



Estrategias Avanzadas en CCTV y Video Analítica Experiencias de Éxito Empresarial

Carlos Selman Daccarett

MODULO 2

TECNOLOGÍA DE CÁMARAS DE CCTV



MODULO 2

TECNOLOGÍAS DE CÁMARAS DE CCTV

Tabla de Contenidos

Glosario	5
1. OBJETIVO	6
2. INTRODUCCION A TECNOLOGIA DE CÁMARAS DE CCTV	7
2.1 Reseña histórica	8
2.2 Cámara de CCTV como Sensor Óptico	10
2.3 Evolución de Cámara Analógica a Digital	11
2.4 Cámaras Digitales	13
2.5 Procesadores CCD , CMOS	18
2.6 Tecnología Megapíxel	20
2.7 Principio operativo de cámaras termales	21
2.8 Cámaras de doble espectro	23
2.9 Cobertura de cámaras termales de doble espectro	25
2.10 Definiciones de resolución	27
3. CAMARAS MOVILES (PTZ)	30
4. CAMARA INALAMBRICA	33
5. OPTICA Y COBERTURA DE CAMARAS DE CCTV	34
5.1 Desarrollo de planimetrías	37
5.2 Posicionamiento de Cámaras	38
5.3 Cobertura final y comparativas de eficiencia	42
5.4 Comparativas de Eficiencia	43
6. ILUMINACION	45

MODULO 2

TECNOLOGÍAS DE CÁMARAS DE CCTV

6.1 Iluminación de Objetos	47
6.2 Recomendaciones de iluminación de escena	51
6.3 Iluminación Infrarroja	52
6.4 Distancia focal	54
6.5 Relación Campo de Imagen - Distancia Focal	56
6.6 Lentes de Foco Variable	58
6.7 Lentes Zoom	59
6.8 Cálculo de distancia focal	60
6.9 Regulación de Luz en Cámaras de CCTV	64
7. VIDEO ANALÍTICA DE CAMARAS DE CCTV	68
7.1 Cámaras de CCTV con Video Analítica Embebida	70
7.2 Servidor con Software de Video Analítica	71
8. FUNCIONES DE VIDEO ANALITICA	73
8.1 Detección de Movimiento	74
8.2 Cruce de líneas	76
8.3 Proceso de segmentación	77
8.4 Seguimiento de objetos y Analíticas especiales	79
8.5 Analíticas adicionales	82
8.6 Estadísticas Control de Flujos	84
9. RECONOCIMIENTO FACIAL	85
9.1 Conceptos de tecnología de Reconocimiento Facial (RF)	86
9.2 Definiciones	87
9.3 Fases de Operación del Reconocimiento Facial	88
9.4 Tipos de Reconocimiento	90
9.5 Efectividad de los algoritmos	91

MODULO 2

TECNOLOGÍAS DE CÁMARAS DE CCTV

Prólogo

Tras la publicación del primer módulo, 'Introducción a los Sistemas Modernos de CCTV', que aborda temas relacionados con la mejora de la seguridad y la reducción de costos operativos mediante el uso de equipos tecnológicos y energéticos eficientes, así como la promoción de soluciones escalables que se adapten a futuras necesidades y la modernización del equipamiento para una operación más efectiva y segura, este módulo sobre tecnologías de cámaras de CCTV, cubrirá desde la evolución de los primeros equipos hasta las soluciones más avanzadas actualmente utilizadas. El objetivo principal de este segundo documento es permitirlo ser utilizado a modo de guía de orientación a profesionales, estudiantes, o a todo interesado que requiera incursionar en el campo de la tecnología de seguridad electrónica.

Debido al aumento de la delincuencia global y la obsolescencia de sistemas de cámaras de CCTV (algunos con más de diez años), los riesgos y vulnerabilidades han ampliado las brechas de seguridad, creando nuevas necesidades urgentes. Sin embargo, en algunos casos, quienes gestionan la seguridad a menudo se ven influenciados por intereses económicos externos, lo que lleva a tomar decisiones por soluciones sobredimensionadas que incrementan los costos.

El conocimiento de las diversas alternativas de equipamiento de cámaras, junto con sus características técnicas, utilidades según su diseño y otros factores relevantes presentados de forma sencilla, constituye una herramienta invaluable para que profesionales de distintas áreas puedan interpretar ofertas, generar ideas, evaluar propuestas y desarrollar soluciones.

MODULO 2

TECNOLOGÍAS DE CÁMARAS DE CCTV

Con mis agradecimientos a cada uno de los integrantes equipo de CS Consultora que me han acompañado por mas de una década, cuyas contribuciones desde sus respectivas especialidades han permitido exponer con claridad los temas técnicos que responden a las demandas actuales en diversos escenarios.

Carlos Selman

Con Derechos de autor. Registros por CS Consultora, CSecuronline y Autor. Queda prohibida la reproducción parcial o total de este material por cualquier medio o procedimiento incluyendo tratamiento informático de cualquier tipo, sin autorización escrita de los titulares.

MODULO 2

TECNOLOGÍAS DE CÁMARAS DE CCTV

Glosario

CMOS Semiconductor Complementario de Óxido Metálico. Chip de memoria que almacena la configuración del Sistema Básico de Entrada/Salida (BIOS) de una cámara

CCD: Charge Couple Device. Dispositivo detector de luz basado en materiales semiconductores como el silicio

DSP: Elemento encargado del procesamiento de datos en la imagen a tiempo real

RGB: Sigla del inglés Red, Green, Blue; en español, Rojo, Verde, Azul

SDK: Siglas en inglés de Software Development Kit, correspondiente a un conjunto de herramientas de desarrolladores para crear un software

Streaming: Cualquier reproducción de audio, video y otro contenido multimedia en un dispositivo en tiempo real a través de Internet

MODULO 2

TECNOLOGÍAS DE CÁMARAS DE CCTV

1. OBJETIVO

Este segundo módulo tiene como objetivo presentar las diversas tecnologías de cámaras de CCTV, abarcando su evolución desde las primeras aplicaciones hasta las soluciones más avanzadas de la actualidad. Se explora el desarrollo de estos equipos, resaltando su transformación de simples dispositivos de monitoreo a sistemas sofisticados con capacidades de analítica avanzada.

La información contenida en este módulo, expuesta de manera sencilla y graficada para una adecuada comprensión, es emitida para ser utilizada como guía de orientación de gerencias, administradores, operadores, técnicos y en general a todo profesional con responsabilidades en la dirección y control de los Sistemas Electrónicos de Seguridad. En ella se incorporan criterios clave en la implementación de cámaras de CCTV, para el diseño moderno de sistemas de videovigilancia, incluyendo la planificación de coberturas, el análisis de equipamientos existentes y el uso de metodologías modernas para comparar diseños existentes con nuevas implementaciones, facilitando así la toma de decisiones estratégicas y económicamente eficientes.

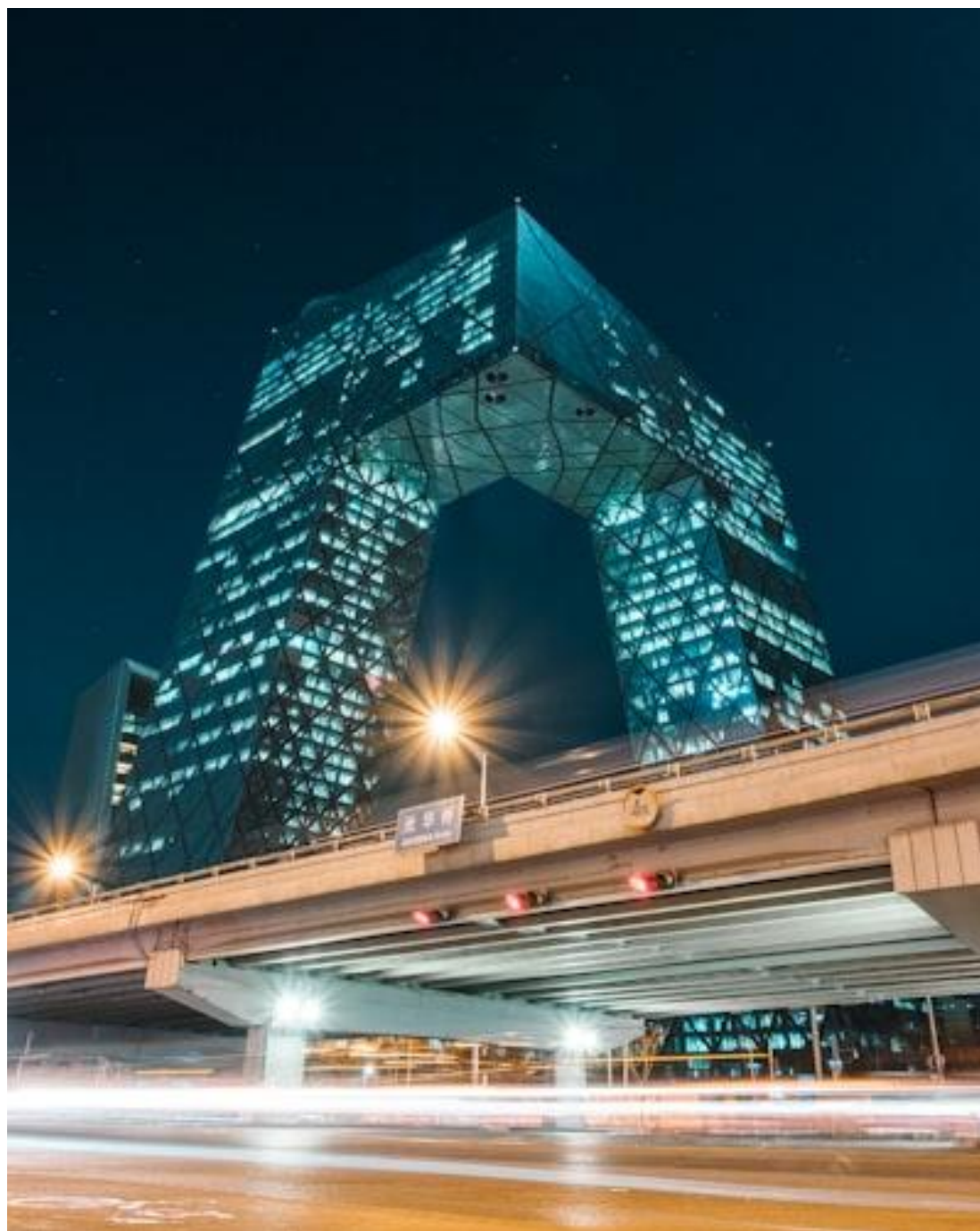


MODULO 2

TECNOLOGÍAS DE CÁMARAS DE CCTV

2. INTRODUCCION A TECNOLOGIA DE CÁMARAS DE CCTV

Es fundamental comprender la evolución de una de las tecnologías de CCTV más relevantes en los últimos años, cuya aplicación se ha convertido en una solución clave para enfrentar las actuales contingencias de seguridad. Actualmente hemos visto el incremento exponencial de la Inteligencia artificial, la cual se está integrando a los sistemas de cámaras y las aplicaciones o softwares asociados.



MODULO 2

TECNOLOGÍAS DE CÁMARAS DE CCTV

2.1 Reseña histórica

A finales del siglo XIX, el estudio de los rayos catódicos en tubos de vacío con electrodos polarizados (cátodo y ánodo) permitió avances clave en la tecnología de visualización. Al calentar el cátodo, este emitía electrones que, al impactar superficies fosforescentes, generaban luz. Este fenómeno fue investigado por físicos como Philipp von Lenard, galardonado con el Premio Nobel. Inicialmente, los rayos catódicos se producían en tubos de Geissler, pero William Crookes perfeccionó el diseño con los tubos de Crookes.

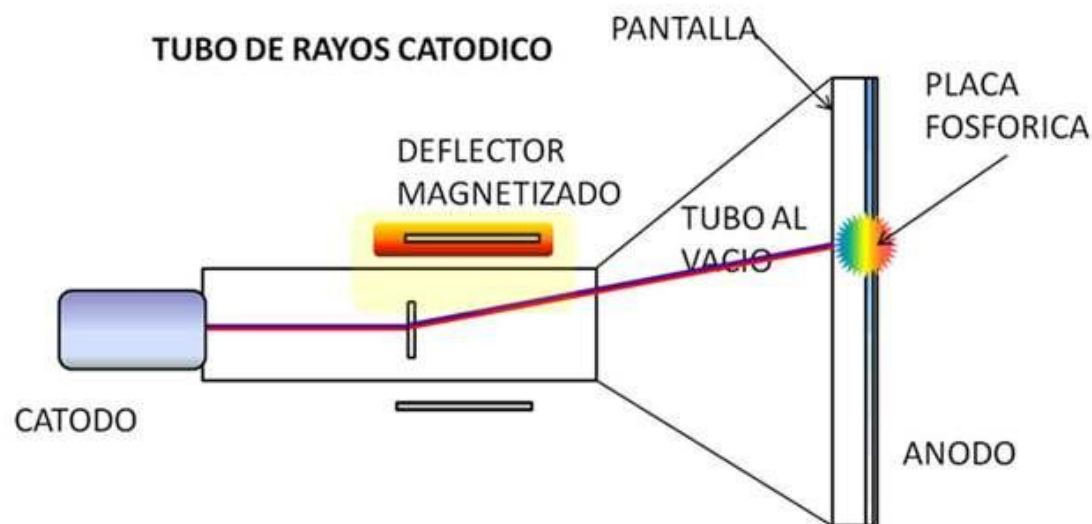
Más tarde, se comprendió que estos rayos eran electrones con carga negativa, que se propagaban en línea recta pero podían desviarse con campos eléctricos o magnéticos.



Esta propiedad sentó las bases del tubo de rayos catódicos (CRT), inventado en 1897 por Ferdinand Braun, y esencial en la evolución de la televisión, osciloscopios y cámaras de televisión.

Karl Ferdinand Braun. Físico alemán. En 1909 recibió el Premio Nobel de Física por las mejoras técnicas (circuitos resonantes magnéticamente acoplados) que introdujo en el sistema de transmisión de Marconi para la telegrafía sin hilos

MODULO 2 TECNOLOGÍAS DE CÁMARAS DE CCTV



Tubo de rayos catódicos con deflexión del haz por acción del movimiento de un objeto

El desarrollo del tubo vidicon, basado en la fotoconductividad de ciertos materiales, marcó un hito en la captación de imágenes. Con el tiempo, la transición del CRT a sensores CCD y CMOS impulsó la modernización de las cámaras de CCTV, mejorando la calidad de imagen, eficiencia energética e integración con sistemas digitales.



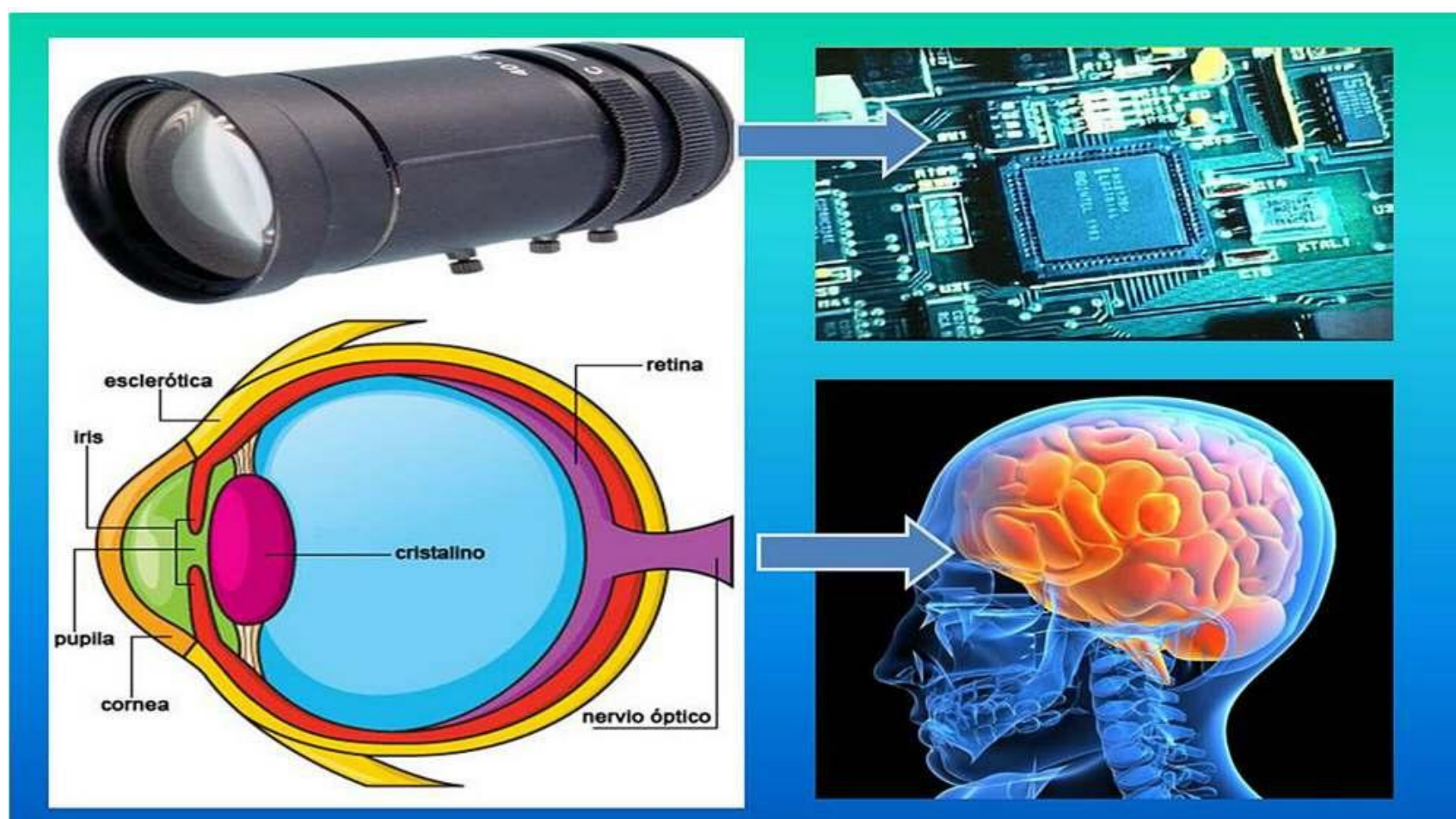
Tubo Vidicon de primeras cámaras de CCTV. El haz de electrones barre en forma horizontal y vertical la pantalla del tubo con material sensible a la luz. La reflexión del haz es transformada en señales electromagnética análogas.

MODULO 2 TECNOLOGÍAS DE CÁMARAS DE CCTV

2.2 Cámara de CCTV como Sensor Óptico

Un sistema de seguridad electrónico está constituido por sensores que actúan en forma análoga a sensores del ser humano, actuando ante diferentes tipos de señales como calor, radiación (imágenes y color), sonidos o presiones. Estas son transmitidas al centro de procesamiento donde la información es analizada, clasificada generando una determinada respuesta.

Una cámara de Circuito Cerrado de Televisión, es también un sensor del espectro de radiaciones de luz que se reflejan en objetos, las que son procesadas, transformadas en imágenes y visualizadas a través de una pantalla de un monitor de la misma forma como el cerebro humano procesa una información.



Analogía entre un lente óptico y el procesamiento de imagen de un ser humano

MODULO 2

TECNOLOGÍAS DE CÁMARAS DE CCTV

La tecnología ofrece en la actualidad una innumerable cantidad de respuestas. Así un dispositivo sonoro-luminoso dará un aviso de alerta en condiciones acústicas desfavorables o una impresora irá registrando datos para una posterior toma de decisiones. De igual forma una pantalla de un computador personal irá informando en tiempo real los eventos o transacciones de acceso de personas a través de una puerta o un monitor de televisión registrará las imágenes de situaciones específicas o incidentes.

Todas ellas pueden ser diferentes tipos de respuestas y su selección depende del tipo de información y rapidez para ser transmitida y comunicada de la forma más adecuada para la labor de prevención del riesgo.

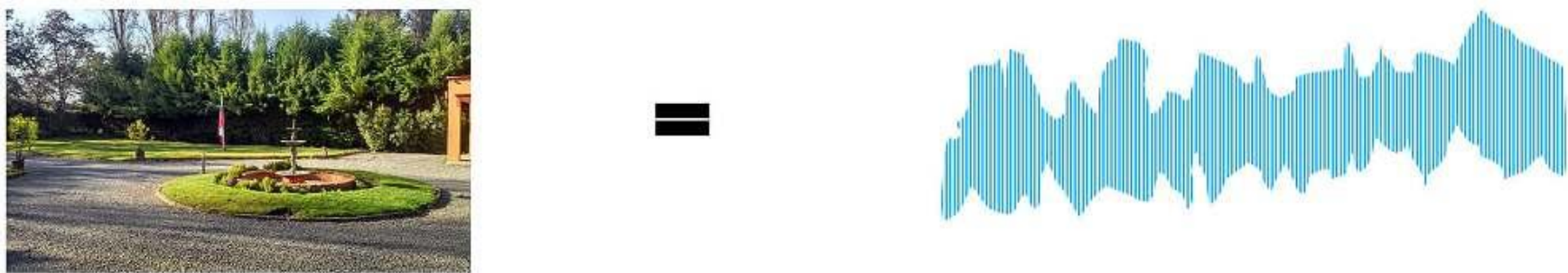
2.3 Evolución de Cámara Analógica a Digital

Las primeras cámaras de CCTV análogas utilizaban sensor de tubo catódico, empleado hasta la década de los años ochenta. Con el avance tecnológico se crean nuevos tipos de sensores cada vez más sensibles y de resoluciones inigualables. En cámaras analógicas antiguas, el sensor correspondía a un tubo de cristal Vidicón.

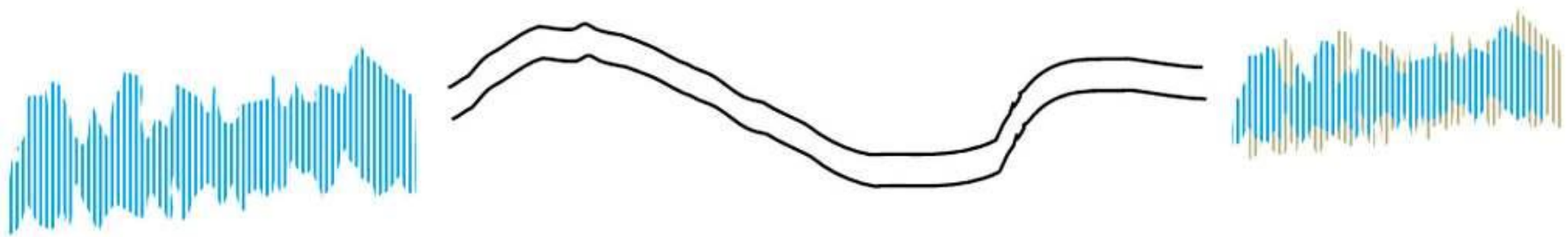
Como se señaló anteriormente, una cámara de CCTV en cierta forma es un sensor que captura radiaciones de la luz tanto en el espectro visible como en el rango infrarrojo. Sin pretender proporcionar una descripción técnica detallada de una cámara de CCTV, se expondrá en adelante la descripción general de los componentes de los equipos.

MODULO 2 TECNOLOGÍAS DE CÁMARAS DE CCTV

Para la conectividad de la cámara analógica directa a un monitor, se utilizaba un cable coaxial de 75 Ohm de impedancia (resistencia eléctrica), el que, a pesar de su constitución con un núcleo de cobre, aislante y malla exterior para filtrar las señales electromagnéticas externas, no permite una transmisión más expedita debido al efecto de inducción de campos electromagnéticos y corrientes parásitos externos.



Reproducción de imagen mediante señal analógica



Transmisión de imagen con señal analógica viajando a través de cables coaxiales con núcleo de cobre. Se produce una pérdida de señal en la ruta.

Aún persisten protecciones de determinados recintos cubiertos con sistemas de cámaras analógicas instaladas desde hace más de dos décadas y que requieren ser migradas a nuevas tecnologías para mitigar las brechas de seguridad que generan las instalaciones antiguas.

Estas cámaras ya no poseen el nivel adecuado de resolución para identificar objetos o personas, impidiendo su empleo en evidencias de situaciones de contingencia.

MODULO 2

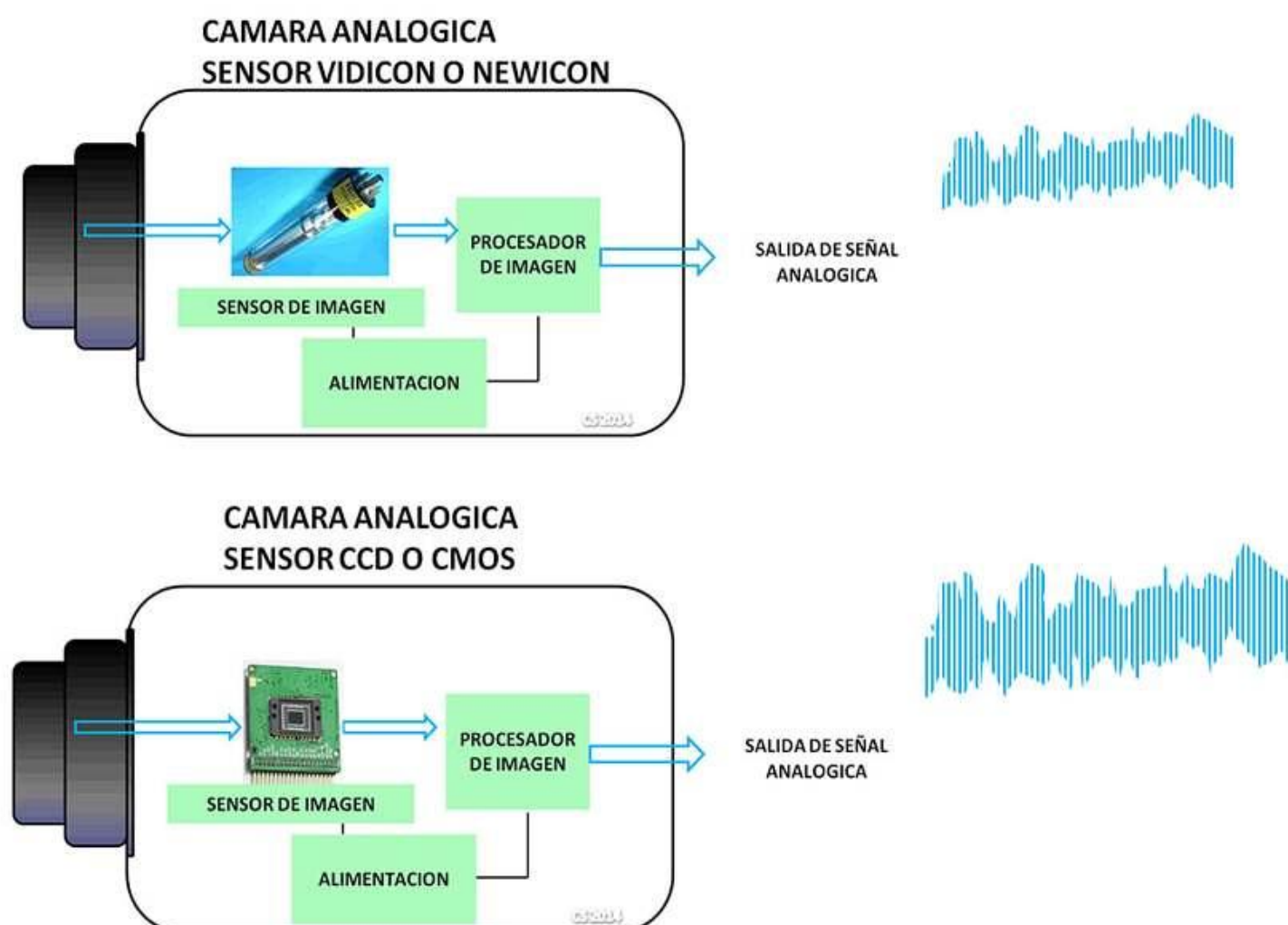
TECNOLOGÍAS DE CÁMARAS DE CCTV

2.4 Cámaras Digitales

El Protocolo de Control de Transmisión (TCP) y el Protocolo de Internet (IP) fueron los primeros utilizados para establecer enlaces entre computadoras que utilizan diferentes sistemas operativos.

Esto incluyó a dispositivos de seguridad como controladoras de acceso, cámaras, codificadores y otros equipos que poden correr sobre redes locales (Local Area Network ó LAN) y de área extensa (Wide Area Network ó WAN) nuevas y existentes para su conexión a Internet, permitiendo el control, administración y la transmisión remota a cualquier punto.

