

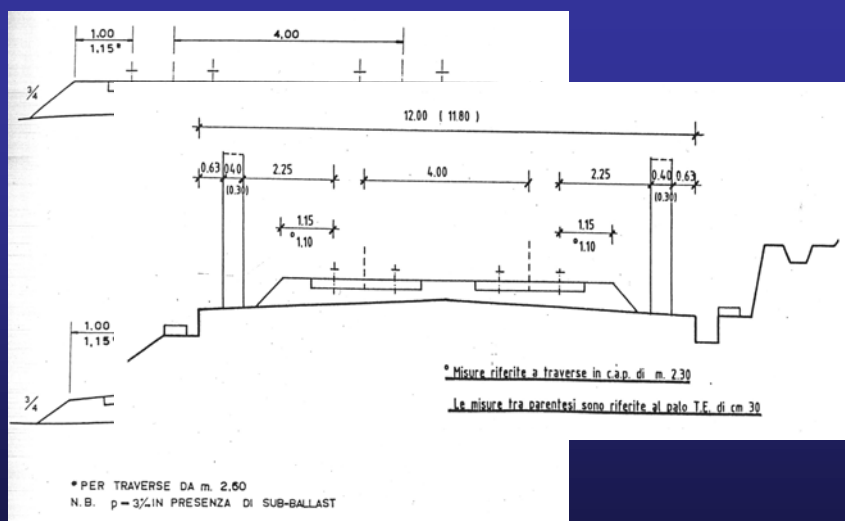
Dip.to DISTART - Università di Bologna



# LE FERROVIE

Prof. Ing. Giulio Dondi

## Il corpo stradale ferroviario Sezioni tipo





## Caratteristiche generali di tracciato

SOPRAELEVAZIONE

$$h = h(V_{\max}, R, a_c)$$

$$a_c < 0.6 \text{ m/s}^2$$

IN CURVA

$$V < 160 \text{ Km/h}$$

$$h_{\max} = 16 \text{ cm}$$

$$V > 160 \text{ Km/h}$$

$$a_{\text{centripeta @ } 80 \text{ km/h}} = 0.6 \text{ m/s}^2$$

Per raggi di curvatura superiori a quelli corrispondenti alla massima sopraelevazione l'accelerazione non compensata non vale  $0.6 \text{ m/s}^2$ ; viene ridotta in proporzione alla sopraelevazione:

$$a_{nc} = \frac{h}{h_{\max}} 0.6 \text{ m/s}^2$$

## Caratteristiche generali di tracciato

RACCORDI PARABOLICI DI TRANSIZIONE

Tra rettili e curve viene inserito un raccordo a forma di parabola cubica  $y = \frac{x^3}{6RL}$   
L'inserimento avviene conservando il centro della curva circolare

primitiva e spostando questa verso l'interno di

$$m = \frac{L^2}{24R}$$

L = lunghezza raccordo [m]

R = raggio curva definitiva [m]

V < 160 Km/h

La lunghezza del raccordo si calcola fissando il valore della pendenza delle rampe di raccordo in funzione della velocità:

2,0 ‰ per velocità fino a 75 Km/h;

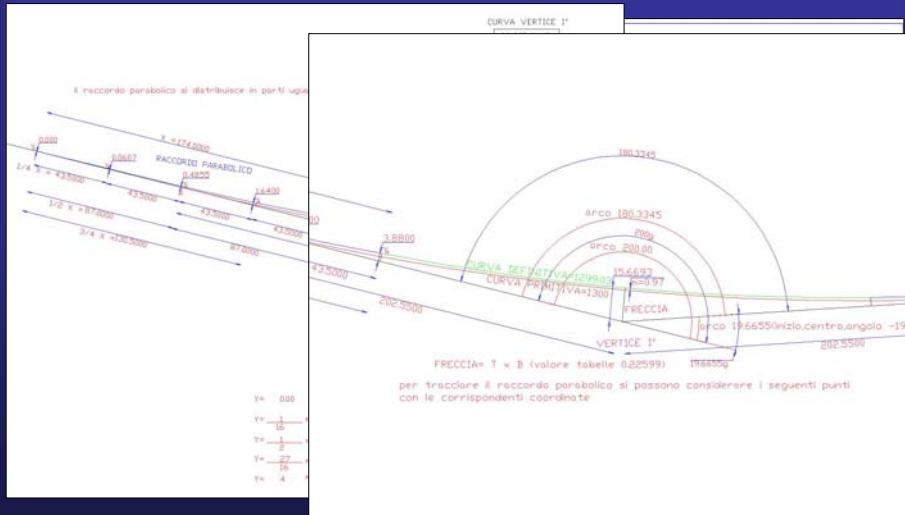
1,5 ‰ per velocità fino a 100 Km/h;

1,0 ‰ per velocità superiori a 100 Km/h.

Nel potenziamento di impianti esistenti si possono utilizzare valori leggermente superiori.

