



UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI
FIRENZE

Scuola di
Ingegneria

**ESAMI DI STATO PER L'ABILITAZIONE
ALL'ESERCIZIO DELLA PROFESSIONE DI INGEGNERE
SECONDA SESSIONE 2025
Prima Prova Scritta – Sezione A
14 NOVEMBRE 2025**

A

**SETTORE: CIVILE e AMBIENTALE
Sotto-settore AMBIENTE**

Gli impianti nei quali si svolgono servizi di pubblica utilità (quali ad esempio il trattamento dei rifiuti ed il trattamento delle acque reflue) svolgono un ruolo chiave nel contenimento degli impatti ambientali derivanti da centri urbani ed attività industriali. Tuttavia, a livello locale, tali impianti possono generare impatti. Il candidato scelga una tipologia di impianto e descriva i potenziali impatti che possono essere generati a carico dell'ambiente circostante ed i possibili interventi e/o strategie di mitigazione.

**SETTORE: CIVILE e AMBIENTALE
Sotto-settore EDILE**

Rapporti fra innovazione tecnologica, prefabbricazione/industrializzazione e prestazioni per gli involucri esterni dell'edificio ad elevata tecnologia.

Il candidato può inserire nella relazione schemi grafici.

**SETTORE: CIVILE e AMBIENTALE
Sotto-settore INFRASTRUTTURE**

Il candidato illustri l'iter progettuale previsto per la realizzazione di una nuova infrastruttura stradale e per l'adeguamento di strade esistenti, soffermandosi sulla descrizione degli elaborati progettuali necessari, sui loro contenuti e sulla loro utilità. Il candidato, infine, elenchi e descriva brevemente le normative di riferimento ed i principali documenti tecnici utili per un'esauritiva attività di progettazione stradale.

**SETTORE: CIVILE e AMBIENTALE
Sotto-settore IDRAULICA**

Il candidato illustri le principali tipologie di opere di adduzione idrica (a pelo libero e in pressione) e i criteri di scelta tra esse in funzione delle caratteristiche topografiche e idrauliche del percorso.

**SETTORE: CIVILE e AMBIENTALE
Sotto-settore STRUTTURE**

Il candidato descriva le principali tipologie di collegamento impiegate nelle strutture in acciaio, illustrandone le caratteristiche costruttive e le relative verifiche di sicurezza, in conformità con le prescrizioni delle Norme Tecniche per le Costruzioni D.M. 17.01.2018 e Circolare del 21 gennaio 2019 n.7 C.S.LL.PP.

SETTORE: CIVILE e AMBIENTALE
Sotto-settore GEO-INGEGNERIA

Il candidato illustri il quadro metodologico e normativo per la valutazione del Rischio Idraulico sul territorio, come stabilito dalla Direttiva Alluvioni (2007/60/CE) e dal D.Lgs. 49/2010 (PGRA). Si definiscano e si analizzino in dettaglio i tre fattori che compongono il Rischio.

Si discuta infine il concetto di Rischio Residuo e l'importanza di tale classificazione ai fini della pianificazione territoriale e della Protezione Civile.

The candidate should illustrate the methodological and normative framework for the assessment of Hydraulic Risk on the territory, as established by the Floods Directive (2007/60/EC) and Legislative Decree 49/2010 (PGRA). The three factors composing the Risk should be defined and analyzed in detail. Finally, the concept of Residual Risk and the importance of this classification for the purposes of territorial planning and Civil Protection should be discussed.



UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI
FIRENZE

Scuola di
Ingegneria

**ESAMI DI STATO PER L'ABILITAZIONE
ALL'ESERCIZIO DELLA PROFESSIONE DI INGEGNERE
SECONDA SESSIONE 2025
Seconda Prova Scritta – Sezione A
16 dicembre 2025**

A

**SETTORE: CIVILE e AMBIENTALE
Sotto-settore AMBIENTE**

Il candidato illustri la metodologia ed i criteri di progettazione di un'opera a sua scelta tra:

- discarica controllata per rifiuti urbani;
- un intervento di bonifica di un terreno contaminato nella zona insatura.