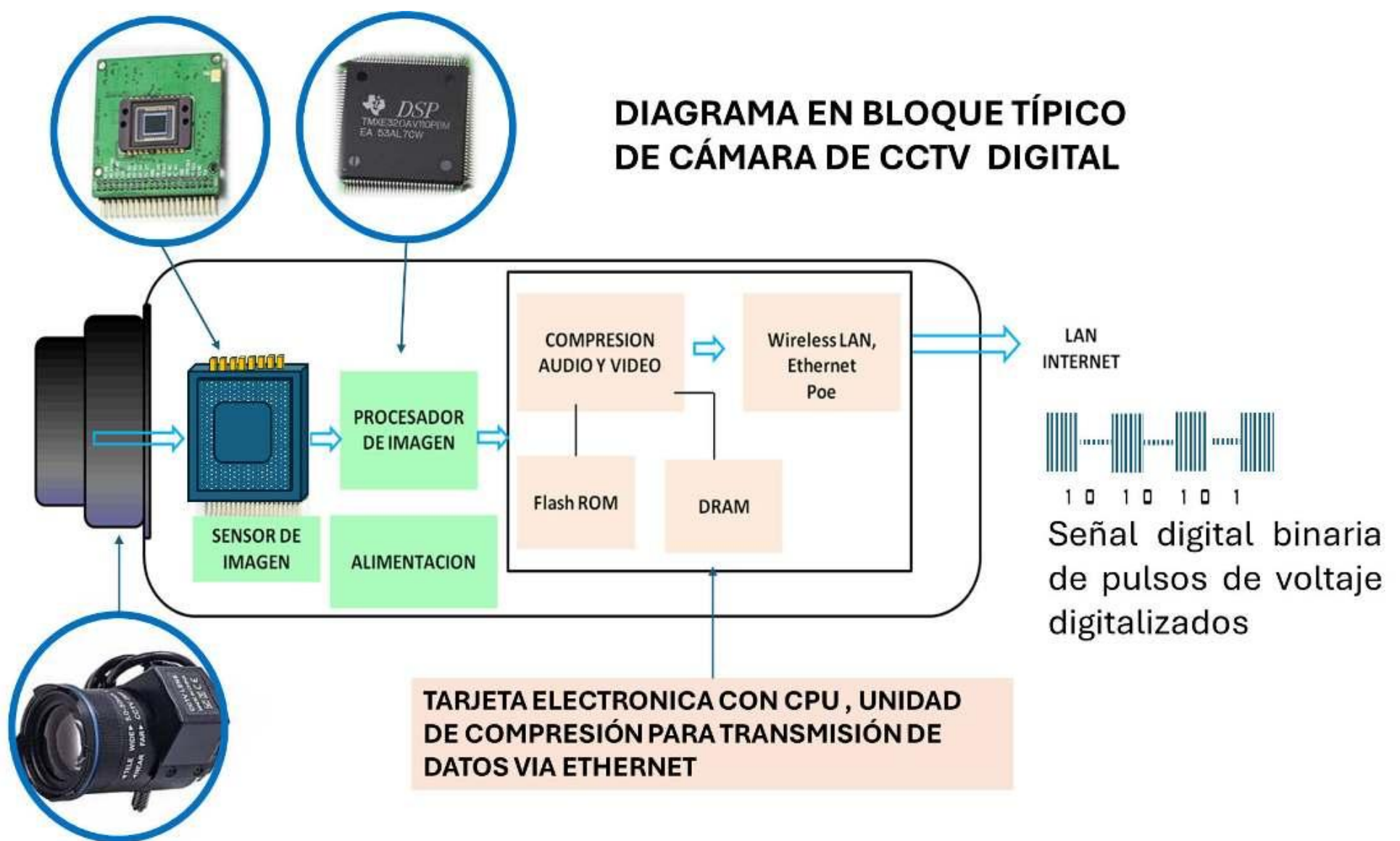
La constitución física en bloques de una cámara digital así como su antecesora, la cámara analógica, posterior a la tecnología a tubos, ambas con sensor de estado sólido, se muestra en el siguiente detalle:



MODULO 2 TECNOLOGÍAS DE CÁMARAS DE CCTV

La capacidad de transmisión de una señal digital compuesta por voltajes definidos o la ausencia de ellos (comunicación binaria de unos o ceros) mejora significativamente la calidad de imagen en su destino remoto. Además, esta tecnología permite el reemplazo del cable coaxial por alternativas más económicas como es el UTP.

Las cámaras digitales incorporan otros elementos como software para comprimir señales de audio y video, transmitir por paquetes de imágenes con bajo requerimiento de ancho de banda y una alta resolución.



Cámara digital con sensor de imagen de estado sólido. Incluye procesamiento de señal, memoria flash de aplicación y Ram para almacenamiento de imagen en la misma cámara.

MODULO 2

TECNOLOGÍAS DE CÁMARAS DE CCTV

Los componentes genéricos de una cámara de CCTV incluyen los siguientes elementos

- a. Lente: Captura la imagen y define el campo de visión y la calidad del enfoque.
- b. Sensor de imagen: Convierte la luz en señales eléctricas; puede ser CCD o CMOS.
- c. Procesador de imagen: Mejora y digitaliza la señal para su transmisión o almacenamiento.
- d. Iluminación infrarroja (IR): Permite la visión nocturna en condiciones de baja luz.
- e. Carcasa: Protege los componentes internos; puede ser resistente a la intemperie (IP) o al vandalismo (IK).
- f. Conectividad: Puede ser cableada (RJ45, BNC) o inalámbrica (WiFi) para transmisión de video.
- g. Alimentación: A través de corriente continua (DC), alterna (AC) o PoE (Power over Ethernet).
- h. Almacenamiento: Interno (microSD) o externo mediante grabadores (NVR/DVR). Protocolos de comunicación: Soporta estándares como ONVIF para integración con otros sistemas.

MODULO 2

TECNOLOGÍAS DE CÁMARAS DE CCTV

La función del lente es la captura de luz en rangos de visible a infrarroja, para transmitir una imagen a un sensor. En el capítulo de óptica, más adelante, se expondrán los tipos de lentes más utilizados

Procesador de señal encargado de procesar la señal analógica y prepararla para su retransmisión como datos análogos o digitales, según la tecnología (Digital o analógica).

Memorias de almacenamiento de la aplicación (software) de la cámara y memoria de almacenamiento directo de imágenes (ambos casos para cámaras digitales).

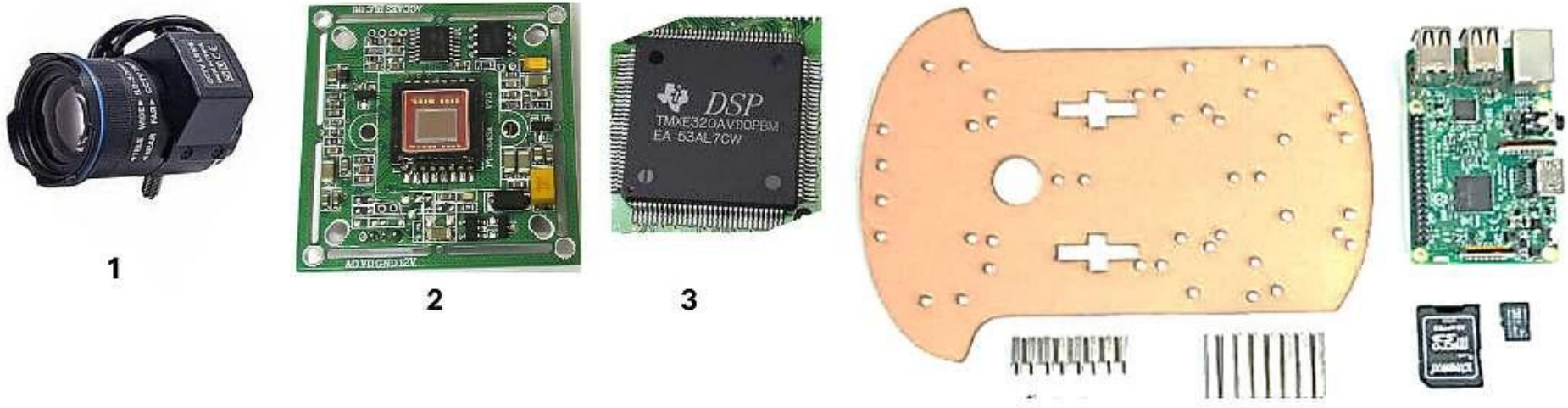
Etapas de alimentación normalmente constituidas por entrada de la red de 220/110 , desde un transformador de 24 o 12 Volts en corriente alterna o alimentación PoE (Power over Ethernet). Esta última tecnología que proporciona energía eléctrica y datos a través del mismo cable de red ethernet o LAN (Local Area Network) reduciendo costos en implementación de centros de red de alimentación local.

Las señales digitales transmitidas a través de cables de red son más estables, ya que se constituyen por pulsos de voltajes o ausencia de estos, (unos o ceros) capaces de alcanzar grandes distancias sin pérdidas importantes de señal a diferencia de la transmisión analógica.

Conjunto con lo anterior, los nuevos equipos incluyen memoria para alojar aplicaciones directas en la misma cámara, como por ejemplo video analítica, detección de movimiento, acceso remoto a través de internet y otras. De la misma forma, incorporan tarjetas de almacenamiento de paquetes de imágenes para respaldo de información capturada por cada cámara.

MODULO 2

TECNOLOGÍAS DE CÁMARAS DE CCTV



1. **Lente** : Captura la imagen enfocando la luz hacia el sensor
2. **Sensor de Imagen (CMOS o CCD)**: Convierte la luz en señales eléctricas
3. **Procesador de Imagen: (DSP)** Digitaliza y procesa la señal para mejorar la calidad de imagen
4. **Placa electrónica (PCB)**: Integra los circuitos que controlan las funciones de la cámara
5. **Módulo de Red (En cámaras IP)** : Permite la transmisión de video a través de redes

Estos componentes pueden estar distribuidos de diferente manera, según el diseño de la cámara y su aplicación práctica. De esta forma, en el mercado se encuentran cámaras tipo bala (bullet), domo, PTZ, u otras formas denominadas por los fabricantes y que deben ser seleccionadas de acuerdo a las necesidades.

Inalámbrica Fija



Bullet



Bullet profesional



Cubica



Inalámbrica Móvil



Fish eye 360°



Domo Móvil



Mini Domo



Domo PTZ



MODULO 2

TECNOLOGÍAS DE CÁMARAS DE CCTV

2.5 Procesadores CCD , CMOS

Se define como cámara tipo CCD a aquella que utiliza un sensor de imagen Charge Couple Device (dispositivo de carga acoplada) para capturar fotografías de alto contraste. En este caso, las cámaras analógicas reproducen la señal luminosa transformándola en una señal electromagnética que responde en forma análoga a la imagen capturada.

Los sensores CCD se utilizan en algunas cámaras digitales compactas, pero el desarrollo de estos ha disminuido considerablemente. Es probable que en el futuro sean sustituidos por sensores CMOS. Sin embargo, a menudo son útiles en aplicaciones debido a su alta sensibilidad. Además, la sensibilidad de detección se puede aumentar mediante el uso de un CCD multiplicador de electrones (EM), que amplifica la señal de detección hasta 1.000 veces.

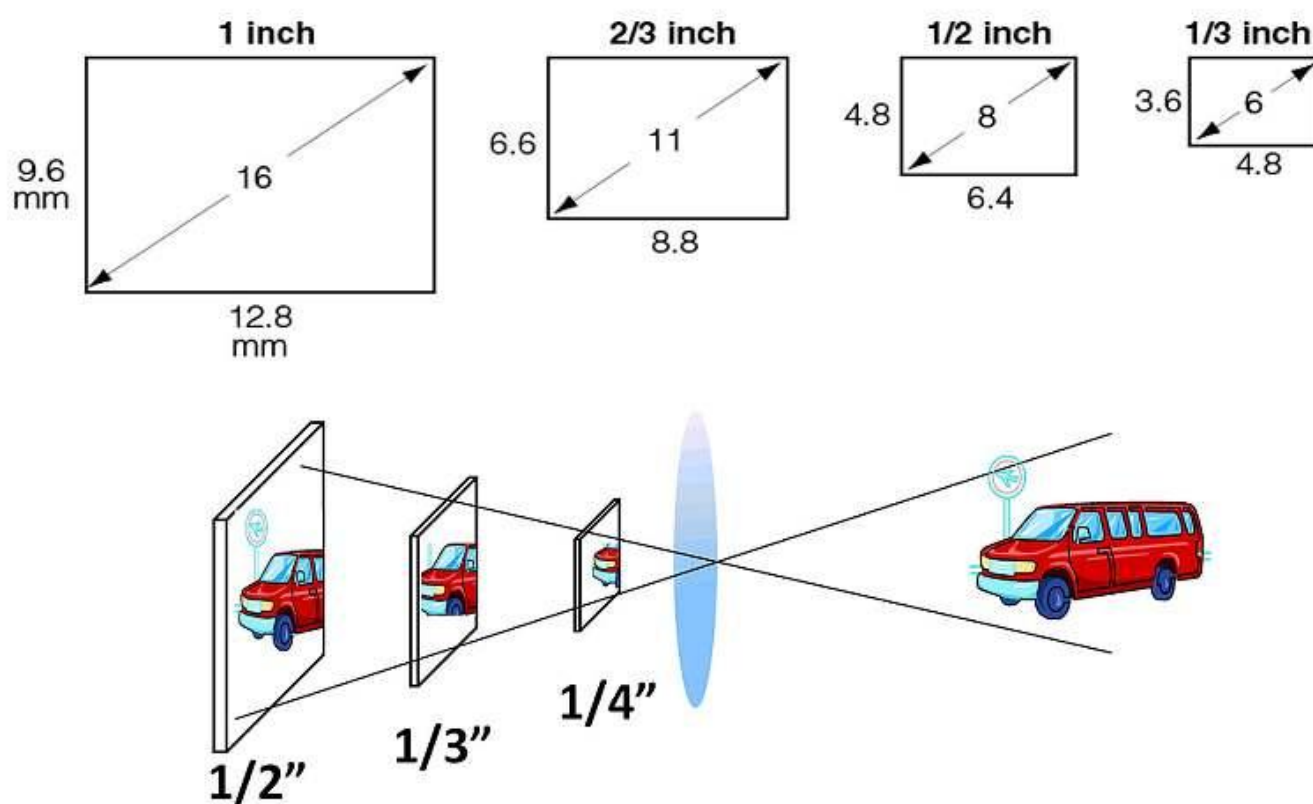
Los sensores CCD extraen la carga de los electrodos al exterior como un relé de cubo, mientras que los sensores C-MOS tienen un fotodiodo en cada píxel y leen la señal directamente del píxel mientras conmutan a alta velocidad con un interruptor semiconductor.

Posteriormente el CCD pasó a ser un semiconductor tipo CMOS y otros nuevos de reciente investigación. Se puede señalar que las cámaras CCD ofrecen una excelente calidad de imagen, mientras que las cámaras CMOS son más económicas. Cada una tiene sus ventajas y se utilizan en diferentes aplicaciones según las necesidades y requisitos específicos

MODULO 2 TECNOLOGÍAS DE CÁMARAS DE CCTV

El sensor CMOS (Complementary Metal Oxide Semiconductor) , incorpora conversión y amplificación en el mismo sensor, haciéndolo más económico que el CCD, sin embargo posee ciertas desventajas respecto este último ya que no trabaja bien con poca luz. En recientes investigaciones de este sensor se han logrado significativas mejoras haciéndolo cada vez más sensible para alcanzar las capacidades del CCD. También permite una alta estabilidad en la captura de imágenes de placas de patente vehicular, en movimiento.

Todos estos sensores se caracterizan por tener diferentes superficies para la incidencia de la luz. Un ejemplo de ello se muestra en el siguiente cuadro:



Mas adelante , en la sección de cálculos de distancia focal, se trabajará con sensores de 1/3" comunes en la mayoría de cámaras del mercado

MODULO 2 TECNOLOGÍAS DE CÁMARAS DE CCTV

2.6 Tecnología Megapíxel

Los sensores de imagen de una cámara determinan la resolución de cada equipo, clasificando la calidad de imagen según este parámetro. El sensor de imagen es el corazón de una cámara de CCTV. El sensor de imagen es el semiconductor compuesto por un arreglo geométrico de píxeles, encargados de convertir la luz que incide en señales de cargas eléctricas.



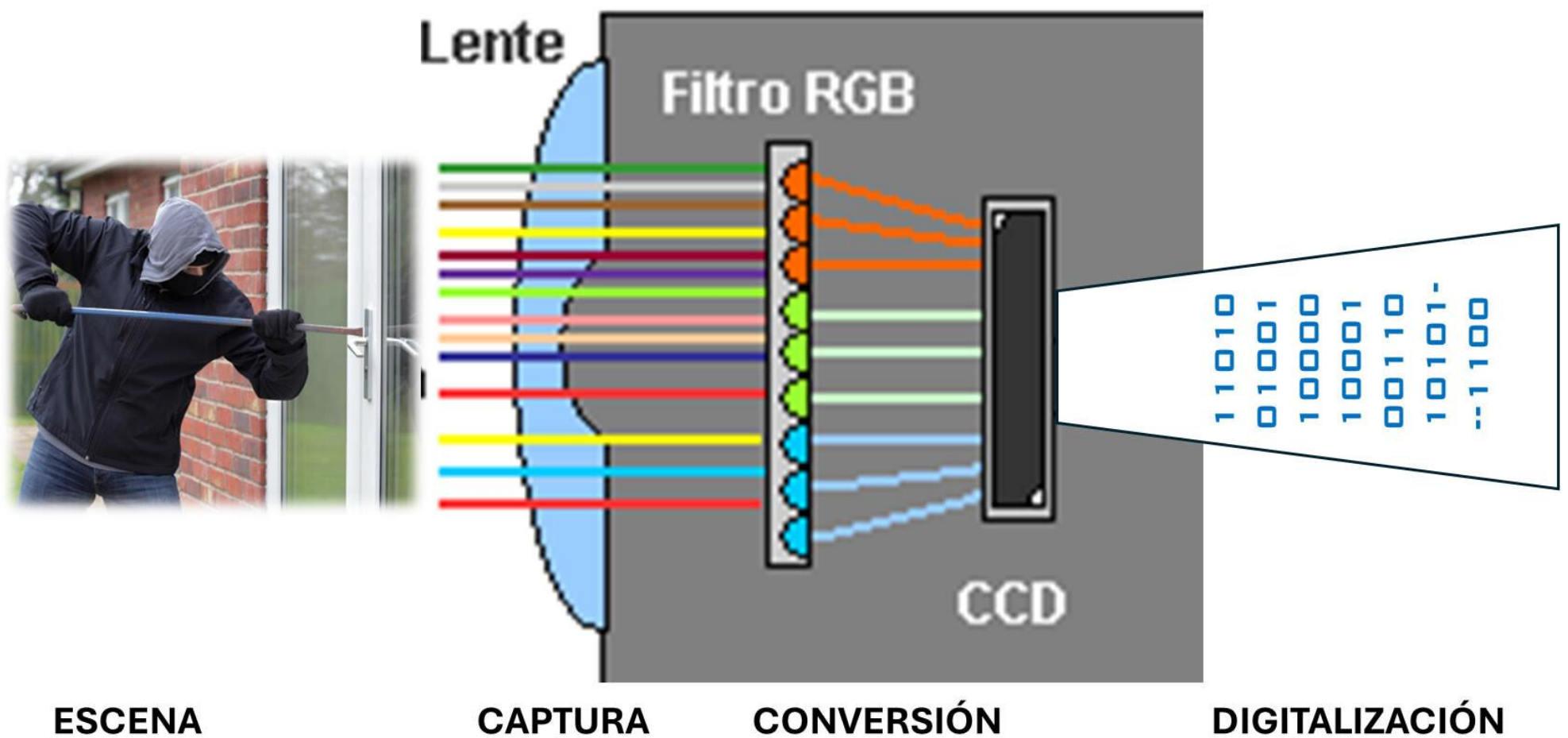
PLACA CON SENSOR DE IMAGEN



LENTE OPTICO MONTADO SOBRE UNA PLACA CON SENSOR DE IMAGEN

El arreglo original de un sensor de imagen solo suministra información sobre la intensidad de la luz y no del color. Para obtener color, se requieren filtros especiales RGB el que se usa para producir ruido, mecanismo que añade los valores de rojo, verde y azul de cada píxel ubicados en el arreglo del sensor. Cada pixel posee filtros para Rojo azul y verde, combinación básica para la generación del resto de los colores de una imagen.

MODULO 2 TECNOLOGÍAS DE CÁMARAS DE CCTV



Una vez capturada la imagen bajo el espectro de luz visible e infrarrojo para cámaras de CCTV comerciales, la señal es convertida a señal binaria incluyendo la codificación de colores.

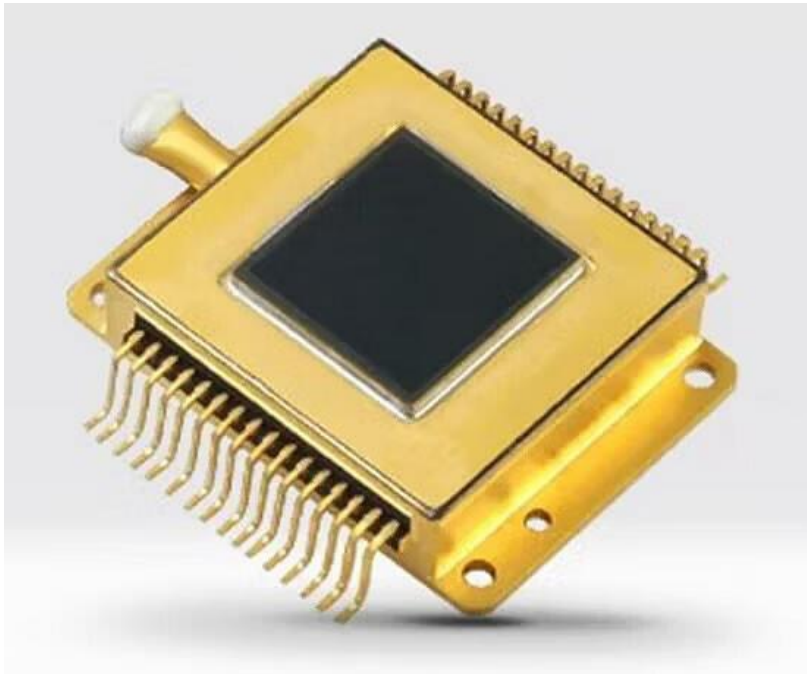
2.7 Principio operativo de cámaras termales

En el caso de las cámaras termales, también digitales, éstas utilizan un sensor denominado micro bolómetro de óxido de vanadio no refrigerado (VOx), a diferencia del sensor CCD o CMOS descrito anteriormente para imágenes de cámaras digitales típicas. El sensor VOx es un tipo de detector térmico utilizado en cámaras termográficas de CCTV para captar radiación infrarroja emitida por los objetos en función de su temperatura.

Este sensor está compuesto por una matriz de elementos sensibles al calor, los cuales cambian su resistencia eléctrica al absorber la radiación infrarroja.

MODULO 2 TECNOLOGÍAS DE CÁMARAS DE CCTV

El óxido de vanadio (VOx) es un material altamente eficiente para la detección térmica debido a su sensibilidad a las variaciones de temperatura y su estabilidad en diferentes condiciones ambientales. A diferencia de los sensores refrigerados, los micro bolómetros no requieren sistemas de



enfriamiento criogénico, lo que los hace más compactos, eficientes energéticamente y de menor costo operativo.

Estos sensores generan imágenes térmicas precisas, permitiendo la detección de personas, vehículos u otros objetos en entornos de baja visibilidad, como oscuridad total, niebla o humo. Además, su

integración con algoritmos de procesamiento de imágenes y análisis inteligente mejora la seguridad perimetral y la eficiencia de la vigilancia en grandes recintos.

Las cámaras térmicas de CCTV contribuyen a un mejoramiento significativo de la seguridad en grandes recintos al permitir la detección de intrusos en condiciones de baja visibilidad por ausencia total de iluminación o condiciones ambientales desfavorables, permitiendo visualizar imágenes térmicas que podrían indicar riesgos, facilitando así una respuesta temprana ante eventos críticos, optimizando la vigilancia y reduciendo la necesidad de patrullaje físico.

MODULO 2

TECNOLOGÍAS DE CÁMARAS DE CCTV

El análisis termográfico perimetral es una de las principales ventajas de las cámaras térmicas aplicadas a la vigilancia de grandes recintos, ya que permiten cubrir extensas distancias y mitigar múltiples brechas de seguridad física.

Estas cámaras detectan la presencia de personas a larga distancia, incluso en condiciones climáticas adversas o entornos con vegetación densa. Además, incorporan funciones de inteligencia artificial que permiten discriminar entre humanos y animales, reduciendo falsas alarmas y mejorando la eficiencia del control de seguridad.

Para optimizar su desempeño, estas cámaras integran algoritmos de aprendizaje profundo (Deep Learning), que refuerzan la protección perimetral y permiten la detección de eventos basados en patrones de temperatura. Gracias a esta tecnología, es posible minimizar alertas innecesarias causadas por animales, hojas u otros objetos irrelevantes, mientras se identifican de manera precisa la presencia de personas y vehículos, generando notificaciones oportunas a través del software de gestión de seguridad.

2.8 Cámaras de doble espectro

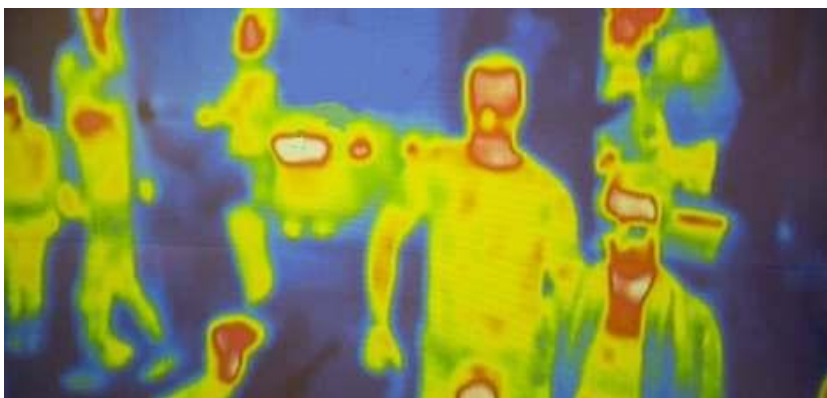
Se denominan doble espectro a estas cámaras debido a que fusionan imágenes capturadas por sensores de tipo CMOS o CCD para imágenes de luz visible y sensor VOx termal , con el fin de cubrir de manera intergral todas las condiciones de luz y ambientes desfavorables.

MODULO 2

TECNOLOGÍAS DE CÁMARAS DE CCTV

El módulo térmico funciona óptimamente en condiciones ambientales adversas y en total ausencia de iluminación natural o artificial en la zona de interés. Este tipo de cámaras genera imágenes nítidas tanto de día como de noche, incluso en entornos con humo, polvo, bruma o niebla.

Mediante su módulo termal, el equipo puede medir la temperatura de grupos de personas en ambientes controlados.



Por otro lado, a través de su módulo óptico, la cámara permite el análisis de vídeo en el espectro de luz visible, facilitando el control de situaciones críticas. Esto incluye la detección, el seguimiento y el análisis preciso de objetos, activando automáticamente alarmas predefinidas cuando se identifican eventos.

Gracias a la fusión térmico-óptica, el equipo es capaz de ejecutar un conjunto inteligente de reglas de alarma, combinados con filtros avanzados para la clasificación de objetos, logrando reducir significativamente las falsas alarmas provocadas por la presencia de hojas u otros elementos en movimiento, incluso en mis condiciones.

MODULO 2 TECNOLOGÍAS DE CÁMARAS DE CCTV

2.9 Cobertura de cámaras termales de doble espectro

Las cámaras de doble espectro tienen reputación de ser de alto costo, duplicando el valor de cámaras solo de tipo óptico. Sin embargo, la amplia cobertura en grandes perímetros controlados por una línea de cámaras de doble espectro compensa significativamente la implementación de las anteriores.

Se muestra en adelante un ejemplo típico de solución de cobertura de grandes perímetros, complementando una cámara termal con un domo PTZ de lente óptico infrarrojo para labor de seguimiento del objeto en movimiento una vez capturado por la cámara fija.

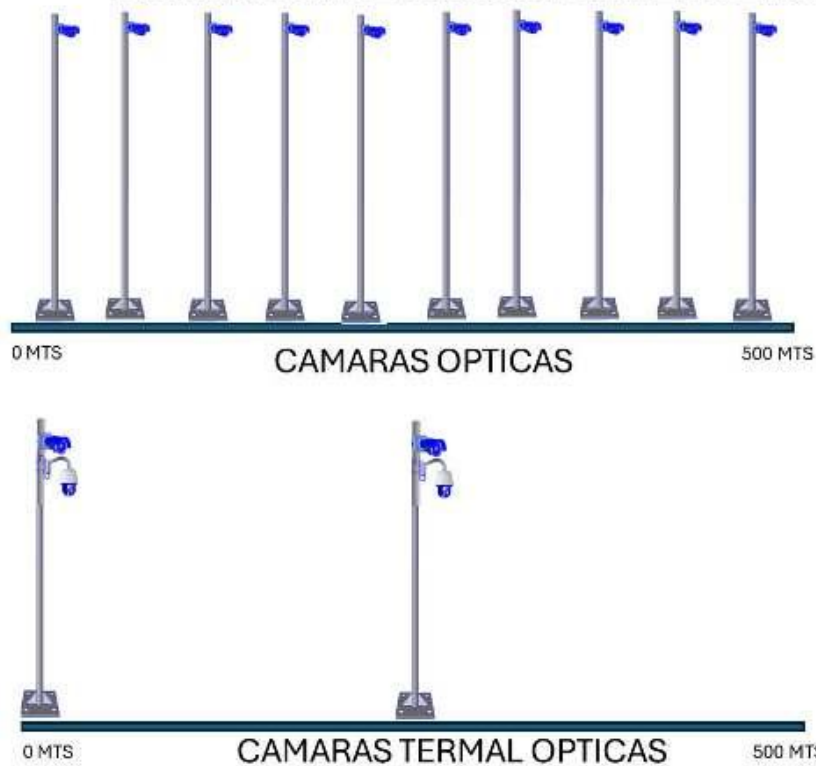
En este ejemplo se aplica analítica de detección de movimiento en cualquier condición extrema de luz y ambiente.



