

UNIVERSITÁ DEGLI STUDI DI PADOVA
Facoltà di Ingegneria
C.L. in Ingegneria Aerospaziale



Tesi di laurea magistrale:

***OTTIMIZZAZIONE DI UNA PROTEZIONE
PERIMETRALE IN AMBITO AEROPORTUALE***

Relatore: Prof. Roberto SOCAL

Laureanda: Lara ROCCO.

Anno Accademico 2012-13

INDICE

CAPITOLO 1: INTRODUZIONE	5
CAPITOLO 2: LA SICUREZZA PERIMETRALE.....	7
CAPITOLO 3: ANALISI DI RISCHIO	10
CAPITOLO 4: DEFINIZIONE E METODOLOGIA PER IL CALCOLO DI UN INDICE DI RISCHIO.....	12
4.1 CREAZIONE DI UN INDICE DI RISCHIO	12
4.1.1. TARGET INDEX	12
4.1.2 INDICE DI PROBABILITÀ	13
4.1.3. FATTORE CORRETTIVO	14
4.2 IL LIVELLO DI RISCHIO.....	14
4.3 GLI EVENTI DANNOSI CONSIDERATI.....	14
4.3.1 CONDIZIONI AL CONTORNO	14
4.3.2 EVENTI CONSIDERATI	14
4.4 INDICE DI RISCHIO	17
CAPITOLO 5: I COSTI DELLA SICUREZZA	18
5.1 GESTIONE DELLA SICUREZZA.....	18
5.2 IL COSTO DEL RISCHIO E IL LIVELLO DI RISCHIO ACCETTATO	19
CAPITOLO 6: METODI DI PROTEZIONE	22
6.1 RECINZIONI.....	24
6.2 CONSIDERAZIONI PER LA PROGETTAZIONE DELLE RECINZIONI	25
6.3 TIPI DI RECINZIONE	26
CAPITOLO 7: SCELTA DEL TIPO DI RECINZIONE E DEI SENSORI DI RILEVAMENTO	29
7.1 ENAC FENCE.....	29
7.2 SISTEMA ROTAGUARD	30
7.3 SISTEMA ELECTROWIRE	31
7.3 SISTEMA SERIR.....	32
7.4 CREAZIONE INDICE DI VALUTAZIONE PER LA SCELTA DEL SISTEMA DI RECINZIONE PERIMETRALE	33
7.5 SISTEMA PERIMETRALE ENAC&SERIR	36
7.5.1 RECINZIONE STANDARD ENAC.....	36
7.5.2 CONCERTINA CON SENSORE COIL 600 INTERGRATO	37
7.5.3 SENSORE ANTI-INTRUSIONE SERIR.....	40
CAPITOLO 8: I PUNTI D'ACCESSO	46
8.1 TIPI DI BARRIERE STRADALI	46
8.1.1 TORNELLO.....	47
8.1.2 DISSUASORI STRADALI	47
8.1.3 BARRIERA A BARRA PER VEICOLI	48

8.2 TIPOLOGIE D' ACCESSO	49
8.2.1 PRIMA POSSIBILE CONFIGURAZIONE D'ACCESSO	49
8.2.2 SECONDA POSSIBILE CONFIGURAZIONE D'ACCESSO	50
8.2.3 TERZA POSSIBILE CONFIGURAZIONE D'ACCESSO	50
8.3 CONTROLLO DEGLI ACCESSI.....	51
8.4 CONFIGURAZIONE D'ACCESSO SCELTA.....	52
 CAPITOLO 9: SISTEMA DI VIDEOSORVEGLIANZA	 55
9.1 DIFFERENZA TECNOLOGIA CCTV E TECNOLOGIA IP	56
9.2 ANALISI COSTI/PERMANENZE PER IL SISTEMA DI VIDEOSORVEGLIANZA	60
9.3 TELECAMERE TERMICHE	68
9.4 SCELTA DELLA TERMOCAMERA	72
9.5 TERMOCAMERA SERIE PT.....	74
9.6 POSIZIONE E NUMERO TERMOCAMERE.....	77
9.8 SISTEMA RADAR INTERRATO.....	85
9.10 DIGITAL VIDEO RECORDER.....	92
 CAPITOLO 10: ILLUMINAZIONE PERIMETRALE.....	 95
10.1 I PROIETTORI LED	97
10.2 ILLUMINAZIONE CAST LED	98
10.3 SISTEMA DI ILLUMINAZIONE IBT DOGMA 6	101
 CAPITOLO 11: DISPOSIZIONE CAVI ALIMENTAZIONE	 105
 CAPITOLO 12: PREVENZIONE ATTACCHI CHIMICI O SOSTANZE RADIOATTIVE	 107
12.1 CANALETTE D'IRRIGAZIONE	107
12.2 SISTEMA PREVENZIONE CONTRO ATTACCHI CHIMICI.....	108
 CAPITOLO 13: VALUTAZIONE GLOBALE DEL SISTEMA DI PROTEZIONE INTEGRATO PERIMETRALE.....	 113
 CAPITOLO 14: CONCLUSIONI	 119

CAPITOLO 1: INTRODUZIONE

Il problema della sicurezza è ormai percepito come prioritario dalla quasi totalità delle imprese e delle organizzazioni pubbliche dei Paesi industrializzati e alla sua soluzione vengono dedicate attenzione e risorse crescenti.

Ma cosa significa in effetti la parola “sicurezza”?

Il dizionario la definisce come “la condizione di ciò che è sicuro, di ciò che consente di prevenire o attenuare rischi che si presentano quando una minaccia sfrutta una vulnerabilità per causare un danno”. Eppure il concetto di sicurezza è ancora ambiguo, infatti in inglese esistono due termini diversi che la definiscono: *safety*, che indica la generica prevenzione da infortuni, calamità o in generale eventi pericolosi e *security* che riguarda la difesa da minacce di terzi.

Nell’usare la parola sicurezza, per quanto riguarda gli aeroporti in questo scritto, si parla di *security* ma, visto che tale termine racchiude anche l’altro termine si cadrà forse anche in ciò che è più propriamente compreso nell’ambito della *safety* in generale.

Le società incaricate di supervisionare la sicurezza degli aeroporti statunitensi sono il DHS, *Department of Homeland Security* e il TSA, *Transportation Security Administration*, mentre il GAO si occupa di monitorare il loro operato e quello del Governo degli Stati Uniti.

Per quanto riguarda l’Italia l’ENAC è un organismo istituito da un Decreto Legislativo del 1997 per la regolamentazione delle attività di trasporto aereo in Italia ed anche attività ispettiva, sanzionatoria, di certificazione, di autorizzazione, di coordinamento e di controllo.

L’ENAC pubblica periodicamente alcune circolari informative sul suo operato e sulle norme di sicurezza vigenti negli aeroporti italiani.

La TSA ha pubblicato nel Maggio 2004 la *Security Guidelines for General Aviation Airports* in collaborazione con GA General Aviation in cui è contenuta una lista delle caratteristiche di un aeroporto che potenzialmente lo mettono in una situazione di maggiore pericolo.

Ad esempio, uno di questi aspetti è la localizzazione dell’aeroporto, la vicinanza di aree densamente popolate (almeno 100,000 abitanti) o importanti infrastrutture come sedi governative, installazioni militari, nucleari o chimiche, monumenti e porti internazionali rende l’aeroporto stesso più rischioso.

La TSA nella stessa guida operativa ha messo in evidenza le attrezzature da rendere maggiormente operative all’interno di un aeroporto per garantire un’elevata sicurezza e tra queste vi sono:

- *Aviorimesse o hangar*: sono il mezzo per rendere maggiormente sicuri gli aerei. Si mette anche in evidenza però come all’interno di alcuni aeroporti queste non offrano spazio sufficiente. Le aviorimesse dovrebbero essere numerate e nell’area circostante installati sistemi di sicurezza e di allarme per semplicità ed immediatezza in caso di emergenza;

- *Controllo dell’area perimetrale*: per proteggere adeguatamente lo spazio aeroportuale da accessi non autorizzati, vengono considerate misure di sicurezza quali barriere fisiche, come muri, recinzioni e barriere elettroniche come sensori ed allarmi;

- *Luci*: anche il sistema di illuminazione può contribuire a dare un certo livello di protezione durante la notte;

- *Sistema di identificazione*: viene presa in esame l’eventualità di implementare negli aeroporti un sistema che identifichi il personale o le persone autorizzate all’accesso di particolari aree. Le possibilità fornite dal mercato in questo settore variano dalla semplice badge con la foto del possessore a sofisticate carte elettroniche con dati biometrici.

Le recinzioni perimetrali costituiscono un primo efficace deterrente contro gli intrusi, tanto che le recinzioni metalliche sono la forma più comune di barriera fisica. Tuttavia, un intruso può eludere qualunque tipo di recinzione aprendosi un varco su essa o scavalcandola.

Molti sistemi di sicurezza elettronici si focalizzano sulla rilevazione degli intrusi una volta che questi sono entrati nel perimetro e l'effrazione quindi è già stata compiuta. In questo caso si mette in stato di allerta la polizia o le forze di sicurezza troppo tardi, permettendo all'intruso di raggiungere il suo obiettivo.

L'obiettivo principale che si prefigge questa tesi è quello di sviluppare e ottimizzare un sistema integrato di protezione aeroportuale efficace in grado di identificare la presenza di un intruso prima che questo agisca, sia attraverso una rilevazione elettronica presente nella recinzione, sia implementando un efficace sistema di videosorveglianza atto ad identificare anticipatamente la presenza dell'intruso.

Al giorno d'oggi i costi giocano un ruolo fondamentale nello sviluppo di un qualsiasi sistema di sicurezza, motivo per cui questa tesi si focalizzerà non solo sullo sviluppo di una protezione con elevato livello di sicurezza, ma presterà molta attenzione sul sviluppo di sistema ottimale che fornisca il miglior compromesso tra elevata sicurezza e costi contenuti.

CAPITOLO 2: LA SICUREZZA PERIMETRALE

Il perimetro aeroportuale è molto largo, spesso decine di chilometri, e attraversa vari ambienti naturali, che possono variare da aeree boschive a parti erbose alle parti che sono pesantemente gravate da edifici, attrezzature, marciapiedi, strade e altre infrastrutture. Queste condizioni rendono spesso difficile la creazione di una sicurezza perimetrale molto efficiente.

La sicurezza perimetrale di un aeroporto è fondamentale per garantire la massima sicurezza sia di chi usufruisce dell'aeroporto e sia di chi ci lavora, oltre a prevenire danni di tipo materiale.

Il sistema di sicurezza aeroportuale è il sistema di persone, tecnologie, condizioni geografiche e operazioni che permettono di evitare eventi che sono considerati dannosi. Tali eventi comprendono non solo l'accesso non autorizzato, ma anche attacchi premeditati che possono danneggiare, distruggere o impedire le normali operazioni.

Per dare un'adeguata protezione a tutte le aree di sicurezza contro gli accessi non autorizzati è necessario considerare nella progettazione dell'aeroporto barriere fisiche, elettroniche naturali oltre che le necessarie misure di sicurezza ai varchi. Lo scopo fondamentale di questi è quindi quello di minimizzare il verificarsi di eventi rischiosi di varia entità.

La scelta di un appropriato sistema di barriere non dipende soltanto dal costo dell'attrezzatura, dell'installazione e della manutenzione ma anche e soprattutto dall'efficienza e dalla funzionalità dello stesso. Esistono vari tipi di barriere e rispettivi punti di accesso:

- *Recinzioni*: per gli aeroporti le recinzioni variano a seconda delle caratteristiche e della topografia dello stesso. Sono disponibili in varie strutture: possono essere difficili da scavalcare, da tagliare o provviste di sensori di movimento, di tensione o altro. In cima, in genere, viene posto del filo spinato per impedire il loro scavalcamento.

Il percorso tracciato dalle recinzioni deve essere mantenuto il più dritto e semplice possibile, per favorire la sorveglianza, l'installazione e minimizzare i costi dello stesso;

- *Edifici*: questi insieme ad altre strutture fisse possono essere utilizzati come barriere. Possono, anche, essere incorporati ad una recinzione e usati come punto di accesso;

- *Muri*: insieme alle recinzioni è tra le più comuni barriere fisiche. Ne esistono di vari tipi sia interni che esterni. Per quelli interni è importante considerare l'altezza e quando possibile deve essere massima, da terra fino al soffitto. Quelli esterni devono essere di materiale solido, non devono avere appigli e in cima ad essi deve essere posta un'ulteriore recinzione di filo spinato che ne impedisca l'attraversamento;

- *Barriere elettroniche*: alcune barriere vengono monitorate da sensori elettrici, rivelatori di movimento, sensori ad infrarossi e altro spesso vengono integrate ad un sistema di allarme o un sistema di telecamere CCTV;

- *Barriere naturali*: includono corsi d'acqua, boschi, paludi, scogliere e altro. Possono essere utili nel caso in cui le barriere fisiche generino problemi alla navigazione aerea o alle comunicazioni;

- *Cancelli*: lungo la recinzione sono necessari dei varchi che permettano il transito di persone e veicoli autorizzati. Il numero di questi deve essere il minore possibile, potrebbero essere pianificati punti di accesso specifici per operazioni di routine, manutenzione ed emergenza. I cancelli per le operazioni di routine sono quelli solitamente usati da polizia ed agenti responsabili della sicurezza, dei rifornimenti, del carburante ed altro. Le aree di sicurezza hanno cancelli con alto traffico e sono in genere dotate di un sistema di controllo degli accessi automatico ed elettronico. I cancelli per le operazioni di manutenzione sono quelli utilizzati dai gestori aeroportuali e dal personale della FAA, non hanno un alto traffico e dunque non sono elettriche o automatiche. I cancelli per operazioni di emergenza sono utilizzati da polizia e addetti al soccorso per far fronte a

situazioni di pericolo, specialmente se coinvolgono gli aerei e quindi devono essere dotati un'adatta struttura;

- *Porte*: anche il numero delle porte deve essere il minore possibile, specialmente quelle che permettono l'accesso da una zona pubblica ad un'area di sicurezza. Quando sono necessarie devono avere serrature ben controllate e dispositivi elettronici di monitoraggio come un sistema di telecamere CCTV e/o lettori di carte elettroniche;

- *Stazioni di guardia*: sono necessarie in alcuni aeroporti per fornire un punto di ingresso nel quale avvenga un'identificazione personale e ad individui e mezzi è permesso l'accesso in base alle norme di sicurezza richieste.

L'efficacia del sistema di sicurezza si basa sulla capacità di questo di essere un deterrente per attacchi, ma che allo stesso tempo sia capace di identificare un particolare rischio che mina la sicurezza dell'aeroporto.

Come si vedrà in seguito non tutti i rischi sono eliminabili, alcuni di essi è solo possibile mitigarli.

I criteri di performance del sistema di sicurezza devono includere:

- Efficacia
- Efficienza
- Affidabilità
- Manutenzione
- Sostenibilità
- Flessibilità
- Durata
- Accessibilità

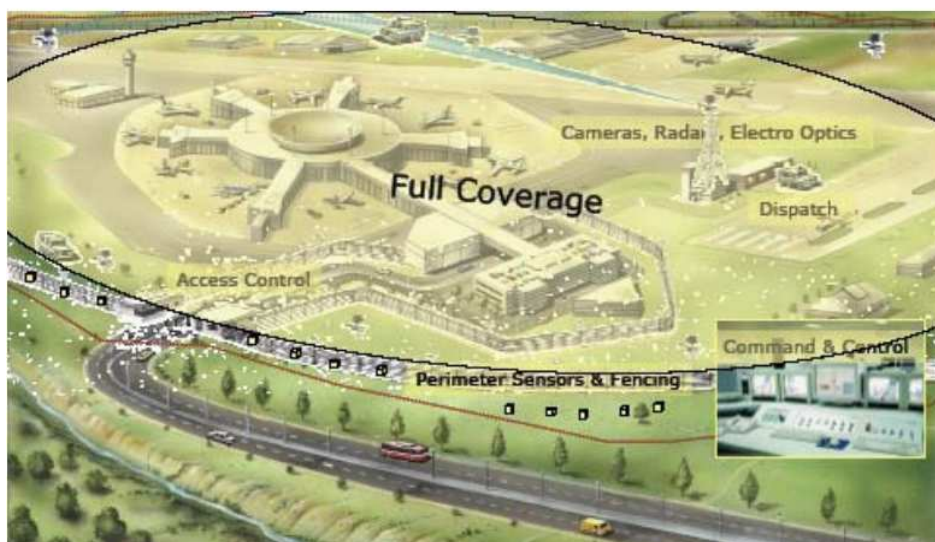


Figura 1: esempio perimetro aeroportuale

Per poter ottenere questo risultato bisogna ricorrere all'analisi di rischio, la quale verrà analizzata nel paragrafo seguente.

É infatti fondamentale capire che non esiste un sistema di sicurezza standard, applicabile a tutti gli aeroporti, ma che esso deve essere sviluppato in base: alle condizioni al contorno, al livello di

sicurezza che si vuole ottenere e ai costi.

Il livello di sicurezza è infatti un criterio oggettivo in quanto si basa sul livello di rischio che si è disposti ad accettare.

In base all'attuale situazione presente a livello europeo si possono indicativamente indicare i seguenti livelli di sicurezza.

1° Livello: Semplice deterrenza contro casuali atti vandalici oppure di cosiddetta micro criminalità.

Avversario da contrastare: Individuo solitario oppure inquadrato in piccolissimi gruppi di scarsa abilità. A volte trattasi di balordo che agisce di impulso oppure di persone operante sotto l'effetto dell'alcol e/o di sostanze psicotrope, spesso con uso di armi bianche proprie o di armi improprie di vario genere.

2° Livello: Protezione di beni materiali e/o servizi di basso valore.

Avversario da contrastare: Individuo abile e preparato dotato di comuni strumenti da scasso e quindi pure di armi improprie.

3° Livello: Protezione di beni e/o servizi di medio valore.

Avversario da contrastare: Individuo altamente qualificato, quasi sempre operante in struttura di più persone con adeguati mezzi tecnici ed armi da fuoco in caso di situazioni critiche.

4° Livello: Protezione di beni e/o servizi di elevato valore.

Avversario da contrastare: Individuo deciso, altamente qualificato e tecnicamente molto ben supportato, operante sempre in struttura complessa in grado di assicurare un elevato grado sia di intelligence generale che di supporto logistico. La struttura è pressoché sempre di tipo paramilitare con notevole disponibilità di mezzi offensivi di vario genere quali automezzi pesanti oppure rinforzati con blindatura, apparati radio, intercettori scanner, pistole mitragliatrici, fucili d'assalto, esplosivi, armi anticarro e/o antipersonale.

5° Livello: Difesa contro atti terroristici.

Avversario da contrastare: Individuo altamente qualificato e tecnicamente molto ben preparato con una complessa organizzazione logistica e di intelligence alle spalle.

E' sempre animato da fortissime motivazioni personali e da ferma volontà di portare comunque a termine l'azione prefissata a volte anche a costo della propria vita.

È del tutto evidente come l'approccio al problema sicurezza, relativamente ai cinque livelli indicati, debba essere condotto con un ventaglio di mezzi e/o di strategie aventi un andamento progressivo sempre crescente. Il passaggio tra i vari livelli non è infatti mai lineare, ma sempre esponenziale per quanto riguarda la complessità e quindi anche i costi.

Si deve tener sempre presente che nessuna strategia di sicurezza, per quanto complessa ed articolata, potrà mai scongiurare al 100%, stante anche l'attuale situazione aeroportuale mondiale, la possibilità di intrusioni ostili. Nella pratica occorrerà quindi puntare a delle soluzioni che siano comunque accettabili sul piano della sicurezza complessiva e che siano caratterizzate da costi enormemente inferiori rispetto a quelle che garantirebbero un'ipotetica difesa assoluta.

In particolare per quanto attiene al 4° e 5° livello si rammenti sempre che più elevata è la sicurezza generale di un determinato sito tanto maggiore dovrà essere il livello organizzativo e logistico della struttura che volesse forzarlo. A ciò consegue quindi una maggior esposizione della struttura offensiva alle attenzioni dei servizi di intelligence sia nazionali che internazionali.

CAPITOLO 3: ANALISI DI RISCHIO

Il rischio è un evento o una condizione che, se si verifica, ha un effetto su almeno un bersaglio di cui si vuole provvedere alla sicurezza.

L'analisi di rischio sta alla base dello sviluppo del sistema di sicurezza perimetrale che si vuole realizzare. Come detto in precedenza non esiste un sistema standard di sicurezza perimetrale adatto a qualsiasi tipo di aeroporto. In quanto esistono tantissimi eventi dannosi diversi tra loro, i quali possono avere un impatto differente sui bersagli considerati, in base alle condizioni al contorno presenti. Ed è quindi impossibile realizzare un sistema standard in grado di mitigare tutti questi eventi e che abbia validità generale per ogni tipo di aeroporto.

Attraverso questo tipo di analisi si è in grado di valutare quali eventi si possono ritenere trascurabili e quali no nel caso preso in esame.

Il primo passo dell'analisi di rischio è quindi la determinazione dei bersagli da considerare. Questi non sono sempre gli stessi, ma possono variare a seconda del fine per cui si sta progettando il sistema di sicurezza. Come detto in precedenza, esiste sì un procedimento standard per analizzare i rischi, ma tale procedimento permette, a seconda delle assunzioni preliminare fatte, di sviluppare un piano di contenimento dei rischi sempre diverso e flessibile che possa rispondere alla diverse esigenze. La metodologia che verrà applicata è quindi molto flessibile e può essere modificata a seconda delle diverse condizioni al contorno. Tra esse vi sono i punti sensibili da prendere in considerazioni ed alcuni esempi di essi sono: i passeggeri, i lavoratori, i dati sensibili presenti nelle banche dati, i beni, gli edifici e le infrastrutture.

Il secondo passo è quello di determinare quali sono i rischi che si possono verificare. In questo passaggio bisogna considerare tutti gli avvenimenti che possono realmente accadere, anche i più banali. Successivamente attraverso la creazione di un indice si potrà effettuare una scrematura dei rischi valutando quali di essi possono considerati accettabili e quindi trascurabili e quali no.

Bisogna differenziare il concetto di “evento” da quello di “effetto”. Il rischio è un evento che crea un effetto dannoso ad un bersaglio.

Il terzo, ed ultimo, passaggio è la creazione di una matrice probabilità/impatto la quale permette di determinare la probabilità, in termini qualitativi, che un determinato evento possa realmente accadere. A questo risultato si deve associare la severità dell'evento dannoso che potrebbe accadere.

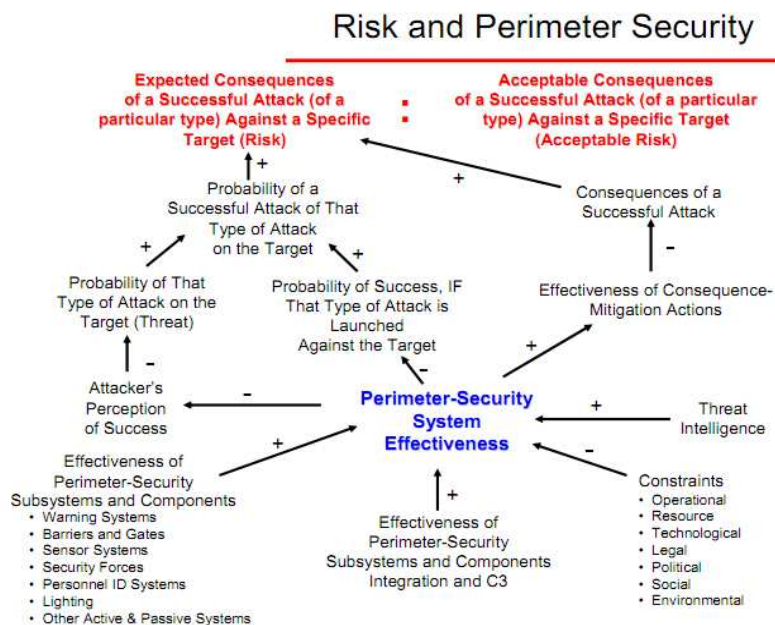


Figure 10: Risk and Perimeter Security

Figura 2: Input e output della sicurezza perimetrale.

Una cosa fondamentale è la determinazione delle strategie di risposta ai rischi. I rischi possono essere:

- **evitati:** si attueranno procedure per evitare che gli eventi dannosi accadano;
- **trasferiti:** gli effetti dell'evento dannoso vengono trasferiti ad un altro ente, un tipico esempio sono le assicurazioni;
- **mitigati:** non è possibile attuare metodologie preventive dei rischi ma è solo possibile mitigare le cause una volta che questi accadono;
- **accettati:** in questo caso i rischi vengono "accettati" e non si creano metodologie di risposta. Si accettano quei rischi il cui danno economico causato è molto minore delle spese effettuate

Come detto in precedenza è importante ricordare che non è possibile evitare tutti i rischi. Inoltre, più il livello di rischio aumenta e più i costi aumentano.

Per ottenere un'analisi quantitativa si suggerisce la creazione di un indice numerico, che verrà sviluppato nel capitolo successivo. Successivamente si analizzerà, anche, l'aspetto relativo ai costi della sicurezza.

CAPITOLO 4: DEFINIZIONE E METODOLOGIA PER IL CALCOLO DI UN INDICE DI RISCHIO

Nel seguente paragrafo si andrà a descrivere il metodo utilizzato per la creazione dell'indice di rischio. La metodologia proposta analizza solo alcune tipologie di eventi accidentali. Questa è dovuta al fatto che si è deciso di considerare solo rischi relativi alla struttura perimetrale dell'aeroporto e di trascurare eventi quali atti vandalici o eventi simili.

Il lavoro è stato quindi indirizzato in primis a determinare un indice di rischio che possa indicare l'entità del rischio connesso all'evento dannoso.

A conclusione di tali analisi si è definita una procedura di valutazione quali-quantitativa, in grado di riassumere tutti i fattori considerati per una corretta valutazione del rischio generato, definendo il cosiddetto “indice di rischio” [I_{risk}].

4.1 CREAZIONE DI UN INDICE DI RISCHIO

L'indice di rischio [I_{risk}] si definisce come la combinazione dell'indice relativo al bersaglio che è stato colpito dall'evento dannoso e quello relativo alla probabilità di accadimento. Tale concetto è definito dall'equazione [1] :

$$I_{risk} = \frac{I_{target} * I_{probability} * Fc}{n} \quad [1]$$

Dove:

I_{target} = Target Index;

$I_{probability}$ = Indice di probabilità;

n = Numero dei Bersagli (in questo caso 3);

Fc = Fattore Correttivo;

Tale indice è stato normalizzato a seconda del numero di bersagli presi in considerazione.

4.1.1. TARGET INDEX

Si definisce come *target index* (indice di bersaglio) l'indice che tiene conto dell'influenza dell'evento dannoso sui bersagli presi in considerazione. A seconda della severità dell'effetto causato dall'evento si determinerà il valore del target index.

Tale indice risulta essere la sommatoria di tutti gli effetti che vengono a presentarsi.

I bersagli presi in considerazione sono i seguenti:

- Uomo;
- Lavoro e sicurezza;
- Edifici ed infrastrutture;

Ad ogni valore di questo indice corrisponde in modo qualitativo i danni dovuti al manifestarsi dell'evento preso in considerazione. Tale correlazione è rappresentata nella tabella 1 che segue.

	Uomo	Edifici ed Infrastrutture	Lavoro e Sicurezza
10	Morte	Distruzione	Evacuazione, Chiusura, Perdita segreti industriali, Chiusura impianto
8	Ricovero in ospedale	Ricostruzione/ Sostituzione	Effetto a catena su altri processi di sicurezza
3	Giorni di malattia	Manutenzione Straordinaria	Perdita di giorni lavorativi
2	Medicazione	Manutenzione Ordinaria	Procedura minima per contenere il danno, Perdita di ore di lavoro
1	Nessun fastidio	Nessun danno	Nessun danno.

Tabella 1: Correlazione tra valore dell'indice bersaglio e le conseguenze sul bersaglio considerato.

Dalla presente tabella si può notare come i valori più bassi di indice rappresentino gli effetti minori se non addirittura trascurabili.

L'indice di bersaglio finale è quindi ottenuto, come mostrato nella formula [2], dalla somma degli indici che rappresentano i danni conseguiti all'evento pericoloso preso in analisi.

$$I_{target} = \sum_{i=1}^n I_{target,i} \quad [2]$$

dove

i: bersaglio considerato.

Nel nostro caso il valore 1 corrisponderà al bersaglio uomo, il valore 2 identifica i bersagli infrastrutture ed edifici mentre il valore 3 rappresenta i restanti bersagli che sono connessi a sicurezza, privacy e ore di lavoro.

Tale indice avrà quindi un valore variabile da un minimo di 3 ad un massimo di 30.

4.1.2 INDICE DI PROBABILITÀ

L'indice di probabilità prende in considerazione la probabilità che un avvenimento possa accadere. La tabella 2 riporta la correlazione tra il valore assegnato all'indice $I_{probability}$ e il valore qualitativo della probabilità che l'evento avvenga.

Indice di Probabilità	Probabilità
3	Alta
2	Medio
1	Bassa

Tabella 2: Correlazione tra il valore dell'indice di probabilità e il valore qualitativo della probabilità.

In questo caso si è deciso di porre come valore massimo 3 che rappresenterà gli eventi che hanno una probabilità di manifestarsi maggiore.

4.1.3. FATTORE CORRETTIVO

E' stato aggiunto un fattore correttivo che tenga in considerazione il caso in cui uno degli indici di bersaglio abbia valore 10, cioè subisca il massimo danno possibile. In questo caso si moltiplica per un fattore correttivo pari a 1.5, negli altri casi il fattore correttivo ha valore pari a 1. In questo modo si enfatizza la presenza di un indice con vulnerabilità alta.

4.2 IL LIVELLO DI RISCHIO

L'indice di rischio è compreso quindi, in base alla formula [1], tra un range di valori che varia tra 1 e 45. Si è suddiviso l'indice di rischio in tre range a ognuno dei quali è stato associato un livello di rischio qualitativo: *Alto*, *Medio*, *Basso* e un livello di sicurezza quantitativo.

Range Value	Livello di rischio	Livello di sicurezza
1-9	Basso	2
10-15	Medio	3
15-45	Alto	4-5

Tabella 3: Correlazione tra il range di valori dell'indice di rischio e il livello di rischio e sicurezza.

4.3 GLI EVENTI DANNOSI CONSIDERATI

Prima di studiare gli eventi dannosi analizzati bisogna esplicitare le condizioni al contorno in cui si è deciso di operare. Tali condizioni sono necessarie per delineare gli avvenimenti che realisticamente potrebbero accadere anche se con bassa probabilità.

4.3.1 CONDIZIONI AL CONTORNO

Si è scelto di considerare un aeroporto situato in una zona che presenta le seguenti caratteristiche:

- possibile presenza di banchi di nebbia;
- vicinanza a strade di comunicazione quali autostrade e superstrade;
- vicinanza a centri industriali;
- la zona ha un ampiezza minima di *1000 metri*;
- è vicina a fiumi ed acqua salata.

4.3.2 EVENTI CONSIDERATI

Per sviluppare un controllo perimetrale accurato bisogna, in primis, determinare tutti gli eventi pericolosi che si potrebbero verificare. Sarà poi attraverso il calcolo dell'indice di rischio a determinare quali di questi eventi debbono essere realmente presi in considerazione e quali possono considerarsi trascurabili. Bisogna infatti tenere conto che si deve accettare una minima soglia di rischio, in quanto non tutti gli eventi possono essere totalmente mitigati.

Date le condizioni al contorno gli eventi presi in considerazione nel caso in esame sono:

- persona che riesce a fare fotografie;
- hackeraggio;
- esplosione all'interno del perimetro;
- esplosione nelle vicinanze del perimetro;
- immissione di gas nei condotti di areazione;
- taglio delle linee elettriche;
- contaminazione dell'acqua;
- nube di sostanza tossica;
- nube di sostanza infiammabile;

Type of Attack	Historical Examples	Type of Weapons
Explosive and Incendiary Devices	2011—Attack on Domodedovo Airport, Moscow, Russia	Suicide bomb; Incendiary device
	2009—Attempt to detonate device on-board Northwest Airlines Flight 253	Concealed body-worn plastic explosives
	2010—Hidden explosives in cylinder of thermal liquid containers at screening checkpoint	Improvised explosive device
	2010—Discovery of explosive devices hidden in printer toner cartridges on all-cargo flights from Yemen	Improvised explosive device
	2010—Incendiary devices mailed to Maryland and Washington DC area facilities	Incendiary device
	2007—Attack on Glasgow International Airport	Incendiary device
	2001—Attempt to detonate device on-board American Airlines Flight 93	Concealed body-worn plastic explosive
	2001—World Trade Center 1995—Oklahoma City bombing	Proximity bombs, incendiary & secondary devices,
Stand-Off Attack	2001—Tamil Tiger mortar attack and bombing of Sri Lanka's national Airport	Anti-tank rockets, mortars
Cyber Attack	2002—Code Red Worm	Worms, Viruses, Denial of Service Programs
Chem-Bio, Radiological, & Nuclear (CBRN)	1995—Aum Shinrikyo Sarin agent release in Tokyo Subway	Chemical, biological, or radiological or nuclear aerosolized

Figura 3: Riepilogo attacchi aeroporti e tipo di armi utilizzate.

Analizziamo ora come ogni singolo evento può colpire i bersagli presi in considerazione.

4.3.2.a Libera visuale sul perimetro.

Questo avvenimento non incide sul bersaglio uomo, lavoro, strutture e sulla sicurezza, ma crea solo dei disagi.

4.3.2.b Hackeraggio

Differentemente dall'evento precedente, nel caso in cui i computer dell'aeroporto venissero hackerati si potrebbero presentare diversi tipi di scenari più o meno gravi.

In questo caso si è preso in esame lo scenario peggiore, cioè quello in cui si avrebbe la perdita di segreti industriali come ad esempio i progetti di costruzione. E' evidente come il costo relativo alla perdita di tali dati sia talmente elevato e quindi è necessario assegnare il livello massimo all'indice correlato al bersaglio privacy. Si deve, inoltre, tener conto che in questo caso si avrebbe anche una perdita di ore lavorative dovuta al non funzionamento dei computer. Le strutture e l'uomo non sono danneggiate in modo diretto. È sottinteso, però, che il bloccaggio dei computer che gestiscono la sicurezza del perimetro determinerebbe un rischio anche per l'uomo.

4.3.2.c. Esplosione all'interno del perimetro

L'esplosione può essere dovuta due differenti cause: la prima volontaria, ad esempio lancio di una bomba, mentre la seconda accidentale. Quest'ultimo aspetto non è da sottovalutare in quanto vi è presenza di serbatoi di carburante in tutta la struttura. Infatti una fuori uscita di liquido potrebbe causare un jet fire o un fire ball a seconda del rilascio.

Lo scenario che si figurerebbe sarebbe dei più drammatici. Ci sarebbe rischio mortale per il personale e le strutture potrebbero subire un danno permanente se non essere distrutte. Ovviamente si avrebbe anche un'influenza negativa anche sul lavoro, in quanto l'aeroporto dovrebbe essere evacuato o chiuso e si avrebbero elevate perdite di ore lavorative. Vi è poi perdita dei segreti industriali in quanto, questi, andrebbero distrutti.

4.3.2.d Esplosioni nelle vicinanze della proprietà

In questo caso lo scenario è molto simile a quello descritto sopra, ma si avrebbero danni lievemente inferiori in quanto la deflagrazione avverrebbe a una distanza maggiore. I bersagli colpiti sono gli stessi ma il danno è leggermente minore.

4.3.2.e Immissione di gas nocivi nei condotti di aerazione

Si considerano i gas nocivi per l'uomo, cioè quelle sostanze tossiche classificate come con frasi di rischio (R) con numero variabile tra 20 e 28. In questo caso non le strutture non vengono danneggiate da tali gas in quanto non hanno carattere esplosivo. Il bersaglio sono quindi l'uomo e la perdita di ore lavorative.

4.3.2.f Taglio linee elettriche

L'interruzione delle linee elettriche può essere causato da eventi diversi tra loro. Può essere dovuta sia a cause naturali, quali tornado e caduta alberi, ma anche da eventi causati dall'uomo. Questo influisce sicuramente sulle ore di lavoro e anche sulla sicurezza. Non si può negare che il mal funzionamento della torre di controllo può comportare la chiusura totale dell'aeroporto. Oltre a tale aspetto bisogna tener conto che il taglio delle linee elettriche, anche quelle interrato, implicherebbe il non funzionamento dei sistemi d'allarmi e del sistema di videosorveglianza. In questo caso la sicurezza verrebbe totalmente a mancare.

4.3.2.g. Contaminazione dell'acqua.

La contaminazione dell'acqua determina la perdita di alcune ore lavorative. Sicuramente viene colpito l'uomo e la sicurezza. È necessaria un'opera di decontaminazione.

4.3.2.h. Nube di sostanza tossica.

Simile al pericolo di immissione di gas nel sistema di aerazione, i bersagli da considerare sono l'uomo, la sicurezza ed il lavoro.

4.3.4.i. Nube di sostanza infiammabile.

Tale pericolo è assimilabile al lancio di una bomba all'interno del perimetro. Gli effetti di tale azione vanno a colpire gli stessi bersagli del caso c, ma il livello di incidenza è variabile.

4.4 INDICE DI RISCHIO

Per determinare l'indice di rischio finale si è creato un codice di calcolo in Excel che permette di visualizzare, per ogni evento, i vari indici e, in modo automatico, il livello di rischio. Il risultato così ottenuto è riportato nella tabella che segue. I primi indici riportati sono gli indici relativi all'impatto che l'evento ha sui tre bersagli considerati (I_{man} , I_{job} , $I_{building}$), a seguire c'è l'indice di probabilità, il valore del fattore correttivo e infine viene calcolato l'indice di rischio definito dall'equazione [1] e il livello di rischio ad esso associato.

Evento	I_{man}	I_{job}	$I_{building}$	$I_{probability}$	Fattore correttivo	I risk	LIVELLO
Libera visuale sul perimetro	1	1	1	3	1	3.0	low
hackeraggio	1	3	1	2	1	3.3	low
Esplosione all'interno del perimetro	10	10	10	3	1.5	45.0	high
Esplosioni nelle vicinanze della proprietà	8	8	8	2	1	16.0	high
Immissione di gas nocivi nei condotti di aerazione	10	10	1	1	1.5	10.5	medium
Taglio linee elettriche	1	8	8	3	1	17.0	high
intrusione nel perimetro	1	3	3	3	1	7.0	low
Contaminazione dell'acqua.	3	2	1	1	1	2.0	low
Nube di sostanza tossica.	10	3	1	2	1.5	14.0	medium
Anti-tracks rocket	10	10	10	1	1.5	15.0	high
suicide bomb	10	10	10	1	1.5	15.0	high
Nube di sostanza infiammabile.	10	8	8	1	1.5	13.0	medium

Figura 4: Tabella indice di rischio

Dopo aver calcolato il livello di rischio si può iniziare a scremare gli eventi da considerare per la progettazione di un sistema di sicurezza perimetrale.

Non verranno analizzati gli eventi che risultano essere di livello di rischio basso e medio. Quindi lo sviluppo di tale sistema di sicurezza è stato realizzato al fine di mitigare tutti gli eventi di livello alto.

CAPITOLO 5: I COSTI DELLA SICUREZZA

In questo capitolo si vuole affrontare la tematica relativa ai costi della sicurezza. Si procede a questa trattazione in quanto ci si è prefissati lo scopo di progettare un sistema di difesa integrato innovativo il quale presenti il massimo livello di sicurezza, ma allo stesso tempo i minor costi possibili e che risulti essere flessibile in modo da potersi adattare al meglio anche a strutture non aeroportuali.

La rilevanza strategica della sicurezza, ovvero il suo contributo alla creazione di valore da parte dell'azienda, può, in larga misura, essere tradotta in termini economici. Molti dei fattori coinvolti sia nell'accadimento di un evento dannoso per il lavoratore, sia nelle iniziative messe in atto dal management per migliorare la sicurezza dei luoghi di lavoro, sono direttamente rilevabili dall'azienda in termini di un effettivo esborso, oppure stimabili in termini di costo figurato, cioè di mancata produzione o inefficienza.

Infatti, le prestazioni di sicurezza dell'azienda non incidono unicamente sui costi operativi, ma potenzialmente anche sul fronte dei ricavi: si pensi, per esempio, al fatto che elevati standard di sicurezza possono avere una ripercussione positiva sull'immagine aziendale, con ricadute positive sul fatturato.

Dualmente il verificarsi di un incidente grave può compromettere l'immagine aziendale e per aziende quotate spesso significa una riduzione del valore dell'azione.

L'obiettivo economico è espresso in termini di minimizzazione del costo totale.

D'ora in avanti, si farà riferimento ai costi aziendali della sicurezza come all'insieme costituito dalle voci relative ai costi aziendali di incidenti, malattie e infortuni sul lavoro, e dagli esborsi sostenuti per gestire il rischio.

Le principali tipologie di criteri di catalogazione sono:

- *Costi diretti e costi indiretti*, la più utilizzata da chi si occupa di sicurezza;
- *Costi assicurati e costi non assicurati*;
- *Costi controllabili e costi non controllabili*;
- *Costi nascosti*;
- *Costi per il rischio latente*.

I **costi diretti** sono quelli che sono associati in modo univoco all'oggetto di costo considerato quale l'incidente, l'infortunio o la malattia professionale come ad esempio i costi medici per l'infortunato.

I **costi indiretti** sono tutti i costi che non sono correlati in modo univoco al evento dannoso, un esempio sono i costi delle attività di indagine, compilazione di verbali e rapporti con le autorità di controllo.

I **costi nascosti** sono tutte le voci di costo che non compaiono normalmente nella contabilità aziendale e che di conseguenza risultano di difficile individuazione e stima oppure che ad una prima e superficiale lettura sembrerebbero non così strettamente attinenti la gestione della sicurezza.

5.1 GESTIONE DELLA SICUREZZA

Dal punto di vista di gestione operativa e del miglioramento della sicurezza, l'entità e la variazione dell'indice di rischio sono le due variabili di cui sono funzione gli investimenti e i costi di esercizio legati alla gestione della sicurezza.

Sono possibili due di strategie d'intervento diverse definite da una relazione di complementarità:

- Gestione attiva con cui si tende a ridurre le conseguenze di carattere negativo che la presenza sensibile o latente del rischio comporta sui lavoratori negli ambienti di lavoro;

- Gestione passiva con cui tende a tutelare e difendere la contabilità aziendale in presenza di rischio sensibile e latente.

Tenendo conto di un'applicazione di tale metodologia di definizione di potenziali strategie di intervento si può giungere ad una classificazione dei costi aziendali relativi la sicurezza strutturata in quattro tipologie principali:

- costi di riduzione del rischio;
- costi di contenimento delle conseguenze;
- costi per rischio sensibile;
- costi per rischio latente.

5.2 IL COSTO DEL RISCHIO E IL LIVELLO DI RISCHIO ACCETTATO

Le risorse economiche complessivamente utilizzate nell'ambito della sicurezza rispecchiano l'obiettivo che l'azienda si pone nel raggiungimento di un determinato livello di prestazione in termini di sicurezza, tutte le voci di costo annuale impegnate a questo scopo prendono il nome di Costi di riduzione del rischio. In tale tipologia rientrano sia gli interventi finalizzati alla riduzione di probabilità di accadimento di eventi infortunistici e incidentali, sia le misure di limitazione dell'entità (magnitudo) dei danni provocati dal manifestarsi di tali eventi.

Il rapporto che sussiste tra il livello di sicurezza e l'ammontare di risorse dedicate alla riduzione del rischio è intuitivamente di tipo crescente. Oltre a questi aspetti, un altro punto fondamentale è il livello di rischio che si vuole accettare. Molto esplicativa è l'immagine che segue.

