

UNIVERSIDAD POLITECNICA DE VALENCIA

ESCUELA POLITECNICA SUPERIOR DE GANDIA

Grado en Ing. Sist. de Telecom., Sonido e Imagen

---



UNIVERSIDAD  
POLITECNICA  
DE VALENCIA



ESCUELA POLITECNICA  
SUPERIOR DE GANDIA

# “Diseño de un sistema de televigilancia sobre IP para el edificio CRAI de la Escuela Politécnica Superior de Gandia”

*TRABAJO FINAL DE GRADO*

Autora:

**Silvia Martí Martí**

Tutora:

**Xelo Part Escrivá**

**GANDIA, 2013**

## **Agradecimientos:**

Quiero dar las gracias a mis compañeros de  
la EPSG por su paciencia y buenos consejos;  
compañeras de biblioteca, secretaria,  
informáticos y Álex.

***a Juan Emilio y Mar,***

## Contenido

1. Resumen .....	3
2. Sistemas de CCTV.....	5
2.1.    Introducción a los sistemas de CCTV.....	5
2.2.    Comparativa entre los sistemas analógicos e IP.....	7
2.3.    Sistemas de CCTV sobre IP.....	12
2.3.1.    Cámaras.....	12
2.3.2.    Transmisión.....	19
2.3.3.    Grabación.....	22
2.3.4.    Gestión y control del video.....	24
2.4.    Estandarización de los sistemas de vigilancia IP.....	25
3. Diseño de un sistema de videovigilancia IP para el caso práctico del edificio CRAI de la Escuela Politécnica Superior de Gandia.....	26
3.1.    Descripción de los espacios.....	26
3.2.    Cableado de red existente en el edificio.....	28
3.3.    Elección de la tecnología.....	30
3.3.1.    Cámaras.....	31
3.3.2.    Grabador.....	37
3.3.3.    Software de control.....	41
4. Índice de figuras y tablas.....	48
5. Bibliografía.....	50
6. Anexos.....	52
Anexo I: Presupuesto	
Anexo II: Planos de la instalación	
Anexo III: Tabla de colocación y características de cada cámara	
Anexo IV: Especificaciones de los elementos del sistema	
Anexo V: Normativa en materia de videovigilancia	

---

## 1. Resumen

En los últimos años y como consecuencia de la situación económica actual, la inversión en seguridad se ha convertido en una partida imprescindible a nivel empresarial, institucional e incluso a nivel particular. La industria de la seguridad ha hecho uso de la evolución tecnológica en materia de redes y tratamiento de imágenes y lo ha aplicado a los nuevos sistemas de CCTV, creando un nuevo estándar basado en el protocolo IP.

El objetivo de este proyecto es el diseño de un sistema de videovigilancia sobre IP para el edificio de Biblioteca y Documentación Científica (CRAI) de la Escuela Politécnica Superior de Gandia. Esta instalación va a permitir controlar de forma remota y en tiempo real a través de la red IP los accesos al edificio, así como preservar la seguridad de las personas y de los bienes valiosos de su interior.

El proyecto empieza explicando el estado del arte de los sistemas de CCTV, desde los primeros sistemas analógicos a los modernos CCTV sobre IP. A continuación se hace el estudio del edificio analizando las necesidades existentes en materia de seguridad. Se elige cada componente y su ubicación en el plano basándose en estas necesidades; así como el presupuesto final de la instalación.

Para concluir se incluye un repaso a la normativa vigente en materia de videovigilancia.

**Palabras claves:** CCTV, videovigilancia, televigilancia, IP, seguridad.

### **Abstract**

*Nowadays all the companies, institutions and also domestic ambit has increased their budget to improve their security measures, as a result of the current economic situation. The security industry has made use of the technological development to improve the CCTV. One new standard over IP has been launched.*

*This project uses the IP standard to design a surveillance system to be used in the Library building on the "Escuela Politécnica Superior de Gandia". This advanced system will be managed remotely and at real-time.*

*The project begins explaining the CCTV situation, from the analog to the digital IP systems. Then the project describes the operation of a video surveillance system over IP and new emerging standards in this area.*

*Next, we study all the security weakness inside and outside the building to select and locate every part included in our system. Also this project includes the actual budget of the global system.*

*To conclude, this project reviews current regulations on security area.*

**Key words:** *CCTV, surveillance, IP, security, camera.*

## 2. Sistemas de CCTV

### 2.1 Introducción a los sistemas de CCTV

Un sistema CCTV (circuito cerrado de televisión) se define como un sistema de transmisión y visualización de imágenes en movimiento que solo puede ser visualizado por un grupo limitado de personas, a diferencia de la televisión abierta o pública. La industria de la seguridad hace uso de estos sistemas para realizar un control de accesos y para preservar la seguridad de las personas y los bienes de los edificios. En la actualidad la utilidad de estos sistemas va mas allá, se está utilizando por ejemplo para la monitorización de tráfico y para divulgación científica en materia de educación y medicina.

La historia de CCTV empezó con una cámara que transmitía la señal de video compuesto a un monitor remoto mediante cable coaxial de 75ohms, cuyo objetivo era limitado a poder ver una sola área desde un sitio remoto.

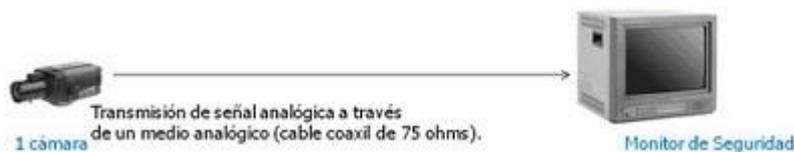


Figura 1. Inicio del CCTV

El paso siguiente fue la introducción de secuenciadores que permitían la visualización de múltiples cámaras. La introducción de los multiplexores permitió que las cámaras se visualizaran de forma simultánea. Luego vino la primera generación de grabación, que significó grabación de video en forma analógica usando equipos VHS. La introducción de este nuevo elemento permitió grabar el video para su revisión posterior.

La segunda generación de CCTV vino con la digitalización de las imágenes, algo que permitió tratar los datos digitales con un equipo “inteligente” (CPU). En la segunda generación esto significaba procesos sencillos como grabar en un disco duro, detección de movimiento, búsqueda mas rápida de un video guardado y acceso al video vía redes. Otras ventajas eran que no se requería acción humana para cambio de cintas, entonces no se perdía grabación por negligencia. La calidad del video no se perdía con el tiempo o con copiarlo. El problema de esta tecnología era que por más que nos encontráramos con un sistema que grababa en forma digital y que permitía ver a través de internet, se trataba aún de un sistema analógico, ya que esto se define por la transmisión de la señal de la cámara al DVR (digital video recorder) a través del cable coaxial. El DVR debe poseer una entrada analógica por cada cámara que tenga instalada el sistema para su posterior digitalización para ser mostrada y grabada.

Los sistemas de tercera generación basan su funcionamiento en la transmisión de las imágenes a través de una red TCP/IP, que pueden ser redes de cableado estructurado UTP, fibra óptica e incluso redes Wifi. La salida de las cámaras es directamente un

*streaming* de video digital. El NVR (Network Video Recorder), a diferencia del DVR del caso analógico, puede no ser parte del sistema, ya que cualquier computadora en la intranet o en internet podrá acceder directamente a las cámaras y almacenar las imágenes en su propio disco duro. El NVR deberá estar presente solo si deseamos realizar simultáneamente la visualización y grabación de las cámaras. Todas las cámaras IP suelen llevar incorporado un sistema de almacenamiento que también permite la grabación del video. En las imágenes de video digital no hay limitación en cuanto a resolución puesto que se especifican en píxeles, en la señal de video compuesto analógico la resolución se mide en líneas (resolución PAL 576 líneas). Las cámaras IP pueden trabajar con resoluciones derivadas de la industria informática pudiendo alcanzar calidades de imagen de formato Megapixel. El empleo de cámaras IP también permite utilizar distintas relaciones de aspecto de 4:3 a panorámico 16:9. Además, el uso de técnicas de compresión de vídeo digital simplifica la gestión del vídeo y optimiza el uso de los recursos del sistema al prevenir posibles sobrecargas en la red.

En los últimos años ha surgido una nueva alternativa a la calidad IP Megapixel: la tecnología HD-SDI (High Definition Serial Digital Interface). El HD-SDI utiliza el cable coaxial para la transmisión del video en alta definición. Esto significa que podemos utilizar la infraestructura de una instalación de CCTV analógica y trabajar con cámaras HD con tecnología HD-SDI.

Resumiendo, los componentes básicos de un sistema de videovigilancia, tanto en los sistemas tradicionales analógicos como en los sistemas de vigilancia sobre IP, son cuatro: captura de imagen a través de las cámaras, transmisión de la imagen, almacenamiento y gestión de vídeo (Figura 2). En los puntos siguientes analizaremos de forma más precisa ambas tecnologías, citando las principales diferencias entre ambas.

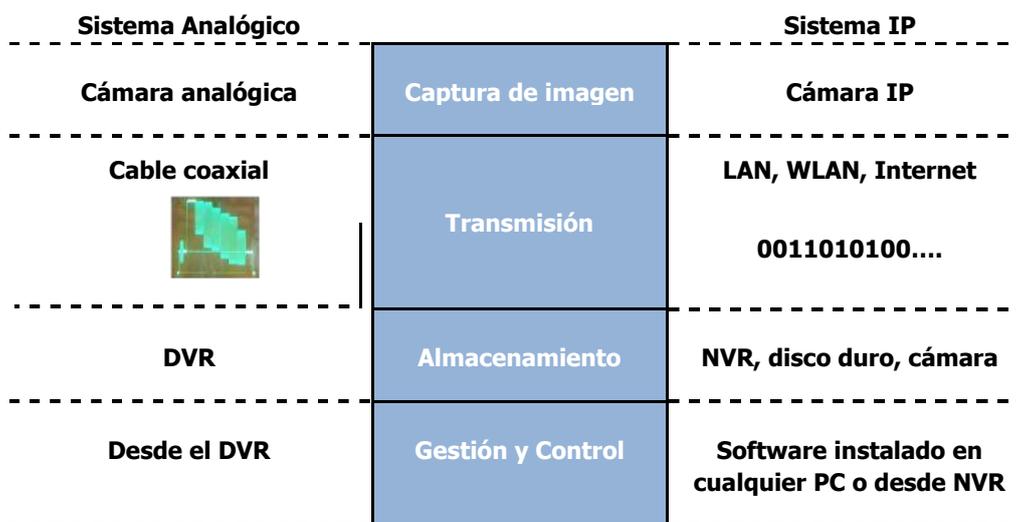


Figura 2. Componentes de los sistemas de CCTV

## 2.2 Comparativa entre los sistemas analógicos e IP

### Sistema de CCTV analógico

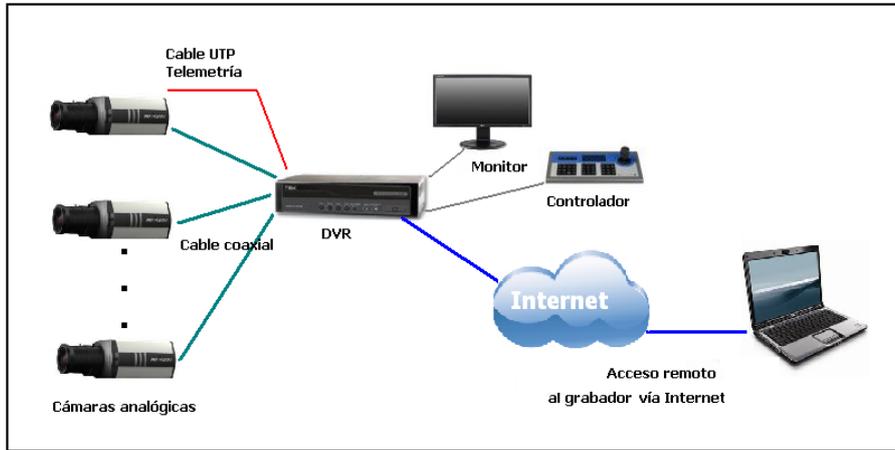


Figura 3. Instalación de CCTV analógica

En la Figura 3 podemos observar una instalación típica de CCTV analógica.

Todas las **cámaras** analógicas están conectadas punto a punto al DVR a través de cable coaxial de 75ohms. Además del cableado coaxial necesitan cableado para alimentación y, en las cámaras en las que sea necesario, cableado para el control de telemetría. La comunicación de telemetría se realiza con cableado UTP conectado en bus, a dos hilos (par trenzado), hasta un máximo de 1.200 metros, admitiendo hasta 256 dispositivos en bus. Utiliza el estándar de nivel físico de OSI RS-485. La telemetría es un método de señalización electrónica usado para controlar funciones de la cámara como: movimiento horizontal (*panning*), movimiento vertical (*tilt*), zoom, preset etc... El control de telemetría se puede realizar desde el mismo grabador o desde un controlador de teclado.

La imagen de salida de las cámaras es la señal de video compuesto (Figura 4).

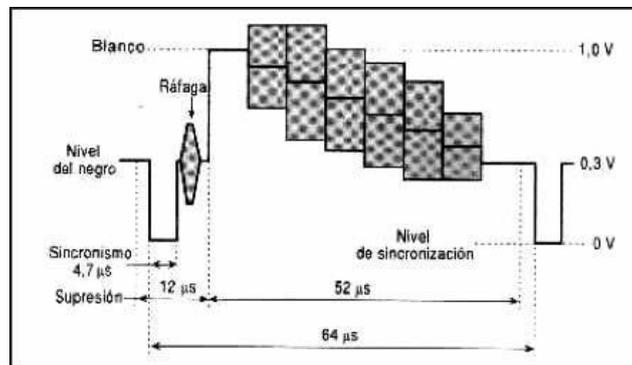


Figura 4. Señal de video compuesto PAL

La señal de video compuesto está formada por un número de líneas agrupadas en varios cuadros y estos a la vez divididos en dos campos que portan la información de luz y color de la imagen. El número de líneas, de cuadros y la forma de portar la información del color depende del estándar de televisión concreto. En España se utiliza el estándar PAL. Cada imagen PAL está formada por 625 líneas de las que solo 576 son efectivas. Los sincronismos de línea indican donde comienza y acaba cada línea de las que se compone la imagen de video; se dividen en, púrtico anterior, púrtico posterior y pulso de sincronismo. Los sincronismos verticales son los que nos indican el comienzo y el final de cada campo. Están compuestos por los pulsos de igualación anterior, pulsos de sincronismo, pulsos de igualación posterior y líneas de guarda (donde en la actualidad se inserta el teletexto y otros servicios). La frecuencia de los pulsos de sincronismo en el sistema PAL es 15,625 Hz, lo que se traduce en 50 campos por segundo o lo que es lo mismo 25 cuadros por segundo (25fps).

Dentro de una instalación CCTV analógica, el grabador o **DVR** es el dispositivo central de la instalación, es decir, donde se conectan las cámaras de video y el monitor para la visualización de las mismas, así como otra serie de dispositivos opcionales. Esto presenta el inconveniente de que los centros de control se sobresaturan debido a la cantidad del cableado, problemas de cuello de botella (Figura 5).

