

**Schweizerisches Talsperrenkomitee**  
**Comité suisse des barrages**  
**Comitato svizzero delle dighe**  
**Swiss Committee on Dams**



## **STRUMENTI DI MISURA CONTROLLI E CALIBRAZIONE**

Raccomandazione del Comitato Svizzero delle Dighe  
per il controllo del funzionamento degli strumenti di misura  
negli impianti di accumulazione



<b>Indice</b>	<b>pagina</b>
Premessa.....	1
1. Introduzione.....	3
1.1. Contesto attuale.....	3
1.2. Obiettivo della raccomandazione.....	3
1.3. Temi esclusi e conseguenze.....	4
2. Basi.....	4
2.1. Basi legislative.....	4
2.2. Altri riferimenti.....	4
3. Definizioni.....	5
3.1. Installazione di misura.....	5
3.2. Strumento di misura.....	5
3.3. Ridondanza.....	5
3.4. Tolleranza.....	5
3.5. Controllo.....	5
3.6. Azzeramento.....	5
3.7. Calibrazione.....	5
3.8. Verifica.....	6
3.9. Regolazione.....	6
3.10. Taratura.....	6
3.11. Garanzia del corretto funzionamento degli strumenti di misura.....	6
4. Utilizzo degli strumenti di misura.....	7
4.1. Manutenzione e deposito (in sito).....	7
4.2. Esercizio normale (misura manuali).....	7
4.3. Verifica delle misure remote.....	8
4.4. Difetti, guasti e provvedimenti.....	8
4.5. Strumenti di riserva (permanenti o temporanei).....	9
5. Calibrazione attraverso verifica e regolazione.....	10
5.1. Calibrazione in fabbrica.....	10
5.2. Calibrazione in sito da parte del fabbricante.....	10
6. Definizione delle scadenze di verifica (frequenza verifiche).....	11
6.1. Approccio basato sull'analisi di rischio.....	11
6.2. Approccio basato sulla pratica.....	12
7. Raccomandazioni.....	13
7.1. Riassunto delle raccomandazioni.....	13
7.2. Ulteriori raccomandazioni.....	13
8. Bibliografia e siti internet.....	14
9. Allegati.....	14



## Premessa

Le misurazioni costituiscono, assieme ai controlli visivi e alle prove dei dispositivi di scarico muniti di paratoie, la sorveglianza corrente degli impianti di accumulazione svolta dal gestore, dai suoi guardiani delle dighe e dai mandatari (sorveglianza di livello 1). I professionisti esperti (sorveglianza di livello 2), i periti qualificati (sorveglianza di livello 3) nonché l'autorità di vigilanza (sorveglianza di livello 4) si basano sui risultati delle misurazioni (valori misurati) per verificare lo stato e il comportamento di una diga e per individuare tempestivamente eventuali comportamenti anomali. L'insieme delle misure eseguite nel corso degli anni rappresenta la base indispensabile, alla quale gli esperti del settore potranno far capo in ogni momento, per chiarire fenomeni o segni di comportamenti inattesi.

Indipendentemente dall'estensione e dal tipo di misurazione, che sono giustamente specifici di ogni impianto, è di essenziale importanza che i risultati delle misurazioni forniscano il valore "reale" della grandezza misurata. In particolare, questo significa che lo scostamento massimo atteso tra il valore misurato e il valore "reale" deve rimanere all'interno di un intervallo di tolleranza prefissato. Se questo criterio non è rispettato, il valore misurato deve essere designato come erroneo.

Possono essere adottati diversi metodi, in parte anche complementari, per identificare dei valori misurati erronei. Innanzitutto, un controllo di plausibilità così come un'analisi approfondita, eventualmente statistica, dei valori misurati fino a quel momento possono fornire delle indicazioni che conducono a ulteriori spiegazioni, anche in relazione agli strumenti di misura utilizzati. Misurazioni ridondanti di grandezze identiche o correlate possono pure fornire delle indicazioni. Entrambi i metodi sono efficaci e devono essere considerati nella definizione di un dispositivo di misurazione. Permettono tuttavia di ottenere un'indicazione sull'esattezza dei valori, in modo indiretto, solo dopo la misurazione. Unicamente la cura sistematica degli strumenti di misura ("manutenzione"), inclusi i controlli e la calibrazione, permettono di garantire attivamente il corretto funzionamento degli strumenti e di minimizzare il presentarsi di errori di misura.

Per questa ragione la presente raccomandazione, allestita da un sotto-gruppo del gruppo di lavoro Osservazione delle dighe CSD, rappresenta un importante contributo alla garanzia di misurazioni affidabili e con questo alla sicurezza dei nostri impianti di accumulazione.

Georges R. Darbre

Presidente del gruppo di lavoro Osservazione delle dighe (CSD)

Incaricato per la sicurezza degli sbarramenti (UFE)



Le presente raccomandazione è stata allestita dal sotto-guppo di lavoro « Strumenti di misura ». È stata approvata dalla Commissione tecnica del Comitato svizzero delle dighe ed è entrata in vigore il 20.11.2013.

Il sotto-gruppo di lavoro « Strumenti di misura » era composto dai seguenti membri:

M. Andreas Siegfried (président)	ewz Bautechnik, Zurich
M. Nicola-V. Bretz	Hydro Exploitation SA, Sion
M. Carl-Arthur Eder	ex Ufficio federale dell'energia, Ittigen
M. Marcel Lutz	AXPO Power AG, Baden

Un particolare ringraziamento è pure rivolto a:

- Urs Marti, Huggenberger AG,
- Daniel Naterop, Solexperts AG,
- Manuel Wolfensberger, Stump ForaTec AG,

che, con le loro conoscenze ed esperienze, hanno sostenuto e consigliato in maniera determinante gli autori.

### **Nota**

Il CSD ha già pubblicato in passato due rapporti, che mantengono tutt'oggi la loro completa validità e ai quali si può fare riferimento in caso di necessità, in particolare:

"Geodätische und photogrammetrische Deformationsmessung für die Überwachung der Stauanlagen - Mesures de déformation géodésiques et photogrammétriques pour la surveillance des barrages – The Geodetic and Photogrammetric Deformation Measurements of Dams", Schweizerisches Nationalkomitee für Grosse Talsperren (SNGT), 1993/1997

"Messanlagen zur Stauanlagenüberwachung: Konzept, Zuverlässigkeit und Redundanz", Schweizerisches Talsperrenkomitee (STK), 2007

Il contenuto di queste due pubblicazioni non viene citato nella presente raccomandazione. Si rende comunque attenti, che esse contengono indicazioni su riferimenti bibliografici supplementari.

Foto di copertina: Verifica di un coodiscopio (foto: Huggenberger AG, Horgen).