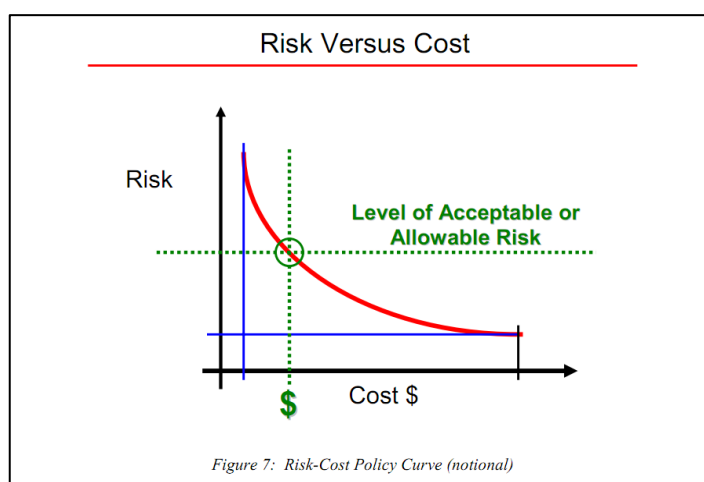


Figura 5: Grafico andamento dei costi rispetto al rischio

Il livello di rischio accettabile è strettamente connesso al costo del rischio e al costo della sua mitigazione. Trascurare un rischio vuol dire accettare il suo costo nel caso in cui esso possa accadere.

Intraprendere azioni tempestive per ridurre la probabilità e/o l'impatto di un rischio che si può verificare è spesso più efficace di provare a riparare il danno dopo che l'evento si è verificato.

Bisogna, quindi, stabilire il livello di sicurezza e protezione che si andrà a prendere in considerazione nella progettazione del nostro sistema di sicurezza aeroportuale.

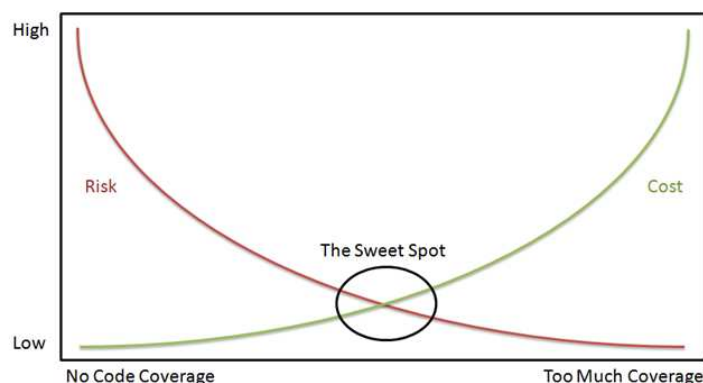


Figura 6: Grafico condizione ottimale costo e rischio

Dalla fig. 6 si può notare come il costo relativo alla sicurezza non può essere nè nullo, in quanto il rischio sarebbe eccessivo, nè eccessivamente elevato perchè si andrebbe a ricadere in costi proibitivi. Minore è il livello di accettazione del rischio più sarà elevato il costo in quanto le misure da adottare aumenteranno sia in numero che nel livello di sofisticazione. La fig. 7 evidenzia come il costo del rischio diminuisca al decrescere della possibilità che questo possa manifestarsi.

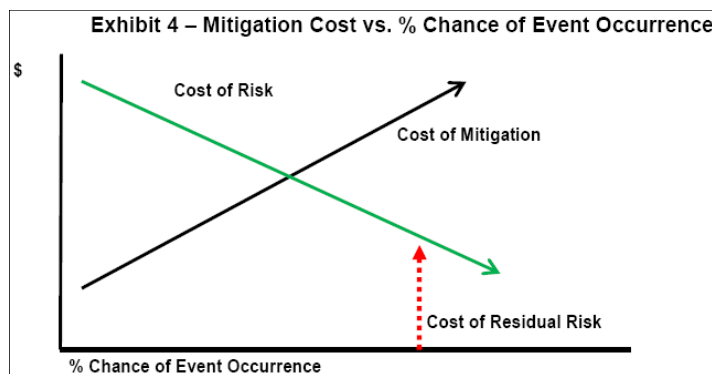


Figura 7: Grafico costo rischio/probabilità che accada

Ovviamente non è possibile eliminare tutti i rischi, resterà sempre un rischio residuo. La combinazione di questi due costi permette di determinare l'andamento dei costi totali, come mostrato in fig. 8.

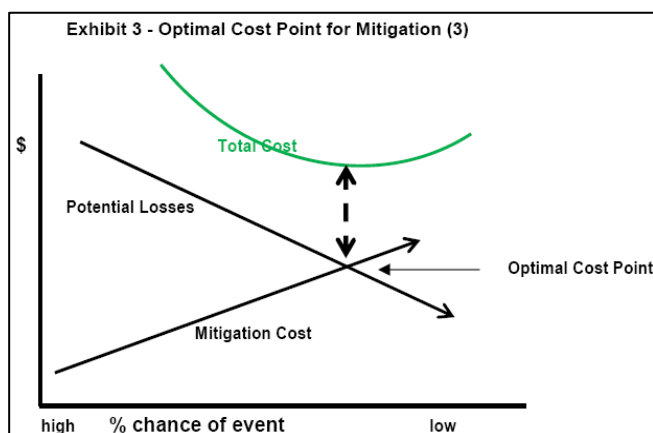


Figura 8: Andamento dei costi totali.

É evidente come il punto ottimale si abbia in corrispondenza del punto di minimo della curva dei costi totali (curva verde).

Questo paragrafo sui costi della sicurezza è stato esposto in questa trattazione in quanto nell'analisi proposta, per ogni scelta che verrà effettuata, si combinerà insieme sia il livello di sicurezza che essa permette di raggiungere sia il costo di essa.

Bisogna premettere che il livello sia di rischio che di costo accettati varierà caso per caso e verrà esplicitato di volta in volta.

CAPITOLO 6: METODI DI PROTEZIONE

Spesso si tende a considerare le recinzioni perimetrali degli aeroporti un "dato di fatto".

Queste, invece, rappresentano un elemento essenziale per la sicurezza degli aeroporti, anche per quelli che gestiscono solo un traffico aereo ridotto.

Diventa quindi molto importante, al fine di progettare al meglio un sistema di sicurezza perimetrale che garantisca il non accesso a mezzi e persone non autorizzate, realizzare un sistema di recinzione perimetrale.

Tra i vari metodi di protezione perimetrale ci sono le recinzioni, i muri o altre barriere fisiche, ma anche barriere elettroniche, come ad esempio sensori e allarmi. A questi si posso aggiungere barriere naturali che consentono di progettare al meglio il sistema di difesa integrato.

È ovvio che una caratteristica fondamentale che deve presentare la recinzione perimetrale è quella di essere robusta e stabile al fine di assolvere la sua funzione principale cioè quella di essere una barriera fisica e impedire l'accesso a persone o veicoli non autorizzati. Allo stesso tempo, tuttavia, non deve rappresentare un pericolo per gli aeromobili che sono costretti a decolli o atterraggi non standard nelle aree in cui le traiettorie di decollo e di avvicinamento finale oltrepassano la recinzione.

In aggiunta, ci sono altre misure di sicurezza di cui bisogna tener in considerazione al fine di migliorare le prestazioni delle barriere di sicurezza. Tra queste il fatto di avere una zona con alta visibilità su entrambi i lati delle recinzione, un sistema di illuminazione, sistemi di videosorveglianza e segnaletica.

La scelta della tipologia di sistema da utilizzare per la protezione perimetrale dell'area d'interesse può essere affidata a diverse soluzioni, ponderabile in base a particolari esigenze installative e/o alle tipologie di realizzazione del sito stesso.

In questo caso si andranno a considerare, dapprima, gli eventi dannosi che si vogliono mitigare. In base a questi si andranno a considerare vari tipi di protezione, si effettuerà una scrematura preliminare in base al livello di sicurezza desiderato e poi, in base ai preventivi ottenuti dalle vari aziende, si sceglierà la migliore combinazione tra sicurezza e costo.

Infatti un aumento elevato di costo dovrà essere giustificato da un elevato aumento di sicurezza.

La successiva tabella riporta in forma riassuntiva i vari tipi di barriere che si possono avere con i relativi pro e contro per ognuna di esse.

Dalla tabella 4 è evidente come il mezzo di protezione più semplice ed economico siano le recinzioni, in quanto i muri pur garantendo un elevata sicurezza e una copertura visiva totale risultano essere molto costosi, per questo motivo le recinzioni sono il sistema di protezione perimetrale più utilizzato. Queste in genere vengono munite di sensori di rilevamento, per rilevare il possibile taglio o scavalco di esse. In certi casi possono precedute da barriere naturali quali corsi d'acqua o zone boschive. Oppure da barriere fisiche aggiuntive come la presenza di canalette d'irrigazione.

			Pro	Contro
Intrusione nel perimetro	Muri		Totale copertura visiva Difficile da scavalcare	Costo elevato Non ci devono essere alberi vicini che ne permettano lo scavalcamento.
	Barriere Naturali	Corsi d'acqua	Aumenta la difficoltà di arrivare al perimetro esterno Fonte d'acqua in caso di incendi.	Costo di creazione Analisi del terreno necessaria per non avere cedimenti strutturali.
		Area boschiva.	Non premette parcheggio nelle zone limitrofe.	Diminuisce di molto la visibilità da parte degli operatori. Da vasti che questi non blocchino le operazioni di gestione dell'aeroporto. Aumentano la possibilità di scavalcamento delle recinzioni.
		Scogliere	Inaccessibilità totale	Possibile solo se la topografia lo permette
		Time and distance	Deve essere combinato con un elevato livello di visibilità, ma permette una riduzione del rischio di intrusione senza interventi fisici. È un arricchimento alle barriere già esistenti.	Spazio disponibile
	Fence		Economiche Facile la manutenzione Possibilità di inclinarle	Totale visibilità Più facili da scavalcare rispetto ad un muro Soggette negativamente a vento e a condizioni metrologiche sfavorevoli
	Chain link fencing		Economiche Facile la manutenzione Meno facili da scavalcare rispetto alle normali fence Possibilità di inclinarle	Totale visibilità Più facili da scavalcare rispetto ad un muro Soggette negativamente a vento e a condizioni metrologiche sfavorevoli

Tabella 4: pro e contro dei vari tipi di barriere perimetrali.

6.1 RECINZIONI

Esistono vari tipi diversi di recinzioni (fences), le quali possono essere dotate di sensori di movimento, tensione o altri mezzi elettronici di rilevamento.

Chain Link Fence è il tipo più comune di recinzione ed è spesso la soluzione più conveniente quando l'obiettivo primario di sicurezza è evitare le intrusioni. Questo tipo di recinzioni, generalmente, sono costruite con sette metri di mesh e uno o più rotoli di filo spinato intrecciato sulla parte superiore, il quale può essere inclinato verso l'esterno di 45°. In fig. 9 sono rappresentati i componenti principali di questo tipo di recinzione.

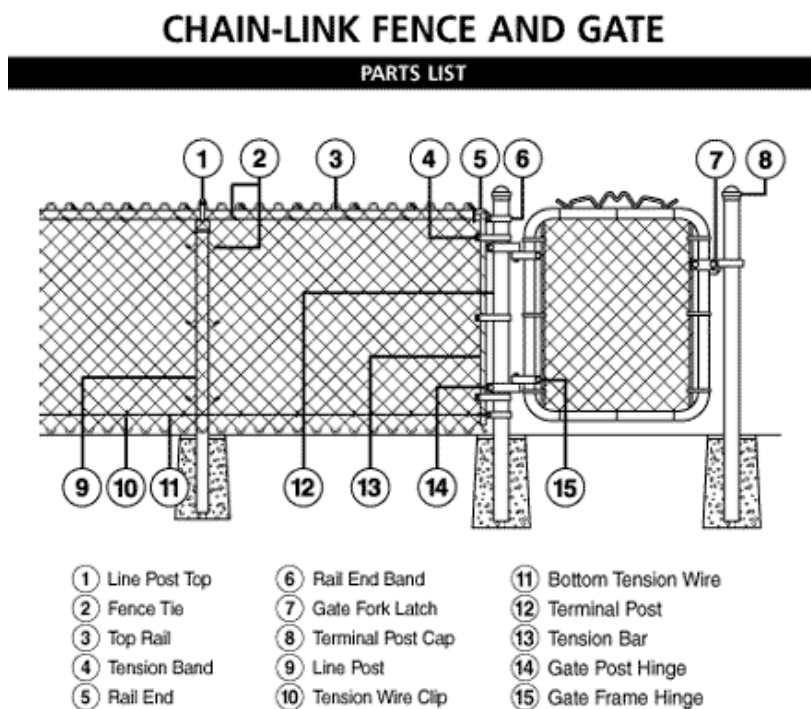


Figura 9: Componenti di una recinzione di tipo Chain Link Fence.

Questo è un sistema di difesa economico, dalla facile manutenzione ed è possibile installarla inclinata per diminuire la possibilità di scavalco di essa. Inoltre può essere installata praticamente in qualsiasi tipo di ambiente in base alle specifiche condizioni e alla topografia dell'aeroporto considerato. Essa offre, inoltre, una visibilità chiara alle pattuglie di sicurezza che sorvegliano il perimetro. Ovviamente tale recinzione non deve essere in conflitto con i requisiti operativi dell'aeroporto. Per aumentare la sicurezza nelle zone più critiche si può ancorare il bordo inferiore della griglia in modo da impedire che questa possa essere estratta dal suolo, in modo da impedire così l'accesso da parte di personale non autorizzato.

Questo tipo di recinzione presenta, comunque, dei contro. Esse, infatti, consentono la massima visibilità (il che non è sempre uno svantaggio come verrà, poi, spiegato nell'analisi della scelta dei punti di accesso) dell'area e quindi sono sconsigliate nel caso in cui si voglia un alto livello di privacy. Un altro svantaggio che presentano è che sono più facili da scavalcare rispetto ad un muro e risentono negativamente di condizioni atmosferiche avverse, come nel caso di forte vento. Si deve considerare anche che esse sono ancorate al terreno e quindi deve essere presente una morfologia di questo tale da permettere un impianto per questo tipo di protezioni.

Le funzioni principali di tale barriera sono:

- segna il confine legali dei limiti più esterno di un perimetro;
- aiuta nella fase di controllo e di screening degli ingressi autorizzati in una zona protetta;
- scoraggiando l'ingresso altrove lungo il confine;
- supporta la sorveglianza, la rilevazione e altre funzioni di sicurezza. Fornendo una zona per l'installazione di attrezzature di rilevamento delle intrusioni e di un sistema di CCTV;
- scoraggia le intrusioni occasionali in aree protette;
- crea un deterrente psicologico;
- ottimizza l'utilizzo del personale di sicurezza, migliorando la presenza di persone non autorizzate e diminuendo il numero di guardie necessario per il presidio dell'area protetta.

Per migliorare il livello di protezione fornito dalle fence, si possono affiancare a queste gli ulteriori sistemi di protezione:

- **BARRIERE:** Queste possono essere edifici, recinzioni, muri, posti di blocco temporanei;
- **CONTROLLI:** come possono essere controllo degli accessi legati ai varchi veicolari e pedonali, badge di identificazione, procedure interne;
- **DISSUASORI:** le guardie, illuminazione, segnaletica e procedure di controllo.

Se correttamente utilizzati, l'unione di alcuni di questi sistemi di sicurezza si possono rafforzare e sostenere a vicenda. È, infatti, grazie alla loro combinazione che si può ottenere un sistema ottimale che impedisca l'intrusione nel perimetro controllato.

Per quanto riguarda le caratteristiche dei possibili materiali che si possono utilizzare le varie informazioni si possono trovare nei seguenti documenti:

- (CLFMI) Chain Link Manufacturers Institute Product Manual
- ASTM (American Society of Testing Materials) Volume 01.06
- Federal Specification RR-F-191 K/GEN, 14 May 1990
- ASTM F 1553, "The Standard Guide for Specifying Chain Link Fence" .

Per poter scegliere al meglio le recinzioni è necessario considerare anche gli elementi specificati in seguito:

- **Posizionamento:** è importante il tipo di terreno nel quale verranno posizionate e la conformazione di esso, se sono presenti punti di accesso nelle vicinanze e se sussistono altre barriere di rinforzo;
- **Livello di sicurezza:** il livello di sicurezza influisce sul tipo di maglia che si andrà ad utilizzare. Infatti a seconda della maglia scelta si avrà un carico di rottura e una resistenza al taglio diversa e di conseguenza dei costi diversi.

6.2 CONSIDERAZIONI PER LA PROGETTAZIONE DELLE RECINZIONI

Altre considerazioni di base necessarie per aumentare la sicurezza in fase di progettazione di un controllo perimetrale sono:

- **Altezza delle fence:** maggiore è l'altezza, più sarà difficile penetrare nel perimetro. Ma allo stesso tempo un'altezza più elevata comporta problematiche legate ad una maggiore oscillazione in presenza di vento;
- **Filo spinato aggiuntivo:** l'aggiunta di 3 o 6 file di filo spinato in cima alle fence aumenta il livello di sicurezza;

- **Cavi dell'alta tensione:** la presenza di cavi dell'alta tensione assicura un sistema con maggiore sicurezza;
- **Interramento della recinzione:** in questo modo si elimina la possibilità di forzare e alzare la recinzione;
- **Visibilità della recinzione:** se si riveste la recinzione con un polimero colorato si aumenta la visibilità di essa, specialmente durante la notte creando così un deterrente psicologico maggiore. Inoltre, tale rivestimento, migliora la resistenza alla corrosione;
- **Doppia linea di recinzione:** non è rara l'aggiunta di un'ulteriore linea di fence all'interno del perimetro. In molti casi la seconda linea è equipaggiata con sensori e detector o è presente una pattuglia di guardie tra le due linee;
- **Ambiente circostante:** è consigliabile non avere zone boschive accanto alla zona in cui si vuole posizionare la recinzione per due motivi: il primo è per aumentare la visibilità per le pattuglie di sicurezza, il secondo è quello di diminuire la possibilità di scavalco delle recinzioni che potrebbe essere facilitata dalla presenza di alberi vicino ad esse;
- **Sistema aggiuntivo di sensori:** aumenta il livello di sicurezza;
- **Luci:** aumenta la visibilità e aumenta il livello di deterrente psicologico;
- **Segnali:** questi sono importanti perché indicano la presenza di un'area privata provvista di un sistema di sicurezza, vanno posizionati lungo la linea di posizione della recinzione.

Per la scelta del tipo di recinzione da utilizzare, del tipo di mesh e del diametro di essa e di come "ancorarla" a terra, si deve tener conto principalmente di questi tre parametri:

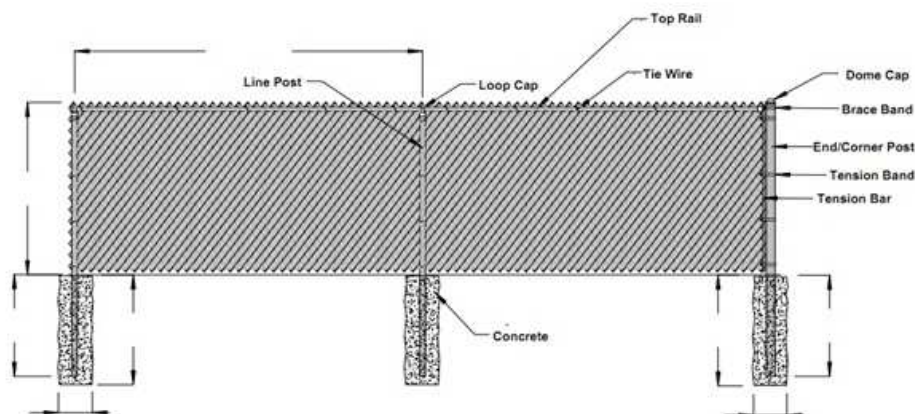
- Tempo necessario per poter scavare un tunnel sotto la recinzione;
- Resistenza all'impatto con un veicolo che impatta su di essa;
- Capacità di rompere e districare la recinzione.

6.3 TIPI DI RECINZIONE

Esistono vari tipi di recinzioni con dimensione della griglia o disposizione rispetto al terreno diverse. I principali tipi di recinzioni Chain Link sono:

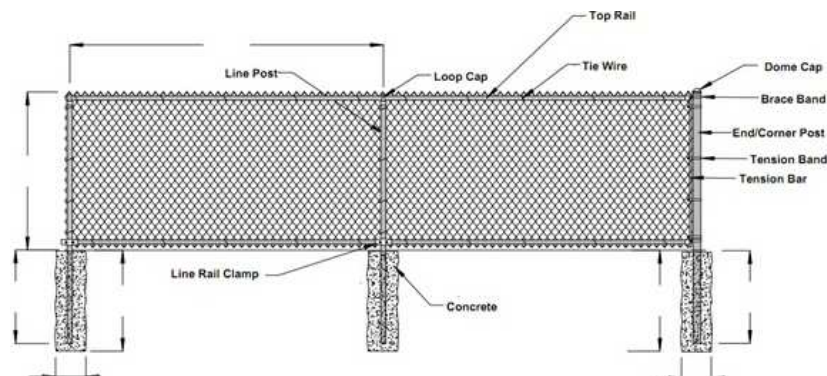
- **4'-6' Chain Link with Privacy slats**

Questo tipo di fence permette di oscurare la visuale e di avere una maggiore privacy. Si noti che la fence è ancorata al terreno senza lasciare spazi sottostanti tra il terreno e la mesh della recinzione.



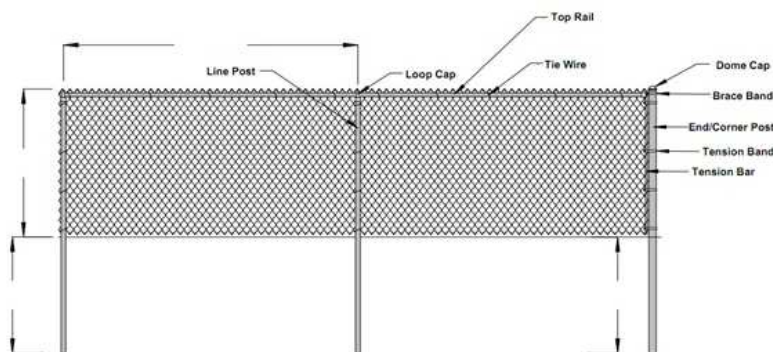
- **4' - 6' Chain Link con Toprail & Bottom Rail.**

Questo tipo di recinzione è identica alla precedente, con la differenza che presenta una griglia meno fitta e non oscurata. Quindi è presente una maggiore visibilità.



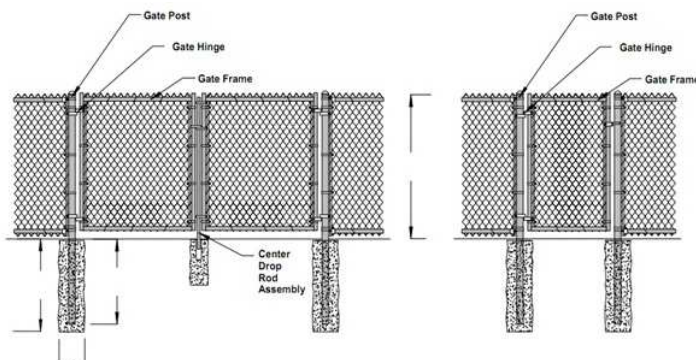
- **4' - 6' Chain Link with toprail**

In questo caso è presente dello spazio tra la mesh della recinzione e il terreno, inoltre i piloni di ancoraggio non hanno un volume elevato e quindi sono più soggetti ad oscillazioni in presenza di vento forte.



- **4' - 7' High Chain Link Fence Gate Details assembled with connections**

Questo tipo di fence è creata attraverso la composizione di vari “pannelli” messi in successione l'uno all'altro.



Questo è un modello complesso a causa dell'unione insieme tra più pannelli, inoltre tra tutti risulta essere il meno economico.

La scelta finale è ricaduta sul secondo modello.

Il primo modello proposto è sicuramente adatto per le nostre esigenze, ma il costo di esso è sicuramente più elevato a causa sia della griglia più fitta e che del rivestimento.

Il terzo modello è tra i più economici, ma risulta essere meno performante soprattutto in determinate condizioni meteorologiche, ad esempio nel caso di forti raffiche di vento.

Il quarto modello rispetta le nostre esigenze, ma risulta essere un modello complesso a causa della presenza di giunture per l'unione dei vari pannelli.

Si è scelto quindi il secondo modello perchè, come il primo tipo di recinzione, risulta essere adatto alle nostre esigenze ma allo stesso tempo risulta più economico del primo modello.

Dopo aver determinato il tipo di fence bisogna scegliere il tipo di filo spinato da mettere in cima. La scelta finale è stata fatta in base ai preventivi acquisiti dalle varie ditte in modo da ottenere il miglior compromesso tra efficienza e costo. La fig. 10 riporta le varie tipologie di filo spinato che sono disponibili in commercio.

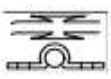
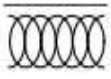
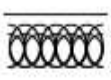


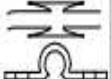

	PRODUCT	APPLICATION	SIZES	WT / ROLL	MATERIAL	ATTACHMENT SPACING LENGTH	BREAK LOAD
	RAZOR RIBBON— Single coil with core wire	Medium security fence topping	18" 24" 30"	13 lbs. 17 lbs. 21 lbs.	AISI 430 Stainless steel .098 dia. high Tensile wire	6"—16.6' 9"—2'5 18"—5'0	2800 lbs.
	RAZOR RIBBON— single coil with wire concertina style	Ground barrier Max. security fence topping	24" 30" 36"	15 lbs. 19 lbs. 23 lbs.	AISI 430 Stainless steel .098 dia. high Tensile wire	12"—1'5 16"—2'0	2800 lbs.
	RAZOR RIBBON MAZE— Concertina style, double coil	Ground barrier Max. security fence topping	24" inside 30" outside	34 lbs.	AISI 430 Stainless steel .098 dia. high Tensile wire	12"—1'5 16"—2'0	2800 lbs.
	MIL-B- 52775 B Type II austenitic double coil	Ground barrier Max. security fence topping	24" inside 30" outside	35 lbs.	AISI 301/304 stainless steel .047 dia. stainless wire rope	24"—6'6	2250 lbs.
	MIL-B- 52775 B Type IV austenitic double coil	Ground barrier Max. security fence topping	24" inside 30" outside	35 lbs.	AISI 316 Stainless steel .047 dia. stainless wire rope	12"—1'5 16"—2'0	2250 lbs.
	RAZOR RIBBON— single coil	Min. security fence topping. Commercial use.	18" 24"	9 lbs. 12 lbs.	AISI 430 Stainless steel	6"—16.6' 9"—2'5 18"—5'0	1260 lbs.
	BAYONET BARB— Concertina	Ground barrier	27½" 37½"	23 lbs. 34 lbs.	ASTM A 526 Zinc galvanized .098 dia. high	20"—5'0	1300 lbs.

Figura 10: Tipologie di filo spinato.

CAPITOLO 7: SCELTA DEL TIPO DI RECINZIONE E DEI SENSORI DI RILEVAMENTO

La prevenzione di una intrusione su un perimetro controllato dipende dall'installazione di una barriera fisica adeguata insieme ad un sistema di rilevazione appropriato. L'insieme di questi due sistemi è in grado di avvisare l'operatore della presenza di attività/comportamenti non accettabili lungo l'area perimetrale e assistere l'operatore stesso nella decisione di attivare o meno un allarme.

Senza la presenza di un sistema di rilevazione qualsiasi barriera fisica non è una barriera "intelligente" e quindi non è in grado di avvisare quando si è in presenza di una possibile intrusione; d'altra parte, il miglior sistema di rilevazione non può fornire la rilevazione dell'intrusione a meno che non venga collegato in maniera appropriata a una barriera fisica, la quale risulta essere un componente fondamentale per ottenere un sistema con la massima capacità di rilevazione.

La protezione perimetrale deve quindi essere pensata come una combinazione di una struttura appropriata, come ad esempio una recinzione, e di un sistema di rilevazione adeguato, per ottenere le aspettative basilari per un sistema di intrusione.

Dopo un'analisi preliminare si è deciso di optare per l'installazione di una recinzione di tipo *Chain Link Fence* con filo spinato nella sommità di essa. La scelta è ricaduta su questo tipo di recinzione in quanto il costo risulta essere più economicamente competitivo rispetto alle altre e allo stesso tempo garantisce comunque un elevato livello di sicurezza. Come già detto a questa si dovrà affiancare un sistema di sensori che garantisca la possibilità di rilevare prontamente una possibile intrusione nel perimetro.

Per poter scegliere il sistema migliore bisogna tenere conto di due fattori: costo e sicurezza. Si è deciso di trascurare il tempo di installazione e fornitura in quanto si ipotizza che il tempo di costruzione non sia un fattore rilevante.

Per quanto riguarda la parte dei sensori si è eseguita una ricerca per valutare cosa, al momento, il mercato era in grado di offrire, si sono presi in considerazione anche sistemi innovativi di *Chain Link Fence* e sistemi di sensori integrati con esse.

Nello specifico le recinzioni e i sensori presi in esame sono:

- Enac fence;
- Enac fence con sistema Rotaguard;
- Electrowire fence;
- Electrowire fence con Rotaguard;
- Enac fence con sistema Serir;
- Electrowire fence con Rotaguard e sistema Serir;
- Electrowire fence con sistema Serir.

A seguire vengono riportate delle brevi descrizioni di ognuna di esse.

7.1 ENAC FENCE

La recinzione Enac è adatta per aeroporti primari o militari. Essa è composta da pali in ferro zincati a caldo "T/50", con doppio "bavolet" antiscavalamento in sommità, controventatura retrostante in ferro zincato a caldo "T/25", rete metallica zincata plastificata a maglia sciolta 50x50 millimetri ed un'altezza H=2000 millimetri, fili lisci di tensione, croce di S. Andrea, n° 8 fili spinati e "concertina" a spirale metallica zincata. Il preventivo è pervenuto dalla ditta Geoquip.

Un esempio di questa recinzione è proposto in fig. 11.



Figura 11: Recinzione Enac standard

7.2 SISTEMA ROTAGUARD

Rotaguard è un sofisticato e completo sistema di rilevazione nonché una barriera antiscavalamento per pareti, cancelli e recinzioni, durevole nel tempo e di facile installazione. Il sistema incorpora il rinomato sistema di rilevazione Defensor della ditta Geoquip, il quale è in grado di segnalare al personale di sicurezza qualsiasi tentativo di intrusione e consente di verificare gli allarmi grazie allo speciale sistema di verifica “di ascolto” audio.

Il design del sistema è unico nel suo genere. Esso consiste in una serie di pale ricurve che girano liberamente attorno ad un albero centrale. Quest'ultimo è stato modificato per incorporare al suo interno un cavo sensore Alpha Geoquip.

Le pale rotanti creano una barriera instabile la quale si mette in movimento nel momento in cui qualcuno cerca di scavalcarla. Inoltre, questa barriera non può essere superata da potenziali intrusi inceppandola o coprendola grazie, per l'appunto, alla presenza di tali pale rotanti.

Il sistema è robusto e durevole, essendo realizzato in una lega metallica tecnicamente complessa e ad elevata resistenza alla trazione. Altra caratteristica è la resistenza alla corrosione e pertanto adatto per le aree esposte a inquinamento o a condizioni meteorologiche sfavorevoli.

In aggiunta, questa resistenza alla corrosione permette al metallo di rimanere lucido a lungo mantenendo così il suo effetto deterrente per tutta la sua durata.

La lega è estremamente leggera e, pertanto, può essere installata su recinzioni metalliche e perfino su quelle di legno. Questo aspetto rende Rotaguard facile e veloce da installare, offrendo, quindi, all'installatore dei vantaggi dal punto di vista economico.



Figura 12: Pale rotanti del sistema Rotaguard.

Come detto in precedenza le pale incorporano al loro interno il cavo sensore *Alpha*. Questo è un dispositivo di precisione in grado di convertire le vibrazioni meccaniche generate dall'attività di intrusione in segnali elettrici chiari, con livello di rumore basso. Presenta un'elevata qualità dei segnali elettrici prodotti la quale gli conferisce alla tecnologia del sensore Alpha un netto margine di vantaggio in termini di prestazioni rispetto alle tecnologie più datate come i sensori coassiali, in fibra ottica e piezoelettrici. Il cavo sensore Alpha incorpora caratteristiche progettuali intese a massimizzare la frequenza e la risposta del sensore, in modo da fornire alla piattaforma di elaborazione e segnali digitali Defensor quanto più informazioni possibile in relazione all'intrusione.

La tecnologia dei sensori Alpha consente la rilevazione affidabile dei micro-impatti prodotti dalle tecniche di attacco più sofisticate.

7.3 SISTEMA ELECTROWIRE

Il sistema ElectroWire offerto da Geoquip è in grado di rilevare attività riconducibili a tentativi di intrusione attraverso la recinzione e di trasmettere scosse elettriche dolorose, seppure innocue, in risposta a tali attività. La capacità di rilevazione delle intrusioni, abbinata al deterrente psicologico costituito dal rischio di ricevere una scossa elettrica rende il sistema ElectroWire una soluzione efficace per molte applicazioni di protezione perimetrale.

Le caratteristiche dell'energizzatore ElectroWire, combinate con la struttura fisica della recinzione mettono a disposizione degli utenti una gamma esauriente di opzioni per soddisfare i requisiti della maggior parte dei siti. Dalla fig. 13 si nota come la barriera elettrificata comporti dei miglioramenti rispetto ad una barriera convenzionale. Quest'ultima infatti ha un minor grado di rilevazione, soprattutto nel caso di appoggio di una scala alla barriera stessa, richiede una maggiore manutenzione e una sostanziale struttura di supporto. La barriera elettrificata, invece, ha una capacità di rilevazione dell'intruso massima, presenta una struttura di supporto più leggera e altre caratteristiche aggiuntive presenti in fig. 13.

Barriera convenzionale	Barriera ShockWeave
Elevata resistenza meccanica	Molto difficile da neutralizzare - rileva facilmente l'appoggio di una scala a pioli contro la barriera
A norma PAS47	Massima probabilità di rilevazione senza bisogno di contatti in linea
Maggiore probabilità di resistere all'appoggio di una scala a pioli contro la barriera senza subire danni	Struttura di supporto leggera
Richiede una sostanziale struttura di supporto	Visivamente non appariscente
Minore probabilità di rilevazione dell'appoggio di una scala a pioli a meno che non vengano aggiunti contatti in linea	Basso carico meccanico della recinzione portante
Visivamente ostruttiva	Richiede una manutenzione minima
Elevato carico meccanico della recinzione portante	Ha una maggiore probabilità di riportare dei danni in seguito a tentativi di intrusione
Richiede una regolare manutenzione per mantenere i fili in tensione	

Figura 13: Differenze tra una barriera convenzionale e una barriera ElectroWire

Nei casi in cui in un sito siano installati molteplici energizzatori, come nel caso di perimetro aeroportuale visto l'elevata lunghezza di questo, le normative vigenti richiedono che vengano evitate situazioni in cui una persona possa subire scosse elettriche deterrenti di intensità superiore al massimo livello di energia consentito di 5 joule, e/o scosse ricorrenti ad un ritmo superiore al massimo consentito di una scossa ogni 1,2 secondi.

A meno che non vengano adottate particolari precauzioni, tali situazioni potrebbero verificarsi nelle aree di congiunzione di due zone, ciascuna delle quali sia alimentata dai propri energizzatori. In tali situazioni, è possibile che una persona, toccando i fili di entrambe le zone contemporaneamente, possa subire delle scosse elettriche di intensità pari al doppio del massimo livello di energia consentito e che tali scosse elettriche si ripetano con una frequenza superiore al massimo consentito di un impulso ogni 1,2 secondi.

Si può ovviare a questo problema andando a progettare nel dettaglio un sistema di sincronizzazione degli energizzatori, in modo che tutti questi erogino l'impulso della scossa elettrica nel medesimo istante. In questo modo, si va ad evitare la possibilità che una persona possa essere sottoposta a due scosse elettriche ad intervalli inferiori ad un tempo minimo consentito di 1,2 secondi. Per quanto riguarda l'intensità della scossa si deve dimensionare il sistema in modo che la tensione nella recinzione non superi un livello massimo di energia erogata pari a 2,5 Joule, limitando così l'energia totale erogata a 5 Joule.

Il sistema di sincronizzazione e limitazione della tensione non è stato dimensionato nel dettaglio in quanto, come si vedrà successivamente, questa non sarà la tecnica di protezione scelta per il nostro aeroporto.



Figura 14: Recinzione ElectroWire.

7.3 SISTEMA SERIR.

SERIR è un avanzato sistema di rivelazione perimetrale antintrusione per recinzioni metalliche. Il sistema è costituito da sensori, schede elettroniche, cavi e altri componenti. Vengono impiegati rilevatori piezodinamici utilizzati in combinazione con trasduttori piezoceramici. Il suo funzionamento nel dettaglio verrà spiegato successivamente. Il preventivo è fornito dalla ditta *DEA security*. Operando sul perimetro, SERIR permette di tenere la protezione sempre attiva, 24 ore su 24, lasciando alle persone che si trovano all'interno dell'area protetta piena libertà di movimento.

Il sistema si avvale di speciali sensori che rivelano con tempestività ogni tentativo di taglio, arrampicamento e sfondamento della struttura. I sensori possono essere installati sui principali tipi di rete metallica a rotoli, sia a maglie interlacciate che elettrosaldate.



Figura 15: Sensore anti-intrusione Serir.

7.4 CREAZIONE INDICE DI VALUTAZIONE PER LA SCELTA DEL SISTEMA DI RECINZIONE PERIMETRALE

Per quanto riguarda i prezzi totali di realizzazione di un sistema di controllo perimetrale per aeroporto è necessario conoscere tutte queste voci di costo:

- acquisto del sistema antintrusione;
- opere di predisposizione (canalizzazioni, collegamenti dati e alimentazioni elettriche);
- manodopera di installazione;
- manutenzione per gli anni che si concordano con il committente;
- sistema CCTV.

Si stimano i costi del materiale e dell'installazione. Nei preventivi è stato incluso un conto di messa in posa indicato dal fornitore per poi contattare ditte specializzate che verranno scelte in seguito così come il sistema di CCTV.

Nella tabella 5 vengono riportati le vari voci di costo. La prima colonna indica il tipo di recinzione, sistema di rilevamento o combinazione di essi preso in esame. La seconda colonna riporta il costo di questi espresso in Euro al metro quadro. La terza colonna il costo della messa in posa, per alcuni sistemi è pari a zero perchè il costo di esso è già compreso nella voce di costo precedente. La quarta colonna indica il costo totale per il perimetro preso in esame e quindi per una lunghezza di 1000 metri. La quinta colonna riporta, dopo aver ipotizzato che il budget per la recinzione fosse di 100.000 Euro, il valore in percentuale per la realizzazione del sistema rispetto al budget allocato.

FENCE	COSTO (€/m)	MESSA IN POSA (€/m)	COSTO TOTALE (€)	PERCENTUALE UTILIZZATA (%)
Enac	20	10	30.000	30%
Enac&Rotaguard	70	10	80.000	80%
Electrowire	38	10	38.000	38%
Electrowire&Rotaguard	88	10	92.000	92%
Enac&Serir	70	0	70.000	70%
Enac&Rotaguard+Serir	120	0	120.000	120%
Electrowire+Serir	88	0	88.000	88%
Electrowire&Rotaguard+Serir	138	0	138.000	138%

Tabella 5: voci di costo delle varie recinzioni e dei sensori di rilevamento.

Per valutare il miglior sistema di difesa che garantisse, in base alle condizioni al contorno presenti nel nostro caso, sia il minor costo e sia il massimo livello di sicurezza si è sviluppato un codice di calcolo con il programma *Excel*. Anche in questo caso si è creato un indice di costo come spiegato di seguito.

Si è assegnato un indice che mette in correlazione il tipo di fence e il livello di sicurezza garantito da essa. Il valore 1 è assegnato al livello di sicurezza maggiore mentre 5 al livello di sicurezza più basso, come mostrato in tabella 6.

Livello di sicurezza	Valore dell'Indice
Molto Alto	1
Alto	2
Medio	3
Medio Basso	4
Basso	5

Tabella 6: Correlazione tra il livello di sicurezza e il relativo indice

Si è poi assegnato un indice dei costi, in questo caso si assegna il valore di 1, cioè valore che indica la condizione migliore, ad un basso costo percentuale.

Livello di Costo	Range	Valore dell'Indice
Molto Alto	Costo maggiore 80%	5
Alto	Costo tra 71-80%	4
Medio	Costo tra 40-70%	3
Medio Basso	Costo tra 20-40%	2
Basso	Costo inferiore al 20%	1

Tabella 7: Correlazione tra livello di costo e il relativo indice.

Si sono, poi, combinati insieme i due indici appena descritti in modo da ottenere un *indice di valutazione primario* che tiene conto di entrambi i fattori. Esso è calcolato come :

$$I_{\text{valutazione1}} = \frac{I_{\text{sicurezza}} + I_{\text{costo}}}{2}$$

A questo indice si deve aggiunge un *fattore correttivo* che tenga conto che alcune tipologie di recinzioni contengo al loro interno già dei sensori di rilevamento. Tale fattore correttivo varrà 0.5 per recinzioni con sensori integrati e varrà 1 per recinzioni senza l'ausilio di sensori.

L'indice finale di valutazione sarà pari a:

$$I_{\text{valutazione}} = \frac{(I_{\text{sicurezza}} + I_{\text{costo}}) * F_{\text{correttivo}}}{2}$$

Una volta ottenuto il valore dell'indice di valutazione si è associato a questo un livello qualitativo come indicato nella tabella 8. Una classificazione di tipo *Alto* corrisponde ad un sistema che presenta elevata sicurezza e basso costo.

Classificazione	Range
Alto	≤ 1
Medio	2-3
Medio -Basso	3-4
Basso	4-5

Tabella 8: Classificazione dell'indice di valutazione in base al suo valore.

Alla luce di quanto detto in precedenza si è sviluppato un foglio di calcolo che permette di determinare in modo rapido e consequenziale tutti gli indici descritti precedentemente e di assegnare in modo automatico, ad ogni tipo di combinazione scelta, la valutazione ad essa connessa. La tabella successiva riassume i risultati ottenuti:

FENCE	Indice di costo	Indice di sicurezza	Fattore correttivo	Indice di valutazione	Valutazione
Enac	2	3	1	2.5	Medio
Enac&Rotaguard	5	2	1	3.5	Medio Basso
Electrowire	2	2	0.5	1	Alto
Electrowire&Rotaguard	5	1	0.5	1.5	Medio
Enac&Serir	3	1	0.5	1	Alto
Enac&Rotaguard+Serir	5	1	0.5	1.5	Medio
Electrowire+Serir	5	1	0.5	1.5	Medio
Electrowire&Rotaguard+Serir	5	1	0.5	1.5	Medio

Tabella 9: Tabella riassuntiva dei vari indici calcolati per ogni sistema preso in esame.

Da tale analisi si evince come i due sistemi di protezione ottimali, cioè quelli che presentano una valutazione globale *Alta*, siano due:

- Electrowire
- Serir

Si noti come la combinazione Electrowire, Rotaguard e tutti i sistemi combinati abbiano un livello di sicurezza molto alto, ma allo stesso tempo presentano un costo elevato portando così all'esclusione di essi come possibili sistemi di sicurezza perimetrali.

Tra i due sistemi di protezione che presentano una valutazione *Alta* dopo alcune considerazioni si è scelto il sistema Enac&Serir. In quanto il sistema Electrowire, già utilizzato in diversi aeroporti dell'Africa, presenta un impatto tecnico/costi elevato dovuto al fatto che è un sistema di protezione attivo in quanto utilizza corrente elettrica per generare tensione e inoltre è necessario, come detto in precedenza, la progettazione di un sistema di sincronizzazione nel momento in cui si utilizzino più energizzatori (cosa che avviene sempre per una recinzione aeroportuale) . Mentre il sistema Serir non utilizza componenti elettronici attivi, quindi non può essere soggetto a guasti elettrici di conseguenza presenta un costo nullo di utilizzo e un costo di manutenzione molto basso.

Quindi a parità di livello di sicurezza fornito il la combinazione di una recinzione standard Enac e un sistema di sensori Serir risulta essere più conveniente rispetto all' Electrowire.

7.5 SISTEMA PERIMETRALE ENAC&SERIR

Nel paragrafo precedente è stato scelto il tipo di recinzione e il tipo di sensori che saranno utilizzati nel perimetro aeroportuale preso in esame.

Andiamo ora ad analizzare e descrivere nel dettaglio ogni singolo componente di questo sistema.

