

PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL PERÚ
FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERÍA



PONTIFICIA
**UNIVERSIDAD
CATÓLICA**
DEL PERÚ

**Diseño de un sistema de seguridad electrónica con
monitoreo centralizado para protección de una
instalación minera**

Tesis para optar el Título de Ingeniero Electrónico, que presenta el bachiller:

CYNTHIA TERESA PEREZ MORRIS

ASESOR: JAVIER SOTOMAYOR MORIANO

Lima, octubre del 2016

RESUMEN

La Seguridad Electrónica es una alternativa eficiente para la reducción de pérdidas de bienes en el ámbito empresarial. Actualmente, la Seguridad Electrónica ha ido potenciando su utilidad, convirtiéndose en uno de los elementos básicos de Vigilancia.

En las instalaciones industriales, la Seguridad Electrónica consiste de un sistema integrado compuesto de subsistemas de circuito cerrado de televisión, control de alarmas, control de acceso y protección contra incendios, los cuales, además de producir un efecto disuasivo, ayudan a los administradores a vigilar de manera local y/o desde una central de monitoreo el acceso de personas no autorizadas a zonas restringidas.

La presente tesis tiene como objetivo el diseño de un sistema de seguridad electrónica para protección de una instalación minera, el cual contará con un centro de control integrado para la administración, control y monitoreo de circuito cerrado de televisión y alarmas.

En la presente tesis se describen los conceptos básicos de los sistemas de seguridad electrónica. El desarrollo del sistema de seguridad propuesto incluye tres fases. En la primera fase, se realiza el diseño y arquitectura del sistema. En la segunda fase se presenta la planificación y gestión del proyecto. Finalmente en la tercera etapa se realiza un análisis comparativo que permite comprobar la eficiencia (en empresas a fin de constatar el costo-beneficio a corto plazo) del Sistema de Seguridad Electrónica propuesto frente a personal de Vigilancia.

ÍNDICE

RESUMEN

INTRODUCCIÓN

1. CONCEPTOS BÁSICOS DE SISTEMAS DE SEGURIDAD ELECTRÓNICA
 - 1.1. Definición De Los Sistemas De Seguridad Electrónica
 - 1.2. Importancia Del Uso De Sistemas De Seguridad En El Ámbito Empresarial
 - 1.3. Enfoque Actual De La Seguridad Electrónica En El País
 - 1.4. Tendencias De Los Sistemas De Seguridad Electrónica.

2. DISEÑO DEL PROYECTO
 - 2.1. Evaluación Preliminar del Proyecto
 - 2.1.1. Definición de la Problemática
 - 2.1.2. Especificación de los Requerimientos
 - 2.2. Especificaciones del Proyecto
 - 2.3. Objetivos del Proyecto
 - 2.4. Generalidades
 - 2.5. Desarrollo del Diseño Del Sistema
 - 2.5.1. Categoría 0 – Protección Limite Externo
 - 2.5.1.1. Características Generales
 - 2.5.1.2. Análisis por Área de Protección
 - 2.5.1.2.1. Oficinas Administrativas
 - 2.5.1.2.1.1. Sensores Magnéticos Para Acceso Peatonal
 - 2.5.1.2.2. Almacén
 - 2.5.1.2.2.1. Sensores Magnéticos Para Acceso Peatonal
 - 2.5.1.2.2.2. Barreras Infrarrojas
 - 2.5.1.2.3. Pozas de Lixiviación
 - 2.5.1.2.3.1. Sensores Infrarrojos De Protección Tipo Cortina
 - 2.5.2. Categoría 1 – Protección Perimetral
 - 2.5.2.1. Características Generales
 - 2.5.2.1.1. Funcionamiento de las Cámaras de Video
 - 2.5.2.1.2. Partes de las Cámaras de Video
 - 2.5.2.1.3. Tipos de Cámaras de Video
 - 2.5.2.2. Análisis por Área de Protección
 - 2.5.2.2.1. Oficinas Administrativas
 - 2.5.2.2.1.1. Cámaras Fijas
 - 2.5.2.2.1.2. Cámaras Móviles
 - 2.5.2.2.1.3. Sensores Infrarrojos De Proximidad –PIR Volumétrico

- 2.5.2.2.2. Almacén
- 2.5.2.2.3. Pozas de Lixiviación

2.5.3. Categoría 2 – Protección Limite Interno

2.5.4. Monitoreo Centralizado - Centro De Control De Seguridad

- 2.5.4.1. Sistema De Video Vigilancia
- 2.5.4.2. Sistema De Administración
 - 2.5.4.2.1. Servidor De Gestión
 - 2.5.4.2.2. Consola De Monitoreo
 - 2.5.4.2.3. Sistema De Administración De Alarmas
- 2.5.4.3. Software y Dispositivos De Grabación
- 2.5.4.4. Sistema De Alarma E Intrusión – Paneles de Alarma
- 2.5.4.5. Transmisión de Video

2.5.5. Sistema De Comunicaciones

- 2.5.5.1. Switches De Comunicación
- 2.5.5.2. Plataforma De Comunicación
- 2.5.5.3. Accesorios De Red – Codificadores

2.6. Planteamiento Esquemático De La Propuesta – Diseño Del Sistema

- 2.6.1. Planos de Arquitectura del Sistema
- 2.6.2. Planos De Arquitectura.
- 2.6.3. Planos De Conexionado
- 2.6.4. Planos De Distribución de Equipos

3. GESTIÓN DEL PROYECTO

- 3.1. Gestión Del Alcance - EDT
- 3.2. Gestión Del Tiempo
- 3.3. Gestión De Los Costos
- 3.4. Gestión De Los Suministros

4. ANÁLISIS DEL PROYECTO

- 4.1. Análisis Cualitativo De Costo Beneficio
- 4.2. Análisis Cuantitativo De Costo Beneficio

CONCLUSIONES

RECOMENDACIONES

ANEXOS

BIBLIOGRAFÍA

ÍNDICE DE TABLAS Y FIGURAS

TABLAS

1	Características básicas de las barreras infrarrojas Siemens
2	Características básicas de los PIR cortina
3	Distribución de dispositivos de Intrusión en la Instalación Minera
4	Relación de Candelas y Lux
5	Área de un lente de 1/3" a 10 metros de distancia.
6	Guía de intercambio de lentes
7	Resumen de tipos de Iris y aplicaciones
8	Comparación de las características en marcas ofrecidas en el mercado
9	Tabla de especificación de puertos de fuente de poder
10	Características básicas del PIR volumétrico – SIEMENS
11	Distribución de equipos CCTV en las zonas a proteger
12	Características eléctricas del servidor de gestión VIDOS
13	Rangos de CIF definidos para resolución de imagen
14	Cantidad de cámaras por site y por modelo
15	Opciones de Módulos de Almacenamiento (DISK ARRAY)
16	Características básicas del módulo de interfaz de red
17	Características básicas de los teclados D1255
18	Modelos de los Switches
19	Distribución de los Puertos por cada VLAN
20	Direcciones IP de los equipos interconectados con la red.
21	Entregables por fases
22	Lista de Entregables
23	Lista de Hitos
24	Resumen de los costos del proyecto
25	Lista de Equipos y Materiales del proyecto
26	Análisis de costos totales por inversión del proyecto

FIGURAS

A	Vista exterior e interior de las Oficinas Administrativas
B	Vista exterior e interior del Almacén
C	Vista de las Pozas de Lixiviación
1	Barreras de protección en Sistemas de Seguridad
2	Izquierda.- Instalación de contactos magnéticos en puertas de doble hoja.- Derecha.- Instalación de contactos magnéticos en puertas de una hoja
3	Barreras Infrarrojas
4	Técnica utilizada para la instalación de las barreras infrarrojas
5	Cobertura de un dispositivo de barrera infrarroja
6	Aplicaciones del PIR cortina
7	Cobertura del PIR cortina
8	Protección de zona ciega por PIR anterior
9	Vista de una celda fotoeléctrica o píxel
10	Formato de Cámaras
11	Vista con diferentes índices de lux rating.
12	Ejemplo de cámaras con diferente resolución. La imagen captada por la cámara 1 cuenta con mayor resolución que la imagen 2.
13	Compensación de Backlight
14	Captura de imagen con Shutter Electrónico Automático
15	Captura de imagen con Control Ajuste de Ganancia
16	Puntos de conexionado de una cámara de video (Tipo de cámara: Fija)
17	Montaje del lente en la cámara (Tipo de cámara: Fija)
18	Lente Varifocal
19	Lente Zoom Motorizado
20	Aperturas de Iris a Varios F-Stop

21	Tipos de soportes de cámaras de video.
22	Cámara fija
23	Cámara domo fija
24	Cámara PTZ
25	Cámara domo móvil.
26	Ejemplo de seguridad perimetral con cámaras fijas en las Oficinas de Administración
27	Cámara fija a color – Día/Noche – Bosch 0495
28	Cámara domo móvil a color – Día/Noche – Bosch Autodome Serie 300 (Soporte en pared)
29	Opción Day/Night – Comparación entre cámaras convencionales y cámaras con ésta opción
30	Opción Night Sense – Aumenta la sensibilidad de la cámara 50 veces mas – Visualización de mayor cantidad de detalles.
31	Partes de una cámara domo de la Serie Autodome
32	Detalle de borneras de Fuente de Poder de la cámara Autodome
33	Señalización de puntos ciegos dentro de la escena de visión de una cámara
34	Puntos ciegos y medios de protección
35	Izquierda: Vista del PIR Abanico Modelo IS390H Siemens .-Derecha: Cobertura de PIR IS390H
36	Dirección de los PIR para la protección de las cámaras de CCTV
37	Protección perimetral con cámaras móviles exteriores
38	Consola de Monitoreo
39	Sistema resumido de administración de video
40	Servidor de gestión
41	Viewer de un Sistema de CCTV
42	Estructura del Sistema de Intrusión
43	Cálculo de almacenamiento por una cámara de video
44	Cálculo de almacenamiento para todo el sistema
45	Módulos de Almacenamiento (DISK ARRAY)
46	Panel de Control de Intrusión
47	Diagrama general del sistema de intrusión
48	Componentes de un teclado de intrusión
49	Relación entre panel de intrusión y la red de comunicaciones
50	Coaxial de 75 Ohms para CCTV
51	Limitaciones de distancia en los tipos de cable coaxiales
52	Instalación común de la transmisión del tipo telefónico
53	Transmisión por par trenzado
54	Partes de transmisor de fibra óptica
55	Instalación del tipo de transmisión de Video por Red
56	Topología de interconexión del sistema propuesto
57	Estructura básica de la red de Switches
58	Software Megavision
59	Interconexión básica aplicada en el sistema de comunicaciones.
60	Manejo del flujo Unicast y Multicast.
61	Aplicación de filtro deblocking
62	Vista Frontal – Módulo con 4 (cuatro) slots .-Vista posterior – Con 4 (cuatro) tarjetas de video
63	Tarjeta codificadora de 4 (cuatro) canales
64	Ruta de la señal de video a sistema de administración de CCTV
65	Estructura de Desglose del Trabajo
66	Resumen del Cronograma del Proyecto

INTRODUCCIÓN

Debido al incremento de los índices de criminalidad, en la actualidad las plantas productoras de mediano y gran capital requieren un completo plan de seguridad compuesto por sistemas de detección de intrusiones, monitoreo por cámaras de seguridad, detección de fuegos y control de acceso con el fin de salvaguardar la integridad del personal y de la propiedad.

Los eventos de intrusión y los robos que se producen a diario en las grandes empresas han hecho que los propietarios consideren dentro de sus presupuestos anuales la implementación y mejoramiento de sistemas basados principalmente en circuitos cerrados de televisión, siendo considerado como los ojos remotos para la seguridad en todo sentido. Es ahora el sistema de CCTV una de las piezas fundamentales para el inicio de las operaciones y por ende, el éxito de un trabajo sin interrupciones.

Los más altos estándares de calidad y protección contra ambientes y climas adversos se consideran en empresas del sector de metales y minería, razón por la que se procede a realizar este estudio y diseño con equipos confiables y apropiados en cada caso.

La presente tesis muestra en sus capítulos el análisis técnico y económico para la implementación de un Sistema de Seguridad Electrónica con Monitoreo Centralizado en una Instalación Minera; para lo cual, en el primer capítulo se describen los conceptos básicos de seguridad electrónica, su importancia y en enfoque actual de ésta técnica en el país.

El segundo capítulo se desenvuelve en el contexto del diseño del sistema y el desarrollo de su arquitectura, explicando a detalle los tipos de equipamiento existente y los criterios de selección de los mismos según su aplicación.

El tercer capítulo presenta la planificación y gestión del proyecto siguiendo los lineamientos de las mejoras prácticas de la gestión de proyectos; para finalmente en el cuarto capítulo realizar un análisis cuantitativo del costo beneficio que tendría una entidad minera de implementar el sistema diseñado.

1. CONCEPTOS BÁSICOS DE SISTEMAS DE SEGURIDAD ELECTRÓNICA

1.1. DEFINICIÓN DE LOS SISTEMAS DE SEGURIDAD ELECTRÓNICA

El Circuito Cerrado de Televisión o su acrónimo CCTV, que viene del inglés: Closed Circuit Television, es una tecnología de video vigilancia visual diseñada para supervisar una diversidad de ambientes y actividades. [1]

Se le denomina circuito cerrado ya que, al contrario de lo que pasa con la difusión, todos sus componentes están enlazados. Además, a diferencia de la televisión convencional, este es un sistema pensado para un número limitado de espectadores.

El circuito puede estar compuesto, simplemente, por una o más cámaras de vigilancia conectadas a uno o más monitores o televisores, que reproducen las imágenes capturadas por las cámaras. Aunque, para mejorar el sistema, se suelen conectar directamente o enlazar por red otros componentes como vídeos u ordenadores. [2]

Actualmente, estos sistemas incluyen visión nocturna, operaciones asistidas por ordenador y detección de movimiento, que facilita al sistema ponerse en estado de alerta cuando algo se mueve delante de las cámaras.

1.2. IMPORTANCIA DEL USO DE SISTEMAS DE SEGURIDAD EN EL ÁMBITO EMPRESARIAL

La importancia de los Sistemas de Seguridad en el ámbito empresarial se basa en los siguientes puntos:

- Ayuda a proteger vidas humanas debido a que mediante este sistema pueden ser monitoreadas áreas distantes en lugares donde al momento de surgir algún accidente las personas involucradas en el mismo no puedan pedir ayuda. Permite darnos cuenta de: que ha pasado, cuando y donde está ocurriendo el problema, pudiendo de esta manera enviar el personal calificado para responder dicha emergencia con el equipo necesario para tal fin.
- Reduce la posibilidad de que personas no autorizadas puedan acceder a informaciones confidenciales de la empresa o industria tales como parámetros de control de procesos, firmas de acuerdos importantes, entre otras.
- Permite observar áreas donde se manejan materiales o algunas maquinarias cuya acción puede causar daño físico e inclusive la muerte al personal que trabaja en dichas áreas (por ejemplo, lugares donde se manejan sustancias químicas, materiales radiactivos, sustancias con alto grado de inflamabilidad, entre otras) .

- Así mismo, permite observar áreas donde se manejan materiales o algunas maquinarias de alto valor, los cuales pueden provocar eventos de hurto o manipulación sospechosa.
- Asegura la grabación en alta definición de eventos significativos cuando ocurran a medida que se puedan integrar los sistemas CCTV con alarmas de sensores en un ciclo de tiempo real.
- Permite realizar monitoreo simultaneo de varios puntos alejados físicamente uno del otro desde una posición central de seguridad.
- Reduce sustancialmente los costos de personal de seguridad, logrando una recuperación de la inversión en un corto plazo.

Por todo ello, los sistemas de seguridad se vienen imponiendo como prioritarios dentro del ámbito empresarial dado que sus beneficios son reflejados siempre que se cuente con una correcta configuración.

1.3. ENFOQUE ACTUAL DE LA SEGURIDAD ELECTRÓNICA EN EL PAÍS

En la actualidad, los sistemas de vigilancia por circuitos cerrados de televisión y de intrusión dejaron de ser un sistema utilizado solo por grandes empresas, ya que debido a una reducción importante en los costos y a la concientización de la necesidad de su uso pasaron a ser elementos imprescindibles, no solo para seguridad sino también para ser utilizados como sistemas de control de personal o de zonas en las cuales las condiciones ambientales las constituyen en imprescindibles.

