

ANAS S.p.A.

Direzione Centrale Programmazione Progettazione

CORRIDOIO PLURIMODALE TIRRENICO-NORD EUROPA ITINERARIO AGRIGENTO –CALTANISSETTA–A19

S.S. N° 640 "DI PORTO EMPEDOCLE"

AMMODERNAMENTO E ADEGUAMENTO ALLA CAT. B DEL D.M. 5.11.2001
Dal km 44+400 allo svincolo con l'A19

PROGETTO DEFINITIVO

GRUPPO DI PROGETTAZIONE

ATI:

TECHNITAL s.p.a. (mandataria)

S.I.S. Studio di Ingegneria Stradale s.r.l.

DELTA Ingegneria s.r.l.

INFRATEC s.r.l. Consulting Engineering

PROGIN s.p.a.

I RESPONSABILI DI PROGETTO

Dott. Ing. M. Raccosta
Ordine Ing. Verona n° A1665

Prof. Ing. A. Bevilacqua
Ordine Ing. Palermo n° 4058

Dott. Ing. M. Carlino
Ordine Ing. Agrigento n° A628

Dott. Ing. N. Troccoli
Ordine Ing. Potenza n° 836

Dott. Ing. S. Esposito
Ordine Ing. Roma n° 20837

IL GEOLOGO

INTEGRAZIONE PRESTAZIONI SPECIALISTICHE

Dott. Ing. M. Raccosta

VISTO: IL RESPONSABILE
DEL PROCEDIMENTO

Dott. Ing. Massimiliano Fidenzi

VISTO: IL RESPONSABILE
DEL SERVIZIO
PROGETTAZIONE

Dott. Ing. Antonio Valente

DATA

PROTOCOLLO

IMPIANTI ELETTRICI DI ILLUMINAZIONE, VENTILAZIONE E TELECONTROLLO

RELAZIONE TECNICA GENERALE

CODICE PROGETTO	NOME FILE	REVISIONE	FOGLIO	SCALA:	
L0407B D 0501	L0407B_D_0501_T01_IM01_IMP_RE01.DOC	A	di	—	
D					
C					
B					
A	EMISSIONE	L. Carrarini	F. Arciuli	C. Marro	
REV.	DESCRIZIONE	DATA	VERIFICATO RESP. TECNICO	CONTROLLATO RESP. D'ITINERARIO	APPROVATO RESP. DI SETTORE

IMPIANTI ELETTRICI DI ILLUMINAZIONE VENTILAZIONE E TELECONTROLLO

RELAZIONE TECNICA GENERALE

INDICE

1. DEFINIZIONE DELLE OPERE	5
2. OBIETTIVI	8
3. NORME DI RIFERIMENTO	10
4. IMPIANTO DI ILLUMINAZIONE PER LE GALLERIE E SOTTOPASSI	12
4.1. Premessa	12
4.2. Ipotesi di lavoro	12
4.3. Posizionamento dei punti luce	14
4.4. Illuminazione di rinforzo	14
4.5. Illuminazione permanente	15
4.6. Dimensionamento del sistema di illuminazione di rinforzo	17
4.7. Dimensionamento del sistema di illuminazione permanente	23
4.8. Effetto Flicker	24
4.9. Alimentazione dell'impianto di illuminazione in galleria	25
4.10. Gestione dell'impianto di illuminazione di galleria	27
4.11. Illuminazione di sicurezza in galleria	28
5. IMPIANTO DI ILLUMINAZIONE DELLA VIABILITA' ESTERNA DI COLLEGAMENTO AGLI SVINCOLI.	30
5.1. Criteri generali	30
5.2. Limitazione della dispersione verso l'alto del flusso luminoso	33
5.3. Corpi illuminanti	34
5.4. Blocchi di fondazione e pozzetti rompitratta	36
5.5. Cavidotti interrati ed aerei	37
5.6. Linee in cavo	37
5.7. Punti di alimentazione in bassa tensione	38
5.8. Verifiche illuminotecniche	40
6. IMPIANTO DI SEGNALAZIONE SOCCORSO	41
6.1. Cassette antincendio, chiamata di soccorso, segnalazione di incendio, emergenza	41

6.2.	Segnalazione soccorso stradale	42
6.3.	Segnalazione di pericolo di vento forte	43
7.	CABINE ELETTRICHE	45
8.	ALIMENTAZIONE DEGLI IMPIANTI	48
9.	IMPIANTI DI TELECONTROLLO	49
9.1.	Configurazione del sistema	51
	<u>La rete di collegamento primaria</u>	51
9.2.	Dotazione dei nodi primari	52
9.3.	Descrizione generale rete primaria	54
	Ogni nodo primario sarà costituito da :	56
	Switch di rete "core switch"	57
	Pannelli fisici di distribuzione del segnale ottico	60
	Fibra ottica	61
	Descrizione generale della rete secondaria	61
	Struttura dei nodi secondari	63
10.	SISTEMA TVCC PER IL CONTROLLO TRAFFICO IN GALLERIA	65
10.1.	Caratteristiche tecnico/funzionali degli apparati	74
	<u>Concentratori Periferici</u>	76
	<u>Analisi dei Flussi Video in tempo reale con processamento delle immagini</u>	78
	<u>Analisi delle situazioni di TRAFFICO e individuazione degli Incidenti</u>	79
	<u>Classificazione dei veicoli</u>	82
	<u>Rivelazione di trasporto merce pericolosa</u>	82
	<u>Analisi dell'intensità del traffico</u>	82
	<u>Rivelazione fumo</u>	83
10.2.	Il Centro di presidio	84
	<u>Software Applicativo di Video Management</u>	85
	<u>Posto di presidio operatore</u>	86
	<u>Gestione centralizzata delle telecamere</u>	88
	<u>Gestione dei livelli di password</u>	89
	<u>Gestione delle anomalie</u>	90
	<u>Gestione degli allarmi</u>	90

<u>Amministrazione del sistema</u>	91
<u>Esportazione e diffusione delle immagini dal Centro di presidio</u>	92
<u>Armadi di contenimento apparati ed accessori</u>	92
<u>Postazioni Operatore</u>	92
<u>Lunghezza del campo inquadrato</u>	94
11. OPERE CIVILI	95
<u>Cabine elettriche</u>	95
<u>Scavi per reti interrato di cavidotti</u>	97
<u>Plinti di fondazione</u>	97
12. IMPIANTI DI VENTILAZIONE IN GALLERIA	98
13. IMPIANTI DI RILEVAZIONE E SPEGNIMENTO INCENDI	100
14. RECEPIMENTO DEI CRITERI PROGETTUALI ANAS	101
15. SISTEMA DI GESTIONE DEI CARTELLI A MESSAGGIO VARIABILE E DELLA VIABILITA' STARDALE	103
16. CONCLUSIONI	104

1. DEFINIZIONE DELLE OPERE

La presente relazione illustra i criteri adottati nella progettazione definitiva delle soluzioni impiantistiche elettriche, illuminotecniche e di telecontrollo per gli svincoli di raccordo alla viabilità ordinaria e per l'illuminazione delle gallerie stradali a doppio fornice, del sistema di ventilazione forzata, della segnaletica fissa ed a messaggio variabile previsti nell'ambito delle opere di secondo lotto del nuovo asse stradale della S.S. n. 640 "di Porto Empedocle".

Il tracciato stradale dell'asse principale, interessato dall'intervento, si sviluppa prevalentemente in superficie con tratte di tracciato in galleria naturale anche di significativa lunghezza.

Le opere di impiantistica elettromeccanica e strumentale oggetto delle opere previste nell'ambito del progetto del nuovo lotto comprendono:

1) illuminazione della viabilità di svincolo per:

- svincolo di Serradifalco;
- svincolo Delia Sommatine;
- svincolo di Caltanissetta Sud;
- svincolo di Caltanissetta Xirbi;
- svincolo di raccordo con la S.S. n. 626;
- svincolo di raccordo all'autostrada A19.

e per ogni stazione l'illuminazione della viabilità secondarie urbana esterna di raccordo alla nuova infrastruttura stradale.

2) illuminazione del tracciato stradale in galleria per:

- galleria naturale Rovetello di lunghezza 300 m;
- galleria naturale Favarella di lunghezza 238 m;
- galleria naturale Papazzo di lunghezza 743 m;

- galleria naturale S.Cataldo di lunghezza 187 m;
- galleria naturale Caltanissetta di lunghezza 4036 m;
- galleria artificiale S.Filippo I di lunghezza 200 m;
- galleria S. Filippo II di lunghezza 140 m;
- galleria Bersaglio di lunghezza 335 m;
- galleria Cozzo Garlati di lunghezza 218 m.

3) **ventilazione forzata con sistema longitudinale della galleria Caltanissetta** di lunghezza superiore a 1000m (4036m) associata alla strumentazione per il monitoraggio del regime di traffico e per il rilevamento del carico inquinante presente all'interno delle singole canne della galleria;

4) **impianti di segnalamento a pittogramma fisso ed a messaggio variabile per la localizzazione dei punti SOS e delle vie di esodo in galleria** e per il segnalamento all'esterno delle condizione di transitabilità dei fornici attraverso cartellonistica a messaggio variabile ubicata in prossimità degli imbocchi per ogni senso di marcia;

5) **impianti di supervisione dello stato di servizio degli apparati tecnologici** in dotazione ai punti di alimentazione degli impianti di galleria e di svincolo;

6) **impianti di telecontrollo in continuo dello stato di transitabilità delle gallerie** di lunghezza superiore a 500m attraverso sistemi di rilevamento delle immagini a circuito chiuso;

7) **rete geografica territoriale** per la remotizzazione dei dati, delle immagini e della fonia al centro di presidio di Favara del primo lotto;

8) **Impianto antincendio pressurizzato** per le gallerie di lunghezza superiore a 500 m;

- 9) **Impianto di terra e di protezione;**
- 10) **Impianto di segnalazione "vento forte"** su viadotti mediante pannelli grafici;
- 11) **Impianto per la segnalazione soccorso dell'utenza** in galleria;
- 12) **Impianto di rivelazione incendi** all'interno della galleria;
- 13) **Impianto di segnalazione luminosa** di sicurezza all'interno della galleria;
- 14) **Opere murarie** per edifici di cabina elettrica;
- 15) **Predisposizione di vie cavi** lungo l'intero tracciato come da direttiva "ANAS" n. 7735;

2. OBIETTIVI

Le scelte progettuali per i diversi settori impiantistici concorrono ad una soluzione integrata che preveda:

- totale conformità alle norme tecniche e di sicurezza vigenti;
- massimo contenimento dei consumi energetici e dei costi di esercizio;
- interventi di manutenzione ordinaria e straordinaria razionalizzati nei loro criteri di operatività e di tempestività sia in sede stradale che sulle apparecchiature di cabina elettrica, e programmabili in un contesto di efficienza e nel rispetto della sicurezza degli operatori addetti;
- unificazione, per quanto possibile, delle metodologie di impianto, dei materiali e delle apparecchiature così da rendere standardizzati gli equipaggiamenti che si rendessero necessari per gli interventi di manutenzione.

Gli studi di settore hanno evidenziato quanto sia gravoso sostenere i costi relativi:

- ai consumi energetici;
- al personale addetto alla manutenzione;
- a forme di esercizio provvisorio dovute alla intempestività o al protrarsi dei tempi di intervento delle manutenzioni ordinarie e straordinarie.

In riferimento a queste problematiche la progettazione è stata particolarmente attenta attuando scelte progettuali finalizzate a:

- l'impiego di apparecchiature e macchinari ad alto rendimento ed elevato fattore di potenza;
- l'impiego di lampade ad elevata efficienza luminosa che, oltre al risparmio, consentono il massimo comfort visivo anche sotto il profilo della resa cromatica;
- l'automazione degli impianti di comando e di sicurezza;
- il telecontrollo dei parametri principali più significativi e la gestione degli allarmi degli impianti in oggetto progettati in modo integrabile con una ar-

chitettura gestionale di sistema globale capace di gestire l'intero complesso impiantistico in dotazione al presente tratto stradale

L'operatività del sistema di telecontrollo attraverso, la trasmissione remotizzata, consente l'acquisizione degli eventi di richiesta soccorso e degli stati di funzionamento, in tempo pressoché reale, su siti ottimali, scelti in base ad una logistica gestionale, pensata per ottimizzare gli interventi di servizio, soccorso e di manutenzione.

In particolare gli interventi di manutenzione straordinaria sull'impiantistica stradale potranno essere impostati in funzione della vita media specifica delle apparecchiature ed assicurare al tempo stesso una economia di gestione.

3. NORME DI RIFERIMENTO

- GUCEC95E/31** “Requisiti minimi di sicurezza per le gallerie della rete stradale trans-europea”;
- Legge n.186** Disposizioni concernenti la produzione di materiali ed apparecchiature, macchinari installazioni di impianti elettrici ed elettronici;
- Legge n. 46/90** Norme per la sicurezza degli impianti;
- DPR n. 447** Regolamento di attuazione della Legge 46/90 in materia di sicurezza degli impianti;
- DM 11/01/88** Norme di prevenzione degli incendi nelle metropolitane;
- DM 05/06/01** Sicurezza nelle gallerie stradali;
- DM 05/11/01** Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle strade;
- Circolare ANAS n. 7735** Direttive per la sicurezza della circolazione in galleria.

I riferimenti usati per lo studio illuminotecnico sono:

- CIE 88-2004** “Guide for the lighting of tunnels and underpasses”;
- UNI 10439** “Requisiti illuminotecnici delle strade a traffico motorizzato”;
- CEI 11-1** “Impianti elettrici con tensione superiore a 1kV in corrente alternata;

- CEI 11-17** “Impianto di produzione, trasmissione e distribuzione di energia elettrica. Linee in cavo”;
- CEI 64-7** “Impianti elettrici di illuminazione pubblica”;
- CEI 64-8** “Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000V in corrente alternata e a 1500V in corrente continua”;
- CEI 81-1** “Protezione delle strutture contro i fulmini”.

4. IMPIANTO DI ILLUMINAZIONE PER LE GALLERIE E SOTTOPASSI

4.1. Premessa

Le problematiche connesse ai tempi di adattabilità della retina di un conducente che attraversa due zone con differenti valori di illuminamento, associate agli effetti conseguenti che coinvolgono la sfera psichica ed emotiva, propria del singolo individuo sono, da sempre, gli aspetti più delicati e complessi che si propongono in un progetto di illuminazione artificiale degli imbocchi delle gallerie stradali ed autostradali.

Aspetti che richiedono soluzioni mirate sotto il profilo tecnico finalizzate soprattutto alla sicurezza dell'utenza stradale in un contesto economico che tenda a minimizzare i costi di primo impianto ed i successivi costi di gestione non solo per un'impiantistica in continua e progressiva evoluzione, ma per il livello di servizio globale dell'infrastruttura stradale.

4.2. Ipotesi di lavoro

I sistemi di illuminazione artificiale di imbocco e di permanente concorrono in maniera peculiare alla sicurezza dell'utenza stradale integrando l'illuminamento naturale laddove il fenomeno presenta limiti critici per l'apparato percettivo umano causati dalla progressiva riduzione del livello di illuminamento naturale.

Esperienze condotte su modelli mettono in correlazione la luminanza L1 esterna ed L2 interna con quelle di un oggetto posto a distanza determinata, illuminato da una luminanza L3.

Il rapporto corretto che deve esistere tra l'illuminamento esterno e quello interno, da impostare all'imbocco della galleria è tale che un osservatore posto a 100 m di distanza riconosca chiaramente l'oggetto con una media del 75%.

Questa percentuale è stata acquisita da sperimentazioni condotte nell'ambito delle attività di ricerca effettuate su campi di rilevamento approntati allo scopo da primari.

Le sperimentazioni hanno consentito di trarre utili indicazioni per la risoluzione del problema del "buco nero", ed in particolare di tutte le forme di disagio che possono interessare un conducente in procinto entrare in un campo visivo a percezione spaziale limitata.

Il progetto prevede per l' illuminamento delle gallerie un criterio che considera:

- il naturale divario tra l'ambiente esterno diurno e l'ambiente di galleria, ed il disagio conseguente alla ridotta capacità di percezione visiva che un conducente incontra nell'individuare i riferimenti di sicurezza percorrendo la tratta iniziale di un fornice durante le ore diurne;
- la capacità muscolare della retina nell'adattarsi alla realtà dell'ambiente di galleria.

Gli aspetti sopra esposti sono soddisfatti introducendo differenti livelli di illuminamento, progressivamente decrescenti, partendo dall'imbocco del fornice verso le tratte interne in modo da abituare l'apparato percettivo visivo alla condizione ambientale di galleria.

La lunghezza delle tratte di rinforzo è definita in base alla velocità di progetto assunta per le tratte di strade extraurbane, alla velocità di percorrenza specifica dell'imbocco interessato ed alla capacità di adattamento dell'occhio umano ai valori di luminanza esterna ed interna.

4.3. Posizionamento dei punti luce

La soluzione progettuale ubica i corpi illuminanti all'interno dei fornicelli di galleria stradale a soffitto con un posizionamento simmetrico delle armature in asse rispetto alle corsie di percorrenza, ma all'esterno dei limiti di sagoma nominali ammessi per i mezzi in transito.

4.4. Illuminazione di rinforzo

Per l'illuminazione degli imbocchi della galleria stradale, è previsto un regime di funzionamento diurno con soglie che variano da 140 cd/mq a 75cd/mq a 18 cd/mq nei rispettivi valori massimi, la cui regimentazione è correlata ai valori di luminanza di velo misurati attraverso lo strumento che percepisce il valore dell'intensità luminosa esterna presente in prossimità agli imbocchi.

L'illuminamento degli imbocchi viene pertanto affidato alle lampade a vapori di sodio ad alta pressione ad elevata efficienza luminosa da 400W - 250W - 150W e 100W. ripartite su 3 livelli di rinforzo.

Variazioni più accentuate incidono direttamente sul grado di esercizio dei tre rinforzi attraverso la parzializzazione dei singoli circuiti.

Un esercizio con funzionamento regimentato delle lampade attraverso le modalità sopra argomentate, concorre:

- ad una economia di gestione dovuta ad un più contenuto consumo di energia elettrica;
- ad una maggiore durata delle apparecchiature elettriche, ed in particolare delle lampade stesse, in quanto limita il numero delle accensioni per vita media;

- ad aumentare il livello di efficienza del sistema sotto il profilo della sicurezza per l'utente in quanto non causa forme di improvvisa variazione dell'illuminamento di galleria.

4.5. Illuminazione permanente

Per l'illuminazione permanente si prevede l'impiego di lampade a vapori di sodio a bassa pressione, ritenendo che le prestazioni che vengono richieste ad una illuminazione di base in galleria questa tipologia di lampade sia la più adatta allo scopo per:

- minore potenza di sorgente;
- minore consumo energetico nell'esercizio giornaliero;
- elevata efficienza luminosa anche alle basse potenze;
- possibilità di riaccensione a caldo.

La variazione cromatica di luce contribuirà a "stimolare" l'attenzione dell'utente nella zona interna della galleria laddove il livello di illuminamento risulta essere più basso e comunque non inferiore a 3cd/mq.

L'obiettivo che si deve raggiungere con l'illuminazione di un tunnel è di:

- assicurare ai conducenti in transito la galleria, sia di giorno che di notte;
- dare un senso di sicurezza e di comfort visivo il più possibile simile a quello che l'utente può avere all'aperto;
- percepire sufficienti informazioni visive sia sullo stato del tracciato che si appresta a percorrere sia sulle presenza dei veicoli/oggetti sul piano stradale.