# Caratteristiche generali di tracciato

## RACCORDI PARABOLICI DI TRANSIZIONE



# Caratteristiche generali di tracciato

## RACCORDI PARABOLICI DI TRANSIZIONE

$V > 160 \text{ Km/h}$

La lunghezza di raccordo si determina imponendo che la variazione dell'accelerazione trasversale non compensata sia minore di  $0.15 \text{ m/s}^3$ .



# Caratteristiche generali di tracciato

**TABELLA 1**

Vmax km/h tr ord.	RAGGI CORRISPONDENTI ALLE SOPRAELEVAZIONI															RACCORDI PARABOLICI (in m) IN FUNZIONE DELLE PENDENZE E DELLE SOPRAELEVAZIONI									
	SOPRAELEVAZIONE in cm															PENDENZE NORMALI				PENDENZE ECCEZIONALI					
	16	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	VELOCITA' (km/h)		VELOCITA' (km/h)		VELOCITA' (km/h)				
	16	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	1%	1.5%	2%	1.25%	1.5%	1.75%	2%	2.25%	2.5%
50	114 <sup>4</sup>	123 <sup>1</sup>	132 <sup>4</sup>	141 <sup>4</sup>	150 <sup>1</sup>	160 <sup>1</sup>	170 <sup>1</sup>	180 <sup>1</sup>	190 <sup>1</sup>	200 <sup>1</sup>	210 <sup>1</sup>	220 <sup>1</sup>	230 <sup>1</sup>	240 <sup>1</sup>	250 <sup>1</sup>	260 <sup>1</sup>	420	430	440	450	460	470	480	490	500
55	119	128 <sup>1</sup>	137 <sup>1</sup>	146 <sup>1</sup>	155 <sup>1</sup>	164 <sup>1</sup>	173 <sup>1</sup>	182 <sup>1</sup>	191 <sup>1</sup>	200 <sup>1</sup>	209 <sup>1</sup>	218 <sup>1</sup>	227 <sup>1</sup>	236 <sup>1</sup>	245 <sup>1</sup>	254 <sup>1</sup>	430	440	450	460	470	480	490	500	510
60	124	133 <sup>1</sup>	142 <sup>1</sup>	151 <sup>1</sup>	160 <sup>1</sup>	169 <sup>1</sup>	178 <sup>1</sup>	187 <sup>1</sup>	196 <sup>1</sup>	205 <sup>1</sup>	214 <sup>1</sup>	223 <sup>1</sup>	232 <sup>1</sup>	241 <sup>1</sup>	250 <sup>1</sup>	259 <sup>1</sup>	440	450	460	470	480	490	500	510	520
65	129	138 <sup>1</sup>	147 <sup>1</sup>	156 <sup>1</sup>	165 <sup>1</sup>	174 <sup>1</sup>	183 <sup>1</sup>	192 <sup>1</sup>	201 <sup>1</sup>	210 <sup>1</sup>	219 <sup>1</sup>	228 <sup>1</sup>	237 <sup>1</sup>	246 <sup>1</sup>	255 <sup>1</sup>	264 <sup>1</sup>	450	460	470	480	490	500	510	520	530
70	134	143 <sup>1</sup>	152 <sup>1</sup>	161 <sup>1</sup>	170 <sup>1</sup>	179 <sup>1</sup>	188 <sup>1</sup>	197 <sup>1</sup>	206 <sup>1</sup>	215 <sup>1</sup>	224 <sup>1</sup>	233 <sup>1</sup>	242 <sup>1</sup>	251 <sup>1</sup>	260 <sup>1</sup>	269 <sup>1</sup>	460	470	480	490	500	510	520	530	540
75	139	148 <sup>1</sup>	157 <sup>1</sup>	166 <sup>1</sup>	175 <sup>1</sup>	184 <sup>1</sup>	193 <sup>1</sup>	202 <sup>1</sup>	211 <sup>1</sup>	220 <sup>1</sup>	229 <sup>1</sup>	238 <sup>1</sup>	247 <sup>1</sup>	256 <sup>1</sup>	265 <sup>1</sup>	274 <sup>1</sup>	470	480	490	500	510	520	530	540	550
80	144	153 <sup>1</sup>	162 <sup>1</sup>	171 <sup>1</sup>	180 <sup>1</sup>	189 <sup>1</sup>	198 <sup>1</sup>	207 <sup>1</sup>	216 <sup>1</sup>	225 <sup>1</sup>	234 <sup>1</sup>	243 <sup>1</sup>	252 <sup>1</sup>	261 <sup>1</sup>	270 <sup>1</sup>	279 <sup>1</sup>	480	490	500	510	520	530	540	550	560
85	149	158 <sup>1</sup>	167 <sup>1</sup>	176 <sup>1</sup>	185 <sup>1</sup>	194 <sup>1</sup>	203 <sup>1</sup>	212 <sup>1</sup>	221 <sup>1</sup>	230 <sup>1</sup>	239 <sup>1</sup>	248 <sup>1</sup>	257 <sup>1</sup>	266 <sup>1</sup>	275 <sup>1</sup>	284 <sup>1</sup>	490	500	510	520	530	540	550	560	570
90	154	163 <sup>1</sup>	172 <sup>1</sup>	181 <sup>1</sup>	190 <sup>1</sup>	199 <sup>1</sup>	208 <sup>1</sup>	217 <sup>1</sup>	226 <sup>1</sup>	235 <sup>1</sup>	244 <sup>1</sup>	253 <sup>1</sup>	262 <sup>1</sup>	271 <sup>1</sup>	280 <sup>1</sup>	289 <sup>1</sup>	500	510	520	530	540	550	560	570	580
