



Regione Siciliana

**irsap**

# PATTO PER LA SICILIA

## LAVORI RIQUALIFICAZIONE INFRASTRUTTURE DELLE AREE DELL'AGGLOMERATO "M" DI LENTINI

**CUP: C67H14000810006**

**Cod.: SR001**

### PROGETTO ESECUTIVO

Scala dei disegni:	Oggetto dell'elaborato:  <b>RELAZIONE SPECIALISTICHE</b>	IL PROGETTISTA Arch. Antonio Ciaffaglione 
Data: <b>OTTOBRE 2017</b>		IL COLLABORATORE
Revisionato a seguito verifica ai sensi art. 26 del d.lgs.n° 50ù72016 e ss.mm.ii.		Il Responsabile del Procedimento Geom. Romolo Laganà 
Tavola/Allegato n°: <b>ALL.2</b>		

# Impianto di Illuminazione su pali con pannelli fotovoltaici

## RELAZIONE TECNICA

### Premessa

La presente relazione descrive nel dettaglio le scelte progettuali relative all'illuminazione pubblica dell'agglomerato "M" dell'area ASI di Lentini.

Una delle prime considerazioni che ha guidato la scelta progettuale indirizzata verso l'adozione di pali con pannello fotovoltaico, è stata quella delle azioni vandaliche che hanno interessato l'area in questione con il furto di tutti i conduttori elettrici. Il sistema previsto doveva quindi, per quanto possibile, evitare il ripetersi di azioni vandaliche che potessero comprometterne il funzionamento e nel contempo assicurare l'efficacia di un impianto che tenesse conto sia di aspetti legati alla facilità di manutenzione sia di aspetti legati al contenimento della spesa.

### Caratteristiche generali:

Le caratteristiche peculiari di un impianto di illuminazione pubblica con lampioni stradali fotovoltaici possono così riassumersi :

- Poco costosi
- Facili da installare
- Non inquinano
- Si trasportano facilmente
  
- Niente bolletta della luce
- Lavorano durante un black out
- Richiedono pochissima manutenzione
- La rottura di un lampione non influenza il funzionamento degli altri
  
- L'energia è ottenuta soltanto dal sole
- Non necessita della presenza di alcun operatore
- Non ha bisogno di essere connesso alla rete elettrica
- Il sistema è altamente affidabile

### Funzionamento

Il lampione fotovoltaico è un sistema isolato dove i moduli fotovoltaici catturano l'energia e caricano la batteria. L'energia accumulata durante il giorno è usata per alimentare una lampada ad alta efficienza durante la notte. Il numero di ore di illuminazione richieste e la potenza della lampada sono i fattori che determinano la dimensione della superficie dei moduli fotovoltaici: per questo motivo, la soluzione ideale sarebbe quella di utilizzare moduli dotati di sistemi ad inseguimento solare. Questa soluzione consentirebbe di aumentare il numero di ore di illuminazione notturna o di ridurre la superficie dei moduli fotovoltaici che devono essere installati in cima al lampione. In generale le lampade usate per i lampioni sono a vapori di sodio a bassa pressione (chiamate anche SOX). Esse emettono una luce gialla monocromatica ed hanno una efficienza molto alta. In un lampione fotovoltaico l'efficienza deve essere ai massimi livelli perché l'energia disponibile è limitata e deve essere usata al meglio per ridurre il costo del sistema o per aumentare il numero di ore notturne nel periodo invernale. Inoltre devono avere una alta efficienza sia il circuito elettronico di pilotaggio della lampada (ballast), sia il regolatore di carica che supervisiona la ricarica della batteria, sia la programmazione del timer.

