



Comune di Deruta

Piazza Dei Consoli N.15 - DERUTA (PG)

***Intervento di efficientamento energetico
di edifici comunali, volto alla riduzione
dei consumi energetici:
SOSTITUZIONE PARZIALE
DI IMPIANTO DI ILLUMINAZIONE
MUSEO DELLA CERAMICA
Largo San Francesco
ED EDIFICIO MUNICIPIO
Piazza Dei Consoli N.15***

R1 - RELAZIONE TECNICA GENERALE

RUP Intervento
Geom. Tamantini Fabio

Responsabile AREA LAVORI PUBBLICI
Geom. Ricciarelli Marco

IL TECNICO

ing. Stefano Cotana (*)



Riferimento Elaborato: 2019-C.Deruta- **R1**

Perugia, 28 Agosto 2019



ing. Stefano Cotana
Via G.B. Pontani n°47, 06128 Perugia
Tel: 347 7871893
mail: cotanas@tiscali.it
P. IVA: 03140730544 C.F.: CTNSFN79H30E975Y



INDICE

1	OGGETTO.....	2
2	Normativa di riferimento.....	3
3	Inquadramento dell'intervento.....	6
4	Strategia di intervento.....	7
5	Valutazione del risparmio energetico.....	8

Allegato

Indici illuminotecnici



1. Oggetto

La presente relazione tecnica descrive l'intervento di sostituzione dei corpi illuminanti finalizzato all'efficientamento energetico da eseguire presso gli edifici comunali del Comune di Deruta (PG) ed in particolare il **Museo Regionale della Ceramica** e i **locali del Municipio** a seguito dell'incarico affidato al sottoscritto con determina del Funzionario Responsabile Area Lavori Pubblici del 10 luglio 2019



2. Normativa di riferimento

La norma europea UNI-EN 12464-1 definisce i valori di illuminamento medio mantenuto richiesti sui luoghi di lavoro. Il livello di illuminamento non è tuttavia il solo parametro di controllo indicato, perché a questo si affiancano il rispetto dell'illuminamento nelle zone circostanti, la riduzione dell'abbagliamento molesto (fattore che va preso in seria considerazione per luci direzionali come quelle dei LED), la resa cromatica ed eventualmente la temperatura di colore.

Una volta stabilite le tipologie di apparecchi impiegati e il tipo di manutenzione da adottare affinché il sistema rimanga efficiente, è possibile definire il numero di apparecchi necessari a garantire i suddetti livelli di illuminamento.

La Norma UNI EN 12464-1 sostituisce la precedente 10.380, avente come tema i requisiti illuminotecnici per i posti di lavoro in interni. In tale norma vengono analizzati i compiti visivi abituali, evidenziando le esigenze di comfort visivo e dando indicazioni sui livelli di illuminamento, uniformità e grado massimo di abbagliamento necessari alle diverse prestazioni visive, incluse quelle che comportano l'utilizzo di videotermini.

2.1 Definizioni

- *Compito visivo*: insieme degli elementi visivi (dimensioni della struttura, contrasto e durata) che riguardano il lavoro effettuato
- *Zona del compito*: parte del posto di lavoro nella quale viene svolto il compito visivo
- *Zona immediatamente circostante*: fascia di 0.5m intorno alla zona del compito

2.2 Criteri di progettazione illuminotecnica

Al fine di ottenere una corretta illuminazione è necessario soddisfare tre esigenze fondamentali, quali il comfort visivo (sensazione di benessere), la prestazione visiva (svolgimento del compito anche in situazioni difficili e protratte) e la sicurezza. Per soddisfare tali esigenze è utile considerare alcuni parametri fondamentali che caratterizzano l'ambiente luminoso:

Distribuzione delle luminanze: è necessario evitare contrasti di luminanze troppo elevati o troppo bassi al fine di aumentare il comfort visivo.

Fattori di riflessione consigliati per il calcolo delle luminanze:

soffitto: da 0.6 a 0.9;



pareti: da 0.3 a 0.8;

piani di lavoro: da 0.2 a 0.6;

pavimento: da 0.1 a 0.5.

Illuminamento medio (E_m): i valori specificati nella tabella 1 sono illuminamenti medi mantenuti necessari a garantire il comfort visivo, e riguardano le superfici di riferimento nella zona del compito visivo. In ogni caso per zone occupate continuamente l'illuminamento mantenuto non deve essere minore di 200 lx.

Illuminamento delle zone circostanti al compito: può essere più basso di quello del compito ma non deve essere minore dei valori indicati di seguito:

compito (lx)	Zone circostanti (lx)
≥ 750	500
500	300
300	200
≤ 200	E compito
Uniformità ≥ 0.7	Uniformità ≥ 0.5

Abbagliamento molesto: impedisce una visione corretta del compito visivo. Deve essere valutato utilizzando il metodo CIE dell'indice unificato di abbagliamento UGR, i cui valori massimi per ogni singolo ambiente sono riportati in tabella 1.

Apparenza del colore: si riferisce al colore apparente della luce emessa ed è definita dalla temperatura di colore correlata:

W (warm) luce bianco calda, minore di 3000 K

N (intermediate) luce bianco neutra, da 3300 a 5300 K

D (daylight) luce bianchissima maggiore di 5300 K

Resa del colore (R_a): è un indice che definisce la capacità di una lampada a restituire in modo adeguato i colori. Il valore massimo è 100 e diminuisce al diminuire della qualità della resa del colore. Il valore minimo di tale indice è indicato in tabella per ogni compito visivo.

Fattore di manutenzione: deve essere stabilito dal progettista in base alle caratteristiche di impianto (apparecchi, ambiente, programma di manutenzione).



2.3 Illuminazione delle postazioni di lavoro munite di videoterminali

Necessitano di limitazioni della luminanza sugli schermi. La tabella riportata indica i limiti della luminanza media degli apparecchi per angoli di elevazione di 65° ed oltre, in rapporto alla verticale.