Un solo equipo con dos tecnologías, óptica para aplicación de analíticas, y termal para visión en condiciones extremas de iluminación a grandes distancias.

MODULO 2 TECNOLOGÍAS DE CÁMARAS DE CCTV

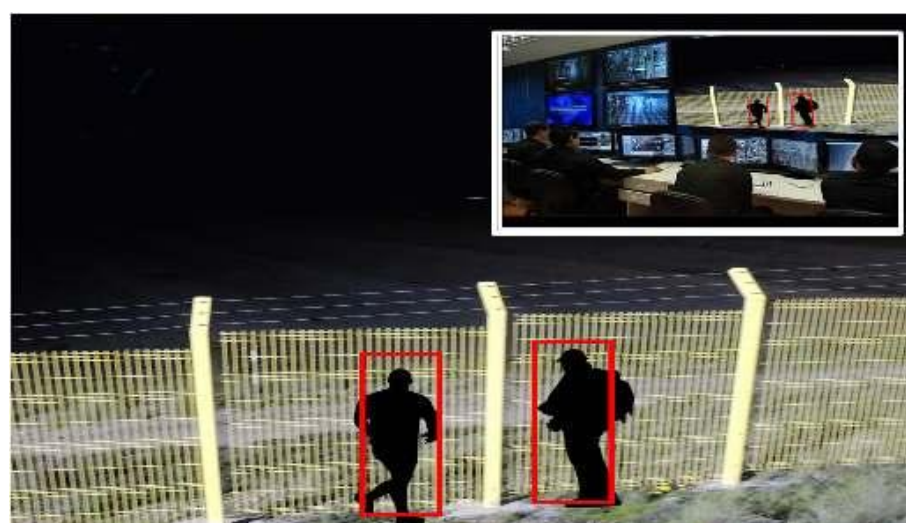
DISMINUCION DE COSTOS Y ALTA EFICIENCIA EN CONTROL DIURNO Y NOCTURNO



Comparativ
o de
cobertura
en 500
metros de
perímetro
protegido
con cámaras
ópticas o
termal-
óptica. El
primer
ejemplo es
una

protección típica con diez cámaras ópticas. El segundo ejemplo complementa con domos PTZ, (cámaras con movimiento, zoom y alcance sobre 300 metros) para seguimiento del objeto en movimiento.) Esta segunda opción implica una instalación más simple, de menor costo y más eficiente.

REDUCCION DE COSTOS DE INSTALACION EN GRANDES DISTANCIAS PERIMETRALES



Captura discriminada de objetos (personas) en movimiento y visualización en sala de control. Acción preventiva de alerta temprana a operadores para una respuesta anticipada incrementando la eficiencia.

MODULO 2

TECNOLOGÍAS DE CÁMARAS DE CCTV

2.10 Definiciones de resolución

Se detallan algunas definiciones necesarias de ser conocidas

Píxel: Un píxel (acrónimo del inglés picture element, "elemento de imagen") es la menor unidad homogénea en color que forma parte de una imagen digital, ya sea esta una fotografía, un fotograma de vídeo o un gráfico. A mayor cantidad de píxeles, tanto mayor es la resolución de una cámara.

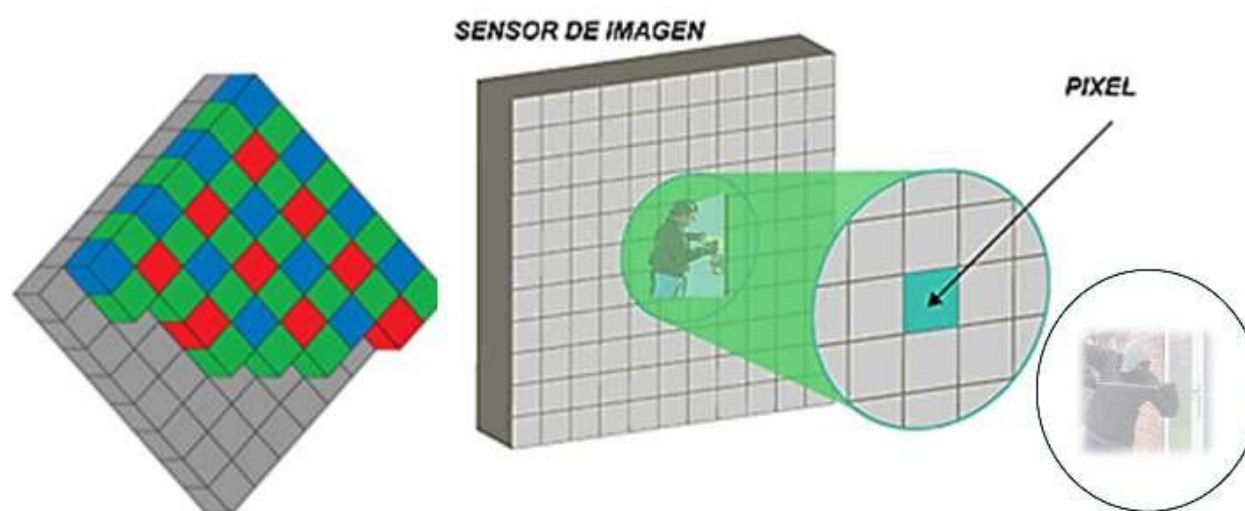
Megapíxel: Equivale a 1 millón de píxeles. Usualmente se utiliza esta unidad para expresar la resolución de imagen de cámaras digitales, por ejemplo, una cámara que puede tomar fotografías con una resolución de 2048×1536 píxeles se dice que tiene 3,1 mega píxeles ($2048 \times 1536 = 3.145.728$).

Una cámara Análoga con sensor de tipo CCD o CMOS puede generar imágenes del orden de hasta 0,9 Megapíxeles. Esto significa cuadros de imágenes de 1280×720 píxeles y que pueden ser desplegados en una pantalla monitor de por ejemplo 42 pulgadas y de igual resolución obteniendo una imagen sin degradarse.

Una cámara de 5 o 6 Megapíxeles, puede generar un cuadro tamaño A3 con calidad fotográfica, o ser visualizada en una pantalla de 40 a 50 pulgadas con extraordinaria resolución.

MODULO 2 TECNOLOGÍAS DE CÁMARAS DE CCTV

A mayor cantidad de megapíxeles, el aporte será de más claridad, nitidez, luminosidad como las requeridas para pantallas gigantes pero también, aumenta el peso de la imagen incrementando el uso de las carreteras de comunicación.



Proyección de imagen en el sensor de una cámara. A mayor cantidad de píxeles, mayor es la resolución para visualizar la imagen.

Para efecto de uso de analíticas, las resoluciones de cámaras recomendadas van de los 3 a los 12 megapíxeles, dependiendo de las necesidades de captura de eventos específicos.

Algunos ejemplos: Para casos de aplicaciones de analíticas, como reconocimiento facial, seguimiento o búsqueda de objetos, se recomiendan resoluciones entre 3 y 5 Megapíxeles.

Para detección de patentes, solamente, basta con 2 a 3 Megapíxeles.

MODULO 2 TECNOLOGÍAS DE CÁMARAS DE CCTV



Motor TCP/IP



Cámara inalámbrica con iluminación IR



Rotación de cámaras móviles



Cámara móvil simple domestica



Cámara móvil de cielo
Iluminadores IR de alto alcance (100 mts)



Iluminadores IR de alto alcance (100 mts) y Limpia parabrisas

Se describen algunas capacidades importantes presentes en equipos de diferentes fabricantes:

a. Cobertura Amplia y Flexible: Las cámaras PTZ pueden girar hasta 360° horizontalmente y 180° verticalmente, permitiendo monitorear áreas extensas con un solo dispositivo, reduciendo la necesidad de varias cámaras fijas.

b. Zoom Óptico de Alta Resolución: Las cámaras modernas ofrecen zoom óptico de 20x, 35x o más, permitiendo capturar detalles a grandes distancias sin perder calidad de imagen. Además, algunos modelos incluyen zoom electrónico con rango dinámico de hasta 128x, o superior, lo que permite compensar escenas con contrastes de iluminación extremos.

MODULO 2

TECNOLOGÍAS DE CÁMARAS DE CCTV

Megapixel	Dimensión Pixel	Dimensión Recomendada de Pantalla
0.3	640x480	8x10
0.8	1024x768	11x14
1.2	1280x960	18x14
1.9	1600x1200	20x16
3	2016x1512	28x21
3.8	2400x1600	30x20
4	2304x1728	36x24
5	2592x1944	36x27
5.9	3008x2000	40x30
6	2816x2112	40x30
7	3072x2304	48x36
8	3264x2448	48x36
11	4064x2704	56x38
12.1	4256x2848	60x40
13.5	4500x3000	62x42
16.6	4992x3228	72x48

3. CAMARAS MOVILES (PTZ)

Las cámaras PTZ (Pan-Tilt-Zoom) son dispositivos de videovigilancia con capacidad de movimiento horizontal (Pan), vertical (Tilt) y zoom óptico, lo que les permite cubrir grandes áreas sin necesidad de instalar múltiples cámaras fijas. Estos equipos están disponibles en distintas gamas, desde modelos compactos para uso doméstico hasta equipos profesionales para seguridad en exteriores. Estas cámaras son utilizadas principalmente en exteriores o en grandes espacios interiores, como patios de comidas, áreas públicas en estaciones de buses y trenes, estadios y aeropuertos.

Las más recomendadas para aplicaciones en movimiento son las cámaras tipo domo colgante con burbuja ahumada, ya que su diseño oculta la dirección del lente, aumentando la discreción y disuasión.

MODULO 2

TECNOLOGÍAS DE CÁMARAS DE CCTV

c. Enfoque Automático y Control Manual: Cuentan con posicionamiento preprogramado y modos de exploración múltiples, facilitando la automatización de rondas de vigilancia. La velocidad típica de giro horizontal varía entre 0.1° y 100° por segundo, con rotación continua de 360° para mantener un control global del entorno.

d. Seguimiento Automático de Objetos (Auto-Tracking): Las cámaras PTZ con video analítica avanzada pueden detectar y seguir personas o vehículos en movimiento, optimizando la vigilancia automatizada.

e. Integración con Analítica de Video: Los domos PTZ de algunos fabricantes de alto estándar se integran con sistemas de inteligencia artificial para detección de intrusos, reconocimiento facial, lectura de matrículas (LPR) y análisis de comportamiento, mejorando la seguridad y la gestión de incidentes.

f. Control Remoto y Automatización: Pueden ser controladas a distancia mediante software, aplicaciones móviles o sistemas de gestión de video (VMS en sus siglas en inglés), permitiendo a los operadores gestionar la seguridad en tiempo real.

g. Modo de Patrullaje y Rutas Predefinidas: Esta función es conocida como "Pre-posicionamiento". Los PTZ se pueden programar para moverse automáticamente entre puntos estratégicos en intervalos regulares, asegurando una vigilancia activa sin intervención manual constante.

La cantidad de puntos de fijación de imágenes pueden superar un gran número de posiciones lo que implica tener un vigilante apostado en un punto alto estratégico y recorrer visualmente cada uno de ellos asignando el tiempo de observación.

MODULO 2

TECNOLOGÍAS DE CÁMARAS DE CCTV

h. Visión Nocturna y Tecnología de Iluminación Inteligente: Muchas cámaras PTZ incluyen infrarrojos (IR) de largo alcance y tecnología para baja iluminación, permitiendo capturar imágenes en color y con alta claridad en condiciones de baja iluminación.

i. Resistencia y Protección al viento: Diseñadas para operar con vientos superiores a 100 km/h, evitando vibraciones que afecten la imagen.

Además, las protecciones de cámaras deben quedar protegidas al menos con los siguientes elementos, según las condiciones del área:

a. Limpia parabrisas: Activación remota para ambientes con alta polución y humedad, como áreas mineras.

b. Calefacción: Modelos con calefactores y desempañadores para climas fríos.

c. Gabinetes de protección: Para estacionamientos y áreas exteriores, se utilizan con motores independientes cuando se emplean iluminadores. Deben cumplir certificaciones IP65/NEMA4 para resistencia a ambientes húmedos.

Los modelos de exterior normalmente deben contar con certificaciones IP66, IP67 (protección contra agua y polvo) y IK10 (resistencia antivandálica), garantizando su durabilidad en entornos hostiles.

MODULO 2

TECNOLOGÍAS DE CÁMARAS DE CCTV

4. CAMARA INALAMBRICA

Si bien anteriormente el uso de cámaras inalámbricas se limitaba a aplicaciones no profesionales debido a la sensibilidad a interferencias electromagnéticas y condiciones ambientales, los avances en encriptación, ancho de banda y algoritmos de compresión han permitido su integración en sistemas de seguridad más robustos.

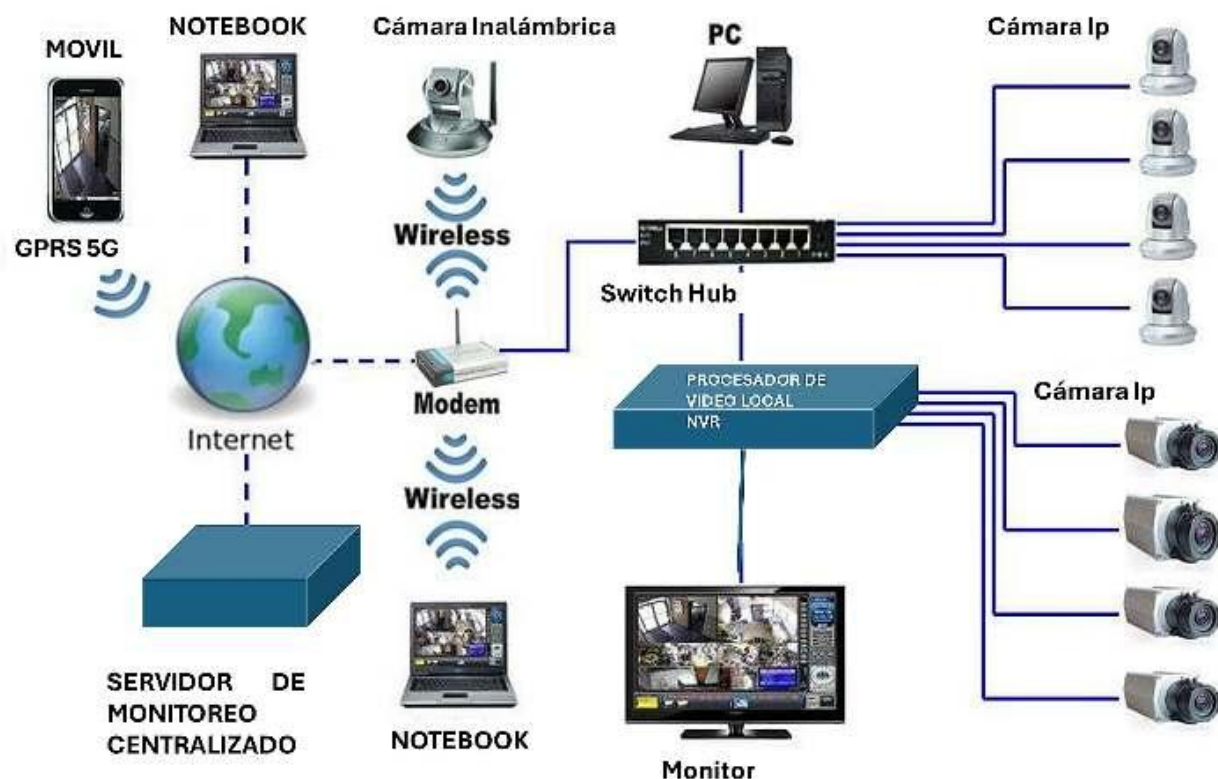
Las cámaras IP inalámbricas son ahora ampliamente utilizadas en entornos comerciales, industriales y domésticos. Incorporan servidores web que permiten gestionar múltiples cámaras a través de redes LAN, WAN o en la nube.

Las cámaras inalámbricas han avanzado significativamente en términos de conectividad y fiabilidad. Actualmente, utilizan tecnologías de transmisión en bandas de 2,4 GHz, 5 GHz y frecuencias superiores, como 6 GHz en redes Wi-Fi 6E, ofreciendo mayor estabilidad y menor interferencia.

También existen modelos con conectividad LTE y 5G, permitiendo transmisión de video en alta resolución sin necesidad de infraestructura cableada.

Algunos sistemas modernos pueden manejar más de 100 cámaras en una sola plataforma con acceso remoto seguro y compatibilidad con analítica de video e inteligencia artificial para mejorar la detección y respuesta ante eventos.

MODULO 2 TECNOLOGÍAS DE CÁMARAS DE CCTV



Topología de un sencillo sistema típico de cámaras inalámbricas y cableadas

Para una instalación óptima de cámaras inalámbricas, se debe garantizar una cobertura WiFi estable, ancho de banda suficiente y mínima interferencia. Es fundamental reforzar la seguridad con WPA2/WPA3, cambio de credenciales y segmentación de red. El enrutador debe soportar múltiples conexiones sin degradación. La alimentación varía según el fabricante (baterías, adaptador o celdas solares). Para acceso remoto seguro, se recomienda VPN o DDNS. Otras recomendaciones deben ser consultadas con especialistas en redes, ciberseguridad y mantenimiento.

5. OPTICA Y COBERTURA DE CAMARAS DE CCTV

La óptica juega un papel fundamental en la proyección y diseño de sistemas de cámaras de videovigilancia, ya que influye directamente en la capacidad del sistema para reducir brechas de seguridad y mejorar la prevención de riesgos. Las coberturas de las cámaras y por ende, su eficiencia, esta directamente ligada a una buena óptica que involucra principalmente tipos de lentes y su enfoque.

MODULO 2

TECNOLOGÍAS DE CÁMARAS DE CCTV

La capacidad de un sistema de videovigilancia para proporcionar imágenes claras y precisas depende en gran medida de la calidad de las lentes y otros componentes ópticos utilizados.

La ubicación estratégica de cámaras con lentes especializados permite una cobertura eficiente en zonas de alto riesgo, facilitando una respuesta rápida y coordinada. Para lograr un buen diseño, existen herramientas disponibles en plataformas de fabricantes de cámaras, o aplicaciones que determinan con alta precisión las coberturas, permitiendo análisis por ejemplo de comparativas de eficiencia entre sistemas antiguos con requerimientos de ser renovados o nuevas implementaciones.

Los lentes de alta calidad y la correcta disposición de las cámaras aseguran que ningún rincón quede sin vigilancia, permitiendo una intervención oportuna en caso de incidente. Por ejemplo, la elección del tipo de lente (gran angular, teleobjetivo, varifocal, entre otros) determina el área de cobertura de cada cámara.

El posicionamiento de cámaras de CCTV, considerando la óptica, así como las resoluciones y otros parámetros, son fundamental para lograr el objetivo de máxima cobertura con el mínimo equipamiento.

Para desarrollar diseños, se deben considerar los parámetros de óptica de una cámara, incluyendo condiciones de iluminación, y otros que serán detallados en adelante. La resolución y apertura de la óptica influyen en la claridad de las imágenes, lo que es esencial para el reconocimiento de rostros, placas vehiculares y otros detalles relevantes.

MODULO 2 TECNOLOGÍAS DE CÁMARAS DE CCTV

Un sistema bien diseñado evita imágenes borrosas o distorsionadas que dificulten la identificación de eventos o personas. Las lentes de alta resolución y baja distorsión son cruciales para capturar imágenes nítidas y detalladas, mientras que la apertura adecuada permite un mejor rendimiento en condiciones de poca luz.

Mediante la incorporación de lentes optimizados se puede minimizar fácilmente aquellos puntos ciegos y asegurar la vigilancia de áreas críticas. Las lentes gran angular son ideales para cubrir amplias zonas, mientras que los teleobjetivos son ideales para enfocarse en sujetos a larga distancia.

Los lentes vari focales ofrecen flexibilidad, permitiendo ajustar la distancia focal según las necesidades específicas del área monitoreada.



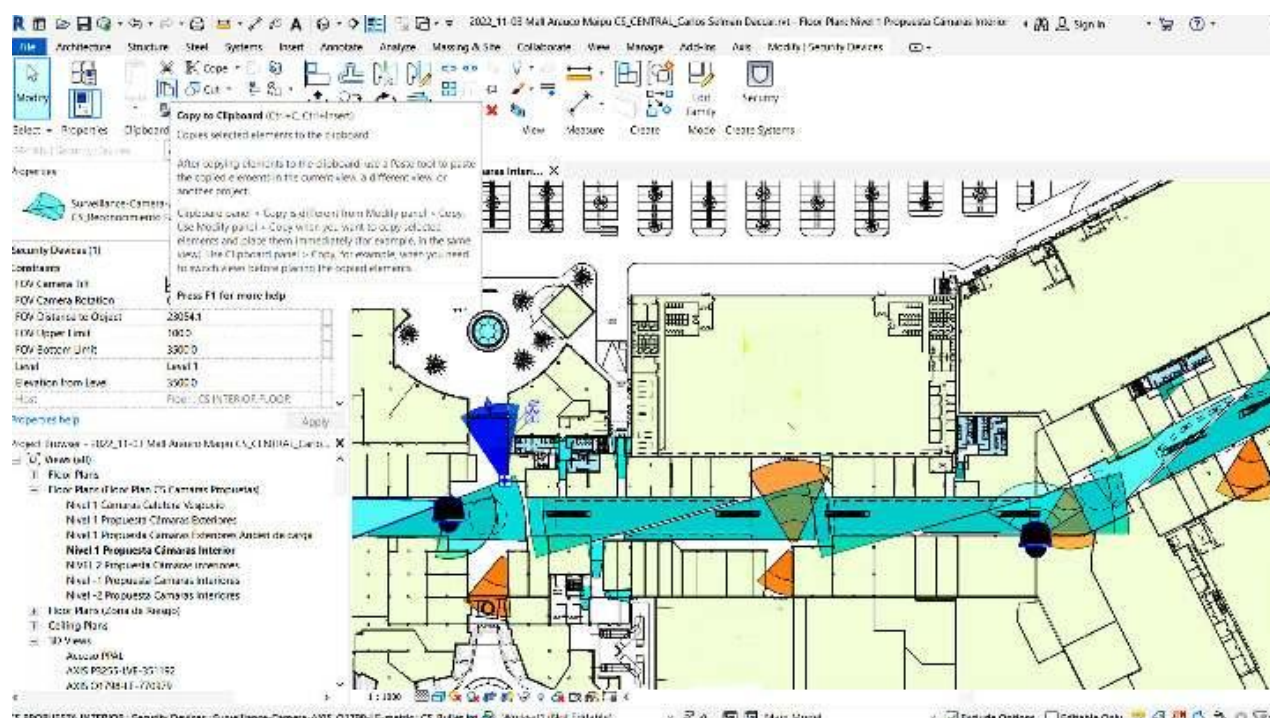
MODULO 2 TECNOLOGÍAS DE CÁMARAS DE CCTV

5.1 Desarrollo de planimetrías

Es altamente conveniente mantener la información gráfica muy clara y precisa de las coberturas de equipos según la óptica. En desarrollos más avanzados, se obliga a la incorporación de especialidades en dibujo y modelaje, permitiendo disponer de documentación precisa para procesos de licitación acotando los requerimientos a las estrictas necesidades, lo cual se traduce en disminución de costos en los suministros.

Estos desarrollos obligan a la incorporación de especialidades en dibujo y modelaje de posicionamiento de cámaras, permitiendo disponer de documentación precisa para procesos de licitación acotando los requerimientos a las estrictas necesidades, lo cual se traduce en disminución de costos en los suministros.

En el módulo 1 Introducción a Modernos sistemas de CCTV se hace mención a estos recursos de gran utilidad para el análisis de sistemas existentes y demandados necesario para la toma de decisiones de inversión



Modelaje mediante plataforma de dibujo REVIT con detalle de coberturas indicadas por fabricantes o especificaciones tipo de cámaras según plan de seguridad.

MODULO 2

TECNOLOGÍAS DE CÁMARAS DE CCTV

5.2 Posicionamiento de Cámaras

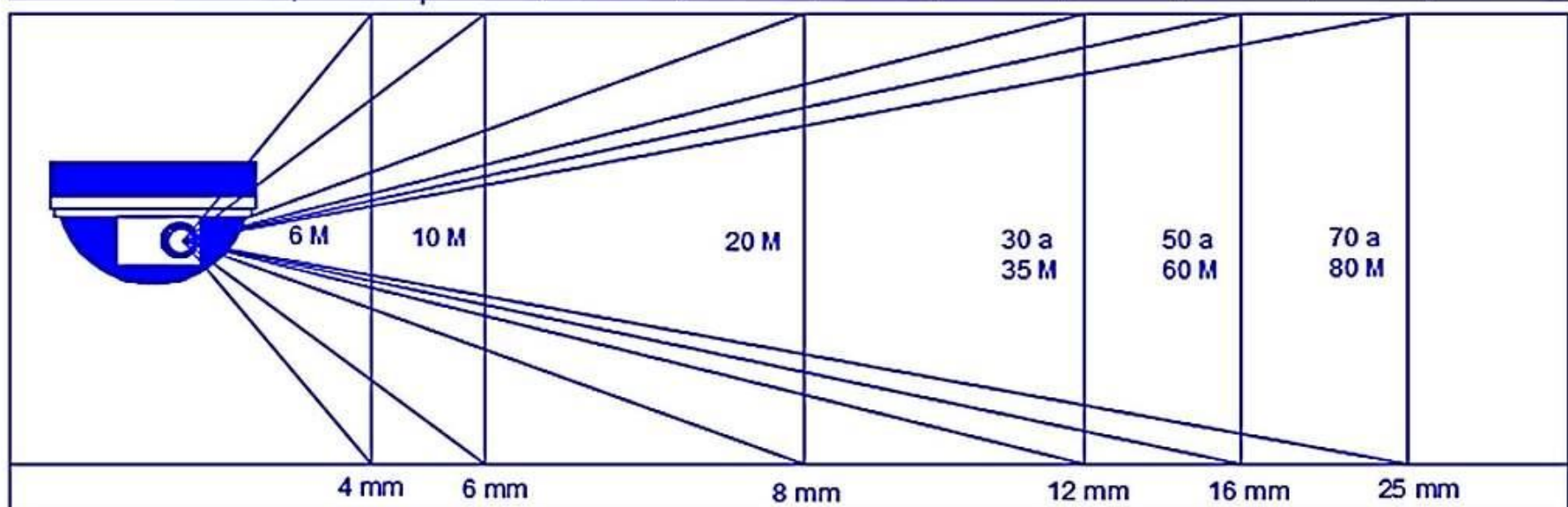
Se grafican algunos casos típicos de posicionamiento de cámaras con el fin de permitir una amplia cobertura evitando las zonas ciegas.

Los siguientes ejercicios pueden ser aplicados a casos similares en recintos de alta criticidad.

El ángulo de visión horizontal - vertical, ancho y alto de campo de imagen, junto con la resolución, iluminación y otros factores, determinan la eficiencia del sistema de protección.

CUADRO DE REFERENCIA PARA SELECCIÓN DE DISTANCIA FOCAL TÍPICA DE LENTES

LENTE FOCO	2,5mm	2,8mm	3,6mm	4,0mm	6,0mm	8,0mm	12mm	16mm	25mm	60mm
ANGULO VISTA °	100°	90°	75°	70°	60°	40°	30°	20°	15°	5°
DISTANCIA \overline{AB} VISION CLARA de OBJETO A CAMARA	1,5M	2,0M	2,5M	3,0M	5,0M	7,0M	10M	20M	25M	50M
DISTANCIA \overline{AC} ENTRE CÁMARA Y CAMPO IMAGEN			5,0	6,0M	10M	20M	30-35M	50-60M	70 -80M	

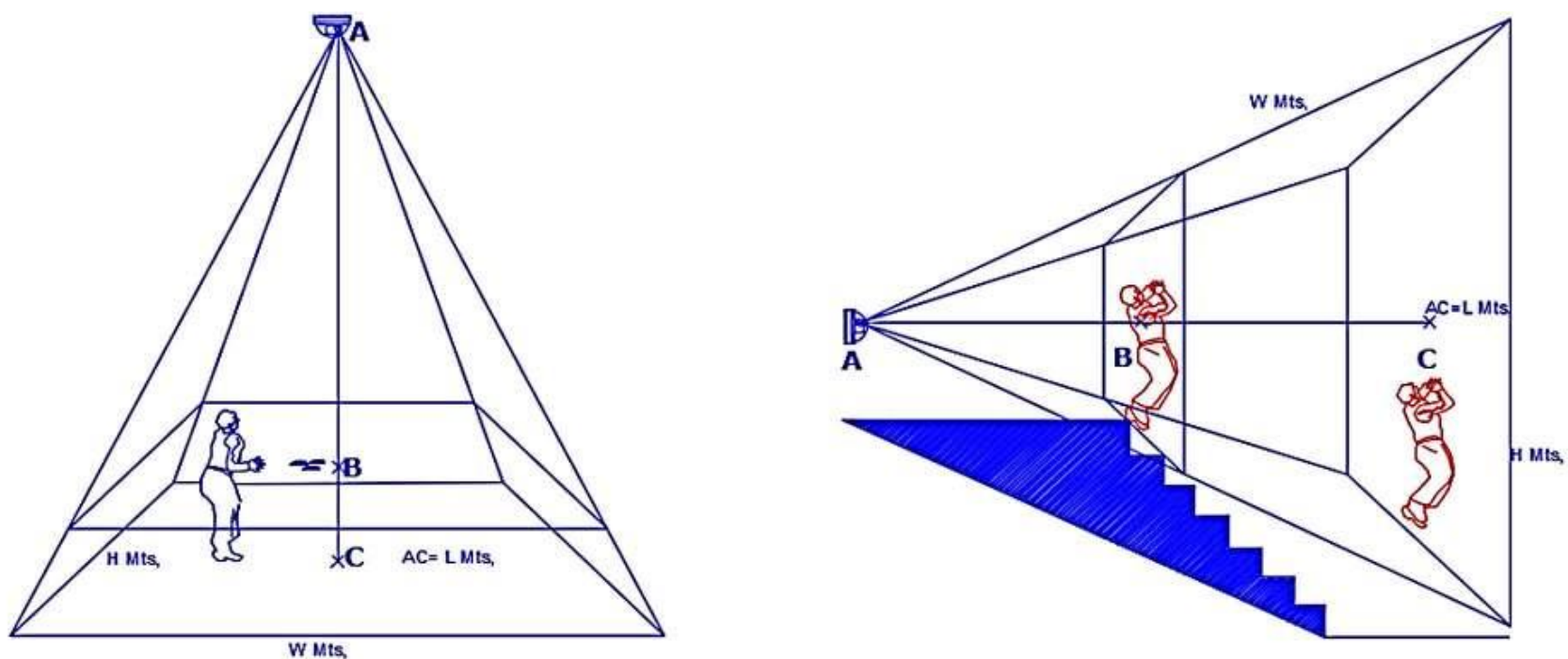


La selección de las alturas y posición de las cámaras debe ser realizada en función de la distancia del campo de imagen y selección del foco del lente. A modo de ejemplo. en el recuadro se indica que para un campo de imagen situado a 70 u 80 metros, el foco del lente debe ser del orden de los 25 milímetros para una cámara fija.