95	159	168 <sup>1</sup>	177 <sup>1</sup>	186 <sup>1</sup>	195 <sup>1</sup>	204 <sup>1</sup>	213 <sup>1</sup>	222 <sup>1</sup>	231 <sup>1</sup>	240 <sup>1</sup>	249 <sup>1</sup>	258 <sup>1</sup>	267 <sup>1</sup>	276 <sup>1</sup>	285 <sup>1</sup>	294 <sup>1</sup>	510	520	530	540	550	560	570	580	590
100	164	173 <sup>1</sup>	182 <sup>1</sup>	191 <sup>1</sup>	200 <sup>1</sup>	209 <sup>1</sup>	218 <sup>1</sup>	227 <sup>1</sup>	236 <sup>1</sup>	245 <sup>1</sup>	254 <sup>1</sup>	263 <sup>1</sup>	272 <sup>1</sup>	281 <sup>1</sup>	290 <sup>1</sup>	299 <sup>1</sup>	520	530	540	550	560	570	580	590	600
105	169	178 <sup>1</sup>	187 <sup>1</sup>	196 <sup>1</sup>	205 <sup>1</sup>	214 <sup>1</sup>	223 <sup>1</sup>	232 <sup>1</sup>	241 <sup>1</sup>	250 <sup>1</sup>	259 <sup>1</sup>	268 <sup>1</sup>	277 <sup>1</sup>	286 <sup>1</sup>	295 <sup>1</sup>	304 <sup>1</sup>	530	540	550	560	570	580	590	600	610
110	174	183 <sup>1</sup>	192 <sup>1</sup>	201 <sup>1</sup>	210 <sup>1</sup>	219 <sup>1</sup>	228 <sup>1</sup>	237 <sup>1</sup>	246 <sup>1</sup>	255 <sup>1</sup>	264 <sup>1</sup>	273 <sup>1</sup>	282 <sup>1</sup>	291 <sup>1</sup>	300 <sup>1</sup>	309 <sup>1</sup>	540	550	560	570	580	590	600	610	620
115	179	188 <sup>1</sup>	197 <sup>1</sup>	206 <sup>1</sup>	215 <sup>1</sup>	224 <sup>1</sup>	233 <sup>1</sup>	242 <sup>1</sup>	251 <sup>1</sup>	260 <sup>1</sup>	269 <sup>1</sup>	278 <sup>1</sup>	287 <sup>1</sup>	296 <sup>1</sup>	305 <sup>1</sup>	314 <sup>1</sup>	550	560	570	580	590	600	610	620	630
120	184	193 <sup>1</sup>	202 <sup>1</sup>	211 <sup>1</sup>	220 <sup>1</sup>	229 <sup>1</sup>	238 <sup>1</sup>	247 <sup>1</sup>	256 <sup>1</sup>	265 <sup>1</sup>	274 <sup>1</sup>	283 <sup>1</sup>	292 <sup>1</sup>	301 <sup>1</sup>	310 <sup>1</sup>	319 <sup>1</sup>	560	570	580	590	600	610	620	630	640
125	189	198 <sup>1</sup>	207 <sup>1</sup>	216 <sup>1</sup>	225 <sup>1</sup>	234 <sup>1</sup>	243 <sup>1</sup>	252 <sup>1</sup>	261 <sup>1</sup>	270 <sup>1</sup>	279 <sup>1</sup>	288 <sup>1</sup>	297 <sup>1</sup>	306 <sup>1</sup>	315 <sup>1</sup>	324 <sup>1</sup>	570	580	590	600	610	620	630	640	650
130	194	203 <sup>1</sup>	212 <sup>1</sup>	221 <sup>1</sup>	230 <sup>1</sup>	239 <sup>1</sup>	248 <sup>1</sup>	257 <sup>1</sup>	266 <sup>1</sup>	275 <sup>1</sup>	284 <sup>1</sup>	293 <sup>1</sup>	302 <sup>1</sup>	311 <sup>1</sup>	320 <sup>1</sup>	329 <sup>1</sup>	580	590	600	610	620	630	640	650	660
135	199	208 <sup>1</sup>	217 <sup>1</sup>	226 <sup>1</sup>	235 <sup>1</sup>	244 <sup>1</sup>	253 <sup>1</sup>	262 <sup>1</sup>	271 <sup>1</sup>	280 <sup>1</sup>	289 <sup>1</sup>	298 <sup>1</sup>	307 <sup>1</sup>	316 <sup>1</sup>	325 <sup>1</sup>	334 <sup>1</sup>	590	600	610	620	630	640	650	660	670
140	204	213 <sup>1</sup>	222 <sup>1</sup>	231 <sup>1</sup>	240 <sup>1</sup>	249 <sup>1</sup>	258 <sup>1</sup>	267 <sup>1</sup>	276 <sup>1</sup>	285 <sup>1</sup>	294 <sup>1</sup>	303 <sup>1</sup>	312 <sup>1</sup>	321 <sup>1</sup>	330 <sup>1</sup>	339 <sup>1</sup>	600	610	620	630	640	650	660	670	680
145	209	218 <sup>1</sup>	227 <sup>1</sup>	236 <sup>1</sup>	245 <sup>1</sup>	254 <sup>1</sup>	263 <sup>1</sup>	272 <sup>1</sup>	281 <sup>1</sup>	290 <sup>1</sup>	299 <sup>1</sup>	308 <sup>1</sup>	317 <sup>1</sup>	326 <sup>1</sup>	335 <sup>1</sup>	344 <sup>1</sup>	610	620	630	640	650	660	670	680	690
150	214	223 <sup>1</sup>	232 <sup>1</sup>	241 <sup>1</sup>	250 <sup>1</sup>	259 <sup>1</sup>	268 <sup>1</sup>	277 <sup>1</sup>	286 <sup>1</sup>	295 <sup>1</sup>	304 <sup>1</sup>	313 <sup>1</sup>	322 <sup>1</sup>	331 <sup>1</sup>	340 <sup>1</sup>	349 <sup>1</sup>	620	630	640	650	660	670	680	690	700

