



AUTOSTRADA REGIONALE CISPADANA DAL CASELLO DI REGGIOLO-ROLO SULLA A22 AL CASELLO DI FERRARA SUD SULLA A13

CODICE C.U.P. E81B08000060009

PROGETTO DEFINITIVO

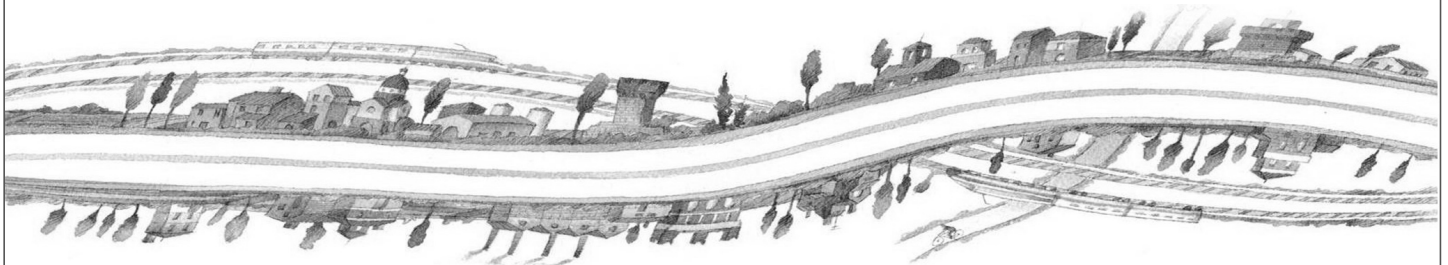
ASSE AUTOSTRADALE (COMPRESIVO DEGLI INTERVENTI LOCALI DI COLLEGAMENTO VIARIO AL SISTEMA AUTOSTRADALE)

PROGETTAZIONE STRADALE

VIABILITA' INTERFERITA

V14 - SOTTOVIA VIA BACCARELLA

RELAZIONE DIMENSIONAMENTO IMPIANTI ELETTRICI



IL PROGETTISTA

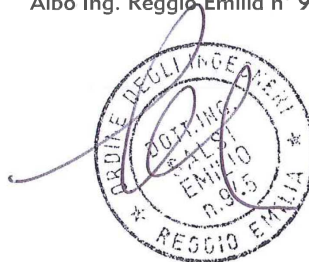
RESPONSABILE INTEGRAZIONE
PRESTAZIONI SPECIALISTICHE

IL CONCESSIONARIO

PIACENTINI INGEGNERI S.r.l.
Ing. Luca Piacentini
Albo Ing. Bologna n° 4152

Ing. Emilio Salsi
Albo Ing. Reggio Emilia n° 945

Autostrada Regionale
Cispadana S.p.A.
IL PRESIDENTE
Graziano Pettuzzi



G										
F										
E										
D										
C										
B										
A	17.04.2012	Emissione	Manfredini	Piacentini	Salsi					
REV.	DATA	DESCRIZIONE	REDAZIONE	CONTROLLO	APPROVAZIONE					
IDENTIFICAZIONE ELABORATO					DATA: MAGGIO 2012					
NUM. PROGR.	FASE	LOTTO	GRUPPO	CODICE OPERA WBS	TRATTO OPERA	AMBITO	TIPO ELABORATO	PROGRESSIVO	REV.	SCALA:
1669	PD	0	V14	VCS14	0	SD	RC	02	A	-

INDICE

1.	CALCOLI DIMENSIONAMENTO IMPIANTI ELETTRICI	2
1.1.	CRITERIO DIMENSIONAMENTO CAVI	2
1.2.	CALCOLO DELLA SEZIONE DEI CONDUTTORI IN FUNZIONE DELLA CORRENTE CIRCOLANTE.....	2
1.3.	COEFFICIENTI RIDUZIONE PORTATA – K1 E K2	3
1.4.	CALCOLO SEZIONE MINIMA IN FUNZIONE DELLA CORRENTE EFFETTIVA DI CORTO CIRCUITO	4
1.5.	VERIFICA DELLA CADUTA DI TENSIONE.....	4
1.6.	CRITERI GENERALI PER IL DIMENSIONAMENTO DELLE PROTEZIONI	5
1.7.	PROTEZIONE CONTRO LE CORRENTI DI SOVRACCARICO	5
1.8.	PROTEZIONE CONTRO LE CORRENTI DI CORTO CIRCUITO	6
1.9.	CALCOLI DI CORTO CIRCUITO	7
1.10.	CALCOLI ILLUMINOTECNICI.....	8
1.11.	RISPONDENZA A NORME TECNICHE	8
1.12.	DATI TECNICI CAVI.....	9
2.	ALLEGATO CALCOLI DIMENSIONAMENTO CONDUTTURE ELETTRICHE SOTTOVIA V14.....	10