## 1. Introduzione

### 1.1 Contesto attuale

Il gruppo di lavoro “Osservazione delle dighe” del Comitato svizzero delle dighe (CSD) ritiene necessario chiarire le principali questioni legate al controllo e alla calibrazione degli strumenti impiegati nell’auscultazione delle dighe. Solo dei risultati di misura corretti permettono una giusta interpretazione del comportamento di uno sbarramento.

L’installazione del dispositivo di misurazione negli sbarramenti è avvenuta nella maggior parte dei casi diversi anni addietro. La maggioranza degli strumenti per la raccolta delle misure risalgono per lo più alla medesima epoca. Per alcuni strumenti è possibile una verifica sul posto mediante appositi dispositivi. Per altri strumenti non esiste un dispositivo di verifica, per cui l’affidabilità dei risultati di misura può essere messa in discussione. Anche per gli strumenti con dispositivo di controllo (per esempio i pendoli) si tratta spesso di metodi che permettono la verifica di un unico valore. Non viene per contro verificato l’intero campo di misurazione.

Da un’indagine presso diversi sorveglianti delle dighe è emerso, che gli strumenti di misura sono inviati raramente o addirittura non sono mai inviati al fabbricante per verifica ed eventuale calibrazione. La messa in opera di queste misure per assicurare la qualità dei risultati delle misure deve essere chiarito.

Non si tratta però di discutere unicamente del controllo, aggiustamento, calibrazione e verifica degli strumenti di misura manuali. Anche la verifica delle misurazioni automatiche teletrasmesse attraverso misure di controllo ridondanti (per esempio misure manuali) deve essere implicata. Infine, è anche opportuno proporre alcune riflessioni di base sullo stato e il funzionamento del dispositivo di auscultazione, sulle misure di manutenzione periodiche e le relative frequenze.

Chiunque esegue delle misure deve essere cosciente di cosa misura e contrastare attivamente attraverso le sue azioni il detto “wer misst, misst Mist”.

### 1.2 Obiettivo della raccomandazione

La presente raccomandazione si rivolge a tutte le persone (guardiani delle dighe, gestori, professionisti esperti, periti qualificati, autorità di sorveglianza, ecc.) che svolgono dei compiti nell’ambito della sorveglianza degli impianti di accumulazione, in particolare quelli legati alle strumentazioni di misura.

Il documento si propone di rilevare qualsiasi tipo di errore nella raccolta dei dati misurati. Il lettore deve essere sensibilizzato a questi temi e deve poter disporre di uno strumento (raccomandazione, istruzione) per migliorare la qualità dei risultati delle misure. Questo permetterà di migliorare ulteriormente la qualità della sorveglianza degli sbarramenti in Svizzera, che già oggi presenta uno standard elevato.

### 1.3 Temi esclusi e conseguenze

Nel corso delle diverse riunioni è emersa la necessità di concentrarsi unicamente sugli strumenti di misura, mentre altri aspetti hanno dovuto essere intenzionalmente tralasciati. Nel seguito sono elencati gli aspetti esclusi dalla presente raccomandazione:

- Sono esclusi gli impianti e le installazioni di misurazione (per esempio tubi difettosi dei manometri, difetti nascosti, sensori annegati nel calcestruzzo, estensimetri, ecc...)
- Interpretazione delle misure
- Istruzioni di misurazione dettagliate (sono comunque fornite alcune informazioni)
- Alcune installazioni fisse (per esempio stadi di misurazione)
- Suggerimenti pratici dettagliati (sono comunque fornite alcune informazioni)
- Sostituzione di strumenti e di installazioni di misura
- Acquisitori di dati digitali mobili: mediante gli acquisitori di dati digitali mobili vengono raccolti e messi a disposizione dati rilevanti di un processo
- Ecc.

## 2. Basi

### 2.1 Basi legislative

- Legge federale sugli impianti di accumulazione, LImA, RS 721.101 Articolo 8 Capoverso 2, approvata dal parlamento il 01.10.2010 ed entrata in vigore il 1.1.2013:  
<sup>2</sup> Il gestore esegue i controlli, le misurazioni e gli esami necessari per la valutazione dello stato e del comportamento dell'impianto di accumulazione e ne fa valutare senza indugio i risultati. Trasmette i relativi rapporti all'autorità di vigilanza.
- Ordinanza sugli impianti di accumulazione, OlmA, RS 721.101.1 Articolo 16, Capoversi 1-3, approvata dal parlamento il 17.1.2012 ed entrata in vigore il 1.1.2013:  
<sup>1</sup> Il gestore esegue misurazioni e controlli visivi conformemente al regolamento di sorveglianza (art. 14 cpv. 2).  
<sup>2</sup> Per i grandi impianti, durante il periodo di messa in carico, verifica con misurazioni manuali almeno una volta al mese e sul posto dei risultati delle misurazioni teletrasmesse.  
<sup>3</sup> Per gli altri impianti, verifica almeno una volta all'anno delle misurazioni teletrasmesse con misurazioni manuali sul posto.

### 2.2 Altri riferimenti

- "Sécurité des ouvrages d'accumulation", direttiva del UFAEG (oggi UFE), versione 1.1 (novembre 2002), capitoli 11.5.3 e 11.6 (pagine 98-99).
- "Sécurité des ouvrages d'accumulation, Documentation de base relative à la surveillance et à l'entretien", versione 1.0 (dicembre 2002), capitolo 2 (pagine 13-39) e capitolo 4.3 (pagina 46)
- "Dispositifs de mesures pour la surveillance des barrages: concept, fiabilité et redondance", Comitato Svizzero delle Dighe (CSD), Gruppo di lavoro Osservazione delle dighe, 2007.



### **3. Definizioni**

Nella pratica, la terminologia relativa alle installazioni e agli strumenti di misura, così come la loro verifica, controllo, calibrazione, taratura e aggiustamento sono spesso utilizzati impropriamente. Per questa ragione ai fini del presente documento la terminologia è definita come segue.

#### **3.1 Installazione di misura**

L'installazione di un dispositivo di misurazione consiste nell'insieme di tutti gli strumenti e apparecchiature necessari per ottenere i risultati di una misurazione. Ulteriori definizioni vedi DIN 1319.

#### **3.2 Strumento di misura**

Gli strumenti di misura servono a determinare una grandezza fisica. Nell'ambito di una misurazione forniscono, attraverso una scala o un visualizzatore numerico, l'indicazione quantitativa della grandezza misurata. Il risultato, valore misurato, è composto da un valore numerico e da un'unità di misura.

#### **3.3 Ridondanza**

La ridondanza significa la presenza di più misure, identiche o paragonabili da un punto di vista funzionale.

Nota: Dove possibile ed economicamente sostenibile, le installazioni di misura devono sempre essere ridondanti (per esempio 2 termometri per la misura della medesima temperatura, con la possibilità di utilizzare termometri di differente tipologia).

