

TVCC per la videosorveglianza

Pubblicato il: 04/01/2005
Aggiornato al: 04/01/2005

di Gianluigi Saveri

Telecamere di **videosorveglianza**: inaccettabile **violazione** della **privacy** o semplicemente un efficace mezzo di **prevenzione** della **criminalità**? Difficile dirlo.

Tuttavia, come insegna l'esperienza di altri paesi, l'utilità o meno di un sistema di videosorveglianza dipende dal contesto e dalle **condizioni d'uso**.

1. Generalità

Telecamere di videosorveglianza: inaccettabile violazione della privacy o semplicemente un efficace mezzo di prevenzione della criminalità? Difficile dirlo.

Tuttavia, come insegna l'esperienza di altri paesi, l'utilità o meno di un sistema di videosorveglianza dipende dal contesto e dalle condizioni d'uso. La registrazione di immagini relative ad un **reato** può ad esempio **facilitare l'identificazione dei responsabili**. Ricordiamo che il **codice di procedura penale (art. 234 comma 1)** **ammette l'uso di prove documentali, come immagini videoregistrate**.

Le **immagini videoregistrate possono essere conservate di norma per 7 giorni**. Ci sono due eccezioni: le registrazioni relative a fatti criminosi già avvenuti, oppure il caso in cui venga effettuata una specifica richiesta da parte dell'autorità competente, relativamente ad attività investigative in atto.

Infatti "è consentita l'acquisizione di scritto o di altri documenti che rappresentino fatti, persone o cose mediante la fotografia, la cinematografia, la fonografia o qualsiasi altro mezzo". Una cosa è certa: sempre più, nei prossimi anni, si svilupperanno tecniche di videocontrollo che, se non utilizzate in modo adeguato, potranno effettivamente ledere il diritto alla privacy.



Fig.1: Il cartello che informa della presenza di un sistema di videosorveglianza

Il problema è dunque piuttosto complesso. Progettisti, installatori e utenti saranno chiamati a garantire, ognuno per quanto gli compete, un ragionevole equilibrio tra sicurezza e riservatezza (questo anche in ottemperanza al recente D.lgs. 30 giugno 2003, n°196 in materia di protezione dei dati personali).

A tal proposito è intervenuta anche l'Autorità Garante della Privacy che, mentre consiglia un uso ponderato dei sistemi di videosorveglianza, propone nuove regole sia per il settore pubblico sia per quello privato. Un **impianto di videosorveglianza** è considerato **legittimo** solo se **commisurato agli scopi** che si intendono perseguire, e se attivato quando non sia possibile mettere in atto altre misure di protezione equivalenti (sistemi d'allarme, altri controlli fisici o logistici, misure di protezione agli ingressi ecc.). In ogni caso le persone devono essere sempre avvisate quando un'area è sottoposta a videosorveglianza (fig. 1) e la presenza di sistemi di controllo non deve mai invadere la privacy delle persone.

2. Caratteristica del sistema

Un sistema di sorveglianza TVCC è progettato per controllare eventi quali rapine, furti, sabotaggi, atti vandalici, situazioni di pericolo, evacuazioni, sabotaggi, spionaggio industriale, ecc.

Alcuni esempi tipici di sistemi di sorveglianza possono essere:

- sorveglianza perimetrale;
- controllo dei varchi di accesso;
- sicurezza personale;
- protezione della proprietà
- sorveglianza di aree pubbliche

Il mercato tecnologico offre una grande varietà di sistemi di videosorveglianza a seconda del tipo di componenti utilizzati, della complessità del sistema di elaborazione e trasmissione dell'informazione e, non ultimo, del costo dell'impianto. In relazione alla tecnologia impiegata si distinguono essenzialmente due sistemi di videosorveglianza: il primo è basato su tecnologie analogiche, mentre il secondo su tecnologie digitali.

La tecnologia analogica è tipica dei vecchi sistemi e sfrutta sistemi di acquisizione, elaborazione e trasmissione di segnali variabili in modo continuo nel tempo, mentre la più moderna tecnologia digitale impiega segnali numerici, adatti ad essere elaborati da un sistema informatico. Le tabelle che seguono riassumono e mettono a confronto caratteristiche e modalità di impiego dei due tipi di sistemi.

