



**E.I.P.L.I.**

Ente per lo sviluppo dell'Irrigazione e la trasformazione fondiaria in  
Puglia, Lucania e Irpinia

## DIGA DI SAETTA



**Sidercad & Partners**

Raggruppamento Temporaneo



*Mandataria:*

**Sidercad S.p.A.**

*Mandanti:*

**IA.ING. S.r.l**

**Ing V. Dicecca**

**Ing. R. Del Prete**

**Geol. P. Pepe**

***Il progettista***

### ***Storia delle revisioni***

Rev.	Data	Descrizione	Elaborato	Verificato	Approvato
02	23.04.2019	Terza emissione	"	"	"
01	23.01.2019	Seconda emissione	"	"	"
00	04.01.2019	Prima emissione	IA.ING. S.r.l Ing V. Dicecca	IA.ING. S.r.l Ing V. Dicecca	IA.ING. S.r.l Ing V. Dicecca

Progetto:	Valutazione di vulnerabilità sismica	<b><i>Il gestore della diga</i></b>
Titolo:	<b>PIANO DI INDAGINI DELLE OPERE ACCESSORIE</b>	
Sotto-titolo:	<b>Relazione sulle indagini strutturali</b>	
Codifica elaborato:	<b>EIPLI-PAR-SAE-001</b>	

NOME DEL FILE	FORMATO	SCALA	FOGLIO
EIPLI-PAR-SAE-001.doc	A4	-	1/11



Diga di Saetta

**Sidercad & Partners**

Raggruppamento Temporaneo



## INDICE

1.	CAMPAGNA DI INDAGINI IN SITU E PROVE DI LABORATORIO.....	3
1.1.	LIVELLO DI CONOSCENZA PREFISSATO .....	3
1.2.	TIPOLOGIA DI INDAGINI .....	6
2.	CAMERA DI MANOVRA (INTELAIATURA IN C.A.) .....	8
3.	SFIORATORE DI SUPERFICIE ( STRUTTURA IN C.A.).....	9
4.	CANALE FUGATORE ( STRUTTURA IN C.A.) .....	9
5.	LOCALE GRUPPO ELETTROGENO ( STRUTTURA IN C.A.) .....	10
6.	RIEPILOGO INDAGINI.....	11

## PREMESSA

La presente relazione, inerente la campagna di indagini strutturali da effettuare sulle opere accessorie della Diga di Saetta, nello specifico costituite dai seguenti manufatti che costituiscono parte integrante del progetto di Valutazione di Vulnerabilità sismica:

- **Camera di manovra e viabilità di accesso;**
- **Sfioratore di superficie;**
- **Canale fugatore;**
- **Locale gruppo elettrogeno;**

Trattandosi di un intervento su strutture esistenti, con riferimento a quanto prescritto al Cap.8 “Costruzioni esistenti” del D.M. 2018 “Aggiornamento delle Norme Tecniche per le Costruzioni” e relativa Circolare esplicativa n.7 del 21/01/2019, si è reso necessario programmare una campagna di indagini sulle strutture suddette finalizzate all’acquisizione di tutti i dati necessari per lo sviluppo e le valutazioni progettuali di che trattasi e definirne i criteri generali per la valutazione della sicurezza e le conoscenze indispensabili finalizzate ad approfondire aspetti e caratteristiche.

## 1. CAMPAGNA DI INDAGINI IN SITU E PROVE DI LABORATORIO

### 1.1. LIVELLO DI CONOSCENZA PREFISSATO

Con riferimento alle NTC 2018, i metodi per le verifiche delle resistenze di calcolo dei materiali dipendono dal livello di conoscenza conseguito sull’immobile oggetto d’esamina. A tal proposito la normativa individua tre livelli di conoscenza:

- **LC1: Conoscenza Limitata;**
- **LC2: Conoscenza Adeguata;**
- **LC3: Conoscenza Accurata.**

Il livello di conoscenza acquisito determina il metodo di analisi ammissibile ed il valore del **fattore di confidenza FC** da applicare alle proprietà dei materiali per il maggior grado di incertezza delle grandezze rilevate negli edifici esistenti.