Classe dello schermo secondo la ISO 9241-7	I	II	III
Qualità dello schermo	Buona	Media	Bassa
Luminanza media degli apparecchi	$\leq 1000 \text{ cd x m}^2$		$\leq 200 \text{ cd x m}^2$

In Allegato 1 è riportata la tabella riassuntiva degli indici suddetti in funzione della destinazione d'uso della zona.



3. Inquadramento dell'intervento

3.1 Museo della Ceramica

I lavori di consolidamento statico, restauro, sistemazione, arredamento e allestimento museale del complesso di edifici denominato ex convento di S. Francesco a Deruta, sono stati messi in atto dall'Amministrazione Comunale per stralci parziali e successive opere.

Il progetto originario risultava, frazionato in più parti per l'allestimento degli stralci sui quali sono, di volta in volta, stati attuati i diversi appalti che nel corso del tempo hanno completato l'opera, fino a pervenire all'apertura della struttura museale il 4 aprile 1998.

Nel corso degli anni tra i costi di gestione del Museo, parte rilevante è la spesa annualmente sostenuta per l'energia elettrica, altro a ciò assume rilevanza anche la spesa sostenuta per la sostituzione delle lampade installate.

3.2 Municipio

Nei locali del municipio sono presenti gli uffici Comunali dove i dipendenti, tutte le mattine feriali, lavorano con orario dalle 8,00 alle 14,00 e due pomeriggi a settimana dalle 15,00 alle 18,00.

A causa delle ridotte superfici finestate di gran parte dei locali suddetti, l'impianto di illuminazione rimane acceso per tutte le ore del turno lavorativo.

I costi energetici dell'edificio sostenuti dall'amministrazione comunale (escludendo il metano per il riscaldamento invernale) pertanto, derivano per una parte rilevante, dall'energia elettrica necessaria all'illuminazione nonché, per la sostituzione delle lampade.



4. Strategia di intervento

Nelle strutture in oggetto, sono stati svolti sopralluoghi volti a valutare la sostituzione parziale degli attuali corpi illuminanti con nuovi apparecchi a tecnologia LED.

Scopo del presente studio è quindi quello di determinare il numero di apparecchi e la tipologia di questi, necessari a garantire i livelli di illuminamento medi mantenuti (E_m) indicati dalla norma UNI EN 12464-1:2004, in maniera tale da permettere un confort illuminotecnico ottimale degli spazi e una facile fruizione dei luoghi di passaggio, limitando l'insorgere dell'affaticamento e rendendo chiaramente percepibili le situazioni pericolose che possono verificarsi lungo i percorsi. Tutto ciò, ovviamente, tenendo conto della diversa destinazione degli ambienti da verificare. Uno dei parametri fondamentali cui fare riferimento nella progettazione illuminotecnica di interni è rappresentato dal livello di illuminamento (espresso in lux) sui vari piani di riferimento (cioè i piani su cui ha luogo il compito visivo preso in considerazione, come ad esempio il piano tavoli); generalmente, questo viene considerato a 85 cm dalla quota pavimento (altezza media di un piano di lavoro).

A tale scopo, negli ambienti uffici (dell'edificio municipio) sono previsti in progetto dei fotosensori di luce diurna che permettono di regolare il flusso luminoso in funzione dell'effettivo valore di illuminamento all'interno del locale ed in particolare nelle postazioni di lavoro, in modo tale da regolare il flusso luminoso (e quindi l'assorbimento elettrico dei corpi illuminanti) in funzione delle specifiche richieste dalla normativa.



5. Valutazione del risparmio energetico

In base alle informazioni reperite durante il sopralluogo dai gestori del Museo, nonché dai dipendenti Comunali, si è ipotizzato di sostituire i corpi illuminanti maggiormente energivori ed accesi per molte ore al giorno

In particolare si è valutata la sostituzione di:

- museo:
 - a. Proiettori sala didattica da 250W cadauno al piano seminterrato
 - b. Applique di illuminazione generale piano terra, primo e secondo con lampada alogena
- municipio
 - c. illuminazione uffici piano terra (neon bidirezionali)
 - d. illuminazione uffici piano primo e secondo (neon su canale elettrificato)
 - e. illuminazione corridoi piano primo e secondo (neon luce indiretta)

Calcolo consumo attuale:

Tipologia Apparecchio	Quantità n	Apertura locali Ore /anno	Consumo Lampada esistente [W]	% Funzionamento	Consumi attuali [kWh]
A	10	2400	250	70	4'200
B	79	2400	80	100	15'168

TOTALE MUSEO 19'368

Tipologia Apparecchio	Quantità n	Apertura locali Ore /anno	Consumo Lampada esistente [W]	% Funzionamento	Consumi attuali [kWh]
C	30	1800	108	100	5'832
D	28	1800	108	90	4'900
E	16	1800	108	90	2'800

TOTALE MUNICIPIO 13'532

TOTALE 32'900

In base alle bollette di fornitura dell'energia Elettrica forniti dalla stazione appaltante il costo dell'energia elettrica pagato attualmente è di 0,19 €/kWh, pertanto il costo per tale energia elettrica per il funzionamento di tale lotto di lampade risulta pari a

6'250 € / anno



Calcolo consumo previsto (post intervento):

Tipologia Apparecchio	Quantità n	Apertura locali Ore /anno	Consumo Lampada esistente [W]	% Funzionamento	Consumi attuali [kWh]
A	10	2400	90	70	1512
B	79	2400	25	100	4740

TOTALE MUSEO **6'252**

Tipologia Apparecchio	Quantità n	Apertura locali Ore /anno	Consumo Lampada esistente [W]	% Funzionamento	Consumi attuali [kWh]
C	30	1800	44	100	2'375
D	28	1800	27	50*	680
E	16	1800	35	90	907

TOTALE MUNICIPIO **3'962**

TOTALE **10'214**

*Riduzione della percentuale di funzionamento dovuta alla presenza di fotosensori di luce diurna

Il costo per l'energia elettrica per il funzionamento di tale lotto di lampade previsto dopo l'intervento risulta pari a

1'940 € / anno

Con un risparmio annuo pari a **4'310 € / anno** (€ 2'492 Museo e € 1'818 Municipio)

A tale importo c'è da aggiungere altresì i costi di manutenzione che con il nuovo impianto saranno drasticamente ridotti

Infatti valutando la durata media di un tubo al neon in circa 5000 ore potremmo calcolare:

$5000/5 \text{ ore al giorno } /365 \text{ giorni anno} = 2,74$

ciò significa che circa ogni due anni $\frac{1}{2}$ dobbiamo sostituire i nostri tubi al neon.