Dopo una sintetica introduzione generale il candidato è libero di fare riferimento ad un caso esemplificativo a sua scelta.

**SETTORE: CIVILE e AMBIENTALE
Sotto-settore EDILE**

Descrivere una soluzione integrata che utilizzi una struttura portante e un involucro esterno con sistemi e componenti prefabbricati. Evidenziare:

- Principi progettuali e ambito di applicazione;
- Caratteristiche tecniche;
- Vantaggi e svantaggi anche rispetto ad altri sistemi, connessi anche a requisiti e prestazioni;
- Norme di riferimento, ove presenti.

Il candidato può inserire nella relazione schemi grafici.

**SETTORE: CIVILE e AMBIENTALE
Sotto-settore INFRASTRUTTURE**

Dimensionamento delle pavimentazioni stradali: il candidato illustri i criteri e le metodologie impiegate per il dimensionamento di una pavimentazione stradale, i principali strumenti di calcolo e le normative tecniche di riferimento. Nella trattazione il candidato consideri i principi fondamentali di progettazione strutturale e funzionale, con specifico riferimento ai CAM applicabili alla progettazione stradale.

**SETTORE: CIVILE e AMBIENTALE
Sotto-settore IDRAULICA**

Si consideri la progettazione di un tratto di canale artificiale a sezione trapezia (in cemento o altro rivestimento a scelta del candidato), destinato all'adduzione di una portata di progetto Q nota.

Il candidato:

1. Illustri la metodologia per la determinazione delle dimensioni di massima efficienza idraulica della sezione del canale (larghezza del fondo e altezza d'acqua), e definisca i criteri di velocità adottati.
2. Sulla base del regime di moto risultante, illustri le problematiche idrauliche che si verificano in corrispondenza di transizioni di sezione o di salti di quota. Si descriva la metodologia per la verifica della transizione da moto lento a moto veloce e le opere necessarie per dissipare l'energia.
3. Proponga uno schema e descriva il funzionamento di un'opera idraulica di regolazione della portata (es. stramazzo, sfioratore o paratoia) da installare lungo il canale, discutendone i criteri di posizionamento e dimensionamento funzionale.

SETTORE: CIVILE e AMBIENTALE
Sotto-settore STRUTTURE

Il candidato descriva i criteri generali relativi alla progettazione in gerarchia delle resistenze con riferimento alle prescrizioni delle Norme Tecniche per le Costruzioni D.M. 17.01.2018 e Circolare del 21 gennaio 2019 n.7 C.S.LL.PP.

SETTORE: CIVILE e AMBIENTALE
Sotto-settore GEO-INGEGNERIA

Si affronti la progettazione di una cassa di espansione in un contesto fluviale a rischio idraulico.

Il candidato:

1. Illustri la metodologia per la determinazione del volume di invaso necessario per la mitigazione di una piena, definendo i criteri di scelta della portata massima di deflusso accettabile a valle.
2. Descriva l'uso di modelli idraulici avanzati (1D/2D) per la verifica dell'efficacia dell'opera in termini di riduzione del rischio e per la mappatura delle aree a rischio residuo a valle.
3. Definisca le opere strutturali e idromeccaniche chiave dell'opera e illustri i criteri di verifica geotecnica e strutturale di stabilità delle arginature.

Address the design of a flood detention basin in a fluvial context subject to hydraulic risk.

The candidate should:

1. *Hydrological Dimensioning: Illustrate the methodology for determining the necessary storage volume for flood mitigation, defining the criteria for selecting the maximum acceptable discharge flow downstream.*
2. *Advanced Functional Verification: Describe the use of advanced hydraulic models (1D/2D) for verifying the effectiveness of the intervention in terms of risk reduction and for mapping the residual risk areas downstream.*
3. *Works and Stability: Define the key structural and hydromechanical works of the intervention and illustrate the criteria for the geotechnical and structural stability verification of the embankments.*

	UNIVERSITÀ DEGLI STUDI FIRENZE Scuola di Ingegneria	ESAMI DI STATO PER L'ABILITAZIONE ALL'ESERCIZIO DELLA PROFESSIONE DI INGEGNERE SECONDA SESSIONE 2025 Prova Pratica– Sezione A 11 FEBBRAIO 2026	A
---	--	---	----------

SETTORE: CIVILE e AMBIENTALE
Sotto-settore AMBIENTE

Il candidato proceda con il dimensionamento di un impianto di depurazione a servizio di un centro abitato. Considerata la loro origine, le acque da sottoporre a trattamento sono prevalentemente di origine domestica o assimilabili al domestico.

