



Repubblica e Cantone Ticino
Dipartimento del territorio

Divisione delle costruzioni, Ufficio dei corsi d'acqua

Lago di Lugano

Piano delle Zone di Pericolo di esondazione

Bellinzona, 27 novembre 2023

Titolo	Lago di Lugano – Piano delle Zone di Pericolo
Autore	Andrea Salvetti
Data	27 novembre 2023
Versione	1.0

Controllo delle modifiche

Versione	Descrizione	Data
0.1	I bozza	07.03.2023
0.9	II bozza	11.09.2023
1.0	Versione definitiva	27.11.2023

Sommario

1	Introduzione	1
2	Inquadramento idrologico	1
2.1	Il regime lacuale	2
3	Regolazione del Lago di Lugano	2
3.1	Le opere di regolazione	2
3.2	Il regolamento	3
4	Le piene storiche del lago di Lugano	5
5	Analisi di frequenza e scenari	7
5.1	Dati disponibili	7
5.2	Analisi di frequenza Metodologia	7
5.3	Scelta della distribuzione statistica appropriata	8
5.4	Calcolo dei quantili	9
5.5	Definizione degli scenari	9
5.6	Modello digitale del terreno	9
6	Valutazione delle zone di pericolo	10
6.1	Metodologia	10
6.2	Carte dell'intensità di esondazione	10
6.3	Carta del pericolo	11
7	Conclusioni	13
8	Bibliografia	14
9	Allegati	15

10 Piani annessi 18

1 Introduzione

Il presente rapporto descrive la metodologia utilizzata per la definizione delle zone di pericolo di esondazione del Lago di Lugano, secondo le indicazioni fornite dalle raccomandazioni federali in materia.

Il capitolo 2 riporta un inquadramento idrologico del bacino idrografico, tramite la caratterizzazione climatica della regione e la descrizione dei principali immissari del lago di Lugano.

Nel capitolo 3 è brevemente tratteggiata la storia della regolazione del lago, le motivazioni che hanno condotto alla costruzione dello sbarramento di Ponte Tresa e i criteri che definiscono concretamente le modalità di regolazione odierne.

Al capitolo 4 è dedicata la descrizione delle maggiori piene storiche che hanno interessato il bacino del lago di Lugano, sia durante il periodo pre-regolazione, sia quelle avvenute dopo la messa in funzione dello sbarramento, nel 1963.

Nel capitolo 5 è presentata la disponibilità dei dati idrometrici di livello del lago, un'analisi di omogeneità delle varie serie e l'analisi statistica che ha consentito la definizione degli scenari utilizzati per l'elaborazione delle carte del pericolo.

La valutazione delle zone di pericolo, la metodologia e i principali risultati sono, infine, presentati nel capitolo 6 del rapporto.

2 Inquadramento idrologico

Il bacino del lago di Lugano drena un bacino complessivo di 615 km², di cui 368 km² (circa il 60%) in territorio svizzero. Il complesso lacuale del Ceresio consta di 3 bacini, ben identificabili morfologicamente. Il bacino Nord, comprendente il ramo italiano del Lago fino a Porlezza e il golfo di Lugano, il bacino Sud, a valle del ponte-diga di Melide e il laghetto di Ponte Tresa, collegato ai bacini principali attraverso lo stretto di Lavena. Il bacino di Ponte Tresa, di gran lunga il più piccolo, scarica le sue acque nel fiume Tresa, il quale a sua volta sfocia nel lago Maggiore nei pressi di Luino [1].

Il bacino idrografico del lago di Lugano, compreso nella zona prealpina del versante sud delle Alpi, è caratterizzato da precipitazioni medie piuttosto elevate, intorno ai 1800 mm annui (Lugano 1567 mm, Crana Torricella 2126 mm, Ponte Tresa 1764 mm, dati MeteoSvizzera periodo 1991-2020). Il regime idrologico è classificabile come un regime nivo-pluviale meridionale nella parte più elevata dei bacini settentrionali, per trasformarsi in regime pluvio-nivale meridionale procedendo verso sud, fino a divenire pluviale nei bacini degli immissari più meridionali del lago. Le altezze di deflusso (deflussi specifici) dei principali immissari (Vedeggio, Cassarate, Magliasina, Cuccio, Laveggio) variano da 1000 a 1200 mm/anno, corrispondenti a deflussi specifici tra 35 e 50 l/s km².

I due bacini principali si differenziano nettamente per le loro caratteristiche morfologiche e idrologiche. Il bacino nord è contraddistinto da elevate profondità (fino a 288 m) e da un volume ($4,69 \text{ km}^3$) elevato in rapporto all'area del bacino imbrifero afferente ($269,7 \text{ km}^2$), determinando in questo modo alti tempi di permanenza e scarso ricambio. Il bacino sud è mediamente meno profondo (profondità massima 95 m), e con un rapporto tra il volume ($1,14 \text{ km}^3$) e l'area del bacino imbrifero ($587,5 \text{ km}^2$) più favorevole al ricambio.

