

COMMESSA PIANO FINANZIARIO: A2

COD:

a.20.60**CUP: D41B00000140003**

SCALA:

-

**centropadane**
l'esperienza si fa strada

autostrade centropadane spa

**RACCORDO AUTOSTRADALE TRA IL CASELLO DI
OSPITALETTO (A4), IL NUOVO CASELLO DI PONCARALE
(A21) E L'AEROPORTO DI MONTICHIARI****PROGETTO ESECUTIVO****INQUADRAMENTO GENERALE****Relazioni**

Relazione Impianti tecnologici

REV.	DESCRIZIONE	REDATTO		VERIFICATO	
0	EMISSIONE	Bertazzoli - Cigala	01/06/2006	Marco Gruppi	12/06/2006
1	REVISIONE	Bertazzoli - Cigala	28/02/2007	Marco Gruppi	01/03/2007

CODIFICA DOCUMENTO:

a.20.60

Questo documento non potrà essere copiato, riprodotto o altrimenti pubblicato in tutto o in parte senza il consenso scritto di Autostrade Centropadane S.p.A.

IL DIRETTORE TECNICO:
DOTT.ING. R. SALVADORIIL PRESIDENTE:
RAG. AUGUSTO GALLI

I PROGETTISTI :

PREMESSA	2
IMPIANTI ELETTRICI.....	2
1. NORMATIVA.....	3
2. INQUADRAMENTO GENERALE	3
3. DESCRIZIONE DEGLI IMPIANTI	5
3.1 Quadri elettrici impianto di illuminazione pubblica.....	6
3.2 Quadri elettrici impianto antinebbia	7
3.3 Quadri elettrici stazioni di pompaggio e cabine MT/BT	7
3.4 Quadri elettrici piazzole tecnologiche e quadri elettrici principali.....	8
4. IMPIANTI DI TERRA	8
4.1 Cabina di trasformazione	8
4.2 Sottocabine e quadri B.T	8
4.3 Impianti di svincolo	9
PUBBLICA ILLUMINAZIONE.....	9
1. NORMATIVA.....	10
2. LIVELLI DI ILLUMINAMENTO	10
3. CRATTERISTICHE PRINCIPALI	12
3.1 Armature stradali.....	12
3.2 Proiettori stradali	12
3.3 Pali.....	13
3.4 Impianto Antinebbia	13
IMPIANTI DI SOLLEVAMENTO	14
1. STAZIONI DI SOLLEVAMENTO DELLE ACQUE DI PIATTAFORMA	14
SISTEMA DI TELECONTROLLO	17
1. NORMATIVA.....	17
2. INQUADRAMENTO GENERALE	17
3. CARATTERISTICHE PRINCIPALI	18
3.1 Architettura del sistema	18
3.2 I quadri di telecontrollo.....	20
3.3 Sistema di supervisione.....	21
ALLEGATI.....	22

PREMESSA

Nel presente documento si descrivono le caratteristiche degli impianti ad equipaggiamento del Raccordo Autostradale tra il casello di Ospitaletto (A4), il nuovo casello di Poncarale (A21), e l'aeroporto di Montichiari, in Provincia di Brescia, in relazione al suo andamento planimetrico e altimetrico, nonché alle scelte progettuali di massima relative agli elementi che compongono le sezioni tipo. L'intera opera è stata suddivisa, ai fini di una maggiore flessibilità nella fase esecutiva, nei seguenti lotti funzionali:

- 1° lotto: tra Ospitaletto (svincolo A4) e lo svincolo Bre.Be.Mi, questo compreso.
- 2° lotto: tra lo svincolo Bre.Be.Mi (escluso) e la prog. 11+593 in raccordo alla S.P: 19 esistente.
- 3° lotto: tra la prog.11+593, in raccordo alla S.P. 19 esistente e lo svincolo di Brescia sud sulla A21, questo compreso.
- 4° lotto: tra lo svincolo di Brescia sud, escluso, alla ex S.S. Goitese.

I primi due lotti funzionali ed una porzione iniziale del lotto 3 rappresentano la ricalificazione di una strada provinciale attualmente in esercizio, la S.P. n. 19.

Ai fini dell'appalto delle opere è stato stabilito di procedere all'approntamento di due distinti progetti esecutivi, il primo - in ordine di esecuzione - relativo agli ultimi due lotti ed il secondo relativo ai primi due lotti funzionali. La presente relazione si limita alla descrizione del progetto riguardante il 1° e 2° lotto.

Gli impianti oggetto della presente relazione sono solamente quelli previsti nell'ambito della realizzazione del corpo principale dell'opera. La dotazione impiantistica è però completata da altri impianti e sistemi di tipo specialistico e finalizzati alla gestione delle attività autostradali.

Nel seguito verranno presentate le linee progettuali adottate e le caratteristiche delle soluzioni impiantistiche relativamente:

- agli impianti elettrici;
- agli impianti di pubblica illuminazione e segnalazione antinebbia;
- agli impianti di sollevamento idraulico
- sistema di telecontrollo.

IMPIANTI ELETTRICI

Gli impianti elettrici saranno realizzati presso gli svincoli e gli intersvincoli autostradali e lungo l'asta principale dove saranno realizzati gli impianti elettrici per l'alimentazione delle piazzole tecnologiche e delle stazioni di sollevamento delle acque. Le forniture di energia elettrica saranno richieste all'ente erogatore in BT o in MT a seconda della potenza elettrica impegnata prevista in base alle utenze installate.

1. *NORMATIVA*

Gli impianti sono progettati e realizzati in conformità alle normative vigenti in termini di progettazione e di sicurezza. In particolare sono richiamate le seguenti norme di progettazione e conduzione:

- D.P.R. 547/55
- D.P.R. 303/56
- D.P.R. 164/56
- Legge 186 del 01.03.1968
- Legge n° 46 del 05.03.1990
- D.P.R. 447 del 06-12-1991
- D.Lgs n. 626 del 19/09/1994
- D.Lgs n. 242 del 19/03/1996
- D.L.494 del 14.08.96 e successive modifiche ed integrazioni
- Norme CEI di impianto 11.17, 17.44, 17.13/1, 20.40, 64.7, 64.8, 70.1, 81.1 e relative varianti
- Norme CEI 7.6 e relative varianti
- Norme CEI specifiche di prodotto
- Norme CEI per impianti a BT e MT
- Criteri di allacciamento alla rete elettrica in B.T o in M.T dell'ENEL
- Norme / guida CEI di progettazione 0.2, 11.28, 20.40
- D.M.LL.PP. 9/01/96
- Direttiva 93/68/CEE e D.Lg.s 25.11.96 n. 626
- DM 03.06.98

2. *INQUADRAMENTO GENERALE*

Lungo l'asse principale e in corrispondenza degli svincoli sono previsti numerosi punti di fornitura elettrica richiesti all'ente erogatore e dimensionati per l'alimentazione dei servizi e sistemi previsti. In particolare le forniture di energia elettrica previste nel progetto saranno in Bassa Tensione ($V=380V-220\ 3F+N$) o Media tensione 15 k V (3F) a seconda della potenza elettrica stimata nei singoli punti.

Tali punti di fornitura sono stati individuati verificando con l'Ente distributore i seguenti criteri:

- numero e tipologia delle utenze elettriche da installare e loro dislocazione
- linee in bassa tensione e media tensione preesistenti sul territorio
- interferenze con altri sottoservizi
- confini di proprietà

- opere di elettrificazione da approntare
- opere civili da eseguire per conto dell'Ente erogatore
- criticità delle utenze elettriche in caso di mancanza rete
- eventuali sviluppi futuri degli impianti

Sulla scorta di tali valutazioni sono quindi stati richiesti all'Ente erogatore di energia elettrica, l'ENEL, i preventivi che hanno consentito di procedere alla stesura del progetto esecutivo. Tali preventivi sono inseriti nelle somme a disposizione del quadro economico dell'opera così come le opere civili previste per conto dell'Ente erogatore e che la stazione appaltante dovrà approntare.

Al fine di ottimizzare il numero dei punti di fornitura, si è previsto di estendere il numero di utenze servite dal medesimo contatore mediante linee di dorsali in BT a 900V. In tal modo è stato possibile realizzare una struttura a stella che dirama dal punto di fornitura e si estende sino ad una distanza di oltre 1000m dallo stesso anche per utenze rilevanti e nell'ordine dei 10kW. La trasformazione in b.t 380/900V e 900V/380V sarà effettuata tramite autotrasformatori opportunamente dimensionati; l'innalzamento a 900V della tensione consente di ridurre la sezione dei conduttori e mantenere la caduta di tensione entro i limiti richieste dalle normative rilevanti.

L'alimentazione in media tensione e le cabine MT/BT previste in base ai centri di carico saranno realizzate sulla scorta delle raccomandazioni ENEL ed in particolare della ENEL DK 5600. Gli impianti elettrici verranno realizzati sulla scorta delle normative vigenti in materia e delle regole dell'arte.

Le utenze previste sono costituite da:

1. impianti di piazzola di sosta e tecnologia. Sono infatti previste con interpasso di circa 1000m piazzole di sosta che verranno diversamente equipaggiate con dispositivi telematici quali:
 - a. dispositivi di richiesta di soccorso
 - b. impianti per telecomunicazione
 - c. impianti di conteggio e classificazione dei veicoli in transito
 - d. stazioni di rilevamento delle condizioni meteorologiche e di stato del manto stradale
 - e. impianto di videosorveglianza del traffico
 - f. dispositivi di informazione all'utenza (Cartelli a Messaggi Variabili)
 - g. punti luce
2. stazione di sollevamento delle acque
3. impianti di illuminazione pubblica

Sono pertanto state stimate le potenze richieste da installare, prevalentemente in BT, con fattore di contemporaneità 1 sulla base della seguente tabella:

Utenza	Potenza
Portale a messaggi variabili in itinere	10kW
Portale a messaggi variabili su viabilità esterna	3kW
Colonina di richiesta di soccorso	0,5kW
Telecamera	0,2kW
sensore di rilevamento del traffico	0,1kW
antenna per trasmissioni radio e relative apparecchiature (tipo WiFi)	0,5kW
Stazione di sollevamento acque	Var. come da progetto
Stazione meteo	1,5kW
impianti di illuminazione	150/250/400 W per punto luce
stazioni di pompaggio sottopassi	6kW

NOTE: gli impianti ENEL SOLE e stazioni di pompaggio disporranno di punti di fornitura e quadri elettrici separati rispetto all'impianto asservito all'asse autostradale.

Pertanto le forniture richieste all'Ente Erogatore per il 1° e 2° lotto lungo l'asta principale e per l'esercizio della stessa, sono in bassa tensione con potenza iniziale impegnata P= 30 k W, 3F+N, 380V-220V.

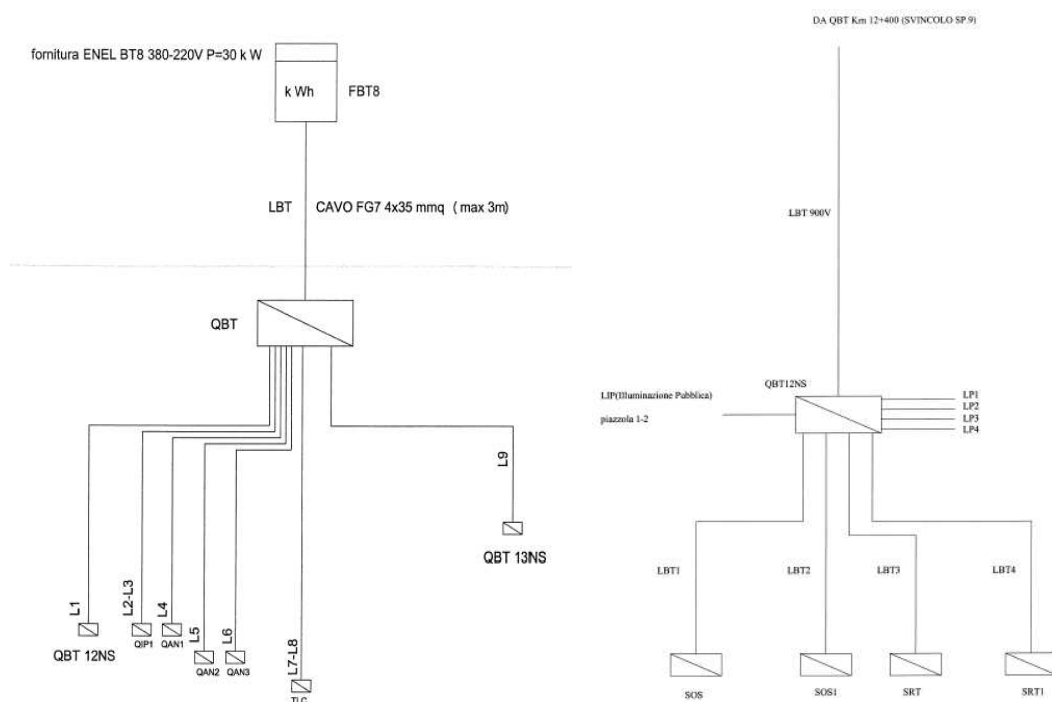
3. DESCRIZIONE DEGLI IMPIANTI

L'architettura dell'impianto è sempre caratterizzata da un quadro elettrico generale alimentato in BT posto a valle del punto di fornitura dal quale derivano linee di alimentazione direttamente verso:

- utenze di pubblica illuminazione (IP)
- quadri periferici di distribuzione (IP)
- segnalazione antinebbia
- utenze di servizio
- utenze di forza motrice
- utenze preferenziali

Se previsto, dal medesimo quadro dirama una o più linee di alimentazione a 900V verso quadri BT periferici.

Schemi rappresentativi sono i seguenti:



dove, nel caso presentato, a valle della fornitura richiesta in BT di 30kW, è previsto un QBT (Quadro di Bassa Tensione) da cui diramano due linee a 900V verso i QBT 12NS e QBT 13NS, rispettivamente quadri di BT delle piazzole di sosta n. 12Nord e 13Nord, nonché a sottoquadri di distribuzione di IP (QIP1) e a impianti antinebbia.

3.1 Quadri elettrici impianto di illuminazione pubblica

In prossimità di svincoli e intersvincoli autostradali e delle rispettive confluenze verranno posizionati i quadri elettrici di alimentazione degli impianti di illuminazione pubblica. I quadri elettrici principali verranno alimentati prevalentemente da forniture elettriche in bassa tensione variabili da 6k W sino a 30 k W. I quadri elettrici saranno in carpenteria metallica autoportante con grado di protezione IP 55 e alloggeranno in nicchie in muratura o in locali tecnici in C.A.V predisposti allo scopo. I quadri elettrici saranno dotati di regolatore di flusso luminoso e da questo partiranno le linee di alimentazione per i corpi illuminanti posti sulla carreggiata di pertinenza o verso quadri elettrici di distribuzione secondaria. Ogni impianto sarà infatti dotato di sottoquadri periferici denominati Q.I.Pn (con n. numero progressivo) in cui sarà possibile effettuare il sezionamento e la distribuzione delle linee dorsali in partenza dal quadro generale B.T.

Ogni linea in partenza dal quadro generale sarà protetta da un interruttore dalle seguenti caratteristiche:

- tipo magnetotermico differenziale
- riarmo motorizzato
- contatti ausiliari per il prelievo a distanza dei segnali e tarato secondo la norma CEI 64-8 (sovraccarico e cortocircuito).

Il quadro è dotato di cellula fotosensibile per il comando di accensione dei corpi illuminanti. Il quadro è altresì dotato:

- selettori per il comando manuale e automatico dei corpi illuminanti
- teleruttori di linea provvisti di contatti ausiliari
- selettore funzionamento locale-remoto
- relè interfaccia per il sistema di telecontrollo.

3.2 *Quadri elettrici impianto antinebbia*

Dal quadro generale di illuminazione pubblica partiranno le linee dei quadri dei segnalatori stradali antinebbia posti in prossimità dei piantoni dei guard-rail a margine della carreggiata. I delineatori sono dotati di ottica a Led e saranno posti ad una interdistanza media di 13-15 m l'uno dall'altro. Ogni rampa di antinebbia farà capo a un QAN (quadro antinebbia periferico) che sarà dotato di:

- centralina di lampeggio ad intermittenza con relè statici
- trasformatore abbassatore 220 – 48 V A.C di adeguata potenza
- sezionatori portafusibili

Ogni QAN sarà posizionato in posizione baricentrica sugli svincoli di pertinenza, da essa partiranno le linee multipolari di tipo tripolare FG7 OR 0.6/1k V, le derivazioni delle lanterne saranno effettuate sulle morsettiere delle stesse. Ogni lanterna antinebbia sarà posta su paline in acciaio zincato da 1" ½ GAS.

Le accensioni dei delineatori potranno essere comandate localmente o a distanza attraverso un sistema di supervisione.

Il quadro è altresì dotato:

- di selettori per il comando manuale e automatico delle lanterne antinebbia
- teleruttori di linea provvisti di contatti ausiliari
- selettore funzionamento locale-remoto
- relè interfaccia per il sistema di telecontrollo.

3.3 *Quadri elettrici stazioni di pompaggio e cabine MT/BT*

Nei tratti in trincea dell'asse autostradale, in prossimità delle vasche di raccolta dell'acqua piovana verranno ubicate delle stazioni di pompaggio. Queste stazioni di pompaggio saranno composte da pompe adeguatamente dimensionate in base al deflusso previsto e da un quadro di avviamento automatico.

La cabina elettrica di trasformazione sarà posizionata in locale prefabbricato in C.A.V che disporrà dei seguenti locali:

- locale consegna ente distributore
- locale cabina elettrica di utente
- locale quadri elettrici B.T
- locale trasmissione dati e apparati speciali

Ove previsto si allestirà la cabina elettrica che sarà dotata di Q.MT con IMS con trasformatore tipo ONAN $V1=15.000V$ $V2=380V-220V$ di $An=400\text{ k VA}$. Il quadro MT risponderà alle prescrizioni della ENEL DK 5600.

3.4 Quadri elettrici piazzole tecnologiche e quadri elettrici principali

In prossimità delle piazzole tecnologiche verranno predisposti dei quadri elettrici atti ad alimentare le seguenti utenze prevalenti: pannelli a messaggi variabili, stazione meteo, sensori rilevamento traffico, colonnine SOS. Qualora queste utenze siano distanti dal punto di fornitura stabilito si provvederà ad alimentare il quadro elettrico di riferimento con linee a tensione 900V per ridurre la sezione dei conduttori di linea. In tal caso si disporrà di autotrasformatore a monte e a valle della linea del tipo in aria 3F/3F+N 900/380V-220V. Ogni sito potrà essere telecontrollato e monitorato con apposite strumentazioni, anche da più punti di supervisione. A tale scopo tutti i quadri elettrici principali e di piazzola disporranno di strumenti idonei a trasmettere i seguenti valori: tensione, corrente, potenza, consumi. Il riarmo così come lo stato degli interruttori e dei teleruttori potrà essere rilevato tramite apposite morsettiere interfacciate con quadri di telecontrollo. Le utenze privilegiate saranno alimentate tramite dei gruppi di continuità del tipo mono-mono da 3 k VA.

4. Impianti di terra

4.1 Cabina di trasformazione

Lungo il perimetro della cabina è posta, interrata ad una profondità di 1 m, una corda nuda di rame da 50 mmq con funzione di dispersore orizzontale. Il dispersore è integrato da n. 6 dispersori verticali a croce con lunghezza 1.5 m (posti in appositi pozzetti ispezionabili). All'interno della cabina è posto il collettore generale di terra a cui sono collegati attraverso un conduttore G/V da 70 mmq:

- il trasformatore e le guide di supporto dello stesso
- le masse interne ed esterne
- il neutro del trasformatore per realizzare un sistema tipo TNS
- il conduttore di protezione posto sul fianco della carreggiata e collegherà le varie sottocabine
- le bandelle di terra perimetrali dei locali tecnici quadri e telecontrollo

4.2 Sottocabine e quadri B.T

Lungo il perimetro della sottocabina è posta, interrata ad una profondità di 1 m, una corda nuda di rame da 50 mmq con funzione di dispersore orizzontale. Il dispersore è integrato da n.4 dispersori verticali a croce con lunghezza 1.5 m (posti in appositi pozzetti ispezionabili). All'interno della sottocabina è posto il collettore generale di terra a cui sono collegati attraverso un conduttore G/V da 70 mmq:

- il trasformatore e le guide di supporto dello stesso
- le masse interne ed esterne
- il neutro del trasformatore per realizzare un sistema tipo TNS

- il conduttore di protezione posto sul fianco della carreggiata per il collegamento alla cabina principale MT-BT le bandelle di terra perimetrali dei locali tecnici quadri e telecontrollo.

4.3 Impianti di svincolo

Per tutta la lunghezza delle tratte di distribuzione lungo gli svincoli, viene predisposta interrata ad una profondità variabile sino a 1 m, una corda nuda di rame da 50 mmq con funzione di dispersore orizzontale. Benché tutto l'impianto di illuminazione pubblica e di segnalazione antinebbia sia realizzato in classe 2, e quindi non necessiti di una rete di terra, si è ritenuto, sulla base di una valutazione dei benefici, di estendere la maglia di terra dei locali quadri per tutta la lunghezza degli svincoli. Questo garantisce:

- la possibilità di collegare utenze diverse a una medesima rete di terra (telecamere, PMV, stazioni contatraffico, ...)
- garantire valori di impedenza molto bassi alla rete di dispersione
- la possibilità di equipotenzializzare strutture metalliche quali pali di pubblica illuminazione, strutture metalliche, utenze specifiche.

PUBBLICA ILLUMINAZIONE

Gli impianti di illuminazione sono previsti a servizio delle rampe di svincolo autostradali, a servizio di quota parte della viabilità esterna all'autostrada, a servizio delle piazzole di sosta e di tratti autostradali per i quali si richiede l'illuminazione. E' prevista l'illuminazione anche di una galleria artificiale.

Sulle rampe di svincolo, l'impianto di illuminazione è completato da un sistema denominato *Antinebbia*, costituito da indicatori a LED lampeggianti la cui attivazione è gestita dal sistema di telecontrollo impianti; tale impianto ha lo scopo di migliorare la percezione della strada in tutti i casi di visibilità ridotta.