Valutando la durata media di un'illuminazione a LED in circa 50000 ore potremmo calcolare:

$50000/5 \text{ ore al giorno } /365 \text{ giorni anno} = 27,4$

ciò significa che la sostituzione di tali corpi illuminanti dovrà essere eseguita ogni 27 anni in condizioni di funzionamento ottimali.



Allegato

Indici illuminotecnici



NORME ILLUMINOTECNICHE

Tabella 1.1: Zone di circolazione e spazi comuni all'interno di edifici

1.1 Zone di circolazione

N. rif.	Tipo di interno compito o attività	E_m lx	UGR _L	R_a	Note
1.1.1	Aree di circolazione e corridoi	100	28	40	1. Illuminazione a livello pavimento. 2. R_a e UGR simili alle aree adiacenti. 3. 150 lx se ci sono veicoli sulla strada. 4. L'illuminazione di uscite o entrate deve prevedere una zona di transizione per tenere conto delle differenze di illuminamento tra dentro e fuori, durante il giorno e la notte. 5. Occorre fare attenzione all'abbagliamento di mezzi e pedoni
1.1.2	Scale, ascensori, tappeti mobili	150	25	40	
1.1.3	Rampe e binari di carico	150	25	40	

1.2 Sale di riposo, infermeria e primo soccorso

N. rif.	Tipo di interno compito o attività	E_m lx	UGR _L	R_a	Note
1.2.1	Mense	200	22	80	
1.2.2	Locali di riposo	100	22	80	
1.2.3	Locali per l'esercizio fisico	300	22	80	
1.2.4	Guardaroba, gabinetti, bagni, toilette	200	25	80	
1.2.5	Infermeria	500	19	80	
1.2.6	Locali per visita medica	500	16	90	$T_{CP} \geq 4000\text{ K}$

1.3 Sale di comando o di controllo

N. rif.	Tipo di interno compito o attività	E_m lx	UGR _L	R_a	Note
1.3.1	Locali impianti, sala interruttori	200	25	60	
1.3.2	Locali fax, posta, quadri di controllo	500	19	80	

1.4 Magazzini/magazzini refrigerati

N. rif.	Tipo di interno compito o attività	E_m lx	UGR _L	R_a	Note
1.4.1	Magazzini, aree di stoccaggio	100	25	60	200 lx se occupato continuamente

NORME ILLUMINOTECNICHE

1.4.2	Aree di trasporto, imballaggio, spedizione	300	25	60
-------	--	-----	----	----

1.5 Magazzini con scaffali

N. rif.	Tipo di interno compito o attività	E_m lx	UGR _L -	R_a -	Note
1.5.1	Corridoi: senza personale	20	-	40	Illuminamento a livello pavimento
1.5.2	Corridoi: con presenza personale	150	22	60	Illuminamento a livello pavimento
1.5.3	Stazione di controllo	150	22	60	

Tabella 1.2: Attività industriali ed artigianali

2.1 Agricoltura

N. rif.	Tipo di interno compito o attività	E_m lx	UGR _L -	R_a -	Note
2.1.1	Carico e gestione delle merci, uso di equipaggiamenti e macchine	200	25	80	
2.1.2	Edifici per il bestiame	50	-	40	
2.1.3	Aree per animali malati, celle parto	200	25	80	
2.1.4	Preparazione mangime, caseifici, lavaggio utensili	200	25	80	

2.2 Forni, panifici, pasticcerie

N. rif.	Tipo di interno compito o attività	E_m lx	UGR _L -	R_a -	Note
2.2.1	Preparazione, cottura al forno	300	22	80	
2.2.2	Finitura, glassatura, decorazione	500	22	80	

2.3 Cemento, prodotti in cemento, calcestruzzo, mattoni

N. rif.	Tipo di interno compito o attività	E_m lx	UGR _L -	R_a -	Note
2.3.1	Asciugatura	50	28	20	I colori relativi ai segnali di sicurezza devono essere riconoscibili
2.3.2	Preparazione dei materiali, lavori al forno o ai miscelatori	200	28	40	
2.3.3	Lavorazioni generiche alle macchine	300	25	80	Per grandi altezze è possibile un R_a più basso
2.3.4	Formature grossolane	300	25	80	Per grandi altezze è possibile un R_a più basso

NORME ILLUMINOTECNICHE

2.4 Ceramica, piastrelle, vetro, vetrerie

N. rif.	Tipo di interno compito o attività	E_m lx	UGR _L -	R_a -	Note
2.4.1	Asciugatura	50	28	20	I colori relativi ai segnali di sicurezza devono essere riconoscibili
2.4.2	Preparazione, lavorazioni generiche alle macchine	300	25	80	Per grandi altezze è possibile un R_a più basso
2.4.3	Smaltatura, laminatura, stampaggio, formatura di parti semplici, montaggio, soffiatura vetro	300	25	80	Per grandi altezze è possibile un R_a più basso
2.4.4	Molatura, incisione, brillantatura vetro, formatura di precisione, fabbricazione strumenti in vetro	750	19	80	
2.4.5	Molatura vetro ottico, molatura manuale cristallo, incisione	750	16	80	
2.4.6	Lavori di precisione ad esempio molatura decorativa, pittura a mano	1000	16	90	$T_{CP} \geq 4000$ K
2.4.7	Lavorazione di pietre preziose sintetiche	1500	16	90	$T_{CP} \geq 4000$ K

