervamento
- $f_t$  = tensione di rottura

**Tabella 4-4: Certificato n°: 117473**

Barra	Sigla provino	Diametro commerciale	Diametro effettivo	Massa	Sezione effettiva	$f_y$	$f_t$	$f_y/f_{yk}$	$f_t/f_y$	Allungamento a 5%	Marchio di produzione
		[mm]	[mm]	[mm]	[mm²]						
1	A	8	8.08	0.40	51.210	551.77	777.24	=	1.41	22	Acciaierie di Sicilia S.p.A. (Catania)
	B	8	8.12	0.41	51.720	471.44	657.41	=	1.39	20	
2	A	10	10.01	0.62	78.730	458.95	671.87	=	1.46	14	Non identificato
3	A	12	11.77	0.85	108.790	419.88	687.44	=	1.64	16	Acciaierie di Sicilia S.p.A. (Catania)
	B	12	11.66	0.84	106.750	445.57	637.23	=	1.43	14	

 REPUBBLICA ITALIANA	Assessorato Regionale dell'Energia e dei Servizi di Pubblica Utilità Dipartimento Regionale Dell'Acqua e dei Rifiuti  <b>DIGA GIBBESI</b>  <b>OPERE COMPLEMENTARI E ACCESSORIE</b>  <b>PIANO DELLE INDAGINI DIAGNOSTICHE</b>	REGIONE SICILIANA 
II122F IN-STR- RT-001-01	RELAZIONE TECNICA GENERALE	Pag. 44 di 77

**Tabella 4-5: Certificato n°: 117474**

Barra	Sigla provino	Diametro commerciale	Diametro effettivo	Massa	Sezione effettiva	$f_y$	$f_t$	$f_y/f_{yk}$	$f_t/f_y$	Allungamento a 5%	Marchio di produzione
		[mm]	[mm]	[mm]	[mm <sup>2</sup> ]						
1	A	16	16.00	1.58	201.020	523.83	818.17	=	1.56	19	Acciaierie di Sicilia S.p.A. (Catania)
	B	16	16.07	1.59	202.800	514.29	664.29	=	1.29	14	
	C	16	16.02	1.58	201.530	507.58	636.52	=	1.25	14	
2	A	16	15.98	1.57	200.510	492.87	580.86	=	1.18	13	Non identificato
	B	16	16.10	1.60	203.570	502.16	594.77	=	1.18	12	

## 4.2. Indagini CON.GEO



La CON.GEO S.r.l. ha eseguito le seguenti tipologie d'indagine:

1. Prelievo di campioni dagli elementi strutturali in calcestruzzo per la determinazione della resistenza a compressione del calcestruzzo stesso;
2. Determinazione delle caratteristiche dei ferri d'armatura mediante prelievo e successiva prova di trazione;
3. Indagini sclerometriche per la determinazione indiretta della classe di resistenza del calcestruzzo.

Le suddette indagini, eseguite tra il 05/05/2016 e il 22/06/2016, hanno interessato gli elementi strutturali delle seguenti opere:

- Casa di guardia
- Pozzo paratoie
- Calice sx
- Torre aerofora sx
- Calice dx
- Torre aerofora dx
- Imbocco opera di presa
- Cunicolo drenaggi
- Galleria in dx
- Galleria in sx



 REPUBBLICA ITALIANA	Assessorato Regionale dell'Energia e dei Servizi di Pubblica Utilità Dipartimento Regionale Dell'Acqua e dei Rifiuti  <b>DIGA GIBBESI</b>  <b>OPERE COMPLEMENTARI E ACCESSORIE</b>  <b>PIANO DELLE INDAGINI DIAGNOSTICHE</b>	REGIONE SICILIANA 
II122F IN-STR- RT-001-01	RELAZIONE TECNICA GENERALE	Pag. 45 di 77

#### 4.2.1. Prove di resistenza a compressione dei campioni di cls

Di seguito vengono riportate le resistenze a rottura dei campioni di cls prelevati.

**Tabella 4-6: Casa di guardia**



Provino		Elemento strutturale	Resistenza a rottura
N°	Sigla		[N/mm <sup>2</sup> ]
1	C1A	Casa di guardia - Pl. centr. prospetto principale	49.67
2	C1B	Casa di guardia - Pl. centr. prospetto principale	38.11
3	C2A	Casa di guardia - Muro retro. prospetto 1° piano	31.07
4	C2B	Casa di guardia - Muro retro. prospetto 1° piano	19.42

**Tabella 4-7: Pozzo paratoie**

Provino		Elemento strutturale	Resistenza a rottura
N°	Sigla		[N/mm <sup>2</sup> ]
1	C3A	Pozzo paratoie a +1.30 m dal fondo pozzo lato est	32.12
2	C3B	Pozzo paratoie a +1.30 m dal fondo pozzo lato est	32.92
3	C4A	Pozzo paratoie a +7.00 m dal fondo pozzo lato ovest	33.42
4	C4B	Pozzo paratoie a +7.00 m dal fondo pozzo lato ovest	31.28
5	C5A	Pozzo paratoie - pav lato ovest portone d'ingresso	38.58
6	C5B	Pozzo paratoie - pav lato ovest portone d'ingresso	22.65
7	C6A	Pozzo paratoie a +1.00 m dalla quota strada, lato esterno nord	26.59
8	C6B	Pozzo paratoie a +1.00 m dalla quota strada, lato esterno nord	29.18

**Tabella 4-8: Torre aerofora sx**

Provino		Elemento strutturale	Resistenza a rottura
N°	Sigla		[N/mm <sup>2</sup> ]
1	C7A	Tore aerofora sx - lato nord a +3.00 m dal p.c.	41.12
2	C7B	Tore aerofora sx - lato nord a +3.00 m dal p.c.	41.92
3	C8A	Tore aerofora sx - lato est a +1.00 m dal p.c.	41.30
4	C8B	Tore aerofora sx - lato est a +1.00 m dal p.c.	32.62

 REPUBBLICA ITALIANA	Assessorato Regionale dell'Energia e dei Servizi di Pubblica Utilità Dipartimento Regionale Dell'Acqua e dei Rifiuti  <b>DIGA GIBBESI</b>  <b>OPERE COMPLEMENTARI E ACCESSORIE</b>  <b>PIANO DELLE INDAGINI DIAGNOSTICHE</b>	REGIONE SICILIANA 
II122F IN-STR- RT-001-01	RELAZIONE TECNICA GENERALE	Pag. 46 di 77

**Tabella 4-9: Calice sx**



Provino		Elemento strutturale	Resistenza a rottura
N°	Sigla		[N/mm <sup>2</sup> ]
1	C9A	Calice sx - lato sud a +1.00 m dal p.c	43.03
2	C9B	Calice sx - lato sud a +1.00 m dal p.c	41.67
3	C10A	Calice sx - lato nord-est a +3.00 m dal p.c	40.09
4	C10B	Calice sx - lato nord-est a +3.00 m dal p.c	40.85
5	C11A	Calice sx - lato nord-ovest a +3.00 m dal p.c	60.47
6	C11B	Calice sx - lato nord-ovest a +3.00 m dal p.c	60.20
7	C12A	Calice sx - lato nord a +1.00 m dal p.c	36.78
8	C12B	Calice sx - lato nord a +1.00 m dal p.c	53.14

**Tabella 4-10: Calice dx**

Provino		Elemento strutturale	Resistenza a rottura
N°	Sigla		[N/mm <sup>2</sup> ]
1	C13A	Calice dx - lato nord a +3.00 m dal p.c.	38.01
2	C13B	Calice dx - lato nord a +3.00 m dal p.c.	50.31
3	C14A	Calice dx - lato sud-ovest a +3.00 m dal p.c.	43.58
4	C14B	Calice dx - lato sud-ovest a +3.00 m dal p.c.	44.11
5	C15A	Calice dx - lato sud a +1.00 m dal p.c.	51.81
6	C15B	Calice dx - lato sud a +1.00 m dal p.c.	56.22
7	C16A	Calice dx - lato nord-est a +1.00 m dal p.c.	41.11
8	C16B	Calice dx - lato nord-est a +1.00 m dal p.c.	56.99

**Tabella 4-11: Torre aerofora dx**

Provino		Elemento strutturale	Resistenza a rottura
N°	Sigla		[N/mm <sup>2</sup> ]
1	C17A	Tore aerofora dx - lato sud-ovest a +3.00 m dal p.c.	28.78
2	C17B	Tore aerofora dx - lato sud-ovest a +3.00 m dal p.c.	35.51
3	C18A	Tore aerofora dx - lato nord-est ovest a +1.00 m dal p.c.	32.15
4	C18B	Tore aerofora dx - lato nord-est ovest a +1.00 m dal p.c.	29.20

 REPUBBLICA ITALIANA	Assessorato Regionale dell'Energia e dei Servizi di Pubblica Utilità Dipartimento Regionale Dell'Acqua e dei Rifiuti  <b>DIGA GIBBESI</b>  <b>OPERE COMPLEMENTARI E ACCESSORIE</b>  <b>PIANO DELLE INDAGINI DIAGNOSTICHE</b>	REGIONE SICILIANA 
II122F IN-STR- RT-001-01	RELAZIONE TECNICA GENERALE	Pag. 47 di 77

**Tabella 4-12: Imbocco opera di presa**

Provino		Elemento strutturale	Resistenza a rottura
N°	Sigla		[N/mm <sup>2</sup> ]
1	C19A	Imbocco opera di presa - lato sud a +3.00 m dal p.c.	36.63
2	C19B	Imbocco opera di presa - lato sud a +3.00 m dal p.c.	33.74
3	C20A	Imbocco opera di presa - lato est a +1.00 m dal p.c.	27.63
4	C20B	Imbocco opera di presa - lato est a +1.00 m dal p.c.	28.65



**Tabella 4-13: Cunicolo drenaggio**

Provino		Elemento strutturale	Resistenza a rottura
N°	Sigla		[N/mm <sup>2</sup> ]
1	C21A	Cunicolo drenaggio - lato nord-est	45.55
2	C21B	Cunicolo drenaggio - lato nord-est	55.80
3	C22A	Cunicolo drenaggio - lato sud-ovest	45.38
4	C22B	Cunicolo drenaggio - lato sud-ovest	45.69