In quest'ottica l'impianto di illuminazione deve necessariamente fornire le seguenti prestazioni:

- illuminare il piano stradale con un adeguato livello di luminanza e di uniformità;

- indirizzare la luce con un angolo di incidenza rispetto al piano di visuale tale da fornire elevata contrasto tra le “silhouette” dei mezzi presenti sul tracciato o di eventuali ostacoli presenti sulla carreggiata;
- illuminare adeguatamente il piedritto della galleria in modo da fornire all'utente un più ampio angolo di visibilità;
- non deve abbagliare;
- non deve esercitare sul conducente ritardi percettivi dovuti all'effetto flicker generato dal passo delle lampade;
- deve essere in grado di dare il giusto contrasto tra gli oggetti e la strada.

L'entità dell'illuminamento artificiale interno al fornice è regolata in base alla condizione meteorologica esterna ed al grado di radiazione solare (pieno sole, medio sole, poco sole) a cui è condizionato l'apparato visivo dell'utenza stradale approcciando all'imbocco della galleria.

Il livello iniziale di luminanza sarà poi progressivamente ridotto lungo il percorso interno della galleria secondo una curva di decrescenza compatibile con la capacità di adattamento dell'apparato visivo alle nuove condizioni ambientali illuminazione e di non abbassare il grado di sicurezza del conducente.

L'andamento caratteristico della curva dei valori di luminanza interna in funzione del progredire delle distanze dai portali di ingresso definisce n. 3 zone illuminotecniche del tunnel quali:

- zona di accesso (soglia);
- zona di transizione;
- zona di illuminazione corrente.

La prestazione del sistema di illuminazione è basata sul mantenimento, durante il giorno e la notte, dell'uniformità generale e dell'uniformità longitudinale, calcolate secondo i dettami della norma CIE 88/04, secondo i valori riportati nella tabella seguente:

Il ciclo di funzionamento quotidiano è scandito dai regimi di esercizio notturno o diurno.

Parametri	Valori
$U_o=L_{min}/L_{med}$	≥ 0.4
$U_o=L_{min}/L_{max}$	≥ 0.6

4.6. Dimensionamento del sistema di illuminazione di rinforzo

Il primo step, per definire la lunghezza totale della tratta del sistema di illuminazione di rinforzo, consiste nella determinazione della distanza di arresto (d_a).

Per calcolare tale distanza bisogna tener conto della velocità con cui il guidatore si avvicina alla galleria e, di conseguenza, della distanza dalla quale egli, con tutta sicurezza, possa decidere di frenare senza urtare l'ostacolo che gli si prospetta di fronte.

Tale distanza viene definita "stop decision point", poiché tiene conto non solo della distanza meccanica di arresto, ma anche del tempo di reazione del guidatore.

Naturalmente gli altri parametri che influenzano fortemente la distanza di arresto sono l'aderenza nella zona di accesso della galleria, e la pendenza del tracciato.

La d_a (distanza di arresto) può essere definita attraverso l'espressione

$$d_a = V \cdot t_a + [V^2 / 2 \cdot g \cdot (f \pm p)]$$

dove:

d_a distanza di arresto [m]
 V velocità di progetto [m/s]

t₀ tempo di reazione (normalmente assunto pari a 1s)	[s]
g accelerazione di gravità (pari a 9.81 m/s ²)	[m/s ²]
f coefficiente di aderenza ³	[adm]
p pendenza della strada ⁴	[adm]

³ [adm] → adimensionale
⁴ segno "+" se la strada è in salita, segno "-" se la strada è in discesa

In maniera più diretta, nella figura 3 si può osservare l'andamento della d_a in funzione della pendenza longitudinale e della condizione del manto stradale.

Il secondo step è quello di stimare la luminanza di velo (L_v), che è definita dalla relazione:

Relazione 2: $L_v = L_{seq} + L_{atm} + L_{par}$

dove:

L_{seq}	è la luminanza alla quale l'occhio del conducente è soggetto a seguito della diffusione nel bulbo oculare delle luminanze perturbatrici di fonti luminose esterne	[cd/m ²]
L_{atm}	è la luminanza dell'atmosfera in funzione di L_{seq}	[cd/m ²]
L_{par}	è la luminanza del parabrezza in funzione di L_{seq}	[cd/m ²]

Dallo studio della planimetria della galleria e dall' applicazione del diagramma polare di Adrian alle fotografie delle sezioni di imbocco, si ricava la L_{seq} che è definita come:

Relazione 3:
$$L_{seq} = 0.51 \cdot 10^{-3} \cdot \sum_{i=1}^9 \sum_{j=1}^{12} L_{ij}$$

dove:

i è l'i-esimo anello del diagramma polare di Adrian;

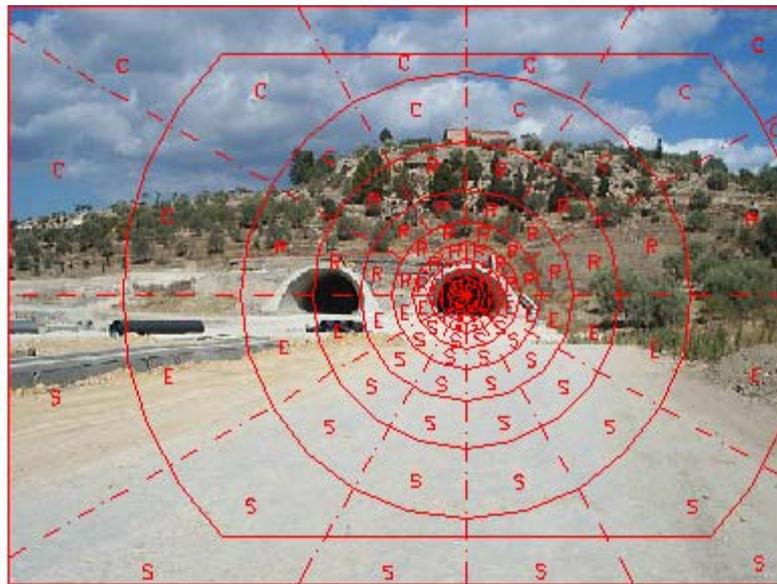
j è l'i-esimo settore del diagramma polare di Adrian.

Figura 2a: Diagramma polare di Adrian – Esempio di portale di galleria in direzione nord



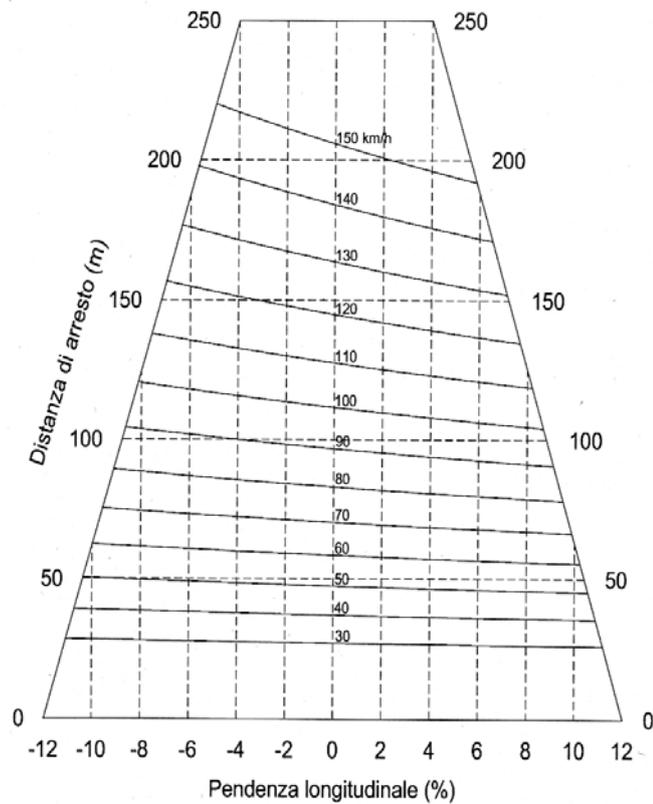
DIREZIONE DI MARCIA	TIPO DI SUPERFICIE EMITTENTE			
	CIELO - C	STRADA - S	EDIFICIO - E	ROCCHE - R
VERSO SUD	16	8	4	1

Figura 2b: Diagramma polare di Adrian
Esempio di portale di galleria imbocco lato sud



DIREZIONE DI MARCIA	TIPO DI SUPERFICIE EMITTENTE			
	CIELO - C	STRADA - S	EDIFICIO - E	ROCCHE - R
VERSO NORD	8	3	6	3

Figura 3: Diagramma di arresto per le altre strade in funzione della pendenza longitudinale (manto asciutto).



La definizione della luminanza di soglia (L_s) che risulta essere una grandezza illuminotecnica funzione sia della L_v che di altri fattori dipendenti dal tipo di sistema di illuminazione usato, ovvero il valore di tali coefficienti cambia se viene usato un impianto a controflusso oppure asimmetrico.

Il progetto prevede l'uso di corpi illuminanti di tipo asimmetrico privilegiando l'illuminazione diretta della sagoma degli oggetti presenti in galleria ed evitando

al tempo stesso forme di abbagliamento diretto dovuto alla percezione della lampada all'interno del corpo illuminante.

Reazione 4:

$$L_s = \frac{L_v}{6 \cdot \left| \frac{\rho}{\pi \cdot q_c} - 1 \right| - 1}$$

dove ρ è il fattore di riflessione dell'ostacolo di riferimento (pari a 0.1), q_c è il coefficiente di qualità del contrasto dipendente dal tipo di sistema di illuminazione utilizzato.

Definita la L_s , si può stimare la lunghezza totale della zona di transizione (x_t) definita come:

Relazione 5:

$$x_t = v \cdot \left(\frac{L_s}{L_i} \right)^{\frac{5}{7}} - 1.9 \cdot v$$

dove:

L_s	è la luminanza media della prima parte della zona di soglia	[cd/m ²]
L_i	è la luminanza media della zona interna	[cd/m ²]
V	velocità di progetto	[m/s]

L'illuminazione maggiormente accentuata agli imbocchi e definita "di rinforzo" migliora le caratteristiche illuminotecniche rispetto ai valori teorici di progetto.

La lunghezza totale della tratta di rinforzo (L_r) è definita come:

Relazione 6:

$$L_r = d_a + x_t$$

dove:

da	distanza di arresto	[m]
xt	lunghezza della zona di transizione	[m]

Oltre alla definizione analitica della lunghezza interna complessiva del tratto di rinforzo, un secondo fattore che concorre alla definizione del reale sviluppo del rinforzo rappresentato dal differenziale di luminanza ammissibile tra due gradini contigui assunto non superiore a 2.

In base alle argomentazioni sopraesposte si è formulato l'andamento della curva CIE reale esposte nella relazione di calcolo parte integrante delle verifiche illuminotecniche effettuate.

4.7. Dimensionamento del sistema di illuminazione permanente

Considerando il valore di luminanza media prescritto dalla norma UNI 10439 in relazione alla tipologia di infrastruttura "autostrada extraurbana" ed all'indice di classe assegnata dalla normativa stessa, e che le gallerie oggetto della presente progettazione illuminotecnica sono a singolo senso di marcia per ciascun fornice, in sede di progetto si verifica la relazione di seguito riportata adottando valori di luminanza non inferiori ai valori indicati dalla norma UNI 10439:

Relazione 7: $L_i > L$

dove:

L_i è la luminanza della zona interna [cd/m²]

L è il valore minimo della luminanza media
prescritto dalla norma UNI 10439 [cd/m²]

La luminanza media che deve essere garantita durante il giorno, la notte e nella condizione di bassa intensità di traffico, dal sistema di illuminazione permanente è esposta nella tabella 2:

Tabella 2: Luminanza della zona interna

Condizione	Valori
Livello 1: giorno	3 cd/m ²
Livello 2: notte	2 cd/m ²

I valori della luminanza media indicati nella tabella 2 possono essere resi operativi in relazione ai diversi regimi di traffico che interessano le gallerie attraverso:

- Programmatore orario per i circuiti di illuminazione permanente e di sicurezza
- Variatori di tensione (regolatori) che permettono la diversificazione del valore di intensità luminosa emessa dalle lampade in base all'entità della tensione dei innesco delle lampade a scarica;
- PLC e software.

4.8. Effetto Flicker

Altro elemento che si deve tenere sotto controllo è l'effetto flicker, fenomeno fastidioso provocato dalla periodica e rapida comparsa e scomparsa nel campo visivo del conducente di fonti luminose o dei loro riflessi sulla carrozzeria dei veicoli, per effetto di una distanza non appropriata fra i centri luminosi.

Quindi la frequenza con cui i centri luminosi dovrebbero apparire ad un conducente affinché quest'ultimo non risenta del fenomeno dello sfarfallamento, si stima essere inferiore a 4Hz o superiore a 11Hz.

Il passo dei centri luminosi considera la seguente la relazione:

Relazione 8 : $F_f = V / d$

dove:

F_f frequenza flicker	[Hz]
V velocità di progetto	[m/s]
d interdistanza tra gli apparecchi	[m]

Dalla applicazione della relazione 8 si ottiene un valore, per la frequenza, che indica la totale assenza di sfarfallamento; infatti, considerando, come parametro, un conducente che sta viaggiando a 90 km/h (25.m/s) si ha:

Relazione 9 : $F_f = V / d$
 $F_f = 3.125 \text{ Hz} < 4\text{Hz}$

La relazione 9 è verificata anche per velocità superiori compatibili con in limiti imposti dal codice della strada di 130km/h.

4.9. Alimentazione dell'impianto di illuminazione in galleria

I circuiti elettrici che alimentano la tratta di rinforzo di ogni pista delle galleria sono 3 per ogni fila di lampade, per un totale quindi di 6 circuiti per fornice.

Per l'impianto di illuminazione permanente delle gallerie si sono previsti 2 circuiti per ogni per galleria, ovvero 4 circuiti per fornice.

Solo per la galleria Caltanissetta, di significativa lunghezza, al fine di contenere le sezioni delle linee in cavo si è prevista una suddivisione del carico su due dorsali

per ogni corsia e pertanto il sistema di illuminazione permanente dei due fornicci è ripartito su 8 dorsali.

Tutti i circuiti di illuminazione delle gallerie sono alimentati da rete e da gruppo elettrogeno mentre per "l'illuminazione di sicurezza" sono mantenuti operativi :

- il 50% dell'illuminazione permanente in modo da assicurare un valore di illuminamento non inferiore ad 1cd/mq nella tratta interna ;
- uno dei due rinforzi di maggiore potenza in modo da ottemperare alla norma UNI 11095 che prevede l'esercizio di un terzo dell'illuminazione di rinforzo.

Per le gallerie di lunghezza superiore a 500 m, per le quali è prevista la dotazione di un circuito di rinforzo allo sbocco in regime di emergenza questo sarà mantenuto spento.

Per l'illuminazione delle nicchie di ricovero presenti nelle gallerie con maggiore lunghezza è prevista l'alimentazione dalla linea di alimentazione delle cassette SOS ed il loro comando sarà attuato attraverso periferica di sistema presente all'interno delle cassette S.O.S..

Per l'illuminazione dei by-pass l'alimentazione sarà derivata dal circuito di permanente con funzione di illuminazione di sicurezza alimentato in continuità assoluta attraverso gruppo statico di continuità.

Le modalità di alimentazione delle lampade di ogni singolo circuito è prevista per tratte di lunghezza pari a 50m attraverso dorsali secondarie derivate attraverso cassette installate sul piedritto di galleria e protette in partenza attraverso protezione locale.

Il collegamento circuito-apparecchio si previsto sia tramite un giunto solido in gel polimerico reticolato in classe 2, del tipo non propagante la fiamma, senza che si

renda necessaria l'interruzione dei conduttori di fase e di neutro che costituiscono le linee radiali di risalita dalle cassette di derivazione ubicate sui piedritti della galleria con interasse ogni 50m.

4.10. Gestione dell'impianto di illuminazione di galleria

Al fine di ridurre i consumi elettrici si prevede di realizzare un impianto elettrico capace di adeguare, per ogni singola galleria, l'entità della luminanza, prevista per i diversi tratti interni alle condizioni ambientali esterne attraverso un sistema di regolazione automatica costituito da una postazione strumentale posizionata a 100-120m dai portali per i due sensi di marcia per le gallerie di lunghezza superiore a 500m e sul portale adiacente al punto di alimentazione, per le gallerie di lunghezza minore in modo da rilevare l'entità della luminanza di velo.

Associato allo strumento di misura in campo si prevede per ogni circuito di rinforzo la dotazione di un riduttore/stabilizzatore statico di tensione che, in base alla grandezza analogica rilevata ed attraverso una elaborazione software, provvede a modificare il valore della tensione di innesco alle lampade con conseguente riduzione dell'intensità luminosa emessa dalle sorgenti e quindi i valori di luminanza presenti in galleria, fino alla disinserzione dei singoli circuiti di rinforzo.

Il campo operativo di ogni circuito di rinforzo inoltre opera sul valore della tensione di innesco delle lampade sia attraverso una variazione del $\pm 10\%$ della tensione di alimentazione a cui corrisponde una variazione della intensità luminosa del $\pm 30\%$.

Il regolatore di tensione stabilizzata entro il $\pm 1\%$ della soglia di lavoro prefissata contribuendo ad una sostanziale stabilizzazione del valore della tensione non solo per i valori massimi, ma anche lungo tutta la rampa di regolazione.

La durata del regime diurno è funzione del ciclo solare stagionale che interessa il tracciato stradale esterno in prossimità degli imbocchi e della condizione temporale meteorologica, determinando una operatività dell'impianto di illuminazione in galleria variabile per inserzione del numero di livelli e per entità del valore di illuminamento nelle zone di imbocco delle gallerie e di sbocco all'esterno.

4.11. Illuminazione di sicurezza in galleria

La mancanza improvvisa di illuminazione artificiale all'interno della galleria incide in modo traumatico sulla guida in quanto fa perdere i riferimenti spaziali ai conducenti in transito generando una condizione di pericolo maggiormente aggravata qualora la fallanza del sistema di illuminazione avvenga in concomitanza di un incidente in galleria con sviluppo di fumi e fiamme libere.

Al fine di ovviare a tale condizione si prevede una differenziazione della illuminazione permanente in modo da costituire un sistema di illuminazione di sicurezza, alimentato in continuità assoluta, che associato alla cartellonistica luminosa, consenta di mantenere percettibili i riferimenti spaziali della careggiata ed al tempo stesso l'evacuazione della galleria nelle diverse modalità presenti lungo il tracciato (by-pass pedonali e by-pass carrabili)

La mancanza alimentazione da rete ENEL viene sopperita, attraverso la commutazione automatica dell'alimentazione sotto il gruppo elettrogeno; durante il periodo di transizione della messa a regime del gruppo elettrogeno o nella peggiore delle condizioni al verificarsi di un "mancato avviamento" del generatore i circuiti di illuminazione di sicurezza di entrambi i forni verranno mantenuti alimentati da "gruppo statico di continuità" che ne garantirà la continuità di esercizio con una autonomia di funzionamento non inferiore a 30 minuti.

Nel caso della galleria Caltanissetta il progetto prevede che il sistema di illuminazione di sicurezza abbia una maggiore continuità di esercizio, rispetto a quanto

previsto dalle “ linee guida ANAS” per gli impianti in galleria, non inferiore a 4 ore, limitatamente al solo circuito permanente, dopo i primi 30 minuti durante i quali, oltre al circuito di illuminazione di sicurezza, si prevede sia alimentato almeno 1/3 della potenza dei circuiti di rinforzo.

Il sistema di illuminazione di sicurezza consente nel tratto interno un livello di illuminamento superiore ai valori minimi previsti dalla Norma CIE di 1 cd/m².

L'obiettivo di assicurare la continuità di esercizio anche in presenza di eventi non riconducibili alle diverse forme dalla fallanza delle apparecchiature generatrici di energia (es. incendio in galleria) come nel caso di incendio in galleria, il progetto prevede l'impiego di cavi del tipo adatto ad essere operativi anche in caso di incendio con isolamento in grado di resistere a valori di sovratemperatura fino a 750°C in grado di assicurare, per un periodo di tempo determinato, possibilità di orientamento e di evacuazione nel modo più rapido possibile.