7.5.1 RECINZIONE STANDARD ENAC

La recinzione scelta è una recinzione standard ENAC è rappresentata in fig. 16 ed è realizzata secondo le seguenti caratteristiche:

- Rete metallica a maglie romboidali 50x50 *mm* in filo di ferro con guaina plastificata da 3 *mm* ed altezza pari a 2,00 *metri*, sostenuta in basso, in alto ed al centro da filo di ferro zincato di adeguate dimensioni;
- Due diagonali per campata in filo di ferro zincato di adeguate dimensioni;
- Paletti di sostegno in acciaio a T con dimensioni 50x50x7 *mm* zincati a caldo con estremità superiore terminante con un braccio di lunghezza 45 *cm* ripiegato a 45° verso l'esterno ad altezza 2,25 dal piano di campagna, in modo che l'estremità libera si trovi ad un'altezza di metri 2,50 dal suddetto;
- Un rinforzo in corda spinosa zincata a due fili del diametro di 2,2 *mm* e spine a quattro punte posti ogni 50 *cm*, non oltre 12 *cm* dalla sommità della rete metallica;
- Puntoni a T con dimensioni 25x25x4,5 *mm* con sviluppo di 1,80 *metri* e con estremità superiore piegata e saldata al paletto principale per una lunghezza $L = 15$ *cm*;
- Cordolo prefabbricato perimetrale in calcestruzzo di dimensioni 20x20 *cm*;

- Fondazioni a plinto prefabbricate di dimensioni 30 x 75 x 60 cm per i sostegni ad interasse di 3,65 metri;
- Esecuzione di controventi ogni 25 metri di sviluppo lineare di recinzione;
- I pali di sostegno saranno infissi per non meno di 60 cm nella fondazione.



Figura 16: Recinzione standard Enac.

7.5.2 CONCERTINA CON SENSORE COIL 600 INTEGRATO

Per quanto riguarda la concertina con filo spinato, presente sul braccio di lunghezza 45 cm ripiegato di 45° verso l'esterno, questa è costituita da delle spire di filo concentrico di acciaio inox austenitico le quali al loro interno contengono un sensore di rilevamento, il *Sensor Coil 600*.

Il sistema *Sensor Coil 600* è un sistema che integra una formidabile barriera fisica con un sistema antintrusione ad alta affidabilità. Esso rappresenta una soluzione estremamente flessibile che consente l'installazione direttamente su terra nuda, su edifici, muri, recinzioni e tetti.

Sensor Coil 600 consiste in un cavo sensibile "*Alpha Sensor*" integrato all'interno della struttura concentrica di un filo spinato. Il filo tagliente spiroidale costituisce un vincolo fisico deterrente nei confronti di una potenziale intrusione o fuga, mentre il cavo sensore segnala qualunque tentativo di effrazione o taglio, consentendo così l'intervento mirato del personale di vigilanza. Le spire di filo spinato sono costruite con un formato concentrico, usando acciaio inox austenitico di ottima qualità, onde assicurare affidabilità meccanica ed un'eccezionale resistenza alla corrosione, adattandosi così anche alle condizioni ambientali più estreme.



Figura 17: Concertina con sensore Alpha integrato.

Le spire sensibili possono essere fornite con diametro esterno di 76 o 101 centimetri, ciascuna con il sensore Alpha integrato all'interno della struttura metallica del filo spinato.

Il Sensore Alpha è un sensore di precisione, in grado di ricevere e convertire tutti i tipi di vibrazioni, offrendo un mezzo di rilevazione affidabile.

La funzione del sensore è quella di rilevare l'ampio spettro di vibrazioni causate da un attacco e trasformarle in segnali elettrici, i quali saranno poi opportunamente elaborati in modo da distinguere gli intrusi dal personale autorizzato.

Superando le prestazioni offerte dalle generazioni precedenti di sensori, come quelli a fibre ottiche e coassiali, il Sensore *Alpha* utilizza una tecnologia proprietaria e fornisce un livello affidabile di rilevazione anche con le più rigide strutture di recinzione.

Tale sensore produce segnali audio ad ampio spettro in risposta a qualsiasi attività ostile che disturbi le spire di filo spinato, riducendo, così, al minimo la necessità di ricorrere a complesse tecniche di elaborazione elettronica dei segnali, che sono invece indispensabili per migliorare le prestazioni di altri sistemi a cavo sensore di qualità inferiore.

Le funzioni di elaborazione dei segnali vengono espletate dall'analizzatore di segnali *Defensor*, che è stato espressamente progettato per funzionare con il sensore Alpha. L'analizzatore Defensor offre caratteristiche standard dell'industria, come i requisiti di alimentazione elettrica a 12 Volt in corrente continua e output di contatti di relè di allarme e tamper per facilitare la connessione, senza difficoltà, di una varietà di apparecchiature di controllo e di annuncio. Questo sistema offre, inoltre, un processo di analisi del segnale a doppio canale, unico nel suo genere, per garantire la massima flessibilità e prestazioni ottimali nella maggior parte delle condizioni.

Il sistema ha una temperatura operativa che varia dai -40°C ai $+70^{\circ}\text{C}$, la lunghezza massima della zona di applicazione può variare da un minimo di 15 metri a un massimo di 150 metri.

Considerando che, come verrà spiegato in seguito, ogni tratta di recinzione in cui verranno applicati i sensori anti intrusione avrà una lunghezza di 50 metri, la lunghezza della concertina con sensore *Coil 600* è perfettamente compatibile con il nostro caso.



Figura 18: Componenti del cavo sensore Alpha.

Le caratteristiche peculiari di *Alpha Sensor* contemplano due processi implementati specificamente per aumentare l'affidabilità di rivelazione di esso:

1. **Spirawire:** un processo di twistatura dei cavi ad intervalli regolari e fissati che conferisce immunità naturale nei confronti di frequenze radio e interferenze elettromagnetiche;
2. **Lubritube:** una tecnica di copertura lubrificante dei due sensori costituenti il cavo che consente il movimento libero e indipendente dei due elementi sensibili durante il tentativo di intrusione. Esso comprende due sensori longitudinali inseriti in tubi appositamente lubrificati su tutta la lunghezza del sensore. I sensori, che si muovono liberamente all'interno dei tubi, sono in grado di captare qualunque vibrazione dovuta ad una possibile intrusione.

La combinazione di questi due sistemi con l'elemento sensibile ad alta precisione ottimizza la risposta del sensore, intensificando i segnali provenienti da attività ostili e minimizzando i segnali estranei dovuti ad attività non ostili come quelle connesse agli agenti atmosferici.

Il sensore *Alpha* è avvolto in una spirale la quale garantisce un'elevata immunità a interferenze elettriche RFI e EMI, eliminando quasi totalmente i falsi allarmi prodotti da queste.

La presenza dei due sensori fa in modo che il sistema *Sensor Coil* elabori direttamente il segnale analogico elettronico generato dal sensore *Alpha* tramite due canali separati. Ciascun canale può essere trattato indipendentemente per le condizioni di attacco locali, un aspetto che contribuisce ad aumentare il livello di rilevazione.

Dalla fig. 19 si può constatare il grado di rilevazione dei sensori, in blu il sensore *Alpha* e in verde gli altri sistemi di rilevazione. Si nota come grossi impatti vengano facilmente identificati da entrambi i sensori (picco a sinistra), mentre per quanto riguarda gli impatti più piccoli (picco a destra) questi sono più facilmente identificabili dal sensore *Alpha*.

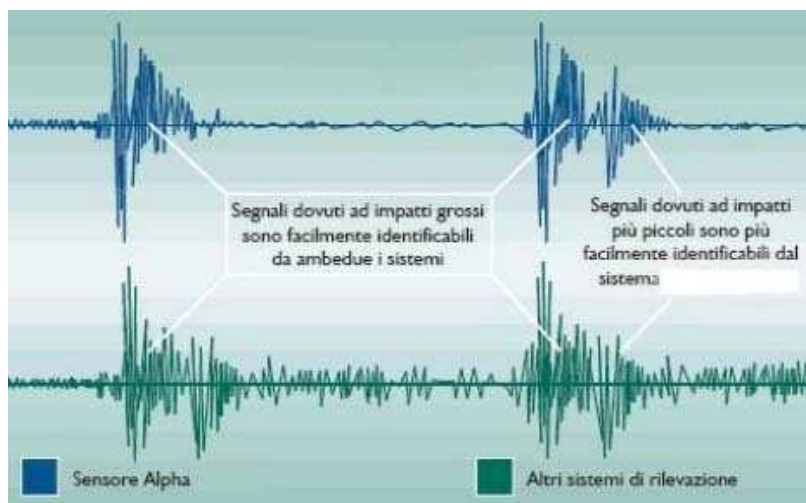


Figura 19: Confronto livello di rilevazione tra sensore Alpha (caso blu) e sensore generico (caso verde).

L'utilizzo di un sistema di filo spinato così avanzato ci permette di sviluppare una soluzione molto efficiente per il controllo perimetrale. Infatti in questo modo otteniamo una formidabile barriera fisica integrata con un collaudato sistema di rilevazione il quale è di facile impiego sulla maggior parte dei terreni, anche in caso di presenza dislivelli, ha un ottimo output audio di alta qualità e un sostanziale fattore di ritardo intruso/fuggiasco. Inoltre il costo del sistema risulta essere già compreso nell'installazione della recinzione presa in esame non andando, così, ad influire sul costo finale della protezione, ma andando solo ad aumentare il livello di sicurezza di questa.

I vantaggi principali connessi all'utilizzo di una concertina integrata con questo sensore *Alpha* sono:

- rilevazione dell'intruso prima che l'effrazione venga effettuata;
- protezione della recinzione da possibili danni provocati da un intruso;
- installazione possibile su perimetri piccoli o grandi;
- massimo livello di rilevazione in caso di taglio, scavalco o del sollevamento della recinzione;
- tasso di falsi allarmi molto basso se non quasi inesistente;
- collaudato in prove militari e governative.

7.5.3 SENSORE ANTI-INTRUSIONE SERIR

Il sistema *SERIR* è costituito da sensori, schede elettroniche, cavi e altri componenti ed è prodotto dalla *DEA Security*.

SERIR impiega rivelatori piezodinamici combinati assieme a dei trasduttori piezoceramici.

Uno dei motivi principali per cui si è scelto tale rivelatore è che presenta una flessibilità e una modularità elevata che consentono di adattare facilmente il sistema alla conformazione del terreno e all'andamento del perimetro, rendendo possibile seguire curve e dislivelli, aggirare ostacoli e superare eventuali discontinuità della recinzione.

Inoltre la tecnologia impiegata nel sensore, unita alle sofisticate capacità di analisi delle schede di elaborazione, fa sì che il sistema possieda un'elevata tolleranza agli eventi climatici avversi come il vento, la pioggia, grandine, neve e sbalzi repentini di temperatura ai quali la recinzione è tipicamente esposta vista la zona in cui verrà installata. Possiede, inoltre, un'elevata tolleranza ad altre fonti di disturbo che possono trovarsi in prossimità della recinzione, come strade, autostrade e ferrovie, presenti nel nostro caso avendo ubicato l'aeroporto nelle vicinanze di strade e autostrade.

Ogni sensore opera in modo indipendente gli uni dagli altri, pertanto l'eventuale danneggiamento o manomissione di un rivelatore non pregiudica il corretto funzionamento dei restanti sensori assemblati sulla stessa tratta.

Questa caratteristica contribuisce inoltre a rendere il sistema immune dal cosiddetto "disturbo di modo comune", un disturbo ambientale che può investire l'intera recinzione e interessare di conseguenza una pluralità di rivelatori. L'impiego di sensori indipendenti consente di annullare elettronicamente questo effetto e mantenere la linea di rivelazione priva di "rumore di fondo".

I componenti principali di questo tipo di sistema sono:

- **Sensori.**

Come detto in precedenza, si utilizzano rivelatori piezodinamici che percepiscono le vibrazioni a cui è sottoposta la recinzione durante un tentativo di intrusione, sia che questo avvenga tramite taglio, arrampicamento o sfondamento della struttura. La tecnologia alla base del funzionamento di tale sensori si basa sull'utilizzo combinato di un rivelatore piezodinamico con un trasduttore piezoceramico con una massa inerziale: il primo genera deboli segnali elettrici quando sottoposto a vibrazioni, la seconda amplifica meccanicamente l'effetto di tali vibrazioni con il risultato di incrementare la sensibilità del rivelatore.

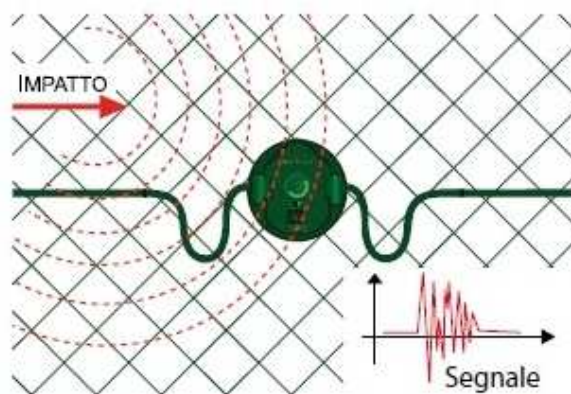


Figura 20: Sensore piezodinamico Serir.

Esistono due differenti tipi di sensore: **A03 ASR2**, con corpo in ABS, e **A03 ASR2P**, con corpo in poliammide. Quest'ultimo assicura una maggiore resistenza all'esposizione ai raggi UV, all'abrasione e al contatto diretto con il petrolio e i suoi derivati, sicuramente presenta caratteristiche migliori, ma è particolarmente adatto per la protezione dei siti petroliferi e presenta un costo maggiore si è quindi optato per un sensore **A03 ASR2**.

L'elemento sensibile è sigillato con resina epossidica e protetto dagli agenti esterni per mezzo di un contenitore resistente all'esposizione continuativa ai raggi UV e a temperature che vanno da -25° a +80° centigradi.

- **Cavi di collegamento.**

I sensori del sistema SERIR sono interconnessi tra loro per mezzo di appositi cavi di collegamento, **CSSR27** e **CSSR27P**. Tutti i conduttori sono stagnati e presentano una doppia schermatura, costituita da un nastro di alluminio abbinato a una treccia di rame stagnato al fine di renderli più resistenti all'ossidazione e immuni dalle interferenze elettromagnetiche.

Si è scelto di utilizzare il cavo **CSSR27** in quanto questo presenta una doppia guaina in PVC resistente ai raggi UV garantendo, così, un'elevata protezione meccanica ed un elevato isolamento. Inoltre è presente, più internamente, uno speciale rivestimento termoplastico in polipropilene per ogni singolo conduttore.

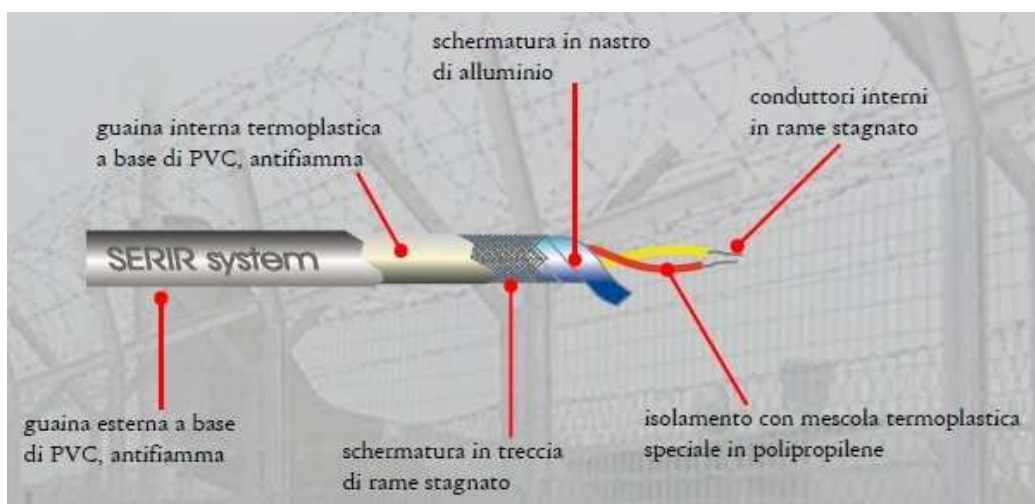


Figura 21: Cavo collegamento del sensore SERIR.

- **Schede di elaborazione.**

Le schede di elaborazione sono dotate di un'ampia memoria interna in cui si registrano, in ordine cronologico, tutti i segnali provenienti dalle tratte-sensori: ciò consente ai tecnici di effettuare un'accurata analisi di questi eventi, in modo da poter determinare la causa che ha provocato gli eventuali stati di allarme.

I segnali generati dalle tratte-sensori vengono amplificati ed elaborati dalle schede elettroniche **SE SERIR MZ1** e **SE SERIR MCP**. La prima scheda gestisce una zona di allarme (tratta), la seconda è basata su un microprocessore a 16 bit che può gestire contemporaneamente e in modo totalmente indipendente fino a 4 zone di allarme (tratte).

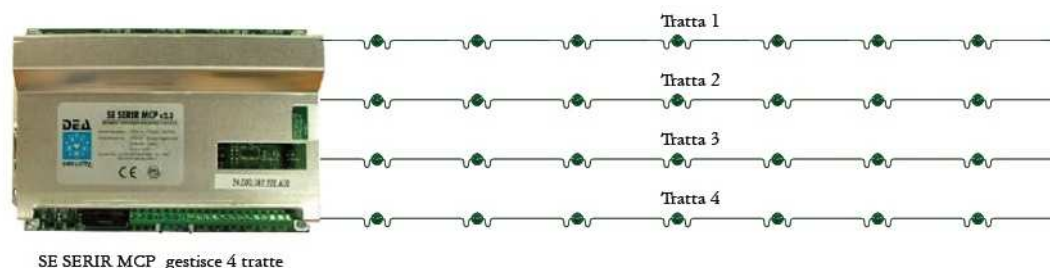


Figura 22: Scheda di elaborazione.

Queste schede, che rappresentano il “cervello” del sistema, analizzano e interpretano ciò che viene percepito dai rivelatori, assicurando un’efficace protezione contro le più sofisticate tecniche di intrusione. Le schede di elaborazione **SE SERIR MZ1** e **SE SERIR MCP** utilizzano microprocessori di ultima generazione capaci di fornire un elevato livello di performance e affidabilità. Queste unità permettono di regolare in modo indipendente i parametri relativi alla sensibilità e modalità di intervento, così da poter ottimizzare il rendimento del sistema per ogni singola installazione o di calibrarlo sulla base di specifiche esigenze.

Una delle principali caratteristiche di questo tipo di schede di elaborazione è l'utilizzo di avanzati e innovativi algoritmi di analisi dei segnali. Grazie ad essi è infatti possibile ottenere un sistema di protezione in grado di discriminare differenti tipi di intrusione, filtrando con efficacia tutti quei fattori di disturbo che possono generare allarmi impropri. Tra questi fattori di disturbo vi sono gli eventi climatici avversi, nei confronti dei quali questo tipo di sensore vanta un alto grado di tolleranza.

Inoltre, tali schede di elaborazione, sono dotate di una particolare funzione che gli permette di riconoscere i cosiddetti “tagli sporadici”, ovvero quei tentativi di attacco alla recinzione realizzati con singole azioni intervallate nel tempo. Questo tipo di intrusione è il più insidioso, perché finalizzato ad aprire un varco nella recinzione con tagli eseguiti a grande distanza di tempo l’uno dall’altro.

- **Posizionamento dei sensori lungo il perimetro.**

È di fondamentale importanza il posizionamento delle tratte-sensori lungo il perimetro, in quanto anche se il sistema risulta essere molto efficiente se queste sono mal posizionate si rischia di ottenere un sistema che non funzioni al meglio e che quindi non presenta il livello di sicurezza pensato.

Nella suddivisione del perimetro è necessario tener conto che ogni tratta può avere una lunghezza massima di 50 metri. Limitare l'estensione delle zone consente una facile gestione del sistema e una precisa identificazione del settore di perimetro sottoposto ad intrusione. Inoltre 50 metri rappresenta, la lunghezza standard per i sistemi di videosorveglianza CCTV, determinando quindi una compatibilità tra questi due sistemi, come vedremo in seguito.

Va inoltre considerato che, lungo un perimetro, si potrebbero trovare diverse tipologie di rete, ciascuna contraddistinta da una particolare dimensione, forma e materiale.

Queste caratteristiche determinano una diversa risposta del sensore alle sollecitazioni sulla struttura generate da eventuali tentativi di intrusione.

È quindi importante, in fase di progettazione, suddividere il perimetro in modo che ogni tratta protegga una sezione di recinzione con caratteristiche omogenee: ciascuna scheda di elaborazione a cui fa capo una tratta potrà così essere tarata sulle specifiche caratteristiche della struttura vigilata.

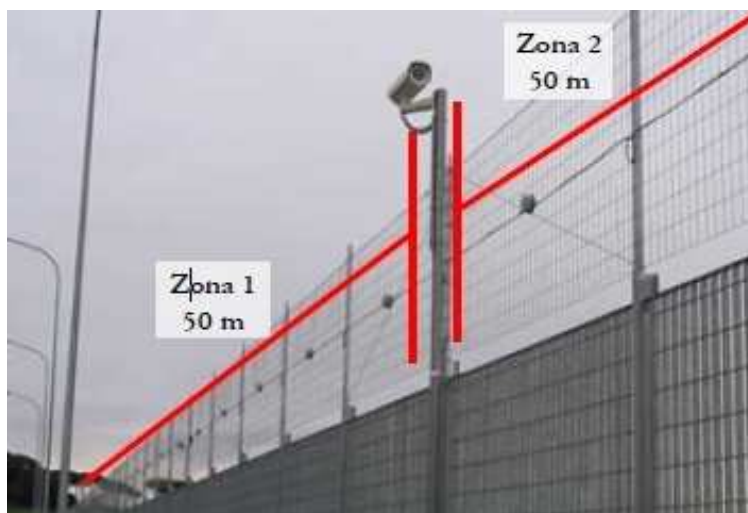


Figura 23: Tratta - sensore lungo il perimetro.

Nel caso preso in esame avendo un perimetro di 1000 metri e considerando che ogni tratta avrà una lunghezza pari a 50 metri, ci si troverà ad avere 20 tratte differenti. Ogni tratta sarà composta da un pannello della recinzione di larghezza pari a 2,5 metri e di conseguenza in ogni tratta saranno presenti 20 sensori, uno su ogni pannello.

Le schede elettroniche di elaborazione vengono fornite in appositi armadi precablati (CP) che DEA Security assembla in base alle specifiche del progetto. Realizzati in poliestere, e con grado di protezione IP65, tali armadi sono dotati di serrature di sicurezza, tamper, morsettiera su barra DIN, presa di corrente con interruttore magnetotermico e documentazione tecnica di cablaggio.

Se la centrale di allarme è posizionata entro 150 metri dall'inizio della tratta-sensori, le schede di elaborazione possono essere installate all'interno di un armadio collocato nei pressi della centrale di allarme. In caso contrario, ovvero con centrale di allarme distante più di 150 metri dalla tratta-sensori, è necessario installare le schede in un apposito armadio stagno (*armadio periferico*) posto in prossimità delle tratte-sensori. Quest'ultima soluzione ha per altro il vantaggio di ridurre la quantità di cavo necessario per il collegamento delle tratte-sensori alle relative schede di elaborazione. Non possedendo l'andamento reale del perimetro dell'aeroporto si è ipotizzato un profilo di perimetro aeroportuale generico e tale profilo è stato riprodotto in Autocad come mostrato dalla fig. 24.

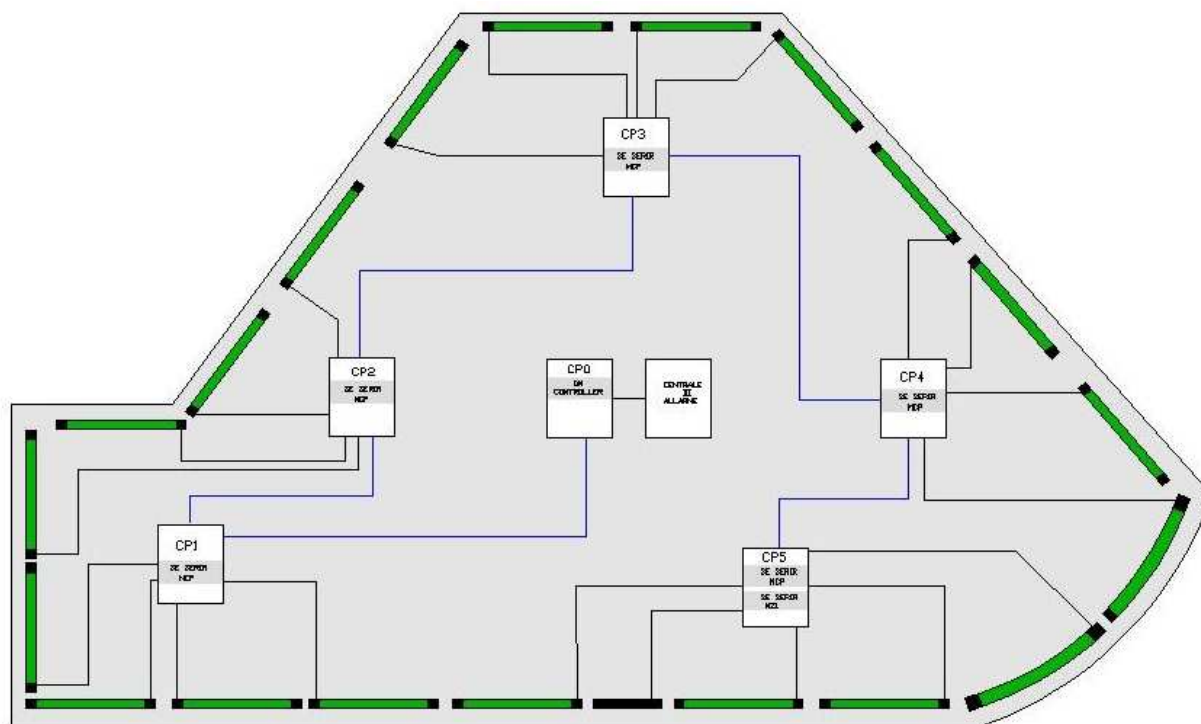


Figura 24: Posizionamento tratte-sensori lungo perimetro.

La fig. 24 riporta la collocazione delle tratte - sensore lungo il perimetro ipotetico preso in esame sviluppato in Autocad. In verde sono rappresentate le diverse tratte di sensore ognuna di lunghezza di 50 metri e contenente al suo interno 20 sensori. L'unica tratta di colore interamente nero rappresenta il punto di accesso, il quale verrà controllato in modo separato come spiegato in seguito.

In questo caso saranno presenti cinque *armadi periferici*, quattro di questi conterranno al loro interno schede di elaborazione del tipo **SE SERIR MCP** e quindi saranno in grado di gestire quattro tratte-sensori indipendenti tra di loro e sono rispettivamente le schede di elaborazione: CP1, CP2, CP3, CP4, dove le linee nere rappresentano i cavi di collegamento tra la scheda di elaborazione, presente nell'armadio periferico, e la tratta-sensore che essa gestisce.

Sarà, poi, presente anche un solo armadio periferico che conterrà sia una scheda di elaborazione **SE SERIR MCP**, ma anche una scheda **SE SERIR MZ1** la quale andrà a gestire il controllo dell'ingresso, il quale è rappresentato dalla scheda di elaborazione CP5. Ogni armadio deve essere asservito da una linea di alimentazione a 230 Vca e da una linea dati in rame o fibra ottica per la trasmissione dei segnali che dalle schede di elaborazione convergono verso la scheda di rete principale **DN CONTROLLER**, rappresentato dalla scheda CP0, il quale a sua volta è direttamente collegato alla centrale di allarme. Questo cavo di trasmissione è un cavo DEA NET ed è rappresentato in colore blu in fig. 24

DEA NET è una rete di comunicazione bidirezionale che utilizza speciali schede elettroniche, chiamate *controllori*, per raccogliere le segnalazioni di allarme, manomissione e guasto generate dalle schede di elaborazione e metterle a disposizione, in varie forme, alla centrale di allarme o a un software di supervisione. Tramite DEA NET è possibile gestire da remoto le schede elettroniche presenti in ciascun armadio periferico.

Il sistema può essere gestito e integrato con un opportuno software che prende il nome di **DEA MAP**. Questo è un software di supervisione per siti presidiati che permette di integrare in un unico sistema di gestione sia la rivelazione perimetrale che la videosorveglianza (CCTV), raffigurando l'intera area protetta su una mappa grafica. Il suo utilizzo, semplice e intuitivo, consente l'immediata localizzazione della zona interessata da un'eventuale intrusione.

Con DEA MAP è possibile interagire direttamente con le schede di elaborazione presenti sul campo

e controllare, tramite l'impiego di apposite schede d'interfaccia DN I/O, anche apparati stand-alone con uscite a relè (ad esempio, barriere a infrarossi, barriere a microonde, contatti reed, ecc.).

Il software può essere utilizzato su più postazioni (modalità *multipostazione*) e permette di impostare autorizzazioni differenti per ciascun utente (*multiutenza*). A seconda della versione, il software fornisce una gestione completa delle telecamere IP o analogiche e dei relativi flussi video, che possono essere visualizzati, registrati e archiviati.

CAPITOLO 8: I PUNTI D'ACCESSO

I punti di accesso sono di fondamentale importanza perchè permettono l'attraversamento a persone o veicoli autorizzati nel perimetro di sicurezza. Tali accessi devono essere minimizzati e controllati in modo continuo. Vi sono varie tipologie di punti di accesso: primi sono i gates (cancelli) , a seguire le porte ed infine stazioni di guardia.

I *gates* debbono essere costruiti e installati in modo da garantire lo stesso livello di sicurezza delle strutture adiacenti e in modo da garantire l'integrità dell'intera area che si vuole sorvegliare.

Tutti i gates devono essere equipaggiati in modo che la loro chiusura sia efficace al fine di aumentare le condizioni di sicurezza richieste. Un esempio di questi è il *automated two gate system*, questo sistema è formato da due gates posti uno dopo l'altro, questo garantisce il passaggio lento di un veicolo. Infatti il secondo cancello non si apre fin tanto che il primo non è chiuso.

Ad essi si possono affiancare le *porte* , le quali permettono l'entrata del personale a piedi.

Un altro metodo di protezione degli accessi è *la stazione di guardia* con al suo interno del personale di guardia. Esse permettono di identificare il personale e i veicoli al fine di consentire l'accesso solo agli autorizzati. In questo caso si dovrà tenere in considerazione il costo dovuto alla costruzione della torretta e anche gli stipendi, inoltre si avrà un aumento della vulnerabilità del bersaglio.

A tutti essi è possibile associare altri sistemi di sicurezza, come:

- Trincee;
- Accumuli di terra;
- Distanza e tempo;
- Dispositivi elettronici;
- Telecamere a circuito chiuso;
- Card reader;
- Dispositivi biometrici;
- Alberi;
- Linee di sensori;
- Porte automatiche.

8.1 TIPI DI BARRIERE STRADALI

Esistono, inoltre, barriere di protezione per gli ingressi, queste vengono generalmente chiamate *barriere stradali*. Esse possono essere di vari tipi e permettono di bloccare veicoli di un determinato peso che viaggiano ad una determinata velocità.

Le barriere stradali sono affidabili, economiche e presentano un basso costo di manutenzione.

Sono perfette da usare in combinazione con un gate.

In fig. 25 è mostrata la corrispondenza tra alcune barriere stradali e la relativa resistenza all'impatto. Si andrà ora ad analizzare alcune tipologie di barriere, sia per veicoli che per ingresso pedonale, al fine di mostrare le loro caratteristiche principali.

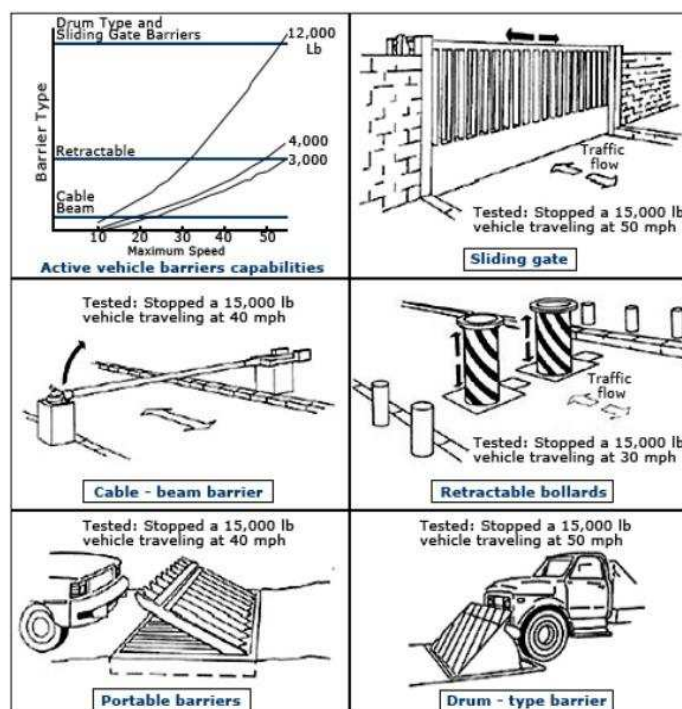


Figure III-A-3—Types of Road Barriers

Figura 25: Barriere stradali e relativa resistenza all'impatto.

8.1.1 TORNELLO

I tornelli a tutta altezza sono progettati per fornire un mezzo sicuro al fine controllare il movimento pedonale dentro e fuori le aree con accesso limitato, di solito in un ambiente esterno. Il tornello consentire il passaggio di 15 a 20 persone al minuto.



Figura 26: Tornello.

E' possibile collegarvi alcune tipologie di controllo accessi quali, tastiera, lettori magnetici, lettori di prossimità, biometrici etc..

8.1.2 DISSUASORI STRADALI

I dissuasori sono usati in molti ambienti differenti al fine di garantire un aumento della sicurezza perimetrale. Essi sono di solito usati per proteggere strutture e per provvedere ad un accesso controllato di veicoli o di persone. Si possono installare in situazioni dove è necessario prevenire impatti o in situazioni dove è necessario fornire una presenza fisica per gli accessi.

Ovviamente esistono di varia grandezza e altezza a seconda dell'impatto da prevenire. La loro durata è molto elevata e non vengono affetti dalle condizioni ambientali.

Il funzionamento è molto semplice, essi creano una barriera fisica che viene a mancare nel caso di accesso consentito, la barriera viene abbassata a seconda delle necessità . In fig. 27 è mostrato un esempio di dissuasore.



Figura 27: Esempio di dissuasore stradale.

8.1.3 BARRIERA A BARRA PER VEICOLI

La tipologia Vehicle Barrier Bar (VBB) è molto utile al fine di evitare l'accesso nel perimetro a veicoli esplosivi. La VBB ha una velocità di attivazione che varia tra i 3 ed i 5 secondi. Questa però può scendere a quasi un secondo nel caso di utilizzo di controllo di emergenza. Il funzionamento è semplice, la barra si alza per bloccare gli accessi. La forza generata dall'impatto viene scaricata sui due corpi laterali garantendo così che non vi sia sfondamento della barriera.

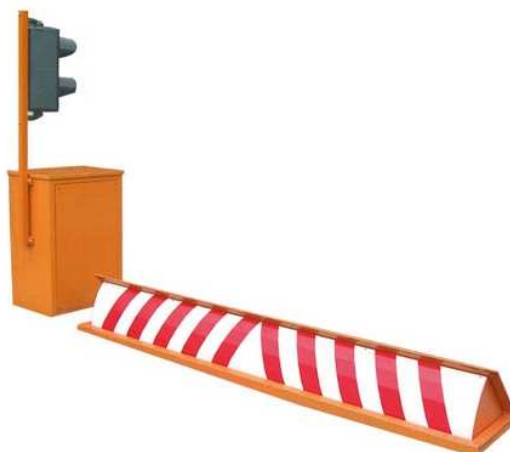


Figura 28: Esempio di Vehicle Barrier Bar.

8.2 TIPOLOGIE D' ACCESSO

Si possono realizzare diverse tipologie di accesso, ognuna delle quale presenta livelli di sicurezza e costi differenti a seconda del tipo di cancello, barriera stradale o dissuasore utilizzato.

Si presentano ora diverse configurazioni d'accesso tutte possibili per l'aeroporto in questione.

Si andrà, poi, a scegliere quella ottimale la quale verrà descritta nel dettaglio sia per quanto riguarda il suo funzionamento sia per quanto riguarda i costi dei suoi componenti.

8.2.1 PRIMA POSSIBILE CONFIGURAZIONE D'ACCESSO

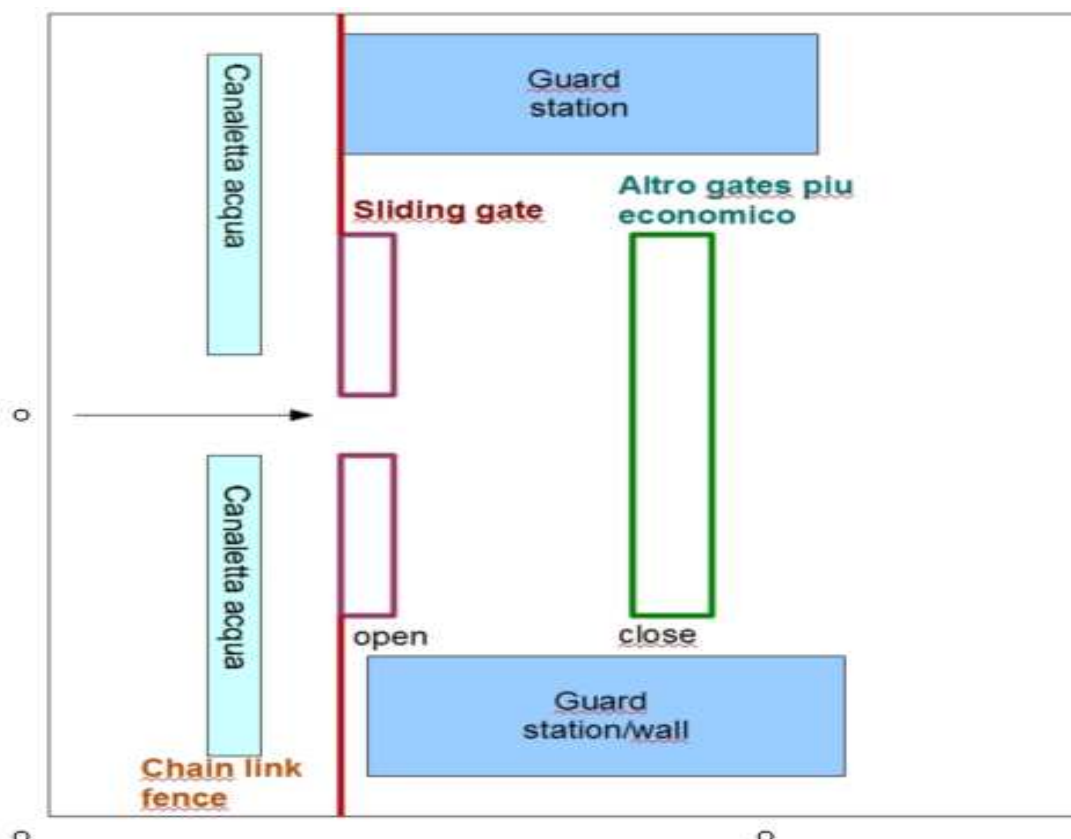


Figura 29: Prima configurazione d'accesso.

Il primo modello d'accesso prevede l'installazione, prima della recinzione, di canalette d'acqua questa hanno lo scopo di deterrente psicologico contro le intrusioni e inoltre possono essere utilizzate in caso di attacchi chimici. Subito dopo vi è una linea di recinzioni con filo spinato. L'accesso è controllato tramite il sistema di *Automated two gates system*. Tale sistema ha lo scopo di evitare che un veicolo entra/esca sulla scia dell'entrata di un altro veicolo. Ovviamente ad esso andrà connesso un sistema parallelo di sicurezza ad esempio un card reader. Il cancello suggerito in figura è del tipo *Sliding gate*, questo sicuramente più costoso, tra le tipologie presenti sul mercato, ma questo è in grado di bloccare veicoli che viaggiano fino a 50 mph e che pesano fino a 1500 libbre. Si deve prendere in considerazione, anche, la zona minima di evacuazione.

Questo sistema di accesso non risulta essere tra i più economici, ma sicuramente presenta un elevato grado di sicurezza. Se si pensasse di utilizzare un sistema più economico si incorerebbe in aumento di rischio di esplosione, basti pensare al caso di autocisterna di carburante che non verrebbe bloccata nel caso di utilizzo di altri tipi di barriere.

8.2.2 SECONDA POSSIBILE CONFIGURAZIONE D'ACCESSO

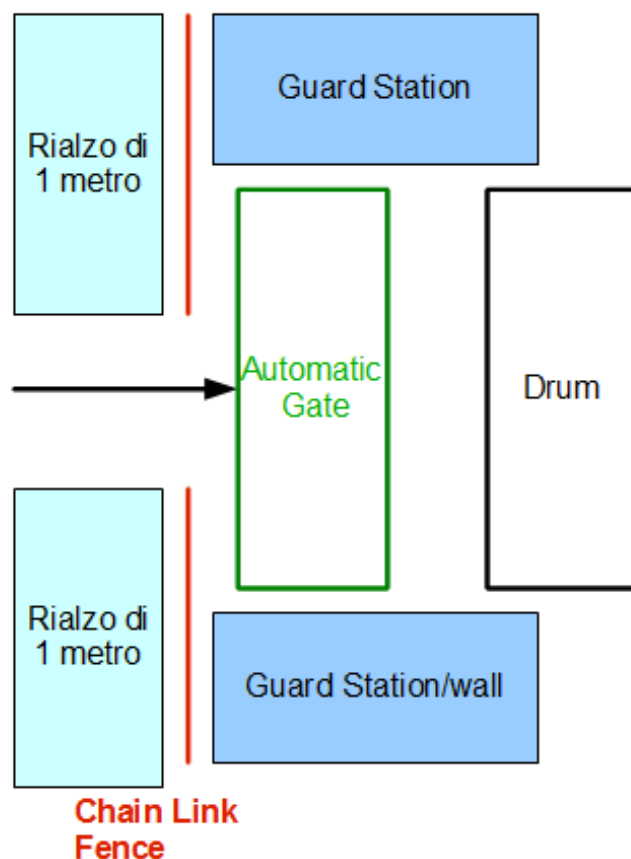


Figura 30: Seconda configurazione d'accesso.

Rispetto alla soluzione precedente è stato installato una barriera stradale a seguito del cancello automatico ed è stato posto un rialzo di almeno un metro nella zona attigua all'ingresso in modo che questa non possa essere scavalcabile da alcun mezzo.

La presenza di una stazione di guardia permette di verificare, attraverso il personale di sicurezza, che non vi sia la presenza di sostanze esplosive ed armi nei veicoli che transitano nell'ingresso.

Si può evitare di avere del personale nella zona di accesso installando dei sistemi di riconoscimento e metal detector, il risultato della scansione è poi inviato ad un centro operativo che è in grado di decide o meno l'apertura del cancello.

Il vantaggio principale di questo tipo di configurazione è la minor vulnerabilità dell'uomo, di contro però tale soluzione risulta essere molto onerosa e poco pratica da attuare. Inoltre il rialzo non permette la mitigazione di eventi qualche il rilascio di sostanze chimiche.

8.2.3 TERZA POSSIBILE CONFIGURAZIONE D'ACCESSO

La terza proposta presenta l'installazione di una porta per il passaggio del personale, questa si trova accanto al cancello ed è consigliabile la sua apertura controllata tramite *card reader* o con sistemi biometrici. In questo caso è consigliabile aggiungere un secondo controllo per aumentare la sicurezza, ad esempio un metal detector. Non è da escludere infatti che il dispositivo di riconoscimento possa essere contraffatto, in questo caso c'è la possibilità che venga portato all'interno del perimetro controllato del materiale esplosivo o armi.

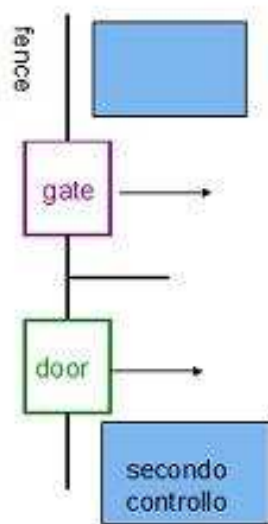


Figura 31: Terza configurazione d'accesso.