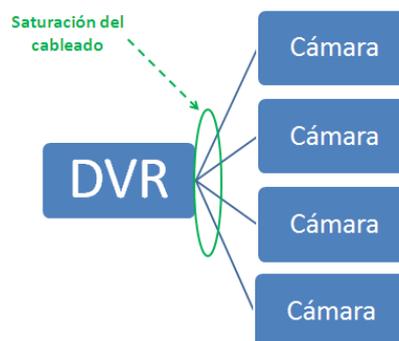


Figura 5. Saturación del cableado en CCTV analógicos

El DVR debe poseer una entrada analógica por cada cámara que tenga instalada el sistema, y un componente clave es una placa que recibe la señal analógica de las cámaras y la digitaliza para ser mostrada y grabada. Es por esto que la resolución de la imagen en una instalación analógica depende de la digitalización de la señal de video compuesto que hace el DVR y de las condiciones técnicas de la cámara (lente, iris fijo o automático, balance de blancos, control de ganancia, WDR, etc). La transmisión se da por un medio óptimo en cuanto a ancho de banda (cable coaxial), con lo que el ancho de banda no supone ninguna limitación. Los DVRs pueden comprimir por software (parte del trabajo lo hace el sistema operativo, peor cuantas más cámaras soporte el DVR) o por hardware (mucho más robustos). Es el DVR quien limita la cantidad de fps (frames por segundo) con las que generará el video digital que transmitirá y grabará.

El DVR se puede conectar a la red, esto permite la visualización de la grabación desde cualquier PC conectado a ésta. En estas transmisiones los datos en formato

digital viajan comprimidos en los formatos de compresión más comunes (MPEG, MPEG-4 y H-264) del mismo modo en el que lo harán en una instalación de CCTV IP.

La instalación de un sistema de CCTV analógico resulta bastante compleja debido a todo el cableado que hay que colocar con su correspondiente coste, sin embargo, una vez realizada esta instalación, la configuración de los equipos, así como le gestión y el mantenimiento de los mismos no precisa de avanzados conocimientos técnicos, resulta bastante intuitivo.

### **Sistema de CCTV sobre IP**

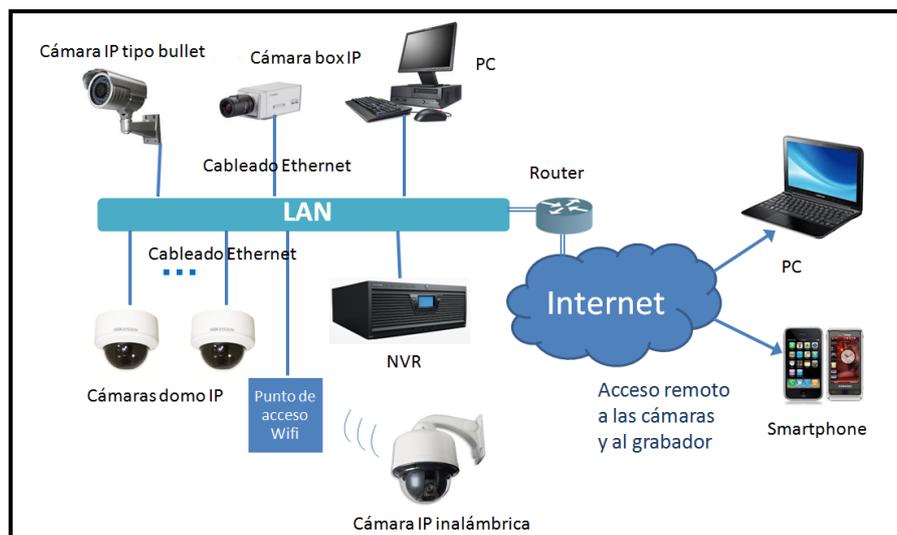


Figura 6. Instalación de CCTV sobre IP

En la Figura 6 podemos observar el esquema básico de un CCTV sobre IP. En este punto nombraremos cada uno de los elementos que lo forman, y a continuación en el punto 2.3. lo trataremos más a fondo ya que será el sistema elegido para el diseño de nuestro CCTV. Al igual que en el caso analógico se pueden diferenciar los siguientes elementos:

- **Cámaras** de red o cámaras IP
- **NVR**, *Network Video Recorder* o Grabador de Red
- Etapa de **gestión y control** de las imágenes
- La **transmisión** de toda la información se hace a través de la red IP

### **Sistemas Híbridos**

A lo largo de los últimos años los sistemas IP han ido evolucionando para cada vez alcanzar mejores prestaciones y a un coste menor, a pesar de esto casi el 50% del coste de la instalación se dedica a las cámaras. Esto ha hecho que todavía coexistan

ambas tecnologías de CCTV analógico e IP. Normalmente se opta por la tecnología IP para los sistemas de nueva instalación; mientras que las instalaciones antiguas ya instaladas van evolucionando hacia modelos híbridos, en los que se mantienen las antiguas cámaras analógicas y se instalan servidores de video. Un servidor de video es básicamente una pasarela entre la tecnología coaxial de los sistemas analógicos, y la tecnología IP. Se conecta a la cámara analógica a través del cable coaxial y convierte las señales de vídeo analógicas en secuencias de vídeo digitales que luego se envían a través de la red IP, descentralizando el sistema y permitiendo su ampliación futura con cámaras IP. De este modo, los usuarios pueden beneficiarse de las ventajas del vídeo en red sin tener que descartar los equipos existentes, como cámaras analógicas y cableado coaxial. En la Figura 7 podemos ver un ejemplo de lo que sería un sistema híbrido.



Figura 7. Sistema híbrido de CCTV

### **Ventajas de los sistemas de CCTV IP frente a los sistemas CCTV analógicos**

A continuación vamos a enumerar las ventajas y funcionalidades añadidas que puede proporcionar un sistema CCTV basado en la tecnología IP frente a un sistema CCTV analógico tradicional.

**Accesibilidad remota:** Todos los componentes de un sistema IP, tanto cámaras como los NVR se pueden configurar y gestionar de forma remota. Esto permite visualizar video en tiempo real y grabaciones a todos los usuarios autorizados desde cualquier ubicación en red del mundo. En los sistemas de CCTV analógicos sólo los usuarios situados en el mismo centro de control pueden ver y gestionar videos, para poder hacerlo desde fuera de este centro de control sería necesario instalar servidores de video para las cámaras o grabadores de video digital (DVR) con conexión a la red.

**Mejora en la calidad de la imagen:** En los sistemas de CCTV actuales es necesaria una buena resolución de la imagen para ser utilizada en aplicaciones muy concretas como por ejemplo en el reconocimiento de matrículas. Con las cámaras IP Megapixel se consigue una resolución y una calidad de imagen muy superior a la de las cámaras analógicas. La calidad de una imagen digital se puede mantener más fácilmente en un sistema de video en red que en una instalación analógica, ya que va

sufriendo pérdidas con la distancia de los cables. Además las imágenes capturadas en un sistema analógico se degradan con cada conversión entre los formatos analógico y digital. En un sistema de vigilancia IP digital completo, las imágenes de una cámara IP salen en formato digital y se mantienen en este formato sin conversiones innecesarias y sin degradación de las imágenes en función de la distancia recorrida.

**Procesamiento digital de la imagen:** los sistemas IP incorporan la capacidad de procesamiento digital de la imagen. Esto permite la posibilidad de grabaciones programadas gestionadas por eventos como detección de movimiento o señales externas provenientes del sistema de alarma, lo que reduce la cantidad de grabaciones sin interés. En los sistemas analógicos es un operador el que controla las imágenes capturadas y tiene que detectar las situaciones de riesgo. En un sistema analógico que cubre grandes áreas existen numerosas limitaciones debidas a esta intervención humana. En los sistemas IP se puede evitar la subjetividad del ojo humano, el sistema es capaz de extraer de forma automática y en tiempo real la información relevante, facilitando la labor del operador. Tanto las cámaras IP como los grabadores analizan de forma constante las entradas para detectar un evento y responder automáticamente a éste con acciones como la grabación de video y el envío de notificaciones de alarma.

**Infraestructura de red:** Un sistema de CCTV IP hace uso del cableado estructurado de red y no necesita cableado específico para su alimentación, utiliza la tecnología PoE (Alimentación a través de Ethernet). La infraestructura de red IP normalmente ya está implementada y se utiliza para otras aplicaciones dentro de una organización, por lo que una aplicación de vídeo en red puede aprovechar la infraestructura existente. Las redes IP tanto cableadas como inalámbricas constituyen además alternativas mucho menos caras que el cableado coaxial y de fibra tradicionales utilizados por un sistema analógico, que además necesita cableado adicional para controlar la telemetría y para alimentación.

**Escalabilidad y flexibilidad:** En los sistemas analógicos nos encontrábamos con el problema del cuello de botella debido al cableado centralizado a los centros de control, que estaban sobresaturados y con dificultad de trasladar y ampliar. En un sistema IP se pueden añadir o modificar componentes sin que ello suponga cambios significativos y costosos para la infraestructura de red. Un sistema de video en red puede crecer a la vez que las necesidades del usuario.

La única desventaja de los sistemas CCTV IP frente a los analógicos es que los equipos analógicos son sencillos de instalar y configurar, un operador no necesita conocimientos muy específicos para realizarlos; mientras que en las instalaciones IP se necesita personal especializado con conocimientos informáticos y de redes. Hace unos años otro inconveniente de las instalaciones IP era su coste elevado, pero en la actualidad esta tecnología ha sufrido una rápida revolución tanto a nivel tecnológico como de costes, situándolas en un nivel muy competitivo.

El video en red se puede utilizar en un número casi ilimitado de aplicaciones dentro y fuera del ámbito de la seguridad y la vigilancia. Ejemplos: aplicaciones educativas; aplicaciones en medicina; monitorización de tráfico; reconocimiento facial; reconocimiento de matriculas; monitorización de procesos industriales; vigilancia de los niños en el hogar, escuelas, parques, guarderías; vigilancia en espacios públicos como calles, aeropuertos; vigilancia en espacios privados como bancos, casinos, comercios, hogares; teleasistencia...

## 2.3 Sistemas de CCTV sobre IP

En este punto vamos a tratar más a fondo cada uno de los componentes que forman un sistema de CCTV sobre IP. Para explicar cada componente recordemos el diagrama básico del sistema (Figura 6).

### 2.3.1 Cámara IP

Una cámara IP, cámara de red o cámara de video de Internet, es un dispositivo encargado de captar y transmitir una señal de video/audio digital a través de una red IP estándar a otros dispositivos de red, como pueden ser un PC, un NVR o un Smartphone. Mediante una dirección IP dedicada, un servidor web y protocolos de streaming de video, los usuarios autorizados pueden visualizar, almacenar y gestionar video de forma local o remota y en tiempo real. Cada usuario autorizado es capaz de controlar y gestionar varias cámaras al mismo tiempo desde cualquier lugar donde haya conexión de red.

En la figura 8 podemos observar cual es el esquema básico de una cámara IP. Estas partes son: lente, sensor de imagen, procesador de imagen (DSP), CPU, etapa de compresión y tarjeta Ethernet que ofrece conectividad de red para la transmisión de los datos (Figura 8). La mayoría de las cámaras IP actuales incluyen una memoria interna, normalmente una tarjeta SD, que permite almacenar los videos.

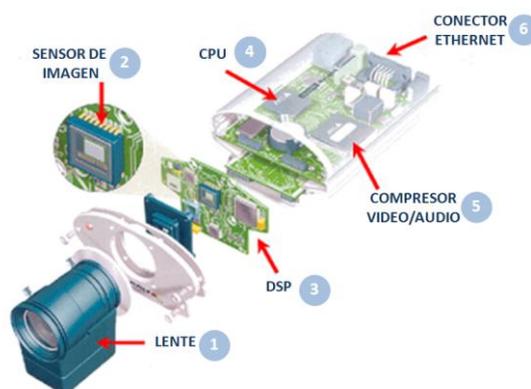


Figura 8. Esquema básico de una cámara IP

1 **Lente:** Las lentes son los “ojos” de un sistema de CCTV. Sus funciones son: en primer lugar, se determina la escena que se muestra en el monitor (esta es una función de la distancia o longitud focal); en segundo lugar, se controla la cantidad de luz que llega al sensor (iris). Según la distancia focal, las lentes se clasifican en: lentes **fijas** o lentes **vari focales**. Las lentes fijas son el tipo más simple de lente, y por lo tanto el menos caro. Para encontrar el valor fijo de la lente se requiere un cálculo preciso para seleccionar la lente más adecuada para una escena determinada. Este cálculo se basa en conocer el tamaño deseado del área de visualización y la distancia a la cámara. Distancias focales pequeñas permiten visualizar mayor campo de visión, aunque con menor detalle. Distancias focales grandes, permiten visualizar un menor campo de visión, pero más detalle. Las lentes de distancia focal variable (vari focal), aunque un poco más caras, son las más usadas porque se puede conseguir un ajuste más preciso de la escena. Este tipo de lentes hace que el sistema de CCTV sea más flexible, porque una misma lente puede ser usada en todas las cámaras de la instalación y ajustarlas de forma precisa para cada escena.

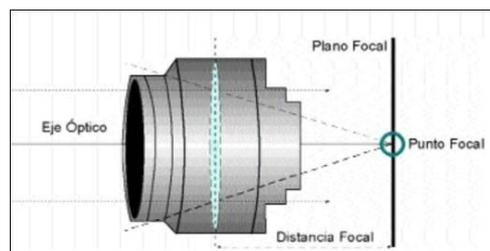


Figura 9. Distancia focal de una lente

La distancia focal (figura 9) es la distancia entre el centro de la lente y el sensor de imagen. Los rayos de objetos infinitamente distantes se condensan internamente en la lente en un punto común en el eje óptico. El punto en el que se coloca el sensor de imagen de la cámara se llama punto focal. La distancia focal se mide en milímetros. Las ópticas con distancia focal pequeñas tienen un ángulo de apertura grande, lo que permite observar zonas extensas. Las ópticas con distancia focal grande tienen un ángulo de apertura pequeño, lo que equivale a teleobjetivos donde el ángulo de visión es estrecho. Los objetivos con distancia focal pequeña se llaman angulares, en referencia al ángulo de apertura. Los objetivos con distancia focal grande se denominan teleobjetivos. Un objetivo de 50mm equivaldría al ángulo de visión humano. Para determinar la distancia focal que vamos a necesitar, es preciso conocer los parámetros del objeto o escenario a enfocar (altura, anchura y distancia)..

Otra característica de las lentes es la **corrección IR**. El ojo humano es capaz de ver únicamente la parte de "luz visible" del espectro. Más allá de la luz visible está la porción del espectro de infrarrojos (IR).