Le lavorazioni e le forniture previste nell'ambito dell'appalto riguardano l'esecuzione di tutte le lavorazioni per la realizzazione dei caviodotti, dei plinti di fondazione dei pali e dei dispositivi antinebbia, la fornitura in opera dei quadri elettrici completi dei dispositivi previsti di regolazione di flusso, sensori fotoelettrici e quanto già descritto nella sezione precedente, la fornitura di tutti i cavi elettrici e di terra, la posa in opera dei punti luce completi di pali, armatura e morsettiera, la posa in opera dei segnalatori antinebbia.

Alcuni interventi specifici sulla viabilità ordinaria interferita sono limitati alla esecuzione delle sole opere civili, mentre l'impianto di illuminazione viene realizzato nell'ambito della risoluzione dell'interferenza (costituita dall'impianto preesistente). In particolare questo vale per:

- Ospitaletto – Via don Ghidoni
- Ospitaletto – rotatoria SS11
- Cazzago Sa. Martino – Loc. Pedrocca

- Travagliato – Via Castrezzato
- Travagliato – Rotatoria S.P. 21
- Lograto – Cascina Volti
- Lograto – Rotatori ex S.S. 235 Nord
- Lograto – Rotatori ex S.S. 235 Sud

Restano escluse dall'appalto la fornitura dei pali di illuminazione, delle armature stradali, dei proiettori stradali (quando non diversamente specificato) e dei segnalatori antinebbia.

Questa scelta è sostanzialmente motivata nella volontà di garantire i parametri illuminotecnici identificati e nel consentire la continuità di impianto nella realizzazione dell'intera opera autostradale che è progettata per essere realizzata in più di un lotto. La stazione appaltante sarà pertanto responsabile della acquisizione dei materiali suddetti secondo il cronoprogramma che verrà reso disponibile dalla direzione lavori.

1. *NORMATIVA*

Il progetto è stato redatto specificatamente rispettando la classificazione delle strade di cui al D.Lgs 285 del 13-04-1992 e al DM 4-11-2001 e i livelli di illuminamento sono conformi con la UNI 10439 e UNI 11095.

Gli impianti sono inoltre stati progettati alla luce della Legge regionale n°17 del 2000 e successiva modifica n° 38 del 2004 e suoi decreti attuativi.

2. *LIVELLI DI ILLUMINAMENTO*

La progettazione è stata effettuata dimensionando il passo di posa dei punti luce, l'altezza dei pali, i flussi luminosi ed il diagramma delle intensità luminose dei corpi illuminanti al fine di garantire i parametri delle caratteristiche di illuminazione previste dalla Norma UNI 10439 e UNI 11095 che definiscono i parametri delle caratteristiche di illuminamento delle strade e delle gallerie.

In particolare:

- le Autostrade sono classificate come “strade di classe A con circolazione motorizzata veloce ad alta intensità” ed è richiesto un valore di luminanza media $E_m=2\text{cd/m}^2$. mantenuto. Altresì si dovranno anche rispettare gli altri parametri di Uniformità e di Abbagliamento.
- La viabilità esterna di adduzione è peraltro stata assimilata alla medesima classe A o a classe con indice illuminotecnica 5 (corrispondente a un valore di luminanza media $E_m=1,5\text{cd/m}^2$)

Lungo gli svincoli di accelerazione e decelerazione ad un senso di marcia, l'impianto dovrà garantire un livello di E_m di 2 cd/mq, che si otterrà con armature stradali con lampada al sodio ad alta pressione installate a testa palo; lungo gli svincoli a due sensi di marcia i centri luminosi saranno installati solo su un lato e con la stessa

geometria definita per quelli installati lungo le piste di accelerazione e decelerazione confluenti con la sede autostradale.

I centri luminosi saranno costituiti da armature, e/o da proiettori, montate a testa palo o con sbraccio fino a 2m, su pali di altezza 9 - 12m.

Per le strade di viabilità urbana, siano classificate con indice illuminotecnica 6 o 5, potranno altresì essere previste linee di illuminazione su entrambi i lati della strada per garantire il rispetto dei parametri illuminotecnici.

Indice della categoria illuminotecnica	Valore minimo della luminanza media mantenuta	Uniformità minima		Valore massimo dell'indice di abbagliamento debilitante
		$U_0^{(1)}$	$U_1^{(2)}$	
	L_m cd/m ²	%	%	$T^{(3)}$ %
6	2,0	40	70	10
5	1,5	40	70	10
4	1,0	40	50	10
3	0,75	40	50	15
2	0,5	35	40	15
1	0,3	35	40	15

Prescrizioni illuminotecniche UNI 10439

Vengono pertanto individuate le seguenti tipologie di impianti di illuminazione:

- rampa monodirezionale, categoria illuminotecnica 6, centri luminosi installati solo su un lato: armature stradale con lampada SAP 150W, posto ad una altezza di 9m dal manto stradale, con interpasso di 27-30m.
- rampa bidirezionale, categoria illuminotecnica 6, centri luminosi installati solo su un lato: armature stradali con lampada SAP 250W, poste ad una altezza di 12m dal manto stradale con interpasso 30-33m.

In allegato vengono presentati i calcoli specifici per ciascuna tipologia di impianto.

Come emerge dai parametri riportati, si evidenzia che non è garantito un rapporto fra interdistanza e altezza delle sorgenti luminose non inferiore al valore di 3.7 (L.R. 34/2004). Il medesimo regolamento, peraltro, consente "soluzioni alternative solo in quanto funzionali alla certificata migliore efficienza generale dell'impianto": è questo il caso degli impianti in oggetto in quanto per mantenere i valori illuminotecnici richiesti dalle normative UNI 10439 su una rampa monodirezionale, con pali hft=9m e interdistanza 37m anziché 27-30m, sarebbe necessario aumentare a non meno di 250W la potenza delle lampade, contro i 150W, con un aumento della potenza complessiva impegnata. A ciò si aggiunga un peggioramento dei parametri di uniformità dell'illuminazione, soprattutto, trattandosi di rampe di svincolo e quindi con raggio di curvatura elevato.

I quadri generali di IP vengono previsti forniti equipaggiati di regolatore di flusso centralizzato. Il regolatore di flusso centralizzato consente di migliorare il rendimento dei centri luminosi, ottimizzando anche gli interventi manutentivi garantendo nel contempo il rispetto dei limiti legislativi imposti dalla normativa regionale L. 17/2000 e regolamento di attuazione L.R. 34/2004.

3. CRATTERISTICHE PRINCIPALI

3.1 Armature stradali

Le armature stradali, peraltro previste a carico della stazione appaltante nell'ambito delle somme a disposizione, sono con vetro piano e dotate di lampade da 150 W e 250 W S.A.P. E' previsto vengano poste ad una altezza di 9-12 m f.t ,su pali diritti o datati di sbraccio, posti ad una interdistanza media di 27-30/30-33 m l'uno dall'altro. Ogni carreggiata sarà alimentata da due linee separate e distinte, per ridurre le sezioni dei cavi e contenere la caduta di tensione entro il quattro per cento su ogni campata media (54-60 m). Dal quadro di illuminazione pubblica partiranno perciò linee composte rispettivamente da cavi multipolari (quadripolari) tipo FG7 OR 0.6/1 k V, le derivazioni delle linee saranno effettuate sulle morsettiere da palo del tipo a doppio isolamento. Le morsettiere di derivazione dei pali saranno alloggiate all'interno degli stessi, ogni morsettiera è provvista di: sezionatori portafusibili per il sezionamento delle linee in ingresso e portello con apertura ad inserto triangolare.

3.2 Proiettori stradali

I proiettori saranno del tipo *per tunnel*, SNF monolampada con lampada al sodio a.p. tubolare da 150W-17500lumen, 250W – 33200lumen o 400W-56500lumen, con gruppo ottico asimmetrico in alluminio purissimo anodizzato e brillantato Al $\geq 99.98\%$, con vetro frontale di chiusura temprato e con spessore di circa 5 mm fissato con dispositivi a clips in acciaio inox, guarnizione al silicone e con dispositivo goniometrico per il puntamento, corpo verniciato in fusione di lega di alluminio a basso contenuto di rame; le parti esterne di supporto dovranno essere protette contro l'ossidazione mediante zincatura a caldo, la bulloneria dovrà essere in acciaio inox. Il grado di protezione dovrà essere non inferiore a IP55 con classe di isolamento Cl 2 e marchio CE, dispositivo di sovrappressione. L'unità elettrica sarà cablata e rifasata con $\cos \varphi = 0.9$, conduttori di cablaggio non propaganti la fiamma con isolamento in PVC HT con resistenza termica $\geq 90^{\circ}\text{C}$ o con isolamento in silicone con calza di vetro, portalampada in ceramica con antisvitamento, reattori/alimentatori a norma CEI 34-48 e 34-49, classe H di isolamento, indice della temperatura di funzionamento $t_w 130^{\circ}\text{C}$; accenditore elettronico a norma CEI 34-46 e 34-47 con schema di inserzione a tre fili, di tipo universale con sistema di disinserzione automatica in caso di lampada guasta; condensatore d secondo norme CEI 34-63 e 34-64 con custodia metallica di alluminio, tensione nominale $\geq 250\text{V}$, temperatura di lavoro $- 25^{\circ} +85^{\circ}$, protezione a fusibile eliminabile. L'unità elettrica dovrà essere contenuta in un apposito vano e fisicamente separato dal vano ottico, oppure in apposito box in fusione di alluminio con grado di protezione $\text{IP}\geq 55$ e fissato al telaio per i proiettori mediante nastro in bandit di acciaio inox.

3.3 Pali

E' previsto l'impiego di pali di acciaio di qualità pari a Fe 360 grado B o migliore, secondo norma CNR-UNI 7070/82, a sezione circolare e forma tronco conica saldati longitudinalmente con sistema ad induzione secondo norma CNR-UNI 10011/85 o di tipo trafilato e zincati a caldo secondo CEI 7.6 e **dopo lavorazione**. I pali, completi della morsettiera accessoria, verranno forniti dalla stazione Appaltante e dovranno essere posati dall'Appaltatore senza danneggiamenti dei medesimi; a carico dell'appaltatore si intendono tutte le attività di posa dei pali compresa della fornitura dei materiali di consumo (nastro "densolan" e quantaltro necessario).

L'altezza fuori terra dei pali per apparecchiature da 150W è prevista in 9m, completi di sbraccio di 2m, e 12m, con installazione armatura testa-palo, per le apparecchiature da 250W.

Durante l'installazione, in corrispondenza del punto di incastro del palo nel blocco di fondazione, la zona di bagnasciuga, il palo dovrà essere protetto con doppio strato in nastro "**densolan**" ricoperto da nastro isolante adesivo in PVC pesante per una lunghezza di 400 mm.

3.4 Impianto Antinebbia

E' costituito da lanterne tipo conchiglia LSA23/GE/F, interamente stampata in PVC bianco antiurto con sorgente luminosa costituita da matrice circolare - $\varnothing = 160\text{mm}$. - IP65 - con 160 led, formante due corone circolari concentriche intermittenenti a luce color giallo ambra $\lambda = 592\text{nm}$, - corona centrale $\varnothing = 70\text{mm}$ con 50 led - corona esterna con 110 led - e da un catadiottro. **Le lanterne verranno fornite dalla stazione Appaltante, mentre restano a carico dell'appaltatore tutti gli oneri di installazione.** Le lanterne saranno installate su paline $h_{ft} = 1,20\text{m}$ in acciaio zincato a caldo $\varnothing 1'' \frac{1}{2}$ infisse in blocchi di fondazione appositamente costruiti o nelle sedi realizzate nei blocchi di fondazione dei pali, oppure su staffe in acciaio zincato a caldo tassellate su manufatto in presenza di segnalazione lungo sovrappassi: le paline, le staffe, i blocchi di fondazione e tutti i materiali di consumo necessari a fornire l'impianto funzionante ed installato a regola d'arte, si intendono a carico della ditta appaltatrice. Le paline dovranno presentare un'asola di passaggio cavi di 35 mm x 80 mm con il bordo inferiore a 100 mm dall'estremità della palina.

Ogni gruppo di lampade è gestito da un quadro di distribuzione locale in SMC di tipo BVT/T - IP44, compreso nella fornitura in appalto. In esso sono installati il gruppo di trasformazione, la centralina di intermittenza, le morsettiere di attestazione e le apparecchiature di protezione e sezionamento in ingresso e delle linee di alimentazione delle lanterne in cavo FG7 tripolare con guaine interne di color azzurro, marrone e nero.

La tensione di alimentazione delle lanterne è $V = 48\text{V}$.

L'alimentazione del primario è realizzata da cavo dorsale FG7OR-06/1KV derivata dal quadro generale o da linea trifase intercettata nei quadri di smistamento linee.

Caratteristiche del trasformatore di sicurezza : - 220V/48V -CI II

Le centraline per l'intermittenza saranno di tipo a relè statici 0÷450V, 70A comandati da logica e con le indicazioni luminose dei segnali di comando; la frequenza dell'intermittenza dovrà essere $50/\text{min} \leq f \leq 80/\text{min}$.

Le linee in B.T.S. di alimentazione in ingresso ed in uscita dalla lanterna saranno attestate alla morsettiera delle lanterne medesime.

Le lanterne antinebbia poste sui sovrappassi saranno alimentate da linea in cavidotti in acciaio zincato a caldo $\varnothing 1'' \frac{1}{2}$ o con in canale di acciaio staffata e con derivazione in guaina flessibile armata con nastro di acciaio zincato a doppia aggraffatura opportunamente disposti per la visibilità della lanterna.

IMPIANTI DI SOLLEVAMENTO

Lungo l'asse del nuovo raccordo autostradale possiamo trovare due tipologie di impianti di sollevamento delle acque:

1. rilancio delle acque di piattaforma;
2. rilancio delle acque dei sottopassi in falda;

1. STAZIONI DI SOLLEVAMENTO DELLE ACQUE DI PIATTAFORMA

Le stazioni di sollevamento delle acque di raccolta della piattaforma autostradale sono dislocate in prossimità di vasche di accumulo posizionate in piazzole tecnologiche dedicate.

Gli impianti sono in totale 15 e così ripartiti:

1° lotto	n° 3 impianti
2° lotto	-
3° lotto	-
4° lotto	n° 12 impianti

Le stazioni di pompaggio sono installate in apposite camerette interrato dedicate delle dimensioni di m 4 x 5 e prevedono l'installazione di n° 3 pompe che lavorano in camera asciutta.

Questo particolare metodo di installazione è stato previsto a livello progettuale per garantire, visto l'importanza dell'impianto, la più veloce, facile, ed efficace manutenzione sia ordinaria che straordinaria dell'intero sistema.

Infatti la possibilità di lavorare in un ambiente asciutto, riservato solo ai macchinari, di facile accessibilità, completamente autonomo da quella che poteva essere la zona di raccolta dell'acqua, garantisce la migliore efficacia di tutte le operazioni e una maggiore sicurezza del personale nella loro esecuzione.

Il circuito idrico è stato così composto:

- valvola di sezionamento sulla tubazione di aspirazione;

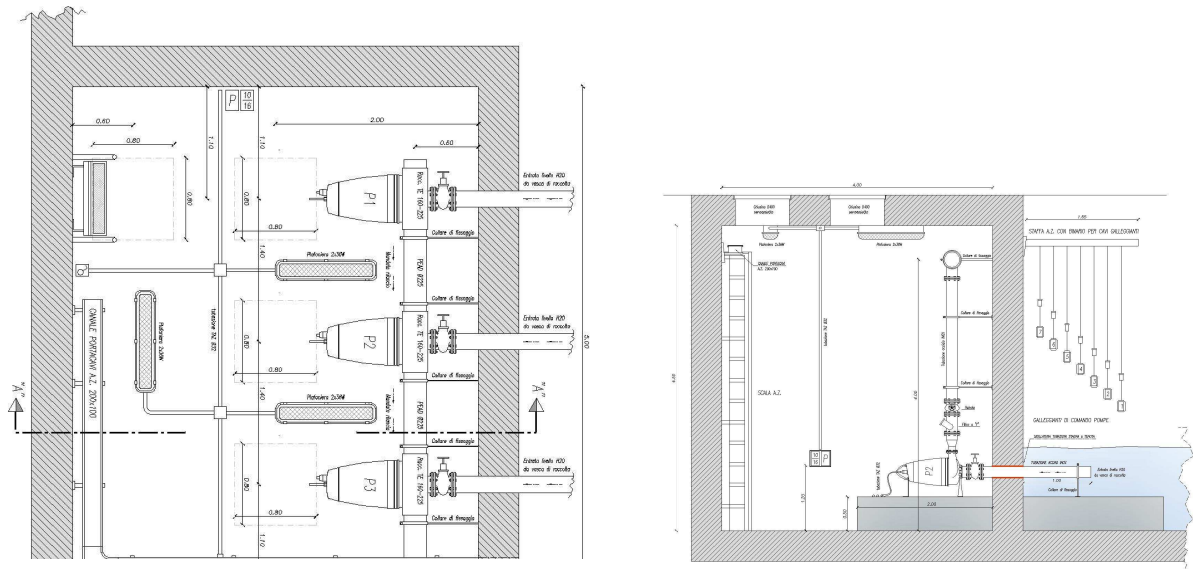
- pompa di rilancio delle acque
- valvola di non ritorno a palla
- valvola di sezionamento sulla tubazione di rilancio
- collettore generale di rilancio

Le tubazioni sino al collettore sono state previste in INOX per una maggiore durata nel tempo mentre dal collettore in poi si è previsto di proseguire con tubazioni in PEAD.

L'impianto prevede 3 pompe comandate da un quadro elettrico generale con logica di funzionamento, già predisposto per il telecontrollo a distanza mediante l'ausilio di contatti puliti di scambio..

Questa logica alterna le pompe tra di loro e le fa partire in modo parzializzato e sequenziale.

Così facendo si evitano sprechi inutili di energia e si preserva la vita utile di ciascuna pompa garantendo un funzionamento uguale a livello di ore.



SISTEMA DI TELECONTROLLO

Tutti i quadri elettrici, i quadri preposti alla pubblica illuminazione, i quadri di controllo delle stazioni di sollevamento sono progettati per essere interfacciati da dispositivi atti a raccogliere lo stato dei propri dispositivi e trasmetterne segnalazione ad un sistema centrale di supervisione e telecontrollo impianti. Nella presente sezione vengono illustrate le linee guida che hanno condotto al dimensionamento del sistema di telecontrollo.

1. *NORMATIVA*

La fornitura dovrà essere conforme alle norme:

C.E.I. Comitato Elettrotecnico Italiano

U.N.I. Ente Nazionale Italiano di Unificazione

C.C.I.T.T. International Consultative Committee for Telegraphs and
Telephones

ed ottemperare a tutta la normativa vigente in materia di prevenzione infortuni.

2. *INQUADRAMENTO GENERALE*

L'impianto prevede che il segnale venga prelevato dagli impianti che devono essere controllati, che venga trasmesso in Sede centrale e che venga elaborato dal sistema di supervisione.

Per realizzare l'impianto è stata scelta la tecnologia del bus di campo con protocollo di comunicazione MODBUS su ETHERNET/TCP-IP. In ogni sito ove devono essere effettuate le installazioni si suppone già presente una Lan Ethernet alla quale si collegheranno i diversi punti di acquisizione segnali chiamati NODI. Una volta che il NODO è collegato alla lan Ethernet, verrà convogliato presso il sistema di elaborazione dati, tramite gli apparati di comunicazione gigabit ethernet basati su fibra ottica.

L'architettura dell'impianto è facilmente suddivisibile in tre fasi progettuali ben distinte:

1. Acquisizione dei segnali da campo
2. Trasporto dei dati dal campo al sistema di supervisione
3. Gestione dei dati con il sistema di supervisione

La suddivisione di tali aree è motivata dal fatto che ciascuna di esse, pur reciprocamente integrandosi con le altre ai fini della funzionalità dell'impianto, costituisce per motivi tecnici un insieme di elementi omogenei trattabili a sé stanti.

Per la forte specificità dei sistemi interessati dall'applicazione, si è inteso ricomprendere entro l'appalto principale la fornitura in opera dei quadri di telecontrollo per l'acquisizione delle segnalazioni dai dispositivi e dai quadri elettrici, la fornitura dell'elaboratore centrale e del software di supervisione; resta escluso, perchè realizzato

mediante appalto specifico, il sistema di telecomunicazione basato su fibra ottica e apparati gigabit ethernet.

Il sistema si basa sulla fornitura di quadri precablati e dotati di un modulo CPU (tipo WAGO o similari) in grado di gestire moduli di acquisizione digitali, acquisire segnali analogici (0÷5 V ; 0÷20 mA ; 4÷20 mA), moduli di output digitali e moduli di output analogici. La CPU, attraverso una connessione in rete ETHERNT, con protocollo tipo MODBUS su TCP/IP, sarà acquisita dal sistema di supervisione centrale.

Sono stati individuati tre profili di nodi caratterizzati dagli impianti da monitorare e dai siti dove devono essere installati:

- nodo “piazzola” – installato presso la piazzola di
- nodo “svincolo” – installato in prossimità di uno svincolo dell’autostrada
- nodo “vasca” – installato presso i locali destinati agli impianti delle vasche di trattamento delle acque

La rete di controllo ha lo scopo di raccogliere i segnali e inviarli verso il Centro di Supervisione, oggetto della fornitura.

La tipologia di impianto che si è deciso di installare sul campo ha una filosofia ed una logica uguale in ogni situazione. I moduli di acquisizione segnali è previsto che siano installati:

- in quadri esterni attigui ai quadri elettrici dai quali si deve prelevare lo stato del segnale nel caso in cui non sia stato previsto un apposito spazio all’interno del quadro elettrico;
- all’interno dei quadri elettrici dai quali si deve prelevare lo stato del segnale nel caso in cui sia stato previsto un apposito spazio.

L'alimentazione di questi moduli è prevista da un quadro di alimentazione, oggetto della fornitura, completo di interruttore per sezionare l'alimentazione del nodo, trasformatore da 220V alla tensione richiesta dalle specifiche tecniche degli apparati forniti, dotato di batteria tampone per garantire il servizio in caso di mancanza fornitura elettrica o guasto dell'alimentatore stesso. La fornitura elettrica al quadro alimentazione è prevista dal quadro di distribuzione presente nel sito delle installazioni.