Questo tipo di soluzione è sicuramente la più costosa, ma il costo per il danno previsto, nel caso accadesse qualcosa, è molto maggiore del costo di installazione e di manutenzione. Si deve infatti tener conto che una possibile esplosione all'interno del perimetro aeroportuale o un possibile attacco terroristico comporterebbe danni e costi ad esso connesso elevati.

8.3 CONTROLLO DEGLI ACCESSI

Oltre a cancelli e alle porte è molto importante avere ulteriori dispositivi di sicurezza che permettano di controllare gli accessi.

Per riconoscimento della persona si intende l'associazione tra la richiesta di accesso e l'anagrafica della persona che richiede l'accesso. La richiesta di accesso può avvenire attraverso l'utilizzo diverse tecnologie:

- Sistemi esterni (badge o tessere):
 - Badge magnetici;
 - Badge ottici;
 - Badge di prossimità.
- Biometria:
 - Impronte digitali;
 - Iride e retina dell'occhio;
 - Geometria della mano;
 - Voce;
 - Geometria del volto;
 - Modalità di apposizione della firma.

I sistemi di riconoscimento classici permettono di associare la richiesta di ingresso ad una persona attraverso un badge in cui è memorizzato il codice della persona.

I sistemi di riconoscimento biometrici si basano invece sul riscontro di caratteristiche biologiche personali (biometriche), grazie al riconoscimento di proprietà genetiche, uniche per ogni uomo, i lettori biometrici rappresentano infatti in assoluto la soluzione più affidabile in materia di sicurezza. Per il nostro sistema di sicurezza perimetrale si è deciso che non è necessaria un ulteriore controllo degli accessi se non la presenza di una guardia presente nella stazione di guardia.

8.4 CONFIGURAZIONE D'ACCESSO SCELTA.

Per quanto riguarda il caso in esame si è scelto di realizzare una configurazione d'accesso un po' differente da quelle standard presentate precedentemente, in modo da combinare insieme le migliori caratteristiche di ognuna di esse, al fine di migliorarne l'efficienza. Per questo la configurazione scelta presenta la caratteristica che oltre a evitare l'ingresso di veicoli o personale non autorizzato garantisce, anche, un certo livello di sicurezza per quanto riguarda un possibile attacco con sostanze tossiche o radioattive.

La configurazione scelta è stata creata in Autocad, con relative quote, ed presentata in fig.32.

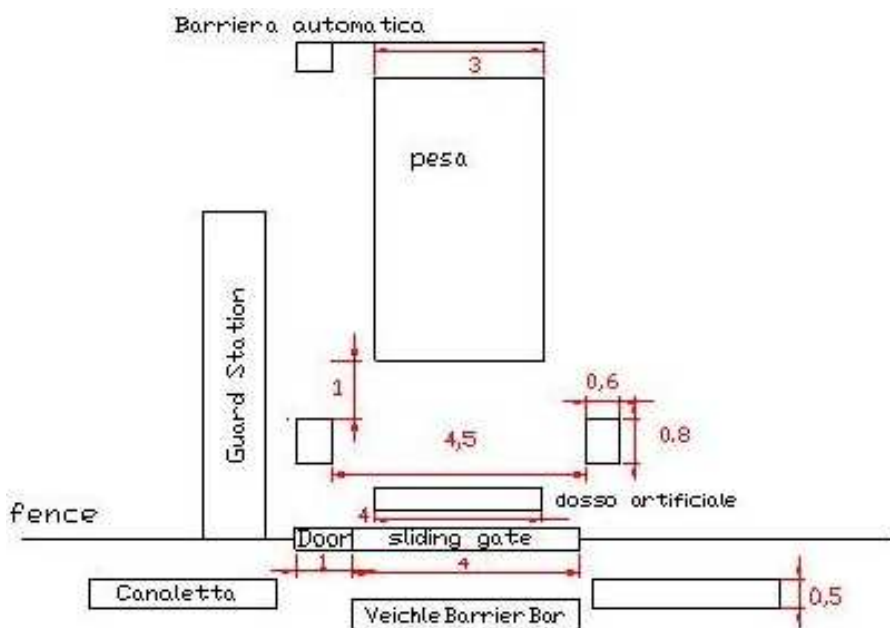


Figura 32: Configurazione d'accesso.

Il punto d'accesso presenta una barriera stradale prima dell'ingresso e delle canalette d'irrigazione lungo la recinzione, la cui funzione verrà spiegato nei successivi capitoli.

Il cancello preso in considerazione è del tipo *Sliding gate* ed è prevista una porta a sinistra di esso per l'ingresso del personale autorizzato equipaggiata con un sistema *card reader*. Dopo il cancello è previsto un sistema di controllo per sostanze radioattive, il quale sarà descritto in seguito, e una stazione di guardia con all'interno del personale di sicurezza atto a svolgere i controlli di sicurezza. Per quanto riguarda il cancello la scelta è ricaduta sul un prodotto dalla ditta BETAFENCE.

Questo è un cancello modulare composto da due moduli di dimensione ciascuno 2,5 metri in grado di scorre su un binario ed è facilmente motorizzabile. È particolarmente adatto per le zone aeroportuali in quanto è un cancello molto resistente e in grado di fermare veicoli che viaggiano fino a 80 km/h e con peso fino a 6 tonnellate. Tra le varie configurazioni possibili è stata scelta quella con altezza pari a 2410 millimetri e larghezza pari a 4640 millimetri. Il motivo di questa scelta è dettato dal fatto che l'altezza della recinzione è pari a 2 metri, considerando poi la presenza del filo spinato sul braccio lungo 45 centimetri e inclinato di 45° si ha un'altezza complessiva di 2,3 metri. Si è quindi voluto scegliere un cancello con altezza maggiore per evitare che, nel caso questo fosse stato più basso, potesse diventare un possibile punto d'appoggio per intrusi. La larghezza è stata scelta in modo che il cancello garantisse una luce di passaggio pari a 4 metri. Lo spazio complessivo necessario per l'installazione di tutto il cancello è pari a 8965 millimetri.

Prima di questo cancello è prevista la presenza di una barriera stradale con lo scopo di bloccare totalmente o almeno parzialmente veicoli non autorizzati. La barriera stradale scelta è un VBB del tipo *Frankfurt* ed è mostrata in fig.33.



Figura 33: Barriera stradale VBB di tipo Frankfurt.

Questa è una barriera stradale fissa, si compone di un separatore combinato con un accumulatore idraulico di energia il quale è posizionato, insieme all'unità centrale di controllo, in un contenitore metallico al fine di proteggere entrambi dai fattori ambientali avversi. Quando il sistema non è in funzione la barriera stradale risulta essere tutta abbassata e perfettamente integrata con la superficie stradale, mentre quando questa è in uso e nella modalità di "*bloccaggio*" risulta essere rialzata di 90° rispetto al terreno ad una distanza di 750 millimetri da terra.

Il funzionamento è semplice, come spiegato precedentemente, la barra si alza per bloccare gli accessi. In questa modalità se avviene uno scontro contro essa, causato dall'impatto di un veicolo, la forza generata si scarica sui due corpi laterali evitando così lo sfondamento della barriera.

L'intera barriera è costruita in acciaio zincato a caldo in modo da garantire un'elevata resistenza agli impatti, tutte le parti mobili sono dotate di sistemi di lubrificazione.

Nel caso che avvenga un guasto o si abbia una manomissione dell'unità elettrica il funzionamento della barriera è garantito dalla presenza di una batteria da 24 Volt che funge da generatore di riserva. Inoltre l'accumulatore di energia idraulica garantisce, in quel caso, il funzionamento della barriera per un numero elevato di volte. In ogni caso il sistema prevede anche la presenza di una pompa con azionamento manuale nel caso in cui entrambi i sistemi siano guasti o messi fuori funzionamento.

Per quanto riguarda le caratteristiche fondamentali del sistema la barriera stradale ha una larghezza adattabile da 3 fino a 12 metri, nel nostro caso è pari a 4 metri, una profondità di 0,25 millimetri e una lunghezza di 1,6 metri. Relativamente all'unità di montaggio la larghezza è variabile in base a quella della barriera stradale, la profondità è pari a circa 0,8 metri e la lunghezza pari a 2 metri.

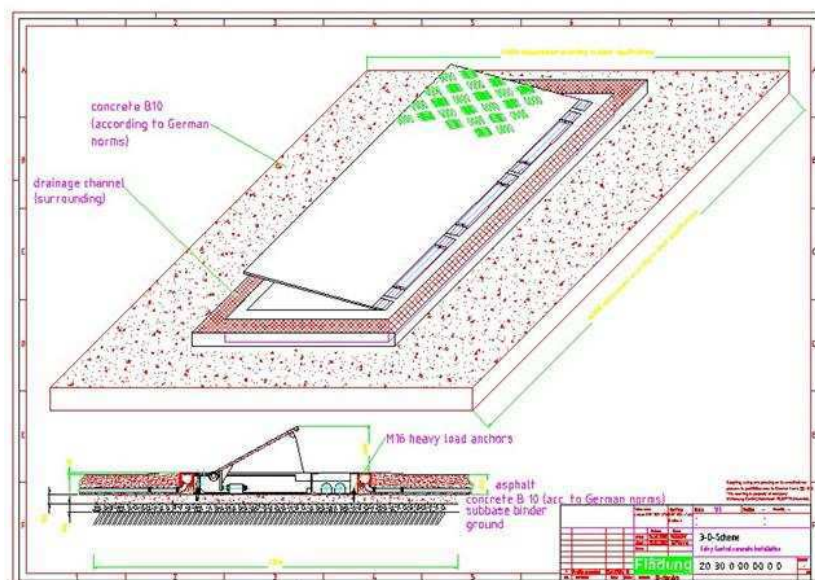


Figura 34: Rappresentazione Autocad barriera stradale VBB.

Il sistema in genere è costituito anche da un semaforo il quale presenta luce rossa quando la barriera è alzata e in funzione di chiusura e una luce verde quando il passaggio è autorizzato.

Un barriera stradale di questo tipo è in grado di assorbire totalmente un impatto dovuto ad un veicolo che viaggia fino a 30 km/h e con un peso fino a 100 tonnellate, inoltre è un sistema veloce perchè l'azionamento è garantito in un tempo che va da 1 a 10 secondi, a seconda della grandezza dell'impianto, ed è un sistema sicuro perchè il suo funzionamento è assicurato anche in assenza di elettricità grazie alla presenza della pompa manuale.

Dopo il cancello è prevista una stazione di guardia con all'interno del personale di sicurezza che ha il compito di sorvegliare l'ingresso del personale attraverso la porta adiacente al cancello e di eseguire i controlli di routine.

Sempre dopo l'ingresso è prevista l'installazione di un sistema di rilevamento di sostanze tossiche e radioattive, per la descrizione nel dettaglio di questo si rimanda al capitolo 12.

CAPITOLO 9: SISTEMA DI VIDEOSORVEGLIANZA

Il sistema di videosorveglianza è un elemento cardine per un sistema perimetrale aeroportuale, integrato con i sistemi di anti intrusione perimetrale e con l'attivazione ed inquadratura automatica delle telecamere nel punto di tentata intrusione, realizzano la prima efficace soluzione di security.

La presenza della sola recinzione esterna non è una misura sufficiente per quanto riguarda la sicurezza perimetrale di un aeroporto. Infatti, nonostante sia presente una recinzione tutt'intorno, è importante vedere cosa sta accadendo lungo esso. Nel caso in cui qualcuno cerchi di scavalcare o tagliare la recinzione si deve venirne subito a conoscenza in modo da prendere nell'immediato le misure necessarie per intercettare l'intruso.

La videosorveglianza moderna negli aeroporti richiede soluzioni flessibili con requisiti di qualità e di sicurezza elevati: telecamere distribuite, registrazioni e trasmissione di segnali video, rappresentazione in tempo reale, elaborazione intelligente dell'immagine.

Realizzare un sistema di security/videosorveglianza integrato e complesso richiede la compresenza di competenze consolidate nelle seguenti aree:

- **Impiantistica:** on-site in periferia, nei punti intermedi di concentrazione, al centro di controllo.
- **Gestione video:** Sistemi ed apparati elettronici di ripresa, registrazione e visualizzazione delle immagini.
- **Integrazione sistemistica:** per l'integrazione con gli altri sistemi di security (Perimetrale, Controllo accessi ecc.).
- **Networking:** apparati di rete per connettività periferia-centro, con particolare riguardo alla codifica, multiplazione e trasmissione dei segnali video.
- **Soluzioni e Pacchetti software:** per il controllo dei sistemi periferici e centrali, per la gestione degli apparati di rete, per l'elaborazione l'analisi e la presentazione delle immagini all'operatore e per la loro archiviazione.

La conformazione del terreno è il primo elemento da valutare nella realizzazione di un sistema di videosorveglianza. Ad esempio nel caso di presenza di pioggia si ha la generazione spesso di falsi allarmi: in questo caso la formazione di pozze d'acqua crea un effetto specchio che modifica, a causa della riflessione, l'area di copertura delle microonde rendendole più "sensibili". Oltre ai fattori meteorologici le principali cause di falsi allarmi sono:

- Piante (con il loro movimento);
- Piccoli volatili;
- Ripetitori per reti mobili se vicini (Mutue interferenze);
- Intense fonti d'energia (raggi solari);
- Nebbia (acceca il raggio infrarosso).

Esistono due tecnologie di videosorveglianza che sono:

- Sistema di video sorveglianza analogico.
- Sistema di video sorveglianza digitale.

Si presentano ora le principali caratteristiche di queste due differenti tecnologie.

9.1 DIFFERENZA TECNOLOGIA CCTV E TECNOLOGIA IP

La scelta fondamentale in un sistema di videosorveglianza consiste nel decidere se adottare la tecnologia digitale o analogica.

La principale differenza è il modo con cui il segnale video viene trasmesso dalla telecamera all'apparato di visualizzazione e registrazione: le telecamere analogiche producono un segnale video analogico che può essere riprodotto da un televisore o da un videoregistratore; una telecamera IP, o Network camera, genera un flusso video digitale e utilizza gli encoder e i protocolli necessari a rendere tale flusso inviabile sulla una rete dati (LAN o WAN); la network camera funge anche da dispositivo di rete stand alone, visto che essa è accessibile anche da internet grazie al web browser integrato.

Tale diversità nella natura del flusso video si ripercuote immediatamente sull'infrastruttura di rete: mentre le telecamere analogiche richiedono un cavo, solitamente coassiale, dedicato per il collegamento di ognuna delle telecamere al dispositivo di registratore o al convertitore analogico/digitale, le telecamere IP sono collegabili mediante cavo Ethernet con connettore RJ45, come un qualsiasi dispositivo di rete.

A questo punto è conveniente riassumere pro e contro dei sistemi di videosorveglianza basati su telecamere analogiche e su network camere IP per comprendere al meglio le differenze tra le due.

Per quanto riguarda le telecamere analogiche i principali vantaggi sono :

- **Costo leggermente inferiore:** il fatto che la tecnologia analogica sia presente da molti più anni nei sistemi di videosorveglianza porta, grazie agli effetti dell'economia di scala, ad un costo leggermente inferiore rispetto alle più recenti IP camera.
- **Maggiore compatibilità tra brand diversi:** la presenza da più tempo delle telecamere analogiche sul mercato ha permesso anche un più approfondito sviluppo di sistemi compatibili tra loro; mettere sul mercato dei prodotti di videosorveglianza che funzionano esclusivamente tra dispositivi della stessa marca è da molti anni un'azione che nessun produttore compie, per ovvie ragioni di flessibilità richieste dal mercato stesso.

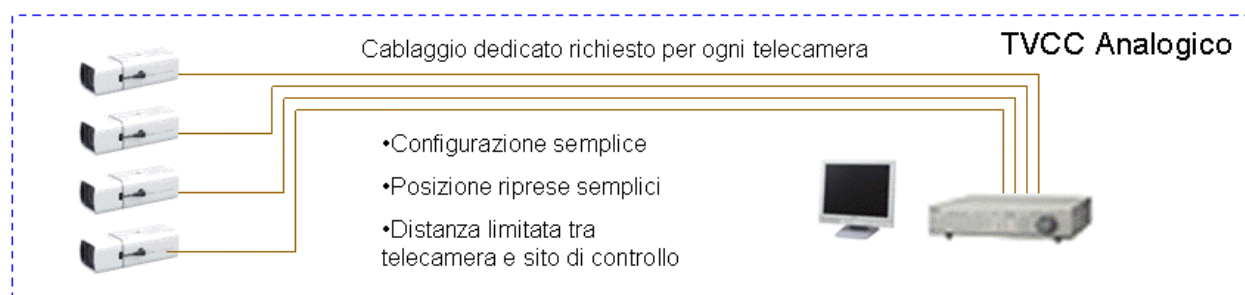


Figura 35: Struttura di un sistema di videosorveglianza con telecamere TVCC.

Mentre i principali svantaggi sono:

- **Mancanza di funzionalità avanzate:** le telecamere analogiche, per loro natura, non possono mettere a disposizione una serie di funzionalità avanzate presente sulle telecamere IP. Questo è dovuto al fatto che non è possibile eseguire sulle telecamere analogiche tutte le operazioni di post-processing del flusso video che invece sono implementabili sulle telecamere IP.
- **Necessità di un cavo dedicato per ogni telecamera:** come già accennato in precedenza, è necessario collegare con un cavo dedicato ogni telecamera analogica al punto di aggregazione dei flussi; se da un lato questo garantisce una banda trasmissiva pari alla banda del cavo

per una singola telecamera, dall'altro complica notevolmente l'implementazione dell'infrastruttura del sistema di videosorveglianza, richiedendo la stesura di un cavo per ogni camera.

- **Difficoltà di utilizzo in applicazioni a grande distanza:** se il monitoraggio richiesto deve avere la possibilità di distribuire telecamere in una vasta area, le telecamere analogiche non sono la migliore scelta; il processo di trasmissione analogica del video, infatti, risente maggiormente dell'attenuazione e distorsione dovute al cavo; il fatto stesso di stendere un cavo molto lungo può essere decisamente problematico e dispendioso in molti ambiti.

Per quanto riguarda le telecamere IP i principali vantaggi sono:

- **Unica rete utilizzabile per più servizi (Multiservice):** i sistemi di videosorveglianza digitali basati su IP possono essere visti come una rete di dispositivi di rete alla pari di una rete locale di PC. Questa considerazione porta a due vantaggi principali: nel caso in cui sia necessario creare "da zero" l'infrastruttura del sistema, questa può essere pensata come una nuova rete IP o un'estensione di un'altra rete già esistente che può essere utilizzata anche per ogni altro dispositivo rete; nel caso in cui sia presente già una rete IP, è possibile installare il sistema di videosorveglianza senza posare alcun cavo aggiuntivo, avendo solo cura di avere sufficienti prese RJ45 libere.



Figura 36: Struttura di un sistema di videosorveglianza con telecamere IP.

- **Disponibilità di funzionalità e servizi avanzati:** le telecamere IP sono dotate di un processore embedded che permette di eseguire una serie di operazioni di post-processing per il miglioramento del flusso video e per il monitoraggio avanzato.

- **Utilizzo di uno standard mondiale per la comunicazione:** nell'ambito dell'interconnessione e della trasmissione, le telecamere IP possono sfruttare tutti i benefici dati dal protocollo di rete IP e da tutti gli altri standard di comunicazione utilizzati per Internet, a partire dalla possibilità di interconnessione wired o wireless e dalla facilità di raggiungimento del dispositivo, fino ai protocolli di sicurezza di ultima generazione.

- **Sistema flessibile ed facilmente espandibile:** l'utilizzo di un'infrastruttura di rete IP come sistema di comunicazione per la videosorveglianza permette una grande flessibilità e una possibilità di espansione estremamente facile; questo è intrinseco nella tecnologia di comunicazione utilizzata. La possibilità di collegamento wireless delle telecamere IP, inoltre, aumenta notevolmente tale livello di flessibilità.

- **Registrazione avanzata e senza problemi di spazio:** la tecnologia digitale utilizzata dai sistemi di videosorveglianza trasforma la registrazione in una semplice memorizzazione di dati su disco rigido o su qualsiasi altro dispositivo di memoria di massa (Flash memory, NAS). Grazie ai

software di monitoraggio e gestione è possibile poi ottimizzare il processo di registrazione, configurando la registrazione manuale, schedulata in base a fasce orarie o a seguito di un allarme esterno.

Gli svantaggi di queste sono:

- **Costo leggermente superiore:** le telecamere IP hanno ancora un costo leggermente superiore rispetto alle telecamere analogiche; questo è dovuto anche dal fatto che il livello di tecnologia superiore presente a bordo delle network camere ha un costo d'implementazione e integrazione che ancora non risente in modo considerevole dei benefici dell'economia di scala.
- **Requisiti di banda da considerare:** l'utilizzo di telecamere IP in una rete non dedicata richiede che quest'ultima sia sufficientemente dimensionata per supportare i flussi video in tempo reale delle telecamere. Tipicamente i flussi sono di qualche Mbps, ampiamente gestibili in una rete Fast Ethernet o Gigabit Ethernet; quando però, il numero di telecamere comincia ad aumentare, come nel caso di videosorveglianza per un aeroporto, la rete deve essere in grado di processare diversi stream video in tempo reale e il flusso dei dati risulta essere elevato.
- **Vulnerabilità attacchi esterni:** se il video è trasmesso via internet, attraverso una rete LAN, come in questo caso il sistema è vulnerabile agli attacchi esterni e a possibile hackeraggio.

Sulla base di queste considerazioni si deduce come la tecnologia IP presenta dei vantaggi rispetto alle telecamere analogiche, ma questa presenta però uno svantaggio fondamentale di enorme importanza che è la possibilità che esse vengano hackerate dall'esterno. Infatti, anche se le telecamere IP sono tutt'ora molto utilizzate in diversi aeroporti, queste si trasmettono i dati video su una rete LAN e quindi trasmettendo il video via internet sono molto vulnerabili ad attacchi esterni. Nel momento in cui una persona non autorizzata riesca a hackerare il sistema e inserirsi nella rete di controllo delle telecamere la sicurezza perimetrale dell'intero aeroporto risulta essere compromessa. Lo scenario non è impossibile, ed infatti è stato preso in considerazione nell'analisi di rischio fatta inizialmente, ma risulta essere molto pericoloso nel momento in cui esso venisse messo in pratica nella realtà.

Si ritiene giusto precisare come, nei grandi aeroporti, quando viene utilizzata la tecnologia di telecamere IP questa è affiancata ad un'elevata sicurezza della rete internet, comportando però dei costi elevati. Si deve anche tener conto che comunque i sistemi analogici conservano rispetto alle soluzioni IP indubbi vantaggi in termini di costo dei componenti, stabilità di funzionamento e facilità di gestione e manutenzione del sistema.

Prima della scelta finale sul tipo di tecnologia da utilizzare è di fondamentale importanza definire quali sono i parametri fondamentali di cui bisogna tener conto nella scelta del sistema di telecamere più adatto alla situazione presa in analisi. Essi sono:

- **Campo visivo:** Il campo visivo è la misura dell'ampiezza dell'area che una telecamera è in grado di inquadrare. La lunghezza focale dell'obiettivo condiziona il campo visivo. Un obiettivo con lunghezza focale corta registra una scena più ampia e quindi mostra un campo visivo più grande. Al contrario, un obiettivo con lunghezza focale lunga ingrandisce maggiormente la scena, diminuendo il campo visivo.
- **Risoluzione:** Un altro aspetto di particolare importanza nel campo delle telecamere è la risoluzione. Essa è la misura dei dettagli che possono essere visualizzati chiaramente in un'immagine. Più è alta la risoluzione, migliori saranno definizione, chiarezza e qualità dell'immagine. Le telecamere a bassa risoluzione offrono immagini meno dettagliate. Una telecamera ad alta risoluzione può registrare i dettagli della faccia di una persona o di una targa in un'area vasta. Più è ampia l'area che si desidera vedere, più sarà alta la risoluzione necessaria per

visualizzarne tutti i dettagli. Se si desidera monitorare un'area più piccola e non è necessario avere una visualizzazione dettagliata, si può scegliere una telecamera con risoluzione minore. Bisogna tenere a mente che immagini a risoluzione più alta porteranno a file di dimensioni maggiori, che occuperanno più spazio nel DVR.

• **Illuminazione:** Dato che la luce è fondamentale al fine di ottenere immagini di qualità, è indispensabile conoscere le condizioni di illuminazione prima di scegliere una telecamera. Di quanta luce si dispone? Il quantitativo di luce disponibile determinerà il quantitativo di luce necessario affinché la telecamera produca dei filmati utilizzabili.

Per scegliere nello specifico il tipo di telecamere che si intende utilizzare si deve tener conto di tutti i punti esposti in precedenza, ponendo un forte accento sul fatto che le telecamere IP comportano un pericolo di vulnerabilità del sistema per tutte le considerazioni fatte in precedenza. Per questo motivo in questo caso si è scelto di fare affidamento su una tecnologia analogica con telecamere CCTV, riuscendo comunque a sviluppare un sistema di videosorveglianza con un livello di sicurezza elevato come verrà esposto in seguito.

L'utilizzo delle telecamere analogiche porta con sé problema fondamentale legato al fatto che vedere cosa sta succedendo con le telecamere CCTV di giorno non è quasi mai un problema. Ma di notte o in condizioni meteorologiche avverse è tutta un'altra cosa. Le telecamere CCTV hanno bisogno di luce per generare un'immagine. Le recinzioni esterne dell'aeroporto scorrono, generalmente, parallele alle piste e gli unici punti illuminati sono alcuni cancelli usati per le emergenze. Si dovrebbe prevedere, quindi, ad installare delle luci per illuminare tutta la zona perimetrale e questo risulterebbe essere un intervento molto impegnativo e costoso. Senza contare che alimentare e mantenere la recinzione può diventare ancora più costoso.

Inoltre nel caso specifico di aeroporto si deve tener conto di altri fattori fondamentali:

- la recinzione si snoda parallela alle piste, quindi l'installazione di troppe luci potrebbe disturbare i piloti;
- per vedere nel dettaglio cosa succede di notte nei pressi della recinzione è necessario installare un amplificatore luminoso.

L'amplificazione luminosa, chiamata anche *tecnologia I2*, amplifica piccole porzioni di luce visibile migliaia di volte in modo tale che gli oggetti siano visibili di notte. Questi sistemi scansiano e amplificano la luce ambientale disponibile per produrre un'immagine.

L'amplificazione luminosa richiede un certo livello di luce ambientale, ma anche la luce stellare può generare un'immagine in una notte senza nuvole. La migliore delle telecamere ad intensificazione di immagine riesce a generare immagini eccellenti in una notte chiara illuminata dalla luna. Dato che il sistema richiede almeno un livello minimo di luce ambientale, condizioni come un'intensa nuvolosità limitano la loro efficacia. Allo stesso modo, troppa luminosità può confondere il sistema riducendone l'efficienza, cosa che spesso succede quanto gli aeromobili atterrano o decollano in quanto le loro luci disturbano l'amplificazione luminosa. Quindi l'utilizzo di un sistema CCTV implica la presenza di un sistema di illuminazione potente, lungo tutta la zona perimetrale, il quale comporta un elevato costo di installazione e di mantenimento e che inoltre un'intensa luminosità può confondere il sistema di video-sorveglianza diminuendo la sua efficacia. Questo problema verrà risolto con l'utilizzo di termocamere, come spiegato nel successivo paragrafo.

9.2 ANALISI COSTI/PERFORMANCE PER IL SISTEMA DI VIDEOSORVEGLIANZA

Per progettare nel dettaglio un sistema di videosorveglianza (tipo di telecamere, numero, posizione ecc...) si devono tener conto di alcuni concetti fondamentali.

Al giorno d'oggi la gestione integrata della sicurezza perimetrale risulta essere sempre più complessa. In quanto nel mercato mondiale sono presenti centinaia di produttori che forniscono vari tipi di tecnologie, sono anche presenti diverse norme tecniche da rispettare e diversi tipi di sensori di rilevamento. Tutti questi aspetti devono essere integrati in modo ottimale in un'unica soluzione.

Anche la conformità del terreno a volte risulta essere una sfida elevata per la creazione di un sistema di videosorveglianza che sia adeguato al tipo di perimetro che si intende sorvegliare.

Le caratteristiche, le capacità e l'efficacia dei diversi tipi di design, nonché le diverse tipologie di sensori e di telecamere devono essere confrontate e ottimizzate in base alle funzionalità, ai fattori ambientali e operativi al fine di implementare un sistema di rilevamento d'intrusione ottimale.

Come detto in precedenza esistono migliaia di tipologie di telecamere in commercio attualmente, ma ogni telecamera ha un campo di vista limitato e all'interno di esso la telecamera stessa presenta determinate caratteristiche.

In campo militare l'efficacia di una telecamera è valutata in base a quattro parametri fondamentali: classificazione, livello di rilevamento, livello d'identificazione e livello di riconoscimento. Tutte queste caratteristiche variano in base ai vari componenti della telecamera stessa.

Per riuscire a progettare un sistema di videosorveglianza perimetrale efficiente è necessaria un'analisi ingegneristica complessa; il basarsi solamente su telecamere che presentano una tecnologia molto avanzata può risultare inutile nel momento in cui queste vengono mal posizionate, perché si può rischiare di ottenere un sistema con performance molto basse e con costi elevatissimi.

Al fine di ottenere un sistema di videosorveglianza ottimale bisogna che esso presenti queste tre capacità fondamentali: *"See First"* *"Understand First"* e *"Act First"*.

• See First.

In generale il perimetro aeroportuale è costituito da una barriera fisica, come una recinzione, la quale può essere o non essere monitorata attraverso dei sensori di rilevazione. Se la recinzione è configurata come una barriera fisica dotata di rilevatori molto sofisticati per identificare una possibile intrusione questa può presentare dei costi molto elevati e proibitivi sia d'installazione che di manutenzione, inoltre può essere incline a numerosi falsi allarmi.

Inoltre la sola presenza della recinzione integrata con dei sensori, fornisce informazioni solo nel momento in cui il perimetro è violato e il personale di sicurezza è costretto ad utilizzare altri sistemi di protezione per individuare e monitorare la posizione dell'intruso. La presenza di un radar di sorveglianza permette un livello di sicurezza maggiore sia all'interno che all'esterno del perimetro. Questo, infatti, permette una diagnosi precoce e il monitoraggio in tempo reale di possibili intrusi, migliorando così i tempi di risposta del personale di sicurezza.

• Understand First.

La presenza di telecamere di videosorveglianza permette di capire prima cosa sta per accadere attraverso una semplice analisi video da parte dell'operatore il quale è in grado di identificare e verificare la presenza di potenziali minacce. Un sistema di videosorveglianza tradizionale consiste in un elevato numero di telecamere, poste lungo il perimetro, collegate ad un "centro di comando" composto da una serie di monitor e da degli operatori. È quindi compito dell'operatore scovare una potenziale minaccia sui vari monitor per poi iniziare una serie di operazioni in modo da neutralizzare la minaccia stessa. Il problema inizia a complicarsi nel momento in cui l'intruso inizia a muoversi lungo il perimetro perché in questo caso, avendo ogni telecamera un campo di vista limitato, si deve ogni volta sprecare tempo prezioso per passare ad una telecamera all'altra per riacquistare ogni volta la vista sull'obiettivo. Una soluzione efficace e avanzata per arginare questo

problema è quello di utilizzare delle telecamere mobili accoppiate ad un sistema di rilevazione radar. In questo modo il radar sarà in grado di rilevare la presenza di possibili intrusi nel perimetro e automaticamente le telecamere si sposteranno nella direzione esatta, dove è stata rilevata la minaccia, e nel caso in cui questo si muova lungo il perimetro si avrà il passaggio automatico da una telecamera all'altra in modo da poter monitorare con continuità l'attività dell'intruso.

• **Act First.**

Infine la capacità di agire in tempo (*Act first*) è garantita dalla presenza di una sala di comando nella quale vengono messe insieme le informazioni acquisite dal sistema radar e dalle telecamere. L'unione di questi dati permette di visualizzare, in tempo reale, su un quadro operativo cosa succede lungo il perimetro al fine di poter prevenire o impedire azioni dannose contro esso.

Infatti grazie alla presenza del radar, il quale permette di rilevare una persona in movimento a una distanza medio-lunga, abbinato alla presenza di telecamere mobili si è in grado di identificare possibili intrusi ad una distanza significativa in modo da neutralizzare la minaccia prima che questa compia azioni dannose.

L'interfaccia grafica presente nella sala di controllo permette all'operatore di gestire i vari ingressi dei sensori, di condurre un'analisi e un controllo della rete di questi ultimi. È, inoltre, possibile attivare o disattivare il controllo di alcune zone del perimetro in certi momenti della giornata.

La presenza di mappe geospaziali può risultare molto importante per la determinazione dell'esatta posizione dell'intruso lungo il perimetro, specialmente se questo si estende per numerosi chilometri.

È evidente come l'unione di queste tre caratteristiche permetta di ottenere un sistema di videosorveglianza ottimale. Infatti nel momento in cui si ha la violazione del perimetro questa è istantaneamente rilevata dal radar e visualizzata nella mappa geospaziale presente nella sala di controllo, contemporaneamente l'informazione viene anche trasmessa al sistema di videosorveglianza il quale fa orientare le telecamere sulla posizione esatta dell'intruso. Si ottiene così un video in tempo reale di quello che sta accadendo lungo il perimetro. A questo punto si è in grado di decidere se l'intruso è realmente una minaccia o meno e, nel caso in cui lo sia, si può agire in tempo per neutralizzare l'intruso prima che questo compia atti vandalici.

Lo scopo principale di questa trattazione è quello di valutare l'efficacia di tecnologie e sensori diversi, valutare diversi tipi di controlli integrati di rilevazione d'intrusi e determinare quale permette di avere il miglior rapporto costo/performance.

Per ottenere questo risultato si sono creati tre scenari diversi, ognuno dei quali presenta un sistema di videosorveglianza e dei sensori diverso; al fine di determinare il sistema di protezione ottimale, in base alle nostre condizioni al contorno, per l'aeroporto preso in esame.

Per entrambi i tre scenari è stato preso in esame un perimetro ipotetico di forma quadrata, ma di dimensioni complessive di 1000 metri essendo questa la dimensione totale presa in esame sin dall'inizio. Non avendo la geometria esatta del perimetro è stata scelta per semplicità un'ipotetica forma quadrata che, anche se in forma ipotetica, si basa comunque sulla protezione di un aeroporto che presenta conformità del terreno e caratteristiche reali e quindi la valutazione finale che si ottiene si può considerare reale e può essere adatta attraverso piccoli cambiamenti ad altri perimetri di forma diversa che si vogliono prendere in esame.

Primo scenario: presenza di sole telecamere cctv lungo il perimetro

Il primo scenario studiato è quello che presenta il sistema di videosorveglianza più semplice in assoluto. Questo si compone di sole telecamere a circuito chiuso lungo tutto il perimetro.

Le telecamere prese in considerazione hanno una portata di 30 metri, nei successivi capitoli verrà descritto dettagliatamente il motivo della scelta e le loro caratteristiche, e presentano un angolo di vista di 36°. Per avere una copertura globale del perimetro e non avere la presenza di zone cieche si è posizionata una telecamera ogni 30 metri e quindi globalmente ne sono state usate 36 lungo tutto

il perimetro.

La fig.37 mostra la riproduzione di questo scenario ottenuta attraverso Autocad, in questa è rappresentata la posizione di ogni telecamera e il cono blu sta ad identificare il campo di vista esatto di ognuna di esse.

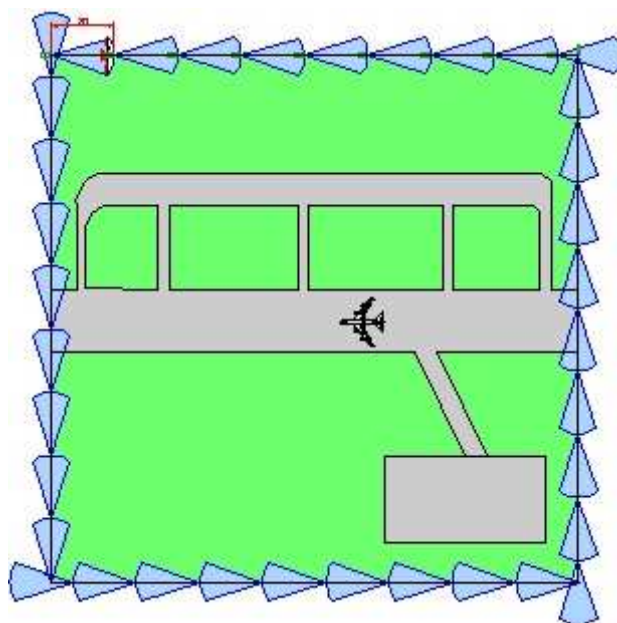


Figura 37: Primo scenario: solo telecamere CCTV lungo perimetro.

Sicuramente questa soluzione è la più vantaggiosa da un punto di vista economico, ma presenta numerose lacune dal punto di vista della sicurezza.

Per prima cosa le telecamere hanno un campo di vista limitato e fisso e quindi non si è in grado di identificare la minaccia fin tanto che il perimetro non è stato violato, in questo modo non si ha la possibilità di agire anticipatamente sull'intruso in questo caso sussiste la possibilità che esso riesca a portare termine la sua missione prima che venga neutralizzato del tutto. Inoltre, le telecamere CCTV, anche se equipaggiate con filtro day&night, il quale permette di avere immagini anche di notte o in cattive condizioni climatiche, non hanno grandi capacità visive nel buio o in presenza di nebbia. Per ottenere una buona risoluzione sarebbe necessario un buon impianto di illuminazione a LED, il quale comporta però elevati costi d'installazione e manutenzione e altre problematiche che verranno trattate in seguito. È chiaro come questa non possa essere la soluzione ottimale in quanto seppur economica presenta un livello di sicurezza molto basso.

Questo scenario è preso solo come base per i costi e il livello di sicurezza ed è stato creato come base di confronto per gli altri scenari.

Secondo scenario: telecamere cctv lungo il perimetro e termocamere

Questo scenario prevede, oltre alla presenza di telecamere a circuito chiuso poste lungo tutto il perimetro come nel caso precedente, la presenza di tre termocamere montate su un sistema mobile.

La spiegazione dettagliata riguardo la scelta del modello esatto di termocamere usate e la loro posizione lungo il perimetro viene rimandata al successivo capitolo.

La fig. 38 mostra la riproduzione in Autocad di questo scenario.

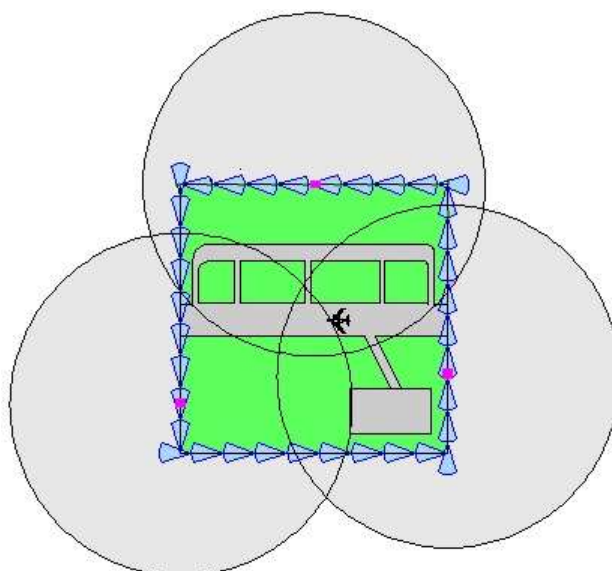


Figura 38: Secondo scenario: telecamere CCTV lungo il perimetro e tre termocamere posto lungo esso.

Come nel caso precedente i coni blu rappresentano i campi di vista delle telecamere cctv presenti lungo il perimetro, mentre i cerchi grigi rappresentano il campo di vista delle termocamere. Queste sono state poste sempre lungo perimetro e la loro posizione è identificata dal simbolo di colore rosa. Nel caso delle termocamere il campo di vista è rappresentato da un cerchio in quanto, essendo queste montate su un sistema mobile, permettono di ottenere una visuale sui 360°. Le termocamere poste lungo il perimetro saranno posizionate in modo tale da coprire l'intero perimetro in modo da non avere zone cieche e in modo che i campi di vista si intersechino tra loro, così nel caso in cui si abbia il mal funzionamento di una di esse, si abbia comunque una copertura parziale di quell'area da parte delle altre due termocamere.

La presenza di queste termocamere comporta un aumento della sicurezza specialmente nel caso di cattive condizioni climatiche o di notte. Infatti in questo caso si assicura un'ottima vista del perimetro, anche ad elevate distanze, in tutte le ore del giorno o condizioni climatiche. Inoltre, la visualizzazione lungo i 360° permette di identificare una possibile minaccia prima che questa arrivi a ridosso del perimetro, permettendo di agire in anticipo su essa. L'utilizzo delle termocamere garantisce, inoltre, una perfetta risoluzione delle immagini anche di notte.

Questo tipo di soluzione garantisce un livello di sicurezza maggiore rispetto al caso precedente, anche se sicuramente è più costoso, ma in questo caso non è necessario un impianto d'illuminazione potente come nel caso precedente e quindi si ha un ritorno economico dovuto ad un risparmio economico sia sul costo d'installazione che su quello di manutenzione.

Terzo scenario: telecamere cctv lungo il perimetro e termocamere e sistema radar interrato

Quest'ultimo scenario presenta la soluzione più sofisticata. In questo caso si ha il medesimo sistema di videosorveglianza di quello precedente, telecamere cctv più termocamere, ma in aggiunta è presente un sistema radar interrato fuori dal perimetro.

Tale soluzione risulta essere il sistema ottimale in quanto in esso sono presenti tutte le tre capacità fondamentali, che deve avere un sistema di videosorveglianza, descritte in precedenza.

La fig. 39 riporta la rappresentazione di tale scenario ottenuta in Autocad.

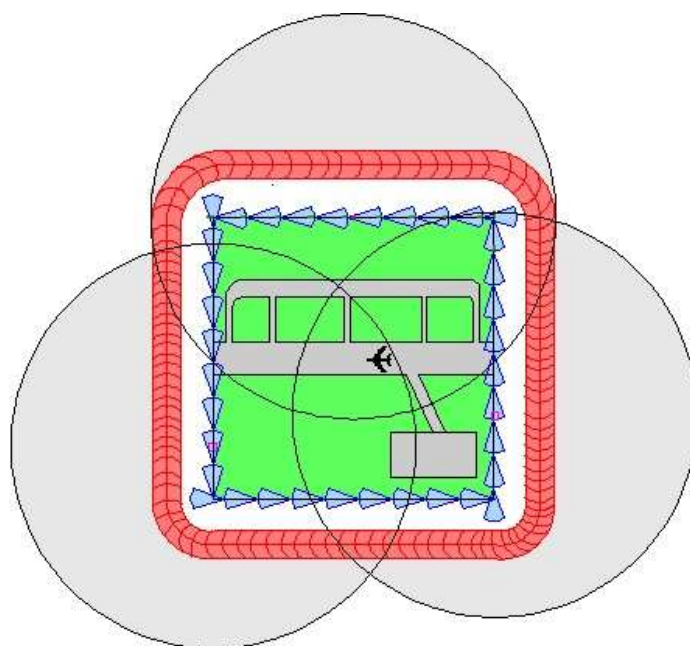


Figura 39: Terzo scenario: telecamere CCTV lungo il perimetro, tre termocamere e radar esterno al perimetro.

La figura è simile a quella precedente con l'aggiunta al di fuori del perimetro di un ulteriore perimetro, in colore rosso, che è quello di rilevazione garantito dalla presenza del radar.

La presenza del radar garantisce la rilevazione di un intruso quando questo oltrepassa il perimetro identificato da esso. Questo è direttamente collegato alle termocamere in modo che queste puntino direttamente sull'intruso permettendo di ottenere un video in tempo reale di quello che succede e, nel caso in cui questo sia in movimento, si ha il passaggio automatico da una telecamera all'altra quando questo esce dal campo di vista di una delle telecamere.