**Tabella 4-14: Galleria dx**



Provino		Elemento strutturale	Resistenza a rottura
N°	Sigla		[N/mm <sup>2</sup> ]
1	C23A	Galleria destra - lato destro basso a -140 m dall'imbocco	23.15
2	C23B	Galleria destra - lato destro basso a -140 m dall'imbocco	25.06
3	C24A	Galleria destra - lato destro alto a -140 m dall'imbocco	12.28
4	C24B	Galleria destra - lato destro alto a -140 m dall'imbocco	24.19
5	C25A	Galleria destra - lato sinistro basso a -110 m dall'imbocco	17.83
6	C25B	Galleria destra - lato sinistro basso a -110 m dall'imbocco	18.72
7	C26A	Galleria destra - lato sinistro alto a -110 m dall'imbocco	23.67
8	C26B	Galleria destra - lato sinistro alto a -110 m dall'imbocco	19.99



REPUBBLICA ITALIANA 	Assessorato Regionale dell'Energia e dei Servizi di Pubblica Utilità Dipartimento Regionale Dell'Acqua e dei Rifiuti  <b>DIGA GIBBESI</b> <b>OPERE COMPLEMENTARI E ACCESSORIE</b> <b>PIANO DELLE INDAGINI DIAGNOSTICHE</b>	REGIONE SICILIANA 
II122F IN-STR- RT-001-01	RELAZIONE TECNICA GENERALE	Pag. 48 di 77

**Tabella 4-15: Galleria sx**

Provino		Elemento strutturale	Resistenza a rottura
N°	Sigla		[N/mm <sup>2</sup> ]
1	C27A	Galleria sinistra - lato sinistro basso a -300 m dall'imbocco	19.89
2	C27B	Galleria sinistra - lato sinistro basso a -300 m dall'imbocco	23.56
3	C28A	Galleria sinistra - lato sinistro alto a -300 m dall'imbocco	8.21
4	C28B	Galleria sinistra - lato sinistro alto a -300 m dall'imbocco	16.27
5	C29A	Galleria sinistra - lato destro alto a -200 m dall'imbocco	24.23
6	C29B	Galleria sinistra - lato destro alto a -200 m dall'imbocco	12.71
7	C30A	Galleria sinistra - lato destro basso a -200 m dall'imbocco	13.25
8	C30B	Galleria sinistra - lato destro basso a -200 m dall'imbocco	23.20



 REPUBBLICA ITALIANA	Assessorato Regionale dell'Energia e dei Servizi di Pubblica Utilità Dipartimento Regionale Dell'Acqua e dei Rifiuti  <b>DIGA GIBBESI</b>  <b>OPERE COMPLEMENTARI E ACCESSORIE</b>  <b>PIANO DELLE INDAGINI DIAGNOSTICHE</b>	REGIONE SICILIANA 
II122F IN-STR- RT-001-01	RELAZIONE TECNICA GENERALE	Pag. 49 di 77

#### 4.2.2. Prove di trazione sulle barre d'armatura prelevate

I risultati della prova di trazione sulle barre d'armatura si riepilogano nella seguente tabella.

**Tabella 4-16: Risultati delle prove di trazione sulle barre d'armatura prelevate**

Provino		Elemento strutturale	Diametro commerciale	Tensione di snervamento	Tensione di rottura
N°	Sigla		[mm]	[N/mm <sup>2</sup> ]	[N/mm <sup>2</sup> ]
1	F1	Casa di guardia - muro locale caldaia	12	556.5	621.3
2	F2	Pozzo paratoie a +1.00 m dal fondo pozzo lato nord	12	458.2	459.8
3	F3	Pozzo paratoie a +1.00 m dal pav. lato portone d'ingresso ovest	16	459.8	718.9
4	F4	Tore aerofora sx - lato nord	16	442.3	650.5
5	F5	Calice sx - lato sud ovest	16	472.5	701.6
6	F6	Calice sx - lato nord	16	460.2	692.8
7	F7	Calice dx - lato nord ovest	16	436.2	675.1
8	F8	Calice dx - lato sud ovest	16	433.8	668.7
9	F9	Tore aerofora - lato nord	16	421.7	619.9
10	F10	Imbocco opera di presa - lato scaletta esterna	16	422.7	648.8
11	F11	Cunicolo drenaggio - lato sud-sud est	20	464.5	694.4
12	F12	Galleria dx - lato dx dell'imbocco	20	442.1	661.9
13	F13	Galleria sx - lato dx dell'imbocco	24	457.9	738.6
14	F14	Galleria sx - lato sx dell'imbocco	24	402.1	682.4

 REPUBBLICA ITALIANA	Assessorato Regionale dell'Energia e dei Servizi di Pubblica Utilità Dipartimento Regionale Dell'Acqua e dei Rifiuti  <b>DIGA GIBBESI</b>  <b>OPERE COMPLEMENTARI E ACCESSORIE</b>  <b>PIANO DELLE INDAGINI DIAGNOSTICHE</b>	REGIONE SICILIANA 
II122F IN-STR- RT-001-01	RELAZIONE TECNICA GENERALE	Pag. 50 di 77

#### 4.2.3. Indagini sclerometriche

Nel corso della presente indagine, eseguita secondo quanto previsto dalla Normativa UNI 12504-2, sono state eseguite 10 letture per ogni pilastro evitando quanto possibile zone dove erano presenti nidi di ghiaia, scalfitture, porosità elevata e zone con presenza di ferro. La superficie di impatto è stata preventivamente levigata con pietra abrasiva in carborundum.

Nella tabella che segue viene riportato il valore medio di dette letture e la conseguente resistenza a compressione rilevata dal diagramma con il relativo errore medio.

**Tabella 4-17: Risultati delle prove sclerometriche effettuate sulle strutture**

N°	Elemento strutturale	Resistenza media (Rc)	Valore di rimbalzo medio (V <sub>m</sub> )	Errore quadratico medio (E <sub>qm</sub> )	V <sub>m</sub> - E <sub>qm</sub>	V <sub>m</sub> + E <sub>qm</sub>
		[kg/cm <sup>2</sup> ]		[kg/cm <sup>2</sup> ]	[kg/cm <sup>2</sup> ]	[kg/cm <sup>2</sup> ]
1	Casa di guardia - Muro prospetto nord-ovest	420	41	15	405	435
2	Casa di guardia - Muro prospetto sud-est	477	44	9	468	486
3	P. paratoie (+1.30 m dal fondo pozzo lato ovest)	460	43	14	446	474
4	P. paratoie (+7.00 m dal fondo pozzo lato nord)	420	41	17	403	437
5	P. paratoie (+1.30 m dalla q. strada lato sud)	420	41	13	407	433
6	P. paratoie (+1.30 m dalla q. strada lato est)	477	44	11	466	488
7	T. aerofora sx a + 1.00 m dal p.c. lato ovest	532	47	17	515	549
8	T. aerofora sx a + 1.00 m dal p.c. lato est.	532	47	12	520	544
9	Calice sx a +1.00 m dal p.c. lato est	572	49	15	557	587
10	Calice sx a +1.00 m dal p.c. lato ovest	532	47	20	512	552
11	Calice sx a +1.00 m dal p.c. lato nord	572	49	14	558	586
12	Calice sx a +1.00 m dal p.c. lato sud	552	48	14	538	566
13	T. aerofora dx a + 1 m dal p.c. lato ovest	477	44	13	464	490
14	T. aerofora dx a + 1 m dal p.c. lato est	460	43	18	442	478



 REPUBBLICA ITALIANA	Assessorato Regionale dell'Energia e dei Servizi di Pubblica Utilità Dipartimento Regionale Dell'Acqua e dei Rifiuti  <b>DIGA GIBBESI</b>  <b>OPERE COMPLEMENTARI E ACCESSORIE</b>  <b>PIANO DELLE INDAGINI DIAGNOSTICHE</b>	REGIONE SICILIANA 
II122F IN-STR- RT-001-01	RELAZIONE TECNICA GENERALE	Pag. 51 di 77


15	Calice dx a +1.00 m dal p.c. lato nord	552	48	16	536	568
16	Calice dx a +1.00 m dal p.c. lato est	615	51	8	607	623
17	Calice dx a +1.00 m dal p.c. lato ovest	572	49	11	561	583
18	Calice dx a +1.00 m dal p.c. lato sud	552	48	11	541	563
19	Imbocco opera di presa – lato nord	382	39	15	367	397
20	Imbocco opera di presa – lato sud	300	34	15	285	315
21	Cunicolo drenaggio - lato nord-ovest	515	46	13	502	528
22	C. drenaggi - muro vano scala lato est	460	43	16	444	476
23	Galleria sx - 310 m	350	37	5	345	355
24	Galleria sx - 250 m	420	41	13	407	433
25	Galleria sx - 200 m	420	41	12	408	432
26	Galleria sx - 150 m	420	41	15	405	435
27	Galleria dx - 150 m	400	40	14	386	414
28	Galleria dx - 130 m	400	40	17	383	417
29	Galleria dx - 120 m	382	39	7	375	389
30	Galleria dx - 100 m	440	42	13	427	453

#### 4.3. Indagini SIDERCEM

Nei giorni 13 aprile e 23 maggio 2018, su incarico dell'Assessorato Regionale dell'Energia e dei Servizi di Pubblica Utilità - Dipartimento Regionale dell'Acqua e dei Rifiuti, nell'ambito dei lavori di "Ripristino della funzionalità idraulica della vasca di dissipazione mediante adeguamento sismico dei muri perimetrali crollati della Diga Gibbesi nei comuni di Sommatino (CL) e Naro (AG)", la SIDERCEM S.r.l ha effettuato un'indagine magnetometrica con Pacometro [BS 1881-204:1998] sui muri perimetrali della vasca di dissipazione.

Su alcuni elementi strutturali si è effettuato il rilievo della disposizione delle armature (diametro tondino, distanza tra le barre longitudinali, passo staffe e spessore del copri-ferro).