# Caratteristiche generali di tracciato

INSUFFICIENZA DI SOPRAELEVAZIONE  $H_i = 9.2 \text{ CM}$  - ACCELERAZIONE NON COMPENSATA  $AC = 0.60 \text{ M/SEC}^2$  -  
 ECCESSO DI SOPRAELEVAZIONE  $H_e = 9.2 \text{ CM}$  - VARIAZIONE DELL'ACCELERAZIONE NON COMPENSATA  $DAC = 0.15 \text{ M/SEC}^2$  -  
 VELOCITA' DEI TRENI MERCI  $V_M = 80 \text{ KM/H}$

**TABELLA DEI RAGGI CORRISPONDENTI ALLE SOPRAELEVAZIONI PER LINEE A CIRCOLAZIONE MISTA**

VMAX	HMAX	RMIN	RAGGI CORRISPONDENTI ALLE SOPRAELEVAZIONI PER LINEE A CIRCOLAZIONE MISTA																													
KM/H	CM	CM	15.0	14.5	14.0	13.5	13.0	12.5	12.0	11.5	11.0	10.5	10.0	9.5	9.0	8.5	8.0	7.5	7.0	6.5	6.0	5.5	5.0	4.5	4.0	3.5	3.0	2.5	2.0	1.5	1.0	0.5
160	15.33	1231	259	1302	1349	1398	1452	1510	1573	1642	1716	1794	1881	1978	2084	2200	2327	2466	2617	2781	2959	3153	3363	3590	3834	4096	4377	4677	5006	5364	5752	6170
165	14.85	1335	1368	1417	1469	1526	1587	1653	1725	1803	1889	1984	2088	2204	2334	2480	2645	2834	3052	3304	3587	3909	4274	4685	5147	5665	6244	6890	7610	8411	9300	10286
170	14.4	1413	1488	1563	1642	1726	1815	1910	2012	2122	2241	2370	2510	2662	2828	3010	3210	3439	3699	4004	4358	4765	5239	5785	6409	7117	7917	8817	9827	10958	12210	13594
175	14.06	1554	1640	1726	1816	1911	2013	2123	2242	2372	2513	2666	2833	3016	3217	3448	3712	4013	4355	4743	5183	5681	6245	6883	7604	8417	9333	10364	11521	12815	14257	15858
180	13.73	1657	1756	1857	1962	2073	2191	2317	2453	2600	2759	2933	3124	3334	3566	3833	4139	4488	4885	5335	5845	6421	7071	7804	8631	9564	10614	11794	13107	14566	16184	17972
185	13.43	1784	1894	2007	2125	2249	2380	2520	2669	2839	3030	3244	3484	3753	4055	4404	4805	5263	5785	6377	7047	7804	8659	9624	10711	11934	13306	14840	16550	18451	20568	22917
190	13.16	1905	2027	2154	2287	2427	2575	2734	2904	3097	3316	3564	3845	4163	4522	4928	5396	5933	6547	7247	8044	8949	10000	11130	12359	13709	15193	16827	18637	20640	22864	25338
195	12.92	2028	2162	2301	2446	2600	2764	2939	3136	3358	3609	3894	4218	4586	4995	5453	5970	6555	7217	7974	8847	9847	10996	12307	13703	15200	16815	18567	20475	22660	25053	27686
200	12.70	2155	2300	2450	2607	2774	2952	3143	3359	3604	3884	4205	4574	4989	5458	5990	6594	7280	8069	8982	10041	11200	12484	13909	15493	17254	19201	21354	23734	26372	29299	32546
205	12.51	2285	2442	2604	2773	2953	3147	3358	3590	3850	4144	4479	4854	5270	5727	6236	6809	7457	8201	9072	10094	11291	12600	14040	15631	17394	19351	21524	23934	26603	29551	32809
210	12.32	2418	2588	2763	2947	3144	3358	3594	3859	4159	4502	4888	5317	5799	6336	6939	7619	8387	9267	10283	11470	12854	14464	16220	18153	20286	22642	25244	28116	31282	34767	38604
215	12.16	2554	2737	2926	3125	3337	3566	3819	4099	4414	4772	5174	5621	6125	6698	7343	8074	8905	9851	10947	12210	13670	15360	17303	19529	22071	24862	27937	31329	35074	39207	43764
220	12.00	2693	2890	3092	3301	3524	3766	4034	4338	4680	5071	5513	6018	6589	7230	7955	8780	9721	10794	12027	13439	15064	16935	19094	21584	24440	27607	31129	35049	39412	44254	49614
225	11.86	2836	3047	3263	3490	3734	4000	4291	4619	4986	5401	5876	6414	7019	7697	8455	9310	10290	11424	12743	14289	16094	18193	20631	23444	26667	30247	34231	38665	43604	49104	55224
230	11.73	2982	3207	3438	3681	3942	4225	4536	4886	5280	5731	6244	6825	7480	8216	9051	10003	11092														

