

**Esame di stato per l'abilitazione all'esercizio delle professioni di Ingegnere
presso l'Università degli Studi di Modena e Reggio Emilia**

Sez. B anno 2025 Seconda Sessione

Quarta prova – 13 gennaio 2026

Durata: 6 ore

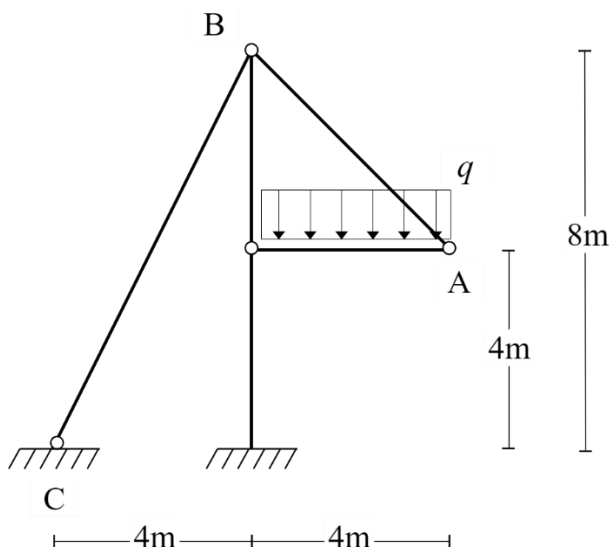
Settore Civile e Ambientale

Il candidato deve scegliere fra uno dei tre temi proposti; si informa che le procedure di risoluzione, la correttezza dei risultati, la capacità di sintesi, l'ordine e la chiarezza espositiva costituiranno elementi di valutazione.

Tema 1 Civile e Ambientale

La struttura riportata in Figura 1 rappresenta una pensilina, in cui tutti gli elementi sono connessi mediante cerniere. L'unica azione agente su tale struttura risulta il carico distribuito presente sulla trave orizzontale di intensità pari a 6 kN/m . Si consideri trascurabile l'azione del peso proprio degli elementi.

Tutti gli elementi strutturali sono in acciaio S235. I profili del telaio sono HEA 140, mentre il tirante CB è un profilo pieno circolare di diametro 10 cm.



Il candidato è tenuto a rispondere, nell'ordine indicato, ai seguenti quesiti:

1. Determinare le sollecitazioni interne (sforzi normali, tagli, momenti) in tutti gli elementi e rappresentare i relativi diagrammi.
2. Escludendo gli effetti del secondo ordine, procedere alla verifica di resistenza di tutti gli elementi secondo le prescrizioni di una normativa di comprovata validità (es. Eurocodici o NTC2018). In caso di verifica non soddisfatta, il candidato definisca il valore massimo di q_{LIM} sopportabile dalla struttura.
3. Sotto l'azione del carico q_{LIM} , il candidato calcoli il valore di spostamento verticale del nodo A. Verificare se tale spostamento risulta inferiore a $L/300$. In caso di superamento del limite, discutere almeno due proposte di intervento progettuale finalizzate alla riduzione della deformazione, motivandole in modo tecnico senza la necessità di svolgere calcoli.
4. Analizzare e discutere l'effetto sulla struttura di un cedimento verticale δ dell'incastro di base diretto verso il basso.

Tema 2 Civile e Ambientale

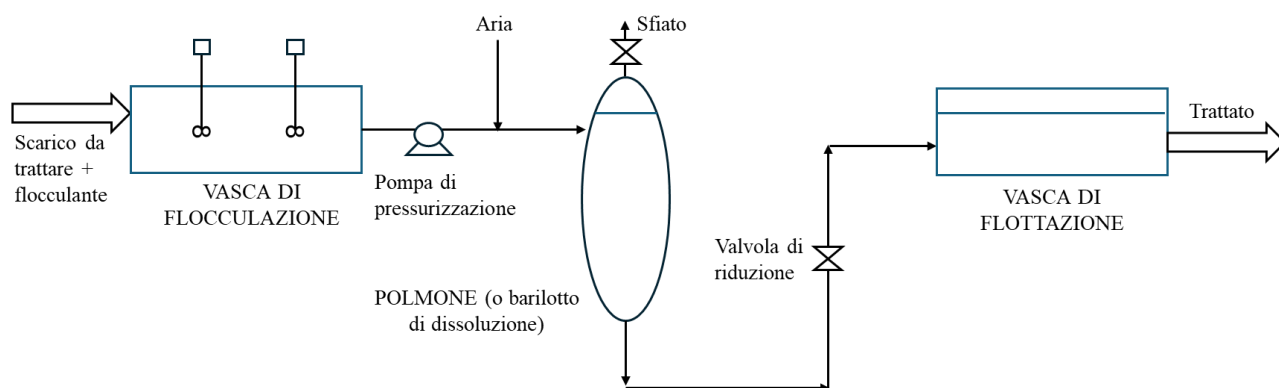


Figura 1: Schema di impianto a flottazione pressurizzata senza ricircolo dell'effluente.