Il rilievo è stato eseguito con il pacometro (*Hilti ferroskan PS200S*) costituito da una sonda emittente un campo magnetico collegata ad un'unità d'elaborazione digitale ed

<p>REPUBBLICA ITALIANA</p> 	<p>Assessorato Regionale dell'Energia e dei Servizi di Pubblica Utilità Dipartimento Regionale Dell'Acqua e dei Rifiuti</p> <p><b>DIGA GIBBESI</b></p> <p><b>OPERE COMPLEMENTARI E ACCESSORIE</b></p> <p><b>PIANO DELLE INDAGINI DIAGNOSTICHE</b></p>	<p>REGIONE SICILIANA</p> 
<p>II122F IN-STR- RT-001-01</p>	<p>RELAZIONE TECNICA GENERALE</p>	<p>Pag. 52 di 77</p>

acustica, il cui funzionamento è basato sul controllo degli effetti delle eddy current (correnti parassite) indotte in una barra di armatura.

L'ubicazione delle prove pacometriche effettuate è riportata nelle seguenti figure.

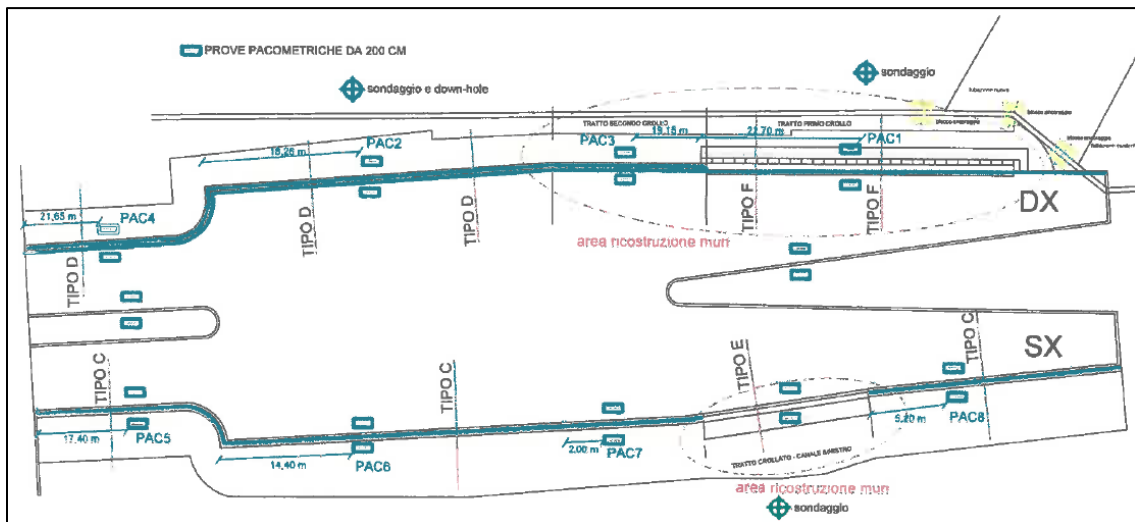


Figura 4-1: Planimetria generale con ubicazione indagini eseguite il 13/04/2018

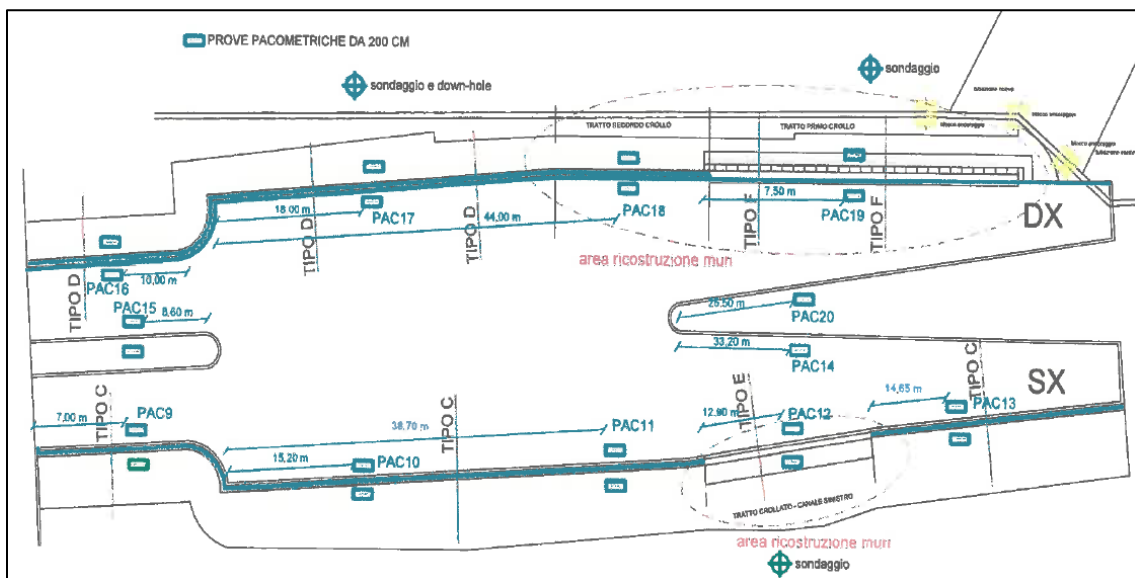



Figura 4-2: Planimetria generale con ubicazione indagini eseguite il 23/05/2018

 REPUBBLICA ITALIANA	Assessorato Regionale dell'Energia e dei Servizi di Pubblica Utilità Dipartimento Regionale Dell'Acqua e dei Rifiuti  <b>DIGA GIBBESI</b>  <b>OPERE COMPLEMENTARI E ACCESSORIE</b>  <b>PIANO DELLE INDAGINI DIAGNOSTICHE</b>	REGIONE SICILIANA 
II122F IN-STR- RT-001-01	RELAZIONE TECNICA GENERALE	Pag. 53 di 77

## 5. INDICAZIONI DI CARATTERE GENERALE

### 5.1. Le indagini per la caratterizzazione dei materiali


Le indagini e i rilievi per la caratterizzazione dei materiali, per l'individuazione delle reali geometrie e del grado d'ammaloramento delle opere, sono finalizzate, principalmente:

- ad individuare e verificare le caratteristiche meccaniche dei materiali esistenti (indagini distruttive su carote di calcestruzzo e campioni di barre d'armatura prelevati in sito; le indagini distruttive potranno essere integrate da prove non distruttive e le indagini dovranno investigare le diverse zone disomogenee e comunque dovranno essere ubicate a diverse altezze);
- ad individuare e verificare la quantità e la disposizione d'armatura per i calcestruzzi, almeno nelle sezioni critiche, mediante saggi (messa a nudo armature, misura del copriferro e rilievo del numero e del diametro delle barre di forza);
- individuare la reale geometria delle opere;
- individuare e valutare lo stato di degrado delle opere.

Il numero di saggi e prelievi da eseguire e il grado di definizione del rilievo da effettuarsi, dovranno essere confermati dai risultati ottenuti dalla pre-analisi di vulnerabilità sismica, se eseguibile (reperibilità dei documenti del progetto originale), e definiti in relazione al livello di conoscenza da raggiungere e alla disponibilità della documentazione originale di progetto.

Per il prelievo di provini di calcestruzzo, si ritiene accettabile prelevare carote di diametro 100 mm, mentre per la lunghezza si prescrive di raggiungere, ove possibile, i 40-45 cm, in modo da scartare la prima parte più superficiale soggetta a carbonatazione ed eseguire la prova di compressione sulla restante parte del provino (campioni cilindrici con rapporto 2:1 e di lunghezza 20 cm).



REPUBBLICA ITALIANA 	Assessorato Regionale dell'Energia e dei Servizi di Pubblica Utilità Dipartimento Regionale Dell'Acqua e dei Rifiuti  <b>DIGA GIBBESI</b> <b>OPERE COMPLEMENTARI E ACCESSORIE</b> <b>PIANO DELLE INDAGINI DIAGNOSTICHE</b>	REGIONE SICILIANA 
II122F IN-STR- RT-001-01	RELAZIONE TECNICA GENERALE	Pag. 54 di 77



## 5.2. Ispezioni visive alle opere accessorie

Il team chiamato a effettuare le ispezioni deve individuare ogni possibile segno di degrado o dissesto esaminando in particolare:

- Verificare sulla base dei disegni originali le principali dimensioni di tutte le opere accessorie;
- Segni di cedimenti e disallineamenti;
- Movimenti strutturali a livello dei giunti costruttivi;
- Segni di fessurazione;
- Movimenti dei pendii che afferiscono al bacino e alle opere;
- Problemi di corrosione e perdite nelle componenti meccaniche e nei condotti.

Le informazioni raccolte nel corso delle ispezioni devono essere ordinate e archiviate per dare evidenza di quanto riscontrato in campo anche in vista delle future ispezioni.

Chiaramente, tutte queste indagini dovranno essere accompagnate da un documento ufficiale che riporti tutto quanto eseguito, l'ubicazione dei prelievi e le necessarie interpretazioni dei risultati ottenuti.