#### **3.4 Tolleranza**

La tolleranza di uno strumento è definita dai limiti di variazione massima ammessa di un valore misurato durante una misura di controllo. La tolleranza è fissata dal fabbricante.

#### **3.5 Controllo**

Con il controllo di uno strumento di misura si stabilisce se le misure ottenute con uno strumento rientrano nei limiti di tolleranza prescritti, ad esempio mediante una piastra di riferimento. Questa operazione avviene di regola in sito.

#### **3.6 Azzeramento**

Mediante l'azzeramento di uno strumento si ristabilisce il valore zero. Per una bilancia questa operazione viene definita anche calibrazione. Questa operazione avviene di regola in sito.

#### **3.7 Calibrazione**

Il costruttore calibra gli strumenti di misura e assicura così il rispetto delle tolleranze prefissate. La calibrazione si esegue in due operazioni: prima la verifica ed in seguito la calibrazione. Fintanto che con le misure di verifica non si rispettano le tolleranze ne



cessarie, si procede alla regolazione dello strumento. Questa operazione, definita taratura, viene svolta dal fabbricante o dal fornitore.

### 3.8 Verifica

La verifica fa parte dell'operazione di calibrazione. Il fabbricante o il fornitore verifica le tolleranze dello strumento, per esempio mediante piastre di riferimento particolari, che coprono l'intero campo di misura.

### 3.9 Regolazione

La regolazione fa parte dell'operazione di calibrazione. È necessaria quando nell'ambito di una verifica non sono rispettate le tolleranze di misura.

Nota: determinati strumenti richiedono una regolazione prima del loro utilizzo. A dipendenza dello strumento, questa operazione deve essere ripetuta al termine di una misurazione o di una serie di misurazioni. Questa operazione riguarda in ogni modo solo tipologie di misurazioni che vengono di regola svolte dal fabbricante o dal fornitore medesimo.

### 3.10 Taratura

La taratura è un'operazione attraverso la quale si verifica che un valore letto corrisponda a un valore standard di riferimento. Questa operazione può essere eseguita solo da enti di taratura accreditati. In genere sono tarati solo strumenti riguardanti le seguenti grandezze fisiche: lunghezza, dimensione, tempo e corrente.

La maggioranza degli strumenti impiegati nel monitoraggio di sbarramenti non possono di conseguenza essere tarati, ma solo calibrati.

### 3.11 Garanzia del corretto funzionamento degli strumenti di misura

Nella Tabella seguente sono riassunte le operazioni necessarie, come pure da chi e dove queste sono svolte:

Chi	Gestore	Fabbricante/Fornitore	Ente accreditato
Cosa	Dove	Dal fabbricante/fornitore	Centro di calibrazione
Controllo	X		
Azzeramento	X		
Calibrazione		X	
Verifica		Parte della calibrazione	
Regolazione		Parte della calibrazione	
Taratura			X





## 4. Utilizzo degli strumenti di misura

Il gestore dell'impianto di accumulazione provvede affinché gli strumenti di misura siano custoditi in un luogo adeguato, utilizzati correttamente e sottoposti a manutenzione periodica. Il personale deve essere formato regolarmente e istruito dal fornitore in caso di impiego di un nuovi strumenti di misura.

### 4.1 Manutenzione e deposito (in sito)

Gli strumenti per le misure manuali sono da custodire in un luogo sicuro, protetto da sporcizia e umidità. E' opportuno che questo luogo abbia condizioni di temperatura simili all'impianto di accumulazione (vedi raccomandazioni del fabbricante) e si trovi il più vicino possibile (per esempio nella casa del guardiano), in modo da evitare lunghi spostamenti fino al punto di misura.

Dopo ogni misurazione gli strumenti devono essere accuratamente puliti.

Non si devono smontare o modificare componenti degli strumenti. Solo in questo modo può essere garantita la taratura originale dello strumento. Questo potrebbe accadere ad esempio con delle installazioni di misura di un coordiscopio, che non viene utilizzato regolarmente, oppure una punta di sonda di un deflettometro (micrometro).

### 4.2 Esercizio normale (misura manuali)

**Prima di ogni misurazione** gli strumenti devono essere controllati. Per il controllo del corretto funzionamento, molti strumenti di misura dispongono di dispositivi o apparecchi di controllo (piastre di riferimento, boccole di controllo, ecc.). L'utilizzo corretto di questi dispositivi d'aiuto danno all'operatore la sicurezza che i risultati di misura rilevati sono di qualità uniforme. Inoltre, bisogna prestare attenzione ai seguenti aspetti:

- Controllo visivo degli strumenti (danneggiamenti, ruggine, condensa, ecc.).
- Per gli strumenti elettrici, verifica dello stato di carica e dei contatti della batteria.
- Per gli strumenti ottici, l'operatore deve impostare la propria capacità visiva (diottrie) prima della misura.
- Dove possibile, lo strumento di misura deve essere prima controllato mediante il dispositivo di verifica. Bisogna fare attenzione affinché il dispositivo di verifica non sia danneggiato e che non sia influenzato da fattori esterni, come ad esempio sbalzi di temperatura. In caso di un numero elevato di punti di misurazione, è raccomandabile eseguire il controllo all'inizio e alla fine del giro di misura e procurarsi anche uno strumento di ricambio (vedi anche Capitolo 4.5). Per il controllo del coordiscopio, si raccomanda di predisporre la piastra di confronto con tre punti di verifica che coprono l'intero campo di misura.
- Gli strumenti che prevedono un azzeramento devono essere regolati sullo zero prima di ogni misurazione. L'operazione va eseguita secondo il manuale di istruzioni e sempre nella medesima maniera.

Esistono però anche strumenti di misura, per i quali non è disponibile nessun supporto per il controllo (per esempio freatimetro) oppure strumenti di misura per il quale il controllo è talmente dispendioso da poter essere eseguito solo di tanto in tanto (per esempio manometro). Per questi strumenti può comunque essere conveniente installare in dispositivo di controllo (asta di confronto) oppure una verifica sistematica degli strumenti (controllo dei manometri) ad intervalli prestabiliti.

**Durante la misurazione** è necessario maneggiare gli strumenti con estrema cura (evitare danni dovuti a urti o cadute, ma anche ad acqua e umidità). Nel seguito si riportano alcune regole di base assolutamente da osservare per evitare errori di misurazione:

- Rispettare con scrupolo il manuale di istruzioni.
- Nel coordiscopio elettronico bisogna far scorrere l'oculare verso sinistra fino a fine corsa. Bisogna verificare che in questa posizione sia indicato il valore zero, altrimenti bisogna eseguire l'azzeramento.
- Misure di infiltrazioni mediante recipiente e cronometro devono sempre essere eseguite dal basso verso l'alto, siccome con lo svuotamento del recipiente si possono falsare i punti di misura sottostanti.
- La lettura dei manometri o dei trasduttori di pressione per le misure di sottopressione deve essere eseguita prima di un rilascio della pressione, in quanto, a dipendenza della permeabilità del sottosuolo, può passare molto tempo prima che si ristabilisca la pressione completa.