2.5 Industria chimica, della plastica e gomma

N. rif.	Tipo di interno compito o attività	E_m lx	UGR _L -	R_a -	Note
2.5.1	Impianto di processo controllato a distanza	50	-	20	I colori relativi ai segnali di sicurezza devono essere riconoscibili
2.5.2	Impianto di processo con intervento manuale limitato	150	28	40	
2.5.3	Luoghi di lavoro in installazioni di processo con presenza continua di personale	300	25	80	
2.5.4	Ambienti per misure di precisione, laboratori	500	19	80	
2.5.5	Produzione farmaceutica	500	22	80	
2.5.6	Produzione pneumatici	500	22	80	
2.5.7	Campionatura colori	1000	16	90	$T_{CP} \geq 4000$ K
2.5.8	Taglio, finitura, ispezione	750	19	80	

2.6 Industria elettrica

N. rif.	Tipo di interno compito o attività	E_m lx	UGR _L -	R_a -	Note
2.6.1	Produzione conduttori	300	25	80	Per grandi altezze è possibile un R_a più basso
2.6.2	Avvolgimento: - bobine di grandi dimensioni	300	25	80	Per grandi altezze è possibile un R_a più basso

NORME ILLUMINOTECNICHE

	- bobine di medie dimensioni	500	22	80	Per grandi altezze è possibile un R_a più basso
	- bobine di piccole dimensioni	75	19	80	Per grandi altezze è possibile un R_a più basso
2.6.3	Impregnazione bobine	300	25	80	Per grandi altezze è possibile un R_a più basso
2.6.4	Galvanizzazione	300	25	80	Per grandi altezze è possibile un R_a più basso
2.6.5	Assemblaggio:				Per grandi altezze è possibile un R_a più basso
	- grossolano (per esempio grandi trasformatori)	300	25	80	Per grandi altezze è possibile un R_a più basso
	- medio (per esempio quadri elettrici)	500	22	80	Per grandi altezze è possibile un R_a più basso
	- fine (per esempio telefoni)	750	19	80	Per grandi altezze è possibile un R_a più basso
	- di precisione (per esempio strumenti di misura)	1000	16	80	Per grandi altezze è possibile un R_a più basso
2.6.6	Produzione materiale elettronico, collaudo, aggiustaggio)	1500	16	80	Per grandi altezze è possibile un R_a più basso

2.7 Generi alimentari e industrie alimentari di lusso

N. rif.	Tipo di interno compito o attività	E_m I_x	UGR L -	R_a -	Note
2.7.1	Aree di lavoro in - fabbriche di birra, fermentazione del malto - per lavaggio, riempimento barili, pulizia, setacciamento, sbucciatura - cottura in fabbriche di conserve e cioccolato - luoghi e aree di lavoro in zuccherifici - fermentazione e asciugatura del tabacco, cantine di fermentazione	200	25	80	
2.7.2	Selezione e lavaggio prodotti, tritatura miscelatura, confezionamento	300	25	80	
2.7.3	Aree di lavoro e zone critiche in macelli, macellerie, caseifici, mulini, filtraggi in raffinerie dello zucchero	500	25	80	
2.7.4	Taglio e selezione di vegetali e frutta	300	25	80	
2.7.5	Produzione gastronomica, lavori di cucina, produzione sigari e sigarette	500	22	80	

NORME ILLUMINOTECNICHE

2.7.6	Ispezione di vetri e bottiglie, controllo prodotti, guarnitura, selezione, decorazione	500	22	80	$T_{CP} \geq 4000 \text{ K}$
2.7.7	Laboratori	500	19	80	
2.7.8	Controllo colori	1000	16	90	

2.8 Fonderie

N. rif.	Tipo di interno compito o attività	E_m lx	UGR L -	R_a -	Note
2.8.1	Gallerie di manutenzione, cantine, ecc.	50	-	20	I colori relativi ai segnali di sicurezza devono essere riconoscibili
2.8.2	Piattaforme	100	25	40	Per grandi altezze è possibile un R_a più basso
2.8.3	Preparazione sabbie	200	25	80	
2.8.4	Spogliatoi	200	25	80	
2.8.5	Aree di lavoro al cubilotto e al miscelatore	200	25	80	Per grandi altezze è possibile un R_a più basso
2.8.6	Spazio di colata	200	25	80	Per grandi altezze è possibile un R_a più basso
2.8.7	Area di distaffatura	200	25	80	Per grandi altezze è possibile un R_a più basso
2.8.8	Modellazione a macchina	200	25	80	Per grandi altezze è possibile un R_a più basso
2.8.9	Modellazione manuale	300	25	80	Per grandi altezze è possibile un R_a più basso
2.8.10	Pressofusione	300	25	80	Per grandi altezze è possibile un R_a più basso
2.8.11	Reparto modelli	500	22	80	Per grandi altezze è possibile un R_a più basso

2.9 Parrucchieri

N. rif.	Tipo di interno compito o attività	E_m lx	UGR L -	R_a -	Note
2.9.1	Parrucchieri	500	19	90	I colori relativi ai segnali di sicurezza devono essere riconoscibili

2.10 Produzione gioielli

N. rif.	Tipo di interno compito o attività	E_m lx	UGR L -	R_a -	Note
2.10.1	Lavorazione delle pietre preziose	1500	16	90	$T_{CP} \geq 4000 \text{ K}$
2.10.2	Produzione gioielli	1000	16	90	
2.10.3	Costruzione orologi (manuale)	1500	16	80	

NORME ILLUMINOTECNICHE

2.10.4	Costruzione orologi (automatica)	500	19	80
--------	----------------------------------	-----	----	----

2.11 Lavanderie e tintorie

N. rif.	Tipo di interno compito o attività	E_m lx	UGR L -	R_a -	Note
2.11.1	Raccolta capi, marcatura e smistamento	300	25	80	
2.11.2	Lavaggio e pulizia a secco	300	25	80	
2.11.3	Stiratura, stiratura a vapore	300	25	80	
2.11.4	Ispezione e riparazione	750	19	80	

