



# CITTÀ METROPOLITANA DI FIRENZE

## PROGETTO DEFINITIVO

Costruzione di un nuovo edificio scolastico presso l'area di Via Raffaello Sanzio ad Empoli  
CIG: 7190268CD9

## STAZIONE APPALTANTE



CITTÀ METROPOLITANA DI FIRENZE  
Palazzo Medici Riccardi - Via Cavour, 1  
50129 Firenze

## STUDI DI PROGETTAZIONE



ATIproject  
Via G. B. Picotti 12/14, 56124 Pisa  
Tel +39.050.57.84.60  
Fax. +39.050.38.69.084  
P.IVA 01991420504



SAMA Scavi Archeologici Soc. Coop.  
Corso Gasperina 71, 00118 Roma  
Cell +39.348.9273467  
Fax. +39.06.94.80.04.93  
P.IVA 11468301004

## STAFF DI PROGETTAZIONE

ARCHITETTONICO: Ing. Arch. Branko Zrnica

STRUTTURALE: Ing. Arch. Branko Zrnica  
Ing. Gerardo Masiello

IMPIANTI ELETTRICI: Ing. Luca Serri

IMPIANTI MECCANICI: Ing. Luca Serri

COORDINATORE SICUREZZA  
IN FASE DI PROGETTAZIONE: Ing. Arch. Branko Zrnica  
Ing. Vito Avino

GEOLOGO: Geol. Paola Baronci

COLLABORATORI:

Ing. Arch. Filippo Vallerini  
Ing. Gian Luca Grassini  
Ing. Luca Lanatà  
Ing. Veronica Palla  
Ing. Valerio Bagagli  
Arch. Mila Splendiani  
Ing. Chiara Porroni  
Ing. Lucrezia Dosmi  
Arch. Ludovico Romboli  
Ing. Martina Di Pede  
Ing. Alessandro Pianigiani  
Ing. Michele Versace  
Ing. Lino Blundo

Ing. Giorgia Cavatorta  
Ing. Carmine Lamberti  
Per. Ind. Alberto Vestrucci  
Ing. Marco Casalini  
Ing. Marco Cinotti  
Ing. Francesco Del Viva  
Ing. Matteo Pierotti  
Ing. Marco Mori  
Ing. Luca Guidi  
Ing. Martina Pellegrino  
Ing. Anna Continanza  
Ing. Pietro Diamanti  
Ing. Laura De Salvo

## DATI DI PROGETTO

DATA	N° PROGETTO	NOME PROGETTO
Luglio 2018	829.18	Definitivo Scuola Empoli

## REVISIONI

N°	MOTIVAZIONE	DATA
Rev01	Aggiornamento elaborati	24/09/2018

## RELAZIONE

Copyright © by AT|project

## OGGETTO:

Relazione tecnica delle opere architettoniche

# AR RT

Rev01

PRIMA DI INIZIARE I LAVORI TUTTE LE MISURE DEVONO ESSERE CONTROLLATE E VERIFICATE IN CANTIERE. L'APPALTATORE È RESPONSABILE DELLA LORO ESATTEZZA. QUANDO SONO PRESENTI INDICAZIONI RELATIVE A PARTICOLARI DETTAGLI COSTRUTTIVI, QUESTI DEVONO ASSOLUTAMENTE ESSERE PRESI A RIFERIMENTO PER L'ESECUZIONE DELL'OPERA.

GLI ESECUTIVI SONO DA LEGGERSI UNITAMENTE AGLI ESECUTIVI STRUTTURALI ED IMPIANTISTICI. MODIFICHE O DISCREPANZE PRESENTI NEGLI ESECUTIVI STRUTTURALI ED IMPIANTISTICI DEVONO ESSERE COMUNICATE TEMPESTIVAMENTE AI PROGETTISTI TRAMITE IL DIRETTORE DEI LAVORI. NON È PERMESSA ALCUNA MODIFICA DI QUALUNQUE GENERE SE NON PREVENTIVAMENTE ACCETTATA E CONTROFIRMATA DAI PROGETTISTI ARCHITETTONICI CHE RIMANGONO GLI UNICI AVENTI DIRITTO AD APPORTARE MODIFICHE.

SI ELENCA INOLTRE LE SEGUENTI PRECISAZIONI AL FINE DI POTER INTERPRETARE CORRETTAMENTE TUTTI GLI ELABORATI ESECUTIVI:

- LE QUOTE IN PIANTA IN ASSE AGLI INFISSI APRIBILI SONO DA CONSIDERARSI MISURATE AL NETTO DEL TELAIO SIA RELATIVAMENTE ALLA LARGHEZZA CHE ALL'ALTEZZA;
- PER LE STRATIGRAFIE DELLE PARETI E CONTROPARETI SI FA RIFERIMENTO ALLO SPECIFICO ABACO;
- È FONDAMENTALE PORRE MOLTA ATTENZIONE AI DETTAGLI COSTRUTTIVI, IN PARTICOLAR MODO ALLA POSA DEGLI ISOLANTI E DELLE MEMBRANE IMPERMEABILIZZANTI;
- TUTTE LE GIUNZIONI, PUNTI DI CONNESSIONE TRA SOLAI E PARETI ESTERNE, TUTTI LE CONNESSIONI SUI SERRAMENTI, TUTTE LE APERTURE, FORI, TUBAZIONI, LINEE ECC. CHE CONDUCONO VERSO L'ESTERNO DEVONO ESSERE ESEGUITI ASSOLUTAMENTE IMPERMEABILI ALL'ARIA CON NASTRI ADESIVI O COLLE ADEGUATE.

È vietata la riproduzione del presente elaborato tecnico con qualsiasi mezzo, compreso la fotocopia, qualora non autorizzata da Atiproject.

1.	PREMESSA.....	3
2.	DESCRIZIONE DEL PROGETTO DEFINITIVO .....	3
2.1.	Descrizione e dimensionamento dell'edificio scolastico .....	3
3.	RISPONDEZZA ALLE NORMATIVE VIGENTI .....	6
3.1.	Dimensionamento dell'edificio scolastico.....	7
4.	QUALITÀ ARCHITETTONICA, TECNICO FUNZIONALE DEL PROGETTO DEFINITIVO .....	7
4.1.	Caratteristiche costruttive dell'edificio.....	8
5.	IMPIANTI TECNOLOGICI .....	8
6.	ANALISI DEGLI ELEMENTI DI INVOLUCRO .....	9
6.1.	PREMESSA.....	9
6.2.	ELEMENTI DELL'INVOLUCRO OPACO.....	9
6.2.1.	Sistema verticale: pareti esterne tipo in corrispondenza del setto in XLAM – TIPO .....	10
6.2.2.	Sistema verticale: pareti esterne tipo in corrispondenza dei pilastri – TIPO .....	11
6.2.3.	Sistema orizzontale: solaio contro-terra in corrispondenza delle aule – TIPO.....	12
6.2.4.	Sistema orizzontale: solaio contro-terra in corrispondenza dei bagni – TIPO.....	12
6.2.5.	Sistema orizzontale: solaio contro-terra in corrispondenza della palestra – TIPO.....	13
6.2.6.	Sistema orizzontale: solaio di copertura blocco scuola/palestra – TIPO.....	14
6.2.7.	Sistema orizzontale: solaio di copertura blocco uffici – TIPO .....	15
6.2.8.	Sistema orizzontale: solaio di copertura blocco laboratori – TIPO.....	16
6.3.	ASPETTI RELATIVI ALLA MANUTENZIONE .....	17
6.3.1.	Premessa.....	17
6.3.2.	Manutenzione dell'involucro.....	17
Prescrizioni di posa del cappotto.....		17
Scelta di un isolante con ottima durabilità in corrispondenza dei nodi critici .....		17
6.4.	ELEMENTI DELL'INVOLUCRO TRASPARENTE .....	18
6.4.1.	Facciata continua.....	18
6.4.2.	Porte – finestre ad inserimento .....	18
6.4.3.	Infissi esterni.....	19
6.5.	SISTEMI OSCURANTI E FILTRANTI.....	20
6.5.1.	Tende interne.....	20
6.5.2.	Frangisole .....	20
6.5.3.	Analisi elementi finiti dei ponti termici .....	20
7.	ELEMENTI INTERNI .....	21
7.1.1.	Solaio interpiano - TIPO.....	21
7.1.2.	Tramezzi interni – TIPO .....	22
7.1.3.	Infissi interni.....	23
7.1.4.	Controsoffitti.....	23
7.1.5.	Baffles .....	24

7.1.6.	Pavimenti e rivestimenti interni .....	25
8.	REQUISITI ILLUMINOTECNICI E PARAMETRI AEROILLUMINANTI.....	26
9.	SISTEMAZIONI ESTERNE .....	31
9.1.1.	Pavimentazione esterna .....	31
9.1.2.	Incremento della vegetazione con arbusti e alberature .....	31
10.	ALLEGATO: VERIFICA DEL FATTORE MEDIO DI LUCE DIURNA.....	32

### 1. PREMESSA

Oggetto della presente relazione è il progetto definitivo del nuovo edificio scolastico di secondo grado presso l'area di Via R. Sanzio nel comune di Empoli.

Il lotto d'intervento ha una superficie di 9370,30 mq su un'area d'intervento di 75155 mq che il R.U.C. individua come ambito destinato "attrezzature e servizi a scala territoriale" comprendente diversi edifici scolastici.

Si tratta di un'area pianeggiante delimitata dalla viabilità esistente interna all'area a Est, dalla presenza di aree agricole periurbane a Sud, e da un rio a Est che confluisce nel Rio di Santa Maria.

Il progetto definitivo è stato sviluppato seguendo gli indirizzi progettuali derivanti dalle esigenze della Committenza, la Città Metropolitana di Firenze, e dalle proposte migliorative presentate in fase di gara.

Gli accessi, sia carrabile che pedonale al nuovo edificio, avverranno tramite la strada esistente che da Via Bonistallo attraversa l'area del complesso scolastico esistente. Da questa si accederà ad un parcheggio che servirà sia la scuola che la palestra, anche in orario extra-scolastico.

### 2. DESCRIZIONE DEL PROGETTO DEFINITIVO

#### 2.1. Descrizione e dimensionamento dell'edificio scolastico

La scuola è stata dimensionata per ospitare 25 aule, ciascuna con capienza pari a 30 alunni, per un totale di 625 studenti.

L'edificio si articola in diversi blocchi;

- blocco scuola,
- blocco palestra,
- blocco uffici,
- blocco atrio/laboratori,

in modo tale che possano essere utilizzati indipendentemente a varie fasce orarie.

L'ingresso avviene attraverso un *atrio* che si trova in un blocco indipendente a due piani: in posizione centrale tra la scuola e la palestra permetterà di smistare i flussi tra i due blocchi, di accedere alla corte verde centrale e, tramite una scala lineare in acciaio, agli spalti della palestra.

Il blocco scuola ha le dimensioni in pianta di 71,00x18,80 m e si sviluppa per due piani fuori terra con coperture inclinate del 7% a Sud e del 10% a Nord con un'altezza in gronda di 8,91 m e in colmo di 9,74 m. Dal punto di vista compositivo e funzionale saranno presenti i seguenti ambienti:

- l'*agorà*: all'interno della quale si troverà un elemento "scala" che sarà il centro di distribuzione dei percorsi orizzontali e verticali ed è connessa a tutte le attività pubbliche con le quali può all'occasione integrarsi e

sovrapporsi svolgendo la funzione di nucleo della scuola, conterrà due scale e l'ascensore e da esso partirà il connettivo longitudinale sul quale saranno distribuiti tutti gli ambienti:

- la *guardiana*
- *11 aule didattiche*
- *1 blocco servizi per alunni*
- *2 locali tecnici e 1 locale antincendio* accessibili solo dall'esterno
- *aula insegnanti*
- *archivio*

Alla fine del connettivo il blocco uffici ad un solo piano delle dimensioni di 30,90x9,70 m con copertura verde e altezza in prospetto di 5,08 m con all'interno:

- *area d'attesa*
- *blocco servizi entro cui saranno collocati gli spogliatoi per il personale ATA con i relativi servizi*
- *vicepresidenza*
- *presidenza*
- *uffici amministrativi*

Dal blocco scuola il primo piano si raggiungerà tramite le scale presenti nell'agorà e alle due all'estremità del blocco, una delle quali esterna, e l'ascensore e vi saranno collocati gli ambienti distribuiti ancora una volta da un connettivo centrale:

- *14 aule didattiche*
- *blocco servizi per alunni*
- *blocco servizi per gli insegnanti*

A questo stesso piano un connettivo che si affaccerà sull'agorà condurrà al blocco centrale vetrato a copertura piana contenente al primo piano:

- *2 laboratori*
- *accesso agli spalti della palestra* tramite un filtro

L'altezza di tale blocco è di 8,73 m.

Attraverso l'atrio sarà possibile, al piano terra, raggiungere il blocco palestra.

Esternamente tutti i blocchi che compongono la nuova scuola sono riconoscibili e caratterizzati dal trattamento dei prospetti e dalle finiture utilizzate. Il blocco centrale, atrio al piano terra e laboratori al piano superiore, mette in comunicazione scuola e palestra ed è completamente vetrato per garantire la permeabilità tra interno ed esterno e per invitare gli alunni ad entrare. Il piano superiore è aggettante e si protende verso il complesso e la città.

Per quanto riguarda il blocco scuola questo si presenta, nel prospetto corto verso il complesso scolastico, tagliato in corrispondenza della scala che si trova all'estremità delle piante, rivelandone la presenza che

altrimenti rimarrebbe nascosta. Sul lato Sud si affacciano praticamente solo aule che prendono luce da grandi finestre che permettono di far entrare più luce solare possibile, schermate da elementi lignei orizzontali che scandiscono il prospetto insieme ad elementi opachi a tutta altezza. Sul lato Nord le aperture delle aule sono invece ridotte. Ad Ovest una porta permette l'accesso al tetto verde del blocco uffici.

## **2.2. Descrizione e dimensionamento dell'edificio palestra**

Il blocco palestra ha dimensioni di 32,9 x 31,35 con coperture inclinate del 8% a Est e dell'13% a Ovest con un'altezza in gronda di 8,77 m e in colmo di 10,20 m.

In pianta è caratterizzato da una fascia di servizio contenente:

- *servizi per il pubblico*
- *spogliatoi per alunni e atleti*
- *spogliatoi per arbitri e insegnanti*
- *locale tecnico* accessibile solo dall'esterno

mentre

- *infermeria*
- *deposito attrezzi*

si trovano nel volume utilizzato dalla scuola come blocco amministrativo, ma accessibile solo dalla palestra.

Sempre al piano terra:

- il *campo da gioco* vero e proprio abilitato per i gli sport di pallacanestro (28 x 15 m), calcio a 5 (25 x 15 m) e pallavolo (18 x 9 m) per un totale di 716 mq.

Tra i servizi e il campo le scale che permettono di accedere agli *spalti a gradoni* con una capienza di 120 spettatori.

Questo stesso spazio per il pubblico avrà un accesso privilegiato tramite una scala lineare in acciaio che, in prossimità dell'atrio attraversando il volume dei laboratori, permetterà di raggiungere direttamente gli spalti.

I flussi di atleti e spettatori sono separati tramite apposita suddivisione all'interno della quale

A questa quota anche un ulteriore *locale tecnico* e una *terrazza* che si affaccia sul campo da gioco.

Per quanto riguarda gli esterni della palestra, il prospetto Ovest presenta grandi aperture su due piani, sul lato Est limitate al piano degli spalti. Sono invece limitate sui lati corti su cui si aprono solo le uscite di emergenza al piano terra.

## **2.1. Descrizione e dimensionamento degli esterni**

Gli accessi, sia carrabile che pedonale al nuovo edificio, avverranno tramite la strada esistente che da Via Bonistallo attraversa il complesso scolastico. Da questa si accederà ad un parcheggio che servirà sia la scuola che la palestra, anche in orario extra-scolastico.

Nel complesso si avrà il seguente numero di stalli:

N° 43 posti auto di cui N°2 per diversamente abili

N° 48 posti per motorini

Rastrelliere per biciclette.

Le sistemazioni a verde saranno sia interne che esterne: l'edificio verrà circondato, su ogni fronte, dal verde con le specie arboree che saranno scelte per tipologia in base ai fronti dell'edificio prediligendo piante autoctone ed entomofile, sicure per la salute e sicurezza dei ragazzi. Un marciapiede renderà percorribile il perimetro della nuova scuola e i percorsi pedonali sulla parte frontale, circondati dal verde che giocherà con variazioni di quote, porteranno direttamente all'ingresso.

Al centro dell'edificio una corte verde accoglierà i fruitori dell'edificio che, tramite la trasparenza delle facciate continue, percepiranno la continuità tra interno ed esterno. Tale corte, che sarà alberata, accoglierà gli alunni durante le pause.

### **3. RISPONDEZZA ALLE NORMATIVE VIGENTI**

Per il dimensionamento di tutti gli ambienti del nuovo edificio, le caratteristiche distributive dei locali e degli spazi sono state prese in considerazione le richieste della Committenza, la Città Metropolitana di Firenze, espresse nello studio di fattibilità tecnico economica posto a base gara, affiancate ai parametri del D.M. 18 Dicembre 1975 ("Norme tecniche aggiornate relative all'edilizia scolastica, ivi compresi gli indici di funzionalità didattica, edilizia ed urbanistica, da osservarsi nella esecuzione di opere di edilizia scolastica") ritenuti indicativi in particolare per la definizione delle superfici minime al di sotto delle quali non è ragionevole scendere, e le Linee Guida varate dal MIUR 11/04/2013.

Dal punto di vista dimensionale l'edificio risulta essere conforme a quanto previsto dalla normativa urbanistica e edilizia del comune di Empoli, come risulta dalla relazione generale.

Allo stesso modo, consultando la REL GEN e la REL L13, è possibile verificare la rispondenza ai requisiti di accessibilità.

Il complesso scolastico garantisce inoltre la rispondenza alla normativa in materia di sicurezza antincendio ed normativa impiantistica civile vigente come da relazioni specialistiche allegate al presente progetto.

### 3.1. Dimensionamento del nuovo edificio

<b>Abaco - Verifiche DM 18/12/1975</b>				
<b>DM Attività</b>	<b>Reparto</b>	<b>Quantità richieste</b>	<b>Minimi normativa</b>	<b>Area</b>
Altro				
Altro	Infermeria	20 m <sup>2</sup>		20.23 m <sup>2</sup>
Altro	Locali tecnici	0 m <sup>2</sup>		173.78 m <sup>2</sup>
Altro	Ripostiglio	30 m <sup>2</sup>		35.32 m <sup>2</sup>
Altro	Sala insegnanti	80 m <sup>2</sup>		80.90 m <sup>2</sup>
Attività collettive				
Attività collettive	Attività integrative e parascolastiche	0 m <sup>2</sup>	0.6 m <sup>2</sup> /alunno	0.00 m <sup>2</sup>
Attività collettive	Biblioteca alunni	0 m <sup>2</sup>	0.27 m <sup>2</sup> /alunno	0.00 m <sup>2</sup>
Attività complementari				
Attività complementari	Atrio	0 m <sup>2</sup>	0.2 m <sup>2</sup> /alunno	193.89 m <sup>2</sup>
Attività complementari	Connettivo e servizi igienici	0 m <sup>2</sup>	2.42 m <sup>2</sup> /alunno	1021.42 m <sup>2</sup>
Attività complementari	Uffici	204 m <sup>2</sup>	0.27 m <sup>2</sup> /alunno	211.33 m <sup>2</sup>
Attività didattiche				
Attività didattiche	Attività normali	1250 m <sup>2</sup>	1.96 m <sup>2</sup> /alunno	1269.11 m <sup>2</sup>
Attività didattiche	Attività speciali	102 m <sup>2</sup>	2.15 m <sup>2</sup> /alunno	120.30 m <sup>2</sup>
Spazi per l'educazione fisica				
Spazi per l'educazione fisica	Palestra	900 m <sup>2</sup>	980 m <sup>2</sup> *	715.76 m <sup>2</sup>
Spazi per l'educazione fisica	Servizi palestra	298 m <sup>2</sup>		406.19 m <sup>2</sup>
* Spazi per l'educazione fisica e relativi servizi				4248.22 m <sup>2</sup>

La scuola è stata dimensionata per ospitare 25 aule, ciascuna con capienza pari a 30 alunni, per un totale di 625 studenti.

## 4. QUALITÀ ARCHITETTONICA, TECNICO FUNZIONALE DEL PROGETTO DEFINITIVO

Le soluzioni architettoniche proposte sono tese alla realizzazione di un progetto di qualità sia per quanto riguarda l'uniformità di segno sia a livello materico. Scopo della progettazione è stato quello di realizzare un intervento completamente integrato con il contesto sia a livello architettonico che tecnico-funzionale, ricercando la qualità e la valenza estetica dei diversi elementi studiati. Il progetto è teso a realizzare un edificio che, mediante l'uso di materiali, soluzioni e tecnologie edilizie appropriate, contribuisca alla tutela della salute, con il minimo impiego delle materie non rinnovabili e l'uso di materiali ecocompatibili. La composizione architettonica è stata considerata a livello integrato, per cui tutti i vari elementi, sia a livello estetico che impiantistico, sono stati scelti in modo tale da ottenere la migliore valenza estetica, il miglior impatto e ordine visivo dei nuovi ambienti. Oltre al rispetto delle normative di settore, in riferimento alla UNI 8289/81, il progetto ha posto particolare attenzione alla gestione della qualità ambientale e alle condizioni di abitabilità degli spazi interni che saranno caratterizzati da livelli adeguati di benessere termo-igrometrico e qualità dell'aria, benessere visivo, benessere acustico e



condizioni di sicurezza. È stata inoltre posta particolare attenzione al comfort acustico e visivo degli ambienti, attraverso l'uso di sistemi fonoassorbenti per quegli ambienti dove è prevista una forte affluenza di persone o in cui è particolarmente importante l'aspetto acustico, come ad esempio la mensa.

L'attenuazione acustica, oltre che a livello del controsoffitto, sarà fornita dalle pareti interne scelte con elevate caratteristiche fonoassorbenti tali da assicurare livelli sonori compatibili con lo svolgimento delle attività. Il comfort visivo è stato raggiunto attraverso uno studio approfondito della scelta dei colori, dei materiali dei singoli ambienti e grazie alla progettazione integrata dei sistemi di illuminazione artificiale con tecnologie di controllo.