Un flottatore a pressione differenziata, senza ricircolo a servizio di un piccolo insediamento abitativo, tratta una portata di 50 m³/ora di liquame ed è dimensionato per rimuovere 1300 g/m³ di solidi sospesi (con un coefficiente di solubilizzazione $f = 0.6$). Tale flottatore è servito da una pompa di pressurizzazione avente una potenza elettrica di 10000 W; inoltre, il rendimento della pompa, inteso come rapporto fra potenza impressa al fluido pressurizzato e potenza del motore elettrico, è $\eta = 0.6$. La temperatura dello scarico trattato è pari a 20°.

In **tabella 1** sono riportati i seguenti parametri operativi:

Parametro		valore	u.d.m.
Carico idraulico vasca di flottazione	C_{idr}	5	m ³ /ora*m ² _{sup.flott}
Tempo di permanenza nella vasca di flottazione	t	18	min
Tempo di contatto nel barilotto di dissoluzione	t_c	4	min

Tabella 1: Parametri operativi del flottatore

Il candidato:

1. Descriva il fenomeno della flottazione e illustri il principio di funzionamento di un flottatore;
2. Calcoli il rapporto A/S [g aria disciolta / g solidi sospesi];
3. Calcoli la portata oraria di aria necessaria [g aria disciolta / ora];
4. Calcoli la superficie della vasca di flottazione S_{flott} e la sua altezza H ;
5. Calcoli il volume della vasca di flottazione V ;
6. Calcoli il volume del barilotto di dissoluzione.

Per i punti sopra descritti, il candidato utilizzi anche le informazioni nelle figure e nelle tabelle allegate; per eventuali dati o informazioni mancanti, effettui le scelte e le ipotesi ritenute più opportune, giustificandole.

Temperatura T [°C]	Solubilità S_a [laria/ m ³ acqua]
0°	29,2
10°	22,8

20°	18,7
30°	15,7

Tabella 2: Valori di solubilità in saturazione dell'aria in acqua a pressione atmosferica (valori ridotti a 0°C e 760 mm Hg)

Tema 3 Civile e Ambientale

Si deve progettare l'intervento mostrato nelle Figure 1 e 2, che consiste nella realizzazione di un ampliamento di un edificio esistente mediante una struttura monopiano, strutturalmente indipendente e separata tramite giunto, destinata a ospitare i servizi di supporto. L'ampliamento ha dimensioni in pianta di 5 m x 5.5 m e presenta una copertura piana. La sua struttura è costituita da quattro pilastri e quattro travi come mostrato schematicamente in Figura 3. La struttura è da progettare nei confronti dei soli carichi verticali (sisma evento esclusi).

Le dimensioni di travi e pilastri nella Figura 3 sono indicative e possono essere modificate dal candidato in base al progetto effettuato, senza però modificare la geometria complessiva della

Si richiede di effettuare la progettazione della struttura in ca, in conformità con le norme tecniche vigenti (Norme Tecniche per le Costruzioni, DM 17.01.2018 - NTC2018). In particolare, si chiede di:

- Effettuare l'analisi dei carichi sulla copertura ipotizzando un pacchetto di solaio compatibile tale destinazione d'uso. Per la quantificazione dei carichi variabili, si consideri che la struttura si trova a Modena.
- Valutare le sollecitazioni interne sul solaio e su uno dei due telai principali.
- Effettuare le verifiche di resistenza di almeno una trave e un pilastro, in accordo con il metodo degli stati limite.
- Eseguire elaborati grafici schematici che mostrino la posizione delle armature calcolate, specificando i dettagli necessari per rendere il progetto conforme alle NTC2018.

Si consideri che la quota dell'estradosso delle fondazioni, non rappresentate in Figura 2, è posta a 40 cm al di sotto del piano campagna.

Le quote delle figure sono in cm. Qualunque dato mancante può essere assunto dal candidato previa opportuna giustificazione.