2.12 Pelle e capi in pelle

N. rif.	Tipo di interno compito o attività	E_m lx	UGR L -	R_a -	Note
2.12.1	Lavori in tino, vasca, fossa	200	25	40	
2.12.2	Scamatura, smussatura, tamponatura, bollatura delle pelli	300	25	80	
2.12.3	Lavori di selleria, manifattura scarpe: cucitura, lucidatura, formatura, taglio, foratura	500	22	80	
2.12.4	Selezionatura	500	22	90	$T_{CP} \geq 4000 \text{ K}$
2.12.5	Tintura del cuoio (a macchina)	500	22	80	
2.12.6	Controllo qualità	1000	19	80	
2.12.7	Campionatura colori	1000	16	90	$T_{CP} \geq 4000 \text{ K}$
2.12.8	Produzione scarpe	500	22	80	
2.12.9	Produzione guanti	500	22	80	

2.13 Lavorazione e trasformazione dei metalli

N. rif.	Tipo di interno compito o attività	E_m lx	UGR L -	R_a -	Note
2.13.1	Fucinatura libera	200	25	60	
2.13.2	Fucinatura a stampo	300	25	60	
2.13.3	Saldatura	300	25	60	
2.13.4	Lavorazione grossolana o media: tolleranza $\geq 0,1 \text{ mm}$	300	22	60	
2.13.5	Lavorazione fine: tolleranza $< 0,1 \text{ mm}$	500	19	60	
2.13.5	Tracciatura, ispezione	750	19	60	
2.13.7	Laboratorio trafilatura, costruzione tubi, formatura a freddo	300	25	60	
2.13.8	Lavorazione laminati: spessore $\geq 5 \text{ mm}$	200	25	60	
2.13.9	Lavorazione fogli: spessore $< 5 \text{ mm}$	300	22	60	
2.13.10	Fabbricazione utensili e attrezzi da taglio	750	19	60	
2.13.11	Assemblaggio				

NORME ILLUMINOTECNICHE

- grossolano		200	25	80	Per grandi altezze è possibile un R_a più basso
- medio		300	25	80	Per grandi altezze è possibile un R_a più basso
- fine		500	22	80	Per grandi altezze è possibile un R_a più basso
- di precisione		750	19	80	Per grandi altezze è possibile un R_a più basso
2.13.12	Galvanizzazione	300	25	80	
2.13.13	Preparazione superfici e verniciatura	750	25	80	
2.13.14	Attrezzi, preparazione sagome e calibri, meccanica di precisione, micromeccanica	1000	19	80	

2.14 Carta e oggetti di carta

N. rif.	Tipo di interno compito o attività	E_m I_x	UGR L -	R_a -	Note
2.14.1	Preparazione dell'impasto e raffinazione	200	25	80	Per grandi altezze è possibile un R_a più basso
2.14.2	Fabbricazione e trasformazione della carta, macchine per carta e cartone ondulato, fabbricazione del cartone	300	25	80	Per grandi altezze è possibile un R_a più basso
2.14.3	Lavori di rilegatura per esempio: piegatura, smistamento, incollaggio, taglio stampa, cucitura	500	22	80	

NORME ILLUMINOTECNICHE

2.15 Centrali elettriche

N. rif.	Tipo di interno compito o attività	E_m	UGR	R_a	Note
		lx	L	$-$	
2.15.1	Impianto alimentazione combustibile	50	-	20	I colori relativi ai segnali di sicurezza devono essere riconoscibili
2.15.2	Locale caldaie	100	28	40	
2.15.3	Sala turbine	200	25	80	
2.15.4	Locali annessi per esempio: locali pompe, locali condensatori, quadri di controllo interni	200	25	60	
2.15.5	Sala di controllo	500	16	80	<ol style="list-style-type: none"> 1. I quadri di controllo sono spesso verticali 2. Possono essere necessari apparecchi con regolazione del flusso luminoso 3. Per stazioni con video terminali vedere 4.11
2.15.6	Dispositivi di controllo esterno	20	-	20	I colori relativi ai segnali di sicurezza devono essere riconoscibili

2.16 Stamperie

N. rif.	Tipo di interno compito o attività	E_m	UGR	R_a	Note
		lx	L	$-$	
2.16.1	Taglio, doratura, stampa in rilievo, lavori su pietra, macchine da stampa, costruzione matrici	500	19	80	
2.16.2	Selezione fogli e stampa a mano	500	19	80	
2.16.3	Montaggio caratteri, ritocco, litografia	1000	19	80	
2.16.4	Controllo colori in stampe policrome	1500	16	90	$T_{CP} \geq 4000 K$
2.16.5	Incisione su acciaio e rame	2000	16	80	

2.17 Laminatoi, lavorazioni ferro e acciaio

N. rif.	Tipo di interno compito o attività	E_m	UGR	R_a	Note
		lx	L	$-$	
2.17.1	Impianti di produzione senza intervento manuale	50	-	20	I colori relativi ai segnali di sicurezza devono essere riconoscibili
2.17.2	Impianti di produzione con intervento manuale occasionale	150	28	40	
2.17.3	Impianti di produzione con intervento manuale continuo	200	25	80	Per grandi altezze è possibile un R_a più basso
2.17.4	Magazzino laminati	50	-	20	I colori relativi ai segnali di

NORME ILLUMINOTECNICHE

2.17.5	Fornace	200	25	20	sicurezza devono essere riconoscibili I colori relativi ai segnali di sicurezza devono essere riconoscibili
2.17.6	Treno di laminazione, avvolgitori, linea di taglio	300	25	40	
2.17.7	Piattaforma di controllo, quadri di controllo	300	22	80	I colori relativi ai segnali di sicurezza devono essere riconoscibili
2.17.8	Prova, misura e controllo	500	22	80	
2.17.9	Gallerie di manutenzione, sezione cinghie, cantine ecc.	50	-	20	

