

POLITECNICO DI TORINO
ESAMI DI STATO PER L'ABILITAZIONE ALL'ESERCIZIO
DELLA PROFESSIONE DI INGEGNERE CIVILE-AMBIENTALE

I Sessione 2017 - Sezione A
Settore Civile-Ambientale

PROVA PRATICA del 24 luglio 2017

Il Candidato svolga uno a scelta fra i seguenti temi proposti.

Gli elaborati prodotti dovranno essere stilati in forma chiara, ordinata, sintetica e leggibile.

La completezza, l'attinenza al tema e la chiarezza degli elaborati costituiranno elementi di valutazione.

Tema n. 1

Dato un pendio sul quale è presente una frana quiescente la cui superficie di scorrimento è stata stimata attraverso i risultati di deformazione forniti dall'inclinometro posto a valle e dalle tensioni crack rilevate sul terreno a monte, il candidato esegua una back analysis considerando la superficie freatica n. 1 per individuare il parametro di resistenza residua media sull'intera superficie di scorrimento in modo da ricavare $F_s=1$ (masse in equilibrio limite).

L'analisi deve essere effettuata con il metodo di Janbu semplificato in condizioni statiche senza applicazione dei coefficienti di sicurezza di normativa.

Il candidato esegua inoltre la back analysis valutando l'influenza sui parametri di resistenza residua nel caso di una diversa posizione della superficie freatica (n. 2) nel corpo frana.

Determini inoltre le forze statiche a ml. che agiscono in corrispondenza della verticale ove saranno ubicate le opere di consolidamento.

Stratigrafia dei terreni

strato superficiale costituito da sabbie e sabbie limose poco addensate

spessore = 10 m

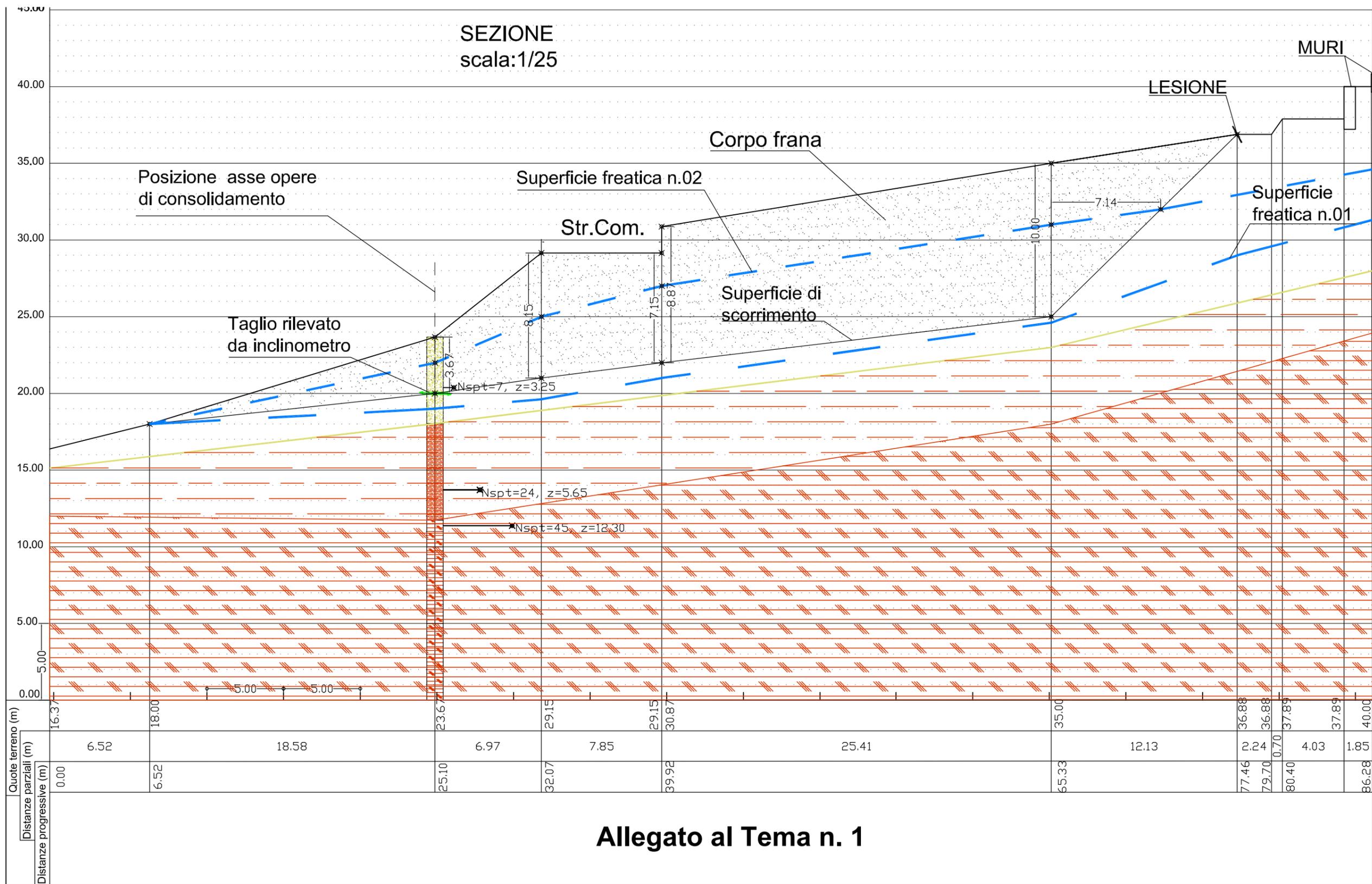
$\gamma_1 = 1900 \text{ kg/m}^3$

$c' = 0.0 \text{ kg/cm}^2$

$\phi' = 26^\circ$

$\phi_r = ???$ (resistenza residua da determinare con la back analysis)

strati profondi costituiti da argilliti da degradate a compatte e fessurate con la profondità.



Allegato al Tema n. 1

Tema n. 2

In un comune montano della Provincia di Torino scorre un modesto corso d'acqua che presenta problemi di erosione spondale in orografica destra in una tratta di circa 100 m; l'amministrazione comunale sceglie quindi di realizzare un'opera di difesa spondale in massi di cava (scogliera). Si rende pertanto necessario predisporre la progettazione della suddetta opera, ed in particolare la relazione idraulica, da allegare al progetto. Considerato che le caratteristiche della porzione di bacino in esame risultano, alla sezione di chiusura, le seguenti:

- superficie: 43,78 km²
- lunghezza asta principale 10,52 km
- tipologia prevalente bacino: bosco e prato in parti uguali
- pendenza media dell'asta: 21,1%
- H quota max: 2720 m s.l.m.;
- H sezione chiusura: 500 m s.l.m.;

e che i coefficienti delle curve di massima possibilità pluviometrica, $h = a \cdot t^n$ risultano:

T _R anni	20	100	200
a	42,53	54,56	59,75
n	0,478	0,479	0,480

Il Candidato sviluppi i seguenti punti:

1. valuti le portate liquide con i diversi tempi di ritorno adottando un valore del coefficiente di deflusso idoneo per le tipologie di superfici di cui è costituito il bacino ed effettui la stima delle portate solide, ad esse associate, sulla base delle metodologie di propria conoscenza e ritenute idonee ad essere applicate al caso in esame;
2. assunto che la sezione trasversale del corso d'acqua nel tratto da sistemare può essere semplificata con una forma trapezia con base minore 36 m, base maggiore 49 m, altezza 8 m, si costruisca la scala delle portate in moto uniforme della sezione trasversale di progetto assumendo un idoneo coefficiente di scabrezza di Gauckler-Strickler (trattandosi di un corso d'acqua con presenza di massi irregolari di diverse dimensioni) ed una pendenza costante, sempre del tratto da sistemare, pari a 1,5 % indicando, infine, se la suddetta sezione risulta sufficiente a contenere la portata totale calcolata con T_R 200 anni;
3. tracciare la sezione tipo della difesa spondale in progetto indicandone le dimensioni e redigendo il computo metrico relativo alle voci principali;
4. in base alle normative vigenti, elenchi quali sono gli elaborati necessari a predisporre il progetto, a carattere definitivo, delle opere e degli interventi di cui sopra considerato che il committente è un ente pubblico.

Tema n. 3

Progettare un parcheggio coperto in una stazione di autogrill dell'autostrada per complessive 50 autovetture.

La copertura inclinata per supportare il peso di pannelli fotovoltaici delle dimensioni di 120x200 cm del peso ipotetico complessivo posato di 1 kN/m² è rivolta a sud-ovest ed in una posizione a mezzacosta della Liguria ad un'altezza di m 200 s.l.m.

Il terreno di fondazione deve ritenersi prevalentemente sabbioso con:

$$\gamma = 1900 \text{ kg/m}^3$$

$$\varphi' = 32^\circ; c' = 0 \text{ kPa}$$

Lo schema strutturale per l'esecuzione del progetto è lasciato alla libera scelta del Candidato.

Il materiale o i materiali per l'esecuzione sono anch'essi lasciati alla scelta del Candidato.

Per i carichi da ipotizzare e le verifiche da effettuare attenersi scrupolosamente a quanto predisposto dalle NTC2008.

Per il calcolo delle sollecitazioni si consiglia di non trascurare l'effetto del sisma anche solo in termini forfaitari con un'accelerazione di 0,5 g.

N.B.: È estremamente importante che il progetto preveda sia il dimensionamento, anche se in modo approssimativo, sia la verifica di tutti gli elementi strutturali (almeno uno per tipo).

Alcuni esempi:



Tema n. 4

Una Amministrazione comunale intende realizzare un nuovo Auditorium all'interno del quale collocare una sala da concerti avente una capacità di 3.000 spettatori. Il progetto della nuova struttura, situata in area urbana periferica, prevede la realizzazione di 1.000 posti auto dedicati.

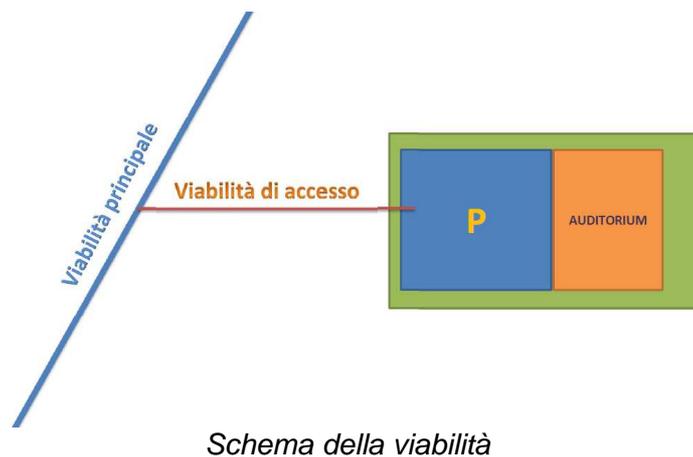
L'Amministrazione intende affidare al Candidato un incarico professionale finalizzato a:

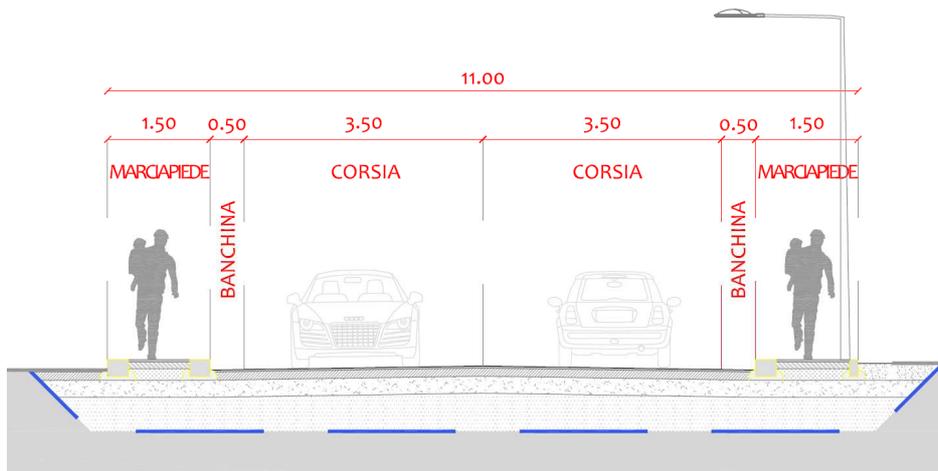
1. verificare se il dimensionamento del parcheggio è corretto e, in caso contrario, specificare il numero di posti auto necessari (stima realistica prudenziale a prescindere dalle normative);
2. effettuare una valutazione di impatto sulla viabilità che dimostri che il sistema infrastrutturale viario previsto sia sufficiente a garantire adeguati livelli prestazionali della rete;
3. redigere il progetto definitivo ed esecutivo delle opere stradali (viabilità di accesso e intersezione).