2.1 Il regime lacuale

Considerato il comportamento medio sul lungo periodo, il regime lacuale presenta due periodi di magra:

- il primo, più consistente e prolungato, in inverno, a partire da dicembre fino all'innalzamento primaverile (scioglimento nivale e piene primaverili);
- il secondo, meno marcato, in estate, in particolare nei mesi di luglio e agosto.

Osservando in maggior dettaglio, il regime lacuale si presenta molto irregolare e caratterizzato da piene importanti e improvvise interrotte da magre sovente molto prolungate.

Il livello medio del lago in regime naturale, durante il periodo 1930-1963 era di 270.51 m s.l.m., mentre la portata del fiume Tresa, emissario del lago, riferita al periodo 1923-63 era di $25.4 \text{ m}^3/\text{s}$, pari a 41.2 l/s km^2 .

3 Regolazione del Lago di Lugano

3.1 Le opere di regolazione

Tramite la convenzione tra la Svizzera e l'Italia, sottoscritta a Lugano il 17 settembre 1955 [2] ed entrata in vigore il 15 febbraio 1958, si decise di procedere alle opere necessarie alla regolazione del Lago di Lugano, affidando l'esecuzione dei lavori al cantone Ticino e affidando a una Commissione Internazionale il compito di sorveglianza sulla costruzione e sull'esercizio delle opere di regolazione.

Sulla base della predetta convenzione i lavori eseguiti tra la fine degli anni '50 e l'inizio degli anni '60 hanno riguardato:

- la correzione dello stretto di Lavena;
- lo sbarramento di regolazione alla Rocchetta;
- la correzione della Tresa tra Ponte Tresa e Madonnone.

La correzione della Tresa e lo sbarramento costituiscono la parte principale dell'intervento realizzato. I relativi lavori previsti dal primo progetto del settembre

1951 e dalla Convenzione sono iniziati nel gennaio del 1960 e sono stati ultimati verso la fine del 1962. L'esercizio è diventato effettivo e conforme al regolamento nel corso del secondo semestre del 1963.

Il progetto di regolazione, secondo le intenzioni delle autorità italiane e svizzere si prefiggeva di:

- abbassare i livelli di piena del lago di Lugano nell'interesse di tutti i comuni rivieraschi;
- regolare i livelli lacuali durante le diverse stagioni, tenendo conto, per quanto possibile, dei bisogni dell'agricoltura, della pesca, della navigazione e dell'igiene;
- limitare le portate massime della Tresa e ridurre in questo modo il pericolo di inondazioni nella valle della Tresa;
- incrementare la portata della Tresa in tempi di magra, a favore della produzione idroelettrica della centrale di Creva.

3.2 Il regolamento

La regolazione del Lago di Lugano fa riferimento al Disciplinare di Regolazione dei livelli del Lago di Lugano e dei deflussi della Tresa, approvato nel dicembre del 1953 dalla delegazione italiana all'interno della Commissione Internazionale per la sistemazione del Ceresio. La gestione del Lago di Lugano è conforme al regolamento dal secondo semestre del 1963, dopo la realizzazione delle opere necessarie.

Il regolamento è detto a *linee di regolazione*, poiché è un grafico costituito da linee, ciascuna delle quali prescrive al regolatore la portata da rilasciare in un certo giorno dell'anno; la linea su cui leggere la portata si individua in funzione del giorno dell'anno e del livello a Ponte Tresa quel giorno.

Nel regolamento sono previsti un limite superiore ed un limite inferiore di regolazione, rispettivamente pari a 190 m³/s e 2 m³/s, all'interno dei quali sono definite le decisioni di rilascio applicabili secondo la regola sopra specificata.