Il centro abitato è dotato di un sistema fognario di tipo separato. I dati a disposizione ai fini della progettazione sono riassunti in Tabella 1.

Dato	Unità	Valore
Numero di abitanti	Abitanti	9.000
Tipo di fognatura	-	Separata
Coefficiente di afflusso in fognatura	-	0,9
Dotazione idrica procapite	L/abitante giorno	250
Produzione specifica di sostanza organica	gBOD ₅ /abitante giorno	60
Rapporto COD/BOD ₅	gCOD/ BOD ₅	2,1
Rapporto bCOD/BOD ₅	gbCOD/ BOD ₅	1,6
Produzione specifica di azoto	gTKN/abitante giorno	12
Produzione specifica di solidi totali	gTSS/abitante giorno	80
Produzione specifica di solidi totali	gSSV/abitante giorno	64
Temperatura media dei liquami	°C	18
Temperatura minima dei liquami	°C	12

Considerato il ridotto spazio a disposizione l'impianto deve adottare un processo biologico con bioreattore a membrana (MBR).

Al candidato è richiesto:

1. la predisposizione di una filiera completa di trattamento, da rappresentare con uno schema a blocchi, con motivazione delle scelte;
2. indicazione della tipologia e spaziatura delle grigliature grossolana e fine;
3. dimensionamento della dissabbiatura/disoleatura;
4. dimensionamento del trattamento primario (se ritenuta opportuna la presenza);
5. dimensionamento di altre eventuali sezioni previste nella filiera di cui si ritiene opportuna la presenza;
6. dimensionamento del processo biologico con il criterio dell'età del fango e della sezione di filtrazione a membrana (a tal fine si faccia riferimento alle schede tecniche allegate);
7. valutazione della richiesta di ossigeno;
8. valutazione della produzione di fango;
9. la realizzazione di un P&I con indicazione dei trattamenti, delle opere elettromeccaniche e della strumentazione ritenuta necessaria per garantire un corretto funzionamento ed un idoneo monitoraggio delle grandezze di interesse.

Per i parametri che non sono stati assegnati è possibile fare riferimento alla letteratura tecnica.

ZeeWeed* 500D Module

Immersed Hollow-Fiber Ultrafiltration Technology



Module Type	WW	DW
Application	Membrane Bioreactor	All Other Applications
Nominal Membrane Surface Area	340 ft² (31.6 m²)	340 ft² (31.6 m²) 440 ft² (40.9 m²)
Module Dimensions		
Height	2,198 mm (86.4")	
Width	844 mm (33.2")	
Depth	49 mm (1.9")	
Module Weight		
Max. Shipping Weight (crated)	26 kg (58 lb)	28 kg (62 lb)
Lifting Weight (varies with solids accumulation)	26 – 74 kg (58 -163 lb)	30 – 74 kg (66 -163 lb)
Membrane Properties		
Material	PVDF	
Nominal Pore Size	0.04 micron	
Surface Properties	Non-Ionic & Hydrophilic	
Fiber Diameter	1.9 mm OD / 0.8 mm ID	
Flow Path	Outside-In	
Operating Specifications		
TMP Range	- 55 to 55 kPa (- 8 to 8 psi)	-90 to 90 kPa (-13 to 13 psi)
Max. Operating Temperature	40°C (104°F)	
Operating pH Range	5.0 – 9.5	
Cleaning Specifications		
Max. Cleaning Temperature	40°C (104°F)	
Cleaning pH Range	2.0 – 10.5	
Max. Cl ₂ Concentration	1,000 ppm	