### **Caratteristiche tecniche**

Il lampione fotovoltaico è costituito da:

n.1 pannello fotovoltaico monocristallino;

n. 1 centralina elettronica di controllo funzionamento crepuscolare a fasce orarie tramite sensore pannello fotovoltaico a spegnimento temporizzato programmabile tramite n. 4 switch interni;

n. 1 elettronica di gestione sia per LED che per SOX con riduzione di flusso;

n. 2 batterie 12V 100Ah ermetiche al piombo senza manutenzione ( tot. 200Ah 12V)

n. 1 kit cavi;

n. 1 supporto testa palo acciaio inox con vano batterie incorporato ad apertura laterale regolabile con diversi tilt di inclinazione;

n. 1 armatura stradale;

n. 1 lampada da LED alta efficienza o SOX;

n. 1 braccio portalampada;

n. 1 palo rastremato zincato 7m f.t. (h tot 7,8m, diametro base = 168mm., diametro cima = 102mm., spessore metallo = 4mm.)

n. 1 punta metallica per la messa a terra alla base del palo

Il lampione è dimensionato per poter funzionare con accensioni programmate fino a 12 ore a notte con flusso luminoso ridotto e una autonomia in condizioni di scarsa insolazione di 4 giorni. Il circuito elettronico, a tensione nominale 12V, ha funzione di regolatore di carica con tecnologia PWM, attuale ricerca del punto di massima potenza del pannello ( MPPT) e consente la regolazione delle ore di attivazione in funzione dell'energia prodotta ( algoritmo di autogestione ). L'elettronica di controllo del lampione fotovoltaico deve avere sul medesimo circuito stampato la possibilità di collegare un modulo hardware per il controllo e settaggio del sistema attraverso un modulo di comunicazione Radio o GSM.

### **Componenti:**

Centralina elettronica:



La centralina elettronica serve come controllo e accenditore per lampada SOX E 18-26-36 con la possibilità del flusso luminoso, funzionamento crepuscolare tramite sensore pannello fotovoltaico. L'elettronica di controllo del lampione fotovoltaico deve avere sul medesimo circuito stampato la possibilità di collegare un modulo hardware di controllo Radio o GSM. L'elettronica deve avere un algoritmo di ottimizzazione della ricarica di tipo MPPT e un algoritmo di autogestione del funzionamento della lampada in funzione dell'energia giornaliera immagazzinata. Inoltre deve avere un'uscita dedicata per il controllo della riduzione di flusso della lampada. L'accensione della lampada ( ballast) deve avvenire con un circuito esterno in grado di ridurre il flusso luminoso; il regolatore di carica dovrà essere in grado di ricaricare la batteria durante le ore del giorno e di alimentare la lampada durante la

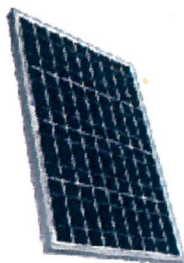
notte; le ore di attivazione della lampada con la riduzione di flusso devono potersi impostare sullo stesso circuito elettronico per mezzo di micro-switch; l'attivazione della lampada deve avvenire per le ore impostate sul circuito ( a seconda dell'autonomia stimata per il periodo e per la zona di installazione) e deve rimanere spenta se il livello di carica delle batterie risulta troppo basso.

La ricarica deve avvenire con modalità PWM e con compensazione in temperatura, Per il cablaggio il circuito deve essere dotato di morsetterie ad innesto rapido senza viti per sezione cavi fino a 6mm<sup>2</sup>.

L'elettronica di controllo deve essere dentro contenitore metallico a tenuta stagna. Il prodotto deve essere realizzato da azienda certificata ISO 9001:2000 ed avere la marcatura CE.

In dettaglio le caratteristiche tecniche del componente descritto sono:

- Produttore certificato ISO 9001:2000
  - Contenitore in metallo IP 67
  - Tecnologia SMT
  - Uscita per alimentazione accenditore per lampada SOX E 18-26-36 W
  - Gestione uscita ad attivazione crepuscolare e spegnimento programmabile tramite timer a 4 switch
  - Sistema di ricarica per batterie al piombo a 12 Volt unificato ermetiche/acido libero/gel impostabile con switch sul circuito,
  - Reset possibile tramite pulsante sul circuito.
  - Gestione ricarica con compensazione in temperatura delle batterie.
  - Sensore NTC per rilevazione temperatura di batteria.
  - Possibilità di misura della tensione di batteria remota con cavo aggiuntivo di segnale indipendente da quello di potenza.
  - Switch di selezione per batteria locale o remota.
  - Sistema di ricarica a commutazione(PWM) con ricerca del punto di massima potenza dei pannelli (MPPT).
  - Algoritmo di autogestione del funzionamento.
  - Massima scarica della batteria al 30% o al 70% programmabile in base al settaggio del timer.
  - Massima corrente dei pannelli 10A.
  - Sensore crepuscolare tramite pannello fotovoltaico.
  - Sensibilità crepuscolare regolabile tramite trimmer.
  - LED bicolore di visualizzazione stato ( indicazione di carica attiva, batteria scarica, malfunzionamento).
  - LED verde di intensità proporzionale alla corrente erogata dai moduli fotovoltaici.
- Modulo fotovoltaico con una potenza totale variabile da 80 Wp a 250 Wp.



Modulo fotovoltaico

I moduli devono essere a 36 celle monocristalline collegate in serie e dotati di diodi di by-pass per la riduzione degli effetti di ombreggiamento. La superficie frontale deve essere in vetro ad alta trasparenza e resistente alle sollecitazioni di vento e grandine. Una cornice in alluminio anodizzato

preforata assicurerà un semplice e sicuro fissaggio e proteggerà i moduli da sollecitazioni di forze esterne.

I moduli fotovoltaici devono rispettare la normativa CEI/IEC EN 61215 ed il produttore deve essere certificato secondo la normativa EN ISO 9001

In dettaglio le caratteristiche tecniche dei moduli sono:

- Silicio monocristallino
- Pmax = 100Wp
- n. 36 celle solari
- Tensione nominale = 12 V
- Impp = 5,99 A
- Vmpp = 16,7 V
- Isc = 6,88 A
- Voc= 20,8 V
- Larghezza 646 mm.
- Lunghezza 1425 mm. Cornice in alluminio anodizzato spessore 35 mm.

- Batteria (12 V) con capacità variabile da 100 a 150 Ah, secondo la richiesta di illuminazione notturna. Queste batterie sono specifiche per i sistemi fotovoltaici e non necessitano di una manutenzione particolare.



Batteria

- Plafoniera con lampada a vapori di sodio a bassa pressione (18W - 1.800 lumen, 26W - 3.600 lumen o 36W - 5.800 lumen ). Queste lampade hanno una vita che supera le 8.000 ore di lavoro, il cono luminoso ha un diametro di 9/10 metri e possono essere orientate in qualunque direzione. La lampada è posizionata, all'incirca, ad una altezza di 6 metri e genera sulla superficie circostante un flusso luminoso di ~ 5.5 Lux. I valori di illuminazione richiesti dal C.I.E (Commission International de L'Eclairage) sono uguali a 5-10 Lux per le strade con un traffico medio, uguale a 5 Lux per le strade con poco traffico.



Lampada a vapori di sodio a bassa pressione

- Palo metallico a sezione circolare per sostenere il modulo fotovoltaico,

altezza = 7,80 m.

diametro base = 168 mm.

diametro cima = 102 mm.

spessore metallo = 4 mm.

- Braccio metallico a sezione circolare per sostenere la plafoniera.

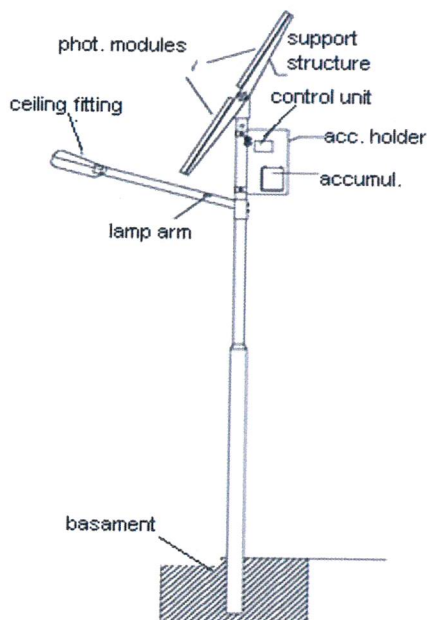
Tipo CO. BZ100/ 60l con inclinazione di 20°rispetto all'orizzontale

Incastro a palo diametro 102 saldato al braccio

Asole per passaggio cavi tra incastro e braccio

Zincatura a caldo.