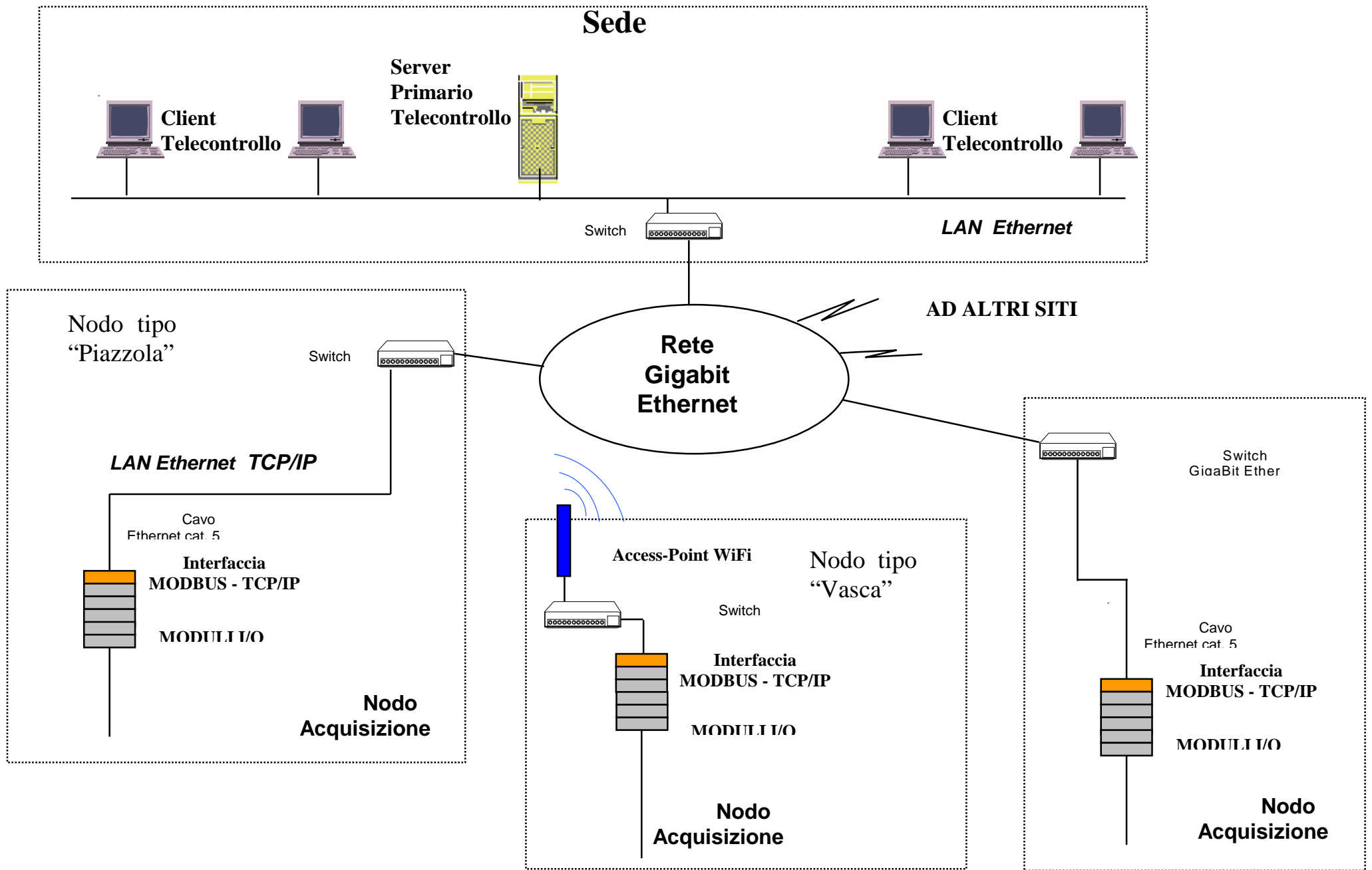
La temperatura atmosferica di progetto è compresa tra 0°C e +50°C per tutti gli apparati del sistema (Norme IEC359).

3. CARATTERISTICHE PRINCIPALI

3.1 Architettura del sistema

La struttura del sistema di telecontrollo è presentata nella figura seguente.

Architettura di Rete per il Monitoraggio Impianti



3.2 I quadri di telecontrollo

Tutti i quadri elettrici sono opportunamente equipaggiati con moduli di segnalazione di stato degli interruttori e motorizzazioni riportate su morsettiera, a partire dalla quale verranno riportati i contatti ai quadri di acquisizione di telecontrollo.

I nodi installati nei quadri di telecontrollo hanno il compito di raccogliere i segnali, oltre che dei quadri elettrici, anche dei sensori installati come i rilevatori di fumo, sensori magnetici, ecc.

Nelle seguenti tabelle vengono riassunte le configurazioni e le sensoristiche previste per le tre tipologie di nodo individuate :

- **Nodo “Piazzola”**
- **Nodo “Svincolo”**
- **Nodo “Vasca”**

Nodo “Piazzola”

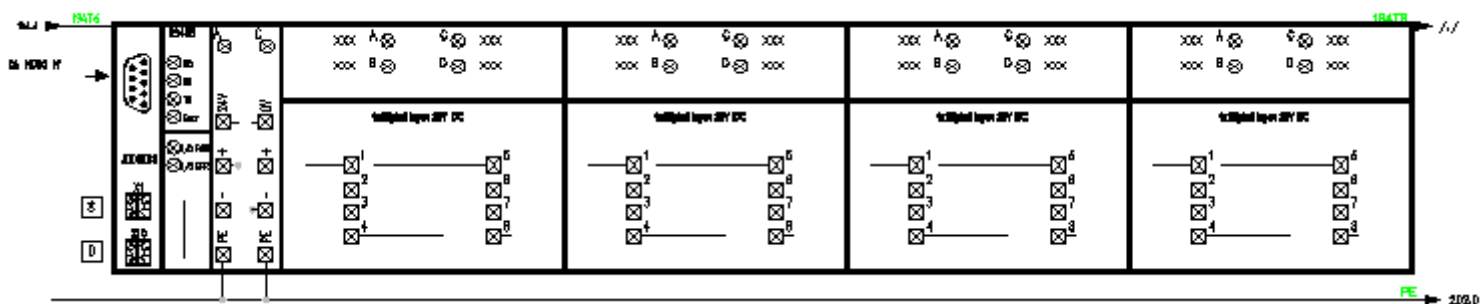
Descrizione	Q.tà
Alimentatore nodo	1
CPU nodo	1
Modulo a 4 ingressi digitali	8
Modulo a 4 uscite digitali	3
Modulo a 2 ingressi analogici	2
Modulo Uscita relè 230 VAC, 2.0A	3
Modulo Terminazione Nodo	1
Sonda T+U	1
Contatto magnetico per porte e finestre	2

Nodo “Svincolo”

Descrizione	Q.tà
Alimentatore nodo	1
CPU nodo	1
Modulo a 4 ingressi digitali	20
Modulo a 4 uscite digitali	6
Modulo a 2 ingressi analogici	4
Modulo Uscita relè 230 VAC, 2.0A	6
Modulo Terminazione Nodo	1
Sonda T+U	1
Sensore fumi	1
Contatto magnetico per porte e finestre	1

Nodo "Vasca"

Descrizione	Q.tà
Alimentatore nodo	1
CPU nodo	1
Modulo a 4 ingressi digitali	5
Modulo a 4 uscite digitali	2
Modulo a 2 ingressi analogici	2
Modulo Uscita relè 230 VAC, 2.0A	2
Modulo Terminazione Nodo	1
Sensore fumi	1
Contatto magnetico per porte e finestre	1
Apparato Wireless per tx dati completo di antenna	1



Schema modulo acquisizione

3.3 Sistema di supervisione

Il sistema viene supervisionato attraverso uno SCADA industriale che viene previsto dimensionato con un numero di variabili (TAG) gestibili in numero di 5000. Tutto il sistema sarà gestito in modalità WEB o client/server: è infatti prevista anche la fornitura di licenze client per la realizzazione dell'interfaccia operatore e la fornitura del sistema hardware per l'applicazione server.

ALLEGATI

a.20.60_ALLEGATO1_Verifica illuminotecnica monodirezionale 1 corsia

a.20.60_ALLEGATO2_Verifica illuminotecnica bidirezionale 2 corsie

a.20.60_ALLEGATO3_Verifica statica plinto per pubblica illuminazione

Svincolo monodirezionale 1 corsia

Autostrade Centro Padane S.p.A.

Data: 05-12-2006

Redattore: Geom. Bertazzoli Luca

Descrizione: Verifica illuminotecnica classe 6

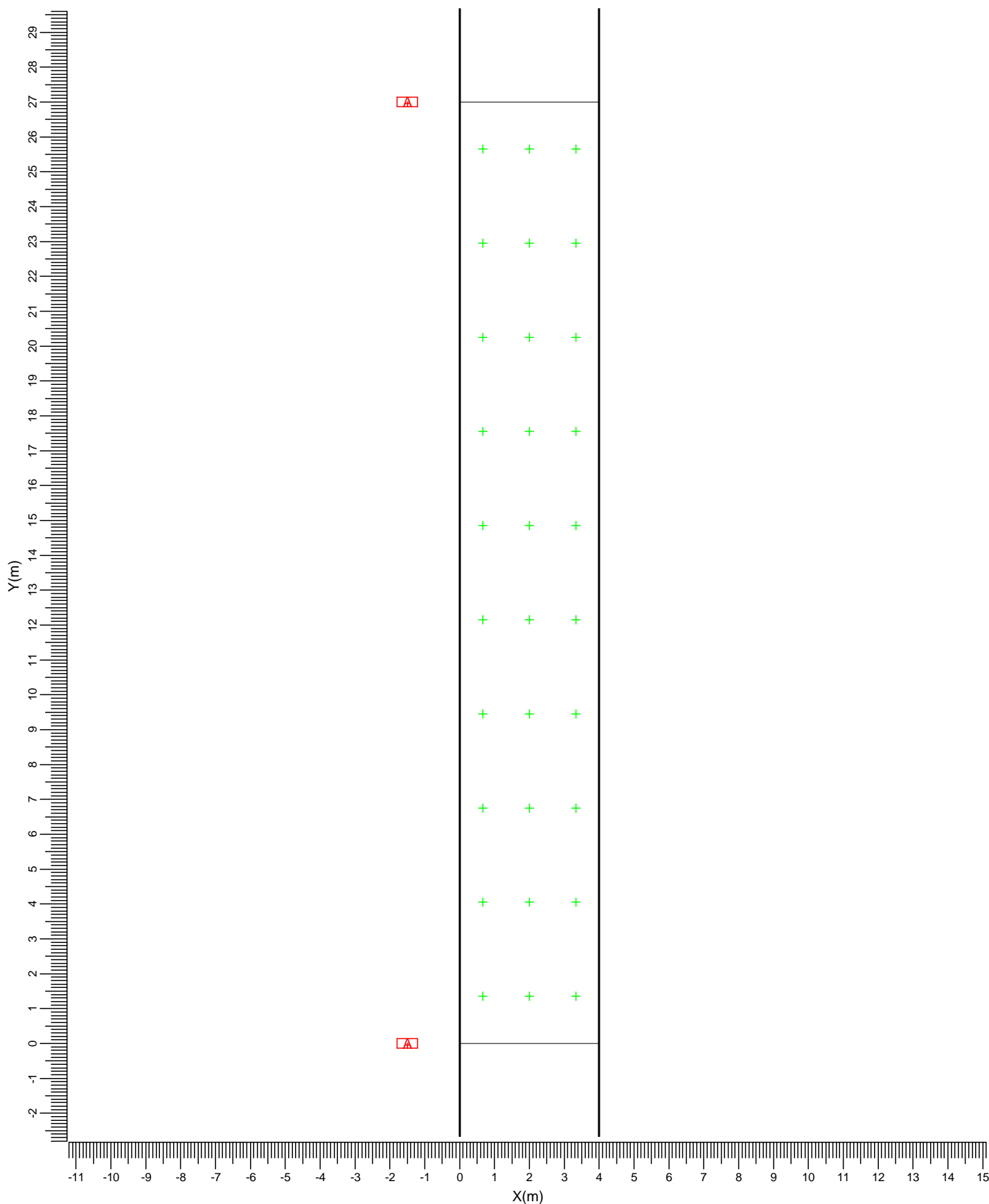
Eventuali verifiche ad impianto realizzato potranno evidenziare, rispetto ai valori nominali ottimali del presente tabulato, qualche deviazione in relazione alle tolleranze delle caratteristiche delle lampade e dei reattori, della tensione di rete e dei posizionamenti e puntamenti degli apparecchi di illuminazione.

Indice

1.	Visualizzazioni	3
1.1	Pianta	3
2.	Elenco degli schemi	4
3.	Indice	5
3.1	Strada principale	5
4.	Risultati dei calcoli	6
4.1	L principale: Tavola di testo	6
4.2	L principale: Curve isolux	7
4.3	L principale: Bande isocolore	8
5.	Apparecchi	9
5.1	Apparecchi di progetto	9

1. Visualizzazioni

1.1 Pianta



A SGS305 TP FG P7

Scala
1:150

2. Elenco degli schemi

Fattore di manutenzione di progetto: 0.80.

Il reticolo principale è del tipo CEN Luminanza

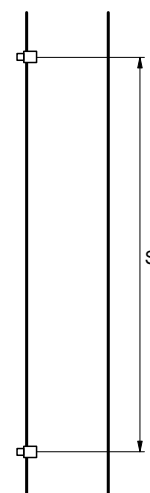
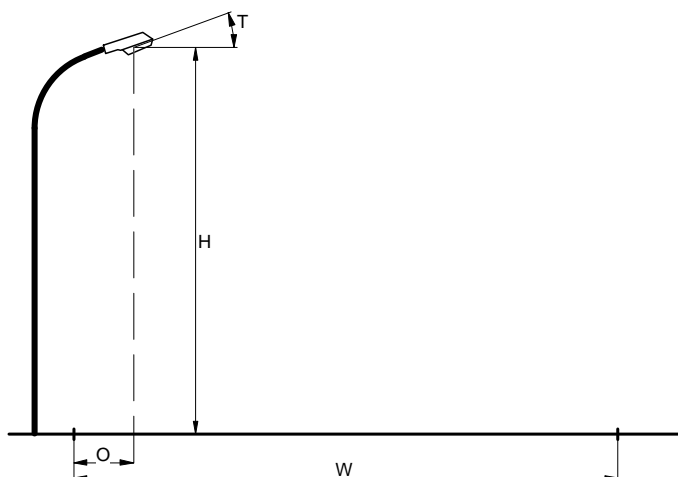
Codice	Tipo di apparecchio	Tipo di lampada	Potenza (W)	Flusso (lm)
A	SGS305 TP FG P7	1 * SON-TPP150W	169.0	1 * 17500

	Unità	Schema 1
Carreggiata		Singola carreggiata
Larghezza strada	m	4.00
Nr di corsie		1
Tabella di riflessione		Asphalt CIE C2
Q0 di tabella		0.070
Codice apparecchio		A
Installazione		Unilaterale sinistra
Altezza	m	9.00
Interdistanza	m	27.00
Sbraccio	m	-1.50
Tilt90	gradi	0.0
L med	cd/m2	2.03
L min	cd/m2	1.47
L max	cd/m2	2.74
L min/max		0.54
L min/med		0.72
UI		0.85
TI	%	7.1
G		Non definito

3. Indice

3.1 Strada principale

Tipo apparecchio	:	SGS305 TP FG P7
Tipo lampada	:	1 * SON-TPP150W
Flusso lampada	:	17500 lumen
Tilt90	(T) :	0.0 gradi
Tipo di reticolo	:	CEN Luminanza
Fattore manutenzione progetto	:	0.80



Carreggiata	:	Singola Carreggiata
Larghezza strada	(W) :	4.00 m
Nr di corsie	:	1
Tabella di riflessione	:	Asphalt CIE C2
Q0 della tabella	:	0.070
Installazione	:	Unilaterale sinistra
Altezza	(H) :	9.00 m
Interdistanza	(S) :	27.00 m
Sbraccio	(O) :	-1.50 m

Parametri di qualità generali per lo schema stradale

Luminanza

Medio	=	2.03 cd/m ²
Minimo	=	1.47 cd/m ²
Massimo	=	2.74 cd/m ²
Minimo/Massimo	=	0.54
Minimo/Medio	=	0.72
UI	=	0.85

Abbagliamento

TI	=	7.1 %
G	=	Non definito

4. Risultati dei calcoli

4.1 L principale: Tavola di testo

Reticolo : Principale a Z = 0.00 m TI (2.00,-20.63, 1.50) = 7.1%
 Tipo di calcolo : Luminanza-> Osservatore CEN (2.00, -60.00, 1.50)
 (cd/m2)
 Manto stradale : Asphalt CIE C2 con Q0 = 0.070

X (m)	0.67	2.00	3.33
Y (m)			
25.65	2.4	2.0	1.6
22.95	2.4	2.0	1.5
20.25	2.5	2.2	1.7
17.55	2.7>	2.2	1.7
14.85	2.5	2.1	1.6
12.15	2.3	1.9	1.5<
9.45	2.4	2.0	1.5
6.75	2.5	2.1	1.6
4.05	2.5	2.0	1.5
1.35	2.5	2.0	1.6

Medio
2.03

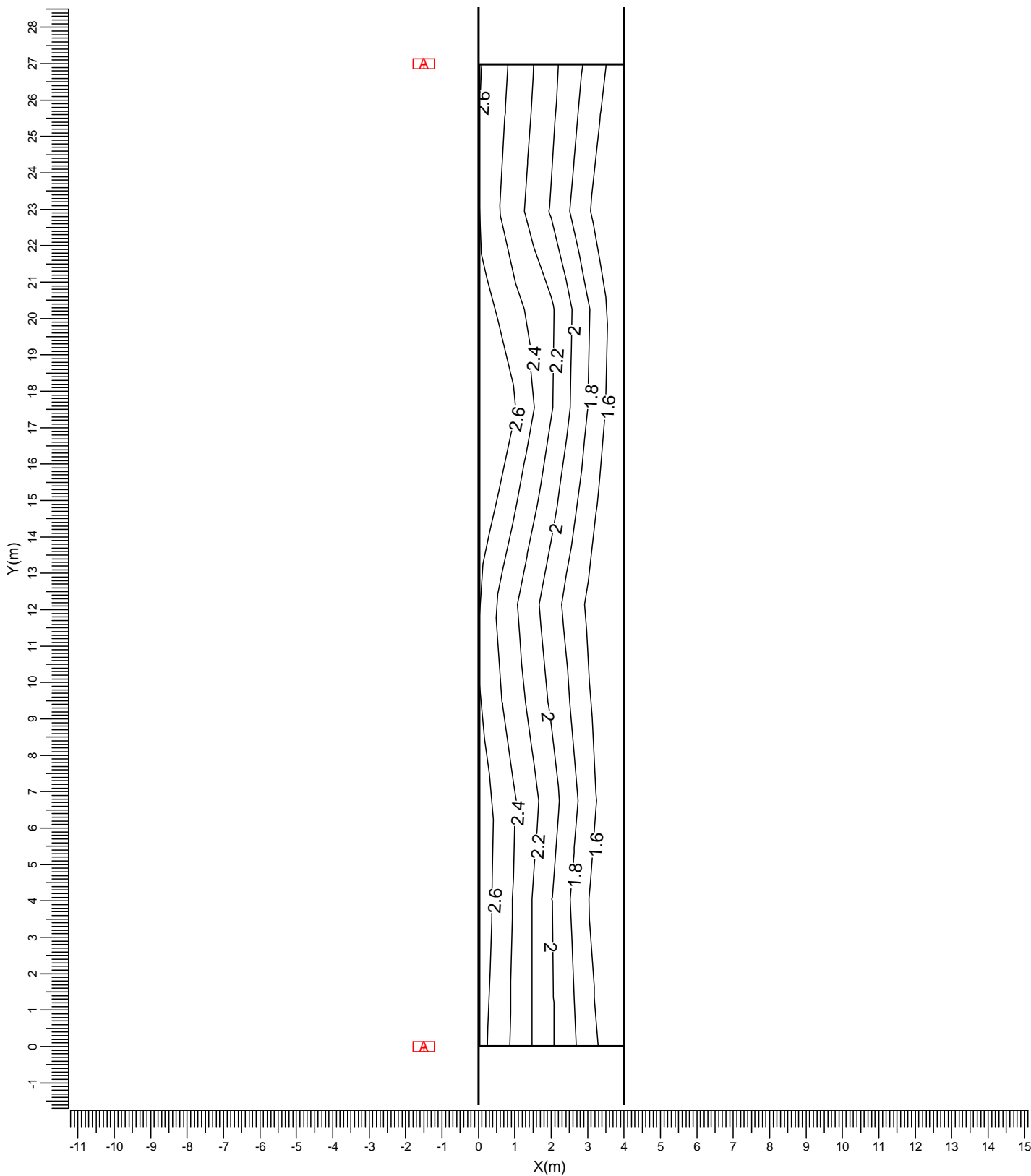
Min/Med
0.72

Min/Max
0.54

Fatt. Manut.
0.80

4.2 L principale: Curve isolux

Reticolo : Principale a Z = 0.00 m TI (2.00,-20.63, 1.50) = 7.1%
 Tipo di calcolo : Luminanza-> Osservatore CEN (2.00, -60.00, 1.50)
 (cd/m2)
 Manto stradale : Asphalt CIE C2 con Q0 = 0.070



