

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

I Sessione 2013 - Sezione A

Settore Civile-Ambientale

Prova pratica del 4 settembre 2013

Il candidato svolga uno a scelta fra i seguenti temi proposti:
(indicare sulla busta il numero del tema svolto)

Tema n. 1

Nella necessità di costruire un edificio multipiano per uffici, dimensioni in pianta 40 x 60 m, altezza 30 piani fuori terra e 3 piani interrati, su un terreno costituito da sabbie e ciottoli addensati, con $\varphi=30^\circ$ e $C=0$, falda a -15 m, valutare e quantificare le azioni in gioco, quindi individuare la tipologia delle fondazioni e proporne calcolo e dimensionamento.

Tema n. 2

A seguito di un evento alluvionale bisogna ricostruire il ponticello in legno sul torrente Fontana, nel luogo indicato in figura 1 con il cerchio, necessario per raggiungere la borgata Troncea anche con mezzi meccanizzati.

Nella figura 2 è indicata con la linea tratteggiata la sezione trasversale del torrente nel luogo interessato alla costruzione, nello stato attuale dei luoghi e con linea continua una possibile nuova sezione nella quale compare lo schema del suddetto ponticello che a costruzione ultimata dovrà avere un aspetto simile a quello indicato nella figura 3.

Il bacino idrografico chiuso alla borgata Troncea, è così caratterizzato:

- Superficie $A = 40,11 \text{ km}^2$
- Lunghezza dell'asta torrentizia $L = 11,10 \text{ km}$
- Pendenza asta torrentizia $i = 4,16\%$
- Coefficiente di deflusso $C = 0,6$

I coefficienti a e n delle curve di massima probabilità pluviometrica $h = a t^n$ relative alla cella più gravosa della griglia di discretizzazione delle piogge intense (cfr. Allegato n.3 della Direttiva sulla piena di progetto dell'Autorità di Bacino del fiume Po) nel bacino di interesse, sono:

Tempo di ritorno (anni)	a	n
20	24,59	0,521
100	30,63	0,529
200	33,33	0,532
500	36,90	0,535

Il candidato:

- 1) valuti le portate liquide con tempo di ritorno 20, 100, 200, 500 anni e quelle solide ad esse associate assumendo un ragionevole valore della concentrazione solida;
- 2) assunto lo schema progettuale indicato in figura 2, che la quota parte della portata defluente nelle aree golenali sia il 40% della portata totale solido+liquida totalmente defluente nell'alveo la cui scabrezza può ritenersi espressa da $c = 25 \text{ m}^{1/3} \text{ s}^{-1}$, e assunto ancora come quota di fondo alveo sottostante l'impalcato del ponte il valore $z_{\text{fondo}} = 1831,50 \text{ m}$, ricavi:
 - 2a) la larghezza della sezione assunta di forma rettangolare larga in modo che la Q_{20} defluisca con un tirante idrico pari a 1,5 metri;
 - 2b) verifichi la sezione alla Q_{200} ipotizzando le suddette ripartizioni di portata e che l'intradosso del ponte sia ad una quota superiore di tre metri rispetto a quella del fondo. Indichi il valore del franco tra il livello delle acque e l'intradosso del ponte;
- 3) indichi approssimativamente il valore medio in m/s della velocità delle acque nelle aree golenali;
- 4) ricavi il valore della dimensione del materiale litoide che è in condizioni di moto incipiente al verificarsi della Q_{200} , ed il valore minimo del lato di un elemento cubico in grado di resistere alla forza attiva esercitata dalla corrente;
- 5) riassume, le indicazioni sulla verifica del franco nei ponti contenuti nella "Direttiva contenente i criteri per la valutazione della compatibilità idraulica delle infrastrutture pubbliche e di interesse pubblico all'interno delle fasce A e B" della Autorità di Bacino del Fiume Po.