Si possono utilizzare differenti tipi di radar, che possono essere a microonde, elettromagnetico ecc..., a seconda della conformazione del terreno, del tipo di perimetro o in base a quale offre una soluzione migliore.

In questo modo è possibile identificare un possibile intruso molto prima che esso si avvicini al perimetro, si può seguire il suo movimento lungo il perimetro in modo da determinare se è realmente una minaccia o no per l'aeroporto. Nel caso in cui lo fosse si può agire in anticipo ed efficacemente per neutralizzarlo prima che questo raggiunga la recinzione eliminando così ogni rischio di possibile attacco. Inoltre un sistema di questo tipo permette di eliminare totalmente la presenza di pattuglie di sicurezza lungo il perimetro, comportando una riduzione del costo di mantenimento. Questa risulta essere anche una soluzione ridondante, infatti nel caso il radar venga manomesso ho comunque un livello di protezione alto assicurato dalla presenza di termocamere e telecamere CCTV. Questo scenario è quello che offre il livello di sicurezza maggiore.

Per progettare il design di un sistema di videosorveglianza esistono due approcci fondamentali: il primo si basa sulle performance del sistema e il secondo si basa sul costo totale. É evidente come il favorire uno dei due approcci comporti, ovviamente, il peggioramento dell'altro. Infatti se si tende ad massimizzare le performance del sistema di videosorveglianza si otterrà un livello di sicurezza molto elevato a discapito di un costo però elevatissimo e molto spesso proibitivo. Dall'altra parte un sistema molto economico porta con sé delle lacune sulla sicurezza che non possono essere trascurate.

Risulta quindi chiaro come una volta definiti i tre scenari sia importante sviluppare la matrice costi/performance in quanto è fondamentale non è solo progettare un sistema di videosorveglianza che garantisca la massima sicurezza, ma un sistema ottimale che ci permette di ottenere il miglior compromesso tra costi e livello di sicurezza. Come si può vedere dalla tabella 10 i costi d'installazione sono ovviamente minori per il sistema relativo alle solo telecamere CCTV, mentre i costi sono massimi per il sistema che combina le telecamere CCTV con le termocamere e un

sistema radar perimetrico. Si assegna un livello di costo basso nel caso in cui il costo complessivo sia minore di 20.000 Euro, medio se compreso tra 20.000 e 50.000 Euro ed Alto sopra i 50.000 Euro.

SCENARIO	COSTO (€)	LIVELLO DI COSTO
1° scenario Solo CCTV	6800	Basso
2° scenario CCTV e termocamere	36800	Medio
3° scenario CCTV, termocamere e radar	44000	Medio

Tabella 10: Costi dei tre scenari.

Per studiare la matrice dei costi e performance ci si è basati su un criterio che valutasse le seguenti caratteristiche del sistema:

- Prestazioni del sistema: - tipo di copertura;
 - probabilità di rilevamento;
 - vulnerabilità;
 - capacità di allarme avanzata;
 - falsi allarmi;
- Performance e caratteristiche del sistema: - livello di rilevamento;
 - classificazione;
 - riconoscimento;
 - identificazione;
 - capacità d'identificazione di bersagli multipli;
- Costi del sistema: - costo iniziale;
 - costi di uso e manutenzione;

Nella tabella 11 si riportano alcune tra le caratteristiche principali prese in esame e descritte sopra per ogni scenario preso in esame:

SCENARIO	TIPO DI COPERTURA	SENSIBILITÀ DI RILEVAMENTO	PROBABILITÀ DI FALSI ALLARMI	CAPACITÀ DI RILEVAMENTO BERSAGLI MULTIPLI	RILEVAMENTO
1° scenario Solo CCTV	Rilevamento non ad elevate distanze	Normale (Rilevazione)	Alta	No	Diurno
2° scenario CCTV e termocamere	Rilevamento anche a elevate distanze	Alta (Rilevazione e Identificazione)	Bassa	Bassa	Diurno e Notturmo
3° scenario CCTV, termocamere e radar	Rilevamento anche a elevate distanze e tecnologia radar	Molto Alta	Molto Bassa	Alta	Diurno e Notturmo

Tabella 11: Caratteristiche principali dei tre scenari presi in esame.

Le matrici dei costi e di performance devono essere combinate fra loro al fine di poter fare una scelta tra i tre sistemi.

La scelta dei colori segue la logica del semaforo, dove però le tonalità più accese di uno stesso colore indicano le situazioni peggiori, ad esempio il giallo chiaro rappresenterà una situazione migliore rispetto al giallo acceso.

I colori scelti risultando quindi sono i seguenti:

- **Rosso:** peggiore situazione possibile;
- **Arancione:** rappresenta tutte le performance basse e quindi un livello che non viene considerato come accettabile;
- **Giallo:** scenario intermedio, costi medie e performance media;
- **Giallo chiaro:** scenario molto migliore di quello intermedio in quanto i costi sono minori;
- **Verde chiaro:** scenari con un livello di performance alto e quindi accettabili;
- **Verde:** scenario ottimale.

		COSTI		
		ALTO	MEDIO	BASSI
PERFORMANCE	BASSA			PRIMO SCENARIO
	MEDIO		SECONDO SCENARIO	
	ALTA		TERZO SCENARIO	

Tabella 12: Matrice costi/performance per i tre scenari.

Da questa analisi è chiaro come il terzo scenario sia la condizione ottimale nel nostro caso.

Infatti come si può notare da fig.40, la quale riporta grafico con i costi dello scenario 2 e 3, la differenza di costo tra questi due scenari non è molto evidente al contrario del livello di sicurezza dove la differenza tra i due è marcata. Infatti il terzo scenario presenta un livello di sicurezza e delle performance maggiori rispetto al secondo tale da giustificare un aumento del costo non poi così tanto elevato, rendendo così questo terzo scenario quello ottimale per il caso in esame.

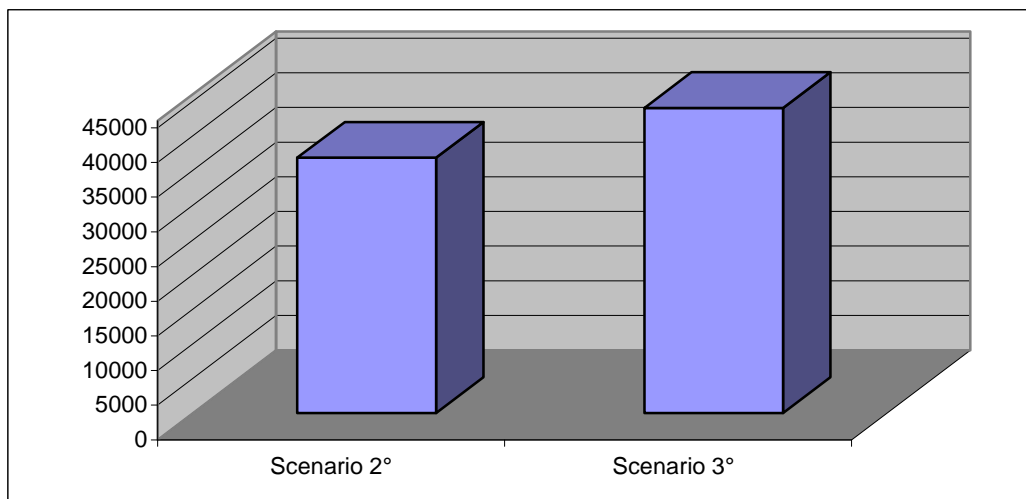


Figura 40: Istogramma costi scenario 2° e scenario 3°.

Si è deciso così di sviluppare un sistema di videosorveglianza basato sul scenario tre essendo quello ottimale. Questo prevede un sistema radar interrato invisibile con segnalazione dell'intruso puntuale di 1 metro in modo da far girare in automatico delle telecamere motorizzate sul target, per quanto riguarda la scelta delle telecamere è ricaduta sull'utilizzo di combinato di un sistema CCTV e termocamere poste lungo il perimetro.

Il sistema di videosorveglianza è integrato con la rete di sensori di sicurezza sviluppata precedentemente e con il sistema radar interrato che verrà presentato in seguito. Il sistema è stato, inoltre, integrato con un concentratore di telecamere il quale permette la registrazione e la memorizzazione delle immagini in modo che possano essere riviste in seguito.

Il motivo di questa che ha portato ad optare per soluzione di questo tipo nella quale siano presenti non solo telecamera CCTV, ma anche termocamere è dovuta al fatto che attraverso imaging termico e la funzionalità pan/tilt, presente nelle termocamere che verranno scelte in seguito, si è in grado di garantire un'elevata sorveglianza continua giorno e notte in un perimetro piuttosto grande e con un numero minore di telecamere e quindi un risparmio di costo.

Per quanto riguarda le termocamere il motivo principale per cui si è scelto di utilizzare queste è che producono un'immagine nitida anche nelle notti più buie. Diversamente da altre tecnologie non hanno bisogno di alcuna luce per creare immagini estremamente ben definite, riuscendo a vedere anche attraverso nebbia leggera e fumo quindi praticamente in qualsiasi condizione atmosferica. Sono pertanto strumenti perfetti per la sorveglianza remota 24h su 24 e 7 giorni su 7.

L'imaging termico può essere utilizzato per tutti i tipi di applicazioni di sicurezza e sorveglianza a distanza e certamente per quelle che devono essere in grado di rilevare potenziali intrusi nella totale oscurità e a prescindere dalla situazione meteorologica. Le termocamere, inoltre, non vengono accecate dalla luce del sole e producono un'immagine nitida praticamente in qualsiasi condizione meteorologica.

Essendo che gli aeroporti hanno perimetri che si possono estendere per diversi chilometri, queste termocamere offrono una soluzione efficiente ed economica per garantire una protezione giorno e notte. Relativamente alla sicurezza, esse offrono livelli elevati di rilevamento di potenziali minacce e sono quindi un elemento importante per la sicurezza perimetrale aeroportuale.

Per quanto riguarda il costo di un sistema di videosorveglianza non bisogna tener conto solo del costo d'installazione ma anche quello di manutenzione.

La fig.41 riporta una tabella nella quale vengono descritti i vantaggi e gli svantaggi dei principali sistemi di protezione perimetrale.

	Vantaggi	Svantaggi
CCTV con illuminazione tradizionale o a LED	<ul style="list-style-type: none"> - Buona visibilità nelle ore diurne - Costi iniziali relativamente bassi 	<ul style="list-style-type: none"> - Se il perimetro da sorvegliare è molto esteso, occorre installare molte telecamere - Capacità di rilevamento limitata nelle ore notturne. La luce illumina solo una piccola area. - Capacità limitate in caso di nebbia, pioggia,... - L'installazione dei pali della luce richiede opere civili - Elevato consumo elettrico - Elevati costi di manutenzione per la sostituzione delle luci: materiale e manodopera
Recinto elettrificato	<ul style="list-style-type: none"> - Crea una barriera fisica - Consente di fermare gli intrusi - Funziona anche di notte 	<ul style="list-style-type: none"> - Costi di installazione elevati - Richieste opere civili complete - Elevato consumo elettrico - Deve essere affiancato da CCTV per vedere se l'allarme è falso o no. - Per questo compito, durante le ore notturne sono richieste luci o illuminazione all'infrarosso.
RAFID or Sensor Cable	<ul style="list-style-type: none"> - Sistema interamente automatizzato - Funziona nel buio più totale 	<ul style="list-style-type: none"> - Costi di installazione elevati - Richieste opere civili complete - Risoluzione dei problemi e manutenzione dopo l'installazione - Molti falsi allarmi - Deve essere affiancato da CCTV per vedere se l'allarme è falso o no. - Per questo compito, durante le ore notturne sono richieste luci o illuminazione all'infrarosso.
Imaging termico	<ul style="list-style-type: none"> - Quadro completo della situazione - Può essere utilizzato sia di giorno che di notte - Funziona praticamente in qualsiasi condizione atmosferica. Può vedere attraverso nebbia leggera, pioggia, fumo, ... - Nessun fermo, bassa manutenzione - Consumo elettrico molto contenuto - Difficilmente eludibile dato che è praticamente impossibile mascherare il contrasto termico 	<ul style="list-style-type: none"> - Nessuna barriera fisica - I potenziali intrusi vengono rilevati facilmente ma non identificati

Figura 41: Vantaggi e svantaggi dei principali sistemi di videosorveglianza.

Dalla tabella presente in fig.41 si può notare come qualsiasi tecnologia presenta sia vantaggi che svantaggi, ma l'imaging termico risulta essere una soluzione ottima e dai costi molto contenuti per proteggere un perimetro, specie durante le ore notturne.

È stato dimostrato che, sebbene una termocamera sia leggermente più costosa di una telecamera analogica, il numero di apparecchi richiesti per coprire la stessa area è inferiore e le opere civili minime.

Inoltre, dato che le termocamere producono un'immagine nitida anche nelle notti più buie, non occorre installare tecnologie complementari quali luci o illuminatori agli infrarossi. Ciò limita la quantità di opere civili richieste e anche i costi di manutenzione.

Le termocamere generano inoltre un minor numero di falsi allarmi, diversamente da quanto accade con altre telecamere. Quindi anche se, come costi iniziali, può sembrare che le termocamere siano leggermente più dispendiose, spesso si rivelano non solo la soluzione migliore, ma anche quella con un rapporto prezzo-prestazioni più favorevole.

9.3 TELECAMERE TERMICHE

La termografia è una tecnica di telerilevamento, effettuata tramite l'acquisizione di immagini nel campo dell'infrarosso. Con il termine termografia si intende la visualizzazione bidimensionale della misura d'irraggiamento. Attraverso l'utilizzo di una si possono eseguire dei controlli non distruttivi e non intrusivi. Le termocamere rilevano le radiazioni nel campo dell'infrarosso dello spettro elettromagnetico e compiono misure correlate con l'emissione di queste radiazioni. Questo strumento è in grado di rilevare le temperature dei corpi analizzati attraverso la misurazione dell'intensità di radiazione infrarossa emessa dal corpo in esame. Tutti gli oggetti ad

una temperatura superiore allo zero assoluto emettono radiazioni nel campo dell'infrarosso. La termografia permette di visualizzare valori assoluti e variazioni di temperatura degli oggetti, indipendentemente dalla loro illuminazione nel campo del visibile. La quantità di radiazioni emessa aumenta proporzionalmente alla quarta potenza della temperatura assoluta di un oggetto. La correlazione tra irraggiamento e temperatura è fornita dalla Legge di Stefan-Boltzmann:

$$q = \varepsilon \sigma T^4$$

ove σ è la costante di Stefan-Boltzmann e vale $5,6703 \times 10^{-8} \text{ W} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{K}^{-4}$, ε è l'emissività della superficie emittente (variabile tra i limiti teorici 0 e 1) e T è la sua temperatura assoluta. La termografia permette l'individuazione di anomalie nell'emissione dell'energia e quindi, a parità di emissività, di anomalie termiche.

Una termocamera registra l'intensità della radiazione nella parte infrarossa dello spettro elettromagnetico e la converte in un'immagine visibile. Sullo spettro elettromagnetico, la radiazione infrarossa è posta tra la parte visibile e quella delle microonde.

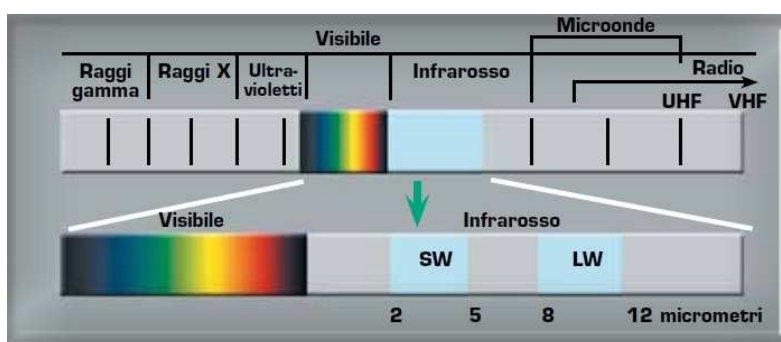


Figura 42: Spettro elettromagnetico.

La fonte principale della radiazione infrarossa è il calore o la radiazione termica. Persino oggetti che riteniamo essere molto freddi, come i cubetti di ghiaccio, emettono radiazioni infrarosse. L'energia all'infrarosso (A) emessa da un oggetto viene fatta convergere dai componenti ottici (B) verso un rilevatore d'infrarossi (C). Questo invia le informazioni al sensore elettronico (D) per l'elaborazione dell'immagine. L'elettronica traduce i dati provenienti dal sensore in un'immagine (E) che può essere visualizzata direttamente nel mirino oppure sullo schermo di un monitor standard o su un LCD.

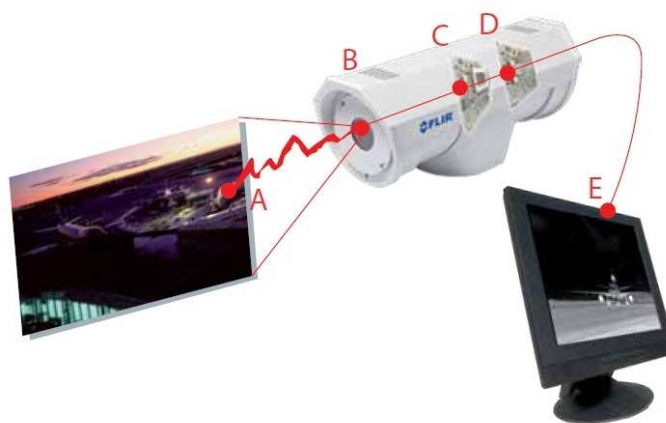


Figura 43: Componenti e funzionamento della termocamera.

Come detto in precedenza la termografia è l'arte di trasformare un'immagine ad infrarossi in un'immagine radiometrica, su cui è possibile leggere i valori della temperatura. Quindi ogni pixel nell'immagine radiometrica è in effetti una misurazione di temperatura. Affinché ciò sia possibile, nella termocamera ad infrarossi vengono introdotti degli algoritmi molto complessi. Il sistema è comparabile ad una resistenza il cui valore cambia linearmente con il cambiare della temperatura, grazie ad una tabella di calibrazione, è possibile calcolare la temperatura di ogni singolo pixel. In realtà l'algoritmo di misura è più complesso di come qui brevemente descritto, poiché tiene conto di ulteriori parametri quali: temperatura riflessa, temperatura ambiente, temperatura del gruppo ottico, coefficiente d'emittività termica dei corpi e della distanza di ripresa.

La termografia è quindi la produzione di immagini a infrarossi (o immagini termiche) ottenute con una telecamera a infrarossi detta termocamera. Sulla base di tali immagini termiche si possono eseguire accurate misurazioni della temperatura, per individuare differenze di temperatura anche minime.

Le telecamere termiche sono state sviluppate per captare immagini utilizzando differenti tecnologie e bande. Queste tecnologie sono essenzialmente definite dalle categorie di appartenenza COOLED e UNCOOLED. I sensori termici che sfruttano la banda 3-5 utilizzano la tecnologia COOLED mentre i sensori che sfruttano la banda 8-14 possono utilizzare entrambe le tecnologie.

Si deve, inoltre, ricordare che le telecamere termiche non possono vedere “attraverso” le pareti, attraverso il vetro o attraverso l'acqua.

I vantaggi principali che esse presentano sono:

- Vedono nel buio;
- Vedono attraverso il fumo;
- Vedono meglio dei sistemi convenzionali, in condizioni atmosferiche avverse;
- Forniscono informazioni aggiuntive circa la scena ripresa;
- Anticipano i tempi di rilevazione;
- Forniscono un'uscita video standard composita;
- L'immagine monocromatica può essere invertita nella scala dei grigi (Bianco = HOT nero = COLD o viceversa);
- Perfetta per la visione notturna.

Nel caso del Thermal Imaging è standard “de facto” dividere le prestazioni in 3 categorie:

Detection, Recognition e Identification (DRI) utilizzando il criterio di misura di Johnson.

Cercheremo di utilizzare un metodo esemplificativo semplificato.

Un sensore termico può rilevare vari parametri che vengono influenzati dai fattori a seguito elencati:

- Differenza di temperatura tra oggetto ed ambiente circostante (almeno 2°C);
- Rumore;
- Trasmissività dell'ottica > 90%;
- Condizioni atmosferiche;
- Caratteristiche del monitor di visione;
- L'occhio umano;
- Esperienza dell'osservatore.

I risultati di calcolo sono basati su condizioni ideali pertanto, come per tutti i modelli di calcolo, la storia, l'esperienza ed il giudizio, uniti alla pratica, sono molto importanti per sfruttare al meglio le immagini termiche prodotte da queste telecamere.

In pratica, assumendo di avere a disposizione un apparato in grado di rilevare la presenza di un uomo con un sensore termico 384x288 ed un'ottica da 13° H FOV il risultato e l'eventuale classificazione è la seguente:

Recognition: 215mt

Detection: 645mt

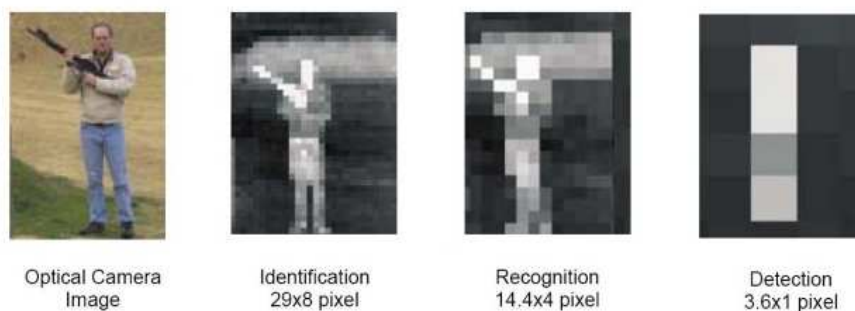


Figura 44: Principio di Johnson identificazione riconoscimento imaging termico.

Le telecamere termiche con le caratteristiche precedentemente descritte consentono la visione di immagini in qualsiasi condizione di illuminazione, sia in pieno giorno che nella totale oscurità, attraverso il fumo, la nebbia e la foschia.

In funzione del tipo di termocamera e degli obiettivi utilizzati si possono rilevare immagini anche ad alcuni chilometri di distanza, queste caratteristiche ed il notevole abbassamento dei costi hanno reso le telecamere termografiche un potente strumento di Videocontrollo Civile. Per questo sono ben indicate per il controllo perimetrale nel nostro caso.

A seconda dei modelli e del tipo di ottica montata si riesce a rilevare l'intrusione di una persona variando sia da poche decine di metri sino a 3-4 km. Se si applica un sistema di Motion Tracking si ottiene un sistema di protezione completo, potente ed con un elevatissima affidabilità.

Esistono vari tipi di termocamere con portate diverse, alcune di queste hanno un range di identificazione medio-lungo e permettono di rilevare un obiettivo della taglia di un uomo fino ad una distanza di 3 km.

La scelta che si è fatta è stata quella di installare le termocamere insieme a telecamere CCTV, entrambe su un sistema motorizzato, in modo che si possa guardare in qualsiasi direzione a qualunque ora del giorno. Si passa, senza interruzioni di visualizzazione del video, dall'utilizzo delle telecamere CCTV in caso di luce diurna mentre all'utilizzo di termocamere di notte o in condizioni di scarsa luminosità o cattive condizioni meteorologiche.

Nonostante vengano utilizzate principalmente per l'oscurità, le termocamere sono molto utili anche in situazioni diurne. Infatti i potenziali intrusi che cercassero di nascondersi nell'ombra verrebbero rilevati dalle termocamere. Il contrasto termico è estremamente difficile da mascherare, le persone che cercano di mimetizzarsi diventano chiaramente visibili su una termo-immagine.

Le immagini generate da queste termocamere viaggiano su fibre ottiche fino alla sala di controllo. Si può così controllare la rotazione/inclinazione e guardare le immagini su tutti gli schermi e nel caso in cui venga rilevata una minaccia si può agire adeguatamente e immediatamente.



Figura 45: Termocamera montata su palo con sistema pan/tilt.

9.4 SCELTA DELLA TERMOCAMERE

Una volta deciso il design del sistema di videosorveglianza che si vuole implementare nel perimetro da controllare ci si è posti il problema di quale tipo di termocamera utilizzare lungo tutto il perimetro. Per fare questo si è valutato cosa offre il mercato e si sono prese, inizialmente, in considerazione le seguenti termocamere:

- FLIR HRC SERIE
- FLIR THERMO VISION 3000
- FLIR SERIE PT
- FLIR SERIE PT-602 CZ
- FLIR PTZ 35x 140 MS
- FLIR SR-100
- FLIR OPAGAL EYE R25
- FLIR AXIS Q1922-E

Si sono valutate inizialmente le caratteristiche tecniche di ogni telecamera le cui principali sono riportate nella tabella 13.

MODELLO	RISOLUZIONE	SENSIBILITÀ	LUNGHEZZA FOCALE/CAMPO VISIVO	RANGE SPRETTALE	MOVING TRACK	DISTANZA BERSAGLIO
HRC SERIE	640x480	25 mK	Obiettivo 22 x 275 mm/ da 2° (H) x 1.5°(V) a 25°(H) x 18.8 °(V)	3 a 5 μ m	si	lunghe distanze
THERMO VISION 3000	640X480	30 mk	Obiettivo 116 mm/ FOV 7.8° (H) x 5.8°(V)	8.0 a 9,2 μ m	si configurazione "slew to cue"	media-lunga distanza
SERIE PT	640X480	< 50mK	Obiettivo 100 mm/ FOV: 6.2° (H) x 5°(V)	7 a 13 μ m	si configurazione "slew to cue"	fino a 2.4 km
PTZ 35x140 MS	320X240	65 mK	Obiettivo 140 mm/ FOV: 5° (H) x 3.75°(V)	7.5 a 13 μ m	opzionale	fino a 2.4 km
SR-100	640x480	< 50 mK	Obiettivo 100 mm/ FOV: 6.2° (H) x 5°(V)	7.5 a 13 μ m	opzionale	fino a 1.6 km
OPGAL EYE R25	384x288	< 80 mK	Obiettivo fino a 250 mm	8 a 14 μ m	si	3 km
AXIS Q1922-E	640x480	< 100 mK	Obiettivo 60 mm/ FOV 18°	7.5 a 13 μ m	opzionale	fino a 5 km

Tabella 13: Principali caratteristiche delle termocamere prese in esame.

Per le operazioni aeroportuali, i parametri fondamentali da prendere in considerazione nella scelta di una telecamera sono:

- **Dimensione dell'array del sensore:** sono disponibili sul mercato delle sensori CCD / CMOS di diverse dimensioni. Le dimensioni del sensore, e più spesso la sua larghezza determina la copertura angolare e lineare che può essere ottenuto con una determinata dimensione della lente di un obbiettivo.
- **Numero di Pixel:** si deve tener conto del numero di pixel verticale per il numero di pixel orizzontali, maggiore è questo numero migliore sarà la risoluzione.
- **Risoluzione minima:** questa determina il dettaglio più piccolo che può essere rilevato dalla termocamera.
- **Sensibilità:** è la misura della variazione minima di un segnale in ingresso che uno strumento è in grado di rilevare. La sensibilità della fotocamera definisce la quantità minima di luce necessaria per ottenere le prestazioni della telecamera. La relazione tra quelle due quantità non è lineare, cioè, una variazione relativamente piccola di luce che raggiunge il rilevatore può comportare una perdita molto elevata nelle prestazioni della fotocamera.
- **Picchi di illuminazione:** molte fotocamere sono ora in grado di eliminare o attenuare picchi di illuminazione che si possono avere quando la telecamere viene spostata verso dei fari di un'automobile oppure quando si punta un faro direttamente su essa.
- **Passaggio modalità colori/monocromatica:** alcune telecamere a colori sono in grado di passare automaticamente alla modalità monocromatica, al fine di massimizzare la risoluzione, quando non viene raggiunto il valore di soglia per un'illuminazione minima.
- **Range dinamico:** il range dinamico è l'intervallo di variazioni che una videocamera può riconoscere senza saturare al nero o al bianco. Per la sicurezza aeroportuale è necessario avere una telecamera che garantisca un range dinamico tale per cui si possa operare sia con una scarsa illuminazione di notte, fornita dal sistema di illuminazione, sia in una condizione ottimale di giorno in piena luce del sole. In caso di ambienti con elevata luce solare può essere necessario utilizzo di filtri a densità neutra nella lente per evitare la saturazione del rilevatore della telecamera.
- **Rapporto segnale/rumore:** il rapporto tra totale del segnale a rumore espresso in decibel (dB).
- **Compensazione del controllo luce:** il range dinamico deve essere tale da evitare che un soggetto in controllo luce comporti l'oscuramento di un'immagine o la saturazione del rivelatore. Questo parametro è importante quando sono presenti dei sorgenti di luce puntiforme molto forti nella scena.

Quindi definiti questi parametri fondamentali, la discriminazione iniziale tra i vari prodotti presi in esame è stata fatta considerando di voler avere una telecamera con massima portata, massima risoluzione, massima sensibilità.

In base a queste considerazioni sono state scartate subito i modelli: PTZ 35x140 MS, OPGAL EYE R25, AXIS Q1922-E.

Inoltre si è deciso sin da subito di affidarsi a telecamere FLIR in quanto questa ditta risulta essere tra i leader mondiali per quanto riguarda la produzione di termocamere e inoltre molti aeroporti utilizzano già queste.

Le termocamere della serie HRC e quelle THERMO VISION 3000 sicuramente presentano elevate prestazioni, esse sono telecamere per la sorveglianza a medio-lungo raggio infatti permettono di

visualizzare piccoli dettagli anche alla distanza di diversi chilometri e vengono utilizzate principalmente per la sorveglianza marittima e costiera, presentano inoltre un costo abbastanza elevato. Trovano principale applicazione in ambito militare e per questo sono state escluse.

Ci si è trovati così di fronte a due scelte finali: la serie SR-100 o la SERIE PT, entrambi i modelli sono già utilizzati come sistemi di sorveglianza in aeroporti già esistenti.

La SR-100 ha il vantaggio principale di presentare un costo molto contenuto, questa però è un telecamere fissa quindi non presenta il meccanismo di pan/tilt e il sistema di motorizzazione i quali però possono essere aggiunti opzionalmente comportando, ovviamente, un aumento del prezzo.

La serie PT presenta inizialmente un costo maggiore della precedente termocamera. Questo, però, oltre a presentare una portata maggiore rispetto la precedente, presenta il meccanismo di puntamento pan/tilt e le funzionalità radar "slew to cue" e "slaw to alarm", entrambe spiegate in seguito nel dettaglio, incorporate al suo interno e quindi globalmente risulta presentare specifiche tecniche e un costo finale d'installazione e manutenzione minore rispetto la SR-100.

Si è quindi deciso di utilizzare la termocamera della serie PT per il nostro sistema di video-sorveglianza.

9.5 TERMOCAMERA SERIE PT

Le termocamere di sicurezza della serie PT consentono di scorgere distintamente gli intrusi e altre minacce alle strutture nella più totale oscurità e anche in presenza di condizioni climatiche avverse. Il preciso meccanismo di pan/tilt conferisce agli operatori un controllo di puntamento accurato, oltre a modelli di scansione interamente programmabili, funzionalità radar slew to cue (rotazione a comando) e slew to alarm (rotazione su allarme).

Queste risultano essere completamente abilitata per il controllo e il funzionamento analogico ed è disponibile in diversi formati di risoluzione.

Nel nostro caso si è scelta quella ad alta risoluzione a 640x480 pixel, in modo da ottenere un'immagine fino a sedici volte più nitida e un raggio d'azione di rilevamento più ampio rispetto a quello delle termocamere di risoluzione inferiore.

Il maggior numero di pixel consente di vedere più dettagli e di rilevare oggetti più piccoli. L'avanzato software interno della termocamera produce immagini nitide senza interventi correttivi da parte dell'utente, in qualsiasi condizione ambientale sia di giorno che di notte. Gli oggetti vicini vengono visualizzati con molto più dettagli. È possibile con l'utilizzo di esse di vedere che cosa viene trasportato da una persona, non è più necessario, quindi, inviare qualcuno fuori per vedere da vicino cosa accade, dato che grazie alla termografia è già possibile capire ogni minimo dettaglio.

L'obiettivo da 100 mm permette una sorveglianza a medio raggio e l'identificazione di oggetti di dimensioni pari a quelle di un uomo a una distanza oltre i 2,4 km.

Le configurazioni a più sensori includono anche una videocamera CCD a colori con zoom 36x giorno/notte nello stesso package pan/tilt.

Il meccanismo pan/tilt consente all'utente di ruotarle in modo continuo di 360° e di inclinarle di +90° o -90°. Ciò permette di visualizzare tutta l'area circostante, risultando la soluzione migliore nel caso in cui si voglia scansionare continuamente una determinata area. Il meccanismo pan/tilt ha 128 posizioni preimpostate. Il termine pan sta ad indicare lo spostamento orizzontale (destra-sinistra) che essendo di 360° permette una visione globale, mentre il termine tilt indica lo spostamento verticale (sopra-sotto). Attraverso questa funzionalità la telecamera risulta essere motorizzata e può scansionare di continuo un area nei 360° oppure può essere spostata in un zona opportuna dall'operatore attraverso un joystick presente nella sala controllo. Il meccanismo utilizzato permette di ottenere una velocità di rotazione pan (lungo i 360°) da 0.1 a 60°/sec massima e una velocità di rotazione tilt (verticale) da 0.1 a 30°/sec massima.

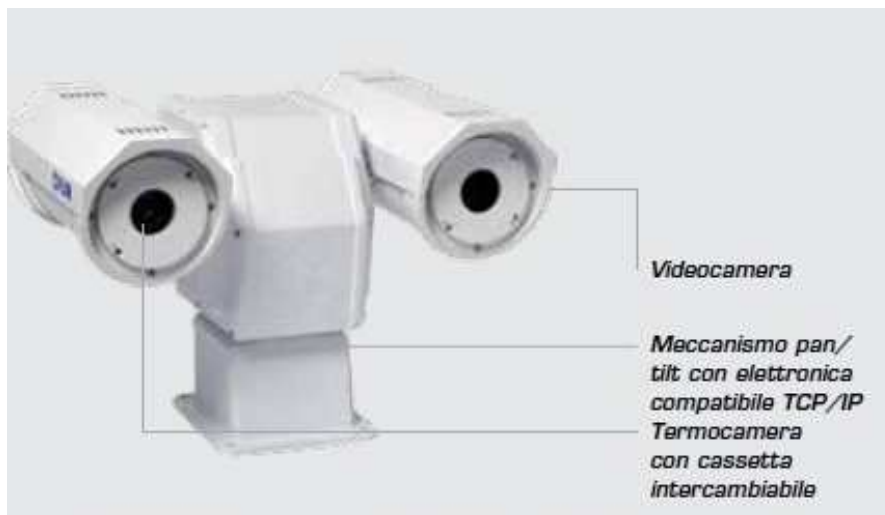


Figura 46: Termocamera FLIR serie PT.

Tutte le versioni sono provviste di una videocamera per riprese diurne e a bassa illuminazione a lungo raggio. È possibile l'uscita video simultanea sia delle termocamere che delle videocamere per riprese diurne/a bassa illuminazione.

La serie PT offre immagini ad alto contrasto ottimizzate per sfruttare al meglio il software di video analisi. Il DDE (Digital Detail Enhancement) assicura un contrasto chiaro e nitido dell'immagine termica. Questo offre un elevato contrasto dell'immagine anche in scene estremamente dinamiche. Questo fornisce immagini termografiche di alta qualità sia di notte che di giorno in qualsiasi condizione ambientale.

Tali termocamere sono dotate di "lenti atermiche" in questo modo riescono a mantenere la messa a fuoco a prescindere dalla temperatura ambiente, senza che l'utente debba intervenire su esse.

Sono sistemi estremamente robusti in quanto in loro nucleo vitale è ben protetto, in conformità con i requisiti IP66, da polvere e infiltrazioni d'acqua, inoltre l'intercambiabilità delle cassette delle termocamere consente di aggiornare o riparare rapidamente sensori e ottiche in modo da poter ottenere una migliore qualità dell'immagine e prestazioni a più ampio raggio.

Come detto in precedenza la termocamera può essere collegata con un sistema radar in modo da permettere la funzionalità "slew to cue" e "slaw to alarm", queste funzionalità sono integrate e garantite dalla presenza di un radar interrato, che verrà esposto in seguito, e permettono una sicurezza elevata del perimetro.

È stato infatti dimostrato che, essendo una sistema di videosorveglianza normale costituito da un numero elevato di telecamere, e dovendo l'operatore nella sala di controllo visualizzarle tutte contemporaneamente, il suo carico di lavoro sarà molto elevato.

Infatti una volta identificata una possibile minaccia è compito della guardia avviare una serie di operazioni per determinare quanto questa minaccia sia grave e come intervenire su essa.

La prima cosa che in genere l'operatore si trova a dover fare è visualizzare in quale zona si trovi la potenziale minaccia e questo non è facile quanto si tratta di dover cercare tra un numero elevato di schermi che mostrano una miriade di immagini delle telecamere in zone diverse e con angolature diverse. Una volta che la posizione della minaccia è stata identificata si può intervenire. L'operatore chiamerà un team mobile che raggiungerà la potenziale minaccia in modo da intervenire su essa. Allo stesso tempo l'operatore nella sala di controllo deve continuamente aggiornare la posizione della minaccia alla squadra mobile. Quindi la situazione sarà sempre più complicata, nel momento in cui l'intruso continuerà muoversi all'interno del perimetro, in quanto il controllore dovrà sia gestire tramite joystick le telecamere per osservare la posizione dell'intruso e sia aggiornare il team mobile con la posizione di questo.

Altro tempo prezioso viene perso per riacquistare l'obiettivo in una fotocamera diversa, in quanto ognuna di esse ha un campo visivo limitato.

Una soluzione per migliorare il controllo è utilizzare il meccanismo pan/tilt abbinato ad un radar

interrato, questa soluzione è chiamata *"slew to cue"*. In questo modo si sarà in grado di rilevare oggetti o persone in movimento e spostare automaticamente la termocamera verso l'obiettivo in questione, inoltre la telecamere seguirà l'obiettivo se questo è in movimento e se esce dal campo visivo di una telecamera si passerà al monitoraggio su altra in automatico.

Tutte queste informazioni sono visualizzate su un display presente nella sala di comando nel quale viene visualizzata la mappa dell'intera area che si vuole controllare. Una volta che un intruso è rilevato dal radar questo apparirà nella mappa geospaziale e in questo modo l'operatore conoscerà direttamente la posizione esatta della minaccia, mentre questo si muove all'interno del perimetro la mappa viene continuamente aggiornata per dare la posizione in tempo reale dell'intruso.

Nel frattempo le telecamere seguiranno in automatico l'intruso fornendo a schermo il video in tempo reale in modo che l'operatore nella sala di controllo possa valutare con esattezza i modi di procedere per neutralizzare la minaccia.

A seconda del tipo di terreno e della forma del perimetro che si vuole proteggere, diversi radar possono essere integrati con la termocamera in questione. La presenza di un radar interrato diminuisce il numero di telecamere necessarie lungo il perimetro e la capacità di visualizzare l'area nei 360° e permette di monitorare bersagli multipli e di selezionare solo le aree di interesse da visualizzare. Questo sistema semplifica notevolmente il sistema di sicurezza perimetrale e l'installazione e la manutenzione delle telecamere.

Il sistema *"slew to cue"* può essere integrato anche con altri sensori ad esempio il controllo della violazione di un accesso non autorizzato, perchè in questo caso il sistema può essere progettato in modo da visualizzare direttamente quale ingresso è stato violato.

In questo modo si è ottimizzato il sistema di video-sorveglianza rendendolo da una parte più semplice e dall'altra molto più sicuro. In quanto in questo modo si garantisce un'elevata sicurezza dovuta al fatto che non si perderanno eventuali minacce e si avrà un rilevamento automatico nel caso di intrusione garantendo così un intervento rapido e mirato al fine di neutralizzare la minaccia rilevata.

Nella tabella 14 vengono riportate nel dettaglio le specifiche tecniche delle termocamere della serie PT:

Tipo di sensore	FPA (Focal Plane Array) microbolometro non raffreddato all'ossido di vanadio
Risoluzione del sensore	640x480
Pixel effettivi	380.000
Campo spettrale	7.5 a 13 µm
Sensibilità termica	< 50 mK
Frequenza d'immagine	25 Hz o 7.5 Hz
Zoom ottico	36x
Zoom elettronico	12x
Intervallo di temperature di funzionamento	-40° C a +55 ° C
Lunghezza focale/campo visivo	Obiettivo 100 mm/ FOV: 6.2° (H) x 5° (V)
Auto-sbrinamento	Elimina il ghiaccio dal vetro.
Dimensioni telecamera	348 mm x 467mm x 386 mm
Peso della telecamera	22 kg

Tabella 14: Specifiche tecniche termocamera FLIR serie PT.

In fig.47 sono riportate le varie viste della termocamera e le rispettive quotature.

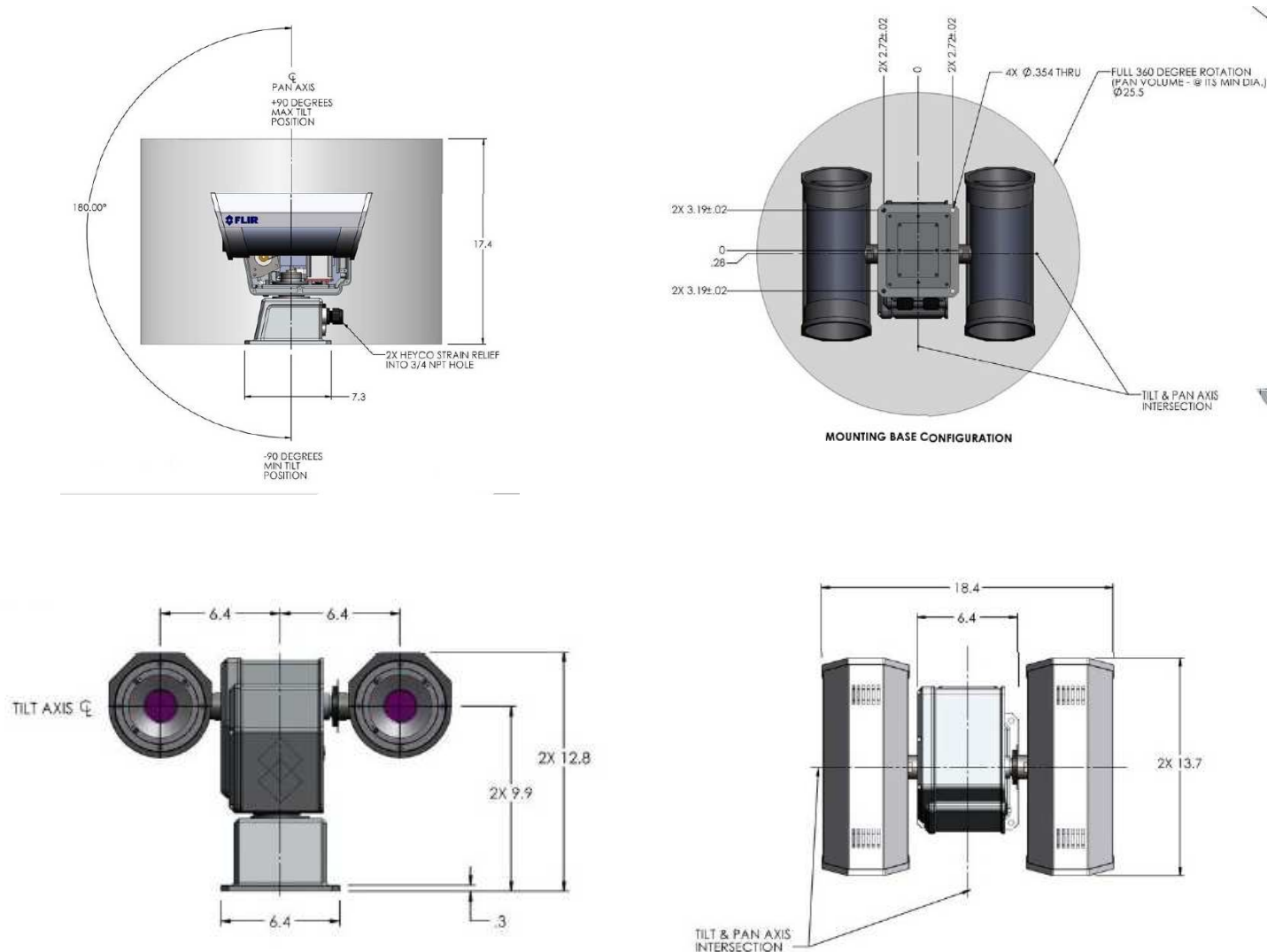


Figura 47: Principali viste termocamera PT.

