



Comune  
di Firenze

# COMUNE DI FIRENZE

## Sistema Tramviario Fiorentino

RTI Progettisti:

**SYSTRA**

**SOTECNI**  
SYSTRA GROUP



**ambiente** s.p.a.  
ingegneria consulenza laboratori  
per l'ambiente



### PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICA ED ECONOMICA PER L'ESTENSIONE DEL SISTEMA TRAMVIARIO FIORENTINO NEI COMUNI DI FIRENZE, CAMPI BISENZIO E SESTO FIORENTINO - FASE C

#### LINEA 4.2 - ESTENSIONE PER CAMPI BISENZIO

#### IMPIANTI DI ILLUMINAZIONE

#### Caratteristiche impianto, sezioni e dettagli

COMUNE DI FIRENZE  
SISTEMA TRAMVIARIO FIORENTINO

IL RESPONSABILE DEL PROCEDIMENTO  
ING. FILIPPO MARTINELLI

IL DIRETTORE DELL'ESECUZIONE DEL CONTRATTO  
ING. CHIARA BERSIANI

RESPONSABILE DELL'INTEGRAZIONE E DEL COORDINAMENTO OPERAZIONI  
LE VARIE PRESTAZIONI SPECIALISTICHE

ING. PAOLO MARCHETTI



#### Gruppo di Progettazione:

Ing. A. Piazza (Coordinatore Tecnico)  
Dott. Geol. F. Valdemarin (Progettazione Geologica)  
Ing. A. Benvenuti (Progetto Opere Idrauliche)  
Dott.ssa B. Sassi (Indagini Preliminari Archeologiche)  
Ing. F. Tamburini (Studi di carattere Ambientale)  
Ing. M. Angeloni (Valutazione Previsionale di Impatto Acustico)  
Ing. S. Caminiti (Prog. Ferrotranviario Studi Trasportistici)  
Ing. J. Wajs (Progetto Impianti Tecnologici)  
Ing. G. D'Angelo (Progetto Strutture)  
Ing. D. Salvo (Progetto Arch./Paesaggistico Inser. Urbanistico)  
Ing. F. Conti (Sicurezza - Prime Disposizioni)  
Ing. B. Rowenczyn (Piani Economici e Finanziari)  
Ing. G. Coletti (Progettazione Funzionale Depositi Tramviari)  
Ing. L. Costalli (Esperto in Esercizio)  
Ing. F. Azzarone (Impianti Meccanici)  
Ing. D. D'Apollonio (Impianti Elettrici)  
Ing. V. Astorino (Cantierizzazione)  
Ing. P. Caminiti (Viabilità Interferenti)  
Arch. A. Moscheo (PP.SS. Interferenti)  
Ing. A. Lucioni (CAM)  
Ing. D. Russo (Stime, Capitolati)

COMMESSA	LINEA	FASE	DISCIPLINA	TIPO/NUMERO	REV.	SCALA	NOME FILE
B382	42	SF	ILM	DG001	A	—	B382-4.2-SF-ILM-DG001-A

REV.	DATA	DESCRIZIONE	REDATTO	VERIFICATO	APPROVATO
0	Maggio 2019	EMISSIONE	VENEZIA	D'APOLLONIO	MARCHETTI
1					
2					

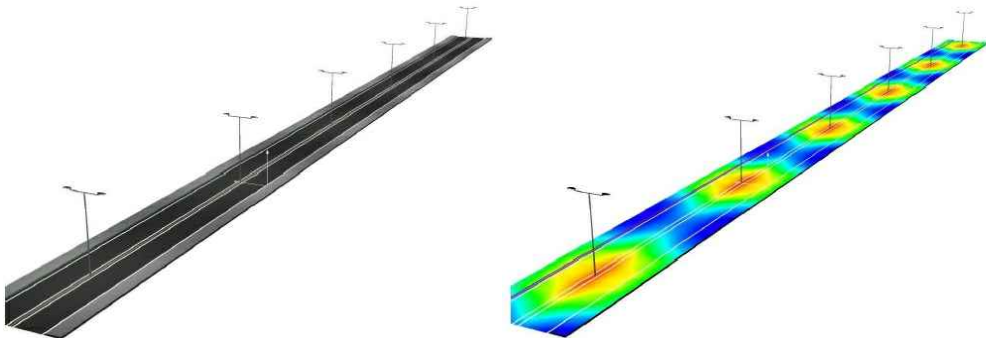
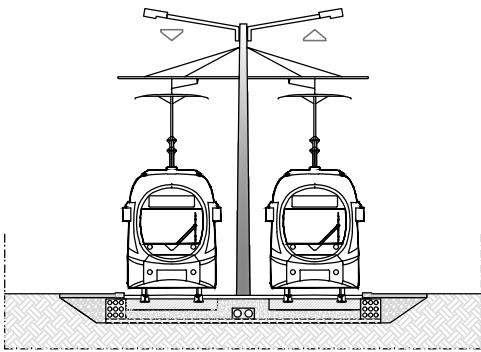
La norma UNI 11248:

Illuminazione stradale

A seguire verranno riportati i concetti base della norma UNI 11248 (edizione 2016) ed eventuali interpretazioni/commenti e/o modalità operative. La norma indica i requisiti cui deve rispondere l'illuminazione in una data zona della strada, in ambito italiano, secondo quanto espresso nelle norme internazionali UNI EN 13201-1/2/3/4 (edizioni 2015). Tali requisiti sono espressi in termini di livello ed uniformità di luminanza della carreggiata, di limitazione dell'abbagliamento ed all'occorrenza in termini di livello ed uniformità di illuminamento di una determinata zona. La norma si applica agli impianti d'illuminazione fissi, progettati per offrire all'utilizzatore delle zone pubbliche, adibite alla circolazione, buone condizioni di visibilità durante i periodi di oscurità, con l'intento di garantire sia la sicurezza ed il buon smaltimento del traffico, sia la sicurezza pubblica, per quanto questi parametri posano dipendere dalle condizioni d'illuminazione stradale. Nel caso di intersezioni stradali, considerata la loro complessità e varietà, le indicazioni normative sono da considerarsi come riferimenti progettuali iniziali.

A titolo esemplificativo vengono riportate alcune sezioni analizzate definite "particolari" dal punto di vista della disposizione stradale.

SEZIONE TIPO 1



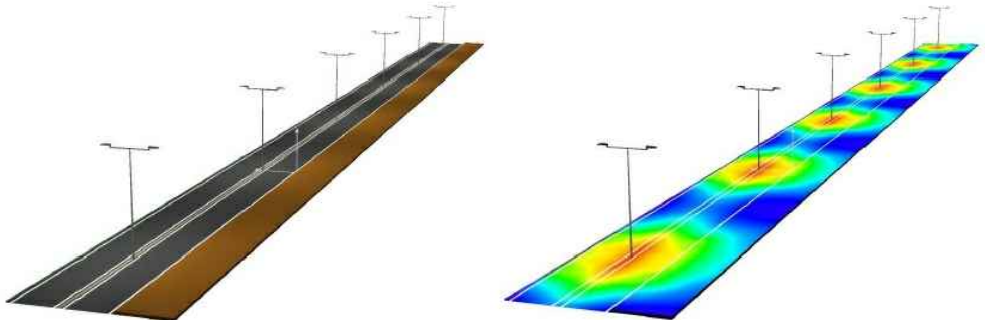
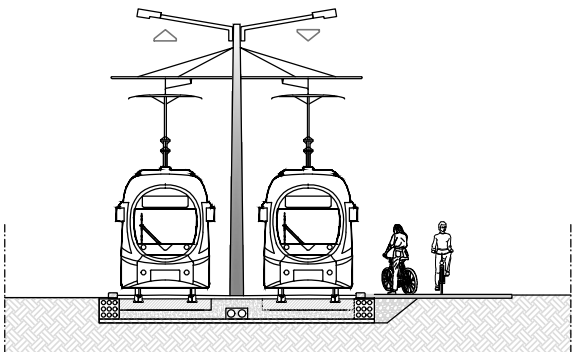
Esempio di calcolo illuminotecnico e di rappresentazione a colori falsati

Determinazione della categoria illuminotecnica

Le caratteristiche fotometriche di un impianto d'illuminazione stradale, sono definite mediante una o più categorie illuminotecniche che dipendono da numerosi parametri, detti di influenza, individuando così tre livelli di categoria illuminotecnica: categoria illuminotecnica di ingresso, di progetto e di esercizio. Si individuano le categorie illuminotecniche di un impianto mediante i seguenti passi:

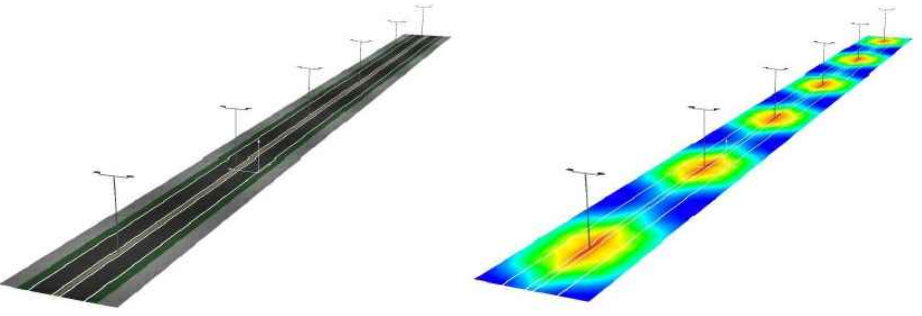
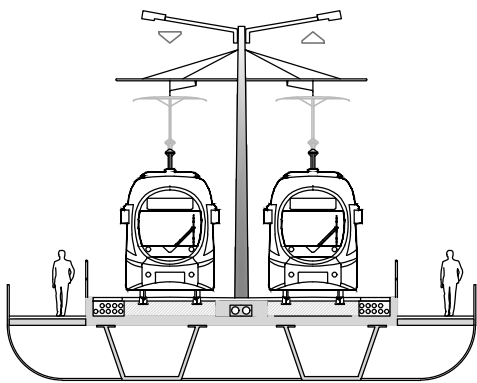
1. Definizione della categoria illuminotecnica di ingresso per l'analisi dei rischi: suddividere la strada in una o più zone di studio con condizioni omogenee dei parametri di influenza; per ogni zona di studio identificare il tipo di strada. La classificazione della strada non è di competenza del progettista illuminotecnico.; noto il tipo di strada, individuare, mediante il prospetto 1 della norma, la categoria illuminotecnica di ingresso.
2. Definizione della categoria illuminotecnica di progetto: nota la categoria illuminotecnica d'ingresso, valutare i parametri di influenza mediante il prospetto 2 della norma in base all'analisi del rischio e variare la categoria, se necessario, in base a considerazioni di contenimento dei consumi energetici ed, eventualmente, mediante il prospetto 3 della norma.
3. Definizione delle categorie illuminotecniche di esercizio: in base alle considerazioni di "analisi del rischio" ed agli aspetti di contenimento dei consumi energetici, introdurre, se necessario, una o più categorie di esercizio, specificando le condizioni dei parametri di influenza che generano la nuova categoria.

SEZIONE TIPO 2



Esempio di calcolo illuminotecnico e di rappresentazione a colori falsati

SEZIONE TIPO 3



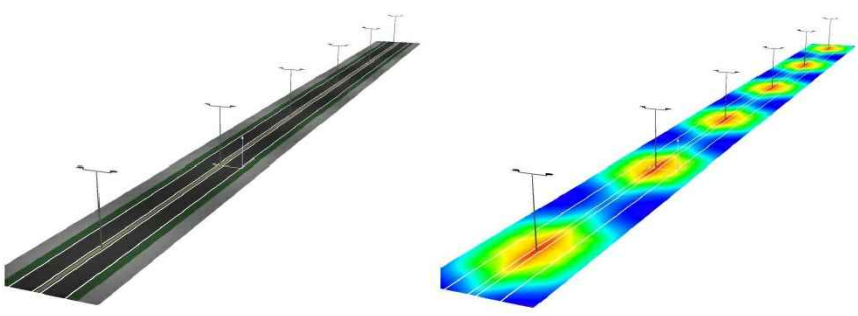
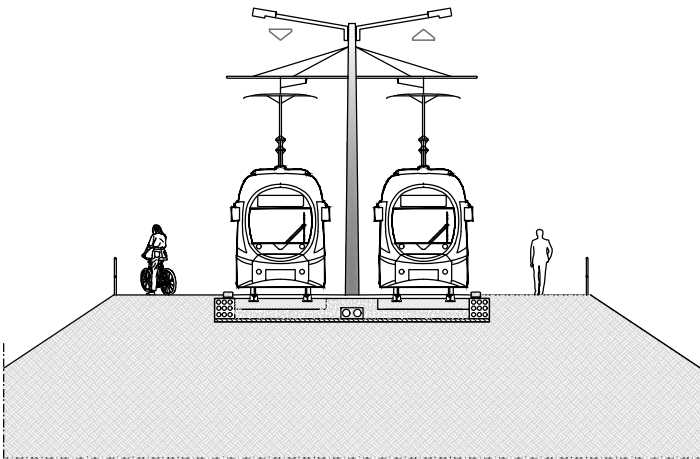
Esempio di calcolo illuminotecnico e di rappresentazione a colori falsati

