PROVINCIA DI MANTOVA

Servizio Progettazione Stradale, Ponti Strutture Complesse e Porto

LAVORI DI COSTRUZIONE DELLA BRETELLA DI COLLEGAMENTO TRA IL CASELLO AUTOSTRADALE DI MANTOVA NORD ED IL COMPARTO PRODUTTIVO "VALDARO"

2° STRALCIO
LAVORI DI COMPLETAMENTO DELL'ASTA PRINCIPALE COL SOVRAPPASSO FERROVIARIO

CUP: G51B06000040003 - CIG: ZC617ABC09

PROGETTO ESECUTIVO

Relazione limpianti di Illuminazione	ELABORATO 19	FORMATO A4
	SCALA –	
	CODICE PROGETTO	

Rev.	Nome file	Relazione limpianti di Illuminazione	Data	Redatto	Controllato	Approvato
C						
B						
A						
0		–				

IL PROGETTISTA

Ing. Giuliano Rossi

COLLABORAZIONI

Ing. Odino Rolli

Ing. Marco Guaita

Arch. Salvatore Mangione

Istr. Tec. Catia Bussolotti

IL RESPONSABILE DEL PROCEDIMENTO

Ing. Antonio Covino

IL DIRIGENTE ad interim DEI LLPP

Dr. Giovanni Urbani

PROGETTO STRUTTURE E SUPPORTO ALLA PROGETTAZIONE STRADALE

STUDIO INGEGNERIA PIVETTA s.r.l.

VIALE DELL'INDUSTRIA n.38 – 37135 – VERONA

Tel./Fax. 045.582211/045.584411 – studio@ingegneriapivetta.it

Ing. Fausto Pivetta

Premessa

Gli impianti in oggetto costituiscono una estensione degli impianti di illuminazione, oggetto di specifici progetti, inerenti la rotatoria di connessione con il casello autostradale A22 e la rotatoria di interconnessione con la SP 30.

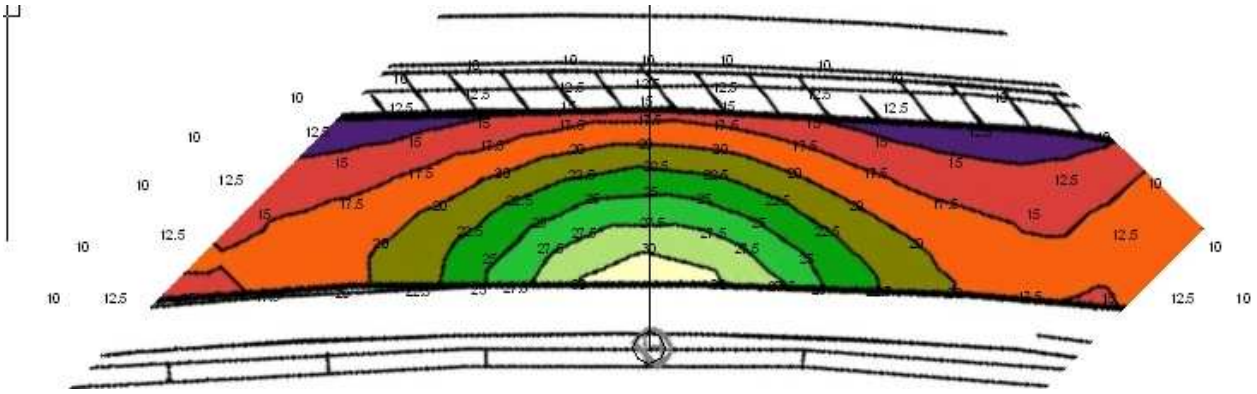
Il primo progetto sopraccitato è stato approvato e appaltato dalla società Autobrennero spa, mentre il secondo progetto è compreso nel progetto esecutivo generale di completamento della rotatoria di interconnessione con la SP 30, approvato ed appaltato da questa Amministrazione provinciale.