#### **4.1. Caratteristiche costruttive dell'edificio**

Dal punto di vista strutturale il fabbricato, come espressamente richiesto nello studio di fattibilità tecnico-economica, presenterà fondazioni in cemento armato a travi rovesce con solaio spiroll. In alzato ogni blocco presenterà, in funzione delle esigenze d'uso e flessibilità, in modo da permettere nel tempo modifiche alla distribuzione degli spazi esterni, una struttura verticale mista di pannelli di legno lamellare incrociato (XLAM) e pilastri lamellari di tipo GL28H, di diverse dimensioni, sia per il blocco scuola che per il blocco palestra che uffici. I solai di interpiano saranno in pannelli di legno lamellare dello spessore di 110 mm, come quello di copertura del blocco uffici, mentre i solai di copertura di scuola e palestra saranno in cassettonato ligneo.

Poiché ogni blocco è considerato autonomo è separato dall'altro da un giunto strutturale.

Diversamente il blocco centrale avrà una struttura sia verticale che orizzontale in acciaio caratterizzata dalla presenza di travi reticolari che scaricheranno a terra tramite elementi puntuali a V.

Per quanto riguarda i collegamenti verticali, tutte le scale presenti nel blocco scuola le scale avranno una struttura in legno lamellare.

In acciaio è invece la scala lineare che si trova nel volume di collegamento tra scuola e palestra.

Anche nel blocco palestra le scale che conducono agli spalti dal campo da gioco saranno in legno, così come le gradonate degli spalti.

Si rimanda per ogni approfondimento alla relativa relazione specialistica.

#### **5. IMPIANTI TECNOLOGICI**

Per quanto riguarda gli impianti si fa riferimento alla relativa relazione specialistica.

## **6. ANALISI DEGLI ELEMENTI DI INVOLUCRO**

### **6.1. PREMESSA**

La filosofia progettuale legata alla necessità di ridurre i costi energetici ed i problemi legati all'inquinamento ambientale ha portato ad elaborare un nuovo modo di interpretare e costruire gli spazi, ha condotto verso un'architettura in favore dell'uomo e dell'ambiente, capace di ottimizzare e quindi ridurre i consumi energetici, oltre che abbattere drasticamente l'emissione di sostanze nocive spingendo i professionisti a ripensare il modo di sfruttare le energie che mette a disposizione l'ambiente circostante.

L'ottimizzazione energetica si pone infatti come obiettivo quello di rendere consapevoli i tecnici nell'utilizzo dei fattori connessi al contesto ambientale come per esempio le condizioni climatiche, la morfologia del territorio circostante, la vegetazione autoctona, le risorse locali, condensandole all'interno di un progetto architettonico-impiantistico di elevato profilo tecnico.

Per questo motivo la progettazione ha seguito le indicazioni dei CAM ovvero i Criteri Ambientali Minimi (D.M. 11.01.17) del Ministero dell'Ambiente e della tutela del territorio e del mare.

Proprio dalla stretta correlazione tra edificio (architettura e strutture) ed impianto (impianti meccanici ed elettrici) si imposta questo nuovo modo di interpretare la progettazione integrata; questi due aspetti non possono più essere trattati indipendentemente, ma devono seguire un iter progettuale comune ed in continuo dialogo reciproco, affinché si possa trovare una soluzione unica e condivisa che risponda in maniera esaustiva e soddisfacente a tutte le problematiche connesse a ciascuna tematica. Nel proseguo della presente relazione si intende descrivere brevemente le scelte di massima assunte dal gruppo di progettazione al fine di ottimizzare al massimo tutte le risorse locali disponibili cercando di rispondere a tutti quei requisiti indispensabili per un edificio realmente a basso consumo.

Si precisa che per tutte le stratigrafie relative a murature e solai del nuovo edificio si rimanda agli elaborati progettuali allegati (AR09 e AR09b) alla presente in cui sono riportati gli abachi delle tipologie costruttive ed i relativi dettagli con le specifiche di tutte le caratteristiche.

Nel seguito si riporteranno quindi solo brevi cenni sulle soluzioni adottate così da poter inquadrare complessivamente le scelte effettuate, per cui le descrizioni e gli estratti sono da ritenersi esemplificativi e non esaustivi delle tecnologie presenti.

### **6.2. ELEMENTI DELL'INVOLUCRO OPACO**

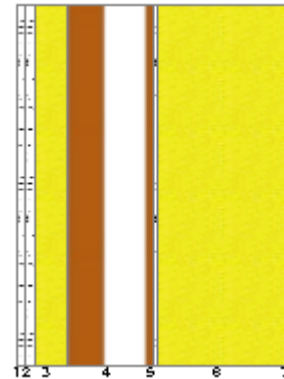
Il progetto definitivo della nuova scuola di Empoli ha analizzato ed approfondito gli elementi di involucro che maggiormente incidono nelle dispersioni termiche invernali dell'intero edificio. Inoltre, sono stati valutati gli aspetti relativi ai carichi termici estivi cercando di utilizzare stratigrafie idonee per abbattere il surriscaldamento interno grazie all'abbattimento dell'onda termica in ingresso nei periodi più caldi. I materiali proposti, infine, sono stati scelti dopo un'attenta valutazione delle loro specifiche applicazioni (copertura, parete, solaio, contro terra,

etc) e condizioni di utilizzo (esterno, interno, ambienti costantemente umidi, ambienti costantemente esposti alla radiazione solare, etc).

### 6.2.1. Sistema verticale: pareti esterne tipo in corrispondenza del setto in XLAM – TIPO

#### Descrizione della struttura

Trasmittanza termica	<b>0,131</b>	W/m <sup>2</sup> K
Spessore	<b>380</b>	mm
Temperatura esterna (calcolo potenza invernale)	<b>0,2</b>	°C
Permeanza	<b>29,740</b>	10 <sup>-12</sup> kg/sm <sup>2</sup> Pa
Massa superficiale (con intonaci)	<b>110</b>	kg/m <sup>2</sup>
Massa superficiale (senza intonaci)	<b>76</b>	kg/m <sup>2</sup>
Trasmittanza periodica	<b>0,008</b>	W/m <sup>2</sup> K
Fattore attenuazione	<b>0,061</b>	-
Sfasamento onda termica	<b>-14,2</b>	h



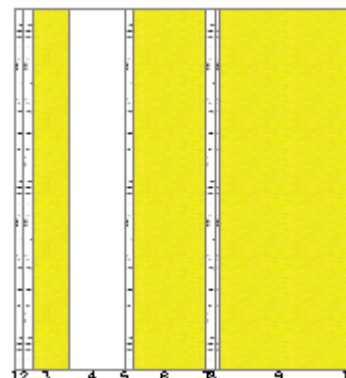
#### Stratigrafia

N.	Descrizione strato	s	Cond.	R	M.V.	C.T.	R.V.
-	Resistenza superficiale interna	-	-	0,130	-	-	-
1	Lastra in gesso additivato rivestito	12,50	0,250	0,050	984	1,00	10
2	Lastra in gesso rivestito	12,50	0,210	0,060	736	0,84	10
3	Lana di vetro	45,00	0,032	1,406	30	1,03	1
4	Struttura in Xlam - 5 Strati	120,00	0,130	0,923	500	1,60	50
5	Collante	5,00	0,670	0,007	1300	1,00	25
6	Lana di roccia a doppia densità (80kg/m <sup>3</sup> )	180,00	0,036	5,000	80	1,03	1
7	Rasatura cementizia	5,00	0,670	0,007	1300	1,00	25
-	Resistenza superficiale esterna	-	-	0,063	-	-	-

## 6.2.2. Sistema verticale: pareti esterne tipo in corrispondenza dei pilastri – TIPO

### Descrizione della struttura

Trasmittanza termica	<b>0,097</b>	W/m <sup>2</sup> K
Spessore	<b>468</b>	mm
Temperatura esterna (calcolo potenza invernale)	<b>0,2</b>	°C
Permeanza	<b>84,122</b>	10 <sup>-12</sup> kg/sm <sup>2</sup> Pa
Massa superficiale (con intonaci)	<b>76</b>	kg/m <sup>2</sup>
Massa superficiale (senza intonaci)	<b>19</b>	kg/m <sup>2</sup>
Trasmittanza periodica	<b>0,013</b>	W/m <sup>2</sup> K
Fattore attenuazione	<b>0,135</b>	-
Sfasamento onda termica	<b>-12,5</b>	h



### Stratigrafia

N.	Descrizione strato	s	Cond.	R	M.V.	C.T.	R.V.
-	Resistenza superficiale interna	-	-	0,130	-	-	-
1	Lastra in gesso additivato rivestito	12,50	0,250	0,050	984	1,00	10
2	Lastra in gesso rivestito	12,50	0,210	0,060	736	0,84	10
3	Lana di vetro	50,00	0,032	1,563	30	1,03	1
4	Intercapedine non ventilata Av<500 mm <sup>2</sup> /m	77,50	0,431	0,180	-	-	-
5	Lastra in gesso rivestito	12,50	0,210	0,060	736	0,84	10
6	Lana di vetro	100,00	0,032	3,125	30	1,03	1
7	Lastra cementizia additivata	12,50	0,192	0,065	1080	0,84	113
8	Collante	5,00	0,670	0,007	1300	1,00	25
9	Lana di roccia a doppia densità (80kg/mc)	180,00	0,036	5,000	80	1,03	1
10	Rasatura cementizia	5,00	0,670	0,007	1300	1,00	25
-	Resistenza superficiale esterna	-	-	0,063	-	-	-

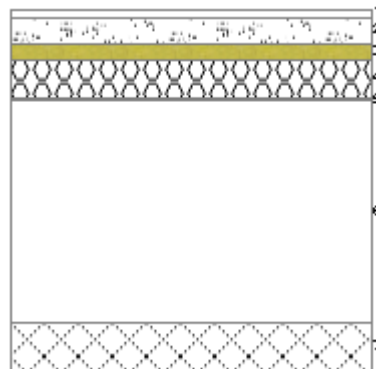
Si precisa inoltre che le lastre in gesso rivestito sono conformi alla norma EN 520, le lastre in cemento alleggerito sono conformi alla norma EN 12467, i profili metallici sono conformi alla norma UNI EN 14195, gli stucchi sono conformi alla norma UNI EN 13963.

Ove necessario sono state realizzate delle contro-pareti che conferissero la resistenza al fuoco necessaria.

### 6.2.3. Sistema orizzontale: solaio contro-terra in corrispondenza delle aule – TIPO

#### Descrizione della struttura

Trasmittanza termica	<b>0,245</b>	W/m <sup>2</sup> K
Trasmittanza contro-terra	<b>0,160</b>	W/m <sup>2</sup> K
Spessore	<b>730</b>	mm
Temperatura esterna (calcolo potenza invernale)	<b>15,3</b>	°C
Permeanza	<b>0,001</b>	10 <sup>-12</sup> kg/sm <sup>2</sup> Pa
Massa superficiale (con intonaci)	<b>280</b>	kg/m <sup>2</sup>
Massa superficiale (senza intonaci)	<b>280</b>	kg/m <sup>2</sup>
Trasmittanza periodica	<b>0,099</b>	W/m <sup>2</sup> K
Fattore attenuazione	<b>0,617</b>	-
Sfasamento onda termica	<b>-8,1</b>	h



#### Stratigrafia

N.	Descrizione strato	s	Cond.	R	M.V.	C.T.	R.V.
-	Resistenza superficiale interna	-	-	0,170	-	-	-
1	Gres porcellanato	15,00	1,300	0,012	2300	0,84	9999999
2	Massetto radiante (2000 kg/m <sup>3</sup> )	45,00	2,020	0,022	2000	1,00	100
3	Pannello radiante in EPS	40,00	0,034	1,176	35	1,25	100
4	Isolante in XPS	80,00	0,035	2,286	15	1,25	100
5	Barriera antiradon	0,20	0,200	0,001	12500	1,00	20
6	Intercapedine non ventilata Av<500 mm <sup>2</sup> /m	450,00	1,895	0,238	-	-	-
7	Magrone	100,00	0,700	0,143	1500	0,88	20
-	Resistenza superficiale esterna	-	-	0,040	-	-	-

### 6.2.4. Sistema orizzontale: solaio contro-terra in corrispondenza dei bagni – TIPO

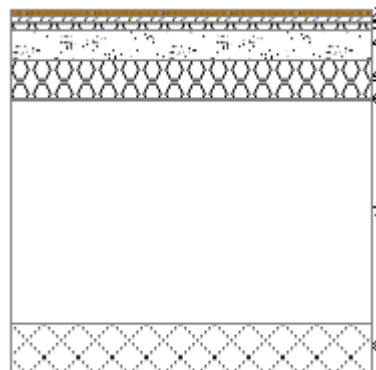
Nei locali dove la presenza di personale è continuativa (aule, uffici, corridoi, ecc...) si prevede l'installazione di un impianto di climatizzazione radiante a pavimento.

Per gli ambienti in cui non è previsto il sistema radiante (servizi igienici e palestra) sopra allo strato isolante sarà posato un massetto cementizio porta-impianti di tipo tradizionale dello spessore di 80 mm.

## 6.2.5. Sistema orizzontale: solaio contro-terra in corrispondenza della palestra – TIPO

### Descrizione della struttura

Trasmittanza termica	<b>0,296</b>	W/m <sup>2</sup> K
Trasmittanza contro-terra	<b>0,156</b>	W/m <sup>2</sup> K
Spessore	<b>730</b>	mm
Temperatura esterna (calcolo potenza invernale)	<b>15,3</b>	°C
Permeanza	<b>1,183</b>	10 <sup>-12</sup> kg/sm <sup>2</sup> Pa
Massa superficiale (con intonaci)	<b>287</b>	kg/m <sup>2</sup>
Massa superficiale (senza intonaci)	<b>287</b>	kg/m <sup>2</sup>
Trasmittanza periodica	<b>0,045</b>	W/m <sup>2</sup> K
Fattore attenuazione	<b>0,289</b>	-
Sfasamento onda termica	<b>-10,1</b>	h



### Stratigrafia

N.	Descrizione strato	s	Cond.	R	M.V.	C.T.	R.V.
-	Resistenza superficiale interna	-	-	0,170	-	-	-
1	Pavimentazione in parquet sportivo	14,00	0,170	0,082	600	1,61	50
2	Pannelli in legno ripartitori	12,00	0,130	0,092	500	1,60	200
3	Materassino elastico	15,00	0,050	0,300	70	1,50	10000
4	Massetto cementizio	59,00	2,020	0,029	2000	1,00	100
5	Isolante in XPS	80,00	0,035	2,286	15	1,25	100
6	Barriera antiradon	0,20	0,200	0,001	12500	1,00	20
7	Intercapedine non ventilata Av<500 mm <sup>2</sup> /m	450,00	1,895	0,238	-	-	-
8	Magrone	100,00	0,700	0,143	1500	0,88	20
-	Resistenza superficiale esterna	-	-	0,040	-	-	-

## 6.2.6. Sistema orizzontale: solaio di copertura blocco scuola/palestra – TIPO

### Descrizione della struttura

Trasmittanza termica	<b>0,124</b>	W/m <sup>2</sup> K
Spessore	<b>402</b>	mm
Temperatura esterna (calcolo potenza invernale)	<b>0,2</b>	°C
Permeanza	<b>0,008</b>	10 <sup>-12</sup> kg/sm <sup>2</sup> Pa
Massa superficiale (con intonaci)	<b>61</b>	kg/m <sup>2</sup>
Massa superficiale (senza intonaci)	<b>61</b>	kg/m <sup>2</sup>
Trasmittanza periodica	<b>0,018</b>	W/m <sup>2</sup> K
Fattore attenuazione	<b>0,148</b>	-
Sfasamento onda termica	<b>-10,7</b>	h



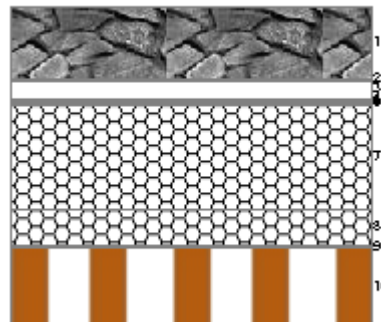
### Stratigrafia

N.	Descrizione strato	s	Cond.	R	M.V.	C.T.	R.V.
-	Resistenza superficiale esterna	-	-	0,063	-	-	-
1	Lamiera grecata in alluminio	2,50	220,000	0,000	2700	0,88	9999999
2	Feltro antirombo	8,00	0,054	0,148	40	1,03	1
3	Pannelli di OSB	12,00	0,160	0,075	700	1,70	70
4	Intercapedine non ventilata Av<500 mm <sup>2</sup> /m	80,00	0,500	0,160	-	-	-
5	Impermeabilizzazione antivento traspirante	0,95	0,230	0,004	242	1,00	30
6	Isolante in lana di roccia a doppia densità	60,00	0,038	1,579	150	1,03	1
7	Isolante in lana di roccia compresso	60,00	0,035	1,714	40	1,03	1
8	Freno al vapore in polipropilene	0,60	0,230	0,003	242	1,00	42000
9	Pannelli di OSB	28,00	0,160	0,175	700	1,70	70
10	Isolante in lana di roccia a doppia densità	140,00	0,035	4,000	50	1,03	1
11	Pannelli di OSB	10,00	0,160	0,063	700	1,70	70
-	Resistenza superficiale interna	-	-	0,100	-	-	-

## 6.2.7. Sistema orizzontale: solaio di copertura blocco uffici – TIPO

### Descrizione della struttura

Trasmittanza termica	<b>0,145</b>	W/m <sup>2</sup> K
Spessore	<b>439</b>	mm
Temperatura esterna (calcolo potenza invernale)	<b>0,2</b>	°C
Permeanza	<b>1,527</b>	10 <sup>-12</sup> kg/sm <sup>2</sup> Pa
Massa superficiale (con intonaci)	<b>324</b>	kg/m <sup>2</sup>
Massa superficiale (senza intonaci)	<b>324</b>	kg/m <sup>2</sup>
Trasmittanza periodica	<b>0,006</b>	W/m <sup>2</sup> K
Fattore attenuazione	<b>0,045</b>	-
Sfasamento onda termica	<b>-16,8</b>	h



### Stratigrafia

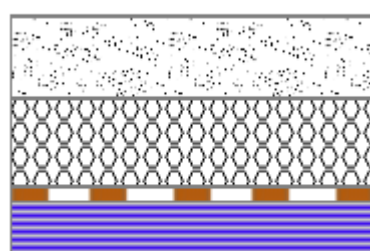
N.	Descrizione strato	s	Cond.	R	M.V.	C.T.	R.V.
-	Resistenza superficiale esterna	-	-	0,063	-	-	-
1	Strato vegetale	100,00	1,500	0,067	2600	0,80	1
2	Geotessuto filtrante stabilizzante	1,35	0,043	0,031	350	1200,00	100
3	Strato di accumulo idrico	25,00	0,156	0,160	-	-	-
4	TNT di protezione e accumulo	3,00	0,220	0,014	1	1,80	59
5	Impermeabilizzazione in FPO	1,80	0,170	0,011	1390	0,90	50000
6	TNT di separazione	2,00	0,220	0,009	1	1,80	59
7	Isolante in EPS pendenzato	145,00	0,035	4,143	28	1,45	50
8	Isolante in EPS	50,00	0,035	1,429	28	1,45	50
9	Freno al vapore	0,60	0,230	0,003	242	1,00	42000
10	Solaio Xlam - 5 Strati	110,00	0,130	0,846	500	1,60	50
-	Resistenza superficiale interna	-	-	0,100	-	-	-



## 6.2.8. Sistema orizzontale: solaio di copertura blocco laboratori – TIPO

### Descrizione della struttura

Trasmittanza termica	<b>0,222</b>	W/m <sup>2</sup> K
Spessore	<b>333</b>	mm
Temperatura esterna (calcolo potenza invernale)	<b>0,2</b>	°C
Permeanza	<b>0,026</b>	10 <sup>-12</sup> kg/sm <sup>2</sup> Pa
Massa superficiale (con intonaci)	<b>675</b>	kg/m <sup>2</sup>
Massa superficiale (senza intonaci)	<b>675</b>	kg/m <sup>2</sup>
Trasmittanza periodica	<b>0,052</b>	W/m <sup>2</sup> K
Fattore attenuazione	<b>0,232</b>	-
Sfasamento onda termica	<b>-10,5</b>	h



### Stratigrafia

N.	Descrizione strato	s	Cond.	R	M.V.	C.T.	R.V.
-	Resistenza superficiale esterna	-	-	0,063	-	-	-
1	Impermeabilizzazione bicomponente	2,00	0,900	0,002	2200	0,84	1200
2	Massetto delle pendenze	110,00	0,147	0,748	600	1,00	48
3	TNT di separazione	2,00	0,220	0,009	1	1,80	59
4	Isolante termico in XPS	120,00	0,035	3,429	15	1,25	100
5	Barriera al vapore bituminosa	4,00	0,170	0,024	1050	1,00	50000
6	Pannelli di OSB	20,00	0,160	0,125	700	1,70	70
7	Lamiera grecata	75,00	50,000	0,002	7800	0,45	99999
-	Resistenza superficiale interna	-	-	0,100	-	-	-

## 6.3. ASPETTI RELATIVI ALLA MANUTENZIONE

### 6.3.1. Premessa

In sede progettuale si è posta particolare attenzione allo sviluppo ed alla scelta di soluzioni architettoniche e impiantistiche, nonché all'utilizzo di prodotti, materiali e componenti in relazione:

- alla necessità di ridurre al minimo i costi di manutenzione del fabbricato ed il disturbo arrecato alle normali attività dagli interventi tecnici, oltre che ai disservizi dovuti ad eventuali guasti e malfunzionamenti;
- alla riduzione dei costi di esercizio e di utilizzazione dei fabbricati, attraverso l'efficientamento dell'involucro edilizio e l'integrazione del sistema architettonico con soluzioni impiantistiche studiate su misura e fondate sulla scelta di macchine e sistemi dotati di alta efficienza, sullo sfruttamento di risorse rinnovabili e di apporti gratuiti e sull'adozione di sistemi di recupero del calore.

Il progetto prevede l'utilizzo di materiali e di prodotti di alta qualità affinché sia sempre garantita la durabilità e il mantenimento di adeguate caratteristiche prestazionali ed estetiche del fabbricato e delle componenti nel corso della vita utile del fabbricato. La qualità delle scelte effettuate è esemplificata di seguito nell'elenco di alcune delle soluzioni previste che contribuiscono a ridurre le necessità manutentive.

### 6.3.2. Manutenzione dell'involucro

#### Prescrizioni di posa del cappotto

La posa del cappotto rappresenta un'operazione molto delicata per cui risulta importante prestare attenzione a tutti i dettagli seguendo precise prescrizioni di corretta realizzazione.