A → SGS305 TP FG P7

Medio
2.03

Min/Med
0.72

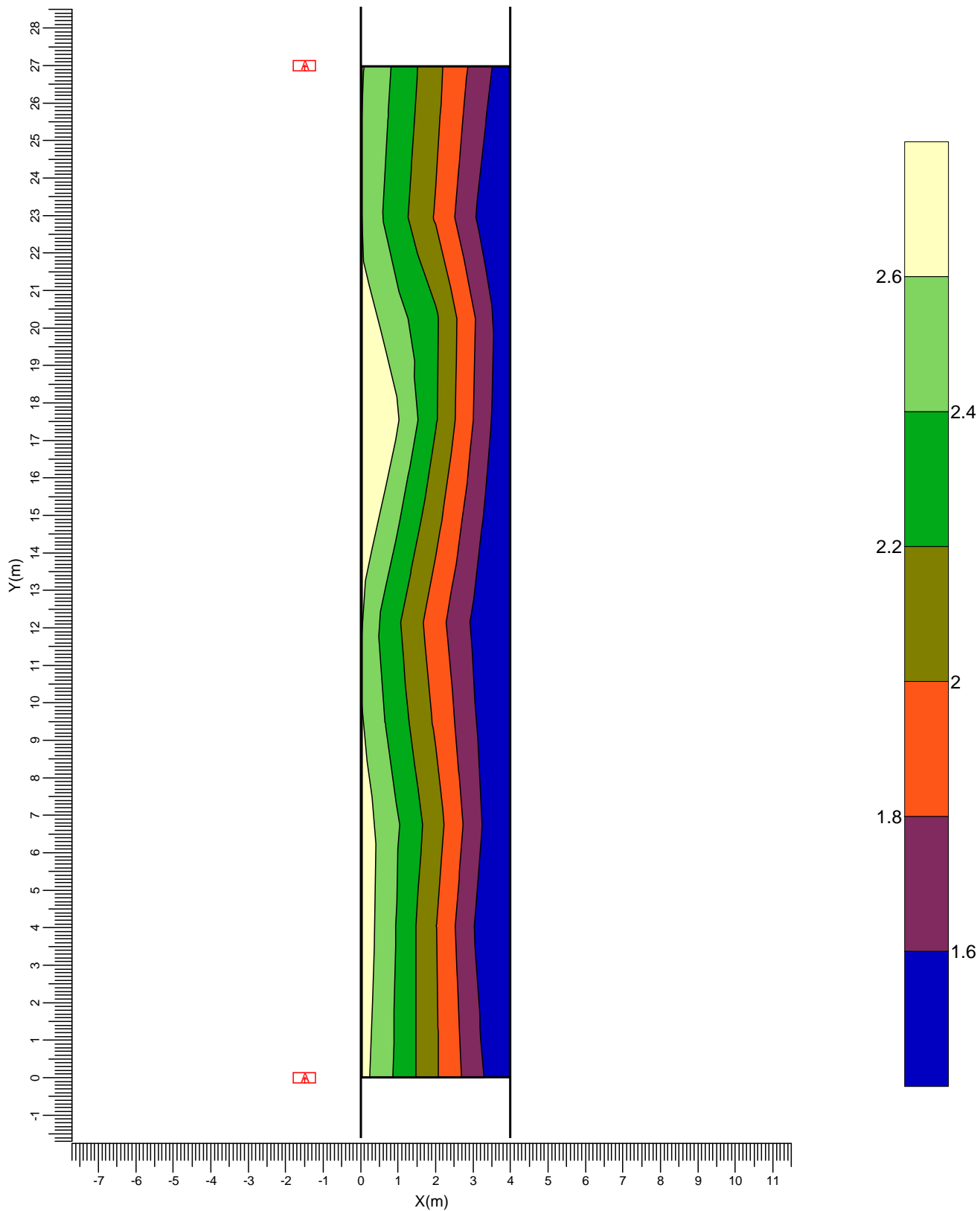
Min/Max
0.54

Fatt. Manut.
0.80

Scala
1:150

4.3 L principale: Bande isocolori

Reticolo : Principale a Z = 0.00 m TI (2.00,-20.63, 1.50) = 7.1%
 Tipo di calcolo : Luminanza-> Osservatore CEN (2.00, -60.00, 1.50)
 (cd/m²)
 Manto stradale : Asphalt CIE C2 con Q0 = 0.070



A → SGS305 TP FG P7

Medio
2.03

Min/Med
0.72

Min/Max
0.54

Fatt. Manut.
0.80

Scala
1:150

5. Apparecchi

5.1 Apparecchi di progetto

SGS305 TP FG P7 1xSON-TPP150W



Rendimento luminoso:

verso il basso : 0.78

verso l'alto : 0.00

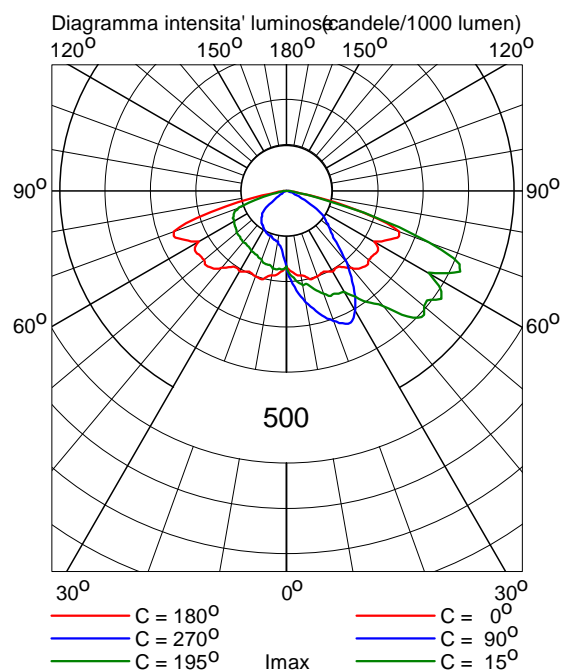
totale : 0.78

Reattore : Standard

Flusso di lampada : 17500 lm

Potenza totale apparecchio : 169.0 W

Codice di misura : MIR3459000



Svincolo bidirezionale 2 corsie

Autostrade Centro Padane S.p.A.

Data: 05-12-2006

Redattore: Geom. Bertazzoli Luca

Descrizione: Verifica illuminotecnica classe 6

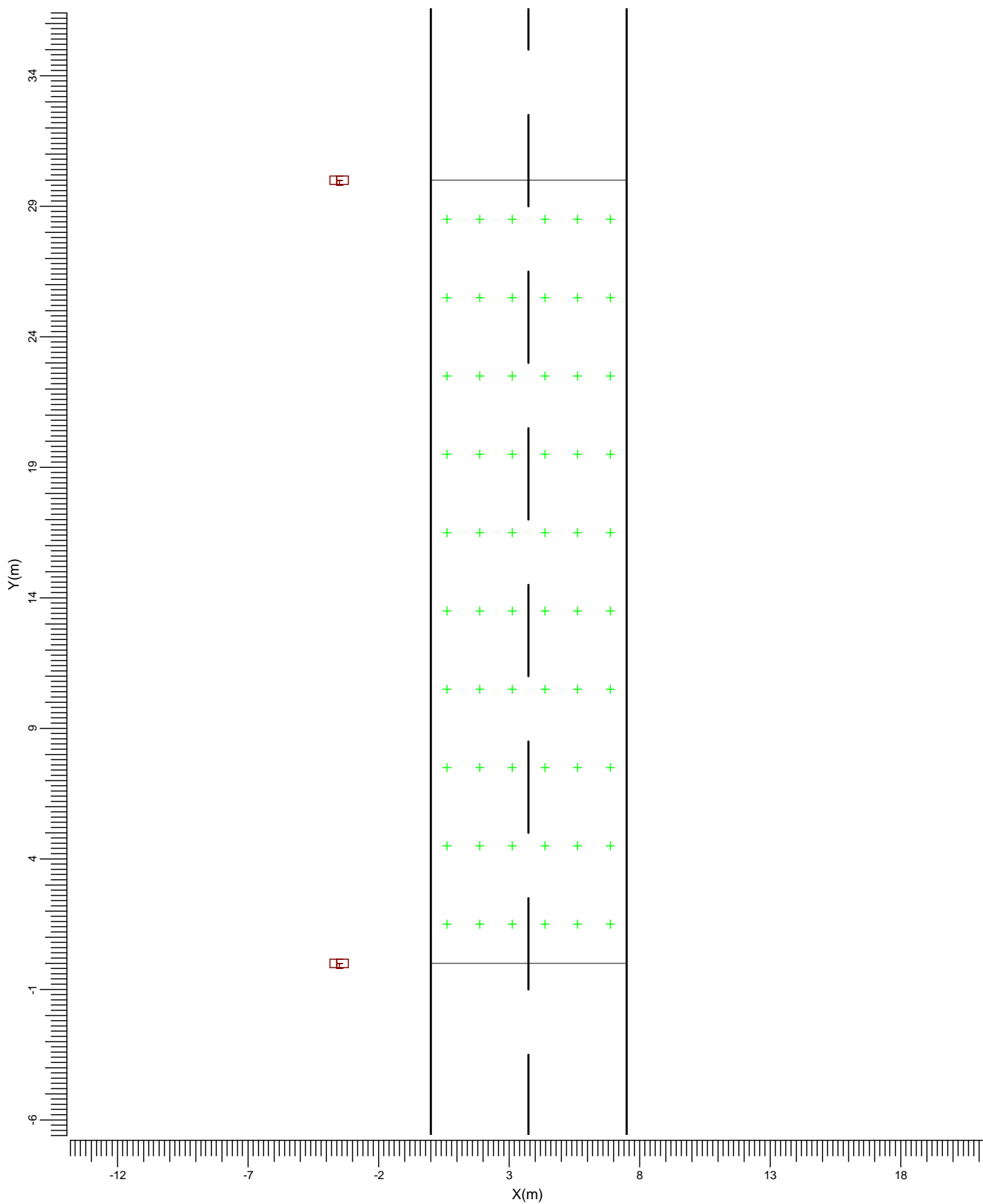
Eventuali verifiche ad impianto realizzato potranno evidenziare, rispetto ai valori nominali ottimali del presente tabulato, qualche deviazione in relazione alle tolleranze delle caratteristiche delle lampade e dei reattori, della tensione di rete e dei posizionamenti e puntamenti degli apparecchi di illuminazione.

Indice

1.	Visualizzazioni	3
1.1	Pianta	3
2.	Elenco degli schemi	4
3.	Indice	5
3.1	Strada principale	5
4.	Risultati dei calcoli	6
4.1	L principale (01): Tavola di testo	6
4.2	L principale (01): Curve isolux	7
4.3	L principale (01): Bande isocolore	8
4.4	L principale (02): Tavola di testo	9
4.5	L principale (02): Curve isolux	10
4.6	L principale (02): Bande isocolore	11
5.	Apparecchi	12
5.1	Apparecchi di progetto	12

1. Visualizzazioni

1.1 Pianta



E  SGS306 TP FG P9

Scala
1:200

2. Elenco degli schemi

Fattore di manutenzione di progetto: 0.80.

Il reticolo principale è del tipo CEN Luminanza

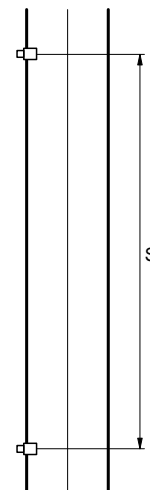
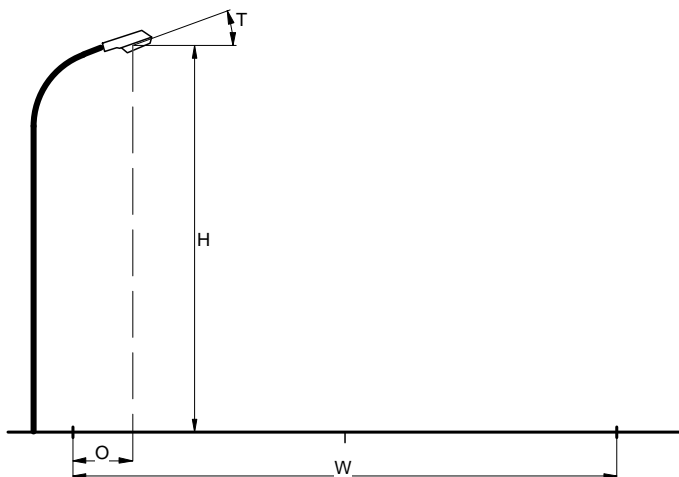
Codice	Tipo di apparecchio	Tipo di lampada	Potenza (W)	Flusso (lm)
E	SGS306 TP FG P9	1 * SON-TPP250W	276.0	1 * 33200

	Unità	Schema 1
Carreggiata		Singola carreggiata
Larghezza strada	m	7.50
Nr di corsie		2
Tabella di riflessione		Asphalt CIE C2
Q0 di tabella		0.070
Codice apparecchio		E
Installazione		Unilaterale sinistra
Altezza	m	12.00
Interdistanza	m	30.00
Sbraccio	m	-3.50
Tilt90	gradi	0.0
L med	cd/m2	2.02
L min	cd/m2	0.83
L max	cd/m2	3.39
L min/max		0.22
L min/med		0.39
UI		0.80
TI	%	8.3
G		5.3

3. Indice

3.1 Strada principale

Tipo apparecchio	:	SGS306 TP FG P9
Tipo lampada	:	1 * SON-TPP250W
Flusso lampada	:	33200 lumen
Tilt90	(T)	: 0.0 gradi
Tipo di reticolo	:	CEN Luminanza
Fattore manutenzione progetto	:	0.80



Carreggiata	:	Singola Carreggiata
Larghezza strada	(W)	: 7.50 m
Nr di corsie	:	2
Tabella di riflessione	:	Asphalt CIE C2
Q0 della tabella	:	0.070
Installazione	:	Unilaterale sinistra
Altezza	(H)	: 12.00 m
Interdistanza	(S)	: 30.00 m
Sbraccio	(O)	: -3.50 m

Parametri di qualità generali per lo schema stradale

Luminanza

Medio	=	2.02 cd/m ²
Minimo	=	0.83 cd/m ²
Massimo	=	3.39 cd/m ²
Minimo/Massimo	=	0.22
Minimo/Medio	=	0.39
UI	=	0.80

Abbagliamento

TI	=	8.3 %
G	=	5.3

4. Risultati dei calcoli

4.1 L principale (01): Tavola di testo

Reticolo : Principale a Z = 0.00 m TI (1.88,-28.88, 1.50) = 8.3%
 Tipo di calcolo : Luminanza-> Osservatore CEN (01) (1.88, -60.00, 1.50) (cd/m²)
 Manto stradale : Asphalt CIE C2 con Q0 = 0.070

X (m)	0.63	1.88	3.13	4.38	5.63	6.88
Y (m)						
28.50	3.2	2.7	2.2	1.8	1.4	1.2
25.50	3.3	2.8	2.3	1.8	1.4	1.1
22.50	3.3	2.8	2.2	1.6	1.2	1.0
19.50	3.2	2.7	2.1	1.6	1.1	0.8
16.50	3.3	2.7	2.1	1.6	1.2	0.8<
13.50	3.3	2.7	2.1	1.7	1.2	0.8
10.50	3.3	2.7	2.2	1.6	1.2	0.9
7.50	3.3	2.7	2.1	1.6	1.2	0.9
4.50	3.4>	2.8	2.2	1.7	1.4	1.1
1.50	3.2	2.6	2.1	1.7	1.4	1.1

Medio
2.02

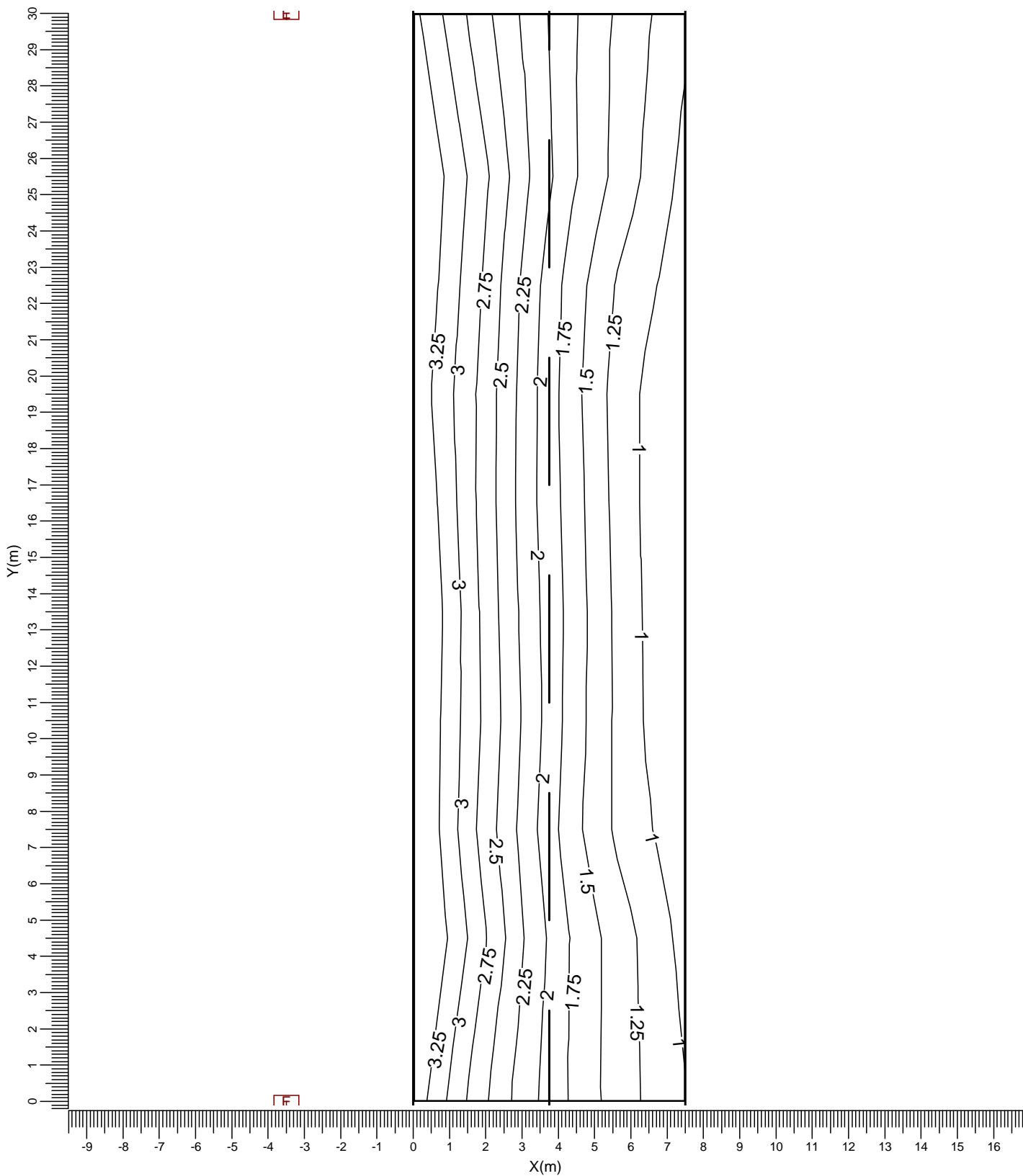
Min/Med
0.41

Min/Max
0.24

Fatt. Manut.
0.80

4.2 L principale (01): Curve isolux

Reticolo : Principale a Z = 0.00 m TI (1.88,-28.88, 1.50) = 8.3%
 Tipo di calcolo : Luminanza-> Osservatore CEN (01) (1.88, -60.00, 1.50) (cd/m2)
 Manto stradale : Asphalt CIE C2 con Q0 = 0.070



E → SGS306 TP FG P9

Medio
2.02

Min/Med
0.41

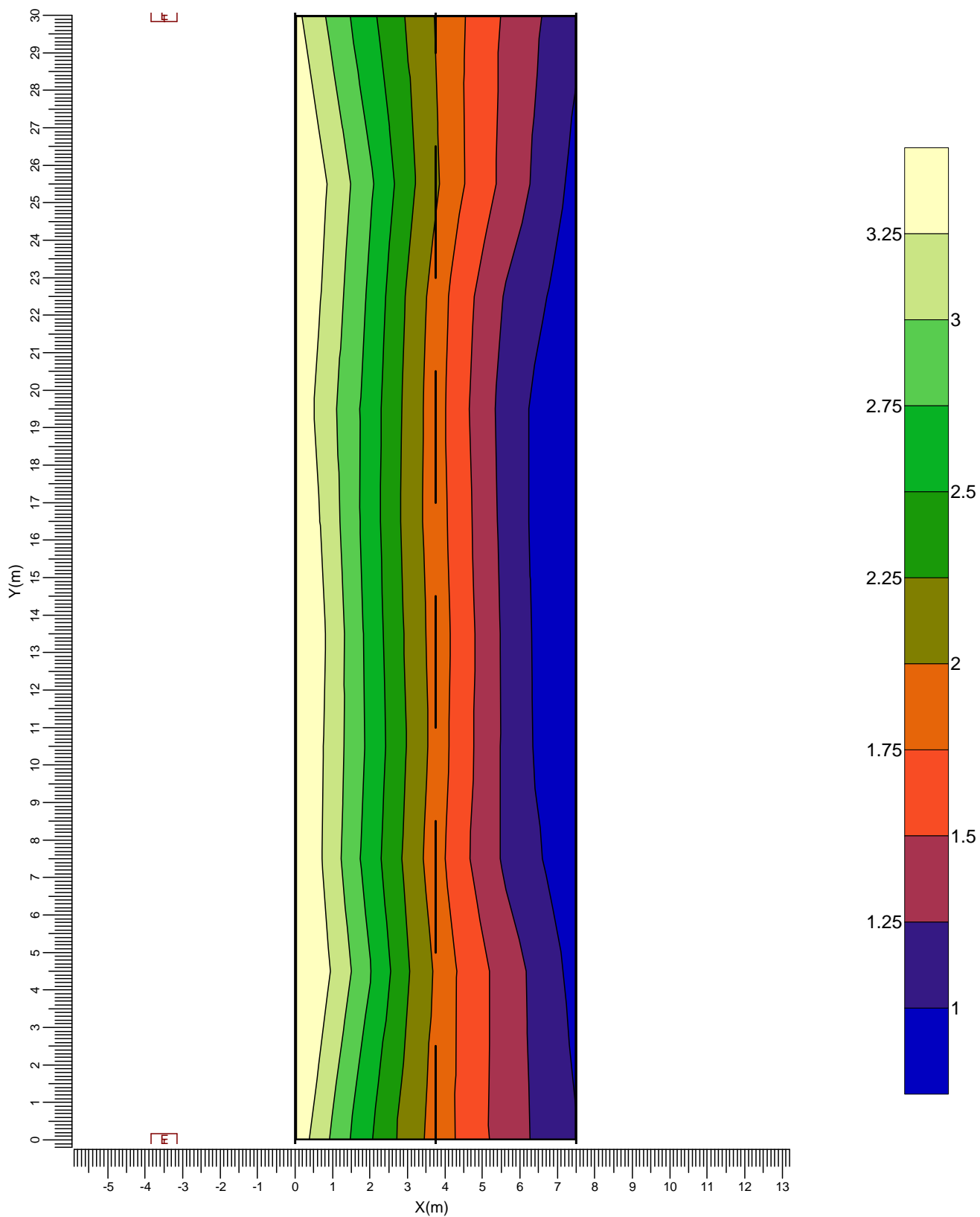
Min/Max
0.24

Fatt. Manut.
0.80

Scala
1:150

4.3 L principale (01): Bande isocolorore

Reticolo : Principale a Z = 0.00 m TI (1.88,-28.88, 1.50) = 8.3%
 Tipo di calcolo : Luminanza-> Osservatore CEN (01) (1.88, -60.00, 1.50) (cd/m²)
 Manto stradale : Asphalt CIE C2 con Q0 = 0.070