- Cassetta metallica per contenere la centralina e la batteria posizionata in cima al palo.



Schema del lampione stradale

La produzione di energia elettrica è assicurata dal modulo fotovoltaico. Ogni lampione è controllato da una centralina che provvede alla ricarica della batteria e alla attivazione automatica della lampada che si accende al crepuscolo e si spegne dopo un tempo predeterminato (in ogni caso in accordo con la regolazione del timer). Lampada, modulo (moduli) fotovoltaico e centralina sono fissati su un palo di acciaio di 7,8 metri (~ 1 metro nel basamento in cemento armato). La batteria è fissata in alto insieme agli altri componenti (vedi il disegno qui sopra), questo per evitare possibili furti o danneggiamenti.

Normativa di riferimento:

UNI 10439:2001- *Illuminazione di strade a prevalente traffico veicolare*

UNI 10819:1999 – *Requisiti per la limitazione del flusso luminoso disperso verso l'alto.*

UNI 11248 – *Illuminazione stradale: selezione delle categorie illuminotecniche*

UNI EN 13201-2 – *Illuminazione stradale Parte 2 : Prestazioni illuminotecniche*

UNI EN 13201-3 – *Illuminazione stradale Parte 3 : Calcolo delle Prestazioni*

UNI EN 13201-4 - *Illuminazione stradale Parte 4 : Metodo di misura delle prestazioni fotometriche*

L'intervento di cui al presente progetto, deve soddisfare i parametri illuminotecnici stabiliti dalla normativa tecnica vigente, in particolare della norma UNI 11248 e UNI EN 13201-2.

La norma prevede che per strade urbane di classe F (strade locali urbane), la categoria illuminotecnica di riferimento è CE4.

Per tale categoria illuminotecnica di riferimento devono essere rispettati i seguenti limiti:

Illuminamento medio minimo  $E_m$  > 10 lux

Rapporto di uniformità  $U_o$  > 0,4

Dove l'Illuminamento medio minimo è il valore medio dell'illuminamento orizzontale riscontrato a livello stradale

E il Rapporto di Uniformità di illuminamento è il rapporto fra i valori dell'illuminamento minimo e illuminamento medio della strada su tutta la superficie del tratto considerato.

#### **Dati di progetto: Calcolo illuminotecnico**

Considerando che il cono luminoso alla base del palo ha approssimativamente un'area di  $S=75 \text{ m}^2$  e il fattore di utilizzo complessivo  $K$  compreso tra il 25% e 50%, ne consegue che il flusso reale utilizzato è compreso tra 1/4 e 1/2 del flusso nominale  $\Phi_n$  di ogni lampione. Così è possibile calcolare il valore medio di illuminazione  $E_m$  tramite la formula:

$$E_m = \frac{K * \Phi_n}{S}$$

Sarebbero già sufficienti lampade di 18W (1800 lumen) con le quali si ottiene una illuminazione compresa tra 6-12 Lux in quanto si è detto che il valore di illuminazione voluto, per le strade con un traffico medio, è di 10 Lux). Per soddisfare i requisiti di legge quindi si potrebbero utilizzare già lampade da 26W, ma per una illuminazione più adeguata si è previsto di utilizzare lampade di 36W (5800 lumen) con le quali si ottiene una illuminazione compresa tra 19-38 Lux.

#### **CONCLUSIONI:**

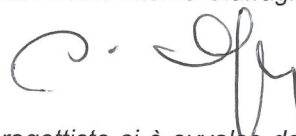
Nella collocazione dei pali, fermo restando il soddisfacimento degli standards di legge, sono state privilegiate oltre alla strada di accesso, le strade a maggiore transito, rispetto a quelle marginali di perimetro.