Di conseguenza per quanto concerne le principali scelte progettuali si rimanda ai suddetti progetti.

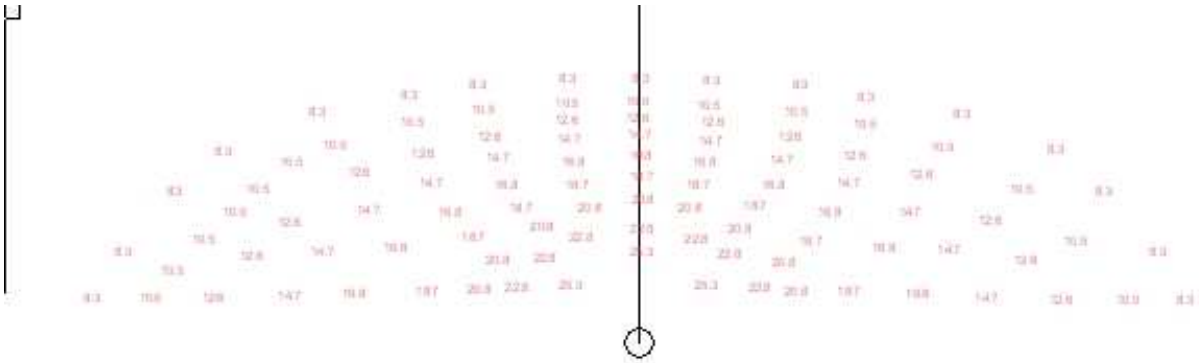
Immissione nella rotatoria A22 - Verifica illuminotecnica

Dai risultati dei calcoli illuminotecnici contenuti nel relativo progetto si è ricostruito l'illuminamento a terra dei corpi illuminanti adottati.

Illuminamento a terra dell'apparecchio a LED Philips speedstar ledgine BGP 322 fotometria DN – potenza LED 64 W – su palo con altezza fuori terra pari a 8 m :

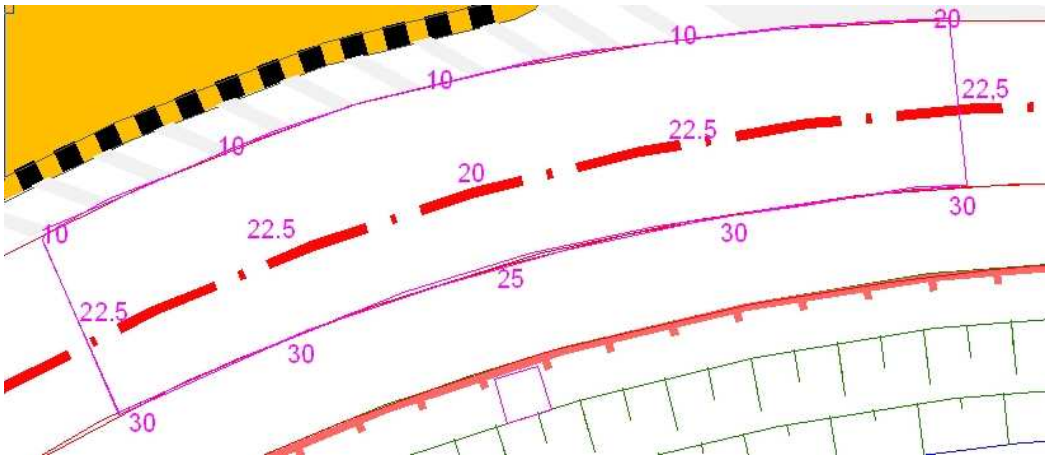


Illuminamento a terra dell'apparecchio a LED Philips speedstar ledgine BGP 322 fotometria DN – potenza LED 54 W – su palo con altezza fuori terra pari a 8 m :