Come per il circuito di illuminazione permanente il circuito per l'illuminazione di sicurezza sarà equipaggiato con lampade a vapore di sodio bassa tensione tipo SOX-E da 36W alimentate con reattore ibrido in modo da consentire comunque la loro riaccensione a caldo.

5. IMPIANTO DI ILLUMINAZIONE DELLA VIABILITA' ESTERNA DI COLLEGAMENTO AGLI SVINCOLI.

5.1. Criteri generali

Il progetto prevede l'illuminazione artificiale dell'intera viabilità di svincolo a partire dai raccordi con le strade di viabilità esterna di accesso, fino alle piste di accelerazione e decelerazione della sede stradale.

In base alle disposizioni di legge vigenti in materia, tenuto presente il tipo di traffico a cui sono soggette le strade in questione, è stata effettuata la presente classificazione:

Strada	Definizione	Classe
Asse principale	Autostrada extraurbana	A
Piste di svincolo	Strada extraurbana secondaria	F1
Viabilità esterna	Strade extraurbane locale	C
Sottovia	Strada urbana locale	F

In base alla classificazione di cui sopra, sulla base della Norma UNI 10439 (2^a ediz. Luglio 2001) riportante i "Requisiti illuminotecnici delle strade con traffico motorizzato", si ricavano le prescrizioni illuminotecniche seguenti, da tenere in evidenza per la progettazione degli impianti:

Classe	Indice della categoria Illuminotecnica	Valore minimo della luminanza media mantenuta (candele / mq)
A	6	2,0 candele / m ²
F	4	1,0 candele / m ²
C	5	1,5 candele / m ²
F*	2	0,5 candele / m ²

L'illuminazione stradale notturna consente di circolare di notte in sicurezza avendo capacità di percepire, i punti singolari della sede stradale eventuali ostacoli, per quanto possibile, senza l'aiuto dei fanali dell'autoveicolo.

La percezione sicura e rapida è possibile grazie al contrasto degli oggetti sullo sfondo, in ordine decrescente di importanza:

- la carreggiata ed i suoi bordi;
- il cielo, ivi compresi i punti luminosi formati dalla superficie visibile dei corpi illuminanti e delle lampade.

Più frequentemente, la percezione degli ostacoli si ottiene con l'effetto *silhouette*; l'ostacolo si distacca come ombra scura su fondo chiaro; poiché non si conosce a priori la natura dell'ostacolo, è auspicabile vengano presi tutti i provvedimenti utili affinché il contrasto sia sufficiente risaltato.

La capacità di percezione è condizionata da condizioni ambientali quali :

- livello medio della luminanza del manto stradale;
- il grado di uniformità della luminanza stessa;
- la definizione dei limiti di ciglio della sede stradale;
- limitazione dell'abbagliamento causato dall'installazione.

Il livello di illuminamento è un'indicazione della quantità di luce ricevuta dalla carreggiata ed è espressione della potenzialità del sistema di illuminazione, ma ai fini della sicurezza della guida è fondamentale l'aspetto assunto dalla carreggiata illuminata, in base alla qualità di luce riflessa verso il conducente dalle diverse componenti che concorrono alla definizione della carreggiata, ossia dalla luminanza assunta dei materiali che la ricoprono.

Le prestazioni in base alle quali è redatta la soluzione di progetto, per le diverse sedi stradali classificate secondo il nuovo codice della strada, sono le seguenti:

Tabella 4: Prestazioni minime dell'impianto di illuminazione in corrispondenza dei punti di intersezione delle corsie di accelerazione/decelerazione con la sede stradale – classe A, indice 6 (norma UNI 10439).

PRESTAZIONE	VALORE
<i>Luminanza media</i> mantenuta (L_m)	2 cd/m ²
Rapporti di uniformità:	
$U_o = L_{min}/L_{med}$ (rapporto fra luminanza minima e media	≥ 0.4
$U_i = L_{min}/L_{max}$ (rapporto fra luminanza minima e massima lungo la mezzzeria della carreggiata di ciascuna corsia	≥ 0.7
Limitazione dell'abbagliamento:	
TI (indice dell'abbagliamento debilitante)	10

Tabella 5: Prestazioni minime dell'impianto di illuminazione della carreggiata in sede stradale di svincolo classe F, indice 4 (norma UNI 10439).

PRESTAZIONE	VALORE
Luminanza media mantenuta (L_m)	1 cd/m ²
Rapporti di uniformità:	
$U_o = L_{min}/L_{med}$ (rapporto fra luminanza minima e media su tutta la strada	≥ 0.4
$U_i = L_{min}/L_{max}$ (rapporto fra luminanza minima e massima lungo la mezzzeria di ciascuna corsia	≥ 0.5
Limitazione dell'abbagliamento:	
TI (indice dell'abbagliamento debilitante)	10

Nelle verifiche effettuate si è considerato un fattore di manutenzione pari a 0.8, per tener conto del decadimento del flusso emesso dalle lampade e della riduzione di trasparenza dovuta all'inquinamento atmosferico sull'armatura, che ne riduce le prestazioni nel tempo.

5.2. Limitazione della dispersione verso l'alto del flusso luminoso

La norma UNI 10819, prescrive che gli impianti di illuminazione esterna di nuova realizzazione debbano rispettare specifici parametri qualitativi in modo da limitare forme di inquinamento luminoso dovute a puntamento verso l'alto.

Le soluzioni redatte operano in tal senso adottando apparecchi illuminanti con ottica stradale installati con un angolo di inclinazione verso l'alto di 0° e dotati di ottica di tipo "cut off".

Il controllo del comfort visivo, verificato in fase di dimensionamento, evita fenomeni di abbagliamento e limita il grado di inquinamento luminoso nei limiti previsti dalla norma attraverso la dotazione di apparecchi illuminanti di tipo cut-off nelle soluzioni d'impianto con posizionamento unilaterale e/o bilaterale dei punti luce sui cigli ed orientamento ortogonale; mentre per le torrifaro, attrezzate con proiettori, il progetto prevede la dotazione di ottiche asimmetriche in grado di attuare un puntamento a terra posizionamento orizzontale del corpo illuminante.

I valori ricavati dalle verifiche di progetto, parte integrante dei dimensionamenti, concorrono a definire le diverse interdistanze dei punti luce, la potenza delle sorgenti e l'altezza dei sostegni dal piano stradale ed i valori di illuminamento e di confort visivo per le diverse sezioni trasversali di sede stradale sono effettuate sulla base delle ipotesi sopra evidenziate.

5.3. Corpi illuminanti

I corpi illuminanti, nelle diverse tipologie di soluzione adottata, sono previsti realizzati con grado di isolamento in classe II, esecuzione stagna con grado di protezione IP66 in esecuzione chiusa certificati a norme CEI 70.1 sottoposti al regime IMQ del Marchio Italiano di Qualità o altro Istituto equivalente riconosciuto nell'ambito della Comunità Europea, ed essere marchiato CE.

I corpi illuminanti, installati a testa palo in sommità agli steli, nelle posizioni e dotazioni indicate dal progetto, è previsto abbiano:

- corpo portante in pressofusione di alluminio;
- gruppo ottico composto da rifrattore in vetro piano liscio di tipo cut-off,
- riflettore interno in alluminio opportunamente sagomato per l'indirizzamento del flusso luminoso sulla sede stradale, nel rispetto della Norma UNI 10819 e delle leggi in materia di inquinamento luminoso.

In corrispondenza delle rotatorie previste sulla viabilità esterna, in alternativa del sistema di illuminazione unilaterale, le soluzioni di impianto redatte per i diversi svincoli prevedono l'impiego di torri faro di altezza 20 m dal piano stradale equipaggiate con proiettori asimmetrici installati su "corona mobile" con cinematismo di movimentazione interno allo stelo ed in sommità un mantello in vetroresina a ricoprimento dei proiettori.

Le parti in acciaio delle torri sono previste zincate a caldo negli spessori indicati dalla Norma CEI 7-6

Ogni torre faro è costituita da una parte meccanica:

- stelo tronco-conico a sezione poligonale, a due tronchi in funzione con accoppiamento ad incastro mediante sovrapposizione; i diametri di base e quelli di testa saranno conformi a quanto riportato negli allegati elaborati

grafici completo di apertura per il passaggio dei cavi elettrici, di portello di chiusura, e di morsetto di attestazione per la messa a terra;

- piastra di ancoraggio al basamento sarà effettuato mediante corona di base ancorata nel blocco di fondazione in calcestruzzo, per mezzo di un attacco piastra e tirafondi;
- cinematismo di movimentazione composto da:
 - testa di trascinamento pre-assemblata in fabbrica;
 - fune certificata di acciaio zincato rivestita in polietilene;
 - guida interna;
 - sistema di sicurezza paracadute;
 - cavo elettrico di alimentazione, provvisto di spina CEE per il collegamento alla presa in corrispondenza della base e cassetta di derivazione;
- corona mobile porta proiettori, predisposto per il fissaggio di 8 proiettori su 360°, dotato di sistema di aggancio atto a rendere solidale il complesso testa palo/anello portafari;
- paranco a motore per il sollevamento manuale da terra, di tipo smontabile, da fissare agli appositi attacchi alla base.

La tipologia delle lampade a scarica al sodio alta pressione adottate sono a geometria tubolare previste nelle diverse soluzioni di impianto del tipo ad elevata efficienza luminosa per entità di flusso emesso pari a :

- | | |
|-------------------------------------|------------------|
| • Lampada S.A.P. 150W: | 17.500 lm |
| • Lampada S.A.P. 250W: | 33.200 lm |
| • Lampada S.A.P. 400W | 56.500 lm |
| • Tonalità di colore (UNI 12464-1): | W |
| • Resa di colore (UNI 12464-1): | 4 |

5.4. Blocchi di fondazione e pozzetti rompitratta

I blocchi di fondazione saranno di tipo prefabbricato in calcestruzzo armato e vibrato di adeguate dimensioni e caratteristiche costruttive.

Ciascun basamento sarà provvisto alla base di zatterone per un maggiore ammorramento lungo il profilo della scarpata e di foro di predisposizione per l'inghisaggio del sostegno di lunghezza non inferiore ad 1/10 dell'altezza fuori terra, e di un vano pozzetto completo in sommità di chiusino in ghisa carrabile adatto a consentire il raccordo tra cavidotti di linea ed il tubo di risalita alla piastra interna al palo di sostegno.

Il blocco di fondazione delle torri faro, realizzato in calcestruzzo armato, nelle sue dimensioni e per dotazioni del ferro di armatura è calcolato in base all'altezza secondo le modalità indicate dalla normativa vigente. In sede di progetto esecutivo il dimensionamento sarà verificato in base alle condizioni del terreno presente nelle aree di insediamento dei blocchi stessi.

Dovranno essere ubicati pozzetti rompitratta, in esecuzione prefabbricata in calcestruzzo vibrato armato con rete elettrosaldata, previsti per l'ispezione e/o la posa dei cavi in presenza di interdistanze significative e/o in corrispondenza di attraversamenti stradali o di cambiamenti di direzione dei cavidotti, per cui risulta essere difficoltoso il tiro dei conduttori durante le lavorazioni di posa.

Ogni pozzetto sarà costituito da un elemento a cassa con pareti laterali preformate per l'innesto dei cavidotti, fondo drenante alla base, attraverso un foro eseguito in sede di prefabbricazione, ed un chiusino in ghisa di tipo carrabile.

5.5. Cavidotti interrati ed aerei

I cavidotti avranno caratteristiche dimensionali e costruttive prescritte, negli elaborati grafici di progetto, in particolare per i tratti interrati lungo le banchine sono previste tubazioni flessibili corrugate in PE a doppia parete, corrugato esterno e liscio interno, a sezione circolare di colore rosso.

In corrispondenza degli attraversamenti stradali, i cavidotti per l'infilaggio delle linee in cavo saranno posati entro tubo di grande diametro in calcestruzzo vibrato e rivestito superiormente con calcestruzzo in modo da assicurare una adeguata protezione meccanica.

In corrispondenza dei punti di risalita verticale e nei tratti aerei in attraversamento ai sottopassi stradali e lungo i muri d'ala dei manufatti, con l'obiettivo di aumentare la protezione meccanica, saranno adottati, in sostituzione dei cavidotti in materiale plastico, tubazioni in acciaio non legato, filettabili secondo ISO 7/1, serie media, a Norma UNI 8863 del 1/1987 o laddove il numero delle linee in transito sia significativo con canalette in acciaio zincato complete di coperchio.

5.6. Linee in cavo

I cavi che compongono le linee di alimentazione dei punti luce sono previsti in esecuzione unipolare, di tipo flessibile, isolati con gomma EPR di qualità G7, sotto guaina di PVC, con grado d'isolamento $U_0/U = 600/1000$ V. identificati con la sigla FG7R 0,6/1 kV, rispondenti alla Norma CEI 20-13, e dotati di marchio IMQ.

La sezione dei singoli conduttori di fase è dimensionata oltre che all'entità del carico, al valore limite di caduta di tensione ammissibile assunto alla base del dimensionamento pari al 3% del valore di tensione nominale;

All'interno degli elaborati planimetrici di progetto sono indicate le sezioni ed il numero dei cavi che concorrono a costituire le linee mentre, sono riportate all'interno dello schema funzionale del quadro di bassa tensione la tipologia degli isolamenti adottati.

I cavi per le derivazione agli apparecchi di illuminazione a valle della piastra dei derivazione sono previsti in esecuzione bipolare di sezione 2,5 mmq, con protezione termica locale a mezzo di fusibile installato sulla piastra di derivazione o su eventuale cassetta esterna.

La distinzione delle fasi e del neutro in presenza di linee formate con cavi unipolari sarà evidenziata esternamente sulla guaina protettiva esterna attraverso guaine diversamente colorate termorestringenti in modo da segnalare univocamente le fasi, mentre per i cavi multipolari saranno diversamente differenziati i colori delle guaine in modo da individuare univocamente le singole fasi ed il conduttore di terra.

- Circuiti di distribuzione principali: cavi FG7(O)R 0.6/1 kV
- Conduttori di protezione: cavi N07V-K;
- Calcolo portata cavi: secondo CEI UNEL 35024/1 per i cavi isolati con materiale elastomerico o termoplastico.

5.7. Punti di alimentazione in bassa tensione

I punti di alimentazione e comando degli impianti d'illuminazione di svincolo sono indicati negli allegati elaborati grafici. I posizionamenti abbisognano della conferma da parte di ENEL sulla base del percorso che seguirà il cavo di alimentazione ENEL, proveniente dalla rete elettrica di distribuzione presente nei diversi siti di utenza.

Il punto di alimentazione in bassa tensione prevede la dotazione di:

- allacciamento in bassa tensione da rete ENEL;
- alimentazione di emergenza da gruppo elettrogeno;
- alimentazione in continuità assoluta per i circuiti di sicurezza e sgancio in caso di incendio.

I quadri di alimentazione e comando, i regolatori di potenza ed i gruppi elettrogeni in esecuzione silenziata saranno alloggiati all'interno di manufatti allestiti ricorrendo all'impiego di prefabbricati e rivestiti esternamente con muratura in pietra-me.

Ogni punto di utenza in bassa tensione è previsto sia equipaggiato di un interruttore generale di utenza dotato di bobina di sgancio a lancio di corrente in grado di consentire lo sgancio dell'alimentazione elettrica direttamente all'esterno dell'edificio attraverso l'azionamento volontario del pulsante di sgancio.

Ciascuna delle linee in partenza dal quadro è provvista di proprio interruttore multipolare, munito di protezione magnetica e termica secondo lo schema unifilare riportato negli allegati elaborati grafici e dimensionata in modo da garantire la protezione contro i corto-circuiti sull'utenza più remota nel rispetto della Norme CEI 64-8.

Inoltre, al fine di garantire la flessibilità di esercizio dell'impianto, in ogni quadro è prevista l'installazione di un interruttore crepuscolare fotoelettrico per l'inserzione automatica dell'illuminazione e la dotazione di un regolatore di potenza in grado svolgere la duplice funzione di stabilizzatore della tensione di rete e ridurre la tensione alle lampade nei regimi notturni con minore presenza di traffico.

Il progetto prevede l'utilizzo per i sistemi di illuminazione stradale l'uso di componenti elettrici isolati in Classe II, o con isolamento equivalente conformità a

quanto previsto dalle vigenti Norme CEI (in particolare della Norma 64-8), per i quali, non è necessario il collegamento a terra.

Il collegamento all'impianto di terra sarà realizzato per i soli componenti in Classe d'isolamento I (isolamento normale), e per i quali sarà realizzato il dispersore di terra nelle modalità d'impianto indicate negli allegati elaborati grafici.

Ciascun impianto elettrico sarà realizzato in conformità delle Norme CEI, in particolare della CEI 64-7, della CEI 64-8, nonché delle Legge 46/90.

Le torrifaro, in considerazione della loro altezza, della loro elettrificazione e della loro notevole massa metallica interna sono considerate apparecchiature isolate in classe I. Pertanto si prevede di collegare la struttura ferrosa a terra in almeno due punti alla base dello stelo attraverso un dispersore di terra locale, posto ad intimo contatto col terreno, costituito da:

- due picchetti di acciaio zincato, sezione a croce da 50x50 mm e spessore 5 mm, lunghezza 2 metri da infiggere verticalmente nel terreno, muniti di piastra forata per l'attacco con bullone zincato M 12;
- anello in corda di rame nudo, sezione 35 mmq, da posare attorno al blocco di fondazione, alla profondità di 70 cm, con collegamenti ai picchetti verticali mediante connettori a compressione.

5.8. Verifiche illuminotecniche

I calcoli illuminotecnici allegati alla relazione di calcolo sono stati eseguiti considerando coefficienti di riduzione valutati in relazione alle diverse zone ed alle condizioni di installazione dei corpi illuminanti.

Questo, per tenere in considerazione sia le diverse geometrie delle sedi stradali sia il fatto che i corpi illuminanti stessi sono soggetti ad inquinamento atmosferico ed

invecchiamento dei materiali di loro costituzione, nell'ottica di mantenere efficiente ed ottimale nel tempo il rendimento illuminotecnico dell'impianto stesso.

6. IMPIANTO DI SEGNALAZIONE SOCCORSO

6.1. Cassette antincendio, chiamata di soccorso, segnalazione di incendio, emergenza

Lungo i forni delle gallerie autostradali di lunghezza superiore a 125m ", ogni 150 m circa, sono previsti gli armadi stagni equipaggiati con:

- n° 2 estintori a polvere chimica da 12 kg l'uno, per gli interventi antincendio immediati;
- n° 2 pulsanti protetti di chiamata (uno per segnalazione di avaria o incidente di veicoli senza presenza di merci pericolose, segnalazione di avaria o incidente veicoli con presenza di merci pericolose);
- n. 1 postazione telefonica di segnalazione soccorso SOS;
- n° 1 periferica di telecontrollo per l'acquisizione dei segnali di richiesta soccorso;

I pulsanti di richiesta soccorso, quando premuti, determinano l'accensione dei cartelli retroilluminati di "segnalazione pericolo", ubicati ogni 300m ed in corrispondenza degli imbocchi, con la seguente sequenza di attività correlata:

1. Pressione pulsante richiesta soccorso per avaria o incendio in galleria di veicoli senza presenza di merci pericolose:
 - Accensione dei quadranti di pericolo e di incidente generico.
2. Pressione pulsante richiesta soccorso per avaria o incendio in galleria di veicoli con presenza di merci pericolose:
 - Accensione di tutti e tre i quadranti ed attivazione dei semafori agli imbocchi.

La segnalazione di un veicolo fermo sulla carreggiata o in corsia di emergenza all'interno delle gallerie fatta attraverso il sistema di telefonia SOS o attraverso l'uso di estintori in dotazioni alle cassette S.O.S. attiverà le lanterne gialle lampeggianti del semaforo ubicato all'imbocco del fornice e del semaforo installato sul pannello a messaggio variabile ubicato circa 150 m prima dell'imbocco, e dovrà comparire il relativo segnale su detto cartello di "VEICOLO FERMO IN GALLERIA".