Il sistema a cappotto presenta le seguenti caratteristiche:

- *Isolamento termico*: realizzato con EPS di spessore 180 mm,  $\lambda=0,036$  W/mK,  $\rho = 90$ kg/m<sup>3</sup>,  $\sigma=20$  kPa,
- *Rasatura*: effettuata con rasante cementizio in cui verrà annegata una rete tessuta in fibra di vetro. Ha la funzione di assorbire le sollecitazioni dovute al ritiro della malta rasante durante l'essiccazione e contribuisce al miglioramento delle caratteristiche meccaniche degli intonaci.
- *Finitura esterna*: la finitura finale sarà a spessore continuo traspirante e impermeabile all'acqua, ma permeabile al vapore, e antialga e antimuffa, per garantire la massima durabilità e resistenza del sistema a cappotto.
- *Accessori*: saranno previsti tutti i necessari pezzi speciali indispensabili ad una corretta posa in opera conforme alla norma ETAG004.

#### Scelta di un isolante con ottima durabilità in corrispondenza dei nodi critici

In corrispondenza dell'attacco a terra del fabbricato, punto critico a causa delle molteplici cause di degrado cui è esposto il nodo, è stato previsto l'utilizzo di una prima fascia in XPS, polistirene espanso estruso, lungo tutto il perimetro del fabbricato. L'XPS è un materiale isolante a celle chiuse, impermeabile all'acqua, quindi molto resistente ad aggressioni esterne come infiltrazioni d'acqua dal terreno (per la porzione sottoterra) o di pioggia

battente (per la porzione sopra il terreno). In questo modo sarà garantita una maggiore durabilità del sistema e saranno minimizzate le operazioni di manutenzione dei materiali impiegati.

#### 6.4. ELEMENTI DELL'INVOLUCRO TRASPARENTE

Tutti i serramenti esterni saranno in alluminio a taglio termico. Per quanto riguarda la superficie trasparente, il prodotto proposto è un vetro doppio a bassa emissività chiaro, caratteristico per il suo elevato isolamento termico abbinato alle ottime prestazioni acustiche.

##### 6.4.1. Facciata continua

In diversi punti dell'edificio sono state previste facciate continue, in particolar modo nel volume centrale tra la scuola e la palestra.

Il sistema di facciata continua è realizzato mediante montanti e traversi in profili metallici estrusi in lega primaria di alluminio-magnesio-silicio 6060 UNI 9006/1. Tutti i profilati in alluminio avranno le seguenti caratteristiche:

- telaio costituito da montanti e traversi aventi larghezza pari a 50 mm; la profondità dei montanti varierà in base all'altezza totale del serramento;
- isolamento termico ottenuto mediante l'interruzione del ponte termico fra la parte strutturale interna e le copertine di chiusura esterne realizzata con l'interposizione di un listello estruso di materiale sintetico termoisolante;
- giunzioni cingivetro in EPDM che compenseranno le differenze di spessore inevitabili nelle lastre vetrocamera e/o stratificate.

##### Caratteristiche prestazionali



Tenuta all'aria (UNI EN 12207)	4
Tenuta all'acqua (UNI EN 12208)	9A
Resistenza al vento (UNI EN 12210)	C5
<b>Trasmittanza termica del telaio</b>	<b>U<sub>f</sub> = 1,5 W/mqK</b>
<b>Trasmittanza termica del vetro</b>	<b>U<sub>g</sub> = 1,1 W/mqK</b>
<b>Isolamento acustico</b>	<b>R'<sub>w</sub> = 42 dB</b>

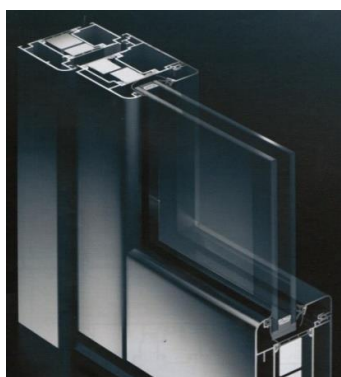
##### 6.4.2. Porte – finestre ad inserimento

Le porte di accesso saranno costituite da infissi altamente performanti in alluminio-magnesio-silicio EN AW-6060 tipo. Tutte le porte avranno le seguenti caratteristiche:

- telaio fisso di 65 mm, anta a sormonto (all'interno) 75 mm;

- il collegamento tra la parte interna e quella esterna dei profili sarà continuo e definitivo grazie a listelli di materiale sintetico isolante così da garantire un buon isolamento termico;
- guarnizioni cingivetro in EPDM per compensare le differenze di spessore.

#### Caratteristiche prestazionali



Tenuta all'aria (UNI EN 12207)	2
Tenuta all'acqua (UNI EN 12208)	5A
Resistenza al vento (UNI EN 12210)	C3
<b>Trasmittanza termica del telaio</b>	<b>Uf=1,7 W/mqK</b>
<b>Trasmittanza termica del vetro</b>	<b>Ug=1,1 W/mqK</b>
<b>Isolamento acustico</b>	<b>R'w = 42 dB</b>

#### **6.4.3. Infissi esterni**

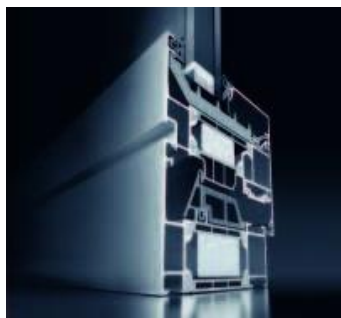
Gli infissi esterni saranno realizzati in alluminio a taglio termico con vetrata basso-emissiva con singola intercapedine.

Tutti gli infissi saranno caratterizzati dai seguenti valori caratteristici:

- Trasmittanza termica telaio (Uf) = 1,4 W/m<sup>2</sup>K
- Trasmittanza termica vetro (Ug) = 1,1 W/m<sup>2</sup>K
- Fattore solare (g) = 0,4

La presenza di ampie finestre ha reso necessaria la previsione di idonei sistemi di protezione solare, in particolare per le aule a Sud è stato necessario inserire un sistema di schermature a listelli di legno orizzontali.

#### Caratteristiche prestazionali



Tenuta all'aria (UNI EN 12207)	4
Tenuta all'acqua (UNI EN 12208)	9A
Resistenza al vento (UNI EN 12210)	C5
<b>Trasmittanza termica del telaio</b>	<b>Uf = 1,4 W/mqK</b>
<b>Trasmittanza termica del vetro</b>	<b>Ug = 1,1 W/mqK</b>
<b>Isolamento acustico</b>	<b>R'w &gt; 40 dB</b>

## **6.5. SISTEMI OSCURANTI E FILTRANTI**

### **6.5.1. Tende interne**

La necessità di illuminare gli ambienti non privandoli della luce, deve allo stesso tempo confrontarsi con l'esigenza di eliminare il rischio di abbagliamento degli utenti e di contenere i carichi termici estivi. A tal fine si prevede per gli ambienti in cui saranno svolte le principali attività didattiche (aule e laboratori) e di ufficio l'installazione di un sistema di tende filtranti. Infatti, il tessuto permeabile della tenda riflette l'energia solare assorbita, con una piena visibilità e trasmissione della luce, donando ad ogni ambiente la protezione solare necessaria pur mantenendo un clima interno confortevole.

### **6.5.2. Frangisole**

Il progetto prevede l'installazione, sul fronte Sud delle aule, di una struttura che avrà la funzione di ombreggiare gli ambienti didattici, studiata nella scansione orizzontale per ottimizzare la capacità schermante. Tale struttura assume duplice funzione di schermatura e valore estetico.

Il sistema frangisole avrà struttura verticale composta da 3 elementi che non arrivano a terra in alluminio, nello stesso materiale la sottostruttura di aggancio al paramento murario, mentre gli elementi schermanti veri e propri consistono in listelli lignei.

### **6.5.3. Analisi elementi finiti dei ponti termici**

Un aspetto su cui si posta particolare attenzione è la risoluzione dei ponti termici determinati da discontinuità geometriche o di materiale presenti in molti nodi dell'involucro edilizio. Il ponte termico rappresenta un punto debole dell'edificio in cui il calore trova una via preferenziale per disperdersi verso l'esterno.

Diretta conseguenza di questi difetti è l'abbassamento delle temperature superficiali interne in prossimità di tali nodi con conseguente rischio di formazione di muffa o addirittura di condensa.

La strategia utilizzata per contrastare questa problematica è stata quella di:

- *scelta di un isolante con ottima durabilità in corrispondenza dei nodi critici:*

in corrispondenza dell'attacco a terra del fabbricato, punto critico a causa delle molteplici cause di degrado cui è esposto il nodo, è stato previsto l'utilizzo di una prima fascia in XPS, polistirene espanso estruso, lungo tutto il perimetro del fabbricato. L'XPS è un materiale isolante a celle chiuse, impermeabile all'acqua, quindi molto resistente ad aggressioni esterne come infiltrazioni d'acqua dal terreno o di pioggia battente. In questo modo sarà garantita una maggiore durabilità del sistema e saranno minimizzate le operazioni di manutenzione dei materiali impiegati.

- *solaio di base areato:*

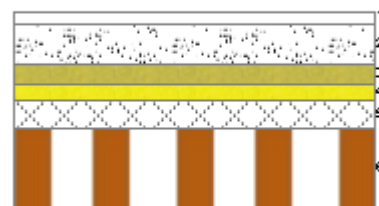
l'areazione al di sotto del solaio di terra permette di evitare il contatto diretto tra terreno e strutture orizzontali di piano, permettendo di realizzare, oltre che un vano tecnico ispezionabile, una camera d'aria ventilata in grado di eliminare l'umidità presente nell'aria in essa contenuta.

## 7. ELEMENTI INTERNI

### 7.1.1.Solaio interpiano - TIPO

#### Descrizione della struttura

Trasmittanza termica	<b>0,356</b>	W/m <sup>2</sup> K
Spessore	<b>270</b>	mm
Temperatura esterna (calcolo potenza invernale)	<b>20,0</b>	°C
Permeanza	<b>0,001</b>	10 <sup>-12</sup> kg/sm <sup>2</sup> Pa
Massa superficiale (con intonaci)	<b>266</b>	kg/m <sup>2</sup>
Massa superficiale (senza intonaci)	<b>266</b>	kg/m <sup>2</sup>
Trasmittanza periodica	<b>0,033</b>	W/m <sup>2</sup> K
Fattore attenuazione	<b>0,092</b>	-
Sfasamento onda termica	<b>-13,3</b>	h



#### Stratigrafia:

N.	Descrizione strato	s	Cond.	R	M.V.	C.T.	R.V.
-	Resistenza superficiale interna	-	-	0,170	-	-	-
1	Gres porcellanato	15,00	1,300	0,012	2300	0,84	9999999
2	Massetto radiante (2000 kg/m <sup>3</sup> )	55,00	2,020	0,027	2000	1,00	100
3	Pannello radiante in EPS	30,00	0,034	0,882	35	1,25	100
4	Pannello acustico	20,00	0,031	0,645	85	1,03	1
5	Sottofondo cementizio (1500 kg/m <sup>3</sup> )	40,00	0,700	0,057	1600	0,88	20
6	Solaio Xlam - 5 Strati	110,00	0,130	0,846	500	1,60	50
-	Resistenza superficiale esterna	-	-	0,170	-	-	-

Sulla struttura in legno lamellare tipo X-LAM a 5 strati di spessore complessivo pari a 110 mm sarà posato un telo antipolvere.

Per i servizi igienici sopra al telo antipolvere sarà realizzata un'impermeabilizzazione bituminosa così da proteggere la struttura in legno. Per tali locali e per la sala polifunzionale non è prevista la climatizzazione radiante, quindi verrà posato un massetto cementizio porta-impianti di tipo tradizionale al di sopra del tappetino acustico.

## 7.1.2. Tramezzi interni – TIPO

### Descrizione della struttura

Trasmittanza termica	<b>0,449</b>	W/m <sup>2</sup> K
Spessore	<b>120</b>	mm
Temperatura esterna (calcolo potenza invernale)	<b>20,0</b>	°C
Permeanza	<b>350,87</b> <b>7</b>	10 <sup>-12</sup> kg/sm <sup>2</sup> Pa
Massa superficiale (con intonaci)	<b>45</b>	kg/m <sup>2</sup>
Massa superficiale (senza intonaci)	<b>2</b>	kg/m <sup>2</sup>
Trasmittanza periodica	<b>0,427</b>	W/m <sup>2</sup> K
Fattore attenuazione	<b>0,951</b>	-
Sfasamento onda termica	<b>-2,0</b>	h



### Stratigrafia

N.	Descrizione strato	s	Cond.	R	M.V.	C.T.	R.V.
-	Resistenza superficiale interna	-	-	0,130	-	-	-
1	Lastra in gesso additivato rivestito	12,50	0,250	0,050	984	1,00	10
2	Lastra in gesso rivestito	12,50	0,210	0,060	736	0,84	10
3	Lana di vetro	70,00	0,040	1,750	30	1,03	1
4	Lastra in gesso rivestito	12,50	0,210	0,060	736	0,84	10
5	Lastra in gesso additivato rivestito	12,50	0,250	0,050	984	1,00	10
-	Resistenza superficiale esterna	-	-	0,130	-	-	-

Le tramezzature interne saranno tutte realizzate a secco.

Le lastre esterne saranno selezionate e differenziate in base all'ambiente in cui vengono installate; saranno infatti impiegate:

- lastre in cartongesso costituita da un nucleo in gesso emidrato reidratato, rivestito su entrambe le facce da materiale cellulosico con funzione di armatura esterna.
- lastre in cartongesso additivato con fibre di vetro e legno
- lastre in cartongesso additivato con fibre di vetro e vermiculite al fine di aumentarne la capacità di resistenza al fuoco (installate dove è richiesta la protezione al fuoco e per la protezione di elementi strutturali)
- Lastra in cartongesso di tipo speciale, rivestita su entrambe le facce con carta a bassissimo potere calorifico superiore che conferisce alle lastre un comportamento di reazione al fuoco in euroclasse A1.

Per una visione di dettaglio delle stratigrafie si rimanda agli elaborati architettonici allegati al presente progetto definitivo (AR09a).

### **7.1.3. Infissi interni**

All'interno dell'edificio scolastico saranno installate porte tamburate con rivestimento in laminato melaminico e telaio in alluminio.

Tali infissi avranno potere fonoisolante differenziato in base agli ambienti in cui vengono installate, risulta infatti che:

- $R_w = 42$  dB per le aule e i laboratori

Saranno inoltre presenti delle porte tagliafuoco in acciaio zincato verniciato in corrispondenza delle compartimentazioni antincendio.

Per una visione di dettaglio degli infissi interni si rimanda agli elaborati architettonici allegati al presente progetto definitivo (AR10b).

### **7.1.4. Controsoffitti**

La progettazione del rivestimento a soffitto ha lo scopo di consentire il controllo dei parametri acustici ed illuminotecnici ed è sviluppato in sinergia con il progetto degli impianti meccanico ed illuminotecnico al fine di migliorare il comfort acustico e visivo degli ambienti: i controsoffitti sono stati differenziati per tipologia e prestazione secondo le esigenze dei diversi locali. Inoltre, gli elementi scelti sono differenziati in base agli ambienti di installazione, cercando di soddisfare i requisiti tecnici propri dei locali e di offrire un contributo anche estetico al miglioramento dei locali.

I parametri prestazionali considerati sono stati la resistenza al fuoco, le prestazioni fonoisolanti, fonoassorbenti ed illuminotecniche, l'aspetto estetico e la salubrità, la durabilità e la manutenzione.

A seconda delle caratteristiche dimensionali dell'ambiente, della funzione e degli altri elementi architettonici presenti quali pareti e pavimentazioni, sono state scelti diverse tipologie di controsoffitto per soddisfare al meglio tutti i requisiti di comfort.

In generale, per tutte le tipologie di controsoffitto, in corrispondenza del passaggio degli impianti nel controsoffitto si sono adottate soluzioni modulari per garantire la totale ispezionabilità, facilitare le operazioni di manutenzione e rendere più agevoli modifiche successive delle distribuzioni.

Ultimo aspetto da considerare, ma non di minore importanza, riguarda il livello di riflessività dei pannelli scelti.

Un controsoffitto con elevato coefficiente di riflessione della luce può incrementare la luce naturale e artificiale nello spazio e ridurre il consumo di energia. La riflessione della luce sulle superfici del controsoffitto, del pavimento e pareti giocano un importantissimo ruolo in un ambiente, influenzando in tal modo il comfort e il benessere.

I controsoffitti saranno sospesi mediante una struttura pendinata, l'altezza di sospensione sarà variabile a seconda dell'altezza netta interna prevista per i diversi ambienti.



### Controsoffitti acustici fonoassorbenti aule e ambienti didattici

Nelle aule, nei laboratori e negli uffici verrà installato un controsoffitto modulare di dimensioni 600x600 mm in lana di roccia ad alta densità dello spessore di 15mm rivestito da velo vetro bianco, classe del materiale A2-s1,d0. I pannelli scelti presentano elevate prestazioni fonoassorbenti con un coefficiente di assorbimento acustico medio pari a  $\alpha_w = 0,60$ , che consente la riduzione degli eventuali rumori di fondo presenti, migliorando la chiarezza dei suoni emessi dall'interlocutore. Riguardo alla struttura metallica di sostegno, è stato scelto anche in questo caso il sistema poco visibile, al fine di migliorare il pregio estetico della finitura.

### Controsoffitti bagni e locali umidi

Per i bagni e gli spogliatoi è stata posta particolare attenzione al grado di assorbimento dell'umidità. In questi ambienti verrà installato un controsoffitto modulare di dimensioni 600x600 mm in gesso rivestito con finitura di colore bianco semilucido dello spessore di 9,5 mm. La struttura sarà a vista del tipo T24.

### Controsoffitti corridoi

Per le zone di collegamento si propone l'installazione di un controsoffitto modulare a doghe 300x1800mm in gesso rivestito preveniciato in colore bianco con finitura opaca satinata e decoro costituito da foratura regolare lineare, che permettono di realizzare controsoffitti di tipo ispezionabile. Sul retro delle doghe è applicato un tessuto fonoassorbente con funzione antipolvere. Dal punto di vista prettamente estetico è stato scelto il sistema di sostegno a scomparsa, molto meno visibile rispetto ai classici sistemi di sostegno e grazie al quale vengono messi in evidenza i pannelli che assumono così una nuova importanza, andando a mettere in secondo piano gli elementi di sostegno.

In alcuni punti, dove il requisito di ispezionabilità non risulta necessario, ma è necessario raccordare ambienti con giaciture geometriche e diverse funzioni, il controsoffitto si presenta continuo.

Per una visione di dettaglio si rimanda all'elaborato architettonico relativo all'abaco dei controsoffitti e dei baffles (AR09c) allegato al presente progetto definitivo.

#### **7.1.5. Baffles**

Il progetto definitivo della nuova scuola di Empoli prevede l'installazione di baffles negli ambienti ad elevato affollamento dove si prevede la necessità di raggiungere elevati standard acustici.

In particolare, nella palestra verranno installati dei pannelli rettangolari a struttura pendinata a soffitto in lana di vetro delle dimensioni di 1200x1800 e dello spessore di 40mm.

Per una visione di dettaglio si rimanda all'elaborato architettonico relativo all'abaco dei controsoffitti e dei baffles (AR09c) allegato al presente progetto definitivo.

### 7.1.6.Pavimenti e rivestimenti interni

Le pavimentazioni hanno caratteristiche qualitative e prestazionali differenziate in base all'uso dei locali.

In linea con i requisiti e le prestazioni richieste dalla normativa per la specifica destinazione d'uso, tutte le pavimentazioni sono state accuratamente scelte per rispondere ai criteri di:

- sicurezza;
- durevolezza;
- pulibilità;
- gradevolezza estetica.

Per quanto riguarda le pavimentazioni di tutti gli ambienti dei blocchi scuola, uffici e atrio/laboratori il progetto prevede l'utilizzo di una pavimentazione in gres porcellanato di alta qualità di dimensioni 45x45 cm. Per quanto riguarda il blocco palestra, nei servizi è prevista la stessa pavimentazione in gres mentre per il campo da gioco parquet sportivo multistrato e sugli spalti parquet prefinito.

A differenziare gli ambienti il coefficiente di attrito dinamico che è un parametro fondamentale in termini di sicurezza. Tale coefficiente si riferisce ad un metodo di derivazione inglese (B.C.R.A. – British Ceramic Research Association), che classifica i prodotti in base al loro coefficiente d'attrito che misura la resistenza delle piastrelle allo scivolamento in funzione delle esigenze specifiche di un determinato ambiente. Secondo il metodo di misura previsto il coefficiente di attrito necessario per i servizi igienici è  $\mu \geq 0,75$  (attrito eccellente) mentre nelle aree aperte al pubblico e zone di ingresso  $0,40 \leq \mu \leq 0,74$  (attrito soddisfacente).

Tutte le piastrelle selezionate hanno coefficiente certificato per i pavimenti dei servizi igienici, in accordo con la normativa vigente.

Nei servizi igienici, negli spogliatoi e nelle infermerie sarà inoltre installato un rivestimento a parete in gres porcellanato di dimensioni 45x45 fino ad un'altezza di 2,20 m. Nello specifico, nelle infermerie, tra pavimenti e rivestimenti sarà posata una sguscia perimetrale che costituisce un raccordo igienico per la pulizia secondo la normativa e garantisce la dovuta dilatazione.

Le caratteristiche tecniche dei rivestimenti scelti garantiscono elevate prestazioni in termini di sicurezza, resistenza, ecocompatibilità ed elevato pregio estetico; la tipologia dei pavimenti scelti rispondono a precisi requisiti che stabiliscono limiti e riferimenti cui devono essere conformi per essere giudicate di buona qualità.

Le norme UNI, valide per l'Italia, le EN in vigore nei paesi europei e le norme mondiali ISO, definiscono le caratteristiche più importanti che devono avere le lastre ceramiche di prima scelta e cioè:

- regolarità: dimensioni/spessore/rettilinearità degli spigoli/ ortogonalità/ planarità;
- caratteristiche strutturali: assorbimento d'acqua;
- caratteristiche meccaniche massive: resistenza alla flessione;
- caratteristiche termo-igrometriche: resistenza agli sbalzi termici; resistenza al gelo;

- caratteristiche chimiche: resistenza ai prodotti chimici;
- coefficiente di attrito (scivolosità): capacità di attrito.