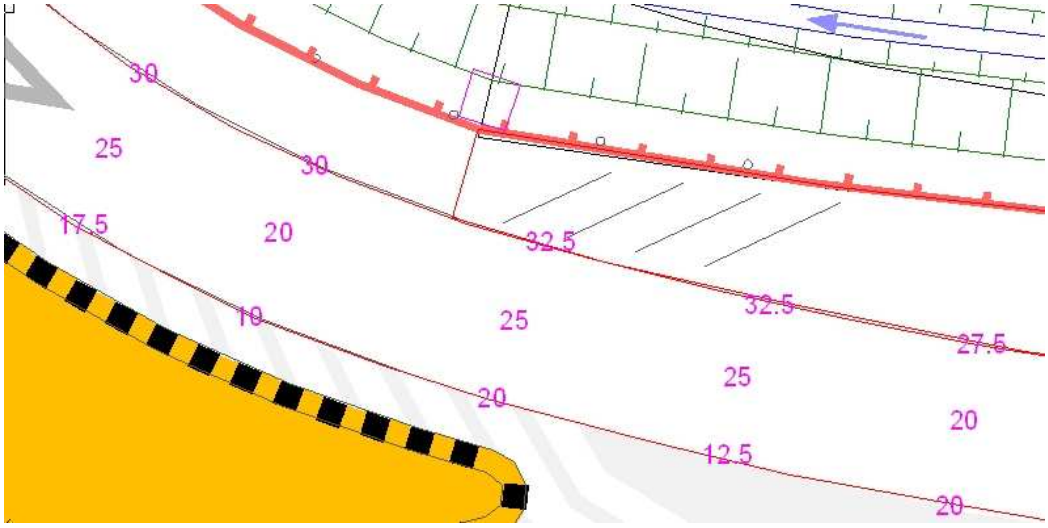
Dalla sovrapposizione degli illuminamenti a terra si sono quindi determinati gli illuminamenti complessivi inerenti i vari punti delle zone di studio considerate.

Zona di studio 1 : corsia di uscita



Si ottiene un illuminamento medio pari a 21 lux > 20 e un coefficiente di uniformità 0,48 > 0,40.

Zona di studio 2: corsia di immissione:



Si ottiene un illuminamento medio pari a 23,2 lux > 20 e un coefficiente di uniformità 0,43 > 0,40.

Immissione nella rotatoria SP 30

Si adottano i medesimi corpi illuminanti e i medesimi pali di sostegno già previsti dal progetto dell'impianto inerente la rotatoria SP 30, a cui si rimanda.

In appendice sono riportate le verifiche illuminotecniche delle zone di studio considerate da cui risulta un illuminamento medio pari ad almeno 30 lux e un coefficiente di uniformità Umin/med maggiore di 0,4.

Caratteristiche generali degli impianti – quadri elettrici

Le linee in progetto (linee trifase per l'alimentazione dei nuovi corpi illuminanti, linee monofasi di alimentazione dei bilampeggianti ai vertici delle isole divisionali e linee monofasi di alimentazione degli apparecchi illuminanti dei cartelli di pre-segnalazione) saranno derivate dai quadri degli impianti delle due

rotatorie, e saranno dotate dei relativi interruttori di protezione, aventi caratteristiche conformi ai relativi progetti.

Si è verificato che l'intensità di corrente aggiuntiva indotta dalle suddette linee nei quadri di progetto è compatibile con il loro dimensionamento ai sensi della normativa vigente.

Linee di alimentazione

Si vedano le relazioni degli impianti delle rotatorie citate in precedenza.

Pali in acciaio zincato

Si vedano le relazioni degli impianti delle rotatorie citate in precedenza.

Bilampeggiatori a led

Si vedano le relazioni degli impianti delle rotatorie citate in precedenza.