La necesidad de controlar el ingreso de personas no autorizadas en algún lugar determinado es la base de la existencia de estos equipos, los cuales mantienen la seguridad en comercios, oficinas, industrias, almacenes, áreas de diseño o desarrollo, laboratorios, entre otros.

La instalación de los sistemas de alarmas contra intrusos ha contribuido a reducir la cantidad de robos y hurtos producidos en las empresas de todo el mundo, presentando no sólo la ventaja directa de la seguridad que brinda a las personas y sus bienes sino también permitiendo reducir los montos de las primas de sus seguros. Sin embargo, como su uso aún no está debidamente generalizado, cada año continúan produciéndose numerosos incidentes, con daños humanos y materiales causados por la falta de una oportuna detección.

Los fabricantes de los equipos que constituyen los sistemas de seguridad año a año presentan al mercado una serie de dispositivos con mayores prestaciones. Es por ello y por la fuerte publicidad que cada vez se reducen las empresas que no cuentan con sistemas de protección con estas características.

1.4. TENDENCIAS DE LOS SISTEMAS DE SEGURIDAD ELECTRÓNICA

Así como la era digital impacto en los dispositivos existentes en el mercado, los sistemas de seguridad también han sido influenciados fuertemente por esta tendencia dado que la tecnología IP está abarcando el ámbito empresarial facilitando el manejo de su información.

Lourdes Adame Goddard, Directora del Instituto Mexicano de Teleservicios, afirma en entrevista dada al portal Contact Forum el 26 de Octubre de 2009 que cada día las empresas están adoptando más la tecnología IP y, es un hecho, que está revolucionando las comunicaciones empresariales. Ya no se trata de una tecnología que está a prueba, sino que su utilización en las empresas es un recurso indispensable.

Por otro lado, Mario Vázquez Santamarina, Director General de Mitel Networks, indica en la misma entrevista que considera que esta revolución se da principalmente en tres áreas estratégicas para las empresas como son la administración de las relaciones con clientes para incrementar los niveles de calidad en el servicio; el centro de contacto y en la comunicación interna.

Las comunicaciones IP se basan en la convergencia de aplicaciones multimedia habilitadas con arquitecturas convergentes que entregan los servicios a través de una sola Red. El bajo costo es un beneficio de esta tecnología otorgando un servicio de primera.

La empresa tecnológica Sony da un descripción interesante en la cual da un alcance sobre la tecnología IP interrelacionada con los sistemas de seguridad.

Ellos recalcan que es importante tener en cuenta que una solución de monitoreo de vídeo cuenta con los mismos 4 componentes que una solución de seguridad tradicional.

- La cámara
- El cable
- El grabador
- El monitor

En el caso específico de las cámaras de video, mientras que la única función de una cámara analógica es captar imágenes y enviarlas por cable a un multiplexor o DVR, una cámara de IP/red es un dispositivo digital realmente inteligente. Cuenta con un ordenador, un chip CMOS, que realiza en la cámara el mismo proceso que el DVR (grabador de vídeo digital) en la unidad grabadora, es decir, digitaliza, filtra y comprime la imagen.

En la vigilancia por IP la mayoría de las funciones están integradas en la cámara, inclusive las funciones inteligentes, como la detección de movimiento.

Hay que tener en cuenta que la CCTV no originó la tecnología IP; es sencillamente una aplicación más que utiliza la tecnología IP existente. Una de las diferencias fundamentales entre una cámara analógica y una de red es que la de red, además de captar la imagen, tiene que convertirla y direccionarla.

Existe un mercado muy grande de antiguas cámaras analógicas y las organizaciones no pueden decidir si desechar sus cámaras existentes a menos que se vean obligadas a hacerlo. Para resolver la situación, son varios los fabricantes que han producido servidores IP y codecs. Dichos dispositivos digitalizan y comprimen la imagen analógica, lo que permite enviarla a una red IP. En eso reside la capacidad de controlar las cámaras.

A diferencia de los sistemas CCTV tradicionales, las redes IP son compartidas. Emplean la red de la organización, que también se utiliza para trasladar datos con otros fines. Dichas LAN, o redes locales, son digitales y las organizaciones las utilizan para conectar ordenadores y dispositivos como impresoras, servidores y demás. Algo fundamental que ha contribuido a la difusión de este tipo de redes es la facilidad con la que se puede añadir cada nuevo dispositivo. Basta con conectarlo a la red LAN y de inmediato se vinculará con los demás dispositivos de la red.[17]

Casi el 90% de las redes LAN utilizan el estándar de interconexión de redes Ethernet. Así como Ethernet es el estándar dominante en redes, el protocolo TCP/IP es el más difundido en las comunicaciones por red. TCP/IP son dos protocolos que actúan juntos. El TCP (Transmission Control Protocol) verifica los datos y comprueba que lo que se ha enviado se haya recibido. Si no es así, solicita que se vuelvan a enviar los datos. El IP (Internet Protocol) se encarga del transporte, la ubicación y el direccionamiento de los datos.

Un concepto fundamental del protocolo IP es el "direccionamiento" de dispositivos de hardware en red como cámaras, servidores y demás. La dirección IP identifica de modo exclusivo cada unidad de equipo de la red, tal como un número de teléfono identifica una dirección determinada. Se expresa con una notación decimal de cuatro partes, como 101.98.126.8, que asigna el administrador de la red.

Con respecto a los grabadores de video, en la tecnología IP, el grabador es un PC muy parecido a la mayoría de los domésticos, con la salvedad de que, debido a la aplicación a que se destina, cuenta con un procesador de máxima velocidad, con tanta memoria como sea posible y toda la capacidad de almacenamiento disponible, por ejemplo, un mínimo de 512 K de RAM y un disco duro de 160 Gigabytes.

Para finalizar, el software es tal vez, el elemento más importante de las soluciones IP de

seguridad y vigilancia. Los paquetes más utilizados se han diseñado de modo que sea sumamente sencillo instalarlos y utilizarlos.

El software del PC permite ver y almacenar las imágenes, con etiquetas de hora y fecha, y recuperarlas para revisar incidentes. En ciertos casos el software cuenta con VMD (detección de movimiento de imágenes), por lo que si la cámara carece de dicha funcionalidad, ésta puede residir en el software IP del ordenador.

Así, a mi parecer, con todas las características mencionadas, se resume que la tecnología IP estará totalmente afianzada en el mercado en los próximos dos años. Su capacidad de fácil comunicación hace que sea el impulso de las empresas de invertir en un proyecto que permita implementar esta tecnología.



2. DISEÑO DEL PROYECTO

2.1. ESPECIFICACIONES DEL PROYECTO

2.1.1. Evaluación Preliminar del Proyecto

2.1.1.1. Definición de la Problemática

Como toda instalación minera cada parte dentro del proceso de producción tiene considerado materiales, documentos, equipos y productos de alto valor para la empresa y el público en general. La ubicación de las mineras en el Perú siempre es en comunidades de las provincias con más alta generación de minerales y debido a que es tierra de explotación no es posible cercar la operación minera.

Estas características han llevado a que se registren gran cantidad de pérdidas y daños a la propiedad producidos por pasteo de ganado, manifestaciones de las comunidades, fiestas patronales y en el peor de los casos, hurto planificado por el fácil acceso a la producción. Los responsables de la vigilancia en las áreas en mención verifican de manera tardía tuberías obstruidas o golpeadas, cables de comunicación saboteados, equipos con piezas faltantes; así como personas huyendo de las pozas de solución rica con contenedores cargados de mineral para la venta clandestina. De igual manera, las manifestaciones consecuencia del descontento de la comunidad han podido y pueden poner en riesgo al personal contratado por la minera.

Los departamentos de seguridad en las mineras solían implementar brigadas de seguridad para zonas críticas y consideraban la contratación de personal de vigilancia en todos los accesos. Sin embargo, a pesar del aumento de personal, dicho grupo no ha podido cubrir a cabalidad la seguridad de las áreas asignadas viéndose la necesidad de buscar nuevos procedimientos que aseguran anticiparse a un evento desafortunado.

Las mineras con más alta producción a nivel nacional ya vienen implementado métodos más eficaces basados en sistemas automáticos que permitan no solo asegurar la detección prematura de eventos desafortunados sino utilizarlos como medio disuasivo ya que advierte la presencia de un sistema que pueda tomar a detalle información de los intrusos en las áreas de operación.

A la fecha de inicio de desarrollo de este trabajo de tesis, la instalación minera elegida no contaba con sistemas de seguridad automática; sin embargo, tenía culminado el estudio de factibilidad para la implementación de este proyecto y la aprobación del presupuesto. Para tal fin, contrato a una empresa consultora que les brindo un presupuesto aproximado y

realizó una evaluación de las marcas usadas en el mercado dejando homologadas ciertas marcas, siendo la definida para el sistema de centralización de información a Bosch Systems.

Se tiene como objetivo, entonces, realizar el diseño de una arquitectura capaz de brindar un sistema de seguridad que genere alarmas ante registros de actividades no autorizadas por la instalación minera en las áreas del proceso a definir en las siguientes secciones, teniendo como limitación el uso de las marcas homologadas y cumpliendo el presupuesto aproximado.

2.1.1.2. Especificación de los Requerimientos

Esta sección comprende los requerimientos mínimos que deberán ser aplicados en el diseño de la presente tesis. Estos requerimientos se basan en las limitantes y características que debe tener el sistema según lo definido por el usuario final del mismo, que para nuestra aplicación es una instalación minera.

Áreas del proyecto: A pesar que este proyecto puede ser implementado en todas las áreas de una mina, se aplicará únicamente a las tres áreas más representativas a manera de un proyecto piloto. Dichas áreas serán las Oficinas Administrativas, las Pozas de Solución Rica y el Almacén Central.

Condiciones Ambientales: Los equipos e instalaciones serán diseñados y especificados para condiciones de operación de trabajo pesado y continuo, en un servicio de 24 horas por día durante los 365 días del año.

Los equipos deberán ser aptos para trabajar con alto nivel de contaminación por ambiente corrosivo. Las instalaciones y equipos deberán diseñarse y seleccionarse para las condiciones climáticas y geografía del lugar de emplazamiento de la planta que se señalan a continuación:

- Elevación : 2700 msnm;
- Presión Atmosférica : 74.39 kPa abs;
- Temperatura Máxima Promedio : 27 ° C;
- Temperatura Mínima Promedio : 7 ° C;

El diseño, especificaciones, construcción y pruebas del equipamiento e instalaciones serán los adecuados para operar bajo las condiciones ambientales señaladas.

En general, las condiciones de operación son aquellas típicas de una faena minera, es decir, polvo en suspensión, ruido y altos niveles de vibración.

Así mismo, la presente tesis debe cumplir con los requerimientos técnicos mínimos que permitan definir el equipo a utilizar para cada caso:

Cuarto de Control	<ul style="list-style-type: none"> • El cuarto de control deberá alojar a los servidores y estaciones de trabajo que permitan centralizar el monitoreo de las señales a recibir en las áreas a proteger. El sistema de CCTV y el sistema de Alarmas deben ser monitoreados desde este punto. • Uso del sistema con la marca homologada por la mina en desarrollo: Bosch Security
Dispositivo de Grabación	<ul style="list-style-type: none"> • DVR de 16 canales híbrido (capacidad de monitorear Cámaras IP y Analógicas) • Capacidad de grabación via Ethernet (NVR) con almacenaje externo RAID5 • Registro de hasta 64 corrientes de video en simultaneo.
Cámaras de Video	<ul style="list-style-type: none"> • Capacidad de funcionamiento sobre los 2500 metros sobre el nivel del mar. • Uso de cámaras fija y cámaras domo según área a proteger sobre red IP. • Posibilidad de visión nocturna y detección de movimiento.. • Las cámaras domo deben ser modulares para facilitar el reemplazo de piezas. • Protección de las cámaras con dispositivos de disuasión, tales como pir volumétricos.
PIR	<ul style="list-style-type: none"> • Uso de PIR para cubrir puntos ciegos de camaras de video. • Tecnología IR • Asegurar capacidad de funcionamiento en condiciones hostiles.
Barrera Infraroja	<ul style="list-style-type: none"> • Utilizar en áreas en las que haya visibilidad entre ambos extremos. • Tecnología IR
Panel de Alarma	<ul style="list-style-type: none"> • Capacidad de división de las alarmas por zonas, permitiendo que cada zona sea activada y desactivada de manera individual. • Tecnología IP • Compatibles con el sistema de monitoreo y administración • Envío de reportes via IP

Switches	<ul style="list-style-type: none"> • Transmisión multicasting • División de entradas por VLANS • Uso del mismo modelo para toda la arquitectura independiente de la aplicación. La elección debe ser basada en el cumplimiento de 10GB como transmisión de datos.
Codificadores	<p>Modulares, rackeables</p> <p>Dual stream</p> <p>Compatibles con el sistema principal</p> <p>Con detección de fallas</p>

2.1.2. Descripción del Alcance

El proyecto desarrollado en este documento de tesis, estará basado en una evaluación de las mejores técnicas de seguridad electrónica con el fin de definir en una instalación minera establecida los equipos requeridos para su protección por medio de un sistema de seguridad electrónica.

La instalación minera en la que se trabajará estará comprendida por tres áreas denominadas: oficinas administrativas, almacén y pozas de lixiviación. Estas tres áreas por ser tan distintas permiten obtener un panorama claro de los criterios que deben utilizarse para el diseño de instalaciones mineras con similares características:

Oficinas Administrativas: Como su descripción lo indica corresponde a un área de trabajo de personal administrativo ubicado en cubículos de trabajo. Es una construcción de concreto con puertas de vidrio alrededor del perímetro y cuenta con equipos electrónicos tales como laptops, impresoras, proyectores; así como documentación de carácter confidencial para la compañía (Ver Figura A).

Riesgo: Hurto de equipamiento y filtración de documentación.



Figura A.- Vista exterior e interior de las Oficinas Administrativas

Almacén: Área cerrada de estructuras metálicas con techo metálico para el almacenamiento de equipos adquiridos para los procesos de la mina así como del stock de repuestos. Alrededor del perímetro exterior también se almacenan piezas de mayor tamaño (Ver Figura B). Toda el área de almacén está cercada con malla metálica y puertas de hierro.

Riesgo: Hurto de equipamiento



Figura B.- Vista exterior e interior del Almacén

Pozas de lixiviación: Área abierta protegida con barandas de metal para evitar traspaso de intrusos a las pozas que contienen solución rica en minerales.

Riesgo: Intrusión y hurto de solución rica para reventa. Ver Figura C.



Figura C.- Vista de Pozas de Lixiviación

Es requerimiento del proyecto asegurar una vigilancia de las áreas involucradas por medio de un sistema automático que pueda ser monitoreado desde una sala de control. La expectativa del usuario es reducir eventos sin registro como lo suscitado con el personal responsable de la vigilancia en sitio.

El producto desarrollado por el presente documento de tesis estará basado en dos etapas de trabajo. La primera de ellas, llamada Desarrollo del Diseño, realizará un análisis de las necesidades y categorías de seguridad a implementar en esta aplicación. Su principal entregable comprende una ingeniería básica que determina ubicaciones y dispositivos requeridos según su funcionalidad en las tres áreas a proteger así como la definición de los modelos exactos a utilizar con un análisis del requerimiento eléctrico y conexas para su correcta implementación. La última etapa es la Integración del Sistema, donde se

desarrollarán los planos de arquitectura, conexión y distribución de los equipos en planta.

2.1.3. **Riesgos Iniciales**

2.1.3.1. **Asunciones**

- Las zonas a proteger no cuentan con ningún sistema de seguridad instalado que deba ser integrado al propuesto en este proyecto de tesis.
- Todas las áreas a proteger están ubicadas en zonas con condiciones climáticas hostiles.

2.1.3.2. **Límites del Proyecto**

- El proyecto sólo incluye la protección con un sistema de seguridad electrónica en tres áreas identificadas como las Oficinas Administrativas, el Almacén Central y las Pozas de Lixiviación.
- El proyecto no incluye la instalación ni implementación del sistema, solo el diseño del mismo.
- La instalación Minera cuenta como marca homologada para el sistema de monitoreo a Bosch Systems.
- El proyecto no incluye la adquisición de los equipos resultado del diseño del sistema.