Tabella 1 - Caratteristiche a confronto fra sistemi di videosorveglianza analogici e digitali

		Tecnologia	
		Analogica	Digitale
Telecamere		Tipica dei vecchi sistemi si basa su sistemi di acquisizione, elaborazione e trasmissione di segnali variabili in modo continuo nel tempo.	Tipica dei moderni sistemi si basa su segnali numerici, adatti all'elaborazione su sistema informatico
Sistema di trasmissione	Interconnessione telecamera-sistema di controllo	Via cavo o via radio per brevi distanze	Wireless, cablata (coassiale o fibra ottica), o mista (distanze lunghe)
	Interconnessione sistema locale-centro di controllo remoto	Complessa	Semplice con connessioni dati ad alta velocità (xDSL, fibra ottica)
Interfaccia operatore		Monitor o pannello di monitor con multiplexer	Personal Computer
Controllo dell'immagine		Affidata all'operatore umano	In tutto o in parte automatizzata tramite appositi programmi software
Archiviazione immagini		Su nastro (VHS, S-VHS)	Su HD o supporti ottici (CD, DVD)

Tabella 2 – Vantaggi e svantaggi dei sistemi di videosorveglianza

	Sistemi analogici	Sistemi digitali
Vantaggi	• Adatto per situazioni a bassa complessità • Estrema semplicità d'uso • Basso costo di installazione e manutenzione	• Adatto per situazioni complesse • Facilita la trasmissioni dati su grandi distanze • Rivelazione in tempo reale di situazioni anomale
Svantaggi	• Poco efficiente in situazioni complesse • Prestazioni legate a efficienza dell'operatore • Bassa qualità del segnale video e complicata l'archiviazione delle immagini	• Costi più elevati di materiali e installazione • Necessita l'installazione di reti di trasmissione dati (si può operare anche con sistemi wireless)
Esempi applicativi	• Esercizio commerciale di medie e piccole dimensioni, edificio privato, etc..	• Centro commerciale, supermercato, parcheggio, stadio, etc.

3. I principali componenti

L'impianto di videosorveglianza più semplice è costituito da una o più **telecamere** e da un **monitor** o pannello di monitor su cui viene visualizzata ciclicamente la scena ripresa dalle singole telecamere.

Le **telecamere** possono essere **installate** su **supporti fissi** o essere **motorizzate (brandeggio)** con **controllo telecomandato** dei movimenti verticali e orizzontali. Un **efficiente sistema di illuminazione** risulta infine indispensabile per le riprese in ambienti bui (è possibile anche l'uso di illuminatori all'infrarosso che emettono una luce invisibile all'occhio umano ma visibile alla telecamera). L'impianto può essere completato da un sistema di archiviazione ed elaborazione dei dati.

Telecamere

La **telecamera è l'occhio del sistema**. Il suo compito è quello di convertire un'immagine ottica in un'immagine di tipo elettronico. Una corretta scelta delle caratteristiche e dell'ubicazione rivestono quindi per tutto il sistema un'importanza notevole. Nelle telecamere moderne l'**elemento fotosensibile** è costituito da un **sensore allo stato solido di forma rettangolare (CCD – Charge Couple Device)** la cui dimensione, come dichiarata dal costruttore, è misurata in pollici sulla diagonale del rettangolo.

Si possono avere **CCD da 1", 1/2", 1/3"** (attualmente il più diffuso), **1/4" e 1/5"**. L'immagine ottica che attraversa la lente dell'obiettivo viene trasformata in segnali elettrici per merito delle microscopiche unità sensibili alla luce chiamate pixel poste sulla superficie del CCD.

L'**obiettivo riceve la luce** proveniente dall'esterno e la **convoglia sul CCD** che a sua volta la **converte in un segnale video**. Questo è possibile per la presenza di una lente convessa posta all'interno della telecamera che fa convergere i raggi luminosi che la attraversano in un punto (punto focale), poco distante dalla lente stessa, dov'è posizionato il sensore CCD (fig. 2).

Il **piano focale** si trova lungo l'asse ottico dell'obiettivo, dove viene ricreata l'immagine capovolta ed esattamente a fuoco. In questo punto deve essere collocato il sensore, la cui superficie dovrebbe corrispondere a quella dell'immagine proiettata attraverso la lente.