Cassette Dimensions			
Product	Width (A) mm (in)	Length (B) mm (in)	Height (C) mm (in)
68M	1,745 (68.7)	2,136 (84.1)	2,561 (100.8)
20M	738 (29.1)	1,744 (68.7)	2,512 (98.9)
20Ms			2,149 (84.6)

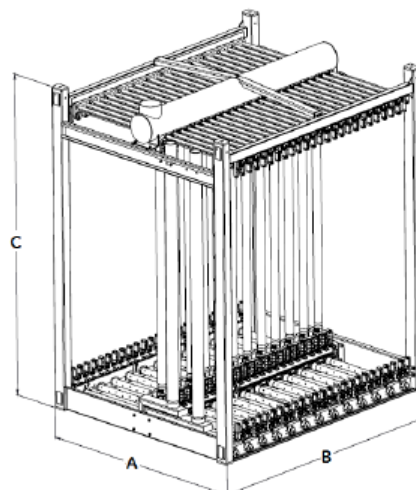


Figure 1: Example Drawing of Cassette

Cassette Tie-Points & Weights						
Product	Max. # of ZW Modules	Min. # of ZW Modules	Permeate Connection	Air Connection	Max. Shipping Weight* kg (lb)	Lifting Weight ** kg (lb)
68M D	68	34	1 x 8" horz. Pine	1 x 3" FNPT	2,489 (5,488)	2,751 – 4,467 (6,066 – 9,850)
20M D	20	10	2 x 4" FNPT	1 x 3" FNPT	920 (2,029)	961 – 1,555 (2,029 – 3,428)
20M Ds	20	10			892 (1,966)	930-1,415 (2,051-3,121)

* Crated with maximum number of modules

** Varies with number of modules and solids accumulation

SETTORE: CIVILE e AMBIENTALE
Sotto-settore EDILE

Su un lotto rettangolare pianeggiante di dimensioni 75 x 45 m circondato esternamente da viabilità su 4 lati, con adiacenti parcheggi ed aree verdi utilizzabili per adempiere agli indici previsti per tali aspetti, progettare un edificio che dovrà ospitare una piccola galleria commerciale compresi i servizi igienici e tecnici necessari e un bar con ristorazione.

La dimensione principale del lotto è sull'asse Est-Ovest.

Gli indici urbanistici e le prescrizioni per determinare la capacità edificatoria del comparto sono i seguenti:

- Rapporto di copertura RC < 70%
- Altezza massima $H_{max} = 20$ m

* *

Il candidato predisponga un progetto dell'edificio in questione secondo la normativa vigente nazionale e locale (Comune a scelta del candidato).

Sono richiesti i seguenti elaborati:

- Pianta/e architettonica di tutti i piani significativi dell'edificio (scala 1:100);
- Una pianta dell'edificio esplicitante la maglia strutturale (travi, pilastri e solai) (scala 1:100 o 1:200);
- Il prospetto principale del fabbricato (scala 1:100);
- Sezione verticale quotata del nodo di copertura in corrispondenza della parete esterna, che espliciti le soluzioni tecnologiche ipotizzate (scala 1:5 o 1:10).

SETTORE: CIVILE e AMBIENTALE
Sotto-settore INFRASTRUTTURE

Si esegua la progettazione preliminare (a livello di DIP) di un'intersezione a livelli sfalsati che connetta la viabilità autostradale, evidenziata nella planimetria allegata, al piazzale di esazione schematicamente individuato dall'area in verde.

Il candidato è tenuto a:

- identificare e giustificare la configurazione dello svincolo;
- eseguire le verifiche planimetriche previste dalla normativa tecnica di almeno due rampe di due diverse tipologie tra diretta, indiretta e semidiretta;
- costruire il diagramma delle velocità per le suddette rampe;
- dimensionare almeno una corsia specializzata di uscita ed una di entrata;
- definire la classe dei dispositivi di ritenuta da utilizzare per entrambe le rampe scelte, per bordo laterale e per bordo ponte;
- effettuare il predimensionamento della pavimentazione (flessibile) di una delle rampe seguendo le indicazioni contenute nel Catalogo delle Pavimentazioni CNR (B.U. n. 178), fornendo un'analisi critica sugli spessori;
- rappresentare una sezione tipo in un tratto a scelta del candidato.