Le caratteristiche estetico-qualitative principali del prodotto selezionato sono:

- resistenza e durezza: le piastrelle mantengono le caratteristiche e sono quindi resistenti e durevoli;
- estrema facilità di lavorazione: taglio, finitura e forature sono facilmente realizzabili il materiale può essere facilmente tagliato, sagomato e forato sia manualmente dall'artigiano che dai trasformatori (marmisti, vetrai, ecc.) con macchine automatiche e utensili per la lavorazione del gres porcellanato, del vetro e del marmo;
- maggiore qualità estetica: l'effetto finale articolato nella scelta di diversi formati e colori a seconda dei locali, mostrerà un pavimento completamente rinnovato di grande qualità e resistente nel tempo;
- manutenzione ordinaria: i pavimenti in gres si puliscono facilmente utilizzando detergenti neutri, molto diluiti in acqua calda, che non contengono cere o non depositano patine lucide, e si asciugano con un panno in microfibra. Inoltre, il formato di grande dimensione e la tipologia rettificata scelti consentono di ridurre la presenza di fughe rendendo più igienici e facili da pulire i pavimenti.

Per una visione di dettaglio si rimanda all'elaborato architettonico relativo all'abaco delle stratigrafie orizzontali e dei rivestimenti (AR09b) allegato al presente progetto definitivo.

## **8. REQUISITI ILLUMINOTECNICI E PARAMETRI AEROILLUMINANTI**

Tutti gli ambienti normalmente occupati saranno provvisti di superfici finestrate che consentano l'illuminazione e l'apporto di aerazione naturale dei locali stessi. In accordo con l'art. 5 del D.M. 5 luglio 1975 n.190, dell'art. 5.2.5 del D.M 18 dicembre 1975 n. 29 e le indicazioni dei C.A.M. (Rif. 2.3.5.2. C.A.M. 2017) la superficie aerante, che risulta verificata se pari ad almeno  $1/8=0,125$  della superficie utile del pavimento, è stata calcolata considerando l'apporto della sola parte apribile dell'infisso, mentre la superficie illuminante, anch'essa verificata se pari ad almeno  $1/8$  della superficie utile del pavimento, è stata calcolata considerando l'apporto delle porzioni trasparenti misurate convenzionalmente al lordo dei telai delle finestre.

Si rimanda all' elaborato architettonico relativo all'abaco degli infissi esterni per una visione di maggior dettaglio circa le dimensioni delle aperture (AR10).

Di seguito

Il sistema di illuminazione naturale sarà affiancato da un sistema di illuminazione artificiale che tenga conto delle necessità dei diversi ambienti, in relazione ai lux richiesti e all'apporto luminoso naturale dato dalla vicinanza o meno alle pareti finestrate.

## Abaco - RAI - PT

Codice	Conteggio	Sup. utile illuminazione	Rapp. Illuminante	Sup. utile areaazione	Rapp. areante
--------	-----------	--------------------------	-------------------	-----------------------	---------------

P0.11

Infermeria

WE08 (180x270)	1	4.9 m <sup>2</sup>	0.379	4.86 m <sup>2</sup>	0.379
12.82 m <sup>2</sup>		4.9 m <sup>2</sup>	0.379 >0,125	4.86 m <sup>2</sup>	0.379 >0,125

S0.05

Infermeria

WE03 (180X170)	1	3.0 m <sup>2</sup>	0.146	2.95 m <sup>2</sup>	0.146
20.23 m <sup>2</sup>		3.0 m <sup>2</sup>	0.146 >0,125	2.95 m <sup>2</sup>	0.146 >0,125

S0.10

Aula 1

WE03 (180X170)	1	3.0 m <sup>2</sup>	0.059	2.95 m <sup>2</sup>	0.059
WE04 (225x170)	1	3.8 m <sup>2</sup>	0.076	3.83 m <sup>2</sup>	0.076
50.08 m <sup>2</sup>		6.8 m <sup>2</sup>	0.135 >0,125	6.78 m <sup>2</sup>	0.135 >0,125

S0.11

Aula 2

WE05 (480X270)	1	12.1 m <sup>2</sup>	0.240	7.90 m <sup>2</sup>	0.157
50.36 m <sup>2</sup>		12.1 m <sup>2</sup>	0.240 >0,125	7.90 m <sup>2</sup>	0.157 >0,125

S0.12

Aula 3

WE05 (480X270)	1	12.1 m <sup>2</sup>	0.240	7.90 m <sup>2</sup>	0.157
50.39 m <sup>2</sup>		12.1 m <sup>2</sup>	0.240 >0,125	7.90 m <sup>2</sup>	0.157 >0,125

S0.13

Aula 4

WE05 (480X270)	1	12.1 m <sup>2</sup>	0.240	7.90 m <sup>2</sup>	0.157
50.38 m <sup>2</sup>		12.1 m <sup>2</sup>	0.240 >0,125	7.90 m <sup>2</sup>	0.157 >0,125

S0.14

Aula 5

WE05 (480X270)	1	12.1 m <sup>2</sup>	0.240	7.90 m <sup>2</sup>	0.157
50.40 m <sup>2</sup>		12.1 m <sup>2</sup>	0.240 >0,125	7.90 m <sup>2</sup>	0.157 >0,125

S0.15

Aula 6

WE05 (480X270)	1	12.1 m <sup>2</sup>	0.239	7.90 m <sup>2</sup>	0.156
50.55 m <sup>2</sup>		12.1 m <sup>2</sup>	0.239 >0,125	7.90 m <sup>2</sup>	0.156 >0,125

## Aula 7

WE05 (480X270)	1	12.1 m <sup>2</sup>	0.239	7.90 m <sup>2</sup>	0.156
50.63 m <sup>2</sup>		12.1 m <sup>2</sup>	0.239 >0,125	7.90 m <sup>2</sup>	0.156 >0,125

S0.17

## Aula 8

WE05 (480X270)	1	12.1 m <sup>2</sup>	0.240	7.90 m <sup>2</sup>	0.157
50.28 m <sup>2</sup>		12.1 m <sup>2</sup>	0.240 >0,125	7.90 m <sup>2</sup>	0.157 >0,125

S0.18

## Aula 9

WE05 (480X270)	1	12.1 m <sup>2</sup>	0.239	7.90 m <sup>2</sup>	0.156
50.51 m <sup>2</sup>		12.1 m <sup>2</sup>	0.239 >0,125	7.90 m <sup>2</sup>	0.156 >0,125

S0.21

## Aula 10

WE03 (180X170)	1	3.0 m <sup>2</sup>	0.059	2.95 m <sup>2</sup>	0.059
WE04 (225x170)	1	3.8 m <sup>2</sup>	0.077	3.83 m <sup>2</sup>	0.077
49.90 m <sup>2</sup>		6.8 m <sup>2</sup>	0.136 >0,125	6.78 m <sup>2</sup>	0.136 >0,125

S0.22

## Aula 11

WE04 (225x170)	1	3.8 m <sup>2</sup>	0.075	3.83 m <sup>2</sup>	0.075
WE03 (180X170)	1	3.0 m <sup>2</sup>	0.058	2.95 m <sup>2</sup>	0.058
50.73 m <sup>2</sup>		6.8 m <sup>2</sup>	0.134 >0,125	6.78 m <sup>2</sup>	0.134 >0,125

S0.26

## Sala insegnanti

WE05 (480X270)	1	12.1 m <sup>2</sup>	0.149	7.90 m <sup>2</sup>	0.098
WE08 (180x270)	1	4.9 m <sup>2</sup>	0.060	4.86 m <sup>2</sup>	0.060
80.90 m <sup>2</sup>		16.9 m <sup>2</sup>	0.209 >0,125	12.76 m <sup>2</sup>	0.158 >0,125

S0.31

## Vicepresidenza

FC2	1	8.1 m <sup>2</sup>	0.260	4.62 m <sup>2</sup>	0.148
31.27 m <sup>2</sup>		8.1 m <sup>2</sup>	0.260 >0,125	4.62 m <sup>2</sup>	0.148 >0,125

## Presidenza

FC2	1	8.1 m <sup>2</sup>	0.271	4.62 m <sup>2</sup>	0.154
30.00 m <sup>2</sup>		8.1 m <sup>2</sup>	0.271 >0,125	4.62 m <sup>2</sup>	0.154 >0,125

S0.33

## Uffici amministrativi

WE02 (140X170)	1	2.3 m <sup>2</sup>	0.031	2.30 m <sup>2</sup>	0.031
WE01 (70X170)	1	1.0 m <sup>2</sup>	0.013	0.98 m <sup>2</sup>	0.013
FC3	1	9.3 m <sup>2</sup>	0.127	5.28 m <sup>2</sup>	0.072
FC4	1	4.5 m <sup>2</sup>	0.061	2.56 m <sup>2</sup>	0.035
73.16 m <sup>2</sup>		17.1 m <sup>2</sup>	0.233 >0,125	11.12 m <sup>2</sup>	0.152 >0,125

## Abaco - RAI - P1

Codice	Conteggio	Sup. utile illuminazione	Rapp. Illuminante	Sup. utile areazione	Rapp. areante
--------	-----------	--------------------------	-------------------	----------------------	---------------

S1.04

Aula 12

WE03 (180X170)	1	3.0 m <sup>2</sup>	0.059	2.95 m <sup>2</sup>	0.059
WE04 (225x170)	1	3.8 m <sup>2</sup>	0.076	3.83 m <sup>2</sup>	0.076
50.12 m <sup>2</sup>		6.8 m <sup>2</sup>	0.135 >0,125	6.78 m <sup>2</sup>	0.135 >0,125

S1.05

Aula 13

WE04 (225x170)	1	3.8 m <sup>2</sup>	0.076	3.83 m <sup>2</sup>	0.076
WE03 (180X170)	1	3.0 m <sup>2</sup>	0.058	2.95 m <sup>2</sup>	0.058
50.52 m <sup>2</sup>		6.8 m <sup>2</sup>	0.134 >0,125	6.78 m <sup>2</sup>	0.134 >0,125

S1.09

Aula 15

WE05 (480X270)	1	12.1 m <sup>2</sup>	0.222	7.90 m <sup>2</sup>	0.145
54.43 m <sup>2</sup>		12.1 m <sup>2</sup>	0.222 >0,125	7.90 m <sup>2</sup>	0.145 >0,125

S1.10

Aula 16

WE05 (480X270)	1	12.1 m <sup>2</sup>	0.239	7.90 m <sup>2</sup>	0.156
50.53 m <sup>2</sup>		12.1 m <sup>2</sup>	0.239 >0,125	7.90 m <sup>2</sup>	0.156 >0,125

S1.11

Aula 17

WE05 (480X270)	1	12.1 m <sup>2</sup>	0.239	7.90 m <sup>2</sup>	0.156
50.53 m <sup>2</sup>		12.1 m <sup>2</sup>	0.239 >0,125	7.90 m <sup>2</sup>	0.156 >0,125

S1.12

Aula 18

WE05 (480X270)	1	12.1 m <sup>2</sup>	0.239	7.90 m <sup>2</sup>	0.156
50.53 m <sup>2</sup>		12.1 m <sup>2</sup>	0.239 >0,125	7.90 m <sup>2</sup>	0.156 >0,125

S1.13

Aula 19

WE05 (480X270)	1	12.1 m <sup>2</sup>	0.239	7.90 m <sup>2</sup>	0.156
50.53 m <sup>2</sup>		12.1 m <sup>2</sup>	0.239 >0,125	7.90 m <sup>2</sup>	0.156 >0,125

S1.14

Aula 20

WE05 (480X270)	1	12.1 m <sup>2</sup>	0.237	7.90 m <sup>2</sup>	0.155
50.99 m <sup>2</sup>		12.1 m <sup>2</sup>	0.237 >0,125	7.90 m <sup>2</sup>	0.155 >0,125

S1.15

Aula 21

WE05 (480X270)	1	12.1 m <sup>2</sup>	0.239	7.90 m <sup>2</sup>	0.157
50.45 m <sup>2</sup>		12.1 m <sup>2</sup>	0.239 >0,125	7.90 m <sup>2</sup>	0.157 >0,125

S1.16

Aula 22

WE05 (480X270)	1	12.1 m <sup>2</sup>	0.240	7.90 m <sup>2</sup>	0.157
50.41 m <sup>2</sup>		12.1 m <sup>2</sup>	0.240 >0,125	7.90 m <sup>2</sup>	0.157 >0,125

S1.17

Aula 23

WE05 (480X270)	1	12.1 m <sup>2</sup>	0.238	7.90 m <sup>2</sup>	0.156
50.72 m <sup>2</sup>		12.1 m <sup>2</sup>	0.238 >0,125	7.90 m <sup>2</sup>	0.156 >0,125

S1.21

Aula 24

WE04 (225x170)	1	3.8 m <sup>2</sup>	0.076	3.83 m <sup>2</sup>	0.076
WE03 (180X170)	1	3.0 m <sup>2</sup>	0.059	2.95 m <sup>2</sup>	0.059
50.06 m <sup>2</sup>		6.8 m <sup>2</sup>	0.135 >0,125	6.78 m <sup>2</sup>	0.135 >0,125

S1.22

Aula 25

WE04 (225x170)	1	3.8 m <sup>2</sup>	0.076	3.83 m <sup>2</sup>	0.076
WE03 (180X170)	1	3.0 m <sup>2</sup>	0.058	2.95 m <sup>2</sup>	0.058
50.58 m <sup>2</sup>		6.8 m <sup>2</sup>	0.134 >0,125	6.78 m <sup>2</sup>	0.134 >0,125

S1.25

Laboratorio 1

Labs1	1	27.6 m <sup>2</sup>	0.490	11.49 m <sup>2</sup>	0.204
56.25 m <sup>2</sup>		27.6 m <sup>2</sup>	0.490 >0,125	11.49 m <sup>2</sup>	0.204 >0,125

S1.26

Laboratorio 2

Lab2	1	44.6 m <sup>2</sup>	0.791	11.43 m <sup>2</sup>	0.203
56.35 m <sup>2</sup>		44.6 m <sup>2</sup>	0.791 >0,125	11.43 m <sup>2</sup>	0.203 >0,125

Inoltre, è stata condotta la verifica del fattore medio di luce diurna (FLDm), valutato per alcune tipologie di locale in base a quanto prescritto dal D.M. 18 dicembre 1975, n. 29, come da tabelle allegate alla presente relazione.

## **9. SISTEMAZIONI ESTERNE**

Il progetto definitivo prevede una totale riorganizzazione delle sistemazioni esterne sia incrementando la vegetazione presente secondo una differenziazione della tipologia delle essenze arboree da piantumare, sia creando degli spazi all'aperto che diventino occasione di conoscenza per gli alunni.

Tali sistemazioni riguardano sia l'esterno dell'edificio con la rimodulazione del verde del lotto che rispetta le percentuali richieste dai C.A.M. (Rif. 2.2.3 C.A.M. 2017) sia la corte verde interna all'edificio, così come i tetti verdi, copertura del blocco uffici che di una porzione dell'atrio.

### **9.1.1.Pavimentazione esterna**

Il lotto verrà attraversato da una serie di percorsi che andranno a distribuire i flussi esterni all'edificio garantendo l'accesso ad ogni blocco e serviranno anche a collegare la scuola al parcheggio di progetto e alla viabilità esistente. Tale pavimentazione sarà realizzata in calcestruzzo drenante, del tipo freddo, a basso impatto ambientale, durevole, sicura e con particolari caratteristiche di manutenibilità quindi nel pieno rispetto delle indicazioni dei C.A.M. (Rif. 2.2.3. C.A.M. 2017).

### **9.1.2.Incremento della vegetazione con arbusti e alberature**

L'incremento della vegetazione nel lotto della nuova scuola di Empoli è stato progettato tenendo conto le indicazioni sulle *sistemazioni a verde* dei C.A.M. (Rif. 2.2.2 C.A.M. 2017):

- l'utilizzo di specie ed essenze autoctone, rispettando ambiente e tipicità del paesaggio con polline dal basso potere allergenico;
- la scelta di specie con età ed altezze diverse in funzione della capacità di ombreggiamento degli edifici e delle aree attrezzate esterne previste da progetto, per il miglioramento bioclimatico del complesso scolastico;
- la corretta piantumazione delle diverse specie previste al fine di favorirne l'attecchimento e la crescita.

La scelta delle essenze e la loro disposizione nel progetto delle sistemazioni esterne sono state definite seguendo tre criteri fondamentali: il primo tiene in considerazione la salute e la sicurezza degli alunni, il secondo i vantaggi ed i benefici sul microclima apportati dalla vegetazione, il terzo la facile manutenzione. Le piante scelte infatti hanno contenuto allergenico basso o nullo e rischio di ingestione di frutti o bacche tossici nullo e tutte le essenze sono autoctone e di facile manutenzione, inoltre la loro disposizione segue i criteri della bioclimatica per il controllo del microclima al fine di ottenere un inserimento organico della scuola nel contesto insediativo e naturale in cui è situata.

Le essenze arboree che saranno piantumate sono:

- il pioppo cipressino, in numero pari a 2, scelto per il tipo di crescita verticale che lo caratterizza. I rami sono molti, ma piccoli e le foglie non hanno dimensioni ingombranti e può raggiungere i 30 m di altezza. Grazie a



queste caratteristiche verrà posizionato all'interno della corte dove lo sviluppo verticale non ingombrerà lo spazio verde interno. Necessita di essere bagnato solo nel periodo estivo;

- il cipresso, in numero pari a 1, è stato scelto per la stessa ragione.

- il leccio, in numero pari a 5, una pianta sempreverde che tollera condizioni di aridità molto spinte, ed è poco esigente nei confronti di luce e temperatura. Ha un accrescimento lento ed è molto longevo, questa quercia è frequentemente utilizzata come pianta ornamentale molto decorativa. Ha radici molto forti che scavano profondamente il terreno;

- il carpino nero, in numero pari a 5, che garantisce facilità di posa e manutenzione in quanto ha un apparato radicale piuttosto superficiale, è adatto a formare filari frangivento ed è consigliato anche l'impiego in piccoli gruppi di tre piante per creare un'area d'ombra leggera ideale per attività ludiche;

- l'orniello, in numero pari a 3, che è una specie poco esigente per quanto riguarda il terreno, garantisce un buon livello di schermatura solare ed un'ottima resa ornamentale. Tale essenza ha una crescita iniziale molto veloce e richiede esigui lavori di potatura e di irrigazione.

Al fine di garantire l'attecchimento delle essenze arboree piantumate verrà effettuata un'operazione di pacciamatura con un materiale in fibra naturale al fine di impedire la crescita delle erbe infestanti.

Per il tutoraggio delle nuove piantumazioni arboree si prevedono due tipologie di ancoraggio; per le alberature a fusto medio largo dovrà essere impiegato un ancoraggio di tipo rizosferico, completamente interrato che rimane invisibile ed abbatte la manutenzione, mentre per le alberature a fusto esile un ancoraggio con cavi tutori metallici, che aiutano le alberature più giovani e dal fusto esile nella corretta crescita verticale.

## **10. ALLEGATO: VERIFICA DEL FATTORE MEDIO DI LUCE DIURNA**

# **Nuovo edificio scolastico di secondo grado presso l'area di Via R. Sanzio nel comune di Empoli**

Verifiche Fattore medio luce diurna edificio scolastico

Responsabile:  
No. ordine:  
Ditta:  
No. cliente:

Data: 21.07.2018  
Redattore: ATI Project S.r.l.

Redattore ATI Project S.r.l.  
Telefono  
Fax  
e-Mail

## Indice

<b>Nuovo edificio scolastico di secondo grado presso l'area di Via R. ...</b>	
Copertina progetto	1
Indice	2
<b>P011 Infermeria</b>	
<b>Scene luce</b>	
<b>Fmld</b>	
Riepilogo	4
<b>Superfici locale</b>	
<b>Fattore di luce diurna superficie di calcolo 1</b>	
Isolinee (D)	5
<b>S010 Aula 1</b>	
Protocollo di input	6
<b>Scene luce</b>	
<b>Fmld</b>	
Riepilogo	7
<b>Superfici locale</b>	
<b>Fattore di luce diurna superficie di calcolo 1</b>	
Isolinee (D)	8
<b>S011 Aula 2</b>	
<b>Scene luce</b>	
<b>Fmld</b>	
Riepilogo	9
<b>Superfici locale</b>	
<b>Fattore di luce diurna superficie di calcolo 1</b>	
Isolinee (D)	10
<b>S026 Sala insegnanti</b>	
<b>Scene luce</b>	
<b>Fmld</b>	
Riepilogo	11
<b>Superfici locale</b>	
<b>Fattore di luce diurna superficie di calcolo 1</b>	
Isolinee (D)	12
<b>S031 Vicepresidenza</b>	
<b>Scene luce</b>	
<b>Fmld</b>	
Riepilogo	13
<b>Superfici locale</b>	
<b>Fattore di luce diurna superficie di calcolo 1</b>	
Isolinee (D)	14
<b>S032 Presidenza</b>	
<b>Scene luce</b>	
<b>Fmld</b>	
Riepilogo	15
<b>Superfici locale</b>	
<b>Fattore di luce diurna superficie di calcolo 1</b>	
Isolinee (D)	16
<b>S033 Uffici amministrativi</b>	
<b>Scene luce</b>	
<b>Fmld</b>	
Riepilogo	17
<b>Superfici locale</b>	
<b>Fattore di luce diurna superficie di calcolo 1</b>	
Isolinee (D)	18
<b>S105 Aula 13</b>	



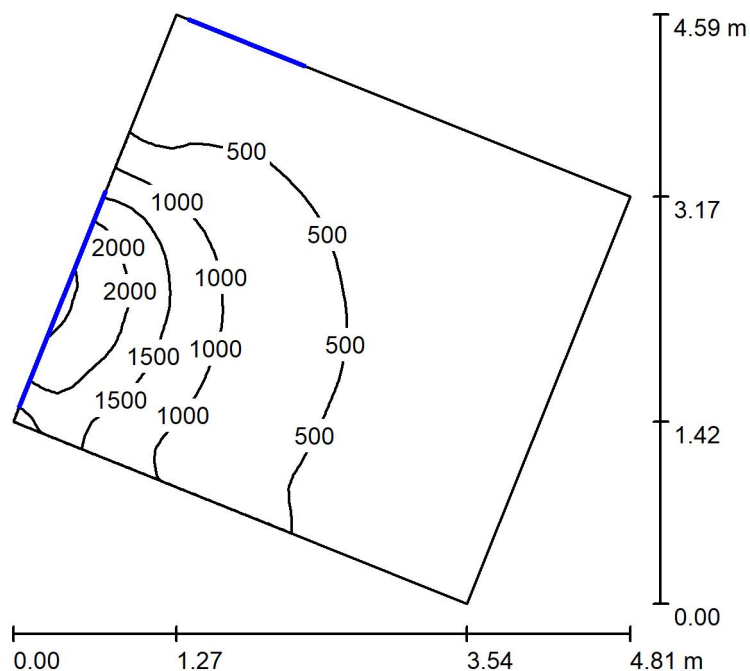
Redattore ATI Project S.r.l.  
Telefono  
Fax  
e-Mail