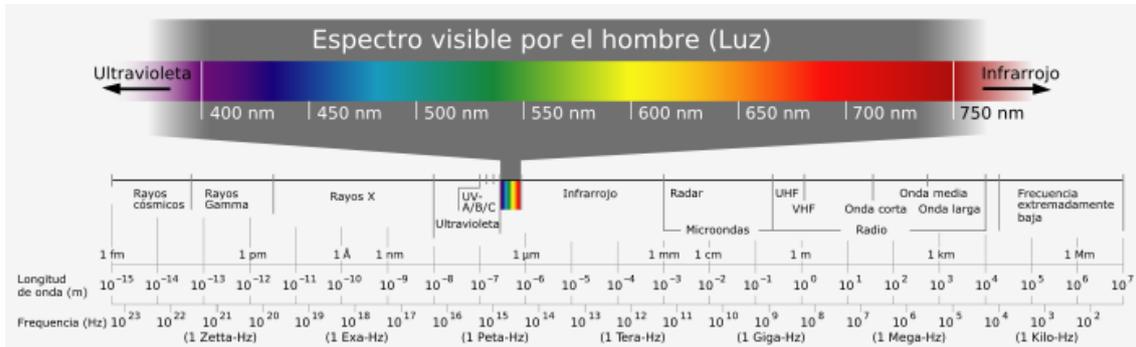


Figura 10. Localización en el espectro radioeléctrico de la parte visible por el hombre (luz)

La luz IR afecta negativamente a la exactitud de la reproducción del color: por esta razón, todas las cámaras en color llevan incluido un filtro de corrección IR para minimizar o eliminar la luz IR que llega al sensor de imagen. Por lo tanto las cámaras a color no necesitan las lentes con corrección IR.

El último tipo de lente y el más complejo son las lentes **zoom motorizadas**. Este tipo de objetivos ofrecen la mayor funcionalidad. Se puede ajustar el valor de la distancia focal de forma remota. Esto significa que una sola lente se puede utilizar para ver una amplia zona, hasta que se detecta un intruso, y en ese mismo momento, hacer un zoom para capturar detalles faciales.

Para el montaje de las lentes se utilizan dos tipos de formatos, **montura "CS" o "C"**. La diferencia entre los dos tipos es la distancia desde la parte posterior de la brida de montaje a la cara del sensor. Esto se conoce como la "longitud focal posterior." Con lentes CS, esta distancia es más corta, lo que resulta una lente más compacta. La mayoría de las cámaras de hoy en día utilizan una montura de lente CS.

Otro concepto relacionado con las lentes es el **iris**. El iris controla la cantidad de luz que incide sobre la cara del sensor de imagen. La medida de la apertura del iris se hace en f-stops. En la figura 11 se pueden observar las distintas aperturas del iris dependiendo del f-stop.



Figura 11. Apertura del iris

**2** **Sensor de imagen:** Existen dos tipos de tecnologías utilizadas para la fabricación de sensores para las cámaras digitales. Se trata de los CCD (Charge Coupled Device) o CMOS (Complementary Metal Oxide Semiconductor). Ambos tipos de sensores están formados en su esencia por semiconductores de metal-óxido (MOS) y están distribuidos en forma de matriz. Su función es la de acumular una carga eléctrica en cada una de las celdas de esta matriz. Estas celdas son los llamados píxeles. La carga eléctrica almacenada en cada píxel, dependerá en todo momento de la cantidad de luz que incida sobre el mismo. Cuanta más luz incida sobre el píxel, mayor será la carga que este adquiera. La principal diferencia entre el sensor CCD y el CMOS es que el segundo lleva implícito el amplificador en cada una de las células, mientras que en el CCD el amplificador es externo y común a todas las células fotoeléctricas. El tamaño de un sensor se mide en diagonal y puede ser de 1/4", 1/3", 1/2" o 2/3

**3** **Procesador de imagen:** recibe la imagen digitalizada por parte del sensor y después la procesa para enviarla a la etapa de compresión. La calidad de una imagen proporcionada por el sensor se puede mejorar gracias al procesador de imagen, que puede ajustar o aplicar diferentes técnicas y parámetros para conseguir esta mejora. Ejemplos: control del tiempo de exposición, iris y ganancia; compensación de luz de fondo y rango dinámico; algoritmos de mosaico; reducción de ruido; procesamiento del color y mejora de la imagen.

**4** **CPU:** La CPU de una cámara IP es un chip basado en Linux que controla y administra todas las funciones de la cámara. Gestiona todos los procesos internos de la cámara, como la compresión, envío de las imágenes o gestión de alarmas y avisos.

**5** **Etapa de compresión:** La compresión resulta imprescindible para la transmisión de imágenes y video a través de una red IP. La cantidad masiva de datos que supone la transmisión de video sin comprimir a través de una red haría que esta se saturara, por ello desde la aparición de las redes de datos han ido apareciendo algoritmos que procesan la señal para quitarle redundancia en unos casos, y para aplicar filtros que, a costa de perder un mínimo de calidad de imagen, justifican esta pérdida en base a la tasa de compresión conseguida. Los métodos de compresión más usados en las cámaras IP son: MJPEG, MPEG-4 y H.264. MPEG es un estándar en el que cada fotograma es comprimido como una imagen JPEG. MPEG-4 es un conjunto de 27 estándares y protocolos usados para codificación y transmisión de flujos de video/audio en entornos de bajo ancho de banda (hasta 1,5 Mbit/s). Es el primer gran estándar en la transmisión de videos por redes IP, y es usado también en dispositivos móviles y en televisión. H.264 también conocido como MPEG-4 Parte 10, se trata del estándar de nueva generación para la compresión de vídeo digital. H.264 ofrece una mayor resolución de vídeo que MJPEG o MPEG-4 a la misma velocidad de bits y el mismo ancho de banda, o bien la misma calidad de vídeo con una velocidad de bits inferior.

6

**Tarjeta Ethernet:** El chip Ethernet de la cámara IP es el encargado de ofrecer conectividad de red para poder transmitir las imágenes captadas a través de la red IP.

Para compensar la falta de iluminación para la captación, muchas cámaras llevan incorporados leds, iluminación infrarroja e incluso focos térmicos. En el caso de que la cámara no lleve incorporada iluminación se puede utilizar focos de iluminación adicional. Por lo general son de iluminación infrarroja, y dependiendo del modelo, pueden iluminar la escena desde 10m hasta 350m, y con un ángulo de apertura entre 3º y 120º.

Después de explicar el funcionamiento de cada una de las partes de una cámara IP, a continuación expondremos otros conceptos a tener en cuenta en la elección de una cámara:

- 1) **Sensibilidad.** La sensibilidad se mide en LUX, e indica la intensidad de luz necesaria para funcionar en condiciones escasas de iluminación. A mayor sensibilidad, el valor de lux será menor.
- 2) **Resolución.** En las cámaras IP, la resolución se mide en píxeles. La resolución de una cámara IP se mide por sus píxeles horizontales y verticales. A mayor número de píxeles, mayor resolución. En la figura 12 se pueden observar las resoluciones en píxeles derivadas de una imagen PAL.

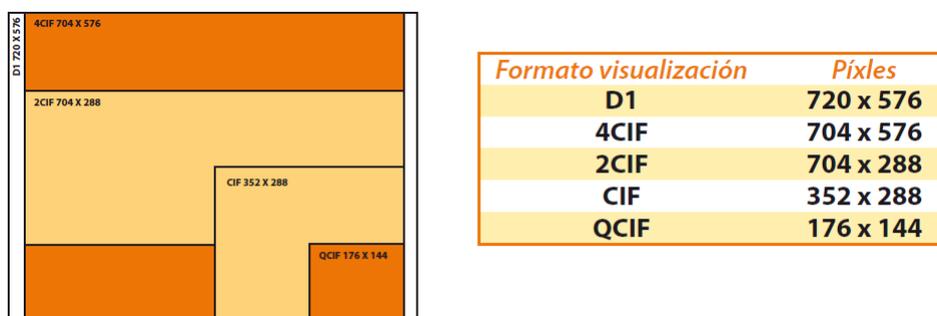


Figura 12. Resoluciones en píxeles de una imagen PAL

En las cámaras IP, se suele trabajar con resoluciones derivadas de la industria informática. El estándar más habitual en informática, y por lo tanto en cámaras IP, es VGA (tabla 1).

FORMATO VISUALIZACIÓN	PÍXELES
QCGA (SIF)	320x240
VGA	640x480
SVGA	800x600
XVGA	1024x768
4XVGA	1280x960

Tabla 1. Resoluciones derivadas de la resolución VGA

Las actuales tecnologías digitales permiten conseguir cámaras IP cada vez con mayor resolución, la resolución Megapíxel. Esto ha permitido crear nuevos estándares de resolución, que permiten, a su vez, identificar personas y/o objetos al mismo tiempo que se visualiza un área de escenario mayor.

FORMATO VISUALIZACIÓN	Nº MEGAPÍXELES	PÍXELES
SXGA	1.3 megapíxeles	1280x1024
SXGA + (EXGA)	1.4 megapíxeles	1400x1050
UXGA	1.9 megapíxeles	1600x1200
WUXGA	2.3 megapíxeles	1920x1200
QXGA	3.1 megapíxeles	2048x1536
WQXGA	4.1 megapíxeles	2560x1600
QSXGA	5.2 megapíxeles	2560x2048

Tabla 2. Resoluciones Megapíxel

La resolución HDTV se trata de un nuevo estándar de TV, que proporciona una resolución hasta 5 veces mayor que la de un sistema analógico, una mayor fidelidad de color y un formato 16:9. Las 2 normas HDTV más importantes son las siguientes:

<i>Norma HDTV</i>	<i>Píxeles</i>	<i>Frecuencia Imagen</i>
<b>SMTPE 296M (HDTV 720P)</b>	<b>1280 x 720</b>	<b>25 img/sg</b>
<b>SMTPE 296M (HDTV 720P)</b>	<b>1920 x 1080</b>	<b>25 img/sg</b>

Tabla 3. Resoluciones HDTV

Algunas cámaras IP Megapíxel soportan estos estándares, tanto en resolución como en número de imágenes por segundo

- 3) **Conmutación.** Prácticamente todas las cámaras IP ya son de color, aunque las cámaras B/N disponen de más sensibilidad y resolución que las de color. Por este motivo, las cámaras día/noche disponen de sistemas que las hacen funcionar en color durante el día, y conmutan a funcionamiento B/N durante la noche o con poca iluminación, con el fin de conseguir mayor sensibilidad y resolución. Simultáneamente, activan iluminación adicional mediante leds infrarrojos. Hay tres tipos de conmutación: a) conmutación electrónica: la cámara elimina la señal de crominancia de la imagen obtenida; b) conmutación mecánica: la cámara intercala un filtro IR entre la óptica y el sensor (el filtro elimina la luz IR durante el día, y se retira para dejarla pasar durante la noche, haciendo la cámara más sensible a la luz infrarroja, proveniente de los leds de iluminación); c) doble CCD: es como tener dos cámaras en una, con un CCD optimizado para visión en color y otro optimizado para visión en blanco y negro.

- 4) **Compensación de contraluz (BLC)**. Las cámaras tienden a ajustarse según el valor medio de toda la luz que incide sobre ellas. Si la escena no presenta fuertes contrastes, la imagen será correcta, pero en caso contrario, las partes con poca luz se verán excesivamente oscuras, y las partes de mucha luz, excesivamente claras. La función compensación de contraluz evita este efecto.
- 5) **Ajuste de blancos**. La tonalidad de los colores dependen de varios factores, principalmente del tipo de luz ambiente. Las cámaras, pues, necesitan tener una referencia de cuál es el color “blanco” para ofrecer una tonalidad correcta para el resto de colores. Por ello necesitan un ajuste que se denomina “ajuste de blancos”. Hay 2 sistemas de ajuste de blancos: AWC (ó AWB) automático que se ajusta solo en el momento de la instalación, y ATW seguimiento automático que se hace en cada momento.
- 6) **Control automático de ganancia**. Circuito electrónico encargado de mantener la señal de vídeo a un nivel constante. Es especialmente útil en cámaras que trabajan con un bajo nivel de luz.
- 7) **Shutter**. Circuito electrónico presente en muchos sensores CCD de las cámaras que permite trabajar con tiempos de exposición mayores, aumentando de este modo la sensibilidad de la cámara.
- 8) **Otras características**. Según el modelo de la cámara pueden incluir otras características tales como: entrada de audio, mascarar de privacidad (que permiten “tapar” una determinada zona de la escena, sujeta a privacidad), insertador de texto, contraluz programable por áreas, ajustes en la escala de colores,...

### **Clasificación de las cámaras IP**

Las cámaras IP pueden **clasificarse** según sean de instalación interior o exterior, en: cámaras box o fijas, cámaras domo fijas, cámaras PTZ (Pan, Tilt, Zoom) y cámaras domo PTZ.



**Cámaras box:** en este tipo de cámaras se suministra de forma separada el cuerpo de la cámara y la óptica (que puede ser fija o vari focal). Están relegadas prácticamente a sistemas profesionales en los que se requiera una óptica muy específica o para aplicaciones en las que resulte útil que la cámara esté bien visible.



**Cámara de red PTZ:** las cámaras de red PTZ (Pan-Tilt-Zoom) son cámaras que pueden moverse horizontalmente o verticalmente y disponen de un zoom ajustable dentro de un área, de forma tanto manual como automática. También se les llama cámara domo móvil.



**Cámara *bullet*:** Incorporan el cuerpo de la cámara + óptica + cabina, ya que generalmente son para uso en exteriores (IP 65 ó 66). La cabina puede llevar incluso extras tales como calefacción o ventilación.



**Cámara *minidomo*:** Amplia gama de cámaras compactas para instalaciones en interior o en zonas protegidas. Pueden ser anti vandálicas (IP 65-66).

### 2.3.2 Transmisión

Para la transmisión de información entre los dispositivos de un sistema de CCTV cada uno de los dispositivos ha de estar conectado a una red de área local (LAN). Una LAN es un grupo de dispositivos conectados a un área localizada para comunicarse y compartir recursos. Los datos se envían en forma de tramas, para cuya transmisión se pueden utilizar diversas tecnologías. Las tecnologías que se pueden utilizar en una LAN son Ethernet, Token Ring y FDDI, la más utilizada es la Ethernet que está especificada en la norma IEEE 802.3.

El medio de transmisión físico para una LAN por cables implica cables de par trenzado o fibra óptica. Un cable de par trenzado consiste en ocho cables que forman cuatro pares de cables de cobre trenzados, y se utiliza con conectores RJ-45, denominado cable UTP o FTP (en el caso en el que lleve apantallamiento).

La longitud máxima de un cable de par trenzado es de 100m, mientras que para la fibra, el máximo varía entre 10 y 70km, dependiendo del tipo. Dependiendo de si el cable es UTP o fibra óptica las velocidades de transmisión de los datos oscilan entre 100Mbit/s y 10.000Mbit/s.

Una red Ethernet está compuesta por tarjetas de red, repetidores, concentradores, bridges, switches, nodos de red y el medio de interconexión (cableado). Los nodos de red pueden clasificarse en dos grandes grupos: equipo terminal de datos (DTE) y equipo de comunicación de datos (DCE). Los DTE son dispositivos de red que generan el destino de los datos: los PC, routers, las estaciones de trabajo, los servidores de archivos, los servidores de impresión... En el caso de las instalaciones CCTV IP también lo son las cámaras IP y el NVR. Los DCE son los dispositivos de red intermediarios que reciben y retransmiten las tramas dentro de la red; pueden ser: conmutadores (switch), concentradores (HUB), repetidores o interfaces de comunicación. Por ejemplo: un módem o una tarjeta de interfaz.

La trama Ethernet es el formato de datos que los equipos usan para comunicarse en una red Ethernet. Las tecnologías más usadas son 10BASE-T, Fast Ethernet, Gigabit Ethernet y 10 Gigabit Ethernet (Tabla 4).