Si considerino i seguenti dati di traffico:

Direzione/elemento	TGM	% veicoli pesanti
Nord / autostrada	32000	12
Nord / uscita	6000	10
Nord / entrata	4800	8
Sud / autostrada	33000	13
Sud / uscita	5000	8
Sud / entrata	6100	9

N.B.

- Il candidato ipotizzi eventuali dati mancanti utili alla determinazione di quanto richiesto nel testo.

- Il candidato è libero di ipotizzare la scala per ciascuna rappresentazione grafica purché questa consenta di avere una buona rappresentazione di quanto effettuato.

SETTORE: CIVILE e AMBIENTALE Sotto-settore IDRAULICA

Si progetti il sistema di adduzione idrica per un centro abitato, in cui la risorsa viene emunta da un pozzo in pianura (quota del livello dinamico 45 m s.l.m.) e sollevata a un serbatoio di accumulo (quota di immissione 135 m s.l.m.).

Dati tecnici:

- Popolazione residente: 14.500 abitanti;
- Dotazione idrica: 260 l/ab giorno;
- Coefficiente di punta giornaliero (K1): 1,25;
- Lunghezza condotta: $L = 4.200$ m;
- Orario di esercizio: 16 ore/giorno;
- Scabrezza di Strickler: $k = 90 \text{ m}^{1/3} \text{ s}^{-1}$;
- Rendimento globale gruppo pompa-motore: 0,72.

Dati per l'analisi economica:

Il dimensionamento deve essere effettuato con il criterio del minimo costo totale attualizzato (CAPEX + OPEX), assumendo un orizzonte temporale di 30 anni e un tasso di interesse annuo $r = 3\%$.

Costo dell'energia elettrica: 0,22 €/kWh;

Costi di fornitura e posa delle condotte: si faccia riferimento alla Tabella 1 allegata.

Il candidato è chiamato a redigere i seguenti documenti progettuali:

Relazione Tecnica: “Dimensionamento idraulico e analisi economica dell'adduttrice”, comprensiva della determinazione della portata di progetto, del calcolo della prevalenza manometrica, della potenza impegnata e del diametro di massima economia.

Allegato Grafico A: Profilo della linea piezometrica della condotta di adduzione.

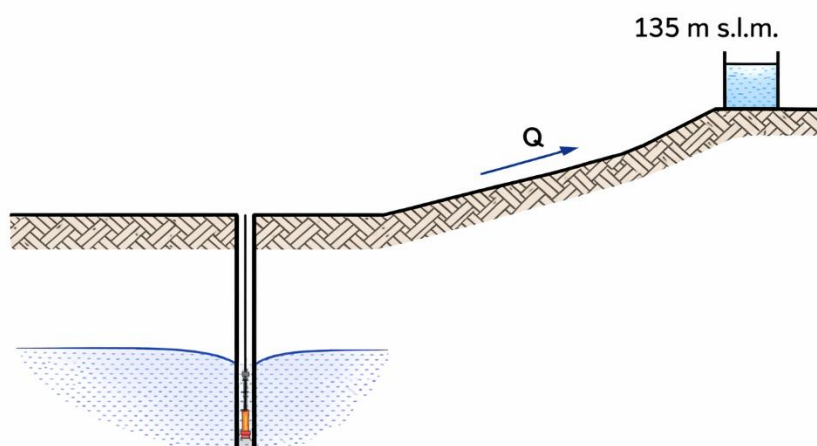


Tabella 1. Costi di fornitura e posa in opera

DN	Di [mm]	Costo [€/m]
150	165	95,00
200	212	115,00
250	262	148,00
300	313	195,00
350	363	240,00
400	414	295,00
500	514	380,00

SETTORE: CIVILE e AMBIENTALE
Sotto-settore STRUTTURE

Si progettino in acciaio gli elementi strutturali dell'edificio mono piano ad uso industriale la cui pianta e prospetto dei fili fissi sono rappresentati in figura (quote in millimetri), sito nel comune di Firenze. Le quote sono da intendersi in corrispondenza del baricentro dei profili.