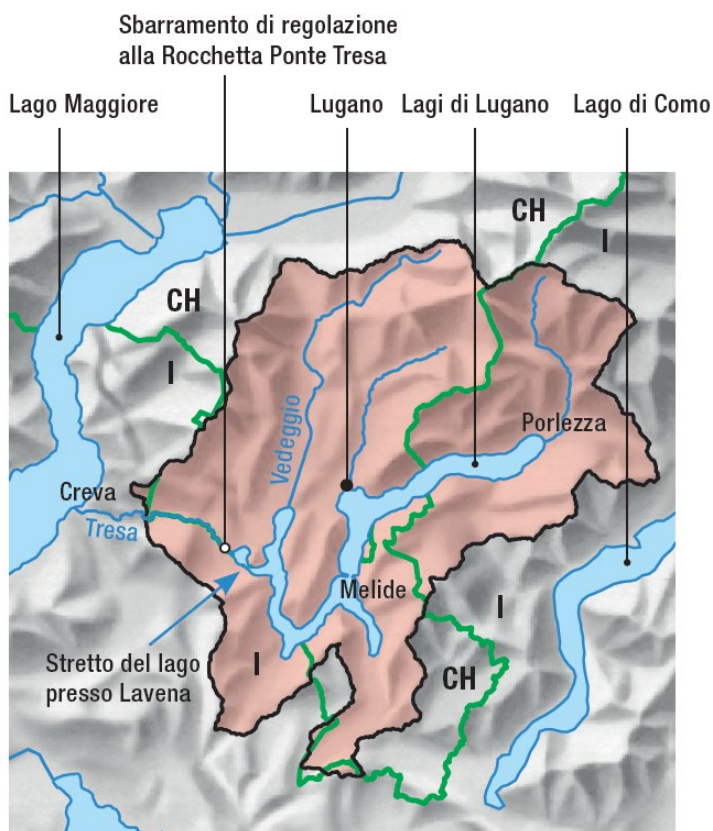


Figura 1: Il bacino del Lago di Lugano

In Tabella 1 sono riportate le caratteristiche principali del Lago di Lugano e, a titolo di confronto, del lago Maggiore. Si osservi come, considerando il rapporto tra superficie lacuale e superficie del bacino, il Lago di Lugano presenta una situazione più favorevole a quella del Lago Maggiore, anche se bisogna considerare che, molto spesso, la parte del bacino idrografico del Lago Maggiore posta a quote elevate non contribuisce al deflusso nel lago o vi contribuisce con coefficienti di deflusso ridotti a causa delle precipitazioni nevose; al contrario, per il Lago di Lugano l'area contribuente durante un evento di piena corrisponde in buona approssimazione all'intera superficie del bacino, a causa della quota media meno elevata e al limite delle nevicate, di norma inferiore a quello registrato nelle valli del Sopraceneri.

Tabella 1: Caratteristiche principali dei laghi di Lugano e Maggiore

Lago	Bacino	Superficie lacuale		Limite esondazione
	[km ²]	[km ²]	% bacino	[m s.l.m.]
Maggiore	6599	212.0	3.9	195.00
Lugano	615	48.7	7.9	271.25

4 Le piene storiche del lago di Lugano

A causa delle caratteristiche morfologiche e idrologiche dei suoi immissari, con un regime a carattere torrentizio, il lago di Lugano può essere soggetto a piene improvvise.

Nel XX secolo la piena più importante precedente alla regolazione (1900-1964) occorse il 23 novembre 1951, quando a Ponte Tresa si raggiunse il livello di 272.76 m s.l.m., con un deflusso nella Tresa, ancora naturale, di 195 m³/s. Sempre nel mese di novembre, nel 1928 il lago raggiunge la quota di 272.44 m s.l.m.



Figura 2: Il lago esondato a Lugano nel novembre 1896

Nel secolo precedente, nel novembre 1896 si ricorda una piena ancora più grave per il lago, quando il livello nel bacino di Ponte Tresa raggiunse quota 272.92 m s.l.m., con un deflusso nell'emissario di 209 m³/s.

Nel XXI secolo, nel 2002 il fiume Tresa ha scaricato fino a 260 m³/s a seguito delle eccezionali precipitazioni del mese di novembre. Il livello massimo del lago è stato pari a 271.87 m s.l.m. a Ponte Tresa e 272.08 m s.l.m. a Melide Ferrera, che rappresenta il valore massimo finora raggiunto dopo la messa in esercizio dello sbarramento di regolazione.



Figura 3: Il lago presso l'Imbarcadero Centrale a Lugano il 17 novembre 2014

Da ricordare, inoltre, che nel novembre 2014 fu raggiunto un livello massimo di 271.88 m s.l.m., raggiunto il 17 novembre all'idrometro di Melide Ferrera, solo 20 cm inferiore a quello raggiunto 22 anni prima, il 30 novembre 2002.

Dal punto di vista statistico, all'evento del novembre 2002 è attribuibile un tempo di ritorno appena superiore a 100 anni, l'evento di novembre 2014 corrisponde ad un periodo di ritorno tra 60 e 70 anni, ottenuto considerando la serie dei massimi annuali dal 1964 al 2022, come sarà illustrato in dettaglio nel capitolo 5.

Per quanto riguarda le magre, il livello più basso raggiunto dal lago fu registrato nel gennaio 1922, con una quota di 269.87 m (bacino di Ponte Tresa) ed un deflusso in alveo del fiume Tresa di 2.56 m³/s.

Se l'escursione massima osservata del livello lacuale è dell'ordine di circa 3 m, l'escursione media annuale è intorno a un metro circa. Il lago non dispone, pertanto, di una grande capacità di ritenzione e la regolazione assume, di conseguenza, un ruolo ancora più importante. Come si osserva in Figura 4, l'entrata in esercizio dello sbarramento di regolazione di Ponte Tresa, nel 1963, ha consentito di ridurre in modo evidente gli eventi di piena e di innalzare i livelli minimi. In figura è indicato l'anno di inizio della regolazione del lago. La media e la varianza dei massimi annuali di piena sono stati drasticamente modificati dalla costruzione dello sbarramento. I colmi di piena, in particolare, sono sensibilmente diminuiti grazie alla regolazione e, già intuitivamente, le serie storiche pre-regolazione e post-regolazione rappresentano due processi diversi.