## Indice

<b>Scene luce</b>		
<b>Fmld</b>		
	Riepilogo	19
	<b>Superfici locale</b>	
	<b>Fattore di luce diurna superficie di calcolo 1</b>	
	Isolinee (D)	20
<b>S108 Aula 14</b>		
<b>Scene luce</b>		
<b>Fmld</b>		
	Riepilogo	21
	<b>Superfici locale</b>	
	<b>Fattore di luce diurna superficie di calcolo 1</b>	
	Isolinee (D)	22
<b>S122 Aula 25</b>		
<b>Scene luce</b>		
<b>Fmld</b>		
	Riepilogo	23
	<b>Superfici locale</b>	
	<b>Fattore di luce diurna superficie di calcolo 1</b>	
	Isolinee (D)	24
<b>S125 Laboratorio 1</b>		
<b>Scene luce</b>		
<b>Fmld</b>		
	Riepilogo	25
	<b>Superfici locale</b>	
	<b>Fattore di luce diurna superficie di calcolo 1</b>	
	Isolinee (D)	26
<b>S126 Laboratorio 2</b>		
<b>Scene luce</b>		
<b>Fmld</b>		
	Riepilogo	27
	<b>Superfici locale</b>	
	<b>Fattore di luce diurna superficie di calcolo 1</b>	
	Isolinee (D)	28

Redattore ATI Project S.r.l.  
 Telefono  
 Fax  
 e-Mail

**P011 Infermeria / Fmld / Riepilogo**



Altezza locale: 3.000 m, Fattore di manutenzione: 0.80

Valori in Lux, Scala 1:59

Superficie	$\rho$ [%]	$E_m$ [lx]	$E_{min}$ [lx]	$E_{max}$ [lx]	$E_{min} / E_m$
Nutzebene	/	679	253	2617	0.373
Boden	50	818	268	2739	0.328
Decke	80	299	227	386	0.757
Pareti (4)	78	406	207	1414	/

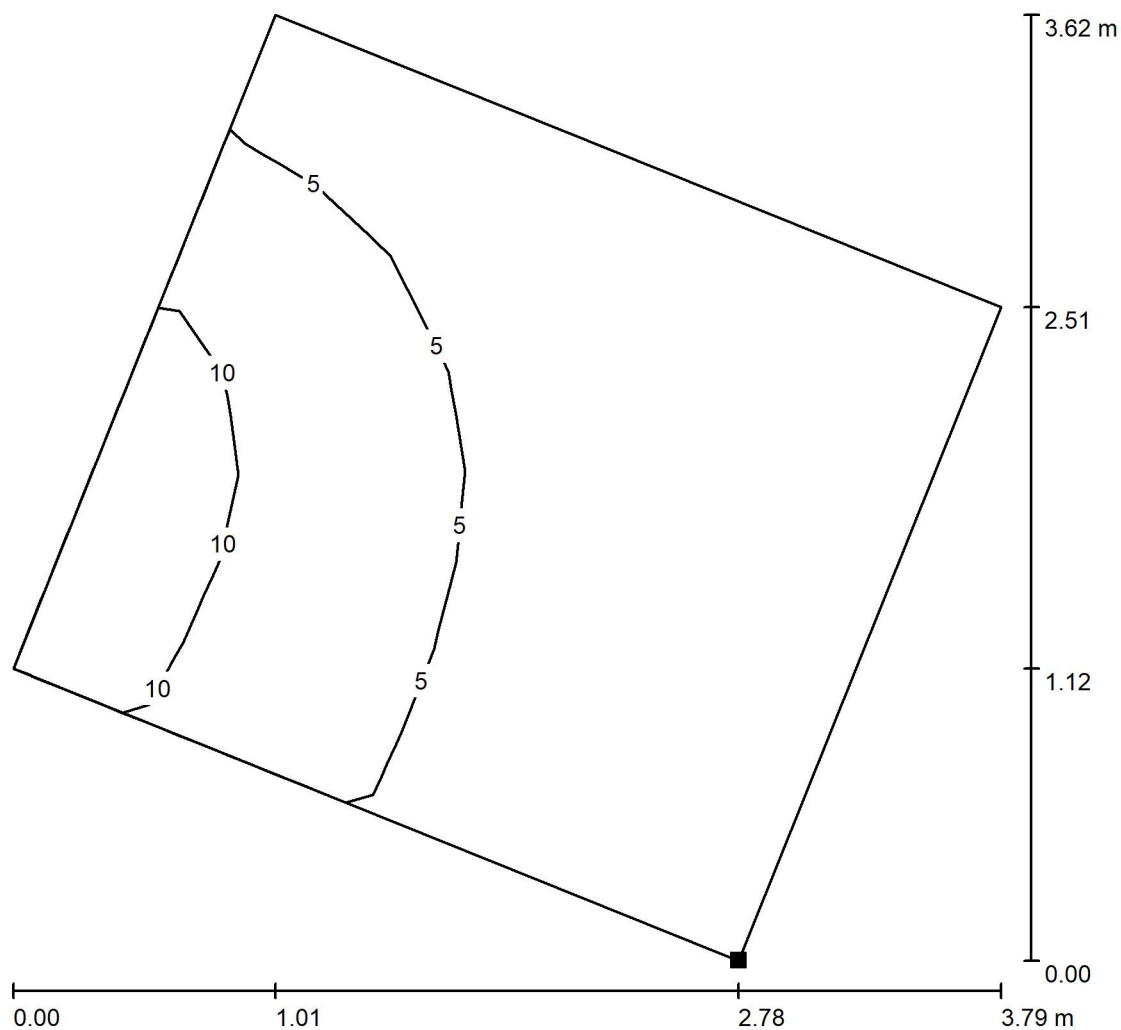
**Nutzebene:**

Altezza: 0.850 m  
 Reticolo: 32 x 32 Punti  
 Zona margine: 0.000 m

Scena luce naturale pura, senza nessuna lampada.

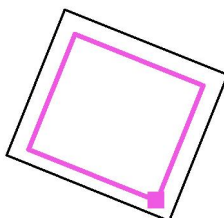
Redattore ATI Project S.r.l.  
 Telefono  
 Fax  
 e-Mail

**P011 Infermeria / Fmld / Fattore di luce diurna superficie di calcolo 1 / Isoleone (D)**



Scala 1 : 29

Posizione della superficie nel locale:  
 Punto contrassegnato:  
 (-88.061 m, 28.925 m, 0.750 m)



Reticolo: 8 x 8 Punti

$D_m$  [%]  
5.09

$D_{min}$  [%]  
2.62

$D_{max}$  [%]  
14

$D_{min} / D_m$   
0.515

$D_{min} / D_{max}$   
0.182

Illuminamento orizzontale all'aperto  $E_e$ : 12971 lx

Redattore ATI Project S.r.l.  
 Telefono  
 Fax  
 e-Mail

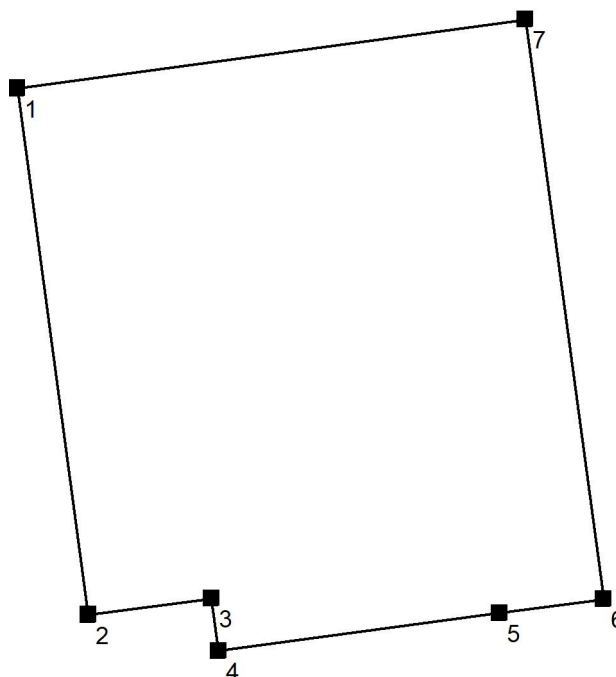
**S010 Aula 1 / Protocollo di input**

Space ID = "aim6033"  
 Zone IDRef = "aim0631"  
 <Edificio>

Altezza della superficie utile: 0.850 m  
 Zona margine: 0.000 m

Fattore di manutenzione: 0.80

Altezza locale: 3.000 m  
 Base: 50.20 m<sup>2</sup>

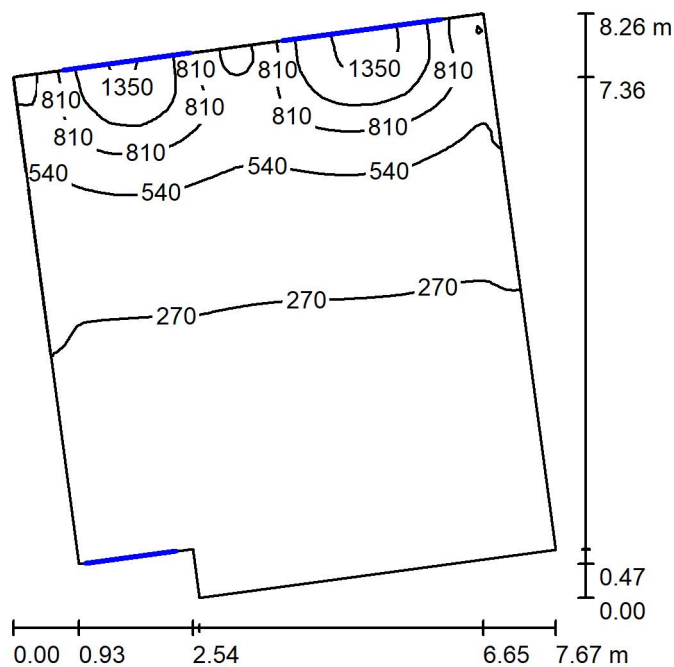


Superficie	Rho [%]	da ( [m]   [m] )	in direzione ( [m]   [m] )	Lunghezza [m]
Boden	50	/	/	/
Decke	80	/	/	/
Wand	78	( -77.249   12.582 )	( -76.319   5.693 )	6.951
Wand	78	( -76.319   5.693 )	( -74.708   5.906 )	1.625
Wand	78	( -74.708   5.906 )	( -74.615   5.219 )	0.694
Wand	78	( -74.615   5.219 )	( -70.939   5.715 )	3.710
Wand	78	( -70.939   5.715 )	( -69.576   5.899 )	1.375
Wand	78	( -69.576   5.899 )	( -70.600   13.480 )	7.650
Wand	78	( -70.600   13.480 )	( -77.249   12.582 )	6.710



Redattore ATI Project S.r.l.  
 Telefono  
 Fax  
 e-Mail

## S010 Aula 1 / Fmld / Riepilogo



Altezza locale: 3.000 m, Fattore di manutenzione: 0.80

Valori in Lux, Scala 1:107

Superficie	$\rho$ [%]	$E_m$ [lx]	$E_{min}$ [lx]	$E_{max}$ [lx]	$E_{min} / E_m$
Nutzebene	/	404	106	1452	0.262
Boden	50	378	193	850	0.510
Decke	80	249	157	374	0.633
Pareti (7)	78	291	164	655	/

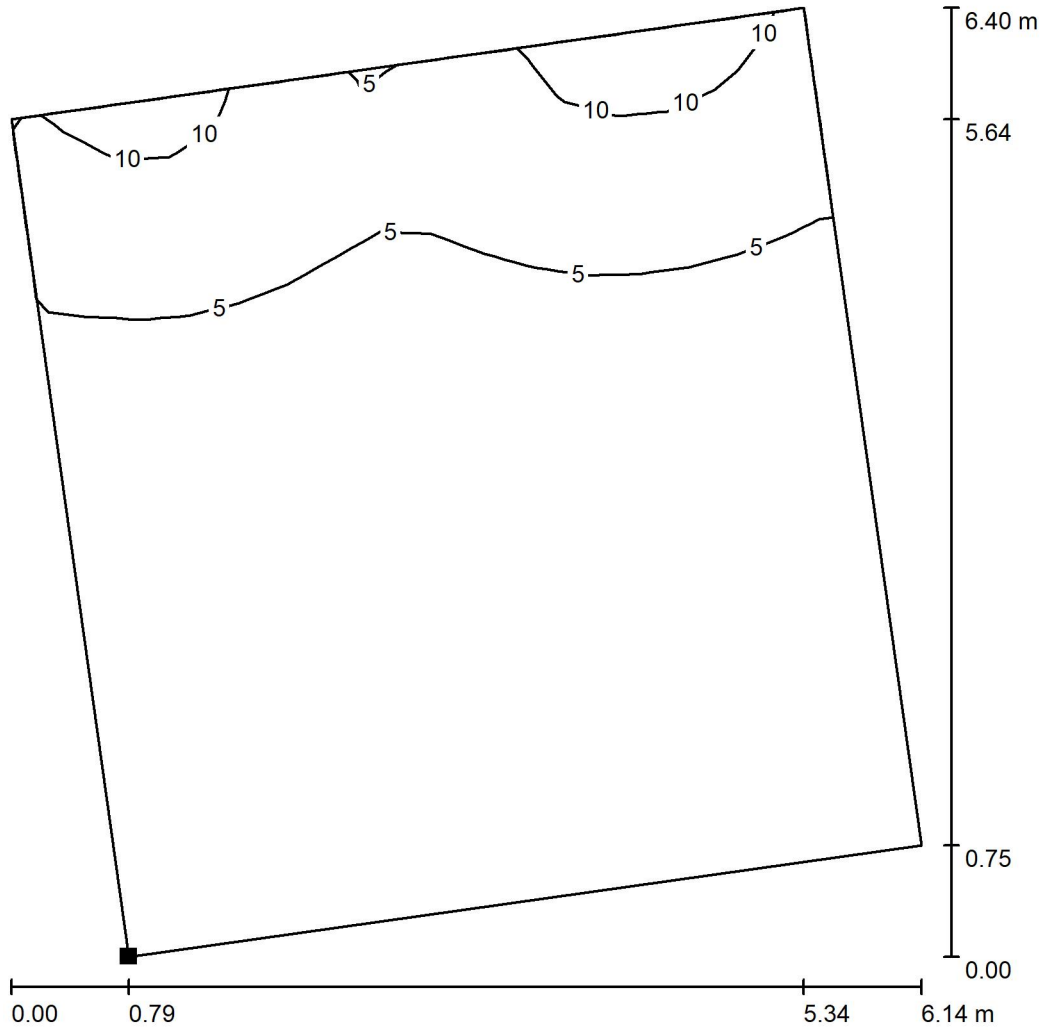
### Nutzebene:

Altezza: 0.850 m  
 Reticolo: 64 x 64 Punti  
 Zona margine: 0.000 m

Scena luce naturale pura, senza nessuna lampada.

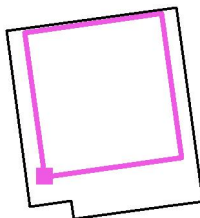
Redattore ATI Project S.r.l.  
 Telefono  
 Fax  
 e-Mail

**S010 Aula 1 / Fmld / Fattore di luce diurna superficie di calcolo 1 / Isolinee (D)**



Scala 1 : 51

Posizione della superficie nel locale:  
 Punto contrassegnato:  
 (-75.741 m, 6.859 m, 0.750 m)



Reticolo: 16 x 16 Punti

$D_m$  [%]  
3.72

$D_{min}$  [%]  
1.47

$D_{max}$  [%]  
12

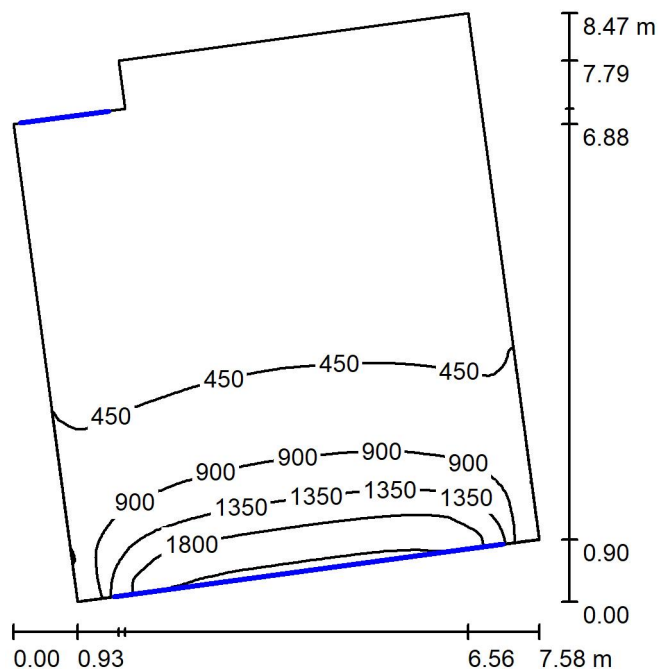
$D_{min} / D_m$   
0.394

$D_{min} / D_{max}$   
0.119

Illuminamento orizzontale all'aperto  $E_e$ : 12971 lx

Redattore ATI Project S.r.l.  
 Telefono  
 Fax  
 e-Mail

**S011 Aula 2 / Fmld / Riepilogo**



Altezza locale: 3.000 m, Fattore di manutenzione: 0.80

Valori in Lux, Scala 1:109

Superficie	$\rho$ [%]	$E_m$ [lx]	$E_{min}$ [lx]	$E_{max}$ [lx]	$E_{min} / E_m$
Nutzebene	/	558	126	2351	0.226
Boden	50	697	217	2475	0.311
Decke	80	270	153	457	0.566
Pareti (6)	78	345	154	1014	/

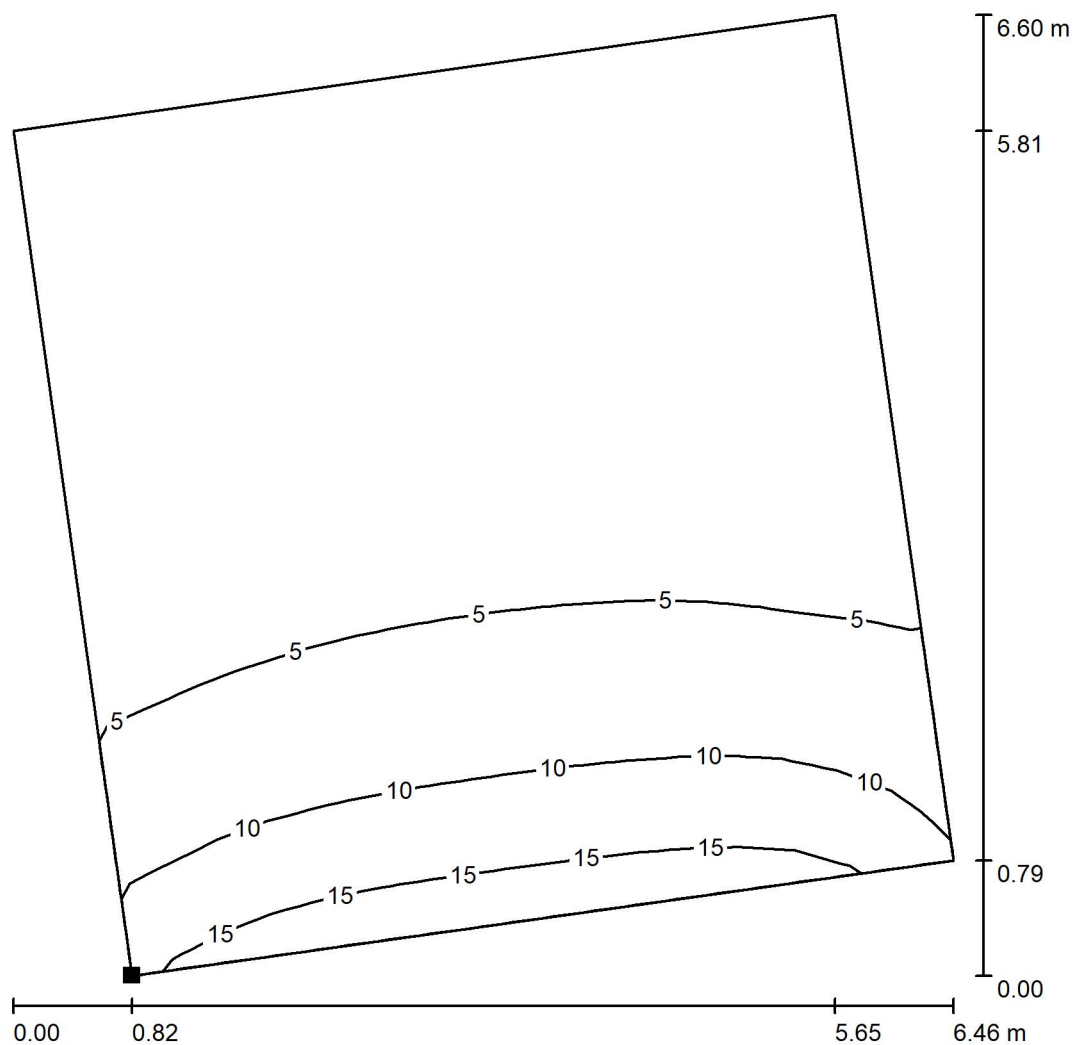
**Nutzebene:**

Altezza: 0.850 m  
 Reticolo: 64 x 64 Punti  
 Zona margine: 0.000 m

Scena luce naturale pura, senza nessuna lampada.