La lunghezza focale dell'obiettivo è da mettere in relazione con angolo di ripresa e con le dimensioni del CCD: l'angolo di ripresa è inversamente proporzionale alla focale dell'obiettivo e direttamente proporzionale alla dimensione del sensore della telecamera CCD (fig. 3).

Questo significa che un particolare obiettivo montato su una telecamera con un sensore da 1/2" permetterà un certo angolo di ripresa, mentre montato su una telecamera con sensore da 1/3" ne consentirà uno inferiore. La scelta della lunghezza focale utile per una determinata ripresa deve quindi considerare contemporaneamente il formato dell'obiettivo, il formato del CCD, la distanza dal soggetto e l'estensione dell'area che si vuole riprendere.

La **quantità di luce** che passa verso l'elemento sensibile dipende dal diaframma dell'obiettivo detto anche iride o iris. Il diaframma dell'obiettivo è il foro che consente alla luce di attraversare la lente e raggiungere il sensore ottico (CCD) all'interno della telecamera.

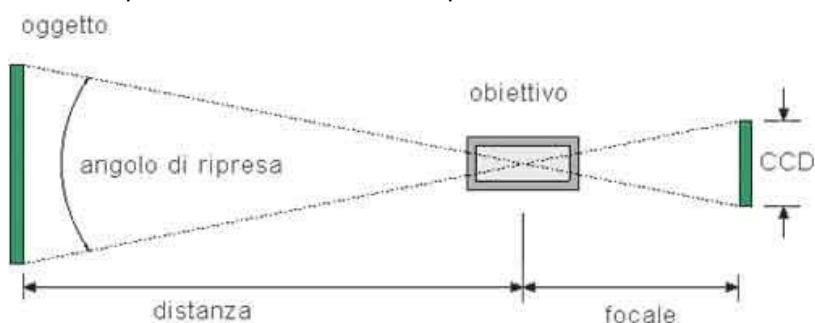


Fig.2: I raggi luminosi attraversano l'obiettivo e convergono in un punto detto punto focale, poco distante dalla lente stessa, dov'è posizionato il sensore CCD

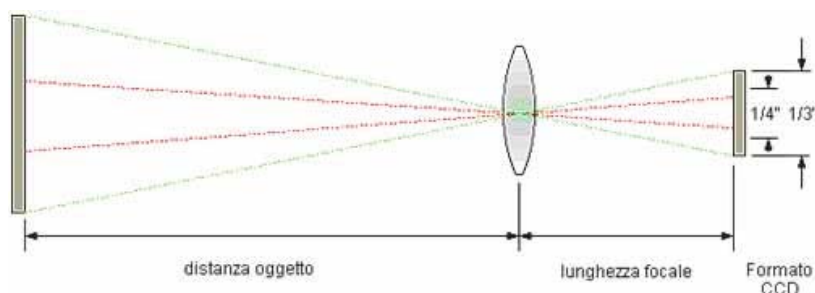


Fig.3: L'angolo di ripresa è inversamente proporzionale alla focale dell'obiettivo e direttamente proporzionale alla dimensione del sensore della telecamera CCD

Il **diaframma** influenza la **profondità di campo**, cioè nella capacità di un obiettivo di mettere a fuoco il soggetto ad una certa distanza (per quanto ci si sforzi di ottenere una regolazione precisa non sarà mai possibile la messa a fuoco di tutto quanto viene ripreso attraverso l'obiettivo) e permette di correggere eventuali anomalie cromatiche dovute ad eccessiva o scarsa illuminazione della scena. Un diaframma ampio permette riprese anche in condizioni di scarsa illuminazione, ma espone la telecamera al rischio di abbagliamento se la luminosità ambiente aumenta, viceversa un diaframma piccolo lascia passare all'interno solo una piccola quantità di luce permettendo riprese in condizioni di forte luminosità ma impedendo qualsiasi ripresa in condizioni di penombra. In funzione del tipo di diaframma adottato le lenti possono essere:

- *Ad iris fisso* – Hanno un diaframma di dimensioni medie, sono le più economiche e sono adatte per riprese in ambienti con luminosità scarsa e pressoché costante per tutto il corso della giornata
- *Ad iris variabile manualmente* - Hanno un diaframma a regolazione manuale che può adattarsi alla luce presente nell'ambiente senza però risolvere il problema di eventuali variazioni di luminosità nell'arco della giornata.
- *Auto-iris* - Sono utilizzate all'aperto dove si adattano bene alle frequenti variazioni di luminosità modificando automaticamente l'apertura del diaframma. Gli obiettivi auto-iris sono più costosi di quelli a diaframma fisso, ma sono indispensabili nelle riprese all'aperto se si vuole evitare di avere immagini troppo chiare di giorno e troppo scure di notte.