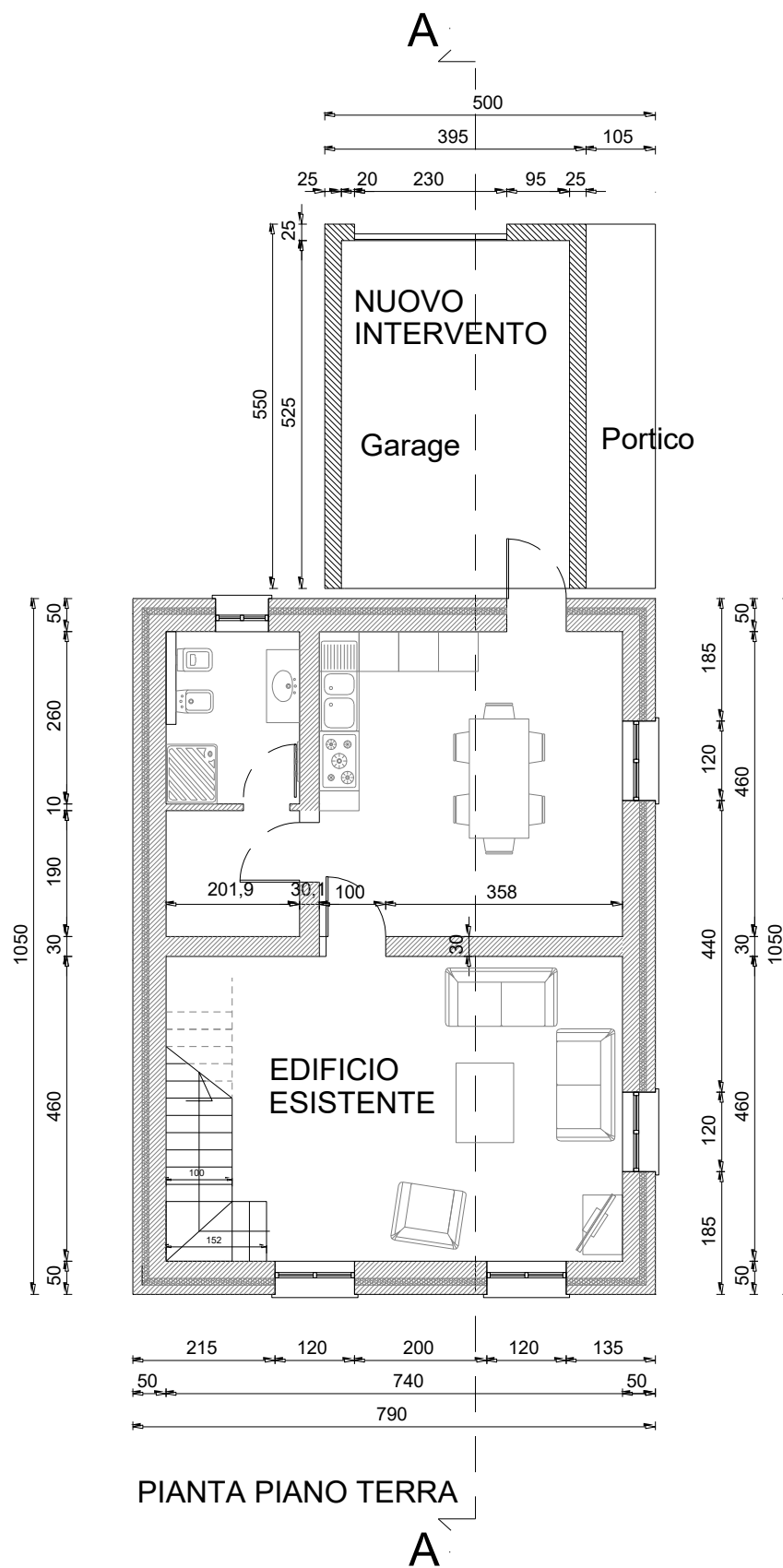
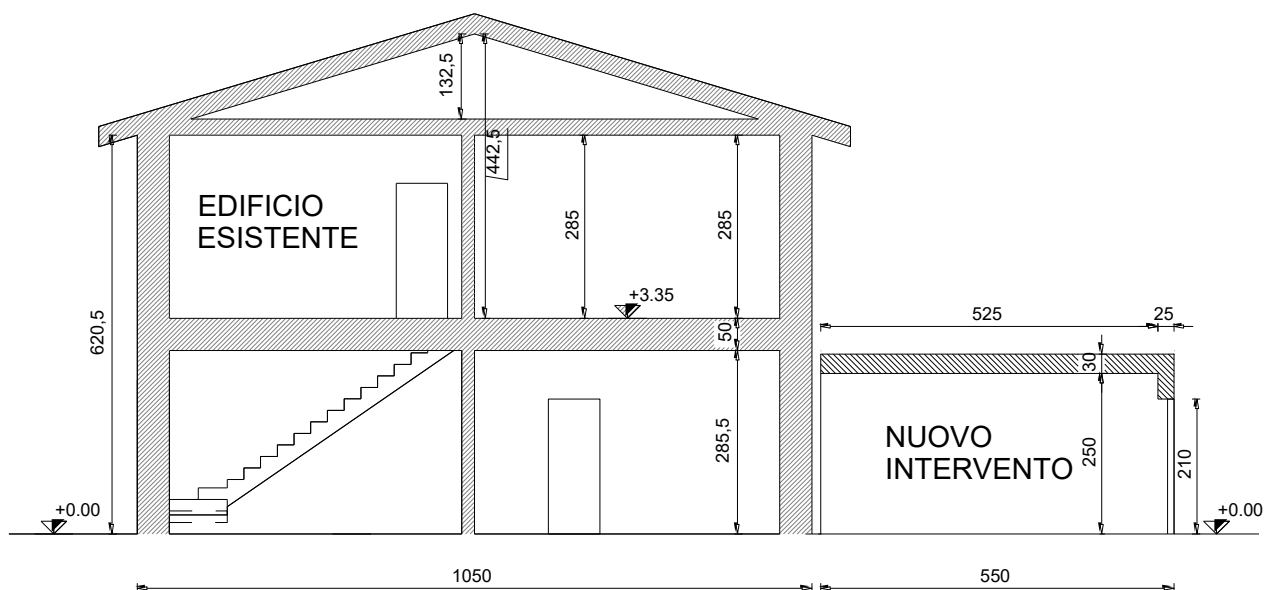