Tipos de Ethernet	Ancho de banda	Tipo de cable	Duplex	Distancia máxima
10Base-5	10mbps	Coaxial thicknet	Half	500m
10Base-2	10mbps	Coaxial thinnet	Half	185m
10Base-T	10mbps	UTP Cat3/Cat5	Half	100m
100Base-T	100mbps	UTP Cat5	Half	100m
100Base-TX	200mbps	UTP Cat5	Full	100m
100Base-FX	100Mbps	Fibra multimodo	Half	400m
100Base-FX	200mbps	Fibra multimodo	Full	2km
1000Base-T	1Gbps	UTP Cat 5e	Full	100m
1000Base-TX	1Gbps	UTP Cat 6	Full	100m
1000Base-SX	1Gbps	Fibra multimodo	Full	550m
1000Base-LX	1Gbps	Fibra monomodo	Full	5km
10GBase-CX4	10Gbps	Twinaxial	Full	15m
10GBase-T	10Gbps	UTP Cat6a/Cat7	Full	100m
10GBase-LX4	10Gbps	Fibra multimodo	Full	300m
10GBase-LX4	10Gbps	Fibra monomodo	Full	10km

Tabla 4. Diferentes tecnologías Ethernet

### **Alimentación a través de Ethernet, PoE**

La alimentación de las cámaras IP se produce a través del mismo cableado Ethernet y se denomina PoE (Power over Ethernet). Esta tecnología permite transportar la corriente eléctrica necesaria para el funcionamiento de cada dispositivo a través de los cables de datos en lugar de por cables de alimentación. Esto reduce al mínimo el número de cables que deben ser usados en la instalación de la red, lo cual reduce costes, hace que el mantenimiento sea más sencillo y facilita la instalación de dispositivos. La norma que define el estándar PoE es la IEEE 802.3af. Pueden establecerse distintas clases de potencia en función de la norma (Tabla 5).

CLASE	USO	Potencia del PD (W)	Corriente de clasificación (mA)
0	Por defecto	0.44 a 12.95	<5.0
1	Opcional	0.44 a 3.84	10.5
2	Opcional	3.84 a 6.49	18.5
3	Opcional	6.49 a 12.95	28
4	Reservado	12.95 a 25.5	40

Tabla 5. Clases de potencia PoE según la norma 802.3af

### **Conexiones inalámbricas**

Para realizar las conexiones entre dispositivos inalámbricos en una red LAN existen una serie de dispositivos que cumplen esa función y trabajan bajo un estándar común, el IEEE 802.11 (comúnmente conocido como WIFI o WLAN). Las extensiones más relevantes del estándar son 802.11b, 802.11g, 802.11a y 802.11n. Las cámaras IP suelen utilizar los estándares 802.11g/b/n. Las extensiones b y g utilizan la banda de 2,4-2,5GHz. Los dispositivos inalámbricos de conectividad con otros dispositivos inalámbricos más utilizados son: el Punto de Acceso (APs) y el Punto de Extensión (EPs). Los APs generalmente tienen como función principal permitir la conectividad de red, delegando la tarea de enrutamiento y direccionamiento a servidores, routers y

switches. Los EPs extienden el alcance de la red inalámbrica retransmitiendo las señales de un equipo o Punto de Acceso a otro Punto de Extensión. Los metros que cubren dichos aparatos van en función de los obstáculos (edificios, paredes, puertas) a sortear, pero lo normal son 100 metros en interior y 300 metros en exterior. En la Figura 13 podemos observar el esquema básico de conexionado de los APs y EPs de una red WIFI.



Figura 13. Ejemplo de conexionado de los puntos WIFI

### **Ancho de banda de un CCTV IP**

En el diseño de un CCTV IP es imprescindible el cálculo del ancho de banda total que necesita la instalación. Es necesario dimensionar adecuadamente el ancho de banda ocupado por las cámaras para no saturar la red. El ancho de banda utilizado por los equipos de una instalación de videovigilancia depende de la configuración en cada uno de ellos de una serie de parámetros. Estos parámetros son: resolución de la imagen (píxeles), frecuencia de imagen o número de frames por segundo (fps), método de compresión- factor de compresión. Actualmente tanto las cámaras como el NVR son elementos activos que no se limitan a la función de transmisión y grabación de las imágenes de enormes volúmenes de forma pasiva. Son capaces de evaluar cada situación y actuar consecuentemente a ella modificando los parámetros anteriores para reducir al máximo el ancho de banda utilizado. Además existen muchas formas de aprovechar al máximo el sistema de vigilancia IP, administrando el consumo de ancho de banda, algunas de estas técnicas son:

- Conmutación de redes: permite dividirse un ordenador y una red de vigilancia IP, en dos redes lógicas autónomas. Las redes siguen conectadas físicamente, pero el conmutador de red las divide lógicamente en dos redes virtuales independientes.
- Balanceo de cargas: en redes muy amplias, para evitar los grandes flujos de datos que saturan la red y los servidores del sistema, se utilizan balanceadores de carga. Actúan distribuyendo las peticiones de los clientes de forma equitativa entre distintos servidores, de manera que ninguno se sature.

- Redes más rápidas: constantemente baja el precio de los conmutadores y enrutadores, por lo que las redes con capacidad para Gigabytes son cada días más asequibles.
- Frecuencia de imagen condicionada a sucesos: la frecuencia de imagen para una calidad PAL requiere disponer de 25 imágenes por segundo. Los sistemas inteligentes incorporados a las cámaras de red y del NVR permiten establecer frecuencias de video menores para situaciones sin importancia a nivel de vigilancia, en caso de alarma o detección de movimiento, la frecuencia de imagen puede aumentarse automáticamente hasta un nivel superior.

La mayoría de empresas y distribuidoras de material de CCTV IP disponen de software para determinar el ancho de banda que el sistema utilizará, basándose en los parámetros de: resolución, frecuencia de imagen, compresión y número de canales (cámaras de la instalación). Este software también calculará la cantidad de espacio en disco que necesitará la instalación, dato muy importante para la elección del NVR.

### **Funciones de Seguridad en la red**

Debido a su finalidad como sistema de seguridad, cualquier sistema de videovigilancia IP necesita que las imágenes que transmite no sean interceptadas por terceros. A diferencia de las cámaras analógicas de CCTV que sólo envían una transmisión de video única que puede ser interceptada, una cámara IP puede cifrar el vídeo que se envía a la red para asegurarse de que no pueda visualizarse ni interferirse. Existen varios niveles de seguridad, el primer nivel es la autenticación y la autorización. El usuario o dispositivo se identifica en la red y en el extremo remoto con un nombre de usuario y una contraseña, que se verifican antes de permitir que el dispositivo entre en el sistema. Se puede conseguir seguridad adicional cifrando los datos para evitar que otros usuarios los utilicen o los lean. Los métodos más habituales son HTTPS, VPN Y WEP o WPA en redes inalámbricas.

También se pueden utilizar técnicas tales como los sellos de fecha y hora y el marcado de agua. Las marcas de agua contienen información de hora, ubicación y usuario, así como información de que alarmas están conectadas en una secuencia de video específica. Estas marcas son completamente invisibles para los visualizadores, ya que se dispersa la información de forma aleatoria por todo el archivo, de forma que no pueden ser manipuladas ni identificadas por usuarios no autorizados.

### **2.3.3 Grabación**

Las unidades de almacenamiento de un sistema de CCTV IP son componentes muy importantes de una instalación, ya que se utilizan para monitorizar, grabar, administrar y archivar secuencias de video. En un sistema de videovigilancia IP estas unidades de almacenamiento pueden ser de tres tipos:

- Almacenamiento en el mismo dispositivo. Normalmente todas las cámaras IP tienen una memoria interna (tarjeta SD o memorias USB) que permiten la grabación de horas y días de video. Son interesantes en ejemplos de instalaciones en las que la transmisión de video sólo es posible en una franja horaria concreta, o aquellas en las que el almacenamiento es crítico, y no puede interrumpirse porque no pueda enviarse a través de la red.
- Almacenamiento en el mismo PC en el que se instale el software de control. Útil en instalaciones pequeñas. El disco duro que almacena la información está localizado en el mismo PC. La cantidad de memoria disponible viene determinada por el número de discos duros y el propio PC.
- Almacenamiento en NVR (Network Video Recorder). Es el indicado para instalaciones profesionales. El soporte de grabación es, generalmente, un disco duro o HD (igual que el de los ordenadores, aunque de mayor resistencia). Se puede conectar al NVR un monitor TFT-LCD para visualizar las grabaciones, y un teclado especial para controlar el movimiento y/o zooms desde el propio grabador. El NVR puede conectarse en cualquier parte de la LAN, lo que permite que comparta espacios con otros equipos de red equipados con climatización y sistemas de alimentación ininterrumpida (SAI). Para la conexión a internet requiere una IP fija, o una configuración adecuada por parte de personal informático en el caso de que la IP sea dinámica. Para instalaciones en las que se requiera almacenar una cantidad de información relativamente grande es posible la conexión de varios NVR a la red.

### **Funciones del grabador**

Las principales funciones del grabador son: grabación y almacenamiento de las imágenes captadas por las cámaras; control de la motorización y/o zoom de las cámaras; salida para obtener copias seleccionadas de las grabaciones almacenadas (USB, etc.), o grabador de CD; conexión a internet para la visualización, control remoto de todas las funciones y programación de parámetros..

La forma en que se graban las imágenes es configurable por el usuario, e independiente de cada cámara:

- Grabación continua. El grabador está grabando durante todo el tiempo.
- Grabación programada. Sólo se graba en ciertos periodos (hora/día/semana) programados.
- Grabación por eventos. El grabador únicamente graba en los momentos de detección de movimiento o de disparo de alarma.
- Grabación por eventos y por tiempo. La grabación se realiza cuando se produce algún evento, pero únicamente dentro de unos horarios establecidos.

### **Cálculo de la capacidad de almacenamiento del grabador**

Para el cálculo de la capacidad de almacenamiento del disco duro debemos tener en cuenta los siguientes factores:

- Número de canales (cámaras) de la instalación
- Resolución de las cámaras (píxeles)
- Número de frames por segundo (fps)
- Método de compresión - factor de compresión
- Tiempo total de grabación (días)
- Porcentaje de Alarma (%). Este dato se refiere al total del tiempo que va a estar grabando si se tiene en cuenta solo los momentos de activación de alguna alarma. En el caso de grabación continuada este porcentaje sería del 100%.

Al igual que en el cálculo del ancho de banda existen software específicos para calcular la capacidad de almacenamiento total del disco duro. Este dato es importante para saber cuántos discos duros son necesarios. La capacidad de almacenamiento de un disco duro SATA llega a los 3TB actualmente.

#### **2.3.4 Gestión y control del video**

En toda instalación de videovigilancia IP es necesario un software específico que realice las funciones de gestión, monitorización, gestión de eventos y configuración de dispositivos. Este software normalmente va incorporado en la compra de un NVR y se instala en cualquier PC o Smartphone de los usuarios autorizados. Cuando no es así, el software va: a) embebido en los mismos elementos de la red (cámaras), para acceder a él basta con teclear la dirección IP del dispositivo en un navegador y se accede al menú que administra toda la configuración de los elementos (este sistema sólo es viable si hay pocas cámaras); b) instalado en el PC que va a controlar, gestionar y grabar las imágenes. Un sistema de gestión de video puede incluir muchas funcionalidades diferentes, que pueden ser:

- Grabación de video
- Reproducción de video en directo, admite la posibilidad de ver la imagen de varias cámaras al mismo tiempo
- Reproducción y grabación del audio
- Gestión de eventos, como detección de movimiento y alarmas
- Configuración de las cámaras, tanto de los parámetros básicos como resolución, compresión, frecuencia de imagen... cómo parámetros PTZ

- Funciones de búsqueda y reproducción de videos grabados
- Control de acceso de usuarios
- Aplicaciones de video inteligente como la realización de rondas virtuales
- Mapeo de las cámaras, se crea un mapa gráfico de la instalación vigilada, donde podamos visualizar iconos que representan los diferentes elementos del sistema.
- Envío de alertas por email, en el momento de detección de movimiento o activación de alarmas.
- Visualización en Smartphone, PDA, o similar

#### **2.4 Estandarización de los sistemas de vigilancia IP**

Para asegurar la compatibilidad entre los dispositivos de una instalación de CCTV IP entre los distintos fabricantes y para lograr el verdadero plug-and-play entre los dispositivos han surgido en los últimos años varios grupos de desarrollo de estándares para la normalización y la interoperabilidad en todo el ámbito de la seguridad de la empresa. A continuación se describe de forma simplificada cada uno de estos grupos:

OVNIF "*Open Network Video Interface Forum*" (Foro Abierto de Interfaz de vídeo en red). Asociación de más de 100 fabricantes e integradores fundada en Noviembre 2008 por Sony, Axis, y Bosch. Persigue la interoperabilidad de todos los elementos de distintos fabricantes, pero centrándose en la cámara IP, puesto que sus fundadores son las empresas líderes a nivel mundial en la venta de cámaras IP.

PSIA "*Physical Security Interoperability Alliance*" (Alianza de Interoperabilidad de Seguridad Física). Asociación de más de 65 fabricantes e integradores fundada en Febrero 2008 por Cisco, IBM, Texas Instruments, General Electric... Persigue la compatibilidad entre equipos de seguridad conectados por IP, con el desarrollo de normas, que son relevantes para la tecnología de red de seguridad física. Lo hace en todos los segmentos, incluyendo vídeo, control de acceso, análisis y software, y no centrándose únicamente en las cámaras IP.

Las compañías que se dedican al sector de la vigilancia IP y que optan por seguir las normas ONVIF son las fabricantes de dispositivos de vídeo de gama alta con cámara con gran capacidad de análisis y configuraciones más profesionales. Las empresas que necesitan controlar las cámaras con control PTZ, junto con otros servicios como el almacenamiento o la seguridad de los datos, optan por PSIA, ya que la norma PSIA se basa en lo demás, es más apropiado para otras áreas de la industria de la seguridad física.. El hecho de que haya varios grupos peleando por la implementación masiva de sus estándares beneficia al usuario final porque así se garantiza que los nuevos productos serán cada vez más competitivos.

### 3. Diseño de un sistema de videovigilancia IP para el caso práctico del edificio CRAI de la Escuela Politécnica Superior de Gandía

#### 3.1. Descripción de los Espacios

La Escuela Politécnica Superior de Gandía posee dos zonas edificadas diferenciadas separadas por una carretera nacional de 4 carriles con una acequia Central. En la Figura 14 podemos distinguir una zona edificada más extensa situada al Norte de la carretera, a la que llamaremos Campus 1, y el edificio CRAI objeto del presente proyecto situado al Sur de la carretera. Las siglas CRAI significan Centro de Recursos para el Auto Aprendizaje y la Investigación. En este edificio está ubicada la Biblioteca, el Área de Informática y el Área de Idiomas.



Figura 14. Mapa de localización del edificio CRAI

El CRAI es un edificio de planta baja y dos pisos más un semisótano parcialmente abierto, atravesado en su planta baja por una calle de 15m. (dirección Norte-Sur) cubierta en buena parte de su recorrido, que proviene del Campus 1 y que deja a mano derecha a la Biblioteca, con sus salas de lectura e investigación y a su izquierda a las dotaciones de aulas informáticas y de idiomas, complementarias de la anterior. Todas ellas se comunican en sus dos pisos y están servidas por tres cajas de escaleras. La orientación general es Norte, y la disposición del edificio Este-Oeste adaptándose a la forma de la parcela disponible.