1. CALCOLI DIMENSIONAMENTO IMPIANTI ELETTRICI

1.1. CRITERIO DIMENSIONAMENTO CAVI

Lo scopo della presente relazione è quello di definire i criteri generali e progettuali con cui sono dimensionate le linee e le protezioni elettriche relative all'impianto di illuminazione pubblica a servizio della viabilità interferita V14 – Sottovia via Baccarella dell'autostrada regionale Cispadana.

Tutti i cavi previsti nella progettazione dell'impianto elettrico sono corrispondenti e dimensionati in base a quanto indicato dalle tabelle UNEL ed alle norme costruttive stabilite dal CEI. In particolare, nella realizzazione degli impianti elettrici saranno impiegati i seguenti tipi di cavi:

- Cavi con conduttori flessibili in rame, unipolari e/o multipolari, isolati in gomma butilica G7, tipo non propagante l'incendio (FG7OR/4 e FG7R/4), grado di isolamento 0,6/1 kV per circuiti di energia con tensione fino a 230/400 V.
- Cavi con conduttore flessibile in rame, unipolari, senza guaina tipo non propagante l'incendio N07V-K con grado d'isolamento 450/750V, per circuiti di energia con tensione fino a 230/400V;

Le sezioni dei cavi sono state dimensionate in conformità a:

- corrente in transito nel cavo nelle normali condizioni di esercizio;
- coefficienti di riduzione della portata relativi alle condizioni di posa;
- caduta di tensione che non deve superare il 4% della tensione nominale del circuito (a carico nominale) sia per cavi alimentanti utilizzatori di forza motrice sia luce.

La caduta di tensione considerata è quella misurata fra il quadro elettrico generale e l'utilizzatore più lontano.

1.2. CALCOLO DELLA SEZIONE DEI CONDUTTORI IN FUNZIONE DELLA CORRENTE CIRCOLANTE

La sezione dei conduttori è funzione della corrente d'impiego (I_n) (circolante) che non deve mai superare la portata massima in regime permanente del cavo che la convoglia (I_z).

La corrente d'impiego (I_n) è il valore che può fluire in un circuito nel servizio ordinario mentre per portata massima in regime permanente (I_z) si intende la massima corrente che il conduttore è in grado di sopportare senza che, per effetto Joule, la temperatura raggiunga valori tali da compromettere l'integrità e la durata degli isolanti. La temperatura massima sopportabile non ha un valore fisso valido per tutti i cavi ma dipende

dal tipo d'isolante usato per il rivestimento del conduttore (da 80 °C per isolanti economici fino o oltre 200 °C per isolanti speciali).

Per il dimensionamento dei conduttori utilizzati nel progetto allegato è stata utilizzata la tabella CEI UNEL 35024/1 e 35024/2. Le portate massime dei conduttori (I_z) e le relative sezioni ricavate sono state verificate mediante la formula semplificata, sotto indicata:

$$S \geq \frac{I_n}{a}$$

dove

S è la sezione in mm² del conduttore;

I_n è la corrente d'impiego che può interessare un circuito nel servizio ordinario;

a è la densità di corrente riferita al conduttore di sezione unitaria pari a:

- 10 A/mm² per conduttori in tubo sotto intonaco,
- 12 A/mm² per conduttori a vista,
- 13 A/mm² per conduttori ben ventilati.

1.3. COEFFICIENTI RIDUZIONE PORTATA – K1 E K2

Il valore di I_z (portata del conduttore in condizioni normali di servizio) è stato determinato, inoltre, in base ai declassamenti dovuti ai vari coefficienti di correzione a seconda della temperatura d'impiego, del tipo di posa e del numero di conduttori posati in una unica conduttura.