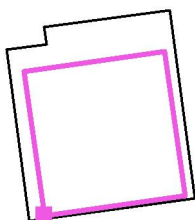
Redattore ATI Project S.r.l.  
 Telefono  
 Fax  
 e-Mail

**S011 Aula 2 / Fmld / Fattore di luce diurna superficie di calcolo 1 / Isolinee (D)**



Scala 1 : 52

Posizione della superficie nel locale:  
 Punto contrassegnato:  
 (-74.238 m, -5.053 m, 0.750 m)



Reticolo: 16 x 16 Punti

$D_m$  [%]  
5.08

$D_{min}$  [%]  
1.66

$D_{max}$  [%]  
17

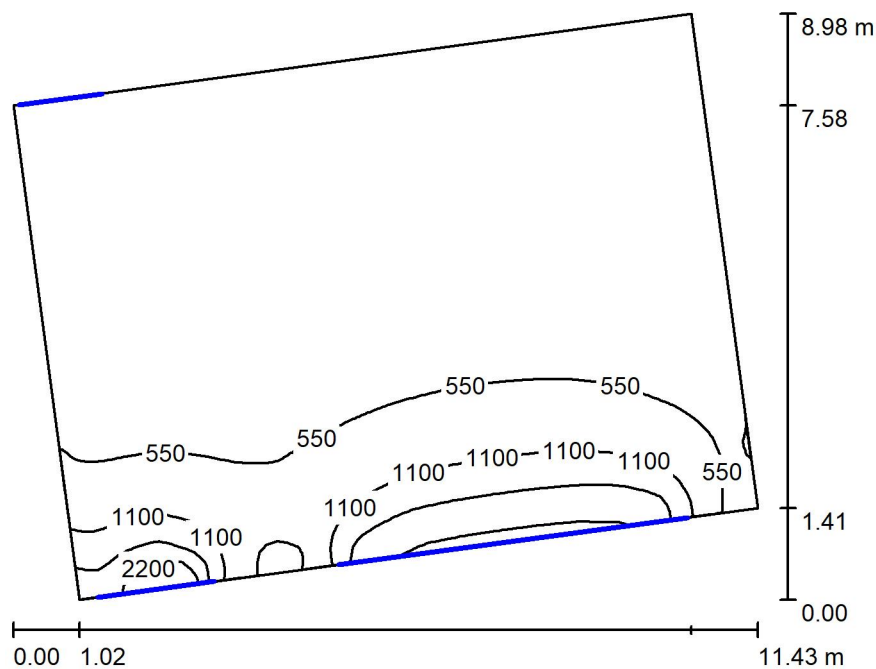
$D_{min} / D_m$   
0.326

$D_{min} / D_{max}$   
0.095

Illuminamento orizzontale all'aperto  $E_e$ : 12971 lx

Redattore ATI Project S.r.l.  
 Telefono  
 Fax  
 e-Mail

**S026 Sala insegnanti / Fmld / Riepilogo**



Altezza locale: 3.000 m, Fattore di manutenzione: 0.80

Valori in Lux, Scala 1:116

Superficie	$\rho$ [%]	$E_m$ [lx]	$E_{min}$ [lx]	$E_{max}$ [lx]	$E_{min} / E_m$
Nutzebene	/	502	144	2719	0.287
Boden	50	626	190	2809	0.304
Decke	80	253	141	434	0.557
Pareti (5)	78	314	151	1417	/

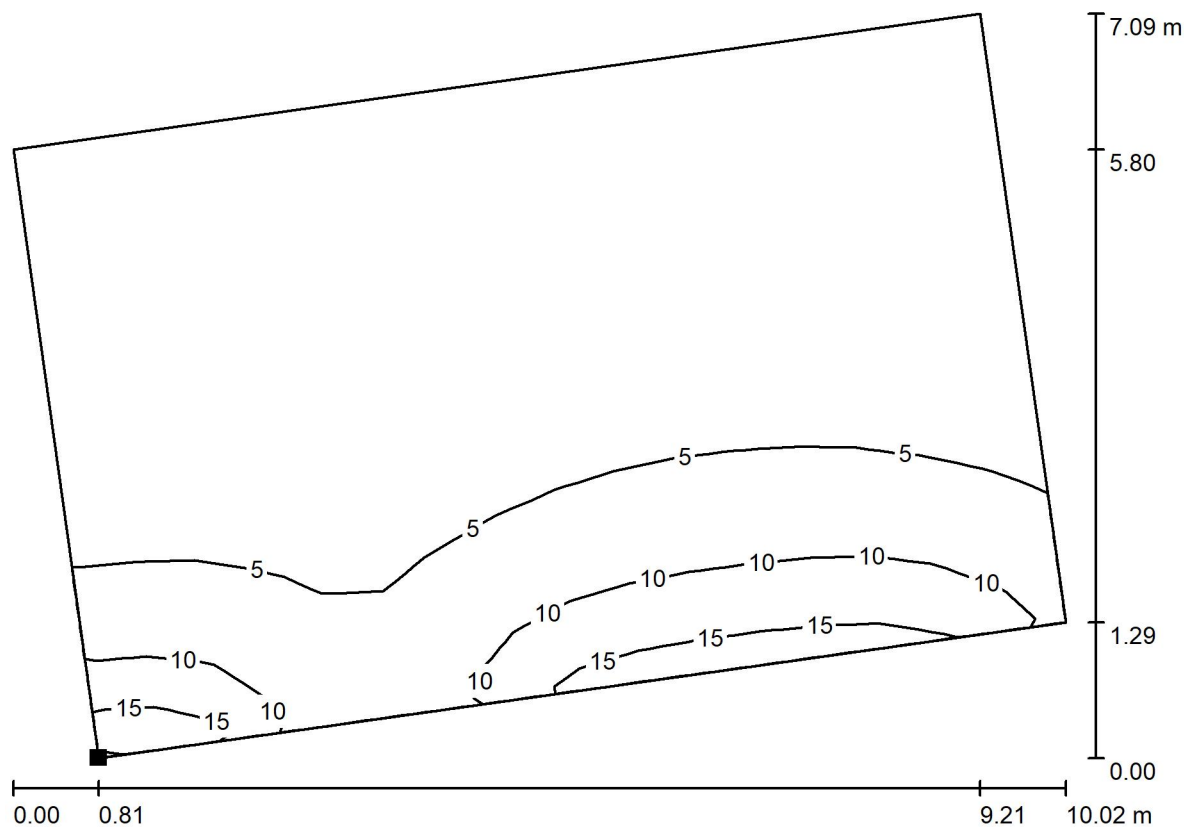
**Nutzebene:**

Altezza: 0.850 m  
 Reticolo: 64 x 64 Punti  
 Zona margine: 0.000 m

Scena luce naturale pura, senza nessuna lampada.

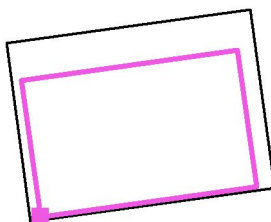
Redattore ATI Project S.r.l.  
 Telefono  
 Fax  
 e-Mail

**S026 Sala insegnanti / Fmld / Fattore di luce diurna superficie di calcolo 1 / Isoleee (D)**



Scala 1 : 72

Posizione della superficie nel locale:  
 Punto contrassegnato:  
 (-85.090 m, -6.521 m, 0.750 m)



Reticolo: 16 x 16 Punti

$D_m$  [%]  
4.54

$D_{min}$  [%]  
1.58

$D_{max}$  [%]  
20

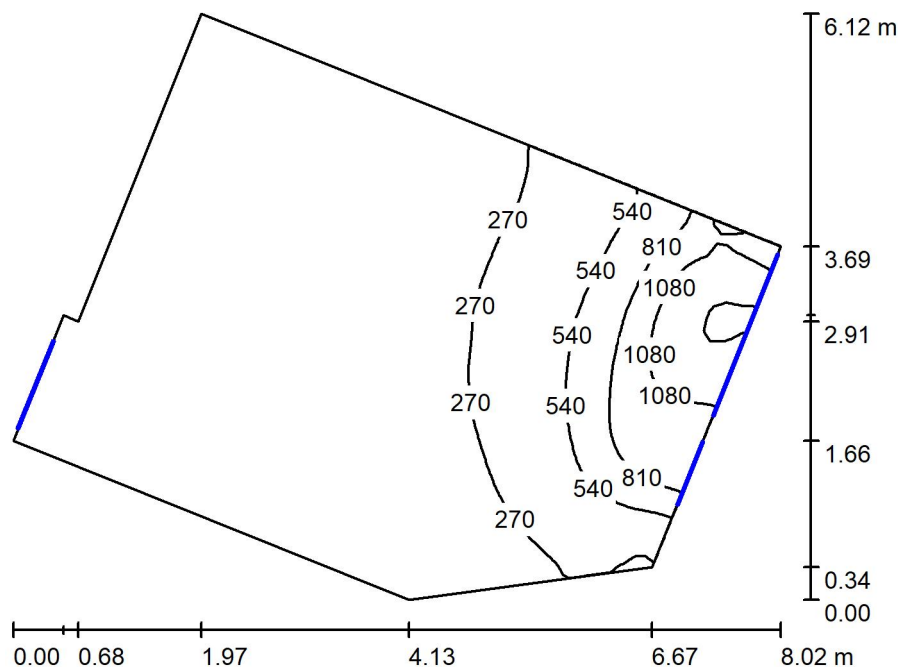
$D_{min} / D_m$   
0.349

$D_{min} / D_{max}$   
0.081

Illuminamento orizzontale all'aperto  $E_e$ : 12971 lx

Redattore ATI Project S.r.l.  
 Telefono  
 Fax  
 e-Mail

**S031 Vicepresidenza / Fmld / Riepilogo**



Altezza locale: 3.000 m, Fattore di manutenzione: 0.80

Valori in Lux, Scala 1:79

Superficie	$\rho$ [%]	$E_m$ [lx]	$E_{min}$ [lx]	$E_{max}$ [lx]	$E_{min} / E_m$
Nutzebene	/	309	88	1407	0.286
Boden	50	281	105	740	0.374
Decke	80	132	75	205	0.572
Pareti (7)	78	182	75	767	/

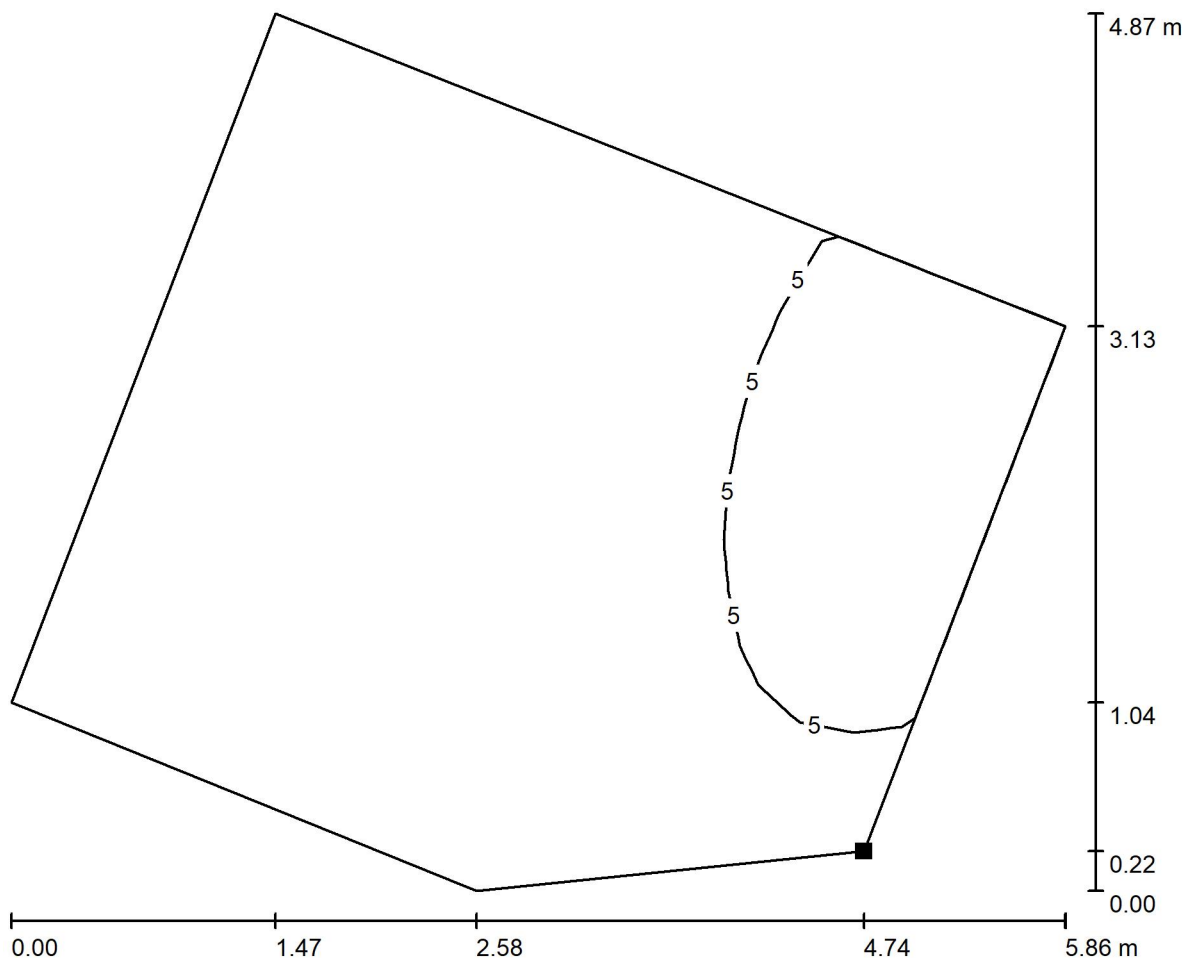
**Nutzebene:**

Altezza: 0.850 m  
 Reticolo: 64 x 64 Punti  
 Zona margine: 0.000 m

Scena luce naturale pura, senza nessuna lampada.

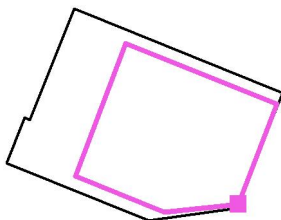
Redattore ATI Project S.r.l.  
 Telefono  
 Fax  
 e-Mail

**S031 Vicepresidenza / Fmld / Fattore di luce diurna superficie di calcolo 1 / Isolinee (D)**



Scala 1 : 42

Posizione della superficie nel locale:  
 Punto contrassegnato:  
 (-89.242 m, 11.363 m, 0.750 m)



Reticolo: 16 x 16 Punti

$D_m$  [%]  
3.05

$D_{min}$  [%]  
0.97

$D_{max}$  [%]  
12

$D_{min} / D_m$   
0.318

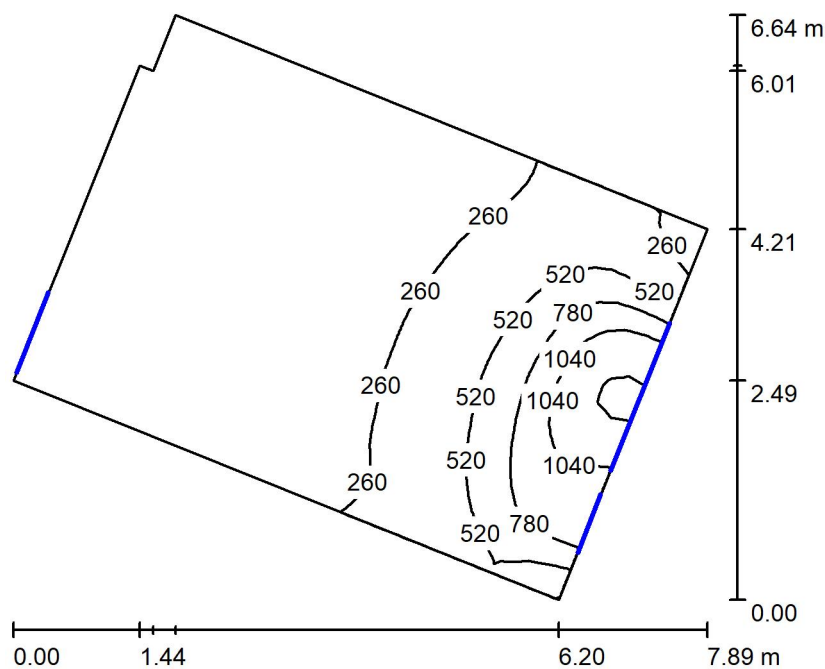
$D_{min} / D_{max}$   
0.082

Illuminamento orizzontale all'aperto  $E_e$ : 12971 lx



Redattore ATI Project S.r.l.  
 Telefono  
 Fax  
 e-Mail

### S032 Presidenza / Fmld / Riepilogo



Altezza locale: 3.000 m, Fattore di manutenzione: 0.80

Valori in Lux, Scala 1:86

Superficie	$\rho$ [%]	$E_m$ [lx]	$E_{min}$ [lx]	$E_{max}$ [lx]	$E_{min} / E_m$
Nutzebene	/	322	99	1375	0.307
Boden	50	291	116	717	0.400
Decke	80	133	81	185	0.609
Pareti (6)	78	181	88	521	/

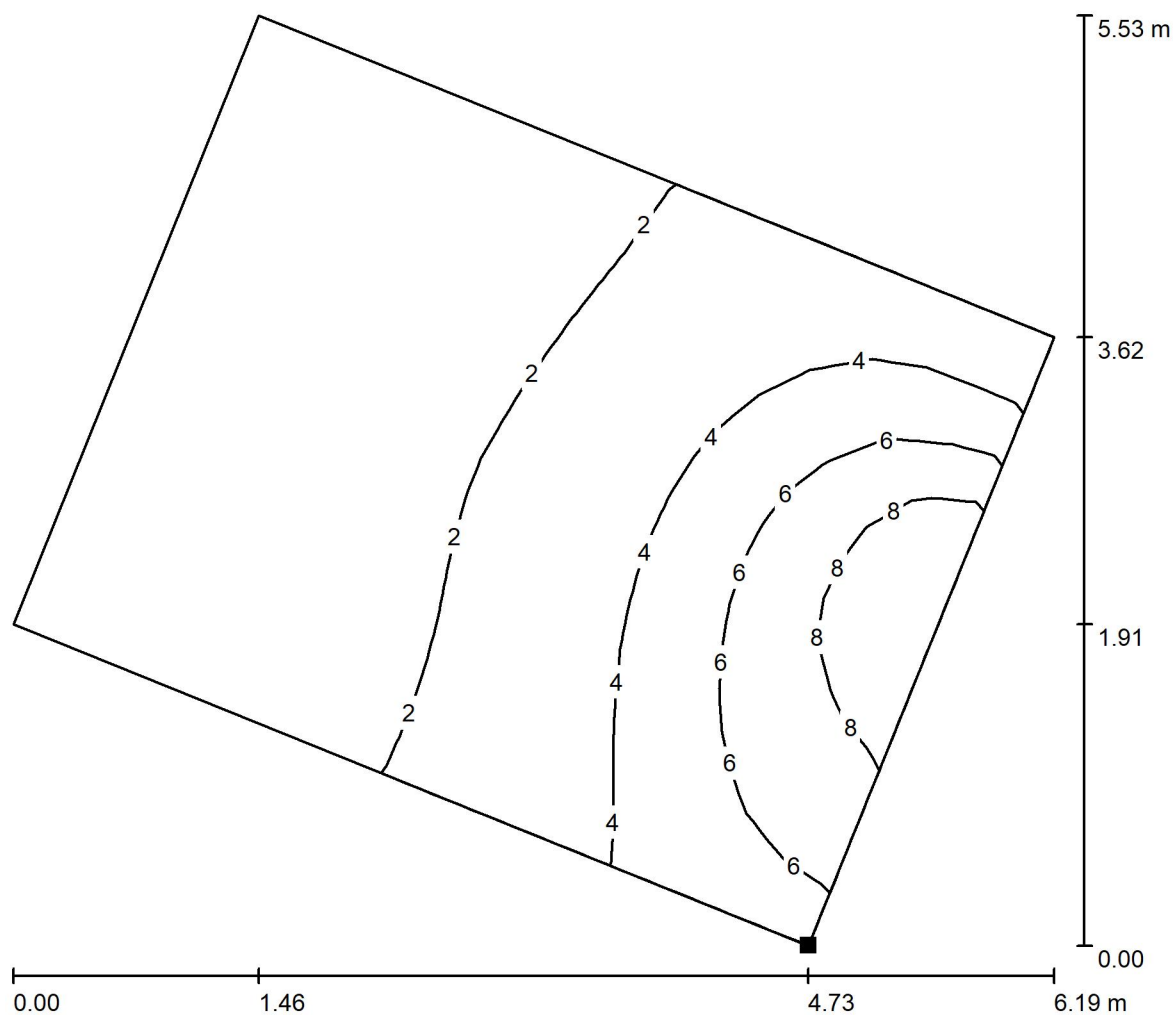
#### Nutzebene:

Altezza: 0.850 m  
 Reticolo: 32 x 32 Punti  
 Zona margine: 0.000 m

Scena luce naturale pura, senza nessuna lampada.