Nel complesso, si può registrare comunque un incremento dei valori di illuminamento medio al suolo in tutte le situazioni, rispetto alla situazione preesistente-

Il valore di illuminamento medio di  $E_m = 19 \text{ lux}$  è superiore al minimo richiesto per questa tipologia di strade, ovvero 10 lux.

Il progettista

Dott. Arch. Antonio Ciaffaglione



Per la progettazione della parte impiantistica il sottoscritto progettista si è avvalso della collaborazione di un professionista ingegnere con specializzazione elettrotecnica di provata competenza ed esperienza professionale che ha consentito di operare scelte efficaci sia da un punto di vista prettamente funzionale che di congruità economica.

Collaboratore : Ing. Sergio Rizzo



# SISTEMA A FIBRE OTTICHE CON VIDEO SORVEGLIANZA

## RELAZIONE TECNICA

### Obiettivo del progetto

Lo scopo principale è la sicurezza e la tutela dell'agglomerato "M" delle aree A.S.I. di Lentini e la sicurezza dei frequentatori di tali pertinenze, mediante prevenzione e precisa repressione di eventuali atti fraudolenti vandalici e comportamenti illegali.

In particolare verranno videosorvegliate le seguenti aree:

- lotti di pertinenza delle aziende
- cancello di ingresso dell'area
- strade interne ed aree comuni

### Premessa

L'obiettivo del progetto è quello di predisporre un sistema di videosorveglianza tale da garantire la sorveglianza delle aree di interesse, utile negli orari presidiati, ma fondamentale negli orari non presidiati, e la memorizzazione di riprese video di elevata qualità per futura consultazione sia di giorno che di notte, con videoregistrazione locale di alta qualità e possibilità di supervisione locale di elevata fluidità. Il sistema prevede inoltre la predisposizione ad effettuare supervisione remota mediante opportuna stazione di controllo via internet.

E' prevista l'installazione di n° 40 videocamere fisse per sorveglianza h 24, tutte da esterno da installare su pali (vedi tavola grafica di dettaglio). Si intende realizzare un sistema di video sorveglianza basato su telecamere ad alta definizione che permettano un'adeguata visibilità anche nelle ore notturne, e su n°1 postazione di controllo basata su PC e dotata di predisposizione per connettività su rete IP.

### Architettura e funzionamento del sistema

Il sistema proposto è basato su tecnologia video digitale ad altissima qualità che prevede la trasmissione dei segnali video compositi ad alta definizione ed elevata velocità fino al sistema di videoregistrazione digitale locale da ogni sede da monitorare. Il sistema prevede inoltre una centrale operativa con funzioni di controllo e supervisione collocata presso il Locale Tecnico dal quale sarà possibile monitorare l'intero sistema collegandosi a due registratori video digitali collocati all'interno del locale stesso, di cui uno con funzione di riserva. Sono previsti un insieme di punti di ripresa in esterno costituiti da telecamere fisse ad alta risoluzione con funzionalità Day & Night e sistema di intensificazione

dell'immagine Sens-Up. La soluzione proposta prevede l'installazione di n. 40 videocamere fisse a colori con risoluzione 2560x1440, che saranno disposte in esterno previa la predisposizione della telecamera all'interno di apposita custodia termostata antiappannamento. Le videocamere saranno installate su supporti a palo in modo da coprire tutte le zone indicate come significative ( vedi tavola di progetto). E' prevista 1 centrale di registrazione, realizzata tramite un sistema di centralizzazione e registrazione video di tipo stand-alone con 2 Digital Video Recorder (DVR) a 64 canali video, che permettono l'acquisizione, la digitalizzazione ad alta risoluzione con compressione H264 e l'archiviazione indicizzata delle immagini; se la postazione sarà presidiata, l'operatore avrà la possibilità di verificare in tempo reale l'avverarsi di eventuali episodi anomali e di intervenire di conseguenza; se la postazione non sarà presidiata, gli eventi saranno in ogni caso registrati dai videoregistratori e tenuti nella memoria del sistema per il tempo consentito dalla normativa vigente ( 24/48 ore).