I fattori di correzione presi in considerazione, che contribuiscono alla riduzione della portata nominale del cavo, sono sostanzialmente due:

- il fattore K_1 , che tiene conto della temperatura ambiente nella quale il cavo è posato,
- il fattore K_2 che tiene conto della prossimità di altri cavi.

Le tabelle di riferimento contenenti i fattori K_1 e K_2 , sono ricavabili dalla letteratura sopra indicata.

Il fattore K_2 si applica nella ipotesi in cui i cavi del fascio o dello strato abbiano sezioni simili, cioè contenute entro le tre sezioni adiacenti unificate; in caso contrario il fattore K_2 diventa:

$$K_2 = \frac{1}{\sqrt{n}}$$

1.4. CALCOLO SEZIONE MINIMA IN FUNZIONE DELLA CORRENTE EFFETTIVA DI CORTO CIRCUITO

La sezione dei conduttori è stata definita in base alla corrente nominale del conduttore in condizioni normali di servizio (I_n), declassata come accennato al paragrafo precedente.

Occorre verificare che detta sezione non sia mai inferiore a quanto si ricava dalla seguente relazione:

$$S = \frac{I \cdot \sqrt{t}}{k}$$

dove:

- S** è la sezione in mm²;
- t** è la durata in secondi del corto circuito;
- I** è la corrente effettiva di corto circuito in Ampere espressa in valore efficace;
- k** è una costante pari a: 115 per i cavi in rame isolati in PVC (160 °C)
143 per i cavi in rame isolati in gomma G7 (250 °C)

1.5. VERIFICA DELLA CADUTA DI TENSIONE

Oltre a quanto sopra indicato, i cavi sono stati verificati anche in funzione della caduta di tensione, in modo che tra l'origine dell'impianto e qualunque apparecchio utilizzatore non superi il 4% della tensione nominale. Le cadute di tensione sono state verificate con adeguato software di calcolo che utilizza con la seguente formula:

$$\Delta V = 2 I_b I (R \cos \varphi + X \sin \varphi) \text{ per i circuiti monofasi e}$$

$$\Delta V = 1,73 I_b I (R \cos \varphi + X \sin \varphi) \text{ per i circuiti trifase + neutro}$$

dove:

- ΔV è la caduta di tensione in Volt proiettata sul vettore di fase;
- I_b è la corrente d'impiego in Ampere della linea;
- φ è l'angolo di sfasamento tra la corrente I_b e la tensione di fase;
- **R** è la resistenza al metro in Ω/m ;
- **X** è la reattanza al metro in Ω/m ;
- **I** è la lunghezza della condotta in km.

I valori della resistenza e della reattanza al metro sono stati ricavati dalla tabella UNEL 35023-70.

1.6. CRITERI GENERALI PER IL DIMENSIONAMENTO DELLE PROTEZIONI

Il dimensionamento di tutte le protezioni è stato determinato tenendo conto delle seguenti correnti di riferimento:

- I_n (Corrente nominale)
corrente alla quale si riferiscono tutte le prescrizioni costruttive dell'apparecchio e che rappresenta il valore unitario della caratteristica d'intervento;
- I_{nf} (Corrente di non funzionamento)
massimo valore di sovracorrente che non fa intervenire la protezione entro il tempo convenzionale;
- I_f (Corrente di funzionamento)
minimo valore di sovra corrente che fa intervenire certamente la protezione entro il tempo convenzionale.

1.7. PROTEZIONE CONTRO LE CORRENTI DI SOVRACCARICO

La protezione contro il sovraccarico, come indicato dalla Norma CEI 64-8, è assicurato per le seguenti condutture:

- conduttura principale che alimenta utilizzatori derivati funzionanti con coefficienti di contemporaneità inferiori a 1;
- conduttura che alimenta motori ed utilizzatori che nel loro funzionamento possono determinare condizioni di sovraccarico;
- conduttura che alimenta presa a spina;
- conduttura che alimenta utilizzatori ubicati in luoghi soggetti a pericolo di esplosione o di incendio;

Le caratteristiche dei dispositivi di protezione delle apparecchiature contro i sovraccarichi sono state dimensionate rispettando le seguenti condizioni:

$$I_b \leq I_n \leq I_z$$

$$I_f \leq 1.45 I_z$$

dove:

- I_b è la corrente d'impiego del circuito;
- I_z è la portata in regime permanente della conduttura;
- I_n è la corrente nominale del dispositivo di protezione;
- I_n è la corrente che assicura l'effettivo funzionamento del dispositivo di protezione entro il tempo convenzionale in condizioni definite.