Protezione contro i sovraccarichi

(Secondo Norma CEI 64-8/4 - 433.2)

$$\mathbf{I_b \leq I_n \leq I_z}$$
$$\mathbf{I_f \leq 1{,}45\ I_z}$$

Dove

I_b =	Corrente di impiego del circuito
I_n =	Corrente nominale del dispositivo di protezione
I_z =	Portata in regime permanente della conduttura
I_f =	Corrente di funzionamento del dispositivo di protezione

Si vedano gli schemi unifilari dei quadri in cui sono verificate le condizioni di cui sopra.

Protezione contro i cortocircuiti

(Secondo Norma CEI 64-8/4 - 434.3)

$$\mathbf{I_{cc}Max \leq P.d.i.}$$
$$\mathbf{I^2t \leq K^2S^2}$$
$$\mathbf{I_{cc}Min > Ith\ (\ In)}$$

Dove

IccMax =	Corrente di cortocircuito massima = 5.40 KA (barratura quadro)
P.d.I. =	Potere di interruzione apparecchiatura di protezione = 6 KA min
I^2t =	Integrale di Joule della corrente di cortocircuito presunta (valore letto sulle curve delle apparecchiature di protezione)
K =	Coefficiente della conduttura utilizzata 143 per cavi isolati in gomma etilenpropilenica e polietilene reticolato
S =	Sezione della conduttura
IccMin =	Corrente di cortocircuito minima
Ith (In) =	Corrente di intervento termico apparecchiatura di protezione

Si vedano gli schemi unifilari dei quadri in cui sono verificate le condizioni di cui sopra.

Correnti di cortocircuito

La corrente di cortocircuito massima prevedibile immediatamente a valle del gruppo di misura, è sicuramente inferiore a 10 KA, corrispondente al potere di interruzione dell' interruttore magnetotermico posto immediatamente a valle del gruppo di misura medesimo.
La corrente di corto circuito a fine linea monofase si calcola nel modo seguente:

$$\mathbf{Icc} = \frac{U_n * C}{k * Z_{cc}}$$

Dove
per I_{cc} fase-neutro :
Un = tensione concatenata
C =fattore di tensione

$K = \sqrt{3}$

$Z_{cc} = \sqrt{(\sum R_{fase} + \sum R_{neutro})^2 + (\sum X_{fase} + \sum X_{neutro})^2}$

La corrente di corto circuito a fine linea trifase si calcola nel modo seguente:

$$\mathbf{Icc} = \frac{U_n * C}{k * Z_{cc}}$$

Dove
per I_{cc} trifase:
Un = tensione concatenata
C =fattore di tensione

$K = \sqrt{3}$

$Z_{cc} = \sqrt{(\sum R_{fase})^2 + (\sum X_{fase})^2}$

Il fattore di tensione e la resistenza dei cavi assumono valori differenti a seconda della corrente di cortocircuito calcolata. I valori assegnati sono riportati nella tabella seguente:

	I_{ccMAX}	I_{ccmin}
C	1	0.95
R	$R_{20^\circ C}$	$R = \left[1 + 0.004 \frac{1}{^\circ C}(\theta_e - 20^\circ C)\right] R_{20^\circ C}$ (Norma CEI 11-28 Pag. 11 formula (7))

dove la R 20℃ è la resistenza del cavo a 20 ℃ e Θe è la temperatura del cavo.
Il valore della R 20℃ viene riportato nella tabell a "Resistenze e Reattanze" riportata di seguito.
Si vedano gli schemi unifilari dei quadri in cui sono verificate le condizioni di cui sopra.