Figura 1. Oggetto dell'intervento: pianta



SEZIONE A-A

Figura 2. Oggetto dell'intervento: sezione

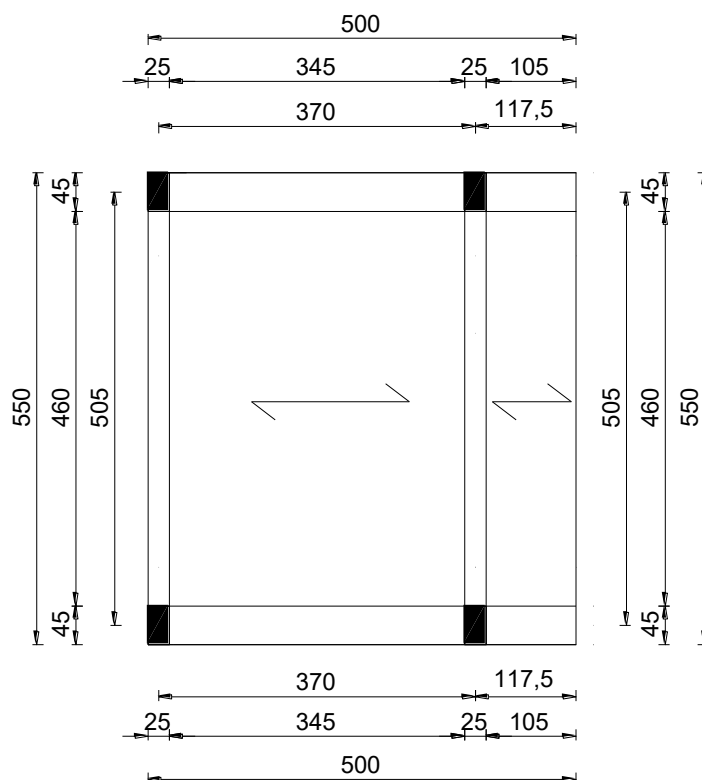


Figura 3. Pianta schematica della struttura oggetto di progettazione

Pagina

intenzionalmente

bianca

**Esame di stato per l'abilitazione all'esercizio delle professioni di Ingegnere
presso l'Università degli Studi di Modena e Reggio Emilia**

Sez. B anno 2025 Seconda Sessione

Quarta prova – 13 gennaio 2026

Durata: 6 ore

Settore Industriale

Il candidato deve scegliere fra uno dei due temi proposti; si informa che le procedure di risoluzione, la correttezza dei risultati, la capacità di sintesi, l'ordine e la chiarezza espositiva costituiranno elementi di valutazione.