2.2. **OBJETIVOS DEL PROYECTO**

Considerando el producto del proyecto como un Sistema de Seguridad diseñado aplicable en una Instalación Minera, se definen los objetivos del mismo:

- Realizar el diseño de una arquitectura capaz de brindar un sistema de seguridad que genere alarmas ante registros de actividades no autorizadas por la instalación minera en las áreas del proceso definidas teniendo como limitación el uso de las marcas homologadas y cumpliendo el presupuesto aproximado.
- Implementar anillos de seguridad externa (Categoría de Protección 0), protección perimetral (Categoría de Protección 1) y protección al área a proteger (Categoría de Protección 2) a las áreas de Oficinas Administrativas, Almacén Central y Pozas de Lixiviación ubicados en una Instalación Minera.
- Analizar y determinar los equipos de seguridad adecuados para las categorías de protección en cada caso.

- Implementar monitoreo centralizado de todo el sistema de seguridad desde el Centro de Control de Seguridad.
- Determinar la estructura de comunicaciones necesaria para la transmisión de datos de video y alarma.
- Desarrollar el proyecto en un tiempo de 6 (seis) meses.
- Lograr la recuperación de inversión en un máximo de 18 (dieciocho) meses.
- Brindar como solución equipos de seguridad que cuenten con certificación UL (Normas que reúnen los requisitos mínimos de seguridad en equipos y materiales)

2.3. GENERALIDADES DEL SISTEMA

Como se mencionó en secciones anteriores, el sistema de seguridad propuesto en el presente trabajo de tesis consta de un diseño capaz de satisfacer categorías de protección de los sistemas de seguridad, las cuales se describen de la siguiente forma y se grafican en la figura 1:

Categoría 0: Protección Perimetral externa – Primer frente ante un evento de intrusión. Puede incluir barreras infrarrojas, sensores de vibración en cercos.

Categoría 1: Protección Perimetral – Aviso de intrusión o situaciones extrañas en el perímetro del área crítica a proteger. Usualmente vinculado a cámaras de video.

Categoría 2: Protección del área a proteger, que incluye control y monitoreo de puertas, rotura de ventanas, control de ingreso a las zona crítica, entre otros con similares características.

Categoría 3: Seguridad interna del área crítica.

En todos los casos, se alineará el análisis a protección en la categoría 0, 1 y 2 y se incluirán todos los dispositivos necesarios para llevar a cabo la comunicación y lograr la administración centralizada de todos los subsistemas relacionados en las tres áreas de la instalación minera considerada.

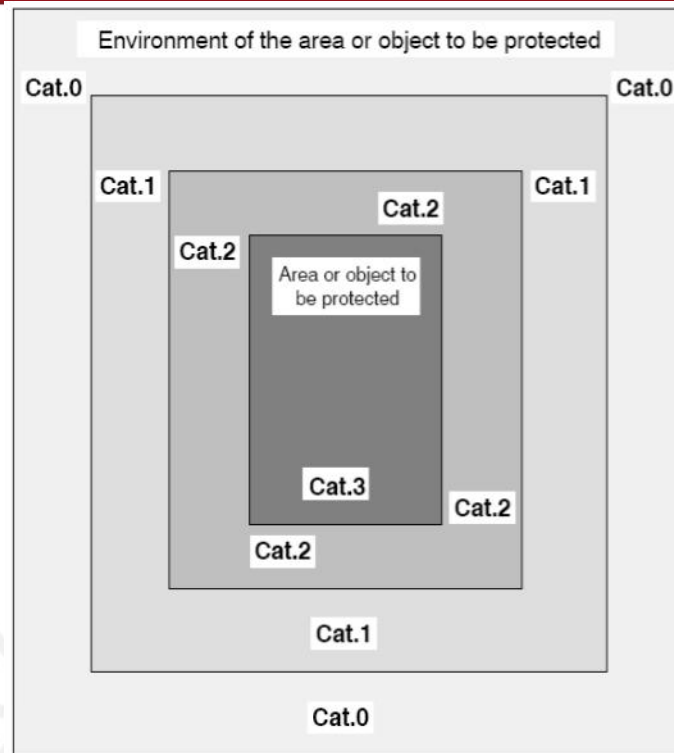


Figura 1.- Barreras de protección en Sistemas de Seguridad

Fuente: www.buildingtechnologies.usa.siemens.com [4]

2.4. DESARROLLO DEL SISTEMA

En esta sección se desarrollarán las características de cada categoría de protección así como la evaluación de los dispositivos que serán elegidos en cada área.

La integración de las categorías de protección es realizada por un sistema de centralización, también llamado Sistema Centralizado de Seguridad en un Centro de Control (llámese Centro de Control al área o espacio físico en el cual se ubicaran los equipos requeridos para un Sistema Centralizado de Seguridad)

2.4.1. Categoría 0 – Protección Limite Externo

2.4.1.1. Características Generales

La protección de Limite Externo está conformada generalmente por alarmas generadas por dispositivos de interrupción. Estos equipos de seguridad ante la interrupción de la señal generada por haces de luz o contacto emiten una alarma (contacto seco) hacia un punto de centralización con el fin de detectar exactamente el lugar de la intrusión.

Los detectores (dispositivos de interrupción) se fabrican con diversas técnicas que operan bajo principios de funcionamiento diferentes. En la mayoría de los casos se dispone un elemento sensor que analiza la alteración de alguna magnitud física. Esta alteración es detectada por un circuito electrónico asociado que opera un contacto normalmente cerrado, que al abrirse envía la información de su estado a la central, la que acciona la alarma acústica y/o lumínica del sistema, para advertir la presencia de intrusos en el ambiente en que se halla instalado. Estos detectores deben ser cuidadosamente seleccionados en función del tipo de alteración a identificar, para evitar falsas alarmas. Por lo general, el detector está concebido para dar una rápida advertencia a un costo razonable. Esta advertencia sólo es posible si el detector está correctamente localizado, instalado y mantenido. Los detectores no pueden dar aviso si el intruso no atraviesa el campo de acción de ellos.

A continuación se presenta una síntesis de las características de los tipos de detectores que se emplean en la actualidad para esta categoría:

PIR o sensor de movimientos infrarrojo: Este sensor trabaja mediante la detección de la radiación infrarroja emitida por los cuerpos vivos ubicados dentro de su campo de acción. El mismo tiene una lente de forma especial que concentra los rayos infrarrojos en su foco, donde se instala el sensor propiamente dicho.

Cabe señalar que los detectores de presencia por infrarrojos se están introduciendo cada vez más en el ámbito industrial. Este auge se debe no sólo a que resulten cómodos y prácticos para el encendido y temporización de luces y otras aplicaciones, sino también a la fiabilidad que han venido demostrando en los años que llevan en el mercado.

Sensor de movimientos dual-tech (doble tecnología) Infrarrojo-Microonda: Este sensor de movimientos es uno de los más confiables que hay la actualidad, ya que a la acción de la detección infrarroja descrita anteriormente, se añade el uso de microondas.

La parte de microondas envía una señal desde el sensor hasta el final de su zona de alcance y luego el rebote de la señal permite confirmar que no hay intrusos. Al ser interrumpida la señal por una persona u animal, la señal la regresa más rápido y el sensor detecta la anomalía. Sólo si la parte de microondas y la parte de infrarrojo detectan simultáneamente una anomalía en su área de cobertura se activa el sistema, minimizándose así la ocurrencia de falsas alarmas.

Sensor de ultrasonido: Este sensor se basa en el efecto Doppler y resulta similar al componente de microondas descrito anteriormente, usándose en zonas al aire libre, donde no resultan efectivos otros tipos de detectores.

Sensor de rotura de cristal: Este sensor trabaja detectando las frecuencias del sonido característico que emite un cristal al ser quebrado, mediante el uso de un micrófono instalado en el interior del detector. Este sensor se instala en lugares como ventanales, puertas corredizas de cristal, etcétera. El detector de rotura de cristal se coloca en el techo o en las paredes, siempre pensando en que esté frente al área a proteger. Habitualmente su cobertura es de algo más de 4 m².

Barrera infrarroja: Este sistema detector consta de un emisor y un receptor infrarrojo, colocados a cierta distancia entre sí que varía según el alcance del equipo, de manera tal que la interposición de algún cuerpo en el trayecto entre ambos elementos produzca la desaparición de la señal recibida, activándose la correspondiente señal de alarma.

Este sistema resulta de bajo costo, pero necesita de un mayor cableado que en el caso del PIR, en virtud de que necesita una conexión para el emisor y otra para el receptor. Es necesario además, que el emisor y receptor tengan línea de vista.

Contacto magnético: este detector sirve para proteger todos los accesos del ambiente a proteger que dan al exterior, como las puertas o ventanas de uso normal, pudiendo ser instalados en distintos tipos de aberturas de metal o de madera, siempre y cuando las mismas no tengan movimiento con el viento. Su funcionamiento se basa en sus salidas de contacto seco, las cuales reportan el cambio al panel de control y se produce la alarma.

En todos los casos, en el área protegida, se utiliza adicionalmente un elemento de alarma física que suele verse representado por una sirena (o campana) que advierte de la ocurrencia de una intrusión detectada por el sistema, mediante una señal sonora de alto nivel. En algunos casos, también puede incluir algún tipo de señalización visual, como balizas y destelladores (flash), para aquellas personas que tienen problemas de audición o cuando existe un alto nivel de ruido ambiente. [7]

La sirena se coloca dentro de un gabinete para su protección o a la intemperie de acuerdo al modelo elegido y se instala en alguna zona visible del área a proteger. Además de su función de alertar en los casos en que se ha detectado un intruso, la sirena exterior es un elemento disuasivo de por sí, ya que advierte de la existencia de un sistema de alarma instalado en la zona. Estas sirenas emiten un sonido de unos 120 decibeles (equiparable al

sonido de una ambulancia) y tienen una protección antidesarme que envía una señal a la central, en los casos en que se pretenda sabotear su correcto funcionamiento.

Para determinar el tipo de alarma a instalar debe tenerse en cuenta algunos factores como el nivel de ruido ambiental, el tipo y calidad del sonido ambiental, la duración de la señal requerida, el nivel acústico deseado y la alimentación eléctrica disponible. Por ello, para su correcta instalación hay que tener en cuenta la presencia de fuentes de sonido en los locales a proteger, como por ejemplo equipos de aire acondicionado, sistemas estereofónicos, maquinaria en funcionamiento, etcétera, que eventualmente impidan la audición de las sirenas de alarma.

Por otro lado, el entorno en el cual un señalizador luminoso debe ser instalado es lo que determina tanto el tipo de producto como la intensidad luminosa necesaria para cada aplicación. Por ello, un avisador luminoso diseñado para uso industrial, que incorpora una gran salida luminosa nunca podrá ser adecuado para un domicilio y viceversa.

2.4.1.2. Análisis por Área de Protección

2.4.1.2.1. Oficinas Administrativas

Las características de esta área no requieren de haces de luz para protección de intrusos ya que las puertas de ingreso son el primer frente de ingreso, por ello es necesario tener el control sobre los eventos de las puertas, ingresos y salidas en horas en las que el personal ya no se encuentra realizando sus labores. Por lo expuesto, la categoría 0 estaría representada por contactos magnéticos descritos a continuación.

2.4.1.2.1.1. Sensores Magnéticos Para Acceso Peatonal

Estos elementos se componen de dos partes; una que se instala en el marco de la abertura, que es la que contiene un contacto seco (NC) y está conectada al control central; y la otra que es un imán permanente que se coloca en la parte móvil de la abertura.

Si alguien intenta ingresar o vulnerar la zona abriendo alguna abertura, se aleja el imán, y la otra parte queda fuera del campo magnético que mantenía cerrado el circuito, lo que da lugar al envío de una señal al control para activar las sirenas.

Existen de dos tipos básicos: el normal y el oculto; su diferencia radica en que los contactos normales se instalan externamente y son visibles; y los ocultos son utilizados sólo en aberturas de madera y son empotrados dentro de la parte móvil y del marco.

Para esta zona se implementará el uso de los contactos normales en las 11 puertas que conforman el perímetro.

2.4.1.2.2. Almacén

Las características del almacén nos exigen no solo proteger las puertas de ingreso con contactos magnéticos sino también una posible intrusión por las cercas de metal. Por ello, los haces de luz son considerados como la mejor alternativa pues generan una línea de protección previa al ingreso por las puertas produciendo una alarma ante la interrupción de la señal. Dado que el perímetro del almacén son líneas rectas, es posible considerar el uso de las barreras infrarrojas ya que sería posible lograr una línea de vista entre el receptor y transmisor.

2.4.1.2.2.1. Sensores Magnéticos Para Acceso Peatonal

Nuestra aplicación tendrá considerada la instalación de estos dispositivos en puertas exteriores de metal. La figura 2 muestra la instalación de los sensores magnéticos en puertas de doble hoja y de una hoja.

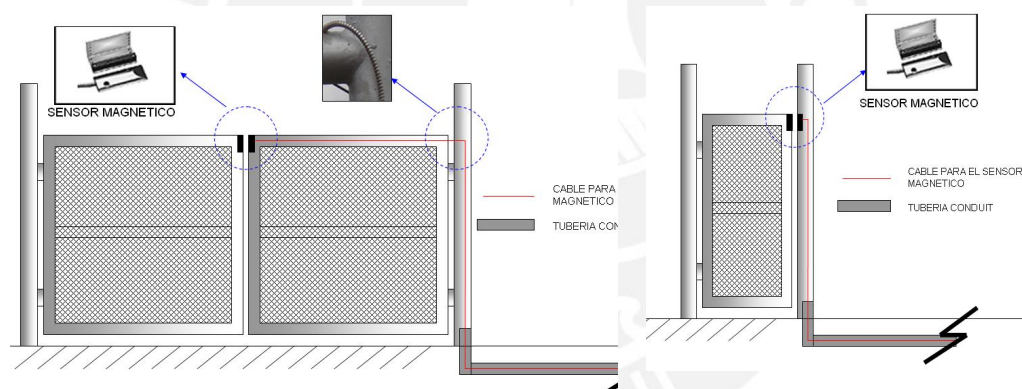


Figura 2.- Izquierda.- Instalación de contactos magnéticos en puertas de doble hoja.-
Derecha.- Instalación de contactos magnéticos en puertas de una hoja

Fuente: Elaboración propia

Para esta zona se hará uso de contactos magnéticos normales en las 12 puertas que rodean el perímetro del almacén y que se encuentran en la cerca de metal.

2.4.1.2.2.2. Barreras Infrarrojas

Cada barrera se compone de dos partes: un emisor que envía continuamente haces infrarrojos invisibles al ojo humano, y un receptor que envía una señal al sistema cuando se interrumpe el haz. La emisión de este haz se produce en forma pulsada y codificada,

cuando un cuerpo interrumpe los haces el sistema informa a la central mediante el accionamiento del relay para activar las señales de audición y visuales (Ver Figura 3).

Estas barreras infrarrojas han sido especialmente diseñadas para ser montadas en exteriores, por supuesto que también es posible colocarlas en interiores, en este caso su alcance será mucho mayor. Ya sea en exteriores o interiores, el emisor y el receptor deben ser fijados en superficies planas, enfrentadas entre sí de tal manera que el haz emisor puede tener línea de incidencia respecto al dispositivo receptor. La figura 4 grafica la técnica utilizada para la instalación de las barreras infrarrojas. [5]

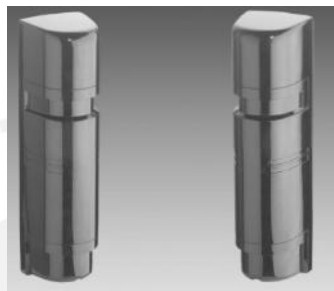


Figura 3.- Barreras Infrarrojas
Fuente: www.boschsecurity.com

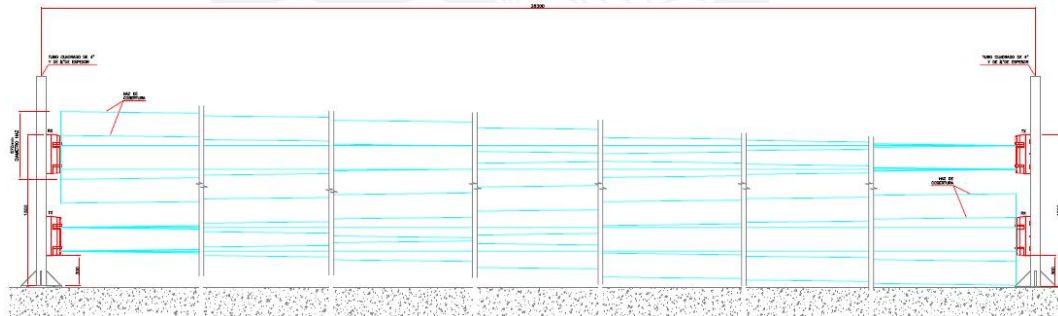


Figura 4.- Técnica utilizada para la instalación de las barreras infrarrojas
Fuente: Elaboración propia

Debido a la criticidad de las áreas a proteger, se incluyen dispositivos de doble haz y en doble fila a fin de cubrir toda la zona vulnerable y generar un muro de haz en todo el largo a proteger. El emisor espera recibir la confirmación de la interrupción de los dos haces para informarlo como alarma, de esa manera se reducen las falsas alarmas por ramas de árboles, pequeños animales, entre otros. La figura 5 muestra la cobertura de los haces emitidos por las barreras infrarrojas a implementar.