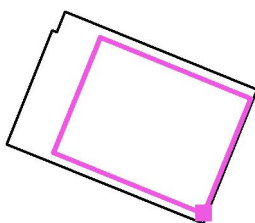
Redattore ATI Project S.r.l.  
 Telefono  
 Fax  
 e-Mail

**S032 Presidenza / Fmld / Fattore di luce diurna superficie di calcolo 1 / Isoleee (D)**



Scala 1 : 45

Posizione della superficie nel locale:  
 Punto contrassegnato:  
 (-87.892 m, 15.010 m, 0.750 m)



Reticolo: 16 x 16 Punti

$D_m$  [%]  
3.07

$D_{min}$  [%]  
1.03

$D_{max}$  [%]  
10

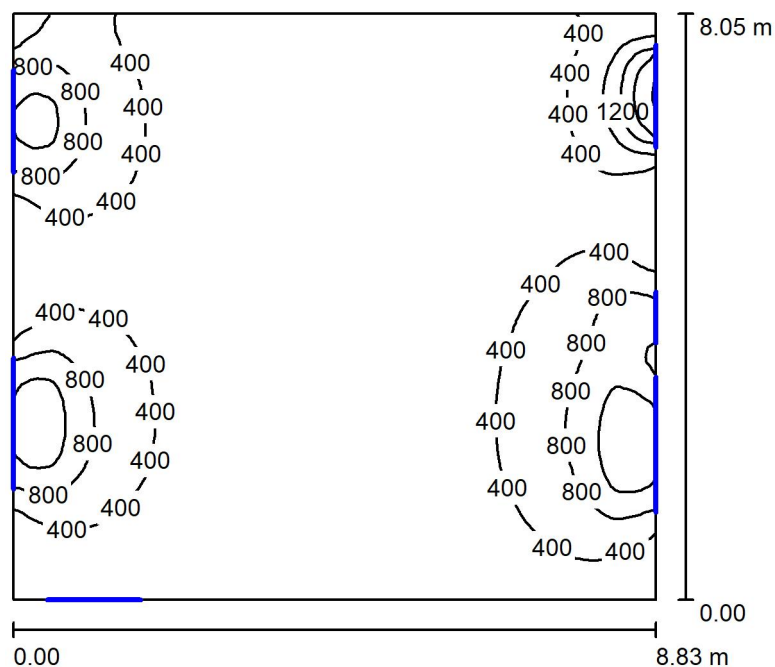
$D_{min} / D_m$   
0.335

$D_{min} / D_{max}$   
0.103

Illuminamento orizzontale all'aperto  $E_e$ : 12971 lx

Redattore ATI Project S.r.l.  
 Telefono  
 Fax  
 e-Mail

### S033 Uffici amministrativi / Fmld / Riepilogo



Altezza locale: 3.000 m, Fattore di manutenzione: 0.80

Valori in Lux, Scala 1:104

Superficie	$\rho$ [%]	$E_m$ [lx]	$E_{min}$ [lx]	$E_{max}$ [lx]	$E_{min} / E_m$
Superficie utile	/	399	175	2066	0.438
Pavimento	50	398	198	1567	0.498
Soffitto	80	177	140	227	0.790
Pareti (4)	78	233	133	744	/

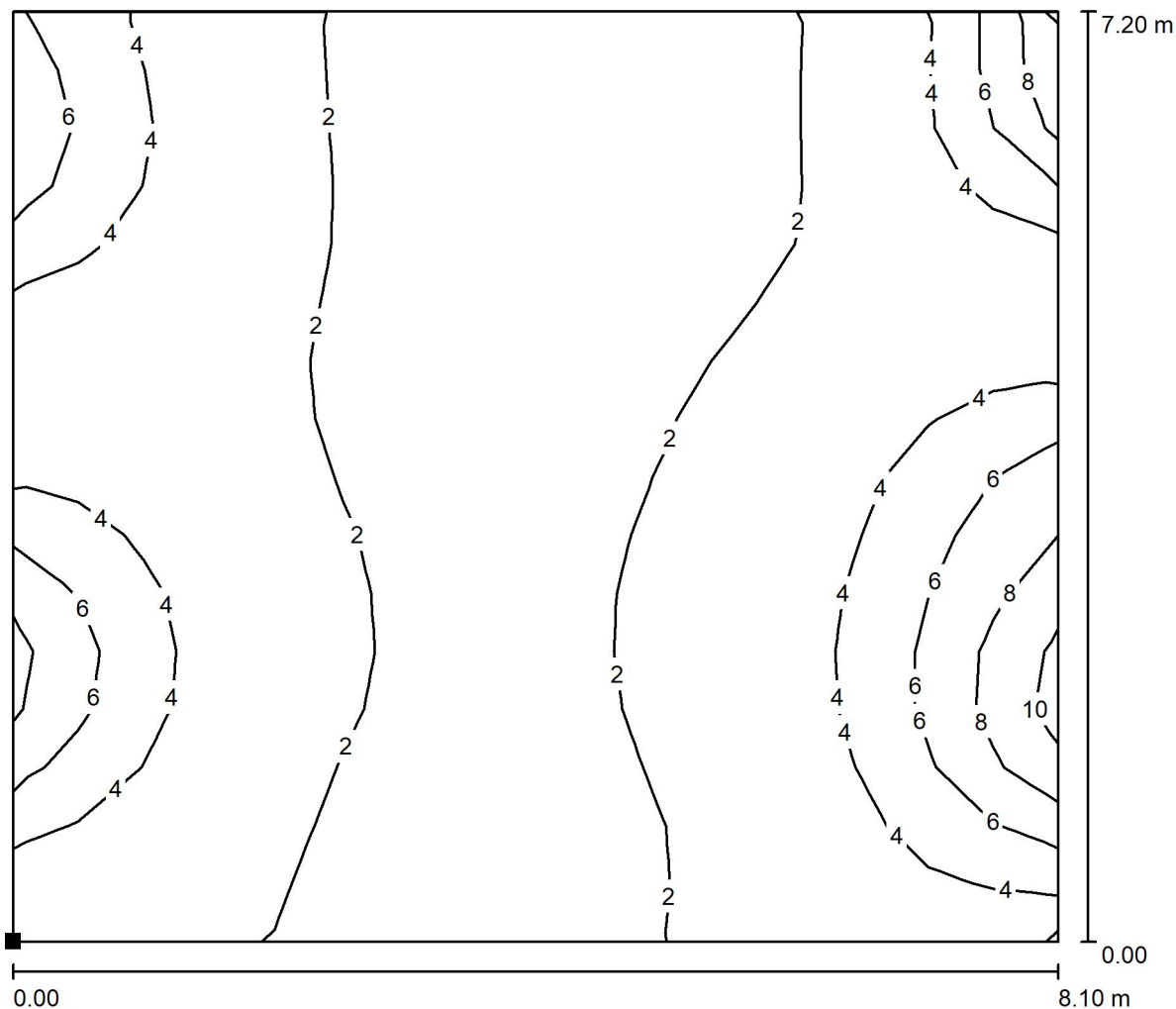
#### Superficie utile:

Altezza: 0.850 m  
 Reticolo: 128 x 128 Punti  
 Zona margine: 0.000 m

Scena luce naturale pura, senza nessuna lampada.

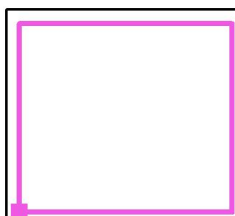
Redattore ATI Project S.r.l.  
 Telefono  
 Fax  
 e-Mail

**S033 Uffici amministrativi / Fmld / Fattore di luce diurna superficie di calcolo 1 / Isolinee (D)**



Scala 1 : 58

Posizione della superficie nel locale:  
 Punto contrassegnato:  
 (-89.740 m, 29.253 m, 0.750 m)



Reticolo: 16 x 16 Punti

$D_m$  [%]  
2.98

$D_{min}$  [%]  
1.54

$D_{max}$  [%]  
11

$D_{min} / D_m$   
0.515

$D_{min} / D_{max}$   
0.141

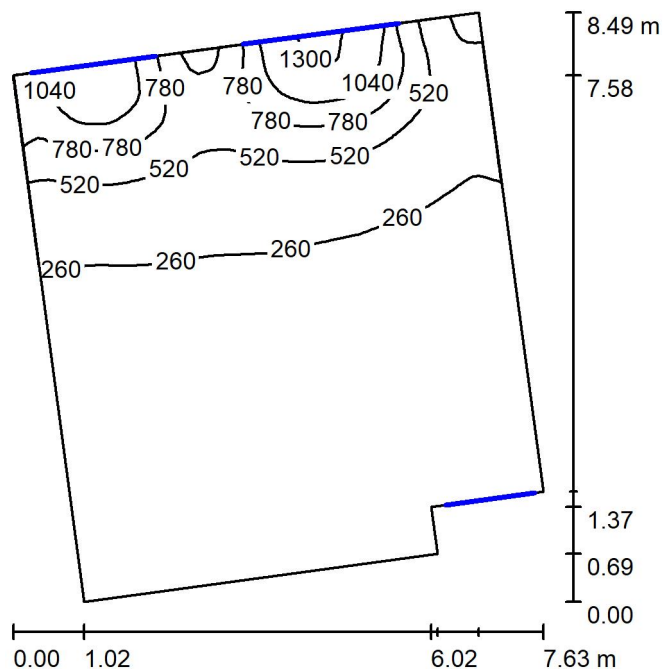
Illuminamento orizzontale all'aperto  $E_e$ : 12971 lx





Redattore ATI Project S.r.l.  
 Telefono  
 Fax  
 e-Mail

**S105 Aula 13 / Fmld / Riepilogo**



Altezza locale: 3.000 m, Fattore di manutenzione: 0.80

Valori in Lux, Scala 1:109

Superficie	$\rho$ [%]	$E_m$ [lx]	$E_{min}$ [lx]	$E_{max}$ [lx]	$E_{min} / E_m$
Nutzebene	/	325	70	1350	0.216
Boden	50	304	122	720	0.400
Decke	80	140	89	206	0.631
Pareti (6)	78	188	89	648	/

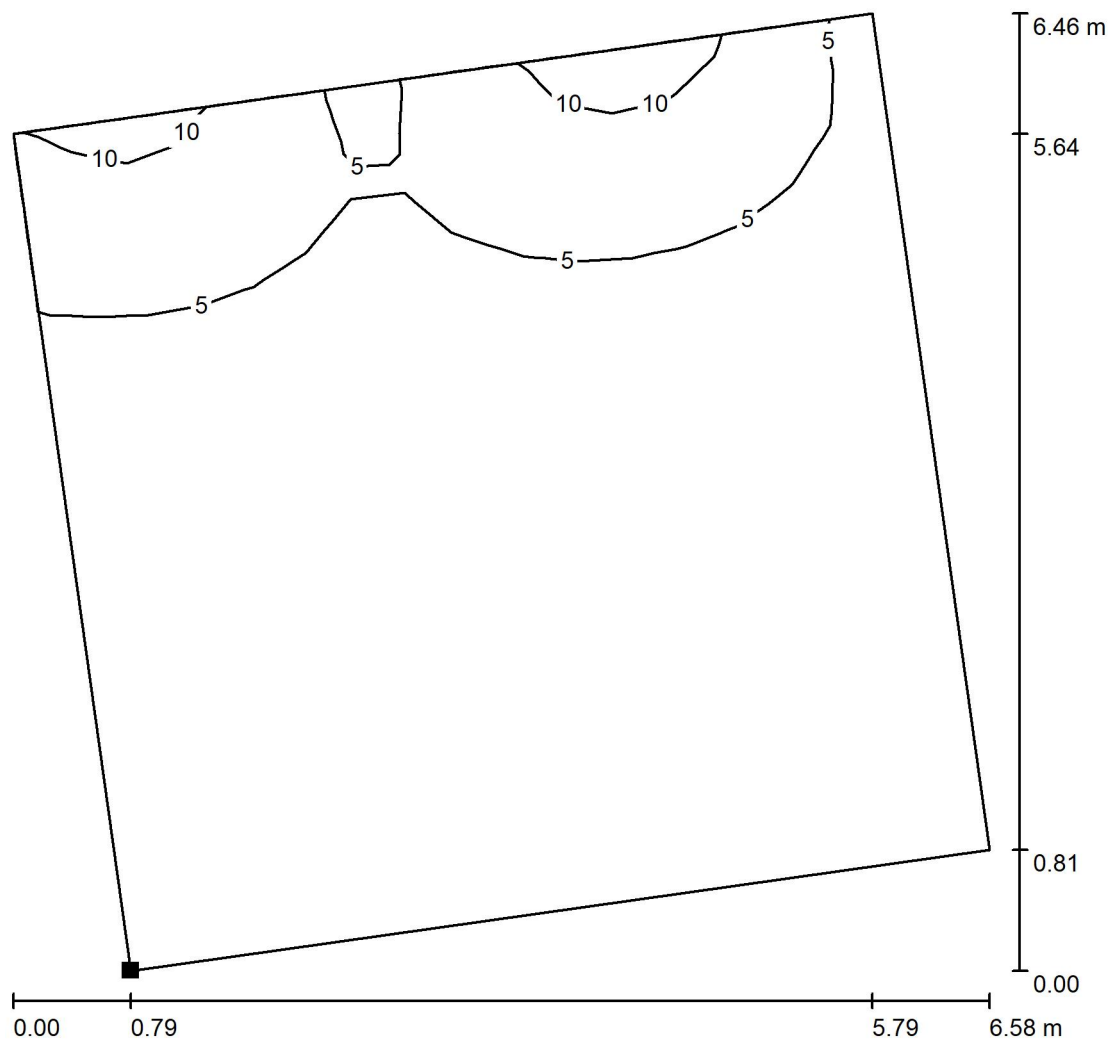
**Nutzebene:**

Altezza: 0.850 m  
 Reticolo: 64 x 64 Punti  
 Zona margine: 0.000 m

Scena luce naturale pura, senza nessuna lampada.

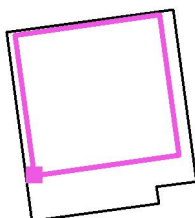
Redattore ATI Project S.r.l.  
 Telefono  
 Fax  
 e-Mail

**S105 Aula 13 / Fmld / Fattore di luce diurna superficie di calcolo 1 / Isolinee (D)**



Scala 1 : 51

Posizione della superficie nel locale:  
 Punto contrassegnato:  
 (-83.099 m, 5.871 m, 0.750 m)



Reticolo: 16 x 16 Punti

$D_m$  [%]  
3.08

$D_{min}$  [%]  
0.98

$D_{max}$  [%]  
12

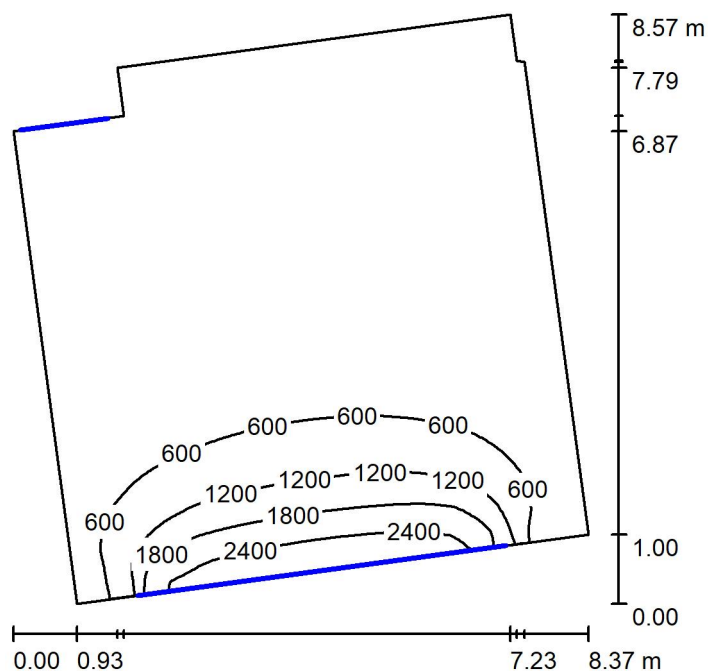
$D_{min} / D_m$   
0.317

$D_{min} / D_{max}$   
0.085

Illuminamento orizzontale all'aperto  $E_e$ : 12971 lx

Redattore ATI Project S.r.l.  
 Telefono  
 Fax  
 e-Mail

## S108 Aula 14 / Fmld / Riepilogo



Altezza locale: 3.000 m, Fattore di manutenzione: 0.80

Valori in Lux, Scala 1:110

Superficie	$\rho$ [%]	$E_m$ [lx]	$E_{min}$ [lx]	$E_{max}$ [lx]	$E_{min} / E_m$
Nutzebene	/	462	68	2842	0.147
Boden	20	612	107	3004	0.175
Decke	70	94	49	155	0.522
Pareti (9)	50	170	45	676	/

### Nutzebene:

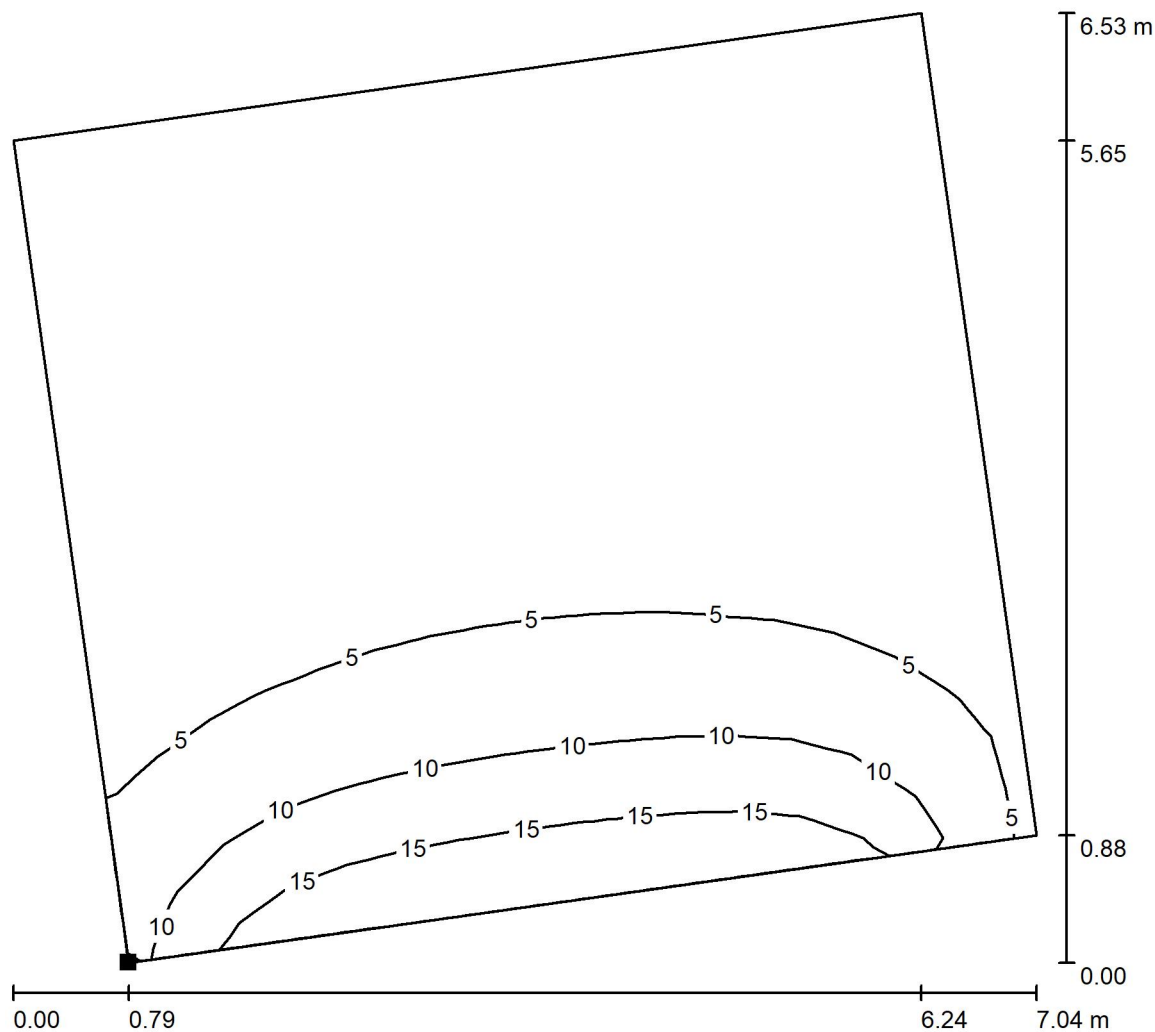
Altezza: 0.850 m  
 Reticolo: 64 x 64 Punti  
 Zona margine: 0.000 m

Scena luce naturale pura, senza nessuna lampada.



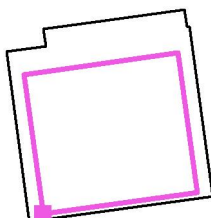
Redattore ATI Project S.r.l.  
 Telefono  
 Fax  
 e-Mail

**S108 Aula 14 / Fmld / Fattore di luce diurna superficie di calcolo 1 / Isolinee (D)**



Scala 1 : 52

Posizione della superficie nel locale:  
 Punto contrassegnato:  
 (-88.962 m, -6.943 m, 0.750 m)



Reticolo: 16 x 16 Punti

$D_m$  [%]  
4.36

$D_{min}$  [%]  
0.73

$D_{max}$  [%]  
20

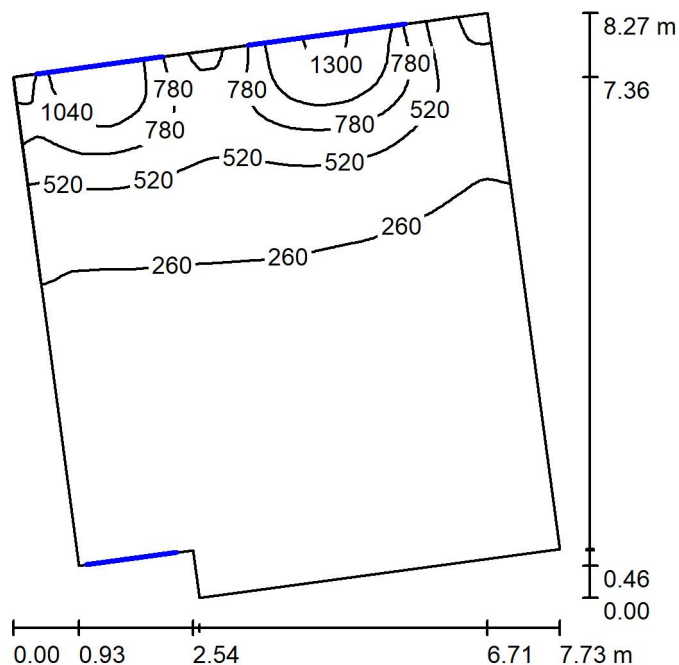
$D_{min} / D_m$   
0.167

$D_{min} / D_{max}$   
0.037

Illuminamento orizzontale all'aperto  $E_e$ : 12971 lx

Redattore ATI Project S.r.l.  
 Telefono  
 Fax  
 e-Mail

**S122 Aula 25 / Fmld / Riepilogo**



Altezza locale: 3.000 m, Fattore di manutenzione: 0.80

Valori in Lux, Scala 1:107

Superficie	$\rho$ [%]	$E_m$ [lx]	$E_{min}$ [lx]	$E_{max}$ [lx]	$E_{min} / E_m$
Nutzebene	/	327	71	1349	0.218
Boden	50	304	124	724	0.407
Decke	80	140	88	206	0.628
Pareti (6)	78	189	90	647	/

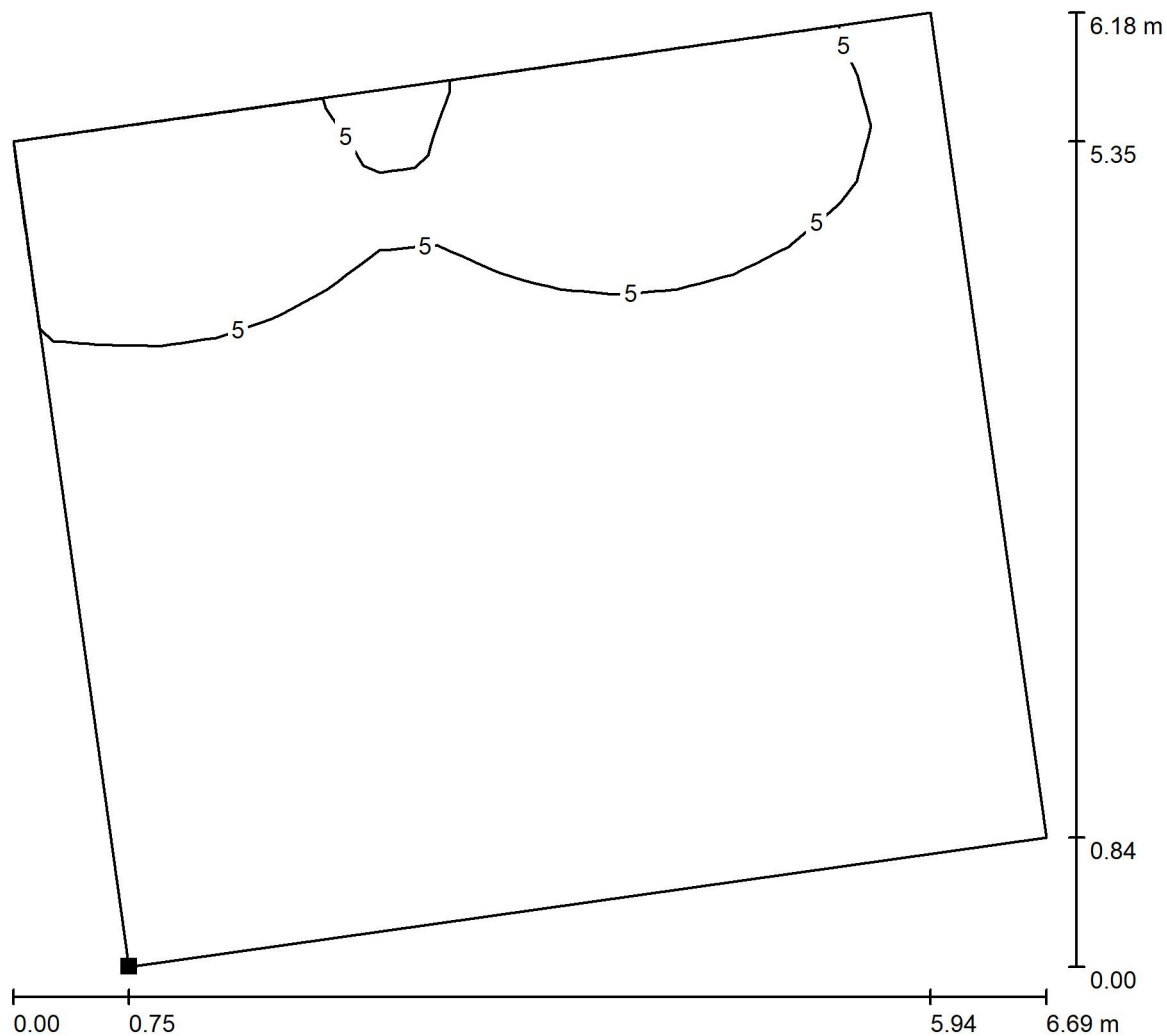
**Nutzebene:**

Altezza: 0.850 m  
 Reticolo: 64 x 64 Punti  
 Zona margine: 0.000 m

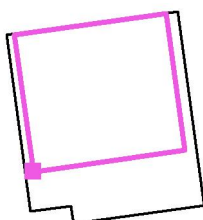
Scena luce naturale pura, senza nessuna lampada.