9.6 POSIZIONE E NUMERO TERMOCAMERE

Una volta deciso il tipo di termocamere da utilizzare si pone il problema del numero e della collocazione di queste lungo il perimetro da controllare.

Per fare questo si è utilizzato un programma specifico "Raven Security Site Planning Tool", messo a disposizione dalla ditta FLIR, il quale permette una volta caricata la foto dell'aeroporto, ottenuta tramite Google Earth, e definite la lunghezza del perimetro di esso di valutare la posizione e il numero di telecamere necessarie per il controllo del perimetro in questione.

Una volta caricata la foto in questione si deve definire la lunghezza orizzontale, in metri, del perimetro. In questo modo se, come nel caso preso in esame, l'aeroporto considerato non è uno già esistente si può tranquillamente far riferimento ad una foto presa da Google Earth di un aeroporto con caratteristiche o collocazione geografica simile, in quanto poi si definisce la dimensione reale del perimetro adattandolo al caso preso in esame. Si possono anche aggiungere, i valori di latitudine e longitudine dell'aeroporto, questa è una funzione opzionale e ovviamente possibile solo se si conosce la collocazione esatta dell'aeroporto, ma è molto utile in quanto permette di conoscere successivamente i valori esatti di posizione di latitudine e longitudine di ogni singola telecamera.

In questo caso facendo riferimento ad un perimetro aeroportuale di un aeroporto generico e non di uno specifico già esistente si è deciso di far riferimento ad un aeroporto con caratteristiche simili. Per questo è stata caricata sul programma in questione la foto dell'aeroporto "Giovanni Catullo" di Verona. La scelta è ricaduta su questo aeroporto perchè in base alle condizioni al contorno imposte inizialmente questo presentava caratteristiche simili.

Una volta carica la foto dell'aeroporto, ottenuta tramite Google Earth, si deve, come già detto, inserire la lunghezza in metri del perimetro ed opzionalmente le coordinate di latitudine e longitudine. Successivamente comparirà la schermata principale del programma, mostrata in fig.48, nella quale è possibile scegliere il tipo di telecamera che si vuole installare, tra tutte quelle messe a disposizione dalla ditta FLIR, e la posizione di questa lungo il perimetro.



Figura 48: Schermata principale programma Raven Security Site Planning Tool.

Una volta scelta la telecamera e la posizione di questa compare un cerchio di colore grigio centrato nella telecamera che identifica il campo di vista di essa. Nel menù a destra sono presenti diverse voci: l'azimuth sta ad indicare la visuale da 0° a 360° che la telecamera è in grado di visualizzare grazie alla funzionalità "slew to cue", in grigio viene rappresentato il cono di ripresa della termocamera mentre l'arco di circonferenza rosso mostra il campo di vista di quella telecamera per un determinato valore di azimuth assegnato in quel preciso istante. Il pole height indica l'altezza, in metri, del palo su cui è montata la termocamera. Il range, espresso in metri, indica la distanza massima che la telecamera può raggiungere, inoltre per determinati valori di range di distanza è possibile visualizzare un video. Questo video mette in mostra la risoluzione delle immagini che si ottiene con quella determinata telecamera a quella distanza.

Ad esempio le due immagini in fig.49 mostrano la qualità delle immagini che si hanno per la termocamera PT 606 ad una distanza di 200 metri.

Si può notare, dalle due immagini, come la telecamera abbia una buona risoluzione e come sia possibile identificare il tipo di bersaglio visualizzato, uomo o tipo di veicolo nelle immagini prese in esame, e inoltre come si possa visualizzare nel dettaglio sia il tipo di veicolo e la persona in modo da riuscire a riconoscere il tipo di bersaglio e se, ad esempio nel caso di uomo, questo porti con se armi e quindi possa rappresentare un pericolo per la sicurezza del perimetro.



Figura 49: Risoluzione termocamera PT 606 ad una distanza di 200 metri.

Importante per la scelta del numero e della posizione delle termocamere sono i concetti di *Recognition* e *Identification*. Con questo programma è possibile scegliere tre tipi di target differenti: uomo, veicolo o navi, sotto ognuno di questi tre tipi di obbiettivi sono presenti due caselle una di colore rosso e una di colore verde.

Una volta selezionato il target è possibile determinare in base al range scelto se si ha *Recognition* e *Identification*. Ad esempio, se si seleziona come target l'uomo e si va a cambiare il valore di distanza, si può notare che le due caselle sottostanti la voce "man" cambiano colore. Quando il primo quadretto è rosso vuol dire che si ha *Recognition*, cioè la video camera vede la presenza di un essere umano ma non è in grado di identificarla. Diminuendo il valore della distanza si vede che la casella accanto si colora di verde. In questo caso si ha *Identification* ed ora, si è in grado di identificare la persona vedendo, per esempio, se esso porta con se un arma e di che tipo è. Per gli altri due tipi di bersaglio il procedimento è identico solo, che ovviamente, in questo caso si avranno range di distanza differenti per ottenere *Recognition* o *Identification*.

L'opzione "*Desired Range*" permette di scegliere il range desiderato e vedere, se in corrispondenza di tale valore, si ha identificazione e riconoscimento.

Attraverso la casella *Monitor View* permette di visualizzare la vista che si avrebbe dalla telecamera alla distanza impostata nella casella *Desired Range*.

Inoltre è presente il tasto *report* il quale permette di visualizzare in un apposito file di lettura i dati per ogni telecamera i quali sono: Horizontal Resolution, Vertical Resolution, Lunghezza Focale, Range Massimo, Latitudine e Longitudine.

In base a queste considerazioni si è deciso di posizionare tre termocamere in tre ben determinate posizioni in modo che queste garantissero una copertura globale del perimetro senza lasciare zone cieche. Ovviamente la termocamera PT, come detto in precedenza, permette di identificare bersagli fino a una distanza di 2.4 km, quindi di logica avendo un perimetro di 1000 metri ne basterebbe una collocata in una posizione strategica per coprire l'intero perimetro. Di contro è ovvio che la risoluzione della termocamera a elevate distanze non è così ottimale come per distanze minori.

La fig. 50 mostra la risoluzione dell'immagine che si avrebbe a una distanza di 1000 metri. In questo caso si nota come in lontananza si distinguano due figure molto sfuocate, inoltre in un range di distanza del genere per tutti i tre tipi di obbiettivo non si identificazione ma sono *Recognition*, quindi si sarebbe in grado di identificare ad esempio una persona ma senza riuscire a determinare se questa ha con se armi e quindi se è potenzialmente pericolosa o meno.



Figura 50: Risoluzione termocamera PT ad una distanza di 1000 metri.

Quindi l'utilizzo di una sola telecamera creerebbe un sistema di videosorveglianza poco sicuro con un livello di sicurezza molto basso.

Si è pensato allora di scegliere un numero di telecamere e di posizionarle in modo che si avesse identificazione e il riconoscimento per tutti i tre tipi di target e che a una distanza di 200 metri garantisse una copertura globale di tutto il perimetro. Si è fatto riferimento ad una distanza di 200 metri perchè come mostrato nella fig.49 a questo range di distanza si ha un'ottima identificazione dei bersagli. Per ottenere questo si sono posizionate tre termocamere rispettivamente lateralmente nel perimetro e una in posizione centrale, in questo modo come mostrato in fig.51 si ha una copertura globale del perimetro. La locazione esatta delle termocamere non è stata scelta a caso, ma si è deciso di posizionarle in modo che oltre ad avere una copertura globale, le aree maggiormente vulnerabili (secondo le normative diffuse dalla TSA) presentassero una doppia copertura dovuta all'intersezione dei campi di vista di due telecamere in modo che nel caso di malfunzionamento o manomissione di una fosse comunque assicurata la visuale in quell'area critica da parte di un'altra termocamera.

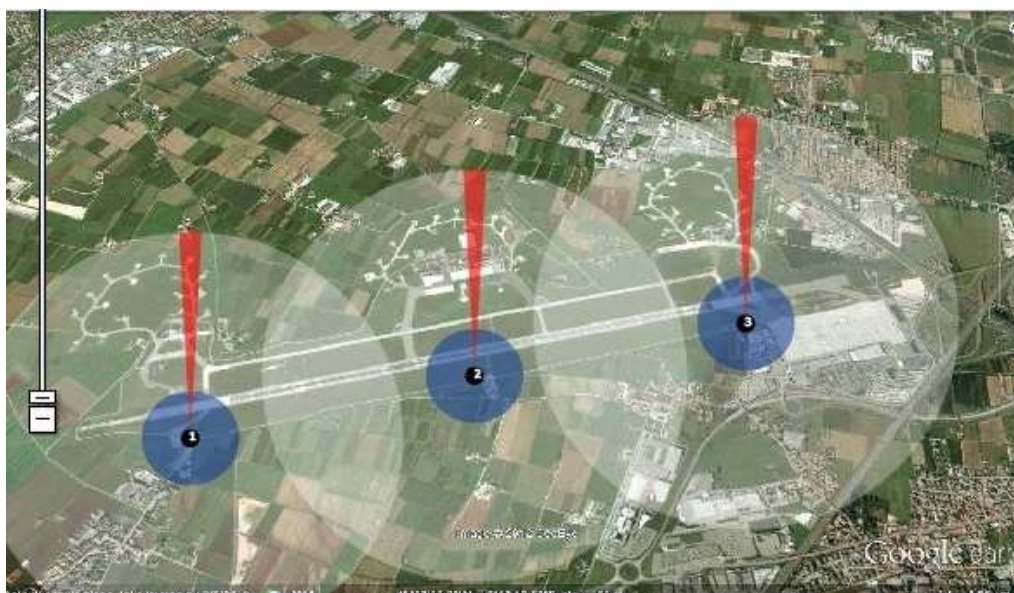


Figura 51: Posizione delle tre termocamere lungo il perimetro aeroportuale.

Il costo complessivo di realizzazione comprensivo di materiali, opere civili, posa, manodopera e delle tre termocamere è stato ottenuto tramite preventivo dalla ditta FLIR ed è pari a di 30.000 Euro.

9.7 TELECAMERE ANALOGICHE

Come si è detto in precedenza il sistema di videosorveglianza consiste in un sistema di termocamere insieme a telecamere CCTV montate insieme su un sistema motorizzato, in modo da poter passare dalla visualizzazione video diurna attraverso le telecamere CCTV all'utilizzo delle termocamere di notte o in condizioni di scarsa luminosità o cattive condizioni meteorologiche.

Per minimizzare il numero di CCTV e renderle maggiormente efficienti è conveniente installare telecamere con zoom, panoramica e possibilità di rotazione da utilizzare quando non è richiesto di mantenere un'immagine fissa su un determinato oggetto o luogo. Inoltre le telecamere devono essere ad alta risoluzione per facilitare le identificazioni e scelte tra le varie opzioni disponibili quali bianco e nero o colori, a lungo raggio, a bassa illuminazione e ciò a seconda della visibilità, del momento della giornata (giorno o notte) ed altre condizioni che possono essere determinanti sulla qualità del video.

La prima scelta fondamentale da fare per la scelta delle telecamere CCTV che si vogliono utilizzare è se scegliere una telecamera con sensore CCD o CMOS. Prima di effettuare questa scelta descriviamo in breve il funzionamento e le differenze tra i due sensori al fine di giustificare in modo pratico che verrà effettuata tra i due sensori.

Il sensore immagini della telecamera converte la luce in segnali elettrici. Le telecamere possono essere munite di sensori immagini che utilizzano due diverse tecnologie:

- **CCD** (Charged Coupled Device) Device)
- **CMOS** (Complementary Metal Oxide Semiconductor)

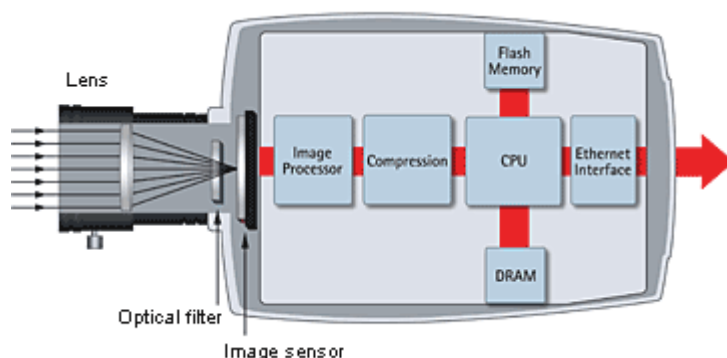


Figura 52: Struttura telecamera CCTV.

Entrambi i sensori hanno come elemento base: il fotodiodo. Questo rappresenta l'elemento fotosensibile che, colpito da un raggio di luce, genera una carica elettrica. Il CCD (*Condensed Coupled Device*), è un chip elettronico che converte, la luce in entrata nell'ottica della telecamera catturata dalla superficie del CCD, in una serie di segnali analogici, cioè trasforma l'informazione in un voltaggio.

La carica elettrica viene trasferita attraverso pochi "nodi" di uscita, per essere poi convertita in voltaggio e uscire dal sensore come segnale analogico. Tutti i fotodiodi sono dedicati esclusivamente alla lettura della luce e l'uniformità del segnale generato è alta, questa è una caratteristica importantissima ai fini della qualità dell'immagine. Il CMOS (*Complementary Metal Oxide Semiconductor*) è anch'esso un chip elettronico che trasforma la luce in entrata dell'ottica della telecamera, ma in questo caso il segnale viene convertito in un'informazione digitale e successivamente filtrato da una serie di amplificatori, riduttori di rumore e circuiti di trasformazione digitale. Con il risultato finale di rimandare l'informazione di ciascun pixel colpito dalla luce in una moltitudine di bit.

La presenza di altri circuiti intorno al fotodiodo riducono lo spazio dedicato alla cattura della luce, inoltre, quando ogni fotodiodo effettua la propria conversione, l'uniformità del segnale è minore rispetto al caso del CCD.

È facile intuire come l'architettura del CMOS sia un po' più complessa di quella di un CCD e quindi richieda fisicamente più spazio, ragione per cui in genere le telecamere prediligono il CCD in quanto garantisce un compattezza e un ingombro minore della telecamera. Inoltre l'uniformità fotografica offerta dal CMOS risulta essere inferiore vista la quantità di segnali processati.

In passato le differenze di conversione della luce di questi due sistemi rendeva il CCD più versatile, più economico e più semplice da usare rispetto al CMOS che per contro aveva dei vantaggi in termini di dissipazione e consumo energetico. Inoltre le immagini prodotte con telecamere equipaggiate con sensore CCD apparivano più uniformi e nitide e la tecnologia a monte, necessaria per riprodurle, rendevano questo sensore più efficiente in termini di costi e benefici.

Ma con l'evoluzione dei sistemi produttivi e dell'ingegneria le differenze tra i due sensori si stanno appiattendosi sempre di più. I CMOS sono diventati più piccoli e inoltre trasformano meglio l'informazione visiva e la differenza in termini qualitativi è praticamente nulla. Inoltre la velocità del trasferimento dell'informazione digitale rispetto a quella analogica li fa, in certi casi, preferire ai CCD. Ma quest'ultimi per contro hanno ormai una migliorata capacità di sfruttamento energetico e dimensioni ancora più ridotte. Infine anche se i costi si sono quasi livellati i CMOS risultano essere ancora un po' più costosi dei CCD. In quanto i sensori CMOS, che hanno subito così tante implementazioni in questi ultimi anni, richiedono minori componenti e consumano meno energia, ma generalmente necessitano la presenza di un chip che ottimizzi la qualità dell'immagine, incrementando così il costo e riducendo il vantaggio sui consumi. Sia i sensori CCD che CMOS possono offrire un'eccellente qualità dell'immagine se ben progettati.

I sensori CCD hanno finora rappresentato il punto di riferimento per le prestazioni in ambito fotografico, scientifico, applicazioni industriali o sistemi di videosorveglianza che richiedono la massima qualità dell'immagine possibile, anche a discapito delle dimensioni del sistema. I sensori CMOS offrono più integrazione, più funzioni all'interno del chip, minore dissipazione di energia e la possibilità di realizzare un sistema di minori dimensioni - per questo motivo li troviamo sulle piccole fotocamere consumer o nelle fotocamere dei cellulari.

La tabella 15 riassume le principali caratteristiche dei CCD e CMOS e il confronto tra esse.

Caratteristiche	CCD	CMOS
Output del fotodiodo	carica elettrica	voltaggio
Output del chip	voltaggio (analogico)	bit (digitale)
Output della fotocamera	bit (digitale)	bit (digitale)
Presenza di rumore	Bassa	Moderata
Complessità del sensore	Bassa	Alta
Gamma dinamica	Ampia	Moderata
Uniformità	Alta	Da bassa a moderata
Velocità raffica	Da moderata ad alta	Alta
Precisione cromatica	Alta	Media

Tabella 15: Caratteristiche dei CCD e dei CMOS.

Un altro aspetto importante da considerare, specialmente nel nostro caso, è il funzionamento dei due sensori nel caso di scarsa illuminazione. In queste condizioni, in cui le variazioni dovute all'amplificazione sono più significative, i sensori CCD generano una risposta dei pixel più uniforme rispetto a quanto succede nei CMOS. In quanto gli amplificatori mono-pixel del CMOS generano valori di illuminazione e rumore poco uniformi, mentre nel caso dei sensori CCD le informazioni di tutti i fotodiodi sono amplificate dallo stesso strumento quindi la variazione dei valori fra un pixel e l'altro sarà minore, di conseguenza si avrà in output più omogeneo. Condizioni di luce debole significa anche che il segnale risultante dall'illuminamento è vicino al livello di rumore di base del sensore. In questo caso gli amplificatori mono-pixel dei sensori CMOS hanno minore ampiezza di banda rispetto ad un amplificatore a banda larga per CCD,

dovendo amplificare il segnale di un solo pixel e non dell'intero sensore. Questo permette all'amplificatore del CMOS di acquisire un maggiore voltaggio prima che i livelli di rumore diventino intollerabili, mantenendo un quoziente Segnale/Rumore maggiore.

Questo è il motivo per cui i sensori CMOS offrono un'apparente sensibilità ISO più elevata, l'operazione di amplificazione del segnale è più agevole rispetto ad un CCD, a discapito della precisione cromatica che nei sensori CCD è invece maggiore.

Per contro, i sensori CCD hanno una maggiore copertura di superficie fotosensibile rispetto all'area complessiva del sensore, cioè ogni pixel cattura più luce e genera una carica elettrica maggiore, rispetto al pixel di un CMOS. Si può quindi dire che uno dei limiti più significativi dei sensori CMOS deriva dalla loro minore sensibilità alla luce, che non rappresenta un problema in condizioni di normale illuminazione ma può diventarlo se la luce è scarsa. Le immagini generate da questi sensori in condizioni di scarsa illuminazione possono essere infatti molto scure o disturbate.

Si deve, inoltre, tener conto che un sensore CCD può utilizzare la tecnologia del *pixel binning*, che permette di unire i dati di 4 pixel adiacenti in modo da moltiplicare la sensibilità del sensore, riducendo la risoluzione.

Tenendo conto di queste considerazioni si è deciso in questo caso di fare riferimento ad una telecamera CCTV con sensore CCD. Nello specifico si sono presi in considerazione diversi modelli e si optato per la scelta di una telecamera Sony Effio 700tv1.



Figura 53: Telecamera Sony Effio 700tv1.

La scelta è ricaduta su questa telecamera perchè è molto adatta per la sorveglianza di ambienti esterni e presenta ottime specifiche tecniche che assicurano l'ottenimento di un'immagine ben definita. Presenta un sensore d'immagine 1/3" Sony Effio CCD il quale realizza immagini ad alta risoluzione, garantisce una riduzione del disturbo, attraverso speciali filtri i quali garantiscono un elevato rapporto segnale/rumore maggiore di 55 dB. È garantito un ampio spettro di colori e un'elevata equilibratura del bianco, grazie ai sistemi ATW (miglioramento del bianco) di ultima generazione.

Presenta una risoluzione di 752x582 pixel e una portata fino a 30 metri.

Presenta una lente varifocale da 2.7 a 12 mm con regolazione manuale esterna, ha un angolo di vista orizzontale da 81° - 22°. Ha una temperatura di esercizio -10° C a +45° C, delle dimensioni pari a 180 x 175 x 83 mm e un peso di 1.4 kg.

Un altro motivo principale per cui è stato scelto questo modello di telecamere è che presenta un basso consumo a parità delle altre presenti sul mercato con caratteristiche simili e questo permette di ottenere un costo minore di mantenimento di esse.

La telecamera presenta alcune funzioni aggiuntive:

- **WDR (ATR):** La tecnologia WDR permette di offrire un'immagine chiara anche nelle circostanze più buie. WDR permette di catturare e di mostrare il chiaro e lo scuro nella stessa inquadratura, così le zone scure sono dettagliate e le zone chiare non sono saturate. Questa funzione può risultare utile in supporto alle termocamere già presenti.
- **DNR:** La funzionalità DNR aiuta a ridurre il disturbo dell'immagine causato da condizioni di scarsa luminosità.

Inoltre la telecamera in questione è dotata di una tecnologia innovativa che permette di ampliare il suo range dinamico. Si deve infatti tener conto che l'occhio umano può offrire prestazioni straordinarie nell'elaborazione delle informazioni visive, adattandosi ai cambiamenti di luminosità per garantire la possibilità di vedere sempre cosa c'è di fronte a noi, sia che si tratti della forte luce del mezzogiorno o della penombra.

Questa abilità di adattarsi a condizioni di illuminazione estreme e contrastanti può essere scientificamente definita come "range dinamico". Il range dinamico indica la differenza tra i valori di luce massimi e minimi sopportati dall'occhio umano. Nel mondo della tecnologia, le telecamere hanno finora provato invano a copiare le caratteristiche dell'occhio umano. La differenza tra i valori minimi e massimi di luce che possono trasformarsi in segnale video visibile è relativamente piccola, anche in telecamere estremamente avanzate.

Tuttavia la telecamera scelta presenta una tecnologia innovativa conosciuta con il nome di *Wide Dynamic Range* ("Ampio Range Dinamico").

Questa è una funzione di compensazione del controllo della luce che rende il meccanismo di elaborazione delle immagini della videocamera simile a quello dell'occhio umano.

Questa tecnologia permette di migliorare il range dinamico della videocamera di oltre 128 volte, aiutando a riprodurre immagini ben definite in ambienti con illuminazione ad alto contrasto. Questo è ideale per applicazioni di sicurezza e videosorveglianza dove le condizioni di illuminazione cambiano continuamente, come il caso di un perimetro aeroportuale.

Il miglioramento si raggiunge grazie a uno speciale sensore CCD a scansione progressiva e uno speciale LSI DSP incorporato nella telecamera. Il sensore CCD acquisisce le immagini due volte: la prima con una velocità dello shutter normale, per le aree più scure, e poi con una velocità dello shutter più elevata per le aree più luminose. Successivamente, la tecnologia LSI DSP unisce le due immagini in una, offrendo una riproduzione estremamente realistica e fedele della scena originale.

Vista la dimensione del perimetro e la portata di queste telecamere si è deciso di installarne 36 lungo tutto il perimetro da controllare, in modo da non avere zone cieche. Per quanto riguarda il loro posizionamento si deve tener conto del fatto che per garantire l'accessibilità nella manutenzione e quindi la facilità e la rapidità delle riparazioni è consigliabile posizionare i CCTV in punti dove i cavi siano facilmente raggiungibili.

Il costo complessivo per l'installazione del sistema di videosorveglianza per solo telecamere CCTV è risultato essere pari a 6800 Euro.

9.8 SISTEMA RADAR INTERRATO

Come detto in precedenza il controllo di videosorveglianza prevede non solo la presenza di termocamere motorizzate, ma anche la presenza di un sistema radar interrato in modo che questo non sia visibile. Per il sistema in questo si è deciso di utilizzare la tecnologia Micro Track.

Il sistema Micro Track non è altro che un sistema antintrusione composto da dei sensori a cavo elettromagnetico. In questo caso si ha una coppia di cavi interrati uno trasmettente e uno ricevente che generano un campo elettromagnetico sensibile ai movimenti del target nell'area protetta, come mostrato in fig. 52.

Il campo elettromagnetico generato è insensibile alle vibrazioni del terreno. Se un intruso entra in tale campo lo perturba, generando una variazione di permeabilità all'interno del campo elettromagnetico, la quale viene rilevata effettuando un confronto tra l'energia a radiofrequenza trasmessa e quella ricevuta. Il segnale così ottenuto viene inviato al processore di analisi che lo analizza e comunica all'unità di analisi le relative segnalazioni (Preallarme, Allarme ecc...).

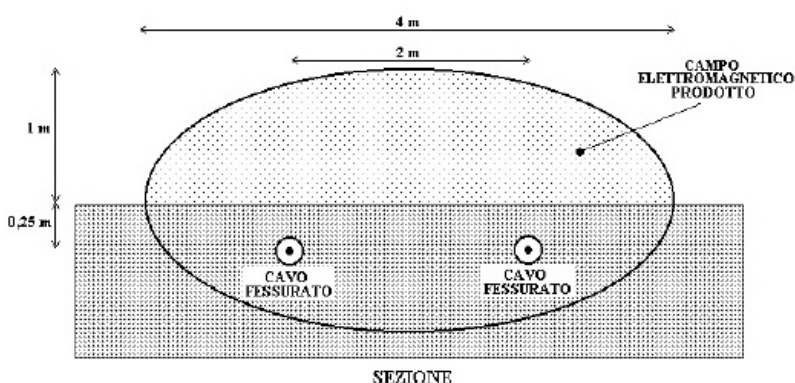


Figura 54: Campo elettromagnetico prodotto dai due sensori a cavo.

Il motivo per cui si è scelto tale sistema radar è legato al fatto che questa tecnologia è di origine militare ed è il più evoluto sistema di rilevazione interrato esistente che permette di ottenere protezioni e barriere invisibili in ampie aree.

Il sistema, essendo di natura elettromagnetica, non risente in alcun modo delle spinte e delle pressioni esercitate dagli alberi circostanti specialmente in caso di vento. La soglia di allarme può essere tarata in fase di calibrazione e può variare ogni 1.1 metri di cavo.

Questo permette di ottenere un funzionamento intimo con il tipo di installazione senza temere allarmi da animali di piccola taglia o volatili.



Figura 55: Campo elettromagnetico prodotto dal sistema Micro Track.

Il sistema è composto da due cavi interrati non visibili dall'esterno, i quali costituiscono delle "antenne fessurate" che permettono di rilevare i punti di attraversamento. Queste antenne generano un campo di rilevamento con raggio di copertura di 400 metri per rilevare intrusioni nel perimetro controllato. Ogni 1.1 metri si ha un *subcell* e ogni due *subcell* è possibile definire il punto di attraversamento. È importante che la fessurazione delle antenne sia a passo costante agevolando ogni intervento successivo di riparazione/manutenzione. Il prodotto permette la localizzazione di un intruso con risoluzione massima di 2 metri, ed è possibile l'associazione, in determinate zone strategiche, in modo da concatenare più subcell insieme e ottenere un aumento della risoluzione massima offerta dal sistema e quindi un campo elettromagnetico con estensione maggiore.



Figura 56: Cavi interrati.

Il sistema quindi permette la calibrazione "in situ" e consente l'attraversamento di aree eterogenee per forma, sostanza e consistenza. Può essere installato in qualsiasi tipo di terreno: dall'asfalto all'acciottolato, dal porfido al prato; anche se in previsione della messa in posa del sistema è bene che ogni tratta sia posizionata in modo che il suo solo sia omogeneo e dello stesso impasto.

È quindi possibile installarlo in presenza di attraversamento di un vialetto, giardino, selciato o strada asfaltata; senza la necessità di interrompere il cavo, né di modificarne il percorso e né, tantomeno, di dover rinunciare alla protezione in determinate zone. Inoltre l'elevata flessibilità dei cavi, permette un percorso ad andamento casuale e quindi anche in presenza di dislivelli del terreno, come mostrato in fig.57, i cavi possono seguire il profilo del terreno consentendo la protezione perimetrale in qualsiasi punto del perimetro che si vuole controllare.

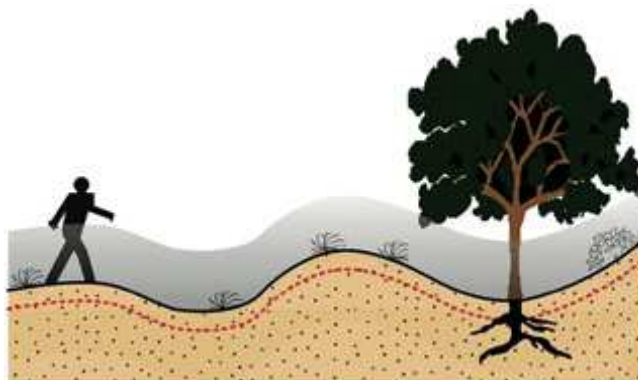


Figura 57: Esempio di posizionamento dei cavi di sensore.

Le attenuazioni dovute a ristagni d'acqua sono rilevate e compensate dal DPS delle unità di processamento che ne valutano l'andamento e la distribuzione di queste lungo il perimetro.

Si rileva la massa in attraversamento e si valutano le attenuazioni di campo, analizzando ogni centimetro di cavo ed integrando i risultati circa ogni metro. Questo permette di ottenere un sistema in grado di rilevare e visualizzare eventi multipli con il proprio punto di attraversamento e di riportarli in mappa grafica e contemporaneamente puntare le telecamere in zone differenti allo stesso tempo per rilevare minacce multiple.

Il campo di protezione che si ottiene varia a seconda della distanza e della profondità di installazione delle antenne, le quali normalmente sono poste ad una profondità tra i 10 e i 20 centimetri.

In fig. 58 è riportato un esempio di come si posizionano le antenne T per il trasmettente e R per il ricevente e del campo elettromagnetico che generano.

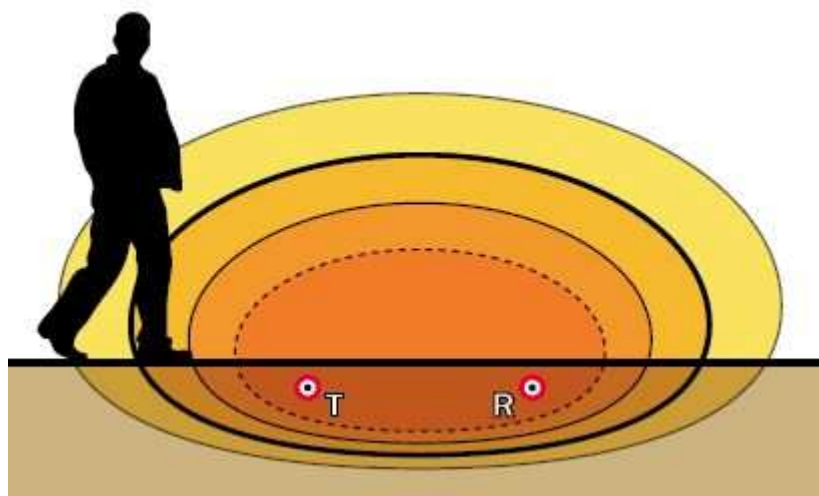


Figura 58: Esempio di posizionamento delle antenne ricevente e trasmettente e del campo da esse generate.

Il sistema individua la posizione dove avviene il disturbo del perimetro, cioè dove avviene l'intrusione, e utilizza sia un target spaziale e il lasso di tempo in cui si ha il disturbo per distinguere se si tratta di una reale intrusione da parte di una persona non autorizzata o se si è nel caso di semplice intrusione non dannosa da parte di piccoli animali o disturbi causati da fattori meteorologici come pioggia o neve.

Il sistema presenta un elevato rapporto segnale/rumore e una precisa determinazione della posizione del target consentendo così un'elevata capacità di rilevazione di intrusioni e un bassissimo numero di falsi allarmi.

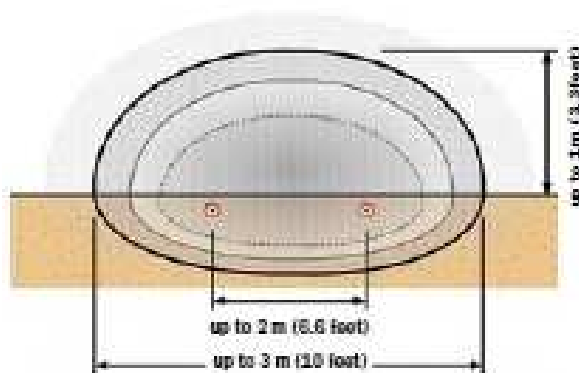


Figura 59: Campo elettromagnetico generato a seconda della profondità a cui sono posti i due cavi sensori.

Come detto in precedenza sono presenti due cavi sensori. Essi sono suddivisi in *subcells* tramite il software del sistema, in genere sono presenti 100 *subcells* per 200 metri di cavi.

Per avviare il rilevamento, il processo di MicroTrack invia, tramite banda larga, dei segnali RF codificati tramite il cavo trasmettente. Il cavo ricevente a sua volta genera un segnale i quali accoppiati, con il precedente segnale, generano un campo elettromagnetico invisibile sopra e sotto il suolo e lungo il perimetro in cui si estendono i due cavi.

Dopo l'installazione del sistema si esegue una "camminata di taratura" per ottimizzare la capacità di rilevamento ogni 2 metri di subcell. Si ottiene così un profilo di sensibilità in tutte le *subcells* e si imposta la soglia di allarme voluta.

Per quanto riguarda la collocazione dei cavi sensori lungo il perimetro si deve tener conto che i questi devono essere posati il più possibile lontano da alberi ad alto fusto che, mossi dal vento, potrebbero causare sollecitazioni anomale attraverso le radici. Qualora si fosse impossibilitati ad evitare qualche albero, bisogna provvedere con opportune opere murarie a contenere l'estensione delle radici. Gli scavi viaggeranno paralleli lungo tutto il percorso, ed avranno una distanza massima fra solo di 1,2 metri con profondità tra i 10 e i 20 centimetri, come mostrato in fig. 60.

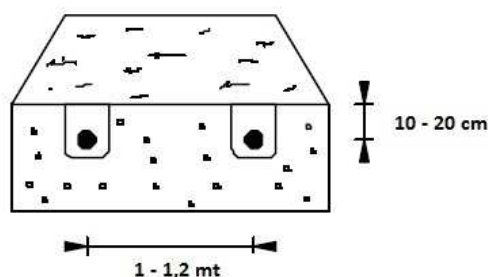


Figura 60: Posizionamento cavi sensore.

Se nel percorrere il perimetro si inducono delle curve (ad esempio: protezione circolare di una costruzione), è evidente che il tubo che segue il percorso interno risulterà più corto del tubo che segue il percorso esterno. Per ovviare a questo inconveniente, bisogna incrociare gli scavi in un punto opportuno del perimetro, in modo che il tubo interno diventi esterno, e viceversa.

Per quanto riguarda gli scavi per i cavi sensori non ci sono accorgimenti particolari da prendere se non il fatto che devono essere i più paralleli possibili. Un unico punto su cui si deve prestare particolare attenzione è il ripristino degli scavi una volta che si è posizionato il cavo sensore.

In fig. 61 vengono rappresentati due possibili soluzioni.

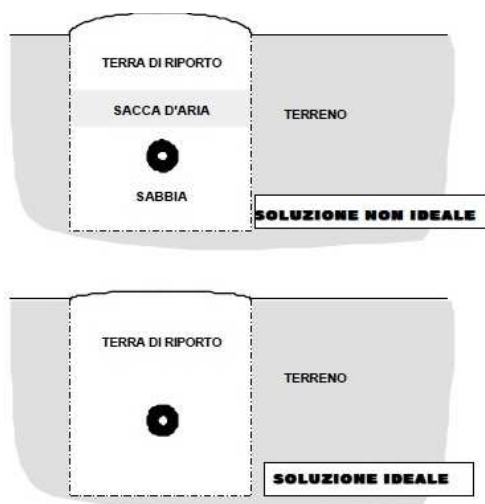


Figura 61: Ripristino degli scavi per i cavi sensore.

Come rappresentato in figura sovrastante la soluzione ideale tra le due è la seconda il motivo è dovuto al fatto che:

Prima soluzione (non ideale): in questo caso la proprietà idroscopica della sabbia, in fase di disgelo, darebbe luogo ad una sacca d'aria desensibilizzando il sistema (vale per zone soggette a climi particolarmente rigidi).

Seconda soluzione (ideale): in questo caso si è ripristinato lo scavo con lo stesso materiale asportato in precedenza, al fine di rendere omogeneo il terreno, eliminando così possibili problemi di desensibilizzazione del sistema. Prima di ricoprire gli scavi, ci si deve assicurare che nel percorso dei tubi non siano presenti pietre o altro materiale acuminato che potrebbe inficiare negativamente sulla funzionalità dei tubi stessi.

Il funzionamento di tale sistema è semplice ed è rappresentato in fig.62. Quando un bersaglio entra nel campo di elettromagnetico generato dal sistema di protezione, il cavo ricevente raccoglie il segnale alternato nel campo elettromagnetico disturbato dovuto all'intrusione e lo trasmette al processore. Questo analizza la fase e l'ampiezza del segnale alterato e lo confronta con la soglia calibrata. Se il segnale supera la soglia viene attivato un allarme e la posizione dell'intruso è identificata istantaneamente. Nel caso in cui il segnale non superi il valore di soglia imposto, come ad esempio di piccoli animali, non viene trasmesso nessun segnale di allarme.

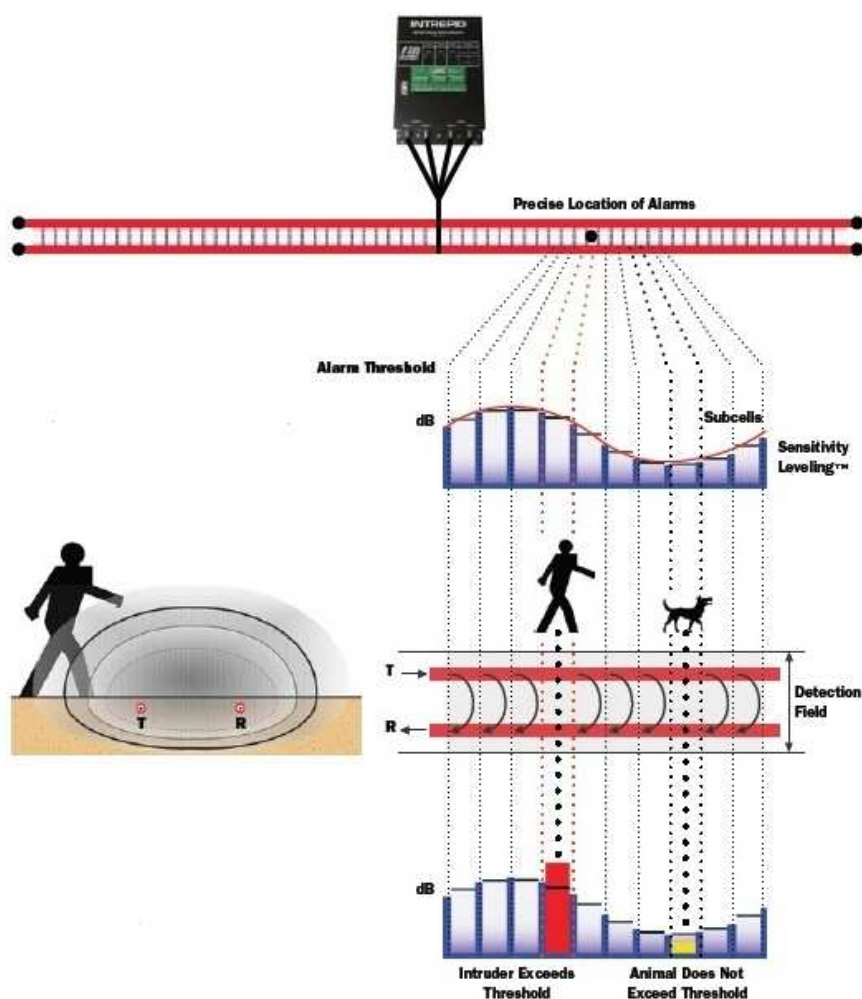


Figura 62: Modalità di rilevamento dell'intruso.

I principali componenti del sistema MicroTrack sono:

- **Micro Track Processor.**

Il processore del sistema MTP (Micro Track Processor) fornisce un'elaborazione elettronica dei segnali per un massimo di 200 metri e per una lunghezza totale del perimetro di 400 metri.

Ogni MTP supporta fino a 4 moduli di controllo ed è in grado di comunicare con il *Perimeter Security Manager* per il comando e il controllo.

Ha dimensioni pari a 33.7 cm H x 21.6 cm W x 10.2 cm e un peso di 2.5 kg. Riceve come input i segnali dei due cavi interrati A e B e come ha due porte di output d'uscita RS485 e RS 422.

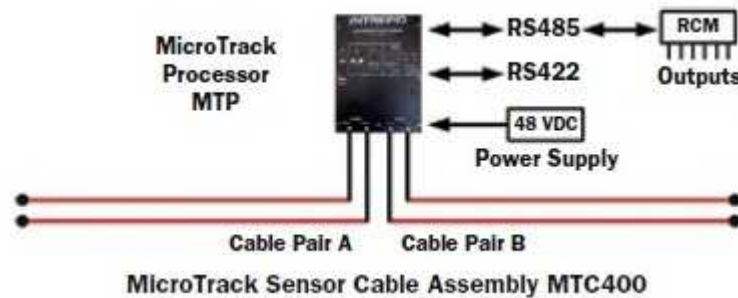


Figura 63: Micro Track Processor.

- **Cavi Sensore.**

Il sistema di rilevazione si compone di due rilevatori, uno trasmettente e uno ricevente.

Questi due cavi hanno un diametro di 10.3 mm e un rivestimento in polietilene esterno e all'interno un rivestimento impermeabile all'acqua, ha temperature di esercizio da -40° C fino a +70° C. Sono disponibili in due lunghezze di rilevamento di 110 metri e 210 metri.

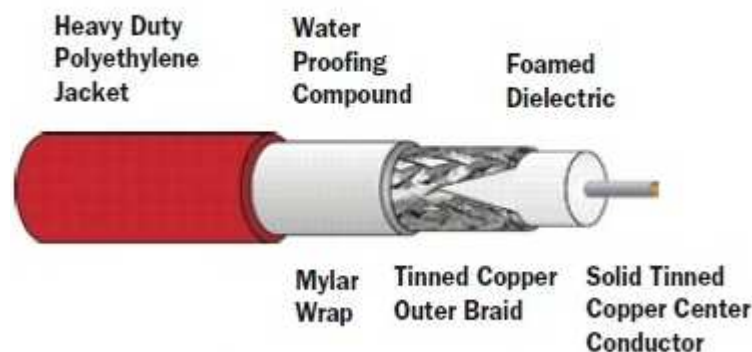


Figura 64: Cavo sensore.

- **Perimeter Security Manager.**

Per siti di grandi dimensioni, come un aeroporto, si possono collegare e controllare insieme più sistemi MicroTrack lungo tutto il perimetro, utilizzando un software opportuno chiamato "*Perimeter Security Manager*" (PSM) il quale permette di monitorare, controllare e ottenere un allarme globale per tutto il sistema. Come mostrato nella figura sottostante.

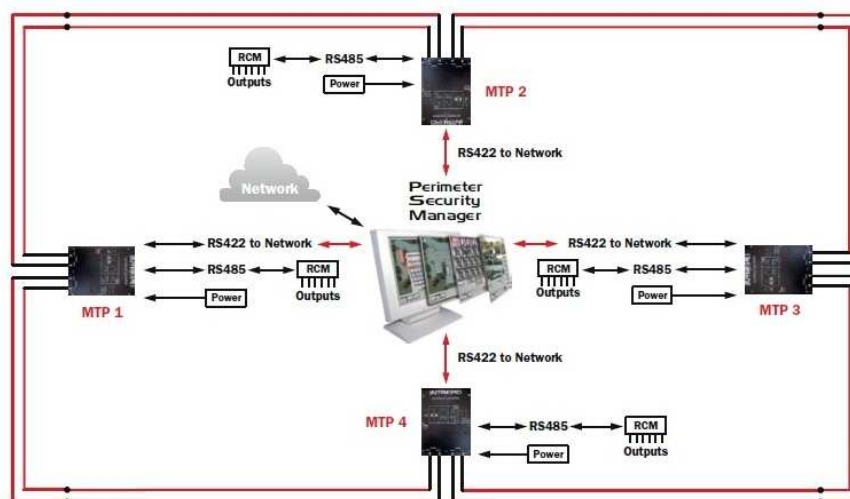


Figura 65: Perimeter Security Manager.