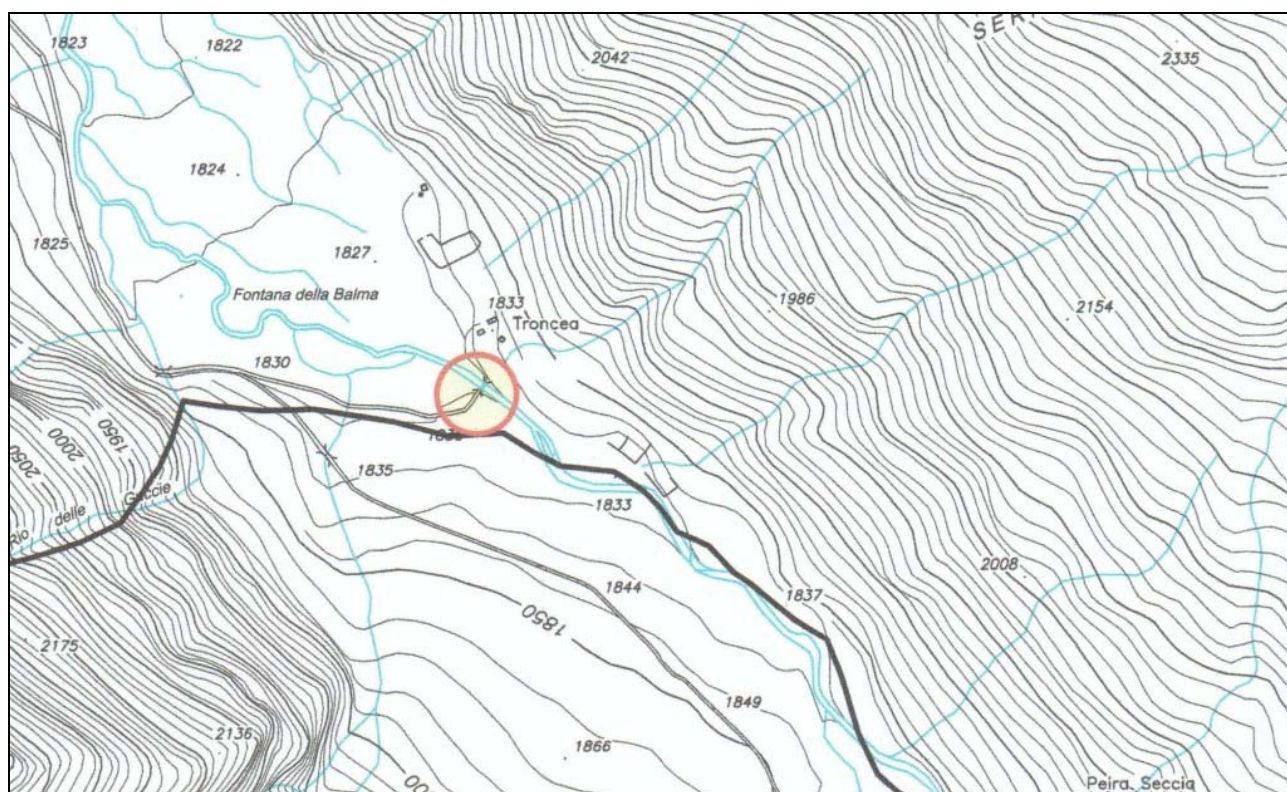


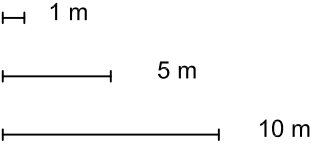
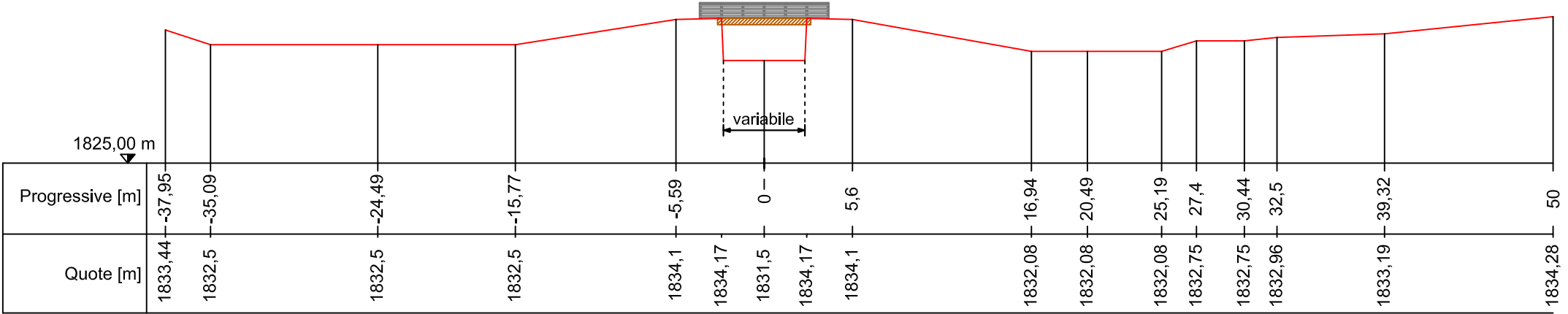
Figura 1: Corografia del sito



Figura 3: Vista della sezione con il ponte

Figura 2: Sezione

SCALA 1 : 350



Tema n. 3

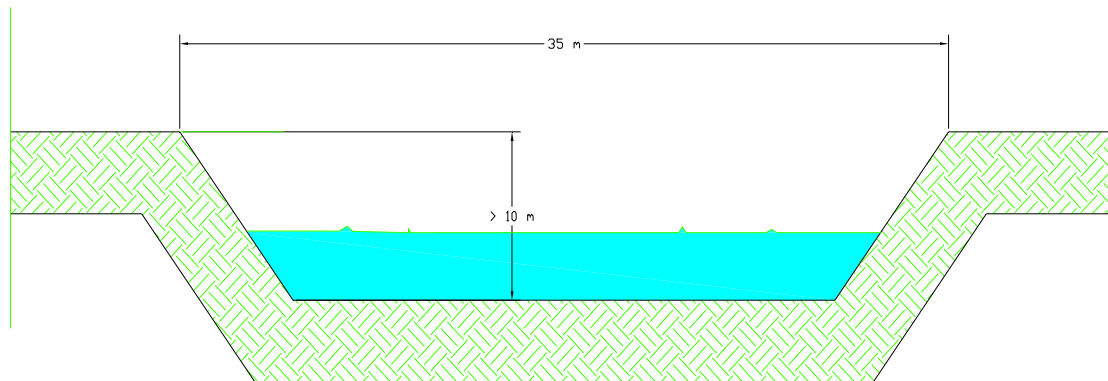
Progettare una passerella ciclopedonale della larghezza netta di m 3.50 per l'attraversamento del torrente con le dimensioni indicate in figura.

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.

Il luogo o il sito per l'esecuzione dell'opera può ipotizzarsi nelle vicinanze della città di Torino in zona simica di classe 4 con un terreno tipico della zona costituito da sabbia e ciotoli con un angolo d'attrito $\phi = 35^\circ \div 38^\circ$ e un $\gamma_t = 2000 \text{ kg/m}^3$.

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



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).

Tema n. 4

PROGETTAZIONE PRELIMINARE DELLE AREE DI SOSTA IN FREGIO AD UNA AUTOSTRADA

Su un tronco autostradale in esercizio (in rettilineo, con sezione in rilevato a quota +5,5 m rispetto al piano di campagna circostante pianeggiante) si rende necessario progettare, in fregio al tronco, due aree di sosta (una per senso di marcia) per il traffico transitante nelle due direzioni di marcia dell'autostrada. Le funzioni dell'area sono di:

- stazionamento automezzi leggeri e pesanti
- rifornimento e officina
- servizio (bar, ristorazione, vendita prodotti).