L'attivazione dei pulsanti protetti è intesa quale strumento di estrema gravità attraverso i quali è possibile interdire l'accesso alla galleria in quanto per avaria o incidente attiveranno, le lanterne rosse del semaforo installato sul pannello a messaggio variabile ubicato circa 150m prima dell'imbocco, in associazione con il pittogramma di "INCIDENTE" e la conseguente segnalazione di interdizione di entrambe le piste del fornice interessato dall'evento attraverso i pannelli indicatori di agibilità piste.

In questo modo si evita che veicoli fermi all'interno della galleria possano essere causa di incidenti a catena all'interno della galleria stessa.

Le gallerie attrezzate di un impianto video a circuito chiuso per il rilievo delle condizioni di traffico consentono il rilevamento in tempo reale dello stato di agibilità delle piste in galleria e la presenza di veicolo fermo su una delle corsie di marcia sarà equiparato alla condizione di richiesta di soccorso meccanico e sul pannello esterno a messaggio variabile si configura il pittogramma "VEICOLO FERMO IN GALLERIA" associata alla indicazione semaforica di luce gialla.

6.2. Segnalazione soccorso stradale

Il progetto prevede la possibilità di comunicazione in fonia da ogni postazione SOS di galleria e di cabina elettrica di svincolo e di galleria con il centro di presi-

dio attraverso un unico sistema di comunicazione con tecnologia IP in grado di consentire, oltre alle attività di emergenza, anche le normali attività di manutenzione ordinaria e straordinaria.

All'interno delle gallerie le stazioni di fonia saranno integrate alle cassette di richiesta soccorso previste sulle pareti ogni 150 m.

6.3. Segnalazione di pericolo di vento forte

L'attraversamento di territori, la cui orografia presenta profondi avvallamenti con opere d'arte di significativa altezza e la presenza di vento in direzione ortogonale costituisce soprattutto per i mezzi di trasporto telonati una condizione di pericolo.

Allo scopo di poter richiamare l'attenzione dei conducenti sulla condizione di pericolo, e quindi limitare le probabilità di incidente, il progetto prevede l'installazione un sistema automatico di rilevamento dell'entità del vento ed il conseguente allertamento della condizione di pericolo attraverso segnaletica a pit-togramma variabile in grado di segnalare differenti limiti di velocità in relazione all'intensità dell'evento meteorologico.

L'impianto prevede una stazione anemometrica di rilevamento ubicata sui viadotti nel punto di massima esposizione alla direzione del vento equipaggiata con un apparecchio anemometrico accoppiato ad un generatore di segnale in grado di trasformare la velocità media misurata in un segnale elettrico di tipo analogico.

L'integrale proporzionale della grandezza analogica generata, è rapportato a specifiche soglie prefissate per le diverse velocità di transito in modo da attivare, attraverso circuiti di potenza:

- le segnalazioni ottiche semaforiche a due luci gialle lampeggianti alternativamente poste sulla lanterna semaforica adiacente al cartello a messaggio variabile;

- la limitazione della velocità con l'uso di pittogrammi luminosi in dotazione al pannello a messaggio variabile in relazione all'entità della velocità del vento.

7. CABINE ELETTRICHE

Gli impianti di cabina sono suddivisi in base al loro valore di tensione nominale in punti utenza alimentati in media e bassa tensione secondo una logica di impianto riportata nella corografia generale degli elaborati grafici.

I punti di utenza alimentati in media tensione da rete ENEL sono equipaggiati con apparecchiature isolate a 24kV ed i trasformatori di potenza sono previsti a doppia tensione primaria 15/20kV.

All'interno dei manufatti di cabina elettrica con alimentazione in media tensione lo scomparto ENEL ed il relativo vano misure sono previsti nell'ambito dello stesso edificio di cabina elettrica.

La distribuzione di media tensione prevede per i punti di allaccio, indipendentemente dai valori di potenza impegnata, una dotazione di apparati conforme alla DK 5600 e la distribuzione interna, entro quadri di media tensione isolati in aria per tensioni nominali fino a 24kV, è prevista di tipo segregato.

Le carpenterie, allestite secondo gli schemi di progetto, sono previste protette contro l'arco interno mentre le apparecchiature di interruzione e sezionamento sono previste isolate sottovuoto.

I trasformatori di potenza MT/BT sono previsti isolati in resina con avvolgimenti in AL in entrambi i lati così da aumentare la rigidità dielettrica e con attacchi a perno e tulipano sul lato MT in modo da attuare il totale isolamento contro le scariche capacitive.

Il ricorso a questa tipologia di macchine consente di minimizzare il costo di installazione in quanto non richiede opere addizionali per il confinamento dell'olio in

modo da evitare ogni forma di inquinamento ambientale in caso di cedimento della cassa.

Gli impianti di bassa tensione sono divisi per sistemi trifasi TN-S con distribuzione dei conduttori di terra e di neutro separati operanti a tensione nominale di:

- 380/220V per circuiti di illuminazione, segnaletica ed usi generali di alimentazione del fabbricato stesso di cabina elettrica;
- 690V trifase per l'alimentazione delle macchine di ventilazione della galleria Caltanissetta.

Le potenze elettriche impegnate per le singole cabine di trasformazione, i dati di targa dei trasformatori, dei gruppi elettrogeni e dei gruppi statici di continuità sono riportate negli allegati elaborati grafici.

All'interno dei quadri di bassa tensione, gli utilizzatori ad essi sottesi facenti parte degli impianti di galleria e di svincolo insistenti sul presente lotto, sono suddivisi per tipo di alimentazione che potrà essere:

- normale da rete enel;
- in emergenza da gruppo elettrogeno;
- per le utenze alimentate in continuità assoluta da gruppo statico.

La potenza erogata nominale dei gruppi elettrogeni è prevista per un regime di funzionamento continuo e pertanto ogni macchina potrà sopperire all'alimentazione di un carico di punta maggiore del 10% rispetto ai dati di servizio nominali indicati dal costruttore.

Le utenze privilegiate saranno alimentate in continuità assoluta attraverso sorgenti in grado di sopperire alla mancanza di tensione durante il periodo di avviamento dei gruppi elettrogeni, o in caso di fallanza degli stessi, per un periodo limitato non inferiore a 30 minuti.

Il gruppi statici di continuità in cabina alimenteranno anche i circuiti ausiliari di comando, i servizi di sicurezza, l'illuminazione permanente e di rinforzo di galleria, i servizi di emergenza e le utenze primarie di servizio di cabina elettrica.

Il funzionamento delle apparecchiature sarà completamente automatico con possibilità di attivazione anche in modalità manuale dei singoli circuiti.

Tutti i quadri elettrici di distribuzione saranno del tipo ad armadio costituiti da elementi modulari in configurazione tale da conseguire il massimo livello di servizio sia per l'attivazione delle apparecchiature a fronte quadro che per l'accesso al sistema di distribuzione interna ed alle morsettiere.

In presenza di apparecchiature di protezione in esecuzione scatolata la distribuzione interna sarà segregata con "fattore di forma 4" attraverso l'uso di divisori che impediscono di fatto il contatto accidentale sulle parti in tensione e la migrazione di incendi tra le apparecchiature di uno stesso scomparto all'interno della carpenteria e garantire al tempo stesso la massima sicurezza durante le operazioni di manutenzione interne al quadro.

Tale soluzione costruttiva delle carpenterie di bassa tensione consente l'ispezionabilità interna in sicurezza per gli operatori e permette interventi su singoli componenti in avaria senza intaccare il livello di servizio degli altri sistemi di alimentazione.

8. ALIMENTAZIONE DEGLI IMPIANTI

Tutti gli impianti di illuminazione e di utenza verranno alimentati in bassa tensione con sistema trifase/monofase TN-S a tensione nominale 380-220V con distribuzione in derivazione dei singoli circuiti, ad eccezione delle macchine di ventilazione della galleria Caltanissetta che saranno alimentate con sistema trifase TN-S a tensione 690V.

Le strumentazioni per il monitoraggio della condizione di inquinamento atmosferico in galleria saranno alimentate dal sistema a 380/220V.

I conduttori saranno principalmente del tipo:

- FG7(O)R/0,6-1kV per i circuiti esterni di illuminazione e di alimentazione esterna;
- FG7(O)M1, per i circuiti di cabina elettrica (CEI 20-34 / 20-11 / 20-22 / 20-37 / 20-38);
- FG4T2(O)M1, con resistenza al fuoco in caso di incendio (3 h a 750° C) per le utenze di galleria e per le utenze alimentate in emergenza dal gruppo statico di continuità (CEI 20-26 / 20-22 / 20-35 / 20-37 / 20-38 / 20-45).

9. IMPIANTI DI TELECONTROLLO

La configurazione redatta del sistema di telecontrollo del presente lotto si propone, per tecnologia e configurazione strutturale, quale sistema espandibile ed integrabile a future esigenze all'interno del lotto stesso ed allo stesso tempo adotta protocolli "aperti" in modo da poter consentire continuità di aggiornamento della configurazione nel tempo.

L'architettura generale del sistema di telecontrollo prevede la restituzione dei diversi stati di allarme provenienti dalle periferiche di galleria, di cabina elettrica, ed il riscontro dei principali parametri funzionali dell'alimentazione in media e bassa tensione degli impianti di illuminazione e ventilazione, SOS, TVCC, P.M.V. alfanumerici ed a pittogramma, su postazioni di presidio locali denominate nodi di rete ubicati all'interno di cabina elettrica, per il trasferimento dei dati e delle immagini al centro primario di presidio remoto di Favara presente nelle opere di primo lotto.

I parametri interessati da una variazione, comunque generata, rispetto alla configurazione iniziale registrata sui "nodi di rete di cabina elettrica", quindi centralizzati a loro volta al "Centro di telecontrollo" di Favara dove vengono recepiti ed avviate le procedure di intervento dei "Servizi di manutenzione" e/o i mezzi di emergenza per le diverse modalità di assistenza richieste (ambulanza, polizia stradale, VV.FF.).

Gli operatori dei "Servizi di manutenzione" avranno accesso alle informazioni pervenute attraverso "password" limitatrice per:

- segnalazioni strumentali e di apparato;
- richiesta di interventi di manutenzione ordinaria e/o straordinaria;
- manutenzione programmata ricavabile da grafici che riportano i i parametri specifici di funzionamento o di livello strumentale delle apparecchiature monitorate.

In una ipotesi di architettura generale del sistema, flessibile per l'integrazione anche di dotazioni successive, prevede la creazione di nodi principali in tutti i punti alimentazione, dove sia possibile la massima continuità di alimentazione e l'allestimento di un unico centro di presidio per l'intero nuovo lotto. Tale centro sarà costituito da una postazione di lavoro equipaggiata con due server di sistema operanti in parallelo (Riserva Calda).

La flessibilità del sistema consente di attuare scelte logistiche anche diverse rispetto alla soluzione progettuale ipotizzata e soprattutto consente l'introduzione di apparati, anche in tempi successivi, adeguati al progredire delle tecnologie trasmissive o di ubicare in siti differenti le unità server mantenendole comunque interconnesse attraverso una rete territoriale.

Il supporto trasmissivo per la trasmissione dei dati sarà costituito da cavi in fibra ottica di tipo monomodale e multimodale e configurati in modo da realizzare *"sottoreti di raccolta dati dalle utenze ai nodi"* che collegherà le utenze terminali ai nodi principali di cabina elettrica ed una *"rete dati territoriale"* di livello superiore che metterà in comunicazione i nodi principali previsti all'interno degli edifici di cabina elettrica al centro di presidio previsto nelle opere di primo lotto presso il centro servizi in corrispondenza dello svincolo di Favara.

In particolare, nell'ambito degli impianti di lotto si prevede l'allestimento di reti locali per:

- il collegamento dei posti periferici di segnalazione soccorso ubicati all'interno delle gallerie che vengono collegati all'armadio di nodo attraverso un cavo a 6 fibre ottiche di tipo multimodale 10/100 mbps "con tecnica digitale con protocollo TCP-IP";
- collegamento della periferica PLC di cabina elettrica per la raccolta degli stati e degli allarmi delle apparecchiature di cabina elettrica all'armadio di

nodo attraverso un collegamento seriale RS 485 e protocollo Modbus o altro protocollo liberamente interfacciabile;

- il collegamento “punto-punto degli armadi di elaborazione delle immagini del sistema TVCC di galleria per i trasferimento delle immagini al centro di presidio attraverso un cavo a 6 fibre ottiche di tipo multimodale 10/100 mbps “con tecnica digitale con protocollo TCP-IP”;
- il collegamento dei posti periferici del sistema di ventilazione ubicati all'interno della galleria Caltanissetta che vengono collegati in ridondanza agli armadi di nodo presenti all'interno delle cabine elettriche K4 e K5 attraverso un cavo a fibre ottiche di tipo multimodale 10/100 mbps “ e protocollo Modbus o altro protocollo liberamente interfacciabile;
- le telecamere del sistema TVCC di galleria previste all'interno dei fornicati ed attestate su HUB (concentratori dedicati) posizionati in galleria ed interconnessi alla postazione di elaborazione prevista all'interno della cabina esterna di galleria attraverso un supporto in fibra ottica di tipo multimodale 10/100 mbps “con tecnica digitale con protocollo TCP-IP”. Nel caso della galleria Caltanissetta il centro di elaborazione delle immagini sarà suddiviso per senso di marcia e le postazione di elaborazione sarà sdoppiata per singolo fornice in modo da consentire una ridondanza di configurazione
- il collegamento “punto-punto” dei pannelli a messaggio variabile attestati alle periferiche di cabina elettrica di galleria e di svincolo, attraverso un cavo a 6 fibre ottiche di tipo multimodale 10/100 mbps “con tecnica digitale con protocollo TCP-IP”.

9.1. Configurazione del sistema

La rete di collegamento primaria

La rete di collegamento primaria sarà costituita da un doppio anello ottico in fibra monomodale sul quale sono disposti i nodi primari distribuiti lungo il tracciato. A valle di ogni nodo primario si dipartono i collegamenti di secondo livello a cui so-

no collegate le centrali dei diversi sottosistemi che costituiscono la dotazione specifica degli impianti.

La comunicazione sulla rete di collegamento si sviluppa su due livelli :

1. Una dorsale ad alto flusso di trasporto di tipo ethernet GIGABIT a doppio anello in fibra ottica (totalmente ridondata) che trasporta i dati di tutti i servizi da e verso il posto di controllo che collega i nodi primari di cabina elettrica;
2. Un livello secondario (anche chiamato loop locale), sempre di tipo Ethernet, che consente di raccogliere tutti i dati provenienti dalle unità periferiche remote o locali di cabina elettrica. La rete di livello secondario è costituita da loop a fibre ottiche anch'essa di tipo monomodale parte integrante del cavo di rete previsto in progetto.

Con il termine "nodo primario" si identifica i dispositivi che interfacciano direttamente il doppio anello contro-rotante della dorsale principale (backbone).

I nodi secondari possono essere remoti rispetto al sito di insediamento del nodo primario o specializzati per la tipologia di servizio e possedere pertanto interfacce fisico-logiche dedicate.

9.2. Dotazione dei nodi primari

Ciascun nodo primario è costituito da unità di switching modulari in allestimento ridonato e doppio collegamento a 1Gb/s sulla rete principale.

Verso la rete secondaria il nodo stesso dispone di interfacce Ethernet, sempre in fibra ottica, che permettono lo scambio dei dati tra rete primaria e rete secondaria.

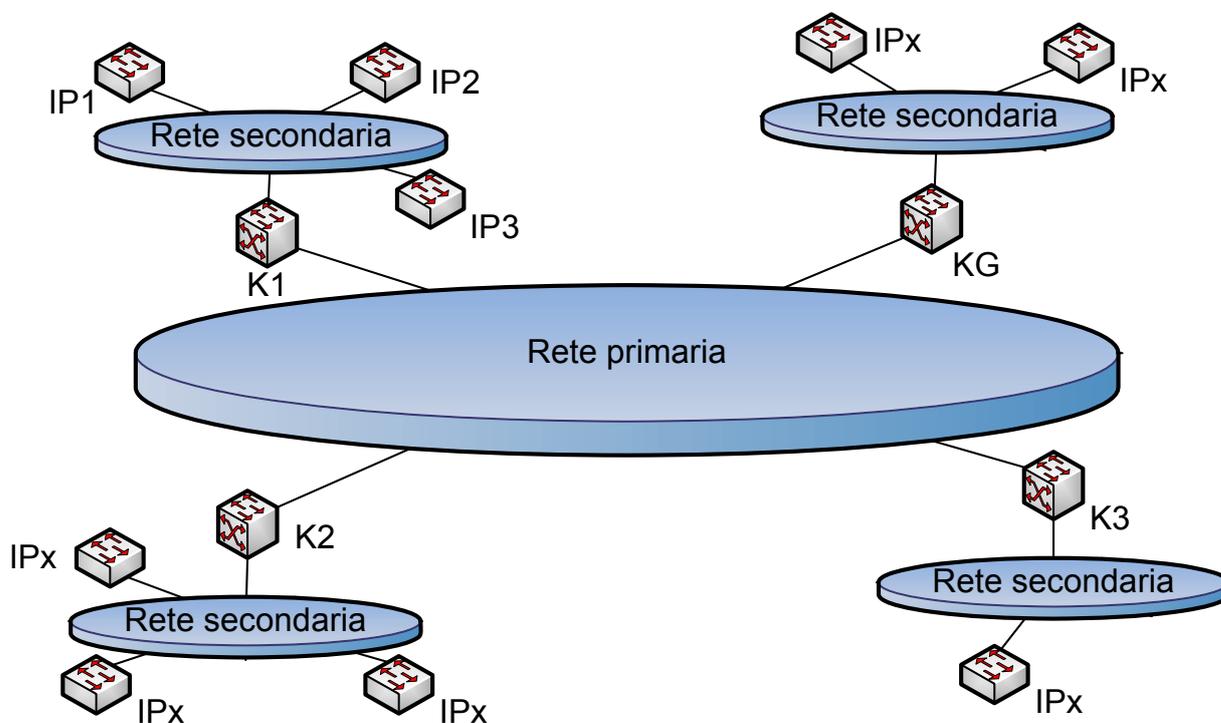
Il numero delle porte Ethernet è differenziato per i singoli apparati in relazione al numero dei sottosistemi sottesi all'unità stessa.

Ogni apparato si prevede disponga anche di interfacce in rame ad 1Gb/s (1000BaseT) per eventuali collegamenti ad alto consumo di banda. Tutti i nodi sono monitorabili e gestibili remotamente via SMNP. La distanza tra due nodi contigui è di circa 10 Km (1000BaseLX).

La possibilità di realizzare un anello fisico è garantita dall'adozione di concentratori supportanti protocolli dedicati allo scopo; come a dire che ciascun nodo, collegato fisicamente con 6 fibre monomodali (2 per ciascun anello) rileva il traffico su entrambe le porte dell'anello attivo.

In caso di malfunzionamento di un nodo il software si prevede sia in grado di commutare l'intero traffico di dati sul secondo anello e quindi l'esclusione dal servizio del nodo interessato dal guasto, mentre i rimanenti nodi primari insistenti sull'anello continuano ad essere parte attiva della rete.

Figura 5: Schema di principio architettura rete di telecontrollo



9.3. Descrizione generale rete primaria

In questo paragrafo è descritta la struttura della rete primaria con particolare riguardo all'intercollegamento ridondante della rete stessa e lo schema illustra i criteri di principio per le interconnessioni previste a livello di collegamenti dei nodi primari realizzati attraverso:

- anello n. 1 cavo a 6 fibre ottiche di tipo monomodali;
- anello n. 2 cavo a 6 fibre ottiche di tipo monomodali.