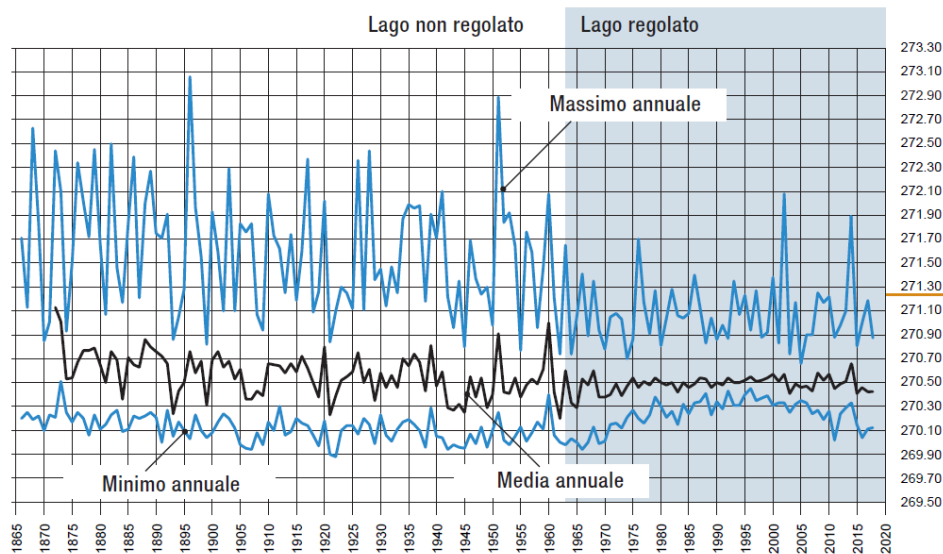


Figura 4: Livelli massimi, medi e minimi annuali del lago di Lugano: si noti la significativa riduzione dei livelli massimi ottenuta con la regolazione e il contemporaneo aumento dei livelli minimi.

5 Analisi di frequenza e scenari

5.1 Dati disponibili

I livelli lacuali sono registrati presso la stazione limnigrafica di Ponte Tresa (stazione n. 2021 dell'Ufficio Federale dell'Ambiente, Divisione Idrologia) che si trova nel piccolo bacino di Ponte Tresa a valle dello stretto di Lavena, a partire dal 1869; nel bacino principale del lago (bacino nord) sono stati misurati i livelli idrometrici presso la foce del fiume Cassarate dal 1965 al 31 maggio 1974; questa stazione è stata successivamente spostata poco a monte del ponte-diga di Melide ed è tuttora in funzione (stazione n. 2101 dell'Ufficio Federale dell'Ambiente, Divisione Idrologia).

Per quanto riguarda le due serie di Cassarate e Melide, esse possono essere considerate omogenee, in quanto non sussistono differenze di livello significative fra i due punti di misura; un discorso diverso deve invece essere fatto per i livelli registrati a Ponte Tresa rispetto a quelli del bacino principale. In questo caso risultano determinanti, soprattutto durante eventi di piena, le condizioni idrauliche all'interno dello stretto di Lavena, che costituisce una sezione di controllo rispetto alle portate defluenti verso il bacino di Ponte Tresa e, successivamente, lungo la Tresa.

5.2 Analisi di frequenza Metodologia

La metodologia seguita per l'analisi di frequenza ha comportato i seguenti punti:

- Stima dell'omogeneità della serie completa dei livelli lacuali misurati a Ponte Tresa dal 1869 ad oggi e della serie di livelli misurata nel del bacino nord, prima a Cassarate e, successivamente a Melide-Ferrera. A questo scopo è stato utilizzato il test non-parametrico di Wilcoxon-Mann-Whitney, che consente di verificare l'ipotesi H_0 se esiste una differenza statisticamente significativa nel valore centrale di due diversi campioni.
- Il test di Wilcoxon-Mann-Whitney ha confermato nello specifico quanto già evidente graficamente in Figura 4:
 - le serie dei livelli massimi annuali registrati a Ponte Tresa prima e dopo l'inizio della regolazione risultano significativamente differenti e non possono essere, pertanto, trattati come un'unica serie.
 - La serie dei livelli massimi annuali del bacino Nord, misurati a Cassarate e successivamente a Melide-Ferrera risulta omogenea e possono essere considerati un'unica serie
- Scelta della distribuzione statistica teorica più appropriata per la descrizione dei massimi annuali dei livelli del lago. L'analisi di frequenza è stata eseguita utilizzando il software HEC-SSP [2]. L'adeguatezza delle distribuzioni è stata valutata sia graficamente sia tramite il test del chi-quadrato.
- Calcolo dei quantili corrispondenti a periodi di ritorno di 10, 50 e 100 e 300 anni utilizzando la distribuzione statistica selezionata al punto precedente.

5.3 Scelta della distribuzione statistica appropriata

Il software HEC-SSP [3] utilizzato per l'analisi di frequenza consente di verificare l'idoneità di diverse distribuzioni di probabilità, specifiche per l'analisi dei valori estremi (massimi annuali in questo caso).

Nello specifico, sono state considerate sia distribuzioni che prevedono una trasformazione logaritmica preventiva dei dati, sia distribuzioni che analizzano direttamente i dati dei massimi annuali misurati a Melide-Ferrera per il periodo 1965-2022:

- GEV: Distribuzione generalizzata dei valori estremi (Generalized Extrem Value distribution)
- Distribuzione EV1 (Distribuzione di Gumbel)
- Distribuzione LogPearson III
- Distribuzione Lognormale

Per individuare la distribuzione di probabilità più idonea sono stati eseguiti 3 test statistici:

- Il test del Chi-Square
- Il test di Kolmogorov-Smirnov

- Il test di Anderson-Darling.