## Caratteristiche generali di tracciato

### RACCORDI ALTIMETRICI E PENDENZE

Le livellette sono raccordate da curve circolari senza interposizione di raccordi di transizione. Il valore del raggio di tali raccordi è determinato dall'accelerazione verticale pari ad  $a = 0.3 \text{ m/s}^2$  per una velocità pari alla velocità di tracciato.

Il raggio minimo è determinato dalla relazione (A.V.)  $R = \frac{V_{\text{max}}^2}{12.96a}$   
con V in Km/h ed a in  $\text{m/s}^2$ .

Per la rete a traffico lento la relazione per determinare il raggio è  $R = \frac{V^2}{2}$   
con V in Km/h.

R deve comunque essere maggiore di 3000 m per basse velocità.

## Caratteristiche generali di tracciato

### RACCORDI ALTIMETRICI E PENDENZE

La pendenza longitudinale si esprime in "per mille" ‰.

La pendenza longitudinale si calcola, per curve di raggio  $< 1000 \text{ m}$ , aggiungendo alla pendenza geometrica la resistenza addizionale trovando così la pendenza longitudinale "compensata". Essa dovrà essere minore del valore ammesso per la linea.

R [m]	1000	900	800	700	600	500	450	400	350	300	250	200	180
Resistenza addizionale [Kg/t]	0.5	0.6	0.8	1.0	1.2	1.5	1.7	2.0	2.4	2.8	3.4	4.2	4.5

## Caratteristiche generali di tracciato

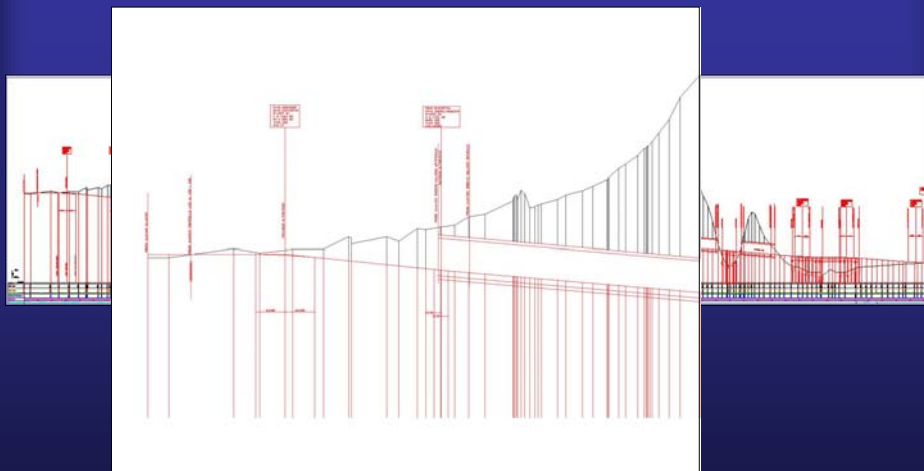
RACCORDI ALTIMETRICI E PENDENZE



Ferrovia del Bernina, viadotto elicoidale.

## Caratteristiche generali di tracciato

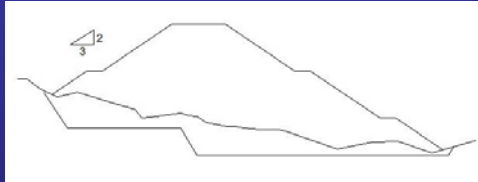
RACCORDI ALTIMETRICI E PENDENZE



## Caratteristiche generali di tracciato

### REALIZZAZIONE DEL RILEVATO

- scotico per almeno 50 cm e sostituzione con pietrischetto tra 4 e 20 mm;
- pendenza delle scarpate 2/3 ;
- banche di larghezza minima 2,00 m ogni 6,00 m di altezza;
- per pendenze trasversali maggiori 15%, gradonatura sul piano di fondazione;
- ricopertura del rilevato con 30 cm di terreno vegetale per inerbimento.