Il Candidato dovrà sviluppare gli elaborati della progettazione preliminare delle aree di sosta, di opportuna capienza, da correlarsi con il livello di capacità oraria dell'autostrada.

In particolare il candidato dovrà sviluppare:

- il dimostrativo a giustificazione del dimensionamento dell'area di sosta;
- il dimensionamento delle vie di svincolo;
- il dimensionamento della sovrastruttura (in clima continentale) facendo riferimento alle ipotesi di traffico e di dimensionamento della sovrastruttura dell'autostrada. Tali ipotesi dovranno essere sviluppate dal candidato nel capitolo della premessa al tema.

Si precisa che i dati di corredo allo sviluppo del tema dovranno essere assunti ed evidenziati dal candidato con ipotesi motivata nel capitolo PREMESSA AL TEMA.

Tema n. 5

Parte prima: *Urbanistica*

Nell'area individuata nelle allegate planimetrie, nella ipotesi che sia richiesto un recupero urbanistico del comparto con possibilità di realizzare residenza e terziario/servizi, sviluppare il progetto di un nuovo complesso di edifici nel rispetto dei seguenti limiti e requisiti:

- area fondiaria assegnata: 7380 m²
- superficie edificabile massima: 1,35 m²/m²
- massimo 5 piani fuori terra;

Le parti edificate dovranno rispettare la distanza minima fra le fronti e da eventuali confini privati.

In considerazione dei tempi della prova in oggetto, non si richiede l'individuazione e rappresentazione, in planimetria, degli standard urbanistici relativi all'intervento ma soltanto il calcolo delle quantità richieste in ossequio alle norme. Il soddisfacimento di detti standard si ritenga risolto con apposito convenzionamento.

La proposta di progetto deve essere espressa attraverso i seguenti elaborati:

- Breve relazione illustrativa degli obiettivi e delle soluzioni adottate, dei materiali impiegati, con particolare attenzione al risparmio energetico e al superamento delle barriere architettoniche espresse anche attraverso eventuali grafici di dettagli costruttivi.
- Tabella riassuntiva del dimensionamento complessivo del Piano: residenza, servizi, standard.
Ipotesi di costo dell'intervento.
- Planimetria del lotto rappresentata con l'immediato intorno, con definizione dei percorsi anche interni e delle aree verdi del complesso, in scala 1:1000 (o 1:500). Si può utilizzare la planimetria (1:1000) fornita con il testo da completare con grafica opportuna.
- Individuazione di parcheggi esterni, disposti sul/i bordi dell'area e degli accessi alle autorimesse pertinenziali interrate di cui non si richiede lo sviluppo progettuale ma l'indicazione delle superfici minime, di cui alla 122/89, in relazione ai volumi in progetto.
- Indicazione delle tipologie edilizie per la residenza, schematizzate con le principali misure dei profili, a dimostrazione della fattibilità degli interventi previsti e giustificazione dei dimensionamenti adottati.

Parte seconda: *Edilizia*

Si richiede inoltre di localizzare, in modo opportuno nel complesso di cui alla "parte prima", dell'area in oggetto, un edificio ad uso **agenzia bancaria di quartiere** e sviluppare il progetto edilizio a un piano fuori terra.

Funzioni principali da prevedere ed organizzare:

- Area rivolta al pubblico:
 - o Ingresso controllato;
 - o Atrio/Salone attrezzato;
 - o Salone servizi al pubblico;
 - o Bancone per casse/postazioni per n. 6/8 operatori con attrezzature e scrivanie;
- Area accessoria uffici e direzione:
 - o Uffici per direzione e segreteria;
 - o Ufficio riunioni;
 - o Uffici per funzionari e impiegati;
 - o Archivio/i;
 - o Spogliatoi per il personale e servizi;
 - o Accessi esterni ed interni separati dalla utenza;
- Area accessoria per uffici tecnici:
 - o Direzione contabilità, Ufficio/i contabilità, Archivio/i
 - o Cassaforte
 - o Bancomat
- Aree esterne:
 - o Viabilità interna al lotto distinta per il pubblico e per impiegati/mezzi portavalori e relativi parcheggi;
 - o Parcheggio per pubblico;
- Aree di completamento e di immagine adeguatamente trattate a giardino/verde di arredo.

Il candidato è libero di scegliere, in modo opportuno e razionale, le dimensioni, il numero e l'organizzazione funzionale e distributiva delle aree specializzate richieste.

La composizione e le dimensioni sono libere ed a discrezione del candidato il quale faccia riferimento ad un linguaggio architettonico il più possibile attuale.