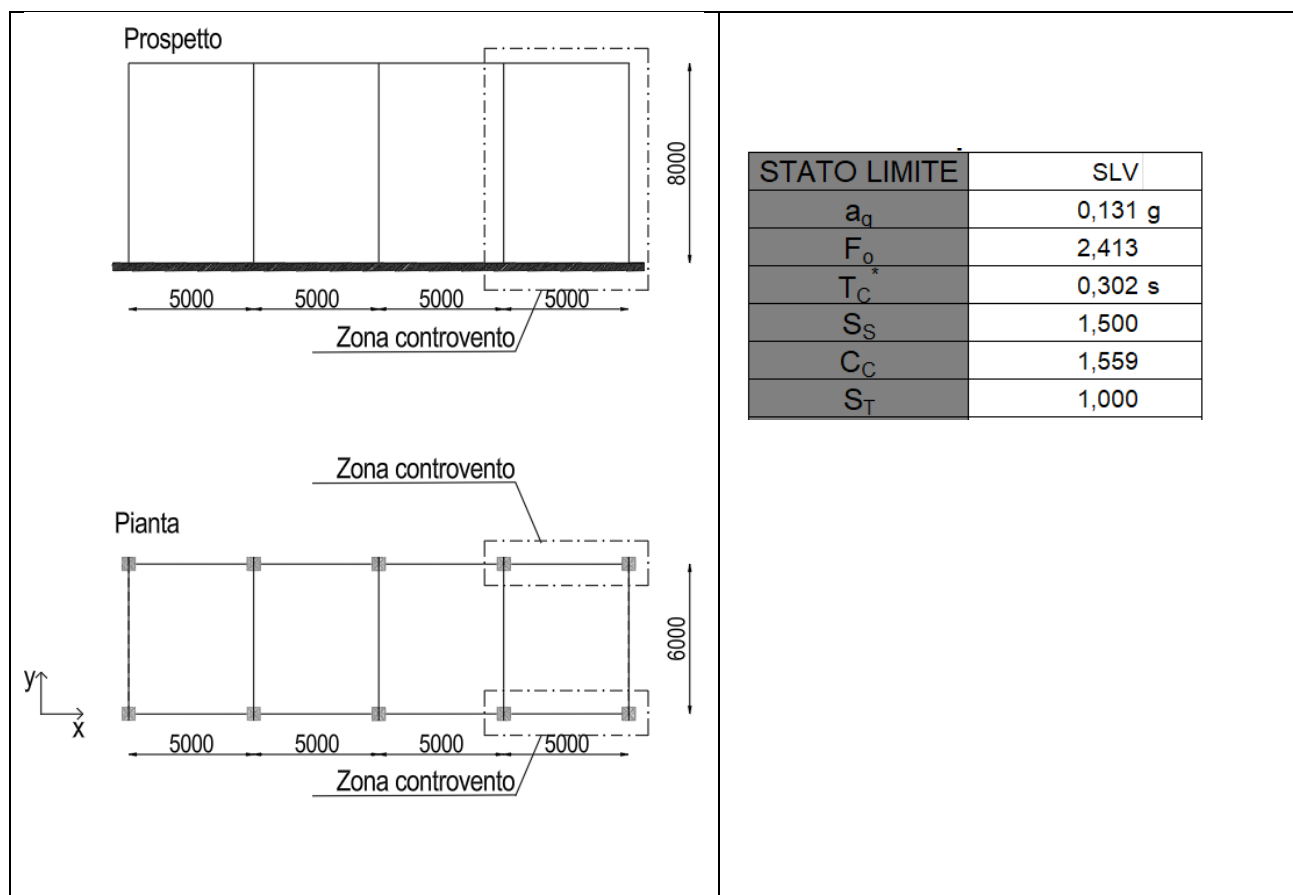
Il candidato può valutare gli effetti dell'azione sismica allo stato limite di salvaguardia della Vita (SLV, parametri in Tabella).