Consiglio: Dopo un prolungato e frequente utilizzo degli strumenti di misura è raccomandabile inviare gli strumenti al fabbricante che eseguirà una taratura accurata.

#### 4.3 Verifica delle misure remote

Le postazioni di misurazione remota devono essere predisposte in modo da poter essere verificate con frequenza mensile fino ad annuale mediante misure manuali indipendenti (misure ridondanti) (vedi Ordinanza sugli impianti di accumulazione OlmA, Art. 16). Questa possibilità è di regola data per le seguenti misurazioni remote:

- Misura del pendolo con postazioni di misura manuale ridondanti (piastra di fissaggio)
- Misurazioni di portata delle infiltrazioni mediante recipiente o misurazione del livello
- Misurazione delle sottopressioni mediante manometro
- Misurazione del livello d'invaso mediante manometro
- Eventuale misurazione della temperatura mediante termometro o una seconda sonda elettrica.

#### 4.4 Difetti, guasti e provvedimenti

In caso di risultati inconsueti, si raccomanda di escludere innanzitutto eventuali cause tecniche di misurazione, prima di concludere che si tratti di un comportamento anomalo dello sbarramento e magari avviare delle misure inutili.

Agli strumenti di misura possono succedere diversi tipi di guasto, che spesso sono palesi (per esempio dopo una caduta o in caso di esposizione a umidità molto elevata). Onde evitare malfunzionamenti, è consigliabile inviare lo strumento immediatamente al fabbricante per una taratura.

Può anche succedere che malfunzionamenti siano causati da difetti non visibili immediatamente. Prima di inviare lo strumento al fabbricante, si raccomanda dunque di eseguire alcuni semplici controlli, quali:



- La carica della batteria è sufficiente?
- I contatti elettrici sono in buono stato ed asciutti?
- La misura del dispositivo di controllo è corretta?
- Le misure sono coerenti con altre misurare simili (per esempio mediante installazioni di misura ridondanti, come pendoli e collimazione a filo, misure manuali e remote, ecc.)?

I difetti di una strumentazione possono essere spesso individuati e risolti con questi controlli. In molti casi è possibile comprendere, se si tratta di un difetto dello strumento oppure di un comportamento anomalo dello sbarramento. In entrambi i casi il professionista esperto incaricato dovrà essere immediatamente informato. In casi di dubbio è raccomandabile tuttavia inviare lo strumento al fabbricante per una verifica approfondita e una calibrazione.

#### 4.5 Strumenti di riserva (permanenti o temporanei)

L'eliminazione di un difetto dello strumento da parte del fabbricante può richiedere in date circostanze molto tempo. In alcuni casi lo strumento difettoso deve essere addirittura sostituito. È per questo vivamente raccomandato di poter disporre sempre di strumenti di riserva adeguati. A questo proposito bisogna prestare attenzione risp. verificare alcuni importanti aspetti:

- I valori misurati con lo strumento di riserva coincidono con quelli dello strumento in uso corrente? Questo confronto deve essere assolutamente eseguito, fintato che lo strumento in uso è perfettamente funzionante. Come strumento di riserva può essere anche usato uno strumento di un altro sbarramento (per esempio strumento di lettura dei termometri oppure coordiscopio di fabbricazione analoga).
- Se è previsto l'utilizzo di uno strumento di riserva messo a disposizione dal fabbricante, lo strumento in uso deve essere preventivamente inviato al fabbricante. Egli verifica, se le misure dello strumento coincidono con il suo strumento di sostituzione. E' necessario richiedere conferma al fabbricante della disponibilità in qualsiasi momento di uno strumento di sostituzione adeguato.
- In previsione della sostituzione dello strumento in uso con uno nuovo, perché obsoleto oppure per la presenza di danni irreparabili, bisogna preventivamente chiarire con il fornitore, se uno strumento analogo sia ancora fornibile. Se ciò non fosse possibile, il gestore dovrà valutare se non rinnovare tempestivamente le installazioni di misura, in modo da garantire la continuità mediante una misurazione di transizione.
- In presenza di dispositivi di controllo delle misure e tenendo conto della misurazione di controllo nell'interpretazione delle misure (per differenza), la sostituzione di con altro tipo di strumento è sempre possibile, senza onerose modifiche dell'istallazione.



## **5. Calibrazione attraverso verifica e regolazione**

Il presente capitolo tratta esclusivamente il mandato al fabbricante/fornitore, rispettivamente il suo compito nel garantire il corretto funzionamento della strumentazione.

### **5.1 Calibrazione in fabbrica**

Anche presupponendo che i “controlli in sito” siano svolti secondo le presenti prescrizioni previste, gli autori sono dell’opinione che sia necessario, a scadenze regolari, far verificare e se necessario far regolare gli strumenti di misura dal fabbricante. Questa

precauzione garantisce il corretto funzionamento dello strumento e assicura che si presti la necessaria attenzione alla cura dello strumento.

Il fabbricante dispone di regola di mezzi e installazioni professionali per verificare lo strumento all’interno dell’intero campo di misura e, se necessario, per la sua regolazione. Inoltre, può anche eseguire direttamente eventuali interventi di manutenzione o riparazione.

Sulla base di queste considerazioni siamo giunti alla conclusione che per la maggioranza degli strumenti debba essere eseguita a intervalli adeguati e uniformi una verifica da parte del fabbricante. Maggiori dettagli seguiranno nel capitolo "Raccomandazioni".

### **5.2 Calibrazione in sito da parte del fabbricante**

Il fabbricante/fornitore deve recarsi sul posto a intervalli regolari per eseguire il controllo rispettivamente la calibrazione delle installazioni di misura fisse (per esempio bilancia di pressione, limnometro, installazione di teletrasmissione).



## 6. Definizione delle scadenze di verifica (frequenza verifiche)

### 6.1 Approccio basato sull'analisi di rischio

La definizione di una frequenza di verifica sulla base di un'analisi di rischio considera due parametri:

- La frequenza di utilizzazione dello strumento di misura (numero di movimenti  $\approx$  numero delle postazioni di misura \* numero di misure in un anno).
- La messa in pericolo dello strumento nel giro di misura (lunghezza e grado di difficoltà).

L'importanza della misurazione, la frequenza di misurazione e l'affidabilità dello strumento di misura non vengono considerati come parametri, in quanto sono identici e/o costanti per quasi tutti gli impianti.