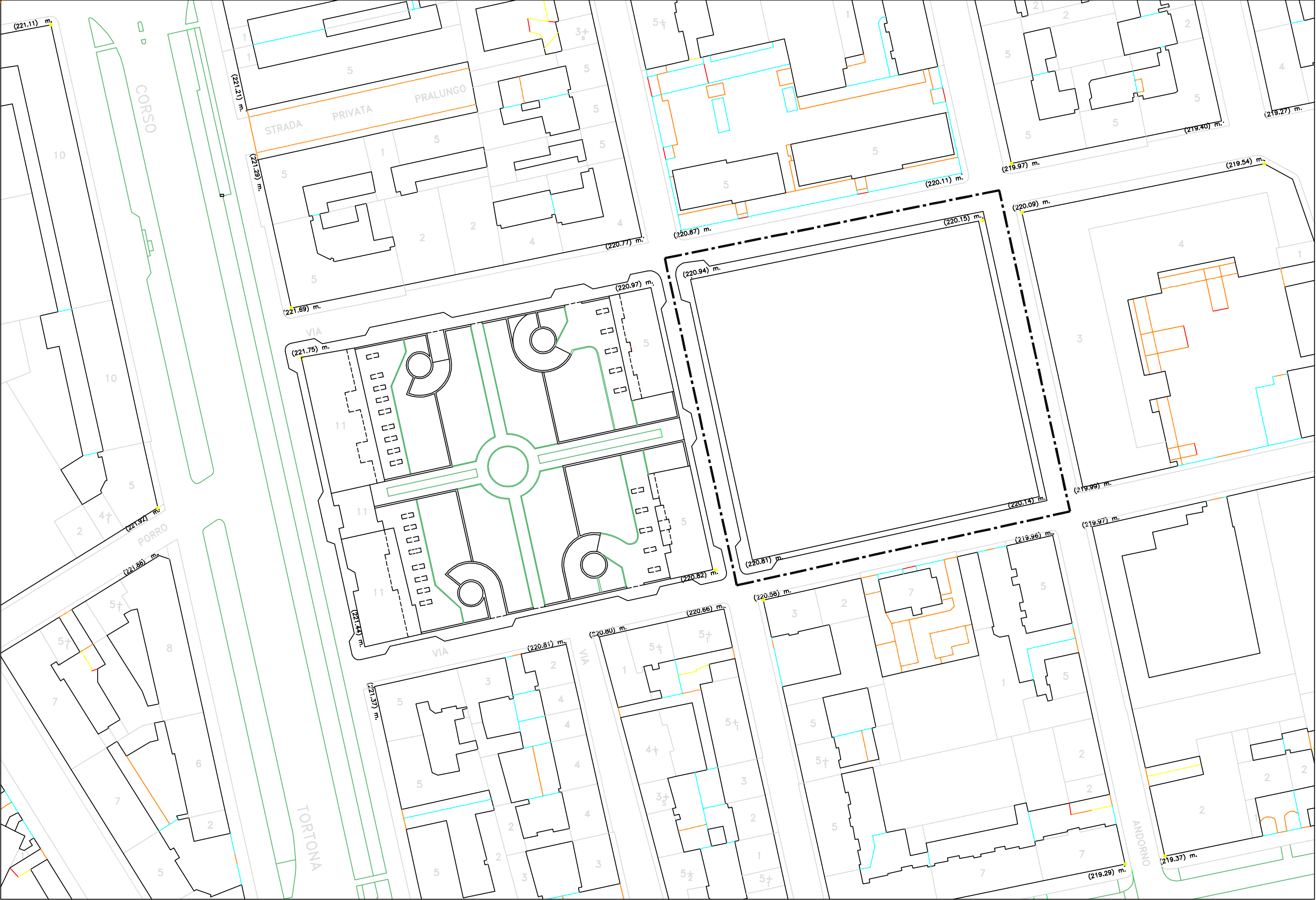
Particolare attenzione deve essere posta nella soluzione dei problemi relativi alle barriere architettoniche.