Considerando i risultati di tutti i test, la distribuzione più idonea è risultata la distribuzione GEV, con i tre parametri stimati con il metodo degli L-Moments. Risultati molto simili sono stati ottenuti con la distribuzione LogPearson III. I risultati dei test statistici sono riportati nell'allegato [1].

5.4 Calcolo dei quantili

Con la distribuzione GEV sono stati calcolati i quantili della distribuzione teorica, i cui parametri sono stati calcolati utilizzando la serie dei dati osservati.

I quantili rappresentano la quota attesa del lago di Lugano con assegnato periodo di ritorno e i risultati sono riportati nell'allegato [2].

5.5 Definizione degli scenari

Considerando che l'evento di esondazione è un evento non improvviso, prevedibile con un intervallo di alcune ore o giorni e che la vita umana non è messa in pericolo dalla fuoriuscita del lago, in analogia a quanto fatto per le zone di pericolo del Lago Maggiore, sono stati considerati i seguenti quattro scenari, selezionati dai quantili calcolati dalla distribuzione GEV:

- Scenario frequente - periodo di ritorno di 10 anni: $H_{\text{lago}} = 271.40$ m s.l.m.
- Scenario medio - periodo di ritorno di 50 anni: $H_{\text{lago}} = 271.80$ m s.l.m.
- Scenario raro - periodo di ritorno di 100 anni: $H_{\text{lago}} = 272.00$ m s.l.m.
- Scenario molto raro - periodo di ritorno di 500 anni: $H_{\text{lago}} = 272.60^1$ m s.l.m.

5.6 Modello digitale del terreno

La base topografica utilizzata per l'individuazione delle zone interessate da possibili esondazioni è costituita da un rilievo fotogrammetrico delle sponde del lago di Lugano, con la restituzione delle curve di livello (equidistanza 10 cm) tra la quota 270.00 m s.l.m. e la quota 273.00 m s.l.m., integrate con l'acquisizione di circa 200 punti tramite GPS lungo la costa nei punti a minore pendenza.

Il rilievo e la restituzione ha consentito di individuare tutte le linee di rottura e forte pendenza (muri, strade, ecc.) ottenendo una qualità del modello altimetrico molto buona.

¹ Arrotondato all'isolinea disponibile per eccesso, considerati anche l'ampio range dell'intervallo confidenza calcolato per questo evento estremo.

6 Valutazione delle zone di pericolo

6.1 Metodologia

Le raccomandazioni federali [4] indicano come il pericolo causato da un fenomeno naturale è espresso sia dall'intensità sia dal periodo di ritorno (o frequenza) di un determinato evento.

6.2 Carte dell'intensità di esondazione

L'intensità di un fenomeno di pericolo legata all'acqua è caratterizzabile tramite i due parametri altezza dell'acqua e velocità della corrente (cfr. Figura 5).

Per quanto attiene il fenomeno di esondazione dal lago, esso è classificabile come esondazione statica, essendo la velocità della corrente (a differenza che nei corsi d'acqua) trascurabile. In questo caso, pertanto, l'unico parametro determinante per l'intensità del fenomeno è la profondità dell'acqua.

Processo	Intensità debole	Intensità media	Intensità forte
Alluvionamento	$h < 0.5 \text{ m}$ oppure $v * h < 0.5 \text{ m}^2/\text{s}$	$0.5 < h < 2 \text{ m}$ oppure $0.5 < v * h < 2 \text{ m}^2/\text{s}$	$h > 2 \text{ m}$ oppure $v * h > 2 \text{ m}^2/\text{s}$

Figura 5: Definizione generale dei livelli di intensità di un pericolo legato all'acqua

Considerando gli scenari definiti al paragrafo 5.5 e le classi di intensità di Figura 5 si ottiene, per i diversi scenari, la classificazione riportata di seguito in Figura 6.