La norma stabilisce le modalità di acquisizione delle informazioni occorrenti per il raggiungimento del livello di conoscenza prefissato con riferimento ai seguenti tre elementi:

#### **Conoscenza della geometria degli elementi strutturali principali:**

- Identificazione del sistema resistente alle forze orizzontali in entrambe le direzioni;

	<p>Diga di Saetta</p>	<p><b>Sidercad &amp; Partners</b> Raggruppamento Temporaneo</p> 
---	-----------------------	---

- Tessitura dei solai;
- Dimensioni geometriche di travi, pilastri e pareti;
- Larghezza delle ali di travi a T;
- Possibili eccentricità fra travi e pilastri ai nodi.

**Identificazione dei dettagli costruttivi:**

- Quantità di armatura longitudinale in travi, pilastri e pareti;
- Quantità e dettagli di armatura trasversale nelle zone critiche e nei nodi trave-pilastro;
- Quantità di armatura longitudinale nei solai che contribuisce al momento negativo di travi a T;
- Lunghezze di appoggio e condizioni di vincolo agli elementi orizzontali;
- Spessore del copriferro;
- Lunghezza delle zone di sovrapposizione delle barre.

**Identificazione e valutazione della resistenza dei materiali:**

- Resistenza del calcestruzzo;
- Resistenza a snervamento, di rottura e deformazione ultima dell'acciaio.

Un primo sopralluogo è stato effettuato in data 22 NOVEMBRE 2018 con **rilievo in situ di tipo visivo**. In tale sede si è solo provveduto ad una prima valutazione visiva dello stato dei luoghi effettuando un rilievo fotografico.

Sulla base di tali rilievi si predispone, pertanto, una campagna di indagini ritenute necessarie per il **raggiungimento di un livello di conoscenza minimo pari almeno a LC2 (Conoscenza adeguata)**.

**La ricostruzione grafica degli elaborati di rilievo sarà aggiornata congiuntamente alla fase d'indagine.**

Si definiscono puntualmente prelievi ed indagini in sito ed in laboratorio necessari per definire:

- Le caratteristiche geologico-tecniche;
- La caratterizzazione geometrica;
- I dettagli costruttivi;
- Le proprietà dei materiali;

Al termine dei quali, sulla base dei dati raccolti e analizzati si potrà stilare sia una diagnosi sull'eventuale degrado dei materiali sia su tutti gli aspetti rilevanti dal punto di vista strutturale.

*In base al livello di conoscenza prefissato e alla similarità di alcuni elementi strutturali*, (condizioni di simmetria geometrica e di carico) si è proceduto a definire tipologia e numero delle prove da effettuare su ciascun corpo di fabbrica.

## COSTRUZIONI IN CALCESTRUZZO ARMATO

**Tabella C8.5.IV** – Livelli di conoscenza in funzione dell'informazione disponibile e conseguenti metodi di analisi ammessi e valori dei fattori di confidenza, per edifici in calcestruzzo armato o in acciaio

Livello di conoscenza	Geometrie (carpenterie)	Dettagli strutturali	Proprietà dei materiali	Metodi di analisi	FC (*)
LC1	Da disegni di carpenteria originali con rilievo visivo a campione; in alternativa rilievo completo ex-novo	Progetto simulato in accordo alle norme dell'epoca e <i>indagini limitate</i> in situ	Valori usuali per la pratica costruttiva dell'epoca e <i>prove limitate</i> in situ	Analisi lineare statica o dinamica	1,35
LC2		Elaborati progettuali incompleti con <i>indagini limitate</i> in situ; in alternativa <i>indagini estese</i> in situ	Dalle specifiche originali di progetto o dai certificati di prova originali, con <i>prove limitate</i> in situ; in alternativa da <i>prove estese</i> in situ	Tutti	1,20
LC3		Elaborati progettuali completi con <i>indagini limitate</i> in situ; in alternativa <i>indagini esaustive</i> in situ	Dai certificati di prova originali o dalle specifiche originali di progetto, con <i>prove estese</i> in situ; in alternativa da <i>prove esaustive</i> in situ	Tutti	1,00

(\*) A meno delle ulteriori precisazioni già fornite nel § C8.5.4.