Portate dei cavi in funzione del tipo di posa

Tabella delle portate in funzione del tipo di posa secondo la norma CEI 64-8 e i metodi di installazione della norma IEC 364-5-523

Stralcio da IEC 364-5-523-1983 e da rapporto CENELEC RO 64-001 1991																	
Metodo di installazione	Isolante	n° conduttori attivi	Sezione nominale mm^2														
			1,5	2,5	4	6	10	16	25	35	50	70	95	120	150	185	240
A	PVC	2	14,5	19,5	26	34	46	61	80	99	119	151	182	210	240	273	320
		3	13,5	18	24	31	42	56	73	89	108	136	164	188	216	245	286
	XPLE	2	19	26	35	45	61	81	106	131	158	200	241	278	318	362	424
	EPR	3	17	23	31	40	54	73	95	117	141	179	216	249	285	324	380
A2	PVC	2	14	18,5	25	32	43	57	75	92	110	139	167	192	219	248	291
		3	13	17,5	23	29	39	52	68	83	99	125	150	172	196	223	261
	XPLE	2	18,5	25	33	42	57	76	99	121	145	183	220	253	290	329	386
	EPR	3	16,5	22	30	38	51	68	89	109	130	164	197	227	259	295	346
B	PVC	2	17,5	24	32	41	57	76	101	125	151	192	232	269	-	-	-
		3	15,5	21	28	36	50	68	89	110	134	171	207	239	-	-	-
	XPLE	2	23	31	42	54	75	100	133	164	198	253	306	354	-	-	-
	EPR	3	20	28	37	48	66	86	117	144	175	222	269	312	-	-	-
B2	PVC	2	16,5	23	30	38	52	69	90	111	135	168	201	232	-	-	-
		3	15	20	27	34	46	62	80	99	118	149	176	206	-	-	-
	XPLE	2	22	30	40	51	69	91	119	146	175	221	265	305	-	-	-
	EPR	3	19,5	26	35	44	60	80	105	128	154	194	233	268	-	-	-
C	PVC	2	19,5	27	36	46	63	85	112	138	168	213	258	299	344	392	461
		3	17,5	24	32	41	57	76	96	119	144	184	223	259	299	341	403
	XPLE	2	24	35	45	58	80	107	138	171	209	269	328	382	441	506	599
	EPR	3	22	30	40	52	71	96	119	147	179	229	278	322	371	424	500
D	PVC	2	22	29	38	47	63	81	104	125	148	183	216	246	278	312	360
		3	18	24	31	39	52	67	86	103	122	151	179	203	230	257	297
	XPLE	2	26	34	44	56	73	95	121	146	173	213	252	287	324	363	419
	EPR	3	22	29	37	46	61	79	101	122	144	178	211	240	271	304	351
E	PVC	2	22	30	40	51	70	94	119	148	180	232	282	328	379	434	514
		3	18,5	25	34	43	60	80	101	126	153	196	238	276	319	364	430
	XPLE	2	26	36	49	63	86	115	149	185	225	289	352	410	473	542	641
	EPR	3	23	32	42	54	75	100	127	158	192	246	298	346	399	456	538
F	PVC	2	-	-	-	-	-	-	131	162	196	251	304	352	406	463	546
		3(1)	-	-	-	-	-	-	110	137	167	216	264	308	356	409	485
	XPLE	2	-	-	-	-	-	-	161	200	242	310	377	437	504	575	679
	EPR	3(1)	-	-	-	-	-	-	135	169	207	268	328	383	444	510	607
G	PVC	3(2)	-	-	-	-	-	-	130	162	197	254	311	362	419	480	569
	XPLE/EPR	3(2)	-	-	-	-	-	-	161	201	246	318	389	454	527	605	719

Note: (1) - Disposti a trefolo
(2) - Distanziati di almeno 1 diametro e disposti verticalmente

Cavi Unipolari - Pose

Tabella di corrispondenza tra il tipo di posa dei cavi unipolari secondo la norma CEI 64-8 e i metodi di installazione della norma IEC 364-5-523. Il metodo di installazione permette di stabilire la portata del cavo utilizzato per la conduzione dell'energia.