1.8. PROTEZIONE CONTRO LE CORRENTI DI CORTO CIRCUITO

La corrente presunta di corto circuito in un punto di un impianto utilizzatore è la corrente che si avrebbe nel circuito se nel punto considerato si realizzasse un collegamento con impedenza trascurabile fra i conduttori in tensione. Il potere d'interruzione di un dispositivo di protezione non deve essere inferiore alla corrente di corto circuito presunta nel punto d'installazione. Il valore della corrente di corto circuito, per cui sono state dimensionate le protezioni, può essere calcolato in generale con la seguente relazione:

$$I_{cc} = \frac{c \cdot V}{k \cdot Z_{cc}}$$

nella quale:

- **c** fattore di tensione tabulato da Norma
- **Z_{cc}** impedenza di corto circuito
- **K** 1 oppure $\sqrt{3}$ a seconda del tipo di guasto considerato
- **V** valore di tensione

Il valore della corrente di corto circuito minima (a fondo linea) quando il neutro non è distribuito è stato calcolato con la seguente relazione:

$$I_{cc \min} = \frac{0.8 U_s \cdot S}{1.5 \rho \cdot 2 \cdot l}$$

dove:

- U** è la tensione concatenata in Volt;
- S** è la sezione in mm²;
- ρ** è la resistività a 20°C del materiale dei conduttori in Ωmm²/m;
- l** è la lunghezza della linea.

Con il conduttore di neutro distribuito la precedente relazione muta in:

$$I_{cc \min} = \frac{0.8 U_s \cdot S}{1.5 \rho (l + m)}$$

dove:

- U_o** è la tensione in Volt;
- m** è il rapporto tra la resistenza del conduttore di neutro e la resistenza del conduttore di fase.

Occorre inoltre ovviamente assicurarsi che il dispositivo di protezione dal cortocircuito venga dimensionato con potere di interruzione superiore al valore massimo della corrente di cortocircuito presunta nella sezione di impianto in cui è installato il dispositivo stesso, e che l'energia passante (specifica) lasciata passare dalla apparecchiatura non sia superiore alla energia passante massima sopportabile da parte delle condutture installate a valle.

Il tutto è tradotto normativamente dalle seguenti relazioni:

$$I_{cc \max} \leq P.d.I.$$

$$I^2t \leq K^2S^2$$

dove:

I_{cc max} = corrente di corto circuito massima.

P.d.I. = potere di interruzione apparecchiatura di protezione.

I²t = valore dell'energia specifica passante letto sulla curva I²t della apparecchiatura di protezione in corrispondenza delle correnti di corto circuito.

K²S² = energia specifica passante sopportata dalla conduttura, dove:

K = coefficiente del tipo di cavo (115,135,143 in accordo alla CEI 64-8/4).

S = sezione della conduttura.

1.9. CALCOLI DI CORTO CIRCUITO

Il calcolo per la determinazione della corrente di corto circuito è stato realizzato con l'ausilio di un programma di calcolo, i risultati sono stati riportati in allegato al progetto direttamente sugli schemi dei quadri. Nel calcolo delle I_{cc} sui vari livelli del sistema è stato previsto un valore di I_{cc} massimo nel punto di consegna ente erogatore (A2A o ENEL o altro ente) pari a 6-10 kA (valore che dipende ovviamente dalla massima potenza impegnata per i singoli allacci alla rete elettrica dell'ente erogatore da verificare con ente distributore in fase di cantierizzazione).

I dati di I_{cc} sono poi recepibili sulle tabelle di calcolo linee allegati alla presente relazione. Il calcolo per la determinazione della corrente di corto circuito e del dimensionamento delle linee elettriche è stato realizzato con l'ausilio del programma di calcolo Integra – Exel.

Con l'utilizzo dei dati riguardanti i cavi di collegamento tra il punto di consegna ed i vari livelli del sistema, si definisce la resistenza e la reattanza totale a monte del quadro stesso, al fine di determinare la corrente di corto circuito in ogni punto della distribuzione. Il valore della I_{cc} è stato calcolato con arrotondamento in eccesso avendo trascurato le impedenze interne sugli interruttori di macchina e quella delle sbarre del quadro stesso.