 REPUBBLICA ITALIANA	Assessorato Regionale dell'Energia e dei Servizi di Pubblica Utilità Dipartimento Regionale Dell'Acqua e dei Rifiuti  <b>DIGA GIBBESI</b>  <b>OPERE COMPLEMENTARI E ACCESSORIE</b>  <b>PIANO DELLE INDAGINI DIAGNOSTICHE</b>	REGIONE SICILIANA 
II122F IN-STR- RT-001-01	RELAZIONE TECNICA GENERALE	Pag. 55 di 77

## 6. PIANO DELLE INDAGINI

Per le opere in esame sono state individuate le seguenti attività da eseguire:

- pre-analisi di vulnerabilità sismica, se applicabile, delle opere o parti di esse, utilizzando la geometria e i materiali previsti nel progetto esecutivo originale (se reperibile);
- rilievo geometrico e difettologico di tutte le opere accessorie;
- prelievo di campioni cilindrici di calcestruzzo di diametro 100 mm, di lunghezza massima 450 mm;
- analisi chimiche per la misura dello spessore di carbonatazione;
- prove a compressione su campioni cilindrici di calcestruzzo per la determinazione delle caratteristiche di resistenza e del modulo elastico secante;
- indagini SonReb per la determinazione indiretta della resistenza del calcestruzzo;
- indagini pacometriche per il rilievo di dettaglio dei copriferri, dell'interasse e dei diametri delle armature dei particolari costruttivi delle strutture in c.a.;
- prelievo di barre di armatura dalle strutture in c.a. per la determinazione della resistenza a rottura dell'acciaio;
- verifica, previa rimozione dei copriferri, degli spessori residui delle barre d'armatura delle strutture in c.a.;

### 6.1. Descrizione delle indagini per le opere in calcestruzzo


#### 6.1.1. Indagini con ultrasuoni per la stima della resistenza a compressione

##### 6.1.1.1 Riferimento normativo

UNI EN 12504-4 TU 2008

##### 6.1.1.2 Generalità

Attraverso una strumentazione a emissione di ultrasuoni si possono stimare le caratteristiche meccaniche del calcestruzzo. La sua utilizzazione fondamentale consiste nella valutazione dell'omogeneità del materiale di un elemento strutturale indagato, preventivamente, attraverso l'estrazione di un provino mediante carotaggio. Per l'esecuzione della prova si utilizza una sonda ultrasonica emettitrice e una sonda ricevente poste a cavallo dell'elemento da indagare (o su facce perpendicolari o sulla stessa faccia nel caso non sia

 REPUBBLICA ITALIANA	Assessorato Regionale dell'Energia e dei Servizi di Pubblica Utilità Dipartimento Regionale Dell'Acqua e dei Rifiuti  <b>DIGA GIBBESI</b>  <b>OPERE COMPLEMENTARI E ACCESSORIE</b>  <b>PIANO DELLE INDAGINI DIAGNOSTICHE</b>	REGIONE SICILIANA 
II122F IN-STR- RT-001-01	RELAZIONE TECNICA GENERALE	Pag. 56 di 77

possibile fare l'indagine diretta). La sonda emettitrice produce onde elastiche longitudinali che, attraversando il materiale, sono captate dalla sonda ricevente e registrate dall'apparecchiatura. Si misura il tempo di transito delle onde dalla sonda emettitrice e quella ricevente e si calcola la velocità in base alla distanza delle sonde. La resistenza a compressione può essere stimata in base alla velocità di trasmissione ipotizzando la validità di una relazione con la Resistenza a compressione e il Modulo Elastico. Si deve tener presente che le onde elastiche subiscono, all'interno dell'elemento esaminato, rifrazioni e riflessioni dovute alle dimensioni degli aggregati e alla presenza di fessure o vuoti.

#### *6.1.1.3 Condizioni operative*

Nella predisposizione della prova è necessario, preventivamente, individuare la presenza di ferri d'armatura con indagine pacometrica, segnandoli con gesso. Liberare le zone scelte dall'intonaco o quant'altro non faccia parte del materiale in esame.

#### *6.1.1.4 Procedura*

Segnare con precisione i punti di misura evitando la vicinanza dei ferri di armatura.

Posizionare le sonde utilizzando un apposito mezzo di accoppiamento con il materiale (gel - plastilina).

La misurazione della velocità si ottiene calcolando la media di varie misurazioni effettuate su un elemento con valori all'interno di una variabilità di 200÷300 m/s.

#### *6.1.1.5 Apparecchiatura*

È preferibile utilizzare apparecchiature con possibilità di "controllo di guadagno proporzionale", ovvero la possibilità di variazione del segnale tramite l'amplificatore di misura. Verificare la taratura dell'apparecchiatura utilizzata mediante apposito provino fornito direttamente della casa produttrice.



#### *6.1.1.6 Sicurezza*

Normali dotazioni di sicurezza di cantiere.

#### *6.1.1.7 Resoconto di prova*

Il resoconto di prova deve includere:

- Nome dello sperimentatore;

 REPUBBLICA ITALIANA	Assessorato Regionale dell'Energia e dei Servizi di Pubblica Utilità Dipartimento Regionale Dell'Acqua e dei Rifiuti  <b>DIGA GIBBESI</b>  <b>OPERE COMPLEMENTARI E ACCESSORIE</b>  <b>PIANO DELLE INDAGINI DIAGNOSTICHE</b>	REGIONE SICILIANA 
II122F IN-STR- RT-001-01	RELAZIONE TECNICA GENERALE	Pag. 57 di 77

- Data e ora della prova;
- Caratteristiche tecniche principali della strumentazione utilizzata;
- Caratteristiche geometriche dell'elemento in prova;
- Identificazione inequivocabile delle posizioni di prova;
- Età del calcestruzzo (se conosciuta);
- Condizione di umidità superficiale del calcestruzzo al momento della prova;
- Temperatura ambiente e del materiale in prova;
- Tabella dei risultati di prova relativamente ai tempi misurati e alla velocità calcolata;
- Valore di correlazione della resistenza  $R_c$  del calcestruzzo indicando la formula utilizzata;
- Data di taratura degli strumenti utilizzati.

L'operazione va eseguita o diretta da personale qualificato e certificato quale sperimentatore di questa tipologia di indagine.

#### 6.1.2. Indagini con sclerometro

##### 6.1.2.1 Riferimento normativo



- UNI EN 12504-2
- CSLP2017

##### 6.1.2.2 Generalità

La prova sclerometrica è utilizzata per stimare la resistenza a compressione del calcestruzzo. La tipologia di prova porta a risultati attendibili solo per calcestruzzi di pochi anni dove la carbonatazione non è ancora sviluppata. Per calcestruzzi datati, da 5 anni in su, la sua utilizzazione è preferita nella sola valutazione della omogeneità del materiale di un elemento strutturale caratterizzato attraverso l'estrazione di una carota. Lo sclerometro utilizza la misura del rimbalzo di un cilindro d'acciaio che colpisce la superficie del calcestruzzo con una forza costante prodotta da una molla.

Gli sclerometri utilizzati su elementi con dimensione maggiore di 120 mm di spessore devono avere una massa battente e molla di spinta che produca una energia di impatto di 2.207 Nm e sono classificati come sclerometri di tipo "N".



 REPUBBLICA ITALIANA	Assessorato Regionale dell'Energia e dei Servizi di Pubblica Utilità Dipartimento Regionale Dell'Acqua e dei Rifiuti  <b>DIGA GIBBESI</b>  <b>OPERE COMPLEMENTARI E ACCESSORIE</b>  <b>PIANO DELLE INDAGINI DIAGNOSTICHE</b>	REGIONE SICILIANA 
II122F IN-STR- RT-001-01	RELAZIONE TECNICA GENERALE	Pag. 58 di 77

Gli sclerometri utilizzati su elementi con dimensione inferiore di 120 mm di spessore devono avere una massa battente e molla di spinta che produca una energia di impatto di 0.705 Nm e sono classificati come sclerometri di tipo “L”.

#### 6.1.2.3 Condizioni operative

Nella predisposizione della prova è necessario, preventivamente, individuare la presenza di ferri d'armatura con indagine pacometrica, segnandoli con gesso. Liberare le zone scelte dall'intonaco o quant'altro non faccia parte del materiale in esame. Provvedere che la superficie di impatto sia liscia.

#### 6.1.2.4 Procedura

Azionare lo strumento almeno tre volte prima di iniziare a effettuare le letture.

Provvedere che la superficie di impatto eviti i ferri d'armatura.

Posizionarsi di fronte alla superficie in misura facendo attenzione di tenere lo strumento perpendicolare rispetto alla superficie ed aumentare gradualmente la pressione di contatto fino a provocare l'impatto meccanico.



Devono essere prodotte non meno di 9 misure per singolo punto di analisi. La distanza dei singoli impatti e dai bordi non deve essere inferiore a 25 mm. Il risultato della prova risulta quello medio ai valori rilevati, successivamente interpretati in resistenza stimata  $R_c$  in base all'orientamento dello sclerometro ed alle curve di correlazione dello strumento. Il risultato è valido se non più del 20% degli indici di rimbalzo IR si discosta dalla media per non più del 30%. In caso negativo l'intera serie di dati deve essere scartata e le misure vanno ripetute in una zona adiacente.

#### 6.1.2.5 Apparecchiatura

È indicato l'uso dello sclerometro con indicazione dei valori misurati su nastro cartaceo che consente la registrazione dei valori rilevati; lo sclerometro deve essere verificato prima e dopo le prove attraverso una verifica della taratura sull'apposita incudine di confronto.

#### 6.1.2.6 Sicurezza

Normali dotazioni di sicurezza di cantiere.

 REPUBBLICA ITALIANA	Assessorato Regionale dell'Energia e dei Servizi di Pubblica Utilità Dipartimento Regionale Dell'Acqua e dei Rifiuti  <b>DIGA GIBBESI</b>  <b>OPERE COMPLEMENTARI E ACCESSORIE</b>  <b>PIANO DELLE INDAGINI DIAGNOSTICHE</b>	REGIONE SICILIANA 
II122F IN-STR- RT-001-01	RELAZIONE TECNICA GENERALE	Pag. 59 di 77

#### 6.1.2.7 Resoconto di prova

Il resoconto di prova deve includere:

- Nome dello sperimentatore;
- Data e ora della prova;
- Identificazione inequivocabile della posizione di prova;
- Marca e modello dello sclerometro con indicazione della classificazione N o L;
- Data dell'ultima verifica sull'incudine di riferimento ed esito delle battute di prova;
- Età del calcestruzzo (se conosciuta);
- Condizione di umidità superficiale del calcestruzzo al momento della prova;
- Temperatura ambiente e del materiale in prova;
- Tabella dei risultati di prova col risultato medio secondo la curva di correlazione dello strumento.

Al report deve essere allegata la stampa, o una fotocopia, del nastro di stampa dello sclerometro. L'operazione va eseguita o diretta da personale qualificato e certificato quale sperimentatore di questa tipologia di indagine.

#### 6.1.3. Valutazione della profondità di carbonatazione



##### 6.1.3.1 Riferimento normativo

UNI EN 14630

##### 6.1.3.2 Generalità

La prova ha lo scopo di determinare la profondità di carbonatazione dello strato superficiale del calcestruzzo. Il calcestruzzo possiede un valore di pH di circa 12,5, fatto che gli conferisce un carattere fortemente alcalino. Questa forte alcalinità costituisce una protezione naturale dell'armatura contro la corrosione. Il calcestruzzo carbonatato è fortemente permeabile e riduce la capacità protettiva; fornisce inoltre una durezza superiore che tende ad ingannare i metodi di determinazione della resistenza a compressione stimati con sclerometro, ultrasuoni e pull-out.