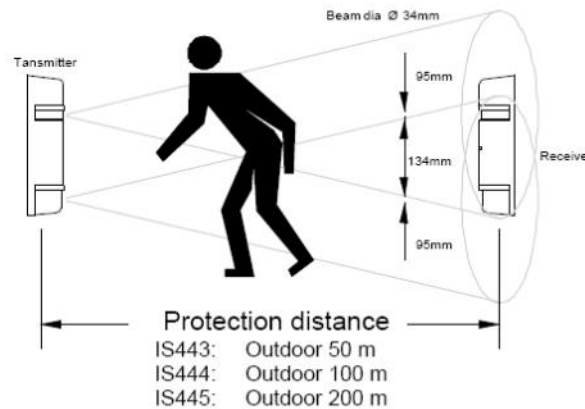


Figura 5.- Cobertura de un dispositivo de barrera infrarroja

Fuente: www.boschsecurity.com

Los modelos elegidos en la marca Siemens proporcionan una mayor sensibilidad del receptor que se ajusta automáticamente ante variaciones ambientales. De este modo, se incrementará en caso de lluvia intensa, granizo o nieve. Además, cuenta con un tiempo de respuesta de 50 milisegundos, lo que lo posiciona en uno de los más rápidos dentro de su categoría. Las características básicas de las barreras infrarrojas se muestran en la tabla 1.

Tipo	IS443	IS444	IS445
Sistema de detección	Interrupción simultánea de ambos haces		
Haces infrarrojos	Haces con doble modulación de impulsos		
Distancias cubiertas	Ext. < 50 m	Ext. < 100 m	Ext. < 200 m
Tiempo de respuesta	50 a 700 ms, ajustable (estándar: 50 ms)		
Alimentación	12 Vcc a 30 Vcc (sin polaridad)		

Tabla 1.- Características básicas de las barreras infrarrojas Siemens

Fuente: www.boschsecurity.com

En esta área se define el uso de un arreglo de barreras infrarrojas dobles para uno de los laterales del perímetro del almacén, puesto que no se cuenta con malla de protección.

2.4.1.2.3. Pozas de Lixiviación

Al igual que en el Almacén, esta área requiere considerar contactos magnéticos en las puertas exteriores para las zonas en las que haya cerca de metal (como lo explicado en 2.4.1.2.2.1.), por lo que se consideran en las 7 puertas que rodean parte del perímetro.

Esta área cuenta con zonas en las que solo existe un muro separador de 70cm de alto por lo que es necesario considerar una línea de protección de haces de luz.

Dado que el perímetro del área cuenta con curvas producto de la forma de las pozas, es necesario optar por un dispositivo que pueda cubrir dicha irregularidad en el terreno. Ningún equipo por si solo podría cumplir este requerimiento sino realizando un arreglo de dispositivos consecutivos. Esta aplicación es más común con los PIR cortina por lo que se considera para la mayor parte del perímetro el uso de PIRs instalados uno detrás del otro asegurando la cobertura completa.

En el perímetro existe también una zona de línea recta, en la cual se implementara el uso de un arreglo doble de barreras infrarrojas (como 2.4.1.2.2.2).

2.4.1.2.3.1. Sensores Infrarrojos De Protección Tipo Cortina

Este detector de movimiento al igual que otros detectores PIR, utiliza los infrarrojos para detectar el movimiento en las zonas controladas, pero con la particularidad de que la zona de detección es bidimensional (2D), actuando, como una barrera o cortina, lo que permite controlar los accesos sin limitar el movimiento en el interior de las zonas vigiladas.

Con respecto al haz de protección, éstos se diferencian con los PIR volumétrico que se verán en próximas secciones dado que los últimos cuentan con zonas de sombra y haz, por lo que la detección se produce debido a los cambios de luminosidad. Por el contrario, los PIR cortina emiten un haz uniforme que hace las veces de pared o barrera según a donde este se encuentre orientado. Sus principales aplicaciones se caracterizan por ser utilizados para la protección de intrusión exterior (Aplicación 1), interior (Aplicación 2) o en zonas con uno o varios de los lados del perímetro desprotegidos (Aplicación 3), tal y como se muestra en la figura 6.

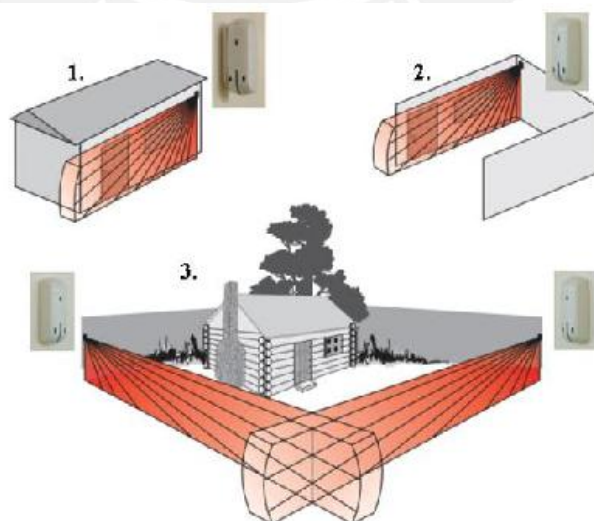


Figura 6.- Aplicaciones del PIR cortina

Fuente: www.seguridadperimetral.com.ar [13]

Los PIR cortina tienen muchas opciones respecto al alcance de protección. La marca SIEMENS ofrece alcances de 150 metros de protección continua con 8 metros de zona ciega desde el punto de instalación; el ancho de la barrera en el punto de máximo alcance bordea los 3 metros, según se indica en la figura 7.

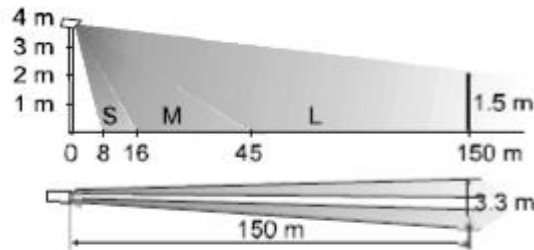


Figura 7.- Cobertura del PIR cortina

Fuente: www.boschsecurity.com

La zona ciega presentada en los PIR cortina es eliminada en nuestra aplicación dado que nuestra barrera será formada por varios PIR en serie, con lo cual el PIR anterior cubre la zona desprotegida del PIR en evaluación. La figura 8 grafica lo indicado.

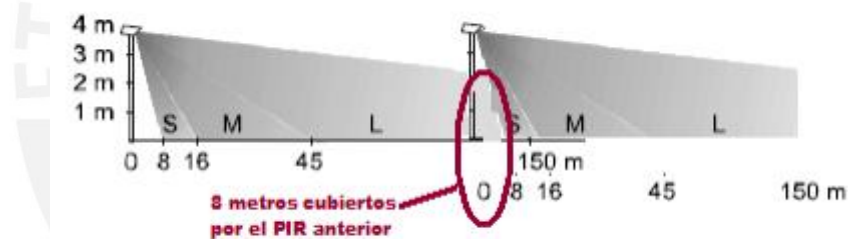


Figura 8.- Protección de zona ciega por PIR anterior

Fuente: www.boschsecurity.com

Las características básicas del PIR cortina se resume en la tabla 2.

Tipo	IS404H
Cobertura / Alcance	Cortina / 150 m
Alimentación / rizado max. (0 a 100 Hz)	10.5 a 28 V _{CC} (12 V nom.) / 2 V _{PP}
- Control de voltaje	Alarma < 8.2 V _{CC}

Tabla 2.- Características básicas de los PIR cortina

Fuente: www.boschsecurity.com

En relación a la diversidad de tipos de alarmas y detectores descritos en la Categoría 0 y conociendo la aplicación en la cual se desarrolla el presente trabajo de tesis, se considera

adecuado el uso de alarmas visuales y auditivas para la alerta ante la presencia de algún evento, los cuales serán distribuidos de la manera indicada en la Tabla 3.

Dispositivo	Zona a proteger	Oficinas de Administración	Almacén	Pozas de Solución Rica
PIR Cortina				√
Contactos Magnéticos		√	√	√
Barreras Infrarrojas			√	√
Luces de Alarma		√	√	√
Sirenas		√	√	√

Tabla 3.- Distribución de dispositivos de Intrusión en la Instalación Minera - Categoría 0

Fuente: Elaboración propia

2.4.2. Categoría 1 – Protección Perimetral

2.4.2.1. Características Generales

La protección Perimetral o Categoría 1 está conformada principalmente por sistemas de video vigilancia soportado por dispositivos de categoría 0 que contribuyen a asegurar la protección completa.

Los sistemas de video vigilancia son en esencia un arreglo de cámaras de video ubicadas estratégicamente en el área a proteger con el fin de registrar eventos en zonas vulnerables.

Las cámaras de video son dispositivos que capturan imágenes convirtiéndolas en señales eléctricas o de video, también conocidas como señal de televisión. En otras palabras, una cámara de vídeo es un transductor óptico.

2.4.2.1.1. Funcionamiento de las Cámaras de Video

Se puede explicar su funcionamiento por pasos. Primero, la luz que proviene de la óptica es descompuesta al pasar por un prisma de espejos dicróicos que descomponen la luz en las tres componentes básicas que se utilizan en televisión: el rojo (R o red), el verde (G o green) y el azul (B o blue). Justo en la otra cara de cada lado del prisma están los captadores, actualmente dispositivos CCD's y anteriormente tubos de cámara. El sistema óptico está ajustado para que en el target de cada captador reconstruya la imagen nítidamente. Esta imagen es leída por los CCD's y su sistema de muestreo para ser conducida a los circuitos preamplificadores.

En los preamplificadores se genera e inserta la señal de prueba llamada pulso de calibración, comúnmente llamada cal, la cual recorrerá toda la electrónica de la cámara y

servirá para realizar un rápido diagnóstico y ajuste de la misma. De los preamplificadores las señales se enrutan a los procesadores, donde se realizarán las correcciones de gamma, detalle, masking, pedestal, flare, ganancias, clipeos y limitadores.

Luego de este proceso, las señales se encuentran listas para ser reproducidas o grabadas. Se envían entonces a los circuitos y dispositivos de visualización, los cuales muestran la imagen en monitores preseleccionados.

Dentro de la teoría de cámaras de video se reconocen como las principales componentes y características los siguientes:

- CCD

CCD es el sensor con diminutas células fotoeléctricas que registran la imagen. Desde allí la imagen es procesada por la cámara y registrada los sistemas de grabación.

Los detectores CCD, "Dispositivo de Carga Acoplada", se basan en el efecto fotoeléctrico, el cual se describe como la conversión espontánea de algunos materiales de luz recibida en corriente eléctrica. La sensibilidad del detector CCD depende de la eficiencia cuántica del chip y de la cantidad de fotones que deben incidir sobre cada detector para producir una corriente eléctrica. Específicamente, en las cámaras CCD, se registran exposiciones largas, durante las cuales la luz incide sobre una serie de píxeles dispuestos en forma de cuadrícula sobre el chip. Al final de la exposición, cada píxel lee el voltaje que corresponde a la cantidad de luz que ha recibido. Estas cifras se digitalizan (es decir, que se convierten en números binarios: ceros y unos) y se envían a la computadora, que muestran la imagen en la pantalla.

Dentro de los chips CCD (Figura 9) se pueden encontrar diversos tamaños, los más comunes son los mostrados en la Figura 10 cuyos tamaños son 1/4", 1/3", 1/2" y 1", cuanto más grande es el chip mayor es la imagen y la calidad que se obtendrá dado que éste contará con mayor cantidad de píxeles. Las cámaras más comunes son de 1/3", y la imagen dependerá del lente que se le coloque.

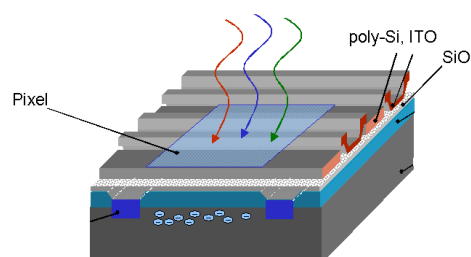


Figura 9.- Vista de una celda fotoeléctrica o píxel

Fuente: www.commonswikimedia.org

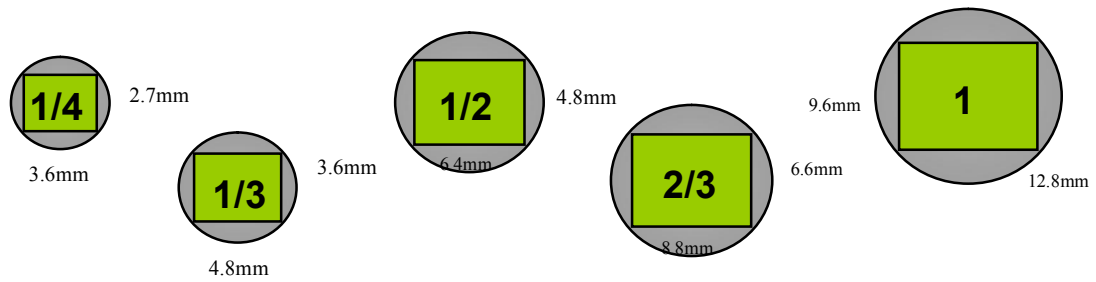


Figura 10.- Formato de Cámaras

Fuente: Elaboración propia

- Lux rating

Medida utilizada para determinar la cantidad mínima de luz que la cámara requiere para producir una señal útil de video. A menor Lux, menor iluminación requerida (ej. Una cámara de 0.5 lux necesita menos luz que una cámara de 2 lux)

Luminosidad o Iluminación.- Es la cantidad de energía luminosa emitida por una fuente. Su unidad de medida principal es el LUMEN.

Intensidad luminosa.- Es la cantidad de energía luminosa sobre una superficie. Lumen x metro cuadrado o Lumen x pie cuadrado.

Un lumen x metro cuadrado es un LUX.
Un lumen x pie cuadrado es una CANDELA.
1 LUX = 0.093 CANDELA.

1 CANDELA es la cantidad de luz emitida por una vela sobre una superficie de 1 pie cuadrado, a la distancia de un pie. (1 pie = 30,48cm). La relación entre Candelas y Lux se muestra en la tabla 4.

VALORES INDICATIVOS	CANDELAS	LUX
LUZ DE SOL DIRECTA	1,3 x 10 ⁴	1,3 x 10 ⁵
DÍA CLARO	1-2 x 10 ⁻³	1-2 x 10 ⁴
DÍA NUBLADO	10 ²	10 ³
LUNA LLENA	10-2	10-1
NOCHE ESTRELLADA	10-4	10-3
NOCHE NUBLADA	10-5	10-4

Tabla 4.- Relación de Candelas y Lux

Fuente: Elaboración Ing. Manuel Nolzco – Capacitación Siemens [8]

El efecto del lux rating se encuentra representado en las fotos mostradas en la figura 11. Estos son ejemplos de dos tomas con cámaras que cuentan diferentes niveles de lux rating, es sencillo identificar que la imagen obtenida de la cámara 2 (dos) tiene niveles de lux rating menores que la primera imagen.



Figura 11.- Vista con diferentes índices de lux rating.

Fuente: www.pelco.com [6]

- Resolución

La resolución en una cámara de video digital corresponde a la cantidad de líneas horizontales y verticales que se utilizan para formar la imagen, en general oscilan entre las 380 y 420 líneas y en las cámaras de alta resolución entre 500 y 570 líneas. En términos generales, en exteriores cuanto mayor sea la resolución de la cámara mejor imagen se obtendrá porque se podrá utilizar lente de menor ángulo y más alcance, lo cual permite el uso de éstas cámaras de noche con menor iluminación. Por otro lado, en situaciones de interior se pueden utilizar cámaras de media resolución porque se usarán lentes de mayor ángulo y nuestra iluminación en la mayoría de los casos siempre será pareja.