L'utilizzo del PSM permette il monitoraggio ed il controllo in tempo reale di tutto il perimetro, inoltre offre il massimo della funzionalità d'integrazione, dell'affidabilità e della facilità di utilizzo. Questo sistema è ideale per tutte quelle strutture in cui si vuole andare, come nel caso preso in esame, ad integrare e gestire insieme dispositivi di sicurezza perimetrale diversi tra loro e posti sia in un'unica posizione o in posizioni multiple. Questa funzionalità permette di incorporare e gestire anche dispositivi di sicurezza diversi come telecamere o termocamere, registratori video e monitor. Esiste, inoltre, un pacchetto integrato per il monitoraggio personalizzato della sicurezza, per la gestione del sistema di videosorveglianza e per il controllo di accesso. Questo pacchetto è chiamato *Software Development Kit* (SDK) ed utilizzabile con sistema operativo sia Microsoft, Linux e MAC.

I vantaggi principali che ne derivano dall'utilizzo di questo sistema sono:

- nascosto e discreto, presenta una bassa vulnerabilità ad attacchi esterni;
- segue qualsiasi profilo del terreno e ruota intorno ad angoli stretti;
- identificazione precisa dell'intruso;
- capacità di rilevare intrusi entro 3 metri;
- capacità di identificazione di ingressi multipli;
- elevato rapporto segnale/rumore;
- bassissimo numero di falsi allarmi;
- il costo è molto competitivo rispetto agli altri sistemi interrati.

In questo modo si è ottenuto un sistema di videosorveglianza ad elevata affidabilità e sicurezza.

Il sistema radar è compatibile e collegabile al sistema di telecamere inserito nel perimetro. In questo modo non appena il sistema radar individuerà un'intrusione le telecamere si orienteranno verso il target e lo seguirà se questo è in movimento. Inoltre il sistema mostrerà, sulla mappa geospaziale presente nella sala di controllo, la posizione esatta del nostro intruso, in questo modo si potrà attuare un intervento rapido e mirato al fine di neutralizzare la minaccia. Un sistema di questo tipo presenta un'elevata sicurezza e anche i costi inizialmente sono elevati, si ottiene poi un risparmio nel sistema d'illuminazione, descritto in seguito, e soprattutto nel mantenimento di questo e quindi complessivamente questo sistema di video-sorveglianza oltre a garantire una sicurezza elevata e una bassa vulnerabilità presenta un risparmio complessivo dei costi.

Per quanto riguarda il costo di tale sistema radar esso viene presentato come il costo complessivo comprendente sia tale sistema radar Micro Track e sia il sistema di videosorveglianza di telecamere CCTV e termocamere, presentato nei paragrafi precedenti, essendo questi integrati tra loro. Il costo finale complessivo di installazione, messa in posa e opere civili, materiali e apparecchi è pari a 4400 Euro.

9.10 DIGITAL VIDEO RECORDER

Il sistema di videosorveglianza considerato prevede anche la presenza di un DVR (Digital Video Recorder). Questi sono apparecchi atti alla registrazione, in formato digitale, di video provenienti da sorgenti esterne, in questo caso telecamere di videosorveglianza per poter rilevare danneggiamenti o crimini e per poterne avere una documentazione video.

Le registrazioni vengono effettuate su un supporto fisico, su un hard disk o un nastro, di tutto ciò che viene osservato dalle telecamere ad esso connesse. I moderni sistemi DVR permettono, inoltre, la gestione di sensori di allarmi esterni, la registrazione al movimento, nota come motion detection, la possibilità di ingrandire alcune aree durante la riproduzione.

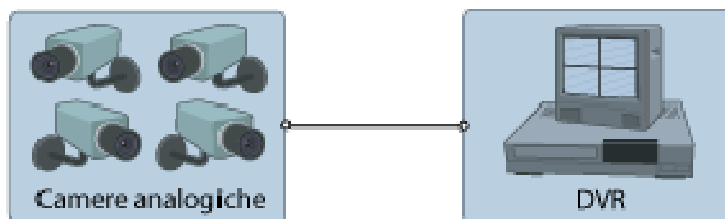


Figura 66: Collegamento telecamere analogiche e DVR.

Molti di questi dispositivi sono in grado di registrare anche l'audio se supportato dalle telecamere collegate. I sistemi DVR di oggi includono molte caratteristiche avanzate e sono in grado di fornire servizi che vanno ben oltre la semplice registrazione di audio e video, scopo per cui sono nati. Un sistema DVR collegato a telecamere TVCC offre diverse funzioni avanzate come la ricerca di determinati eventi all'interno di un video, la ricerca per ora, data o telecamera da cui proviene il video. Inoltre c'è la possibilità di selezionare la qualità del video che viene salvato e il numero di frames al secondo da salvare. Si deve, però, tener conto che un maggior numero di frames per secondo corrisponde ad una maggiore fluidità del video, ma anche ad un maggior spazio occupato sul disco fisso. Solitamente è possibile impostare il DVR in modo che, in caso il disco sia pieno, vada a sovrascrivere il filmato più vecchio. Alcuni degli ultimi software per DVR disponibili sul mercato offrono funzioni impensabili alcuni anni fa, come ad esempio la possibilità di rilevare oggetti mancanti o che non erano presenti.

Come detto in precedenza il nostro sistema prevede delle telecamere analogiche e termocamere abbinate ad un DVR, il quale ci permette di effettuare registrazioni digitali su unità disco e non su cassetta come nel caso di utilizzo di un VCR. Quindi, per poter registrare e archiviare le registrazioni di più giorni, è necessario digitalizzare e comprimere il video.

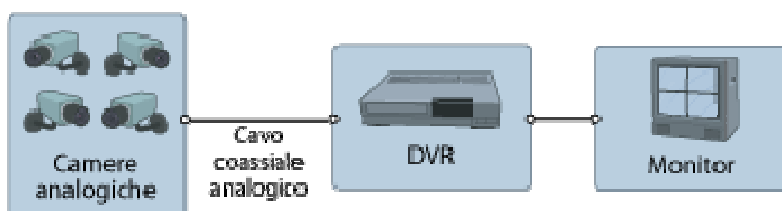


Figura 67: Collegamento telecamere a DVR e monitor tramite cavo coassiale analogico.

Nei primi DVR, lo spazio su disco era molto limitato, quindi la durata delle registrazioni era limitata oppure era necessario usare una velocità minore. La recente espansione delle capacità delle unità disco ha eliminato il problema dello spazio.

La maggior parte dei DVR ora in commercio dispone di più ingressi video – generalmente 4, 9 o 16 – e comprende quindi le funzionalità dei quadriplexer e multiplexer.

Un sistema DVR offre i seguenti vantaggi:

- Elimina la necessità di sostituire la cassetta.
- Garantisce immagini di qualità uniforme.

Quasi tutti i normali DVR ormai sono equipaggiati con la funzionalità multiplexer, in quanto questa ingloba la maggior parte delle funzioni di un sistema video, nello specifico:

- gestione interfacciamento telecamere/monitor e relative sequenze;
- gestione automatica degli allarmi: contatti d'allarme, activity detection (rilevazione di attività su tutto lo schermo per l'ottimizzazione della videoregistrazione), motion detection (rilevazione di movimento in una zona specificata dello schermo per gestione dell'antintrusione e della videoregistrazione);
- gestione delle visualizzazioni multischermo (in diverse combinazioni di telecamere);
- gestione "codificata" delle immagini da e verso il videoregistratore per la visualizzazione continua delle immagini di ogni telecamera;
- gestione dei sistemi che azionano brandeggi e zoom;

La principale caratteristica di un multiplexer sta nella sua modalità di funzionamento la quale può essere:

- **Simplex**: la memoria video del dispositivo viene utilizzata o per la registrazione delle immagini o per la visualizzazione delle immagini nella configurazione multi-schermo. Quando si registra è però sempre possibile visualizzare un'immagine o una sequenza a schermo intero. Cioè quando si registra non è possibile vedere in multischermo né immagini registrate né immagini in tempo reale; si può però vedere l'immagine trasmessa in tempo reale da una singola telecamera.
- **Duplex**: nel funzionamento Duplex è possibile contemporaneamente registrare e riprodurre o visualizzare le immagini nella configurazione multi-schermo; ciò perchè questi multiplexer sono in realtà costituiti da due (Duplex) unità simplex all'interno di un unico multiplexer. Cioè quando si registra si può vedere in multischermo o i video in diretta o i video registrati.
- **Triplex**: nel funzionamento Triplex è possibile contemporaneamente registrare e riprodurre e visualizzare le immagini nella configurazione multischermo poiché questi multiplexer sono costituiti da tre (Triplex) unità simplex all'interno di un unico multiplexer. Cioè quando si registra è possibile vedere in multischermo sia i video in diretta sia i video registrati.

Un'altra funzione molto utile implementata sui multiplexer è il "motion detection". Questa funzione permette di rilevare un movimento all'interno dell'area monitorata da una telecamera. In seguito al rilevamento è possibile attivare un allarme o dare il via alla registrazione delle immagini.

Va da sé che l'utilizzo della tecnologia motion detection, per la registrazione delle immagini consente, di ridurre molto il quantitativo delle immagini registrate e di conseguenza lo spazio occupato sull'hard disk allungando così il periodo di conservazione delle riprese. I moderni DVR consentono, sfruttando la tecnologia digitale, di attivare anche un periodo di pre-registrazione, cioè di registrare le immagini per un periodo antecedente l'attivazione del motion detection. Questo tipo di modalità risultava impensabile con la videoregistrazione a cassetta, ma è possibile digitalmente allocando temporaneamente le immagini e sovrascrivendole quando non più necessarie. Normalmente la sensibilità della Motion Detection è regolabile, in modo da evitare l'attivazione del registratore in occasione di eventi o movimenti di moderata entità o che durano tempi eccessivamente brevi.

Nel nostro caso si è deciso di equipaggiare il sistema di video-sorveglianza con tre DVR del tipo VM-16RT Video Mux con 16 canali con funzionalità multiplexer. Il DVR supporta anche 4 canali audio che possono essere utilizzati come microfoni di sorveglianza audio. Questo DVR è compatibile con il tipo di telecamere e termocamere scelta, infatti questo è in grado di controllare la funzionalità pan/tilt delle termocamere e lo zoom automatico tramite l'interfacci RS-485 e RS-232. Sono presenti due uscite video BNV che possono essere utilizzate in più monitor oppure in uno stesso monitor uno per la registrazione del video e uno per il video in tempo reale. Inoltre questo permette di migliorare la luminosità, il contrasto, nitidezza di ogni singola telecamera oppure di eseguire lo zoom specifico in una determina area.

Oltre ai tre DVR si sono considerati anche la presenza di due monitor lcd nella sala di controllo per visualizzare i video. Il costo complessivo del sistema di registrazione video, compressivo del costo d'installazione, è pari a 1800 Euro.

Il sistema DVR presente nella sala di controllo è integrato non solo, con il sistema di videosorveglianza, ma anche con il software DEA MAP in modo da poter gestire le possibili intrusioni rilevate dai sensori SERIR presenti lungo la recinzione (per la descrizione e il funzionamento si rimanda al capitolo 7).

Si è, così, ottenuto un unico sistema di gestione integrato sia per la rivelazione perimetrale che per la videosorveglianza, che permette di raffigurare l'intera area protetta su un mappa grafica presente nella sala di controllo.



Figura 68: Monitor presenti in sala controllo.

CAPITOLO 10: ILLUMINAZIONE PERIMETRALE

L'illuminazione perimetrale è un deterrente sia psicologico che reale e permette al personale di sicurezza di continuare ad avere una buona visibilità anche durante le ore notturne.

Molti aeroporti però presentano punti di illuminazione solo vicino ai punti di accesso e non lungo il perimetro esterno. Come la TSA (Transportation Security Administration) suggerisce, l'illuminazione perimetrale permette di individuare e prevenire gli accessi non autorizzati negli aeroporti, stando attenti che tali luci però non interferiscano con le operazioni di volo.

L'illuminazione perimetrale è un fattore importante per la sicurezza aeroportuale ed è altamente consigliabile nelle zone vicino alla recinzione.

Essa ha lo scopo di rendere facilmente visibile sia il perimetro che gli accessi favorendone, così, anche l'utilizzo. Essa diventa un fattore integrante nel caso in cui sia presente un sistema di videosorveglianza CCTV. In questo caso un buon sistema di illuminazione è importante per compensare condizioni meteorologiche avverse, che implicano bassa illuminazione, o durante le ore notturne.

Il posizionamento della fonte di illuminazione e la quantità di luce che deve sviluppare, deve tenere conto di fattori quali possibili sorgenti puntiformi di luce nel campo visivo (ad esempio fari dei veicoli di notte), riflessi dovuti dalle superfici metalliche o di vetro e della sensibilità delle lenti della telecamera.

La quantità di luce da fornire dipende specialmente dal tipo di area da illuminare, dalla distanza della sorgente di luce, dalla telecamera e dalla sensibilità di essa.

Inoltre deve essere situata più vicina possibile al bersaglio considerato in modo da diminuire la potenza utilizzata e quindi garantire un risparmio energetico che avrà poi un risvolto in termini di risparmio economico.

Per gli aeroporti la sostituzione di lampadine a vapori di sodio con lampade a tecnologia LED ha permesso di ridurre i costi dovuti all'illuminazione.

Come anticipato, il sistema di illuminazione deve essere pensato come ad un sistema che va di pari passo con i sistemi CCTV.

Bisogna infatti tenere conto che le telecamere CCTV non hanno grandi capacità visive nel buio più totale. Per il rilevamento di eventuali intrusi nelle ore notturne devono quindi essere affiancate da sistemi di illuminazione tradizionali con delle normali lampadine. Anche se alcune lampadine (fluorescenti, HID) sono più efficienti di altre, i costi di esercizio sono comunque alquanto elevati. Inoltre, la luce riesce a farsi strada solo fino a una certa distanza e non sempre è possibile illuminare completamente un'area per poterla tenere sotto il controllo di telecamere CCTV. A tutto ciò occorre poi aggiungere i costi di alimentazione e manutenzione delle luci. Non va inoltre trascurato il fatto che l'illuminazione crea un percorso che favorisce l'attacco da parte di eventuali intrusi, dando origine a ombre in cui possono nascondersi per avvicinarsi all'obiettivo senza essere visti.

Le lampade ai vapori di sodio ad alta pressione costituiscono l'evoluzione della tecnologia ai vapori di sodio a bassa pressione. Rispetto a queste ultime, le lampade ai vapori di sodio ad alta pressione consentono una migliore distinzione dei colori, mantenendo alti livelli di efficienza luminosa. Queste lampade hanno rappresentato una tecnologia più diffusa per illuminazione di grandi aree o zone perimetrali. Il loro utilizzo è ideale in tutti quei contesti in cui serve illuminare risparmiando energia ma in cui la qualità della resa cromatica non è l'obiettivo primario. Rispetto alle vecchie lampade a mercurio, ormai in disuso, permettono un risparmio anche del 40-50%.

Per funzionare necessitano normalmente di :

- un alimentatore, che serve a limitare e regolare la tensione;
- un accenditore, che serve ad innescare la scarica iniziale e può essere esterno oppure incorporato alla lampada stessa.

L'utilizzo di alimentatori elettronici "intelligenti", al posto dei tradizionali alimentatori elettromagnetici, consente di ottenere ulteriori risparmi energetici, aumentando anche la durata di vita delle lampade. Questi alimentatori, che vanno installati tra la lampada e la rete elettrica, sono applicabili anche su sistemi di illuminazione esistenti, ottenendo così immediati risparmi a fronte di un investimento economico molto basso e ammortizzabile in un breve lasso di tempo. I vantaggi principali che offrono sono: ottima efficienza luminosa, una buona durata e un risparmio energetico rispetto alle altre normali lampadine.

Si deve tener conto del fatto che queste presentano una resa cromatica non ottimale, inoltre la luce emessa dalle lampade al sodio è gialla, non corrispondente al picco della sensibilità dell'occhio umano: i colori non sono riprodotti fedelmente ed è quindi necessaria più luce per garantire una visione sicura.

Rispetto a qualsiasi tipo di lampadina, i LED consentono ingenti risparmi sul consumo elettrico a parità di illuminazione anche del 50-80%, durano più a lungo e richiedono poca manutenzione. L'illuminazione agli infrarossi per mezzo di LED, talvolta chiamata infrarosso attivo, indirizza la radiazione infrarossa nell'area davanti a una telecamera. I LED spesso sono disposti a corona attorno al suo obiettivo.

Rispetto alla tecnologia convenzionale, con l'utilizzo di LED è possibile raggiungere una riduzione del consumo energetico e dell'emissione di CO₂ oltre il 70%.

Inoltre, i LED aumentano anche la qualità delle immagini catturate dalle telecamere di sicurezza, infatti l'indice di resa colorimetrica (CRI) che indica la fedeltà di riproduzione dei colori vale 20 per le lampade al sodio e 80 per le lampade a LED.

Per quanto riguarda inquinamento luminoso, che risulta essere un argomento molto sentito al giorno d'oggi, le lampade al sodio essendo omnidirezionali diffondono la luce in tutte le direzioni ed è necessario dotare il lampione di una parabola per recuperarne metà: l'efficienza luminosa finale è il 50% di quella emessa. Il LED è direzionale per costruzione ed emette un fascio luminoso definito, a 90°, da 90 lumen/watt e quindi riduce al minimo l'inquinamento luminoso.

Il LED può essere interfacciato con delle ottiche secondarie per restringere il fascio luminoso.

Si deve tener anche conto della vita utile della lampada, le normali lampade a sodio hanno una vita stimata intorno le 4000-5000 ore, quindi circa 11-14 mesi con un funzionamento di 12 ore al giorno. Al contrario i LED presentano una durata da 50.000-100.000 ore e quindi 10-12 anni che è nettamente superiore. Inoltre, le lampade al sodio, dopo le 3.000 ore di funzionamento presentano una riduzione del flusso del 40%.

La fig.69 riporta un grafico nel quale si mostra le potenze tipiche per lampade al sodio ad alta pressione (HS), le potenze tipiche per lampade al mercurio (HM) e per i LED. Si vede come per questi sono disponibili un' ampia gamma di potenze e siano più efficienti delle lampade HS per impianti a bassa potenza, mentre ad elevate potenze la differenza è pressoché esigua.

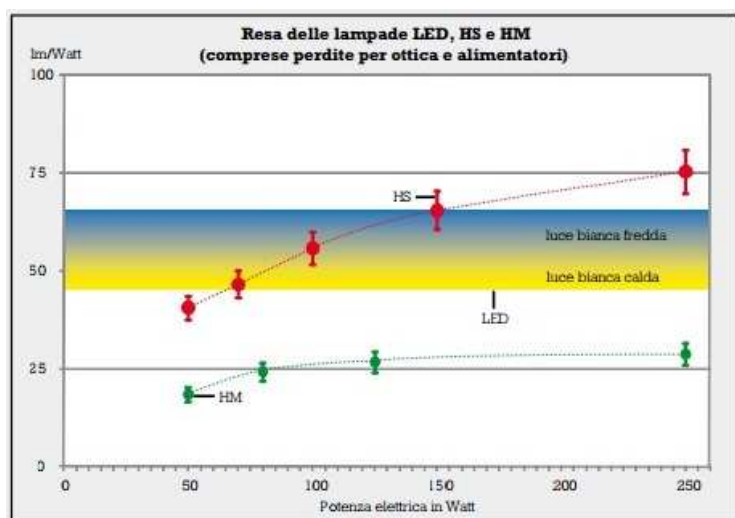


Figura 69: Grafico della resa delle lampade LED, HS e HM.

In conclusione, la lampada al sodio per qualità della luce, efficacia della protezione, inquinamento luminoso e durata risulta avere prestazioni molto inferiori rispetto ad una lampada a LED.

Si deve sicuramente tener conto che i costi iniziali degli apparati di illuminazione LED sono maggiori rispetto a quelli tradizionali, anche il doppio o il triplo. Ma a questo si debbono affiancare i costi di manutenzione i quali per apparati di illuminazione LED sono stimati essere un decimo rispetto a quelli degli impianti al sodio. Quindi, in generale, si può dire che anche se inizialmente i costi sono maggiori considerando la maggiore durata, il risparmio energetico e la manutenzione quasi inesistente, complessivamente si ha un risparmio netto dal 50% al 80% nel caso di utilizzo di un impianto di illuminazione LED.

10.1 I PROIETTORI LED

I fari LED emettono luce bianca fredda, la quale permette di ottenere un'elevata illuminazione sicura della zona che si vuole illuminare con il minor consumo di energia. La luce bianca attraversa molto meglio la nebbia, rendendo i veicoli e le persone più visibili.

Con un proiettore si fornisce illuminazione per grandi superfici, ora anche in forma compatta. La loro tipologia e le dimensioni geometriche si orientano a parametri collaudati, per cui i pali esistenti possono essere riequipaggiati senza problemi con la nuova tecnologia ad efficienza energetica.

Un proiettore LED per grandi superfici si qualifica con i suoi valori prestazionali per l'uso complesso nel sistema a palo alto con altezze del punto luce di oltre 30 metri. Una carcassa in alluminio ridotta all'essenziale permette di accogliere fino a 32 unità d'illuminazione le quali vengono accoppiate direttamente alla carcassa dell'apparecchio in modo da ottenere una dissipazione ottimale del calore.

In funzione della corrente sono disponibili due versioni: i 345 W per una corrente di 350 mA e i 493 W per una corrente di 500 mA. Calcoli comparativi mostrano che, secondo la situazione, è possibile ottenere risparmi energetici tra il 30% e il 70%.



Figura 70: Esempio faro LED.

Le unità d'illuminazione possono essere dotate di diverse ottiche a lente, che generano una distribuzione della luce adattata alle esigenze del momento. In particolare per l'illuminazione di grandi superfici è stata sviluppata l'unità d'illuminazione "DP31". Per questa è ora possibile scegliere tra 3 diverse temperature cromatiche:

Warm White (3.000 K), *Outdoor White* (4.500 K) e *Cool White* (6.000 K).

Tra le tre temperature di colore indicate, la versione a 6.000 K è simile in termini di efficienza ad una sorgente luminosa NAV (a vapori di sodio).

La tecnologia d'illuminazione viene montata dietro una copertura dell'apparecchio in vetro di sicurezza antiriflesso, apribile senza utensili, in modo da rendere il prodotto adatto anche per l'uso nelle condizioni ambientali più avverse.

Tale tecnologia realizza un ulteriore potenziale di risparmio grazie alla possibilità di collegamento con sistemi di gestione della luce o attraverso la funzione di riduzione notturna autonoma in fasi liberamente selezionabili.

Oltre al ridotto consumo energetico e ai costi di manutenzione nettamente inferiori, essa offre un altro vantaggio fondamentale: la zona da illuminare può essere definita con maggiore precisione rispetto a quanto è possibile fare con la tecnologia convenzionale.

Gli impianti LED recenti si basano sul concetto "*Multi-Layer*", che non è nient'altro che la sovrapposizione multipla delle distribuzioni di luce uniformi che partono dalle singole unità LED.

Questa tecnologia garantisce che nel caso in cui si abbia un parziale guasto non si abbiano zone non illuminate, ma solo zone con una ridotta intensità luminosa. Diversamente dai sistemi convenzionali, la tecnologia LED non necessita di una riaccensione a caldo per ripristinare immediatamente l'illuminazione dopo un guasto nel funzionamento continuo.

La tecnologia LED viene utilizzata con successo negli impianti a palo alto già dal 2010: per esempio nel terminale portuale "Molo di Ponente" a Venezia si utilizza un impianto LED per illuminare un'area di 90.000 m², questo sistema garantisce un basso consumo anche del 60% in meno rispetto a quello precedente. Per quanto riguarda le zone aeroportuali il primo impianto di illuminazione a LED è stato utilizzato nel piazzale aeroportuale di Innsbruck.

Un'altra tecnologia LED utilizza quella F32. Questa costituisce un prodotto compatto con dimensioni ridotte, adatto anche per l'integrazione dei sistemi a palo alto esistenti. F32 viene completato con le varianti di prodotto F16 e F6, che sono strutturate nelle classi di potenza minori per altezze punti luce più basse.

Con questa tecnologia si ha quindi a disposizione una gamma di prodotti completa, dagli apparecchi a palo fino al sistema a palo alto.

Per quanto riguarda il sistema di illuminazione per la recinzione aeroportuale presa in esame in questo caso si è fatto riferimento a due possibili soluzioni diverse. In entrambi i casi si sono utilizzati sistemi LED semplici, senza tecnologie avanzate o amplificazioni luminose. Il motivo è quello spiegato precedentemente, in quanto la presenza delle termocamere assicura una visualizzazione dell'area circostante anche di notte o in cattive condizioni meteorologiche senza un'illuminazione elevata, consentendoci di avere un sistema di illuminazione "minore" il cui scopo principale è quello di rendere visibile la recinzione e illuminare la zona perimetrale. Permettendo così un risparmio di costi, utilizzando un impianto di illuminazione più piccolo, e soprattutto un risparmio energetico e di manutenzione nel tempo.

Entrambe le soluzioni presentate sono valide e possibili nel caso preso in esame proprio per questo vengono presentate entrambe e dopo un'analisi delle varie peculiarità verrà scelto il sistema più adatto alle esigenze del caso preso in esame.

10.2 ILLUMINAZIONE CAST LED

Il sistema di illuminazione perimetrale CAST LED è un sistema d'illuminazione a bassa tensione composto da robusti corpi illuminanti i quali sono composti da fari LED e da un alimentatore molto affidabile.

Questo tipo di illuminazione viene montato direttamente sulla recinzione e le sue peculiarità principalmente sono di essere semplici e veloci da installare e un basso consumo energetico. Inoltre questo sistema ha un elevato numero di applicazioni e si presta bene anche per le recinzioni aeroportuali.

La facilità e la sicurezza di installazione sono garantite da un voltaggio di 24 Volt che consente di aver un risparmio sia in termini di lavoro, di materiali e di consumo se paragonati ai normali sistemi con voltaggio di 120 Volt.

Tale sistema fornisce un'illuminazione sufficiente per le telecamere e per la visualizzazione della recinzione, ma allo stesso tempo non crea una luce abbagliante. Ogni luce è montata su un palo di acciaio zincato resistente all'umidità e alle condizioni meteorologiche avverse. Inoltre ognuna di queste è in grado di illuminare una zona della recinzione di circa 6-9 metri a seconda dell'altezza a cui viene montata e dell'illuminazione richiesta. Le luci a LED utilizzate sono del tipo "Neutral White Cree" e garantiscono una durata di circa 50.000 ore quindi un funzionamento dell'impianto per un tempo maggiore di 12 anni.

Si ha un ampio range possibile di tensioni in ingresso che varia tra 12 a 24 volt, i quali consentono di utilizzare un cavo di alimentazione di lunghezza elevata ma con perdite di tensioni, lungo esso, accettabili. Ad esempio un singolo cavo di alimentazione da 24 volt è in grado di fornire alimentazione a 17 luci per una lunghezza del perimetro di 150 metri, con un consumo annuo di energia per soli 100 Euro nell'ipotesi di un utilizzo delle luci per 11 ore/giorno. Inoltre un sistema di questo tipo non contribuisce all'inquinamento luminoso.



Figura 71: Sistema illuminazione CAST LED.

Attualmente quasi tutti i perimetri relativi ad aree da controllare presentano il tipico sistema di illuminazione a palo alto. Questo tipo di soluzione va bene per tutte quelle recinzioni che sono all'interno di aree adiacenti ad edifici o parcheggi illuminati. Tuttavia in certi casi le recinzioni si possono estendere anche in aree che necessitano di un'illuminazione generale dell'area. Il sistema CAST LED offre una soluzione di illuminazione economica con un'elevata efficienza energetica per questi perimetri recintati. Questo sistema garantisce un'illuminazione adeguata sia per l'utilizzo di telecamere nel sistema di videosorveglianza che alle guardie per una visione sufficiente per identificare la presenza di un intruso nel perimetro.

I cavi che collegano il trasformatore alla recinzione possono essere interrati ad una profondità di 15 centimetri e possono essere collegati direttamente alla recinzione rendendo molto semplice l'installazione.

Il sistema di illuminazione in questione è posto solo nei punti della recinzione dove è necessario, diminuendo così notevolmente i costi energetici rispetto all'utilizzo di una soluzione più generale.

I costi di manutenzione sono molto esigui in quanto, come detto in precedenza, il sistema è progettato per garantire un funzionamento continuo per circa 10 anni, è richiesta solo una pulizia occasionale dei contenitori delle lampade dei LED.

Il sistema si compone di 4 componenti principali:

- Capello: in lega di alluminio epossidica altamente riflettente di colore bianco;
- Corpo: in lega di alluminio con inserto per le luci LED impermeabile di vetro borosilicato;
- Stem: tubo in acciaio zincato con vite di regolazione;
- Base: il lega di alluminio.



Figura 72: Componenti e dimensioni faro CAST LED.

Tutti i componenti hardware, comprese le viti, i dadi e le rondelle sono in acciaio zincato.

Tutti i componenti dei driver sono progettati per il funzionamento ad alta temperatura.

La sua temperatura di esercizio ha un range molto ampio che va da -40° C a +55° C.

Relativamente al montaggio, tale sistema di illuminazione è creato apposta per una linea di recinzione. Alla base è presente un knock-out che può essere utilizzato per assicurare la tubazione con la scatola di collegamento. E' inoltre presente un paletto standard che assicura la base knock-out al terreno. Per quanto riguarda i componenti elettronici, LED driver è stato progettato specificamente per tale sistema di illuminazione.

Il range di voltaggio in ingresso varia tra 12V e 24V, la corrente di alimentazione è di 0.41 A (con una possibile oscillazione di +/- 10%) mentre a potenza sempre in ingresso è di 6.2 Watt (+/- 18%). Il fattore di potenza è di 0.88 (+/- 0.1)

Il LED array è montato su un corpo di alluminio il quale è collegato alla base grazie ad una lega di alluminio. Il LED Driver si trova totalmente incapsulato in una lega epossidica termicamente conduttiva.

Per quanto riguarda il valore di efficienza, l'efficienza luminosa è del 52% mentre il rendimento luminoso totale è 37.9 Lumen/Watt.

Nei sistemi di illuminazione una cosa molto importante è la facilità di reperimento dei componenti di ricambio, in questo sistema molte riparazioni non richiedono un tecnico specializzato riducendo così i costi di manutenzione.

Vista la lunghezza complessiva della nostra recinzione, di 1000 metri, si è considerato di porre lungo il perimetro un numero complessivo di 115 pali di illuminazione.

Il costo del materiale e di tutto il sistema per una recinzione di 1000 metri è di 16.000 Euro a cui si deve aggiungere un costo di manodopera di circa 50 ore per l'installazione del sistema d'illuminazione. Il costo complessivo del sistema è quindi di 18.000 Euro.

Costo Materiale.....	16.000 Euro
Ore Manodopera	50 ore
Costo Orario Manodopera.....	40 Euro
Costo Manodopera.....	2.000 Euro

Costo Totale18.000 Euro

Questo sistema è molto innovativo e permette di abbattere notevolmente i costi d'installazione rispetto ad un normale sistema LED ed è molto adatto per un sistema di perimetro aeroportuale, ma essendo sul mercato da poco è in fase d'installazione su alcuni aeroporti minori, ma non è in funzione da molto. Di contro quindi non si ha un riscontro pratico delle reali potenzialità di questo sistema.

10.3 SISTEMA DI ILLUMINAZIONE IBT DOGMA 6

Dogma è un sistema di illuminazione rivoluzionario, composto dall'elemento illuminante e da hardware e software che ne permettono il controllo e la gestione remota.

Alcune caratteristiche intrinseche al sistema, permettono di modellare la luce controllando la direzione e la forma del fascio luminoso.

L'alta efficienza legata all'utilizzo della tecnologia LENS & LED CHIP ARRAY, unita alla possibilità di modulare l'intensità luminosa, in funzione di parametri completamente configurabili, consentono una significativa riduzione dei consumi energetici, di gestione e di manutenzione. L'impiego di materiali totalmente riciclabili e a zero costi di rottamazione e smaltimento rende Dogma un sistema totalmente eco-compatibile.

L'altezza di installazione del palo è consigliata tra i 6 e i 12 metri, il sistema presenta un'elevata resa cromatica maggiore di 0.70 e una potenza nominale da 22 W a 150 W.

L'impianto presenta assenza di emissione UV, assenza di abbagliamento e inquinamento luminoso. Inoltre è insensibile alle variazioni di temperatura ambientale, garantendo così un funzionamento ottimale in tutte le condizioni meteorologiche o in zone con temperature esterne molto rigide, il tempo di accensione risulta essere in ogni condizione climatica pari a 100 µs e quindi praticamente istantaneo.

Il ciclo di vita del sistema presenta un funzionamento delle lampade per un tempo maggiore di 50.000 ore e quindi pensando ad un funzionamento giornaliero medio di 11 ore, assicura un ciclo di vita maggiore ai 12 anni.

La lente primaria è una lente siliconica, mentre quelle secondarie sono matrice a lenti di rifrazione.

L'efficienza totale dei sistemi ottici è superiore al 93%.



Figura 73: Faro DOGMA 66.

Il sistema di illuminazione prevede anche la funzionalità di lampada "intelligente", cioè consente di abbinare il comando di "allarme intrusione", prodotto dal radar interrato o dai sensori presenti sulla recinzione, ad un comando alle lampade in modo di elevare l'intensità luminosa sul perimetro o in una zona precisa dove è stato rilevato l'allarme in modo di aumentare la sicurezza del perimetro.

Le lampade DOGMA 66 sono equipaggiate con un il sistema, hardware&software, integrato "*Osiris*", che associa i vantaggi della gestione remota punto a punto (controllo di ogni singola sorgente luminosa) ad un efficiente uso dell'energia elettrica (risparmio energetico), in totale rispetto dell'ambiente ed in ottemperanza alle normative vigenti.

Le lampade DOGMA, equipaggiate con controllo remoto e software "*Osiris*", garantiscono una vita utile estremamente lunga, un rapporto efficienza luminosa/consumo energetico eccezionalmente elevato, la possibilità di programmare il flusso luminoso, di avere segnalazione degli stati funzionali di ogni singolo punto luce e i corrispettivi consumi energetici, al fine di garantire una significativa riduzione dei costi di manutenzione.

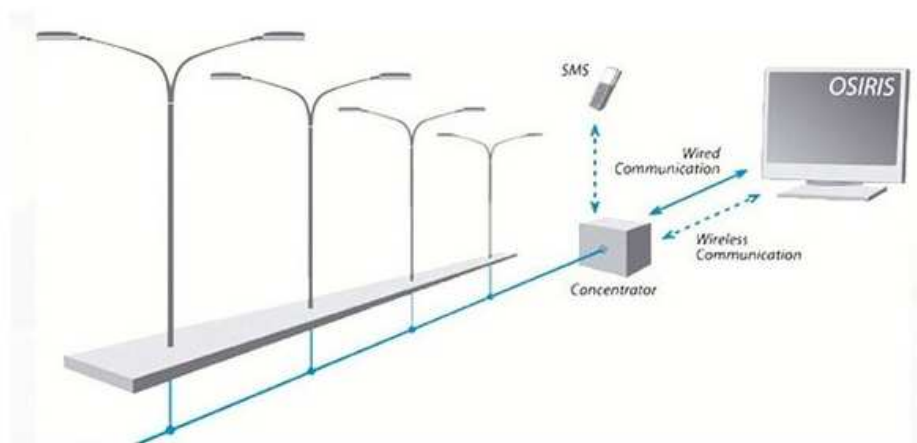


Figura 74: Impianto illuminazione DOGMA 66 integrato con software Osiris.

Complessivamente possiamo dire che i vantaggi derivati da un utilizzo di un impianto di illuminazione di questo tipo sono:

- Emissione di luce unidirezionale ad altissima resa cromatica ed eccellente percezione visiva, si illumina solo ciò che si vuole illuminare;
- Assenza di inquinamento luminoso e rispetto del cielo notturno;
- Drastica riduzione di consumi energetici e di emissioni nocive;
- Controllo remoto punto a punto, o a gruppo di punti, con conseguente risparmio energetico;
- Monitoraggio dell'energia consumata con conseguente possibilità di redigere report sui consumi e sui costi del servizio illuminazione in tempo reale;
- Ottimizzazione e drastica riduzione degli oneri di gestione e dei relativi interventi di manutenzione;
- Minore potenza installata di ogni singolo punto luce con conseguente riduzione delle sezioni dei conduttori in rame e conseguente risparmio nel costo d'installazione,
- Riduzione degli investimenti di infrastrutture. Minore Potenza installata, costi minori in bolletta energetica.

Per quanto riguarda l'installazione nel perimetro dell'aeroporto preso in esame, si deve considerare che un buon impianto deve essere realizzato con un rapporto interdistanza/altezza ≥ 3.7 , quindi supponendo di voler utilizzare pali di altezza $H=8$ metri l'interdistanza tra essi sarà almeno di 30 metri quindi nel perimetro di 1000 metri sono necessari almeno 30 pali.

Il costo di realizzazione compreso materiali, opere civili e posa, escluso dell'apparecchio, per ogni palo è circa 500 €. Un apparecchio a led che garantisca una buona resa luminosa costa 500 €.

Quindi complessivamente il costo finale per questo sistema di illuminazione viene a essere pari a 30.000 Euro.

L'utilizzo di una lampada LED ha il doppio del costo rispetto ad una lampada tradizionale e quindi, come detto in precedenza, i costi iniziali sono maggiori con un impianto di illuminazione di questo tipo. Ma è verificato che il LED garantisce un risparmio energetico del 70% con un risparmio di 6 T.E.P (Tonnellate Equivalenti di Petrolio) emesse nell'atmosfera e un abbattimento dei costi manutentivi dal 50 al 70% , avendo così un tempo di ritorno dell'investimento inferiore dei 3 anni. Oltretutto nel caso di un impianto di illuminazione asservito ad una videosorveglianza, come nel nostro caso, grazie alla resa colore degli apparecchi a led i livelli luminosi possono essere mantenuti molto più bassi delle lampade tradizionali.

Si deve anche tener conto che questa tecnologia se pur innovativa e recente è già in uso negli aeroporti di Malpensa, Linate, Cagliari e Trieste sia nel Landside che Airside. Garantendo, così, che i valori di risparmio economico e manutentivo siano reali.



Figura 75: Impianto illuminazione LED DOGMA 66 aeroporto Milano Linate.

In questo caso, tra i due impianti di illuminazione presentati, si è deciso di adottare come impianto di illuminazione IBT DOGMA66.

Anche se il costo di tale impianto è maggiore rispetto all'altro esso, però, è già in uso in molti aeroporti importanti quindi è un sistema conosciuto, collaudato, affidabile e ci garantisce un'elevata sicurezza perimetrale.

Il sistema CAST LED è un sistema molto valido che potrebbe tranquillamente essere utilizzato nel caso preso in esame, considerando anche il fatto che il suo costo d'installazione è basso. Ma non essendo questo molto utilizzato al momento in campo aeroportuale, ci si è voluti affidare ad un sistema più affidabile già utilizzato da anni di cui sono bene note le caratteristiche, in modo da ottenere un elevato livello di sicurezza. Nel caso in cui però, fosse fondamentale abbattere i costi oppure si dovesse gestire una zona perimetrale con un livello di sicurezza minore si potrebbe utilizzare l'impianto di illuminazione CAST LED.

CAPITOLO 11: DISPOSIZIONE CAVI ALIMENTAZIONE

La sicurezza dell'aeroporto riguarda in gran parte anche sistema elettronico. Tutti i cavi che alimentano il sistema di sicurezza (sensori o telecamere ecc) devono avere un'alta affidabilità.

La sicurezza dell'intero perimetro aeroportuale non deve mai venire a mancare e si deve assicurare un funzionamento continuo di tutti i sistemi senza interruzione anche in presenza di guasti nei cavi o nell'equipaggiamento e per questo è necessaria un'adeguata ridondanza. In particolare, si debbono installare cavi doppi o multipli per connettere i dispositivi e le piattaforme critiche, questi devono anche correre su percorsi diversi per minimizzare la possibilità di un guasto o manomissione contemporanea.

Di fondamentale importanza per il suo funzionamento sono i generatori principali, da cui partono i cavi di collegamento che alimentano il sistema di illuminazione, di telecamere e quello dei sensori.

Per quanto riguarda la collocazione di questi cavi, essendo di sistemi di sicurezza dello stesso livello e zona potrebbero essere raggruppati in un'unica sezione di controllo. Questa sarebbe la soluzione più economica e vantaggiosa, ma da un punto di vista della sicurezza è sicuramente la soluzione peggiore. Infatti nel caso in cui un intruso riuscisse ad penetrare nel perimetro aeroportuale e riuscisse a manomettere il generatore di energia principale o un unico cavo, questo provocherebbe un guasto immediato di tutti e tre i sistemi di sicurezza sia quello dei sensori, dell'illuminazione e delle telecamere compromettendo, così, l'intera sicurezza perimetrale dell'aeroporto.

Alla luce di queste considerazioni si è deciso di alimentare in tre linee differenti sensori, telecamere, illuminazione. Per ogni linea si sono installati cavi doppi per avere ridondanza e in caso di guasto di uno dei cavi assicurare il continuo funzionamento della linea in questione.

I cavi di ogni specifica linea partono da un pozzetto interrato con coperchio pesante di dimensioni 50x50 centimetri, ogni pozzetto dista l'uno dall'altro 60 metri in lunghezza. Inoltre questi non si trovano tutti lungo la stessa linea, ma sono sfalsati in modo che nel caso in cui un intruso riuscisse a trovarne uno e tagliare i cavi di alimentazione di una delle tre linee non riuscirebbe semplicemente avanzando a trovare l'altro pozzetto che alimenta un'altra linea.

Lungo la recinzione nella posizione esatta in linea retta di collocazione del pozzetto verrà posto un cartello nel quale attraverso una sigla in codice si identificherà la posizione esatta di esso, per permettere al personale di manutenzione di trovarlo senza troppa difficoltà in caso di guasti.

Tutti i tre pozzetti sono poi collegati ad una mappa centrale di alimentazione che gestisce i tre generatori principali e quindi le linee di alimentazione delle telecamere, dei sensori e dell'illuminazione.

La fig. 76 mostra nel dettaglio la soluzione adottata nel nostro caso riprodotta attraverso un modello in AutoCAD. Le linee di colore verde rappresentano i cavi di alimentazione delle telecamere, quelle di colore giallo i cavi di alimentazione dell'illuminazione e quelle di colore blu i cavi di alimentazione dei sensori.