2.18 Lavorazione e manifattura tessile

N. rif.	Tipo di interno compito o attività	E_m	UGR	R_a	Note
		lx	L	-	
2.18.1	Aree di lavoro a lato delle vasche di lavaggio, apertura balle	200	25	60	
2.18.2	Cardatura, lavaggio, stiratura, disegno, pettinatura, imbozzimatura, incollaggio, punzonatura cartoni, profilatura, filatura juta e canapa	300	22	80	
2.18.3	Filatura, ritorcinatura, aspatura, sbobinatura	500	22	80	Impedire l'effetto stroboscopico
2.18.4	Ordinatura, tessitura, intrecciatura, maglieria	500	22	80	Impedire l'effetto stroboscopico
2.18.5	Cucitura, maglieria fine, rimagliatura, rammendo	750	22	80	
2.18.6	Disegno manuale, disegno trame	750	22	90	$T_{CP} \geq 4000 K$
2.18.7	Finitura, tintura	500	22	80	
2.18.8	Camera di asciugatura	100	28	60	
2.18.9	Stampaggio automatico	500	25	80	
2.18.10	Annodatura, ispezione della trama, passamaneria	1000	19	80	
2.18.11	Ispezione colori, controllo fabbricazione	1000	16	90	$T_{CP} \geq 4000 K$
2.18.12	Rammendo invisibile	1500	19	90	$T_{CP} \geq 4000 K$
2.18.13	Manifattura cappelli	500	22	80	

2.19 Costruzione veicoli

N. rif.	Tipo di interno compito o attività	E_m	UGR	R_a	Note
		lx	L	-	
2.19.1	Carrozzeria e assemblaggio	500	22	80	
2.19.2	Verniciatura, spruzzatura, lucidatura	750	22	80	
2.19.3	Verniciatura: ritocco, ispezione	1000	19	90	
2.19.4	Produzione rivestimenti interni	1000	19	80	$T_{CP} \geq 4000 K$

NORME ILLUMINOTECNICHE

2.19.5	(locali occupati) Ispezione finale	1000	19	80
--------	---------------------------------------	------	----	----

2.20 Lavorazione e manifattura legno

N. rif.	Tipo di interno compito o attività	E_m lx	UGR L -	R_a -	Note
2.20.1	Processi automatici, ad esempio: essiccazione, produzione compensato	50	28	40	
2.20.2	Camere del vapore	150	28	40	
2.20.3	Sega	300	25	60	Impedire l'effetto stroboscopico
2.20.4	Lavori al banco di falegnameria, incollaggio, assemblaggio	300	25	80	
2.20.5	Lucidatura, verniciatura, falegnameria di fantasia	750	22	80	
2.20.6	Lavorazioni su macchine utensili, per esempio: tornitura, scannellatura, sgrossatura, ribassatura, scanalatura, taglio, segatura, cavatura	500	19	80	
2.20.7	Selezione legno per impiallacciatura	750	22	90	$T_{CP} \geq 4000 K$
2.20.8	Intarsio, lavoro d'intarsio	750	22	90	$T_{CP} \geq 4000 K$
2.20.9	Controllo qualità, ispezione	1000	19	90	$T_{CP} \geq 4000 K$

Tabella 1.3: Uffici

3 Uffici

N. rif.	Tipo di interno compito o attività	E_m lx	UGR L -	R_a -	Note
3.1	Archiviazione, copiatura	300	19	80	
3.2	Scrittura, dattilografia, lettura, elaborazione dati	500	19	80	
3.3	Disegno tecnico	750	16	90	
3.4	Postazioni CAD	500	19	80	
3.5	Sale conferenze e riunioni	500	19	80	L'illuminazione deve essere regolabile
3.6	Ricezione (reception)	300	22	80	
3.7	Archivi	200	25	80	

Tabella 1.4: Vendita al dettaglio

NORME ILLUMINOTECNICHE

4 Vendita al dettaglio

N. rif.	Tipo di interno compito o attività	E_m lx	UGR L	R_a	Note
4.1	Aree di vendita	300	22	80	L'illuminamento E_m e l'abbagliamento UGR sono determinati dal tipo di negozio
4.2	Casse	500	19	80	
4.3	Tavolo imballaggio	5000	19	80	

Tabella 1.5: Luoghi pubblici

5.1 Spazi comuni

N. rif.	Tipo di interno compito o attività	E_m lx	UGR L	R_a	Note
5.1.1	Ingressi	100	22	80	UGR solo se applicabile
5.1.2	Guardaroba	200	25	80	
5.1.3	Sale attesa	200	22	80	
5.1.4	Biglietteria	300	22	80	

5.2 Ristoranti e hotel

N. rif.	Tipo di interno compito o attività	E_m lx	UGR L	R_a	Note
5.2.1	Reception/cassa, portineria	300	22	80	Deve esserci una zona di transizione tra la cucina e il ristorante
5.2.2	Cucina	500	22	80	
5.2.3	Ristorante, sala da pranzo, sala ricevimenti	-	-	80	L'illuminazione deve creare un'atmosfera appropriata
5.2.4	Ristoranti self-service	200	22	80	È raccomandato l'uso di apparecchi con regolazione del flusso luminoso
5.2.5	Buffet	300	22	80	
5.2.6	Sale conferenze	500	19	80	
5.2.7	Corridoi	100	25	80	Durante la notte un più basso livello è accettabile

5.3 Teatri, sale di concerto, cinema

N. rif.	Tipo di interno compito o attività	E_m lx	UGR L	R_a	Note
5.3.1	Sale di prova, spogliatoi	300	22	80	L'illuminazione degli specchi per il trucco deve essere priva di abbagliamento