Il progettista, nell'analisi del rischio, può decidere di non definire la categoria illuminotecnica di riferimento e determinare direttamente la categoria illuminotecnica di progetto. Per contenere i consumi energetici e ridurre l'inquinamento luminoso, è consentito l'uso di dispositivi di variazione del flusso luminoso, purché nel rispetto dei requisiti previsti dalla categoria illuminotecnica d'esercizio. Per tener conto di alcuni parametri instabili come il deperimento delle lampade, della loro tolleranza di fabbricazione e dell'incertezza del coefficiente di luminanza della pavimentazione stradale, i valori di luminanza ed illuminamento calcolati dovranno essere maggiori di quelli teorici, per esempio applicando un opportuno coefficiente di manutenzione. Tuttavia, al fine di contenere i consumi energetici, tali valori, in condizione di impianto nuovo, non devono superare il doppio di quelli previsti per la categoria illuminotecnica considerata (coefficiente di manutenzione ).



Esempio di corpo illuminante a led

SEZIONE TIPO 4

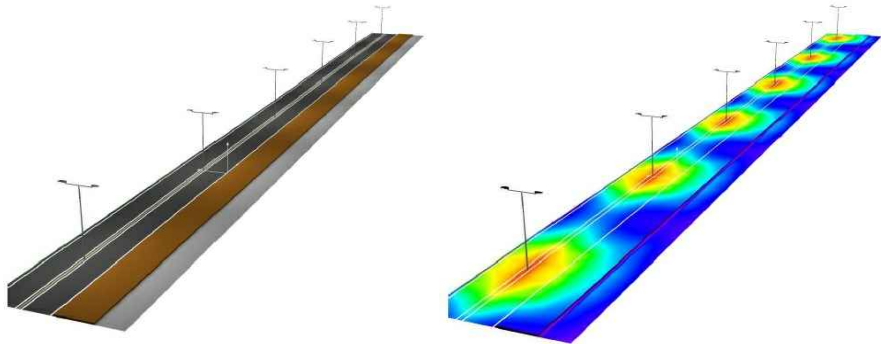
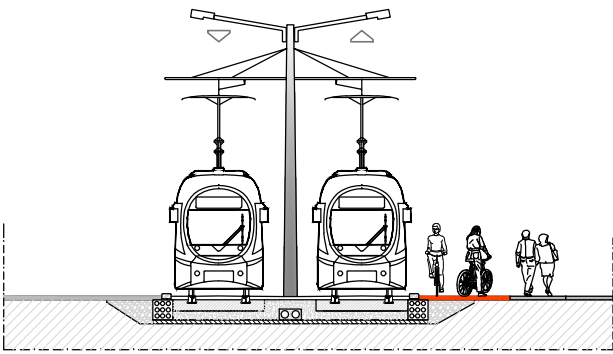


Esempio di calcolo illuminotecnico e di rappresentazione a colori falsati

Criteri di suddivisione delle zone di studio

La strada è normalmente costituita da più zone di studio. Ogni zona è identificata da una categoria illuminotecnica di progetto ed una o più categorie illuminotecniche di esercizio. La determinazione dell'estensione della zona è compito del progettista. La presenza di dispositivi rallentatori implica la necessità di definire una zona ben definita. In assenza di corsie di emergenza, marciapiedi o piste ciclabili laterali, la zona da prendere in considerazione corrisponde alla carreggiata. In presenza di corsie di emergenza adiacenti, si considera la categoria illuminotecnica prevista. In caso di strade di classe F con velocità <30km/h, in assenza di marciapiedi laterali, la zona da prendere in considerazione corrisponde alla totalità dello spazio compreso tra le facciate degli edifici che costeggiano la strada. Nel caso di piste ciclabili o passaggi pedonali, la zona da prendere in considerazione, e da studiare separatamente, corrisponde alle stesse e nel caso fossero adiacenti possono essere raggruppate in un'unica zona. In presenza di rotatorie deve essere considerato anche l'isolotto centrale se questi è occupato o attraversato da veicoli autorizzati.