Il Candidato:

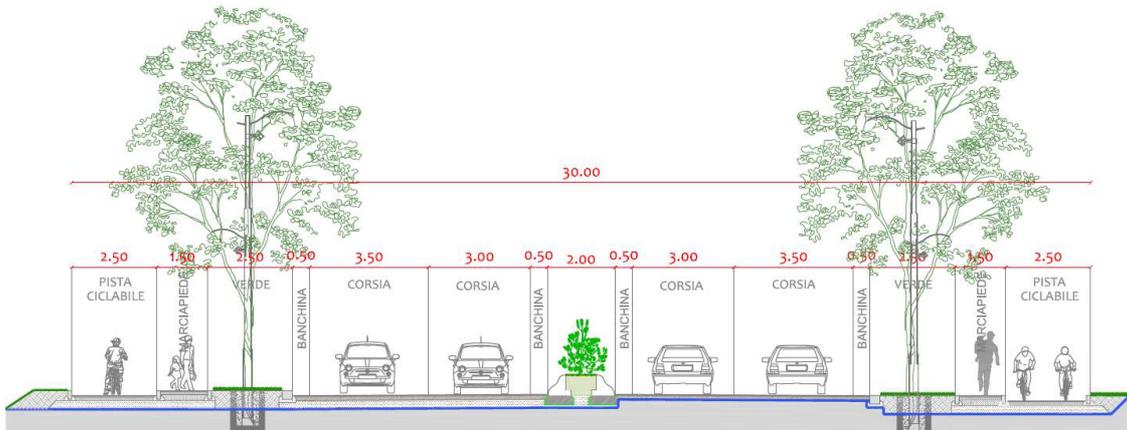
- a. risponda al quesito del punto 1;
- b. indichi tutti i passi metodologici necessari allo sviluppo del punto 2;
- c. sulla base degli elaborati grafici allegati, individui la soluzione infrastrutturale ottimale per la nuova intersezione da progettare e ne sviluppi la planimetria relativamente al progetto di fattibilità tecnico-economica in scala adeguata, descrivendo nel dettaglio i seguenti aspetti relativi alla progettazione definitiva ed esecutiva:
 - 1) elencazione e commento del quadro normativo vigente a cui il progettista dovrà far riferimento per la redazione della progettazione definitiva ed esecutiva di cui all'incarico;
 - 2) descrizione delle fasi approvative della progettazione;
 - 3) descrizione della tipologia di opera da progettare;
 - 4) elencazione e commento degli elaborati che dovranno essere redatti;
 - 5) vincoli che dovranno essere rispettati nella progettazione.

Si precisa che eventuali ulteriori vincoli di sviluppo del tema potranno essere assunti ed evidenziati dal candidato con ipotesi motivata nel capitolo iniziale PREMESSA AL TEMA.





Sezione viabilità di accesso (strada cat. F)



Sezione viabilità principale (strada cat. E)

Tema n. 5

In una zona semicentrale ad alta densità residenziale, si vuole trasformare un insediamento produttivo in commerciale e residenza.

Le strutture portanti della zona produttiva sono in cemento armato e la copertura è prevalentemente a shed, eccettuate piccole zone con copertura piana.

La struttura portante verticale della manica lato via Monfalcone è in muratura, i solai sono in latero-cemento.

Le richieste progettuali sono le seguenti:

- a) Realizzazione al piano interrato di un'autorimessa al servizio della residenza e dell'unità immobiliare commerciale;
- b) Realizzazione di cantine in numero pari alle unità immobiliari residenziali in progetto, previste al piano interrato in proiezione alla manica lato via Monfalcone;
- c) Realizzazione al piano terra di un minimarket;
- d) Realizzazione al piano rialzato e primo (esistenti) di unità immobiliari a destinazione d'uso residenziale;
- e) Realizzazione di sopraelevazione nella manica fronte via Monfalcone di un piano con destinazione d'uso residenziale.

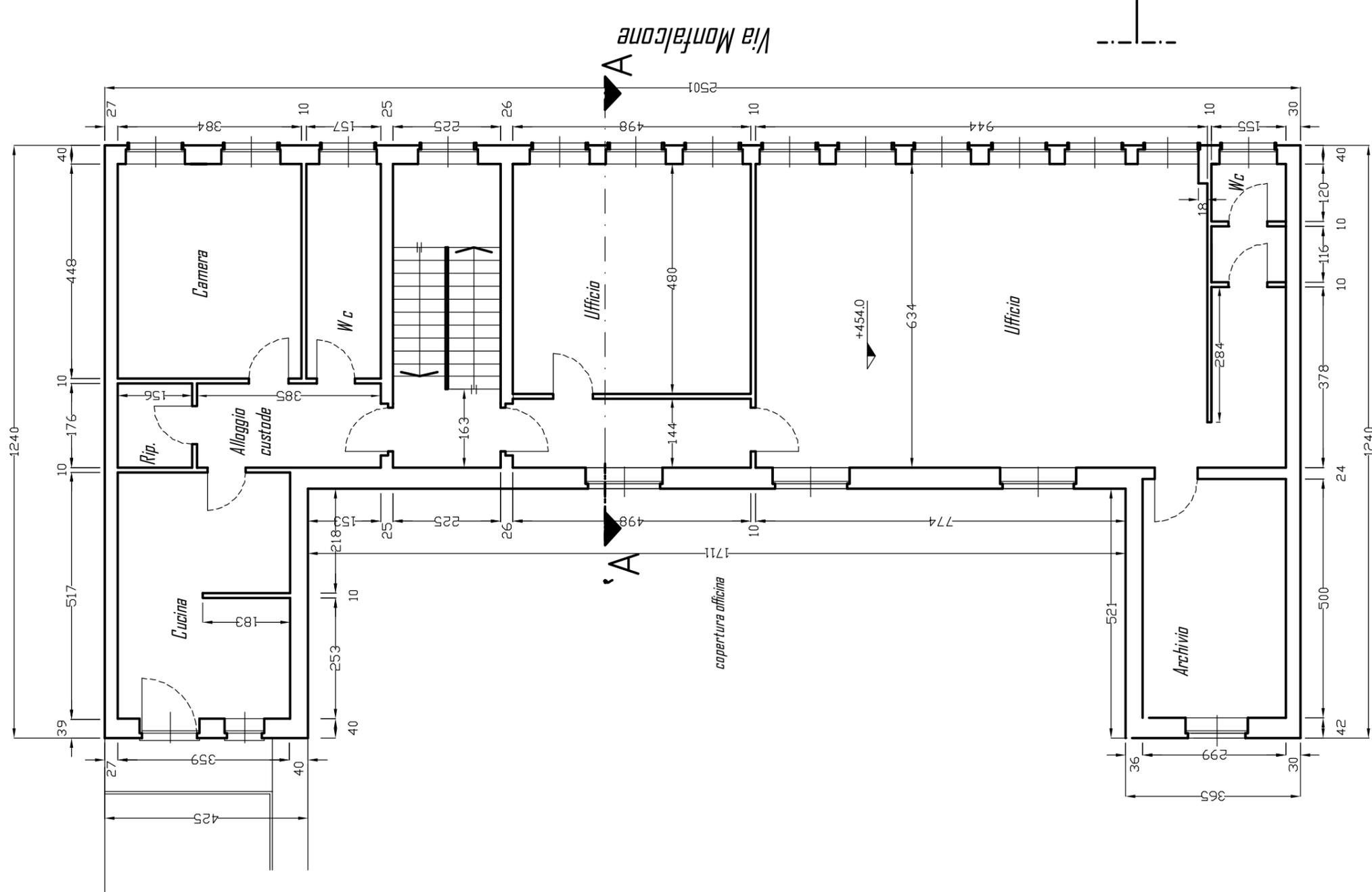
Al fine di ottenere i permessi municipali si deve ottemperare alle seguenti prescrizioni:

- 1) Miglioramento di tutta la struttura in merito al risparmio energetico;
- 2) Scelta dei materiali per la sopraelevazione idonei a non sovraccaricare le strutture esistenti;
- 3) Inserimento di un ascensore che vada dal piano interrato al piano in sopraelevazione.

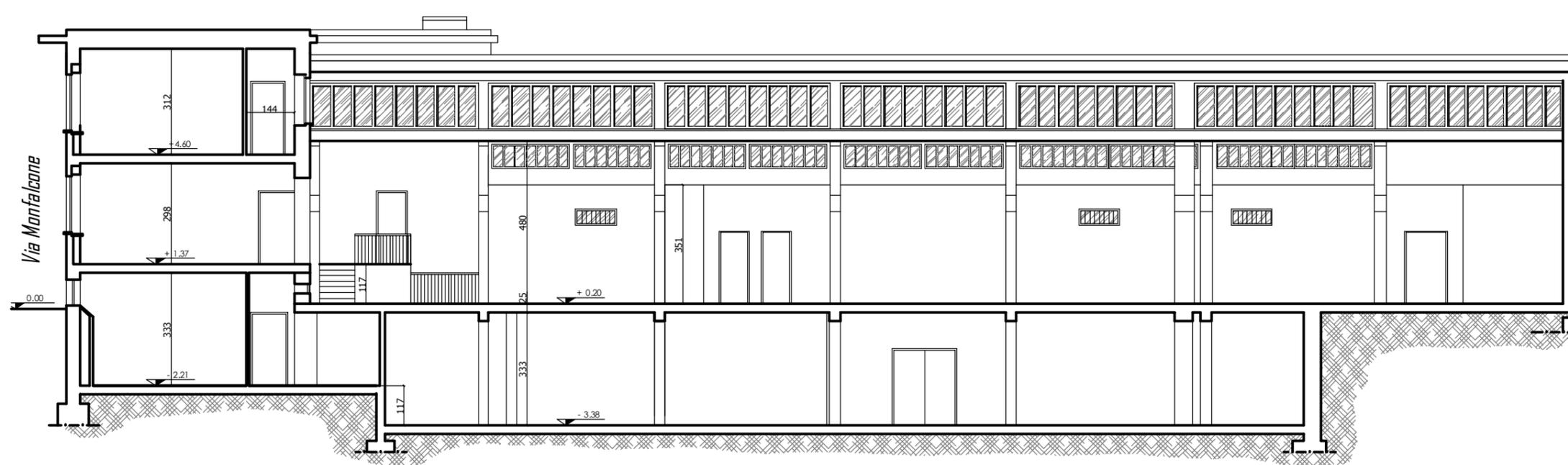
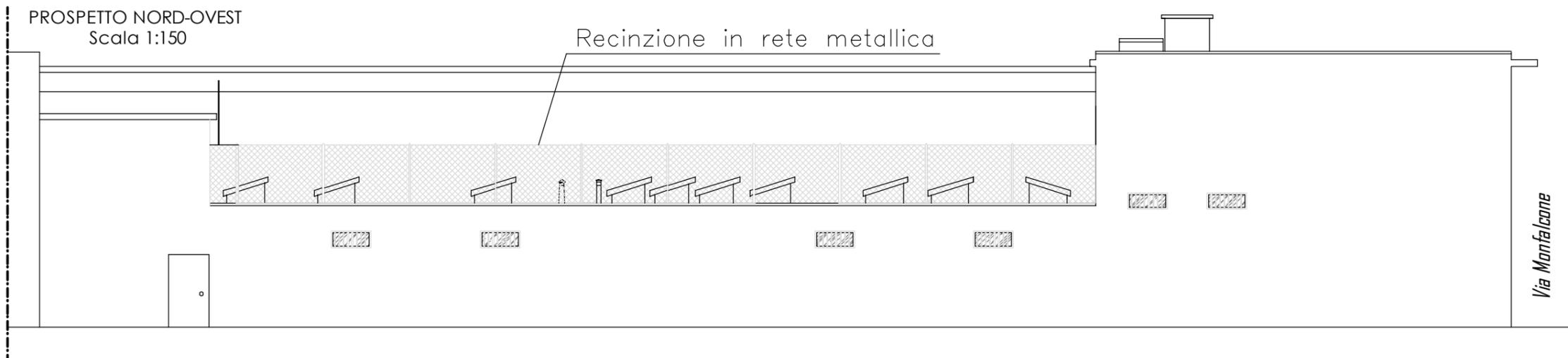
Gli elaborati richiesti sono:

- A) Piante sezioni e prospetti;
- B) Un particolare costruttivo in scala 1:10 o 1:20.