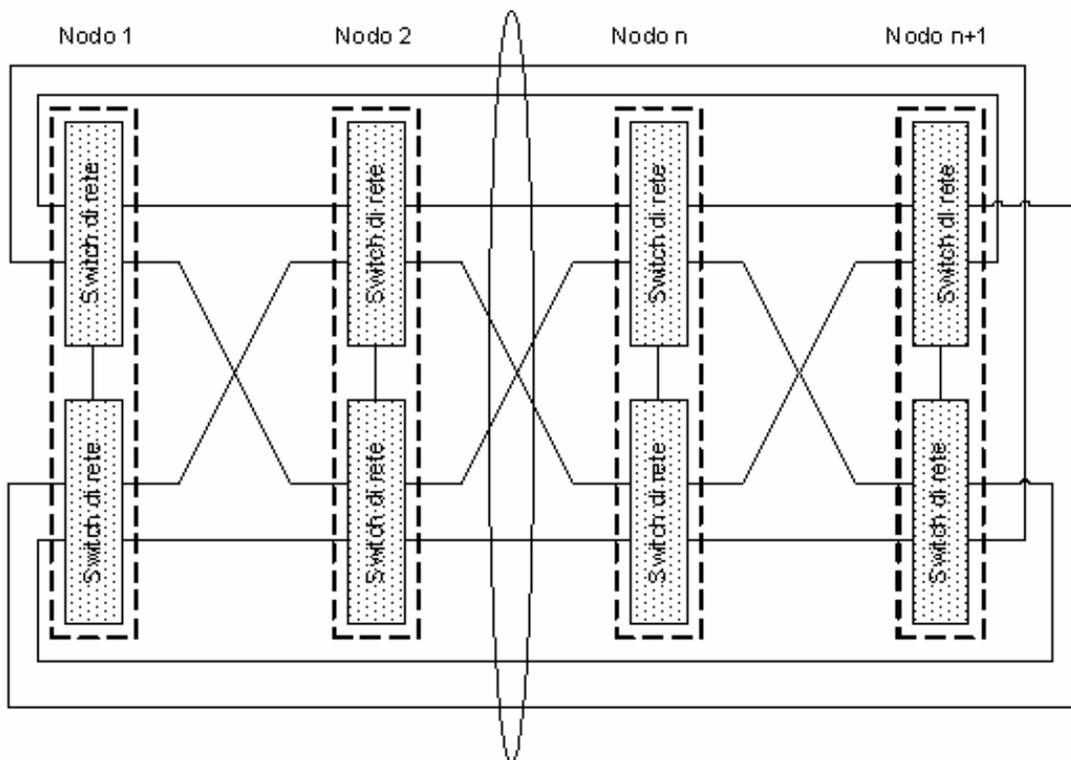


Illustrazione della modalità di collegamento tra nodi primari (principali)

I rettangoli con il contorno tratteggiato rappresentano le cabine elettriche ove sono installati i nodi principali in allestimento ridondato contenenti le apparecchiature di collegamento alla rete primaria e d'interconnessione con la rete secondaria (loop locale).

All'interno di ogni nodo primario sono presenti due switch di rete (core switch) connessi tra loro e con gli altri nodi attraverso le fibre ottiche monomodali che costituiscono gli anelli primari. Ad ogni switch corrisponde un collegamento "precedente" e "successivo", diretto ed incrociato come da schema.

L'ellisse in centro al disegno indica il numero minimo di fibre da stendere tra due nodi principali contigui.

Al fine di garantire una maggiore sicurezza si prevede di disporre i cavi fibra che compongono l'anello su percorsi differenziati sui lati delle due direzioni della sede stradale così da formare una rete primaria a "doppio anello" ripartito fisicamente su due percorsi differenziati.

Il collegamento in esame corrisponde alla rete principale, vale a dire alle fibre unicamente destinate al collegamento delle cabine di nodo.

Questa rete raccoglie le informazioni provenienti dai diversi sistemi periferici. Tuttavia per ragioni pratiche a livello di nodi principali, dei dispositivi destinati a raccogliere delle informazioni d'apparecchiature nelle dirette vicinanze e di assicurare la circolazione di questi dati direttamente sulla rete primaria.

Ogni nodo primario sarà costituito da :

- 16Gbps (24 porte) 32Gbps (48 porte) switch fabric;
- 6.5Mpps (24 porte) 13.0Mpps (48 porte) forwarding rate;
- store and forward;
- half/full duplex;
- auto-negotiation;
- auto MDI/MDI-X;
- moduli stacking integrati;
- wirespeed;
- non-blocking;
- port security;
- port mirroring;
- broadcast storm control;
- MAC address 8.000;
- Buffer memory 16MB;

- VLANs 256;
- porte fisse Gigabit in rame;
- 2 moduli GBIC per fibra ottica;
- Interfacce fisiche per ingresso ed uscita in:
 - 10/100TX/1000T RJ45 schermato
 - GBIC SC duplex
 - RS-232 DB-9 femmina

I nodi in prossimità delle gallerie di lunghezza superiore a 500m saranno dotati di

- Ricevitore dei segnali video su fibra ottica;
- Concentratore/registratore con collegamento ethernet per visualizzazione, live, o delle sequenze memorizzate;

in modo da trasferire i segnali dei sistemi video al centro di supervisione.

Switch di rete “core switch”

Lo switch di rete del loop che costituisce la rete primaria distribuisce i flussi dati in basso verso la rete secondaria interessata. Tuttavia, per ragioni di praticità e d'economia il ruolo di tale switch non sarà soltanto limitato a questa funzione, ma esso avrà inoltre il compito di fare accedere alla rete i segnali d'utenze che fanno direttamente ai nodi primari in quanto lo switch previsto opera fino al livello 3 della scala ISO-OSI.

Il sistema scelto è di tipo industriale costituito da un dispositivo modulare a chassis nel quale sono inseriti i diversi moduli utili in funzione delle necessità, dotato di un “back plane” che assicura la comunicazione tra i moduli stessi in modo che l'intero allestimento costituisca un doppio switch completamente monitorato.

La rete prevista è di tipo “converged network” in grado di veicolare informazioni di diversa natura quali dati, video, voce.

L'intero sistema e' previsto per una banda passante da 1 Gbs. Tale velocità è sufficiente per assolvere a tutte le funzioni richieste anche in presenza di un eventuale ampliamento del sistema.

La struttura adottata garantisce, sia in caso di taglio di una fibra, sia in caso di guasto dello switch stesso, la continuità del servizio.

A livello dello switch stesso, la ridondanza è garantita, da un doppio dispositivo d'alimentazione e da un doppio supervisore.

Data la configurazione ad anello (loop) della rete, è necessario che ogni unità di switching sia dotata della funzione software specifica che permette la gestione ottimale dei flussi dati senza che si vadano a saturare le vie di trasmissione.

Un loop si verifica quando due o più nodi sulla rete trasmettono dati su più percorsi distinti. I loop di rete possono impattare seriamente sulle prestazioni di rete perché gli stessi possono essere reinseriti in rete, consumando inutilmente la banda disponibile e rallentando le prestazioni della rete stessa.

La funzione software sopra descritta risolve questo problema assicurando che ci sia un solo percorso attivo tra i nodi terminali. Quando esistono cammini multipli, il software imposta il percorso duplicato in modalità standby o ridondante, lasciando un solo percorso principale attivo. I percorsi ridondanti possono comunque essere attivati a loro volta dal software se il cammino principale dovesse cadere.

In questo modo non solo si garantiscono percorsi multipli tra i nodi, ma si attivano anche i percorsi di back-up in caso di fallimento del link principale.

Gestione di rete

Ogni unità di switching è fornita con il proprio Software di gestione pre-installato, che ha lo scopo di monitorare e variare i parametri di funzionamento.

La gestione può avvenire sia localmente attraverso RS-232 Console Access e remota mediante :

- web-based management;
- SNMP management program;
- Telnet Application Protocol.

Affidabilità

- MTBF 42.000 ore

Standards e conformità

- IEEE 802.3 10T Ethernet
- IEEE 802.3u 100TX Ethernet
- IEEE 802.3ab 1000T Ethernet
- IEEE 802.3z 1000X Ethernet
- IEEE 802.3ad Link Aggregation
- IEEE 802.1d Spanning Tree
- IEEE 802.1p Class of Service, priority protocols
- IEEE 802.1Q VLAN Tagging
- IEEE 802.3x Flow Control
- RFC 2131 DHCP
- RFC 1757 RMON Groups 1,2,3 e 9

Alimentazione

- Tensione 100-240 V a c ;
- Corrente 4.0/2.0 A;
- Frequenza 50-60 Hz.

Pannelli fisici di distribuzione del segnale ottico

Per ogni nodo concentratore principale è previsto l'impiego di un pannello ottico per l'attestazione delle fibre ottiche della dorsale principale e della rete secondaria.

È in configurazione da rack, come indicato negli elaborati grafici e prevede la gestione fino a 96 fibre tramite l'impiego di 8 moduli di tipo snap-in da 6 bussole SC-duplex monomodali ciascuno. In questo modo è possibile connettere le fibre dell'anello principale e le fibre dell'anello secondario.

Ogni pannello è dotato di sportello posteriore rimovibile per una più facile installazione, supporti per l'ancoraggio dei cavi, protezioni sugli ingressi dei cavi e anelli per la gestione delle fibre ed le dimensioni sono correlate delle effettive necessità, in termini d'utenze connesse, per ciascun nodo concentratore.

L'attestazione delle eventuali fibre ottiche relative al trasporto dei segnali a campo verso il nodo di concentrazione, è previsto l'impiego di pannelli ottici similari (da 3U, 2U o 1U), provvisti delle opportune bussole di connessione (SC, ST, MT-RJ...).

Posizionamento fisico dei concentratori

La distribuzione ottica è funzionale alla rete principale nonché a quella secondaria e nella determinazione degli armadi che costituiscono i nodi principali, oltre agli

apparati attivi la configurazione del nodo prevede la dotazione di pannelli di distribuzione ottica, moduli d'attestazione, connettori ottici per la connessione con i sottosistemi di comando per la ventilazione e la segnalazione soccorso ed il monitoraggio dello stato di servizio delle apparecchiature di cabina elettrica oltre all'interfacciamento dei sistemi TVCC e rilevazione incendi laddove queste tipologie di impianto siano previste nelle gallerie di lunghezza superiore a 500m.

Fibra ottica

La fibra ottica per i collegamenti di interconnessione dei diversi nodi primari è di tipo e monomodale a 6 fibre in esecuzione armata appropriata per operare in aree con basso livello di manutenzione.

Descrizione generale della rete secondaria

La rete secondaria è stata adottata con l'intento di razionalizzare il flusso delle informazioni onde evitare un traffico eccessivo sulla rete principale (primaria) e di conseguenza ottimizzarne le prestazioni dal punto di vista della comunicazione.

L'ottimizzazione consiste, grazie all'adozione delle rete secondaria di transitare sulla primaria per la trasmissione delle informazioni unicamente destinate a "host" della propria rete secondaria.

Gli switch costituenti quella sottorete supportano il livello 2 della pila ISO-OSI.

Switch di rete secondaria o di accesso

Gli switch della rete secondaria definiti anche switch d'accesso perché interconnettono le utenze finali con un flusso fino ad 1 Gb/s.

Gli switch di accesso sono collocati in postazioni remote con limitate dotazioni di apparecchiature in campo o sottesi direttamente ai nodi principali all'interno della cabina elettrica sede di insediamento di nodi primari di rete.

La presenza di una rete secondaria deriva da analisi del traffico di dati scambiati in modo da ottimizzare l'esercizio del sistema in tutte le sue sezioni di allestimento .

Le informazioni digitali tra i diversi switch di nodo e gli apparati di nodo principale sono veicolate su fibre ottiche di tipo monomodale per garantire il trasferimento di un elevato numero di dati ed in relazione alle distanze che intercorrono tra le diverse apparecchiature presenti in campo .

Questi switch d'accesso, elementi principali della rete secondaria, sono dotati del protocollo adeguato per una configurazione dinamica del sistema.

Le principali caratteristiche degli switch sono:

- Autoconfigurazione di più switch
- Autosensing 10/100 di ognuna delle porte ethernet
- Autonegoiazione su tutti port a secondo della modalità di trasmissione
- IEEE802.1d Spanning Tree Protocol
- IEEE802.1s Multiple Spanning Tree Protocol
- ECR per il bilanciamento locale dei flussi e la ridondanza
- WTD (Weighted tail drop) permette di impedire la congestione all'ingresso fissando priorità prima di un'interruzione del flusso di dati.

Il loro equipaggiamento potrà variare a secondo del numero delle utenze che saranno da collegare in rete. Oltre agli apparati attivi questi "concentratori" prevedono il posizionamento di pannelli di distribuzione ottica, moduli d'attestazione, connettori ottici.

La distribuzione ottica è funzionale al collegamento con i nodi principali via F.O. multimodo attraverso opportuni trasceiver ottici.

Struttura dei nodi secondari

Oltre a contenere gli switch di rete, i nodi secondari contengono tutta l'apparecchiatura necessaria a collettare le informazioni dai sistemi ed in particolare dalla TVCC e dall'impianto SOS.

Il criterio di struttura di collegamento definitivo è dettato dalla distanza tra unità di ripresa o colonnina SOS ed il nodo secondario o direttamente il nodo principale. Per omogeneità del sistema viene stabilito di utilizzare fibra ottica multimodale per il trasporto dei segnali video e/o dati alla periferica di elaborazione delle immagini.

I principali apparati sono dunque:

- Switch di accesso;
- Apparati di attestazione fibre ottiche;
- CPU dedicata all'impianto SOS;
- Pannello ottico.

Per ogni nodo concentratore secondario (parallelamente a quanto è stato previsto per la rete primaria) è stato previsto l'impiego di un pannello ottico per l'attestazione delle fibre della rete secondaria.

Detto pannello è in configurazione da rack e prevede la gestione fino a 96 fibre tramite l'impiego di moduli di tipo snap-in da 6 bussole SC-duplex monomodali ciascuno con posteriore rimovibile per una più facile installazione, supporti per l'ancoraggio dei cavi, protezioni sugli ingressi dei cavi e anelli per la gestione delle fibre.

Per quanto riguarda l'attestazione delle eventuali fibre ottiche relative al trasporto dei segnali a campo verso il nodo di concentrazione, è previsto l'impiego di pannelli ottici similari (da 3U, 2U o 1U), provvisti delle opportune bussole di connessione (SC, ST, MT-RJ...) dimensionati a secondo delle effettive necessità, in termini d'utenze connesse, per ciascun nodo secondario.

10. SISTEMA TVCC PER IL CONTROLLO TRAFFICO IN GALLERIA

La potenzialità di comunicazione lungo il tracciato del 2° lotto consente il trasferimento oltre che di dati anche di immagini con tecnologia digitale ad elevata velocità di trasmissione.

La presenza di più sistemi video per le gallerie Caltanissetta e Papazzo con stazioni di ripresa a circuito chiuso, consente il monitoraggio continuo dello stato di esercizio del tracciato in galleria direttamente dal Centro di presidio di Favara.

Il sistema prevede l'installazione di :

- telecamere a colori di tipo fisso dislocate lungo le gallerie;
- telecamere a colori di tipo fisso installate in sommità a ciascun pannello a messaggio variabile con portale a bandiera installate all'esterno delle gallerie dotate di sistema TVCC;
- centri elaborazione e trasferimento delle immagini insediati all'interno delle cabine K3 (galleria Papazzo), K4 (galleria Caltanissetta imbocco direzione sud) e K5(galleria Caltanissetta imbocco direzione nord)
- centro di restituzione delle immagini al Centro di presidio di Favara.

Il sistema di monitoraggio video consente :

- il monitoraggio centralizzato in tempo reale del traffico in itinere all'interno delle gallerie di lunghezza superiore a 500m;
- la video registrazione, per una successiva consultazione, delle sequenze provenienti dalle telecamere;
- la rilevazione e gestione di un pacchetto dati relativi allo stato del traffico come ausilio agli operatori del Centro di presidio di Favara;
- il riscontro automatico dei veicoli fermi sulla carreggiata;

- la formazione di code all'interno dei fornici di galleria e la conseguente possibilità di preavviso attraverso l'attivazione del sistema di informazione all'utenza con la cartellonistica a messaggio variabile;
- il rilevamento dell'entità dei transiti in galleria;
- la possibilità di valutare l'entità dell'evento verificatosi indipendentemente dalla emotività degli interlocutori e conseguentemente attuare le misure più idonee;
- l'individuazione di autori di atti vandalici attraverso la memorizzazione delle immagini su supporto magnetico;
- la presenza di soggetti diversi dall'utenza stradale all'interno dei fornici quali animali randagi o pedoni che camminano lungo la banchina.

Il Centro di presidio video sarà di tipo espandibile adatto per la gestione di più matrici video e di conseguenza diverrà a configurazione definitiva una stazione di restituzione su più monitors del sistema TV a circuito chiuso non solo per le gallerie previste nell'ambito del presente lotto, ma più in generale per l'intera infrastruttura secondo una logica di impianto che tende a presidiare l'esercizio e minimizzare i tempi di intervento per le attività manutentive e di soccorso all'utenza.

Il centro di presidio attua attraverso l'impianto TV a circuito chiuso:

- il monitoraggio dello stato di servizio delle gallerie Caltanissetta e Papazzo e dei loro imbocchi per i due sensi di marcia;
- gli interventi prioritari per le diverse forme di soccorso all'utenza;
- la gestione in tempo reale di situazioni di traffico che comportano limitazioni all'esercizio a causa del verificarsi di incidenti o per la presenza di attività di manutenzione sulla sede stradale o sull'impiantistica di dotazione in galleria.