L'armatura, nel caso di copriferro completamente carbonatato, si trova a contatto con acqua praticamente pura, caratterizzata da un valore di pH ben al di sotto di 11.5, minimo

 REPUBBLICA ITALIANA	Assessorato Regionale dell'Energia e dei Servizi di Pubblica Utilità Dipartimento Regionale Dell'Acqua e dei Rifiuti  <b>DIGA GIBBESI</b>  <b>OPERE COMPLEMENTARI E ACCESSORIE</b>  <b>PIANO DELLE INDAGINI DIAGNOSTICHE</b>	REGIONE SICILIANA 
II122F IN-STR- RT-001-01	RELAZIONE TECNICA GENERALE	Pag. 60 di 77

valore necessario per assicurare, in assenza di cloruri, le condizioni di passività. La reazione di carbonatazione inizia alla superficie esterna del calcestruzzo per interessare via via le regioni più interne.

#### 6.1.3.3 Condizioni operative

Il test va eseguito immediatamente dopo l'estrazione della carota per evitare che si formi un film carbonatato superficiale. Se il test è eseguito dopo alcune ore dall'esecuzione della carota, ad esempio in Laboratorio, è necessario carteggiare vigorosamente la superficie prima di procedere all'applicazione della fenolftaleina.

#### 6.1.3.4 Procedura

Identificare la carota con un numero o un adesivo.

Pulire accuratamente con uno straccio asciutto la superficie cilindrica.

Nebulizzare la superficie con una soluzione all'1% di fenolftaleina in alcool etilico, una volta che la soluzione ha fatto effetto, misurare lo spessore di carbonatazione che risulta di colore inalterato, facendo la media di almeno 4 punti.

La parte reagente, non carbonatata, assumerà una colorazione rosso violetto.

Nel caso di un andamento molto irregolare della linea di carbonatazione ne dovrà essere riportato il valore massimo e quello medio.

Eseguire una foto che individui la differenza di colorazione e la denominazione del provino.

#### 6.1.3.5 Apparecchiatura

Utilizzare un nebulizzatore a getto fino.



#### 6.1.3.6 Sicurezza

Utilizzare sempre: occhiali, mascherina e guanti antinfortunistici.

#### 6.1.3.7 Resoconto di prova

Il resoconto di prova deve includere:

- Nome dello sperimentatore;
- Data e ora della prova;
- Caratteristiche geometriche dell'elemento strutturale da cui si è ricavata la carota;
- Identificazione inequivocabile delle posizioni di estrazione della carota;
- Età del calcestruzzo (se conosciuta);

 REPUBBLICA ITALIANA	Assessorato Regionale dell'Energia e dei Servizi di Pubblica Utilità Dipartimento Regionale Dell'Acqua e dei Rifiuti  <b>DIGA GIBBESI</b>  <b>OPERE COMPLEMENTARI E ACCESSORIE</b>  <b>PIANO DELLE INDAGINI DIAGNOSTICHE</b>	REGIONE SICILIANA 
II122F IN-STR- RT-001-01	RELAZIONE TECNICA GENERALE	Pag. 61 di 77

- Temperatura ambiente e del materiale in prova;
- Tabella dei risultati di prova indicante lo spessore medio ed i valori massimi e minimi.
- Allegare la foto di ogni singola misurazione.

L'operazione va eseguita o diretta da personale qualificato e certificato quale sperimentatore di questa tipologia di indagine.

**Valutazione della profondità di carbonatazione**

**Nota tecnica.**  
 Quando lo spessore di carbonatazione raggiunge lo spessore di copriferro s'innesca il fenomeno di corrosione dell'armatura. Il fenomeno si evidenzia, nella prima fase, con l'aumento di volume dell'armatura stessa, con la conseguente fessurazione del copriferro, con l'espulsione graduale della polvere di ossido e con la riduzione del diametro resistente fino al completo disfacimento dell'armatura.

La misura dello spessore di carbonatazione permette di stimare il *tempo residuo*,  $t_{res}$ , prima che il fenomeno degradante s'inneschi.

La legge che lega il *tempo di penetrazione* della carbonatazione è esprimibile, con buona approssimazione, attraverso la relazione  $s = K\sqrt{t}$

dove:  $S$  = spessore di penetrazione della carbonatazione, espresso in [mm];  
 $K$  = parametro variabile con le caratteristiche fisico chimiche del calcestruzzo;  
 $t$  = età del calcestruzzo, espressa in [anni].

Il valore di  $K$  si può stimare utilizzando i risultati della valutazione della profondità di carbonatazione, descritta in 1.5, attraverso lo spessore di carbonatazione misurato,  $S_{car}$ , e conoscendo l'età del calcestruzzo,  $t_{car}$ .

Con opportune operazioni matematiche si arriva alla formulazione che ci permette la valutazione del *tempo residuo* che è espressa da:

$$t_{res} = t_{car} \left( \frac{S_{cop}^2}{S_{car}^2} - 1 \right)$$

dove:  $t_{res}$  = tempo residuo prima che lo spessore di carbonatazione raggiunga tutto il copriferro, espresso in [anni];  
 $t_{car}$  = età del calcestruzzo al momento della valutazione dello spessore di carbonatazione, espresso in [anni];  
 $S_{cop}$  = spessore del copriferro, espresso in [mm].  
 $S_{car}$  = spessore medio di penetrazione della carbonatazione, espresso in [mm].

Come esempio si consideri un elemento strutturale in calcestruzzo di età pari a 25 anni, dove si è valutato lo spessore di carbonatazione che risulta di un valore medio pari a 15 mm per un copriferro di 20 mm.  
 Dalla relazione precedente il *tempo residuo* prima che la carbonatazione raggiunga l'intero copriferro risulta pari a:

$$t_{res} = 25 \cdot \left( \frac{20^2}{15^2} - 1 \right) = 19,4 \text{ anni}$$



S.M.

#### 6.1.4. Carotaggio

##### 6.1.4.1 Riferimento normativo

UNI EN 12504-1



 REPUBBLICA ITALIANA	Assessorato Regionale dell'Energia e dei Servizi di Pubblica Utilità Dipartimento Regionale Dell'Acqua e dei Rifiuti  <b>DIGA GIBBESI</b>  <b>OPERE COMPLEMENTARI E ACCESSORIE</b>  <b>PIANO DELLE INDAGINI DIAGNOSTICHE</b>	REGIONE SICILIANA 
II122F IN-STR- RT-001-01	RELAZIONE TECNICA GENERALE	Pag. 62 di 77

#### 6.1.4.2 Generalità

Lo scopo di questa tipologia di indagine è di fornire al Laboratorio il provino da sottoporre a prova di compressione per determinare la resistenza cilindrica. Dalle prove sulla carota si dovrà ricavare anche il modulo elastico e lo spessore di carbonatazione.

#### 6.1.4.3 Condizioni operative

Nell'individuazione del punto di estrazione della carota è necessario, preventivamente, individuare la presenza di ferri d'armatura con indagine pacometrica, segnandoli con gesso. Se, durante l'esecuzione di taglio della carota dovesse esser riscontrata la presenza di un elemento estraneo al calcestruzzo la prova va interrotta, spostandosi in altra zona dell'elemento strutturale. Procedere all'estrazione di carote con inseriti elementi di armatura produce delle vibrazioni che sono dannose e tendono ad alterare i risultati.

#### 6.1.4.4 Procedura

Fissare la carotatrice con gli appositi tasselli perfettamente ortogonale alla superficie di lavoro.

Va sempre previsto il tubo per l'acqua di raffreddamento e l'aspiratore del fango di taglio. Procedere ad attivare la carotatrice che deve avanzare in maniera costante e controllata. Estratta la carota contrassegnarla con una denominazione e riportare i dati della posizione di estrazione su un'apposita scheda.

Procedere a eseguire una fotografia della carota e del foro di estrazione.

La carota deve avere (dopo la rettifica in Laboratorio) una lunghezza almeno pari al diametro.



Per il trasporto della carota al Laboratorio è necessario provvedere a una protezione agli urti attraverso materiale di protezione e inserendo la carota in apposite cassette

#### 6.1.4.5 Apparecchiatura

Utilizzare solo carotatrici professionali con sistema di avanzamento possibilmente automatico. La corona deve essere a filo diamantato. È necessario scegliere una corona con un diametro pari ad almeno tre volte il diametro massimo dell'inerte.

#### 6.1.4.6 Sicurezza

Utilizzare sempre: scarpe antinfortunistiche, occhiali, guanti, casco, cuffie antirumore.

 REPUBBLICA ITALIANA	Assessorato Regionale dell'Energia e dei Servizi di Pubblica Utilità Dipartimento Regionale Dell'Acqua e dei Rifiuti  <b>DIGA GIBBESI</b>  <b>OPERE COMPLEMENTARI E ACCESSORIE</b>  <b>PIANO DELLE INDAGINI DIAGNOSTICHE</b>	REGIONE SICILIANA 
II122F IN-STR- RT-001-01	RELAZIONE TECNICA GENERALE	Pag. 63 di 77

#### 6.1.4.7 Resoconto di prova

Il resoconto di prova deve includere:

- Nome dello sperimentatore;
- Data e ora dell'estrazione;
- Caratteristiche tecniche principali della strumentazione utilizzata;
- Caratteristiche geometriche dell'elemento in prova;
- Identificazione inequivocabile delle posizioni di estrazione;
- Età del calcestruzzo (se conosciuta);
- Condizione di umidità superficiale del calcestruzzo al momento della prova;
- Temperatura ambiente e del materiale in prova.
- Allegare le foto dell'applicazione della carotatrice e della carota.

L'operazione va eseguita o diretta da personale qualificato e certificato quale sperimentatore di questa tipologia di indagine.

#### 6.1.4.8 Ripristini

Ripristino di strutture in calcestruzzo con interventi di chiusura del foro tramite applicazione a spruzzo o a cazzuola, fornitura e posa in opera di malta tixotropica, strutturale, per il ripristino e la rasatura del c.a., ad elevata resa e durabilità rispondente alle specifiche tecniche delle malte strutturali di tipo R4 secondo EN 1504/3.