NORME ILLUMINOTECNICHE

5.4 Fiere, padiglioni espositivi

N. rif.	Tipo di interno compito o attività	E_m lx	UGR L -	R_a -	Note
5.4.1	Illuminazione generale	300	22	80	

5.5 Musei

N. rif.	Tipo di interno compito o attività	E_m lx	UGR L -	R_a -	Note
5.5.1	Oggetti esposti insensibili alla luce	-	-	-	L'illuminazione è determinata dalle esigenze della mostra
5.5.2	Oggetti esposti sensibili alla luce	-	-	-	<ol style="list-style-type: none"> 1. L'illuminazione è determinata dalle esigenze della mostra 2. La protezione contro le radiazioni è di somma importanza

5.6 Librerie

N. rif.	Tipo di interno compito o attività	E_m lx	UGR L -	R_a -	Note
5.6.1	Scaffali	200	19	80	
5.6.2	Area di lettura	500	19	80	
5.6.3	Posti di servizio al pubblico	500	19	80	

5.7 Parcheggi pubblici (coperti)

N. rif.	Tipo di interno compito o attività	E_m lx	UGR L -	R_a -	Note
5.7.1	Rampe di ingresso/uscita (durante il giorno)	300	25	20	<ol style="list-style-type: none"> 1. Illuminazione a livello suolo 2. I colori relativi ai segnali di sicurezza devono essere riconoscibili
5.7.2	Rampe di ingresso/uscita (durante la notte)	75	25	20	<ol style="list-style-type: none"> 1. Illuminazione a livello suolo 2. I colori relativi ai segnali di sicurezza devono essere riconoscibili
5.7.3	Corsie di circolazione	75	25	20	<ol style="list-style-type: none"> 1. Illuminazione a livello suolo 2. I colori relativi ai segnali di sicurezza devono essere riconoscibili
5.7.4	Aree di parcheggio	75	-	20	<ol style="list-style-type: none"> 1. Illuminazione a livello suolo 2. I colori relativi ai segnali di sicurezza devono essere riconoscibili 3. Un illuminamento verticale

NORME ILLUMINOTECNICHE

elevato aumenta il riconoscimento facciale e quindi il senso di sicurezza

5.7.5	Biglietteria	300	19	80	1. Evitare la riflessione nelle finestre 2. Evitare l'abbagliamento dovuto all'esterno
-------	--------------	-----	----	----	---

Tabella 1.6: Edifici scolastici

6.1 Asili nido, scuole materne

N. rif.	Tipo di interno compito o attività	E_m lx	UGR L -	R_a -	Note
6.1.1	Aule giochi	300	19	80	
6.1.2	Nido	300	19	80	
6.1.3	Aule per lavoro manuale	300	19	80	

6.2 Edifici scolastici

N. rif.	Tipo di interno compito o attività	E_m lx	UGR L -	R_a -	Note
6.2.1	Aule scolastiche	300	19	80	È raccomandato l'uso di apparecchi con regolazione del flusso luminoso
6.2.2	Aule in scuole serali e per adulti	500	19	80	È raccomandato l'uso di apparecchi con regolazione del flusso luminoso
6.2.3	Sale lettura	500	19	80	È raccomandato l'uso di apparecchi con regolazione del flusso luminoso
6.2.4	Lavagna	500	19	80	Evitare le riflessioni speculari
6.2.5	Tavolo per dimostrazioni	500	19	80	In sale lettura 750 lx
6.2.6	Aule educazione artistica	500	19	80	
6.2.7	Aule educazione artistica in scuole d'arte	750	19	80	$T_{CP} \geq 4000 K$
6.2.8	Aule per disegno tecnico	750	16	80	
6.2.9	Aule per educazione tecnica e laboratori	500	19	80	
6.2.10	Aule lavori artigianali	500	19	80	
6.2.11	Laboratorio insegnamento	500	19	80	
6.2.12	Aule musica	300	19	80	
6.2.13	Laboratori di informatica	300	19	80	
6.2.14	Laboratori linguistici	300	19	80	
6.2.15	Aule di preparazione e officine	500	22	80	
6.2.16	Ingressi	200	22	80	
6.2.17	Aree di circolazione, corridoi	100	25	80	
6.2.18	Scale	150	25	80	
6.2.19	Sale comuni per gli studenti e aula magna	200	22	80	
6.2.20	Sale professori	300	19	80	

NORME ILLUMINOTECNICHE

6.2.21	Biblioteca: scaffali	200	19	80	Per specifiche attività vedere EN 12193
6.2.22	Biblioteca: aree di lettura	500	19	80	
6.2.23	Magazzini materiale didattico	100	25	80	
6.2.24	Palazzetti, palestre, piscine (uso generale)	300	22	80	
6.2.25	Mensa	200	22	80	
6.2.26	Cucina	500	22	80	

Tabella 1.7: Edifici di cura

7.1 Locali di uso generale

N. rif.	Tipo di interno compito o attività	E_m lx	UGR L -	R_a -	Note
					Tutti illuminamenti a livello di pavimento
7.1.1	Sale attesa	200	22	80	
7.1.2	Corridoi: durante il giorno	200	22	80	
7.1.3	Corridoi: durante la notte	50	22	80	
7.1.4	Day room	200	22	80	

7.2 Locali per il personale

N. rif.	Tipo di interno compito o attività	E_m lx	UGR L -	R_a -	Note
7.2.1	Ufficio personale	500	19	80	
7.2.2	Stanza personale	300	19	80	

7.3 Corsie, reparti maternità

N. rif.	Tipo di interno compito o attività	E_m lx	UGR L -	R_a -	Note
					Evitare luminanze troppo elevate nel campo visivo dei pazienti Illuminamento a livello pavimento
7.3.1	Illuminazione generale	100	19	80	
7.3.2	Illuminazione di lettura	300	19	80	
7.3.3	Visita semplice	300	19	80	
7.3.4	Visita e trattamento	1000	19	80	
7.3.5	Luce notturna, luce di sorveglianza	5	-	80	
7.3.6	Bagni, toilette per pazienti	200	22	80	