Tabella valori di corrente di corto circuito prevista a valle in base alla I_{cc} prevista a monte ed in base alla sezione e lunghezza del cavo di alimentazione

- Temperatura massima + 35°C
- Temperatura minima - 10°C

1.12. DATI TECNICI CAVI

Identificazione del cavo	FG7(O)R
Tensione nominale	0,6/1kV
Tensione di prova	4kV
Temperatura d'esercizio	max 90°C
Temperatura di corto-circuito (max)	250°C
Conduttore	a corda flessibile di rame ricotto
Isolamento	gomma HEPR ad alto modulo
Guaina	guaina speciale di qualità R2
Colore	grigio chiaro RAL 7035

I dati caratteristici usati per il calcolo sono riportati sulle tabelle calcoli condutture allegati alla presente relazione.



2. ALLEGATO CALCOLI DIMENSIONAMENTO CONDUTTURE ELETTRICHE SOTTOVIA V14

Qui di seguito vengono allegati il sommario e relativi calcoli di dimensionamento delle linee elettriche comprese a progetto suddivisi per quadro di alimentazione.

Quadro: PR1																								
Sistema di distribuzione: TT					Resistenza di terra: 10 [Ω]			C.d.t. % Max ammessa: 4 %			Icc di barratura: 1,08 [kA]			Tensione: 230 [V]										
Circuito					Apparecchiatura			Corto circuito									Sovraccarico			Test				
Lunghezza ≤ Lunghezza max C.d.t. % con I _b ≤ C.d.t. max								Icc max ≤ P.d.I.			I ² t ≤ K ² S ²						I _b ≤ I _n ≤ I _z			I _f ≤ 1,45 I _z				
Sigla utenza	Sezione	L	L max	C.d.t.% con I _b	Tipo	Distribuzione	I _d	P.d.I.	Icc max	I di Int. Prot.	I gt Fondo Linea	FASE		NEUTRO		PROTEZIONE		I _b	I _n	I _z	I _f	1.45I _z		
												I ² t max Inizio Linea	K ² S ²	I ² t max Inizio Linea	K ² S ²	I ² t max Inizio Linea	K ² S ²							
	[mm ²]	[m]	[m]	[%]			[A]	[kA]	[kA]	[A]	[A]	[A ² S]	[A ² S]	[A ² S]	[A ² S]	[A ² S]	[A ² S]	[A]	[A]	[A]	[A]	[A]		
		---	---	0,2	---	Monofase L1+N	0,3	---	1,08	0,3	4,93	---	---	---	---	---	---	2,435	25	---	33	---	SI	
PR1	1(2x2,5)+(1PE2,5)	2	14.250	0,21	---	Monofase L1+N	0,3	---	1,08	0,3	4,92	1.975	82.656	1.975	82.656	0	82.656	0,812	25	19	33	28	NO	
	2(1x6)+(1PE6)	16	34.864	0,27	---	Monofase L1+N	0,3	---	1,08	0,3	4,9	1.975	736.164	1.975	736.164	0	736.164	1,623	25	43	33	63	SI	
	2(1x6)+(1PE6)	16	34.848	0,3	---	Monofase L1+N	0,3	---	0,75	0,3	4,86	1.220	736.164	1.220	736.164	0	736.164	0,812	25	43	33	63	SI	
PR5	1(2x2,5)+(1PE2,5)	2	14.237	0,31	---	Monofase L1+N	0,3	---	0,57	0,3	4,85	919	82.656	919	82.656	0	82.656	0,812	25	19	33	28	NO	
PR3	1(2x2,5)+(1PE2,5)	2	14.244	0,28	---	Monofase L1+N	0,3	---	0,75	0,3	4,89	1.220	82.656	1.220	82.656	0	82.656	0,812	25	19	33	28	NO	