### **Funzionalità di monitoraggio remoto**

L'architettura progettata realizza un sistema di videosorveglianza di qualità, composto da telecamere per videoriprese di alta risoluzione e fluidità di tipo Day & Night. con videoregistrazione digitale locale ad alta qualità, e possibile di supervisione anche remota via internet. L'applicazione software per PC di visualizzazione remota dei videoregistratori digitali forniti permette di visualizzare un massimo di 64 telecamere contemporanee da remoto. Ogni canale video trasmesso in risoluzione CIF richiede in condizioni standard circa 1 6kbs di banda, pertanto si otterrà un rinfresco delle immagini di 1fps circa per ognuno dei 64 canali video con una banda teoricamente disponibile dalla connettività ADSL di 256Kb in upload dalle sedi monitorate. Se la banda minima disponibile risultasse inferiore, o perché non garantita dal fornitore di connettività, oppure perché condivisa con altre applicazioni del cliente, si potrebbe incorrere in un degrado delle prestazioni di supervisore remota che è in funzione, istante per istante in base alla effettiva disponibilità di banda, in quanto il sistema di trasmissione video su internet provvede ad adattarsi automaticamente alla effettiva banda disponibile diminuendo fluidità e qualità dei video trasmessi. In tal caso per ottenere buone prestazioni di supervisione remota non sarà necessario modificare l'architettura del sistema o le sue componenti, ma sarà sufficiente dotare le sedi monitorate via internet di una connettività con banda minima di upload garantita e opportunamente dimensionata per veicolare contemporaneamente i canali video da visualizzare e i dati trasmessi dalle applicazioni cliente. Il degrado delle prestazioni di monitoraggio si potrebbe riscontrare anche in caso di insufficiente banda di download effettivamente disponibile presso una eventuale sede dei Vigili Urbani e dei Carabinieri, nel caso si ritenesse opportuno procedere in tal senso anche se tale eventualità è meno probabile in virtù della natura asimmetrica della banda di upload/download con connessione ADSL.

## Videocentralizzazione e registrazione digitale

Nel rispettare il più fedelmente possibile quanto indicato, abbiamo utilizzato nella redazione della nostra relazione, un apparato per la registrazione digitale di stand alone, utilizzabile sia in impianti privi di presidio che in centrali di controllo integrate, in grado di assolvere autonomamente alla registrazione di 64 canali video, con velocità massima di registrazione di 100 fps/CIF con compressione H.264.

## Telecamere

Sono previste telecamere ad alta efficienza con processore digitale di immagine con funzionalità Day & Night meccanico in grado di fornire un'elevatissima risoluzione dell'immagine, e che garantiscono una buona leggibilità dei particolari anche nelle ore notturne, in quanto tutte le telecamere utilizzate sono del tipo Day & Night di elevata sensibilità, in grado quindi di videoriprendere anche in condizioni di scarsa luminosità.

## Protezioni

Per tutte le telecamere da esterni è stata prevista la custodia per la protezione da liquidi, urti, tentativi di effrazione, con grado di protezione IP 65.

## Indicazioni



In prossimità delle aree videosorvegliate dovranno essere apposti opportuni cartelli a scopo informativo in assoluto rispetto della legge sulla privacy nonché per l'indicazione della struttura cui gli avventori possono rivolgersi per l'esercizio dei diritti di cui all'art. 13 del Dlgs 196/03 sulla tutela dei dati personali.

## Rete di collegamento

Il collegamento tra le telecamere ed il sistema di videoregistratori e monitor è realizzato tramite una rete a stella costituita da cavi in fibra ottica da 12 fibre ciascuno, entro i cavidotti esistenti, attestati dentro 7 armadi di tipo stagno allocati alla base dei pali che alloggiavano le telecamere. Ciascun armadio è dotato di un cassetto ottico per l'attestazione della fibra, di un mediaconverter ,cioè un adattatore da fibra ottica a rame per i segnali video, di un mediaconverter per la rete LAN, uno switch da 9 porte con ingresso in fibra ottica, una barra di alimentazione ed un pannello di permutazione a 9 porte.