E → SGS306 TP FG P9

Medio
2.02

Min/Med
0.41

Min/Max
0.24

Fatt. Manut.
0.80

Scala
1:150

4.4 L principale (02): Tavola di testo

Reticolo : Principale a Z = 0.00 m TI (5.63,-28.88, 1.50) = 4.4%
 Tipo di calcolo : Luminanza-> Osservatore CEN (02) (5.63, -60.00, 1.50) (cd/m2)
 Manto stradale : Asphalt CIE C2 con Q0 = 0.070

X (m)	0.63	1.88	3.13	4.38	5.63	6.88
Y (m)						
28.50	3.5	3.0	2.4	1.9	1.5	1.2
25.50	3.7	3.2	2.5	1.9	1.5	1.1
22.50	3.7	3.1	2.4	1.7	1.3	1.0
19.50	3.6	3.0	2.3	1.7	1.2	0.9
16.50	3.7	3.0	2.3	1.7	1.2	0.9<
13.50	3.8	3.1	2.4	1.8	1.3	0.9
10.50	3.8	3.2	2.5	1.8	1.3	0.9
7.50	3.9	3.2	2.4	1.8	1.3	1.0
4.50	4.0>	3.3	2.6	1.9	1.5	1.1
1.50	3.8	3.2	2.5	1.9	1.5	1.2

Medio
2.25

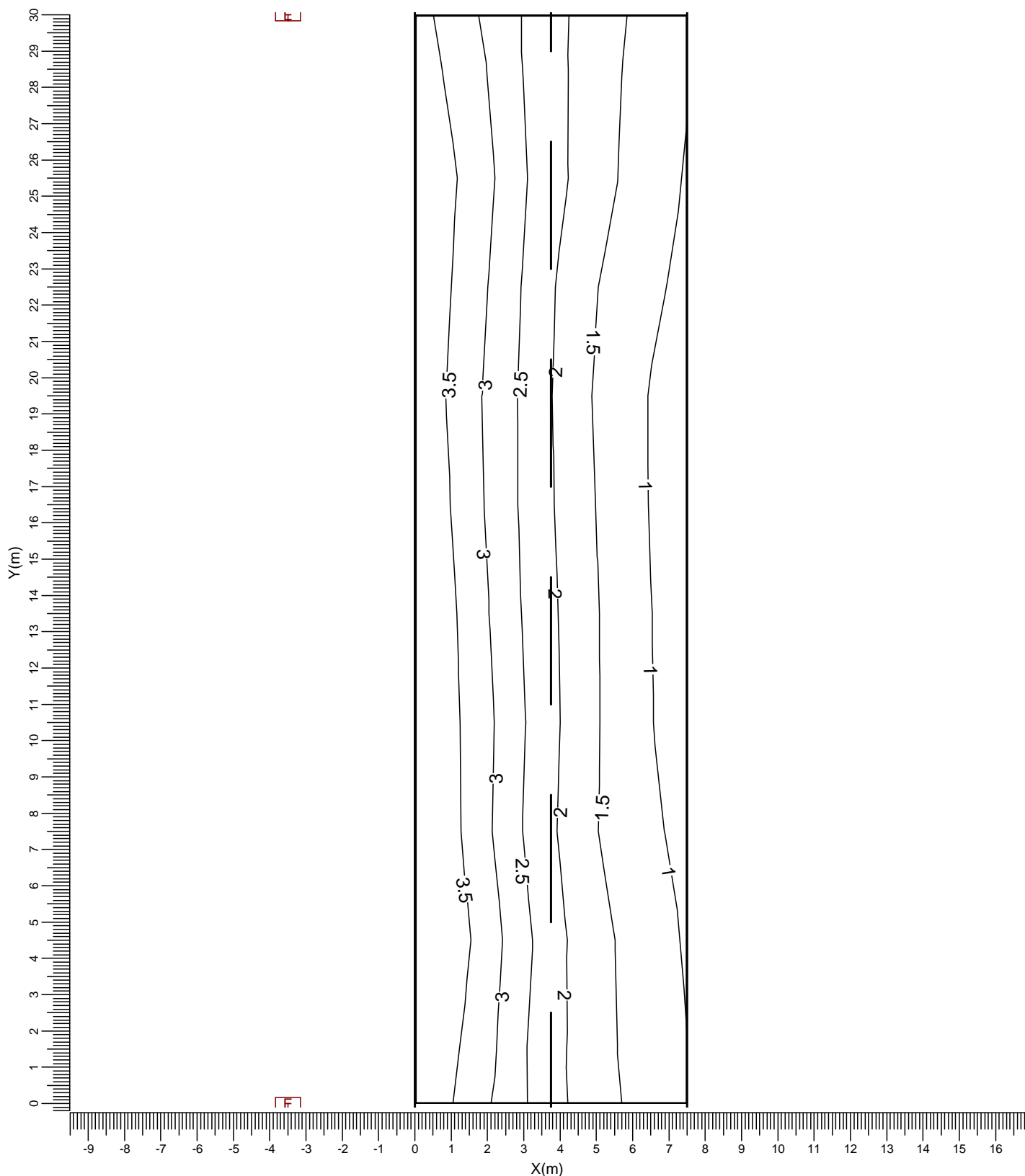
Min/Med
0.39

Min/Max
0.22

Fatt. Manut.
0.80

4.5 L principale (02): Curve isolux

Reticolo : Principale a Z = 0.00 m TI (5.63,-28.88, 1.50) = 4.4%
 Tipo di calcolo : Luminanza-> Osservatore CEN (02) (5.63, -60.00, 1.50) (cd/m2)
 Manto stradale : Asphalt CIE C2 con Q0 = 0.070



E → SGS306 TP FG P9

Medio
2.25

Min/Med
0.39

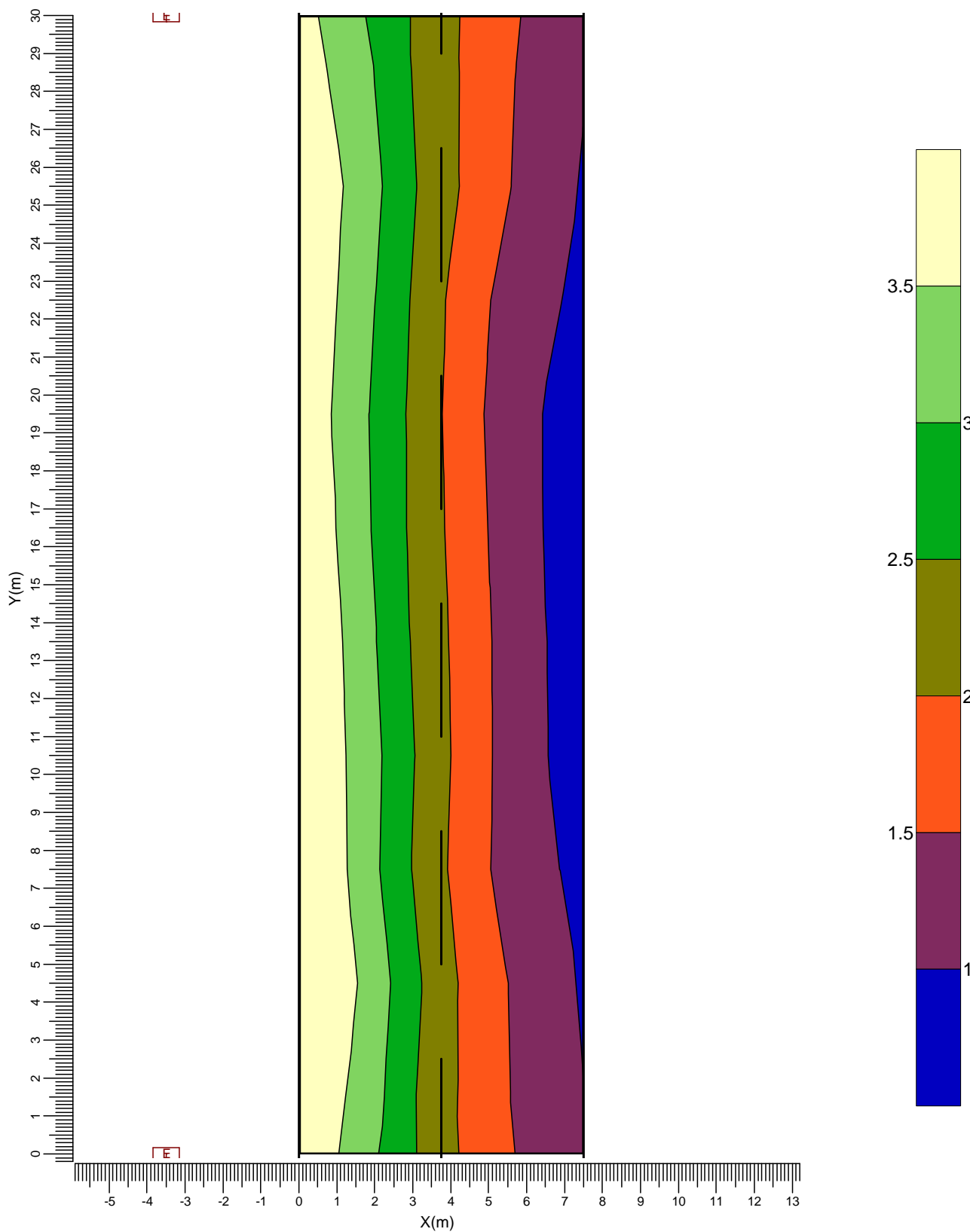
Min/Max
0.22

Fatt. Manut.
0.80

Scala
1:150

4.6 L principale (02): Bande isocolorore

Reticolo : Principale a Z = 0.00 m TI (5.63,-28.88, 1.50) = 4.4%
 Tipo di calcolo : Luminanza-> Osservatore CEN (02) (5.63, -60.00, 1.50) (cd/m2)
 Manto stradale : Asphalt CIE C2 con Q0 = 0.070



E → SGS306 TP FG P9

Medio
2.25

Min/Med
0.39

Min/Max
0.22

Fatt. Manut.
0.80

Scala
1:150

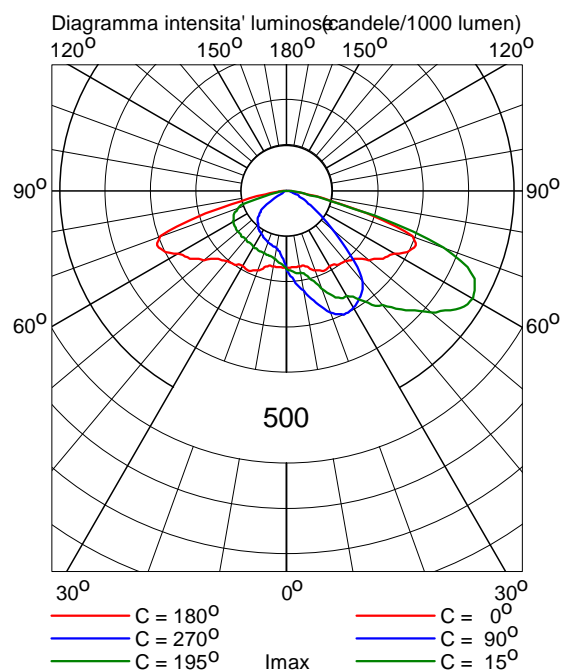
5. Apparecchi

5.1 Apparecchi di progetto

SGS306 TP FG P9 1xSON-TPP250W



Rendimento luminoso:
 verso il basso : 0.80
 verso l'alto : 0.00
 totale : 0.80
 Reattore : Standard
 Flusso di lampada : 33200 lm
 Potenza totale apparecchio : 276.0 W
 Codice di misura : MIR351800C



ALLEGATO 3

Verifica statica plinto per pubblica illuminazione

Indice

Premesse	3
Normative di riferimento	7
Calcolo della spinta sul muro.....	8
Geometria muro e fondazione.....	13
Materiali utilizzati per la struttura.....	14
Geometria profilo terreno a monte del muro	14
Terreno a valle del muro.....	14
Descrizione terreni.....	14
Stratigrafia	15
Condizioni di carico.....	17
Descrizione combinazioni di carico.....	20
Impostazioni di analisi.....	20
Analisi della spinta e verifiche.....	20
COMBINAZIONE n° 1	21
Superficie di spinta	21
Risultanti carichi esterni	21
Risultanti.....	22
Tensioni sul terreno	22
Stabilità globale muro + terreno	23
Sollecitazioni paramento.....	25
Armature e tensioni nei materiali del muro	26
COMBINAZIONE n° 2	27
Superficie di spinta	27
Risultanti carichi esterni	27
Risultanti.....	27
Tensioni sul terreno	27
Stabilità globale muro + terreno	29
Sollecitazioni paramento.....	31
Armature e tensioni nei materiali del muro	32

Premesse

La presente relazione riporta l'analisi statica e le verifiche principali del plinto, che porta i pali d'illuminazione, situato alle spalle del guard rail lungo le scarpate del rilevato del tracciato di progetto nell'ambito dei lavori relativi al "Raccordo autostradale tra il Casello di Ospitaletto(A4), il nuovo Casello di Poncarale(A21) e l'aeroporto di Montichiari".

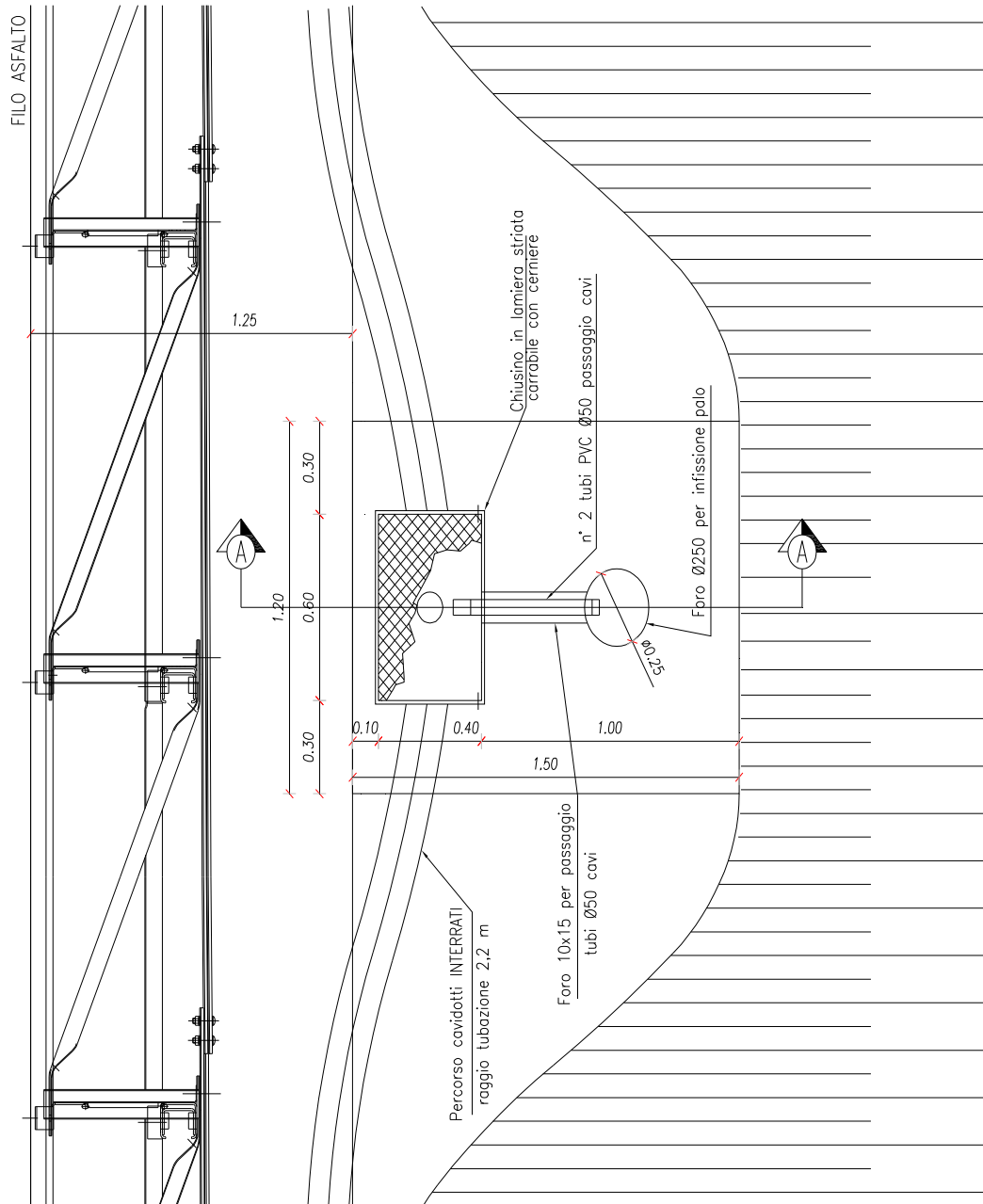
Si assume cautelativamente che il terreno a valle non ci sia ed oltre alla combinazione con l'accidentale del vento si considera anche una combinazione sismica che rispetti le normative vigenti.

La relazione riporta di seguito:

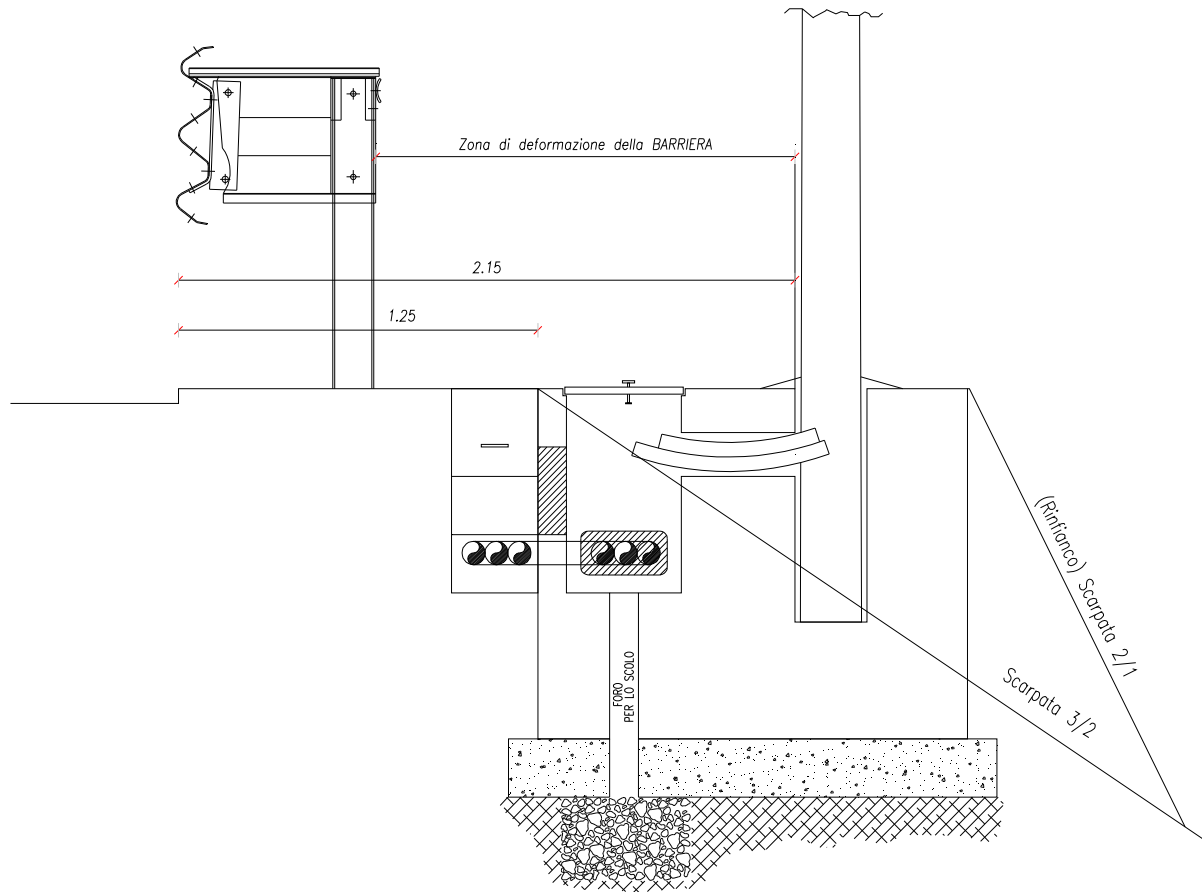
- Indicazioni sulla normativa di riferimento
- Caratteristiche dei materiali
- Descrizione geometrica e schema statico dello scatolare
- Analisi dei carichi
- Analisi delle sollecitazioni
- Verifiche di resistenza
- Verifiche di portata della fondazione, stabilità, scorrimento, ribaltamento..

Le geometrie della struttura sono dettagliate negli appositi elaborati grafici e nelle figure che seguono.

PIANTA



VISTA CON IL PROFILO SCARPATA



Normative di riferimento

- Legge nr. 1086 del 05/11/1971.

Norme per la disciplina delle opere in conglomerato cementizio, normale e precompresso ed a struttura metallica.

- Legge nr. 64 del 02/02/1974.

Provvedimenti per le costruzioni con particolari prescrizioni per le zone sismiche.

- D.M. LL.PP. del 11/03/1988.

Norme tecniche riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità dei pendii naturali e delle scarpate, i criteri generali e le prescrizioni per la progettazione, l'esecuzione e il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione.

- D.M. LL.PP. del 14/02/1992.

Norme tecniche per l'esecuzione delle opere in cemento armato normale e precompresso e per le strutture metalliche.