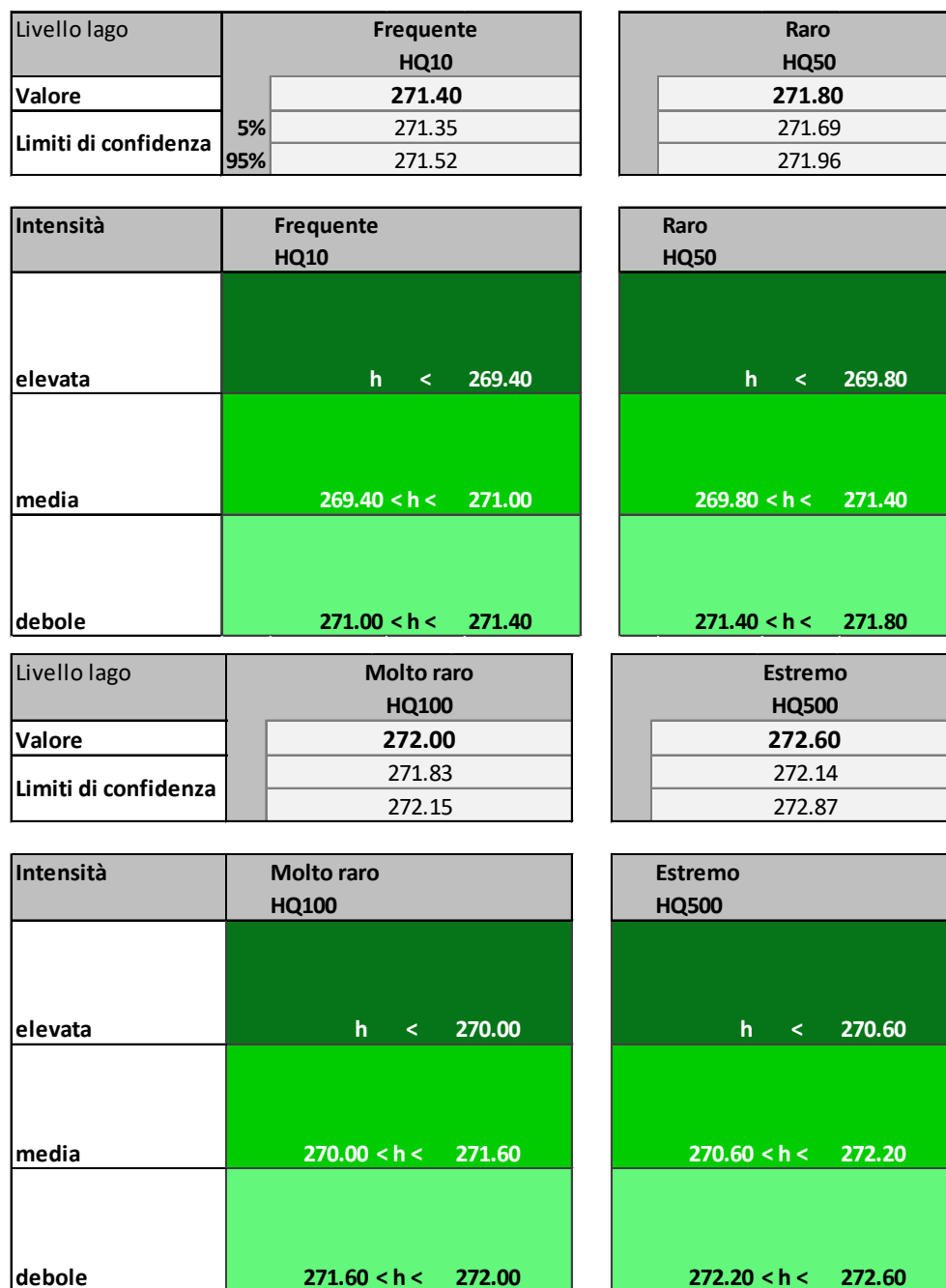


Figura 6: Classificazione delle intensità di esondazione per gli scenari con periodo di ritorno 10 e 50 anni (sopra) e 100 anni e 500 anni (sotto)

6.3 Carta del pericolo

In Figura 7 è riportato il diagramma intensità-frequenza utilizzato per trasformare le carte di intensità per gli scenari considerati nella corrispondente carta del pericolo.

Intensità	Forte	9	8	7	residuo
	Media	6	5	4	
	Debole	3	2	1	
		Elevata	Media	Bassa	

Figura 7: Diagramma intensità-frequenza per il fenomeno esondazione

La carta del pericolo² è ricavata dall'intersezione delle carte di intensità, ottenute al paragrafo precedente secondo i criteri tratteggiati in Figura 8.

Grado di Pericolo	Frequente HQ10	Raro HQ50
elevato	$h < 269.40$	$h < 269.80$
medio	$269.40 < h < 271.00$	$269.80 < h < 271.40$
basso	$271.00 < h < 271.40$	$271.40 < h < 271.80$

Grado di Pericolo	Molto raro HQ100	Estremo HQ500
elevato	$h < 270.00$	$h < 270.60$
medio	$270.00 < h < 271.60$	$270.60 < h < 272.20$
basso	$271.60 < h < 272.00$	$272.20 < h < 272.60$

Figura 8: Classificazione dei gradi di pericolo di esondazione per gli scenari con periodo di ritorno 10 anni e 50 anni (sopra) e 100 anni e 500 anni (sotto)

² Piano P / 001 in scala 1:25'000 e piani di dettaglio per i singoli comuni e sezioni in scala 1:2'500

La carte del pericolo finale è costituita, pertanto, dai criteri riassunti in Figura 9.

Le zone di pericolo elevato (colore rosso, altezza di esondazione superiore a 2 metri) si trovano tutte all'interno del perimetro lacuale, le zone di pericolo elevato sono rappresentate da tutte le aree che si trovano ad una quota inferiore a 271.60 m s.l.m, mentre quelle comprese fra 271.60 m e 272.00 m sono classificate a pericolo basso (colore giallo) e oltre la quota 272.00 m e fino a 272.60 m sono identificate le zone a pericolo residuo (giallo-bianco tratteggiato).