**Tabella C8.5.V** – Definizione orientativa dei livelli di rilievo e prova per edifici di c.a.

Livello di Indagini e Prove	Rilievo(dei dettagli costruttivi) <sup>(a)</sup>	Prove (sui materiali) <sup>(b),(c),(d)</sup>
	Per ogni elemento "primario" (trave, pilastro)	
<i>limitato</i>	La quantità e disposizione dell'armatura è verificata per almeno il 15% degli elementi	1 provino di cls. per 300 m <sup>2</sup> di piano dell'edificio, 1 campione di armatura per piano dell'edificio
<i>esteso</i>	La quantità e disposizione dell'armatura è verificata per almeno il 35% degli elementi	2 provini di cls. per 300 m <sup>2</sup> di piano dell'edificio, 2 campioni di armatura per piano dell'edificio
<i>esaustivo</i>	La quantità e disposizione dell'armatura è verificata per almeno il 50% degli elementi	3 provini di cls. per 300 m <sup>2</sup> di piano dell'edificio, 3 campioni di armatura per piano dell'edificio

## COSTRUZIONI IN MURATURA

**Indagini limitate:** sono generalmente basate su indagini di tipo visivo che, al rilievo geometrico delle superfici esterne degli elementi costruttivi, uniscono saggi che consentano di esaminare, almeno localmente, le caratteristiche della muratura sotto intonaco e nello spessore, caratterizzando così la sezione muraria, il grado di ammorsamento tra pareti ortogonali e le zone di appoggio dei solai, i dispositivi di collegamento e di eliminazione delle spinte.

**Indagini estese:** i rilievi e le indagini in-situ indicati al punto precedente, sono accompagnati da saggi più estesi e diffusi così da ottenere tipizzazioni delle caratteristiche dei materiali e costruttive e una aderenza delle indicazioni fedele alla reale varietà della costruzione.

**Indagini esaustive:** oltre a quanto indicato al punto precedente, le indagini sono estese in modo sistematico con il ricorso a saggi che consentano al tecnico di formarsi un'opinione chiara sulla morfologia e qualità delle murature, sul rispetto della regola dell'arte nella disposizione dei materiali, sia in superficie che nello spessore murario, sull'efficacia dell'ammorsamento tra le pareti e dei dispositivi di collegamento e di eliminazione delle spinte, oltre che sulle caratteristiche degli appoggi degli elementi orizzontali.



## Diga di Saetta

**Sidercad & Partners**

Raggruppamento Temporaneo



**Tabella C.8.5.III** –Valori del coefficiente  $\kappa$  suggeriti per l'aggiornamento del valore medio dei parametri meccanici, secondo l'equazione [C8.5.4.3], con riferimento ai più diffusi metodi di indagine diretta sulle proprietà meccaniche della muratura.

Metodo di prova	Parametro	$\kappa$
Prova di compressione diretta (su una porzione di parete muraria)	E	1,5
	f	1
Martinetto piatto doppio	E	1,5
	f (*)	2 (*)
Prova di compressione e taglio (su un pannello isolato nella parete muraria) – prova tipo Sheppard	G	1,5
	$\tau_0 - f_{v0}$	1
Prova di compressione diagonale	G	1,5
	$\tau_0$	1
Prova di taglio diretto sul giunto	$f_{v0}$	2
Prove in laboratorio sui costituenti (**)	$f_b, f_m, f_g$	2

(\*) La prova con il martinetto piatto doppio consente di ottenere una misura del modulo elastico E della muratura, molto più raramente di misurare direttamente la resistenza a compressione. Il coefficiente in tabella è quello suggerito quando nella prova viene misurata direttamente la resistenza a compressione. Ricordando che esiste una correlazione empirica approssimata di proporzionalità tra modulo E e la resistenza media a compressione della muratura (desumibile dagli intervalli di variazione dei due parametri nella tabella C.8.5.I) il modulo E ottenuto dalla prova con martinetto piatto può fornire una stima indiretta di f utilizzabile nell'equazione [C8.5.4.3] purché si adotti un valore di  $\tau$  almeno pari a 3.