- D.M. 9 Gennaio 1996

Norme Tecniche per il calcolo, l' esecuzione ed il collaudo delle strutture in cemento armato normale e precompresso e per le strutture metalliche

- D.M. 16 Gennaio 1996

Norme Tecniche relative ai 'Criteri generali per la verifica di sicurezza delle costruzioni e dei carichi e sovraccarichi'

- D.M. 16 Gennaio 1996

Norme Tecniche per le costruzioni in zone sismiche

- Circolare Ministero LL.PP. 15 Ottobre 1996 N. 252 AA.GG./S.T.C.

Istruzioni per l'applicazione delle Norme Tecniche di cui al D.M. 9 Gennaio 1996

- Circolare Ministero LL.PP. 10 Aprile 1997 N. 65/AA.GG.

Istruzioni per l'applicazione delle Norme Tecniche per le costruzioni in zone sismiche di cui al D.M. 16 Gennaio 1996

Il calcolo dei muri di sostegno viene eseguito secondo le seguenti fasi:

- Calcolo della spinta del terreno

- Verifica a ribaltamento

- Verifica a scorrimento del muro sul piano di posa

- Verifica della stabilità complesso fondazione terreno (carico limite)

- Verifica della stabilità globale

Calcolo delle sollecitazioni sia del muro che della fondazione, progetto delle armature e relative verifiche dei materiali

Calcolo della spinta sul muro

Metodo di Culmann

Il metodo di Culmann adotta le stesse ipotesi di base del metodo di Coulomb. La differenza sostanziale è che mentre Coulomb considera un terrapieno con superficie a pendenza costante e carico uniformemente distribuito (il che permette di ottenere una espressione in forma chiusa per il coefficiente di spinta) il metodo di Culmann consente di analizzare situazioni con profilo di forma generica e carichi sia concentrati che distribuiti comunque disposti. Inoltre, rispetto al metodo di Coulomb, risulta più immediato e lineare tener conto della coesione del masso spingente. Il metodo di Culmann, nato come metodo essenzialmente grafico, si è evoluto per essere trattato mediante analisi numerica (noto in questa forma come metodo del cuneo di tentativo). Come il metodo di Coulomb anche questo metodo considera una superficie di rottura rettilinea.

I passi del procedimento risolutivo sono i seguenti:

- si impone una superficie di rottura (angolo di inclinazione ρ rispetto all'orizzontale) e si considera il cuneo di spinta delimitato dalla superficie di rottura stessa, dalla parete su cui si calcola la spinta e dal profilo del terreno;
- si valutano tutte le forze agenti sul cuneo di spinta e cioè peso proprio (W), carichi sul terrapieno, resistenza per attrito e per coesione lungo la superficie di rottura (R e C) e resistenza per coesione lungo la parete (A);
- dalle equazioni di equilibrio si ricava il valore della spinta S sulla parete.

Questo processo viene iterato fino a trovare l'angolo di rottura per cui la spinta risulta massima.

La convergenza non si raggiunge se il terrapieno risulta inclinato di un angolo maggiore dell'angolo d'attrito del terreno.

Nei casi in cui è applicabile il metodo di Coulomb (profilo a monte rettilineo e carico uniformemente distribuito) i risultati ottenuti col metodo di Culmann coincidono con quelli del metodo di Coulomb.

Le pressioni sulla parete di spinta si ricavano derivando l'espressione della spinta S rispetto all'ordinata z . Noto il diagramma delle pressioni è possibile ricavare il punto di applicazione della spinta.

Spinta in presenza di sisma

Per tener conto dell'incremento di spinta dovuta al sisma si fa riferimento al metodo di Mononobe-Okabe (cui fa riferimento la Normativa Italiana).

La Normativa Italiana suggerisce di tener conto di un incremento di spinta dovuto al sisma nel modo seguente.

Detta ε l'inclinazione del terrapieno rispetto all'orizzontale e β l'inclinazione della parete rispetto alla verticale, si calcola la spinta S' considerando un'inclinazione del terrapieno e della parete pari a

$$\varepsilon' = \varepsilon + \theta$$

$$\beta' = \beta + \theta$$

dove $\theta = \arctg(C)$ essendo C il coefficiente di intensità sismica.

Detta S la spinta calcolata in condizioni statiche l'incremento di spinta da applicare è espresso da

$$\Delta S = AS' - S$$

dove il coefficiente A vale

$$A = \frac{\cos^2(\beta + \theta)}{\cos^2\beta \cos\theta}$$

Adottando il metodo di Mononobe-Okabe per il calcolo della spinta, il coefficiente A viene posto pari a 1.

Tale incremento di spinta deve essere applicato ad una distanza dalla base pari a $2/3$ dell'altezza del muro stesso.

Oltre a questo incremento bisogna tener conto delle forze d'inerzia orizzontali che si destano per effetto del sisma. Tale forza viene valutata come

$$F_i = CW$$

dove W è il peso del muro, del terreno soprastante la mensola di monte ed i relativi sovraccarichi e va applicata nel baricentro dei pesi.

Il metodo di Culmann tiene conto automaticamente dell'incremento di spinta. Basta inserire nell'equazione risolutiva la forza d'inerzia del cuneo di spinta. La superficie di rottura nel caso di sisma risulta meno inclinata della corrispondente superficie in assenza di sisma.

Verifica a ribaltamento

La verifica a ribaltamento consiste nel determinare il momento risultante di tutte le forze che tendono a fare ribaltare il muro (momento ribaltante M_r) ed il momento risultante di tutte le forze che tendono a stabilizzare il muro (momento stabilizzante M_s) rispetto allo spigolo a valle della fondazione e verificare che il rapporto M_s/M_r sia maggiore di un determinato coefficiente di sicurezza η_r .

La Normativa Italiana (D.M. 1988) impone che sia $\eta_r \geq 1.5$.

Deve quindi essere verificata la seguente diseuguaglianza

$$\frac{M_s}{M_r} \geq \eta_r$$

Il momento ribaltante M_r è dato dalla componente orizzontale della spinta S , dalle forze di inerzia del muro e del terreno gravante sulla fondazione di monte (caso di presenza di sisma) per i rispettivi bracci. Nel momento stabilizzante interviene il peso del muro (applicato nel baricentro) ed il peso del terreno gravante sulla fondazione di monte. Per quanto riguarda invece la componente verticale della spinta essa sarà stabilizzante se l'angolo d'attrito terra-muro δ è positivo, ribaltante se δ è negativo. δ è positivo quando è il terrapieno che scorre rispetto al muro, negativo quando è il muro

che tende a scorrere rispetto al terrapieno (questo può essere il caso di una spalla da ponte gravata da carichi notevoli). Se sono presenti dei tiranti essi contribuiscono al momento stabilizzante. Questa verifica ha significato solo per fondazione superficiale e non per fondazione su pali.

Verifica a scorrimento

Per la verifica a scorrimento del muro lungo il piano di fondazione deve risultare che la somma di tutte le forze parallele al piano di posa che tendono a fare scorrere il muro deve essere minore di tutte le forze, parallele al piano di scorrimento, che si oppongono allo scivolamento, secondo un certo coefficiente di sicurezza. La verifica a scorrimento risulta soddisfatta se il rapporto fra la risultante delle forze resistenti allo scivolamento F_r e la risultante delle forze che tendono a fare scorrere il muro F_s risulta maggiore di un determinato coefficiente di sicurezza η_s .

La Normativa Italiana (D.M. 1988) impone che $\eta_s \geq 1.3$

$$\frac{F_r}{F_s} \geq \eta_s$$

Le forze che intervengono nella F_s sono: la componente della spinta parallela al piano di fondazione e la componente delle forze d'inerzia parallela al piano di fondazione.

La forza resistente è data dalla resistenza d'attrito e dalla resistenza per adesione lungo la base della fondazione. Detta N la componente normale al piano di fondazione del carico totale gravante in fondazione e indicando con δ_f l'angolo d'attrito terreno-fondazione, con c_a l'adesione terreno-fondazione e con B_r la larghezza della fondazione reagente, la forza resistente può esprimersi come

$$F_r = N \operatorname{tg} \delta_f + c_a B_r$$

La Normativa consente di computare, nelle forze resistenti, una aliquota dell'eventuale spinta dovuta al terreno posto a valle del muro. In tal caso, però, il coefficiente di sicurezza deve essere aumentato opportunamente. L'aliquota di spinta passiva che si può considerare ai fini della verifica a scorrimento non può comunque superare il 50 per cento.

Per quanto riguarda l'angolo d'attrito terra-fondazione, δ_f , diversi autori suggeriscono di assumere un valore di δ_f pari all'angolo d'attrito del terreno di fondazione.

Verifica al carico limite

Il rapporto fra il carico limite in fondazione e la componente normale della risultante dei carichi trasmessi dal muro sul terreno di fondazione deve essere superiore a η_q . Cioè, detto Q_u , il carico limite ed R la risultante verticale dei carichi in fondazione, deve essere:

$$\frac{Q_u}{R} \geq \eta_q$$

La Normativa Italiana (D.M. 1988) impone che $\eta_q \geq 2.0$

Si adotta per il calcolo del carico limite in fondazione il metodo di MEYERHOF.

L'espressione del carico ultimo è data dalla relazione:

$$Q_u = c N_c d_c i_c + q N_q d_q i_q + 0.5 \gamma B N_\gamma d_\gamma i_\gamma$$

In questa espressione

- c coesione del terreno in fondazione;
- ϕ angolo di attrito del terreno in fondazione;
- γ peso di volume del terreno in fondazione;
- B larghezza della fondazione;
- D profondità del piano di posa;
- q pressione geostatica alla quota del piano di posa.

I vari fattori che compaiono nella formula sono dati da:

$$A = e^{\pi \operatorname{tg} \phi}$$

$$N_q = A \operatorname{tg}^2(45^\circ + \phi/2)$$

$$N_c = (N_q - 1) \operatorname{ctg} \phi$$

$$N_\gamma = (N_q - 1) \operatorname{tg} (1.4\phi)$$

Indichiamo con K_p il coefficiente di spinta passiva espresso da:

$$K_p = \operatorname{tg}^2(45^\circ + \phi/2)$$

I fattori d e i che compaiono nella formula sono rispettivamente i fattori di profondità ed i fattori di inclinazione del carico espressi dalle seguenti relazioni:

Fattori di profondità

$$d_q = 1 + 0.2 \frac{D}{B} \sqrt{K_p}$$

$$d_q = d_\gamma = 1 \quad \text{per } \phi = 0$$

$$d_q = d_\gamma = 1 + 0.1 \frac{D}{B} \sqrt{K_p} \quad \text{per } \phi > 0$$

Fattori di inclinazione

Indicando con θ l'angolo che la risultante dei carichi forma con la verticale (espresso in gradi) e con ϕ l'angolo d'attrito del terreno di posa abbiamo:

$$i_c = i_q = (1 - \theta^\circ/90)^\circ$$

$$i_\gamma = \left(1 - \frac{\theta^\circ}{\phi^\circ}\right)^\circ \quad \text{per } \phi > 0$$

$$i_\gamma = 0 \quad \text{per } \phi = 0$$

Verifica alla stabilità globale

La verifica alla stabilità globale del complesso muro+terreno deve fornire un coefficiente di sicurezza non inferiore a η_g

La Normativa Italiana (D.M. 1988) impone che $\eta_g \geq 1.3$

Viene usata la tecnica della suddivisione a strisce della superficie di scorrimento da analizzare. La superficie di scorrimento viene supposta circolare e determinata in modo tale da non avere intersezione con il profilo del muro o con i pali di fondazione. Si determina il minimo coefficiente di sicurezza su una maglia di centri di dimensioni 10x10 posta in prossimità della sommità del muro. Il numero di strisce è pari a 50.

Il coefficiente di sicurezza fornito da Fellenius si esprime secondo la seguente formula:

$$\eta = \frac{\sum_i^n \left(\frac{c_i b_i}{\cos \alpha_i} + [W_i \cos \alpha_i - u_i l_i] \operatorname{tg} \phi_i \right)}{\sum_i^n W_i \sin \alpha_i}$$

dove n è il numero delle strisce considerate, b_i e α_i sono la larghezza e l'inclinazione della base della striscia i_{esima} rispetto all'orizzontale, W_i è il peso della striscia i_{esima} e c_i e ϕ_i sono le caratteristiche del terreno (coesione ed angolo di attrito) lungo la base della striscia.

Inoltre u_i ed l_i rappresentano la pressione neutra lungo la base della striscia e la lunghezza della base della striscia ($l_i = b_i / \cos \alpha_i$).

Quindi, assunto un cerchio di tentativo lo si suddivide in n strisce e dalla formula precedente si ricava η . Questo procedimento viene eseguito per il numero di centri prefissato e viene assunto come coefficiente di sicurezza della scarpata il minimo dei coefficienti così determinati.

Geometria muro e fondazione

Descrizione

Muro a gradoni in c.a.

Descrizione dei gradoni

Simbologia adottata

Nr.	numero d'ordine del gradone (a partire dall'alto)
Bs	base superiore del gradone espressa in [m]
Bi	base inferiore del gradone espressa in [m]
Hg	altezza del gradone espressa in [m]
α_e	inclinazione esterna del gradone espressa in [°]
α_i	inclinazione interna del gradone espressa in [°]

Nr.	Bs	Bi	Hg	α_e	α_i
1	1.00	1.00	0.55	0.00	0.00
2	1.50	1.50	0.55	0.00	0.00

Altezza del paramento 1.10 [m]

Fondazione

Lunghezza mensola fondazione di valle	0.00 [m]
Lunghezza mensola fondazione di monte	0.00 [m]
Lunghezza totale fondazione	1.50 [m]
Inclinazione piano di posa della fondazione	0.00 [°]
Spessore fondazione	0.10 [m]
Spessore magrone	0.10 [m]

Materiali utilizzati per la struttura

Calcestruzzo

Peso specifico	2000.0 [kg/mc]
Resistenza caratteristica a compressione R_{bk}	400.0 [kg/cm ²]
Tensione ammissibile a compressione σ_c	122.5 [kg/cm ²]
Tensione tangenziale ammissibile τ_{c0}	7.3 [kg/cm ²]
Tensione tangenziale ammissibile τ_{c1}	21.1 [kg/cm ²]

Acciaio

Tipo	FeB44K
Tensione ammissibile σ_{fa}	2600.0 [kg/cm ²]

N.B. Per il peso specifico del cls si è assunto un peso minore per simulare meglio le cavità interne che non si è riusciti a simulare geometricamente con il modello.

N.B. Il codice di calcolo prevede delle armature, ma, sulla base dei risultati nel seguito riportati, il plinto potrà essere gettato senza tale armatura minima dal momento che, per le combinazioni analizzate, le sollecitazioni di progetto inducono nel materiale tassi di lavoro veramente bassi, non sfruttando il materiale acciaio per le caratteristiche per cui usualmente viene utilizzato.

Geometria profilo terreno a monte del muro

Simbologia adottata e sistema di riferimento

(Sistema di riferimento con origine in testa al muro, ascissa X positiva verso monte, ordinata Y positiva verso l'alto)

N numero ordine del punto
X ascissa del punto espressa in [m]
Y ordinata del punto espressa in [m]
A inclinazione del tratto espressa in [°]

N	X	Y	A
1	5.00	0.00	0.00

Terreno a valle del muro

Inclinazione terreno a valle del muro rispetto all'orizzontale	0.00	[°]
Altezza del rinterro rispetto all'attacco fondaz.valle-paramento	0.00	[m]

Descrizione terreni

Simbologia adottata

<i>Nr.</i>	Indice del terreno
<i>Descrizione</i>	Descrizione terreno
γ	Peso di volume del terreno espresso in [kg/mc]
γ_w	Peso di volume saturo del terreno espresso in [kg/mc]
ϕ	Angolo d'attrito interno espresso in [°]
δ	Angolo d'attrito terra-muro espresso in [°]
<i>c</i>	Coesione espressa in [kg/cm ²]
<i>c_a</i>	Adesione terra-muro espressa in [kg/cm ²]

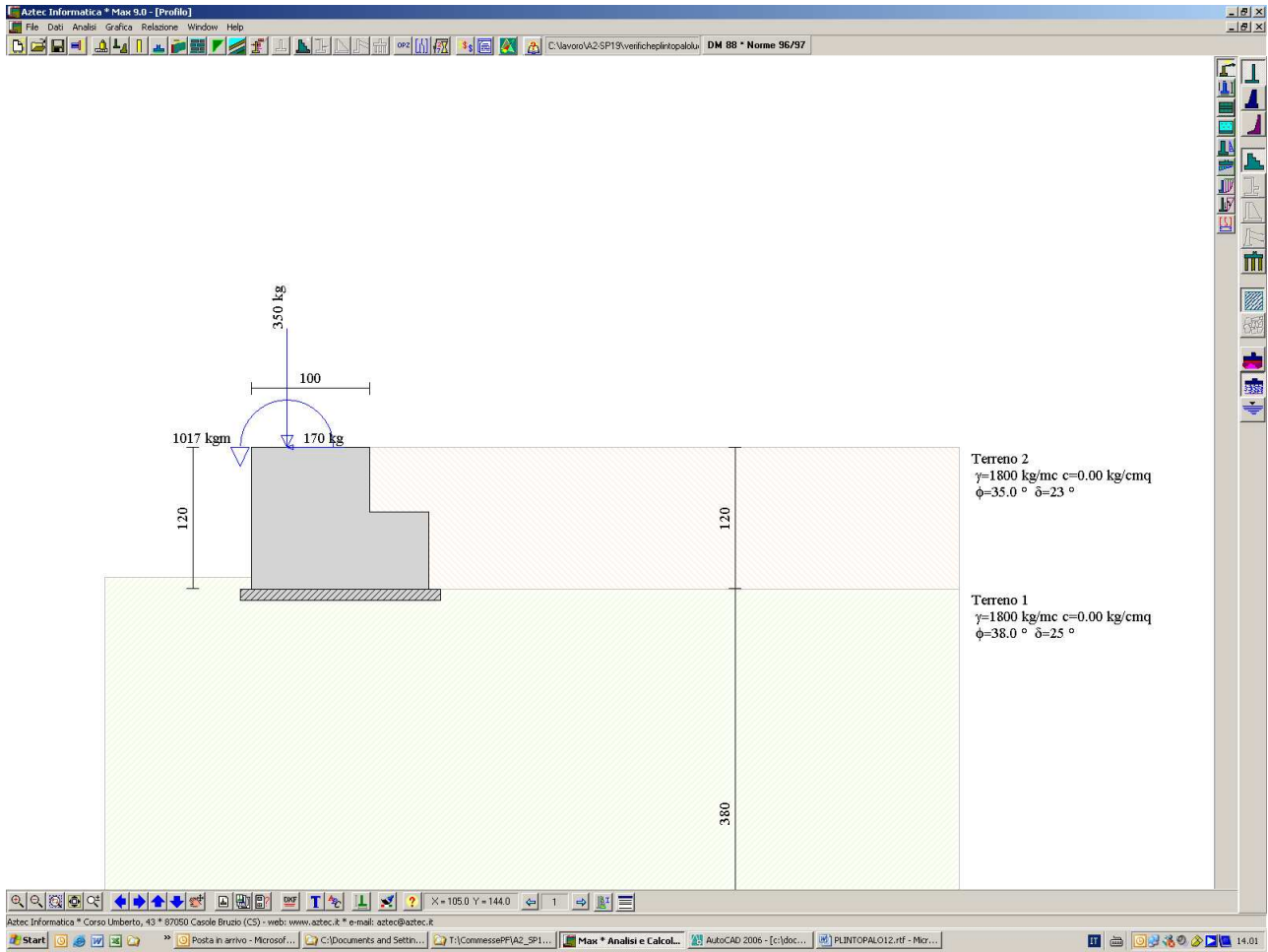
Nr.	Descrizione	γ	γ_w	ϕ	δ	c	c_u
1	Terreno 1	1800	2000	38.00	25.33	0.000	0.000
2	Terreno 2	1800	1900	35.00	23.33	0.000	0.000

Stratigrafia

Simbologia adottata

<i>N</i>	Indice dello strato
<i>Y0</i>	Ordinata punto iniziale espresso in [m]
<i>Y1</i>	Ordinata punto finale espresso in [m]
<i>a</i>	Inclinazione espressa in [°]
<i>K_w</i>	Costante di Winckler orizzontale espressa in [kg/cm ² /cm]
<i>K_s</i>	Coefficiente di spinta
<i>Terreno</i>	Terreno dello strato

Nr.	Y0	Y1	a	K_w	K_s	Terreno
1	-1.20	-1.20	0.00	0.00	0.00	Terreno 2
2	-5.00	-5.00	0.00	5.27	0.00	Terreno 1



Condizioni di carico

Simbologia e convenzioni di segno adottate

Carichi verticali positivi verso il basso.

Carichi orizzontali positivi verso sinistra.

Momento positivo senso antiorario.