La planta baja, situada a cota +1,00 respecto a la acera de acceso dispone en su ala Oeste el Vestíbulo de acceso a la Biblioteca y a la Sala de Usos Múltiples. Tras aquél se desarrollan la zona de mostradores, con sus servicios, las salas de lectura (en dos plantas comunicadas espacialmente) y cabinas de grupo. Más al Sur, con acceso

rodado se sitúa el área de recepción de material, clasificación y almacenamiento, con el Área Interna de trabajo. En su ala Este, con acceso y Hall propio, está el Aula informática de libre acceso para 42 plazas, con su despacho, almacén y aseos.

El primer piso continúa las dotaciones de lectura general y en grupo más la sala de proyectos de la Biblioteca, mientras que en el ala Oeste están las 6 Aulas informáticas, con sus despachos de personal informático, salas de reunión, aseos, sala de descanso, etc.

El segundo piso, en el ala oeste, la Mediateca, Hemeroteca, y de nuevo mas cabinas de estudio en grupo. En el Ala Este los despachos de idiomas, dos Aulas de Auto aprendizaje de Idiomas y la 7ª Aula de Informática. Siguen comunicadas un Ala con otra.

Al Sur de la parcela y conectado peatonalmente con el edificio de la biblioteca por la calle cubierta de acceso, se encuentra un aparcamiento descubierto de 3066,21m<sup>2</sup> para unas 60 plazas.

El edificio cuenta con acabado exterior de muros de hormigón visto en los paños ciegos combinado con paños abiertos de grandes cristaleras en la zona de biblioteca y sala de usos múltiples, introduciendo en algunas fachadas elementos de protección solar como lamas de aluminio y hormigón “in situ”. También se emplean piezas de U-Glass en la zona de despachos de la segunda planta.

A continuación podemos observar una foto exterior y una interior del edificio.



Figura 15. Vista frontal del edificio



Figura 16. Sala de estudio, planta baja.

### 3.2. Cableado de red existente en el edificio

Para comprender la distribución del cableado en el interior del edificio haremos una explicación de la red troncal de la Universidad Politécnica de Valencia y del conexionado con los distintos campus y edificios.

El conjunto de todos los campus que forman parte de la UPV está dividido en subredes pequeñas que abarcan sólo un edificio o un grupo pequeño. Cada edificio o grupo de edificios tiene su propia subred sobre su propia VLAN. Se define para su implementación el concepto de Zona como el conjunto de edificios que compartirán un conmutador Layer 3 y encaminarla con otros edificios, campus o Internet. Dicho conmutador será el encargado de encaminar el tráfico de las subredes propias de la zona. En general, todos los edificios de la zona podrán compartir la misma subred y VLAN. Una VLAN es una red lógica de nivel 2 (enlace de datos). En general, los equipos que pertenecen a una misma VLAN se pueden comunicar entre sí con cualquier protocolo, mientras que para comunicar dos equipos de distintas VLANs se necesita la intervención de un equipo de nivel 3 o superior. Sobre cada VLAN (nivel 2) se asigna una subred IP propia (nivel 3). Cada zona (edificio mediano/grande o conjunto de edificios pequeños) tiene sus propias VLANs. En general hay una VLAN para despachos de PAS/PDI y otra para aulas informáticas, aunque algunos departamentos o institutos grandes tienen su propia VLAN. La subred de inalámbricas es común a todo el campus.

La infraestructura de fibras del campus de Vera en su día era un estrella única, pero actualmente, debido a obras que la han afectado, utiliza tres nodos de distribución. Se define el concepto de Distrito como una agrupación de zonas cuyas fibras confluyen en el mismo nodo de distribución. En dichos nodos, llamados nodos de distrito se instala otro conmutador Layer 3. Estos son Ix (en Rectorado), Kan (en la ETSID) y Mulac (en el ASIC). Cada conmutador L3 de zona se conecta otros dos mediante enlaces Gigabit:

- El nodo central de servidores en el ASIC (Atlas).
- El nodo de su distrito

El tráfico entre las máquinas de la zona y los servidores se enrutará hacia el nodo de servidores mientras que el tráfico entre zonas se enrutará por los nodos de distrito. El Campus de Gandía está conectado al nodo de Rectorado, mientras que el resto de campus e Internet están conectados a Mulac. En la Figura 17 se puede observar el esquema de la red troncal. Las líneas verdes y las que unen Atlas con Mulac, Ix y Kan son agregaciones de enlaces de 2Gbps. No hay saturación en ninguna de las líneas Gigabit.

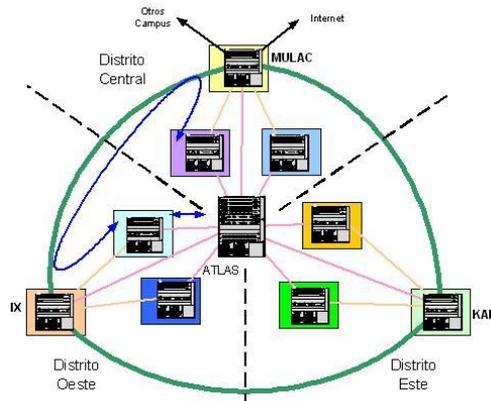


Figura 17. Distribución de la red troncal de la UPV

El cableado estructurado de la EPSG sigue el mismo sistema de distribución que todos los Campus de la UPV. El sistema se diseña para un edificio o un conjunto de edificios. Estos elementos funcionales son conectados formando grupos que conforman subsistemas de cableado. Los elementos funcionales del sistema son: Subsistema de Distribución de Campus, Subsistema de Distribución de Edificio y Subsistema de Cableado Horizontal

Cada subsistema posee un repartidor o armario de distribución. El Repartidor de Campus de la EPSG está conectado con Vera con una línea dedicada de fibra de 2 Gigabits con la empresa suministradora Ono. El Repartidor de Campus se comunica con el Repartidor de Edificio mediante una fibra óptica de 1Gigabit. Del Repartidor de Edificio sale una fibra a cada uno de los Repartidores de Planta. Del Repartidor de Planta sale un cable de red UTP CAT6 a la toma de cada equipo conectado a la red. El esquema del conexionado de armarios queda resumido en la Figura 18.

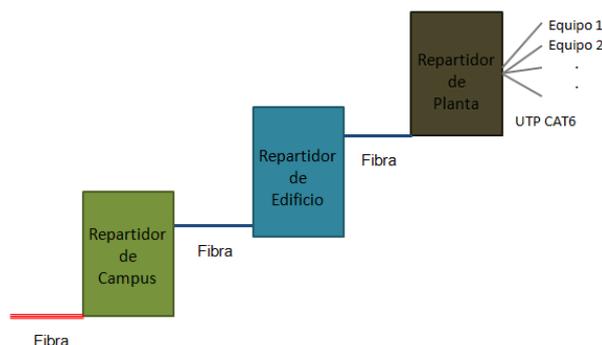


Figura 18. Conexionado repartidores dentro del Campus

El armario de la planta contiene los equipos electrónicos (switches) que permiten la conexión de todos los equipos de la planta respectiva. Para el cálculo de número de bocas del switch se tienen en cuenta el número máximo de ordenadores o equipos que se podrán utilizar en cada planta y además se asigna un número de bocas de reserva que suele ser 1/3 del número total de equipos. Además en el momento de la ejecución de la instalación del edificio CRAI se dejó ya instalado el cableado UTP necesario para la preinstalación del sistema CCTV. Estos dos factores facilitarán la instalación de nuestro diseño además de reducir costes en cableado. Los equipos electrónicos del repartidor de planta, están conectados a su vez al cableado vertical que enlaza con el repartidor principal de edificio. En el repartidor de edificio están los equipos electrónicos que interconectan los distintos equipos de planta con el equipo del repartidor de campus.

En el edificio CRAI existen 25 puntos de acceso Wifi que cubren toda la superficie construida del mismo, incluido el área del parking exterior. Este número de puntos de acceso se ha visto incrementado recientemente lo que va a hacer posible la conexión en nuestra instalación de cámaras inalámbricas.

### **3.3. Elección de la Tecnología**

Después del estudio de las tecnologías existentes en materia de videovigilancia, vistas en el capítulo 2, para este proyecto se ha optado por el diseño de un sistema de CCTV sobre IP. El edificio cuenta con una preinstalación de cableado UTP que facilitará la instalación de cada componente, siendo mínimos los costes en instalación de cables. Además este sistema IP va a facilitar la adaptabilidad de nuestro sistema de cara a posibles ampliaciones o mejoras futuras.

En el diseño de este sistema se han tenido en cuenta una serie de factores para la elección y ubicación de los elementos de la misma. El factor más importante es conocer cuáles son los puntos más vulnerables en materia de seguridad, puntos como cristalerías, puertas o accesos, y lucernarios. También se ha tenido en cuenta la ubicación de bienes valiosos y riesgos personales. Por tratarse de un edificio de uso público y por el que circulan diariamente cientos de personas cada uno de los elementos han de ser resistentes al vandalismo o posibles ataques.

La parte más importante en el diseño de esta instalación es la elección correcta de las cámaras y del NVR, puesto que son los elementos esenciales de la misma. Para la elección de cada cámara se ha tenido en cuenta los siguientes criterios:

- Altura de colocación y tipo de fijación (pared o techo)
- Área y cobertura que cada cámara visualizará
- Resolución–calidad de imagen necesaria para esa determinada área
- Tipo de lente necesaria

- Condiciones lumínicas
- Condiciones climáticas que será capaz de soportar

Dentro del capítulo de las cámaras se calcula el ancho de banda consumido por todas las cámaras, además se hace un estudio comparativo para diferentes métodos de compresión y para distintas frecuencias de imagen (número de fps).

Para la elección del NVR se han realizado una serie de cálculos relativos a la capacidad de almacenamiento necesaria en del disco duro para grabar todas las cámaras de la instalación.

Tanto los elementos anteriores como el software de gestión y control son parte del catálogo de la empresa Hommax Sistemas. Se ha incluido en el Anexo I el presupuesto total de la instalación. Engloba tanto el presupuesto de los materiales (cámaras IP, accesorios de las cámaras, NVR, discos duros, cableado, accesorios cableado y canaleta), como de la instalación (horas de trabajo de instalación y configuración de los equipos). Cabe destacar que el hecho de que en el edificio exista una preinstalación de cableado hace que las partidas de horas de instalación y cableado se hayan reducido mucho. Los precios de los productos de la marca Hommax Sistemas se basan en la actual tarifa de Mayo de 2013. El resto de materiales han sido presupuestados por la empresa distribuidora de material eléctrico Grupo Sindel S.A. (Real de Gandia).

Hommax Sistemas S.A. está vinculada accionarialmente a Fermax Electrónica y con más de 30 años de actividad una de las empresas líderes en distribución de aplicaciones y productos electrónicos de seguridad en el ámbito Nacional. Su sede está ubicada en Valencia y su red comercial tiene delegaciones por toda España. Uno de los motivos de la elección de esta marca, aparte de la adaptabilidad a todo tipo de proyectos y de las excelentes calidades, ha sido el interés con que trata la marca el apartado formativo especialmente su director general del área técnica Diego Tronchoni. Este año ha firmado un convenio de colaboración con la Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Telecomunicación de la UPV y dispone de un amplio abanico de materiales, videos y tutoriales online. Hommax Sistemas no son fabricantes, pero cuentan con unos proveedores internacionales líderes mundiales en sus sectores.

Se han adjuntado además en los anexos II, IV y V: los planos de situación de todos los elementos que componen nuestro sistema divididos por plantas, las especificaciones de cada componente, y la normativa vigente en materia de videovigilancia (a nivel estatal y a nivel interno de la UPV).

### **3.3.1 Cámaras**

Teniendo en cuenta los criterios especificados en el punto anterior para esta instalación se han elegido un total de 34 cámaras distribuidas de la siguiente manera:

- Planta sótano: 4 cámaras
- Planta Baja: 18 cámaras
- Planta Primera: 7 cámaras
- Planta Segunda: 5 cámaras

Se han instalado cuatro tipos de cámaras diferentes. Las cámaras tipo 1 y tipo 2 son cámaras domo para interiores con características técnicas similares pero con distintas resoluciones. Las cámaras tipo 3 y tipo 4 son cámaras box inalámbricas equipadas con cabina para poder soportar condiciones climáticas más extremas puesto que irán en el exterior. Estas dos últimas cámaras no incluyen óptica con lo que se tendrán que elegir las adecuadas para cada una. Al igual que las otras dos, son de característica técnicas similares pero con distintas resoluciones. Se han elegido inalámbricas para facilitar su instalación, puesto que van situadas sobre farolas de iluminación o fachadas exteriores a una altura mínima de 4m, con lo que sería muy complicado el tendido de los cables. A continuación se explican las principales características técnicas de cada una.

- **Tipo 1:** Cámara domo IP resolución 4CIF, DS-2CD793PF-E.



Características técnicas:

Sensor CCD 1/3". Resolución 704x576 píxels. 25fps. Conmutación Día/Noche electrónica. Alimentación 12VDC-375mA o PoE. Color. Lux min: 0,02lux. E/S Audio. E/S Alarma. Autoiris DC. Óptica vari focal 2,8-12mm. Compresión H.264, MPEG4, MPEG. Servidor Web integrado. Plataforma TI365 Doble Streaming. Salida de video compuesto e IP (Ethernet 10/100Mbps). Shutter, Escaneado Progresivo. Detección de movimiento. Marca de agua. Anti vandálica. Compatible con OVNIF, PSIA. Acepta tarjeta SD Max 32GB. Instalación interior.

- **Tipo 2:** Cámara domo IP resolución Megapixel, DS-2CD755F-E



Características técnicas:

Sensor CMOS 1/3". Resolución 2 Megapixels 1920x1080. 25fps. Conmutación Día/Noche electrónica. Alimentación 12VDC-540mA o PoE. Color. Lux min: 0,05lux. E/S Audio. E/S Alarma. Autoiris DC. Óptica vari focal 2,7-9mm. Compresión H.264, MPEG4, MPEG. Servidor Web integrado. Plataforma TI365 Doble Streaming. Salida de video compuesto e IP (Ethernet 10/100Mbps). Shutter, Escaneado Progresivo. Detección de movimiento. Marca de agua. Antivandálica. Compatible con OVNIF, PSIA. Acepta tarjeta SD Max 32GB. Instalación interior.

- **Tipo 3:** Cámara Box IP Inalámbrica resolución 4CIF, DS-2CD893F-EW

 Características técnicas:



Sensor CCD 1/3". Resolución 704x576 píxeles. 25fps. Conmutación Día/Noche mecánica. Alimentación 12VDC-900mA o PoE. Color. Lux min: 0,02lux. E/S Audio. E/S Alarma. Autoiris DC. Montura lente C/CS, lente no incluida. Compresión H.264, MPEG4, MPEG. Servidor Web integrado. Plataforma TI365 Doble Streaming. Salida de video compuesto e IP (Ethernet 10/100Mbps). Wifi (802.11g/b/N). Shutter, Escaneado Progresivo. Detección de movimiento. Marca de agua. Compatible con ONVIF, PSIA. Acepta tarjeta SD Max 32GB. Instalación interior para exterior requiere cabina.



Óptica Vari focal TBK-TV308DC. Características técnicas: IR, montura CS. Iris AI/DC. 1/3". Distancia focal 3-8 mm



Cabina exterior TBKCFP5/240SHEXT. Características técnicas: IP66. 220VAC. Aluminio, material plástico resistente. Incluye visera y calefactor.