(\*\*) Nel caso di muratura in blocchi di pietra squadrati o artificiali pieni o semipieni si ipotizza che, con prove a compressione diretta sugli elementi e sulla malta (i costituenti), si possa stimare la resistenza caratteristica a compressione della muratura  $f_k$  tramite i metodi descritti al § 11.10.3.1.2 delle Norme. Nota:  $f_k$ , la resistenza a compressione media f della muratura potrà essere quindi stimata come  $f = 1,25 f_k$ .

**La similarità e la ripetitività della procedura costruttiva fra alcuni gruppi di elementi strutturali, consente di limitare i controlli ai gruppi di elementi con evidenti caratteristiche di ripetibilità di tipo geometrico e del ruolo strutturale.**

### 1.2. TIPOLOGIA DI INDAGINI

Per l'identificazione dei dettagli costruttivi saranno effettuate **indagini in situ a campione di tipo non distruttivo** per quali:

Per elementi strutturali in c.a.

- ✓ **Prove pacometriche** per l'individuazione della distribuzione di barre d'armatura, stima del diametro e copriferro, preliminari anche alle estrazioni di cls/sonreb e prelievi di acciaio ed estese ai nodi degli elementi strutturali;
- ✓ **Prove combinate METODO SONREB** (sclerometro+ultrasuono) per verificare la corrispondenza tra le armature o le caratteristiche dei collegamenti effettivamente presenti e quelle riportate nei disegni di progetto ed effettuate sugli stessi elementi ove saranno prelevate le carote;
- ✓ **Prova penetrometrica su solette in c.a.** con uso di penetrometro tipo "sonda Windsor-PIN" con misurazione in tre punti di misura per verificare la resistenza di calcestruzzi sulla base di tabelle di correlazione. Da eseguire su superfici in c.a. preventivamente liberate da intonaci o pavimenti;

	Diga di Saetta	 Raggruppamento Temporaneo 
---	----------------	---

Per strutture murarie

- ✓ **Indagine termografica** per l'identificazione di elementi non visibili, anomalie nella tessitura muraria (lesioni), risalite di umidità capillare;
- ✓ **Prova penetrometrica** su malte di allettamento, con uso di penetrometro tipo "sonda Windsor-PIN" per verificare la resistenza delle malte sulla base di tabelle di correlazione;

e prove di **tipo distruttivo o semi-distruttivo** quali:

per elementi strutturali in c.a.

- ✓ **Estrazione carota a mezzo carotatrice da sottoporre a prova di compressione** e valutazione del grado di carbonatazione;
- ✓ **Estrazione di barre da sottoporre a prova di trazione.**
- ✓ **Prova di durezza LEEB** in situ eseguite su barre di armatura per la stima della resistenza a rottura o snervamento;

Si distinguono, per semplicità, i seguenti tipi di indagini per gli edifici in c.a. ed in muratura così come riportati:

**Indagine di tipo A - non distruttiva:** (prova pacometrica+ prove combinate METODO SONREB);

**Indagine di tipo A1 - non distruttiva:** (prova pacometrica);

**Indagine di tipo B - distruttiva:** (prova pacometrica + estrazione carota cls + estrazione di barra di armatura);

**indagine di tipo G - semi distruttiva:** (prova pacometrica + prova LEEB su tratto di armatura);

**indagine di tipo H - non distruttiva:** (prova pacometrica + Windsor-PIN su calcestruzzi);

Per quanto riguarda le caratteristiche geologico- tecniche, si precisa che dovranno essere effettuate le seguenti **prove geognostiche**, una per ciascuno dei siti in oggetto:

- ✓ **Prospezione sismica con tecnica MASW**

Prospezione sismica con tecnica MASW (Multichannelanalysis of surfacewaves) utilizzando sismografi ad alta precisione ed a segnale incrementale, con energia di impulso fornita dall'impatto di massa battente e/o di esplosivo, con lunghezze di 23-46 metri o maggiore, utilizzando geofoni bassa frequenza (4,5 Hz) con almeno due registrazioni per ogni stendimento, comprensiva dell'interpretazione ed elaborazione dei dati con profilo verticale di velocità dell'onda "S", e determinazione del parametro Vs30..

## 2. CAMERA DI MANOVRA (INTELAIATURA IN C.A.)

Le informazioni attualmente disponibili relative alle strutture della Casa di guardia della Diga di Conza sono di tipo geometrico. La tipologia strutturale è a pareti in c.a.

Per la verifica delle strutture esistenti si rende necessaria la conoscenza delle caratteristiche meccaniche dei materiali componenti la struttura.

Con riferimento alle indicazioni nella norma DM.2018 e Circolare 02/02/2009, si ritiene necessario condurre delle indagini strutturali di dettaglio volte a determinare la tipologia della fondazioni, la qualità muraria, le caratteristiche meccaniche degli elementi lignei in copertura ed i parametri caratteristici di resistenza dei calcestruzzi e delle armature impiegate legate al livello di conoscenza prefissato.

	tipo A	tipo B
	indagini tipo A = 4	indagini tipo B = 2
	PARETI	PARETI
Quota 940,36	2	1
Quota 955,70	2	1

tipo G		
indagini tipo G = 1		
		SOLAI
		1

INDAGINE A	prova pacometrica+ prove combinate METODO SONREB
INDAGINE B	prova pacometrica + estrazione carota cls + estrazione di barra di armatura
INDAGINE G	prova pacometrica + prova LEEB su tratto di armatura

La localizzazione delle indagini, rappresentata negli elaborati grafici, **EIPLI-PAR-SAE-001**, dovrà essere **preventivamente concordata, di concerto, con le figure responsabili della struttura e con il professionista incaricato della Verifica di Vulnerabilità Sismica.**

### 3. SFIORATORE DI SUPERFICIE ( STRUTTURA IN C.A.)

Le informazioni attualmente disponibili relative alle strutture dello sfioratore di superficie della Diga di Saetta sono solamente complete dal punto di vista geometrico. La tipologia strutturale è in c.a.

Per la verifica delle strutture esistenti si rende necessaria la conoscenza delle caratteristiche meccaniche dei materiali componenti la struttura.

Con riferimento alle indicazioni nella norma DM.2018 e Circolare 02/02/2009, si ritiene necessario condurre delle indagini strutturali di dettaglio volte a determinare le caratteristiche geometriche e i parametri caratteristici di resistenza dei calcestruzzi e delle armature impiegate legate al livello di conoscenza prefissato.

Le prove di tipo distruttivo considerato sono evidenziate nella tabella seguente.

tipo A1		tipo B	
indagini tipo A1 = 3		indagini tipo B = 3	
pareti		pareti	
3		3	

#### LEGENDA

INDAGINE A1	prova pacometrica
INDAGINE B	prova pacometrica + estrazione carota cls + estrazione di barra di armatura

La localizzazione delle indagini, rappresentata nell' elaborati grafici **EIPLI-PAR-SAE-003**, dovrà essere **preventivamente concordata, di concerto, con le figure responsabili della struttura e con il professionista incaricato della Verifica di Vulnerabilità Sismica.**

### 4. CANALE FUGATORE ( STRUTTURA IN C.A.)

Le informazioni attualmente disponibili relative alle strutture del Canale fugatore della Diga di Saetta sono di tipo geometrico. La tipologia strutturale è in c.a. Per la verifica delle strutture esistenti si rende necessaria la conoscenza delle caratteristiche meccaniche dei materiali componenti la struttura.