Tema 1 Industriale

La trasmissione meccanica mostrata in Figura 1 è azionata da un motore elettrico che fornisce una potenza nominale di 12 kW alla velocità di rotazione di 2800 giri/min. Il motore trasmette il moto all'albero 2 mediante una trasmissione a cinghia piatta. L'albero di trasmissione trasferisce successivamente la potenza all'utilizzatore finale tramite una coppia di ruote coniche a denti dritti. Scegliendo e giustificando opportunamente i dati mancanti, si richiede di:

- Calcolare il momento torcente disponibile all'utilizzatore.
- Progettare l'albero di trasmissione a resistenza a fatica, adottando un coefficiente di sicurezza pari a 2.5.
- Selezionare i cuscinetti da catalogo, compatibilmente con gli ingombri e i carichi dell'applicazione.
- Disegnare il profilo completo dell'albero, indicando tutte le quote e le informazioni necessarie.

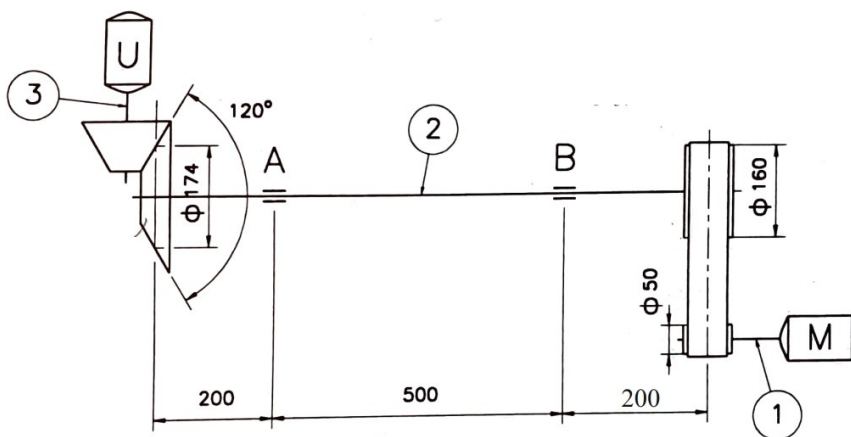


Figura 1. Trasmissione meccanica con pulegge e ruote coniche.

Tema 2 Industriale

Si deve progettare la rete di distribuzione idrica per un reparto industriale. L'acqua viene prelevata da una vasca interrata (V), a pelo libero, e spinta da una pompa centrifuga (P) verso un collettore principale orizzontale, dal quale si staccano 5 diramazioni per alimentare altrettante utenze.

Riferimento Altimetrico:

- Quota 0,00 m: Asse della pompa (livello del pavimento sala macchine).
- Tutte le quote fornite sono relative a questo riferimento.

La rete è costituita dai seguenti elementi (si veda lo schema in Figura 1):

1. Aspirazione: Dalla vasca alla pompa.
2. Collettore Principale: Una tubazione che corre lungo il capannone. I nodi A – E sono i punti in cui il collettore principale si congiunge con le tubazioni secondarie.
3. Diramazioni: Tratti di tubazione che partono dal nodo (es. nodo A) e arrivano all'utenza (es. U1).

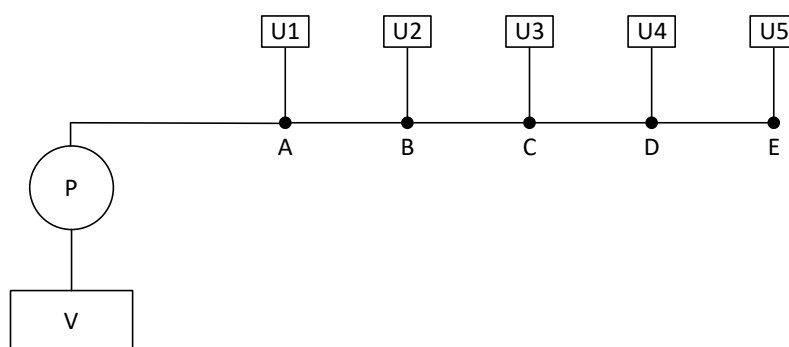


Figura 1: Schema di massima di un impianto di distribuzione acqua industriale (schema non in scala). V: Vasca a pelo libero. P: Pompa centrifuga. A – E: Nodi. U1 – U5: Utenze.