- **Tipo 4:** Cámara Box IP Inalámbrica resolución Megapixel, DS-2CD864FWD-EW

Características técnicas:



Sensor CCD 1/3". Resolución 1,3 Megapíxeles (1280x960). 25fps. Conmutación Día/Noche mecánica. Alimentación 12VDC-800mA o PoE. Color. Lux min: 0,6lux. E/S Audio. E/S Alarma. Autoiris DC. Montura lente C/CS, lente no incluida. Compresión H.264, MPEG4, MPEG. Servidor Web integrado. Plataforma TI365 Doble Streaming. Salida de video compuesto e IP (Ethernet 10/100Mbps). Wifi (802.11g/b/N). Shutter, Escaneado Progresivo. Detección de movimiento. Marca de agua. Compatible con ONVIF, PSIA. Acepta tarjeta SD Max 32GB. Instalación interior para exterior requiere cabina.



Óptica Vari focal Megapixel TBK-TV308DC. Características técnicas: 1,3 Megapixel, IR, montura CS. Iris AI/DC. 1/3". Distancia focal 3-8 mm.



Cabina exterior TBKCFP5/240SHEXT. Características técnicas: IP66. 220VAC. Aluminio, material plástico resistente. Incluye visera y calefactor/ventilador.

En el anexo III “Tabla de colocación y características de cada cámara” se han incluido los datos de área de cobertura de cada cámara y datos relacionados con la colocación. Se han marcado algunas de las cámaras pertenecientes al grupo “accesos”. Estas cámaras están situadas en las zonas más accesibles desde la calle: accesos, puertas de entrada, parking y sobre cristaleras fácilmente accesibles. En puntos posteriores se verá el uso diferenciado de las cámaras de este grupo.

### **Cálculo del Ancho de Banda total de las cámaras**

Para hacer el cálculo del ancho de banda ocupado por todas las cámaras es necesario conocer los siguientes datos:

- Número de canales (cámaras) de la instalación
- Resolución de cada una de las cámaras (píxeles)
- Número de frames por segundo (fps)
- Método de compresión- factor de compresión

Todos los fabricantes ponen a disposición del cliente una serie de programas que basándose en los datos anteriores realizan este cálculo de forma instantánea. En nuestro caso hemos utilizado el software “*IP Video System Design Tool 7*”. Este programa calcula también la capacidad de almacenamiento del disco duro para una instalación determinada, dato que nos será útil para el cálculo de nuestro NVR. En la figura 19 podemos observar el manejo del programa utilizando su sistema de desplegados y datos numéricos.

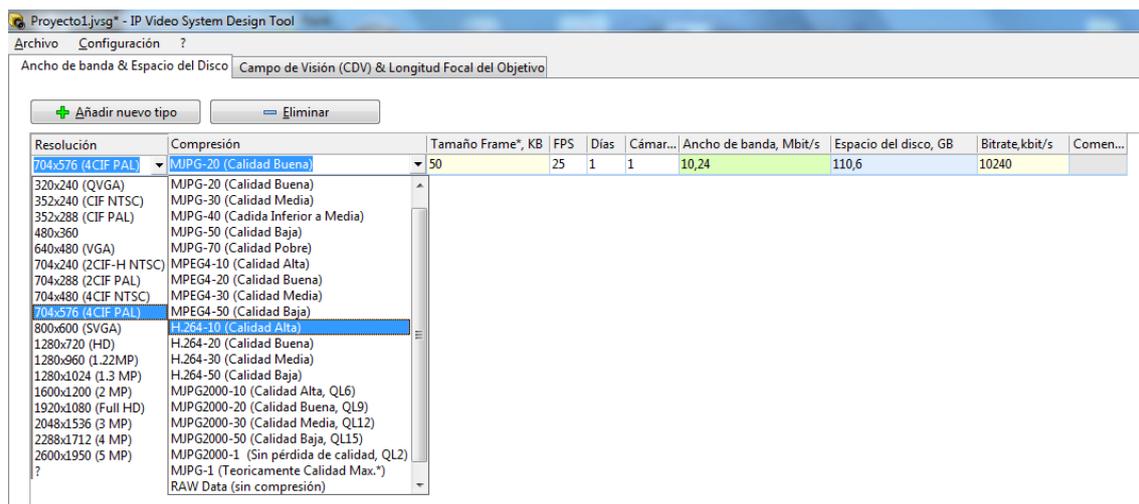


Figura 19. Funcionamiento del software “*IP Video System Design Tool*”.

Utilizando este software se han calculado los anchos de banda para cada una de las cámaras de nuestra instalación, sabiendo que contamos con tres resoluciones diferentes: 4CIF, Megapixel (1280x960) y Megapixel (1920x1080). Para un número de

frames por segundo de 25fps (calidad PAL) y para el método de compresión de mayor rendimiento H.264-10 calidad alta.

Cámara **4CIF: BW= 0,96 Mbit/s**

Cámara Megapixel (**1280x960**): **BW= 2,87 Mbit/s**

Cámara Megapixel (**1920x1080**): **BW= 4,92 Mbit/s**

**BW total de la instalación:**

26 cámaras 4CIF a 25fps

2 cámaras Megapixel (1280x960) a 25fps

6 cámaras Megapixel (1920x1080) a 25fps

Compresión H.264-10 (calidad alta)

<b><math>BW_{max} = 60,22 \text{ Mbit/s}</math></b>
---

Para conocer la variación del ancho de banda de cada una de las cámaras dependiendo de la compresión y del número de fps se ha hecho el siguiente estudio:

- 1) **BW en función del método de compresión.** Fijando los valores de resolución y número de frames por segundo (25fps), para una cámara, se han obtenido los siguientes resultados:

Compresión	4CIF	1280x960 píxeles	1920x1080 píxeles
RAW Data (Sin Compresión)	<b>243,3</b>	<b>737,08</b>	<b>1243,9</b>
MPEG4-10 Calidad Alta	<b>2,66</b>	<b>8,19</b>	<b>13,72</b>
MPEG4-50 Calidad Baja	<b>1,25</b>	<b>3,89</b>	<b>6,35</b>
H264-10 Calidad Alta	<b>0,96</b>	<b>2,87</b>	<b>4,92</b>
H264-30 Calidad Media	<b>0,61</b>	<b>1,88</b>	<b>3,28</b>
H264-50 Calidad Baja	<b>0,57</b>	<b>1,74</b>	<b>2,87</b>

Tabla 6. Ancho de Banda (Mbit/s) en función del método de compresión

En esta tabla se puede observar la eficiencia de los métodos de compresión comparándolos con el ancho de banda de los datos sin comprimir. Se observa que el mejor rendimiento nos lo da la compresión H-264, observamos que comprimiendo MPEG4 a calidad baja se tiene un ancho de banda aún mayor que comprimiendo H.264 a calidad alta. En la figura 20 se ve la representación gráfica de los datos anteriores,

en esta gráfica se ha omitido el valor del ancho de banda sin compresión para poder observar de forma correcta las pequeñas diferencias.

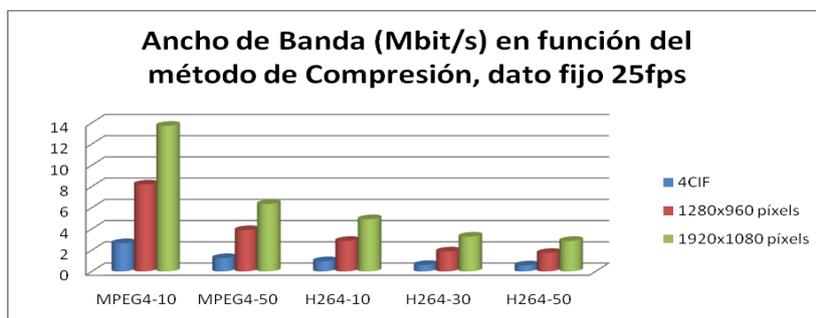


Figura 20. Ancho de Banda (Mbit/s) en función del método de Compresión

- 2) **BW en función del número de fps.** Fijando la compresión a H.264-10 alta calidad y variando el número de fps, para una cámara, se han obtenido los siguientes resultados:

V (fps)	4CIF	1280x960 píxeles	1920x1080 píxeles
25	<b>0,96</b>	<b>2,87</b>	<b>4,92</b>
20	<b>0,82</b>	<b>2,46</b>	<b>4,26</b>
15	<b>0,65</b>	<b>1,97</b>	<b>3,32</b>
10	<b>0,48</b>	<b>1,47</b>	<b>2,46</b>
5	<b>0,27</b>	<b>0,82</b>	<b>1,39</b>
1	<b>0,07</b>	<b>0,22</b>	<b>0,38</b>

Tabla 7. Ancho de Banda (Mbit/s) en función del número de fps

En esta tabla se puede observar el incremento del ancho de banda partiendo de una imagen estática de 1fps hasta los 25fps del estándar PAL. En la figura 21 se ve la representación gráfica de los datos anteriores.

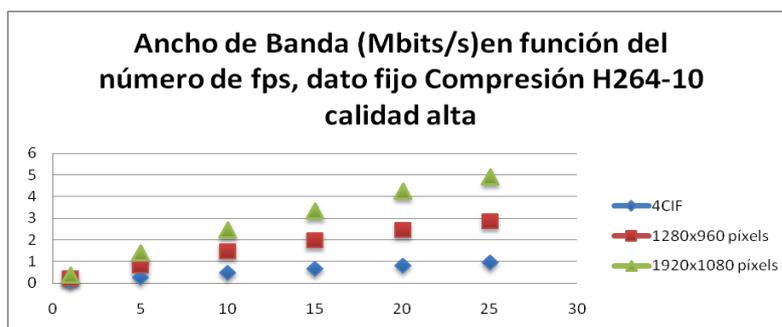


Figura 21. Ancho de Banda (Mbits/s) en función del número de fps

Analizando los resultados de este estudio y puesto que en las cámaras IP son configurables de forma remota podemos sacar una serie de conclusiones. La configuración remota de las cámaras se puede hacer en cualquier momento, incluso después de la instalación definitiva de toda la instalación, lo que permite variar los parámetros de fps y método de compresión en función del estado de saturación de la red. Además utilizando la función de detección de movimiento que proporcionan las cámaras sólo las cámaras del grupo accesos sería lógico que estuvieran siempre en “on”, y el resto de cámaras pasarían de “off” a “on” sólo en el momento de detección de movimiento. Como ejemplo, si tenemos en cuenta esta última configuración solo activando de forma continuada las cámaras del grupo “accesos” y el resto en detección de movimiento, el ancho de banda resultante sería:

13 cámaras 4CIF a 25fps

2 cámaras Megapixel (1280x960) a 25fps

5 cámaras Megapixel (1920x1080) a 25fps

Compresión H.264-10 (máxima calidad)

$BW= 42,82 \text{ Mbit/s}$

Compresión H.264-30 (calidad media)

$BW= 28,09 \text{ Mbit/s}$

### 3.3.2 Grabador

Como se ha visto en puntos anteriores de este proyecto uno de los factores más importantes a tener en cuenta en la elección de un grabador (NVR) son el número de canales o cámaras IP soportados. Este número de canales dependerá de la resolución de grabación para de cada cámara. Además se tiene que contar siempre con un porcentaje de reserva para futuras ampliaciones. Nuestra instalación cuenta con un total de 34 cámaras de las cuales 26 son de resolución 4CIF y 8 de resolución Megapixel. Si una cámara 4CIF ocupa un canal, una cámara Megapixel ocupa el equivalente a 4 canales. Teniendo en cuenta todo esto se ha elegido un NVR con 64 canales de video:



Grabador IP NVR. DS-9663NI-RH

Características técnicas:

Compresión H264, MPEG4. 64 canales de grabación de los cuales: 64 cámaras IP a 4CIF tiempo real o 32 cámaras IP a 720P tiempo real o 16 cámaras IP a 2MP tiempo real o 16 cámaras IP a 5MP a 6IPS. Soporta cámaras de 5MP/ 3MP/ 1080P / UXGA/ 720P/ 4CIF/ VGA/ DCIF/ 2CIF/ QCIF. Máximo

Ancho de Banda de entrada/salida 160Mbps. E/S Audio. E/S Alarmas. Software incluido para Iexplorer, Iphone, Android. IP Estática o dinámica. Capacidad máxima para 16 discos duros SATA x 3TB. Plataforma NETRA. Sistema de frontal abatible para un acceso rápido y seguro a los discos. Gestión de discos avanzada, por grupos y con grabación en espejo. Configuración de las rutinas asociadas a los eventos: por horario e independiente para cada cámara. 2x RJ45 Ethernet 10/100/1000 Mbps, 4 puertos USB 2.0. 1 puerto eSATA hasta 3TB. 1 puerto RS232 para configurar parámetros, mantenimiento, canal transparente. 2 puerto RS-485 uno para control de domos y otro para teclado. Reproducción simultánea de 4 canales. Max. 128 canales remotos simultáneos. Marca de agua. 100-240 VAC, 6.3A. Alimentación dual opcional. Max 85W, alimentación dual 115W (sin disco duro). Temperatura de funcionamiento -10°C +55°C, humedad 10% 90%.

El NVR estará situado en el cuarto de servidores del edificio. Las instalaciones de este espacio mantienen a los equipos ubicados en su interior en las condiciones adecuadas de temperatura y humedad. Además dispone de los equipos de alimentación ininterrumpida (SAI) necesarios también para nuestro NVR.

### **Cálculo de la Capacidad del Disco Duro**

Necesitamos calcular la capacidad del disco duro para conocer el número de discos de 3TB que colocaremos dentro de nuestro NVR. Para el cálculo de la capacidad de almacenamiento del disco duro debemos tener en cuenta los siguientes factores:

- Número de canales (cámaras) de la instalación
- Resolución de las cámaras (píxeles)
- Número de frames por segundo (fps)
- Método de compresión - factor de compresión
- Tiempo total de grabación (días)
- Porcentaje de Alarma (%). Este dato se refiere al total del tiempo que va a estar grabando si se tiene en cuenta solo los momentos de activación de alguna alarma. En el caso de grabación continuada este porcentaje sería del 100%.

Para realizar este cálculo se ha utilizado el software “*IP Video System Design Tool 7*”, el mismo utilizado en el cálculo del ancho de banda de de las cámaras. Partimos de los siguientes datos:

- Todas las cámaras grabando al mismo tiempo.  
26 cámaras de resolución 4CIF  
6 cámaras de resolución Megapixel (1920x1080)

2 cámaras de resolución Megapixel (1280x960)

- 25fps (PAL)
- Tiempo máximo de grabación 24 horas diarias durante 30 días.
- Compresión H.264-10 (máxima calidad).
- Porcentaje de alarma 100%

**Capacidad máxima = 15,37 TBytes**

Después de conocer este dato se deciden instalar en el grabador **6 discos SATA** cada uno de 3TB de capacidad.

Al igual que para el ancho de banda se ha hecho un estudio de la capacidad del disco en función del método de compresión, en número de fps y el número de días.