## Opere di sostegno e di difesa

### TIPOLOGIE

Si utilizzano solamente muri di sostegno ad L in c.a. su fondazione diretta. Le fondazioni su pali sono da considerare solo se economicamente convenienti.

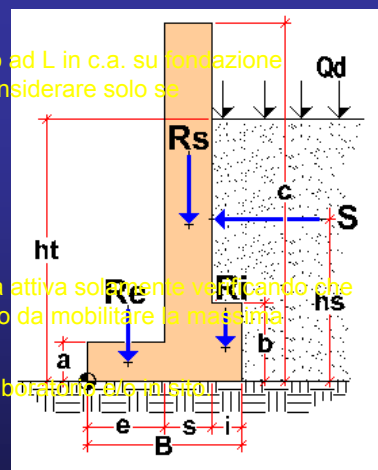
### CRITERI DI PROGETTO

#### SPINTA DEL TERRENO

Si potrà assumere la condizione di spinta attiva solamente verificando che l'opera possa ruotare e/o traslare in modo da mobilitare la massima resistenza a taglio.

Coesione ed attrito ricavati da prove di laboratorio su campioni.

Attrito muro/terreno pari a  $0,6 \phi$ .



## Opere di sostegno e di difesa

### CRITERI DI PROGETTO

#### SPINTA DEL TERRENO – dimensionamento struttura

- l'attrito muro/terreno sarà assente in caso di sisma;
- l'adesione muro terreno sarà considerata nulla sul paramento;
- nella verifica a slittamento l'adesione muro terreno sarà assunta nulla e non si terrà conto della spinta passiva a valle;
- la presenza di acqua nel terrapieno dovrà essere valutata in presenza di falda.

#### CARICHI E SOVRACCARICHI – dimensionamento struttura

- muri di sostegno della sede ferroviaria: 40 KN/mq (20 KN/mq in caso di sisma)
- muri di sostegno della sede viaria: 20 KN/mq (10 KN/mq in caso di sisma)

I valori del sovraccarico agenti sul muro andranno determinati tenendo conto della effettiva diffusione nel terreno dei carichi sopra citati. Tutte le opere provvisorie per il sostegno degli scavi devono essere dimensionate per resistere alle azioni statiche delle terre, ai sovraccarichi ed al sisma come le opere permanenti

## Opere di sostegno e di difesa

### CRITERI DI PROGETTO

#### TASSI DI LAVORO – dimensionamento struttura

Per le strutture in c.a. i calcoli di verifica verranno eseguiti con il metodo delle tensioni ammissibili.

Nelle verifiche a fessurazione l'apertura convenzionale delle fessure risulterà:

$\delta_t \leq 0.15$  mm per strutture a permanente contatto con il terreno o situate a distanza inferiore a 300 m dal mare o in zone industriali manifestamente note come aggressive (copriferro 4 cm)

$\delta_t \leq 0.3$  mm per tutte le altre.

Tali verifiche si intenderanno soddisfatte se i tassi di lavoro delle armature corrisponderanno a:

$\sigma_s \leq 160$  MPa per  $R_{ck} \geq 30$  MPa

$\sigma_s \leq 140$  MPa per  $R_{ck} < 30$  MPa

## Opere di sostegno e di difesa

### CRITERI DI PROGETTO

#### CAPACITA' PORTANTE DEL TERRENO

La capacità portante del terreno andrà valutata tenendo conto delle eccentricità e componenti tangenziali della risultante delle azioni sul muro.

Si terrà conto dell'inclinazione del terreno a valle del piano di fondazione e dell'inclinazione rispetto all'orizzontale del piano di appoggio

Per i muri di controripa la linea limite di ripartizione dei carichi di piattaforma (ipotizzata a 45°) non intersechi la suola di fondazione.

I moduli di reazione orizzontali del terreno dovranno essere dedotti da prove di laboratorio o in sito. Non sono ammesse fondazioni a taglione per garantirsi dallo scorrimento

## Opere di sostegno e di difesa

### CRITERI DI PROGETTO

#### PARATIE E TIRANTI

Calcolo delle paratie (>3m) condotto con metodi che tengano conto delle caratteristiche sforzi/deformazioni del terreno e non solo delle sue pressioni allo stato limite. L'uso di palancole in acciaio è limitato alle sole opere provvisorie. Le opere permanenti sono realizzate interamente in c.a.

I tiranti di ancoraggio possono essere utilizzati solo quando:

- protezione contro la corrosione;
- isolamento elettrico di ciascun tirante rispetto all'opera;
- testata che consenta la ripesatura a tempo indefinito;
- monitoraggio in esercizio degli spostamenti;
- possibilità di sostituzione di tutti i tiranti installati senza interruzioni di linea.