A titolo di confronto, si ricorda che l'evento di piena del novembre 2002 (livello massimo a Melide 272.07 m s.l.m.) è classificabile come evento poco più che centenario e l'evento del novembre 2014 (livello massimo a Melide 271.88 m s.l.m.) aveva un periodo di ritorno di circa 60 anni (cfr. capitolo 4)

Grado di Pericolo	Intersezione scenari
elevato	$h < 270.00$
medio	$270.00 < h < 271.60$
basso	$271.60 < h < 272.00$
residuo	$272.00 < h < 272.60$

Figura 9: Classificazione finale dei gradi di pericolo considerando l'intersezione dei 4 scenari di esondazione con periodo di ritorno 10, 50, 100 e 500 anni

7 Conclusioni

Nei capitoli precedenti è stata presentata la metodologia per la definizione delle zone di pericolo di esondazione del Lago di Lugano. I risultati sono rappresentati nella carta del pericolo (Piano P /001) e nelle carte di intensità (Piani da P /002 a P /005 in scala 1:25'000) annessi a questo rapporto. Per ogni comune potenzialmente interessato dal fenomeno di esondazione sono inoltre annessi uno o più piani, in scala 1:2'500, che permettono di individuare le aree interessate dal fenomeno.

Il Piano delle Zone di Pericolo sarà sottoposto, in base a quanto previsto dalla Legge cantonale sui territori interessati da pericoli naturali (LTPNat) del 29 maggio 2017 a procedura di pubblicazione e adozione, affinché i comuni possano successivamente operare la trasposizione del piano nella pianificazione comunale

e adottare le norme di regolamento edilizio [5] (in particolare art. 33) necessarie a gestire il fenomeno in un'ottica di gestione integrale del rischio [6].

8 Bibliografia

- [1] BAFU, Regolazione del Lago di Lugano, <https://www.bafu.admin.ch/bafu/it/home/temi/pericoli-naturali/dossier/regolazione-livelli-lacustri/principali-regolazioni-lacuali.html>, Versione 2020.
- [2] Convenzione tra la Svizzera e l'Italia relativa alla regolazione del lago di Lugano, RS 0.721.325, 17 settembre 1955
- [3] Hydrologic Engineering Center's (HEC) Statistical Software Package (HEC-SSP), User's Manual version 2.3.
- [4] BWW-BRP-BUWAL, Raccomandazioni federali Berücksichtigung der Hochwassergefahren bei raumwirksamen Tätigkeiten, Berna, 1997.
- [5] Dipartimento del territorio, Sezione della pianificazione territoriale, Linee guida cantonali, Regolamento edilizio, Supporto per l'allestimento, 2014.
- [6] Piattaforma Nazionale Pericoli Naturali PLANAT, Gestione dei rischi legati ai pericoli naturali. Strategia 2018.

9 Allegati

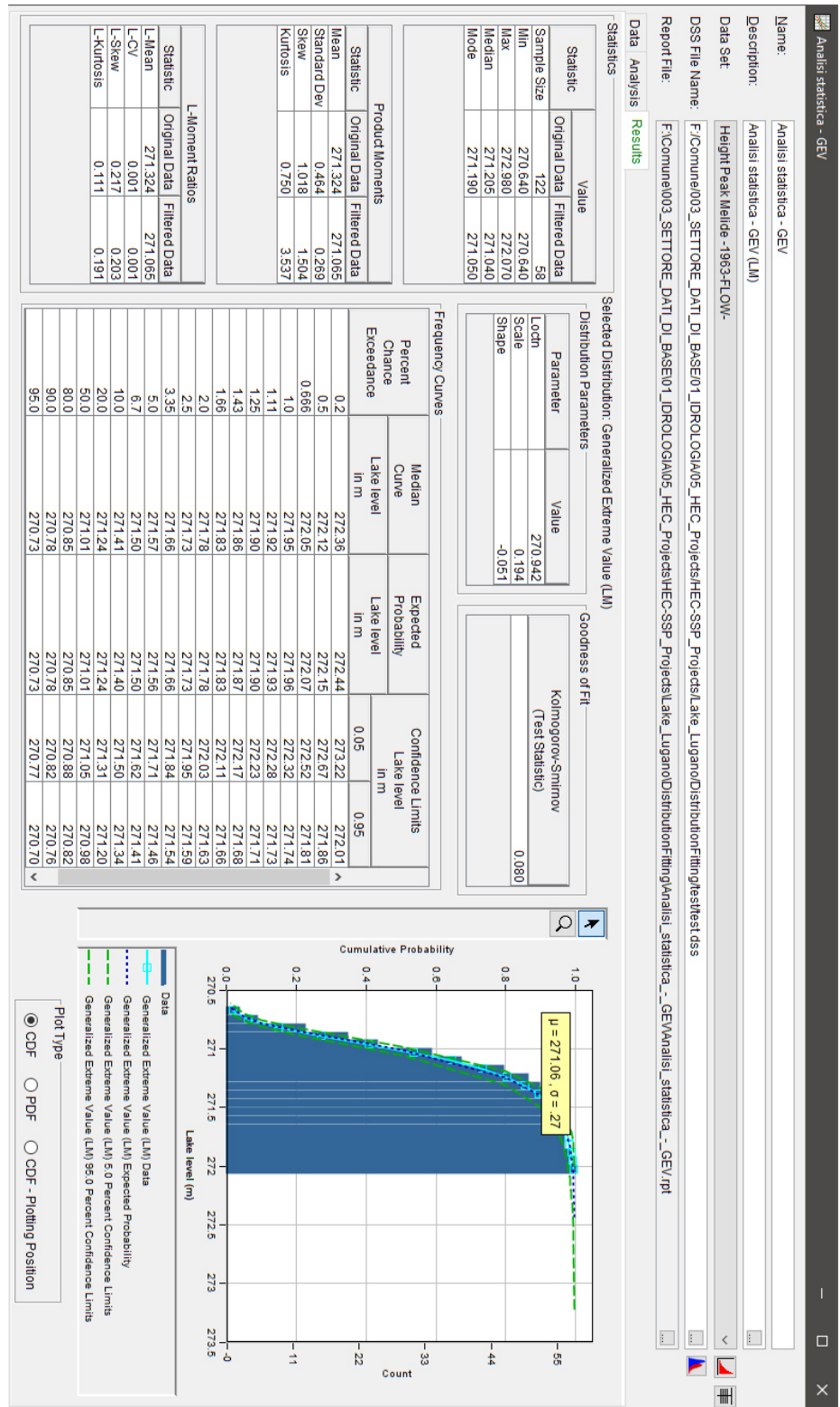
- [1] Allegato 1: Riassunto dei risultati statistici di Kolmogorov-Smirnov, Chi-Square e Anderson-Darling, stima parametri con metodo L-Moments
- [2] Allegato 2: Risultati analisi statistica dei valori di livello lacuale a Melide, periodo 1965-2022, e stima dei quantili di assegnato periodo di ritorno, distribuzione GEV