#### 6.1.5. Indagini con metodo SonReb

##### 6.1.5.1 Riferimento normativo

- Norma BS 1881-204
- DIN 1045
- CP110

##### 6.1.5.2 Generalità

Lo scopo del metodo SonReb è di stimare la resistenza del calcestruzzo combinando l'utilizzo di prove sclerometriche con le prove a ultrasuoni per ottenere una stima più attendibile. Va in ogni caso tenuto presente che, all'aumentare dell'età del calcestruzzo, l'indice sclerometrico aumenta mentre la velocità ultrasonica diminuisce e che il contenuto di umidità fa sottostimare l'indice sclerometrico e sovrastimare la velocità ultrasonica. Il

 REPUBBLICA ITALIANA	Assessorato Regionale dell'Energia e dei Servizi di Pubblica Utilità Dipartimento Regionale Dell'Acqua e dei Rifiuti  <b>DIGA GIBBESI</b>  <b>OPERE COMPLEMENTARI E ACCESSORIE</b>  <b>PIANO DELLE INDAGINI DIAGNOSTICHE</b>	REGIONE SICILIANA 
II122F IN-STR- RT-001-01	RELAZIONE TECNICA GENERALE	Pag. 64 di 77

combinato delle due prove consente di compensare in parte gli errori commessi utilizzando singolarmente le due metodologie.

#### 6.1.5.3 Condizioni operative

Come per le prove sclerometriche e a ultrasuoni, è necessario, preventivamente, individuare la presenza di ferri d'armatura con indagine pacometrica, segnandoli con gesso, e liberare le zone scelte dall'intonaco o quant'altro non faccia parte del materiale in esame.

#### 6.1.5.4 Procedura

Ottenuta la valutazione delle medie dei valori locali della Velocità ultrasonica  $V$  e degli Indici di Rimbalzo  $IR$ , si stima la Resistenza del calcestruzzo  $R_c$  mediante le correlazioni fornite dalla letteratura tecnica di cui si riportano quelle più utilizzate. È buona norma calcolarle entrambe e calcolare una media.

- Formula fornita da A. Di Leo e G. Pascale:  

$$R_c = 1.2 \cdot 10^{-9} \cdot IR^{1.058} \cdot V^{2.446} \quad [\text{MPa, m/s}]$$
- Formula fornita da R. Giacchetti e L. Lacquaniti:  

$$R_c = 7.695 \cdot 10^{-11} \cdot IR^{1.4} \cdot V^{2.6} \quad [\text{MPa, m/s}]$$
- Formula fornita da E. Del Monte:  

$$R_c = 4.4 \cdot 10^{-7} \cdot (IR^2 \cdot V^3)^{0.5634} \quad [\text{MPa, m/s}]$$


#### 6.1.5.5 Apparecchiatura

È preferibile utilizzare apparecchiature con possibilità di “controllo di guadagno proporzionale”, ovvero la possibilità di variazione del segnale tramite l'amplificatore di misura. Verificare la taratura dell'apparecchiatura utilizzata mediante apposito provino fornito direttamente della casa produttrice.

È indicato l'uso dello sclerometro con indicazione dei valori misurati su nastro cartaceo che consente la registrazione dei valori rilevati; lo sclerometro deve essere verificato prima e dopo le prove attraverso una verifica della taratura sull'apposita incudine di confronto.

#### 6.1.5.6 Sicurezza

Normali dotazioni di sicurezza di cantiere.

 REPUBBLICA ITALIANA	Assessorato Regionale dell'Energia e dei Servizi di Pubblica Utilità Dipartimento Regionale Dell'Acqua e dei Rifiuti  <b>DIGA GIBBESI</b>  <b>OPERE COMPLEMENTARI E ACCESSORIE</b>  <b>PIANO DELLE INDAGINI DIAGNOSTICHE</b>	REGIONE SICILIANA 
II122F IN-STR- RT-001-01	RELAZIONE TECNICA GENERALE	Pag. 65 di 77

#### 6.1.5.7 Resoconto di prova

Il resoconto di prova deve includere:

- Nome dello sperimentatore;
- Data e ora della prova;
- Caratteristiche tecniche principali delle strumentazioni utilizzate;
- Caratteristiche geometriche dell'elemento in prova;
- Identificazione inequivocabile delle posizioni di prova;
- Età del calcestruzzo (se conosciuta);
- Condizione di umidità superficiale del calcestruzzo al momento della prova;
- Temperatura ambiente e del materiale in prova;
- Tabella dei risultati delle due tipologie di prova relativamente ai tempi misurati dal metodo ultrasonico e relativa velocità calcolata, e agli indici di rimbalzo riscontrati;
- Valore di correlazione della resistenza  $R_c$  del calcestruzzo indicando le formule utilizzate.

L'operazione va eseguita o diretta da personale qualificato e certificato quale sperimentatore di questa tipologia di indagine.

#### Indagini con metodo SonReb – calcestruzzo


##### Nota Tecnica

Si riportano, a scopo di esempio, dei valori di confronto tra le diverse formulazioni in conformità ad alcuni valori di IR e V.

IR [MPa]	V [m/s]	Pascale	Giacchetti	Del Monte	Media
		Rc [MPa]	Rc [MPa]	Rc [MPa]	Rc [MPa]
5	3000	2,1	0,8	2,0	1,6
10	3100	4,8	2,3	4,7	3,9
15	3200	7,9	4,4	7,8	6,7
20	3300	11,5	7,2	11,4	10,0
25	3400	15,7	10,6	15,4	13,9
30	3500	20,5	14,7	19,9	18,4
35	3600	25,8	19,7	24,8	23,4
40	3700	31,8	25,5	30,2	29,1
45	3800	38,4	32,2	36,0	35,6
50	3900	45,8	40,0	42,4	42,7
55	4000	53,8	48,8	49,3	50,6

S.M.



 REPUBBLICA ITALIANA	Assessorato Regionale dell'Energia e dei Servizi di Pubblica Utilità Dipartimento Regionale Dell'Acqua e dei Rifiuti  <b>DIGA GIBBESI</b>  <b>OPERE COMPLEMENTARI E ACCESSORIE</b>  <b>PIANO DELLE INDAGINI DIAGNOSTICHE</b>	REGIONE SICILIANA 
II122F IN-STR- RT-001-01	RELAZIONE TECNICA GENERALE	Pag. 66 di 77

#### 6.1.6. Indagini pacometriche

##### 6.1.6.1 *Riferimento normativo*

- BS 1881-204
- UNI 7997

##### 6.1.6.2 *Generalità*

Lo scopo dell'indagine è di determinare la posizione delle armature, lo spessore del copriferro e il diametro dei ferri.

Questo tipo di rilevazione è particolarmente utile preventivamente all'esecuzione di altre prove come carotaggi, pull-out, ultrasuoni o sclerometro che necessitano di evitare le armature.

##### 6.1.6.3 *Condizioni operative*



Pulire la superficie e se necessario rimuovere le asperità in modo che si presenti la più possibile liscia al fine di non ostacolare lo scivolamento della sonda.

##### 6.1.6.4 *Procedura*

Posizionare la sonda con l'asse longitudinale nella direzione ricercata dell'asse delle armature principali.

Procedere facendola scorrere lungo la superficie dell'elemento da indagare in direzione perpendicolare alle armature ricercate (la strumentazione emette un segnale di diversa intensità secondo la vicinanza ai tondini).

Segnata la posizione delle armature principali, ricercare le staffe scorrendo la sonda parallelamente alla direzione delle stesse tracciando, man mano che si scansiona la superficie, la mappatura dei ferri di armatura rilevati tramite matita o gesso colorato; settare lo strumento per ripassare gli stessi punti segnati al fine determinare lo spessore del copriferro e il diametro delle armature.

 REPUBBLICA ITALIANA	Assessorato Regionale dell'Energia e dei Servizi di Pubblica Utilità Dipartimento Regionale Dell'Acqua e dei Rifiuti  <b>DIGA GIBBESI</b>  <b>OPERE COMPLEMENTARI E ACCESSORIE</b>  <b>PIANO DELLE INDAGINI DIAGNOSTICHE</b>	REGIONE SICILIANA 
II122F IN-STR- RT-001-01	RELAZIONE TECNICA GENERALE	Pag. 67 di 77

#### 6.1.6.5 Apparecchiatura

L'apparecchiatura utilizzata è costituita da una sonda trasmettente/ricevente di campo elettromagnetico collegata a un'unità di elaborazione con display digitale e segnalatore acustico.

#### 6.1.6.6 Sicurezza

Normali dotazioni di sicurezza di cantiere.

#### 6.1.6.7 Resoconto di prova

Il resoconto di prova deve includere:

- Nome dello sperimentatore;
- Data e ora della prova;
- Caratteristiche tecniche principali della strumentazione utilizzata;
- Caratteristiche geometriche dell'elemento in prova;
- Identificazione inequivocabile della zona indagata;
- Schema delle armature rilevate con indicazione dello spessore di copriferro e del diametro con indicazione della precisione presunta.

L'operazione va eseguita o diretta da personale qualificato e certificato quale sperimentatore di questa tipologia di indagine.

#### 6.1.7. Prelievo di barre d'armatura

##### 6.1.7.1 Riferimento normativo


- UNI EN 10002-1
- UNI EN ISO 15630-1

##### 6.1.7.2 Generalità

L'obiettivo del prelievo di campioni di ferro d'armatura è l'esecuzione dei successivi test chimici, fisici e/o meccanici da eseguirsi in un Laboratorio ufficiale, autorizzato dal Ministero L.L. P.P.

##### 6.1.7.3 Condizioni operative

Nell'individuazione del punto di estrazione del provino è necessario, preventivamente, individuare la presenza di ferri d'armatura con indagine pacometrica, segnandoli con

 REPUBBLICA ITALIANA	Assessorato Regionale dell'Energia e dei Servizi di Pubblica Utilità Dipartimento Regionale Dell'Acqua e dei Rifiuti  <b>DIGA GIBBESI</b>  <b>OPERE COMPLEMENTARI E ACCESSORIE</b>  <b>PIANO DELLE INDAGINI DIAGNOSTICHE</b>	REGIONE SICILIANA 
II122F IN-STR- RT-001-01	RELAZIONE TECNICA GENERALE	Pag. 68 di 77

gesso. Il prelievo deve essere eseguito in zone di scarsa sollecitazione indicate dal Tecnico Incaricato e condotto in modo da creare il minor disturbo possibile al manufatto e ai suoi elementi costitutivi. La rimozione del copriferro deve avvenire in maniera da non scalfire la superficie del tondino al fine di non influenzare il risultato delle prove di trazione in Laboratorio.