## Opere di sostegno e di difesa

### CRITERI DI PROGETTO

#### PARATIE E TIRANTI



## Opere di sostegno e di difesa

### CRITERI DI PROGETTO

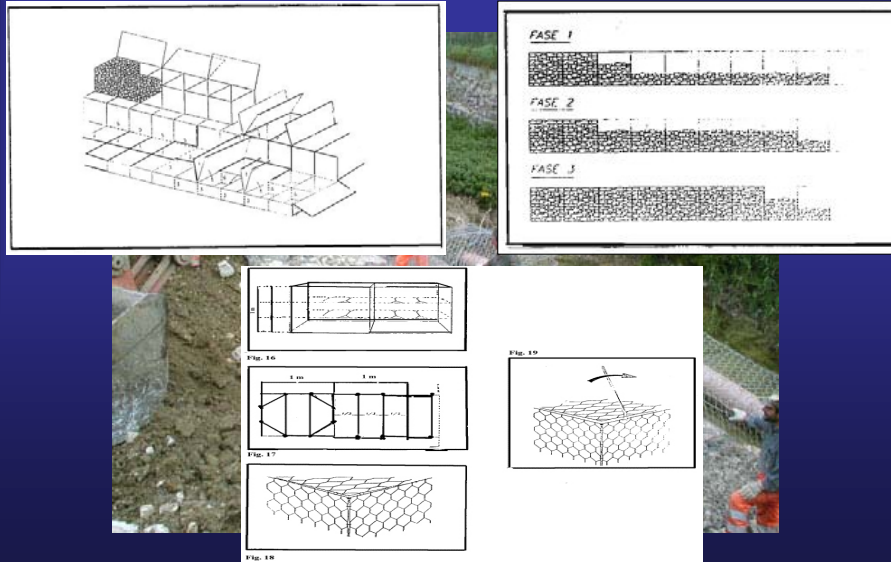
#### OPERE DI SOSTEGNO DIVERSE

**GABBIONATE:** sono da assimilare a muri a gravità; le verifiche a scorrimento e ribaltamento dovranno essere sviluppate alla sezione di base e ad ogni variazione di sezione. Il materiale di riempimento dovrà essere non gelivo, non friabile, non dilavabile e di buona durezza. Per opere lungo la linea dovrà prevedersi una protezione catodica per la rete metallica.

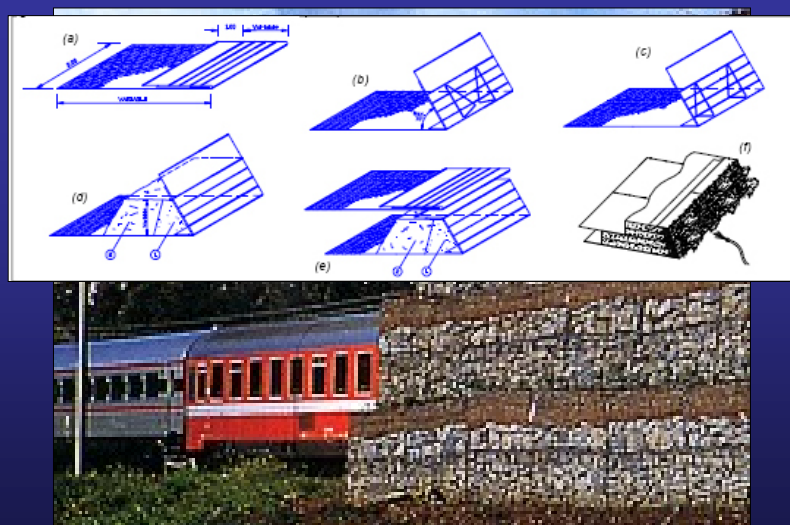
**MURI IN TERRA ARMATA:** la realizzazione è condizionata all'approvazione di ITALFERR. Le armature in materiale sintetico dovranno presentare una vita utile di almeno 100 anni.

**DRENAGGI E FILTRI:** I drenaggi a tergo dei muri saranno costituiti da terre di studiata granulometria (UNI-CNR 10006) e da tubi microfessurati in PVC rivestiti esternamente con geotessile non tessuto. Al di sopra del dreno si posizionerà una cunetta di raccolta per impedire la penetrazione di acque di ruscellamento. Per terreni fini a tergo del muro si interpone un telo di geotessile non tessuto in funzione di filtro.

## Opere di sostegno e di difesa



## Opere di sostegno e di difesa



## Opere di consolidamento e di difesa

### STABILITA' DEI PENDII NATURALI E DELLE SCARPATE

Protezione dei pendii.

La pendenza viene stabilita in base ad accurate verifiche geotecniche.

La scarpata sarà protetta superficialmente dagli agenti atmosferici tramite rivestimenti vegetali o lapidei.  $FS \geq 1.3$ .

Il corpo stradale sarà protetto mediante opere di drenaggio superficiale e di raccolta delle acque sorgive quando possano causare fenomeni di plasticizzazione estesa. Possono essere effettuati drenaggi profondi se economicamente vantaggiosi.