PIANTA PIANO PRIMO
Scala 1:100

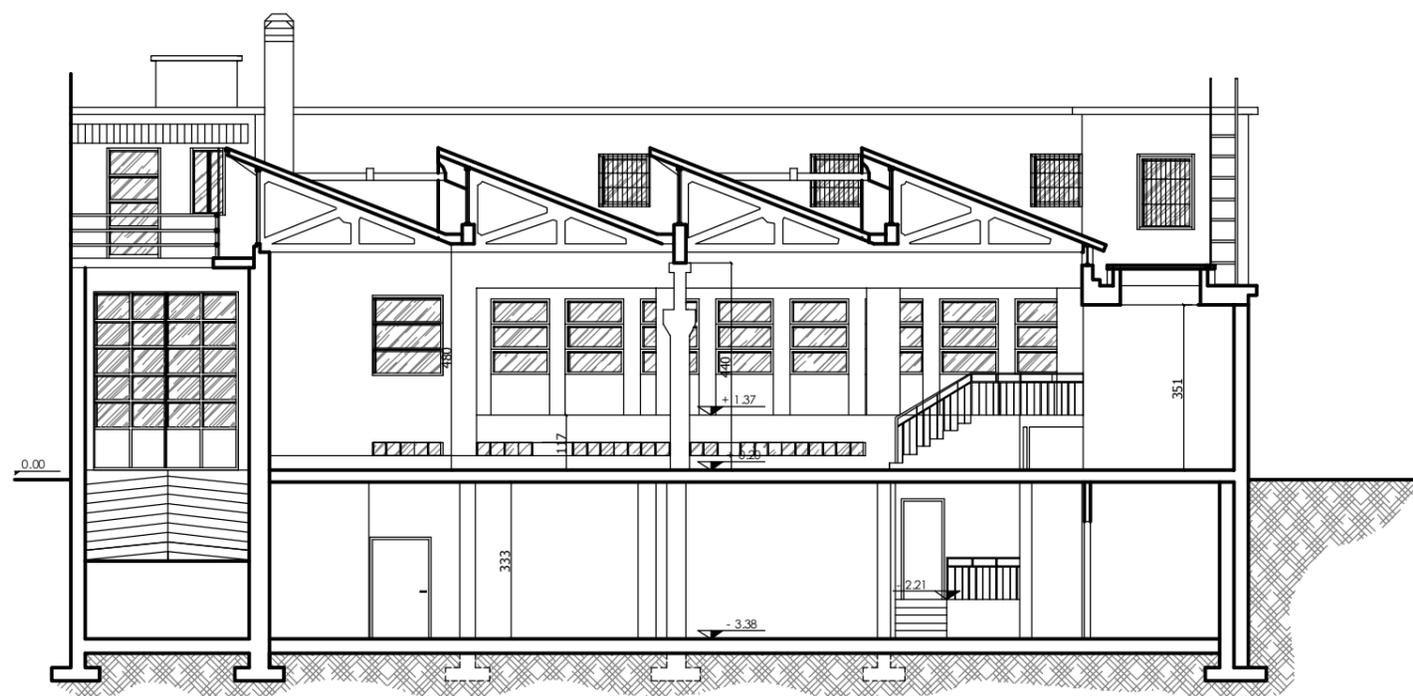
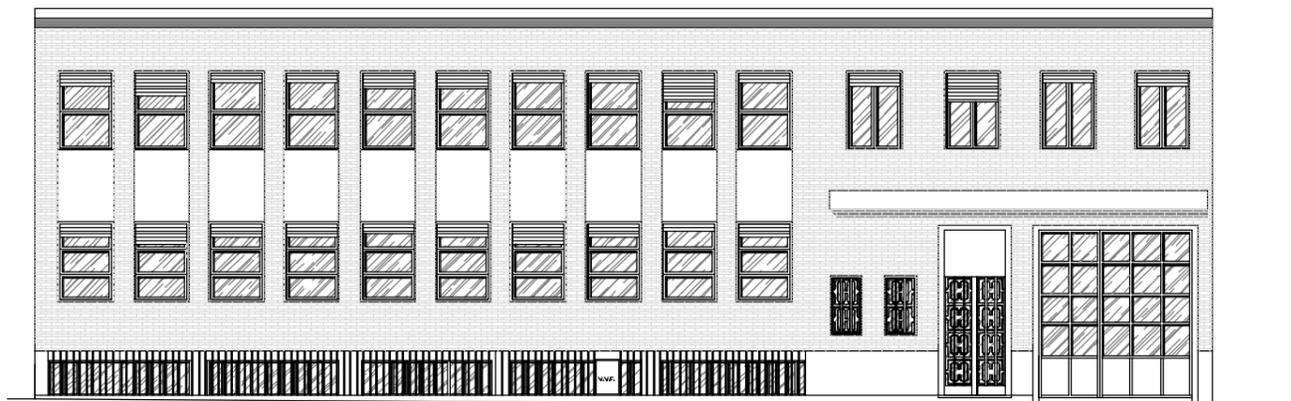


Cortile Altra Proprietà



SEZIONE A-A'
Scala 1:150

PROSPETTO SUD-OVEST
Scala 1:150



SEZIONE B-B'
Scala 1:150

Tema n. 6

Una strada provinciale, unico collegamento con il fondovalle, corre al piede di un versante montano, costituito da un ammasso roccioso fratturato con copertura detritica di esiguo spessore (circa 1 m).

Al fine di garantire adeguate condizioni di sicurezza al transito stradale, si chiede al candidato di predisporre un intervento di messa in sicurezza o di bonifica di un tratto ove è presente un elemento (lastrone) potenzialmente instabile, localmente molto fratturato, e sporgente rispetto al profilo ideale della scarpata.

Al candidato, tenuto conto delle indicazioni fornite, è richiesto di:

- 1) descrivere pro e contro delle opzioni per la messa in sicurezza oppure per la bonifica del lastrone potenzialmente instabile, giustificando la scelta finale effettivamente operata nella realtà (abbattimento con esplosivo) in termini di massima riduzione del rischio e di fattibilità della scelta;
- 2) fornire lo schema geostrutturale dell'ammasso roccioso circostante il lastrone e indicare la traccia delle discontinuità su due prospetti schematici (frontale e laterale);
- 3) individuare i potenziali cinematismi del lastrone;
- 4) eseguire una rigorosa analisi di stabilità del lastrone ante opera;
- 5) al fine di procedere con l'abbattimento con esplosivo, individuare le fasi operative, gli schemi di perforazione e caricamento, la sequenza di brillamento, le attrezzature impiegate e il cronoprogramma; sviluppare analiticamente il dimensionamento della volata;
- 6) fornire, in ogni caso, indicazioni su ulteriori provvedimenti da adottare al fine di lasciare in posto una parete stabile, giustificandoli con un'analisi di stabilità post opera; fornire, inoltre, le modalità di controllo della scarpata a lungo termine, nonché le indicazioni per la riapertura della strada e per la gestione in sicurezza dei lavori.

Il candidato è tenuto a sviluppare in sequenza i punti elencati e a corredare le risposte con schemi grafici chiari e completi, da cui si comprendano i rapporti geometrici e funzionali delle varie parti del sistema (lastrone, perforazioni, discontinuità, ecc.)

Dati:

- tipo roccia: porfidi e vulcaniti
- massa volumica : $2,65 \text{ t/m}^3$
- resistenza a compressione monoassiale = 135 MPa
- resistenza a trazione indiretta = 2.5 MPa
- sistemi di discontinuità (dip/dip dir):
 - K1 (80/105) con spaziatura 1 m, giunti poco aperti ma persistenti;
 - K2 (80/030) con spaziatura 4 m, giunti chiusi ma molto persistenti;
 - K3 (35/110) spaziatura 0.4 m, persistenti ma concentrati solo alla base del lastrone, ove si riscontra anche uno scalzamento locale profondo 1 m ed alto 3 m sia frontalmente sia sullo spigolo verso Nord;
- le discontinuità presentano andamento lineare, con pareti poco scabre;
- orientazione allineamento strada Nord – Sud;
- orientazione allineamento lastrone $N15^\circ E$;
- inclinazione fronte lastrone: 80° ;
- altezza lastrone $28 + 2 \text{ m}$;
- distanza ciglio sommitale lastrone/traccia giunto: 4 m.

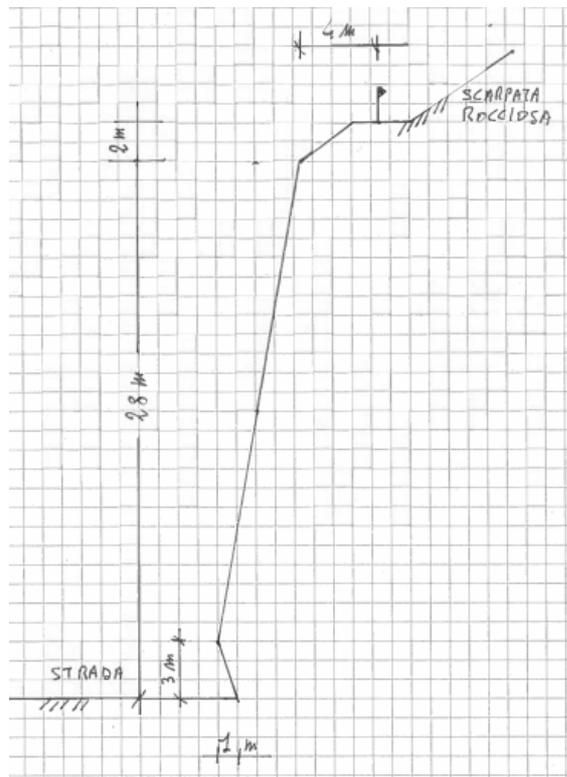


STRADA

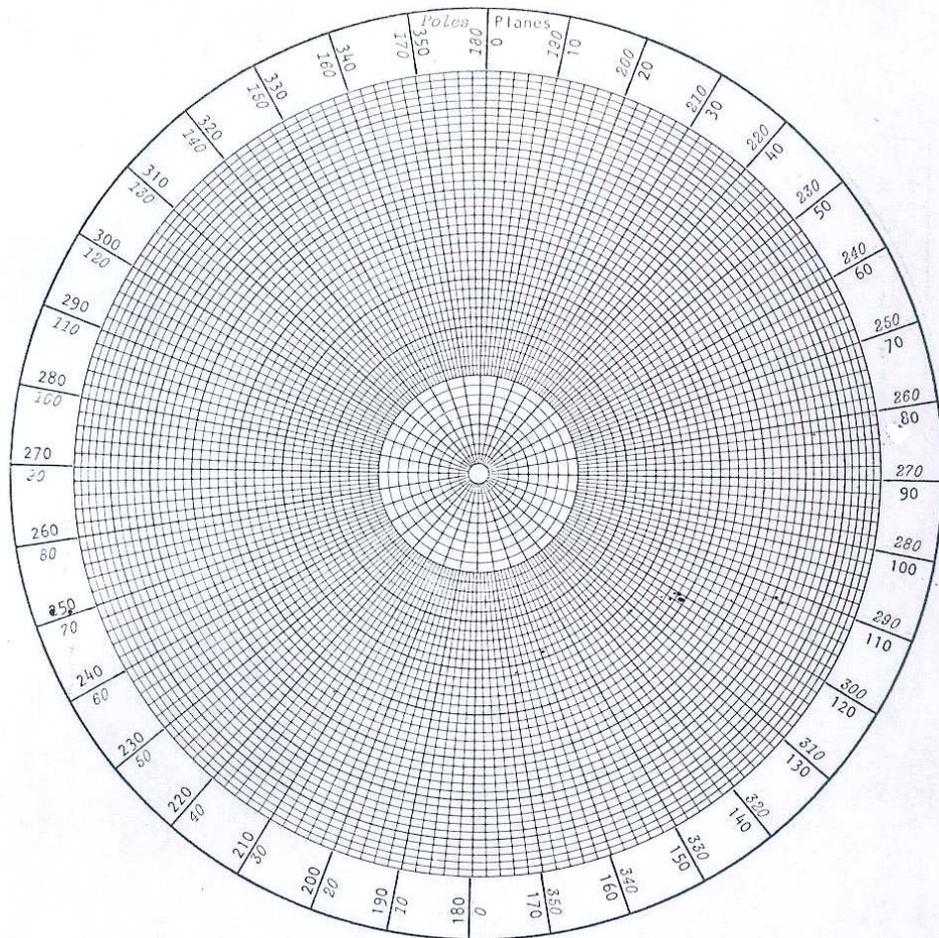
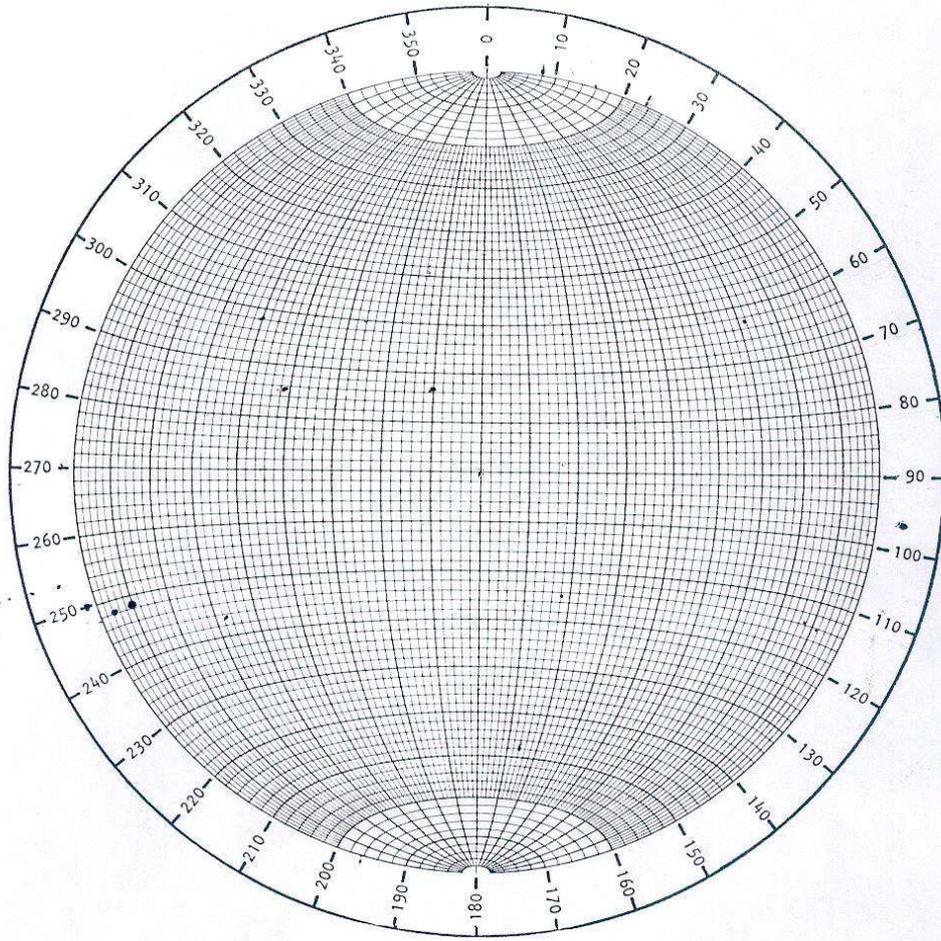