Il punteggio del parametro "frequenza" è il seguente:

- 1 debole < 50-60 movimentazioni
- 2 moderato 50-60 < movimentazioni < 100-120
- 3 alto 100-120 < movimentazioni < 200-240
- 4 estremo 200-240 < movimentazioni



Il punteggio del parametro "pericolosità" è il seguente:

- 1 debole Giro corto, facilmente percorribile
- 2 moderato Giro corto con scale, giro medio facilmente percorribile
- 3 alto Giro medio con scale, giro lungo facilmente percorribile
- 4 estremo Giro lungo con scale

Moltiplicando i punteggi dei singoli parametri "frequenza" (di utilizzazione) ed "esposizione" (al pericolo) si ottiene la griglia 4x4 con i seguenti risultati:

		Frequenza			
		1	2	3	4
Esposizione	1	1	2	3	4
	2	2	4	6	8
	3	3	6	9	12
	4	4	8	12	16

In funzione del valore del punteggio, si definiscono 2 zone e si scelgono le frequenze di revisione. Per esempio:

-  Revisione ogni 5 anni
-  Revisione ogni 2 anni

Si ottiene in questo modo la seguente tabella:

		Frequenza			
		1	2	3	4
Esposizione	1	1	2	3	4
	2	2	4	6	8
	3	3	6	9	12
	4	4	8	12	16

Nel caso di un punteggio 16, è vivamente raccomandato l'acquisto di uno strumento di riserva.

→ Vedi esempi nell'Allegato 4.

## 6.2 Approccio basato sulla pratica

Sugli impianti di accumulazione non ci sono condizioni da laboratorio. Gli strumenti di misura sono utilizzati con frequenze molto differenti e sottoposti a volte a condizioni molto dure. L'esperienza mostra che non si possono formulare considerazioni sempre valide sullo stato degli strumenti di misura per i diversi gestori.

Questo dipende piuttosto in maniera preponderante dall'operatore e dalla sua dimestichezza con gli strumenti di misura.

Per questi motivi è necessario che il funzionamento corretto degli strumenti di misura sia verificata periodicamente e che a intervalli regolari lo strumento possa essere verificato e - se necessario - regolato dal fabbricante. Se la gestione avviene in questo modo, si può presupporre che i risultati di misura rapportati abbiano un'elevata qualità.

Le conoscenze acquisite dal gruppo di lavoro conducono a diverse raccomandazioni, che sono riassunte nel capitolo seguente.



## 7. Raccomandazioni

Le seguenti raccomandazioni si riferiscono agli strumenti di misura secondo la lista nell'Allegato 1 e che sono in possesso dei gestori.

Strumenti di misura di altre ditte, che per incarico del gestore servono per eseguire misure particolarmente complesse (geodesia, estensimetro rimovibile, ...) sono escluse dalle presenti raccomandazioni. Si presuppone, che le stesse ditte specializzate fornitrici siano responsabili per il funzionamento degli strumenti di misura, e che possano eseguire o rispettivamente far eseguire ad intervalli adeguati i necessari controlli e tarature.

### 7.1 Riassunto delle raccomandazioni

1. Messa in deposito, manutenzione e manipolazione a regola d'arte (orientate verso l'utilizzo).
2. Acquisto di strumenti di riserva (dove necessario e sensato).
3. Predisporre dispositivi di verifica in sito (dove possibile).
4. Verifica delle misurazioni teletrasmesse (obbligo dell'Ordinanza sugli impianti di accumulazione).
5. In caso di un numero elevato di misurazioni, verificare all'inizio e alla fine il corretto funzionamento dello strumento tramite i dispositivi di verifica.
6. Verifica del corretto funzionamento dello strumento da parte del fabbricante/fornitore in generale **ogni 5 anni**. Idealmente deve essere allestito un protocollo di calibrazione da parte del fabbricante (se ragionevolmente possibile).
7. Includere le misurazioni di controllo nei protocolli di misura (differenziale). In questo modo, la serie di misure può essere proseguita senza interventi particolari anche in caso di sostituzione dello strumento.

Osservazioni in merito ai costi:

Per una calibrazione semplice (verifica senza regolazione) da parte del fabbricante bisogna considerare costi dell'ordine di grandezza di CHF 200.- – 300.-. Per una calibrazione con regolazione, si può valutare una spesa dell'ordine di grandezza di CHF 500.- – 1000.-.

I valori indicati non includono i costi amministrativi e le spese di spedizioni, e neppure gli oneri supplementari in caso di strumenti gravemente danneggiati.

### 7.2 Ulteriori raccomandazioni

Per l'utilizzo e la manutenzione degli strumenti di misura si raccomanda di allestire e aggiornare costantemente i seguenti documenti:

#### Lista degli strumenti

Questa lista contiene le specifiche tecniche principali degli strumenti. Questa lista permette di avere una visione sulle informazioni importanti di tutti gli strumenti.

→ vedi esempio nell'allegato 2.

#### Giornale di bordo

Per tutti gli strumenti deve essere eseguito un giornale di bordo.

In questo documento (1 pagina A4) sono riassunte le caratteristiche tecniche degli strumenti e la loro storia. In questo modo si ha una visione su tutte le informazioni di uno strumento specifico.

→ vedi esempio nell'allegato 3.

#### **Lista di tutti i punti di misura**

Infine si raccomanda di includere nel regolamento di sorveglianza dell'impianto di accumulazione una lista di tutti i punti di misura con le seguenti informazioni: numero sequenziale, installazioni di misurazione, strumento di misura, breve descrizione, ubicazione nella diga, quota del punto di misura, denominazione del punto di misura, tipo di misura, ecc.

→ vedi esempio nell'allegato 5.

## **8. Bibliografia e siti internet**

- Genau messen und trotzdem falsch – Qualitätssicherung von Überwachungsmessungen an Talsperren, Holger Rosenkranz, Wasser Wirtschaft, Heft 10/2010, Seite 24-27
- Comitato Svizzero delle Dighe (CSD) : [www.swissdams.ch](http://www.swissdams.ch)
- Comité Français des Barrages et Réservoirs (CFBR): [www.cfbr.eu](http://www.cfbr.eu)
- Deutsches Talsperren Komitee: [www.talsperrenkomitee.de](http://www.talsperrenkomitee.de)
- Österreichisches Nationalkomitee für Talsperren: [www.atcold.at/de/kontakt](http://www.atcold.at/de/kontakt)
- <http://www.iso.org>
- DIN 1319-1:1995-01 Grundlagen der Messtechnik – Teil 1: Grundbegriffe...
- DIN 1319-2:2005-10 Grundlagen der Messtechnik – Teil 2: Begriffe für Messmittel
- DIN VDE 0100-600:2008-06 Errichten von Niederspannungsanlagen - Teil 6: Prüfungen (IEC 60364-6: 2006, modifiziert); Deutsche Übernahme HD 60364-6: 2007
- DIN VDE 0105-100:200-06 Betrieb von elektrischen Anlagen
- DIN VDE 0701-0702 Prüfung elektrischer Geräte
- DIN EN 60204-1:2007 (VDE 0113-1) Sicherheit von Maschinen - Elektrische Ausrüstung von Maschinen-Teil 1: Allgemeine Anforderungen
- SN EN ISO 9001:2008 Qualitätsmanagementsysteme – Anforderungen
- ...