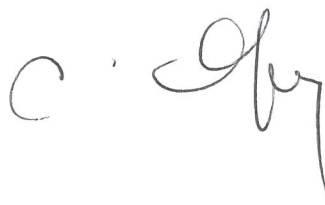
Le relazioni di cui sopra sono state redatte in conformità ai dettami di cui alle Norme sottoelencate:

L. n° 186 del 01/03/1986	Regola dell'Arte
D.M. 37/08	Installazione impianti (art. 1, lettera b)
CEI 79-2	Norme particolari per le apparecchiature
CEI 79-3	Norme particolari per gli impianti
CEI 79-11	Centralizzazione delle informazioni di sicurezza
CEI EN50131	Norma antintrusione
CEI EN50132-5	Sistemi di trasmissione video
CEI EN50132-7	Guide di applicazione
L. n° 300/1970	Statuto dei Diritti dei Lavoratori
Provvedimento Generale dell'Autorità del Garante della Privacy, 08 aprile 2010	

Il Progettista

*Dott. Arch. Antonio Ciaffaglione*

*Collaboratore: Ing. Sergio Rizzo*



## Muretto di recinzione perimetrale

### Relazione di calcolo strutturale

#### Caratteristiche del terreno di fondazione: aspetti geotecnici

Per le caratteristiche del terreno di fondazione non è stato eseguito alcun sondaggio in quanto è stata sufficiente la presa visione diretta della stratificazione del terreno lungo il confine del lotto. Si è accertata la presenza di un primo strato di argilla - terra umida per 30 cm e successivamente terreno vegetale di natura argillosa, per cui il peso specifico potrà essere assunto pari a 1600 daN/m<sup>3</sup>; l'angolo d'attrito del terreno pari a 35°. Il grado di sismicità è pari a 12.

Le caratteristiche tipologiche e dimensionali del muretto di recinzione sono:

muretto di sostegno a gravità con altezza pari a 0,50 m,

scarpa del 10 %,

Rck = 300 daN/cm<sup>2</sup> ,

c = 97,50 daN/cm<sup>2</sup> .

#### **Normative:**

La progettazione concernente il muro di recinzione in c.a., per le modestissime dimensioni è stata effettuata in base a parametri empirici che non necessitano di verifiche solitamente effettuate per analoghi manufatti di dimensioni maggiori e con caratteristiche tipologiche diverse: Pur tuttavia, si è fatto riferimento, per quanto riguarda la normativa , alle seguenti disposizioni legislative:

L. 05.11.71 n. 1086- Norme per la disciplina delle opere di conglomerato cementizio armato normale, precompresso e per strutture metalliche;

L. 02.02.74 n. 64 – Provvedimenti per le costruzioni con particolari prescrizioni per le zone sismiche;

D.M. 14.01.2008 – Norme tecniche per le costruzioni;

#### **Materiali:**

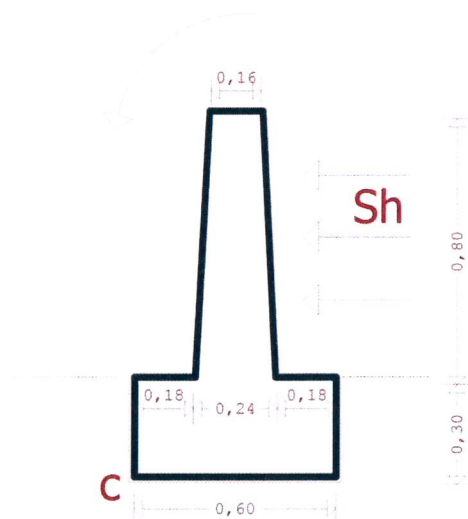
I materiali previsti per la realizzazione del manufatto oggetto del presente calcolo sono i seguenti:

Conglomerato cementizio di classe R'ck 300

Acciaio FeB44K controllato in stabilimento

Per quanto riguarda i dati di progetto, non è stato previsto alcun sovraccarico, in quanto trattasi di un muretto perimetrale di recinzione del lotto, in nessun tratto del quale si prevede possa essere appoggiato terreno, sia sulla faccia interna al lotto che sulla faccia esterna. La sigma ammissibile del terreno si suppone pari a 2 daN/cm<sup>2</sup>. La lunghezza del muro è pari a 1.900 metri circa. Sono previsti quindi dei giunti, uno ogni 10,00 m. circa sia per sopperire alle dilatazioni di natura termica sia per effettuare leggere, eventuali variazioni del profilo della sezione, dovute ad eventuali cambiamenti delle caratteristiche del terreno di fondazione e in corrispondenza dei dislivelli di terreno tra un tratto e un altro, visto che l'andamento del muro ricalca la conformazione altimetrica del terreno in corrispondenza dei limiti di perimetrazione. Nella parte esterna del muro è previsto un leggero strato di drenaggio composto da misto di torrente dello spessore di 30 cm circa.

Nel muro di sostegno a gravità la stabilità è affidata essenzialmente al peso proprio stabilizzante del manufatto. Per il calcolo della spinta si è utilizzata la teoria di Coulomb. La formula utilizzata è:  $S = \frac{1}{2} h^2 \gamma \tan^2(45^\circ - \frac{\alpha}{2})$  In cui: S = spinta  $\gamma$  = peso specifico del terreno h = altezza del terrapieno  $\alpha$  = angolo d'attrito del terreno. Nei casi di muri di sostegno viene calcolata la spinta contro il muro di sostegno, stabilito il suo profilo, determinate le sue dimensioni di massima; si eseguono quindi le tre verifiche di stabilità del muro :  
 - alla rotazione, -allo scorrimento, -allo schiacciamento. Stabilità alla rotazione o verifica al ribaltamento del muro. La risultante del peso proprio, delle azioni permanenti e quelle di lunga durata non deve cadere al di fuori del nocciolo d'inerzia dell'intera sezione di base. Il rapporto fra il momento delle forze stabilizzanti e quello delle forze ribaltanti ,rispetto al lembo anteriore della base, deve essere maggiore di 1,5.



## 1) Verifica a ribaltamento

Il **ribaltamento** è rappresentato dalla possibilità di rotazione della parete attorno al suo punto più a valle (denominato con la lettera "C").

- l'**azione ribaltante** è data dalla componente orizzontale della spinta della terra ( $S_H$ ), o, nel nostro caso, dal vento;
- l'**azione stabilizzante** è data invece dalla componente verticale della spinta della terra ( $S_V$ ), dal peso proprio dell'opera ( $\gamma_m$ ) e dal peso della terra che eventualmente grava direttamente sul manufatto ( $\gamma_t$ ).

Per un muro in C.A. il  $\gamma_m$  è **2500 daN/m<sup>3</sup>**.

La verifica a ribaltamento si esprime facendo il rapporto tra il momento stabilizzante e il momento ribaltante. Il valore ottenuto deve avere un **grado di sicurezza**  $\geq$  a 1,5.

$$\eta = \frac{\text{Momento stabilizzante}}{\text{Momento ribaltante}} \geq 1,5$$

Per il caso in questione, le caratteristiche del manufatto oggetto del presente calcolo sono tali da non richiedere verifiche di calcolo, visto che da esse sono desumibili parametri immediati di ordine empirico che confortano le scelte operate: **Il rapporto tra momento stabilizzante e momento ribaltante risulta essere di gran lunga superiore a 1,5** per l'assenza pressochè totale di sollecitazioni sismiche dovute ad azione del vento e ad azioni spingenti di terreno a tergo. Il muretto infatti non richiede armature desunte dal calcolo strutturale ma armature al di sotto del minimo di legge, per il sostegno fisico del manufatto stesso che infatti è da considerare come struttura debolmente armata.

Il Progettista

*Dott. Arch. A. Ciaffaglione*