Allegato 1: Riassunto dei risultati statistici di Kolmogorov-Smirnov, Chi-Square e Anderson-Darling, stima parametri con metodo L-Moments

The screenshot shows a software window titled "Goodness of Fit Test Summary Statistics". It has two tabs: "Filter Distributions" (selected) and "Filter Goodness of Fit". Below the tabs are three sub-tabs: "Standard Product Moments", "L- Moments" (selected), and "Maximum Likelihood Estimation". The main content is a table with the following data:

Distribution	Kolmogorov-Smir... (Test Statistic)	Chi-Square (Test Statistic)	Anderson-Darli... (Test Statistic)
Generalized Extreme Value ...	0.080	9.517	0.244
Log-Pearson III (LM)	0.082	5.345	0.412
Pearson III (LM)	0.082	5.345	0.421
Ln-Normal (LM)	0.096	12.931	1.174
Gamma (LM)	0.096	12.931	1.176
Normal (LM)	0.096	12.931	1.179
Exponential (LM)	0.632	580.000	26.556
Beta (LM)	NaN	NaN	NaN

Allegato 2: Risultati analisi statistica dei valori di livello lacuale a Melide, periodo 1965-2022, e stima dei quantili di assegnato periodo di ritorno, distribuzione GEV



10 Piani annessi

P / 001	Visione generale gradi di pericolo	1: 15'000
P / 002	Visione generale HQ10	1: 15'000
P / 003	Visione generale HQ50	1: 15'000
P / 004	Visione generale HQ100	1: 15'000
P / 005	Visione generale EHQ	1: 15'000
797.7 P / 006	Lugano-Gandria	1: 2'500
797.7 P / 007	Lugano-Gandria (Cantine)	1: 2'500
797.2 P / 008	Lugano-Castagnola	1: 2'500
797.2 P / 009	Lugano-Castagnola (Mte. Caprino)	1: 2'500
797.1 P / 010	Lugano (Città)	1: 2'500
570.0 P / 011	Paradiso	1: 2'500
797.9 P / 012	Lugano-Pazzallo	1: 2'500
558.0 P / 013	Melide	1: 2'500
558.0 P / 014	Melide (Sud)	1: 2'500
514.0 P / 015	Bissone	1: 2'500
795.1 P / 016	Val Mara-Maroggia	1: 2'500
795.2 P / 017	Val Mara-Melano	1: 2'500
632.4 P / 018	Mendrisio-Capolago	1: 2'500
623.0 P / 019	Riva San Vitale	1: 2'500
623.0 P / 020	Riva San Vitale (Nord)	1: 2'500
520.0 P / 021	Brusino Arsizio	1: 2'500
520.0 P / 022	Brusino Arsizio (Sud)	1: 2'500
593.0 P / 023	Vico Morcote	1: 2'500
563.0 P / 024	Morcote	1: 2'500
563.0 P / 025	Morcote (Nord)	1: 2'500
797.12 P / 026	Lugano-Barbengo	1: 2'500
798.4 P / 027	Collina d'Oro-Carabietta	1: 2'500
798.2 - 3 P / 028	Collina d'Oro-Gentilino-Montagnola	1: 2'500
565.0 P / 029	Muzzano	1: 2'500
501.0 P / 030	Agno	1: 2'500
553.0 P / 031	Magliaso	1: 2'500
531.0 P / 032	Caslano	1: 2'500
796.3 P / 033	Tresa-Ponte Tresa	1: 2'500