La resolución en una cámara de video define la capacidad de la cámara para capturar los detalles finos del modelo original. Cuanto más definidos sean los detalles visibles, mayor es la resolución. Una muestra de ello se muestra en las tomas de la figura 12.

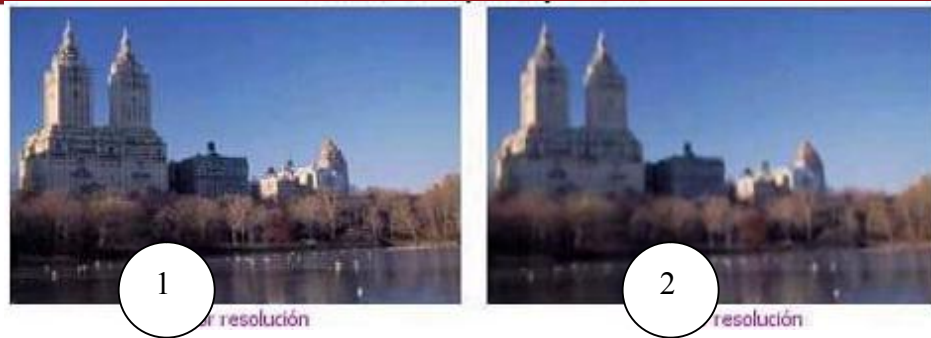


Figura 12.- Ejemplo de cámaras con diferente resolución. La imagen captada por la cámara 1 cuenta con mayor resolución que la imagen 2.

Fuente: www.pelco.com

- Compensación de Back Light

Esta función permite observar un objeto donde la luz es más intensa en la parte posterior de dicho objeto. La compensación de backlight (Figura 13) efectúa un balance de luz disminuyendo el efecto plano en la imagen y tornando los objetos más visibles.

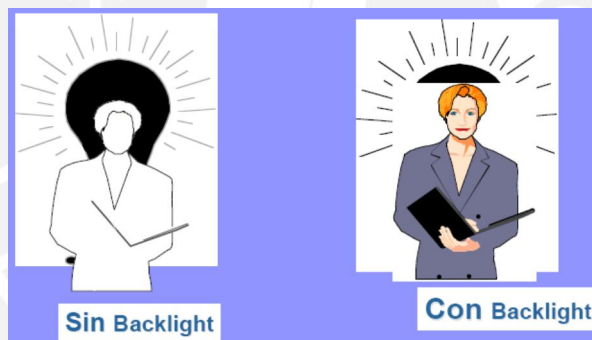


Figura 13.- Compensación de Backlight

Fuente: www.pelco.com

- AES (Shutter Electrónico Automático)

El obturador automático electrónico o AES (Automatic Electronic Shutter en inglés) es el mecanismo que ajusta automáticamente el obturador de la cámara para compensar cambios repentinos en los niveles de iluminación. Si una cámara de CCTV que no posee esta característica, al aumentar la intensidad lumínica en un ambiente la imagen resultante quedaría sobreexpuesta, como se muestra en la Figura 14, haciendo difícil la apreciación de los detalles.

Es muy útil para capturar movimientos rápidos y se recomienda para sistemas digitales de CCTV.



Figura 14.- Captura de imagen con Shutter Electrónico Automático

Fuente: www.pelco.com

- AGC (Control Ajuste de Ganancia)

El Control Automático de Ganancia, cuyas siglas en inglés son AGC (Automatic Gain Control), permite ajustar automáticamente la sensibilidad del elemento sensor, regulando la intensidad de la señal para mostrar una imagen balanceada (Figura 15).



Figura 15.- Captura de imagen con Control Ajuste de Ganancia

Fuente: www.pelco.com

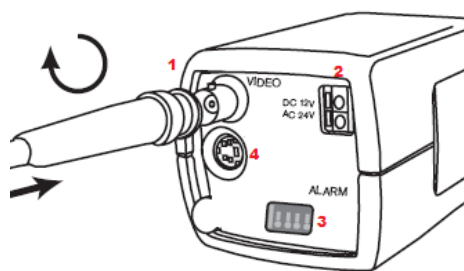
2.4.2.1.2. Partes de las Cámaras de Video

Las cámaras de video se componen de tres partes principales:

- Cuerpo de la cámara

En el cuerpo de la cámara se ubican todas las tarjetas electrónicas necesarias para la captura de la imagen y recepción de energía. Los puntos de conexión para la salida de video, alimentación y funciones adicionales se ubican en la parte posterior del cuerpo de la

cámara. En el caso de una cámara fija típicamente se presentan tal cual se muestra en la figura 16.



1. Video .- Conexión del tipo BNC para salida de video a dispositivo de visualización o grabación
2. Power.- Entrada de alimentación eléctrica (Bajo y Alto voltaje). En el grafico se muestra conectores para bajo voltaje (12VDC y 24VAC)
3. Alarm.- Permite el monitoreo de fallas en la cámara de video por tierra. Cuenta con dos salidas de contacto seco para emitir señales de aviso de fallas.
4. Lentes.- Socket Y/C para conexión con lentes (dispositivo adicional)

Figura 16.- Puntos de conexionado de una cámara de video (Tipo de cámara: Fija)

Fuente: www.boschsecurity.com

- Lentes de la Cámara

Son los ojos de la cámara, en el caso de las cámaras fijas deben ser instalados manualmente como se indica en la figura 17. Para las cámaras móviles o “domo” los lentes vienen incorporados en el cuerpo de la cámara.

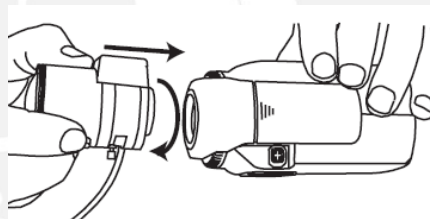


Figura 17.- Montaje del lente en la cámara (Tipo de cámara: Fija)

Fuente: www.boschsecurity.com

Según la medida de lente que se use se obtendrá un ángulo y una distancia de observación diferentes. De acuerdo al CCD que tenga la cámara es el tipo de lente que debe utilizarse. En la tabla 5 se detalla el área que cubre un lente de 1/3" a 10 metros de distancia.

LENTE	HORIZONTAL	VERTICAL
2,8	17,1 m	12,9 m
4	12 m	9 m
6	8 m	6 m
8	6 m	4,5 m
12	4 m	3 m
16	3 m	2,3 m

Tabla 5.- Área de un lente de 1/3" a 10 metros de distancia.

Fuente: Elaboración propia

Existen también lentes con varias medidas, estos se llaman varifocales (Figura 18), permiten tener en un mismo lente diferentes medidas y ángulos con solo mover un aro en forma manual, el más común es 3,5-8mm. En comparación con los lentes fijos, son más caros pero permiten con simples fijaciones tener la capacidad de obtener imágenes de distancias cortas y largas.



Figura 18.- Lente Varifocal

Fuente: www.pelco.com

Otro tipo de lente es el de zoom motorizado (Figura 19) que va desde el gran angular o normal hasta el teleobjetivo con un motor que mueve el lente y se controla a distancia. En comparación con los lentes descritos anteriormente, son los más caros y su aplicación permite controlar un lugar donde se tendrá que observar lugares a distancias cercanas y lejanas de forma consecutiva. Las medidas más comunes en estos lentes son 4-48mm o 8-80mm. Los lentes de Zoom tienen funciones motorizadas de longitud focal, enfoque e iris. Estas son manejadas por el controlador.



Figura 19.- Lente Zoom Motorizado

Fuente: www.pelco.com

La terminología de lentes para las cámaras de video describe:

- Longitud focal.- Es la distancia entre el punto de enfoque y el primer cristal del lente, dependiendo de esa distancia se clasifican los lentes. Ej. A menor distancia en milímetros más campo de visión (Gran angular), a mayor distancia en milímetros menos ángulo de visión pero más distancia (Telefoto ó Zoom).

- Foco o enfoque.- Es la Herramienta del lente que nos permite ajustar la nitidez y los detalles de la imagen observada en el monitor.
- F-Stop.- El propósito de los filtros es reducir la intensidad de radiación de la luz sin comprometer la calidad de la imagen. Un filtro F1.4 reduce la cantidad de luz ambiente en un 50%. Un filtro de F2 reduce al 25% de la luz original. La figura 20 muestra las aperturas de iris con F-Stop más comunes, mientras aumenta el factor se reduce en menor porcentaje la cantidad de luz en un ambiente.

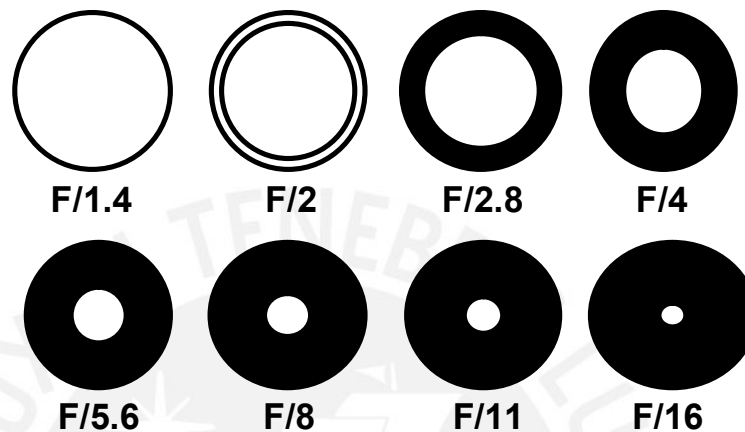


Figura 20.- Aperturas de Iris a Varios F-Stop

Fuente: www.pelco.com

- Formato.- Al igual que las cámaras, los lentes también tienen formatos, y no son intercambiables al menos que se siga esta sencilla regla listada en la Tabla 6, los lentes de formatos pequeños no se pueden instalar en cámaras de formatos grandes porque se tendría una visión tipo tubo.

Formato del lente	Formato de la Cámara	Factor
1"	2/3"	1.45
1"	1/2"	2.00
1"	1/4"	3.56
2/3"	1/2"	1.37
2/3"	1/3"	1.83
2/3"	1/4"	1.83
1/2"	1/3"	1.45

Tabla 6.- Guía de intercambio de lentes

Fuente: www.pelco.com

Por el contrario, los lentes de un formato mayor puestos en una cámara de formato menor tienen un efecto de Zoom. Ej. Un lente de 8mm con formato de 1" instalado en dos cámaras una de 1" y de 1/3". Ej. Un lente de 12.5mm de un formato de 1", instalado en una cámara de un formato de 1/2" - $12.5\text{mm} \times 2.0 = 25\text{mm}$

- Iris

El iris es un dispositivo mecánico controlado manual o electrónicamente, que regula la cantidad de luz que entra al centro del CCD. Esta denominación tiene mucho que ver con nuestros ojos, igual que en éstos, el iris se abre o cierra para dejar pasar más o menos luz de acuerdo a las necesidades.

Existen tres tipos de iris: fijo, manual y autoiris. El primero siempre tiene la misma abertura y se recomienda en lugares cerrados y que siempre tengan la misma condición lumínica, en el segundo el manejo mecánico del iris es como su nombre lo indica manual, y se variará de acuerdo a cómo cambien las condiciones de luz, ahora bien si estas cambian constantemente o el lente esta fuera de nuestro alcance no es éste el lente a utilizar. Para estas circunstancias deben de utilizarse lentes con autoiris. Con el uso de la electrónica estos lentes manejan en forma automática la apertura o cierre del iris.

Con respecto a su funcionamiento, los iris miden el nivel de vídeo (que siempre debe de ser de 1vpp). Es decir, si hay mucha luz, el nivel de vídeo se eleva por sobre esta medida entonces el lente cierra el iris, si en cambio hay poca luz el nivel de vídeo está por debajo de 1vpp y el lente abre el iris. De acuerdo a la abertura de iris que se obtenga se obtendrá una profundidad de campo distinta que es la distancia entre las imágenes que se encontraran en el foco. A mayor abertura menor profundidad de campo y a menor abertura mayor profundidad de campo, es decir que durante el día se tendrá grandes distancias de enfoque y durante la noche éstas serán cortas.

Lo expuesto en los párrafos anteriores es resumido en la Tabla 7.

Tipo de Iris	Uso	Costo	Detalles adicionales
Iris Fijos	Uso en interiores	Bajo costo	La cámara debe de tener Shutter electrónico automático
			Profundidad de enfoque limitada
			Regularmente en lentes fijos
Iris Manual	Uso en interiores		Mejor profundidad de foco
Autoiris de Video	Para uso en interior o exterior	Costo más alto	Amplio rango de cambios de iluminación
			El circuito de control está en el lente

Tabla 7.- Resumen de tipos de Iris y aplicaciones

Fuente: Elaboración propia

- Protección y soporte de la cámara

La protección de la cámara es elegida de acuerdo al lugar y condiciones en la cual será instalada la cámara. Dentro de la gama de opciones se tiene las carcasas para interiores, exteriores y presurizadas. Así mismo, los soportes utilizados están orientados a la instalación en pared, techo, esquina, etc. La Figura 21 muestra algunos ejemplos de carcazas y soportes más comunes.



Figura 21- Tipos de soportes de cámaras de video.

Fuente: www.articulo.mercadolibre.com [9]

- 1) Cámara domo móvil con soporte para instalación en pared y carcasa para exteriores.
- 2) Cámara fija con soporte para instalación en techo y carcasa para interiores.
- 3) Cámara fija con soporte para instalación en pared y carcasa para exteriores.

2.4.2.1.3. Tipos de Cámaras

- Cámaras fijas

Las cámaras fijas formadas por un cuerpo y un objetivo representan el tipo de cámara tradicional. En algunas aplicaciones, resulta sumamente útil que la cámara sea muy visible. Si éste es el caso, una cámara fija representa la mejor elección, puesto que la cámara es claramente visible al igual que la dirección hacia la cual apunta (Figura 22). Para una mayor protección, las cámaras fijas pueden instalarse en carcasas diseñadas para interiores o exteriores.



Figura 22.- Cámara fija

Fuente: www.articulo.mercadolibre.com

- Cámaras domo fijas

Las cámaras domo fijas, también conocidas como mini domo (Figura 23), constan básicamente de una cámara fija preinstalada en una pequeña carcasa domo. La cámara puede enfocar fácilmente el punto seleccionado en cualquier dirección. La ventaja principal radica en su discreto y disimulado diseño, así como en la dificultad de ver hacia qué dirección apunta la cámara.



Figura 23.- Cámara domo fija

Fuente: www.articulo.mercadolibre.com

- Cámaras PTZ

Las cámaras con movimiento vertical/horizontal/zoom (PTZ) poseen la ventaja de obtener una visión panorámica, inclinada, alejada o de cerca de una imagen, manual o automáticamente (Figura 24). Para un funcionamiento manual, la cámara PTZ puede, por ejemplo, utilizarse para seguir los movimientos de una persona en un comercio.



Figura 24.- Cámara PTZ

Fuente: www.articulo.mercadolibre.com

Las cámaras PTZ se utilizan principalmente en interiores y en aquellos lugares donde resulte apropiado ver la dirección hacia la cual apunta la cámara. La mayoría de cámaras PTZ no disponen de un movimiento horizontal completo de 360 grados, y tampoco están hechas para un funcionamiento automático continuo, conocido como “recorrido protegido”. El zoom óptico oscila entre 18x y 26x.

- Cámaras domo móvil

Las cámaras domo disfrutan de las mismas ventajas que las cámaras domo fijas: son bastante discretas y, al mirar la cámara, no puede determinarse la dirección hacia la cual apunta (Ver Figura 25). Una cámara IP domo, en comparación con una cámara PTZ, añade la ventaja de permitir una rotación de 360 grados. Asimismo ofrece la resistencia mecánica para un funcionamiento continuo en recorridos protegidos donde la cámara se desplaza de forma continua entre unas 10 posiciones predefinidas, un día tras otro. Con recorridos protegidos, una cámara puede abarcar una zona donde se precisarían 10 cámaras fijas para llevar a cabo el mismo trabajo. La principal desventaja es que sólo se puede supervisar una ubicación en un momento dado, dejando así las otras 9 posiciones sin supervisar. El zoom óptico oscila, normalmente, entre 18x y 30x. Sin embargo, para instalaciones en el exterior, los factores de zoom superiores a 20x resultan inadecuados debido a las vibraciones y movimientos causados por el viento.



Figura 25.- Cámara domo móvil.