Il segnale video generato per mezzo del sensore CCD viene inviato ai circuiti della telecamera che lo trasformano in un segnale elettrico variabile (detto composito) contenente tutte le informazioni relative al filmato (luminosità, audio, sincronia ecc.) Per riprodurre fedelmente un segnale come questo è però necessario che il monitor sia in grado di interpretare correttamente le informazioni che gli vengono trasmesse.

In **Europa** il **formato video più diffuso** è lo **standard PAL** basato su una frequenza **dell'alimentazione di 50Hz**. Il CCD viene scandito 50 volte al secondo con l'immagine suddivisa però in due parti chiamate semiquadri (Field). L'immagine completa detta quadro (**Frame**) viene infatti composta visualizzando alternativamente delle linee tv orizzontali: il primo semiquadro contiene le informazioni relative alle righe pari mentre il secondo alle righe dispari.

Ogni **frame** è **composto** quindi da **625 linee** e **2 semiquadri**. Ogni secondo di registrazione corrisponde a 25 frames. Questo sistema è detto interlaccio 2:1 dal momento che due semiquadri formano un quadro.

Altre caratteristiche che possono influenzare le prestazioni di una telecamera sono:

- *Shutter elettronico (otturatore elettronico)* – è un circuito che **governa la frequenza di lettura** della carica elettrica di ogni pixel del sensore. In pratica controlla la luminosità ambiente accelerando la frequenza di acquisizione con l'aumentare della luminosità ambientale evitando in tal modo una sovraesposizione dei pixel alla luce.
- *Rapporto segnale/disturbo (S/N)* - è espresso in dB e fornisce un **indice di bontà del segnale** della telecamera confrontando il segnale video con i disturbi in esso presenti. Più è alto il valore di S/N e migliore sarà il segnale fornito dalla telecamera.
- *Controllo automatico del guadagno (AGC - Automatic Gain Control)* - è un circuito elettronico che **amplifica il segnale video** quando **in caso di scarsa illuminazione** scende al di sotto di una certa soglia. L'attivazione dell'AGC (in alcune telecamere esiste la possibilità di escludere la funzione) rende possibile una visione anche in condizioni critiche ma oltre ad amplificare il segnale tende anche ad aumentare il rumore.
- *Compensazione della luce di fondo (BLC - r Back Light Compensation)* – Per **riprese in controluce** (ad esempio ingresso di un negozio).
- *Bilanciamento automatico del bianco (AWB - Automatic White Balance)* - Permette alla telecamera di **riprodurre fedelmente il bianco** qualsiasi sia la fonte di luce che lo illumina (luce del mattino, del mezzogiorno, della sera, luce di una lampada ad incandescenza, ecc..).
- *Controllo digitale del segnale video - (DSP - Digital Signal Processing)* - **Controllo digitale del segnale video** per l'elaborazione del segnale fornito dal CCD. Rispetto alle vecchie telecamere con circuiti analogici permette di ottenere un'immagine più definita, una riduzione del rumore nel segnale video, una regolazione automatica dei difetti dell'immagine e una migliore qualità dei colori.
- *Funzione Motion detector* – La funzione permette alla telecamera la **rilevazione del movimento** trasformandola in un "sensore antintrusione". È possibile rilevare un'intrusione, in relazione alla variazione dei pixel dell'immagine rispetto ad immagini di riferimento preregistrate, e generare un allarme facendo al esempio partire la registrazione.

Monitor

Il **monitor** è lo schermo sul quale vengono visualizzate le immagini riprese dalle telecamere ed è solitamente installato nei locali presidiati dal personale di sorveglianza. E' simile ad un televisore domestico con la possibilità di un servizio di tipo continuativo e con una risoluzione generalmente superiore. I monitor possono essere di tipo **CRT** (i più utilizzati) con il **classico tubo catodico** oppure, anche se il prezzo è ancora piuttosto elevato, più moderni di tipo **LCD**.