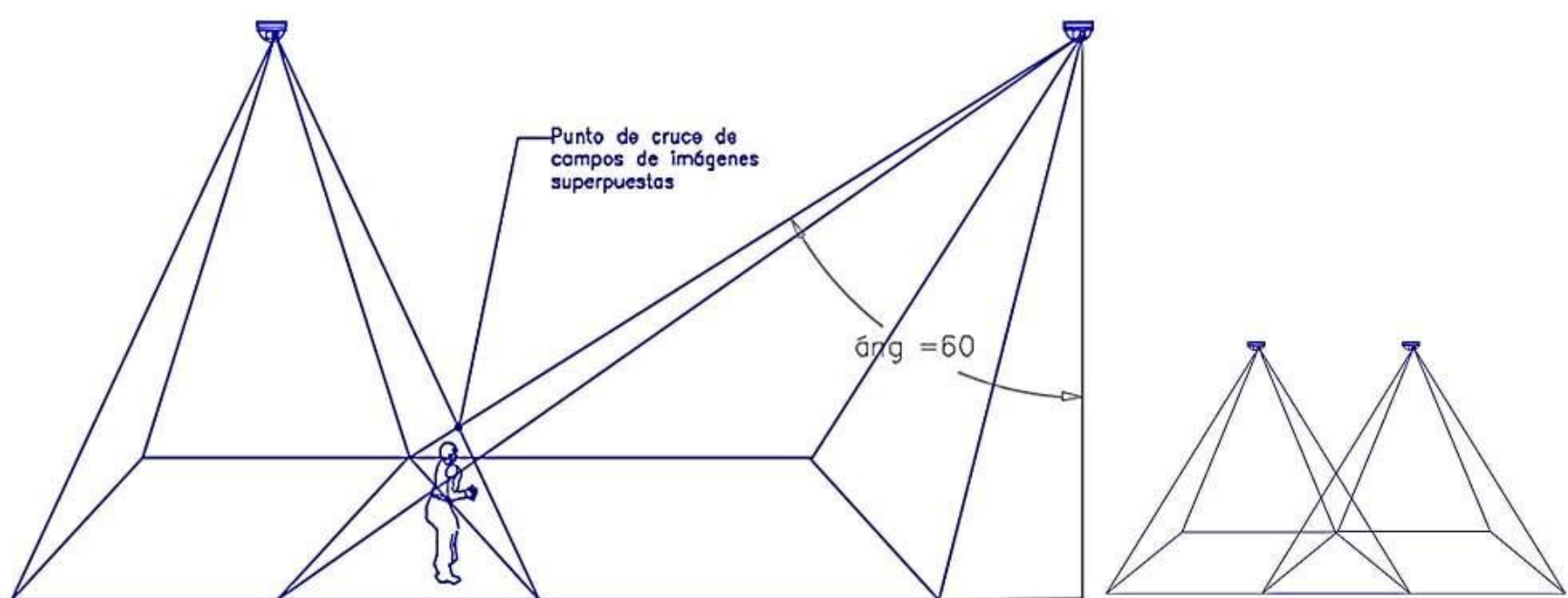
MODULO 2 TECNOLOGÍAS DE CÁMARAS DE CCTV

Posicionamiento Cenital o Vertical

Dependiendo de la función de la cámara, es decir, si esta será destinada a la captura de caras, control de ingreso de personas, o conteo de flujos en accesos públicos, la posición de la cámara debe considerar estas prioridades.



Posicionamiento cenital y vertical de una cámara. El posicionamiento cenital se puede complementar con un ángulo de una segunda cámara .

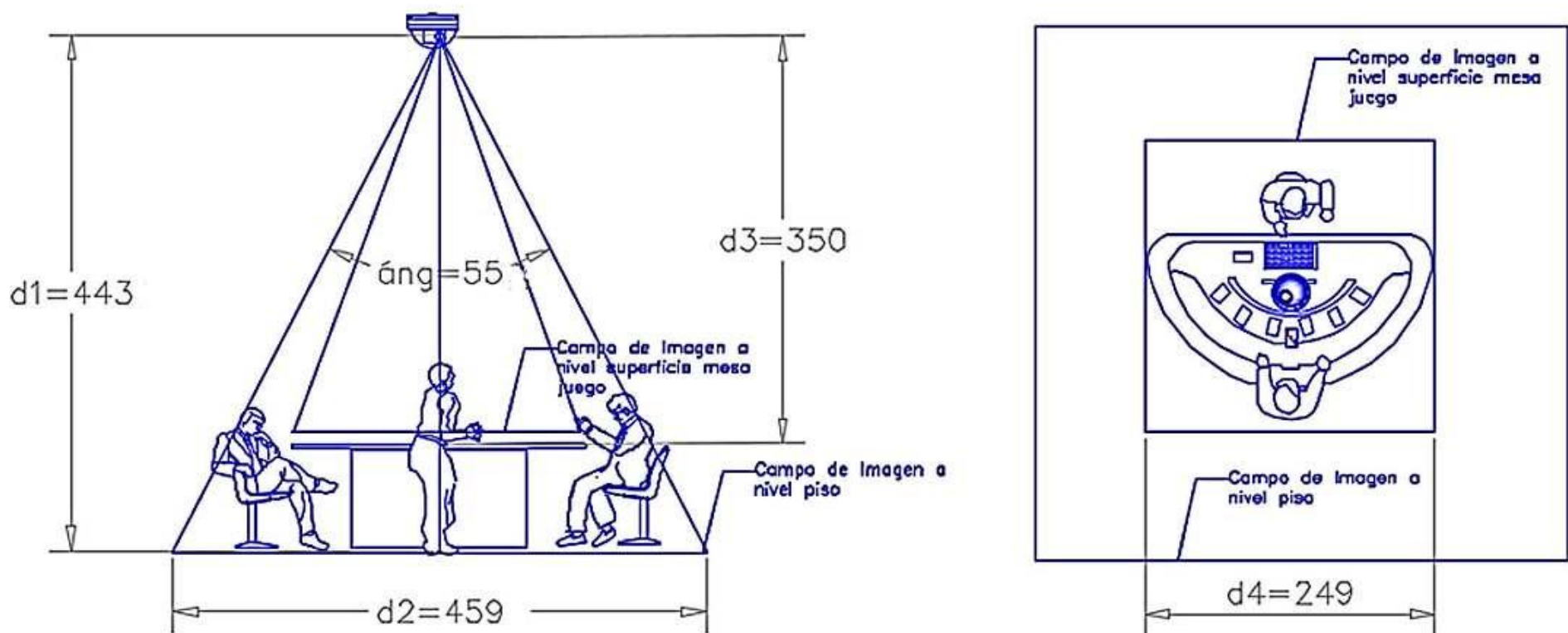


Cámara en posición cenital y desplazada en 60° respecto a la vertical. Los campos se traslapan cubriendo puntos ciegos entre ambas cámaras.

MODULO 2 TECNOLOGÍAS DE CÁMARAS DE CCTV

De acuerdo a la importancia de cubrir los movimientos de una mesa de juego de un casino, donde se conjugan requerimientos de control de formas, velocidades, colores, iluminación, las siguientes figuras ilustran un ejemplo de posicionamiento de cámaras en este tipo de recintos. Este ejemplo puede ser aplicado a un recinto bancario, salas de recuento u otro similar.

CAMPOS DE IMAGEN TIPO MESA DE JUEGO

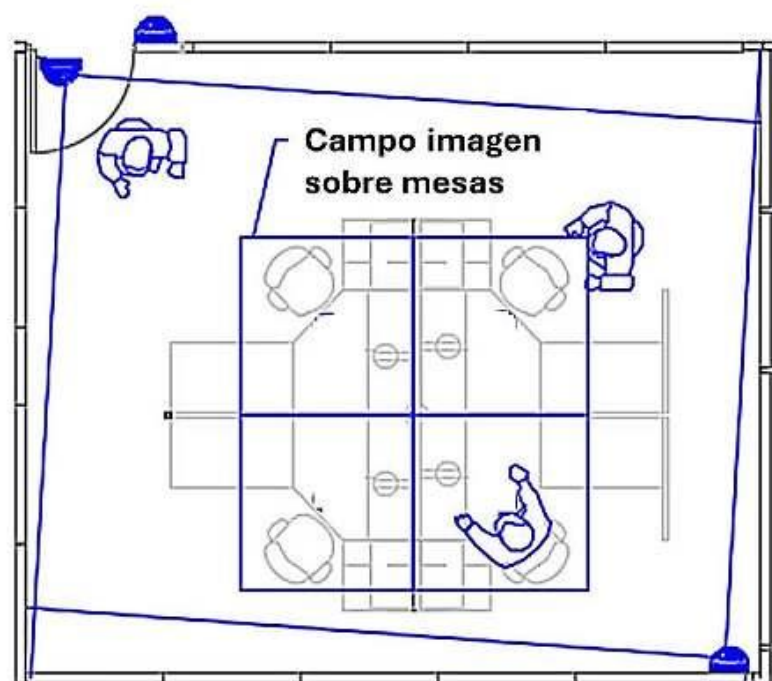


Otro ejemplo de posicionamiento de cámaras se puede observar en áreas críticas como cajas pagadoras, recinto de recuento de valores, o similares, donde los equipos deben posicionar sus campos de imagen para una total cobertura.

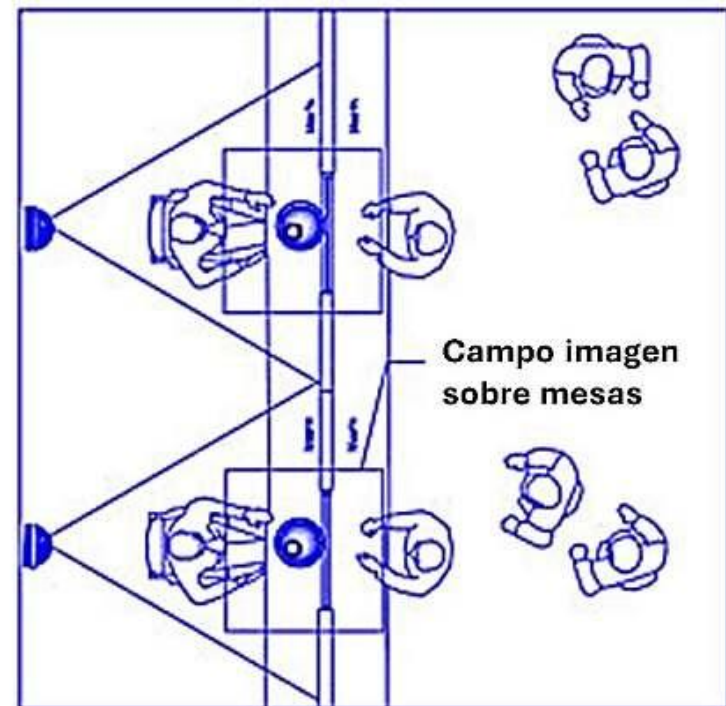
Se observan en ambos cuadros que los campos de imagen cubren tanto las mesas como a nivel de piso, con cámaras cuyos lentes han sido calculados con un foco dependiendo de la distancia del equipo al escenario mas distante.

MODULO 2 TECNOLOGÍAS DE CÁMARAS DE CCTV

Las siguientes imágenes muestra dos casos de áreas críticas en las que se requiere controlar campos de imagen con cámaras cenitales y verticales con el fin de capturar movimientos rápidos y caras para reconocimiento facial.



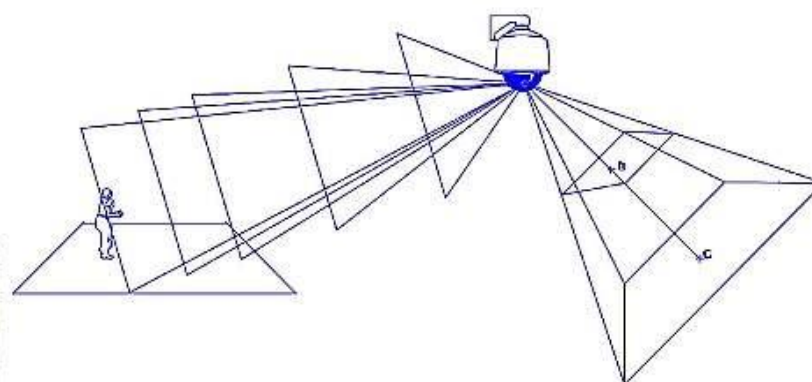
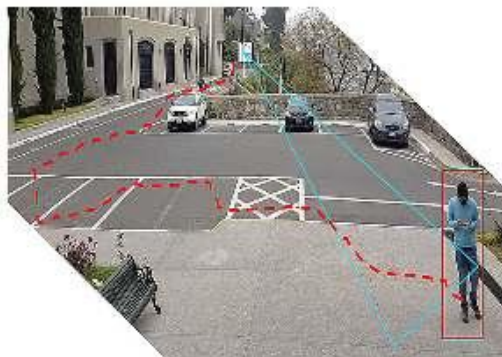
SALA DE RECUENTO VALORES



CAJAS PAGADORAS

En ambos casos , el control es total considerando además las cámaras murales que controlan los movimientos de los individuos al interior de los recintos.

En el caso de las cámaras domo móviles (PTZ), también es importante la consideración del campo de imagen a la mayor distancia, cubriendo el recorrido de individuos siguiendo las reglas de coberturas requeridas para realizar el seguimiento automatizado (Tracking).



Seguimiento de un objeto en movimiento cuya imagen registrada fue capturada por cámaras

MODULO 2 TECNOLOGÍAS DE CÁMARAS DE CCTV

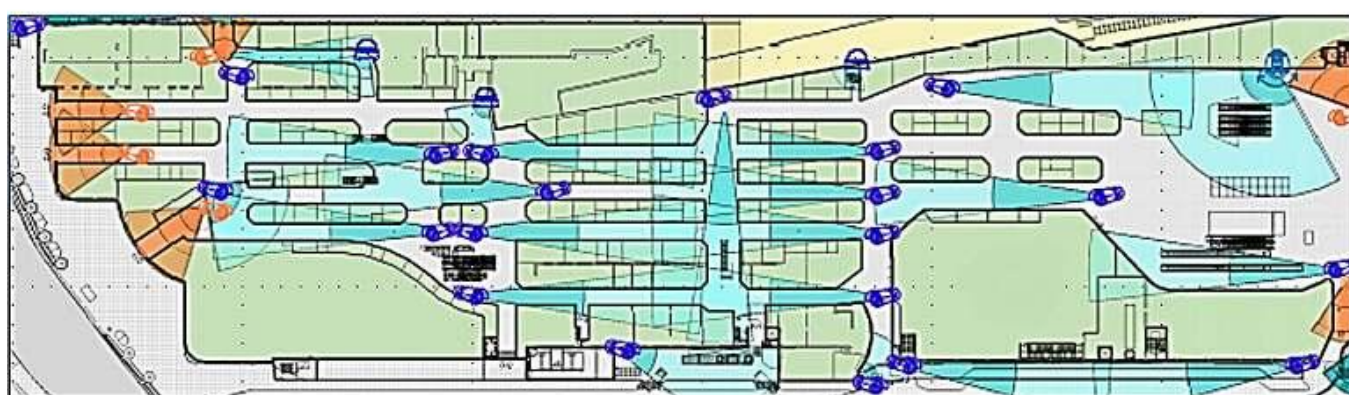
5.3 Cobertura final y comparativas de eficiencia

Una vez proyectadas las cámaras de acuerdo a las reglas del negocio en recintos comerciales, u objetivos particulares, en el primer caso, dado lo extensos de los recintos, la alta afluencia de público y actividades diferentes según horarios, con las herramientas señaladas anteriormente es factible disponer de mapas con el posicionamiento de los equipos.

Para el caso de un recinto que ya dispone de cámaras y requiere ser mejorada la cobertura y resolución acorde las nuevas necesidades cambiantes según actuales contingencias, es factible disponer de planimetrías como la siguiente que indica aquellas zonas no cubiertas.



Cobertura demandada (en rojo), para cubrir áreas ciegas.



Cobertura proyectada con nuevas cámaras. Reemplazo de equipos obsoletos y se proyectan nuevos .

Las dos imágenes anteriores, muestran claramente un antes y un después, producto de un diseño que responde a requerimiento de protección, de acuerdo a reglas de un negocio específico.

MODULO 2

TECNOLOGÍAS DE CÁMARAS DE CCTV

5.4 Comparativas de Eficiencia

De acuerdo a lo que se entiende por cumplimiento de reglas del negocio en el contexto de los requerimientos de protección con cámaras de CCTV para un determinado recinto, se entiende a estos como los lineamientos y criterios específicos que determinan cómo debe operar el sistema de videovigilancia para cumplir con los objetivos de seguridad y gestión. Estas reglas pueden incluir aspectos como la cobertura obligatoria de áreas críticas (accesos, pasillos, estacionamientos), tiempos de retención de grabaciones, accesos a la visualización y gestión del sistema, alertas automatizadas ante eventos sospechosos y cumplimiento de normativas legales sobre privacidad y protección de datos.

Una vez cumplidos los aspectos como la cobertura obligatoria de áreas críticas mediante un buen diseño para implementar el equipamiento de campo, es necesario comparar las eficiencias entre los sistemas existentes respecto a la nueva implementación, para evaluar las nuevas soluciones.

Mediante modernas aplicaciones de diseño, es factible desarrollar mapas de eficiencia sobre la base de información proporcional de coberturas, incluyendo además la influencia de factores técnicos de los equipos seleccionados, lo cual puede ser mostrado con gran precisión para una evaluación de los departamentos de seguridad corporativas y gerencias.

Las siguientes graficas muestran un ejemplo de estos mapas de eficiencia, mostrando cobertura porcentual de un recinto con sistemas de CCTV mejorados.

MODULO 2 TECNOLOGÍAS DE CÁMARAS DE CCTV



1 Nivel 1 - Cobertura de cámaras Existentes -
1:3000

CAMARAS EXISTENTES

Referencia en porcentaje	% Cubierto
0% de Cobertura	7.85%
- de 20% de Cobertura	9.10%
20% a 40% de Cobertura	14.30%
40% a 60% de Cobertura	27.25%
60% a 80% de Cobertura	41.5%
80% a 95% de Cobertura	0%
+ de 95% de Cobertura	0%

10807m2

12580m2

19700m2

37500m2

57160m2

0%

0%



2 Nivel 1 - Cobertura de cámaras Existentes + Nuevas
1:3000

CAMARAS PROPUESTAS Y REUTILIZADAS

Referencia en porcentaje	% Cubierto
0% de Cobertura	0%
- de 20% de Cobertura	0%
20% a 40% de Cobertura	8.75%
40% a 60% de Cobertura	33.45%
60% a 80% de Cobertura	30.35%
80% a 95% de Cobertura	27.10%
+ de 95% de Cobertura	0.35%

0%

0%

29856m2

15120m2

103485m2

92465m2

1275m2

Claramente se evidencian mejoras significativas en la visualización de imágenes en sectores previamente sin cobertura o con un reducido alcance, incrementándose posteriormente a valores superiores al 80% a 95% en sectores altamente críticos. Es importante señalar que ningún sistema ofrece una cobertura del 100%, ya que, aunque una cámara parezca brindar una visión total desde un punto específico, siempre existirá una alta probabilidad de interferencias visuales u otros factores que limiten la cobertura absoluta. Las herramientas utilizadas permiten obtener información precisa sobre las cantidades de equipos y su distribución, incluyendo representaciones axonométricas y modelos tridimensionales que simulan la cobertura real del sistema.

MODULO 2

TECNOLOGÍAS DE CÁMARAS DE CCTV

6. ILUMINACION

El escenario es el área de interés que debe cubrirse, considerando especialmente la iluminación y la ubicación del objeto a observar. En un entorno exterior, la iluminación principal proviene de la luz natural durante el día y, por la noche, debe complementarse con luz artificial blanca.

En interiores, la iluminación es predominantemente artificial. La posición de la fuente de luz, ya sea natural o artificial, es un factor clave para la calidad de la imagen.

Un ejemplo claro es la iluminación de un escenario de teatro, donde las luces suelen estar orientadas desde la perspectiva del espectador hacia el escenario para resaltar los detalles del objeto observado.

Lo mismo ocurre con las cámaras de seguridad: la iluminación óptima debe provenir desde la dirección en la que está ubicada la cámara.

Una fuente de luz en sentido contrario puede degradar la calidad de la imagen.

Por ejemplo, si una cámara apunta hacia una ventana o acceso iluminado por el sol en determinados momentos del día, la calidad de la imagen puede verse afectada. Si la cámara también no posee la adecuada resolución, se magnifica el problema generando una brecha en el control de la seguridad.

MODULO 2 TECNOLOGÍAS DE CÁMARAS DE CCTV

Este problema con la luz artificial también puede pasar desapercibido durante la instalación y solo notarse cuando se intenta recuperar una grabación importante. Para prevenirlo, es recomendable que los operadores del sistema de CCTV evalúen la calidad de las imágenes en distintos momentos del día, considerando la iluminación.



Las imágenes anteriores muestran un recinto crítico protegido con cámaras analógicas o de baja resolución, las cuales requieren ser reemplazadas. Es común encontrar este tipo de situaciones en las que la iluminación afecta la calidad de la imagen debido a las limitaciones de los equipos. Además, al tratarse de cámaras antiguas, la aplicación de funciones analíticas se ve restringida o resulta imposible, lo que impide anticipar situaciones antes de que ocurran.

Las tecnologías actuales incluyen mecanismos de compensación de luz para situaciones en las que no es posible modificar la ubicación de las fuentes de iluminación o la cámara. Estos mecanismos, que permiten mitigar los efectos adversos de una iluminación desfavorable, se abordarán más adelante en detalle.

Las cámaras con ópticas de alta calidad pueden ajustarse a diferentes condiciones de luz, evitando problemas como el deslumbramiento, el contraluz o la baja visibilidad nocturna.

MODULO 2

TECNOLOGÍAS DE CÁMARAS DE CCTV

Tecnologías como lentes con iris automático o sensores de luz infrarroja contribuyen a la efectividad del sistema en entornos con iluminación variable. Los lentes con iris automático ajustan continuamente la apertura para mantener una exposición óptima, mientras que los sensores infrarrojos permiten la captura de imágenes claras en completa oscuridad.

Una selección adecuada de lentes y distancias focales permite captar solo la información relevante, reduciendo el almacenamiento innecesario de imágenes irrelevantes. Esto también mejora el rendimiento de los sistemas de video analítica, evitando falsos positivos y optimizando la detección de eventos de seguridad.

Las lentes bien elegidas ayudan a enfocar la cámara en las áreas de interés, aumentando la eficiencia del sistema y reduciendo la necesidad de almacenamiento masivo de datos.

6.1 Iluminación de Objetos

Corresponde a la luz que incide directamente sobre el objeto el cual la refleja para ser visualizada por la cámara. Es importante determinar cómo se ilumina un objeto y su entorno de tal forma de destacar la imagen.

Esta luz puede ser natural o artificial. En este último caso, se debe evaluar la intensidad de luz en concordancia con las sensibilidades de las cámaras. También de ser considerada las fuentes de luces en movimiento, como en vías de circulación vehicular, contemplando cámaras que compensen estas variaciones.

MODULO 2 TECNOLOGÍAS DE CÁMARAS DE CCTV



A OBJETO Y ESCENA ILUMINADO



B OBJETO ILUMINADO Y ESCENA SIN ILUMINACIÓN



C OBJETO Y ESCENA SIN ILUMINACIÓN

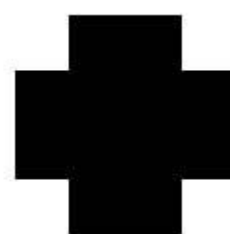
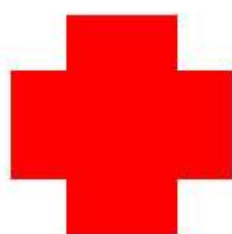


D OBJETO SIN ILUMINACION Y ESCENA ILUMINADA

Las imágenes muestran la situación obvia de iluminación, siendo la B la óptima, sin embargo no todas las condiciones pueden ser encontradas en la realidad. La tecnología de cámaras, mediante ajustes por software, manuales o automáticos resuelven la necesidad de obtener la mejor imagen.

En el diseño de implementación de cámaras se deben considerar estos factores.

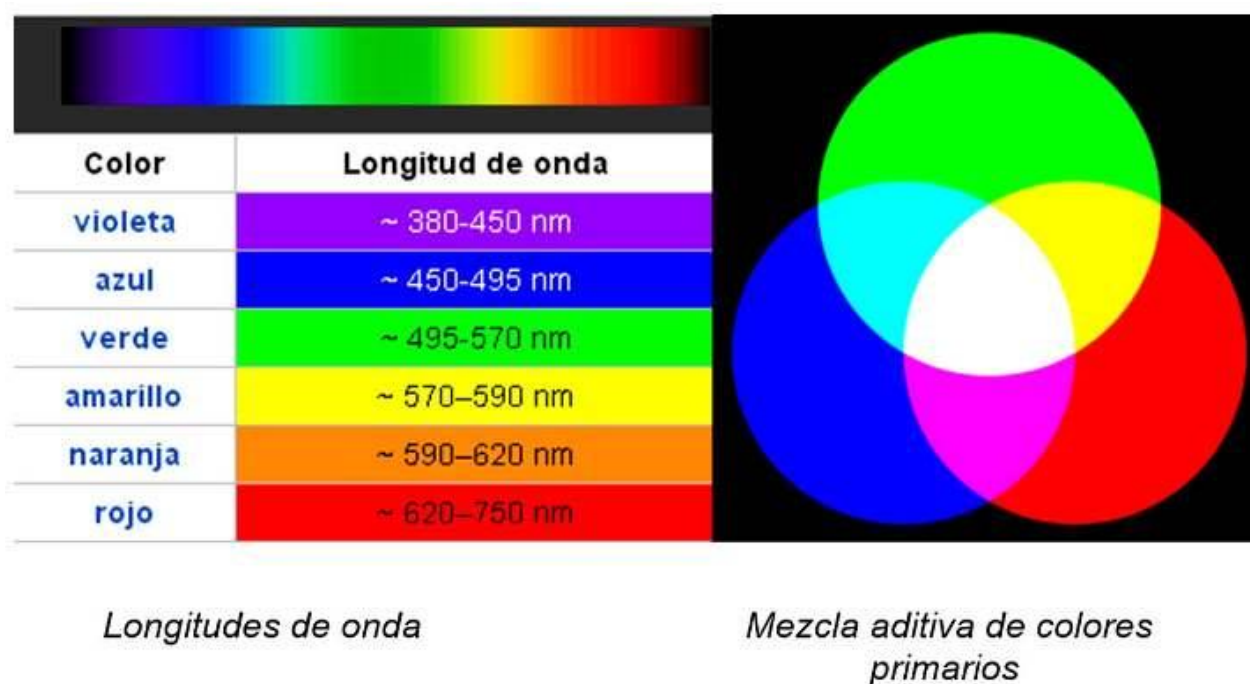
La luz es radiación electromagnética percibida por el ojo humano. Un objeto de un determinado color, rojo por ejemplo, absorbe todos los otros colores del espectro luminoso reflejando solo el rojo, el cual es percibido por el ojo humano. El objeto negro absorbe toda la gama de colores.



MODULO 2 TECNOLOGÍAS DE CÁMARAS DE CCTV

El escenario está compuesto por objetos que reflejan diferentes gamas de colores que los identifican mediante formas y texturas. Sin embargo todo es color irradiado y absorbido por el ojo humano.