Su scarpate in terreni lapidei il degrado dovuto agli agenti atmosferici sarà contrastato da riduzione della pendenza e dall'imposizione di una rete metallica assicurata con chiodature. Dove necessario si potrà usare un consolidamento superficiale con "Spritz-beton" ricoperto da terreno vegetale per un corretto inserimento ambientale dell'opera.

## Opere d'arte

### SOTTOVIA

Per le strade di cui al D.M. 5 Novembre 2001 l'altezza libera tra il punto più alto della carreggiata stradale e l'intradosso della soletta o dell'impalcato non dovrà essere inferiore a 5 m. Per strade secondarie, in accordo con ITALFERR, potranno essere accettate altezze minori.

### CAVALCAVIA

Si segue l'istruzione n° 44A.

Franchi orizzontali: le luci da assegnare dovranno far sì che i piedritti e le relative fondazioni siano sufficientemente lontane dai binari. In caso di svio di veicoli ferroviari i pericoli sono:

- danni agli utilizzatori delle opere d'arte ed ai passeggeri dei treni;
- danni e distruzione di elementi strutturali;
- deformazioni eccessive, crollo progressivo;
- inquinamenti conseguenti a fughe di materiali pericolosi;
- effetti sull'esercizio ferroviario.

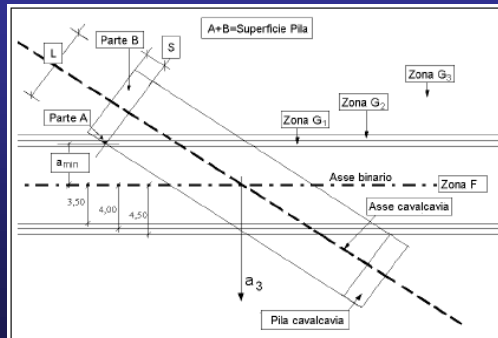
## Opere d'arte

### CAVALCAVIA

Si individuano zone di diverso pericolo:

zone libere (F) a COSTRUZIONE VIETATA ( $aF = 3.5$  m)

e zone di pericolo (G), pericolo decrescente all'aumentare dell'ampiezza.



Il posizionamento di una pila in zona G comporta il rispetto di prescrizioni riguardanti le dimensioni delle pile stesse. In particolare si realizza una pila a parete continua con spessore, larghezza e lunghezza normale

## Opere d'arte

### CAVALCAVIA

#### Altezza libera

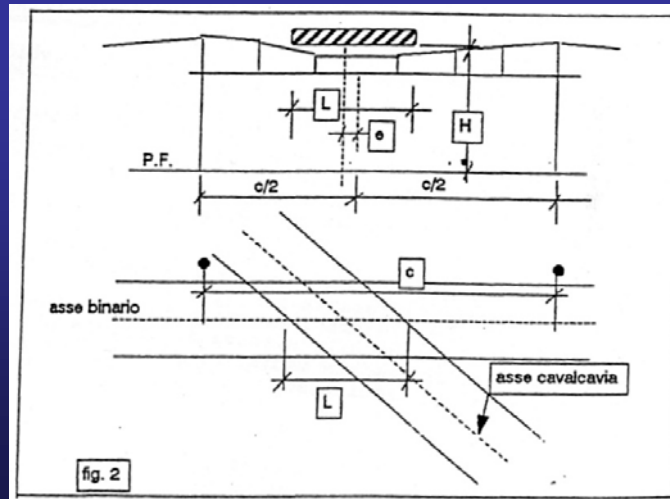
Per altezza libera si intende la misura minima sulla verticale tra il piano di rotolamento della rotaia e l'intradosso del cavalcavia, tenendo conto delle pendenze longitudinali e trasversali del cavalcavia e dei binari. Per le linee elettrificate:

- altezza della linea di contatto sul piano del ferro;
- tipo di catenaria adottata;
- larghezza del cavalcavia;
- obliquità dell'attraversamento rispetto alla sede ferroviaria;
- ubicazione del cavalcavia rispetto ai sostegni della linea elettrica di contatto.



## Opere d'arte

### CAVALCAVIA



## Opere d'arte

### CAVALCAVIA

Nel caso di sovrappasso di linea AV:

- larghezza cavalcavia > sede stradale interferente;
- luce dell'impalcato tale che la distanza minima delle pile o spalle dalla più vicina rotaia ortogonalmente alla linea sia di almeno 4,30 m;
- l'altezza libera tra il P.F. e l'intradosso dell'impalcato sia almeno 7,20 m.

### SICURVIA, PARAPETTI E PROTEZIONI

- guardrail su cavalcavia: si privilegia il contenimento del veicolo;
- guardrail su tratti di strada che affiancano la ferrovia: maggiore duttilità;
- reti e protezioni: le parti sovrastanti le linee elettrificate dovranno essere di tipo cieco per il primo metro di altezza, sormontati dalle reti di protezione fino a 2,00 m di altezza.