#### 6.1.7.4 Procedura

Rimuovere il copriferro per un tratto di almeno 60 cm utilizzando un demolitore per rimuovere il primo strato di cls.

Proseguire con martello e scalpello e liberare completamente con attenzione l'armatura facendo attenzione a non intaccare l'elemento da estrarre.

Tagliare il campione in due punti al fine di estrarre uno spezzone di almeno 50 cm.

Durante la fase di taglio raffreddare l'armatura con getti d'acqua per impedire alterazioni delle caratteristiche chimiche e meccaniche dell'acciaio.

Rilevare il diametro e la lunghezza precisa.

Apporre al provino un contrassegno e riportare in apposita scheda i dati relativi al punto di prelievo ed ai dati geometrici del provino.

Eseguire una foto sia del punto di prelievo sia del campione ponendo a fianco il metro.

#### 6.1.7.5 Apparecchiatura

Martello e scalpello demolitore, martello e scalpello manuali, smerigliatrice o cesoia pneumatica, calibro, metro.



#### 6.1.7.6 Sicurezza

Utilizzare sempre: scarpe antinfortunistiche, casco, occhiali, guanti e cuffie antirumore.

#### 6.1.7.7 Resoconto di prova

Il resoconto di prova deve includere:

- Nome dell'operatore;
- Data e ora dell'estrazione;
- Identificazione inequivocabile della posizione di estrazione;
- Caratteristiche geometriche del provino;
- Allegare le foto sia del punto di prelievo sia del campione.

 REPUBBLICA ITALIANA	Assessorato Regionale dell'Energia e dei Servizi di Pubblica Utilità Dipartimento Regionale Dell'Acqua e dei Rifiuti  <b>DIGA GIBBESI</b>  <b>OPERE COMPLEMENTARI E ACCESSORIE</b>  <b>PIANO DELLE INDAGINI DIAGNOSTICHE</b>	REGIONE SICILIANA 
II122F IN-STR- RT-001-01	RELAZIONE TECNICA GENERALE	Pag. 69 di 77

L'operazione va diretta da personale qualificato e certificato quale sperimentatore di questa tipologia di indagine.

#### 6.1.7.8 Ripristini

Per il ripristino di strutture in calcestruzzo con interventi di spessore 5 - 50 mm applicazione a spruzzo o a cazzuola, fornitura e posa in opera di malta tixotropica, strutturale, per il ripristino e la rasatura del c.a. in spessori da 5 a 50 mm, ad elevata resa e durabilità rispondente alle specifiche tecniche delle malte strutturali di tipo R4 secondo EN 1504/3.

#### 6.1.8. Misura dello stato di tensione dei ferri d'armatura

##### 6.1.8.1 Riferimento normativo

ASTM E 837-01

##### 6.1.8.2 Generalità

La prova consente di misurare la deformazione relativa, e di calcolare lo stato tensione locale preesistente in un elemento strutturale a causa delle azioni dirette (forze concentrate, carichi distribuiti, fissi o mobili) e indirette (spostamenti impressi, variazioni termiche e di umidità, ritiro, precompressione, cedimenti vincolari) cui esso è sottoposto. A tal fine si utilizzano gli estensimetri (strain-gauges) opportunamente incollati sulla superficie. L'individuazione della tensione preesistente avviene attraverso la misura della deformazione relativa e dell'elemento a seguito del taglio parziale praticato nella zona d'interesse. La successiva trasformazione in tensione si ottiene attraverso la legge di Hooke:

$$\sigma = E \cdot \varepsilon = E \cdot \left( \frac{\Delta L}{L} \right)$$

dove con  $E$  si indica il modulo elastico dell'acciaio.



##### 6.1.8.3 Condizioni operative

La metodologia prevede il montaggio di una coppia di estensimetri alla stessa altezza e in posizione diametralmente opposta in modo tale da potere rilevare l'eventuale stato tensionale combinato di sforzo assiale e di momento flettente.

##### 6.1.8.4 Procedura

Levigare con smerigliatrice e pulire con solvente la superficie dove va incollato l'estensimetro controllando che non vi siano solchi.



 REPUBBLICA ITALIANA	Assessorato Regionale dell'Energia e dei Servizi di Pubblica Utilità Dipartimento Regionale Dell'Acqua e dei Rifiuti  <b>DIGA GIBBESI</b> <b>OPERE COMPLEMENTARI E ACCESSORIE</b> <b>PIANO DELLE INDAGINI DIAGNOSTICHE</b>	REGIONE SICILIANA 
II122F IN-STR- RT-001-01	RELAZIONE TECNICA GENERALE	Pag. 70 di 77

Porre del nastro isolante alla base vicino alle saldature dell'estensimetro e del nastro trasparente sopra per proteggerlo dalla colla; applicare prima il solvente e subito dopo la colla; comprimere con forza un paio di minuti.

Preparare l'altro sensore e prima di installarlo staccare delicatamente il nastro dal primo; posizionare un cavo in modo da poter collegare elettricamente i due estensimetri. Testare il perfetto funzionamento degli estensimetri con l'unità di acquisizione; proteggerli con agente chimico e nastro adesivo.

Procedere alle misure e alla memorizzazione dei dati alle fasi previste della prova.

Procedere eseguendo una foto agli estensimetri prima della copertura con gli adesivi di protezione.

#### 6.1.8.5 Apparecchiatura

Estensimetri, prodotti per l'incollaggio dei sensori e la preparazione della superficie, smerigliatrice, carta abrasiva.

#### 6.1.8.6 Sicurezza



Utilizzare sempre: scarpe antinfortunistiche, casco, mascherina, occhiali e guanti.

#### 6.1.8.7 Resoconto di prova

Il resoconto di prova deve includere:

- Nome dell'operatore;
- Data e ora della prova;
- Descrizione dell'elemento da misurare;
- Caratteristiche tecniche principali della strumentazione utilizzata;
- La procedura di incollaggio dei sensori;
- La posizione dei sensori;
- Le condizioni atmosferiche prevalenti durante la rilevazione delle misure;
- I valori di deformazione misurati;
- Allegare le foto degli estensimetri incollati.

L'operazione va diretta da personale qualificato e certificato quale sperimentatore di questa tipologia di indagine.

 REPUBBLICA ITALIANA	Assessorato Regionale dell'Energia e dei Servizi di Pubblica Utilità Dipartimento Regionale Dell'Acqua e dei Rifiuti  <b>DIGA GIBBESI</b>  <b>OPERE COMPLEMENTARI E ACCESSORIE</b>  <b>PIANO DELLE INDAGINI DIAGNOSTICHE</b>	REGIONE SICILIANA 
II122F IN-STR- RT-001-01	RELAZIONE TECNICA GENERALE	Pag. 71 di 77

#### 6.1.9. Esplorazione delle fondazioni

##### 6.1.9.1 Riferimento normativo

Nessuno

##### 6.1.9.2 Generalità

Lo scavo di un pozzetto esplorativo consente di osservare lo stato e la geometria della fondazione.

Nel caso specifico della casa di guardia consentirà di mettere a vista le travi di fondazione dell'edificio, in maniera tale da verificarne lo stato e le dimensioni.

La profondità massima di scavo è limitata a quella raggiungibile con gli escavatori normalmente in uso, cioè circa 3 m; tuttavia, in presenza di falda, potrà essere anche minore, per problemi di sicurezza.

Lo scavo dovrà avere dimensioni orientative di 2÷3 x 2 m, in pianta.

##### 6.1.9.3 Condizioni operative

L'attrezzatura consisterà di un escavatore a braccio rovescio in grado di raggiungere la profondità stabilita dal progetto delle indagini (max. 4 m). Il volume della benna dovrà essere compreso tra 0.3 e 0.8 m³. Oltre all'escavatore l'attrezzatura dovrà comprendere una scala di lunghezza adeguata a scendere e risalire nello scavo e normali attrezzi di scavo.

##### 6.1.9.4 Procedura


Il materiale scavato dovrà essere ammucciato a distanza di 2÷3 m dal ciglio dello scavo mantenendo separati, per quanto possibile, i diversi strati presenti.

Le pareti dello scavo dovranno essere profilate con una pendenza tale da garantire la stabilità dello scavo e la sicurezza dell'operatore che procede alla ispezione.

Ad ispezione conclusa, il pozzetto dovrà essere ritombato utilizzando lo stesso materiale di scavo, costipandolo con la benna dell'escavatore usata come maglio. La disposizione dei terreni nello scavo dovrà rispettare l'originaria stratigrafia.

##### 6.1.9.5 Sicurezza

Normali dotazioni di sicurezza di cantiere.

 REPUBBLICA ITALIANA	Assessorato Regionale dell'Energia e dei Servizi di Pubblica Utilità Dipartimento Regionale Dell'Acqua e dei Rifiuti  <b>DIGA GIBBESI</b>  <b>OPERE COMPLEMENTARI E ACCESSORIE</b>  <b>PIANO DELLE INDAGINI DIAGNOSTICHE</b>	REGIONE SICILIANA 
II122F IN-STR- RT-001-01	RELAZIONE TECNICA GENERALE	Pag. 72 di 77

#### 6.1.9.6 Resoconto di prova

La documentazione di ciascun pozzetto comprenderà:

- Informazioni generali (commessa, cantiere, ubicazione, data, nominativo dell'operatore);
- Quota assoluta o relativa di p.c.;
- Verifica della tipologia di fondazione (isolata, continua, profonda...);
- Rilievo geometrico (in funzione dell'effettiva estensione dello scavo);
- Osservazione della consistenza del materiale;
- Stratigrafia della pavimentazione;
- Documentazione fotografica a colori delle pareti del pozzetto con scala metrica, individuazione di elementi di dettaglio geometrico misurati.