X Ascissa del punto di applicazione del carico concentrato espressa in [m]

F_x Componente orizzontale del carico concentrato espressa in [kg]

F_y Componente verticale del carico concentrato espressa in [kg]

M Momento espresso in [kgm]

X_i Ascissa del punto iniziale del carico ripartito espressa in [m]

X_f Ascissa del punto finale del carico ripartito espressa in [m]

Q_i Intensità del carico per $x=X_i$ espressa in [kg/m]

Q_f Intensità del carico per $x=X_f$ espressa in [kg/m]

D/C Tipo carico : D=distribuito C=concentrato

Condizione n° 1 (Vento)

C Paramento $X=-0.70$ $Y=0.00$ $F_x=169.50$ $F_y=0.00$ $M=1017.00$

Dove $P_{ref} = Q_{ref} C_e C_{px} C_d$ si ricava da:

C_e = coefficiente di esposizione = 1.63

C_p = coefficiente di forma od aerodinamico = 0.70

C_d = coefficiente dinamico = 1.15

$P = 56.5$ daN/mq

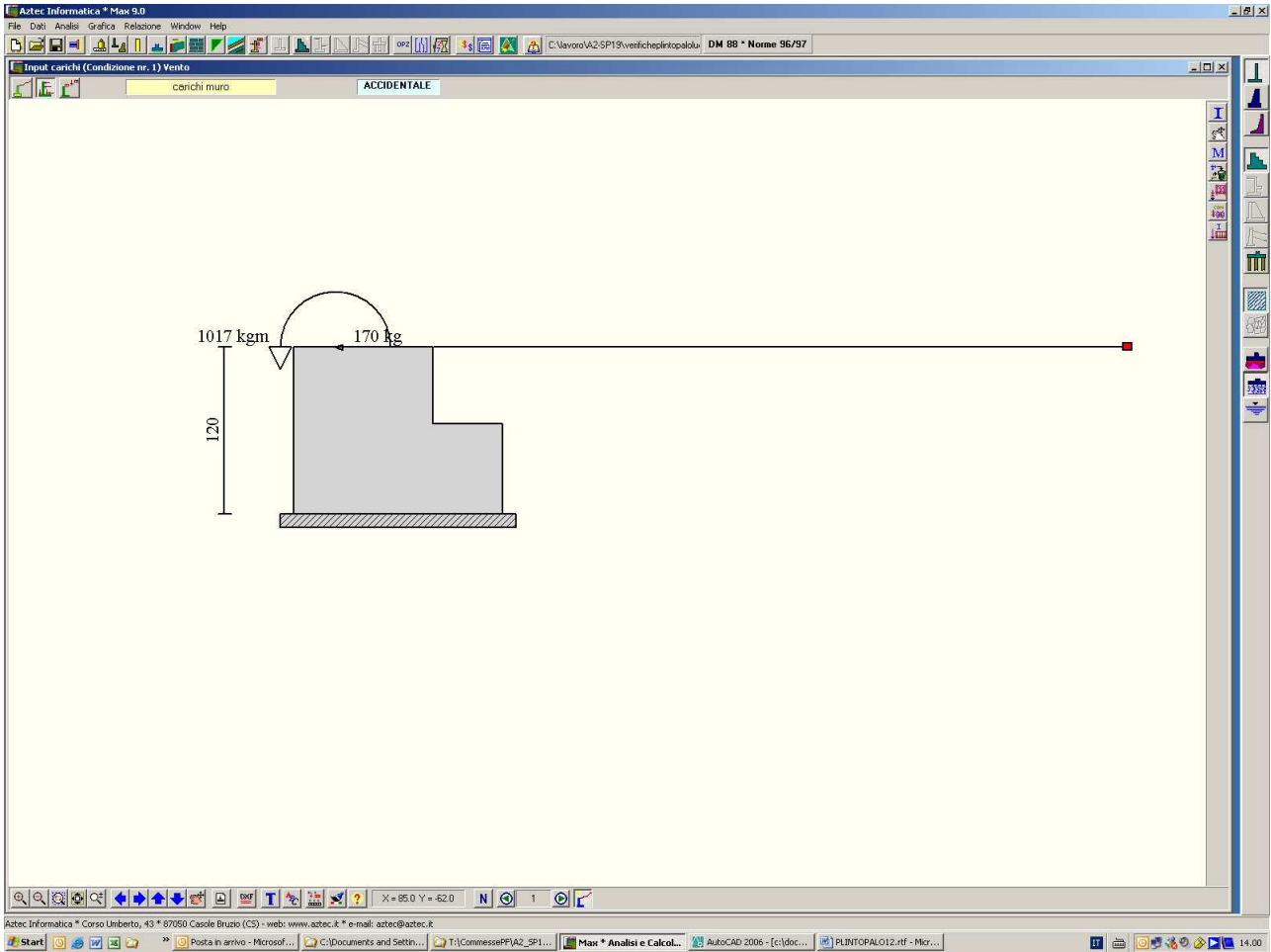
L'azione sul palo da 25 cm, (si considera il palo largo come il foro a favore di sicurezza), alto 12 m, è pari a $56.5 \times 0.25 = 14.125$ daN/ml.

Da cui ne deriva che il momento alla base del palo vale:

$M = 14.125 \times 12 \times 12 / 2 = 1017$ daN*m

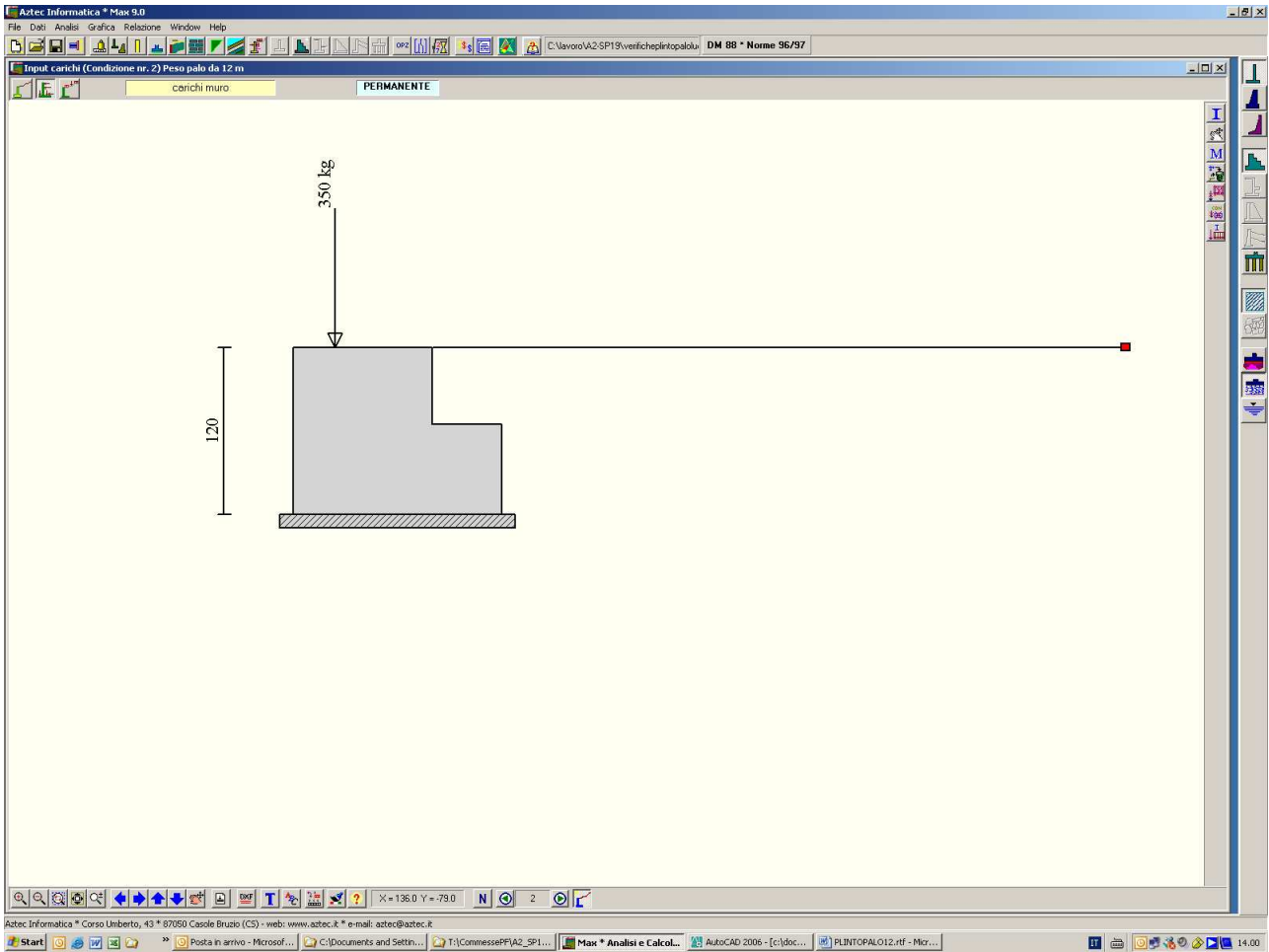
Ed il taglio alla base vale:

$T = 14.125 \times 12 = 169.5$ daN



Condizione n° 2 (Peso palo da 12 m)

C Paramento $X=-0.70$ $Y=0.00$ $F_x=0.00$ $F_y=350.00$ $M=0.00$



Descrizione combinazioni di carico

Simbologia adottata

C Coefficiente di partecipazione della condizione

N.B. il peso proprio e la spinta del terreno hanno coefficienti unitari

Combinazione n° 1

Peso proprio

Spinta terreno

Peso palo da 12 m C = 1.00

Vento C = 1.00

Combinazione n° 2

Peso proprio

Spinta terreno

Peso palo da 12 m C = 1.00

Sisma orizzontale

Impostazioni di analisi

Spinte e verifiche secondo :

- D.M. 11/03/1988

- D.M. 16/01/1996

Verifiche sezioni

Metodo

Tensioni ammissibili

Coefficienti di sicurezza

Coefficiente di sicurezza a ribaltamento 1.50

Coefficiente di sicurezza a scorrimento 1.30

Coefficiente di sicurezza a carico ultimo 2.00

Coefficiente di sicurezza stabilità globale 1.30

Analisi della spinta e verifiche

Sistema di riferimento adottato per le coordinate :

Origine in testa al muro (spigolo di monte)

Ascisse X (espresse in [m]) positive verso monte

Ordinate Y (espresse in [m]) positive verso l'alto

Le forze orizzontali sono considerate positive se agenti da monte verso valle

Le forze verticali sono considerate positive se agenti dall'alto verso il basso

Tipo di analisi

Calcolo della spinta	metodo di Culmann
Calcolo del carico limite	metodo di Meyerhof
Calcolo della stabilità globale	metodo di Fellenius
Calcolo della spinta in condizioni di	Spinta attiva

Sisma

Coefficiente di intensità sismica (percento)	4.00
Forma diagramma incremento sismico	Triangolare con vertice in basso
Partecipazione spinta passiva (percento)	0.0
Calcolo riferito ad 1 metro di muro	
Lunghezza del muro	1.20 [m]
Peso muro	3050.00 [kg]
Baricentro del muro	X=-0.34 Y=-0.66

COMBINAZIONE n°1

Superficie di spinta

Punto inferiore superficie di spinta	X=0.50 Y=-1.20
Punto superiore superficie di spinta	X=0.50 Y=0.00
Altezza della superficie di spinta	1.20 [m]
Inclinazione superficie di spinta(rispetto alla verticale)	0.00 [°]
Valore della spinta statica	316.53 [kg]
Componente orizzontale della spinta statica	290.65 [kg]
Componente verticale della spinta statica	125.35 [kg]
Punto d'applicazione della spinta	X=0.50 Y=-0.80
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	23.33 [°]
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	58.94 [°]
Incremento sismico della spinta	0.00 [kg]
Punto d'applicazione dell'incremento sismico di spinta	X=0.00 Y=0.00
Inclinazione linea di rottura in condizioni sismiche	0.00 [°]
Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	495.00 [kg]
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X=0.25 Y=-0.28

Risultanti carichi esterni

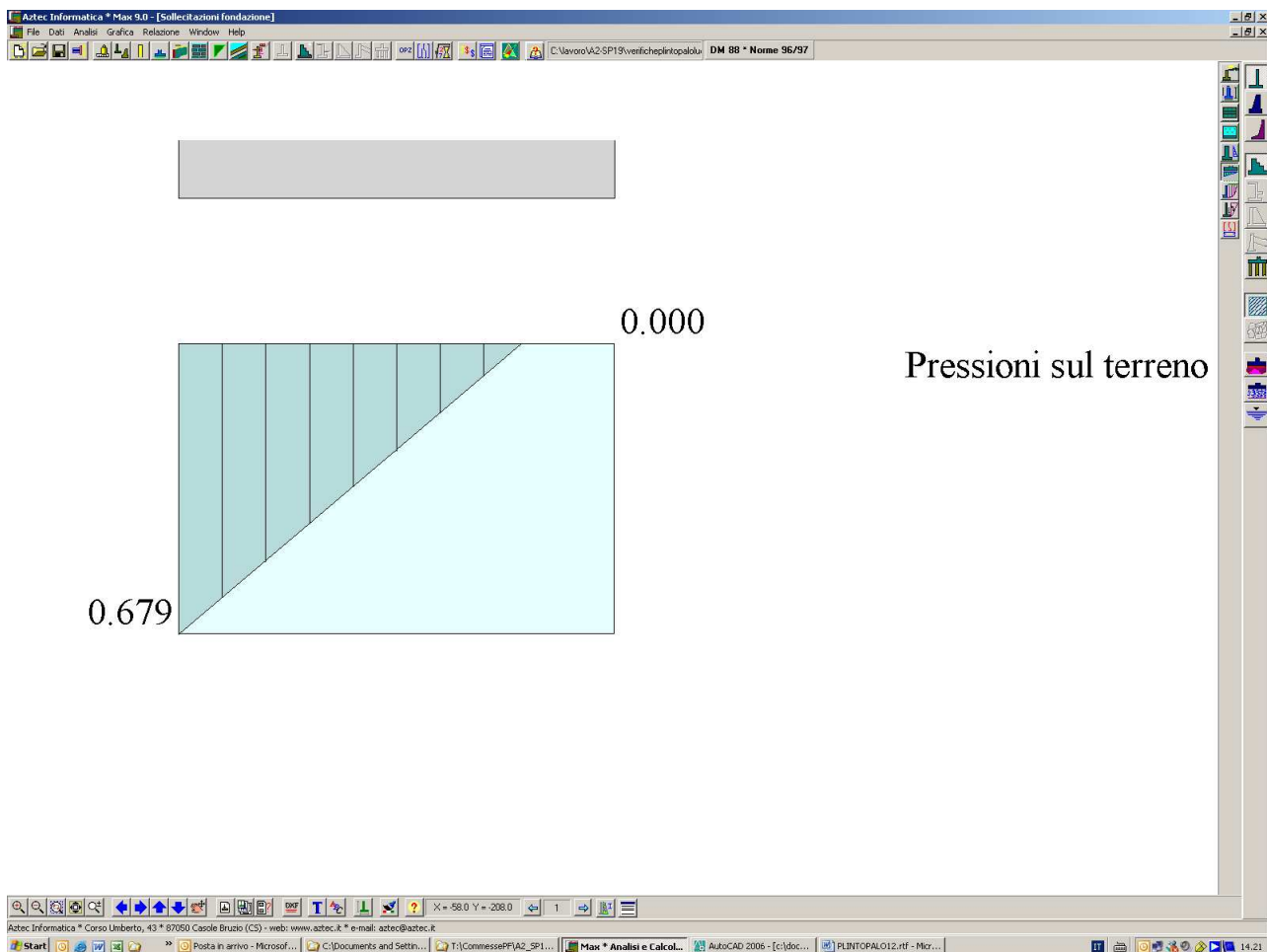
Componente dir. X	170 [kg]
Componente dir. Y	350 [kg]

Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	460.15 [kg]
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	4020.35 [kg]
Momento ribaltante rispetto allo spigolo a valle	1336.74 [kgm]
Momento stabilizzante rispetto allo spigolo a valle	2924.28 [kgm]
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	4020.35 [kg]
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	460.15 [kg]
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	0.36 [m]
Risultante in fondazione	4046.60 [kg]
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	6.53 [°]
Momento rispetto al baricentro della fondazione	1427.73 [kgm]
Carico ultimo della fondazione	53559.86 [kg]

Tensioni sul terreno

Lunghezza fondazione reagente	1.18 [m]
Tensione terreno allo spigolo di valle	0.6788 [kg/cmq]
Tensione terreno allo spigolo di monte	0.0000 [kg/cmq]



Fattori per il calcolo della capacità portante

$N_c = 61.35$	$N'_c = 54.22$
$N_q = 48.93$	$N'_q = 42.67$
$N_\gamma = 64.07$	$N'_\gamma = 44.55$

COEFFICIENTI DI SICUREZZA

Coefficiente di sicurezza a ribaltamento	2.19
Coefficiente di sicurezza a scorrimento	4.14
Coefficiente di sicurezza a carico ultimo	13.32
Coefficiente di sicurezza a stabilità globale	2.68

Stabilità globale muro + terreno

Combinazione n° 1

Le ascisse X sono considerate positive verso monte

Le ordinate Y sono considerate positive verso l'alto

Origine in testa al muro (spigolo contro terra)

W	peso della striscia espresso in [kg]
α	angolo fra la base della striscia e l'orizzontale espresso in [°] (positivo antiorario)
ϕ	angolo d'attrito del terreno lungo la base della striscia
c	coesione del terreno lungo la base della striscia espressa in [kg/cmq]
b	larghezza della striscia espressa in [m]
u	pressione neutra lungo la base della striscia espressa in [kg/cmq]

Metodo di Fellenius

Numero di cerchi analizzati 36

Numero di strisce 25

Cerchio critico

Coordinate del centro X[m]= -1.15 Y[m]= 0.72

Raggio del cerchio R[m]= 2.53

Ascissa a valle del cerchio Xi[m]= -2.93

Ascissa a monte del cerchio Xs[m]= 1.29

Larghezza della striscia dx[m]= 0.17

Coefficiente di sicurezza C= 2.68

Le strisce sono numerate da monte verso valle

Caratteristiche delle strisce

Striscia	W	$\alpha(^{\circ})$	$W\sin\alpha$	$b/\cos\alpha$	ϕ	c	u
1	61.36	67.40	56.65	0.44	35.00	0.000	0.000
2	166.69	59.84	144.13	0.34	35.00	0.000	0.000
3	244.42	52.89	194.92	0.28	35.00	0.000	0.000
4	305.53	46.94	223.22	0.25	35.00	0.000	0.000
5	362.88	41.60	240.92	0.23	35.95	0.000	0.000
6	419.15	36.67	250.34	0.21	38.00	0.000	0.000
7	454.17	32.05	241.01	0.20	38.00	0.000	0.000

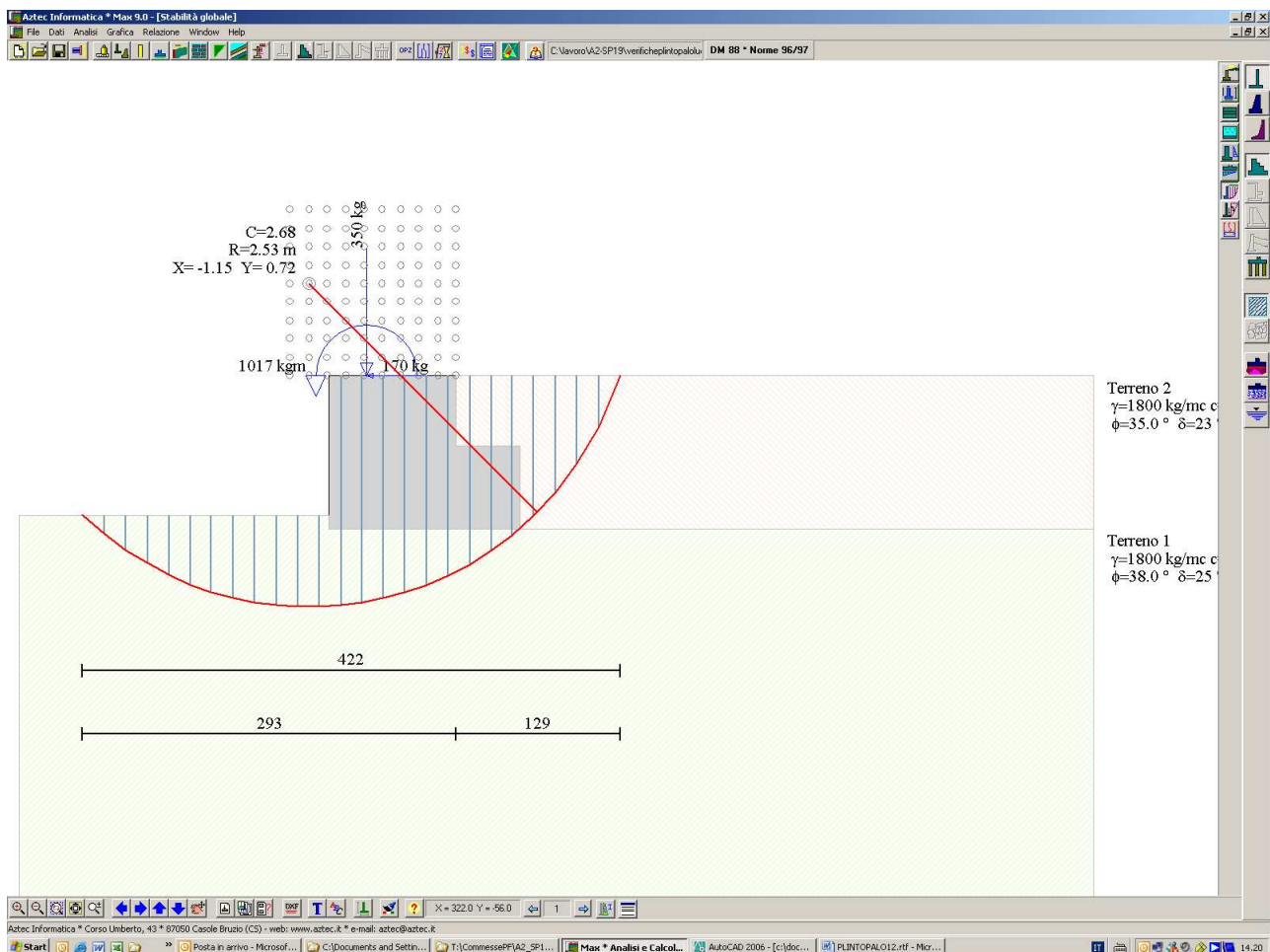
8	490.36	27.65	227.56	0.19	38.00	0.000	0.000
9	526.53	23.42	209.30	0.18	38.00	0.000	0.000
10	546.56	19.33	180.88	0.18	38.00	0.000	0.000
11	562.53	15.33	148.73	0.17	38.00	0.000	0.000
12	924.69	11.41	182.95	0.17	38.00	0.000	0.000
13	583.23	7.55	76.59	0.17	38.00	0.000	0.000
14	426.69	3.71	27.64	0.17	38.00	0.000	0.000
15	215.85	-0.10	-0.38	0.17	38.00	0.000	0.000
16	214.06	-3.92	-14.62	0.17	38.00	0.000	0.000
17	208.83	-7.75	-28.16	0.17	38.00	0.000	0.000
18	200.11	-11.62	-40.30	0.17	38.00	0.000	0.000
19	187.75	-15.54	-50.30	0.17	38.00	0.000	0.000
20	171.58	-19.54	-57.39	0.18	38.00	0.000	0.000
21	151.33	-23.64	-60.69	0.18	38.00	0.000	0.000
22	126.63	-27.88	-59.21	0.19	38.00	0.000	0.000
23	96.97	-32.29	-51.80	0.20	38.00	0.000	0.000
24	61.63	-36.93	-37.02	0.21	38.00	0.000	0.000
25	19.53	-41.87	-13.03	0.23	35.00	0.000	0.000

$$\Sigma W_i = 7729.04 \text{ [kg]}$$

$$\Sigma W_i \sin \alpha_i = 1991.94 \text{ [kg]}$$

$$\Sigma W_i \cos \alpha_i \tan \phi_i = 5347.28 \text{ [kg]}$$

$$\Sigma c_i b_i / \cos \alpha_i = 0.00 \text{ [kg]}$$



Sollecitazioni paramento

Combinazione n° 1

L'ordinata Y (espressa in m) è considerata positiva verso il basso con origine in testa al muro