Il progetto si propone di soddisfare i seguenti requisiti:

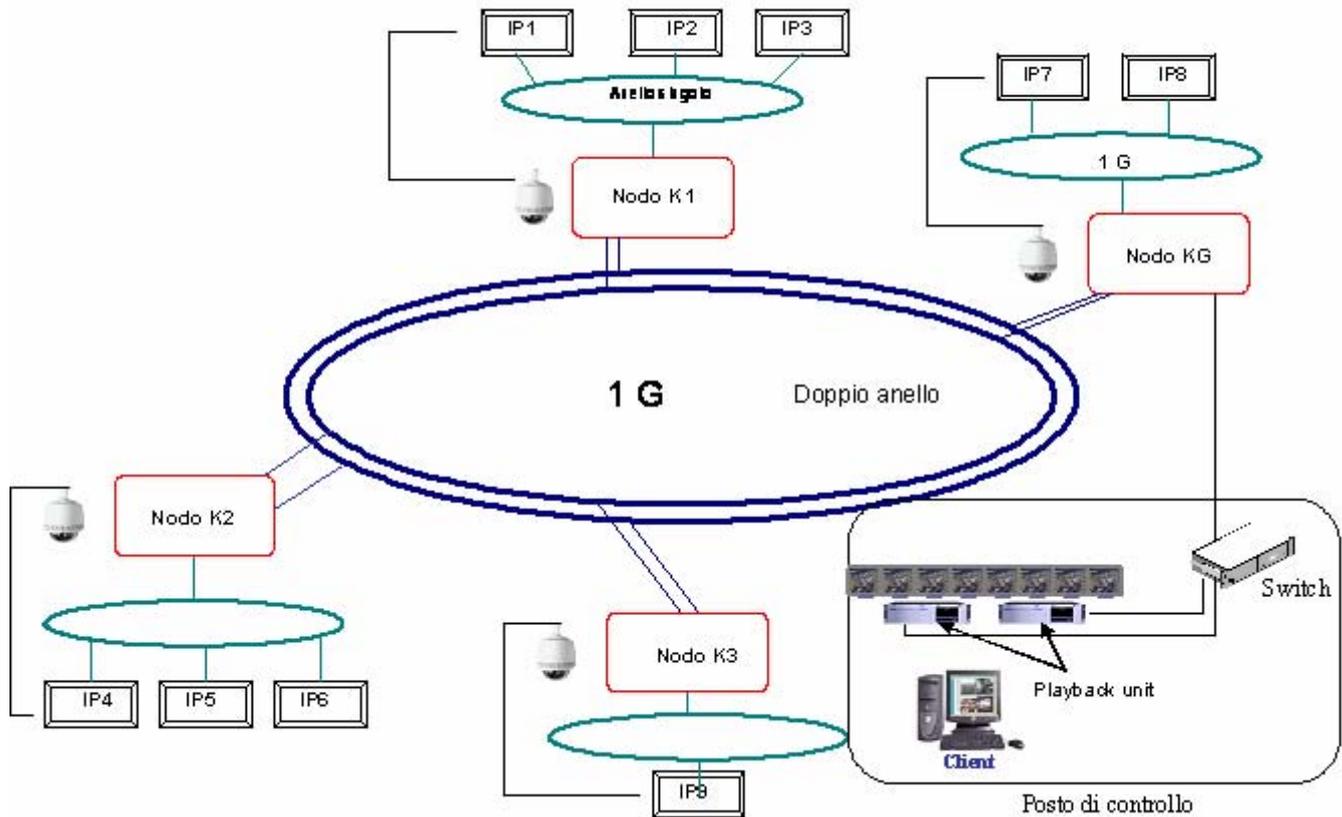
- controllo delle aree monitorate 24 ore su 24;

- possibilità di riprese sia diurna che notturna e/o in condizioni di scarsa luminosità;
- capacità di espansione del sistema con incremento del numero di telecamere installate;
- realizzazione del sistema su standard consolidati di mercato per quanto riguarda la scelta degli apparati e dei software applicativi in grado di integrarsi anche tecnologie ancora in via di sviluppo attraverso:
 - architetture hardware di tipo PC (processori Intel, bus PCI);
 - protocolli di comunicazione della famiglia IP (TCP/IP – UDP);
 - operatività con un sistema di diagnostica che consenta una rapida identificazione delle anomalie e fornisca efficaci strumenti per l'intervento e il ripristino della normale operatività;
 - indipendenza del sistema dal tipo di telecamera adottata;
 - indipendenza da un unico canale fisico di trasmissione dati in modo da poter dimensionare ed utilizzare tecnologie differenti oltre alla fibra (HDSL, Wireless LAN, GSM/GPRS) per il controllo a distanza dello stato di servizio delle Centrali di elaborazione e della centrale di restituzione al centro di presidio;
 - rispetto delle normative legate alla Privacy grazie all'elevato grado di security degli apparati di rete ed alla crittografia dei flussi video;
 - preservare dati sensibili costituiti dalle riprese di impiegati e/o personale di passaggio, nel rispetto delle raccomandazioni del garante per la privacy;
 - facilità di utilizzo da parte dell'operatore, il quale potrà interagire con il sistema tramite strumenti base a lui noti, quali tastiera e mouse di un personal computer, interfacce "web-like" in ambienti di sistemi operativi eterogenei;
 - possibilità di distribuire le informazioni relative alla diagnostica del sistema e relative agli eventuali dati rilevati dai sensori di campo via SMS; in modo da consentire alla manutenzione di visualizzare lo stato dell'impianto ed eventuali allarmi tramite una terminale mobile;

- elevato grado di fault tolerance/recovery per mezzo della dotazione ridondata di tutti gli apparati hardware e configurazione in modalità di backup a caldo;
- dotazione di una linea di backup attraverso rete GSM che consenta la normale operatività anche se in modalità degradate;
- possibilità di distribuire i flussi video/dati a soggetti terzi quali ad esempio Polizia Stradale, CIS, tramite un collegamento in IP tra il Centro di presidio e la sede del soggetto stesso;
- trasmissione in “real – time” delle immagini riprese dalle telecamere verso il centro di elaborazione e verso il Centro di telecontrollo di Favara;
- video registrazione ed archiviazione locale delle immagini;
- elaborazione dati di traffico.

Il sistema permette di operare indistintamente dai centri di elaborazione presenti all'interno delle cabine elettriche sopramenzionate e dalla postazione operatore residente al centro di presidio per :

- visualizzare contemporaneamente gruppi di telecamere su un unico display per senso di marcia;
- soffermarsi su un sito di interesse pilotare lo zoom ed utilizzare i preset della stessa (se in possesso dei necessari privilegi di accesso);
- poter effettuare rapide ricerche sulle registrazioni archiviate per rivisualizzare le sequenze di interesse;
- avere il completo controllo sulla configurazione e gestione del sistema dalla sua postazione (se in possesso dei necessari privilegi di accesso);
- gestire tutti gli allarmi e le segnalazioni relative alla diagnostica degli apparati installati sul campo.



Il sistema consente le funzioni tipiche della gestione video e permette la ricostruzione degli eventi verificatisi per mezzo dei dati immagazzinati basandosi su un'architettura hardware e software modulare in modo attuare una elevata flessibilità nel numero di periferiche di dotazione siano esse di ripresa o di restituzione (monitors) e l'utilizzo di interfacce standard così da consentire integrazione di quanto già previsto nel primo lotto in una logica gestionale di supervisione e telecontrollo dell'intero tracciato stradale.

Al sottosistema di monitoraggio Video dei tracciati di galleria di lunghezza superiore aq 500m supporterà i seguenti servizi:

- ripresa delle immagini del traffico;
- rilevazione automatica di condizioni anomale mediante tecniche di processamento delle immagini;
- video registrazione periferica delle immagini di ogni singola telecamera a 25fps per ogni telecamera e trasmissione delle stesse verso il/i centro/i di controllo;
- rilevazione presenza fumo tramite la analisi dei segnali video (ove eventualmente richiesto).

I requisiti generali del sistema possono essere sintetizzate come segue: le immagini delle telecamere vengono acquisite simultaneamente da concentratori video a 4 ingressi distribuiti all'interno delle cabine che contengono i nodi di concentrazione IP.

- dette immagini vengono rese disponibili presso il Centro di presidio in tempo reale oppure "on demand" (flussi video registrati);
- per la trasmissione di video ed immagini verso il Centro di presidio vengono quindi utilizzati i servizi di rete che sfruttano la dorsale a fibra ottica.
- l'architettura della soluzione impiantistica, che prevede un livello di mediazione o di concentrazione, consente naturalmente il totale telecontrollo degli apparati periferici di videosorveglianza e la raccolta degli allarmi di sistema e degli eventi di autodiagnostica;
- la codifica, il processamento e la trasmissione delle immagini consente di utilizzare al massimo livello tecniche e formati DIGITALI tali da garantire al centro almeno 16 flussi simultanei, provenienti da altrettante telecamere, a 25 frame/sec per ogni telecamera ad alta risoluzione per la fruizione da parte del personale operativo;

Più in dettaglio vengono garantite le prestazioni di AID (Automatic Incident Detection) e di acquisizione ed elaborazione di misure (velocità del flusso di traf-

fico, conteggio e classificazione dei veicoli in transito) sul traffico utilizzando telecamere fisse di tipo standard e la registrazione di tutti i segnali video sarà eseguita a livello periferico su supporto digitale.

Le telecamere si attesteranno a livello periferico su delle unità di elaborazione costituite da PC industriali con elevate prestazioni di affidabilità, adibite alle seguenti funzioni:

- video registrazione locale delle immagini video delle singole telecamere con frame rate di 25fps per ogni singola telecamera alla risoluzione di 4 CIF. Solo questo elevato frame rate in registrazione consente di poter risalire all'eventuale evento che ha generato l'incidente, o comunque una anomalia sul regolare scorrimento del traffico;
- invio a distanza delle immagini registrate;
- invio a distanza "on demand" delle immagini compresse in modalità "live" a 25 fps per singola telecamera ed alla risoluzione almeno CIF.

La scelta strategica della decentralizzazione della video registrazione e del controllo traffico qui effettuata, parte dalla necessità di garantire la sicurezza dei dati attraverso la loro archiviazione sulle stesse periferiche in modo da eventuali disservizi sulla rete per rottura cavi e guasti "fisici".

La decentralizzazione di questi servizi (video registrazione, AID, controllo incendi in galleria) consente di annullare questo rischio. Inoltre l'utilizzo di un concentratore periferico ogni 4 telecamere consente, in caso di guasto accidentale, di avere un disservizio solamente su 4 telecamere.

Le unità di elaborazione periferica impiegate per decentralizzare parte dell' "intelligenza" di elaborazione dovranno inoltre essere corredate di idoneo SW in grado di identificare diverse situazioni di traffico e di incidenti e di contare/classificare i veicoli in transito (flusso, velocità, occupazione, classificazione): questo tipo di sistema deve poter consentire di rilevare automaticamente condi-

zioni di traffico anomale (veicoli fermi, veicoli contromano, pedoni in attraversamento, perdita di carico, fumo e fuoco, cadute repentine di velocità, code) memorizzare in formato compresso standard i filmati delle situazioni critiche e trasmettere il video streaming in tempo reale.

Sarà inoltre presente un pacchetto software in grado di rilevare condizioni di fumo e di incendio (laddove dovesse servire) appena si presentano. Le immagini video digitali sono valutate tramite algoritmi speciali ed adeguati per la rilevazione del fumo, ed in grado di distinguere tra uno stato di pre-allarme ed allarme fumo. Detto software è infine in grado di rilevare la presenza di trasporti di merce pericolosa prima dell'ingresso in galleria e tracciarne il percorso. In determinate situazioni può essere infatti estremamente importante poter innalzare la soglia di attenzione dello /degli operatori durante il passaggio in galleria di mezzi ad elevato rischio di incendio.

La tecnica di processamento dei segnali video è prevista per alte prestazioni (affidabilità, rapidità, ecc.). La tecnica ritenuta preferenziale per affidabilità ed economia di scala è quella del Object Tracking.

Il sistema sarà realizzato con unità di ripresa costituite da telecamere a colori ad alta risoluzione e sensibilità collocate lungo tutto il percorso di galleria in esecuzione fissa.

Ogni telecamera sarà dotata di microprocessore ed equipaggiata con ottica a focale variabile. L'insieme telecamera ed ottica sarà alloggiato in una custodia idonea all'ambiente di galleria completa di tutti gli accessori necessari all'installazione come indicato negli elaborati di progetto.

Le unità di ripresa saranno collegate attraverso un bus in fibra ottica ad un armadio di concentrazione posto all'interno dei locali tecnologici di cabina elettrica dove sarà presente l'hardware di elaborazione, le schede di analisi della condizio-

ne di traffico e di memorizzazione e le schede di interfaccia locale con il sistema di telecontrollo.

Nell'armadio tecnologico dovrà essere prevista l'installazione degli apparati di alimentazione delle unità di ripresa e degli apparati di trasduzione dei segnali video/dati, di compressione e trasmissione su fibra ottica, nonché di videoregistrazione locale ed elaborazione dati traffico.

Per motivi di flessibilità la trasmissione dei flussi video dal singolo concentratore/videosever al centro di gestione dovrà avvenire in DIGITALE mediante il protocollo TCP/IP.

La scelta del digitale permette maggiori distanze trasmissive ed è coerente con gli obiettivi di realizzazione di un sistema di telecomunicazione integrato e multimediale.

Presso la sala controllo saranno installati gli apparati attivi di acquisizione e distribuzione dei segnali video e per la acquisizione/gestione degli allarmi provenienti dai concentratori periferici.

Dalla postazione operatore sarà infatti possibile effettuare la gestione sia del sistema di visione che del sistema distribuito di controllo del traffico.

I due sistemi saranno tra loro completamente integrati e gli allarmi, generati dal sistema di controllo del traffico, dovranno attivare, in modo completamente automatico, procedure di registrazioni periferiche, locali al centro (on demand) e l'acquisizione e visualizzazione "live" delle immagini dalla telecamera interessata.

Sarà inoltre consentita la visualizzazione contemporanea di immagini "live" (immagini in diretta) e immagini registrate anche se appartenenti alla medesima unità di ripresa.

Sarà consentita la visualizzazione contemporanea di più immagini (live e/o registrate) provenienti da più unità di ripresa. In ogni caso, la trasmissione e riproduzione delle immagini (live e/o registrate) non altererà in alcun modo la funzione di registrazione e di analisi periferica delle immagini.

10.1. Caratteristiche tecnico/funzionali degli apparati

Unità di ripresa fissa per il monitoraggio del traffico, ed afferenti ai nodi di cabina

La telecamera fissa prevista nel progetto sarà a colori standard PAL, del tipo ad alta sensibilità per permettere la visione a colori anche con scarsissima illuminazione con CCD da 1/3" e risoluzione orizzontale maggiore di di 480 TVL - Linee TV minimo), rapporto Segnale/Rumore ≥ 50 dB, ed altissima sensibilità (0,3 lux) con tempi di integrazione variabili da 1/30.000 a 1 secondo (Low Shutter Speed mode).

La telecamera dovrà essere in grado di operare in condizioni di controllo luce, riducendo l'effetto "smear".

L'ottica prevista sarà di tipo a diaframma automatico da 1/3" con focale variabile da 5 a 50 mm.

La telecamera e la relativa ottica saranno inserite in una custodia per esterno realizzata in alluminio pressofuso e verniciato avente grado di protezione pari almeno a IP65 dotata di vetro con sistema anti riflesso e circuito di termostatazione.

La telecamera sarà in grado di lavorare in un range di temperatura da -10 a 50°C. e di umidità in funzione: da 0 a 95% non-condensante.

La custodia sarà dotata di staffa da parete con snodo e collare per fissaggio a palo.

Il collegamento della telecamera con il relativo concentratore, potrà avvenire in funzione della distanza, indifferentemente su cavo coassiale, coppie in rame cat. 5, fibra ottica multimodale e la relativa alimentazione sarà in bassa tensione (24 Vac).

L'adozione dell'alimentazione in bassa tensione permette di eliminare tutte le problematiche legate alla presenza di tensioni pericolose dentro le custodie di contenimento e consente inoltre l'eliminazione di tutti gli eventuali disturbi derivanti da campi elettromagnetici e da differenze di potenziale di terra.

Unità di ripresa brandeggiabile "dome" per osservazione del traffico, ed afferenti ai nodi "IP".

Le unità di ripresa di tipo dome per esterno devono essere in grado di proteggere la telecamera.

Il controllo immagine e la qualità sono aspetti integranti di un sistema di sorveglianza per esterni.

A tal fine deve essere presente uno zoom ottico almeno da 18x, oltre a uno zoom digitale da 10x a tutto campo una volta esaurito lo zoom ottico.

Caratteristiche tecniche minimali:

- telecamera: COLORE 18X/DAY/NIGHT 18X;
- sensore CCD IT 1/4 pollice;
- (752 x 582 PAL);
- obiettivo Zoom 22X (4,1 mm – 73,8 mm); F1,4 – F3,0;
- fuoco Automatico con esclusione manuale;
- diaframma Automatico con esclusione manuale;
- campo visivo 2,7° – 48°;
- uscita video 1,0 Vp-p, 75 ohm;

- controllo del guadagno Off/Auto (con limite regolabile);
- sincronismo Sincronismo di rete (regolazione di fase);
- verticale da -120 a 120) o cristallo interno;
- correzione dell'apertura Orizzontale e verticale;
- zoom digitale 10X;
- risoluzione orizzontale 470 TVL (NTSC)/460 TVL (PAL);
- sensibilità (video utilizzabile) COLORE 18X DAY/NIGHT 18X;
- slow shutter disattivato 0,025 fc/0,25 lx 0,025 fc/0,25 lx;
- rapporto segnale/rumore >50 dB;
- bilanciamento del bianco 2000 K – 10.000 K.

Concentratori Periferici

E' previsto l'impiego di unità attive con funzione di concentratore periferico ossia di un apparato di 2° livello nella gerarchia di gestione che svolga le funzione di Encoder in formato digitale compresso di flussi video analogici (PAL) da più videocamere (sino a 4), di Elaboratore dei flussi video e di Videoregistratore periferico.

Si tratta di un apparato con funzioni di Ethernet Videoserver che consente di attestarsi direttamente su un backbone IP Ethernet.

Il videoserver utilizza il segnale ricevuto dalle 4 videocamere simultaneamente in due distinte modalità:

1. Il segnale video viene trasmesso in tempo reale al centro operativo al frame rate impostabile sino ad un massimo di 25 fps per ogni singola telecamera e con risoluzione sino a 4 CIF. Non è accettato l'utilizzo di di concentratori videosever che gestiscano i 4 ingressi con tecnica multiplexing;
2. Il segnale video viene memorizzato in un buffer di anello ossia in una memoria a ricoprimento con logica FIFO (First In First Out). La lunghezza del buffer di anello deve poter essere configurata fra alcuni minuti e molte ore (in

funzione del formato dei dischi fissi di memorizzazione). All'insorgere di un evento, la parte corrispondente del buffer di anello deve venire congelata: il videosever deve quindi avere una zona di memoria dedicata a tale prestazione. Il modulo di gestione della memorizzazione dovrà generare un video attivato dall'evento e contenente tutte le informazioni necessarie, quale ora di creazione, ora di inizio, ora di fine, camera e tipo di evento. (impostazione di default per le telecamere in galleria e agli svincoli).

In parallelo alle modalità precedenti, il segnale video non compresso viene utilizzato per la rivelazione automatica di incidenti, rilevazione dati di traffico e di presenza fumo in galleria.

Il concentratore VIDEOSERVER funge anche da Collettore, Analizzatore "locale" e Videoregistratore digitale dei segnali analogico/digitali acquisiti gestendo l'elaborazione, il filtraggio e la memorizzazione delle situazioni critiche rilevate e trasmettendo anche solo segnalazioni di allarme verso un punto centralizzato (Centro di presidio): questo tipo di configurazione consente di limitare drasticamente il flusso continuo di immagini video da acquisire ed elaborare in tempo reale al centro operativo.

Su tale apparato è possibile impostare da remoto tramite una interfaccia grafica la prestazione di trasmissione continua dei flussi video e quella duale di trasmissione a cadenza di immagini video verso il centro, di registrazione continua in locale del flusso video, di invio di allarmi alla rilevazione di condizioni anomale e di invio on-demand verso il centro operativo degli stream registrati dal concentratore.

L'archivio video digitale (registrazione e playback) utilizzato per la registrazione degli stream video è integrato nel sistema ed è interfacciabile con un database video del Centro di presidio.

L'archivio video presente sul concentratore deve consistere in un buffer di anello e in un archivio allarmi in cui sono memorizzate tutte le sequenze video attivate dalle rilevazioni di allarme.

I requisiti minimi sono i seguenti:

Dimensione:	19" x 7" x 18"
Controlli:	Reset switch, HDD led, Power error led Power alarm buzzer reset
Connettori:	4Ingressi BNC per segnale video, Rj 45 Ethernet 100MBPS, Connettore VGA sub-D, Porta seriale, PS 2 per tastiera, mouse
Memoria video:	HDD removibile
Sistema operativo:	Linux (Open Source)
Alimentazione:	2 mini ridondanti hop-Swap 300 W

Analisi dei Flussi Video in tempo reale con processamento delle immagini

Per il concentratore videosever il processo di analisi delle immagini richiede che i segnali acquisiti dalle video camere collegate, siano prima di tutto convertiti in digitale e in sequenza il segnale numerico, e non compresso, concorre alla elaborazione delle immagini.

L'esecuzione di tutti i calcoli e gli algoritmi avviene per ogni singola immagine, il che significa che tutte le rivelazioni vengono fatte 25 volte al secondo e che quindi

il sistema è in grado di prendere in considerazione più di un risultato di rivelazione prima di attivare un allarme in modo da minimizzare il numero di falsi allarmi prossimo a zero.