Con riferimento alle indicazioni nella norma DM.2018 e relativa Circolare, si ritiene necessario condurre delle indagini strutturali di dettaglio volte a determinare le caratteristiche geometriche e i parametri

	Diga di Saetta	<b>Sidercad &amp; Partners</b> Raggruppamento Temporaneo 
---	----------------	---

caratteristici di resistenza dei calcestruzzi e delle armature impiegate legate al livello di conoscenza prefissato.

Le prove di tipo distruttivo e non distruttivo considerate sono evidenziate nella tabella seguente.

tipo B	tipo H
indagini tipo B = 1	indagini tipo H =1
1	1

INDAGINE B	prova pacometrica + estrazione carota cls + estrazione di barra di armatura
INDAGINE H	prova pacometrica + Windsor-PIN su calcestruzzi

La localizzazione delle indagini, rappresentata nell' elaborati grafici **EIPLI-PAR-SAE-004**, dovrà essere **preventivamente concordata, di concerto, con le figure responsabili della struttura e con il professionista incaricato della Verifica di Vulnerabilità Sismica.**

## 5. LOCALE GRUPPO ELETTROGENO ( STRUTTURA IN C.A.)

Le informazioni attualmente disponibili relative alle strutture del locale gruppo elettrogeno sono solamente complete dal punto di vista geometrico. La tipologia strutturale è in c.a. Per la verifica delle strutture esistenti si rende necessaria la conoscenza delle caratteristiche meccaniche dei materiali componenti la struttura.

Con riferimento alle indicazioni nella norma DM.2018 e relativa Circolare, si ritiene necessario condurre delle indagini strutturali di dettaglio volte a determinare le caratteristiche geometriche e i parametri caratteristici di resistenza dei calcestruzzi e delle armature impiegate legate al livello di conoscenza prefissato.

Le prove di tipo distruttivo e non distruttivo considerate sono evidenziate nella tabella seguente.

	tipo A	tipo B	tipo G	tipo H
	indagini tipo A = 3	indagini tipo B = 2	indagini tipo G = 1	indagini tipo H =3
<b>LOCALE G.E. (area =20 mq)</b>	3	1	1	0

INDAGINE A	prova pacometrica+ prove combinate METODO SONREB
INDAGINE B	prova pacometrica + estrazione carota cls + estrazione di barra di armatura
INDAGINE H	prova pacometrica + Windsor-PIN su calcestruzzi
INDAGINE G	prova pacometrica + prova LEEB su tratto di armatura

PIANO DI INDAGINI DELLE OPERE ACCESSORIE	Relazione sulle indagini strutturali	10/11
--	--------------------------------------	-------

La localizzazione delle indagini, rappresentata nell' elaborati grafici **EIPLI-PAR-SAE-005**, dovrà essere **preventivamente concordata, di concerto, con le figure responsabili della struttura e con il professionista incaricato della Verifica di Vulnerabilità Sismica.**

## 6. RIEPILOGO INDAGINI

LIVELLO DI CONOSCENZA LC2 - Indagini in sito estese				
<b><u>D.M.17/01/2018 - Tab. C8.5.V</u></b>				
	PACOMETRICA + SONREB	PROVA PACOMETRICA + ESTRAZIONE CAROTA CLS + ESTRAZIONE DI BARRA	PACOMETRICA + PROVA LEEB SU BARRE	PACOMETRICA + WINDSOR- PIN SU CALCESTRUZZI
CAMERA DI MANOVRA	4	2	1	
SFIORATORE DI SUPERFICIE		3		3
CANALE FUGATORE		1		1
LOCALE GRUPPO ELETTROGENO	3	1	1	3
	<b>TOTALI</b>			
	7	7	2	7