Le caratteristiche principali che determinano le prestazioni di un monitor sono:

- *la dimensione* – misurata in pollici sulla diagonale tracciata da un angolo all'altro. I monitor più comunemente usati sono quelli da 14" perché forniscono un giusto compromesso fra dimensione e prezzo.
- *la risoluzione* – misurata in linee, deve essere uguale o maggiore al segnale video delle telecamere. I monitor in Bianco/Nero sono solitamente dotati di una risoluzione più che sufficiente (superiore alle 700 linee) mentre la scelta dei monitor a colori deve essere più oculata perché i modelli più economici sono compatibili con telecamere con risoluzione di 330-380 linee, mentre le telecamere con risoluzione più elevata necessitano di monitor dai costi più elevati.

Videoregistratore

Attualmente si può disporre indicativamente delle seguenti soluzioni:

- **Videoregistratori a cassetta** – sono videoregistratori simili a quelli domestici che consentono però di modificare il numero di fotogrammi al secondo registrati sul nastro. A queste condizioni una video-cassetta E180 può contenere parecchie ore di registrazione. Non permette di usufruire di funzioni avanzate presenti sui registratori digitali (rilevazione automatica di presenze indesiderate, possibilità di inviare informazioni in remoto tramite rete locale o via internet).
- **Videoregistratori digitali con o senza P.C.** – I videoregistratori che fanno uso di PC sono i più versatili e registrano in formato digitale su Hard Disk. Non presentano gli inconvenienti tipici dei videoregistratori tradizionali a nastro come ad esempio il logoramento con necessità di sostituzione periodica della cassetta, usura meccanica, ecc. I videoregistratori che non fanno uso di PC contengono un'elettronica specifica per il loro funzionamento e forniscono quasi le stesse prestazioni di quelli che ne fanno uso, ma hanno il vantaggio di una notevole semplificazione delle operazioni.

4. Il cablaggio

Le telecamere forniscono un segnale video che deve essere inoltrato ai vari apparecchi del sistema (monitor, videoregistratori, ecc). La **connessione** fra i vari elementi può essere ottenuta con diversi mezzi trasmissivi (fig. 4):

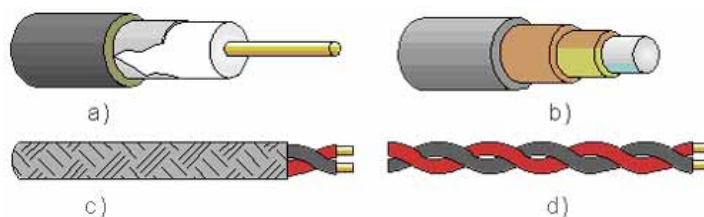


Fig.4: I principali mezzi trasmissivi a) cavo coassiale, b) fibra ottica, c) cavo twistato schermato, d) cavo twistato

- **Cavo elettrico tradizionale** – Per lunghezze di pochi metri si possono utilizzare i comuni cavetti audio/video con i classici terminali RCA.
- **Cavo coassiale** – Se la distanza aumenta si può impiegare un cavo coassiale. E' composto da un'anima rigida di rame avvolta da un primo strato di isolante, da un ulteriore strato costituito da una maglia metallica di schermatura e per finire da una protezione esterna in PVC. Per il trasporto del segnale video TVCC il cavo coassiale più utilizzato è lo RG59 con un'impedenza caratteristica di 75 Ohm.
- **Cavo twistato** – Consiste in due conduttori di rame ritorti e può essere del tipo schermato o non schermato. Può collegare punti distanti anche centinaia di metri senza sensibile attenuazione del segnale.
- **Trasmissione video a mezzo di onde radio (wireless)** – è una soluzione di recente implementazione che permette il trasferimento del segnale video tramite onde radio. Offre il vantaggio di non dovere posare alcun cavo pur mantenendo una qualità d'immagine che si avvicina molto al cablaggio tradizionale.
- **Fibra ottica** – Con la fibra ottica è possibile trasportare il segnale video anche a distanze di chilometri senza una sensibile degenerazione. L'unico difetto è il costo ancora piuttosto elevato.