Fuente: www.articulo.mercadolibre.com

Se encuentran disponibles diversas variaciones de los tipos de cámaras descritos anteriormente, entre las que se incluyen:

- Versiones a prueba de agresiones, en función de la carcasa de protección que se use.
- Versiones resistentes a las condiciones climáticas, en función de la carcasa de protección que se use.
- Versiones de visión diurna/nocturna, lo que significa que la cámara puede cambiar automática o manualmente entre modo diurno con vídeo en color y modo nocturno con imágenes en blanco y negro en situaciones de poca luz que pueden mejorarse usando iluminadores de infrarrojos.

2.4.2.2. Análisis por Área de Protección

Es necesario iniciar esta sección realizando un análisis de la gama de productos disponibles en el mercado ya que este no ofrece principalmente marcas tales como Pelco, Bosch, Samsung, Panasonic y Siemens.

Dentro de sus características, se conoce a Pelco y Bosch como las más reconocidas a nivel mundial por su calidad y flexibilidad en diversas aplicaciones, estando Pelco en un nivel de costo más alto que la marca Bosch. Esto ha permitido que las cámaras Bosch se hayan posicionado en el primer lugar en el rubro de la seguridad electrónica a nivel del Perú y el mundo. Para el caso de Samsung y Panasonic, se reconoce una menor calidad con respecto a las anteriores pero ofrece precios más bajos para aplicaciones más simples o con un presupuesto reducido. La marca Siemens es muy robusta pero sus precios son muy altos. El resumen de la descripción de las líneas superiores queda reflejado en la tabla siguiente (Tabla 8) por medio de puntuaciones del 1 al 3, donde 1 equivale a la excelencia en la categoría evaluada:

	POSICIONAMIENTO	FLEXIBILIDAD	PRECIO	ROBUSTEZ
Pelco	2	1	3	3
Bosch	1	1	1	2
Samsung	3	3	1	3
Panasonic	3	3	1	3
Siemens	3	3	3	1

3	Deficiencia en la categoría
2	Aceptable en la categoría
1	Excelencia en la categoría

Tabla 8.- Comparación de las características en marcas ofrecidas en el mercado

Fuente: Elaboración propia

En base a la comparación realizada, se determinó el uso de cámaras de la marca Bosch para la etapa de visualización de este proyecto, por su versatilidad, capacidad de trabajo en mayores alturas sobre el nivel del mar y precio.

2.4.2.2.1. Oficinas Administrativas

La protección perimetral en las Oficinas Administrativas demanda una visualización de los eventos en todos los lados del perímetro para identificar los accesos y salidas por las puertas de ingreso así como un monitoreo de los alrededores con el fin de detectar posibles acercamientos no deseados al área administrativa. En tal sentido, es preciso considerar cámaras fijas ubicadas en las esquinas del perímetro y cámaras domo exteriores.

2.4.2.2.1.1. Cámaras Fijas

Las cámaras fijas son dispositivos que transforman imágenes en señales eléctricas. Estas señales son obtenidas de los dispositivos CCD y corresponden siempre a un mismo punto, dado que como su nombre lo dice, el enfoque de estas cámaras es fijo. El punto de

enfoque se regula en la etapa de instalación y debe reflejar la necesidad del cliente y/o la aplicación específica. La ubicación de las cámaras fijas será en las esquinas del perímetro tal y como se aprecia en un extracto de los planos de distribución de dispositivos (Figura 26).

La marca Bosch ofrece las opciones de cámara IP, a color con visión nocturna y monocroma. Nuestra aplicación tiene como principal característica el ser una zona crítica por tratarse de ambientes mineros, en los cuales se cuenta con información muy valiosa para el desarrollo del negocio o en áreas estratégicas de producción y almacenamiento del mineral de alto valor. Es por ello que se necesita contar con cámaras que proporcionen imágenes claras y con el máximo de detalles, siendo la mejor elección los equipos a color con visión nocturna - Día y Noche (Serie 0495 de Bosch)

La cámara día/noche de CCD digital de 1/3" de la serie LTC 0495 de alto rendimiento garantiza la mejor calidad de imagen posible en todo momento (Figura 27). Entre sus principales características se cuenta con:

- Tecnología DSP de 15 bits.
- XF-Dynamic para rango dinámico amplio.
- Comunicación Bilinx para configuración y control remotos.
- Detección de movimiento de vídeo de 4 áreas.
- Reforzamiento de contraste (AutoBlack)
- Obturador predeterminado para eliminar el efecto borroso de las imágenes en movimiento.
- Filtro de infrarrojos (IR) de conmutación mecánica para sensibilidad de infrarrojos durante la noche.
- Compensación de contraluz (BLC)
- Asistente de lentes (Lens Wizard)
- Modos programables
- Modo día/noche
- Integración de campos (SensUp)
- Resolución de 540 TVL

Dentro de las características listadas líneas arriba, se define el XF-Dynamic como la capacidad de las cámaras de capturar todos los detalles de las áreas de luces y sombras de la escena en forma simultánea, lo cual está basado en los 15 bits de la señal digital que maximiza la información visible de la imagen.

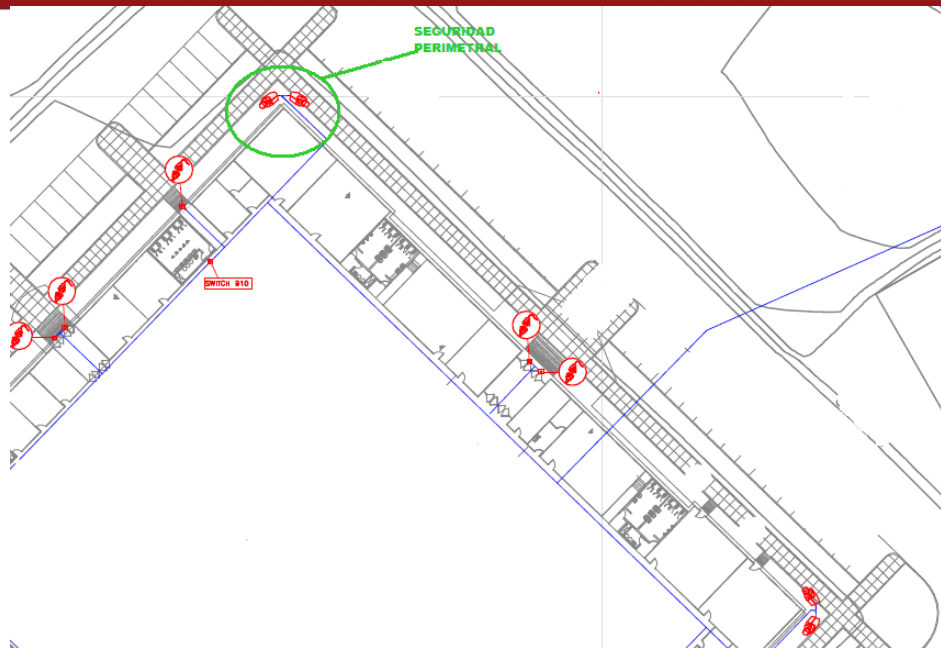


Figura 26.- Ejemplo de seguridad perimetral con cámaras fijas en las Oficinas de Administración

Fuente: Elaboración propia – Planos del proyecto de tesis

Por otro lado, la Tecnología Bilinx es una tecnología de comunicación bidireccional incorporada en la señal de vídeo de todas las cámaras Dinion de Bosch. Los técnicos podrán comprobar el estado de la cámara, cambiar los ajustes e incluso actualizar el firmware desde prácticamente cualquier punto del cable de vídeo. Bilinx reduce el tiempo de instalación y reparación, proporciona una configuración y ajustes más precisos y mejora el rendimiento global. Además, utiliza un cable de vídeo estándar para transmitir mensajes de alarma y estado, lo que supone un rendimiento superior sin tener que realizar procedimientos de instalación adicionales.



Figura 27.- Cámara fija a color – Día/Noche – Bosch 0495

Fuente: www.boshcsecurity.com

Otra de las características es la Detección de movimiento por vídeo que es la incorporación de un detector de movimiento en la cámara, el cual permite seleccionar hasta 4 áreas totalmente programables con umbrales individuales. El detector integrado de cambios en la escena global reduce las falsas alarmas provocadas por cambios repentinos en las

condiciones de luz, como al encender y apagar la iluminación interior o de seguridad. Cuando se detecta movimiento, puede hacer que las alarmas aparezcan en la señal de vídeo mientras el relay de salida se cierra junto a la transmisión de mensajes de alarma en Bilinx.

La función de reforzamiento de contraste (Auto Black) mejora el contraste compensando las situaciones de contraste reducido (p. ej., resplandor o niebla).

El Obturador predeterminado (Default Shutter) para la serie LTC 0495 incorpora velocidad del obturador predeterminada rápida en buenas condiciones de luz para capturar objetos en movimiento. Cuando disminuye el nivel de luz y se han agotado los demás ajustes, la velocidad del obturador vuelve al ajuste estándar para mantener la sensibilidad.

El asistente de lentes (Lens Wizard) detecta automáticamente el tipo de lente y ayuda a enfocar la lente en su abertura máxima para garantizar que se mantiene el enfoque adecuado durante todo el ciclo de 24 horas. No son necesarias herramientas o filtros especiales.

El modo día/noche LTC 0495 proporciona una visión nocturna mejorada mediante el aumento de la sensibilidad de infrarrojos. El filtro de infrarrojos (IR) puede cambiar automáticamente de monocromo a color mediante la detección del nivel de iluminación, o bien, mediante la entrada de alarma. El filtro se puede cambiar manualmente mediante la entrada de alarma, a través del menú de la cámara o mediante la interfaz de control coaxial Bilinx. El detector de infrarrojos (IR) interno de la lente mejora la estabilidad en el modo monocromo, ya que evita que se vuelva al modo en color cuando la iluminación IR es la que predomina.

En aplicaciones como ésta en la que se utiliza la luz de la luna como iluminación nocturna, la integración de campos (SensUp) nos permite aumentar el tiempo de integración del CCD hasta 10 veces logrando que la sensibilidad efectiva mejore considerablemente.

2.4.2.2.1.2. Cámaras Móviles

Las cámaras como móviles son dispositivos capaces de transmitir señales de video capturadas con un ángulo de cobertura de 360 grados. Es por ello, que son utilizadas en zonas donde se necesite vigilar perímetros muy amplios.

Este tipo de cámaras basan su funcionamiento en una constante rotación de la burbuja en la cual se deposita el lente de la cámara a fin de identificar una imagen distinta a la almacenada. En base a ello, envían una señal de alarma al elemento de visualización

cuando se detecta un objeto extraño en la imagen permitiendo al usuario poder realizar un control desde el centro de operación del zoom y enfoque necesarios para obtener la información exacta del evento. En nuestra aplicación, las cámaras domos estarán instaladas con el objeto de obtener seguridad perimetral en todas las zonas con alta posibilidad de intrusión.

La marca Bosch ofrece las mismas prestaciones respecto a captura de imagen noche/día que las cámaras fijas vistas en el acápite anterior, además de presentar la posibilidad de implementar sistemas modulares de cámaras, todos ellos de la serie Autodome. Esta serie es un concepto revolucionario en cuestión de cámaras domo, ya que no se trata únicamente de un conjunto de cámaras, sino más bien de una plataforma domo integrada por módulos inteligentes intercambiables que le permiten actualizar las funciones de las cámaras rápida y económicamente. Al emplear componentes comunes, la plataforma le permite instalar en un momento dado un sistema de cámaras básico, para actualizar la versión posteriormente sin tener que reemplazar el domo entero.

Esto le garantiza el aprovechamiento de la inversión realizada inicialmente. Entre sus principales características se tiene:

- CPU, cámaras, protectores, sistema de comunicación y soportes totalmente intercambiables
- Cuenta con zoom óptico de 26x y 18x para día/noche y zoom digital de 12x
- Transmisión triple (transmisión simultánea en modo MPEG-4 dual y M-JPEG)
- Posee un funcionamiento híbrido opcional
- Ofrece conexión analógica (coaxial) y por IP (MPEG-4) simultáneas
- Las máscaras de privacidad admiten una configuración para un máximo de 5 esquinas, de modo que puedan controlarse zonas con perímetros difíciles.
- El avanzado sistema de control de las alarmas utiliza un motor de reglas por el que el usuario puede configurar la gestión de las mismas.
- Estándar de transmisión UTP en todos los modelos analógicos
- Compensación de cable para ampliar la cobertura del cableado
- Admite protocolos múltiples

El sistema Autodome completo se compone de cinco módulos intercambiables: el CPU, las cámaras, los protectores, el sistema de comunicación y el de alimentación. Este sistema nos permite sustituir uno de los módulos intercambiables para actualizar el sistema rápidamente y pasar de la conexión analógica a la Conexión IP, de la versión en color a la de día/noche, o incluso añadir la posibilidad de detectar movimiento, dándonos la opción de adaptar el sistema de seguridad a las necesidades cambiantes de clientes con zonas hostiles a proteger de un modo rápido y económico.

Puesto que se utilizan los mismos protectores, la instalación tiene una apariencia uniforme. Así, los visitantes no pueden saber qué tipo de cámara les está vigilando. La flexibilidad de este diseño modular único permite intercambiar las cámaras entre protectores diferentes en circunstancias en las que se precisa vigilancia especial o según se modifica la planificación de seguridad del lugar. Por ejemplo, una cámara móvil de 18x que controla una zona determinada podría sustituirse "en caliente" por una de 26x para día/noche sin desconectar el sistema de alimentación (Figura 28).



Figura 28.- Cámara domo móvil a color – Día/Noche – Bosch Autodome Serie 300 (Soporte en pared)

Fuente: www.boschsecurity.com

Estas cámaras utilizan diversos métodos de transmisión de datos y vídeo estándar y opcionales, como Bilinx (mediante UTP o coaxial), cables de fibra y conexión TCP/IP por Ethernet.

El módulo opcional de Comunicación IP posee una funcionalidad híbrida que le permite aprovechar la inversión que realiza en tecnología analógica al tiempo que le ofrece posibilidades de migración eficaces y estables para actualizar el sistema a una conexión digital IP. Así, podrá pasar a la comunicación IP de vídeo a su ritmo, ya sea de una sola vez por cámara. Y como todos los módulos Autodome son totalmente intercambiables, no es necesario reemplazar componentes caros (como las cámaras) o que exijan mucho trabajo (como los soportes y protectores).

La Serie Autodome 300 es el sistema más flexible de cámaras domo móviles en el sector de los sistemas de seguridad por lo que cubre las necesidades de un cliente con zonas a proteger con características hostiles. Las cámaras móviles para día/noche de alta resolución brindan una calidad de imagen sobresalientes con respecto a otras marcas ofreciendo una resolución horizontal estándar de 470/460 líneas de TV (NTSC/PAL), así como de una lente óptico con zoom de 18x o 26x y un zoom digital completo de 12x. Adicionalmente, los sistemas AutoScaling (zoom proporcional) y AutoPivot (rotación e inclinación automática de la cámara) garantizan el control óptimo del conjunto.

Como es sabido, las instalaciones mineras se encuentran ubicadas en ciudades de gran altura al nivel del mar por lo que las condiciones climáticas se convierten en obstáculos para un correcto funcionamiento de los equipos a instalar. Las opciones "día/noche" y "sensibilidad extra" hacen que las cámaras de la Serie 300 obtengan un rendimiento excepcional en todas las condiciones de iluminación. Con luz escasa, cambian automáticamente de color a monocromo retirando el filtro de infrarrojos. Así aumentan la sensibilidad a la iluminación infrarroja y mantienen una calidad de imagen superior. En total oscuridad, el controlador SensUp amplía de forma automática la velocidad del obturador hasta un segundo, lo cual aumenta la sensibilidad de la cámara en más de 50 veces. Estas características se pueden apreciar en las fotos de las figuras 29 y 30.



Figura 29.- Opción Day/Night – Comparación entre cámaras convencionales y cámaras con ésta opción

Fuente: www.boschsecurity.com



Figura 30- Opción Night Sense – Aumenta la sensibilidad de la cámara 50 veces más – Visualización de mayor cantidad de detalles.