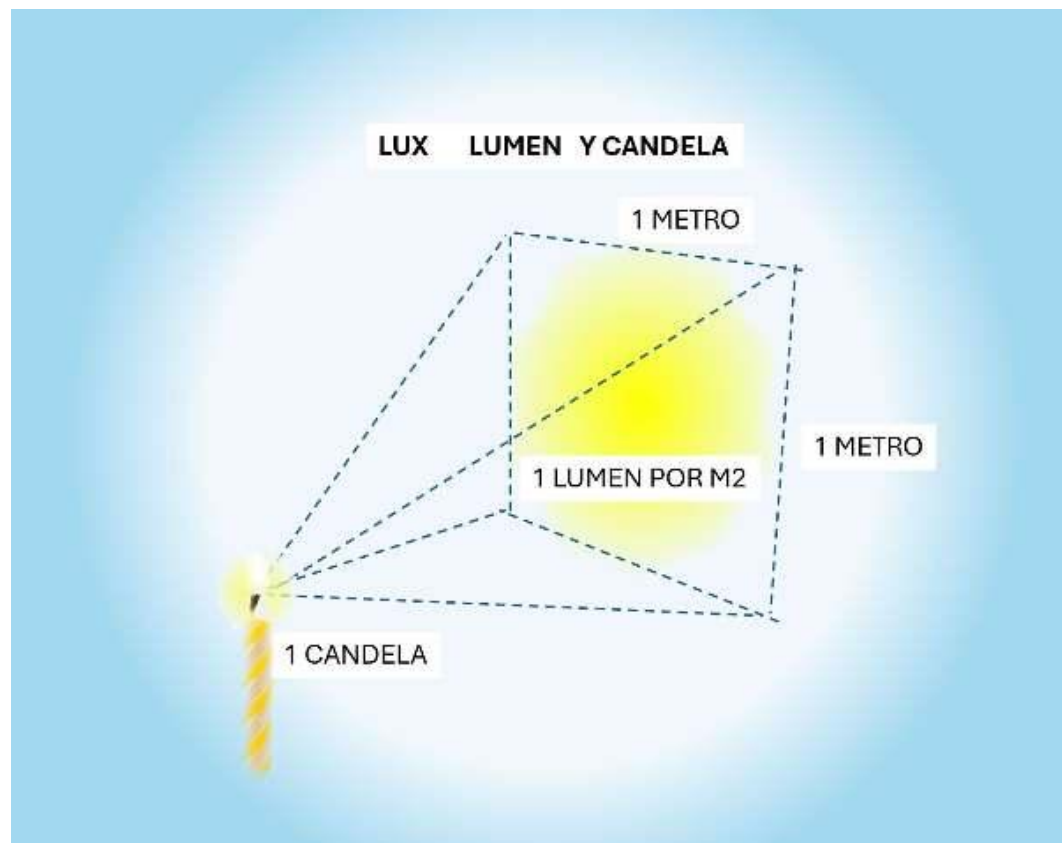
La luz blanca esta constituida por la mezcla de colores primarios. Las cámaras de CCTV visualizan mejor los colores reflejados con longitudes de onda mayores, motivo por el cual los iluminadores infrarrojos permiten una mayor visibilidad del objeto.



Las características de iluminación de una cámara están expresadas en Lux, medida de intensidad luminosa que corresponde a un Lumen por M2.

Un Lumen (o candela) corresponde a la luz que emite una vela proyectada sobre una superficie a un metro de distancia. Una estrella ilumina con una intensidad de 0,0005 Lux. La luna menguante en noche despejada posee una intensidad de luz de 0,25 Lux. En una oficina muy bien iluminada se pueden encontrar fácilmente 400 Lux. La luz solar en un día soleado ilumina con alrededor de 32.000 Lux.

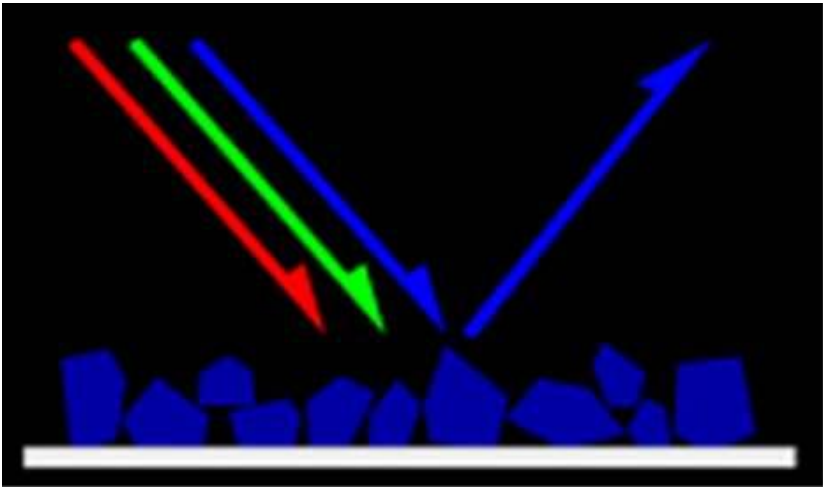
MODULO 2 TECNOLOGÍAS DE CÁMARAS DE CCTV



En la información de parámetros de fabricantes, se indica la cantidad mínima de Lux que requiere una cámara. En condiciones normales, la iluminación debe ser la requerida por el ojo humano, alrededor de 300 a 400 lux

Las actuales cámaras tradicionales son fabricadas para observar objetos en escenas iluminadas desde 0,0001 lux o incluso en completa oscuridad. La tecnología infrarroja o visión nocturna de uso militar y actualmente en el área civil, resuelven una infinidad de problemas de seguridad a costos cada vez más bajos.

MODULO 2 TECNOLOGÍAS DE CÁMARAS DE CCTV



Como se observó, la iluminación de escena es lo que determina el contraste. Si el objeto refleja una mayor cantidad de luz respecto al escenario, la imagen será más clara. Cuando la luz incide sobre un objeto, su superficie absorbe ciertas longitudes de onda y refleja otras. Sólo las longitudes de

onda reflejadas podrán ser vistas por el ojo y por tanto en el cerebro sólo se percibirán esos colores.

6.2 Recomendaciones de iluminación de escena

La cantidad de lux recomendada para iluminar una escena con una cámara digital depende de varios factores, como el tipo de cámara, el sensor, la apertura del lente y las condiciones ambientales. Aquí hay algunas referencias generales según la situación:

Iluminación mínima para captura aceptable:

0.1 - 1 lux para Cámaras con visión nocturna (requieren IR o sensibilidad extrema).

10 - 50 lux para Escenas con baja iluminación, como estacionamientos de noche.

Condiciones típicas de iluminación para grabación:

100 - 300 lux para Iluminación de oficinas o interiores residenciales.

300 - 500 lux para Iluminación en comercios o pasillos bien iluminados.

500 - 1000 lux para Iluminación de estudios o áreas con buena visibilidad.

MODULO 2

TECNOLOGÍAS DE CÁMARAS DE CCTV

Condiciones óptimas para calidad de imagen alta:

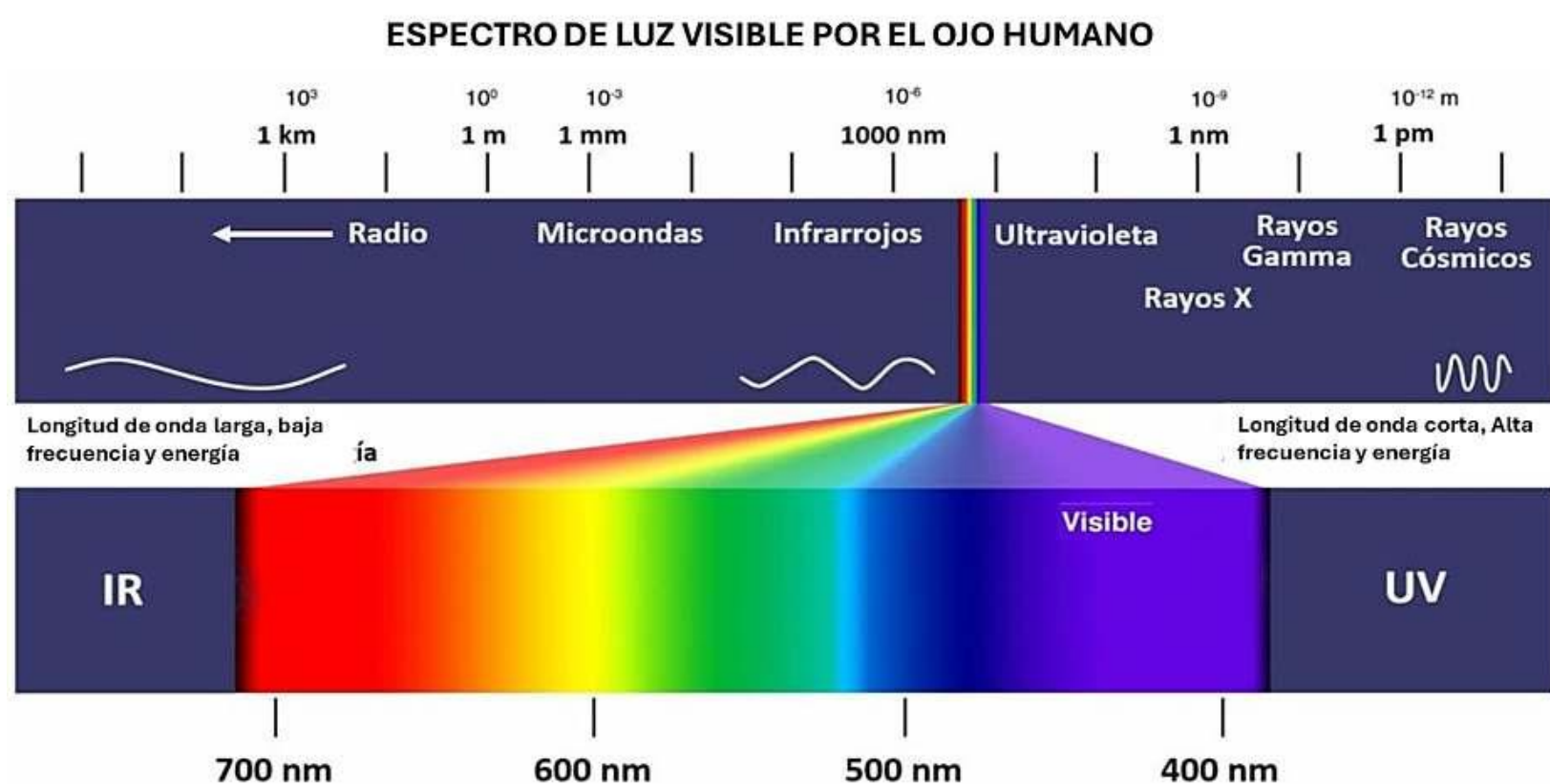
1000 - 5000 lux para Estándar para grabaciones en estudios de televisión o fotografía profesional.

>5000 lux para Exteriores a plena luz del día.

Si la cámara tiene alta sensibilidad (baja iluminación mínima en lux), podrá capturar imágenes en condiciones de luz más bajas sin necesidad de iluminación adicional. Para sistemas de seguridad, se recomienda considerar iluminación LED o infrarroja (IR) si se graba en condiciones nocturnas.

6.3 Iluminación Infrarroja

La luz blanca, solar o artificial, posee una longitud de onda de rango entre 450 y 600 nanómetros. En el caso de la luz infrarroja, la longitud de onda es superior a los 620 nanómetros. El ojo humano pierde la capacidad de responder a esta longitud de onda pero no así una cámara de CCTV.



La capacidad del ojo humano para visualizar objetos dentro del espectro está dentro del rango 650 a 400 nanómetros

MODULO 2

TECNOLOGÍAS DE CÁMARAS DE CCTV

Todos los objetos irradian de alguna forma energía infrarroja a modo de calor, esto es gracias a la energía que emite el movimiento de los electrones a nivel molecular.

Los sensores de las cámaras tienen una mayor sensibilidad a longitudes de onda superiores a 650 nanómetros. Aprovechando este fenómeno, los sensores de imagen son más eficientes en la captura de energía infrarroja. Si un objeto es iluminado con un radiador infrarrojo en plena oscuridad, el ojo humano no percibirá el reflejo, pero la cámara sí, lo que permite generar imágenes nocturnas con niveles de iluminación cercanos a cero (0) lux.

Mientras que el ojo humano no puede detectar la luz infrarroja, las cámaras monocromas sí pueden hacerlo. La longitud de onda de la luz infrarroja se extiende desde los 700 hasta los 1100 nanómetros. Además, cualquier cuerpo cuya temperatura supere los 0 Kelvin (-273 °C) emite radiación infrarroja.

Para grandes distancias de más de 50 a unos centenares de metros, las cámaras requieren iluminadores infrarrojos que permitan un reflejo de las imágenes a estas distancias.

El mercado dispone de una extraordinaria variedad de soluciones de cámaras con iluminadores infrarrojos, por lo que la asesoría técnica cobra especial relevancia para evitar caer en ofertas de diseño por sobre lo práctico e incurrir en mayor costo.



MODULO 2 TECNOLOGÍAS DE CÁMARAS DE CCTV

Una cámara CCTV con iluminador infrarrojo captura imágenes en blanco y negro o en tonos de gris, dependiendo de la intensidad del reflejo infrarrojo en los objetos de la escena. La imagen se genera a partir de la luz infrarroja reflejada, por lo que es similar a una imagen convencional, pero en modo nocturno. Sin una fuente de iluminación infrarroja, no podrá generar una imagen útil. La cámara de imagen térmica es diferente, lo cual se expondrá en un apartado especial en adelante



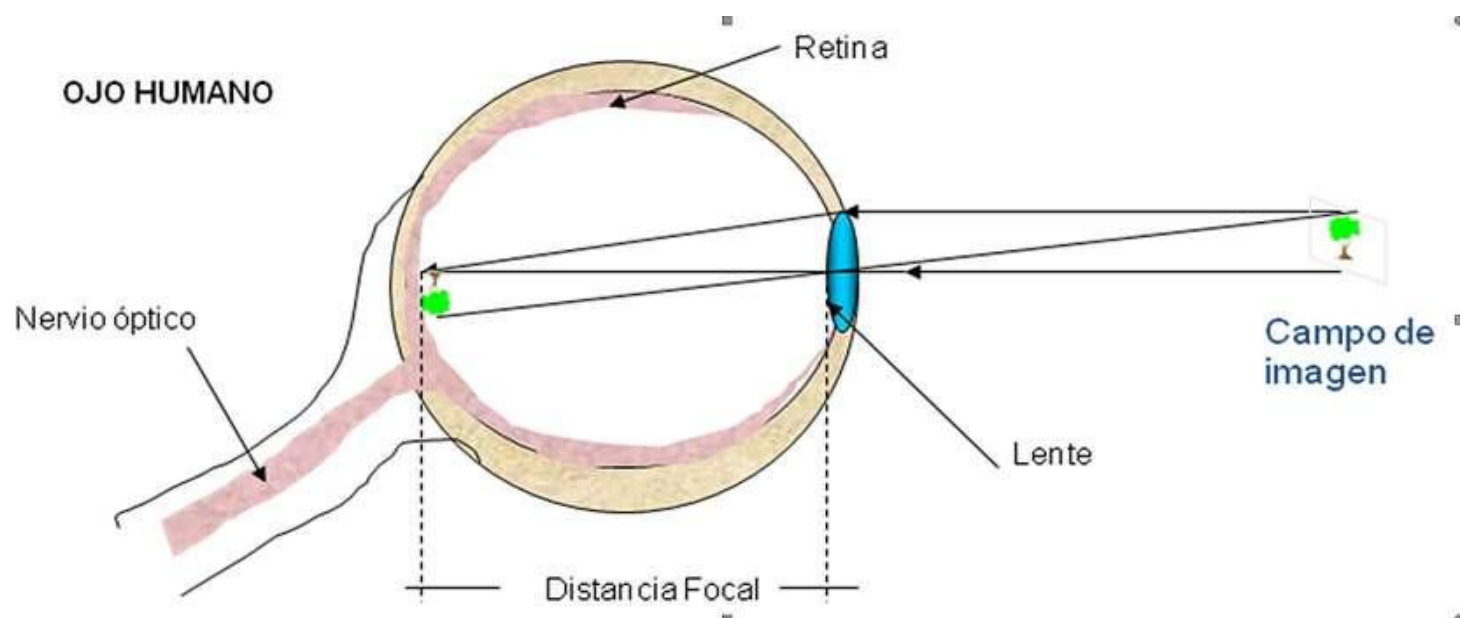
Imágenes de cámaras de CCTV con iluminadores infrarrojo. La calidad de imagen y resolución permiten aplicar analíticas con gran eficiencia

La oferta de cámaras con iluminadores es muy variada por lo que es necesario determinar los parametros de distancia del objeto a iluminar, y considerar la cobertura del iluminador a un 75% de lo señalado en catalogos de fábrica. Por ejemplo, si se especifica que la cobertura de un iluminador IR cámara con zoom puede alcanzar 100 metros, considerar la aplicación del equipo a 75 metros

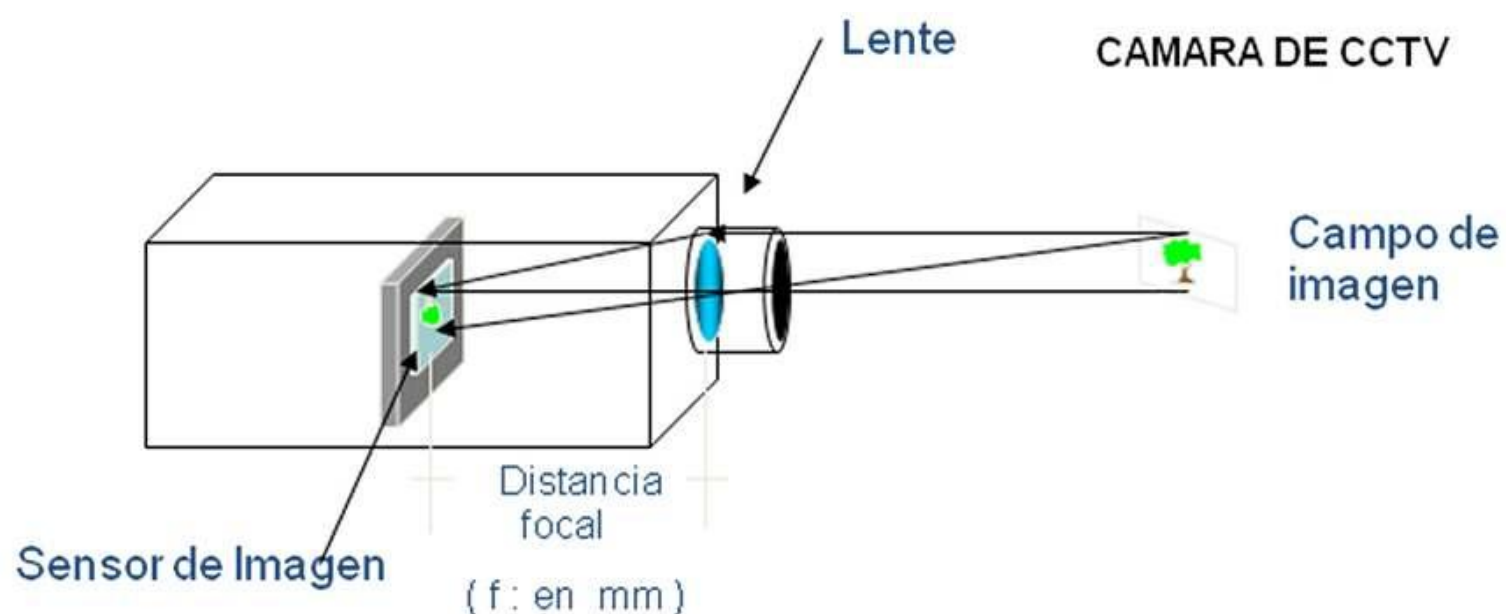
6.4 Distancia focal

Una cámara de televisión comparte los mismos principios ópticos que el ojo humano. Se pueden identificar tres elementos equivalentes: el lente, que enfoca la luz; el sensor de imagen, que cumple la función de la retina; y el medio de transmisión de señales, análogo al nervio óptico que envía información al cerebro.

MODULO 2 TECNOLOGÍAS DE CÁMARAS DE CCTV



En el ojo humano, la distancia focal está determinada por la posición del lente, lo que permite proyectar la imagen sobre la retina. Allí, la luz se convierte en impulsos eléctricos que son transmitidos al cerebro a través del nervio óptico para su procesamiento.



Analogía entre una cámara de CCTV y el ojo humano

El lente de una cámara, de tipo convergente o convexo, desempeña un papel fundamental en la formación de la imagen sobre el sensor, de manera similar a como el cristalino del ojo humano proyecta la imagen sobre la retina.

MODULO 2

TECNOLOGÍAS DE CÁMARAS DE CCTV

Cuando la imagen virtual se forma exactamente sobre la superficie del sensor, se considera que está enfocada. En cambio, si la imagen se proyecta antes o después del sensor, se produce un desenfoque, lo que resulta en una imagen borrosa o poco nítida. El sensor de imagen, equivalente a la retina, se encuentra a una distancia focal "F" del lente, lo que determina la correcta proyección y nitidez de la imagen capturada.

6.5 Relación Campo de Imagen - Distancia Focal

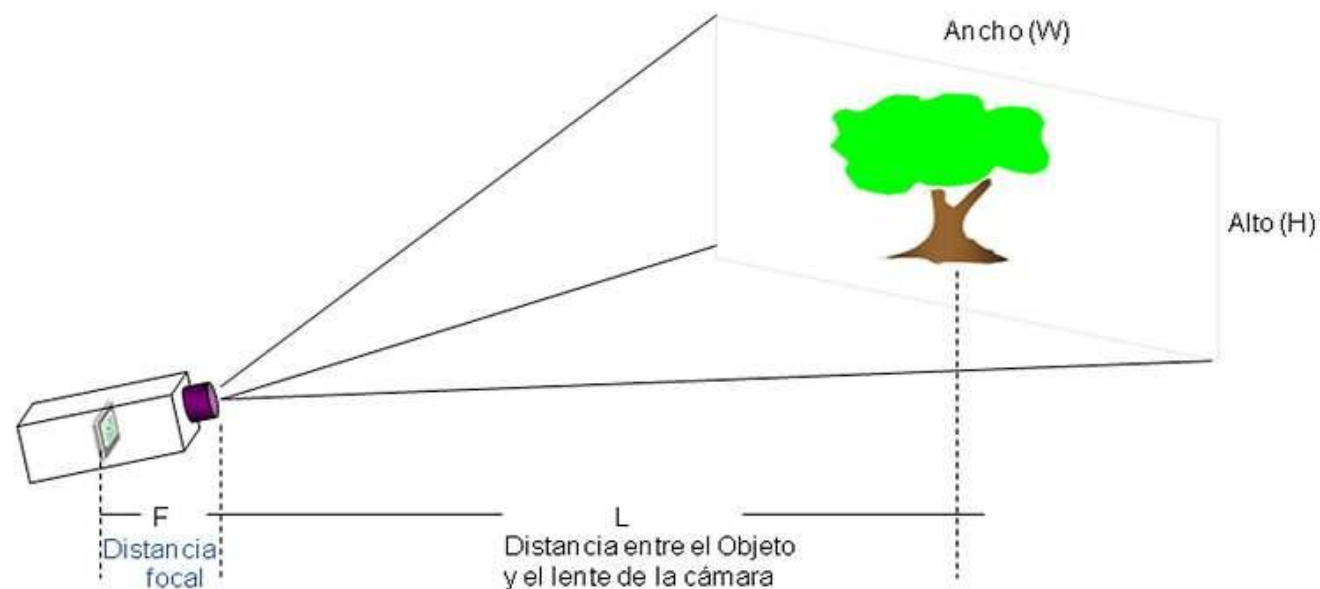
Un campo de imagen corresponde al área de visualización de un escenario. El campo de imagen tiene un alto y un ancho y está ubicado a una determinada distancia de la cámara de CCTV. El enfoque de una cámara está orientado a un determinado campo de imagen dentro de una escena.

El enfoque de una cámara puede ser manual o automático, siendo este último ajustado de manera remota. La configuración del enfoque está orientada a un campo de imagen específico dentro de una escena, determinando qué elementos aparecerán nítidos en la captura.

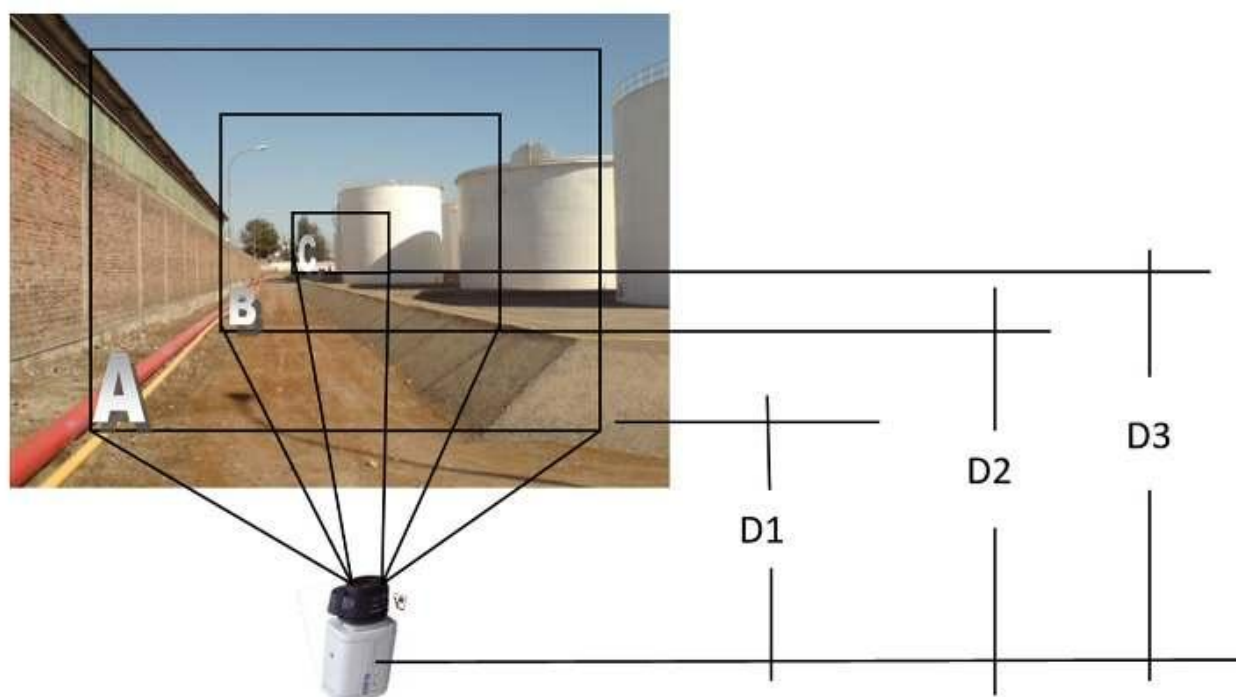
Para seleccionar una cámara adecuada, es fundamental elegir el tipo de lente que mejor se adapte a las necesidades de la escena, ya que influye directamente en la profundidad de campo y la calidad del enfoque. En definitiva, el campo de imagen representa el área de interés dentro de la escena, donde se concentra la mayor nitidez y detalle.

MODULO 2 TECNOLOGÍAS DE CÁMARAS DE CCTV

El campo de imagen posee un alto (H) y un ancho (W), dimensiones que conjuntamente con la tercera variable "L" correspondiente a la distancia entre la escena y la cámara, permiten definir la distancia focal "F" del lente



La distancia focal "F" corresponde a la separación en milímetros del sensor de imagen respecto al lente de la cámara. Existen dos distancias focales en una cámara; una en sentido vertical y otra en sentido horizontal. Esta distancia, medida en milímetros, corresponde al espacio entre el lente y la superficie sensible del sensor de imagen.



La imagen muestra tres campos A, B y C, ubicados a distancias D1, D2 y D3. La menor distancia focal corresponde al campo de imagen "A".

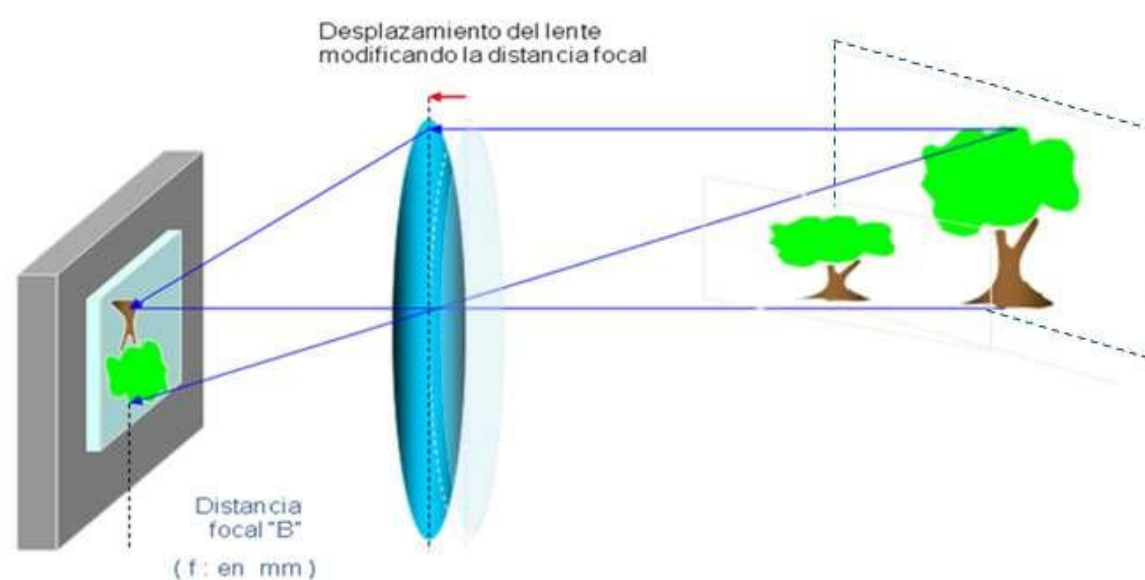
MODULO 2

TECNOLOGÍAS DE CÁMARAS DE CCTV

Si la distancia focal se aumenta de un valor "A" a un valor "B", el campo de imagen se reduce tanto en altura como en ancho. En otras palabras, una menor distancia focal permite capturar un área más amplia de la escena. Por esta razón, los lentes gran angulares tienen distancias focales cortas, generalmente entre 2,5 mm y 4 mm, lo que les permite abarcar un campo de visión más amplio. En contraste, un lente con una distancia focal de 16 mm se asemeja a la percepción del ojo humano y, por ello, se considera una distancia focal estándar.