STRADA

Lastrone instabile (nella parte centrale delle fotografie), incombente su strada di fondovalle.
 A sinistra vista frontale, ortogonale alla strada; a destra vista laterale presa da Sud.
 Si possono osservare le modeste coperture detritiche e gli scalzamenti al piede del lastrone.



Sezione schematica dell'elemento roccioso instabile vista da Nord.



Tema n. 7

Un impianto di termovalorizzazione rifiuti tratta la frazione selezionata di RSU, di potenzialità pari a 67,5 t/ora, utilizzando un forno a griglia.

L'impianto è costituito da una sezione di recupero energetico e successivi stadi di trattamento fumi con sistema semisecco, filtro a maniche e reattore SCR.

La composizione elementare del frazione di RSU (riferita alla frazione secca) è la seguente:

p.c.i.	11.000 kJ/kg
C	41,18%
Cl	1,12%
H	5,24%
O	28,42%
N	0,13%
S	0,09%
Ceneri	11,70%
Umidità	12%

L'aria di combustione è regolata in modo tale da mantenere in uscita fumi con tenore di O₂ pari al 6%.

La sezione di recupero energetico, realizzato attraverso espansione di vapore surriscaldato in turbina collegata ad alternatore, opera con le seguenti caratteristiche:

Portata vapore:	220 t/h
Temperatura vapore ingresso turbina:	420°C
Pressione vapore ingresso turbina:	60 bar
Temperatura vapore scarico turbina:	50°C
Pressione scarico turbina:	0,06 bar

Il trattamento fumi è realizzato mediante:

- A. Reattore a semisecco, con tempo di contatto pari a 10 secondi, alimentato con una sospensione di Ca(OH)₂ in acqua, quest'ultima dosata in modo tale che evapori completamente l'acqua a seguito del raffreddamento dei fumi nel reattore. Nel reattore a semisecco occorre dosare la sospensione di Ca(OH)₂, contenente un quantitativo di Ca(OH)₂ in eccesso del 100% rispetto a quello stechiometricamente necessario per assorbire il cloro (come CaCl₂) e lo zolfo (come CaSO₃) presente nei fumi.

I fumi entrano nel reattore alla temperatura di 190°C ed escono a 140°C.

- B. I gas in uscita dal reattore vengono trattati in unità di filtrazione a maniche (velocità di filtrazione 0,01 m/s; diametro manica 0,2 m, altezza manica 3 m) essi si raffreddano sino alla temperatura di 130°C, alla quale escono dal filtro a maniche.

- C. Rimozione degli NO_x con NH₃ mediante reattore catalitico (SCR) operante a 250°C con tempo di contatto pari a 0,5 secondi.

I fumi in uscita dal filtro a maniche contengono NO_x in concentrazione pari a 350 mg/Nm³ (espressa come NO₂), di cui il 95% sotto forma di NO ed il 5% sotto forma di NO₂.

Il trattamento di riduzione selettiva catalitica (SCR) degli ossidi d'azoto con ammoniaca opera attraverso le seguenti reazioni:



Tale trattamento avviene a 250°C, per cui i fumi in uscita dal filtro a maniche vengono riscaldati, attraverso combustione di metano (p.c.i. 802 kJ/mole) alimentato in ingresso al SCR.

Si chiede al candidato:

1. Schema a blocchi dell'impianto
2. La portata dei fumi in uscita dalla caldaia
3. La potenza massima (teorica) ottenibile dall'espansione in turbina
4. il corrispondente rendimento rispetto all'energia complessivamente sviluppata in caldaia
5. La portata d'acqua necessaria per la formazione della sospensione di Ca(OH)_2 da dosare nel reattore a semi-secco
6. il volume del reattore a semisecco
7. La superficie filtrante complessiva, tenendo conto che il 10% della superficie totale è in fase di pulizia
8. il numero di maniche del filtro
9. Il consumo di metano nel SCR
10. Il consumo stechiometrico di ammoniaca (gassosa) nel reattore SCR.

I risultati ottenuti sono da riportare anche nella seguente tabella:

2	3	4	5	6	7	8	9	10
Portata fumi, Nm^3/h	Potenza massima MW	Rendimento %	Portata d'acqua m^3/h	Volume reattore m^3	Superficie filtrante m^2	N° maniche	Consumo metano Nm^3/h	Consumo ammoniaca Nm^3/h

Tema n. 8

Dato un campo acquifero ubicato in prossimità di un lago naturale ed avente estensione $2000 \times 2000 \text{ m}^2$ e potenza media 50 m ad una profondità media di 90 m, elaborare un progetto allo scopo di produrre industrialmente una portata di acqua di 800 l/s ipotizzando inizialmente che la conducibilità idraulica media del mezzo poroso che ospita tale risorsa valga 1 m/s. Ubicare i pozzi facendo riferimento a ciò che alimenta il campo acquifero.

Includere nell'elaborato le illustrazioni dei completamenti dei pozzi idrici accompagnate da schizzi al tratto ed opportuni schemi esplicativi. Schematizzare l'allacciamento del campo pozzi alla rete idrica di distribuzione.

Analizzare i necessari interventi finalizzati allo sviluppo delle conoscenze in corso d'opera e discutere procedure adottate e risultati ottenuti. Evidenziare operazioni ed interventi aventi cadenza periodica.

Privilegiare la discussione e gli spunti critici.