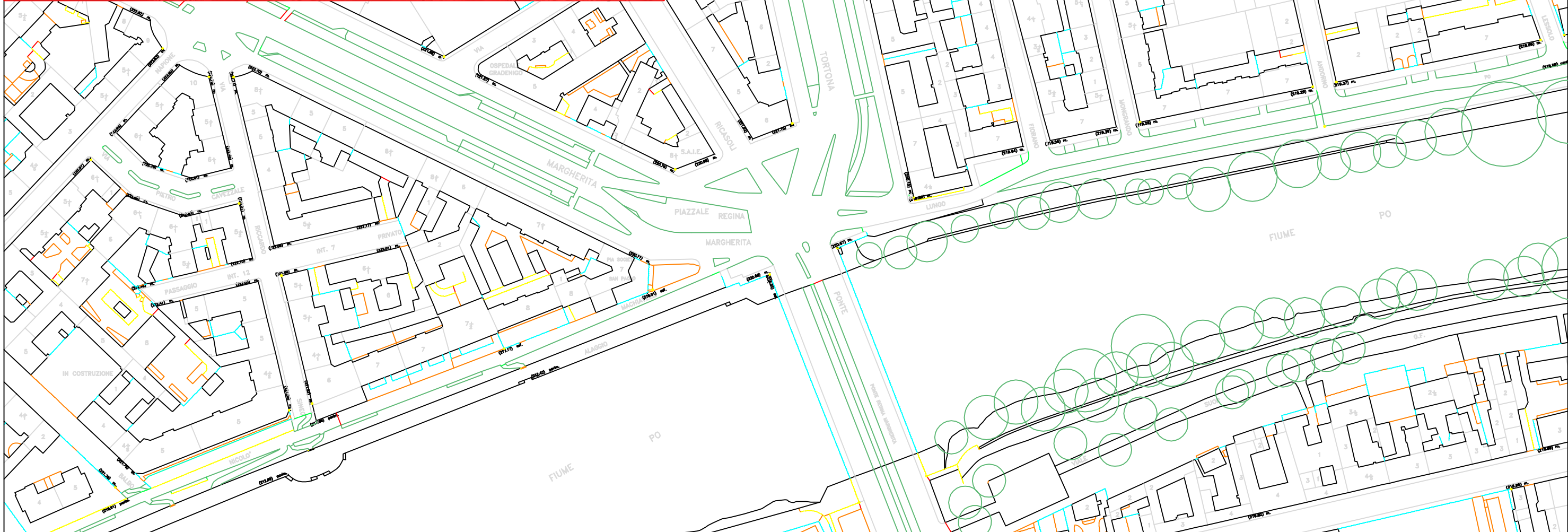
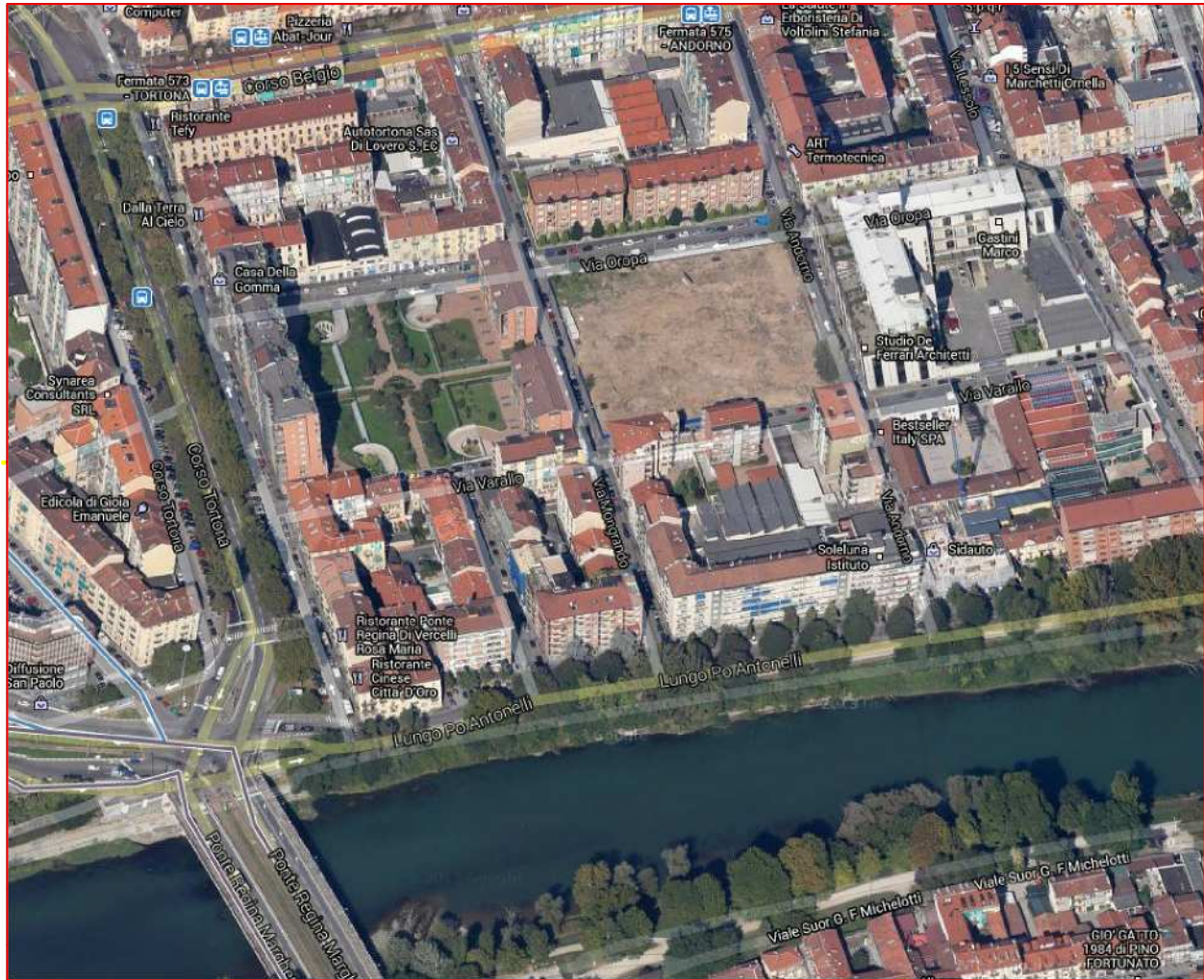
Elaborati richiesti:

- planimetria completa di sistemazione del lotto, parte prima urbanistica, comprensiva di edificio, percorsi, verde di arredo, scala 1:500 o 1000,
- schema funzionale-distributivo
- pianta/e, scala 1:100, quotate, complete di indicazione delle funzioni, della posizione delle strutture e dei principali arredi funzionali
- uno/due prospetti significativi, scala 1:100,
- sezione significativa, scala 1:100
- indicazione dei materiali impiegati.

La valutazione della prova d'esame terrà conto:

- dell'organizzazione degli elaborati,
- delle soluzioni funzionali compositive adottate,
- della rappresentazione chiara, corretta ed espressiva.





Tema n. 6

Un lavoro di scavo a giorno comporta l'asportazione di materiale roccioso (calcare compatto avente spessore medio di circa 16 m) e della copertura sterile sovrastante (avente spessore medio di circa 3 m), su un'area di 14 ha; il materiale deve essere trasportato ad un sito distante circa 900 m dal cantiere di scavo, dove sono collocati gli impianti di trattamento.

Lo scavo in terra sarà eseguito con macchine; lo scavo in roccia sarà eseguito mediante esplosivo.

La massa volumica della roccia in posto è di 2.65 t/m^3 , quella della terra è di 2.1 t/m^3 .

Lo sgombero e il trasporto saranno effettuati mediante escavatori/pale caricatori + dumper.

Il lavoro è organizzato su un turno lavorativo/giorno avente durata di 7 ore effettive (8 ore nominali); è consentita una sola volata/giorno, per 3 giorni settimanali, da brillare a fine turno. Sono previsti 260 giorni lavorativi/anno.

Data la notevole estensione del cantiere, il caricamento dell'esplosivo può essere effettuato senza sospendere altre operazioni.

La massima carica di esplosivo autorizzata è pari a 400 kg/volata.