Momento positivo se tende le fibre contro terra (a monte), espresso in kgm

Sforzo normale positivo di compressione, espresso in kg

Taglio positivo se diretto da monte verso valle, espresso in kg

Nr.	Y	N	M	T
1	0.00	350.00	1087.00	169.50
2	0.06	460.00	1096.33	170.11
3	0.11	570.00	1105.73	171.94
4	0.17	680.00	1115.27	175.00
5	0.22	790.00	1125.01	179.28
6	0.28	900.00	1135.01	184.78
7	0.33	1010.00	1145.35	191.50
8	0.39	1120.00	1156.10	199.44
9	0.44	1230.00	1167.32	208.60
10	0.50	1340.00	1179.07	218.99
11	0.55	1450.00	1191.43	230.60
12	0.55	1945.00	1306.43	230.60
13	0.61	2110.00	1319.46	243.43
14	0.66	2275.00	1333.23	257.48
15	0.72	2440.00	1347.80	272.76
16	0.77	2605.00	1363.25	289.26
17	0.83	2770.00	1379.64	306.98
18	0.88	2935.00	1397.04	325.92
19	0.94	3100.00	1415.52	346.08
20	0.99	3265.00	1435.13	367.46
21	1.05	3430.00	1455.96	390.07
22	1.10	3595.00	1478.06	413.90

Armature e tensioni nei materiali del muro

Combinazione n° 1

L'ordinata Y(espressa in [m]) è considerata positiva verso il basso con origine in testa al muro

B	base della sezione espressa in [cm]
H	altezza della sezione espressa in [cm]
A_{fs}	area di armatura in corrispondenza del lembo di monte in [cmq]
A_{fi}	area di armatura in corrispondenza del lembo di valle in [cmq]
σ_c	tensione nel calcestruzzo espressa in [kg/cmq]
τ_c	tensione tangenziale nel calcestruzzo espressa in [kg/cmq]
σ_{fs}	tensione nell'armatura disposta sul lembo di monte in [kg/cmq]
σ_{fi}	tensione nell'armatura disposta sul lembo di valle in [kg/cmq]

Nr.	Y	B	H	A_{fs}	A_{fi}	σ_c	τ_c	σ_{fs}	σ_{fi}
1	0.00	100.00	100.00	15.71	3.14	1.27	0.02	66.97	-15.49
2	0.06	100.00	100.00	15.71	0.00	1.32	0.02	64.78	0.00
3	0.11	100.00	100.00	15.71	3.14	1.30	0.02	62.15	-16.14
4	0.17	100.00	100.00	15.71	3.14	1.32	0.02	59.81	-16.43
5	0.22	100.00	100.00	15.71	3.14	1.33	0.02	57.51	-16.70
6	0.28	100.00	100.00	15.71	3.14	1.34	0.02	55.27	-16.96
7	0.33	100.00	100.00	15.71	3.14	1.35	0.02	53.10	-17.20
8	0.39	100.00	100.00	15.71	3.14	1.36	0.02	50.99	-17.43
9	0.44	100.00	100.00	15.71	3.14	1.37	0.03	48.97	-17.65
10	0.50	100.00	100.00	15.71	3.14	1.38	0.03	47.02	-17.87
11	0.55	100.00	100.00	15.71	3.14	1.39	0.03	45.16	-18.07
12	0.55	100.00	150.00	0.00	3.14	1.58	0.02	0.00	-19.70
13	0.61	100.00	150.00	0.00	3.14	1.09	0.02	0.00	-14.59
14	0.66	100.00	150.00	0.00	3.14	0.90	0.02	0.00	-12.38
15	0.72	100.00	150.00	0.00	3.14	0.80	0.02	0.00	-11.23
16	0.77	100.00	150.00	0.00	0.00	0.77	0.02	0.00	0.00
17	0.83	100.00	150.00	0.00	0.00	0.73	0.02	0.00	0.00
18	0.88	100.00	150.00	0.00	0.00	0.71	0.03	0.00	0.00
19	0.94	100.00	150.00	0.00	0.00	0.70	0.03	0.00	0.00
20	0.99	100.00	150.00	0.00	0.00	0.70	0.03	0.00	0.00
21	1.05	100.00	150.00	0.00	0.00	0.70	0.03	0.00	0.00
22	1.10	100.00	150.00	0.00	0.00	0.71	0.03	0.00	0.00

COMBINAZIONE n°2

Superficie di spinta

Punto inferiore superficie di spinta	X=0.50 Y=-1.20
Punto superiore superficie di spinta	X=0.50 Y=0.00
Altezza della superficie di spinta	1.20 [m]
Inclinazione superficie di spinta(rispetto alla verticale)	0.00 [°]
Valore della spinta statica	316.53 [kg]
Componente orizzontale della spinta statica	290.65 [kg]
Componente verticale della spinta statica	125.35 [kg]
Punto d'applicazione della spinta	X=0.50 Y=-0.80
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	23.33 [°]
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	58.94 [°]
Incremento sismico della spinta	29.84 [kg]
Punto d'applicazione dell'incremento sismico di spinta	X=0.50 Y=-0.40
Inclinazione linea di rottura in condizioni sismiche	57.01 [°]
Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	495.00 [kg]
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X=0.25 Y=-0.28
Inerzia del muro	122.00 [kg]
Inerzia del terrapieno fondazione di monte	19.80 [kg]

Risultanti carichi esterni

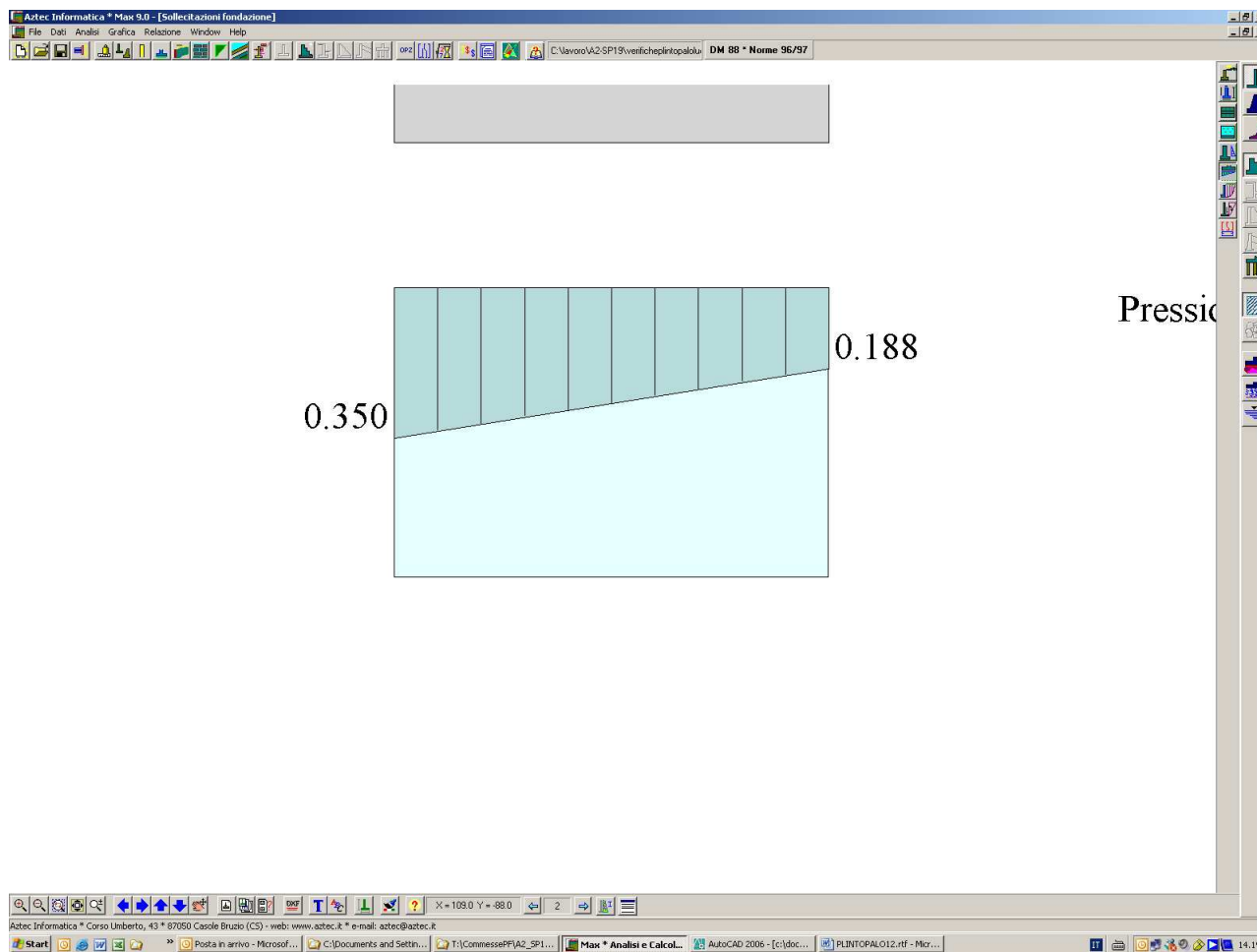
Componente dir. Y	350 [kg]
-------------------	----------

Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	459.85 [kg]
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	4032.17 [kg]
Momento ribaltante rispetto allo spigolo a valle	222.63 [kgm]
Momento stabilizzante rispetto allo spigolo a valle	2942.01 [kgm]
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	4032.17 [kg]
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	459.85 [kg]
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	0.08 [m]
Risultante in fondazione	4058.31 [kg]
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	6.51 [°]
Momento rispetto al baricentro della fondazione	304.75 [kgm]
Carico ultimo della fondazione	91601.58 [kg]

Tensioni sul terreno

Lunghezza fondazione reagente	1.50 [m]
Tensione terreno allo spigolo di valle	0.3501 [kg/cmq]
Tensione terreno allo spigolo di monte	0.1875 [kg/cmq]



Fattori per il calcolo della capacità portante

$N_c = 61.35$

$N_q = 48.93$

$N_\gamma = 64.07$

$N'_c = 54.25$

$N'_q = 42.69$

$N'_\gamma = 44.61$

COEFFICIENTI DI SICUREZZA

Coefficiente di sicurezza a ribaltamento

13.21

Coefficiente di sicurezza a scorrimento

4.15

Coefficiente di sicurezza a carico ultimo

22.72

Coefficiente di sicurezza a stabilità globale

2.44

Stabilità globale muro + terreno

Combinazione n° 2

Le ascisse X sono considerate positive verso monte

Le ordinate Y sono considerate positive verso l'alto

Origine in testa al muro (spigolo contro terra)

W peso della striscia espresso in [kg]

α angolo fra la base della striscia e l'orizzontale espresso in [°] (positivo antiorario)

ϕ angolo d'attrito del terreno lungo la base della striscia

c coesione del terreno lungo la base della striscia espressa in [kg/cmq]

b larghezza della striscia espressa in [m]

u pressione neutra lungo la base della striscia espressa in [kg/cmq]

Metodo di Fellenius

Numero di cerchi analizzati 36

Numero di strisce 25

Cerchio critico

Coordinate del centro X[m]= -1.15 Y[m]= 0.86

Raggio del cerchio R[m]= 2.64

Ascissa a valle del cerchio Xi[m]= -2.94

Ascissa a monte del cerchio Xs[m]= 1.36

Larghezza della striscia dx[m]= 0.17

Coefficiente di sicurezza C= 2.44

Le strisce sono numerate da monte verso valle

Caratteristiche delle strisce

Striscia	W	$\alpha(^{\circ})$	$W\sin\alpha$	$b/\cos\alpha$	ϕ	c	u
1	57.47	65.21	52.17	0.41	35.00	0.000	0.000
2	158.37	58.56	135.12	0.33	35.00	0.000	0.000
3	235.73	51.97	185.68	0.28	35.00	0.000	0.000
4	297.41	46.25	214.86	0.25	35.00	0.000	0.000
5	348.56	41.09	229.10	0.23	35.03	0.000	0.000
6	413.30	36.31	244.76	0.21	38.00	0.000	0.000
7	449.28	31.81	236.84	0.20	38.00	0.000	0.000
8	481.48	27.53	222.51	0.19	38.00	0.000	0.000
9	523.80	23.40	208.02	0.19	38.00	0.000	0.000
10	544.64	19.40	180.89	0.18	38.00	0.000	0.000
11	561.35	15.49	149.95	0.18	38.00	0.000	0.000
12	924.18	11.66	186.82	0.18	38.00	0.000	0.000
13	583.34	7.88	80.01	0.17	38.00	0.000	0.000
14	483.07	4.14	34.86	0.17	38.00	0.000	0.000
15	209.76	0.41	1.51	0.17	38.00	0.000	0.000
16	208.42	-3.31	-12.05	0.17	38.00	0.000	0.000
17	203.59	-7.05	-25.00	0.17	38.00	0.000	0.000
18	195.23	-10.82	-36.66	0.17	38.00	0.000	0.000
19	183.22	-14.64	-46.31	0.18	38.00	0.000	0.000
20	167.39	-18.53	-53.19	0.18	38.00	0.000	0.000

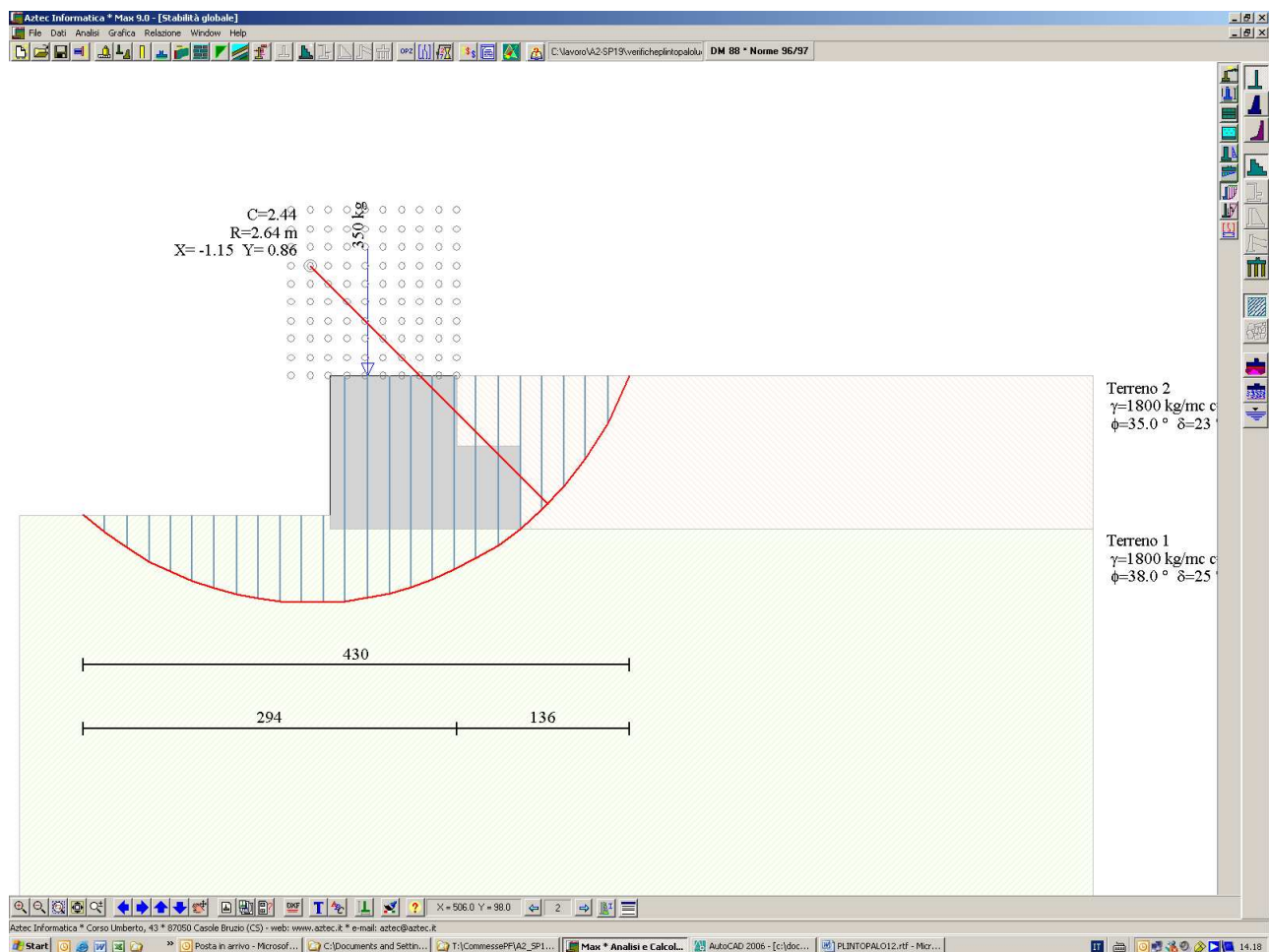
21	147.50	-22.50	-56.45	0.19	38.00	0.000	0.000
22	123.20	-26.60	-55.16	0.19	38.00	0.000	0.000
23	94.05	-30.85	-48.23	0.20	38.00	0.000	0.000
24	59.40	-35.30	-34.32	0.21	38.00	0.000	0.000
25	18.32	-40.01	-11.78	0.22	35.00	0.000	0.000

$$\Sigma W_i = 7672.05 \text{ [kg]}$$

$$\Sigma W_i \sin \alpha_i = 1983.95 \text{ [kg]}$$

$$\Sigma W_i \cos \alpha_i \tan \phi_i = 5331.16 \text{ [kg]}$$

$$\Sigma c_i b_i / \cos \alpha_i = 0.00 \text{ [kg]}$$



Sollecitazioni paramento

Combinazione n° 2

L'ordinata Y(espressa in m) è considerata positiva verso il basso con origine in testa al muro

Momento positivo se tende le fibre contro terra (a monte), espresso in kgm

Sforzo normale positivo di compressione, espresso in kg

Taglio positivo se diretto da monte verso valle, espresso in kg

Nr.	Y	N	M	T
1	0.00	350.00	70.00	0.00
2	0.06	460.00	70.19	7.26
3	0.11	570.00	70.82	15.62
4	0.17	680.00	71.93	25.09
5	0.22	790.00	73.60	35.66
6	0.28	900.00	75.88	47.35
7	0.33	1010.00	78.83	60.14
8	0.39	1120.00	82.51	74.03
9	0.44	1230.00	86.99	89.04
10	0.50	1340.00	92.33	105.15
11	0.55	1450.00	98.58	122.36
12	0.55	1945.00	213.58	122.36
13	0.61	2110.00	220.87	142.89
14	0.66	2275.00	229.31	164.52
15	0.72	2440.00	238.98	187.26
16	0.77	2605.00	249.93	211.10
17	0.83	2770.00	262.23	236.06
18	0.88	2935.00	275.92	262.11
19	0.94	3100.00	291.08	289.28
20	0.99	3265.00	307.76	317.55
21	1.05	3430.00	326.03	346.93
22	1.10	3595.00	345.94	377.42

Armature e tensioni nei materiali del muro

Combinazione n° 2

L'ordinata Y(espressa in [m]) è considerata positiva verso il basso con origine in testa al muro

B	base della sezione espressa in [cm]
H	altezza della sezione espressa in [cm]
A_{fs}	area di armatura in corrispondenza del lembo di monte in [cmq]
A_{fi}	area di armatura in corrispondenza del lembo di valle in [cmq]
σ_c	tensione nel calcestruzzo espressa in [kg/cmq]
τ_c	tensione tangenziale nel calcestruzzo espressa in [kg/cmq]
σ_{fs}	tensione nell'armatura disposta sul lembo di monte in [kg/cmq]
σ_{fi}	tensione nell'armatura disposta sul lembo di valle in [kg/cmq]

Nr.	Y	B	H	A_{fs}	A_{fi}	σ_c	τ_c	σ_{fs}	σ_{fi}
1	0.00	100.00	100.00	15.71	3.14	0.08	0.00	0.06	-1.09
2	0.06	100.00	100.00	15.71	0.00	0.09	0.00	-0.10	0.00
3	0.11	100.00	100.00	15.71	3.14	0.10	0.00	-0.26	-1.43
4	0.17	100.00	100.00	15.71	3.14	0.11	0.00	-0.40	-1.60
5	0.22	100.00	100.00	15.71	3.14	0.12	0.00	-0.54	-1.78
6	0.28	100.00	100.00	15.71	3.14	0.14	0.01	-0.68	-1.97
7	0.33	100.00	100.00	15.71	3.14	0.15	0.01	-0.81	-2.16
8	0.39	100.00	100.00	15.71	3.14	0.16	0.01	-0.94	-2.36
9	0.44	100.00	100.00	15.71	3.14	0.18	0.01	-1.06	-2.56
10	0.50	100.00	100.00	15.71	3.14	0.19	0.01	-1.17	-2.77
11	0.55	100.00	100.00	15.71	3.14	0.20	0.01	-1.27	-2.99
12	0.55	100.00	150.00	0.00	3.14	0.18	0.01	0.00	-2.72
13	0.61	100.00	150.00	0.00	3.14	0.20	0.01	0.00	-2.91
14	0.66	100.00	150.00	0.00	3.14	0.21	0.01	0.00	-3.11
15	0.72	100.00	150.00	0.00	3.14	0.22	0.02	0.00	-3.31
16	0.77	100.00	150.00	0.00	0.00	0.24	0.02	0.00	0.00
17	0.83	100.00	150.00	0.00	0.00	0.25	0.02	0.00	0.00
18	0.88	100.00	150.00	0.00	0.00	0.27	0.02	0.00	0.00
19	0.94	100.00	150.00	0.00	0.00	0.28	0.02	0.00	0.00
20	0.99	100.00	150.00	0.00	0.00	0.30	0.03	0.00	0.00
21	1.05	100.00	150.00	0.00	0.00	0.32	0.03	0.00	0.00
22	1.10	100.00	150.00	0.00	0.00	0.33	0.03	0.00	0.00