- 1) **Capacidad del disco en función del método de compresión.** Fijando los datos de 25fps y tiempo 24h durante 30 días, para una cámara, se han obtenido los siguientes resultados:

Compresión	4CIF	1280x960 píxeles	1920x1080 píxeles
RAW Data (Sin Compresión)	<b>78830</b>	<b>238822</b>	<b>403041</b>
MPEG4-10 Calidad Alta	<b>862,6</b>	<b>2654,2</b>	<b>4445,8</b>
MPEG4-50 Calidad Baja	<b>404,8</b>	<b>1260</b>	<b>2057</b>
H264-10 Calidad Alta	<b>311,9</b>	<b>929</b>	<b>1592,5</b>
H264-30 Calidad Media	<b>199,1</b>	<b>610,5</b>	<b>1061,7</b>
H264-50 Calidad Baja	<b>185,8</b>	<b>564</b>	<b>929</b>

Tabla 8. Capacidad del disco (GB) en función del método de Compresión

Se puede observar la eficiencia de los métodos de compresión comparados con los datos sin comprimir. Al igual que en el caso del ancho de banda se ve claramente que el método de compresión más eficiente es H264, porque la cantidad de TB en la calidad más alta es aún menor que para MPEG4 de calidad baja. En la figura 22 se puede observar el resultado de forma gráfica.

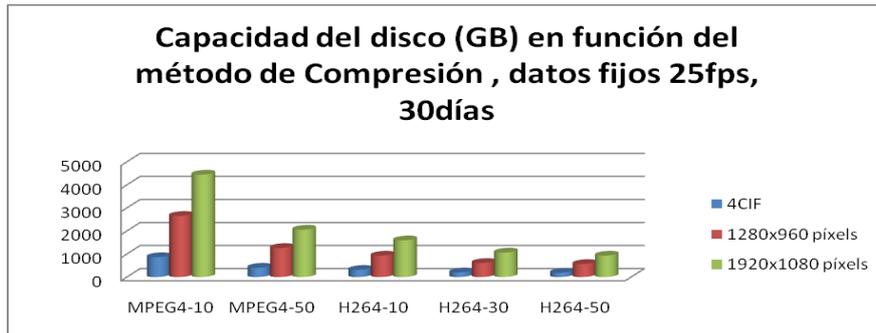


Figura 22. Capacidad del disco (GB) en función del método de Compresión

2) **Capacidad del disco en función del número de frames por segundo.**

Fijando los datos de compresión H.264-10 calidad alta, 30 días, para una cámara se han obtenido los siguientes resultados:

V (fps)	4CIF	1280x960 píxeles	1920x1080 píxeles
25	311,9	929	1592,5
20	265,4	796,3	1380,2
15	211	637	1075
10	153,9	477,8	796,3
5	88,9	265,4	451,2
1	23,9	71,7	122,1

Tabla 9. Capacidad del disco (GB) en función del número de fps

Donde se puede comparar la capacidad del disco para una imagen fija 1fps y un video de calidad PAL 21fps. En la figura 23 se puede observar de forma gráfica.

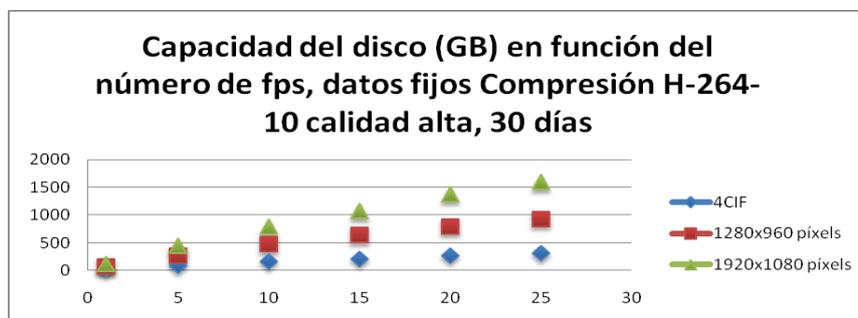


Figura 23. Capacidad del disco (GB) en función del número de fps

Otra manera de reducir la capacidad del disco es reduciendo el número de días de grabación. Por ejemplo una cámara 4CIF a 25fps y compresión H.264-10 calidad alta para un día de grabación necesita una capacidad de 10,4GB, para 10 días 104GB y

para 30 días 311,9GB. Teniendo en cuenta este dato y atendiendo a razones de uso del edificio, para no saturar el disco con imágenes innecesarias, las grabaciones seguirán una tabla de tiempos semanal (tabla 10) en la que se distinguen dos intervalos diferenciados:

- 1) *Tiempo de cierre del edificio.* Sólo se grabarán de forma continuada las imágenes de las cámaras pertenecientes al grupo “Accesos”. Las imágenes del resto de cámaras solo se grabarán en el caso en el que detecten movimiento.
- 2) *Tiempo de apertura del edificio.* Se grabarán las imágenes de todas las cámaras de forma continuada.

Horario	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Domingo
00:00-07:30							
07:30-22:00							
22:00-24:00							

Tabla 10. Diagrama de tiempos semanal

Este diagrama podrá ser modificado para condiciones de trabajo diferentes, tales como el mes de cierre del edificio en agosto, periodos vacacionales cortos y sábados abiertos durante la época de exámenes.

### 3.3.3 Software de control

Para nuestra instalación se instalará el software IVMS-4000 V.2 en el PC desde donde se gestione y controle todo el sistema. Solo podrán acceder a este programa las personas autorizadas que se identificaran con su usuario y contraseña. Este software viene incluido en el paquete de los grabadores de la marca Hikvision, proveedor de la empresa Hommax Sistemas. IVMS-4000 nos va a permitir gestionar y operar los dispositivos de una instalación CCTV, actuando como núcleo del sistema de vigilancia. Es compatible con: DVR Híbrido y NVR, cámaras y domos IP, DVR/DVS, tarjetas de vídeo y decodificadores, figura 24.



Figura 24. Compatibilidad del software IVMS-4000

Los requerimientos mínimos del PC donde será instalado son:

- Sistema Operativo: Microsoft Windows 2000, XP, 2003, Vista y Windows 7
- CPU: Intel Pentium IV 2.4 GHz y superiores
- RAM: 1G o superior
- Resolución de pantalla: 1024×768 o superior

A continuación pasaremos a describir las funciones de este software. El monitor principal permite un máximo de 64 canales en el para **visualización** en modo Directo, con control PTZ, configuración de los parámetros de video y manejo de eventos de alarma, figura 25. Permite previsualización a pantalla completa, previsualización cíclica, grabación manual y captura de imágenes

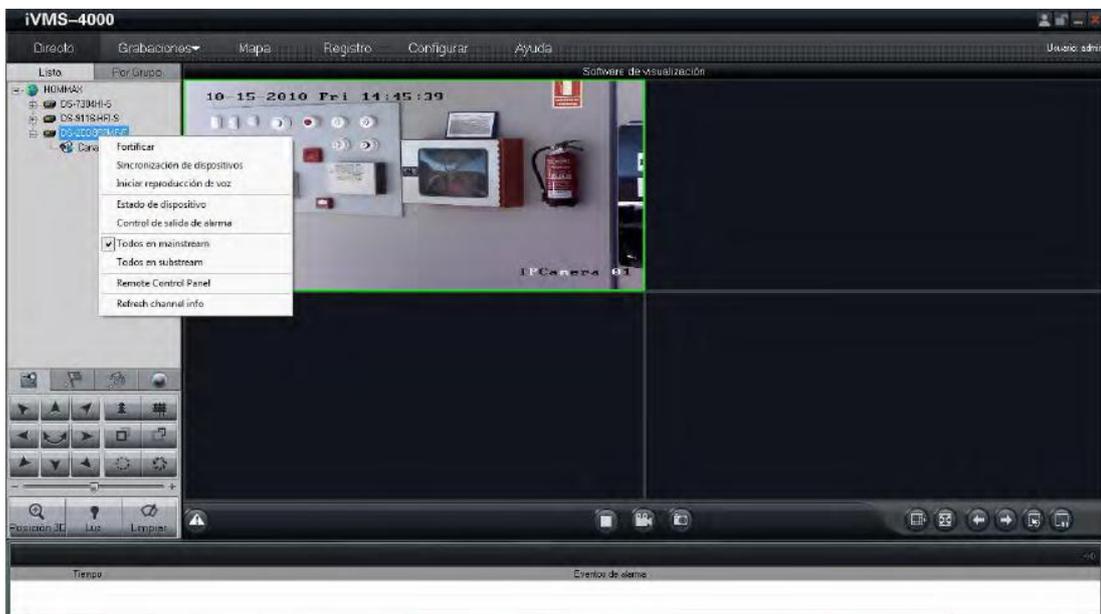


Figura 25. Visualización de las cámaras en directo desde el software IVMS-4000

Admite los siguientes modos de **grabación**: grabación local y grabación remota, grabación manual y grabación programada, figura 26.



Figura 26. Modos de grabación

La grabación se efectúa de forma cíclica en discos. La grabación remota almacena la información en el NVR, permite hasta 16 NVR servers, cada NVR permite hasta 32 accesos simultáneos. La grabación programada permite establecer plantillas de grabación personalizadas para cada canal figura 27.

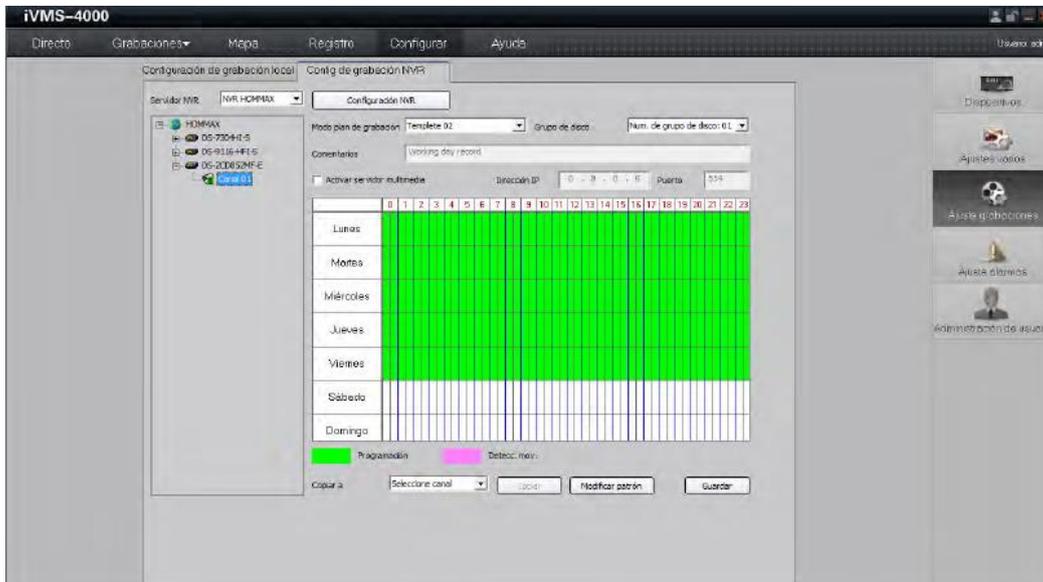


Figura 27. Plantilla de grabación semanal

Para visualizar las grabaciones se realiza una búsqueda por canal, por día y por tipo (detección de movimiento o alarma). A parte de la grabación remota en NVR también se puede acceder a grabaciones de otros dispositivos externos como las tarjetas SD de las cámaras. Cada grabación dispone de una línea de tiempo interactiva que permite establecer con facilidad el punto de inicio de la reproducción, figura 28. También permite la reproducción de grabaciones por evento, búsqueda de grabaciones por detección de movimiento y alarmas. Permite la reproducción simultánea de 4 canales.



Figura 28. Visualización de las grabaciones

Para la **configuración de los dispositivos** soporta hasta 250 dispositivos diferentes, DVR, NVR, cámaras y domos IP. Para dar de alta a los dispositivos cuenta con SADP (Search Active Device Protocol) que permite detectar todos los dispositivos HIKVISION presentes en la red, figura 29. Permite dar de alta hasta 50 áreas y unificar canales por grupos.



Figura 29. Detección de dispositivos

Para añadir dispositivos, SADP permite la detección de dispositivos conectados en la red local; y además obtiene la dirección IP, el número de serie, y el tipo de dispositivo. Permite cambiar remotamente la dirección IP, la máscara de red y la dirección de la puerta de enlace figura 30. Memoriza el último password introducido.

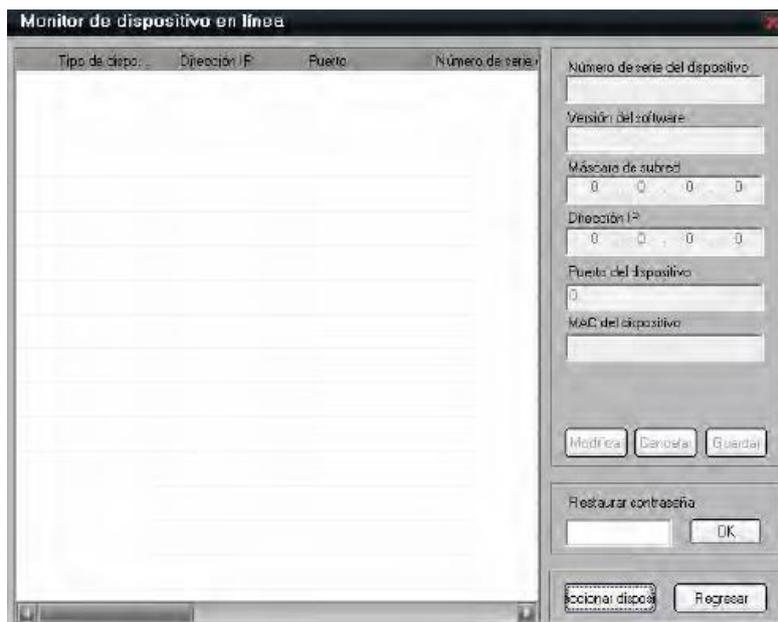


Figura 30. Pantalla de configuración de los parámetros de red del dispositivo

La interfaz de configuración remota, permite la fácil configuración de todos los componentes del sistema, figura 31.

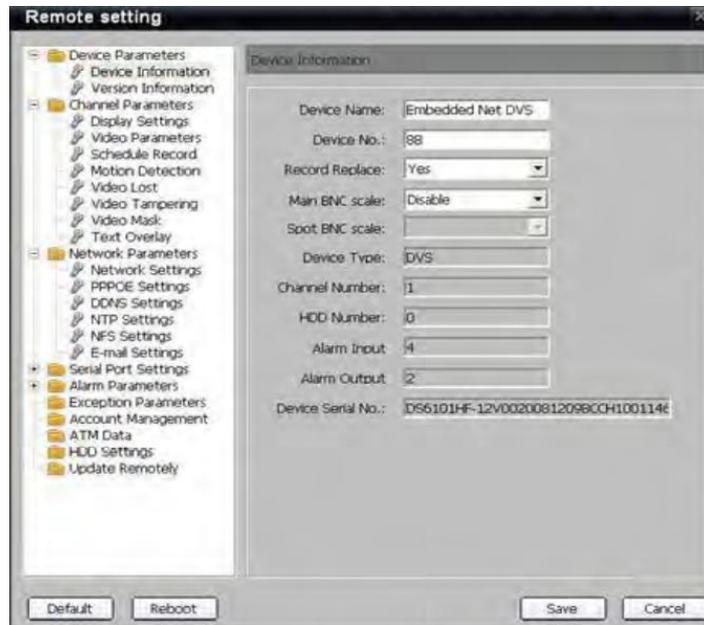


Figura 31. Configuración remota de cada dispositivo

La configuración avanzada incluye alarmas, registro de eventos y parámetros de arranque, figura 32.