Il parco macchine disponibile (scavo, sgombero e trasporto) consta di:

- 2 perforatrici idrauliche cingolate (in grado di eseguire fori con diametro 76 mm e 89 mm), inclinazione 0-90°
- 1 retro-escavatore con benna da 2.5 m^3
- 2 pale caricatori gommate con benna da 4 m^3
- 2 escavatori frontali con benna da 4.5 m^3
- 4 dumper con capacità di 20 m^3

Dopo avere stabilito modalità e sequenza delle operazioni da svolgere:

- fornire una rappresentazione schematica del cantiere nelle successive fasi, dopo avere illustrato il procedimento che si intende adottare per la rimozione del materiale di copertura;
- predisporre un idoneo schema di volata, rappresentandolo con uno schizzo quotato in pianta e sezione verticale (indicare posizione e lunghezza dei fori, maglia di tiro, esplosivo/i impiegato/i, carica/foro, carica totale, sistema di innesco, tempi di brillamento, consumi specifici di esplosivo, fori da mina e detonatori)
- calcolare la produttività di scavo (m^3 in posto/turno lavorativo) del cantiere
- stilare un cronoprogramma giornaliero delle operazioni (cantiere a regime)
- fornire una stima dei tempi necessari per il completamento del lavoro.

Tema n. 7

Un impianto di smaltimento rifiuti con recupero energetico tratta frazione selezionata di RSU, di potenzialità pari a 27 t/ora, utilizzando un forno a griglia.

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

p.c.i.:	15,070 MJ/kg
C:	41,18%
Cl:	1,12%
H:	5,24%
O:	28,42%
N:	0,13%
S:	0,09%
Ceneri:	11,70%
Umidità:	12%
As:	9 mg/kg
Cd + Hg:	7 mg/kg
Cr:	100 mg/kg
Cu _{solubile} :	300 mg/kg
Mn:	400 mg/kg
Ni:	40 mg/kg
Pb:	200 mg/kg

I fumi in uscita dalla combustione contengono un tenore di ossigeno pari al 6%.

Il trattamento fumi è realizzato mediante:

- A. Reattore a semisecco, con tempo di contatto pari a 10 secondi, nel quale si alimenta sospensione di $\text{Ca}(\text{OH})_2$ in acqua, quest'ultima dosata in modo tale che evapori integralmente a seguito del raffreddamento dei fumi nel reattore; 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).
- B. Rimozione degli ossidi di azoto con ammoniaca, mediante reattore catalitico (SCR), operante a 250 °C con tempo di contatto pari a 0,5 secondi.

Le condizioni da rispettare all'emissione sono le seguenti:

<i>Concentrazione massima in emissione (rif. gas secco)</i>	
As:	0,2 mg/Nm ³
Cd + Hg:	0,02 mg/Nm ³
Cr:	0,2 mg/Nm ³
Cu _{solubile} :	0,2 mg/Nm ³
Mn:	0,2 mg/Nm ³
Ni:	0,2 mg/Nm ³
Pb:	0,2 mg/Nm ³
NO _x :	70 mg/Nm ³ , come NO ₂

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

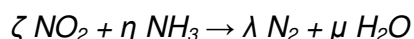
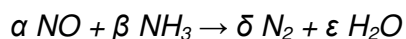
Portata vapore:	126,5 t/ora
Temperatura vapore ingresso turbina:	500 °C
Pressione vapore ingresso turbina:	90 bar
Temperatura vapore scarico turbina:	150 °C
Pressione scarico turbina:	0,12 bar

I fumi entrano nel reattore a semisecco alla temperatura di 190 °C ed escono a 140 °C; essi si raffreddano sino alla temperatura di 130 °C nel successivo stadio di filtrazione su filtro a maniche.

Nel reattore a semisecco occorre dosare la sospensione di Ca(OH)_2 , contenete un quantitativo di Ca(OH)_2 in eccesso del 100% rispetto a quello stechiometricamente necessario per assorbire il cloro (come CaCl_2) e lo zolfo (come CaSO_3) presente nei fumi.

I fumi in uscita dal filtro a maniche contengono ossidi di azoto (NO_x espressi come NO_2) in concentrazione pari a 350 mg/ Nm^3 , di cui il 95% sotto forma di NO ed il 5% sotto forma di NO_2 .

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



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 di determinare:

1. La portata dei fumi in uscita dalla caldaia
2. La potenza massima (teorica) ottenibile dall'espansione in turbina ed il corrispondente rendimento rispetto all'energia complessivamente sviluppata in caldaia.
3. La portata d'acqua necessaria per la formazione della sospensione di Ca(OH)_2 da dosare nel reattore a semi- secco ed il volume dello stesso.
4. La superficie filtrante complessiva ed il numero di maniche del filtro.
5. Il consumo di metano nel SCR
6. Il consumo stechiometrico di ammoniaca (gassosa) nel reattore SCR.
7. Schematizzare il diagramma a blocchi dell'impianto, quantificando i flussi relativi, tenuto conto che nella caldaia si separano ceneri nella misura del 10% dei rifiuti trattati.

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

t °C	p bar	volumi v _l	specifico (v _v -v _l)	m ³ /kg v _v	Entalpia			Entropia			t °C
					h _l	r	h _v	s _l	r/T	kJ/kg K	
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	7.9108	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 86	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 62	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 03	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 34	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 45	990.3	1811.7	2802.0	2.6102	3.6006	6.2107	230
235	30.632	0.001 218 7	0.064 03	0.065 24	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 64	1037.6	1764.6	2802.2	2.7020	3.4386	6.1406	240
245	36.523	0.001 239 9	0.051 37	0.052 60	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 03	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 89	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 13	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 71	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 58	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 73	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 12	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 73	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 53	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 51	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 64	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 82	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 34	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 65	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 48	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 19	1494.0	1194.0	2688.0	3.5008	1.9961	5.4969	325
330	128.63	0.001 561 5	0.011 43	0.012 98	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 85	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 78	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 76	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 79	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 85	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 93	1764.2	721.3	2485.4	3.9210	1.1390	5.0600	360
365	198.33	0.002 016 0	0.003 99	0.006 01	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 97	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 46	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 bar	t °C	Volume specifico m³/kg		Entalpia kJ/kg			Energia interna kJ/kg		Entropia kJ/kg K			p bar
		v _l	v _v	h _l	r	h _v	u _l	u _v	s _l	r/T	s _v	
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	1974.3	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	1957.7	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	4.1040	0.7172	4.8222	210.00
220.00	373.78	0.002										