SEZIONE TIPO 6



Esempio di calcolo illuminotecnico e di rappresentazione a colori falsati

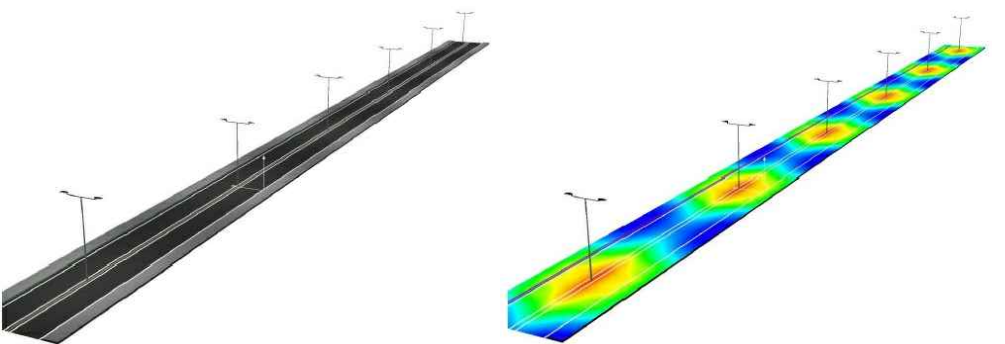
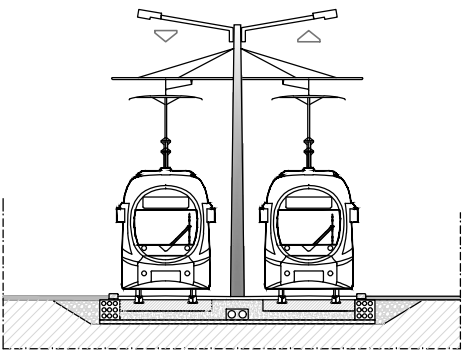
Analisi del rischio

L'analisi del rischio consiste nella valutazione dei parametri di influenza al fine di individuare la categoria illuminotecnica che garantisca la massima efficacia del contributo degli impianti di illuminazione alla sicurezza degli utenti in condizioni notturne, minimizzando i consumi energetici, i costi d'installazione e gestione e l'impatto ambientale. L'analisi può essere fatta in base a richieste specifiche della Committenza, a direttive e/o leggi dello Stato e ad effettivi parametri di influenza rilevati per le strade esaminate. Per i casi normali, è sufficiente basare l'analisi del rischio sulla conoscenza di parametri d'influenza più significativi, che possono essere individuati mediante il prospetto 2 (di tipo sottrattivo) della norma, dove i valori vengono forniti a titolo informativo.

E' vietato l'uso di sorgenti luminose con indice di resa cromatica inferiore a 20 .