6.6 Lentes de Foco Variable

El enfoque de una cámara puede ajustarse de forma manual o automática. Para ello, se utilizan lentes varifocales, que permiten modificar la distancia focal y adaptar la cámara a diferentes escenarios sin necesidad de cambiar el lente. Esto resulta especialmente útil cuando se reubican cámaras o se ajusta el enfoque hacia un objeto específico.



Dado que el ángulo de visión del campo de imagen está determinado por la distancia focal "F", al reducir esta distancia, el campo de imagen se amplía, aumentando así la cobertura de la escena.

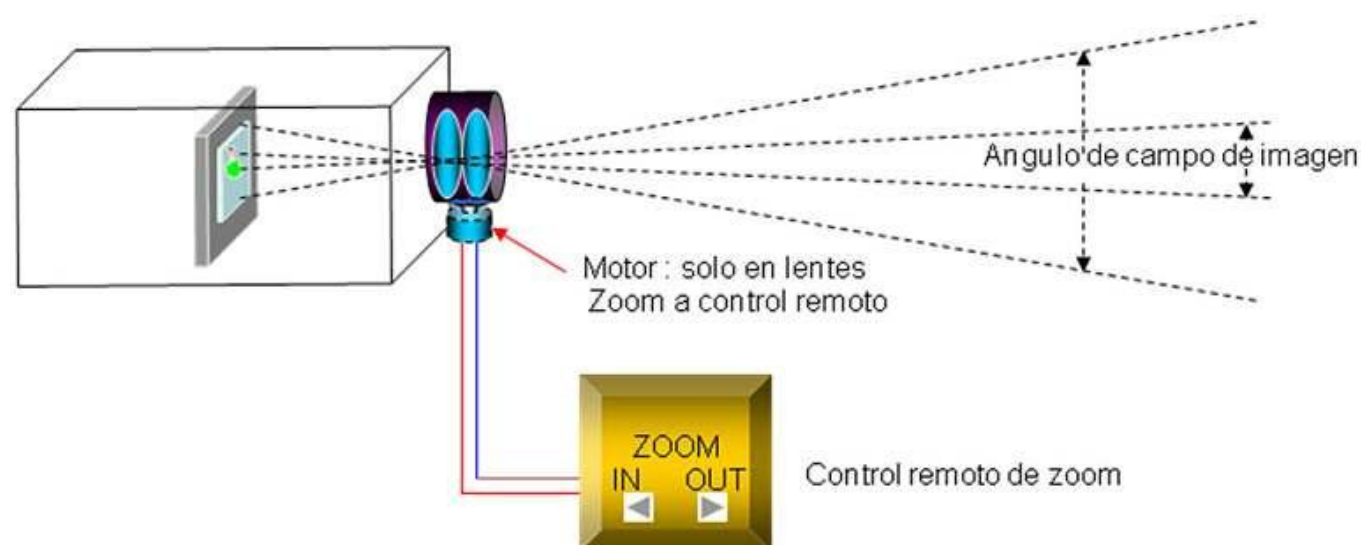
MODULO 2 TECNOLOGÍAS DE CÁMARAS DE CCTV

6.7 Lentes Zoom

En lentes Zoom, la distancia focal es variada mecánicamente en forma remota. Para ello existe un motor encargado del desplazamiento del lente. Cuando se realiza un comando de alejamiento o acercamiento, en forma remota se transmite un pequeño voltaje del orden de los 5 Volts a los respectivos solenoides del motor del lente produciendo con ello su desplazamiento. Este ajuste también es realizado de manera electrónica, a través de la función "Auto zoom" .

En los lentes con zoom, la distancia focal se ajusta mecánica o electrónicamente para acercar o alejar la imagen. Este ajuste puede realizarse de forma remota mediante un motor interno que desplaza los elementos ópticos del lente.

La siguiente figura ilustra cómo, al disminuir la distancia focal entre el lente y el sensor de imagen, es decir, al "acercar" el campo de imagen, se logra una mayor cobertura, permitiendo visualizar objetos adicionales dentro de la escena.



MODULO 2

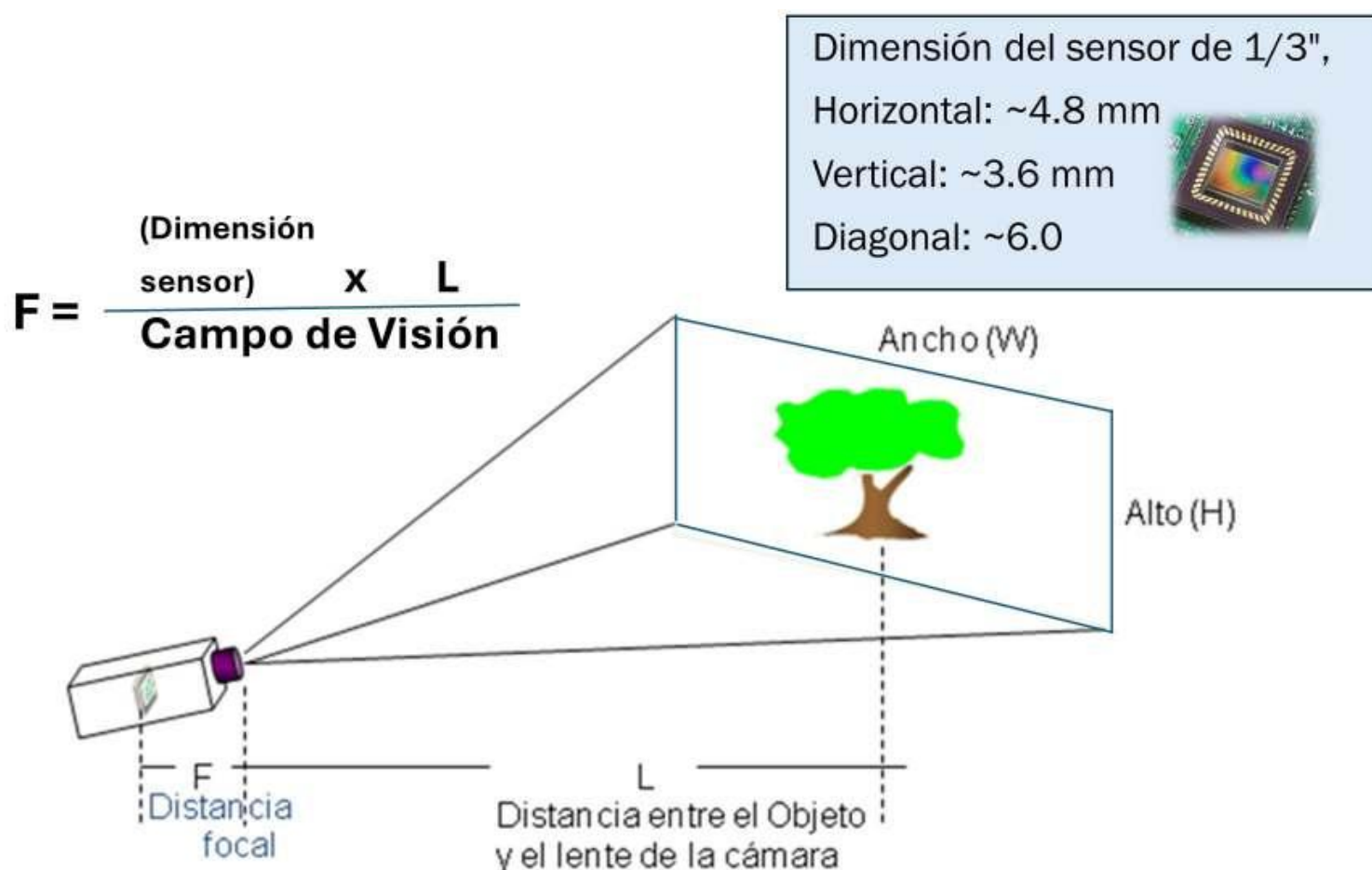
TECNOLOGÍAS DE CÁMARAS DE CCTV

6.8 Cálculo de distancia focal

El cálculo de la distancia focal de un lente se realiza en función de la distancia de la cámara al objeto (L), ancho del campo de imagen (W) y alto de éste mismo (H), esta representado para cámaras con sensor de superficie de 1/3"

Para determinar la cobertura de una cámara es importante seleccionar el lente adecuado. Por ejemplo, si en un pasillo de un centro comercial, iluminado artificialmente, es decir, el nivel de luz es parejo durante las horas de circulación de personas, la cámara requeriría solo un lente fijo de una determinada distancia focal. Para ello, se deben conocer la distancia máxima de visualización del objetivo, es decir, la ubicación del campo de imagen del área de interés, su alto y ancho (dimensiones H y W respectivamente).

La relación de cálculo del foco **F** que entrega un resultados muy cerca del rango real, se muestra en el siguiente diagrama:



MODULO 2

TECNOLOGÍAS DE CÁMARAS DE CCTV

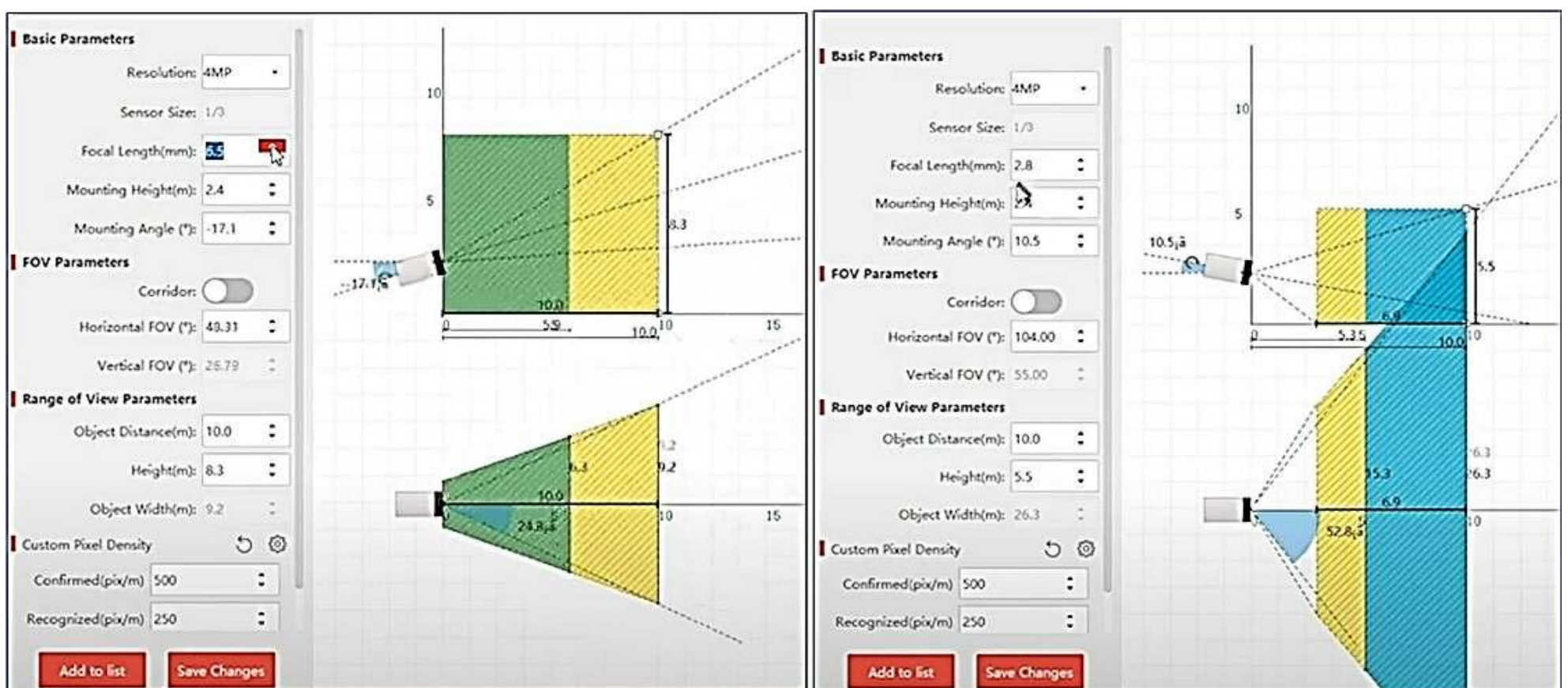
Si se utiliza una cámara con sensor de 1/3", empleando las dimensiones del sensor detalladas en el recuadro, se puede estimar la distancia focal para los valores Horizontal, Vertical y en Diagonal, quedando la relacion de la siguiente forma:

$$F(H) = \frac{4,8\text{mm} \times L \text{ Mts}}{\text{Campo de Visión en Mts}}$$

$$F(V) = \frac{3,6\text{mm} \times L \text{ Mts}}{\text{Campo de Visión en Mts}}$$

$$F(D) = \frac{6,0\text{mm} \times L \text{ Mts}}{\text{Campo de Visión en Mts}}$$

El ejercicio anterior, permite realizar un cálculo rápido en terreno mientras se busca el punto ideal de montaje de una cámara. Sin embargo, para un diseño, algunos fabricantes de equipos de mayor estándar incluyen aplicaciones de cálculo de lentes o herramientas de diseño sin costo, que incluyen posicionamientos, altura u otra información relevante.



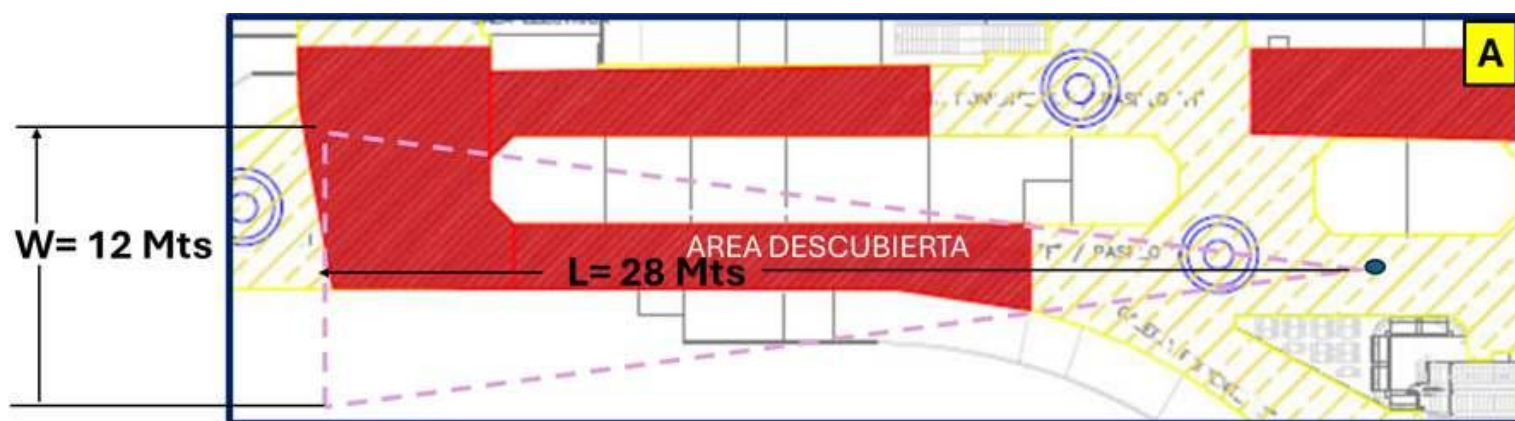
MODULO 2 TECNOLOGÍAS DE CÁMARAS DE CCTV

En estas herramientas, normalmente se ingresan datos de los parámetros básicos como la resolución en Megapíxeles, Dimensiones del sensor de imagen (1/3", 2/3" , 1/2"), la distancia focal la cual se puede ir ajustando con solo mover el cursor en una pantalla de un PC y con ello se muestra la variación del campo de imagen. Luego , en forma automática van apareciendo otros parámetros asociados al posicionamiento del equipo. Esta información puede ser solicitada en forma previa para garantizar las coberturas frente a una evaluación de un proyecto.

Ejercicio de Cálculo

En el siguiente plano de un pasillo de un centro comercial, se detalla en rojo las áreas no cubiertas por imágenes de cámaras.

En el recuadro "A" se muestra el detalle del punto de montaje de la cámara, la distancia a cubrir $L = 28$ metros y el ancho $W = 12$ metros de cobertura y un alto $H = 4$ metros del campo de imagen (no graficado).



Aplicando estos valores para un sensor de cámara de 1/3", para el cálculo del Foco horizontal, para cubrir el ancho, se tiene el siguiente resultado:

MODULO 2 TECNOLOGÍAS DE CÁMARAS DE CCTV

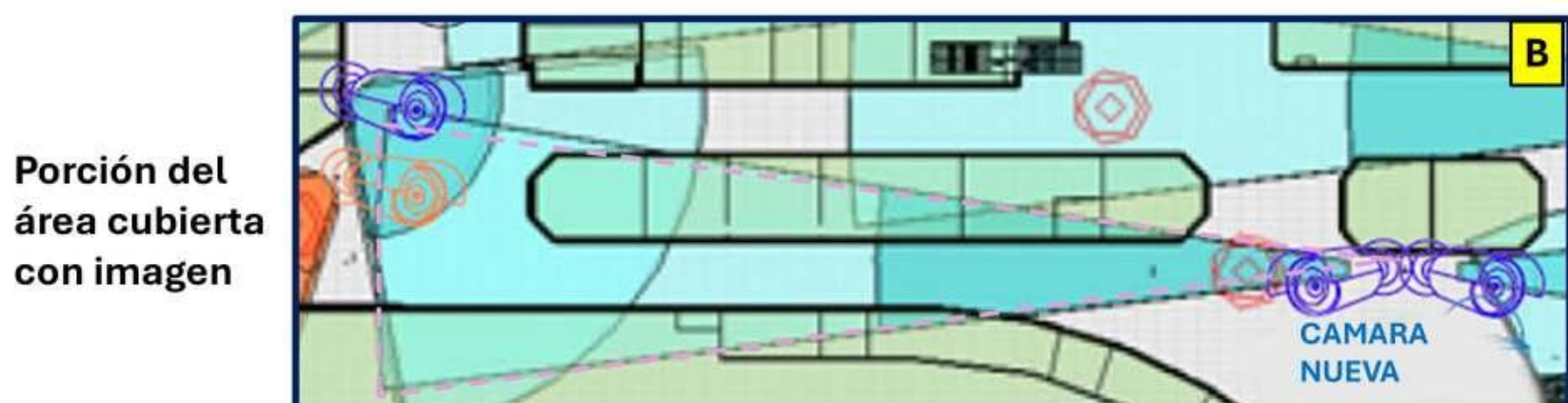
$$F(H) = \frac{4,8\text{mm} \times 28 \text{ Mts}}{12\text{Mts}} = 11,2 \text{ mm}$$

$$F(V) = \frac{3,6\text{mm} \times 28 \text{ Mts}}{4\text{Mts}} = 8,4 \text{ mm}$$

$$F(D) = \frac{6,0\text{mm} \times 28 \text{ Mts}}{12,6\text{Mts}} = 13,3 \text{ mm}$$

Como resultado del ejercicio, se recomienda un lente fijo estándar de distancia focal aproximada de 12mm o un vari focal dentro de estos márgenes, para cubrir parte de la porción desprotegida. Este tipo de cálculo se puede obtener fácilmente con aplicaciones de cálculo de algunos fabricantes de cámaras o aplicaciones más sofisticadas que entregan mayor información respecto al posicionamiento de la cámara. Con estos cálculos más precisos, no se sobredimensionan las soluciones, ahorrando importantes costos por concepto de lentes, y otros factores manejados comercialmente por los vendedores de soluciones.

El resultado gráfico se muestra en la siguiente imagen destacando el posicionamiento de la cámara nueva o de reemplazo de existentes en un proceso de migración.



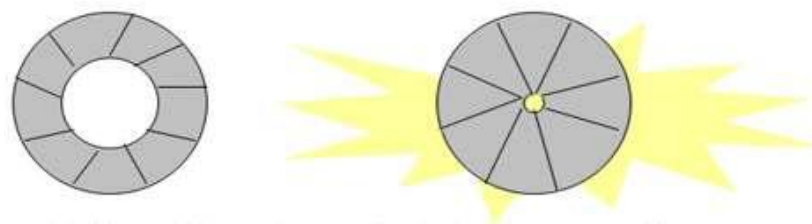
El lente y posicionamiento seleccionados de la nueva cámara garantiza la cobertura requerida.

6.9 Regulación de Luz en Cámaras de CCTV

Para ajustarse a diferentes condiciones de luz que incide en el sensor de imagen, las nuevas cámaras de CCTV poseen varios mecanismos, asegurando una captura óptima en distintas condiciones de iluminación. Algunos de estos mecanismos básicos presentes en las cámaras, conjunto con otros parámetros, son los siguientes:

a. Iris Automático (Auto Iris):

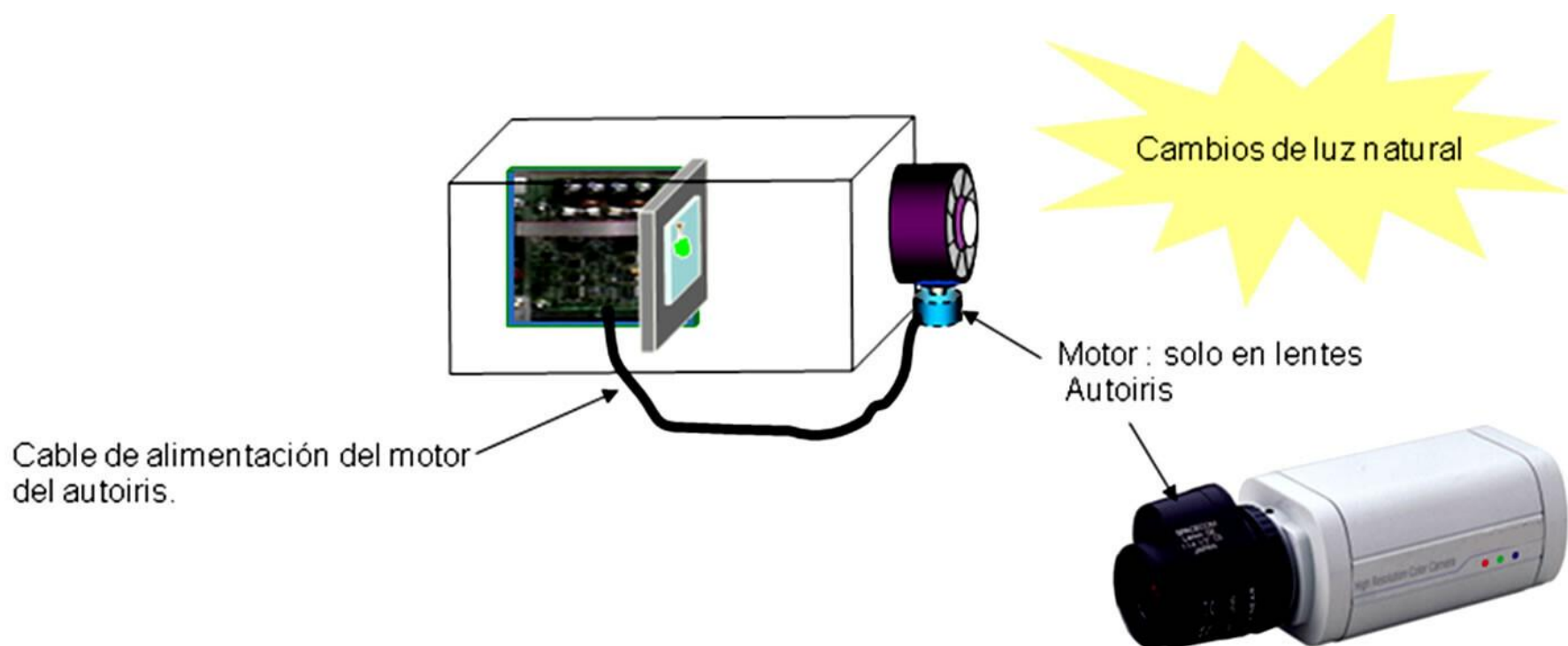
La apertura del iris regula el paso de luz al interior de la cámara. Esta es una regulación independiente del foco. El mecanismo reacciona con la luz intensa. Esta opción se debe utilizar en todas las cámaras expuestas a la luz natural y sus variaciones día - noche



El control de iris es un mecanismo necesario para la protección del elemento sensor de imagen de una cámara ante aumentos violentos de luz. Esta situación sucede por ejemplo cuando un vehículo pasa frente a una cámara con sus luces encendidas frente a ella. En forma paralela a los mecanismos de protección de luz intensa, como se mencionó, existen compensaciones de tipo electrónico contenidas en una cámara y que se encargan de compensar aquellas porciones de imagen que se pierden por la luz intensa. El iris automático es accionado por un motor interno del lente. Este motor es activado por un circuito electrónico que dispone de una fotocelda que reacciona a los cambios de luz.

MODULO 2 TECNOLOGÍAS DE CÁMARAS DE CCTV

Los lentes con iris automático se usan en lugares afectados por luz natural. Si el recinto es cerrado y solo existe luz artificial fija no afectada por cambios externos, no se requiere autoiris, rebajando con ello importantes costos en lentes.



b. Shutter Electrónico (Velocidad de Obturación):

El obturador electrónico regula el tiempo que el sensor está expuesto a la luz. En entornos bien iluminados, la velocidad de obturación aumenta para evitar sobreexposición. En condiciones de poca luz, la velocidad se reduce para capturar más luz.

c. WDR (Wide Dynamic Range):

El rango dinámico (WDR) es la capacidad del sensor de imagen para capturar simultáneamente detalles en las zonas más iluminadas y más oscuras de una escena. Se expresa como la relación entre la intensidad de la luz más brillante y la más tenue que el sensor puede registrar.

MODULO 2 TECNOLOGÍAS DE CÁMARAS DE CCTV

Los sensores CCD estándar alcanzan un rango dinámico de aproximadamente 60 dB (1000:1), mientras que los sensores avanzados con WDR pueden llegar hasta 120 dB, mejorando significativamente la visibilidad en condiciones de iluminación difíciles.

Esta tecnología es especialmente útil en situaciones donde la luz proviene de detrás de un objeto (por ejemplo, una ventana), varía constantemente (como una puerta que se abre y cierra) o es desigual en la escena. El segundo consiste en una doble exploración del sensor con parámetros de exposición diametralmente diferentes. La imagen resultante es una combinación de los dos marcos.



d. Sensibilidad Adaptativa (AGC - Automatic Gain Control):

El AGC ajusta automáticamente la ganancia del sensor para mejorar la imagen en condiciones de poca luz, evitando imágenes demasiado oscuras.

Control automático de ganancia se implementa en muchas cámaras de circuito cerrado de televisión, pero algunos modelos más avanzados permiten que el usuario pueda ajustar su nivel.

MODULO 2 TECNOLOGÍAS DE CÁMARAS DE CCTV

Este ajuste permite configurar la sensibilidad óptima en condiciones de luz difíciles. El usuario debe darse cuenta de que una mayor ganancia aumenta el ruido también. Nivel de AGC óptimo suele estar determinado por método de ensayo y error.



e. Reducción de Ruido en Baja Luz (DNR):

DNR (Digital Noise Reduction) en cámaras de CCTV significa Reducción de Ruido Digital. Es una tecnología que minimiza el ruido en la imagen generado por condiciones de baja iluminación, mejorando la claridad y reduciendo el efecto de "granos" o interferencias visuales.

Existen dos tipos principales de DNR: 2D-DNR y 3D-DNR.

El primero reduce el ruido en una sola imagen (fotograma) analizando píxeles individuales. El segundo compara múltiples fotogramas consecutivos para eliminar ruido sin afectar la nitidez de los objetos en movimiento, proporcionando imágenes más limpias y detalladas.



Esta función es especialmente útil en entornos con poca luz, ya que mejora la calidad de video y reduce el tamaño de los archivos de grabación al optimizar la compresión.

MODULO 2 TECNOLOGÍAS DE CÁMARAS DE CCTV

7. VIDEO ANALÍTICA DE CAMARAS DE CCTV

En este capítulo se abordará el tema de video analítica e inteligencia artificial, dado que la captura de datos como imágenes, alarmas y otros registros es el resultado de la selección y posicionamiento de cámaras de CCTV en un recinto determinado. Más adelante, este tema será retomado en el módulo dedicado al procesamiento de datos en servidores, así como en la administración y operación de sistemas de seguridad electrónica.

El propósito de un diseño de distribución de cámaras es obtener la máxima eficiencia de protección mediante la implementación de un modelo que permita la predicción de riesgos, mitigación y respuestas oportunas ante contingencias.