PROPRIETA' TERMODINAMICHE DELL'ACQUA (liquido e vapore) ALLA SATURAZIONE

t °C	p bar	volume specifico		m ³ /kg v _g	Entalpia			Entropia			t °C
		v _l	(v _g -v _l)		h _l	r	h _g	s _l	r/T	s _g	
0	0.006 017	0.001 000 2	206.298	206.299	-0.0	2501.6	2501.6	-0.0	9.1578	9.1578	0
0.01	0.006 112	0.001 000 2	206.162	206.163	+0.0	2501.6	2501.6	0	9.1575	9.1575	0.01
2	0.007 055	0.001 000 1	179.922	179.923	8.4	2496.8	2505.2	0.0306	9.0741	9.1047	2
4	0.008 129	0.001 000 0	157.271	157.272	16.8	2492.1	2508.9	0.0611	8.9915	9.0526	4
6	0.009 345	0.001 000 0	137.779	137.780	25.2	2487.4	2512.6	0.0913	8.9102	9.0015	6
8	0.010 720	0.001 000 1	120.965	120.966	33.6	2482.6	2516.2	0.1213	8.8300	8.9513	8
10	0.012 270	0.001 000 3	106.429	106.430	42.0	2477.9	2519.9	0.1510	8.7510	8.9020	10
12	0.014 014	0.001 000 4	93.834	93.835	50.4	2473.2	2523.6	0.1805	8.6731	8.8536	12
14	0.015 973	0.001 000 7	82.899	82.900	58.8	2468.5	2527.2	0.2098	8.5963	8.8060	14
15	0.017 139	0.001 000 8	77.977	77.978	62.9	2466.1	2529.1	0.2243	8.5582	8.7826	15
16	0.018 168	0.001 001 0	73.383	73.384	67.1	2463.8	2530.9	0.2388	8.5205	8.7593	16
18	0.020 624	0.001 001 3	65.086	65.087	75.5	2459.0	2534.5	0.2677	8.4458	8.7135	18
20	0.023 366	0.001 001 7	57.837	57.838	83.9	2454.3	2538.2	0.2963	8.3721	8.6684	20
25	0.031 660	0.001 002 9	43.401	43.402	104.8	2442.5	2547.3	0.3670	8.1922	8.5592	25
30	0.042 415	0.001 004 3	32.928	32.929	125.7	2430.7	2556.4	0.4365	8.0181	8.4546	30
35	0.056 216	0.001 006 0	25.244	25.245	146.6	2418.8	2565.4	0.5049	7.8495	8.3543	35
40	0.073 750	0.001 007 8	19.545	19.546	167.5	2406.9	2574.4	0.5721	7.6861	8.2583	40
45	0.095 820	0.001 009 9	15.275	15.276	188.4	2394.9	2583.3	0.6383	7.5277	8.1661	45
50	0.123 35	0.001 012 0	12.045	12.046	209.3	2382.9	2592.2	0.7035	7.3741	8.0776	50
55	0.157 41	0.001 014 5	9.577 9	9.578 9	230.2	2370.8	2601.0	0.7677	7.2248	7.9925	55
60	0.199 20	0.001 017 1	7.677 5	7.678 5	251.1	2358.6	2609.7	0.8310	7.0798	7.9100	60
65	0.250 09	0.001 019 9	6.201 3	6.202 3	272.0	2346.3	2618.4	0.8933	6.9388	7.8321	65
70	0.311 62	0.001 022 8	5.045 3	5.046 3	293.0	2334.0	2626.9	0.9548	6.8017	7.7565	70
75	0.385 49	0.001 025 9	4.133 1	4.134 1	313.9	2321.5	2635.4	1.0154	6.6681	7.6835	75
80	0.473 60	0.001 029 2	3.408 1	3.409 1	344.9	2308.8	2643.8	1.0753	6.5380	7.6133	80
85	0.578 03	0.001 032 6	2.827 8	2.828 8	355.9	2296.1	2652.0	1.1343	6.4111	7.5454	85
90	0.701 09	0.001 036 1	2.360 3	2.361 3	376.9	2283.2	2660.1	1.1925	6.2873	7.4798	90
95	0.845 26	0.001 039 9	1.981 2	1.982 2	398.0	2270.2	2668.1	1.2501	6.1665	7.4166	95
100	1.013 25	0.001 043 7	1.672 0	1.673 0	419.1	2256.9	2676.0	1.3069	6.0485	7.3554	100
105	1.208 0	0.001 047 7	1.418 3	1.419 3	440.2	2243.6	2683.7	1.3630	5.9331	7.2962	105
110	1.432 7	0.001 051 9	1.208 9	1.209 9	461.3	2230.0	2691.3	1.4185	5.8203	7.2388	110
115	1.690 6	0.001 056 2	1.035 3	1.036 3	482.5	2216.2	2698.7	1.4733	5.7099	7.1832	115
120	1.985 4	0.001 060 6	0.890 46	0.891 52	503.7	2202.2	2706.0	1.5276	5.6017	7.1293	120
125	2.321 0	0.001 065 2	0.769 17	0.770 23	525.0	2188.0	2713.0	1.5813	5.4957	7.0769	125
130	2.701 3	0.001 070 0	0.667 07	0.668 14	546.3	2173.6	2719.9	1.6344	5.3917	7.0261	130
135	3.130 8	0.001 075 0	0.580 74	0.581 81	567.7	2158.9	2726.6	1.6869	5.2897	6.9766	135
140	3.613 8	0.001 080 1	0.507 41	0.508 49	589.1	2144.0	2733.1	1.7390	5.1894	6.9284	140
145	4.155 2	0.001 085 3	0.444 89	0.445 97	610.6	2128.7	2739.3	1.7906	5.0910	6.8815	145
150	4.760 0	0.001 090 8	0.391 36	0.392 45	632.1	2113.2	2745.4	1.8416	4.9941	6.8358	150
155	5.433 3	0.001 096 4	0.345 55	0.346 64	653.8	2097.4	2751.2	1.8923	4.8989	6.7911	155
160	6.180 6	0.001 102 2	0.305 66	0.306 76	675.5	2081.3	2756.7	1.9425	4.8050	6.7473	160
165	7.007 7	0.001 108 2	0.271 29	0.272 40	697.3	2064.8	2762.0	1.9923	4.7126	6.7048	165
170	7.920 2	0.001 114 5	0.241 44	0.242 55	719.1	2047.9	2767.1	2.0416	4.6214	6.6630	170
175	8.924 4	0.001 120 9	0.215 42	0.216 54	741.1	2030.7	2771.8	2.0906	4.5314	6.6221	175
180	10.027	0.001 127 5	0.192 67	0.193 80	763.1	2013.2	2776.3	2.1393	4.4426	6.5819	180
185	11.233	0.001 134 4	0.172 63	0.173 76	785.3	1995.2	2780.4	2.1876	4.3548	6.5424	185
190	12.551	0.001 141 5	0.155 18	0.156 32	807.5	1976.7	2784.3	2.2356	4.2680	6.5036	190
195	13.987	0.001 148 9	0.139 69	0.140 84	829.9	1957.9	2787.8	2.2833	4.1821	6.4654	195
200	15.549	0.001 156 5	0.126 01	0.127 16	852.4	1938.6	2790.9	2.3307	4.0971	6.4278	200
205	17.243	0.001 164 4	0.113 87	0.115 03	875.0	1918.8	2793.8	2.3778	4.0128	6.3906	205
210	19.077	0.001 172 6	0.103 07	0.104 24	897.7	1898.5	2796.2	2.4247	3.9293	6.3539	210
215	21.060	0.001 181 1	0.093 45	0.094 625	920.6	1877.6	2798.3	2.4713	3.8463	6.3176	215
220	23.198	0.001 190 0	0.084 85	0.086 038	943.7	1856.2	2799.9	2.5178	3.7639	6.2817	220
225	25.501	0.001 199 2	0.077 15	0.078 349	966.9	1834.3	2801.2	2.5641	3.6820	6.2461	225
230	27.976	0.001 208 7	0.070 24	0.071 450	990.3	1811.7	2802.0	2.6102	3.6006	6.2107	230
235	30.632	0.001 218 7	0.064 03	0.064 245	1013.8	1788.5	2802.3	2.6561	3.5194	6.1756	235
240	33.478	0.001 229 1	0.058 42	0.059 645	1037.6	1764.6	2802.2	2.7020	3.4386	6.1406	240
245	36.523	0.001 239 9	0.051 37	0.054 606	1061.6	1740.0	2801.6	2.7478	3.3579	6.1057	245
250	39.776	0.001 251 3	0.048 79	0.050 037	1085.8	1714.7	2800.4	2.7935	3.2773	6.0708	250
255	43.246	0.001 263 2	0.048 79	0.049 896	1110.2	1688.5	2798.7	2.8392	3.1968	6.0359	255
260	46.943	0.001 275 6	0.040 86	0.042 130	1134.9	1661.5	2796.4	2.8848	3.1161	6.0010	260
265	50.877	0.001 288 7	0.037 43	0.038 710	1159.9	1633.5	2793.5	2.9306	3.0353	5.9658	265
270	55.058	0.001 302 5	0.034 29	0.035 588	1185.2	1604.6	2789.9	2.9763	2.9541	5.9304	270
275	59.496	0.001 317 0	0.031 42	0.032 736	1210.9	1574.7	2785.5	3.0222	2.8725	5.8947	275
280	64.202	0.001 332 4	0.028 80	0.030 126	1236.8	1543.6	2780.4	3.0683	2.7903	5.8586	280
285	69.186	0.001 348 7	0.026 38	0.027 733	1263.2	1511.3	2774.5	3.1146	2.7074	5.8220	285
290	74.461	0.001 365 9	0.024 17	0.025 535	1290.0	1477.6	2767.6	3.1611	2.6237	5.7848	290
295	80.037	0.001 384 4	0.022 13	0.023 513	1317.3	1442.6	2759.8	3.2079	2.5389	5.7469	295
300	85.927	0.001 404 1	0.020 25	0.021 649	1345.1	1406.0	2751.0	3.2552	2.4529	5.7081	300
305	92.144	0.001 425 2	0.018 41	0.019 927	1373.4	1367.7	2741.1	3.3029	2.3656	5.6685	305
310	98.700	0.001 443 0	0.016 88	0.018 334	1402.4	1327.6	2730.0	3.3512	2.2766	5.6278	310
315	105.61	0.001 472 6	0.015 09	0.016 856	1432.1	1285.5	2717.6	3.4002	2.1856	5.5858	315
320	112.89	0.001 499 5	0.013 98	0.015 480	1462.6	1241.1	2703.7	3.4500	2.0923	5.5423	320
325	120.56	0.001 528 9	0.012 67	0.014 195	1494.0	1194.0	2688.0	3.5008	2.0061	5.4969	325
330	128.63	0.001 561 5	0.011 43	0.012 989	1526.5	1143.6	2670.2	3.5528	1.8962	5.4490	330
335	137.12	0.001 597 8	0.010 26	0.011 854	1560.3	1089.5	2649.7	3.6063	1.7916	5.3979	335
340	146.05	0.001 638 7	0.009 14	0.010 780	1595.5	1030.7	2626.2	3.6616	1.6811	5.3427	340
345	155.45	0.001 685 8	0.008 07	0.009 763	1632.5	966.4	2598.9	3.7193	1.5636	5.2828	345
350	165.35	0.001 741 1	0.007 06	0.008 799	1671.9	895.7	2567.7	3.7800	1.4376	5.2177	350
355	175.77	0.001 808 5	0.006 05	0.007 859	1716.6	813.8	2530.4	3.8489	1.2953	5.1442	355
360	186.75	0.001 895 9	0.005 04	0.006 939	1764.2	721.3	2485.4	3.9210	1.1390	5.060	360
365	198.33	0.002 016 0	0.003 99	0.006 011	1818.0	610.0	2428.0	4.0021	0.9558	4.9579	365
370	210.54	0.002 213 6	0.002 76	0.004 972	1890.2	452.6	2342.8	4.1108	0.7036	4.8144	370
374	220.81	0.002 842 7	0.000 63	0.003 465	2046.7	109.5	2156.2	4.3493	0.1692	4.5185	374
374.15	221.20	0.003 17	0	0.003 17	2107.4	0	2107.4	4.4429	0	4.4429	374.15