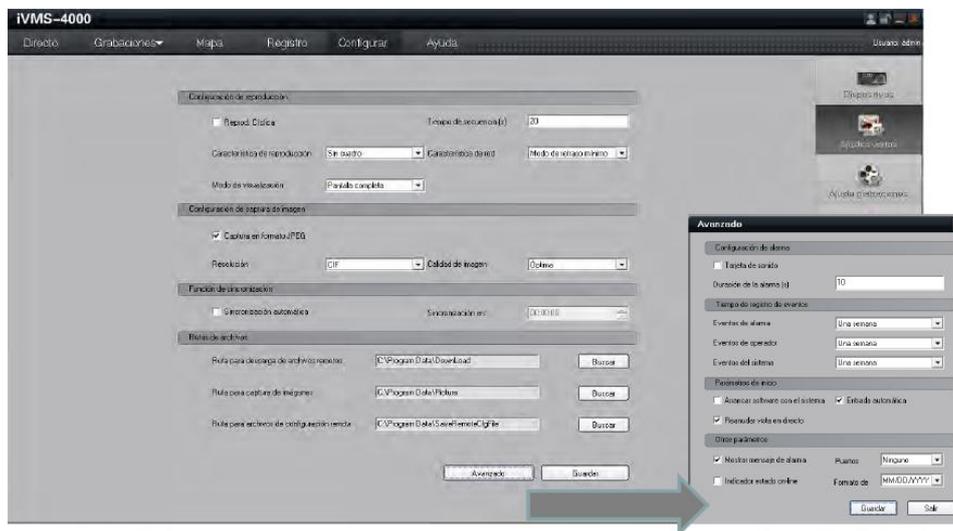


Figura 32. Configuración avanzada de dispositivos

El **monitor secundario** permite ampliar el número de canales de directo, visualizar mapas y la reproducción de grabaciones remotas. No hay límite en la definición de los distintos mapas, figura 33. El lanzamiento de pop-ups cuando se produce un evento (alarma o movimiento) se traduce en una intermitencia en la localización en el mapa del dispositivo.

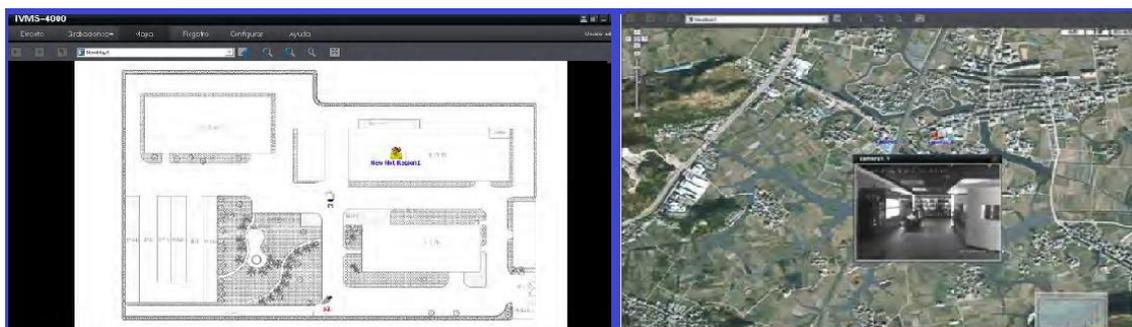


Figura 33. Monitor secundario para gestión de mapas

Soporta hasta 3 monitores secundarios con lo cual contamos con hasta 4 monitores, de los cuales hasta 2 (el principal y un secundario) pueden destinarse a canales en directo. Cuando se utiliza para directo, se puede pre visualizar hasta 64 canales en un monitor o repartidos entre los dos monitores, figura 34.

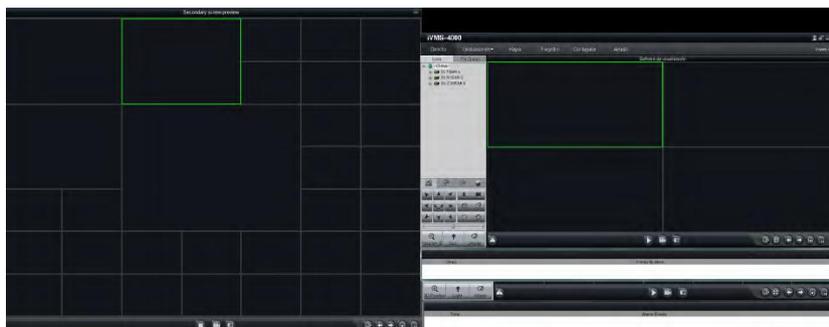


Figura 34. Visión cámaras en directo, dos monitores

El programa permite gestionar hasta 10 tipos de **alarmas**, figura 35. El manejo de eventos de alarma se traduce en: lanzamiento de un pop-up, alertas sobre mapa, entrada en el registro de alarmas, alarma sónica y grabación por evento de alarma. Seleccionando “Fortificar” en el dispositivo habilitamos el manejo de alarmas.

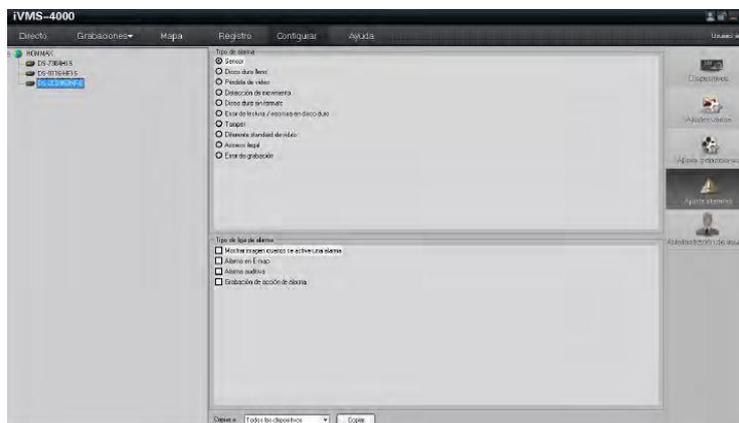


Figura 35. Definición de alarmas

Para finalizar, añadiremos que se ha desarrollado el software IVMS-4500 para controlar las instalaciones de CCTV IP desde cualquier Smartphone, sea iPhone, Windows Mobile o Android, figura 36.

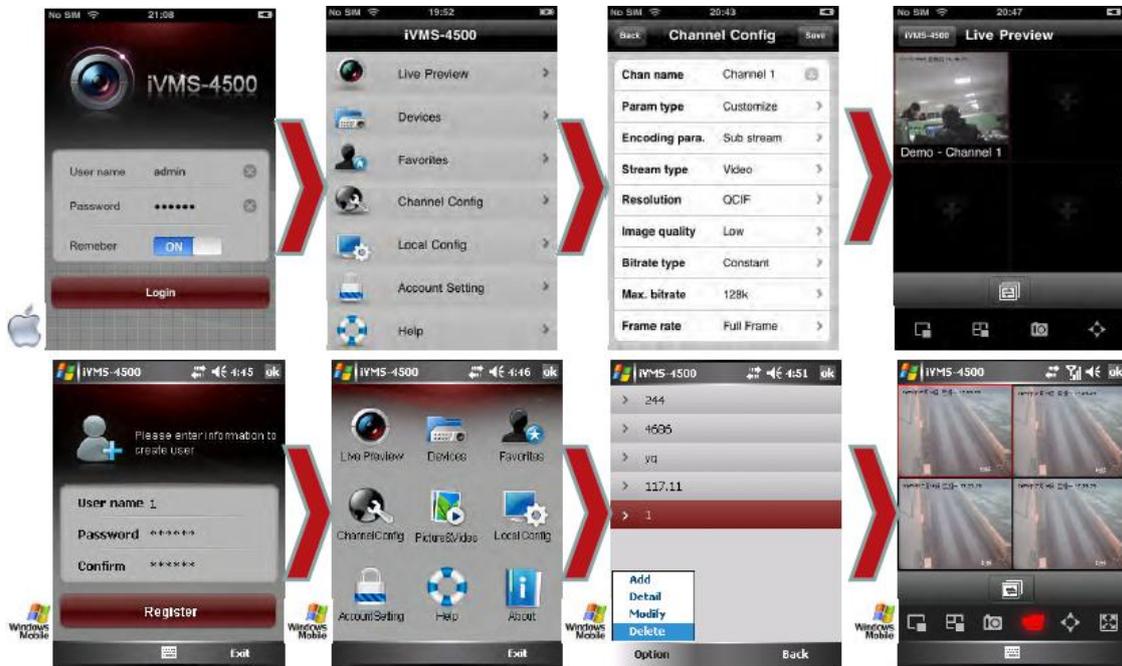


Figura 36. IVMS-4500 desde iPhone y Windows Mobile

## 4. Índice de figuras y tablas

### Índice de Figuras

Figura 1. Inicio del CCTV.....	5
Figura 2. Componentes de los sistemas de CCTV.....	6
Figura 3. Instalación de CCTV analógica.....	7
Figura 4. Señal de video compuesto PAL.....	7
Figura 5. Saturación del cableado en CCTV analógicos.....	8
Figura 6. Instalación de CCTV sobre IP.....	9
Figura 7. Sistema híbrido de CCTV.....	10
Figura 8. Esquema básico de una cámara IP.....	12
Figura 9. Distancia focal de una lente.....	13
Figura 10. Localización en el espectro radioeléctrico de la parte visible por el hombre (luz).....	14
Figura 11. Apertura del iris.....	14
Figura 12. Resoluciones en píxeles de una imagen PAL.....	16
Figura 13. Ejemplo de conexionado de los puntos WIFI.....	21
Figura 14. Mapa de localización del edificio CRAI.....	26
Figura 15. Vista frontal del edificio.....	27
Figura 16. Sala de estudio, planta baja.....	28
Figura 17. Distribución de la red troncal de la UPV.....	29
Figura 18. Conexionado repartidores dentro del Campus.....	29
Figura 19. Funcionamiento del software “IP Video System Design Tool”.....	34
Figura 20. Ancho de Banda (Mbit/s) en función del método de Compresión.....	36
Figura 21. Ancho de Banda (Mbits/s) en función del número de fps.....	36
Figura 22. Capacidad del disco (GB) en función del método de Compresión.....	40

Figura 23. Capacidad del disco (GB) en función del número de fps.....	40
Figura 24. Compatibilidad del software IVMS-4000.....	41
Figura 25. Visualización de las cámaras en directo desde el software IVMS-4000.....	42
Figura 26. Modos de grabación.....	42
Figura 27. Plantilla de grabación semanal.....	43
Figura 28. Visualización de las grabaciones.....	43
Figura 29. Detección de dispositivos.....	44
Figura 30. Pantalla de configuración de los parámetros de red del dispositivo.....	44
Figura 31. Configuración remota de cada dispositivo.....	45
Figura 32. Configuración avanzada de dispositivo.....	45
Figura 33. Monitor secundario para gestión de mapas.....	46
Figura 34. Visión cámaras en directo, dos monitores.....	46
Figura 35. Definición de alarmas.....	46
Figura 36. IVMS-4500 desde iPhone y Windows Mobile.....	47

### **Índice de Tablas**

Tabla 1. Resoluciones derivadas de la resolución VGA.....	16
Tabla 2. Resoluciones Megapíxel.....	17
Tabla 3. Resoluciones HDTV.....	17
Tabla 4. Diferentes tecnologías Ethernet.....	20
Tabla 5. Clases de potencia PoE según la norma 802.3af.....	20
Tabla 6. Ancho de Banda (Mbit/s) en función del método de Compresión.....	35
Tabla 7. Ancho de Banda (Mbits/s) en función del número de fps.....	36
Tabla 8. Capacidad del disco (GB) en función del método de Compresión.....	39
Tabla 9. Capacidad del disco (GB) en función del número de fps.....	40
Tabla 10. Diagrama de tiempos semanal.....	41

## 5. Bibliografía

Catálogos de las distintas marcas existentes en el sector de la televigilancia.

FRANCISCO JAVIER GARCIA MATA. Videovigilancia: CCTV usando videos IP. Editorial Vértice Books 2011

WES SIMPSON ANDOAIN. Video sobre IP: una guía práctica sobre tecnologías y aplicaciones. Escuela de Cine y Vídeo 2007

UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALENCIA. Biblioteca y Centro de Documentación, Aparcamiento e Instalaciones Generales del Campus 2 de la Escuela Politécnica Superior de Gandía. Dossier de Prensa Febrero 2007

JOSÉ LLORENS URIBE, ANTONI JOSEP CANÓS MARÍN. Acceso a un sistema de CCTV mediante un dispositivo de telefonía móvil. PFC Universidad Politécnica de Valencia Escuela Politécnica Superior de Gandía 2009

ADRIAN SAIZ BONILLA, IGNACIO BOSCH ROIG. Estudio de diferentes soluciones técnicas e implementación de un sistema CCTV para video vigilancia en colaboración con la empresa HOMMAX SISTEMAS. PFC Universidad Politécnica de Valencia: Escuela Politécnica Superior de Gandía 2010.

JORGE TEJADA CUARTERO, JAIME LLORET MAURI, JOSÉ SORIANO REYES. Integración de un sistema de control de acceso en un sistema de video sobre IP. PFC Universidad Politécnica de Valencia Escuela Politécnica Superior de Gandía 2007.

JUAN CARLOS SOLÓRZANO GARCIA, DR. JAIME REYNALDO SANTOS REYES. Diseño de un sistema de seguridad basado en el uso de CCTV para el caso de un organismo gubernamental. Tesis Instituto Politécnico Nacional de México 2009.

Ley Orgánica 15/1999, de 13 de diciembre, de Protección de Datos de Carácter Personal. Publicada en BOE n. 298 de 14/12/1999.

Instrucción 1/ 2006, de 8 de noviembre de 2006, de la Agencia Española de Protección de Datos, sobre el tratamiento de datos personales con fines de vigilancia a través de sistemas de cámaras o videocámaras. Publicada en el BOE n. 296 de 12/12/2006.

Reglamento de videovigilancia de la Universidad Politécnica de Valencia (Aprobado por el Consejo de Gobierno en su sesión de 17 de diciembre de 2009)

Reglamento sobre protección de datos de carácter personal de la Universidad Politécnica de Valencia (Aprobado por el Consejo de Gobierno en su sesión de 11 de marzo de 2010)

## **PAGINAS WEB**

Universitat Politècnica de Valencia. 2013. <<http://www.upv.es>>

Agencia Española de Protección de datos. 2010. <<http://www.agpd.es>>

Seologic SL. 2009. <<http://www.informacion.videovigilanciaccctv.com>>

Hommax Sistemas. 2012. <<http://www.hommaxsistemas.com/es/>>

TBK Vision. 2012. <<http://www.tbkvision.com/>>

Network World. 2013. <<http://www.networkworld.es>>

Tectronika CCTV SA. 2013. <<http://www.tectronika.com>>

Axis Communications AB. 2013. <<http://www.axis.com>>

Bosch Sistemas de Seguridad España. 2013. <<http://www.boschsecurity.es>>

OVNIF. 2013. <<http://www.ovnif.org>>

PSIA. 2013. <<http://www.psialliance.org>>

## **6. Anexos**