Quadro: Quadro Generale																								
Sistema di distribuzione: TT					Resistenza di terra: 10 [Ω]		C.d.t. % Max ammessa: 4 %		Icc di barratura: 10 [kA]		Tensione: 230 [V]													
Circuito					Apparecchiatura			Corto circuito								Sovraccarico			Test					
Lunghezza ≤ Lunghezza max C.d.t. % con I _b ≤ C.d.t. max								Icc max ≤ P.d.I.				I ² t ≤ K ² S ²				I _b ≤ I _n ≤ I _z			I _f ≤ 1,45 I _z					
Sigla utenza	Sezione	L	L max	C.d.t.% con I _b	Tipo	Distribuzione	I _d	P.d.I.	Icc max	I di Int. Prot.	I gt Fondo Linea	FASE		NEUTRO		PROTEZIONE		I _b	I _n	I _z	I _f	1.45I _z		
												I ² t max Inizio Linea	K ² S ²	I ² t max Inizio Linea	K ² S ²	I ² t max Inizio Linea	K ² S ²							
	[mm ²]	[m]	[m]	[%]			[A]	[kA]	[kA]	[A]	[A]	[A ² S]	[A ² S]	[A ² S]	[A ² S]	[A ² S]	[A ² S]	[A]	[A]	[A]	[A]	[A]		
		---	---	0,01	5SU16561KK32	Monofase L1+N	0,3 - Cl. AC	10	10	0,3	5	---	---	---	---	---	---	2,435	32	---	42	---	SI	
	2(1x6)+(1PE6)	20	34.894	0,14	5SY65257	Monofase L1+N	0,3	15	7,3	0,3	4,96	21.111	736.164	21.111	736.164	0	736.164	2,435	25	43	33	63	SI	

SIEMENS S.p.A. CALCOLI E VERIFICHE

Sienergy Integra

Quadro: PR2																								
Sistema di distribuzione: TT					Resistenza di terra: 10 [Ω]			C.d.t. % Max ammessa: 4 %			Icc di barratura: 1,5 [kA]			Tensione: 230 [V]										
Circuito					Apparecchiatura			Corto circuito									Sovraccarico				Test			
Lunghezza ≤ Lunghezza max C.d.t. % con I _b ≤ C.d.t. max								Icc max ≤ P.d.I.				I ² t ≤ K ² S ²					I _b ≤ I _n ≤ I _z			I _f ≤ 1,45 I _z				
Sigla utenza	Sezione	L	L max	C.d.t.% con I _b	Tipo	Distribuzione	I _d	P.d.I.	Icc max	I di Int. Prot.	I gt Fondo Linea	FASE		NEUTRO		PROTEZIONE		I _b	I _n	I _z	I _f	1.45I _z		
												I ² t max Inizio Linea	K ² S ²	I ² t max Inizio Linea	K ² S ²	I ² t max Inizio Linea	K ² S ²							
	[mm ²]	[m]	[m]	[%]			[A]	[kA]	[kA]	[A]	[A]	[A ² S]	[A ² S]	[A ² S]	[A ² S]	[A ² S]	[A ² S]	[A]	[A]	[A]	[A]	[A]		
		---	---	0,14	---	Monofase L1+N	0,3	---	1,5	0,3	4,96	---	---	---	---	---	---	2,435	25	---	33	---	SI	
PR2	1(2x2,5)+(1PE2,5)	2	14.255	0,15	---	Monofase L1+N	0,3	---	1,5	0,3	4,94	3.074	82.656	3.074	82.656	0	82.656	0,812	25	19	33	28	NO	
	2(1x6)+(1PE6)	16	34.874	0,2	---	Monofase L1+N	0,3	---	1,5	0,3	4,92	3.074	736.164	3.074	736.164	0	736.164	1,623	25	43	33	63	SI	
	2(1x6)+(1PE6)	16	34.858	0,24	---	Monofase L1+N	0,3	---	0,92	0,3	4,89	1.603	736.164	1.603	736.164	0	736.164	0,812	25	43	33	63	SI	
PR6	1(2x2,5)+(1PE2,5)	2	14.241	0,25	---	Monofase L1+N	0,3	---	0,67	0,3	4,88	1.087	82.656	1.087	82.656	0	82.656	0,812	25	19	33	28	NO	
PR4	1(2x2,5)+(1PE2,5)	2	14.248	0,21	---	Monofase L1+N	0,3	---	0,92	0,3	4,91	1.603	82.656	1.603	82.656	0	82.656	0,812	25	19	33	28	NO	

SIEMENS S.p.A. CALCOLI E VERIFICHE

Sienergy Integra