La tecnología de video analítica tiene como objetivo automatizar la detección de eventos, reducir la carga de monitoreo humano y mejorar la eficiencia de los operadores, entre otras funciones. Para ello, emplea algoritmos avanzados de procesamiento de imágenes que, gracias a continuas mejoras por parte de los desarrolladores, permiten analizar en tiempo real el contenido de los videos capturados por cámaras de CCTV. Actualmente, esta tecnología está integrada en una amplia variedad de cámaras, abarcando aplicaciones que van desde el uso doméstico hasta entornos industriales y grandes sistemas de seguridad.

Un diseño adecuado del sistema de cámaras maximiza la efectividad de la analítica en la protección y prevención de riesgos, siempre que se implemente y gestione correctamente.

MODULO 2

TECNOLOGÍAS DE CÁMARAS DE CCTV

Para su aplicación, es fundamental contar con datos de alta calidad, como imágenes nítidas capturadas por las cámaras o información precisa de los sensores, además de una infraestructura tecnológica robusta que garantice un funcionamiento eficiente.

Asimismo, la colaboración entre los equipos de Seguridad Corporativa y Tecnologías de Información (TI) es esencial para integrar las analíticas sin inconvenientes en las operaciones. La flexibilidad de los análisis permite su adaptación a distintos entornos y necesidades específicas. Sin embargo, su éxito depende en gran medida de la capacidad de los departamentos de Seguridad Corporativa en grandes empresas para gestionar el cambio de acuerdo a sus planes y políticas de seguridad.

Por ello, es crucial definir una estrategia clara de implementación que incluya capacitación continua para el personal y actualizaciones periódicas del sistema, asegurando así que los subsistemas operen con su máximo potencial.

El uso de video analítica ha cobrado relevancia debido al volumen masivo de datos generados por los sistemas de seguridad.

En este contexto, la inteligencia artificial (IA) desempeña un papel clave en el análisis predictivo y la anticipación de amenazas.

Al procesar grandes cantidades de información en tiempo real, la IA es capaz de identificar patrones y tendencias que podrían señalar riesgos inminentes. Esto permite a las empresas adoptar medidas preventivas, optimizar sus recursos y evitar inversiones innecesarias en seguridad física o personal de monitoreo.

MODULO 2

TECNOLOGÍAS DE CÁMARAS DE CCTV

7.1 Cámaras de CCTV con Video Analítica Embebida

Las cámaras de CCTV con video analítica embebida integran software especializado que ejecuta algoritmos de análisis de video mediante procesadores dedicados dentro del propio dispositivo. La eficiencia de estos análisis varía según el fabricante y las capacidades del hardware.

En adelante se presentan las principales funcionalidades de la video analítica integrada en cámaras modernas, junto con ejemplos de aplicación en distintos escenarios. Además, se incluirá un análisis comparativo con los sistemas de video analítica basados en servidores, destacando sus ventajas y desventajas en diferentes entornos operativos.

Ventajas de Analíticas en Cámaras

- a. Procesamiento distribuido: Cada cámara una vez capturadas las imágenes las analiza sin necesidad de enviar datos a un servidor central, reduciendo el ancho de banda necesario.
- b. Mayor escalabilidad: Permite integrar mayor cantidad de cámaras incorporando nuevos equipos.
- c. Menor latencia: Al procesar las imágenes y aplicar las analíticas en el mismo equipo, la detección de eventos es más rápida.
- d. Menor costo de infraestructura: Se reduce la necesidad de servidores de alto rendimiento.
- e. Facilidad de instalación y escalabilidad: No requiere una arquitectura compleja para funcionar.

MODULO 2

TECNOLOGÍAS DE CÁMARAS DE CCTV

Desventajas

- a. Capacidad de procesamiento limitada: Los procesadores embebidos en las cámaras suelen ser menos potentes que los de un servidor dedicado.
- b. Algoritmos más básicos: Algunas funciones avanzadas pueden estar restringidas debido a limitaciones de hardware.
- c. Actualización y compatibilidad: Depende del fabricante de la cámara y puede ser más difícil de actualizar o mejorar con nuevos algoritmos.

7.2 Servidor con Software de Video Analítica

Como se indicó, en este capítulo abordaremos parcialmente la analítica en servidores, a veces utilizada como complemento o para potenciar aquellas incluidas en las cámaras. En este caso, las cámaras envían el video a un servidor donde se ejecutan algoritmos avanzados para el análisis de imágenes. Este servidor puede ser del mismo fabricante de las cámaras o una solución de terceros compatible con múltiples marcas.

Ventajas de Servidores con software de Analíticas

- a. Compatibilidad con múltiples fabricantes: Facilita la integración de cámaras de CCTV con protocolos compatibles (Onvif u otros) permitiendo además soluciones de terceros procesando video de distintas marcas de equipos en procesos de migración.
- b. Mayor capacidad de procesamiento: Puede manejar múltiples flujos de video simultáneamente con análisis avanzados.
- c. Análisis más profundo: Permite el uso de inteligencia artificial y aprendizaje profundo para mejorar la precisión de detección.
- d. Flexibilidad y escalabilidad: Puede actualizarse fácilmente para incluir nuevas funciones y soportar más cámaras sin necesidad de cambiar el hardware de cada cámara.

MODULO 2

TECNOLOGÍAS DE CÁMARAS DE CCTV

Desventajas

- a. Mayor consumo de ancho de banda: Requiere que las cámaras transmitan video constantemente al servidor.
- b. Dependencia de la infraestructura de red: La latencia y el rendimiento pueden verse afectados por problemas en la red.
- c. Costo más elevado: La inversión en servidores y licencias puede ser significativa, especialmente en proyectos grandes.
- d. Servidores de Estándar: Requiere utilizar servidores de alto estándar y robustez, así como una dependencia con las empresas y departamentos de TI, tanto en servicios como suministros.

Las soluciones con servidores con analíticas son utilizados en demanda de grandes sistemas centralizados, principalmente para nuevas implementaciones que requieren procesamiento avanzado, gestión de múltiples cámaras sin depender de las capacidades de cada una de ellas, mejorando la interacción con otras plataformas en especial con aquellas para control de eficiencia energética.

Para la implementación de soluciones que incluyen servidores externos con software de administración de seguridad y análisis, los departamentos de TI asumen una mayor responsabilidad, no solo en la gestión del hardware y software, sino también en la conectividad y administración de redes.

En algunos casos, esta dinámica puede generar diferencias de criterio con los departamentos de Seguridad, particularmente en lo relacionado con la toma de decisiones sobre políticas de seguridad.

MODULO 2

TECNOLOGÍAS DE CÁMARAS DE CCTV

Para abordar estas situaciones de manera efectiva, se recomienda una colaboración estrecha entre ambos departamentos, promoviendo un enfoque integrador que incluya la participación de asesores externos. Esto facilita la toma de decisiones objetivas y alineadas con los objetivos institucionales, evitando posibles impactos negativos en la implementación de nuevos sistemas o en la optimización.

8. FUNCIONES DE VIDEO ANALITICA

El principio básico de operación de la video analítica es similar tanto en cámaras con analíticas embebidas como en servidores. Su funcionamiento se basa en algoritmos de inteligencia artificial y aprendizaje automático, que permiten identificar patrones, objetos y comportamientos dentro de una escena.

Estas capacidades están presentes en cámaras y servidores, siendo estos últimos una opción para complementar o potenciar las analíticas de las primeras. La elección entre una u otra solución dependerá del requerimiento específico, siendo este un factor clave a evaluar.

No se profundizará en los principios operativos de los algoritmos, ya que han sido abordados por el autor en otras publicaciones. En su lugar, se analizará la funcionalidad de las analíticas más utilizadas, algunos aspectos básicos necesarios de ser conocidos y su aplicación en casos específicos.

MODULO 2

TECNOLOGÍAS DE CÁMARAS DE CCTV

Partiendo de las capturas de imagen registradas por las cámaras en tiempo real, las imágenes son procesadas de acuerdo a los diferentes principios expuestos en adelante. Dependiendo de la analítica requerida según el análisis de riesgo tratado en el módulo 1 "Introducción a Sistemas Modernos de CCTV", se describen en detalle las mas utilizadas para el control eficiente de la seguridad.

8.1 Detección de Movimiento

Es la función más simple de requerimientos de control de la seguridad. Procesamiento de imagen en la detección de movimiento normalmente utilizada para protección contra intrusión, se ejecuta por cambio en los pixeles monocromáticos cuando se produce el movimiento del objeto, o el desplazamiento de una persona.

En la detección se analizan los píxeles de un cuadro para detectar objetos, movimientos y cambios en la escena. Para la detección de movimiento en un campo de imagen, se pueden sensibilizar superficies muy definidas dentro de un campo de imagen.

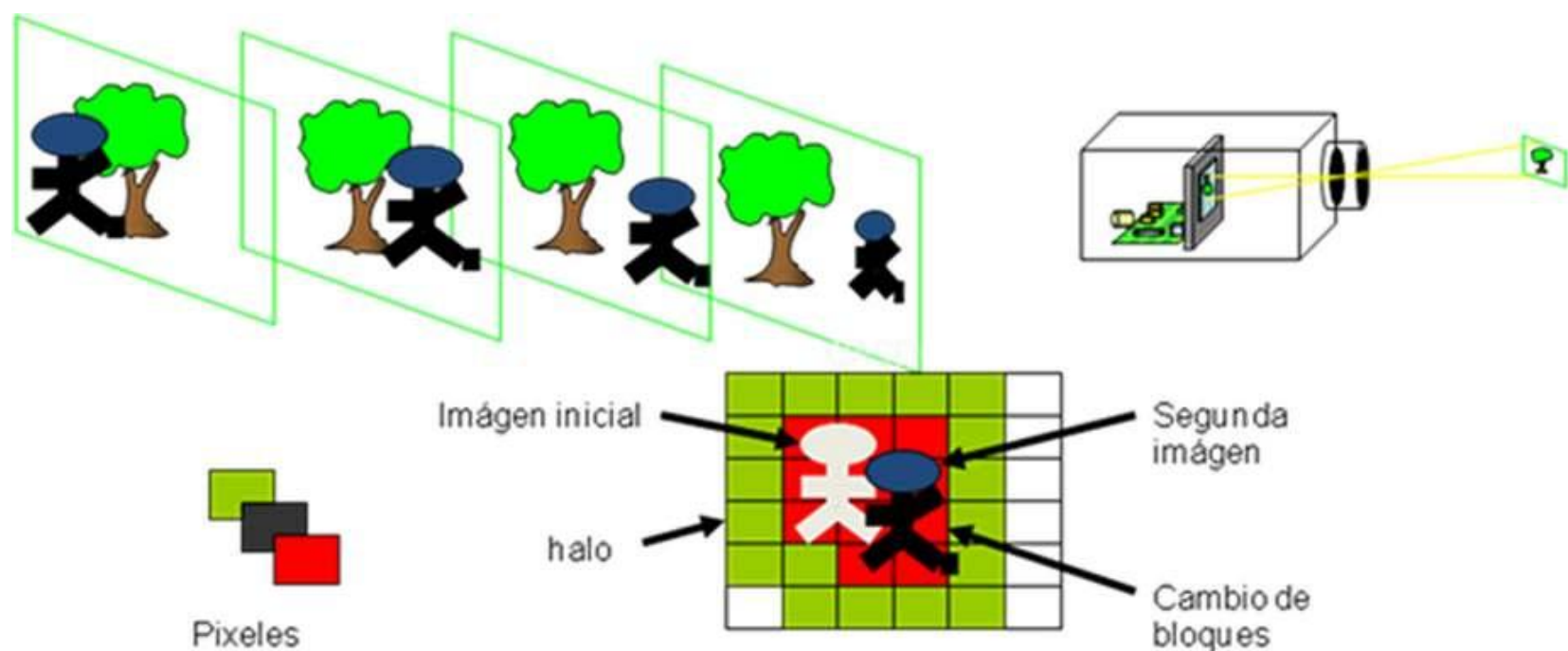
Dentro de las áreas sensibilizadas, si se produce un desplazamiento o cambio en los pixeles, el sistema de CCTV detecta este evento generando una alarma. Esta aplicación ha sido muy desarrollada en un principio derivando a lo que se conoce actualmente por Video Analítico, donde se aplica Inteligencia para una detección mucho más precisa.

Básicamente el proceso consiste en analizar la composición de cada cuadro compuesto por una gran cantidad de pixeles, dependiendo de la resolución de imagen el cual es completamente digitalizado por la electrónica de la cámara.

MODULO 2 TECNOLOGÍAS DE CÁMARAS DE CCTV

Cuando se transmite una imagen en movimiento, hay pixeles que cambian y otros se mantienen invariables. Los primeros cambian por efecto del movimiento de objetos.

Aquellos pixeles que no cambian se utilizan en los cuadros transmitidos aprovechando en memoria para un ahorro de datos ya que solo se transmiten aquellos pixeles que si han modificado, incluyendo los pixeles del entorno y que constituyen un halo.



Este movimiento de pixeles, es procesado para la detección de cambios y generar alarmas.

Como recursos adicionales para evitar detecciones innecesarias de áreas con menor requerimiento de detección, la imagen siguiente, muestra un ejemplo de sensibilización de un sector de interés para proteger un recinto. La detección de movimiento opera solo dentro del área achurada, solución que permite resolver múltiples configuraciones de alarma evitando falsos positivos, reduciendo además la transmisión de datos y anchos de banda.

MODULO 2 TECNOLOGÍAS DE CÁMARAS DE CCTV



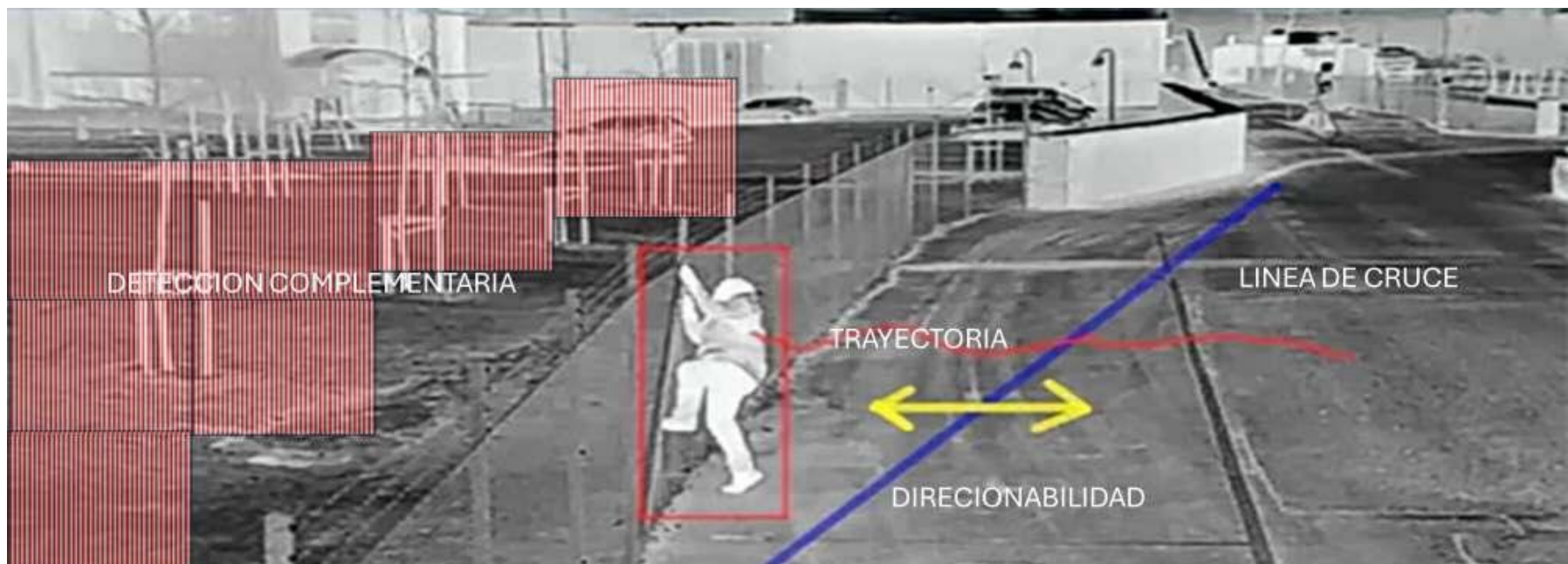
8.2 Cruce de líneas

La analítica de cruce de línea en cámaras de CCTV es una función de video inteligente que permite detectar cuando un objeto, persona o vehículo atraviesa una línea virtual predefinida en la imagen.

Su algoritmo se basa en técnicas de procesamiento de imagen y visión artificial para identificar y rastrear objetos en la escena empleando como la sustracción de fondo o modelos de aprendizaje profundo para distinguir objetos en movimiento de la imagen estática.

El algoritmo calcula la trayectoria del objeto a través de vectores de movimiento que permiten determinar si ha cruzado la línea virtual establecida. Su utilidad es elevada en protección perimetral, sin embargo se recomienda complementar con zonas de detección de movimiento en áreas interiores para evitar ingresos bajo la línea de detección.

MODULO 2 TECNOLOGÍAS DE CÁMARAS DE CCTV



Estas funcionalidades pueden ser habilitadas en las respectivas aplicaciones de determinados fabricantes, estableciendo en algunos casos, niveles de alarma con el fin de confirmar ingresos no autorizados.

El cruce de líneas es una de las analíticas mas utilizadas en combinación con otras. Se reitera lo expresado en otros capítulos, señalando que no todas las analíticas disponibles en una cámara deben ser aplicadas. De lo contrario, se produce un incremento del ancho de banda requerido por los streaming además de saturar las bases de datos de información que se procesaría con más dificultad.

8.3 Proceso de segmentación

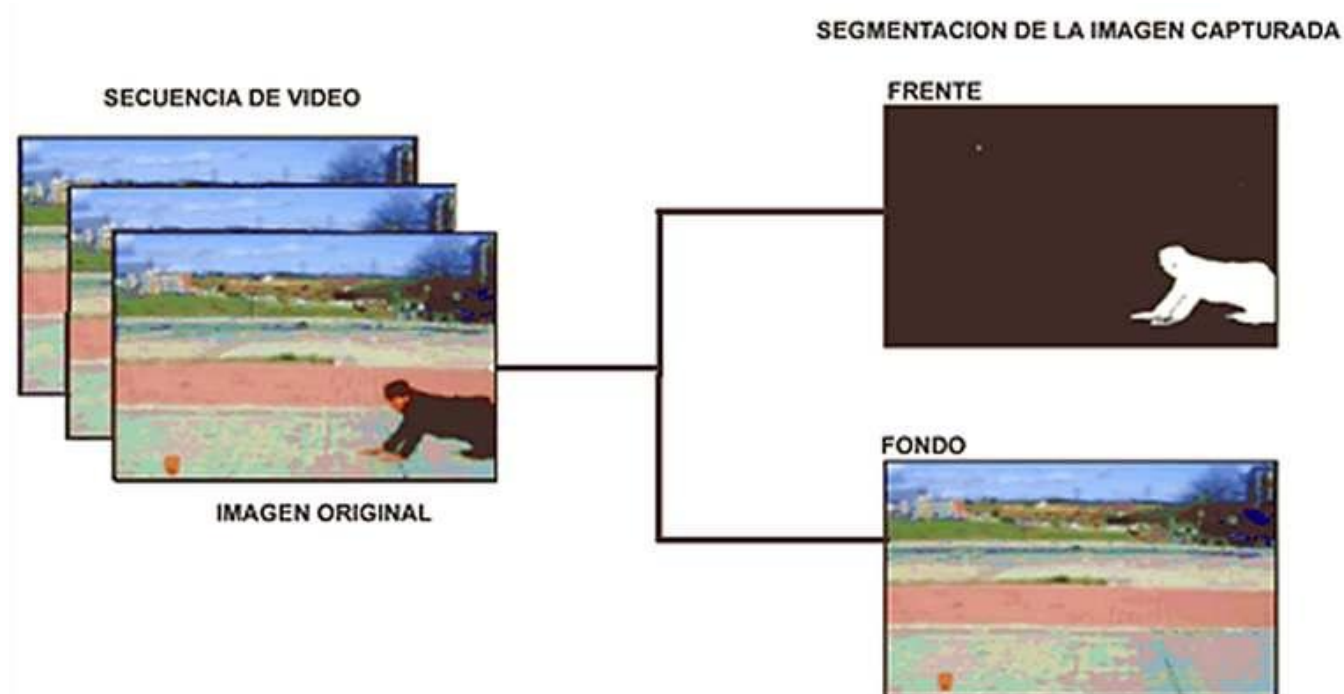
Tanto para la función de reconocimiento facial, conteo de personas, seguimientos o búsqueda de objetos por forma, entre otras, el principio operativo de los algoritmos para ejecutar una segmentación de las imágenes es similar.

Estas aplicaciones aprenden de representaciones complejas mediante entrenamiento en grandes bases de datos siendo altamente precisas y robustas frente a diferentes morfologías, variaciones en iluminación, poses y expresiones faciales.

MODULO 2 TECNOLOGÍAS DE CÁMARAS DE CCTV

El principio de operación de un algoritmo para una cámara de video, funciona de la siguiente forma; una vez capturada la secuencia de imágenes, el cuadro es segmentado, separando el fondo de la imagen objeto, con el propósito de detectar los pixeles de este último y que no constituyen parte del fondo. Como resultado, se obtiene una máscara de segmentación binaria con los pixeles activos del objeto, separado del fondo.

Como resultado, se obtiene una máscara de segmentación binaria con los pixeles activos del objeto, separado del fondo.

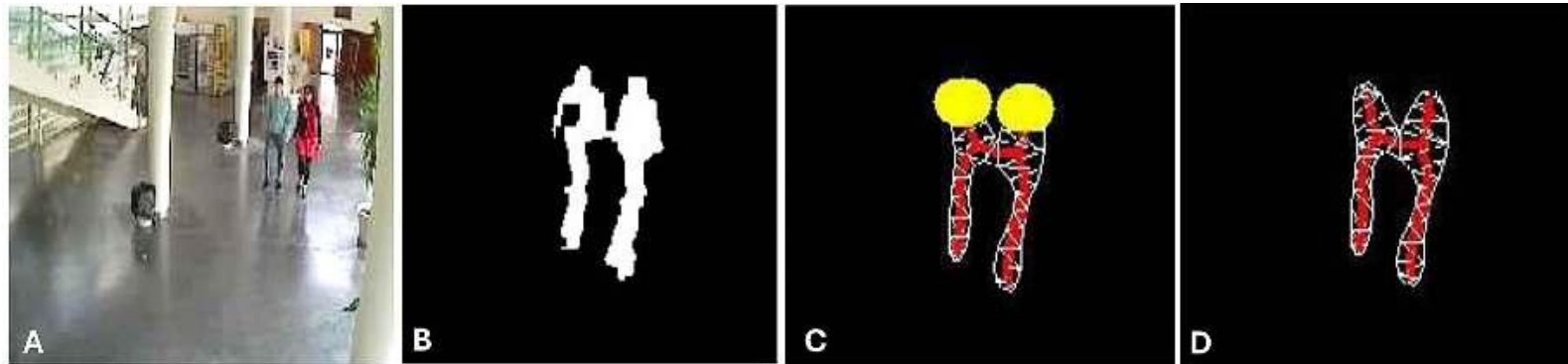


Dependiendo de la tecnología de la cámara, ésta separa el "ruido" de imagen como las sombras y/o los reflejos o los cambios de iluminación a través del tiempo. Posteriormente a la segmentación, se genera una etapa de extracción de "Blobs", llamando así al rectángulo envolvente de la máscara de pixeles activos. Un ejemplo de Blobs se pueden observar en todas las capturas de seguimientos.



de seguimientos.

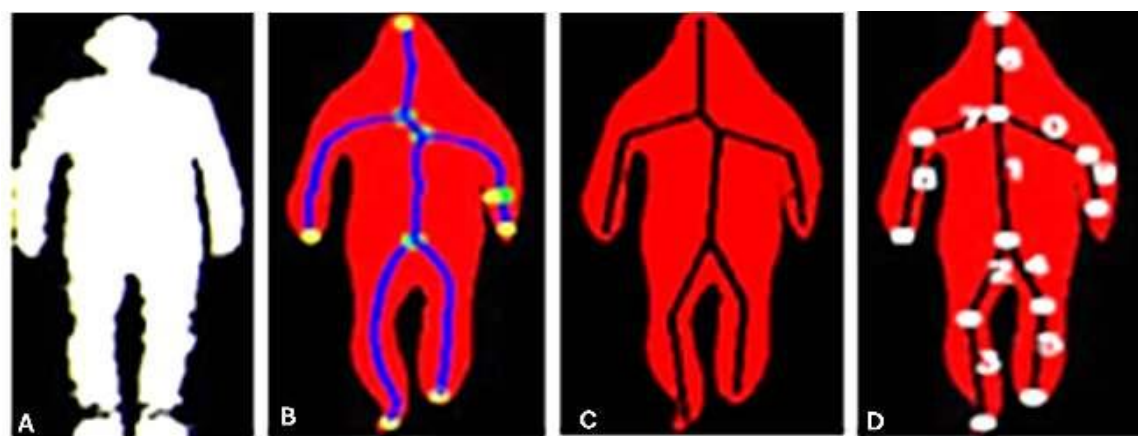
MODULO 2 TECNOLOGÍAS DE CÁMARAS DE CCTV



A) Captura del cuadro de imagen B) Segmentación. C) Determinación del esqueleto de la silueta de la imagen y de la cabeza como elementos determinantes para el conteo o identificación. D) separación de la cabeza para seguimiento

8.4 Seguimiento de objetos y Analíticas especiales

En el proceso de análisis del objeto activo, por ejemplo, para seguimiento de personas o conteo, en base a algoritmos se establecen los puntos clave del esqueleto de la forma. De esta forma se obtienen los parámetros que constituirán parte de la información de conteo, dirección de circulación y otros datos que conformarán el análisis.

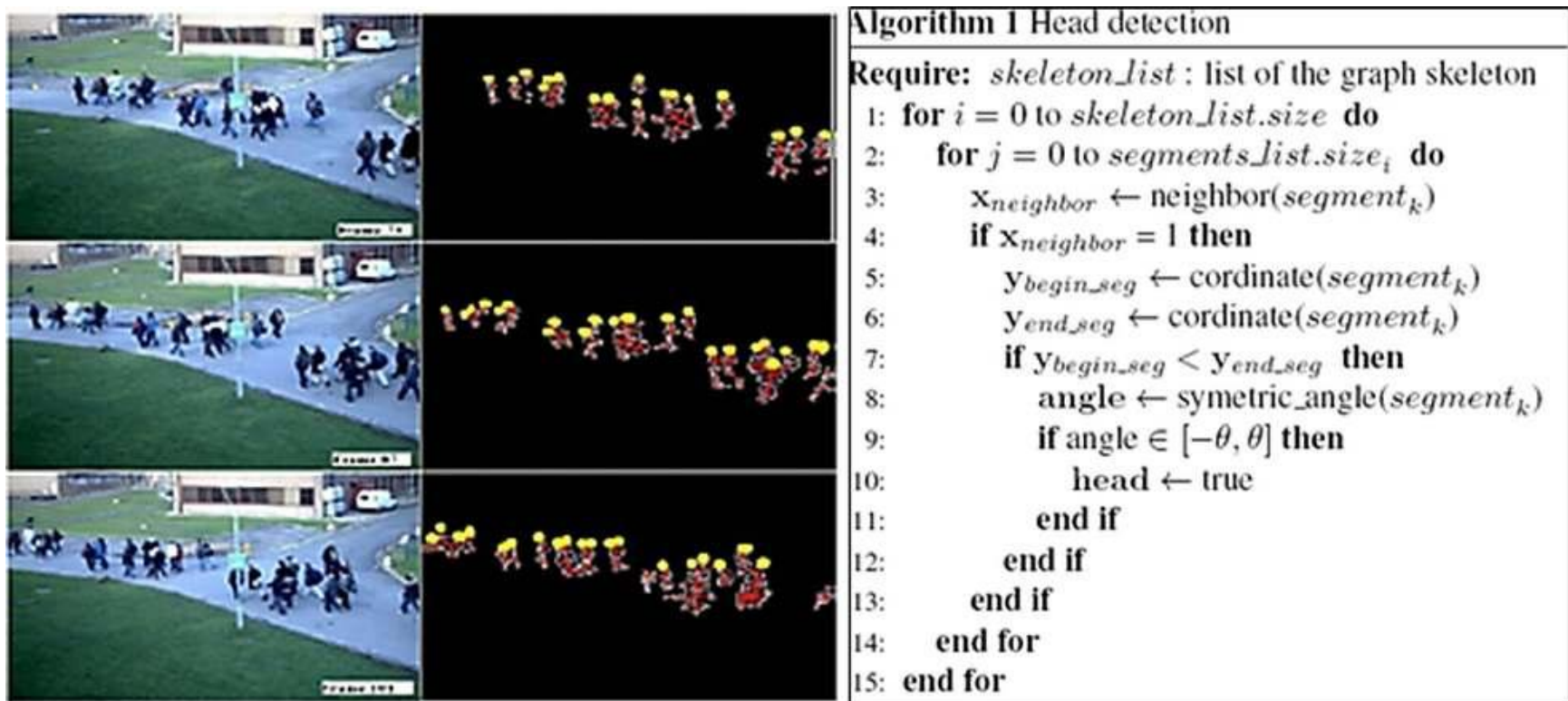


A) Segmentación B) y C) fijación de vectores, D) puntos críticos, inclinaciones y otros parámetros

MODULO 2 TECNOLOGÍAS DE CÁMARAS DE CCTV

Este tipo de analíticas señalado a modo de ejemplo está constantemente siendo mejorada con el propósito de incrementar la eficiencia en los procesos de seguimiento o identificación de objetos. Esta mejora de tecnologías permite incrementar las confianzas en los análisis predictivos de situaciones, entregando una potente herramienta a los departamentos de Seguridad Corporativa asociados al negocio de grandes organizaciones.