PROPRIETA' TERMODINAMICHE DELL'ACQUA (liquido e vapore) ALLA SATURAZIONE

p	t	Volume specifico m ³ /kg		Entalpia kJ/kg			Energia interna kJ/kg		Entropia kJ/kg K			p
		v _l	v _v	h _l	r	h _v	u _l	u _v	s _l	r/T	s _v	
bar	°C											bar
0.006 02	0	0.001 000 2	206.298 7	-0.0	2501.6	2501.6	-0.0	2375.6	-0.0	9.1578	9.1578	0.006 02
0.006 11	0.01	0.001 000 2	206.162 9	+0.0	2501.6	2501.6	0	2375.6	0	9.1575	9.1575	0.006 11
0.010	6.98	0.001 000 1	129.210 7	29.3	2485.0	2514.4	29.3	2385.2	0.1060	8.8706	8.9767	0.010
0.020	17.51	0.001 001 2	67.011 6	73.5	2460.2	2533.6	73.5	2399.6	0.2606	8.4640	8.7246	0.020
0.030	24.10	0.001 002 7	45.670 0	101.0	2444.6	2545.6	101.0	2408.6	0.3543	8.2242	8.5785	0.030
0.040	28.98	0.001 004 0	34.803 3	121.4	2433.1	2554.5	121.4	2415.3	0.4225	8.0530	8.4755	0.040
0.050	32.90	0.001 005 2	28.194 5	137.8	2423.8	2561.6	137.8	2420.6	0.4763	7.9197	8.3960	0.050
0.060	36.18	0.001 006 4	23.740 6	151.5	2416.0	2567.5	151.5	2425.1	0.5209	7.8103	8.3312	0.060
0.070	39.03	0.001 007 4	20.530 4	163.4	2409.2	2572.6	163.4	2428.9	0.5591	7.7176	8.2767	0.070
0.080	41.54	0.001 008 4	18.103 8	173.9	2403.2	2577.1	173.9	2432.3	0.5926	7.6370	8.2295	0.080
0.090	43.79	0.001 009 4	16.203 4	183.3	2397.9	2581.1	183.3	2435.3	0.6224	7.5657	8.1881	0.090
0.10	45.83	0.001 010 2	14.673 7	191.8	2392.9	2584.8	191.8	2438.1	0.6493	7.5018	8.1511	0.10
0.15	54.00	0.001 014 0	10.022 1	226.0	2373.2	2599.2	226.0	2448.9	0.7549	7.2544	8.0093	0.15
0.20	60.09	0.001 017 2	7.649 2	251.5	2358.4	2609.9	251.5	2456.9	0.8321	7.0773	7.9094	0.20
0.25	64.99	0.001 019 9	6.204 0	272.0	2346.4	2618.3	272.0	2463.2	0.8933	6.9390	7.8323	0.25
0.30	69.13	0.001 022 3	5.229 0	289.3	2336.1	2625.4	289.6	2468.2	0.9441	6.8254	7.7695	0.30
0.35	72.71	0.001 024 5	4.525 5	304.3	2327.2	2631.5	304.3	2473.1	0.9878	6.7288	7.7166	0.35
0.40	75.89	0.001 026 5	3.993 2	317.7	2319.2	2636.9	317.7	2477.2	1.0261	6.6448	7.6709	0.40
0.45	78.74	0.001 028 4	3.576 1	329.6	2312.0	2641.7	329.6	2480.8	1.0603	6.5703	7.6306	0.45
0.50	81.35	0.001 030 1	3.240 1	340.6	2305.4	2646.0	340.5	2484.0	1.0912	6.5035	7.5947	0.50
0.60	85.95	0.001 033 3	2.731 7	359.9	2293.6	2653.6	359.8	2489.7	1.1455	6.3872	7.5327	0.60
0.70	89.96	0.001 036 1	2.364 7	376.8	2283.3	2660.1	376.3	2494.6	1.1921	6.2883	7.4804	0.70
0.80	93.51	0.001 038 7	2.086 9	391.7	2274.0	2665.8	391.6	2498.8	1.2330	6.2022	7.4352	0.80
0.90	96.71	0.001 041 2	1.869 1	405.2	2265.6	2670.9	405.1	2502.7	1.2696	6.1258	7.3954	0.90
1.00	99.63	0.001 043 4	1.693 7	417.5	2257.9	2675.4	417.4	2506.0	1.3027	6.0571	7.3598	1.00
1.013 25	100.00	0.001 043 7	1.673 0	419.1	2256.9	2676.0	419.0	2506.5	1.3069	6.0485	7.3554	1.013 25
1.20	104.81	0.001 047 6	1.428 1	439.4	2244.1	2683.4	439.3	2512.0	1.3609	5.9375	7.2984	1.20
1.40	109.32	0.001 051 3	1.236 3	458.4	2231.9	2690.3	458.3	2517.2	1.4109	5.8356	7.2465	1.40
1.60	113.32	0.001 054 7	1.091 1	475.4	2220.9	2696.2	475.2	2521.6	1.4550	5.7467	7.2017	1.60
1.80	116.93	0.001 057 9	0.977 18	490.7	2210.8	2701.5	490.5	2525.6	1.4944	5.6677	7.1622	1.80
2.00	120.23	0.001 060 8	0.885 40	504.7	2201.6	2706.3	504.5	2529.2	1.5301	5.5967	7.1268	2.00
2.50	127.43	0.001 067 6	0.718 40	535.4	2181.0	2716.4	535.1	2536.8	1.6072	5.4448	7.0520	2.50
3.00	133.54	0.001 073 5	0.605 53	561.4	2163.2	2724.7	561.1	2543.0	1.6717	5.3192	6.9909	3.00
3.50	138.88	0.001 078 9	0.523 97	584.3	2147.3	2731.6	583.9	2548.2	1.7273	5.2118	6.9392	3.50
4.00	143.63	0.001 083 9	0.462 20	604.7	2132.9	2737.6	604.3	2552.7	1.7764	5.1179	6.8943	4.00
4.50	147.92	0.001 088 5	0.413 73	623.2	2119.7	2742.9	622.7	2556.7	1.8204	5.0342	6.8547	4.50
5.00	151.85	0.001 092 8	0.374 66	640.1	2107.4	2747.5	639.6	2560.2	1.8604	4.9588	6.8192	5.00
6.00	158.84	0.001 100 9	0.315 46	670.4	2085.0	2755.5	669.7	2566.2	1.9308	4.8267	6.7575	6.00
7.00	164.96	0.001 108 2	0.272 68	697.1	2064.9	2762.0	696.3	2571.1	1.9918	4.7134	6.7052	7.00
8.00	170.41	0.001 115 0	0.240 26	720.9	2046.5	2767.5	720.0	2575.3	2.0457	4.6139	6.6596	8.00
9.00	175.36	0.001 121 3	0.214 82	742.6	2029.5	2772.1	741.6	2578.8	2.0941	4.5251	6.6192	9.00
10.00	179.88	0.001 127 4	0.194 30	762.6	2013.6	2776.2	761.5	2581.9	2.1382	4.4447	6.5828	10.00
11.00	184.06	0.001 133 1	0.177 39	781.1	1991.6	2779.7	779.9	2584.6	2.1786	4.3712	6.5498	11.00
12.00	187.96	0.001 138 6	0.163 21	798.4	1984.3	2782.7	797.0	2586.8	2.2160	4.3034	6.5194	12.00
13.00	191.60	0.001 143 8	0.151 14	814.7	1970.7	2785.4	813.2	2588.9	2.2509	4.2404	6.4913	13.00
14.00	195.04	0.001 148 9	0.140 73	830.1	1957.7	2787.8	828.5	2590.8	2.2836	4.1815	6.4651	14.00
15.00	198.28	0.001 153 8	0.131 67	844.6	1945.3	2789.9	842.7	2592.4	2.3144	4.1262	6.4406	15.00
16.00	201.37	0.001 158 6	0.123 70	858.5	1933.2	2791.7	856.6	2593.8	2.3436	4.0740	6.4176	16.00
17.00	204.30	0.001 163 3	0.116 64	871.8	1921.6	2793.4	869.8	2595.1	2.3712	4.0246	6.3958	17.00
18.00	207.11	0.001 167 8	0.110 33	884.5	1910.3	2794.8	882.4	2596.2	2.3976	3.9776	6.3751	18.00
19.00	209.79	0.001 172 3	0.104 67	896.8	1899.3	2796.1	894.6	2597.2	2.4227	3.9327	6.3555	19.00
20.00	212.37	0.001 176 6	0.099 549	908.6	1888.7	2797.2	906.2	2598.1	2.4468	3.8899	6.3367	20.00
25.00	223.94	0.001 197 2	0.079 915	961.9	1839.0	2800.9	958.9	2601.1	2.5542	3.6994	6.2537	25.00
30.00	233.84	0.001 216 3	0.066 632	1008.3	1794.0	2802.3	1004.7	2602.4	2.6455	3.5383	6.1838	30.00
35.00	242.54	0.001 234 5	0.057 028	1049.7	1752.2	2802.0	1045.4	2602.4	2.7252	3.3976	6.1229	35.00
40.00	250.33	0.001 252 1	0.049 749	1087.4	1712.9	2800.3	1082.4	2601.3	2.7965	3.2720	6.0685	40.00
45.00	257.41	0.001 269 1	0.044 035	1122.1	1675.6	2797.7	1116.4	2599.5	2.8612	3.1579	6.0191	45.00
50.00	263.92	0.001 285 8	0.039 425	1154.5	1639.7	2794.2	1148.1	2597.1	2.9207	3.0528	5.9735	50.00
55.00	269.94	0.001 302 3	0.035 624	1184.9	1605.0	2789.9	1177.7	2594.0	2.9758	2.9551	5.9309	55.00
60.00	275.56	0.001 318 7	0.032 433	1213.7	1571.3	2785.0	1205.8	2590.4	3.0274	2.8633	5.8907	60.00
65.00	280.83	0.001 335 0	0.029 714	1241.2	1538.3	2779.5	1232.5	2586.4	3.0760	2.7766	5.8526	65.00
70.00	285.80	0.001 351 4	0.027 368	1267.5	1506.0	2773.4	1258.0	2581.8	3.1220	2.6941	5.8161	70.00
75.00	290.51	0.001 367 8	0.025 323	1292.7	1474.1	2766.9	1282.4	2577.0	3.1658	2.6152	5.7810	75.00
80.00	294.98	0.001 384 3	0.023 521	1317.2	1442.7	2759.9	1306.1	2571.7	3.2077	2.5393	5.7470	80.00
85.00	299.24	0.001 401 0	0.021 923	1340.8	1411.6	2752.4	1328.9	2566.1	3.2480	2.4661	5.7141	85.00
90.00	303.31	0.001 417 9	0.020 493	1363.8	1380.8	2744.6	1351.0	2560.2	3.2867	2.3952	5.6820	90.00
95.00	307.22	0.001 435 1	0.019 206	1386.2	1350.2	2736.3	1372.6	2553.8	3.3242	2.3264	5.6506	95.00
100.00	310.96	0.001 452 6	0.018 041	1408.1	1319.7	2727.7	1393.6	2547.3	3.3606	2.2592	5.6198	100.00
110.00	318.04	0.001 488 7	0.016 007	1450.6	1258.8	2709.3	1434.2	2533.2	3.4304	2.1292	5.5596	110.00
120.00	324.64	0.001 526 7	0.014 285	1491.7	1197.5	2689.2	1473.4	2517.8	3.4971	2.0032	5.5003	120.00
130.00	330.81	0.001 567 1	0.012 800	1531.9	1135.1	2667.0	1511.5	2500.6	3.5614	1.8795	5.4409	130.00
140.00	336.63	0.001 610 5	0.011 498	1571.5	1070.9	2642.4	1549.0	2481.4	3.6241	1.7564	5.3804	140.00
150.00	342.12	0.001 657 8	0.010 343	1610.9	1004.2	2615.1	1586.0	2460.0	3.6857	1.6323	5.3180	150.00
160.00	347.32	0.001 710 2	0.009 309 9	1650.4	934.5	2584.9	1623.0	2435.9	3.7470	1.5063	5.2533	160.00
170.00	352.26	0.001 769 5	0.008 372 1	1691.6	860.0	2551.6	1661.5	2409.3	3.8106	1.3749	5.1856	170.00
180.00	356.96	0.001 839 9	0.007 497 3	1734.8	779.0	2513.9	1701.7	2378.9	3.8766	1.2362	5.1127	180.00
190.00	361.44	0.001 926 2	0.006 675 9	1778.7	691.8	2470.5	1742.1	2343.7	3.9430	1.0900	5.0330	190.00
200.00	365.71	0.002 037 4	0.005 874 5	1826.6	591.6	2418.2	1785.9	2300.7	4.0151	0.9259	4.9410	200.00
210.00	369.79	0.002 201 8	0.005 022 5	1886.3	461.2	2347.5	1840.1	2242.0				

PROPRIETA' TERMODINAMICHE DELL'ACQUA - VAPORE SURRISCALDATO

Volume specifico v, m³/kg; Entalpia h, kJ/kg; Entropia s, kJ/kg K

Pressione bar (temp. sat. C)		50	100	150	200	250	300	350	400	500	600	700	800
0.02 (17.5)	v	74.524	86.080	97.628	109.171	120.711	132.251	143.790	155.329	178.405	201.482	224.558	247.634
	h	2594.4	2688.5	2783.7	2880.0	2977.7	3076.8	3177.7	3279.7	3489.2	3705.6	3928.8	4158.7
	s	8.9226	9.1934	9.4327	9.6479	9.8441	10.0251	10.1934	10.3512	10.6413	10.9044	11.1464	11.3712
0.04 (29.0)	v	37.240	43.027	48.806	54.580	60.351	66.122	71.892	77.662	89.201	100.740	112.278	123.816
	h	2593.9	2688.3	2783.5	2879.9	2977.6	3076.8	3177.4	3279.7	3489.2	3705.6	3928.8	4158.7
	s	8.6016	8.8730	9.1125	9.3279	9.5241	9.7051	9.8735	10.0313	10.3214	10.5845	10.8265	11.0513
0.06 (36.2)	v	24.812	28.676	32.532	37.383	40.232	44.079	47.927	51.773	59.467	67.159	74.852	82.544
	h	2593.5	2688.0	2783.4	2879.8	2977.6	3076.7	3177.4	3279.6	3489.2	3705.6	3928.8	4158.7
	s	8.4135	8.6854	8.9251	9.1406	9.3369	9.5179	9.6863	9.8441	10.1342	10.3973	10.6394	10.8642
0.08 (41.5)	v	18.598	21.501	24.395	27.284	30.172	33.058	35.944	38.829	44.599	50.369	56.138	61.908
	h	2593.1	2687.8	2783.2	2879.7	2977.5	3076.7	3177.3	3279.6	3489.1	3705.5	3928.8	4158.7
	s	8.2797	8.5521	8.7921	9.0077	9.2041	9.3851	9.5535	9.7113	10.0014	10.2646	10.5066	10.7314
0.10 (45.8)	v	14.869	17.195	19.512	21.825	24.136	26.445	28.754	31.062	35.679	40.295	44.910	49.526
	h	2592.7	2687.5	2783.1	2879.6	2977.4	3076.6	3177.3	3279.6	3489.1	3705.5	3928.8	4158.7
	s	8.1757	8.4486	8.6888	8.9045	9.1010	9.2820	9.4504	9.6083	9.8984	10.1616	10.4036	10.6284
0.50 (81.3)	v	0.001012	3.4181	3.8893	4.3560	4.8205	5.2839	5.7467	6.2091	7.1335	8.0574	8.9810	9.9044
	h	209.29	2682.6	2780.1	2877.7	2976.1	3075.7	3176.6	3279.0	3488.7	3705.2	3928.6	4158.5
	s	0.70349	7.6953	7.9406	8.1587	8.3564	8.5380	8.7068	8.8649	9.1552	9.4185	9.6606	9.8855
1.00 (99.6)	v	0.001012	1.6955	1.9363	2.1723	2.4061	2.6387	2.8708	3.1025	3.5653	4.0277	4.4898	4.9517
	h	209.33	2676.2	2776.1	2875.4	2975.1	3074.5	3175.6	3278.2	3488.1	3704.8	3928.2	4158.3
	s	0.70347	7.3618	7.6137	7.8349	8.0342	8.2166	8.3858	8.5442	8.8348	9.0982	9.3405	9.5654
2.00 (120.2)	v	0.001012	0.001044	0.959 54	1.0804	1.1989	1.3162	1.4328	1.5492	1.7812	2.0129	2.2442	2.4754
	h	209.42	419.14	2768.5	2870.5	2971.2	3072.1	3173.8	3276.7	3487.0	3704.0	3927.6	4157.8
	s	0.70342	1.30679	7.2794	7.5072	7.7096	7.8937	8.0638	8.2226	8.5139	8.7776	9.0201	9.2452
3.00 (133.5)	v	0.001012	0.001044	0.633 74	0.716 35	0.796 44	0.875 29	0.953 52	1.0314	1.1865	1.3412	1.4957	1.6499
	h	209.5	419.21	2760.4	2865.5	2967.9	3069.7	3171.9	3275.2	3486.0	3703.2	3927.0	4157.3
	s	0.70338	1.30671	7.0771	7.3119	7.5176	7.7034	7.8744	8.0338	8.3257	8.5898	8.8325	9.0577
4.00 (143.6)	v	0.001012	0.001044	0.470 66	0.534 26	0.595 19	0.654 85	0.713 85	0.772 50	0.889 19	1.0054	1.1214	1.2372
	h	209.59	419.29	2752.0	2860.4	2964.5	3067.2	3170.0	3273.6	3484.9	3702.3	3926.4	4156.9
	s	0.70333	1.30664	6.9285	7.1708	7.3800	7.5675	7.7395	7.8994	8.1919	8.4563	8.6992	8.9246
5.00 (151.8)	v	0.001012	0.001044	0.001091	0.424 96	0.47443	0.522 58	0.570 05	0.617 16	0.710 78	0.803 95	0.896 85	0.989 56
	h	209.68	419.36	632.16	2855.1	2961.1	3064.8	3168.1	3272.1	3483.8	3701.5	3925.8	4156.4
	s	0.70328	1.30656	1.84161	7.0592	7.2721	7.4614	7.6343	7.7948	8.0879	8.3626	8.5957	8.8213
6.00 (158.8)	v	0.001012	0.001043	0.001091	0.352 04	0.393 91	0.434 39	0.474 19	0.513 61	0.591 84	0.669 63	0.747 14	0.824 47
	h	209.76	419.44	632.23	2849.7	2951.6	3062.3	3166.2	3270.6	3482.7	3700.7	3925.1	4155.9
	s	0.70324	1.30648	1.8415	6.9662	7.1829	7.3740	7.5479	7.7090	8.0027	8.2678	8.5111	8.7368
7.00 (165.0)	v	0.001012	0.001043	0.001091	0.299 92	0.336 37	0.371 39	0.405 71	0.439 64	0.506 89	0.573 68	0.640 21	0.706 55
	h	209.85	419.51	632.29	2844.2	2954.0	3059.8	3164.3	3269.0	3481.6	3699.9	3924.5	4155.5
	s	0.70319	1.3064	1.84139	6.8859	7.1066	7.2997	7.4745	7.6332	7.9305	8.1959	8.4395	8.6653
8.00 (170.4)	v	0.001012	0.001043	0.001091	0.260 79	0.293 21	0.324 14	0.354 34	0.384 17	0.443 17	0.501 72	0.560 01	0.618 11
	h	209.93	419.59	632.35	2838.6	2950.4	3057.3	3162.4	3267.5	3480.5	3699.1	3923.9	4155.0
	s	0.70314	1.30632	1.84128	6.8148	7.0397	7.2348	7.4107	7.5729	7.8678	8.1336	8.3773	8.6033
9.00 (175.4)	v	0.001012	0.001043	0.001091	0.230 32	0.259 63	0.278 39	0.314 40	0.341 01	0.393 61	0.445 76	0.497 63	0.549 33
	h	210.02	419.66	632.41	2832.7	2946.8	3054.7	3160.5	3266.0	3479.4	3698.2	3923.3	4154.5
	s	0.7031	1.30624	1.84116	6.7508	6.9800	7.1771	7.3540	7.5169	7.8124	8.0785	8.3225	8.5486
10.00 (179.9)	v	0.001012	0.001043	0.00109	0.205 92	0.232 75	0.257 98	0.282 43	0.306 49	0.353 96	0.400 98	0.447 73	0.494 30
	h	210.11	419.74	632.47	2826.8	2943.0	3052.1	3158.5	3264.4	3478.3	3697.4	3922.7	4154.1
	s	0.70305	1.30616	1.84105	6.6922	6.9259	7.1251	7.3031	7.4665	7.7627	8.0292	8.2734	8.4997
15.00 (198.3)	v	0.001011	0.001043	0.001090	0.132 38	0.151 99	0.169 70	0.186 53	0.202 92	0.235 03	0.266 66	0.298 03	0.329 21
	h	210.54	420.11	632.78	2794.7	2923.5	3038.9	3148.7	3256.6	3472.8	3693.3	3919.6	4151.7
	s	0.70282	1.30577	1.8405	6.4508	6.7099	6.9207	7.1044	7.2709	7.5703	7.8385	8.0838	8.3108
20.00 (212.4)	v	0.001011	0.001043	0.001090	0.001156	0.111 45	0.125 50	0.138 66	0.151 13	0.175 55	0.199 50	0.223 17	0.246 66
	h	210.97	420.49	633.09	852.55	2902.4	3025.0	3138.6	3248.7	3467.3	3689.2	3916.5	4149.4
	s	0.70258	1.30538	1.83994	2.32995	6.5454	6.7696	6.9596	7.1296	7.4323	7.7022	7.9485	8.1763
25.00 (223.9)	v	0.001011	0.001043	0.001089	0.001156	0.086 985	0.098 925	0.109 75	0.120 04	0.139 87	0.159 21	0.178 26	0.197 14
	h	211.4	420.86	633.4	852.76	2879.5	3010.4	3128.2	3240.7	3461.7	3685.1	3913.4	4147.0
	s	0.70235	1.30499	1.83939	2.32916	6.4077	6.6470	6.8442	7.0178	7.3240	7.5956	7.8431	8.0716
30.00 (233.8)	v	0.001011	0.001042	0.001089	0.001155	0.070 551	0.081 159	0.090 526	0.099 310	0.116 08	0.132 34	0.148 32	0.164 12
	h	211.83	421.24	633.71	852.96	2854.8	2995.1	3117.5	3232.5	3456.5	3681.0	3910.3	4144.7
	s	0.70212	1.3046	1.83883	2.32838	6.2857	6.5422	6.7471	6.9246	7.2345	7.5079	7.7564	7.9857
35.00 (242.5)	v	0.001011	0.001042	0.001089	0.001155	0.058 693	0.068 424	0.076 776	0.084 494	0.099 088	0.113 15	0.126 94	0.140 54
	h	212.26	421.62	634.03	853.17	2828.1	2979.0	3106.5	3224.2	3450.6	3676.9	3907.2	4142.4
	s	0.70188	1.30421	1.83828	2.32759	6.1732	6.4491	6.6626	6.8443	7.1580	7.4332	7.6828	7.9128
40.00 (250.3)	v	0.00101	0.001042	0.001088	0.001154	0.001251	0.058 833	0.066 446	0.073 376	0.086 341	0.098 763	0.110 90	0.122 85
	h	212.69	421.99	634.34	853.37	1085.78	2962.0	3095.1	3215.7	3445.0	3672.8	3904.1	4140.0
	s	0.70165	1.30382	1.83773	2.32681	2.79343	6.3642	6.5870	6.7733	7.0909	7.3680	7.6187	7.8495
45.00 (257.4)	v	0.00101	0.001041	0.001088	0.001154	0.00125	0.051 336	0.058 696	0.064 721	0.076 427	0.087 570	0.098 425	0.109 10
	h	213.12	422.37	634.65	853.58	1085.77	2944.2	3083.3	3207.1	3439.3	3668.6	3901.0	4137.7
	s	0.70142	1.30343	1.83718	2.32603	2.79221	6.2852	6.5182	6.7093	7.0311	7.3100	7.5619	7.7934