## **9. Allegati**

- 1 Tabella MISURAZIONI SBARRAMENTI, raccomandazioni per gli strumenti di misura
- 2 Lista degli strumenti di misura
- 3 Esempio giornale di bordo
- 4 Definizione della frequenza di controllo in base all'analisi di rischio (esempi)
- 5 Lista di tutti i punti di misurazione in un impianto di accumulazione.



## MISURAZIONI SBARRAMENTI - Raccomandazioni per gli strumenti di misura

Allegato 1

Contenuto	Dispositivo di misurazione	Strumenti di misura (strumenti di lettura, per la raccolta dei dati)	Fabbricante/fornitore possibile	Controllo in sito (nello sbarramento)	Controllo ridondante in sito (secondo sbarramento)	Raccomandaz. per calibraggio dal fornitore/ fabbricante	Osservazioni
<b>Livello acqua</b>							
1.01	Bilancia a pressione	Strumento di lettura	Rittmeyer	Nessuno	2° apparecchio di misura del livello	Ogni 5 anni	Per il controllo, il livello del serbatoio può misurarsi dal coronam.
1.02	Galleggianti	Strumento di lettura		Nessuno	Scala limnometrica	Ogni 5 anni	
1.03	Scala limnometrica	Assicella		Nessuno	Geodesia	Ogni 5 anni	
1.04	Manometro	Manometro	Häny, Wicks	Nessuno	Manometro di controllo	Ogni 5 anni	
1.05	Sonda pneumatica	Strumento di lettura analogico/digitale	Rittmeyer	Nessuno	2° apparecchio di misura del livello	Ogni 5 anni	
1.06	Sonda a ultrasuoni	Strumento di lettura digitale	Vega, Rittmeyer, Huggenberger	Nessuno	2° apparecchio di misura del livello	Ogni 5 anni	
1.07	Sonda di pressione	Strumento di lettura digitale	Rittmeyer, JMC, SDS	Nessuno	2° apparecchio di misura del livello	Ogni 5 anni	
1.08	Cavo con segnale acustico o luce	Sonda piezometrica	Huggenberger, Rittmeyer	Nessuna tratta di controllo o prova di funzionam. (o 2 strumenti)		nessuna	
<b>Livello dei sedimenti</b>							
1.09	Profondimetro	<i>Strumenti di misura speciali (le misure sono eseguite da ditte specializzate)</i>				-	<i>Il fornitore deve dimostrare la capacità di funzionamento (secondo ISO)</i>
<b>Temperature dell'aria e acqua</b>							
1.1	Termografo	Registratore a strisce di carta			Termometro normale	Ogni 5 anni	Controllo ogni 5 anni con termometro calibrato
1.11	Termometro normale	Lecture sui termometri			Termometro calibrato	Nessuna	
1.12	Termometro elettrico	Strumento di lettura elettrico (p.es. Indipoc)	Huggenberger	Resistenza di controllo per Indipoc	Termometro calibrato	Ogni 5 anni	Le misure di controllo vanno effettuate il più vicino possibile al termometro onde evitare errori
<b>Temperatura del calcestruzzo</b>							
1.13	Termometro normale	Letture su termometro		nessuno	Termometro calibrato	Nessuna (obsoleto)	Sistema obsoleto
1.14	Termometro elettrico	Strumenti di lettura elettrici (p.es. Indipoc)	Huggenberger	Resistenza di controllo per Indipoc	Ev. telemisura	Ogni 5 anni	Il buon funzionamento del sensore di temperatura non è controllabile
1.15	Sensori distribuiti di temperatura a fibre ottiche	<i>Strumenti di misura speciali (le misure sono eseguite da ditte specializzate)</i>				-	<i>Il fornitore deve dimostrare la capacità di funzionamento (secondo ISO)</i>
<b>Precipitazioni</b>							
1.16	Pluviometro/pluviometro totalizzante/pluviografo	Letture manuale, lettura digitale	GMC	Controllo volumetrico (o 2° strumento di misura)		Ogni 5 anni	
<b>Tensioni negli argini e nel calcestruzzo</b>							
1.17	Misura di spinta della terra	Manometro o strumento di lettura elettrico	Solexpert, Stump	Nessuno	Nessuno	Ogni 5 anni	Ev. far controllare lo strumento di lettura. Le scatole di lettura non sono controllabili
<b>Misure di spostamento spaziale dei punti</b>							
2.01	Triangolazione	<i>Strumenti di misura speciali (le misure sono eseguite da ditte specializzate)</i>				-	<i>Il fornitore deve dimostrare la capacità di funzionamento (secondo ISO)</i>
2.02	Misure assistite dal satellite (GPS)	<i>Strumenti di misura speciali (le misure sono eseguite da ditte specializzate)</i>				-	<i>Il fornitore deve dimostrare la capacità di funzionamento (secondo ISO)</i>
2.03	Fotogrammetria	<i>Strumenti di misura speciali (le misure sono eseguite da ditte specializzate)</i>				-	<i>Il fornitore deve dimostrare la capacità di funzionamento (secondo ISO)</i>
2.04	Laser-scanning	<i>Strumenti di misura speciali (le misure sono eseguite da ditte specializzate)</i>				-	<i>Il fornitore deve dimostrare la capacità di funzionamento (secondo ISO)</i>
<b>Deformazioni lungo le linee orizzontali e verticali</b>							
2.05	Livellamento	Livello	Leica	Test di livellamento	Nessuno (o 2° strumento di misura)	Ogni 5 anni	Per esercizio (da una società esterna, vedi 2.01-2.04)
2.06	Misura semplice angoli di distanza eletto-ottici	Teodolite	Leica	Nessuno	Nessuno (o 2° strumento di misura)	Ogni 5 anni	
2.07	Allineamento ottico (collimazione)	Collimatore o teodolite	Leica	Nessuno	Geodesia	Nessuna (obsoleto)	
2.08	Poligonale	<i>Le misure sono abitualmente eseguite da ditte specializzate</i>				-	
2.09	Pendolo, pendolo con coordiscopio	Coordiscopio	Huggenberger	Placca di controllo	Telemisura, poligonale	Ogni 5 anni	Controllare galleggianti, ev. placca di controllo con 3 punti di misura
2.09	Pendolo, pendolo con ancoraggio a lunghezza variabile (p.es. Hydro-Québec)	Coordiscopio o telemisura	Huggenberger	Placca di controllo	Poligonale	Ogni 5 anni	Controllare galleggianti, far controllare ancoraggio dal fornitore
2.10	Allineamento mediante filo	Strumento d'allineamento		Tubo di controllo?	Nessuno (o 2° strumento di misura)	Ogni 5 anni	Calibrazione o riparazione solo se necessario
2.11	Riferimento assestamento verticale	Strumento di lettura, nastro e sonda di misura				Ogni 5 anni	<i>Il fornitore di prestazioni deve dimostrare la capacità di funzionamento (secondo ISO)</i>
2.12	Riferimento di assestamento idraulico		Sconosciuto	Controllo condotte, sfiato, ...	Geodesia	Ogni 5 anni	
<b>Variazione di lunghezza</b>							
2.13	Distometro	Distometro	Solexpert	Sezione di controllo	Controllo con nastro, tuttavia meno preciso	Ogni 5 anni	Installare ev. stazione di misura di calibrazione, controllo periodico
2.13	Distinvar	<i>Strumenti di misura speciali (le misure sono eseguite da ditte specializzate)</i>				-	<i>Il fornitore deve dimostrare la capacità di funzionamento (secondo ISO)</i>
<b>Variazione di lunghezza e deformazione lungo la linea di perforazione</b>							
2.14	Estensimetro ad asta e a filo	Comparatore	Huggenberger	Manicotto di controllo	Nessuno (o 2° strumento di misura)	Ogni 5 anni	
2.15	Estensimetro ad asta per sbarramenti in materiale sciolto	<i>Strumenti di misura speciali (le misure sono eseguite da ditte specializzate)</i>				-	