PROPRIETA' TERMODINAMICHE DELL'ACQUA - VAPORE SURRISCALDATO

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

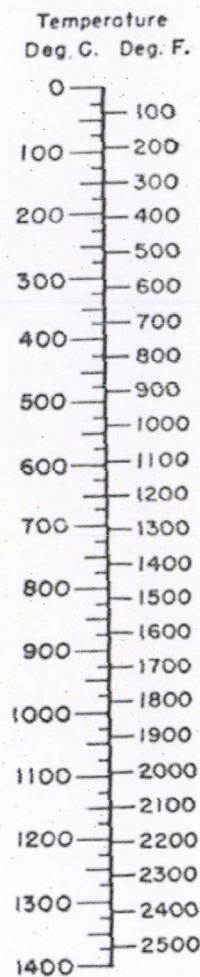
Pressione bar (temp. sat. °C)		50	100	150	200	250	300	350	400	500	600	700	800
0.02 (17.5)	v	74.524	86.080	97.628	109.171	120.711	132.251	143.790	155.329	178.405	201.482	224.558	247.634
	h	2594.4	2688.5	2783.7	2880.0	2977.7	3076.8	3177.7	3279.7	3489.2	3705.6	3928.8	4158.7
	s	8.9226	9.1934	9.4327	9.6479	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	3928.2	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	2974.5	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 16	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

1 idrogeno 1 H 1,008 0,0899 1s ¹	2 litio 3 Li 6,941 0,53 [He]2s ¹	3 berillio 4 Be 9,012 1,57 [He]2s ²	4 scandio 21 Sc 44,96 2,99 [Ar]3d ¹ 4s ²	5 titanio 22 Ti 47,87 1,36 [Ar]3d ² 4s ²	6 vanadio 23 V 50,94 1,66 [Ar]3d ³ 4s ²	7 cromo 24 Cr 52,00 1,66 [Ar]3d ⁵ 4s ¹	8 manganese 25 Mn 54,94 1,73 [Ar]3d ⁵ 4s ²	9 ferro 26 Fe 55,85 7,86 [Ar]3d ⁶ 4s ²	10 cobalto 27 Co 58,93 8,90 [Ar]3d ⁷ 4s ²	11 nickel 28 Ni 58,69 8,90 [Ar]3d ⁸ 4s ²	12 rame 29 Cu 63,55 8,96 [Ar]3d ¹⁰ 4s ¹	13 zinco 30 Zn 65,37 7,14 [Ar]3d ¹⁰ 4s ²	14 gallio 31 Ga 69,72 5,91 [Ar]3d ¹⁰ 4s ² 4p ¹	15 germanio 32 Ge 72,64 5,32 [Ar]3d ¹⁰ 4s ² 4p ²	16 arsenico 33 As 74,92 5,78 [Ar]3d ¹⁰ 4s ² 4p ³	17 selenio 34 Se 78,96 4,81 [Ar]3d ¹⁰ 4s ² 4p ⁴	18 bromo 35 Br 79,90 4,94 [Ar]3d ¹⁰ 4s ² 4p ⁵	19 kripton 36 Kr 83,80 3,75 [Ar]3d ¹⁰ 4s ² 4p ⁶	20 rubidio 37 Rb 85,47 1,53 [Kr]5s ¹	21 stronzio 38 Sr 87,62 2,60 [Kr]5s ²	22 ittrio 39 Y 88,91 4,47 [Kr]4d ¹ 5s ²	23 zirconio 40 Zr 91,22 4,47 [Kr]4d ² 5s ²	24 niobio 41 Nb 92,91 4,77 [Kr]4d ⁴ 5s ¹	25 molibdeno 42 Mo 95,94 10,20 [Kr]4d ⁵ 5s ¹	26 tecnecio 43 Tc 98,91 11,50 [Kr]4d ⁵ 5s ²	27 ruotio 44 Ru 101,1 12,5 [Kr]4d ⁷ 5s ¹	28 rodio 45 Rh 102,9 12,4 [Kr]4d ⁸ 5s ¹	29 palladio 46 Pd 106,4 12,0 [Kr]4d ¹⁰	30 argento 47 Ag 107,9 10,5 [Kr]4d ¹⁰ 5s ¹	31 cadmio 48 Cd 112,4 8,65 [Kr]4d ¹⁰ 5s ²	32 indio 49 In 114,8 7,31 [Kr]4d ¹⁰ 5s ² 5p ¹	33 stagno 50 Sn 118,7 7,28 [Kr]4d ¹⁰ 5s ² 5p ²	34 antimonio 51 Sb 121,8 6,24 [Kr]4d ¹⁰ 5s ² 5p ³	35 tellurio 52 Te 127,6 6,24 [Kr]4d ¹⁰ 5s ² 5p ⁴	36 iodio 53 I 126,9 4,93 [Kr]4d ¹⁰ 5s ² 5p ⁵	37 xeno 54 Xe 131,3 5,90 [Kr]4d ¹⁰ 5s ² 5p ⁶	38 cesio 55 Cs 132,9 1,87 [Xe]6s ¹	39 bario 56 Ba 137,3 3,59 [Xe]6s ²	40 francio 87 Fr 223 1,00 [Rn]7s ¹	41 radio 88 Ra 226 1,00 [Rn]7s ²	42 lantanio 57 La 138,9 6,17 [Xe]5d ¹ 6s ²	43 cerio 58 Ce 140,1 6,77 [Xe]4f ¹ 6s ²	44 praseodimio 59 Pr 140,9 6,17 [Xe]4f ³ 6s ²	45 neodimio 60 Nd 144,2 7,00 [Xe]4f ⁴ 6s ²	46 promezio 61 Pm 145 7,22 [Xe]4f ⁵ 6s ²	47 samario 62 Sm 150,4 7,54 [Xe]4f ⁶ 6s ²	48 europio 63 Eu 152,0 5,24 [Xe]4f ⁷ 6s ²	49 gadolinio 64 Gd 157,3 8,27 [Xe]4f ⁷ 6s ²	50 terbio 65 Tb 158,9 8,27 [Xe]4f ⁹ 6s ²	51 disprosio 66 Dy 162,5 8,53 [Xe]4f ¹⁰ 6s ²	52 olmio 67 Ho 164,9 8,80 [Xe]4f ¹¹ 6s ²	53 erbio 68 Er 167,3 9,05 [Xe]4f ¹² 6s ²	54 tulio 69 Tm 168,9 9,33 [Xe]4f ¹³ 6s ²	55 itterbio 70 Yb 173,0 9,33 [Xe]4f ¹⁴ 6s ²	56 lutezio 71 Lu 175,0 9,64 [Xe]4f ¹⁴ 6s ²	57 attinio 89 Ac 227 1,10 [Rn]6d ¹ 7s ²	58 torio 90 Th 232,0 1,37 [Rn]6d ² 7s ²	59 protoattinio 91 Pa 231,0 1,54 [Rn]5f ² 6d ¹ 7s ²	60 uranio 92 U 238,0 1,90 [Rn]5f ³ 6d ¹ 7s ²	61 nettunio 93 Np 237,0 2,04 [Rn]5f ⁴ 6d ¹ 7s ²	62 plutonio 94 Pu 244,1 1,97 [Rn]5f ⁶ 7s ²	63 americio 95 Am 243,1 1,37 [Rn]5f ⁷ 7s ²	64 curio 96 Cm 247,1 1,30 [Rn]5f ⁸ 7s ²	65 berkelio 97 Bk 247,1 1,30 [Rn]5f ⁹ 7s ²	66 californio 98 Cf 251,1 1,30 [Rn]5f ¹⁰ 7s ²	67 einsteinio 99 Es 252,1 1,30 [Rn]5f ¹¹ 7s ²	68 fermio 100 Fm 257,1 1,30 [Rn]5f ¹² 7s ²	69 mendelevio 101 Md 258,1 1,30 [Rn]5f ¹³ 7s ²	70 nobelio 102 No 259,1 1,30 [Rn]5f ¹⁴ 7s ²	71 laurenzio 103 Lr 262,1 1,30 [Rn]5f ¹⁴ 6d ¹ 7s ²
---	---	--	--	--	---	--	--	--	---	--	---	--	---	---	---	--	--	--	---	--	---	--	--	--	---	--	---	---	--	---	--	---	--	---	---	---	---	---	---	---	--	---	---	--	--	---	---	---	--	--	--	--	--	---	--	---	---	--	---	--	--	--	---	--	---	---	--	--	---	---