	UNIPOLARI	
Posa	Descrizione	installazione
1	senza guaina in tubi circolari entro muri isolanti	A

3	senza guaina in tubi circolari su o distanziati da pareti	B
4	senza guaina in tubi non circolari su pareti	B
5	senza guaina in tubi annegati nella muratura	A
11	con o senza armatura su o distanziati da pareti	C
11A	con o senza armatura fissati su soffitti	C
11B	con o senza armatura distanziati da soffitti	C
12	con o senza armatura su passerelle non perforate	C
13	con o senza armatura su passerelle perforate	E
14	con o senza armatura su mensole distanziati dalle pareti	E
14	con guaina a contatto fra loro su mensole	F
15	con o senza armatura fissati da collari	E
16	con o senza armatura su passerelle a traversini	E
17	con guaina sospesi a od incorporati in fili o corde	E
18	conduttori nudi o cavi senza guaina su isolatori	G
21	con guaina in cavità di strutture	B2
22	senza guaina in tubi in cavità di strutture	B2
22A	con guaina in tubi in cavità di strutture	B2
23	senza guaina in tubi non circolari in cavità di strutture	B2
24	senza guaina in tubi non circolari annegati nella muratura	B2
24A	con guaina in tubi non circolari annegati nella muratura	B2
25	con guaina in controsoffitti o pavimenti sopraelevati	B2
31	con guaina in canali orizzontali su pareti	B
32	con guaina in canali verticali su pareti	B2
33	senza guaina in canali incassati nel pavimento	B
34	senza guaina in canali sospesi	B
34A	con guaina in canali sospesi	B2
41	senza guaina in tubi in cunicoli chiusi orizzontali o verticali	B2
42	senza guaina in tubi in cunicoli ventilati in pavimento	B
43	con guaina in cunicoli aperti o ventilati	B
51	con guaina entro pareti termicamente isolanti	A
52	con guaina in muratura senza protezione meccanica	C
53	con guaina in muratura con protezione meccanica	C
61	con guaina in tubi o cunicoli interrati	D
62	con guaina interrati senza protezione meccanica	D
63	con guaina interrati con protezione meccanica	D
71	senza guaina in elementi scanalati	A
72	senza guaina in canali provvisti di separatori	B
73	senza/con guaina posati in stipiti di porte	A
74	senza/con guaina posati in stipiti di finestre	A

Caduta di tensione

Risulta la verifica che definisce principalmente la sezione della linea per un impianto di illuminazione.

$$\Delta V = K \times I_b \times L \times (R_l \cos\varphi + X_l \operatorname{sen}\varphi)$$

Dove

I_b =	corrente di impiego I_b o corrente di taratura I_n espressa in A
R_l =	resistenza (alla T_R) della linea in Ω/km
X_l =	reattanza della linea in Ω/km
K =	2 per linee monofasi - 1,73 per linee trifasi
L =	lunghezza della linea in km

Per le linee di illuminazione si è condotto il calcolo, su elaborato specifico, tratta per tratta compresa tra gli apparecchi, per la linea più lunga, nella situazione in cui una delle tre fasi sia staccata per un guasto. Di conseguenza sul neutro circola la stessa intensità di corrente delle fasi per cui è considerato K = 2.
I calcoli di caduta di tensione sono raccolti nel fascicolo “ calcoli delle linee “.

Resistenze e reattanze dei cavi

Tabella delle resistenze e delle reattanze dei cavi elettrici secondo la tabella UNEL 35023-70 (a 20°C)

Sezione mm^2	Cavi unipolari		Cavi Multipolari	
	$R_{20\,°C}$	X	$R_{20\,°C}$	X
	mΩ/m	mΩ/m	mΩ/m	mΩ/m
1	17,82	0,176	18,14	0,125
1,5	11,93	0,168	12,17	0,118
2,5	7,18	0,155	7,32	0,109
4	4,49	0,143	4,58	0,101
6	2,99	0,135	3,04	0,0955
10	1,80	0,119	1,83	0,0861
16	1,137	0,112	1,15	0,0817
25	0,717	0,106	0,731	0,0813
35	0,517	0,101	0,527	0,0783
50	0,381	0,101	0,389	0,0779
70	0,264	0,0965	0,269	0,0751
95	0,190	0,0975	0,194	0,0762
120	0,152	0,0939	0,154	0,0740
150	0,123	0,0928	0,126	0,0745
185	0,0992	0,0908	0,100	0,0742
240	0,0760	0,0902	0,0779	0,0752
300	0,0614	0,0895	0,0629	0,0750
400	0,0489	0,0876	0,0504	0,0742
500	0,0400	0,0867	0,0413	0,0744
630	0,0324	0,0865	0,0336	0,0749