Redattore ATI Project S.r.l.  
 Telefono  
 Fax  
 e-Mail

**S122 Aula 25 / Fmld / Fattore di luce diurna superficie di calcolo 1 / Isolinee (D)**



Posizione della superficie nel locale:  
 Punto contrassegnato:  
 (-31.122 m, 13.317 m, 0.750 m)



Scala 1 : 49

Reticolo: 16 x 16 Punti

$D_m$  [%]  
3.25

$D_{min}$  [%]  
1.04

$D_{max}$  [%]  
11

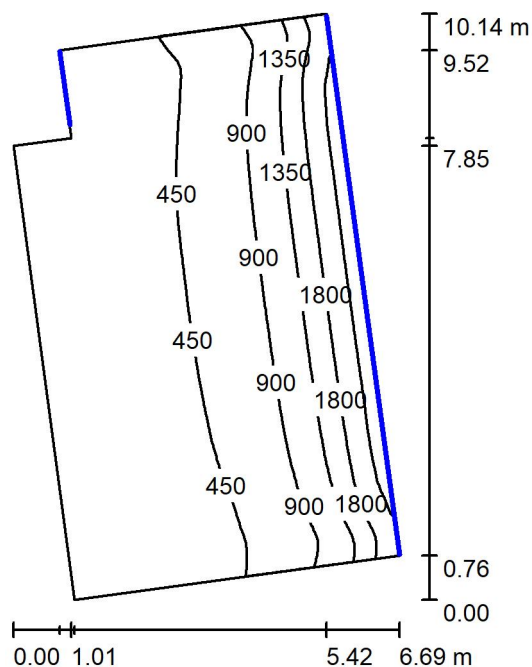
$D_{min} / D_m$   
0.319

$D_{min} / D_{max}$   
0.092

Illuminamento orizzontale all'aperto  $E_e$ : 12971 lx

Redattore ATI Project S.r.l.  
 Telefono  
 Fax  
 e-Mail

## S125 Laboratorio 1 / Fmld / Riepilogo



Altezza locale: 3.000 m, Fattore di manutenzione: 0.80

Valori in Lux, Scala 1:131

Superficie	$\rho$ [%]	$E_m$ [lx]	$E_{min}$ [lx]	$E_{max}$ [lx]	$E_{min} / E_m$
Superficie utile	/	767	224	2426	0.292
Pavimento	20	937	329	2156	0.351
Soffitto	70	193	135	371	0.702
Pareti (7)	78	346	138	1194	/

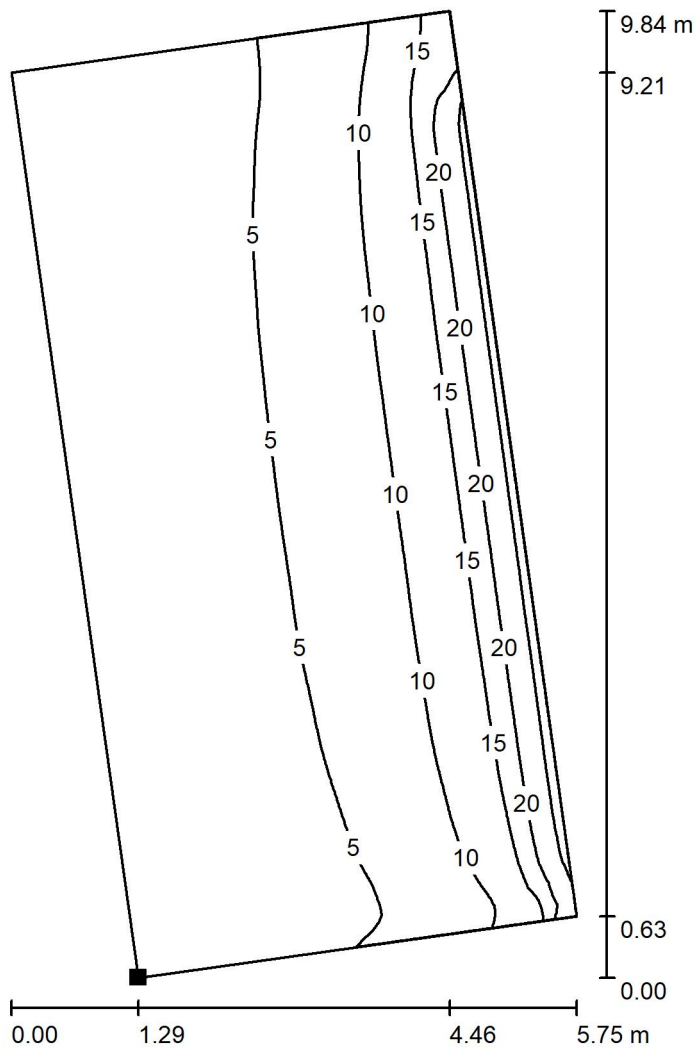
### Superficie utile:

Altezza: 0.850 m  
 Reticolo: 64 x 64 Punti  
 Zona margine: 0.000 m

Scena luce naturale pura, senza nessuna lampada.

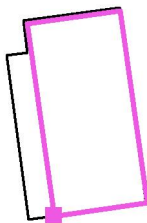
Redattore ATI Project S.r.l.  
 Telefono  
 Fax  
 e-Mail

**S125 Laboratorio 1 / Fmld / Fattore di luce diurna superficie di calcolo 1 / Isolinee (D)**



Scala 1 : 77

Posizione della superficie nel locale:  
 Punto contrassegnato:  
 (-46.230 m, 17.166 m, 0.750 m)



Reticolo: 64 x 128 Punti

$D_m$  [%]  
7.53

$D_{min}$  [%]  
1.90

$D_{max}$  [%]  
27

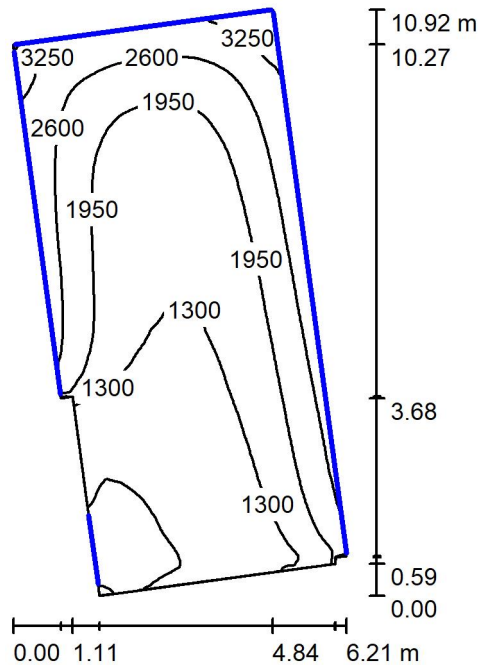
$D_{min} / D_m$   
0.252

$D_{min} / D_{max}$   
0.071

Illuminamento orizzontale all'aperto  $E_e$ : 12971 lx

Redattore ATI Project S.r.l.  
 Telefono  
 Fax  
 e-Mail

## S126 Laboratorio 2 / Fmld / Riepilogo



Altezza locale: 3.000 m, Fattore di manutenzione: 0.80

Valori in Lux, Scala 1:141

Superficie	$\rho$ [%]	$E_m$ [lx]	$E_{min}$ [lx]	$E_{max}$ [lx]	$E_{min} / E_m$
Nutzebene	/	1786	484	3611	0.271
Boden	50	2128	634	3559	0.298
Decke	80	591	420	811	0.711
Pareti (8)	78	791	249	2884	/

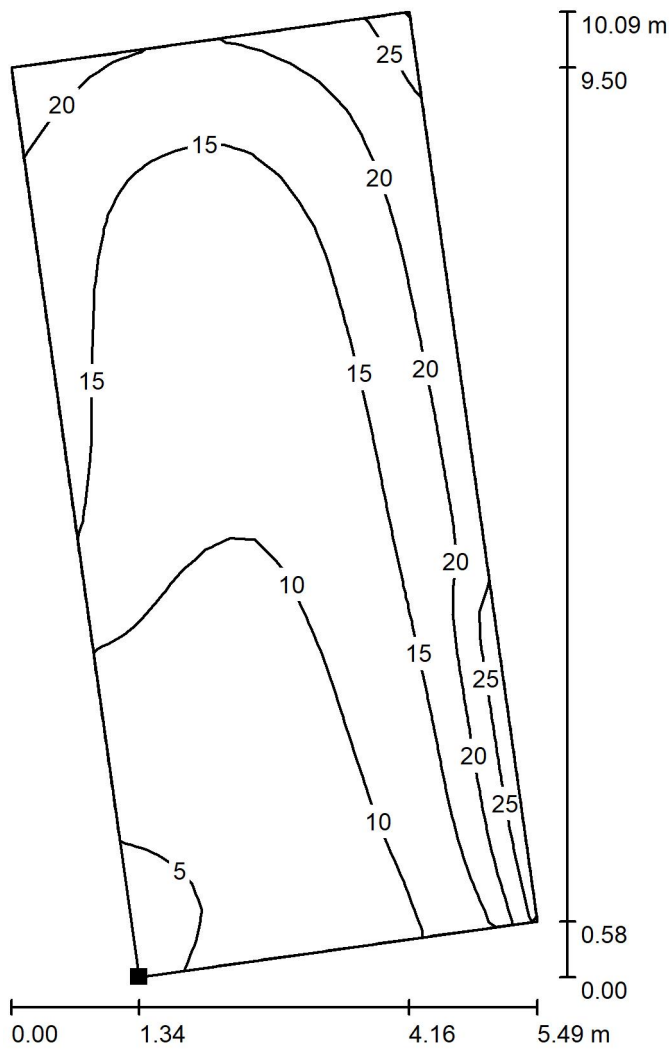
### Nutzebene:

Altezza: 0.850 m  
 Reticolo: 128 x 128 Punti  
 Zona margine: 0.000 m

Scena luce naturale pura, senza nessuna lampada.

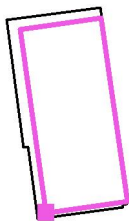
Redattore ATI Project S.r.l.  
 Telefono  
 Fax  
 e-Mail

**S126 Laboratorio 2 / Fmld / Fattore di luce diurna superficie di calcolo 1 / Isolinee (D)**



Scala 1 : 79

Posizione della superficie nel locale:  
 Punto contrassegnato:  
 (-47.299 m, 27.163 m, 0.750 m)



Reticolo: 32 x 16 Punti

$D_m$  [%]  
14

$D_{min}$  [%]  
4.46

$D_{max}$  [%]  
29

$D_{min} / D_m$   
0.330

$D_{min} / D_{max}$   
0.155

Illuminamento orizzontale all'aperto  $E_e$ : 12971 lx

# **Nuovo edificio scolastico di secondo grado presso l'area di Via R. Sanzio nel comune di Empoli**

Verifica Fattore medio luce diurna Palestra

Responsabile:  
No. ordine:  
Ditta:  
No. cliente:

Data: 21.07.2018  
Redattore: ATI Project S.r.l.



Redattore ATI Project S.r.l.  
Telefono  
Fax  
e-Mail

00000

## Indice

<b>Nuovo edificio scolastico di secondo grado presso l'area di Via R. ...</b>	
Copertina progetto	1
Indice	2
<b>Palestra e spazio per il pubblico</b>	
Protocollo di input	3
<b>Scene luce</b>	
<b>Fmld</b>	
Riepilogo	4
<b>Superfici locale</b>	
<b>Fattore di luce diurna superficie di calcolo 3</b>	
Isolinee (D)	5

Redattore ATI Project S.r.l.  
 Telefono  
 Fax  
 e-Mail

00000

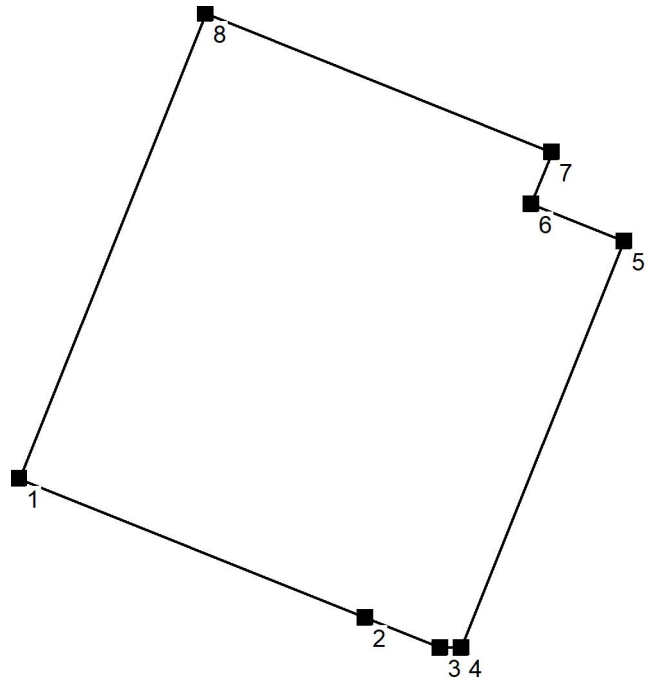
## Palestra e spazio per il pubblico / Protocollo di input

Space ID = "aim6186"

Altezza della superficie utile: 0.850 m  
 Zona margine: 0.000 m

Fattore di manutenzione: 0.80

Altezza locale: 9.800 m  
 Base: 943.91 m<sup>2</sup>

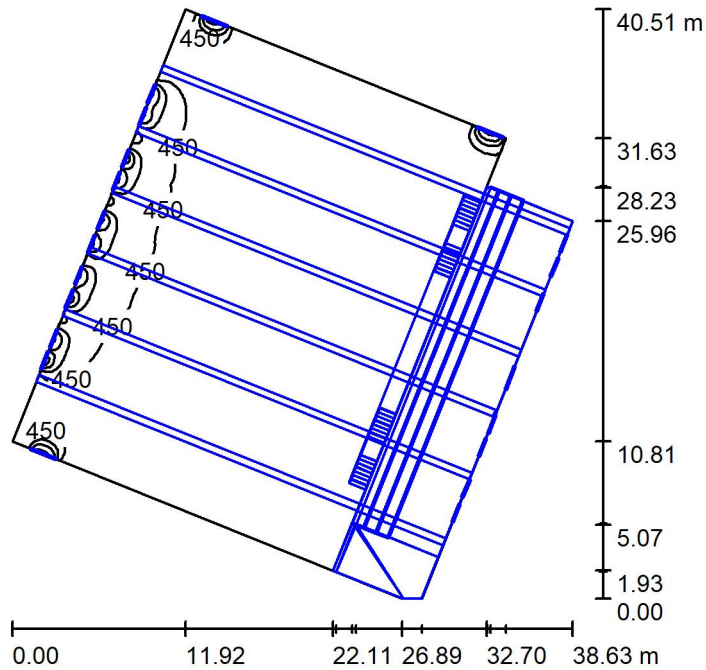


Superficie	Rho [%]	da ( [m]   [m] )	in direzione ( [m]   [m] )	Lunghezza [m]
Pavimento	65	/	/	/
Soffitto	70	/	/	/
Parete 1	78	( -55.442   90.350 )	( -33.341   81.478 )	23.815
Parete 2	78	( -33.341   81.478 )	( -28.549   79.540 )	5.170
Parete 3	78	( -28.549   79.540 )	( -27.209   79.540 )	1.339
Parete 4	78	( -27.209   79.540 )	( -16.815   105.501 )	27.964
Parete 5	78	( -16.815   105.501 )	( -22.742   107.880 )	6.387
Parete 6	78	( -22.742   107.880 )	( -21.420   111.175 )	3.550
Parete 7	78	( -21.420   111.175 )	( -43.520   120.047 )	23.815
Parete 8	78	( -43.520   120.047 )	( -55.442   90.350 )	32.000

Redattore ATI Project S.r.l.  
 Telefono  
 Fax  
 e-Mail

00000

**Palestra e spazio per il pubblico / Fmld / Riepilogo**



Altezza locale: 9.800 m, Fattore di manutenzione: 0.80

Valori in Lux, Scala 1:521

Superficie	$\rho$ [%]	$E_m$ [lx]	$E_{min}$ [lx]	$E_{max}$ [lx]	$E_{min} / E_m$
Superficie utile	/	191	3.21	2096	0.017
Pavimento	65	216	6.90	2251	0.032
Soffitto	70	102	28	217	0.273
Pareti (8)	78	119	13	1051	/

**Superficie utile:**

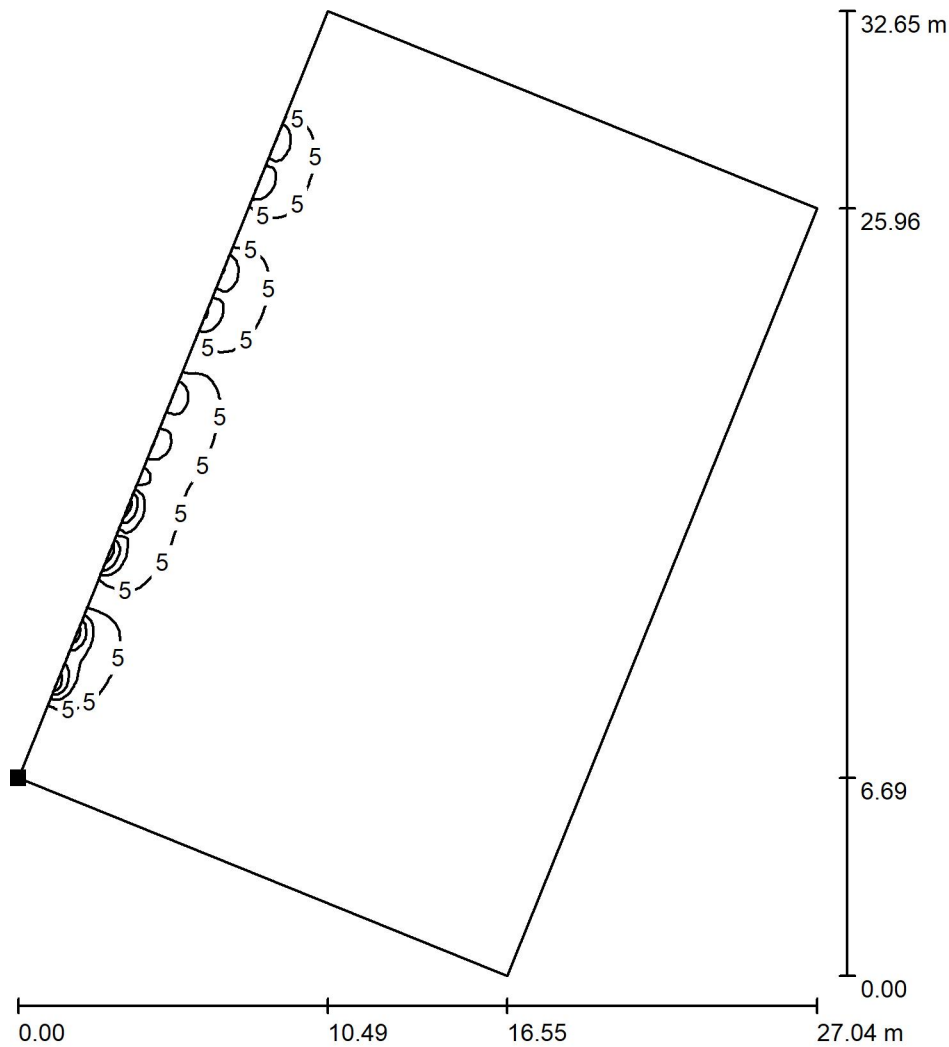
Altezza: 0.850 m  
 Reticolo: 128 x 128 Punti  
 Zona margine: 0.000 m

Scena luce naturale pura, senza nessuna lampada.

Redattore ATI Project S.r.l.  
 Telefono  
 Fax  
 e-Mail

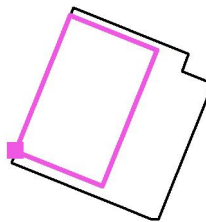
00000

**Palestra e spazio per il pubblico / Fmld / Fattore di luce diurna superficie di calcolo 3 /  
 Isolinee (D)**



Scala 1 : 256

Posizione della superficie nel locale:  
 Punto contrassegnato:  
 (-54.575 m, 92.605 m, 0.750 m)



Reticolo: 128 x 128 Punti

$D_m$  [%]  
2.03

$D_{min}$  [%]  
0.69

$D_{max}$  [%]  
24

$D_{min} / D_m$   
0.340

$D_{min} / D_{max}$   
0.029

Illuminamento orizzontale all'aperto  $E_g$ : 14225 lx