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



No.	Gas	Range-Deg.C
10	Acetylene	0 - 200
15	"	200 - 400
16	"	400 - 1400
27	Air	0 - 1400
12	Ammonia	0 - 600
14	"	600 - 1400
18	Carbon Dioxide	0 - 400
24	"	400 - 1400
26	Carbon Monoxide	0 - 1400
32	Chlorine	0 - 200
34	"	200 - 1400
3	Ethane	0 - 200
9	"	200 - 600
8	"	600 - 1400
4	Ethylene	0 - 200
11	"	200 - 600
13	"	600 - 1400
17B	Freon-11 (CCl ₃ F)	0 - 150
17C	" -21 (CHCl ₂ F)	0 - 150
17A	" -22 (CHClF ₂)	0 - 150
17D	" -113 (CCl ₂ F-CClF ₂)	0 - 150
1	Hydrogen	0 - 600
2	"	600 - 1400
35	Hydrogen Bromide	0 - 1400
30	" Chloride	0 - 1400
20	" Fluoride	0 - 1400
36	" Iodide	0 - 1400
19	" Sulfide	0 - 700
21	"	700 - 1400
5	Methane	0 - 300
6	"	300 - 700
7	"	700 - 1400
25	Nitric Oxide	0 - 700
28	"	700 - 1400
26	Nitrogen	0 - 1400
23	Oxygen	0 - 500
29	"	500 - 1400
33	Sulfur	300 - 1400
22	Sulfur Dioxide	0 - 400
31	"	400 - 1400
17	Water	0 - 1400

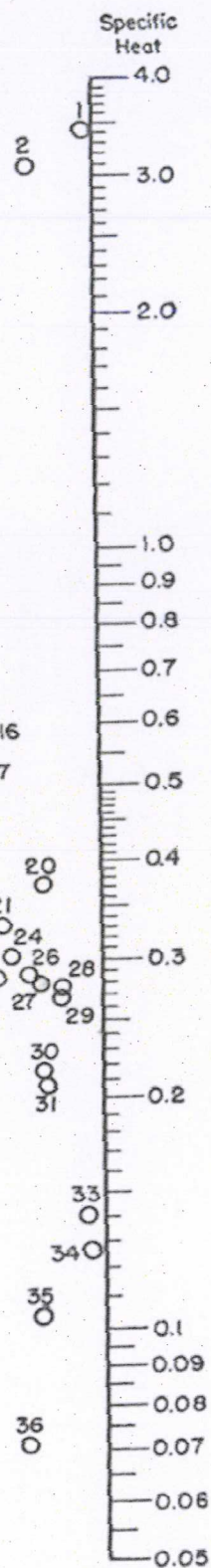


FIG. 3-12 Specific heats (C_p) of gases at 1-atm pressure.