## MISURAZIONI SBARRAMENTI - Raccomandazioni per gli strumenti di misura

Allegato 1

Contenuto	Dispositivo di misurazione	Strumenti di misura (strumenti di lettura, per la raccolta dei dati)	Fabbricante/fornitore possibile	Controllo in sito (nello sbarramento)	Controllo ridondante in sito (secondo sbarramento)	Raccomandaz. per calibraggio dal fornitore/ fabbricante	Osservazioni
2.16	Estensimetro a fibra ottica	Strumento di misura	Smartec	Nessuno	Nessuno	Ogni 5 anni	
2.17	Micrometro di perforazione / con inclinometro	<i>Strumenti di misura speciali (le misure sono eseguite da ditte specializzate)</i>				-	<i>Il fornitore deve dimostrare la capacità di funzionamento (secondo ISO)</i>
2.18	Inclinometro	<i>Strumenti di misura speciali (le misure sono eseguite da ditte specializzate)</i>				-	<i>Il fornitore deve dimostrare la capacità di funzionamento (secondo ISO)</i>
<b>Variazione delle rotazioni locali</b>							
2.19	Inclinometro	Bilancia, inclinometro, indicat.digitale	Huggenberger	Stazione di misurazione di controllo	Nessuna (o 2° strumento di misura)	Ogni 5 anni	
2.19	Tiltometro	Tiltometro, strum. di lettura elettrico	Stump		Punto di misura immediate vicinanze (p.es. ...)	Ogni 5 anni	
	Zeromatik	Zeromatik	Huggenberger	Controllo con misura a rovescio			
<b>Movimento delle fessure e dei giunti</b>							
2.20	Micrometro	Micrometro (obsoleto)	Huggenberger	???		Ogni 5 anni	
2.20	Deformetro	Comparatore	Huggenberger	Asta di comando Invar	Nessuno (o 2° strumento di misura)	Ogni 5 anni	
2.20	Dilatometro	Dilatometro (obsoleto)	Huggenberger	Manicotto di controllo	Nessuno (o 2° strumento di misura)	Ogni 5 anni	
2.20	Deflettometro	Comparatore	Huggenberger	Manicotto di controllo	Nessuno (o 2° strumento di misura)	Ogni 5 anni	
<b>Deformazione puntuale</b>							
2.21	Deformometro elettrico incorporato nel cls	Strumento di misura (Indipoc)	Huggenberger	Resistenza di controllo per Independoc	Nessuno (o 2° strumento di misura)	Ogni 5 anni	Stabilmente installato nel calcestruzzo
2.22	Fibra ottica incorporata nel cls (cf. 2.15)	Vedi 2.16					
<b>Portata delle acque d'infiltrazione e di drenaggio</b>							
3.01	Misura volumetrica con contenitore calibrato e cronometro	Recipiente, cronometro	Div.	Altro cronometro o recipiente		-	Controllo del cronometro e recipiente (misura min. ogni 20 sec.)
3.02	Sfioratore	Livello	Div.	Nessuno	Recipiente e cronometro	-	
3.03	Misura del flusso nelle tubazioni	Misura automatica		Nessuno	Recipiente e cronometro	Ogni 5 anni	Calibraggio in loco del fornitore/fabbricante
3.04	Misure di flusso nei tubi parzialmente pieni	Misura automatica		Nessuno	Recipiente e cronometro	Ogni 5 anni	Calibraggio in loco del fornitore/fabbricante
<b>Pressione dell'acqua nella roccia</b>							
3.05	Piezometro: sistema aperto	Sonda piezometrica				-	
3.06	Piezometro: sistema chiuso	Manometro				Ogni 5 anni	
3.07	Piezometro: cellule di pressione (elettrica)	Strumento di lettura elettrico (p.es.Independoc)	Huggenberger	Resistenza di controllo per Independoc	Nessuno (o 2° strumento di misura)	Ogni 5 anni	
<b>Pressione dell'acqua nei materiali sciolti</b>							
3.08	Piezometro: sistema aperto	Sonda piezometrica	Div.	Dotare sezione di controllo	2° sonda piezometrica	-	
3.09	Piezometro: sistema chiuso	Manometro	Div.	Nessuno	Controllo con manometro calibrato	Ogni 5 anni	
3.10	Piezometro: cellule di pressione (idrauliche, pneumatiche, ecc)	Misura automatica	Div.	Resistenza di controllo per Independoc	Nessuno (2° strumento di misura)	Ogni 5 anni	
<b>Identificazione delle modifiche fisiche o chimiche</b>							
3.11	Cono Imhof	Cono Imhof	Siegrist/Züllig	Liquido di calibrazione	Analisi dei campioni in laboratorio		Liquido di calibrazione nel cono Imhof
3.12	Analisi chimica	<i>Strumenti di misura speciali (le misure sono eseguite da ditte specializzate)</i>				-	<i>Il fornitore deve dimostrare la capacità di funzionamento (secondo ISO)</i>
<b>Metodi geofisici</b>							
4.01	Simica a riflessione e a rifrazione, geoelettrica, elettro-magnetica, georadar, geomagnetica, gravimetria, tomografia, sismica, ultrasuoni, rilevamento a infrarossi, diagrafia	<i>Strumenti di misura speciali (le misure sono eseguite da ditte specializzate)</i>				-	<i>Il fornitore deve dimostrare la capacità di funzionamento (secondo ISO)</i>
<b>Ispezioni con videocamera</b>							
4.02	Robot:subacqueo munito di fotocamera	<i>Strumenti di misura speciali (le misure sono eseguite da ditte specializzate)</i>				-	<i>Il fornitore deve dimostrare la capacità di funzionamento (secondo ISO)</i>
4.03	Fotocamera in foro	<i>Strumenti di misura speciali (le misure sono eseguite da ditte specializzate)</i>				-	<i>Il fornitore deve dimostrare la capacità di funzionamento (secondo ISO)</i>
<b>Caratteristiche del calcestruzzo</b>							
4.04	Martello Schmidt (Sclerometro)	Martello di Schmidt		Corpi di controllo	Nessuno (2° strumento di misura)	Ogni 5 anni	
4.05	Prove di laboratorio	<i>Strumenti di misura speciali (le misure sono eseguite da ditte specializzate)</i>				-	<i>Il fornitore deve dimostrare la capacità di funzionamento (secondo ISO)</i>
<b>Rilevazione flusso d'acqua</b>							
4.06	Verteilte faseroptische Temperaturgeber (Siehe 1.15)					Ogni 5 anni	
<b>Diversi</b>							
5.01	Controllo degli ancoraggi	Strumenti di lettura (p.es. Independoc)	Huggenberger	Resistenza di controllo per Independoc: nessuna (o 2° strumento di misura)		-	