A continuación, se muestra un ejemplo de desarrollo de algoritmos basados en relaciones matemáticas y que permiten el conteo o seguimiento a través de procesamiento informático.



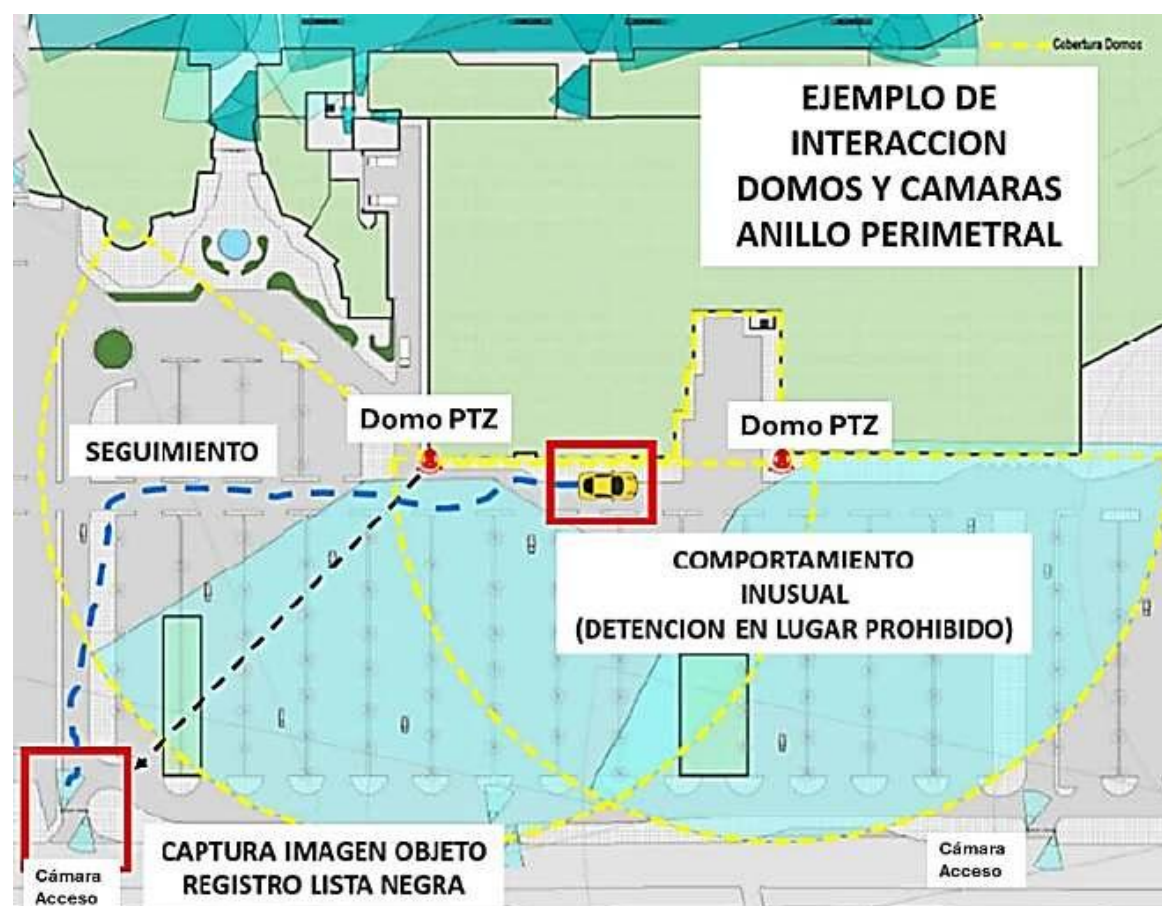
Ejemplo típico de desarrollo de algoritmos. Caso de detección de cabezas para el conteo de personas y seguimientos

Para casos de mayor precisión como lo requiere el reconocimiento facial, en el proceso Normalización que consiste en aplicar diversos modelos de algoritmos, se ajusta la iluminación, se alinea el rostro y se convierte la imagen en escala de grises para mejorar la precisión del análisis.

MODULO 2 TECNOLOGÍAS DE CÁMARAS DE CCTV

La función de seguimiento interactuando con analíticas de detección de formas es una poderosa herramienta para acciones predictivas por parte de los operadores de un centro de control.

A modo de ejemplo, mediante la disposición de cámaras en accesos vehiculares con capacidad de capturar imágenes de vehículos o personas en los de ingreso peatonal, se capturan imágenes de vehículos sospechosos previamente registrados como tal por los operadores de un centro de control. Las imágenes de los objetos capturados se comparan con aquellas previamente registradas en listas especiales por los operadores del centro de control.



Gracias a las analíticas, los objetos en circulación pueden ser rastreados por otras cámaras, siempre que exista compatibilidad entre ellas y los respectivos software, lo que permite generar alertas tempranas.

MODULO 2

TECNOLOGÍAS DE CÁMARAS DE CCTV

Además, en algunos casos de analíticas avanzadas, el sistema puede detectar comportamientos inusuales, como estacionamiento en áreas no autorizadas, merodeo sospechoso previo a una posible acción delictiva u otras actividades similares

8.5 Analíticas adicionales

Se presenta una lista de otras analíticas de gran utilidad que se encuentran en algunas aplicaciones de cámaras, como las siguientes:

a. Detección de Intrusión

Configura a través de los respectivos softwares de cámaras o servidores,, zonas de seguridad dentro de la imagen y genera alarmas cuando un objeto o persona ingresa sin autorización.

b. Conteo de Personas y Objetos

Aplicable a recintos como universidades, oficinas corporativas o similares,, registra el número de personas o vehículos que ingresan o salen de un área, utilizado en la gestión de afluencia y control de capacidad.

c. Reconocimiento de Placas Vehiculares (LPR)

Aplicable a áreas de estacionamientos, vías de circulación en general,, permite el análisis de imágenes de vehículos para extraer e identificar matrículas, facilitando el control de acceso y la seguridad vial.

MODULO 2

TECNOLOGÍAS DE CÁMARAS DE CCTV

Para el control de flujo vehicular, se utiliza la video analítica con cámaras de reconocimiento de patentes (LPR), cuya precisión depende de la resolución de las cámaras, los algoritmos y el software de análisis, considerando factores como iluminación, suciedad y variaciones en los caracteres de las placas.

Además de gestionar el tránsito, el LPR contribuye a la seguridad al identificar patrones de actividad, horarios de mayor flujo y optimizar la asignación de recursos humanos o iluminación. Las tecnologías en este ámbito han evolucionado con la integración de redes TCP/IP, video analítica avanzada y software embebido en los dispositivos de control, reemplazando soluciones más antiguas y mejorando la eficiencia operativa.

d. Seguimiento Automático de Objetos (Auto-Tracking)

En instalaciones donde existan cámaras PTZ asociadas a fijas perimetrales, compatibles con las anteriores, el algoritmo permite seguir automáticamente un objeto en movimiento dentro de la escena sin intervención humana.

e. Análisis de Comportamiento

Algoritmo muy útil en recintos comerciales, bancarios, permite detectar patrones inusuales como merodeo, caídas, carreras o aglomeraciones para prevenir incidentes.

f. Detección de Objetos Abandonados o Sustraídos Permite identificar objetos que han sido dejados en un área o removidos sin autorización.

MODULO 2 TECNOLOGÍAS DE CÁMARAS DE CCTV

g. Control de Perímetros

Crea barreras virtuales y genera alertas cuando un objeto o persona las cruza sin permiso

8.6 Estadísticas Control de Flujos

El conteo se aplica principalmente para determinar flujos de personas y vehículos. Esta función facilita la toma de decisiones en la administración de centros comerciales o grandes tiendas. Los análisis permiten establecer comparaciones, por ejemplo, dentro de una cadena de locales, o evaluar el impacto de las tiendas ancla en el flujo de clientes hacia locales más pequeños y viceversa.



Las aplicaciones de conteo de personas en el ámbito del marketing permiten medir la efectividad de las campañas, analizar la reacción ante promociones y definir "zonas calientes" alrededor de los puntos de venta.

MODULO 2

TECNOLOGÍAS DE CÁMARAS DE CCTV

Además, estas herramientas se utilizan para controlar el nivel de ocupación de vehículos en estacionamientos o de personas en salas de eventos. Para optimizar la gestión de datos, lo ideal es que los sistemas permitan la integración del control de personas y vehículos dentro de una plataforma común.

9. RECONOCIMIENTO FACIAL

El reconocimiento facial (RF) es presentado en este apartado de manera especial dada la importancia global que ha ido adquiriendo esta tecnología para la resolución de las actuales contingencias de seguridad.

En todo proceso de reconocimiento facial (RF), la imagen es escaneada para identificar áreas con características faciales y la morfología del objeto, en este caso, un individuo. Para ello, se emplean técnicas como redes neuronales convolucionales (CNN) o el método Viola-Jones, los cuales utilizan múltiples capas de filtros para detectar automáticamente bordes, texturas y patrones faciales. Una vez capturada la imagen y procesada por el algoritmo correspondiente, se inicia el procedimiento que será descrito de manera general en los siguientes apartados.

Es importante señalar que estos procesos están en constante evolución, con nuevos avances que se integran rápidamente al mercado. Por este motivo, es necesario estar en permanente proceso investigativo para considerar las soluciones más válidas según las aplicaciones específicas.

MODULO 2

TECNOLOGÍAS DE CÁMARAS DE CCTV

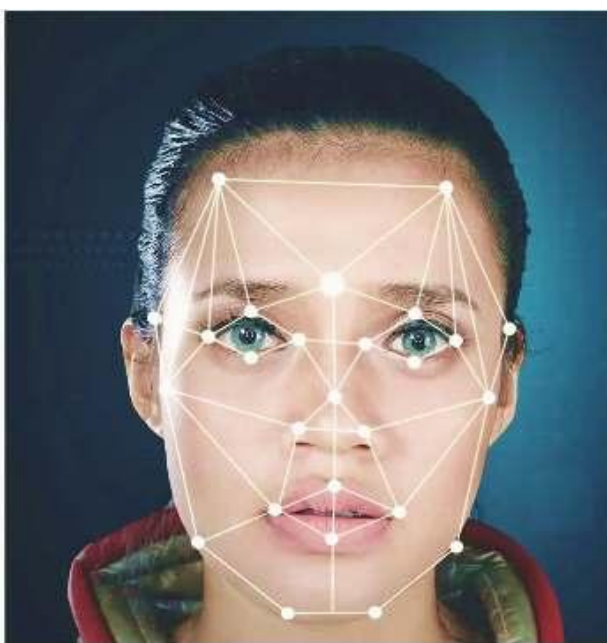
9.1 Conceptos de tecnología de Reconocimiento Facial (RF)

Las imágenes faciales han sido utilizadas desde la aplicación de la ley hace más de un siglo. La tecnología de imágenes digitales de RF fue implementada por primera vez, el año 1998, en Inglaterra.

A través de los sistemas biométricos, se realizan capturas de características físicas de las personas, sean estas rasgos, accidentes o imperfecciones, procesando esta información para ser transformada en un algoritmo matemático que se constituye en la data almacenada en las bases de datos.

Los algoritmos constituyen patrones los que posteriormente son utilizados para ser comparados con un nuevo algoritmo capturado con el fin de identificar al individuo.

La RF corresponde a la tecnología de captura de imágenes para la Extracción de Características del rostro, identificando puntos clave de una cara (ojos,



nariz, boca), generan representaciones matemáticas únicas, como mapas de profundidad generados por modelos como FaceNet o DeepFace.

El riesgo de captura de datos son los falsos positivos, cuyo índice establece una de las diferencias entre los desarrolladores de estas tecnologías, junto con la rapidez de procesamiento de millones de datos.

MODULO 2

TECNOLOGÍAS DE CÁMARAS DE CCTV

9.2 Definiciones

Los fabricantes y desarrolladores de software están en un proceso de permanente competencia, lo cual también implica estar atento a los cambios para disponer de un adecuado soporte y atención de servicios a largo plazo.

Se presenta en adelante algunas definiciones asociadas al tema de Reconocimiento Facial que ayudara a los procesos de comparación de estas tecnologías entre las múltiples ofertas del mercado.

Autenticación Comparación de datos o rasgos biométricos con un patrón almacenado en la base de datos

Proceso 1:1 Proceso uno a uno a través del cual se conoce la identidad de un individuo quien ha presentado una credencial que posteriormente fua validada por el sistema..

Proceso 1:N Proceso de búsqueda de la identidad desconocida de un individuo comparando esta con varios patrones almacenados en la base de datos. El resultado de esta autenticación corresponde a un verdadero o falso con tasas de acierto con valores que van desde un 60% a un 99,9%

Identificar Demostrar o reconocer la identidad de una persona o un objeto de acuerdo a sus características propias comparadas entre varios.

MODULO 2

TECNOLOGÍAS DE CÁMARAS DE CCTV

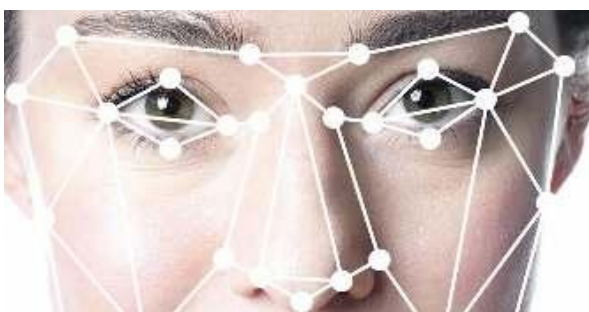
Autenticar Establece o confirma una persona u objeto como real. En función de uno o varios factores, la autenticación de una persona, consiste en verificar su identidad. LA identificación de un objeto puede significar o confirmar su origen o procedencia. El proceso de identificación de un individuo es más rápido, siendo este realizado sobre una cantidad elevada de individuos (N) o usuarios, utilizando un proceso rápido de comparación de imagen capturada, contra aquellas existentes en una base de datos.

Algoritmo Conjunto de datos matemáticos ordenados y definidos que representan una característica del objeto permitiendo procesos de comparación con patrones para la identificación de objetos y procesamiento de funciones específicas.

9.3 Fases de Operación del Reconocimiento Facial

En un proceso de RF por comparación de algunos sistemas mas comunes utilizados, las etapas típicas son las siguientes:

a. Ubicación de la posición de los ojos.



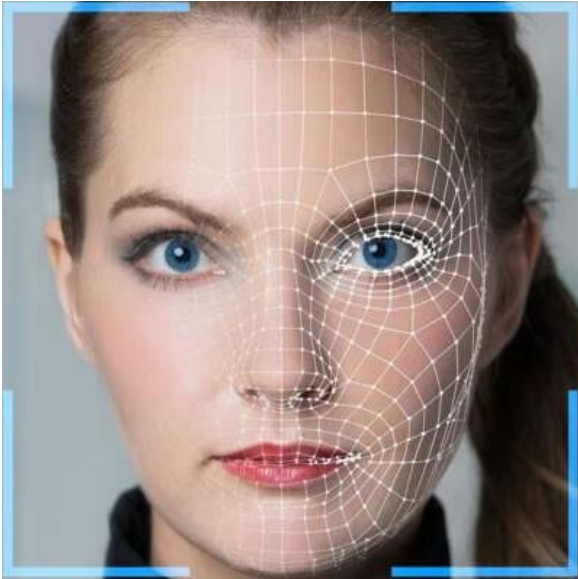
Después de una serie de capturas de diferentes áreas de búsqueda según posiciones de unacara en movimiento, la imagen seleccionada como base de análisis es la que permite el mejor posicionamiento de los ojos.

MODULO 2

TECNOLOGÍAS DE CÁMARAS DE CCTV

b. Búsqueda de partes faciales Claves.

Ubicación precisa de distancias entre los ojos, nariz, barbilla y otros puntos claves que posteriormente serán transducidos a un algoritmo matemático.



Esta función también aplica a objetos con formas diversas como vehículos, bolsos y otros, para que el algoritmo permita una búsqueda precisa y posteriormente realizar un seguimiento y otras funciones.

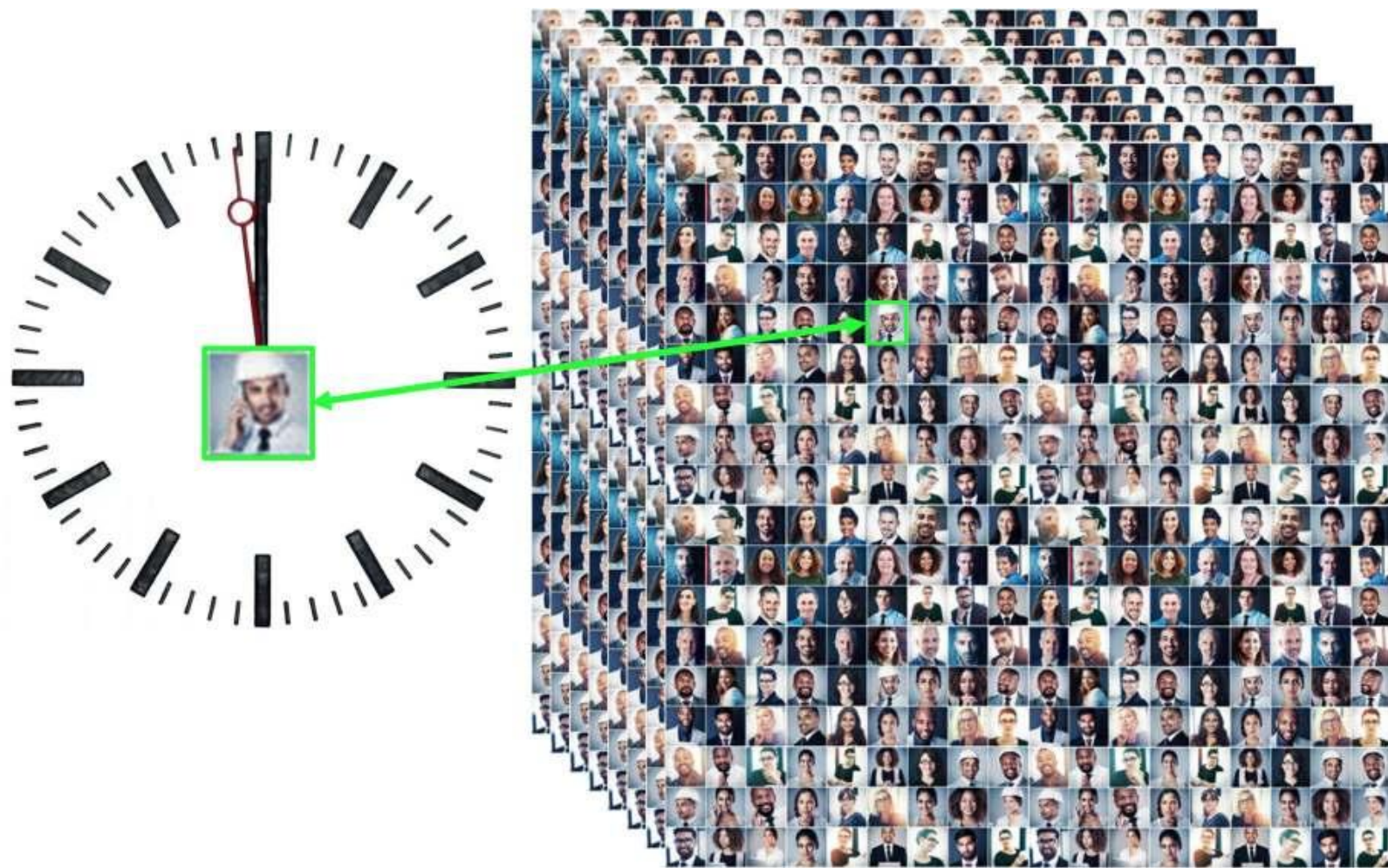
c. Extracción de características faciales.

Extracción de datos como color, formas, utilizando las áreas menos expuestas a variaciones como información etaria para validación de las características.

d. Comparación y emparejamiento

Proceso de búsqueda en una base de datos y comparación de la imagen capturada contra cantidades de imágenes que van desde 1 a 10 millones o más datos, según el software desarrollado. Aquí se determinan las diferencias de rendimientos señalados entre un 60% al 99,9% en el proceso de búsqueda en solo un segundo.

MODULO 2 TECNOLOGÍAS DE CÁMARAS DE CCTV



9.4 Tipos de Reconocimiento

Existen diferentes tecnologías de reconocimiento facial, dependiendo del tipo de sensores utilizados. La selección de estas depende de factores como rendimientos asociados a una relación costo/beneficio, condiciones ambientales, niveles de iluminación, posicionamiento de las cámaras, oclusiones parciales, posición de una persona frente a la cámara, distancias de cámaras al objetivo, y deformaciones internas como expresión facial y envejecimiento.

Las variaciones provocadas por la iluminación inciden mucho más que las diferencias entre las imágenes de las caras.

Existen varias técnicas de capturas de imágenes, algunas de ellas basadas en subespacios descartando partes principales, capturas en 2D y 3D, variación lumínica de una cara o la simple comparación.

Algunos sistemas multimodales utilizan una combinación de técnicas con el objeto de incrementar el rendimiento.

MODULO 2

TECNOLOGÍAS DE CÁMARAS DE CCTV

a. Reconocimiento Tridimensional

Ofrece mayores ventajas que el reconocimiento 2D debido a que puede identificar una cara en diferentes ángulos de visión.



Esta no es afectada por cambios de la iluminación como sucede con otras tecnologías. La tecnología 3D se ve reforzada por sensores CMOS capturando partes diferentes del espectro de luz proyectada y que estructura una cara.

Una de las importantes aplicaciones es su uso para detección de enfermedades raras en los niños.

Otra modalidad de detección en 3d es mediante la incorporación de tres cámaras enfocando diferentes ángulos de un objeto.

b. Cámaras Térmicas



La captura de la radiación infrarroja permite detectar imágenes termales del individuo no importando si posee maquillaje, anteojos o mascarilla sanitaria.

Las respuestas de precisiones pueden llegar al 98,05% fusionando esta tecnología con cámaras ópticas normales, recopilando datos en cualquier condición climática.

9.5 Efectividad de los algoritmos

Dependiendo de la tecnología utilizada por los fabricantes y sus respectivos algoritmos, las tasas de error o coincidencias pueden ser diferentes entre ellos. Por ello resulta relevante la información de las tasas de error con el propósito de lograr una respuesta adecuada y confiable en el control de la seguridad, especialmente en los accesos a los recintos.

MODULO 2

TECNOLOGÍAS DE CÁMARAS DE CCTV

Tasa de Falso Positivo (False Match Rate FMR)

Captura de una imagen y comparación positiva falsa que induce a un error.
Esta tasa debe ser muy baja, del orden de 0,001

$$\text{FMR (T)} = \frac{\text{Número de Comparaciones No Verdaderas que producen una puntuación mayor o igual que el umbral T}}{\text{Número de Comparaciones Verdaderas intentadas}}$$

Para otro algoritmo, sobre el mismo número de comparaciones intentadas, se producen 5 comparaciones no verdaderas (falsas), la tasa FMR será de 0,005. A mayor FMR más alto será el error, por lo tanto, se deben buscar sistemas con menor tasa FMR

Ejemplo: Si sobre una cantidad de 1000 comparaciones verdaderas intentadas, se produce solo 1 comparación que resultó ser falsa, la tasa FMS será de 0,001

Tasa de Falso Negativo (False Non Match Rate FNMR)

Captura de imagen y comparación positiva

$$\text{FNMR (T)} = \frac{\text{Número de Comparaciones Verdaderas con cantidad de similitud inferior al umbral T}}{\text{Número de Comparaciones Verdaderas intentadas}}$$

MODULO 2

TECNOLOGÍAS DE CÁMARAS DE CCTV

Ejemplo : Si sobre una cantidad de 1000 comparaciones verdaderas intentada, se producen 100 comparaciones positivas, la tasa FNMR será de 0,1.

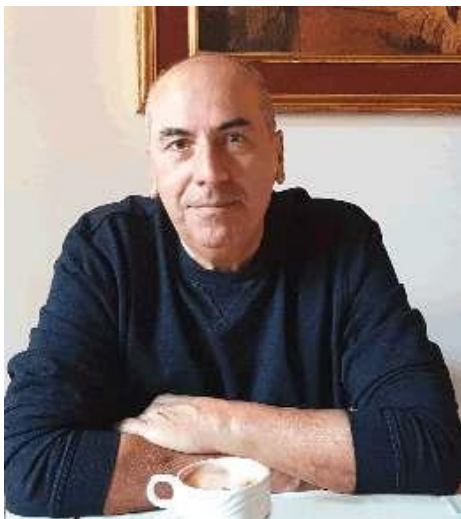
Para otro algoritmo, sobre el mismo numero de comparaciones intentadas, se producen solo 50 comparativas positivas, la tasa FNMR será de 0,05. A menor tasa FNMR, los aciertos serán también menores. Por lo tanto, en una selección de sistemas de RF, hay que decidir por aquellos que posean una tasa FNMR más alta .

El Instituto Nacional de Estándares y Tecnología NIST en sus siglas en inglés, es una agencia del Departamento de Comercio de los Estados Unidos. Su función actual consiste en desarrollar y promover estándares, directrices y metodologías en diversas áreas tecnológicas y científicas, como la ciberseguridad, la tecnología de la información, la fabricación avanzada y la metrología.

Este instituto ha establecido otros parámetros, adicionales a los expuestos, False Rejection Rate (FRR) Tasa de Fallo de Aislamiento (Failure to enroll Rate FTR, y otros que deben ser considerados para establecer análisis comparativos ante una revisión de tecnologías de Reconocimiento Facial, con el fin de resolver por aquella de mayor conveniencia.

MODULO 2

TECNOLOGÍAS DE CÁMARAS DE CCTV



Autor: Carlos Selman Daccarett Consultor en Sistemas de Seguridad Electrónica. Estudió en la Facultad de Ingeniería de la Universidad de Chile, donde obtuvo el título en la especialidad Electrónica, iniciando su trayectoria profesional junto con emprender en el campo de la Seguridad Electrónica. Ha dedicado más de tres décadas a asesorar y apoyar a empresas y profesionales, destacándose por su espíritu innovador, colaborativo, altamente confiable y de visión estratégica.

Complementando permanentemente su formación universitaria base, ha ido adquiriendo una sólida experiencia práctica sumada a la permanente adquisición de amplios conocimientos técnicos adicionales de especializaciones en su área, todos ellos debidamente acreditados, los que han sido fundamentales para desempeñar su labor completa como consultor de Tecnologías de Seguridad Electrónica.

Liderando la creación de materias tecnológicas para la educación e información, ha sido relator de diversos cursos y seminarios técnicos en Seguridad Electrónica. Durante trece años consecutivos, fue creador y profesor titular del primer Diplomado en Sistemas Técnicos de Seguridad de 120 horas, dictado y certificado por la Universidad Bernardo O'Higgins de Santiago de Chile. Esta materia inicial fue la base para la creación y continua actualización de materias para nuevos seminarios y charlas que sigue impartiendo hasta la fecha.

MODULO 2

TECNOLOGÍAS DE CÁMARAS DE CCTV

Ha participado como asesor del Gobierno de Chile en proyectos emblemáticos, incluyendo la evaluación y desarrollo de bases técnicas para procesos de licitación, para recintos de reclusión y organizaciones internacionales con sede en el país. Asimismo, ha diseñado e implementado megaproyectos integrados de seguridad para edificios, industrias, corporaciones bancarias, universidades, hoteles, compañías mineras y cadenas de retail, extendiendo su labor de consultoría más allá de las fronteras nacionales. Entre sus logros destaca su participación en procesos de migración tecnológica, donde ha apoyado a usuarios finales en la modernización de sistemas de seguridad.

Su enfoque en la transparencia y la equidad en los procesos licitatorios ha contribuido a implementar soluciones tecnológicas de vanguardia que optimizan el control de riesgos en general, actuando como contraparte directa en apoyo a usuarios finales. Como resultado y contando con emblemáticos casos de éxito, ha incrementando las eficiencias y confiabilidad en los nuevos sistemas de protección para reducir brechas ante actuales contingencias y riesgos de seguridad, reduciendo costos mediante procesos licitatorios justos, transparentes y libres de sesgo, con aplicación de tecnologías de vanguardia debidamente investigadas.

Director y fundador de las empresas de las empresas CS Consultora y Servicios (1992) (www.csconsultora.cl) y su división capacitación CSecuronline (2015) dedicada entrenamientos On line y presencial de subsistemas Electrónicos de Seguridad. Actualmente, continúa completamente activo en la dirección de las labores de asesoría, investigación de nuevas tecnologías y publicación de documentos de apoyo a los profesionales y empresas.

MODULO 2

TECNOLOGÍAS DE CÁMARAS DE CCTV

Resumen

Siéntete libre de escribir cualquier idea o pensamiento que surja después de leer. Envíanos tus consultas, inquietudes, comentarios o aportes a consultora@csconsultora.cl los que serán bien recibidos o respondidos por nuestro equipo de especialistas.

1. _____
2. _____
3. _____
4. _____
5. _____