$$R = \left[1 + 0.004 \frac{1}{°C}\left(\theta_e - 20°C\right)\right] R_{20°C}$$

Dato che il rapporto tra la corrente di impiego e la portata del cavo è basso è possibile considerare la temperatura di esercizio pari alla temperatura ambiente nelle canalizzazioni che si assume pari a 30 ° C (periodo estivo) agendo a favore della sicurezza.

$R = 1.04\ R_{20}$

Calcoli delle linee principali

	linea illuminazione	linea lampeggianti	linea attraversamenti pedonali
potenza (KW) per ciascuna fase	0,25		
corrente Ib	1,26	0,15	0,50
L (m)	500,00	500,00	500,00
Sez (mmq)	6,00	2,50	2,50
R	2,99	7,18	7,18
X	0,14	0,16	0,16
R tot	2,99	7,18	7,18
X tot	0,14	0,16	0,16
Icc min	42,20	17,59	17,59
K2S2	736164,00	127806,25	127806,25
DV (%)	1,57	0,43	1,48

Calcoli delle fondazioni dei pali

zona	1							
velocità di riferimento			25	m/s				
pressione cinetica di riferimento				39,063	daN/mq			
classe di rugosità del terreno			D					
catogoria di esposizione II								
coefficiente di forma per superficie cilindrica						2,4		
altezza palo					11	m		
diametro inferiore palo					0,178	m		
coefficiente di esposizione alla base					1,34184	m/s		
pressione cinetica di picco alla base				126	daN/mq			
pressione alla base del palo per unità di lunghezza						22,392	daN/m	
diametro superiore palo					0,06	m		
coeff. di esposizione in sommità					1,55344	m/s		
pressione cinetica di picco in sommità				146	daN/mq			
pressione in sommità del palo per unità di lunghezza						8,7381	daN/m	
momento flettente alla base dovuto a pressione su palo						804,01	daNm	

taglio alla base dovuto a pressione su palo						171,22	daN	
area sbraccio					0,06	mq		
distanza verticale baricentro sbraccio =					0,15	m		
pressione sullo sbraccio						8,7381	daN	
braccio dello sbraccio rispetto alla base =						11,15		
momento flettente alla base dovuto a pressione su sbraccio							97,43	daNm
taglio dovuto a sbraccio							8,7381	daN
area corpo illuminante						0,12	mq	
pressione su corpo illuminante =						17,476	daN	
distanza verticale baricentro corpo illuminante =						0,5	m	
braccio del corpo illuminante rispetto alla base =						11,5	m	
momento flettente alla base dovuto a pressione su punto luce							200,98	daNm
taglio dovuto a punto luce							17,476	daN
Dimensioni plinto:								
lunghezza	A=	1,1	m					
larghezza	B=	1,1	m					
spessore	H=	1,2	m					
Sollecitazioni trasmesse dal palo								
	N=	170	daN					
sollecitazione Mx =			1102,4	daNm				
	Ty=		197,43	daN				
Sollecitazioni alla base del plinto (compreso peso proprio)								
	N=	3800	daN					
sollecitazione Mx =			1339,3	daNm				
	Ty=		197,43	daN				
eccentricità		ey=	35,245	cm	>	18,333		
sezione interamente reagente per resistere a torsione								
tensione su terreno			1,1658	daN/cmq				