1) Secondo il rapporto "Installazioni di misura per la sorveglianza delle opere di sbarramento: concetto, affidabilità e ridondanza", Comitato Svizzera delle Dighe (CSD) 2007



## Allegato 2 – Lista degli strumenti di misura

La lista degli strumenti di misura include i seguenti dati:

- Numero cronologico
- Nome dello strumento
- Fabbricante
- Tipo di strumento
- Numero di serie
- Luogo di deposito
- Utilizzazione (scopo)
- Osservazioni

Tutte le informazioni importanti sugli strumenti di misura sono visibili in un solo colpo d'occhio.

### Diga

#### Lista degli strumenti di misura

No	Strumento	Fabbricante	Tipo	No. Di serie	Luogo di installazione	Utilizzazione	Osservazioni
1	Coordoscopio digitale						
2	Coordoscopio manuale						
3	Micrometro						
4	Cronometro						
5	Termometro						
6	Sonda piezometrica						
7	Manometro						
8							
9							
10							



### Allegato 3 – Giornale di bordo degli strumenti di misura

Per ogni strumento deve essere allestito un giornale di bordo: si tratta di un formulario in cui sono riportati i dati tecnici principali dello strumento e il suo istoriato. Si tratta di completare le informazioni seguenti: nome della diga, gestore, strumento di misura e tipo, numero, fabbricante/fornitore, modello, numero di serie, anno di fabbricazione e/o installazione, luogo di deposito, eventualmente foto dello strumento.

Per l'istoriato si richiedono le informazioni seguenti: data, causa del difetto, descrizione della riparazione con data, operatore, documenti annessi ed eventuali osservazioni.

In un solo colpo d'occhio sono così disponibili tutte le informazioni dello strumento.

GIORNALE DI BORDO STRUMENTI MISURA						
<b>Diga</b>		nom				
<b>Gestore</b>		nom				
<b>Strumento e tipo</b>		nom				
<b>No.</b>		no				
<b>Fabbricante</b>		nom				
<b>Modello</b>		nom				
<b>No. di serie</b>		no				
<b>Messa in servizio</b>		date				
<b>Luogo di deposito</b>		nom				
<div style="border: 1px solid black; width: 100%; height: 100%; display: flex; align-items: center; justify-content: center;"> <span style="font-size: 48px; color: gray;">FOTO</span> </div>						
No	Data	Difetto/rottura	Riparazione	Eseguita da	Documenti annessi	Osservazioni
1						
2						
3						
4						
5						
6						



## Allegato 4 – Definizione della frequenza di controllo sulla base di un'analisi di rischio

### Esempi

	Punteggio
Esempio per un coordiscopio della diga 1	
- Frequenza: 25 stazioni di misura * 15 misurazioni = 375 spostamenti per anno	4
- Esposizione: 2 km con veicolo su strada di montagna, 3 km a piedi, scale ripide	4
- Risultato: $4*4 = 16$ → si raccomanda una revisione ogni 2 anni e uno strumento di riserva	
Esempio per un coordiscopio della diga 2	
- Frequenza: 4 stazioni di misura * 25 misurazioni = 100 spostamenti per anno	2
- Esposizione: 0.5 km con veicolo, 0.5 km a piedi, scale verticali	3
- Risultato: $2*3 = 6$ → si raccomanda una revisione ogni 5 anni	
Esempio per un coordiscopio della diga 3	
- Frequenza: 1 stazioni di misura * 20 misurazioni = 20 spostamenti per anno	1
- Esposizione: 1 m a piedi (strumento depositato vicino al pendolo)	1
- Risultato: $1*1 = 1$ → si raccomanda una revisione ogni 5 anni	



## Allegato 5 – Lista di tutti i punti di misura di una diga

### Diga XY

#### Lista dei punti di misura

No	Installazione di misura	Strumento	Nome	Ubicazione	Quota	Punto di misura	Tipo di misura
1	Pendolo 1	Coordiscopio KK84D	P1	Giunto 10, concio A	2106.00	11	Spostamento monte-valle
2							Spostamento destra-sinistra
3					2058.00	12	Spostamento monte-valle
4							Spostamento destra-sinistra
5					2026.00	13	Spostamento monte-valle
6							Spostamento destra-sinistra
7		Telelot			2026.00	14	Spostamento monte-valle
8							Spostamento destra-sinistra
...							
32	Pendolo rovescio 2	Coordiscopio KK84D	Pi2	Giunto 10, concio A	2026.00		Spostamento monte-valle
33							Spostamento destra-sinistra
...							
56	Estensimetro	Deflettometro	R2	Giunto 10, concio A	2026.00	Asta 1	Assestamento/sollevamento
57						Asta 2	Assestamento/sollevamento
58						Asta 3	Assestamento/sollevamento
...							
80	Piezometro 1	Manometro		Giunto 10, concio A	2026.00	Tubo corto	Pressione/livello acqua
81						Tubo lungo	Pressione/livello acqua
82	Piezometro 2	Manometro		Giunto 22, concio A	1994.00	Tubo corto	Pressione/livello acqua
83						Tubo lungo	Pressione/livello acqua
...							
96	Tubo Nr. 1	Manometro		Conico 11A	2010.00		Pressione
97		Recipiente e cronometro					Porta d'acqua
98		Termometro					Temperatura acqua
...							