Il collettore principale è installato su un rack (struttura di sostegno aerea) ad una quota costante rispetto al pavimento. Il pelo libero della vasca di aspirazione si trova a quota -3,0 m, mentre i nodi A – E si trovano tutti alla quota +4,0 m. I tratti del collettore principale hanno le seguenti lunghezze: V-P = 5,0 m; P-A = 12,0 m; A-B = 10,0 m; B-C = 8,0 m; C-D = 8,0 m; D-E = 6,0 m.

Tabella 1 mostra i dati relativi alle utenze e alle diramazioni.

Utenza	Nodo di prelievo	Portata [l/h]	Pressione richiesta [bar]	Quota utenza [m]	Lunghezza diramazione (dal nodo all'utenza) [m]
U1	A	3.500	2,0	+1,0	5,0
U2	B	5.000	2,5	+6,0	4,0
U3	C	2.500	1,8	+1,0	5,0
U4	D	4.000	3,0	+4,0	2,0
U5	E	6.000	2,0	+1,5	6,0

Tabella 1: Dati utenze e diramazioni.

Altri dati di progetto:

- Fluido: Acqua a 20°C.
- Perdite localizzate (coefficienti di perdita adimensionali):
 - Curva 90°: 0,5.

- “T” di passaggio (lungo il collettore): 0,2.
- “T” di derivazione (dal nodo verso l'utenza): 1,3.
- Valvole: Incluse nelle lunghezze dei tratti in termini di “lunghezze equivalenti”.

Al Candidato è richiesto di:

1. Individuare l'utenza sfavorita.
2. Dimensionare le tubazioni.
3. Determinare la prevalenza richiesta alla pompa (P).
4. Effettuare la verifica alla cavitazione della pompa (P), sapendo che NPSH richiesto è 4 m.

Il Candidato introduca eventuali assunzioni aggiuntive necessarie per il soddisfacimento delle richieste.