7.4 Locali diagnostici

N. rif.	Tipo di interno compito o attività	E_m lx	UGR L -	R_a -	Note
7.4.1	Illuminazione generale	500	19	90	
7.4.2	Visita e trattamento	1000	19	90	

NORME ILLUMINOTECNICHE

7.5 Locali per visite oculistiche

N. rif.	Tipo di interno compito o attività	E_m	UGR L	R_a	Note
		I_x	-	-	
7.5.1	Illuminazione generale	300	19	90	
7.5.2	Visita esterna dell'occhio	1000	-	90	
7.5.3	Test di lettura e visione dei colori sui pannelli	500	16	90	

7.6 Locali per visite otorinolaringoiatriche

N. rif.	Tipo di interno compito o attività	E_m	UGR L	R_a	Note
		I_x	-	-	
7.6.1	Illuminazione generale	300	19	80	
7.6.2	Visita orecchio	1000	-	90	

7.7 Locali analisi

N. rif.	Tipo di interno compito o attività	E_m	UGR L	R_a	Note
		I_x	-	-	
7.7.1	Illuminazione generale	300	19	80	
7.7.2	Analisi con amplificatore di immagini e sistemi televisivi	50	19	80	

7.8 Sale parto

N. rif.	Tipo di interno compito o attività	E_m	UGR L	R_a	Note
		I_x	-	-	
7.8.1	Illuminazione generale	300	19	80	
7.8.2	Visita e trattamento	1000	19	80	

7.9 Locali di cura

N. rif.	Tipo di interno compito o attività	E_m	UGR L	R_a	Note
		I_x	-	-	
7.9.1	Dialisi	500	19	80	È raccomandato l'uso di apparecchi con regolazione del flusso luminoso
7.9.2	Dermatologia	500	19	80	
7.9.3	Endoscopia	300	19	80	
7.9.4	Ingessatura	500	19	80	
7.9.5	Bagni medicali	300	19	80	
7.9.6	Massaggio e radioterapia	300	19	80	

7.10 Sale operatorie

N. rif.	Tipo di interno compito o attività	E_m	UGR L	R_a	Note
		I_x	-	-	
7.10.1	Locale pre-operatorio e risveglio	500	19	90	

NORME ILLUMINOTECNICHE

7.10.2	Sala operatoria	1000	19	90	E_m : da 10000 lx a 100000 lx
7.10.3	Area operatoria				

7.11 Rianimazione e cure intensive

N. rif.	Tipo di interno compito o attività	E_m lx	UGR L	R_a -	Note
7.11.1	Illuminazione generale	100	19	90	Illuminamento a livello pavimento
7.11.2	Visita semplice	300	19	90	Illuminamento a livello pavimento
7.11.3	Visita e trattamento	1000	19	90	Illuminamento a livello pavimento
7.11.4	Ingessatura	20	19	90	

7.12 Odontoiatria

N. rif.	Tipo di interno compito o attività	E_m lx	UGR L	R_a -	Note
7.12.1	Illuminazione generale	500	19	90	L'illuminamento sul paziente deve essere sente da abbagliamento
7.12.2	Sul paziente	1000	-	90	
7.12.3	Area operatoria	5000	-	90	Valori superiori ai 5000 lx quando richiesto
7.12.4	Confronto con il colore dei denti	5000	-	90	$T_{CP} \geq 6000$ K

7.13 Laboratori e farmacie

N. rif.	Tipo di interno compito o attività	E_m lx	UGR L	R_a -	Note
7.13.1	Illuminazione generale	500	19	80	
7.13.2	Ispezione colori	1000	19	90	$T_{CP} \geq 6000$ K

7.14 Locali di decontaminazione

N. rif.	Tipo di interno compito o attività	E_m lx	UGR L	R_a -	Note
7.14.1	Locali di sterilizzazione	300	22	80	
7.14.2	Locali disinfestazione	300	22	90	

7.15 Locali per autopsia e camera mortuaria

N. rif.	Tipo di interno compito o attività	E_m lx	UGR L	R_a -	Note
7.15.1	Illuminazione generale	500	19	90	
7.15.2	Tavolo per autopsia e dissezione	5000	-	90	Valori superiori ai 5000 lx quando richiesto

NORME ILLUMINOTECNICHE

Tabella 1.8: Aree riservate ai trasporti

8.1 Aeroporti						
N. rif.	Tipo di interno compito o attività	E _m lx	UGR L -	R _a -	Note	
8.1.1	Sale di arrivo e partenza, aree ritiro bagagli	200	22	80	Per grandi altezze vedere 4.6.2	
8.1.2	Aree di collegamento, scale e tappeti mobili	150	22	80		
8.1.3	Banchi informazioni, accettazione	500	19	80	Per lavoro al videoterminale vedere 4.11	
8.1.4	Dogana e controllo passaporti	500	19	80	L'illuminamento verticale è importante	
8.1.5	Sale attesa	200	22	80		
8.1.6	Deposito bagagli	200	25	80		
8.1.7	Aree controllo di sicurezza	300	19	80		
8.1.8	Torre di controllo traffico aereo	500	16	80	<ol style="list-style-type: none">1. L'illuminazione deve essere regolabile2. Per lavoro al videoterminale vedere 4.113. L'abbagliamento da luce diurna deve essere evitato4. Evitare la riflessione sulle finestre specialmente durante la notte.	
8.1.9	Hangar per le riparazioni ed i controlli	500	22	80	Per grandi altezze vedere 4.6.2	
8.1.10	Aree controllo motori	500	22	80	Per grandi altezze vedere 4.6.2	
8.1.11	Aree di misura all'interno degli hangar	500	22	80	Per grandi altezze vedere 4.6.2	
8.2 Stazioni						
N. rif.	Tipo di interno compito o attività	E _m lx	UGR L -	R _a -	Note	
8.2.1	Banchine e sottopassi passeggeri	100	28	40		
8.2.2	Atrii e sportelli	200	28	40		
8.2.3	Biglietteria, deposito bagagli, cassa	300	19	80		
8.2.4	Sale attesa	200	22	80		