Fuente: www.boschsecurity.com

Como se señaló anteriormente, las cámaras domo móvil nos facilitan una supervisión del área a controlar por la posibilidad de giro de 360 grados. Esta capacidad se delimita con la

configuración de preposiciones que se definen como ubicaciones en ángulo horizontal y vertical de la cámara para lograr el enfoque de las áreas a proteger. Esta serie permite grabar 99 preposiciones y dos tipos de giros de vigilancia: predeterminado y grabado. El giro predeterminado puede almacenar un total de 99 preposiciones y se puede configurar un periodo de espera entre las mismas. Asimismo, se puede personalizar el orden y la frecuencia con que se produce cada giro. La Serie Autodome 300 también admite dos giros grabados con una duración combinada de 15 minutos de movimiento. Estos giros se activan mediante macros grabadas que dirigen el funcionamiento de la cámara, en el que se incluyen los movimientos panorámicos e inclinados, así como el funcionamiento del zoom. Estas macros se pueden reproducir de forma continuada.

Con respecto a las alarmas, la Serie Autodome 300 puede trabajar con siete entradas de alarmas: dos de ellas son analógicas y pueden programarse para una supervisión de tipo EOLR (resistencia de final de línea) cuando sea necesario extremar las medidas de vigilancia. Con ello, el domo puede "detectar" si el contacto está abierto o cerrado y si se ha saboteado el cable (es decir, si se ha cortado o recortado).

Además, la Serie Autodome 300 puede trabajar con cuatro salidas de alarmas: una de relay a 2 amperios y tres salidas por colector abierto para dirigir aparatos externos. Cada una de estas salidas puede programarse de forma individual.

Las cámaras del tipo Autodome 300 a utilizar en nuestra aplicación cuentan con la posibilidad de crear máscaras de privacidad de calidad excelente, las que reconocen áreas de actividad normal desactivándolas de las alertas que puedan generarse por el detector de movimiento incluido en los equipos. Se pueden utilizar un máximo de 24 máscaras de privacidad individuales y un total de 8 en la misma escena. A diferencia de las convencionales, las máscaras de las cámaras Autodome pueden programarse con tres, cuatro o incluso cinco esquinas para cubrir zonas con perímetros difíciles. Mientras la cámara utiliza el zoom, cada máscara cambia de tamaño suave y rápidamente para garantizar que el objeto cubierto no pueda verse. Están disponibles en tres colores: negro, blanco y neutro. La apariencia es útil cuando es imprescindible garantizar la privacidad y todavía se necesita determinar la presencia del sistema de sensores.

Por otro lado, la flexibilidad de las cámaras Autodome permiten el funcionamiento híbrido analógico/IP opcional, ya que la conexión híbrida opcional permite al Autodome transmitir simultáneamente vídeo IP a través de una red de área local o extensa y vídeo CVBS por un cable coaxial, lo cual ofrece cobertura al equipo analógico existente. Las redes de vídeo son del tipo IP y la información que transmiten puede verse en videograbadoras bajo el software de gestión de vídeo VIDEOS para PC. Asimismo, también se puede emplear el decodificador de vídeo IP de Bosch para ver las imágenes en un monitor VGA o CVBS analógico. Para garantizar mayor accesibilidad, el vídeo también puede verse con un

navegador Web. La conexión BNC ofrece una entrada directa a una matriz analógica convencional o DVR. Esto incrementa la flexibilidad de la Serie Autodome en cuestiones de visión y grabación. El funcionamiento híbrido permite controlar el domo de forma simultánea tanto por la red como mediante los controladores bifase analógicos.

El Módulo de Comunicación IP de Autodome funciona con la tecnología de compresión MPEG-4 más avanzada para ofrecer imágenes de calidad DVD 4 CIF a tasas de hasta 25/30 imágenes por segundo (IPS) PAL/NTSC. El módulo IP también dispone de funciones de disminución de ancho de banda y multitransmisión y los requisitos de almacenamiento de forma eficiente sin dejar de ofrecer una calidad y resolución de imagen inmejorables.

Otra de las ventajas de utilizar la serie Autodome en nuestra aplicación es debido a que todos los protectores colgantes de los modelos Autodome para interior y exterior ofrecen un nivel de protección IP 66. Los protectores exteriores Envirodome ofrecen una temperatura de funcionamiento de hasta $-40\text{ }^{\circ}\text{C}$ ($-40\text{ }^{\circ}\text{F}$). El kit opcional para temperaturas extremas "XT" permite exponer a los Autodome a temperaturas de hasta $-60\text{ }^{\circ}\text{C}$ ($-76\text{ }^{\circ}\text{F}$) y garantiza su buen funcionamiento incluso en las condiciones meteorológicas más adversas.

Todos los protectores vienen de forma estándar con una burbuja robusta de policarbonato, tornillos para empotrar el conjunto y un pestillo para empotrar la burbuja que reduce la posibilidad de que las cámaras se dañen por actos vandálicos. En el domo, la alimentación, los datos y el vídeo están protegidos contra incrementos repentinos de tensión.

Todos los componentes de las cámaras Autodome son representados en la figura 31.

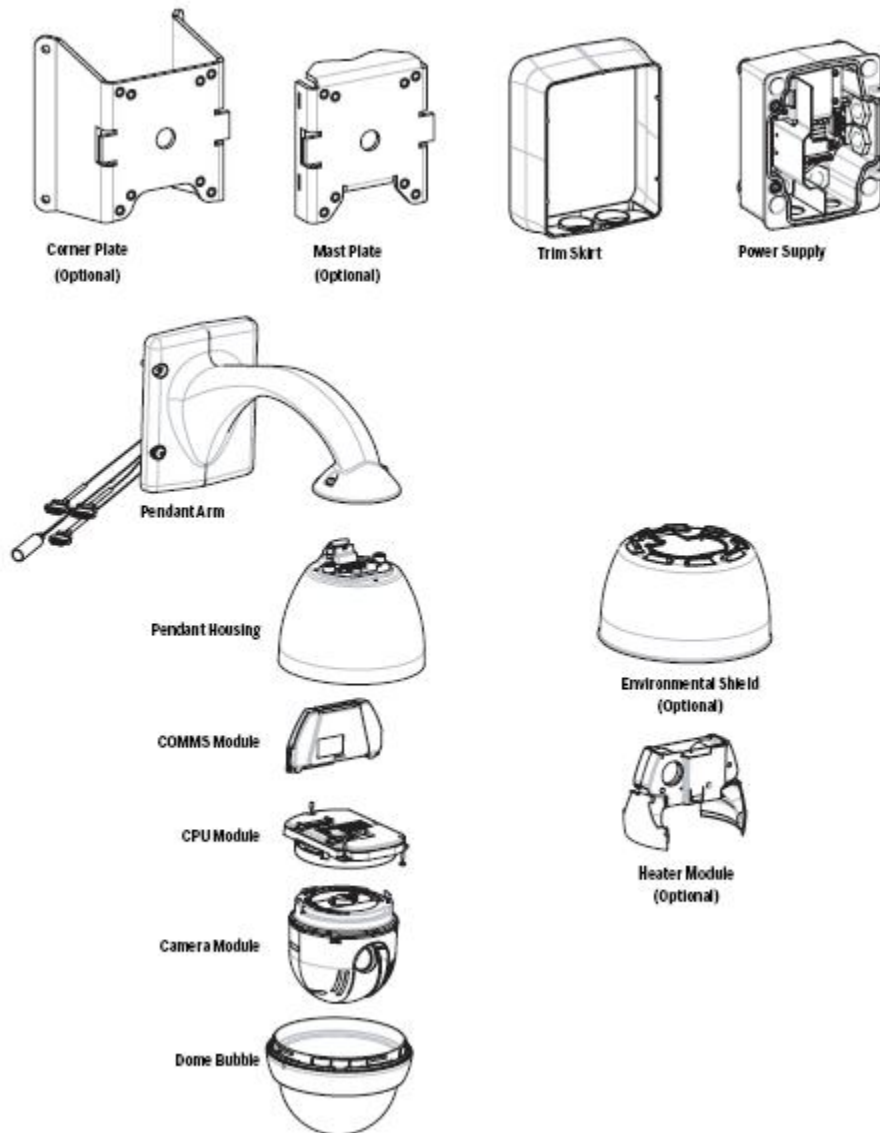


Figura 31.- Partes de una cámara domo de la Serie Autodome

Fuente: www.boschsecurity.com

El módulo denominado Power Supply proporciona una alimentación de 24 Voltios Alterno hacia la cámara. Así mismo, en éste módulo se encuentran las borneras para el control de la cámara Domo, el punto de tierra y el conector BNC que transmite el audio mediante cable coaxial (Figura 32). La tabla 9 es un resumen de las borneras incluidas en éste módulo.

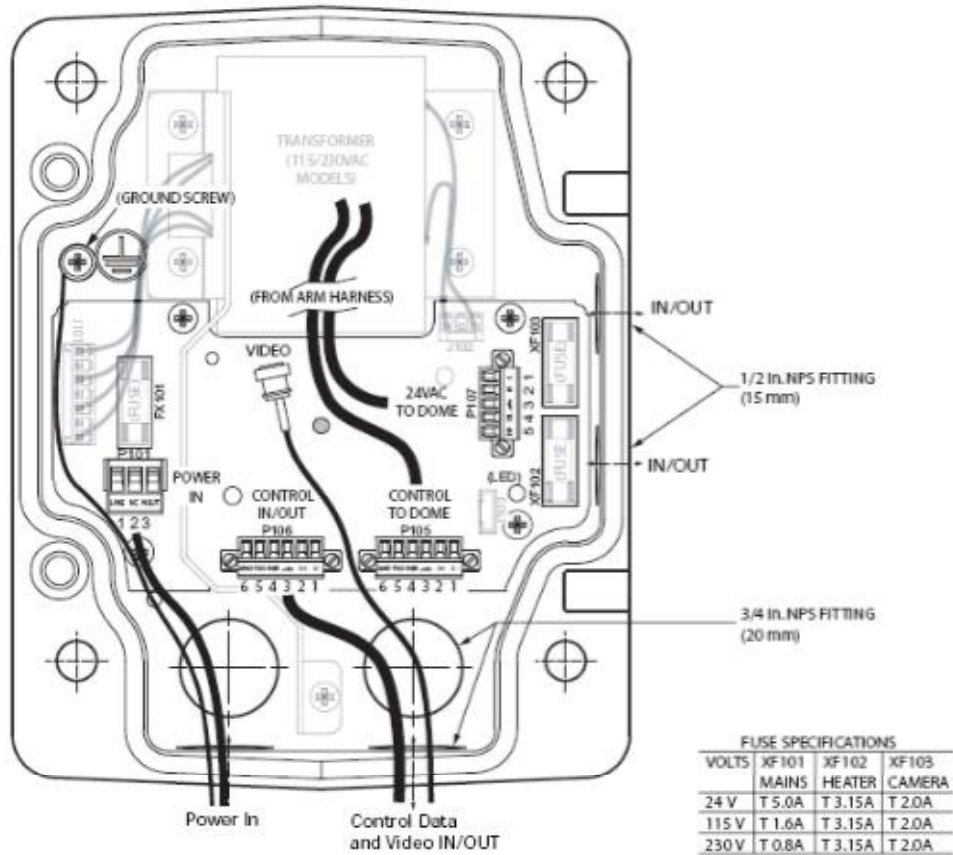


Figura 32.- Detalle de borneras de Fuente de Poder de la cámara Autodome opción
Fuente: www.boschsecurity.com

No.	Connector	Pin1	Pin2	Pin3	Pin4	Pin 5	Pin 6
	Ground	Grounding Screw					
P101	115/230 VAC or 24 VAC Power In	Line	NC	Neutral			
P105	Control to Dome (Arm Harness)	C- (Biphase)	C+ (Biphase)	Earth Ground	RXD (+) (RS- 232/485)	TXD (-) (RS- 232/485)	Signal Ground
P106	Control In/Out	C- (Biphase)	C+ (Biphase)	Earth Ground	RXD (+) (RS- 232/485)	TXD (-) (RS- 232/485)	Signal Ground
P107	24 VAC Power (Arm Harness)	Dome 24 VAC	Dome 24 VAC	Earth Ground	Heater (24 VAC)	Heater (24 VAC)	

Tabla 9.- Tabla de especificación de puertos de fuente de poder opción
Fuente: www.boschsecurity.com

2.4.2.2.1.3. Sensores Infrarrojos De Proximidad –PIR Volumétrico

Las coberturas de las cámaras propuestas varían según el modelo desde un ángulo de 60° a 360°. A pesar de ello, y según estas sean ubicadas, en la mayoría de casos se presentan “puntos ciegos” (Figura 33). Se conocen como puntos ciegos a las zonas dentro del radio de acción de las cámaras que no son capturadas como imagen debido a que se ubican fuera de la cobertura de visualización. Un ejemplo sencillo es representado por la zona inmediatamente inferior a la ubicación de la cámara, la cual al no poder ser protegida se convierte en una zona vulnerable o punto ciego.



Figura 33.- Señalización de puntos ciegos dentro de la escena de visión de una cámara
Fuente: Elaboración propia

Las zonas vulnerables o puntos ciegos son minimizadas con la instalación y puesta en servicio de dispositivos de seguridad que sensan la presencia de intrusos. En muchos casos los diseños proponen cámaras direccionadas a la zona vulnerable, pero se considera como una mejor practica el uso de sensores de presencia orientados hacia los puntos ciegos, asegurando una protección completa que monitoree daños, arrebatos y/o hurtos de las cámaras instaladas, tal y como se muestra en la figura 34.



Figura 34.- Puntos ciegos y medios de protección
Fuente: Elaboración propia

Los Sensores Infrarrojos De Proximidad trabajan mediante la detección de la radiación infrarroja emitida por los cuerpos vivos ubicados dentro de su campo de acción. El mismo tiene una lente de forma especial que concentra los rayos infrarrojos en su foco, donde se instala el sensor propiamente dicho.

Dicha lente no enfoca todos los rayos que inciden en el sensor, de lo contrario focaliza de acuerdo a ángulos (zonas) por lo que dentro de su campo de visión encuentra zonas de sombra que se intercalan con zonas de detección. De esta manera, cuando un cuerpo caliente se mueve, se producirá un cambio en la distribución de zonas de sombra y detección de radiación, lo que produce una ligera modificación que es discriminada por el sensor infrarrojo, cuyo circuito asociado envía al control la señal de que una persona, u animal ha activado el sistema.

El funcionamiento óptimo se produce cuando el cuerpo caliente se desplaza de forma transversal, atravesando el haz de ángulos de sombra y detección, y el menor índice de detección ocurre cuando el objeto se desplaza totalmente de frente hacia el detector, ya que de este modo no se modifica apreciablemente la distribución de haces y la detección se produce de forma más lenta.

El modelo utilizado para esta aplicación es el conocido como PIR con cobertura tipo abanico (Figura 35), el cual es utilizado como apoyo para CCTV y que dentro de sus características permite su instalación en exteriores pues cuenta con el sistema integrado de Compensación de condiciones climáticas reduciendo a la mínima expresión la ocurrencia de falsas alarmas.

Dentro de sus principales características destaca un tiempo de respuesta de 2 a 3 segundos desde la generación de un evento. Así mismo, cuenta con un alcance de 27 metros con una carcasa protegida en IP64.

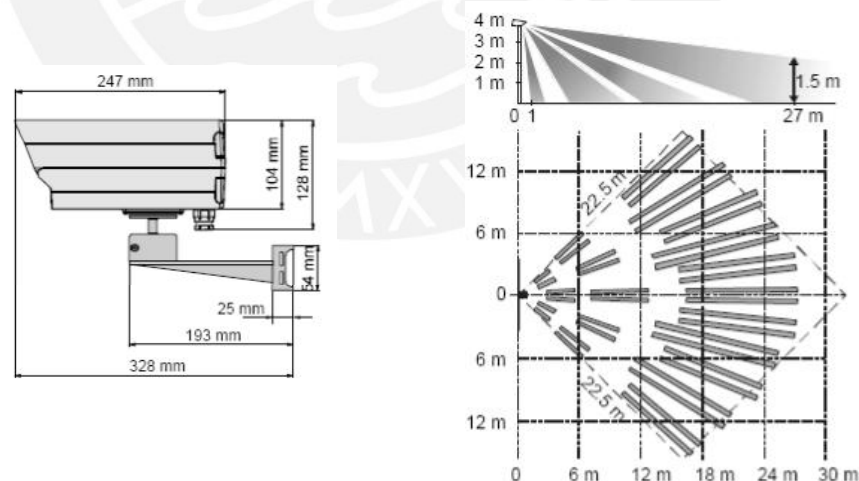


Figura 35.- Izquierda: Vista del PIR Abanico Modelo IS390H Siemens.-Derecha: Cobertura de PIR IS390H

Fuente: www.boschsecurity.com

La aplicación de estos dispositivos en el presente proyecto está determinada por la necesidad de asegurar la reducción de hurtos a los equipos de CCTV cuando se encuentren

instalados en zonas vulnerables a robo. En tal sentido, los PIR volumétricos estarán instalados bajo las cámaras exteriores cubriendo la zona ciega producida por ellas mismas permitiendo cubrir toda la zona a proteger.