r = perdite di carico continue, mm c.a./m										G = portate, l/h										v = velocità, m/s																			
r	Ø	3/8"	1/2"	3/4"	1"	1 1/4"	1 1/2"	2"	2 1/2"	3"	4"	5"	6"	Ø	r	Ø	3/8"	1/2"	3/4"	1"	1 1/4"	1 1/2"	2"	2 1/2"	3"	4"	5"	6"	Ø	r									
2	G	49	97	208	383	802	1.204	2.267	4.516	6.924	14.015	24.582	39.720	G	2	G	49	97	208	383	802	1.204	2.267	4.516	6.924	14.015	24.582	39.720	G	2									
	v	0,11	0,13	0,15	0,18	0,22	0,24	0,28	0,34	0,38	0,45	0,52	0,59	v		0,11	0,13	0,15	0,18	0,22	0,24	0,28	0,34	0,38	0,45	0,52	0,59	v	0,11		0,13	0,15	0,18	0,22	0,24	0,28	0,34	0,38	0,45
4	G	71	140	301	555	1.162	1.744	3.285	6.542	10.030	20.304	35.612	57.542	G	4	G	71	140	301	555	1.162	1.744	3.285	6.542	10.030	20.304	35.612	57.542	G	4									
	v	0,16	0,18	0,22	0,26	0,32	0,35	0,41	0,49	0,54	0,65	0,75	0,85	v		0,16	0,18	0,22	0,26	0,32	0,35	0,41	0,49	0,54	0,65	0,75	0,85	v	0,16		0,18	0,22	0,26	0,32	0,35	0,41	0,49	0,54	0,65
6	G	88	174	374	690	1.444	2.166	4.080	8.126	12.459	25.220	44.235	71.474	G	6	G	88	174	374	690	1.444	2.166	4.080	8.126	12.459	25.220	44.235	71.474	G	6									
	v	0,19	0,23	0,28	0,32	0,39	0,43	0,51	0,61	0,68	0,81	0,93	1,05	v		0,19	0,23	0,28	0,32	0,39	0,43	0,51	0,61	0,68	0,81	0,93	1,05	v	0,19		0,23	0,28	0,32	0,39	0,43	0,51	0,61	0,68	0,81
8	G	103	203	436	804	1.684	2.526	4.758	9.477	14.531	29.414	51.591	83.361	G	8	G	103	203	436	804	1.684	2.526	4.758	9.477	14.531	29.414	51.591	83.361	G	8									
	v	0,22	0,27	0,32	0,38	0,46	0,51	0,59	0,71	0,79	0,94	1,09	1,23	v		0,22	0,27	0,32	0,38	0,46	0,51	0,59	0,71	0,79	0,94	1,09	1,23	v	0,22		0,27	0,32	0,38	0,46	0,51	0,59	0,71	0,79	0,94
10	G	115	229	491	906	1.897	2.846	5.362	10.678	16.372	33.142	58.130	93.926	G	10	G	115	229	491	906	1.897	2.846	5.362	10.678	16.372	33.142	58.130	93.926	G	10									
	v	0,25	0,30	0,37	0,43	0,51	0,57	0,67	0,80	0,89	1,06	1,23	1,38	v		0,25	0,30	0,37	0,43	0,51	0,57	0,67	0,80	0,89	1,06	1,23	1,38	v	0,25		0,30	0,37	0,43	0,51	0,57	0,67	0,80	0,89	1,06
12	G	127	253	541	999	2.091	3.138	5.911	11.771	18.049	36.536	64.083	103.545	G	12	G	127	253	541	999	2.091	3.138	5.911	11.771	18.049	36.536	64.083	103.545	G	12									
	v	0,28	0,33	0,40	0,47	0,57	0,63	0,74	0,88	0,98	1,17	1,35	1,53	v		0,28	0,33	0,40	0,47	0,57	0,63	0,74	0,88	0,98	1,17	1,35	1,53	v	0,28		0,33	0,40	0,47	0,57	0,63	0,74	0,88	0,98	1,17
14	G	138	274	588	1.085	2.271	3.407	6.418	12.783	19.600	39.676	69.589	112.442	G	14	G	138	274	588	1.085	2.271	3.407	6.418	12.783	19.600	39.676	69.589	112.442	G	14									
	v	0,30	0,36	0,44	0,51	0,62	0,68	0,80	0,96	1,06	1,27	1,47	1,66	v		0,30	0,36	0,44	0,51	0,62	0,68	0,80	0,96	1,06	1,27	1,47	1,66	v	0,30		0,36	0,44	0,51	0,62	0,68	0,80	0,96	1,06	1,27
16	G	149	295	632	1.165	2.439	3.659	6.894	13.729	21.051	42.612	74.740	120.765	G	16	G	149	295	632	1.165	2.439	3.659	6.894	13.729	21.051	42.612	74.740	120.765	G	16									
	v	0,33	0,39	0,47	0,55	0,66	0,73	0,86	1,03	1,14	1,37	1,58	1,78	v		0,33	0,39	0,47	0,55	0,66	0,73	0,86	1,03	1,14	1,37	1,58	1,78	v	0,33		0,39	0,47	0,55	0,66	0,73	0,86	1,03	1,14	1,37
18	G	158	314	673	1.241	2.598	3.897	7.342	14.622	22.419	45.383	79.599	128.616	G	18	G	158	314	673	1.241	2.598	3.897	7.342	14.622	22.419	45.383	79.599	128.616	G	18									
	v	0,35	0,41	0,50	0,58	0,71	0,78	0,92	1,09	1,22	1,46	1,68	1,90	v		0,35	0,41	0,50	0,58	0,71	0,78	0,92	1,09	1,22	1,46	1,68	1,90	v	0,35		0,41	0,50	0,58	0,71	0,78	0,92	1,09	1,22	1,46