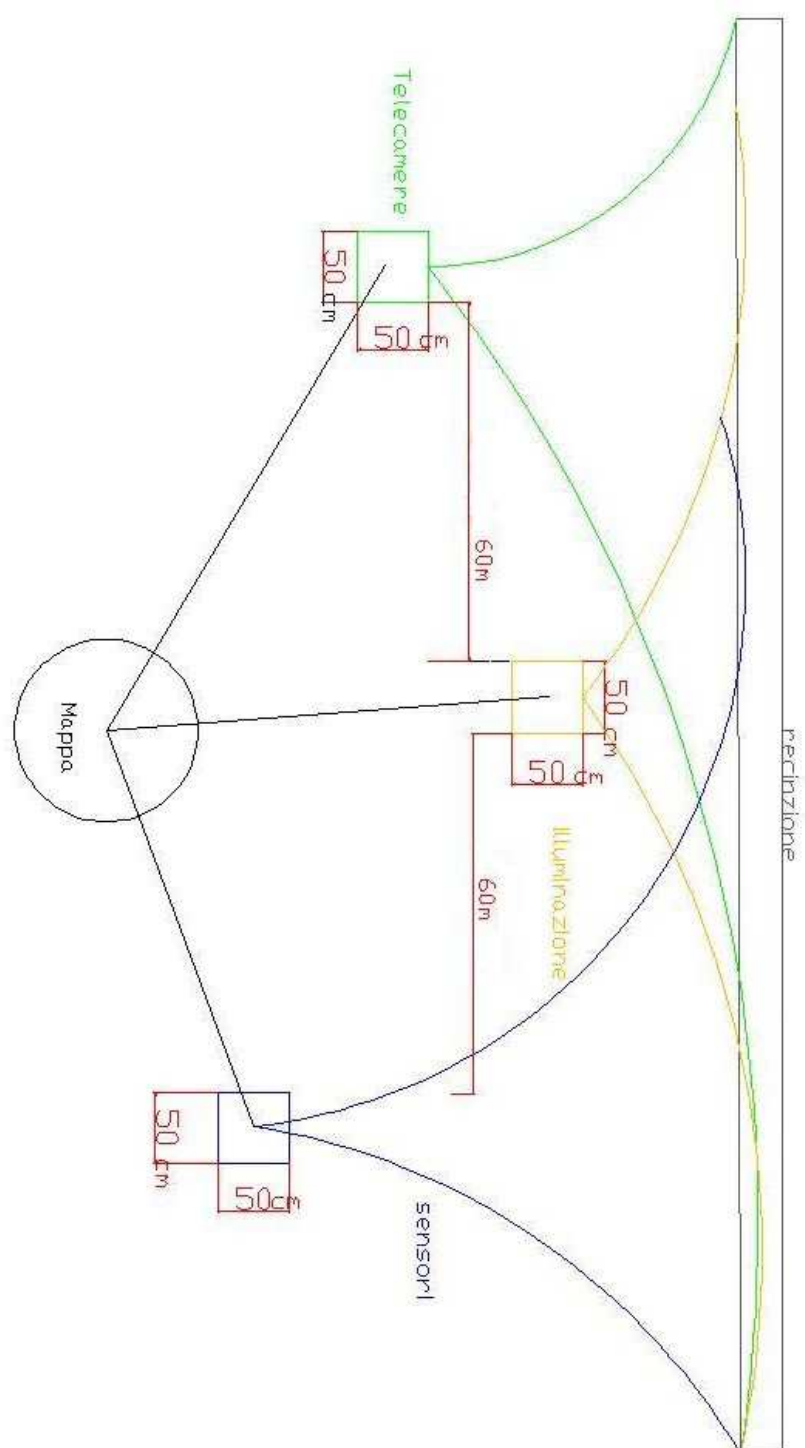


Figura 76: Rappresentazione Autocad linee di alimentazione di telecamere, sensori e illuminazione.

CAPITOLO 12: PREVENZIONE ATTACCHI CHIMICI O SOSTANZE RADIOATTIVE

Un aspetto da valutare sono gli attacchi non convenzionali, quali l'uso di radiazioni e agenti chimici e biochimici.

Per quanto riguarda la possibile presenza di nubi tossiche dovute allo scoppio o alla fuori uscita di sostanze in un fabbrica del centro industriale presente nelle vicinanze si cerca di arginare il problema con la presenza di canalette di cemento presenti prima della recinzione.

Queste sono un mezzo di protezione contro le sostanze tossiche, le quali possono essere sostanze asfissianti come alcuni gas tra cui l'azoto, l'anidride carbonica, l'idrogeno, i gas rari, gli idrocarburi leggeri, ecc. che, se presenti in concentrazione eccessiva nell'aria provocano asfissia senza altri importanti effetti fisiologici.

Oltre ai composti precedentemente elencati esistono altre sostanze tossiche quali gas nervino o sostanze ulceranti che provocano ustioni grazie al semplice contatto, tra esse si possono citare sostanze di natura acida o caustica. Altri tipi di alterazioni cutanee, quale la cloracne, sono provocate da sostanze specifiche (diossina ed altri cloro derivati).

In generale, gli agenti chimici e biochimici si dividono in queste categorie:

- Agenti chimici ad azione rapida: i sintomi si vedono in pochi secondi o minuti;
- Agenti chimici ad azione ritardata e biotossine: i sintomi non si manifestano subito, ma dopo qualche ora o anche giorni;
- Agenti biologici contagiosi: all'inizio non sono presenti sintomi, i quali, quando compaiono sono molto simili a quelli dell'influenza e vanno poi a peggiorando.

12.1 CANALETTE D'IRRIGAZIONE

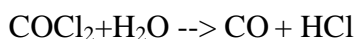
Il funzionamento di queste canalette è molto semplice e si basa sul sfruttare le proprietà chimiche degli elementi in esse presenti.

Le canalette possono essere riempite d'acqua oppure di gasolio, in questo modo le molecole chimiche presenti, dovute alla presenza della sostanza tossica e dell'acqua, si ricombinano creando una nuova sostanza con peculiarità meno pericolosa della sostanza di partenza.

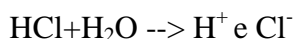
Come esempio si può pensare al Fosgene (COCl_2 o cloruro di carbonile) questo a temperatura ambiente è un gas incolore estremamente tossico e aggressivo, dal tipico odore di fieno ammuffito.

Il fosgene è un veleno particolarmente insidioso, perché non provoca effetti immediati. In genere, i sintomi si manifestano tra le 24 e le 72 ore dopo l'esposizione. Combinandosi con l'acqua contenuta nei tessuti del tratto respiratorio, il fosgene si decompone in monossido di carbonio e acido cloridrico; quest'ultimo dissolve le membrane delle cellule esposte causando il riempimento delle vie respiratorie di liquido. La morte sopraggiunge per combinazione di emorragie interne, shock e insufficienza respiratoria. A differenza di altri gas, il fosgene non viene assorbito attraverso la pelle, il suo effetto si produce solo per inalazione.

Ma la combinazione di questo con l'acqua presente nella canaletta dà origine alla seguente reazione:



In questo modo si ottiene HCl, acido cloridrico, che è sicuramente una sostanza dannosa ma si trova in forma liquida ed è meno volatile e dannoso rispetto al fosgene. Inoltre l'acido cloridrico si dissocia totalmente in acqua seguendo la seguente reazione di dissociazione:



Nel caso preso in esame si è deciso di bruciare nelle canalette gasolio quando si ha presenza di una nube di sostanze nocive. In questo modo si produce un flusso d'aria rivolto verso l'alto il quale è in grado di disperdere e diluire la nube tossica diminuendo la concentrazione nociva.

In questo modo è possibile aumentare il tempo di reazione alla presenza di sostanza tossica.

Si prevede quindi di posizionare prima della recinzione delle canalette di lunghezza di 300 metri, le quali possano essere irrigate con liquido infiammabile. Non verrà trattata nel dettaglio la progettazione di esse, quindi la dimensione esatta dei tubi non avendo dati esatti sul liquido da impiegare, sui tempi di intervento, sulla durata del fuoco e non essendo questo lo scopo principale di questa trattazione. Si prevede solo di utilizzare una canaletta con sezione a bicchiere di sezione 500 millimetri e con dimensioni pari a quelle mostrate in fig.77.

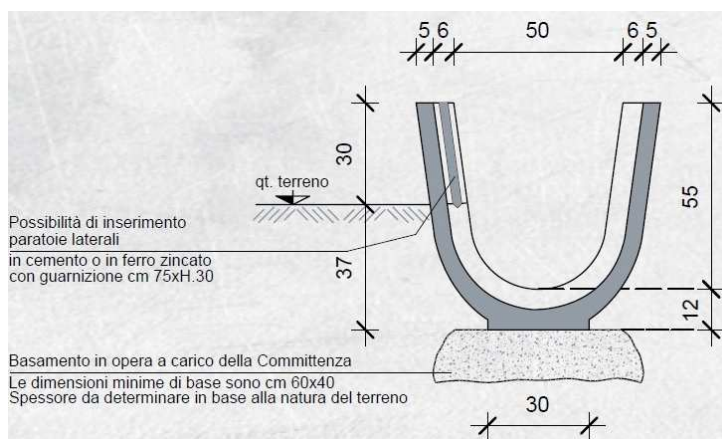


Figura 77: Sezione canaletta irrigazione.

Considerando i costi del materiale, i costi dello scavo e della manodopera si prevede un costo finale per l'installazione di questo sistema pari a 9000 Euro.

12.2 SISTEMA PREVENZIONE CONTRO ATTACCHI CHIMICI

Si deve tenere, però, anche conto che oltre alla presenza di una nube tossica dovuta alle fabbriche presenti nell'area circostante, c'è la possibilità di un vero e proprio attacco chimico con agenti biologici i quali possono contaminare e potenzialmente determinare la chiusura di un aeroporto anche per mesi, creando così un elevato danno economico.

Per contrastare questo possibile attacco si è deciso di equipaggiare l'aeroporto, in particolare il punto d'accesso principale, con un sistema di controllo e rilevazione di sostanze tossiche o radioattive. Si sono prima considerati dei sistemi portabili che possono essere forniti agli agenti di sicurezza presenti nella stazione di guardia al fine di eseguire un controllo rapido su personale o veicoli sospetti. Si è fatto riferimento alla ditta FLIR in quanto questa offre diversi sistemi in grado di identificare gli agenti biochimici e chimici.

Per quanto riguarda gli agenti biochimici, interessante è il sistema BioCapture 650. Esso è progettato per lavorare in ambienti inusuali e pericolosi. Il sistema BioCapture è composto da un involucro molto leggero ma robusto, presenta un singolo bottone che permette di procedere velocemente alla rilevazione delle sostanze biochimiche.

Il punto chiave di tale sistema è il "collettore della cartuccia" integrato il quale garantisce il fatto che il sistema sia immediatamente pronto all'uso. Quando l'operazione di controllo è completata basta semplicemente cambiare la cartuccia e si è pronti per un'altra operazione. Non vi sono parti da decontaminare o da pulire in questo modo le operazioni sono rapide e non pericolose.

BioCapture riesce a analizzare particelle dell'ordine di grandezza di micron e anche di sub micron e di vapori. L'alimentazione a batteria è l'ideale per poterlo utilizzare sia in ambienti interni che esterni. Esso è perfetto per identificare sostanze quali: antrace, peste e vaiolo.

Per quanto riguarda gli agenti chimici, non esistono sistemi di rilevazione portatili che possono essere usati per determinarne la presenza. Un metodo per l'identificazione di questi potrebbe essere l'utilizzo della spettrometria di massa, cioè un'analisi di un campione per identificarne i componenti. Tale spettrometro è, però, molto ingombrante e richiede la presenza di un tecnico specializzato per utilizzarlo.

Si può allora fare riferimento ad un altro possibile metodo che è quello di utilizzare enzimi incorporati in una schiuma di poliuretano.

Un esempio di un sistema semplice per identificare agenti chimici è il *Agentase Disclosure Spray* che utilizza gli enzimi, come detto prima, ed è formulato in modo da agire come uno spray.

La soluzione presente nel flacone cambia colore a contatto con un agente chimico, basta quindi spruzzarlo sulla superficie che si suppone esser contaminata per poter notare subito, grazie ad un esame puramente visivo, se vi è stata contaminazione.

Il vantaggio di tale sistema è quello di essere portatile, facilmente utilizzabile anche da personale non tecnico ed è in grado di rilevare sostanze chimiche in meno di 5 minuti. In questo modo non si deve più prelevare un campione di materiale sospetto e inviarlo ad un laboratorio per un'analisi per verificarne la pericolosità. Viene a ridursi quindi anche il tempo di esposizione e di trasmissione agli agenti chimici.

Le radiazioni ed il loro utilizzo rappresentano un grave rischio per la salute degli uomini.

Sistemi di rilevamento e di identificazioni sono essenziali per poter identificare tali fattori di rischio, essi infatti rilevano la tipologia di sostanza o il movimento di sostanze radioattive.

In questo caso si fa riferimento al sistema *identidFINDER*², in quanto questo permette di avere il bilanciamento ideale tra grandezza del sistema e performance. In genere differenti applicazioni necessitano di detector differenti sia per quanto riguarda la grandezza, sia per quanto riguarda la sensibilità. In certe applicazioni è richiesto un dispositivo piccolo ma molto accurato, in altri casi invece si ha un aumento della sensibilità a discapito della leggerezza e della grandezza della strumentazione.

Un aspetto molto importante presente in questi dispositivi è il sistema di comunicazione "*One Touch Reachback*", il quale va a migliorare le prestazioni di questi strumenti. Tale sistema permette di inviare i dati rilevati fino a cellulari, in modo da fornire agli esperti, che si possono trovare in qualunque parte del mondo, di avere accesso ai dati spettroscopici ottenuti.

Tale sistema permette di identificare di che tipo sono le sostanze radioattive, se sono sostanze mediche, industriali o materiali nucleari.

I sistemi appena presentati sono sicuramente i più semplici, economici e rapidi nel caso in cui si voglia controllare il personale in entrata nel perimetro aeroportuale. Ma nel momento in cui si debba controllare ogni singolo veicolo atto ad entrare nei punti d'accesso consentiti l'utilizzo di questi sistemi è sicuramente poco efficiente in termini di tempo impiegato per il controllo di tutto il veicolo, specialmente se di grandi dimensioni.

Si è pensato allora di prevedere nel punto d'accesso principale un sistema che consente la rilevazione di sostanze radioattive presenti su un carico di un veicolo che transita attraverso l'ingresso.

Il sistema preso in considerazione è il *MULTISCAN LB112*, questo è un sistema autonomo e polivalente che non richiede l'impiego di un PC (Personal Computer); grazie alla sua semplicità di impiego ed alla rapidità di elaborazione dati, esso limita le operazioni legate al controllo del carico su un veicolo all'interno del perimetro.

Il sistema rileva la presenza di materiale radioattivo presente sui veicoli, la velocità ottimale del veicolo che transita deve essere compresa tra i 4 ed i 10 Km/h, ma questa nel nostro caso è assicurata dalla presenza del dissuasore che comporta il rallentamento del veicolo prima del sistema di rilevazione.

Il sistema di misura è costituito da due rivelatori a scintillazione ad alta sensibilità, posti in corrispondenza della pesa di ingresso, e da una unità di elaborazione/visualizzazione per il controllo. Un allarme acustico e visivo integrato all'unità di elaborazione è attivato al superamento di soglie precedentemente impostate dall'operatore.

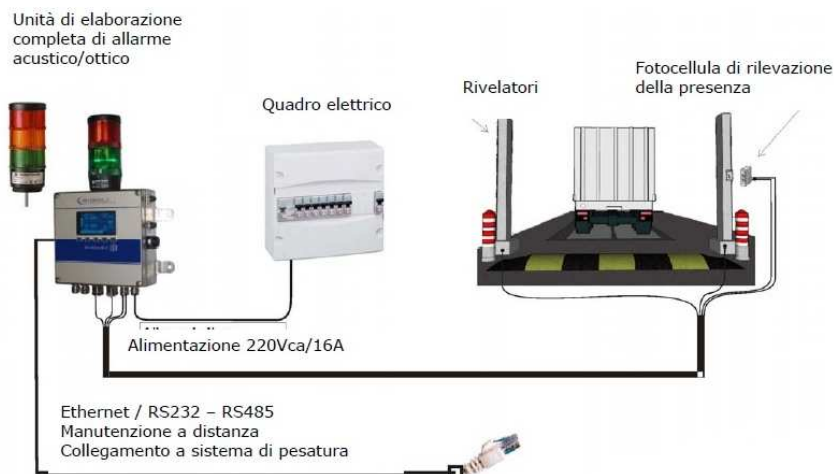


Figura 78: Componenti sistema MULTISCAN LB112.

In assenza dell'attivazione della fotocellula per la presenza di un veicolo, il sistema MULTISCAN LB112 esegue:

- Il calcolo della media del fondo ambientale che corrisponde alla radioattività naturale del luogo ;
- Il controllo che questa media del fondo sia compresa entro i valori predefiniti (soglia di minimo e di massimo);
- L'attivazione di un contatto nel caso tali valori siano superati ;
- Un controllo di buon funzionamento dell'intero sistema;
- Attivazione di un contatto in caso di guasto del circuito.

Il MULTISCAN LB112 si commuta in modalità "MISURA" quando un veicolo passa all'interno dell'area di rilevazione della fotocellula. Quando la fotocellula non è più eccitata, il sistema torna alla misura del valore di fondo consentendo di inviare il risultato della misura al sistema di gestione della pesa.

Nel momento in cui un veicolo, con velocità compresa tra 4 e 10Km/h, passa davanti alla fotocellula, interrompe la misura del fondo naturale. Viene quindi attivato il calcolo per la determinazione della presenza di eventuali sorgenti radioattive all'interno del camion/treno.

La soglia di allarme è calcolata a partire dall'ultimo valore misurato dell'attività di fondo moltiplicata per un coefficiente n . Il sistema effettua una misura ogni 100 ms e determina una media mobile per secondo. Questa media è confrontata con il valore di soglia precedentemente impostata per ogni canale di misura.

Se il valore riscontrato è inferiore alla soglia di allarme impostata, si accende la lampada "verde". In caso contrario verrà accesa la lampada "rossa" e si attiverà l'allarme acustico.

Le misure sono realizzate per mezzo di due rivelatori plastici a scintillazione ad alta sensibilità fissati tramite due supporti in calcestruzzo, ciascuno posto a lato del passaggio del veicolo ad 1 metro dall'ingresso della pesa.

Il sistema permette di controllare il veicolo al momento del suo passaggio tra i rivelatori per tutto il tempo in cui il fascio di luce delle fotocellule è interrotto.

I rivelatori sono gestiti dall'unità di elaborazione/visualizzazione LB112 installata all'interno del locale della pesa o in sala controllo.

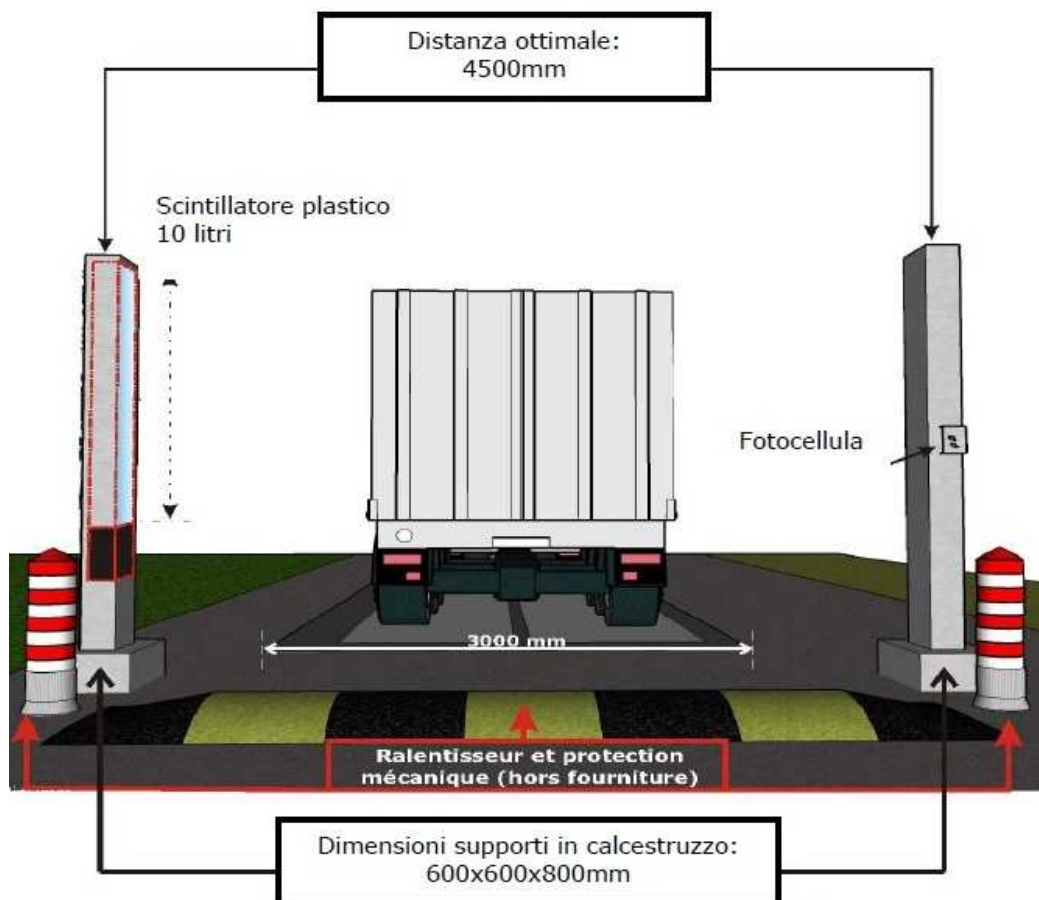


Figura 79: Configurazione sistema MULTISCAN LB112.

L'unità di elaborazione/visualizzazione LB112 non necessita di alcun tipo di rapporto di allarme. Grazie all'allarme visivo ed acustico, così come di un pulsante di tacitazione, il personale addetto è avvertito istantaneamente in caso d'allarme. Il pulsante di tacitazione consente l'arresto degli allarmi ottici ed acustici. Il sistema può essere collegato direttamente ad un computer attraverso cavo RS485 alla maggior parte dei sistemi di pesatura presenti sul luogo e provvisti di questa connessione oppure collegato ad una rete locale attraverso scheda Ethernet. Questa opzione consente di centralizzare i dati su un unico sistema permettendo quindi di associare la misura ai dati di pesatura. L'unità di scansione è in grado di memorizzare più di 400 misurazioni.

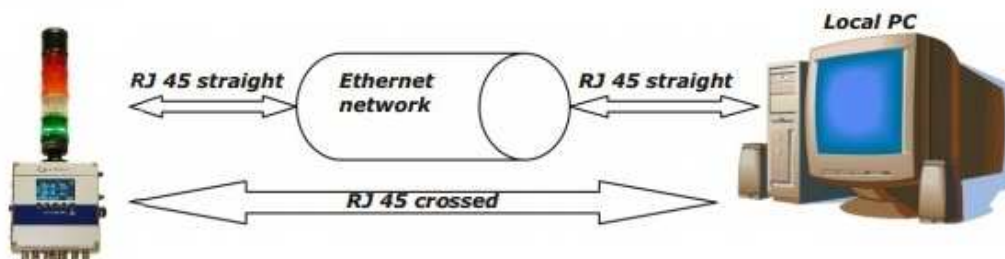


Figura 80: Collegamento via Ethernet o cavo tra sistema e un PC.

I limiti di rilevazione sono determinati da numerosi parametri quali:

- La percentuale ammessa per i falsi allarmi ;
- Condizioni locali (radioattività ambientale naturale ed ubicazione del sistema);
- Velocità di transito dei veicoli da monitorare (velocità ottimale tra i 4 ed i 10K/h) ;
- Geometria e densità del carico;
- Tipo di radionuclide da rilevare.

L'insieme di questi sistemi: le canalette d'irrigazione poste davanti la recinzione aeroportuale, l'equipaggiamento del personale di guardia con sistemi portabili d'identificazione di sostanze radioattive, tossiche o biochimiche e il sistema di rilevazione di sostanze radioattive e tossiche nel punto d'accesso permette di ottenere un perimetro aeroportuale ottimizzato anche contro possibili attacchi non tradizionali, aumentando così il livello di sicurezza generato da esso.

CAPITOLO 13: VALUTAZIONE GLOBALE DEL SISTEMA DI PROTEZIONE INTEGRATO PERIMETRALE

Nel lavoro appena svolto è stata proposta una metodologia che permetta di implementare una protezione perimetrale aeroportuale che sia competitiva sia dal punto di vista tecnologico e di performance sia dal punto di vista dei costi.

I risultati finali ottenuti dall'analisi svolta vengono proposti in maniera grafica utilizzando la matrice costi/performance, al fine di dimostrare come il sistema integrato sviluppato sia quello ottimale. Si va quindi ora a combinare i risultati ottenuti. Il primo passaggio è determinare il *costo totale* del sistema di sicurezza perimetrale. Esso sarà dato dalla somma di tutti i costi.

- Costo recinzione e sensore anti intrusione..... 70,000 €
- Costo sistema di videosorveglianza integrato con radar interrato..... 45,800 €
- Costo punto d'accesso.....3,500 €
- Costo impianto di illuminazione..... 3,000 €
- Costo canalette irrigazione.....9,000 €
- **TOTALE.....131,300 €**

Per determinare la soluzione ottimale è utile e fondamentale fare la matrice dei costi e poi quella relativa alle performance. Queste due matrici verranno poi combinate per ottenere il miglior compromesso tra costi e performance.

Le successive tabelle riportano un livello qualitativo, ma il criterio di assegnazione si basa su un modello matematico che verrà ora spiegato.

Il primo step è assegnare dei valori numerici ai vari livelli qualitativi che sono i seguenti:

- Molto alto: 1
- Alto: 2
- Medio: 3
- Medio basso: 4
- Basso: 5.

Per ottenere il valore globale si procede alla moltiplicazione dei due indici ottenendo i risultati ottenuti in tabella16:

	1	2	3	4	5
1	1	2	3	4	5
2	2	4	6	8	10
3	3	6	9	12	15
4	4	8	12	16	20
5	5	10	15	20	25

Tabella 16: Matrice correlazioni tra due indici generici.

a questo punto bisogna solo equiparare le soglie numeriche con la valutazione qualitativa che è la seguente:

- Molto alto: valori minori di 2;
- Alto: valori compresi tra 2 e 4;
- Medio: valori compresi tra 5 e 12;
- Basso: valori compresi tra 13 e 20;
- Molto Basso: valori maggiori di 20.

In modo analogo si procede per l'indice di performance ricordando che il livelli qualitativi sono inversi.

Si ottengono così le due matrici proposte in tabella 17 e 18, queste sono due matrici generali. Queste permettono di combinare insieme l'indice di costo, nel caso di tabella 17, o l'indice di performance, nel caso di tabella 18, per due sistemi tecnologici differenti. La matrice funziona in questo modo: dato l'indice di costo di un sistema si entra con il suo valore nella riga corrispondente e si va ad intersecare con il valore dell'indice dell'altro sistema presente nelle colonne. L'unione di questi due indici darà il valore complessivo dell'indice di costo. La stessa identica cosa viene fatta per l'indice di performance.

Queste due matrici verranno poi combinate per ottenere il miglior compromesso tra costi e performance, in modo da ottenere un indice di valutazione complessivo del sistema integrato che si vuole realizzare.

		Indice di COSTO 2° TECNOLOGIA				
Indice di COSTO 1° TECNOLOGIA		MOLTO ALTO	ALTO	MEDIO	MEDIO BASSO	BASSO
	MOLTO ALTO	MOLTO ALTO	ALTO	ALTO	ALTO	MEDIO
	ALTO	ALTO	ALTO	MEDIO	MEDIO	MEDIO
	MEDIO	ALTO	MEDIO	MEDIO	MEDIO	BASSO
	MEDIO BASSO	ALTO	MEDIO	MEDIO	BASSO	BASSO
	BASSO	MEDIO	MEDIO	BASSO	BASSO	MOLTO BASSO

Tabella 17: Matrice indice di costo totale tra due differenti sistemi.

		Indice di PERFORMANCE 2° TECNOLGIA.				
Indice di PERFORMANCE 1° TECNOLOGIA		BASSO	MEDIO BASSO	MEDIO	ALTO	MOLTO ALTO
	BASSO	MOLTO BASSO	BASSO	BASSO	BASSO	MEDIO
	MEDIO BASSO	BASSO	BASSO	MEDIO	MEDIO	MEDIO
	MEDIO	BASSO	MEDIO	MEDIO	MEDIO	ALTO
	ALTO	BASSO	MEDIO	MEDIO	ALTO	ALTO
	MOLTO ALTO	MEDIO	MEDIO	ALTO	ALTO	MOLTO ALTO

Tabella 18: Matrice indice di performance tra due differenti sistemi.

In questo caso si sono create due matrici distinte una per i costi e una per le performance in quanto, relativamente ai costi, la condizione peggiore è indicata dall'indice qualitativo "Molto Alto", mentre nel caso in cui si analizzi l'indice di performance tale indice risulta essere invece la soluzione ottimale.

Si è deciso di colorare le celle delle tabelle in modo da poter visualizzare in modo rapido ed intuitivo la soluzione ottenuta. Rispettando i colori del semaforo, si è il colore rosso per le situazioni peggiori, mentre di colore verde saranno le celle corrispondenti alla soluzione ottimale, il colore giallo sta ad indicare una condizione intermedia tra le due.

La tabella che segue mette in correlazione la valutazione economica relativa al tipo di recinzione con quella del sistema di video sorveglianza.

		SISTEMA VIDEOSORVEGLIANZA	1° SCENARIO	2° SCENARIO	3° SCENARIO
FENCE	Valutazione di costo	BASSO	MEDIO	MEDIO	
Enac	MEDIO BASSO	BASSO	MEDIO	MEDIO	
Enac&Rotaguard	MOLTO ALTO	MEDIO	ALTO	ALTO	
Electrowire	MEDIO BASSO	BASSO	MEDIO	MEDIO	
Electrowire & Rotaguard	MOLTO ALTO	MEDIO	ALTO	ALTO	
Enac&Serir	MEDIO	BASSO	BASSO	BASSO	
Enac&Rotaguard+Serir	MOLTO ALTO	MEDIO	ALTO	ALTO	
Electrowire+Serir	MOLTO ALTO	MEDIO	ALTO	ALTO	
Electrowire&Rotaguard+Serir	MOLTO ALTO	MEDIO	ALTO	ALTO	

Tabella 19 Correlazione indice di costo tra tipo di recinzione e sistema di videosorveglianza.

Dalla tabella 19 si ricava l'indice di costo globale, quindi una valutazione economica complessiva, del sistema di sicurezza integrato che si vuole utilizzare. Ad esempio nel caso di utilizzo di recinzione Enac questa ha un indice di costo MEDIO BASSO combinando questo con il tipo di scenario voluto per il sistema di videosorveglianza (per la spiegazione dettagliata di ogni scenario si rimanda la capitolo 9), ad esempio con lo scenario 3° che ha un indice di costo MEDIO si otterrà un indice di costo complessivo MEDIO.

Dopo aver valutato economicamente la combinazione di queste tecnologie si crea allo stesso identico modo la matrice delle performance.

		SISTEMA VIDEOSORVEGLIANZA	1° SCENARIO	2° SCENARIO	3° SCENARIO
FENCE	Valutazione di performance	BASSO	MEDIO	ALTO	
Enac	MEDIO	BASSO	MEDIO	MEDIO	
Enac&Rotaguard	ALTO	MEDIO	MEDIO	ALTO	
Electrowire	ALTO	MEDIO	MEDIO	ALTO	
Electrowire& Rotaguard	MOLTO ALTO	MEDIO	ALTO	ALTO	
Enac&Serir	MOLTO ALTO	MEDIO	ALTO	ALTO	
Enac&Rotaguard+Serir	MOLTO ALTO	MEDIO	ALTO	ALTO	
Electrowire+Serir	MOLTO ALTO	MEDIO	ALTO	ALTO	
Electrowire&Rotaguard+Serir	MOLTO ALTO	MEDIO	ALTO	ALTO	

Tabella 20 Correlazione indice di performance tra tipo di recinzione e sistema di videosorveglianza.

Dalla matrice presente in tabella 20 si ricava indice di performance globale del sistema utilizzato. La matrice è utilizzato nello stesso modo di quella in tabella 19.

Una volta create le due matrici si deve combinarle tra loro in modo da ottenere la soluzione ottimale che sarà caratterizzata dai costi minori e la performance migliore. Tale combinazione è riportata nella matrice presente in tabella 21.

La soluzione migliore, quella caratterizzata da alta performance e basso costo sarà indicata con il termine "Molto Alto", mentre la peggiore, cioè quella con costo alto e performance bassa, viene indicata con il termine "Molto Basso".

		PERFORMANCE		
		BASSO	MEDIO	ALTO
COSTO	ALTO	MOLTO BASSO	BASSO	MEDIO
	MEDIO	BASSO	MEDIO	ALTO
	BASSO	MEDIO	ALTO	MOLTO ALTO

Tabella 21: Correlazione tra indice di costo globale e indice di performance globale.

E' possibile ora ottenere ora una classificazione globale, per ogni sistema di recinzione considerato e per ogni scenario di videosorveglianza preso in esame. Questa classificazione è stata ottenuta in questo modo: sulla matrice dei costi globali scelto il sistema di recinzione e lo si è combinato insieme a quello del scenario di videosorveglianza voluto si ottiene così l'indice di costo globale. La stessa identica cosa viene fatta per l'indice di performance, considerando in questo caso lo stesso sistema integrato usato nell'indice di costo. Si va, poi, in tabella 21 e si interseca l'indice di costo globale e quello di performance globale ottenuti in precedenza ottenendo, così, l'indice di valutazione complessivo del sistema integrato di sicurezza considerato.

In tabella 22 si riporta la classificazione globale per ogni combinazione possibile presa in esame.

Recinzione	VIDEO SORVEGLIANZA	CLASSIFICAZIONE
Enac	1° scenario	MEDIO
	2° scenario	MEDIO
	3° scenario	MEDIO
Enac&Rotaguard	1° scenario	MEDIO
	2° scenario	BASSO
	3° scenario	MEDIO
Electrowire	1° scenario	ALTO
	2° scenario	MEDIO
	3° scenario	ALTO
Electrowire& Rotaguard	1° scenario	MEDIO
	2° scenario	MEDIO
	3° scenario	MEDIO
Enac&Serir	1° scenario	ALTO
	2° scenario	MOLTO ALTO
	3° scenario	MOLTO ALTO
Enac&Rotaguard + Serir	1° scenario	MEDIO
	2° scenario	MEDIO
	3° scenario	MEDIO
Electrowire+Seri r	1° scenario	MEDIO
	2° scenario	MEDIO
	3° scenario	MEDIO
Electrowire& Rotaguard + Serir	1° scenario	MEDIO
	2° scenario	MEDIO
	3° scenario	MEDIO

Tabella 22: Classificazione globale.

Risulta quindi evidente, dalla tabella 22, che le situazioni migliori siano solo due e siano quelle che presentano una valutazione globale " Molto Alta": una recinzione Enac con sensori Serir a cui può essere associato o lo scenario 2° del sistema di videosorveglianza cioè telecamere CCTV e termocamere o lo scenario 3° composto da CCTV, termocamere e radar perimetrale. Vedendo la tabella creata si potrebbe optare per il sistema relativo al sistema di videosorveglianza senza radar perimetrale. Analizzando le precedenti matrici si nota che il secondo scenario è associato ad una prestazione media mentre il terzo scenario ha prestazioni ottime, con una differenza tra di costo tra i

due sistemi molto bassa. Conviene quindi optare per la soluzione relativa al 3° scenario che consente di avere alte prestazioni ad un costo contenuto. In questo modo, utilizzando un sistema del tutto generale, si è dimostrato come il sistema di protezione perimetrale integrato dell'aeroporto realizzato, in questa tesi, sia proprio quello che garantisce migliori performance ad un costo molto contenuto.

CAPITOLO 14: CONCLUSIONI

Lo scopo che ci si è prefissati era quello di sviluppare e ottimizzare un sistema integrato di protezione perimetrale in ambito aeroportuale. Per raggiungere tale obiettivo si partiti dallo sviluppo di un' analisi di rischio, per poi passare ad uno studio delle tecnologie esistenti e sviluppare un'analisi di costi/performance di esse per poi, infine, implementare il sistema integrato ottimale per il caso preso in esame. L'analisi dei costi e delle performance globali realizzata nel capitolo precedente ha dimostrato come il sistema sviluppato sia proprio quello ottimale.

Inoltre, tale analisi, ha una caratterizzazione del tutto generale e quindi può essere utilizzata per effettuare piccole modifiche al sistema nel caso in cui si voglia ottenere minore sicurezza, oppure si voglia privilegiare il livello di sicurezza del sistema di recinzione o di quello di videosorveglianza determinando in ogni momento, grazie alle matrici create, quale risulta essere la soluzione per il caso preso in esame. Al fine di spiegare questo concetto è utile fare alcuni esempi di come può variare l'utilizzo di queste matrici.

Si ipotizzi che, nel sistema che si vuole considerare, il fattore costi sia prevalente e che il livello di sicurezza desiderato sia quello *medio*. Nella tabella 18 verranno quindi considerate solo le soluzioni con il cui indice di valutazione di costo è *basso*. Quindi le soluzioni accettabili saranno:

- Enac - 1°scenario;
- Electrowire -1° scenario;
- Enac & Serir -1° scenario;
- Enac & Serir -2° scenario;
- Enac & Serir -3° scenario

A questo punto si utilizza la matrice 19 delle performance considerando solo le soluzioni appena elencate e si ottiene che le loro performance sono:

- Enac - 1°scenario : BASSO
- Electrowire -1° scenario : MEDIO
- Enac & Serir -1° scenario: MEDIO
- Enac & Serir -2° scenario: ALTO
- Enac & Serir -3° scenario: ALTO.

Dato che si vuole un livello di sicurezza medio, si escludono tutte quelle soluzioni caratterizzate da un livello di protezione basso e alto e quindi le soluzioni prescelte saranno:

- Electrowire -1° scenario;
- Enac & Serir -1° scenario.

Utilizzando la tabella 20 si determina che la valutazione globale del sistema così integrato risulti essere *Alta*. In questo modo si può scegliere tra due soluzioni che sono comunque buone ma non ottime e con un costo basso.

Un altro esempio possibile è il seguente:

Si vuole progettare un sistema di sicurezza che abbia un sistema di videosorveglianza caratterizzato da un indice di performance *basso*, mentre il livello di performance delle fence deve essere *alto* o *molto alto* e si vuole minimizzare il costo.

Risulta chiaro quindi che, nella tabella 19, non si considerano le colonne relative al 2° e 3° scenario in quanto è solo il 1° scenario ad avere un indice di performance basso. Nella stessa tabella si esclude la soluzione relativa alle fence Enac in quanto hanno un indice di performance medio. La tabella modificata è la seguente:

	SISTEMA VIDEOSORVEGLIANZA	1° SCENARIO
FENCE	Valutazione di performance	BASSO
Enac&Rotaguard	ALTO	MEDIO
Electrowire	ALTO	MEDIO
Electrowire& Rotaguard	MOLTO ALTO	MEDIO
Enac&Serir	MOLTO ALTO	MEDIO
Enac&Rotaguard+Serir	MOLTO ALTO	MEDIO
Electrowire+Serir	MOLTO ALTO	MEDIO
Electrowire&Rotaguard+Serir	MOLTO ALTO	MEDIO

Tabella 23: Valutazione performance dell'esempio 2.

A questo punto si utilizza la matrice 18 per vedere quale è la valutazione relativi al costo dei sistemi riportati in tabella che risulta essere:

- Enac&Rotaguard: medio
- Electrowire: basso
- Electrowire&Rotaguard: medio
- Enac&Serir: basso
- Enac&Rotaguard+Serir: medio
- Electrowire+Serir: medio
- Electrowire&Rotaguard+Serir: medio.

Risulta immediato che le soluzioni possibili sono due e sono Electrowire o Enac&Serir combinati con il primo scenario e queste tue soluzioni, utilizzando la matrice 20, sono classificate con un indice valutazione alto.

In questi esempi si è partiti dall'utilizzo delle matrici in tabella 18 e 19 e si è visto quale è il loro indice di valutazione usando la matrice in tabella 20. È possibile fare l'opposto e partire dalla matrice in tabella 20. In questo caso si sceglie quale deve essere l'indice di valutazione complessivo voluto e poi, tramite le matrici in tabella 18 e 19 si procede alla scrematura in base alle proprie esigenze.

Il sistema, così, sviluppato in questa trattazione presenta anche un'altra caratteristica fondamentale che è quella di essere versatile. Esso infatti è stato ottimizzato per un perimetro aeroportuale, ma le tecnologie utilizzate in questo sistema di sicurezza si prestano bene anche per la protezione perimetrale di altri siti, come per esempio per siti petroliferi. Allo stesso tempo può essere preso come base per implementazione per aeroporti di dimensioni maggiori o aeroporti che presentano livelli di sicurezza maggiori, come quelli militari. Infatti come si può notare dalla matrice costi/performance con piccole variazioni è possibile ottenere un sistema con livelli di sicurezza molto elevati, anche se con un aumento dei costi considerevoli, ma in siti militari i costi risultano essere di minore importanza rispetto al valore del livello di sicurezza raggiunto.

Inoltre dando uno sguardo al futuro considerando che anche se i costi e le performance delle tecnologie cambiano, la metodologia usata ha valenza generale. Le matrici possono essere sempre usate, solo variando i valori di costi e performance in base alla nuova tecnologia usata. Quindi la trattazione qui sviluppata può essere, anche, presa come base per realizzazioni future.

CAPITOLO 14: BIBLIOGRAFIA

Ann S. Barry and David S. Mazel, *Airport Perimeter Security: Where we've been, Where we are, and Where we're going*, 2010.

ANSI, *Perimeter Security Standardization*, New York, 2007.

Chain Link Fence Manufacturers Institute, *The Tested and Proven Performance of Security Grade*, Columbia, 2010.

DEA SECURITY, *Serir*, Massa, 2011.

IBT Lighting, *IBT Brochure*, Novara, 2010.

Southwest Microwave, *Buried Cable Perimeter Intrusion Detection System*, Arizona, 2010.

Transport Security Administration, *Recommended Security Guidelines for Airport Planning, Design and Construction*, Usa, 2011.

United States Government Accountability Office, *Security Assessments at Selected Airports*, Washington, 2011.

BETAFENCE < <http://www.betafence.it/it-it/recinzioni-industriali/recinzioni/recinzioni/cancelli/>> [Data ultima consultazione: Novembre 2012]

CAST Lighting, *The CAST LED Perimeter Lighting System*, 2012.

FLIR: < <http://www.flir.com/cs/emea/it/view/?id=42102>> [Data ultima consultazione: Ottobre 2012]

GEOQUIP <<http://www.geoquip.it>> [Data ultima consultazione: Settembre 2012]

OPGAL

<http://www.pineappleitaly.com/download/documentazione/Sorveglianza_Termica_OPGAL.pdf> [Data ultima consultazione: Settembre 2012]

RINGRAZIAMENTI

Desidero innanzitutto ringraziare il Professore Roberto Socal per aver accettato l'incarico di relatore per la mia tesi, per la grande disponibilità e cortesia dimostratemi e per tutto l'aiuto fornito durante la stesura. Un ringraziamento agli ingegneri della Geoquip e della Flir per la loro infinita disponibilità.

Ma il ringraziamento più doveroso va alla mia famiglia, in particolare, ai miei genitori veri e propri finanziatori, soprattutto morali, di questo progetto. Vi ringrazio per non essere stati, quasi mai, opprimenti, pressanti e invadenti; senza il vostro sostegno non avrei mai potuto raggiungere questo obiettivo.

Un ringraziamento speciale va ad una persona che è rimasta nell'ombra per tutto questo tempo, ma senza la quale non sarei mai arrivata fin qua. Grazie perchè quando ero al limite per sopportare tu mi hai dato un motivo per non mollare e perchè mi hai fatto trovare un senso alle canzoni.

Un saluto e ringraziamento anche tutti gli altri colleghi dell'università che ho conosciuto in questi anni, a chi ha condiviso con me la faticaccia, le lezioni e gli esami. Se ho resistito ad ingegneria, nonostante le lezioni spesso fossero incomprensibili è stato anche per merito vostro.

Un grazie particolare va al mio team di traduzione di Fringe, nessuno escluso, alle levatacce alle 6 del sabato mattina, alle discussioni infinite sugli adattamenti dei dialoghi, grazie perchè con voi ho trovato sempre un luogo dove sentirmi utile e capita. Un grazie in particolare a Dado per essere stato il correttore ufficiale di tutto il mio lavoro e a Klonni perchè nonostante tutto rimarrai sempre e comunque il mio stalker preferito.

E in ultimo, ma non per questo meno importante, un grazie speciale al mio team Castello perchè grazie a loro il lunedì non è mai stato così bello. Grazie per tutte le serate insonni che avete trascorso con me durante la tesi e i mille esami preparati, grazie per le fantastiche dirette del lunedì notte, grazie perchè mi avete permesso di trovare un posto dove dimenticare lo stress e poter evadere da tutto, grazie ragazzi.