PROPRIETÀ TERMODINAMICHE DELL'ACQUA - VAPORE
 Volume specifico v, m³/kg; Entalpia h, kJ/kg; Entropia s, kJ/kg K

Pressione bar (temp. Sat. C)		50	100	150	200	250	300	350	400	500	600	700	800
50.00 (263.9)	v	0.00101	0.001041	0.001088	0.001153	0.001249	0.045 301	0.051 941	0.057 791	0.068 494	0.078 616	0.088 446	0.098 093
	h	213.55	422.74	634.96	853.79	1085.76	29255	3071.2	3198.3	3433.7	3664.5	3897.9	4135.3
	s	0.70119	1.30304	1.83663	2.32525	2.791	6.2105	6.4545	6.6508	6.9770	7.2578	7.5108	7.7431
60.00 (275.6)	v	0.001009	0.001041	0.001087	0.001152	0.001248	0.036 145	0.042 222	0.047 379	0.056 592	0.065 184	0.073 478	0.081 587
	h	214.41	423.49	635.58	854.21	1085.75	2885.0	3045.8	3180.1	3422.2	3656.2	3891.7	4130.7
	s	0.70072	1.30227	1.83554	2.3237	2.78859	6.0692	6.3386	6.5462	6.8818	7.1664	7.4217	7.6550
70.00 (285.8)	v	0.001009	0.00104	0.001086	0.001151	0.001246	0.029 457	0.035 233	0.039 922	0.048 086	0.055 590	0.062 787	0.069 798
	h	215.26	424.25	636.21	854.63	1085.75	2839.4	3018.7	3161.2	3410.6	3647.9	3885.4	4126.0
	s	0.70026	1.30149	1.83445	2.32217	2.78621	5.9327	6.2333	6.4536	6.7993	7.0880	7.3456	7.5808
80.00 (295.0)	v	0.001009	0.00104	0.001086	0.00115	0.001244	0.024 264	0.029 948	0.034 310	0.041 704	0.048 394	0.054 770	0.060 956
	h	216.12	425	636.84	855.06	1085.77	2786.8	2989.9	3141.6	3398.8	3639.5	3879.2	4121.5
	s	0.69979	1.30072	1.83337	2.32064	2.78386	5.7942	6.1349	6.3694	6.7262	7.0191	7.2790	7.5158
90.00 (303.3)	v	0.001008	0.001039	0.001085	0.001149	0.001245	0.001402	0.025 792	0.029 29	0.036 737	0.042 798	0.048 534	0.054 080
	h	216.98	425.75	637.47	855.49	1085.79	1344.55	2959.0	3121.2	3386.8	3631.1	3873.0	4116.7
	s	0.69933	1.29995	1.83229	2.31912	2.78153	3.25329	6.0408	6.2915	6.6600	6.9574	7.2196	7.4579
100.00 (311.0)	v	0.001008	0.001039	0.001084	0.001148	0.001241	0.001398	0.022 421	0.026 408	0.032 760	0.038 320	0.043 546	0.048 580
	h	217.84	426.5	638.1	855.92	1085.83	1343.36	2925.8	3099.9	3374.6	3622.7	3866.8	4112.0
	s	0.69887	1.29919	1.83121	2.31761	2.77923	3.24878	5.9489	6.2182	6.5994	6.9013	7.1660	7.4058
125.00 (327.8)	v	0.001007	0.001037	0.001083	0.001146	0.001236	0.001388	0.016 122	0.020 010	0.025 590	0.030 259	0.034 510	0.038 682
	h	219.99	428.39	639.67	857.02	1085.96	1340.65	2828.0	3042.9	3343.3	3601.4	3851.1	4100.3
	s	0.69771	1.29728	1.82854	2.31387	2.77357	3.23797	5.7155	6.0481	6.4654	6.7796	7.0504	7.2942
150.00 (342.1)	v	0.001006	0.001036	0.001081	0.001143	0.001232	0.001378	0.011 462	0.015 661	0.020 795	0.024 884	0.028 587	0.032 086
	h	222.13	430.27	641.26	858.14	1086.16	1338.25	2694.8	2979.1	3310.6	3579.8	3835.4	4088.6
	s	0.69656	1.29638	1.8259	2.31018	2.76804	3.22776	5.4467	5.8876	6.3487	6.6764	6.9536	7.2013
175.00 (354.6)	v	0.001005	0.001036	0.00108	0.001141	0.001229	0.001369	0.001716	0.012 460	0.017 359	0.021 043	0.024 314	0.027 376
	h	224.27	432.16	642.85	859.27	1096.41	1336.14	1663.62	2906.3	3276.5	3557.8	3819.7	4077.0
	s	0.69541	1.29351	1.82328	2.30655	2.76265	3.21808	3.764	5.7274	6.2432	6.5858	6.8698	7.1215
200.00 (365.7)	v	0.001003	0.001034	0.001078	0.001139	0.001225	0.001361	0.001666	0.009 947 0	0.014 771	0.018 161	0.021 111	0.023 845
	h	226.41	434.05	644.45	860.43	1086.72	1334.26	1647.18	2820.5	3241.1	3535.5	3803.8	4065.3
	s	0.69427	1.29614	1.82068	2.30296	2.75737	3.20885	3.73084	5.5585	6.1456	6.5043	6.7953	7.0511
300.00	v	0.000999	0.001029	0.001072	0.00113	0.001211	0.001322	0.001554	0.002 830 6	0.008 680 8	0.011 436	0.013 647	0.015 619
	h	234.95	441.62	650.9	865.2	1088.42	1328.69	1610.04	2161.8	3085.0	3443.0	3739.7	4018.5
	s	0.68971	1.2843	1.81053	2.28907	2.73735	3.17565	3.64552	4.4896	5.7972	6.2340	6.5560	6.8288
400.00	v	0.000995	0.001024	0.001066	0.001122	0.001198	0.001308	0.00149	0.001 909 1	0.005 615 6	0.008 088 4	0.009 930 2	0.011 521
	h	243.46	449.22	657.44	870.2	1090.76	1325.39	1589.69	1934.1	2906.8	3346.4	3674.8	3971.7
	s	0.68519	1.27714	1.80072	2.27584	2.71879	3.14688	3.58848	4.1190	5.4762	6.0135	6.3701	6.6606
500.00	v	0.000991	0.00102	0.001061	0.001114	0.001187	0.001287	0.001444	0.001 729 1	0.003 882 2	0.006 111 3	0.007 719 7	0.009 075 9
	h	251.94	456.83	664.06	865.4	1093.61	1323.69	1576.39	1877.7	2723.0	3248.3	3610.2	3925.3
	s	0.68069	1.27014	1.79123	2.26319	2.70145	3.12127	3.54361	4.0083	5.1782	5.8207	6.2138	6.5222
600.00	v	0.000988	0.001016	0.001055	0.001107	0.001176	0.00127	0.001408	0.001 632 4	0.002 915 5	0.004 835 0	0.006 269 0	0.007 460 3
	h	260.39	464.46	670.74	880.76	1096.88	1323.17	1567.15	1847.3	2570.6	3151.6	3547.0	3879.6
	s	0.67622	1.26331	1.78203	2.25105	2.68513	3.09806	3.5059	3.9383	4.9374	5.6477	6.0775	6.4031
700.00	v	0.000984	0.001012	0.00105	0.001101	0.001166	0.001254	0.001379	0.001 567 1	0.002 466 8	0.003 971 9	0.005 256 6	0.006 320 8
	h	268.81	472.1	677.48	886.27	1100.51	1323.57	1560.58	1827.8	2467.1	3060.4	3486.3	3835.3
	s	0.67177	1.25662	1.76308	2.23937	2.66967	3.07674	3.473	3.8855	4.7688	5.4931	5.9562	6.2979
800.00	v	0.000980	0.001008	0.001045	0.001094	0.001157	0.00124	0.001355	0.001 518 0	0.002 188 1	0.003 379 2	0.004 519 3	0.005480 5
	h	277.2	479.75	684.28	891.92	1104.43	1324.7	1555.92	1814.2	2397.4	2980.3	3428.7	3792.8
	s	0.66733	1.25006	1.76438	2.22811	2.65497	3.05696	3.4436	3.8425	4.6488	5.3595	5.8470	6.2034
900.00	v	0.000977	0.001004	0.001041	0.001088	0.001149	0.001227	0.001334	0.001 478 8	0.002 012 9	0.002 966 8	0.003 964 2	0.004 840 7
	h	285.55	487.4	691.12	897.87	1108.62	1326.43	1552.7	1804.6	2349.9	2913.5	3374.6	3752.4
	s	0.6629	1.24363	1.75591	2.21721	2.64093	3.03845	3.41686	3.8059	4.5602	5.2468	5.7479	6.1179
1000.00	v	0.000973	0.001	0.001036	0.001082	0.001141	0.001216	0.001315	0.001 446 4	0.001 893 4	0.002 668 1	0.003 535 6	0.004 341 1
	h	293.87	495.07	698	903.53	1113.02	1328.65	1550.6	1797.6	2316.1	2857.5	3324.4	3714.3
	s	0.65848	1.23732	1.74764	2.20666	2.62748	3.02102	3.39225	3.7738	4.4913	5.1505	5.6579	6.0397