Si riportino in relazione:

- Scelte Progettuali;
- Proprietà dei materiali utilizzati;
- Analisi dei carichi;
- Schemi statici utilizzati;
- Verifiche di sicurezza, con riferimento ai seguenti elementi strutturali: Travi secondarie, travi primarie, colonne, elementi di controvento.

Si rappresentino in scala:

- Pianta e prospetto strutturale;
- Dettagli di due collegamenti, riportando le relative verifiche di sicurezza.



Si raccomanda di chiarire il comportamento della struttura in ogni sua parte nei confronti delle azioni e di rappresentare gli schemi statici adottati.

È lecito fare ricorso a schemi statici semplificati, oltre a semplificazioni per il calcolo delle sollecitazioni, come ad esempio per la stima del periodo fondamentale.

Si raccomanda l'utilizzo dell'analisi lineare equivalente per il calcolo dell'azione sismica.

È lecito ipotizzare dati aggiuntivi, qualora assenti.

Si raccomanda di dare la priorità al dimensionamento degli elementi strutturali e alla rappresentazione grafica.

SETTORE: CIVILE e AMBIENTALE Sotto-settore GEO-INGEGNERIA
--

TEMA: Verifica della compatibilità idraulica e progetto di adeguamento di un tratto fluviale

Nell'ambito della pianificazione territoriale per la mitigazione del rischio idraulico ai sensi del D.Lgs. 49/2010, si richiede di analizzare un nodo critico di un torrente montano.

Il candidato deve stimare la portata di progetto e verificare la compatibilità idraulica della geometria attuale dell'alveo rispetto ai franchi di sicurezza richiesti, proponendo, se necessario, un intervento di adeguamento.

Analisi idrologica – Metodo razionale SCS–CN

Per la stima della portata di progetto Q_{200} ($T_r = 200$ anni), il candidato utilizzi la formula razionale:

$$Q = \phi \cdot i \cdot A / 3,6$$

dove Q è la portata di progetto [m^3/s], A è l'area del bacino [km^2], i è l'intensità media di pioggia [mm/h] relativa a un tempo pari al tempo di corrivazione t_c , e ϕ è il coefficiente di deflusso efficace.

Il tempo di corrivazione t_c [h] deve essere stimato con la formula di Giandotti, utilizzando i seguenti dati morfometrici del bacino:

$$A = 12,8 \text{ km}^2$$

$$L = 5,2 \text{ km}$$

$$\Delta z = 530 \text{ m}$$

L'intensità di pioggia i deve essere ricavata dalla linea segnalatrice di probabilità pluviometrica:

$$h(t) = a \cdot t^n$$

assumendo i parametri medi pesati a_{200} e n_{200} dei gruppi di celle riportati in Tabella 1.

Il coefficiente di deflusso ϕ si assuma pari a P_n / P , dove P è l'altezza di pioggia totale corrispondente a $t = t_c$ e P_n è la pioggia netta, calcolata con il metodo SCS–CN sulla stessa durata, utilizzando il Curve Number medio pesato del bacino (AMC II) derivato dai valori di Tabella 1.

Verifica idraulica e franco di sicurezza

Il tratto di alveo oggetto di studio presenta una sezione trapezia con le seguenti caratteristiche:

Larghezza del fondo $b = 8,50 \text{ m}$

Inclinazione delle sponde: $1V : 1,5H$

Altezza arginature $H_{arg} = 2,20 \text{ m}$

Pendenza longitudinale dell'alveo $i_f = 0,75 \%$

Scabrezza di Manning $n = 0,042 \text{ s m}^{-1/3}$ (alveo naturale con ciottoli)

Il franco idraulico minimo richiesto è pari a $\Delta h = 0,50$ m rispetto al ciglio arginale.