Analisi delle situazioni di TRAFFICO e individuazione degli Incidenti

Il sistema è in grado di rivelare una serie di eventi come riportato nel seguente elenco:

- blocco del traffico;
- fermo di un singolo veicolo;
- fermo di una intera corsia;
- senso/direzione di guida errata;
- persone che camminano in zone vietate;
- conteggio veicoli per corsia;
- misura della distanza fra veicoli;
- veicoli lenti;
- velocità media per corsia, veicoli oltre il limite di velocità, ecc.

Nel caso che avvenga un tale evento, viene trasmesso automaticamente un allarme al sistema di controllo centralizzato e/o direttamente ad una unità di telecontrollo configurata per tale prestazione perché essa possa attivare le procedure prestabilite, come ad esempio la commutazione da verde a rosso di un dispositivo di tipo semaforico ecc.

La video camera della zona dove è accaduto l'evento viene allora visualizzata automaticamente sul monitor di allarme del locale di sorveglianza.

Naturalmente deve essere possibile visualizzare un certo numero di telecamere video adiacenti su uno o più monitor di allarme del locale di sorveglianza.

L'analisi delle immagini video permette di riconoscere le situazioni nella scena e di tradurle in informazioni sintetiche, per generare allarmi o per memorizzare e trasmettere dati statistici.

Il sistema è progettato per controllare e quindi ridurre al minimo i disturbi, le anomalie, le deformazioni prospettiche di una inquadratura reale che non sempre potrà soddisfare tutti i requisiti che verranno descritti nel seguito.

L'apparato o server, dotato di opportuno software di gestione, ha inoltre caratteristiche di scalabilità mediante upgrade di configurazione.

La tecnologia individuata per il processamento digitale delle immagini è quella detta di Real-Time Multiple OBJECT TRACKING ossia di tracciamento di oggetti multipli in movimento nel dominio dell'immagine basandosi solo sulla loro storia visuale spazio-temporale. Questa tecnica algoritmica di tipo probabilistico si basa sull'adozione di modelli tridimensionali relativi alla struttura e al movimento degli oggetti in movimento e all'illuminazione della scena; tali modelli sono impiegati per verificare le ipotesi su riconoscimento e movimento degli oggetti nel campo visuale ed estrarre in modo affidabile dati sulla relativa traiettoria : lo spostamento di un punto viene descritto mediante una distribuzione probabilistica su una matrice di possibili spostamenti.

Il sistema di controllo del traffico identifica e segnala in tempo reale i seguenti eventi puntuali:

- incidente;
- coda;
- contromano;
- fermo veicolo;
- veicolo lento;
- superamento della velocità max consentita;

e, quali che siano le condizioni del traffico, effettua le seguenti misure puntuali e statistiche:

- conteggio veicoli o flusso di traffico per corsia (andamento del flusso orario);
- velocità media per corsia;
- tasso d'occupazione o densità (distanza interveicolare media);
- classificazione dei veicoli sulla lunghezza (almeno 2 classi ossia veicoli pesanti e veicoli leggeri).

La valutazione delle condizioni del traffico viene effettuata con tecniche di elaborazione estremamente complesse come, ad esempio, l'inseguimento dei veicoli e la valutazione logica delle traiettorie, ma estremamente più affidabili in termini di precisione e di errore rispetto a tecniche più tradizionali che utilizzano il principio del "motion detection".

Il sistema è in grado di distinguere i movimenti delle ombre proiettate sulla strada dai veicoli senza generare falsi allarmi, anche in caso di repentino cambiamento delle condizioni di illuminazione.

Il sistema è in grado di fornire la risposta in caso di allarme entro 10 secondi dall'evento.

A causa della variabilità indotta dalle condizioni a contorno non vengono definiti indici di affidabilità assoluti del sistema, ma debbono essere rispettati i range tipici offerti ottenibili in condizioni di impianto normali e precisamente:

- Parametri della prestazione di AID (Automatic Incident Detection) delle telecamere fisse ed relativi parametri di riferimento:
 - Detection Rate >90% [Tasso di Rilevazione di condizioni anomale]
 - False Alarm Rate < 10% [Tasso di Falsi Allarmi]

- Mean Time To Detect	< 30 sec [Tempo Medio di Rilevazione di condizioni anomale di traffico]
- Vehicle Counter >98%	[anche sotto i 30 Km/ora]
Distance measurement < 1/10 sec	[errore medio].

A fronte di rilevazione di condizioni di irregolarità il sistema invierà una segnalazione d'allarme al centro operativo ed attivando la funzionalità di videoregistrazione digitale delle immagini analizzate.

Classificazione dei veicoli

Da immagine video: 2 classi (automobile e autocarro).

Tramite la funzione Elaborazione Immagini Video, le immagini dalla video camera sono filtrate e convertite nei profili caratteristici del veicolo. L'uscita di questo processo costituisce la base per la classificazione dei veicoli. Il conteggio veicoli ed il calcolo della velocità media sono fatti esclusivamente per le automobili e gli autocarri, ed i valori risultanti possono essere utilizzati per esempio per il controllo dei parametri della ventilazione.

Rivelazione di trasporto merce pericolosa

Per prevenire e minimizzare i rischi è necessario rivelare la presenza di trasporti di merce pericolosa prima dell'ingresso in galleria e tracciare la loro posizione per tutto l'attraversamento mediante la rivelazione dei cartelli di merce pericolosa standardizzati posti sul retro del veicolo.

Analisi dell'intensità del traffico

In questo modulo viene analizzato lo stato dell'intensità del traffico e memorizzati e valutati i valori statistici. Il sistema di controllo del processo può

quindi iniziare le procedure adeguate predefinite in funzione della situazione rivelata. Tramite il modulo di analisi dell'intensità del traffico vengono calcolati i seguenti valori e dati:

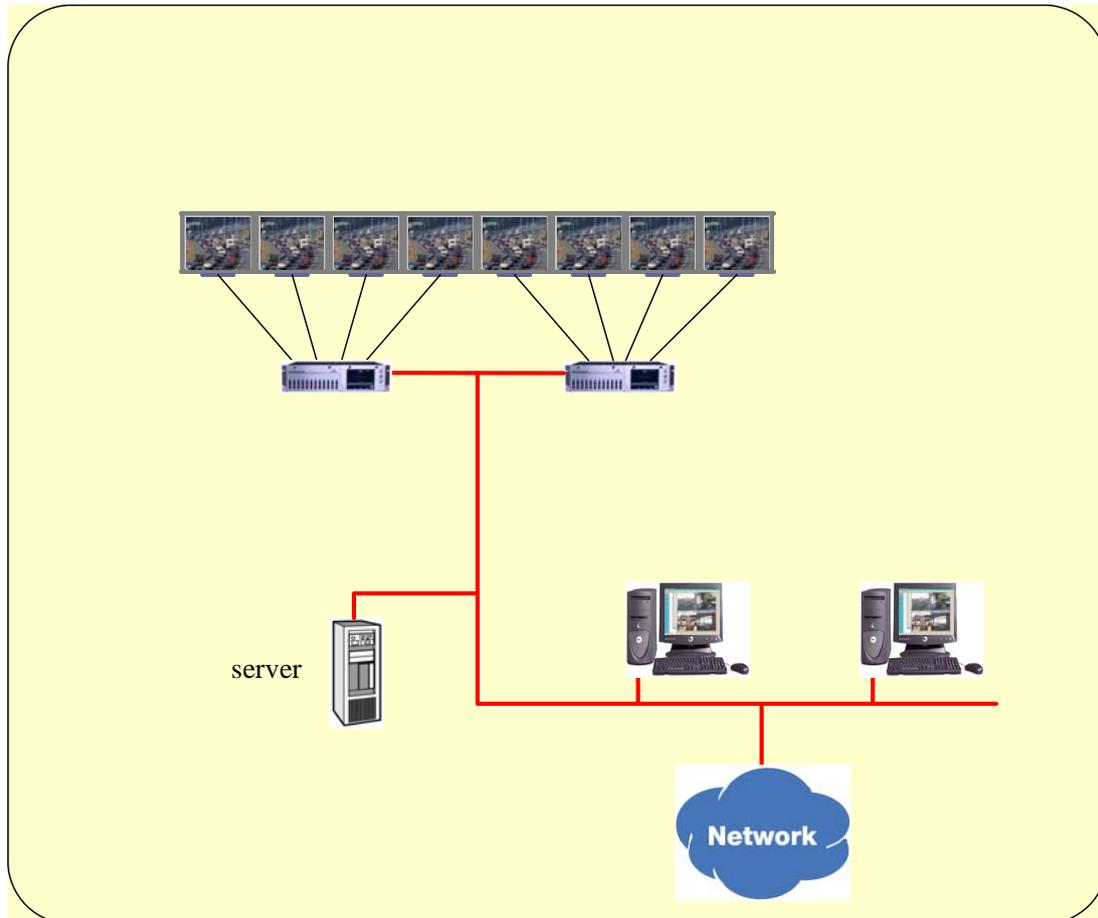
- misurazione della velocità;
- rispetto delle distanze tra veicoli;
- distanza di frenatura per ogni singolo veicolo;
- rivelazione di evento: blocco del traffico, fermo veicolo, guida in senso errato, sorpasso illegale o inversione di marcia, occupazione della corsia di soccorso;
- valori statistici: velocità media, numero di veicoli per ora, numero di veicoli per chilometro, densità di traffico (totale per corsia);
- contatore veicoli (valori assoluti di conteggio, numero di veicoli dall'ultima interrogazione).

Rivelazione fumo

Tramite la digitalizzazione e l'analisi dei segnali video ottenuti dalle camere convenzionali di sorveglianza, è possibile rivelare condizioni di fumo e di incendio appena si presentano. Le immagini video digitali vengono valutate tramite algoritmi speciali e adeguati per la rivelazione del fumo. Il sistema utilizza i segnali ottenuti dalle camere convenzionali di sorveglianza e può essere installato come elemento ridondante in aggiunta ai rivelatori incendio convenzionali. Una caratteristica importante del sistema è la sua capacità di distinguere fra uno stato di pre-allarme e allarme fumo; le soglie per queste condizioni sono configurabili.

In questo contesto la prevenzione di falsi allarmi (per esempio l'attivazione a causa del movimento di persone, veicoli, o dei fari) è un criterio qualitativo importante. Questo sistema di rivelazione incendio veloce è un utile complemento ad altri sensori per ottenere un sistema di avviso con anticipo.

10.2. Il Centro di presidio



Presso il Centro di presidio saranno collocati tutti gli apparati di acquisizione, decodifica, e gestione dei segnali video.

I segnali analogici e digitali trasmessi dalle periferiche primarie e secondarie verranno raccolti dal centro gestionale, qui elaborati e presentati all'operatore attraverso una interfaccia uomo/macchina per mezzo di schermate a video (pagine magnetiche) e tabulati grafici di registrazione degli eventi (libro giornale).

Dal punto di vista operativo, vengono considerate due postazioni operatore di tipo paritario per ciascun nodo primario di cabina elettrica di svincolo, ed in particolare per il centro di presidio generale un gruppo di 8 monitors di visualizzazione.

Il numero dei monitors può essere implementato a piacere un qualsiasi momento con la aggiunta in rete locale di apparati di decodifica dei segnali video.

Poiché tutti i segnali video sono acquisiti in formato digitale è necessario disporre di una postazione di estrazione e distribuzione di ogni singolo stream ricevuto.

Il gruppo di estrazione e distribuzione video è composto da più moduli combinabili, corredati di un SW di gestione per la programmazione di una matrice "virtuale" interna di permutazione e caratterizzati dalla presenza di interfaccia aperta (possibilmente mediante libreria di API) per consentire l'interoperabilità con applicazioni di gestione di livello superiore che ne possano in tal modo invocare il set completo dei servizi interni.

Gli apparati di estrazione sono a tutti gli effetti dei Personal Computers industriali dotati cadauno di 4 schede Decoder di Streaming Video, in grado quindi di inviare il segnale video analogico ad altrettanti monitors PAL. Nella fattispecie ne sono dunque stati considerati 4.

Presso il Centro di Controllo è anche necessaria una applicazione (VIDEO STATION) che consenta la gestione integrata e centralizzata di tutte le immagini e i dati acquisiti ed elaborati dagli apparati attestati alla WAN.

Software Applicativo di Video Management

Il SOFTWARE APPLICATIVO di Video Management deve comprendere prestazioni coerenti con l'impostazione di una soluzione video a carattere digitale end-to-end.

Premesso che il sistema deve comunque essere espandibile sia in termini quantitativi (numero di posti operatore, numero di sottosistemi gestibili) che qualitativi (deve essere possibile la convivenza sulla stessa rete di più centri di controllo così come deve esistere la possibilità di veicolare alcune funzionalità tramite servizi d'accesso WEB), le funzionalità previste per ogni postazione operatore sono le seguenti:

- visualizzazione in tempo reale delle immagini di qualsiasi telecamera/ sino ad un massimo di 16 contemporaneamente;
- play back delle immagini memorizzate, previa selezione del punto ripresa, della data e dell'ora richiesta;
- esportazione delle sequenze video memorizzate per l'eventuale archiviazione e visualizzazione su altri supporti disponibili presso il centro operativo;
- esportazione di frames video in formati gestibili su PC tipo JPG;
- gestione paritaria delle postazioni operatore che hanno le stesse le stesse funzionalità, limitabile appositi tools di configurazione.

La piattaforma di videomanagement prevede una interfaccia di comunicazione aperta e ben documentata finalizzata all'interoperabilità con sistemi di gestione di livello superiore che ne possano in tal modo invocare il set completo dei servizi interni.

Posto di presidio operatore

L'operatore, tramite una opportuna interfaccia grafica di tipo estremamente intuitivo è in grado di poter effettuare tutte le operazioni con un semplice click del mouse, richiamando le immagini in modalità live o pre-registrate in periferia.

La connessione e la conseguente visualizzazione dal centro di controllo, può avvenire anche automaticamente su evento pre-programmato (incidente, code, rilevazione incendi in galleria eccetera).

La GUI di gestione/configurazione della applicazione di videomanagement può essere disponibile anche in modalità WEB-based conforme ai protocolli standard IP-based come HTTP(S).

Garantisce la sicurezza mediante meccanismi di autenticazione, essere aperto alla comunicazione con altri componenti software eventualmente presenti nel sistema, consentire la completa configurazione del sistema da remoto ed il controllo e la visualizzazione di tutto ciò che concerne le varie telecamere (log salvati, visione degli streaming live, ecc.).

Le prestazioni di accesso all'archivio video forniscono l'accesso ed il playback dei video attivati da eventi (o generati manualmente). Può essere utilizzato anche per generare un video dal buffer di anello di un concentratore periferico.

Per ogni video, sulla schermata sono presenti le seguenti informazioni:

- Ora di start;
- Ora di allarme;
- Camera;
- Lunghezza del video;
- Tipo di evento;
- Stato (per esempio su quale monitor si sta visualizzando il video);
- Commento definibile dall'utente.

E' inoltre possibile:

- Effettuare il playback con 25 immagini/sec sia per i video del buffer di anello che dei video di allarme – avanti (veloce), indietro (veloce), fermo immagine, avanzamento immagine per immagine;
- Estrarre singole immagini dai file JPEG.

Inoltre, i video possono essere esportati su un archivio storico in formato AVI, tagliati o cancellati (con limitazione in funzione del livello di autorità utente per avere un funzionamento in sicurezza).

Tramite apposita password sarà possibile configurare e personalizzare il sistema come di seguito elencato

Gestione centralizzata delle telecamere

- aggiunta/rimozione di telecamere al set di dispositivi gestiti dal sistema;
- impostazione da remoto di collegamenti permanenti tra apparato trasmettitore e ricevitore;
- impostazione dei parametri di funzionamento del sistema Videoserver utilizzato per la digitalizzazione, compressione e trasmissione delle immagini acquisite da una telecamera;
- programmazione giornaliera per fasce orarie (sino ad 8 per ogni giorno);
- inserimento/rimozione della funzione di Activity Detector anche per fasce orarie;
- programmazione delle regioni interessate all'activity detector : La funzione "Activity Detection" deve essere attivabile su ogni singolo ingresso video e configurabile in modo indipendente su ciascun ingresso. All'interno di una singola immagine, dovrà essere possibile programmare più aree assoggettate alla funzione. Dovrà essere possibile effettuare la regolazione della sensibilità di ciascuna area in modo indipendente rispetto alle altre della stessa immagine. La funzione dovrà poter essere impiegata per ottenere la registrazione delle sole immagini che presentino variazioni in movimento;
- definizione dei sottotitoli associati a ciascuna telecamera ossia Impostazione della sovraimpressione, su ogni fotogramma acquisito da una telecamera e che deve essere archiviato/distribuito, di tutta una serie di informazioni quali identificatore, data, ora, ecc;
- programmazione dei dati cronologici;

- definizione della qualità immagine (risoluzione, livello di compressione);
- definizione della velocità registrazione periferica;
- definizione della velocità di trasmissione;
- impostazione della funzione di "pre allarme"; scopo di tale funzione dovrà essere di evidenziare, in fase di riproduzione delle immagini, quanto verificatosi immediatamente subito prima e subito dopo l'acquisizione dell'allarme. La durata in minuti delle sequenze video, nell'intorno temporale di un allarme emesso per individuazione di condizioni di traffico anomale, deve poter essere definita parametricamente dall'operatore. Tale sequenza "tampona" dovrà essere conservata fino ad esplicita richiesta di cancellazione da remoto.
- programmazione delle sequenze cicliche di visualizzazione delle telecamere periferiche.

Gestione dei livelli di password

L'accesso alle immagini acquisite o ai dati configurazione di ciascun apparato è consentito esclusivamente mediante l'inserimento di codici di identificazione personale (user/password e privilegi associati).

Sono resi disponibili almeno 2 livelli di password :

Livello 1 (livello operatore):

- visualizzazione delle telecamere in manuale o automatico;
- richiamo immagini registrate;
- salvataggio immagini registrate;
- gestione allarmi.

Livello 2 (livello amministratore):

- tutte le funzioni del livello 1;
- configurazione del sistema;
- accredito degli utenti di livello 1.

Il livello 2 potrà accedere al log degli eventi che traccia la sequenza temporale della operatività del sistema suddivisa per operatore.

Gestione delle anomalie

Le anomalie provenienti dalle macchine periferiche, sono rese visibili ai centri di controllo direttamente sul monitor operatore.

I sottosistema invia tali segnalazioni verso l'applicazione integrata di supervisione e controllo che dovrà gestire le code delle anomalie ricevute e presentarle sull'interfaccia grafica evidenziandone la presenza con una icona lampeggiante.

Gestione degli allarmi

In caso di cambio di stato di uno o più ingressi dei concentratori periferici, deve essere resa visibile la relativa segnalazione sulle postazioni client degli operatori dando la possibilità all'operatore di visualizzare istantaneamente il sito periferico interessato in modalità live, o richiamando le immagini immediatamente precedenti all'istante in cui si è verificato l'evento.

Le notifiche di allarme devono essere correlate alle prestazioni di autodiagnostica dei videosever o concentratori periferici ossia alle prestazioni interne di individuazione di condizioni critiche ed emissione di allarmi di tipo diversi tesi a segnalare lo spostamento di una videocamera, la perdita di un segnale video, il superamento di una soglia di riempimento delle unità interne di videoregistrazione, ecc.

Allarmi emessi a fronte della rilevazione di condizioni anomale (sia relative alle immagini acquisite che allo stato di funzionamento dell'impianto di videoripresa) devono poter essere inviati verso altre applicazioni o altri sistemi invocando di servizi standard di comunicazione (inter-process communication) messi a disposizione sulla piattaforma applicativa utilizzata.

In caso di allarme tecnologico nell'eventualità che il sistema eserciti in regime di non presidio, quest'ultimo provvede automaticamente alla discriminazione del segnale individuando la tipologia ed il grado di priorità d'allarme, ed in base a questo attraverso combinatore telefonico, attua la procedura di ricerca fino a 8 recapiti telefonici.