#### 6.1.10. Indagine di pull-out

##### 6.1.10.1 Riferimento normativo

UNI EN 12504-3:2005

##### 6.1.10.2 Generalità



La tecnica di indagine denominata Pull-out è utilizzata per stimare la resistenza meccanica del calcestruzzo in opera. La metodologia consiste nell'inserire nel calcestruzzo un tassello metallico standardizzato e di estrarlo mediante idonea attrezzatura. Il valore della forza di rottura del cono di calcestruzzo attorno al tassello, attraverso una curva di correlazione sperimentale, permette di stimare la Resistenza del calcestruzzo.

##### 6.1.10.3 Condizioni operative

Nella predisposizione della prova è necessario, preventivamente, individuare la presenza dei ferri d'armatura con indagine magnetometrica (pacometro), segnandoli con gesso. Liberare le zone scelte dall'intonaco o quant'altro non faccia parte del materiale in esame. I tasselli vanno inseriti a una distanza di circa 20 cm uno dall'altro. Lo spessore minimo del calcestruzzo deve essere almeno di 10 cm e la distanza minima dai bordi dei punti di prova di almeno 10 cm.

##### 6.1.10.4 Procedura

Scegliere un punto che non presenti dei ferri di armatura per un raggio di 5 cm.

 REPUBBLICA ITALIANA	Assessorato Regionale dell'Energia e dei Servizi di Pubblica Utilità Dipartimento Regionale Dell'Acqua e dei Rifiuti  <b>DIGA GIBBESI</b>  <b>OPERE COMPLEMENTARI E ACCESSORIE</b>  <b>PIANO DELLE INDAGINI DIAGNOSTICHE</b>	REGIONE SICILIANA 
II122F IN-STR- RT-001-01	RELAZIONE TECNICA GENERALE	Pag. 73 di 77

Effettuare il foro con punta al widia Ø 18, montata su trapano a percussione.

Eseguire l'alesaggio di diametro 25 mm a 25 mm di profondità, pulire il foro con getto d'aria.

Inserire il tassello standard; battere con il martello la capsula cilindrica in modo da far aderire il tassello alle pareti della parte alesata.

Avvitare il cilindro filettato del martinetto fino a contrasto.

Attivare l'apparecchiatura di estrazione fino al raggiungimento della rottura cogliendo la forza massima impiegata.

#### 6.1.10.5 *Apparecchiatura*

Sono da utilizzare apparecchiature di prova che impieghino, per il calcolo della forza, un trasduttore di pressione tarato; l'apparecchiatura deve produrre una stampa che riporti almeno: data, ora e forza di estrazione. Sulla stampa dovrà essere trascritto il numero del provino e l'elemento strutturale sottoposto a prova.

L'apparecchiatura utilizzata dev'essere stata tarata entro un anno dalla data della prova.

#### 6.1.10.6 *Sicurezza*

Utilizzare sempre: scarpe antinfortunistiche, casco, occhiali, inserti auricolari e guanti antinfortunistici.



#### 6.1.10.7 *Resoconto di prova*

Il resoconto di prova deve includere:

- Nome dello sperimentatore;
- Data e ora della prova;
- Identificazione inequivocabile della posizione di prova;
- Età del calcestruzzo (se conosciuta);
- Condizione di umidità superficiale del calcestruzzo al momento della prova;
- Temperatura ambiente e del materiale in prova;
- Tabella dei risultati di prova relativamente alla forza misurata;
- Valore di correlazione della resistenza  $R_c$  del calcestruzzo indicando la formula utilizzata.

Al report deve essere allegata la stampa, o una fotocopia, dei dati ottenuti direttamente dalla apparecchiatura.



<p>REPUBBLICA ITALIANA</p> 	<p><i>Assessorato Regionale dell'Energia e dei Servizi di Pubblica Utilità</i>  <i>Dipartimento Regionale Dell'Acqua e dei Rifiuti</i></p> <p><b>DIGA GIBBESI</b></p> <p><b>OPERE COMPLEMENTARI E ACCESSORIE</b></p> <p><b>PIANO DELLE INDAGINI DIAGNOSTICHE</b></p>	<p>REGIONE SICILIANA</p> 
<p>II122F IN-STR- RT-001-01</p>	<p>RELAZIONE TECNICA GENERALE</p>	<p>Pag. 74 di 77</p>

L'operazione va eseguita o diretta da personale qualificato e certificato quale sperimentatore di questa tipologia di indagine.



## 6.2. Quantità ed ubicazione delle indagini

Le indagini da effettuare sono distribuite sulle diverse opere come descritto nella seguente tabelle riassuntiva.

Le quantità di prove indicate in tabella sono state tarate sulla base delle indagini pregresse effettuate sulle strutture in oggetto.

 REPUBBLICA ITALIANA	Assessorato Regionale dell'Energia e dei Servizi di Pubblica Utilità Dipartimento Regionale Dell'Acqua e dei Rifiuti  <b>DIGA GIBBESI</b>  <b>OPERE COMPLEMENTARI E ACCESSORIE</b>  <b>PIANO DELLE INDAGINI DIAGNOSTICHE</b>	REGIONE SICILIANA 
III22F IN-STR- RT-001-00	RELAZIONE TECNICA GENERALE	Pag. 75 di 77



Tipologia prova	U.M.	Quantità														
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	
		Casa di guardia	Sfioratore SX	Sfioratore DX	Torino aeroforo SX	Torino aeroforo DX	Torre di manovra	Imbocco scarico di fondo	Galleria scarico di fondo	Galleria sfioratore SX	Vasca di Dissipazione (g)	Canale di restitu- zione in alveo	Torre accesso drenaggi	Cunicoli d' ispe- zione drenaggi	Strade all' in- terno dell' im- pianto (e)	TOTALE
A. Prove sui calcestruzzi																
Carotaggio	cad	1	1	1	1	1	2	2	2	2	1	4	1	2	4	25
Carbonatazione cls	cad	1	1	1	1	1	2	2	2	2	1	4	1	2	4	25
Schiacciamento provini cls	cad	1	2	2	1	1	4	4	4	4	1	8	2	2	4	40
Prova pacometrica (a)	m²	15	15	15	5	5	15	20	20	20	0	30	5	15	-	180
Prova SonReb	cad	6	6	6	3	3	6	6	6	6	0	6	3	6	12	75
B. Prove sulle barre d'armatura																
Prelievo barra armatura	cad	2	1	1	1	1	2	1	2	2	2	2	1	2	1	21
Prova di trazione barra	cad	2	1	1	1	1	2	1	2	2	2	2	1	2	1	21
Prove per la determinazione degli spessori residui delle barre (b)	cad	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	14
C. Indagini generali																
Rilievo geometrico (c)	cad	1	1	1	1	1	1 (d)	1	1	1	1	1	1	1	1	14
Rilievo difettologico (c)	cad	1	1	1	1	1	1 (d)	1	1	1	1	1	1	1	1	14
Indagine georadar di superficie	m	60	-	-	-	-	-	55	-	-	175	-	-	-	-	290

REPUBBLICA ITALIANA 	Assessorato Regionale dell'Energia e dei Servizi di Pubblica Utilità Dipartimento Regionale Dell'Acqua e dei Rifiuti  <b>DIGA GIBBESI</b>  <b>OPERE COMPLEMENTARI E ACCESSORIE</b>  <b>PIANO DELLE INDAGINI DIAGNOSTICHE</b>	REGIONE SICILIANA 
II122F IN-STR- RT-001-00	RELAZIONE TECNICA GENERALE	Pag. 76 di 77

### **NOTE RIFERITE ALLA TABELLA SOPRA RIPORTATA**

- (a) Superficie prova singola pari a 1 m<sup>2</sup> (es. 5 m<sup>2</sup> → 5 prove da 1 m<sup>2</sup> ognuna). Le prove pacometriche devono fornire necessariamente la posizione delle armature nella porzione di muro investigata, nonché il loro diametro ed il copriferro presente.
- (b) Superficie di rimozione dei copriferri per prova singola pari a 1 m<sup>2</sup>
- (c) Il rilievo geometrico e quello difettologico sono volti ad ottenere la geometria dello stato di fatto e la valutazione del grado di ammaloramento delle opere. Per quelle opere dove è disponibile la documentazione del progetto originale dell'epoca, il rilievo geometrico si potrebbe limitare ad un semplice controllo a campione delle principali misure della struttura. Una volta stabilito il livello di corrispondenza tra progetto originale e opera eseguita, si deciderà quali elementi rilevare. Per le strutture di cui non si possiede alcun tipo di documento, o se quelli che si hanno risultassero incompleti, si dovrà, necessariamente, procedere ad un rilievo geometrico completo. Il rilievo difettologico, ovvero la relazione sullo stato di conservazione e ammaloramento di tutte le opere, sarà prodotto indipendentemente dalla quantità di informazioni già in possesso sulle diverse opere.
- (d) Il rilievo, sia geometrico che difettologico, della torre di manovra deve comprendere anche il carroponte posto al suo interno. Si tratta di una struttura in acciaio ancorata in quattro punti al muro perimetrale della torre stessa.
- (e) Si prevedono n° 2 prelievi di carote di calcestruzzo, in corrispondenza dei muri di cui alle foto allegate, in cui la seconda è relativa alla fine del tracciato stradale, poco prima del piazzale del pozzo paratoia.



REPUBBLICA ITALIANA 	Assessorato Regionale dell'Energia e dei Servizi di Pubblica Utilità Dipartimento Regionale Dell'Acqua e dei Rifiuti  <b>DIGA GIBBESI</b>  <b>OPERE COMPLEMENTARI E ACCESSORIE</b>  <b>PIANO DELLE INDAGINI DIAGNOSTICHE</b>	REGIONE SICILIANA 
II122F IN-STR- RT-001-00	RELAZIONE TECNICA GENERALE	Pag. 77 di 77



Per quanto riguarda i muri del piazzale del pozzo paratoia, gli stessi, mostrano rotazioni in testa e un avanzato stato di degrado, come evidenziato in precedenza nella nota descrittiva dei muri.

Si prevederanno quindi n° 2 prelievi di calcestruzzo, prove SonReb diffuse ed il prelievo con prova di trazione di una barra di armatura.

- (f) In generale, non si ritiene necessario effettuare un gran numero di prove diagnostiche sul calcestruzzo della vasca di dissipazione (schiacciamento provini in cls, prove pa-cometriche, SonReb) in quanto le indagini già svolte da DISMAT e SIDERCEM sono del tutto sufficienti per la caratterizzazione meccanica dei materiali.