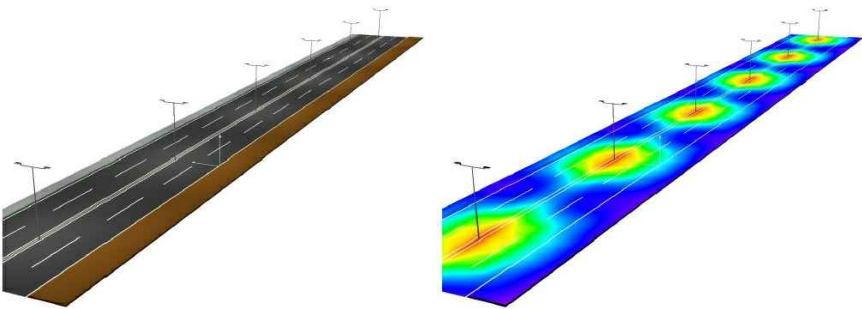
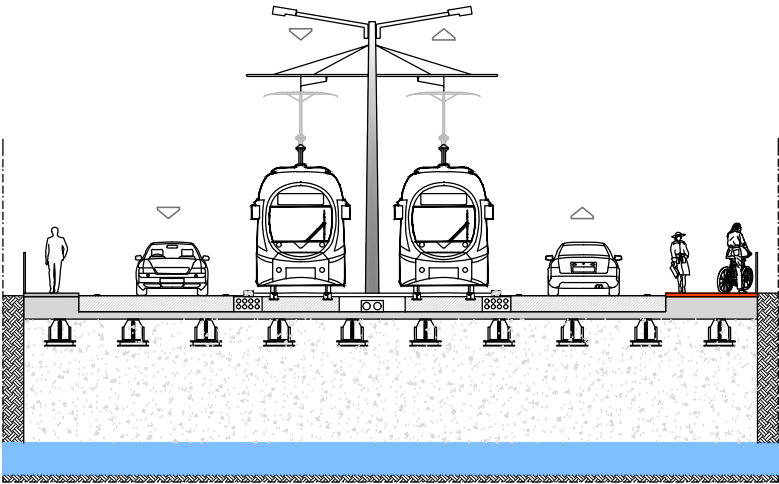
Nei casi più complessi, come gli incroci e svincoli tra strade con notevole flusso di traffico oppure situazioni conflittuali potenzialmente pericolose, si deve valutare l'importanza locale di ulteriori parametri d'influenza avvalendosi anche dei dati statistici. Il risultato di questa valutazione permetterà la definizione della categoria illuminotecnica di progetto oppure una o più categorie illuminotecniche d'esercizio.

SEZIONE TIPO 7



Esempio di calcolo illuminotecnico e di rappresentazione a colori falsati

SEZIONE TIPO 8



Esempio di calcolo illuminotecnico e di rappresentazione a colori falsati



Categorie illuminotecniche comparabili

Quando zone adiacenti o contigue prevedono categorie diverse con requisiti prestazionali basati su luminanza ed illuminamento, è necessario individuare le categorie illuminotecniche che presentano un livello luminoso comparabile secondo quanto riportato nel prospetto 5 della normativa:

Tale prospetto è indispensabile qualora occorra valutare una zona di studio dove la luminanza non è calcolabile (es. intersezioni, rotatorie, ecc.). Per le zone adiacenti si deve evitare una differenza maggiore di sue categorie illuminotecniche comparabili; la zona in cui il livello luminoso raccomandato è il più elevato, costituisce la zona di riferimento. Quando la zona contigua costituisce una zona di conflitto, come può essere una rotatoria, si raccomanda di adottare un livello luminoso maggiore del 50% rispetto a quello delle strade di accesso.

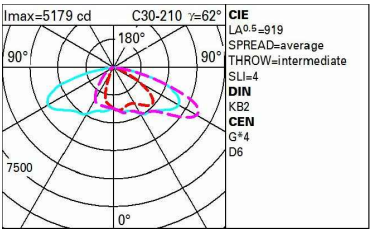
Caratteristiche dei corpi illuminanti

Le armature stradali previste saranno del tipo per esterni, con ottica stradale a luce diretta dall'elevato comfort visivo (G4), finalizzate all'impiego di sorgenti luminose con led di potenza.

L'armatura stradale presenta un'ottica simmetrica in senso longitudinale ed un'ottica asimmetrica in senso trasversale in modo da aumentarne il rendimento per posizionamenti dei punti luce lateralmente alla strada.

Il flusso luminoso emesso nell'emisfero superiore del Sistema in posizione orizzontale è nullo (in conformità alle più restrittive norme contro l'inquinamento luminoso).

Di seguito sono riportate le caratteristiche geometriche e il diagramma polare del corpo illuminante prescelto per le verifiche illuminotecniche:



Alimentazione elettrica

Tutti i corpi illuminanti saranno alimentati a 230Vac con isolamento di Classe II.

L'alimentazione delle tratte luminose sarà derivata dai quadri delle fermate presenti lungo il tracciato e sarà realizzata mediante cavo in doppio isolamento tipo FG16(O)R16.



Sistema di controllo del flusso luminoso

Particolare attenzione viene rivolto ai sistemi di gestione della luce e al risparmio energetico. Per questo motivo i corpi illuminanti (dotati di Alimentazione elettronica Middle of the Night 100%-70%) saranno gestiti in modalità Dali.