Amministrazione del sistema

Il Software di gestione e supervisione, è dotato anche di tutte le funzionalità di amministrazione di sistema. Tra le funzionalità più significative elenchiamo inoltre:

- log degli eventi (integrata con l'omologa prestazione dell'applicazione di supervisione e controllo);
- anagrafica degli operatori e gestione dei diritti di accesso (integrata con l'omologa prestazione dell'applicazione di supervisione e controllo);
- anagrafica delle postazioni connesse (integrata con l'omologa prestazione dell'applicazione di supervisione e controllo);
- definizione dei parametri di acquisizione e trasmissione delle immagini;
- gestione della abilitazione/esclusione della funzione di activity detection;
- log degli accessi e dell'impiego del sistema (integrata con l'omologa prestazione dell'applicazione di supervisione e controllo).

Esportazione e diffusione delle immagini dal Centro di presidio

L'esportazione dal Centro di presidio di immagini particolarmente significative, o di streaming video in formati standard (Bitmap, JPG o PNG o come filmati in formato AVI, WMV, e MPEG) ed il salvataggio potrà essere effettuato mediante unità CD ROM tramite unità di masterizzazione presente sulle postazioni operatore e tutte le immagini salvate su disco saranno protette con apposito Software di protezione.

Armadi di contenimento apparati ed accessori

Tutti gli apparati da installarsi presso la sala controllo dovranno essere posizionati in armadi standard rack 19" da 44 unità standard completi di porta con serratura.

Gli armadi e le porte dovranno essere realizzati in lamiera di acciaio e dovranno essere verniciati a polveri epossipoliestere.

Gli armadi dovranno essere dotati di dispositivo per la corretta ventilazione degli apparati completo di termostato e di dispositivo per la corretta distribuzione delle alimentazioni a 230 V c.a. completo di interruttore magnetotermico di adeguata portata.

Tutti i cablaggi dei segnali video all'interno degli armadi dovranno essere realizzati mediante l'uso di cavo micro coassiale; tutti i cablaggi interni agli armadi vengono realizzati posando i cavi in canalette di materiale plastico.

Postazioni Operatore

Per la gestione dell'intero sistema viene prevista la realizzazione di due postazioni Operatore paritetiche costituita da una WORK STATION con sistema operativo idoneo.

Le postazioni Operatore sono completate con 9 monitors a colori da 21" e sono gestiti da entrambi gli operatori in modo assolutamente indipendente.

Le postazioni Operatore sono collegate alla rete LAN dedicata alla connessione di tutti gli apparati costituenti il sistema.

Dalla postazione operatore è possibile accedere a tutte le informazioni fornite dal sistema, oltrechè effettuare tutte le operazioni di configurazione, comando e gestione sotto elencate:

- scelta della Telecamera da visualizzare;
- programmazione e scelta dei programmi di scansione;
- configurazione e programmazione dei parametri delle singole unità di ripresa;
- configurazione del sistema di video registrazione digitale periferico;
- configurazione del sistema di controllo del traffico;
- visione delle immagini sia in diretta sia registrate provenienti dal sistema di video registrazione digitale;
- gestione del sistema di controllo del traffico;
- visualizzazione delle informazioni e dei dati forniti dal sistema di controllo del traffico;
- comunicazione verbale con i posti periferici in galleria e di cabina elettrica attraverso il sistema di fonia.

Tutte le operazioni sopra elencate verranno associate a dei privilegi che determinano il livello di accesso dell'operatore, in modo da poter suddividere gli operatori in gruppi gerarchici.

Per quanto relativo alla video registrazione digitale, si evidenzia che la visualizzazione delle immagini relative alla singola unità di ripresa sarà effettuata contemporaneamente sia in modalità diretta (live) sia in modalità registrata senza che le

operazioni di riproduzione delle immagini deteriorino in alcun modo le funzioni di registrazione delle stesse e sarà possibile visualizzare contemporaneamente le immagini di più unità di ripresa, sempre in entrambe le modalità, distribuendole sui monitor dedicati alla visualizzazione.

Lunghezza del campo inquadrato

Le telecamere saranno installate ad una quota in nessun caso inferiore a 4,20 metri dal suolo.

Esse introducono una deformazione prospettica che trasforma il generico tratto stradale, di 150 metri di lunghezza, in una immagine sul sensore della telecamera a forma di trapezio. Più la quota di installazione sarà elevata e più breve dovrà essere il tratto inquadrato, minore risulterà l'effetto trapezoidale indotto dalla geometria ottica del sistema.

L'effetto della deformazione si dovrà tradurre nella disomogeneità sia delle dimensioni sia nella velocità apparente dell'oggetto inquadrato, che risulterà più piccolo e più lento vicino al lato più corto del trapezio (in alto).

La deformazione prospettica dovrà essere opportunamente corretta dal software del sistema, che peraltro non potrà eliminare gli elementi di incertezza introdotti dalla deformazione precedentemente descritta: la quantità di informazione si ridurrà con la diminuzione della dimensione degli oggetti. Per garantire un livello di affidabilità omogeneo su tutto il tratto inquadrato il sistema dovrà utilizzare le informazioni temporali della sequenza video, con una reattività dipendente dalla posizione del veicolo sull'immagine. Ad esempio una sosta dovrà essere immediatamente riconoscibile nella parte bassa dello schermo, mentre richiederà una analisi più duratura nella parte alta per evitare di creare falsi allarmi di veicoli lenti che altrimenti potrebbero sembrare in sosta.

11. OPERE CIVILI

Le opere civili consistono nella realizzazione delle opere murarie per le cabine elettriche, dei blocchi di fondazione dei punti luce e della segnaletica stradale, degli scavi per la posa dei cavidotti e del loro rinterro in sede stradale di svincolo, dei manufatti prefabbricati per l'alloggiamento dei cavidotti in sede stradale, dei box di alloggiamento dei nodi secondari di telecontrollo, degli attraversamenti della sede stradale ed stradale, dei muri di sostegno per la formazione dei sedimi di insediamento delle cabine elettriche e dei manufatti interrati per l'alloggiamento dei serbatoi di stoccaggio del gasolio per i gruppi elettrogeni.

Cabine elettriche

La costruzione delle cabine elettriche comprende oltre all'edificio cabina, la realizzazione delle opere di sistemazione dell'area di pertinenza e della recinzione.

Le cabine elettriche con significativo impegno di potenza elettrica verranno realizzate con strutture portanti in cemento armato intelaiate su travi di fondazione e localmente, ove necessario, su travi di fondazioni collegate da una platea generale armata, mentre diversamente si farà impiego di strutture murarie in esecuzione prefabbricata rivestite esternamente in pietrame

Le murature di compartimentazione della sala gruppo elettrogeno avranno struttura REI 120' in conformità alla normativa vigente.

All'interno verranno predisposti i cunicoli passacavi, i basamenti dei gruppi elettrogeni e quant'altro necessario per consentire l'installazione delle apparecchiature elettriche come da elaborati grafici di progetto.

Le opere di finitura comprendono pavimenti in marmette, gli intarsi cementizi per le pareti con tinteggiature delle medesime, infissi in alluminio anodizzato con aperture protette da grate.

Le opere di sistemazione esterna comprendono:

- a) definizione delle aree di pertinenza delle cabine elettriche con la costruzione di eventuali muri di contenimento, del muro tagliafuoco di altezza di 1 m e recinzione metallica con pannellature grigliate di dimensioni conformi ai riferimenti di progetto;
- b) stabilizzazione e pavimentazione delle aree perimetrali all'edificio e degli accessi carrabili dell'autostrada e, ove consentito, da strade esterne;
- c) sistemazione idraulica generale con la realizzazione di canalette di raccolta, pozzetti e scarichi alle condotte di raccolta principali;
- d) installazione cisterne gasolio con impermeabilizzazione esterna delle pareti e dei solai;
- e) cancelli motorizzati;
- f) illuminazione notturna dell'area esterna di cabina.

Gli edifici di più grande dimensione sono attrezzati con un volume a disposizione del servizio Cantoniero per il ricovero di attrezzature per la prima manutenzione.

Gli infissi e le griglie di presa d'aria esterna saranno realizzati in Alluminio ed i serramenti delle finestre sono previsti dotati di vetri di grosso spessore rinforzati con rete metallica.

All'interno della sala quadri di potenza e dei quadri di telecontrollo la temperatura interna sarà controllata attraverso unità di condizionamento in grado di mantenere una temperatura costante non superiore a 30 °C anche in presenza di massimi valori temperatura esterna

Scavi per reti interrato di cavidotti

I cavidotti verranno distribuiti lungo la sede stradale entro manufatti in calcestruzzo armato posizionati lungo le scarpate, mentre lungo la viabilità di svincolo tali cavidotti saranno interrati entro scavo, e localmente dove necessario saranno previsti in attraversamento della sede stradale ed stradale come indicato negli elaborati grafici di progetto.

La realizzazione degli scavi e dei pozzetti di transito potrà comportare l'eventuale taglio ed il successivo ripristino di manufatti in calcestruzzo esistenti delle sistemazioni idrauliche.

L'onere per i ripristini a regola d'arte dei manufatti che dovessero essere danneggiati per l'installazione dei cavidotti e dei pozzetti vengono compensati con sovrapprezzo previsto in elenco o con una specifica voce per quanto attiene la demolizione ed il ripristino dei manufatti in calcestruzzo.

Plinti di fondazione

I plinti di fondazione dei sostegni per i pali di illuminazione stradale, della cartellonistica a messaggio variabile, dei box per l'esecuzione dei nodi secondari di telecontrollo e comunque tutti i plinti di fondazione in genere per sostegni di apparati installati lungo la viabilità stradale ed stradale, verranno realizzati in conglomerato cementizio nelle dimensioni definite in progetto, previa verifica a carico dell'appaltatore con calcoli di stabilità che tengono conto delle reali specifiche caratteristiche, del terreno e della orografia del sito.

12. IMPIANTI DI VENTILAZIONE IN GALLERIA

Per la galleria Caltanissetta il progetto prevede la dotazione di un sistema di ventilazione artificiale di tipo longitudinale in grado di assicurare la diluizione dei carichi inquinanti all'interno e la movimentazione del fumo in caso di incendio in ogni singolo fornice.

La dotazione dei ventilatori e la loro distribuzione all'interno delle gallerie è suddivisa in tre pacchetti distribuiti agli imbocchi e nella parte interna in corrispondenza del cambio di pendenza operanti in modo differenziato per :

- lavaggi periodici dell'ambiente di galleria;
- diluizione della concentrazione del carico inquinante rilasciato dai mezzi in transito;
- movimentazione dei fumi in caso di incendio.

I ventilatori assiali previsti hanno prestazioni di funzionamento in caso di incendio a 400°C per 2 ore in tutti i loro componenti di azionamento (motore elettrico-girante) e di complemento (silenziatore).

L'esercizio dei ventilatori sarà comandato da più stazioni di rilevamento ubicate lungo il tracciato stradale in galleria in grado di rilevare le concentrazioni di monossido di carbonio e il decadimento della percezione visiva (livello di opacità) e conseguentemente avviare l'esercizio della unità ventilanti.

In caso di incendio il sistema di ventilazione attiva in modo automatico la pressurizzazione dei filtro all'interno del by-pass pedonali e carrabili in modo da salvaguardare dalla presenza di fumo la canna assunta a " luogo sicuro dinamico " La presa d'aria fresca sarà realizzata attingendo aria dal cunicolo tecnico sottostante la sede stradale e sfocianti all'esterno dei portali di galleria.

Per una più ampia argomentazione dei parametri che concorrono alla definizione del sistema di ventilazione si rimanda alla relazione specialistica di dimensionamento dell'impianto.

13. IMPIANTI DI RILEVAZIONE E SPEGNIMENTO INCENDI

All'interno delle gallerie di lunghezza superiore a 500 m il progetto prevede la dotazione di sistemi di monitoraggio della temperatura interna ai fornici mediante l'uso di cavo termosensibile a guida laser associato a centraline di rilevamento in grado di ripartire il tracciato di galleria in zone monitorare con passo di 10 m.

Il monitoraggio dei due fornici sarà attuato in modo indipendente attraverso due dorsali direttamente attestate sulla centrale.

Associato al sistema di rilevamento all'interno di ogni canna di galleria di lunghezza superiore a 500m è prevista la dotazione di postazioni idrante ubicate sul lato destro ad interdistanza di 150 m alimentate ad acqua attraverso una rete antincendio mantenuta in pressione per mezzo di gruppo di pressurizzazione omologato UNI 9490.

Le prestazioni nominali dell'impianto assicurano una prevalenza di rete pari a 0,5 Mpa nel punto più sfavorito della rete ed una portata di 1000 l/min con autonomia non inferiore a 120 minuti in presenza di erogazione contemporanea di n.2 idranti.

14. RECEPIMENTO DEI CRITERI PROGETTUALI ANAS

Tutta la progettazione degli impianti elettrici si propone di soddisfare, oltre alle esigenze specifiche impiantistiche, anche a criteri più generali di dotazione per una nuova infrastruttura che di fatto diviene un importante sede di insediamento di collegamenti territoriali di reti energetiche e di supporti trasmissivi telematici asserviti alla fonia ed alla trasmissione dei dati.

Sotto il profilo della sicurezza il progetto risponde ai criteri di impianto di galleria fino a 1000m indicati nella circolare ANAS per l'illuminazione dei fornici si propone di recepire i criteri prestazionali e di sicurezza richiamati nella circolare sopratitolata attraverso l'adozione di componenti realizzati in acciaio inox AISI 316L e di materiali metallici non deteriorabili dall'atmosfera aggressiva di galleria ed aventi prestazioni tali da assicurare il funzionamento alla temperatura di 400°C per un tempo non inferiore a 90 minuti.

Lungo i piedritti di galleria saranno localizzate vie di esodo attraverso cartellonistica sulle pareti dei fornici di indicazione del punto di esodo più prossimo opportunamente illuminato.

Il sistema di illuminazione previsto risponde ai criteri dimensionali indicati dalla norma CIE 88/04 suddividendo il sistema di illuminazione di ogni singolo fornice per illuminazione permanente ed illuminazione di rinforzo all'imbocco.

La tipologia della lampade adottata per i tre sistemi di illuminazione interna è del tipo a scarica in gas a vapori di sodio ad alta pressione ed il regime di esercizio dei singoli corpi illuminanti è regimentato attraverso regolatori di potenza comandati da rilevatore elettronico di luminanza.

Nei percorsi esterni e per lo sviluppo dell'intero tracciato stradale sono previste dotazioni di cavidotti a differente diametro ed a differente destinazione d'uso per la posa di reti di telecontrollo locali e di altre infrastrutture a rete.

In prossimità delle fondazioni delle pile dei viadotti sono state previsti collegamenti disperdenti in corda di rame nudo collegati alla struttura quali predisposizioni di impianto per la prevenzione delle strutture dalle correnti vaganti nel terreno.

15. SISTEMA DI GESTIONE DEI CARTELLI A MESSAGGIO VARIABILE E DELLA VIABILITÀ STRADALE.

Il sistema previsto è costituito da differenti livelli di funzionalità operativa con interfaccia differenziati in relazione per tipologia di servizio:

- a) postazione di comunicazione al traffico all'esterno delle gallerie di tipo a pittogramma variabile corredata dei pittogrammi previsti dal Codice della Strada;
- b) postazione di comunicazione al traffico di tipo alfanumerico ubicate all'interno delle gallerie di lunghezza superiore a 500 m;
- c) postazione di comunicazione al traffico in prossimità ai viadotti e per i due sensi di marcia di tipo a pittogramma variabile corredata dei pittogrammi con limitazione della velocità associata e la manica a vento per l'indicazione di presenza di "vento forte";
- d) periferica di acquisizione ad intelligenza distribuita installata in sommità al portale in grado di convertire il segnale video sul sistema trasmissivo di telecontrollo e di processare la logica di comando per l'attivazione dei pittogrammi specifici della segnaletica a messaggio variabile.

La cartellonistica installata in esterno sarà corredata di supporto in acciaio in esecuzione a bandiera su cui troveranno sede oltre alla cassa di alloggiamento dell'elettronica di restituzione le scale ed i pianali di accesso per la manutenzione

Tutte le parti metalliche esposte sono previste zincate a caldo dopo lavorazione

16. CONCLUSIONI

I contenuti informativi della presente relazione trovano completezza di argomentazione nel Capitolato Speciale – Norme tecniche, negli elaborati grafici di progetto e nelle relazioni specialistiche di dimensionamento degli impianti elettrici, degli impianti di illuminazione di svincolo e di galleria, degli impianti di ventilazione della galleria Caltanissetta e degli impianti di telecontrollo strumentale ed attraverso TVCC.

In particolare, le soluzioni impiantistiche adottate di più significativo rilievo possono essere così riassunte:

- impiego di lampade a vapori di sodio a bassa pressione da 36W per l'illuminazione di galleria permanente e di sicurezza;
- impiego di lampade a vapori di sodio ad alta pressione per l'illuminazione degli imbocchi con regolazione del flusso luminoso dei rinforzi;
- impianto di illuminazione di rinforzo ripartito su tre livelli mentre l'illuminazione permanente delle gallerie lunghe è stata suddivisa su più circuiti ;
- criteri d'impianto in galleria finalizzati alla continuità di servizio attraverso la distribuzione dell'alimentazione agli impianti di illuminazione per tratte di lunghezza non superiore a 50 m;
- valori massimi di illuminamento all'imbocco della galleria maggiori di circa 40% rispetto a soluzioni con disposizione trasversale di corpi illuminanti equipaggiati con lampade a vapori di sodio a bassa pressione;
- posizionamento dei corpi illuminati in galleria tali da consentire il massimo comfort e, a parità di potenza, un illuminamento maggiorato del 15% e la massima uniformità di illuminamento;
- allestimento delle cabine di trasformazione con quadri di MT a celle segregate di tipo protetto contro l'arco interno;
- allestimento di quadri di bassa tensione segregati in forma 4 di assoluta sicurezza per gli operatori anche per le attività di bassa tensione;

- allestimento di un sistema di telecontrollo e supervisione a garanzia dell'utente finale flessibile e funzionale grazie alla distribuzione di apparati attivi con tecnologia trasmissiva digitale lungo l'intera tratta stradale;
- completamento delle dotazioni di telecontrollo strumentale e TVCC per il Centro di presidio di Favara
- allestimento dell'impianto di segnalazione soccorso stradale in galleria con apparati dotati di tecnologia "Voice Over IP" anche per le gallerie di limitata lunghezza;
- monitoraggio dei veicoli in galleria attraverso un impianto video a circuito chiuso;
- monitoraggio dello stato del traffico in corrispondenza dei pannelli a messaggio variabile distribuiti lungo la viabilità primaria e secondaria;
- allestimento di un sistema di elettrificazione interna al cunicolo servizi sotto il piano stradale della galleria Caltanissetta,
- dotazione di un sistema di ventilazione longitudinale in galleria operativo per singola canna per la galleria Caltanissetta;
- dotazione di impianti di rilevazione incendio e di spegnimento all'interno delle gallerie Papazzo e Caltanissetta di lunghezza superiore a 500 m;
- dotazione di un sistema di pressurizzazione dei filtri di segregazione dei fornicci all'interno dei by-pass carrabili e pedonali;
- informazione all'utente finale sullo stato di transitabilità delle gallerie di lotto mediante pannelli a messaggio variabile;
- predisposizione lungo il tracciato di cavidotti quali predisposizioni di future infrastrutture elettriche e telematiche.

Il progetto, pur recependo criteri innovativi indispensabili in una moderna infrastruttura, ha cercato di mantenere, per quanto possibile e consentito dalle innovazioni tecnologiche, omogeneità di soluzioni di impianto con il primo lotto, standardizzando le tipologie dei materiali, in modo da minimizzare gli oneri di esercizio e di manutenzione.