																		18 VIII	
																		elio	
																		He	
																		4,003	
																		-272	
																		-269	
																		-	
																		0,18	
																		1s ²	
																		neon	
																		Ne	
																		20,18	
																		0,90	
																		-	
																		-246	
																		-219	
																		-220	
																		-	
																		fluoro	
																		F	
																		19,00	
																		1,70	
																		-	
																		-188	
																		3,98	
																		-	
																		-183	
																		3,44	
																		-	
																		-219	
																		-210	
																		-	
																		ossigeno	
																		O	
																		16,00	
																		1,43	
																		-	
																		-183	
																		3,44	
																		-	
																		-219	
																		-210	
																		-	
																		azoto	
																		N	
																		14,01	
																		1,25	
																		-	
																		-196	
																		3,04	
																		-	
																		-219	
																		-210	
																		-	
																		carbonio	
																		C	
																		12,01	
																		2,26	
																		-	
																		-196	
																		3,04	
																		-	
																		-219	
																		-210	
																		-	
																		boro	
																		B	
																		10,81	
																		2,47	
																		-	
																		-219	
																		-210	
																		-	
																		elio	
																		He	
																		4,003	
																		-272	
																		-269	
																		-	
																		0,18	
																		1s ²	
																		neon	
																		Ne	
																		20,18	
																		0,90	
																		-	
																		-246	
																		-219	
																		-220	
																		-	
																		fluoro	
																		F	
																		19,00	
																		1,70	
																		-	
																		-188	
																		3,98	
																		-	
																		-183	
																		3,44	
																		-	
																		-219	
																		-210	
																		-	
																		ossigeno	
																		O	
																		16,00	
																		1,43	
																		-	
																		-183	
																		3,44	
																		-	
																		-219	
																		-210	
																		-	
																		azoto	
																		N	
																		14,01	
																		1,25	
																		-	
																		-196	
																		3,04	
																		-	
																		-219	
																		-210	
																		-	
																		carbonio	
																		C	
																		12,01	
																		2,26	
																		-	
																		-196	
																		3,04	
																		-	
																		-219	
																		-210	
																		-	
																		boro	
																		B	
																		10,81	
																		2,47	
																		-	
																		-219	
																		-210	
																		-	
																		elio	
																		He	
																		4,003	
																		-272	
																		-269	
																		-	
																		0,18	
																		1s ²	
																		neon	
																		Ne	
																		20,18	
																		0,90	
																		-	
																		-246	
																		-219	
																		-220	
																		-	
																		fluoro	
																		F	
																		19,00	
																		1,70	
																		-	
																		-188	
																		3,98	
																		-	
																		-183	
																		3,44	
																		-	
																		-219	
																		-210	
																		-	
																		ossigeno	
																		O	
																		16,00	
																		1,43	
																		-	
																		-183	
																		3,44	
																		-	
																		-219	
																		-210	
																		-	
																		azoto	
																		N	
																		14,01	
																		1,25	
																		-	
																		-196	
																		3,04	
																		-	
																		-219	
																		-210	
																		-	
																		carbonio	
																		C	
																		12,01	
																		2,26	
																		-	
																		-196	
																		3,04	
																		-	
																		-219	
																		-210	
																		-	
																		boro	
																		B	
																		10,81	
																		2,47	
																		-	
																		-219	
																		-210	
																		-	
																		elio	
																		He	
																		4,003	
																		-272	
																		-269	
																		-	
																		0,18	
																		1s ²	
																		neon	
																		Ne	
																		20,18	
																		0,90	
																		-	
																		-246	
																		-219	
																		-220	
																		-	
																		fluoro	
																		F	
																		19,00	
																		1,70	
																		-	
																		-188	
																		3,98	
																		-	
																		-183	
																		3,44	
																		-	
																		-219	
																		-210	
																		-	
																		ossigeno	
																		O	
																		16,00	
																		1,43	
																		-	
																		-183	
																		3,44	
																		-	
																		-219	
																		-210	
																		-	
																		azoto	
																		N	
																		14,01	
																		1,25	
																		-	
																		-196	
																		3,04	
																		-	
																		-219	
																		-210	
																		-	
																		carbonio	
																		C	
																		12,01	
																		2,26	
																		-	
																		-196	
																		3,04	
																		-	
																		-219	
																		-210	
																		-	
																		boro	
																		B	
																		10,81	
																		2,47	
																		-	
																		-219	
																		-210	
																		-	
																		elio	
																		He	
																		4,003	
																		-272	
																		-269	
																		-	
																		0,18	
																		1s ²	
																		neon	
																		Ne	
																		20,18	
																		0,90	
																		-	
																		-246	
																		-219	
																		-220	
																		-	
																		fluoro	
																		F	
																		19,00	
																		1,70	
																		-	
																		-188	
																		3,98	
																		-	
																		-183	
																		3,44	
																		-	
																		-219	
																		-210	
																		-	
																		ossigeno	
																		O	
																		16,00	
																		1,43	
																		-	
																		-183	
																		3,44	
																		-	
																		-219	
																		-210	
																		-	
																		azoto	
																		N	
																		14,01	
																		1,25	
																		-	
																		-196	
																		3,04	
																		-	
																		-219	
																		-210	
																		-	
																		carbonio	
																		C	
																		12,01	
																		2,26	
																		-	
																		-196	
																		3,04	
																		-	
																		-219	
																		-210	
																		-	
																		boro	
																		B	
																		10,81	
																		2,47	
																		-	
																		-219	
																		-210	
																		-	
																		elio	
																		He	
																		4,003	
																		-272	
																		-269	
																		-	
																		0,18	
																		1s ²	
																		neon	
																		Ne	
																		20,18	
																		0,90	
																		-	
																		-246	
																		-219	
																		-220	
																		-	
																		fluoro	
																		F	
																		19,00	
																		1,70	
																		-	
																		-188	
																		3,98	
																		-	
																		-183	
																		3,44	
																		-	
																		-219	
																		-210	
																		-	
																		ossigeno	
																		O	
																		16,00	
																		1,43	
																		-	
																		-183	
																		3,44	
																		-	
																		-219	
																		-210	
																		-	
																		azoto	
																		N	
																		14,01	
																		1,25	
																		-	
																		-196	
																		3,04	
																		-	
																		-219	
																		-210	
																		-	
																		carbonio	
																		C	
																		12,01	
																		2,26	
																		-	
																		-196	
																		3,04	
																		-	
																		-219	
																		-210	
																		-	
																		boro	
																		B	
																		10,81	
																		2,47	
																		-	
																		-219	
																		-210	
																		-	
																		elio	
																		He	
																		4,003	
																		-272	
																		-269	
																		-	
																		0,18	
																		1s ²	
																		neon	
																		Ne	

$$C = \text{Specific heat} = \frac{\text{B.t.u.}}{(\text{lb.})(\text{deg. F.})} = \frac{\text{P.c.u.}}{(\text{lb.})(\text{deg. C.})} = \frac{\text{calories}}{(\text{gm.})(\text{deg. C.})}$$

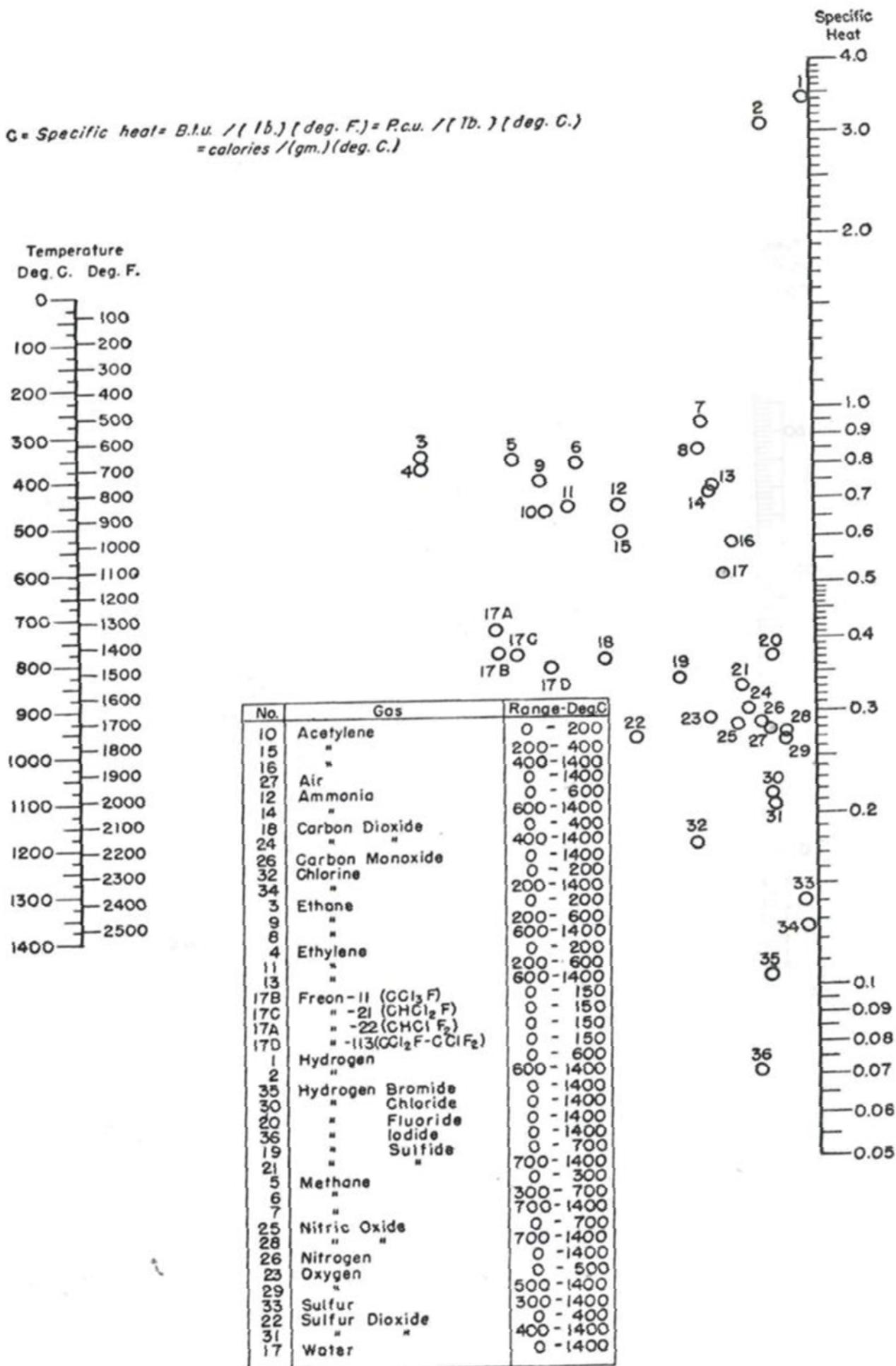


FIG. 3-12 Specific heats (C_p) of gases at 1-atm pressure.