20	G	167	332	712	1.313	2.748	4.123	7.767	15.469	23.719	48.013	84.212	136.071	G	20	G	167	332	712	1.313	2.748	4.123	7.767	15.469	23.719	48.013	84.212	136.071	G	20									
	v	0,37	0,44	0,53	0,62	0,75	0,83	0,97	1,16	1,29	1,54	1,78	2,01	v		0,37	0,44	0,53	0,62	0,75	0,83	0,97	1,16	1,29	1,54	1,78	2,01	v	0,37		0,44	0,53	0,62	0,75	0,83	0,97	1,16	1,29	1,54
22	G	176	349	749	1.382	2.892	4.339	8.173	16.278	24.959	50.524	88.616	143.186	G	22	G	176	349	749	1.382	2.892	4.339	8.173	16.278	24.959	50.524	88.616	143.186	G	22									
	v	0,39	0,46	0,56	0,65	0,78	0,87	1,02	1,22	1,36	1,62	1,87	2,11	v		0,39	0,46	0,56	0,65	0,78	0,87	1,02	1,22	1,36	1,62	1,87	2,11	v	0,39		0,46	0,56	0,65	0,78	0,87	1,02	1,22	1,36	1,62
24	G	184	366	784	1.447	3.030	4.545	8.563	17.053	26.148	52.930	92.837	150.006	G	24	G	184	366	784	1.447	3.030	4.545	8.563	17.053	26.148	52.930	92.837	150.006	G	24									
	v	0,40	0,48	0,58	0,68	0,82	0,91	1,07	1,27	1,42	1,70	1,96	2,21	v		0,40	0,48	0,58	0,68	0,82	0,91	1,07	1,27	1,42	1,70	1,96	2,21	v	0,40		0,48	0,58	0,68	0,82	0,91	1,07	1,27	1,42	1,70
26	G	193	382	819	1.511	3.162	4.744	8.937	17.799	27.291	55.245	96.897	156.566	G	26	G	193	382	819	1.511	3.162	4.744	8.937	17.799	27.291	55.245	96.897	156.566	G	26									
	v	0,42	0,50	0,61	0,71	0,86	0,95	1,12	1,33	1,48	1,77	2,04	2,31	v		0,42	0,50	0,61	0,71	0,86	0,95	1,12	1,33	1,48	1,77	2,04	2,31	v	0,42		0,50	0,61	0,71	0,86	0,95	1,12	1,33	1,48	1,77
28	G	200	397	852	1.572	3.290	4.936	9.298	18.519	28.394	57.478	100.814	162.895	G	28	G	200	397	852	1.572	3.290	4.936	9.298	18.519	28.394	57.478	100.814	162.895	G	28									
	v	0,44	0,52	0,63	0,74	0,89	0,99	1,16	1,38	1,54	1,84	2,13	2,40	v		0,44	0,52	0,63	0,74	0,89	0,99	1,16	1,38	1,54	1,84	2,13	2,40	v	0,44		0,52	0,63	0,74	0,89	0,99	1,16	1,38	1,54	1,84
30	G	208	412	884	1.631	3.414	5.121	9.648	19.215	29.462	59.638	104.603	169.017	G	30	G	208	412	884	1.631	3.414	5.121	9.648	19.215	29.462	59.638	104.603	169.017	G	30									
	v	0,46	0,54	0,66	0,77	0,93	1,03	1,21	1,44	1,60	1,91	2,21	2,49	v		0,46	0,54	0,66	0,77	0,93	1,03	1,21	1,44	1,60	1,91	2,21	2,49	v	0,46		0,54	0,66	0,77	0,93	1,03	1,21	1,44	1,60	1,91
35	G	226	448	960	1.771	3.707	5.561	10.477	20.866	31.993	64.763	113.591	183.540	G	35	G	226	448	960	1.771	3.707	5.561	10.477	20.866	31.993	64.763	113.591	183.540	G	35									
	v	0,49	0,59	0,71	0,83	1,01	1,12	1,31	1,56	1,74	2,08	2,40	2,71	v		0,49	0,59	0,71	0,83	1,01	1,12	1,31	1,56	1,74	2,08	2,40	2,71	v	0,49		0,59	0,71	0,83	1,01	1,12	1,31	1,56	1,74	2,08
40	G	242	481	1.031	1.902	3.982	5.973	11.252	22.410	34.361	69.556	121.999	197.126	G	40	G	242	481	1.031	1.902	3.982	5.973	11.252	22.410	34.361	69.556	121.999	197.126	G	40									
	v	0,53	0,63	0,77	0,90	1,08	1,20	1,41	1,67	1,87	2,23	2,57	2,91	v		0,53	0,63	0,77	0,90	1,08	1,20	1,41	1,67	1,87	2,23	2,57	2,91	v	0,53		0,63	0,77	0,90	1,08	1,20	1,41	1,67	1,87	2,23
45	G	258	512	1.098	2.026	4.241	6.361	11.984	23.867	36.595	74.078	129.930	209.941	G	45	G	258	512	1.098	2.026	4.241	6.361	11.984	23.867	36.595	74.078	129.930	209.941	G	45									
	v	0,57	0,67	0,82	0,95	1,15	1,28	1,50	1,78	1,99	2,38	2,74	3,09	v		0,57	0,67	0,82	0,95	1,15	1,28	1,50	1,78	1,99	2,38	2,74	3,09	v	0,57		0,67	0,82	0,95	1,15	1,28	1,50	1,78	1,99	2,38
50	G	273	542	1.162	2.143	4.486	6.730																																