Il candidato deve calcolare l'altezza di pioggia totale P , la pioggia netta P_n e la portata di progetto Q_{200} , determinare in condizioni di moto uniforme la portata massima ammissibile Q_{amm} garantendo il franco di sicurezza richiesto ($h \leq 1,70$ m), verificare la compatibilità idraulica della sezione esistente confrontando Q_{200} e Q_{amm} e, qualora risulti $Q_{200} > Q_{amm}$, dimensionare l'allargamento della larghezza di base b necessario a smaltire la portata di progetto nel rispetto del franco idraulico.

Elaborati grafici

Sezione trasversale quotata con sovrapposizione dello stato di fatto e dello stato di progetto
Profilo del pelo libero di progetto con indicazione del franco idraulico rispetto al ciglio arginale

Tabella 1: Distribuzione del CN e dei parametri della LSPP all'interno del bacino

Gruppo	N. celle (100m)	a200	n200	CN (AMC II)
Gruppo 1	65	72,5	0,26	82
Gruppo 2	35	70,8	0,25	89
Gruppo 3	28	71,4	0,27	85

TOPIC: Hydraulic compatibility assessment and design of an upgrading intervention for a river reach

Within the framework of territorial planning for hydraulic risk mitigation pursuant to Legislative Decree 49/2010, a critical reach of a mountain stream is to be analysed.

The candidate is required to estimate the design discharge and to verify the hydraulic compatibility of the existing channel geometry with respect to the required safety freeboard, proposing, if necessary, an upgrading intervention.

Hydrological analysis – SCS–CN Rational Method

For the estimation of the design discharge Q_{200} (return period $T_r = 200$ years), the candidate shall use the rational formula:

$$Q = \varphi \cdot i \cdot A / 3.6$$

where Q is the design discharge [m^3/s], A is the catchment area [km^2], i is the average rainfall intensity [mm/h] corresponding to a duration equal to the time of concentration t_c , and φ is the effective runoff coefficient.

The time of concentration t_c [h] shall be estimated using the Giandotti formula, based on the following catchment morphometric data:

$$A = 12.8 \text{ km}^2$$

$$L = 5.2 \text{ km}$$

$$\Delta z = 530 \text{ m}$$

The rainfall intensity i shall be derived from the Depth–Duration–Frequency relationship:

$$h(t) = a \cdot t^n$$

adopting the area-weighted average parameters a_{200} and n_{200} of the grid cell groups reported in Table 1.

The runoff coefficient φ shall be assumed equal to P_n / P , where P is the total rainfall depth corresponding to $t = t_c$ and P_n is the effective rainfall, computed using the SCS–CN method over the same duration, adopting the area-weighted average Curve Number of the catchment (AMC II) derived from the values reported in Table 1.

Hydraulic verification and safety freeboard

The analysed river reach is characterised by a trapezoidal cross-section with the following properties:

Bottom width $b = 8.50 \text{ m}$

Side slopes: 1V : 1.5H

Levee height $H_{\text{arg}} = 2.20 \text{ m}$

Longitudinal bed slope $i_f = 0.75 \%$

Manning roughness coefficient $n = 0.042 \text{ s m}^{-1/3}$ (natural gravel–cobble bed)

The minimum required hydraulic freeboard is $\Delta h = 0.50 \text{ m}$ measured from the levee crest.

The candidate shall compute the total rainfall depth P , the effective rainfall P_n and the design discharge Q_{200} , determine under uniform flow conditions the maximum admissible discharge Q_{amm} ensuring compliance with the required safety freeboard ($h \leq 1.70 \text{ m}$), verify the hydraulic compatibility of the existing cross-

section by comparing Q_{200} and Q_{amm} and, if $Q_{200} > Q_{amm}$, design the required widening of the channel bottom width b in order to safely convey the design discharge while respecting the freeboard constraint.

Graphical documents

Dimensioned cross-section showing both the existing and the upgraded configurations

Design free-surface profile with indication of the hydraulic freeboard relative to the levee crest

Table 1: Distribution of the Curve Number and DDF parameters within the catchment

Group	N. cells (100m)	a200	n200	CN (AMC II)
Group 1	65	72,5	0,26	82
Group 2	35	70,8	0,25	89
Group 3	28	71,4	0,27	85