5. Gli impianti di base

Nella progettazione di un impianto TVCC in particolare occorre determinare quanto segue:

- Individuazione delle **zone da sorvegliare** previo accordi con il committente;
- Scelta delle **caratteristiche delle telecamere** in relazione alle condizioni ambientali di installazione;
- Tipo, collocazione e potenza degli **apparecchi illuminatori**;
- Consistenza e tipo di **apparecchiature della stazione di controllo**;
- Tipo di **cablaggio** per le connessioni;
- Procedure e modi di **gestione dell'impianto**.

Per piccoli ambienti l'impianto base consiste in una sola telecamera che trasmette il segnale verso un unico monitor o eventualmente verso due monitor collegati in parallelo. Se il sistema comprende più telecamere il segnale deve essere inviato in scansione al monitor, che possiede un unico ingresso video, tramite un selettore ciclico al quale possono far capo anche i rivelatori di presenza dell'impianto anti-intrusione.

Quando si presenta la necessità di controllare contemporaneamente il segnale video proveniente da più telecamere il problema può essere risolto mediante un monitor multimmagine che ci permette di visualizzare nello stesso istante le immagini provenienti da più telecamere. Se le telecamere da gestire sono più di quattro il selettore ciclico non è più sufficiente e diventa infine utile l'uso di un **multiplexer** che può essere del tipo **Simplex** o del tipo **Duplex**, che permette una migliore gestione della videoregistrazione.

Qualsiasi telecamera o monitor (secondo quanto stabilito dallo standard PAL) abbiamo visto che elabora 15625 linee TV al secondo originando 50 semiquadri che saranno quindi riprodotti sullo schermo come 25 immagini al secondo. La telecamera e il monitor devono però avere, oltre che la stessa velocità, anche lo "stesso passo".

Questo si ottiene coordinando i vari elementi del sistema mediante un segnale di sincronismo esterno inviato alla telecamera tramite un ulteriore cavo coassiale da un **generatore di sincronismi (Gen-Lock)**. Questo metodo è impiegato più che altro su telecamere alimentate in corrente continua perché nelle telecamere alimentate in corrente alternata è possibile gestire la sincronizzazione con un sistema basato sulla **frequenza della rete di alimentazione (Line-Lock)**.

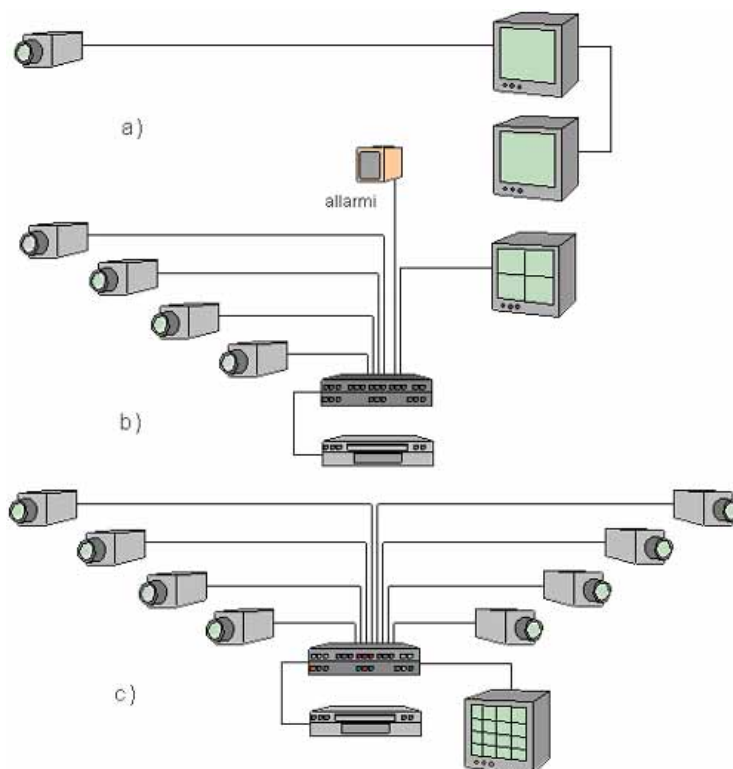


Fig.5:impianti tipici a) una sola telecamera uno o due monitor in parallelo b) quattro telecamere con selettore ciclico c) più telecamere gestite mediante multiplexer