El diseño para la protección de las cámaras de CCTV a instalar debe poder cubrir el mayor radio posible a fin de impedir el acceso al equipo a través de todo el perímetro. Para lograr esta solución, es necesario instalar tres (3) sensores infrarrojos volumétricos orientados a 90° uno del otro, tal y como se muestra en la figura 36. Esta ubicación asegura la generación de una alarma confiable ante cualquier evento de hurto.

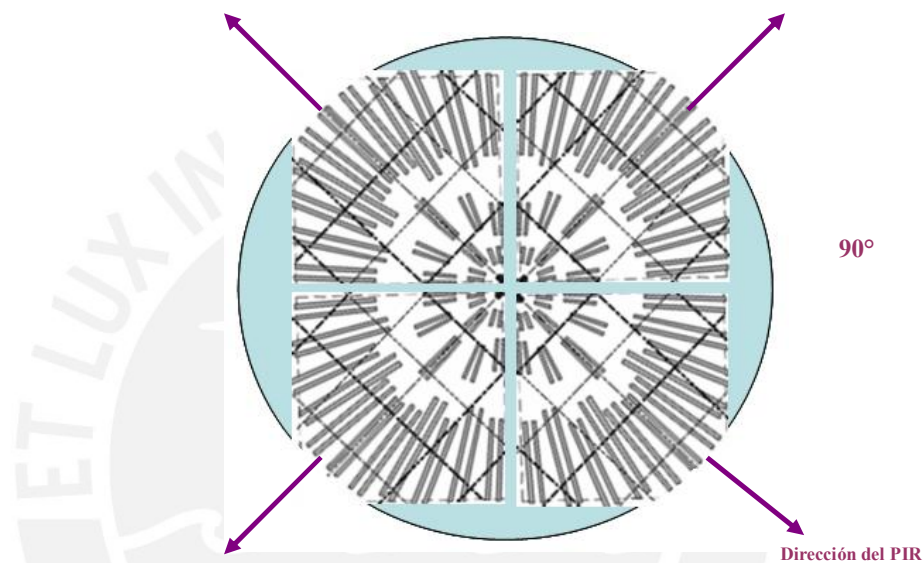


Figura 36.- Dirección de los PIR para la protección de las cámaras de CCTV

Fuente: Elaboración propia

Los sensores infrarrojos se encuentran en una variedad de marcas siendo las más reconocidas Siemens y Honeywell. Para nuestra aplicación se debe considerar equipos con alta resistencia a condiciones ambientales hostiles, siendo los más recomendables los equipos marca Siemens ya que cuentan con una alta sensibilidad de carácter uniforme gracias al análisis de señal controlado por microcomputador, con lo cual el equipo evalúa las condiciones ambientales garantizando su adaptación automática a lluvia, nieve, granizo, etc. con compensación de la temperatura asegurando una detección eficaz que reduce el nivel de falsas alarmas.

Las características básicas del PIR volumétrico marca Siemens se detallan en la Tabla 10

Tipo	IS390H
Cobertura / Alcance	Abanico / 27 m
Alimentación / rizado max. (0 a 100 Hz)	10.5 a 28 Vcc (12 V nom.) / 2 VPP
- Control de voltaje	Alarma < 8.2 Vcc

Tabla 10.- Características básicas del PIR volumétrico – SIEMENS

Fuente: www.boschsecurity.com

2.4.2.2.2. Almacén

La distribución de los equipos en el Almacén incluye solamente cámaras móviles tal y como se detalló en las Oficinas Administrativas soportadas por PIR Volumétricos para la eliminación de los puntos ciegos.

A manera de ejemplo, se muestra en la figura 37 la ubicación de las cámaras domo móvil. La distribución de los equipos se muestra en los planos de integración del proyecto que forman parte de los anexos de este trabajo de Tesis.

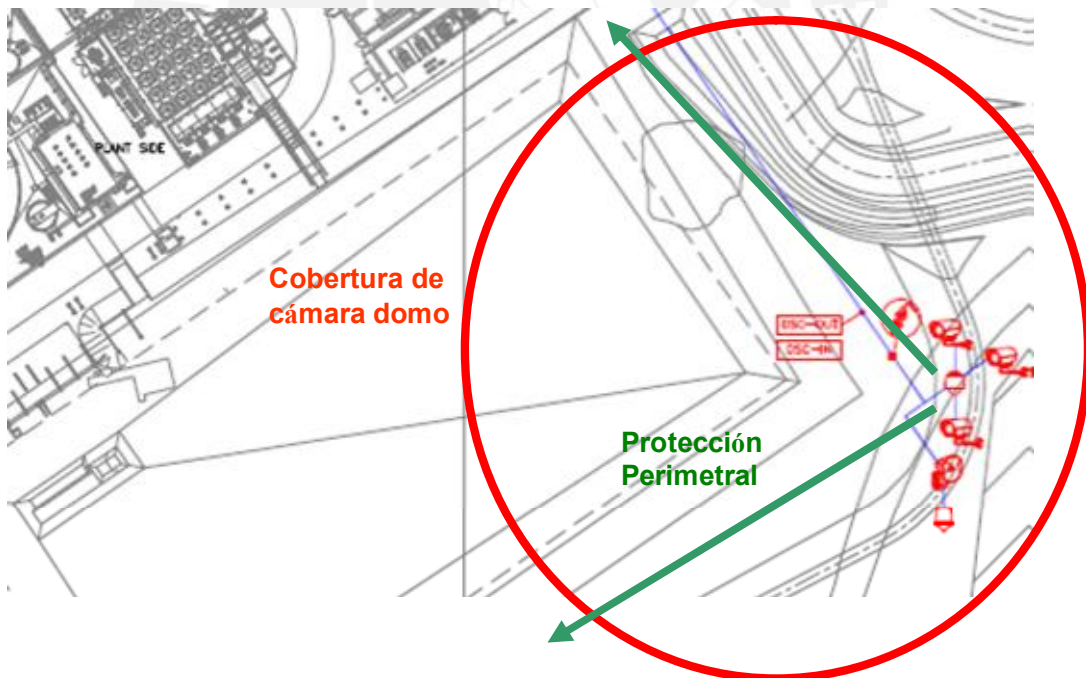


Figura 37.- Protección perimetral con cámaras móviles exteriores

Fuente: Elaboración propia – Planos del proyecto de tesis

2.4.2.2.3. Pozas de Lixiviación

La distribución de los equipos en las Pozas de Lixiviación incluye cámaras fijas y móviles tal y como se detalló en las Oficinas Administrativas soportadas por PIR Volumétricos para la eliminación de los puntos ciegos.

Finalmente, se presenta en la tabla 11 la distribución de las cámaras en cada una de las zonas a proteger en la Instalación Minera propuesta:

Dispositivo	Zona a proteger	Oficinas de Administración	Almacén	Pozas de Solución Rica
Cámara Fija		√		√
Cámara Móvil		√	√	√

Tabla11.- Distribución de equipos CCTV en las zonas a proteger

Fuente: Elaboración propia

2.4.3. Categoría 2 – Protección Limite Interno

La Protección Limite Interno o Categoría 2 está asociada al monitoreo y control de puertas que cercan directamente la zona crítica a proteger. Por lo tanto, para nuestra aplicación, se considera necesaria esta categoría para el área de Almacén, puesto que luego de la cerca metálica es necesario ingresar al almacén como tal a través de puertas de vidrio. Entonces, los contactos magnéticos definidos en las puertas de ingreso a dicha área forman parte de esta categoría.

2.4.4. Monitoreo Centralizado - Centro De Control De Seguridad

El Centro de Control tiene por misión operar el Sistema De Seguridad Electrónica y coordinar el accionar de las brigadas de seguridad en las zonas afectadas por algún evento de alarma. Toda la gestión del Centro de Control gira alrededor del Sistema Supervisor cuyas funciones son:

- Adquisición en tiempo real de la información de la situación en las áreas protegidas por los sistemas de Seguridad en toda la Instalación Minera.
- Almacenamiento de la información adquirida.
- Control y vigilancia permanente de todo el sistema a través de operadores designados.
- Recepción de todas las alarmas del sistema de seguridad en el Centro de Control, donde el personal operador, altamente calificado, adoptará las medidas necesarias para una rápida intervención de las Fuerzas y Cuerpos de Seguridad establecidos.

La arquitectura del sistema en el Centro de Control permite conocer el estado de los equipos de las instalaciones, reflejando las alarmas e incidencias o los cambios en el funcionamiento normal preasignado, así como dar las órdenes para modificar el estado de funcionamiento.

El centro de control (CCS) contará con:

- El sistema integrado de administración, control y monitoreo de CCTV.
- El sistema Integrado de intrusión y alarmas.

2.4.4.1. Sistema de Video Vigilancia

El sistema de video vigilancia propuesto incluye para los operadores del Centro de Control de Seguridad, 02 estaciones de trabajo, cada una de las cuales tendrá 02 monitores como se muestra en la figura 38.



Figura 38.- Consola de Monitoreo

Fuente: www.boschsecurity.com

Las características de la aplicación serán detalladas en las secciones siguientes.

2.4.4.2. Sistema De Administración

El sistema de administración de CCTV es una solución IP que permite dentro de sus principales características:

- Administración y control centralizado.
- Diversos niveles de autorización para usuarios, cámaras y monitores.
- Visualización en vivo, control PTZ, grabación y recuperación.

Este sistema de administración de video (Figura 39) integrará todo el equipo periférico existente, como cámaras domo y monitores y deberá configurarse con sus funciones de giro y vigilancia, tareas de grabación automática y funciones de archivado integral.

El sistema VIDOS (Video Integrator) es el sistema de administración que se utilizará en este proyecto debido a la versatilidad en sus funciones y su compatibilidad con las cámaras definidas en la sección 2.4.2 (Cámaras de Video).

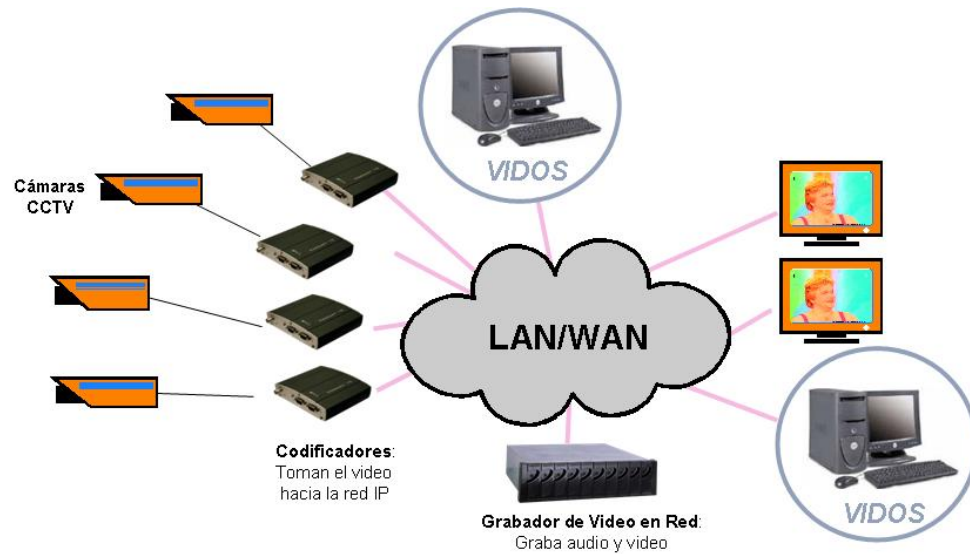


Figura 39.- Sistema resumido de administración de video

Fuente: www.pelco.com/nets

VIDOS es un producto de software para la gestión de alarmas y de vigilancia por vídeo y está basado en el concepto gráfico intuitivo de los mapas de sitio permitiendo al operador tomar el control de todo lo que le rodea.

2.4.4.2.1. Servidor De Gestión

Un servidor es un tipo de software que realiza ciertas tareas en nombre de los usuarios. El término servidor también se utiliza para referirse al ordenador físico en el cual funciona ese software, una máquina cuyo propósito es proveer datos de modo que otras máquinas puedan utilizar esos datos.

Los servidores para sistema de seguridad son equipos capaces de gestionar el acceso a todos los dispositivos instalados en la red de seguridad, así como de lograr la distribución de la información entre ellos a través de un direccionamiento dentro de la red IP que se verá en las siguientes secciones. El servidor de gestión es el motor básico para las soluciones de gestión de seguridad IP profesional, vigilancia de vídeo y alarma.

En muchas aplicaciones se consideran como parte del sistema además del servidor maestro la implementación de servidores de cliente y respaldo. Son recomendables estas medidas en proyectos de mayor envergadura.

Un servidor maestro debe contener grupos de usuario, lista de dispositivos que pertenecen al servidor, Privilegios por cámara para cada grupo de usuarios (derechos de acceso estático), prioridades de cada grupo de usuarios (derechos de acceso dinámico), varias

conexiones a otros servidores maestros y un servidor usuario como fuente para grupos de usuarios y usuarios.

El Servidor que será implementado en nuestro sistema, permite la gestión y el control centralizado en una estructura jerárquica. Esto permitirá que un administrador establezca diferentes niveles de autorización o privilegios para grupos de usuarios, que son la base de todos los clientes y usuarios para el acceso a la configuración, la visualización en directo, el control de telemetría, la grabación y la recuperación.

El servidor puede ser licenciado para que admita un número de usuarios virtualmente ilimitado. Se puede instalar en una estación de trabajo de cliente y, según el rendimiento que se necesita, ejecutarlo en segundo plano del cliente o en un servidor independiente.

El software servidor será proporcionado por VIDOS y el equipo que tendrá como rol ser servidor de gestión (Figura 40) estará basado en un procesador con las siguientes características:

- Procesador 5130 dual-core Intel Xeon (2,33 GHz)
- 1333 MHz, soporte de bus frontal
- DIMMs con búfer PC2-5300 DDR2 de 1 GB (memoria: 2 x 512 MB)
- Dos adaptadores de bus host SCSI U320 monocanal para poder conectar dispositivos de almacenamiento externos
- Montaje en rack de 2U de alto y 19 pulg. de ancho
- Protegido por HP Services



Figura 40.- Servidor de gestión

Fuente: www.boschsecurity.com

Así mismo, la tabla 12 lista las especificaciones eléctricas del servidor de gestión seleccionado.

Requisitos de entrada	MHW-SM4M1
Tensión de línea nominal	100-132 VCA, 200-240 VCA
Corriente de entrada nominal	10A (100 VCA), 10A (120 VCA), 6.1A (200 VCA)
Frecuencia de entrada nominal	De 50 a 60 Hz

Tabla 12.- Características eléctricas del servidor de gestión VIDOS

Fuente.- Elaboración propia

2.4.4.2.2. Consola De Monitoreo

La consola de monitoreo o “Viewers” son servidores que reciben la información de video de la red para procesarla y reproducirla en pantallas preconfiguradas según la cantidad de cámaras a visualizar y la ubicación de las mismas en cada PC (Figura 41). Esta configuración permite distribuir el número de cámara entre los servidores de visualización, programar el tiempo en la que serán reproducidas en pantalla, alarmar ante movimientos no establecidos en el área, entre otras funciones.



Figura 41.- Viewer de un Sistema de CCTV

Fuente: www.cctv-surveillance.co.uk

La configuración en pantalla de una distribución de cámaras apropiada que facilite la verificación de un número determinado de cámaras varía entre 8 y 10 cámaras. En referencia a ello, el presente proyecto propone por cada pantalla 9 cámaras de video trabajando simultáneamente.

2.4.4.2.3. Sistema De Administración De Alarmas

Al igual que el sistema de video, el sistema de alarmas requiere ser controlado y monitoreado por una plataforma que soporte paneles de intrusión y que a su vez pueda comunicar esta información al sistema de video. Esta interrelación es sumamente importante dado que es el sistema de intrusión es quien les da la entrada a los equipos de video para direccionar las cámaras hacia la zona vulnerada.

Estos sistemas están basados en software capaces de integrar subsistemas de seguridad que permiten agregar funciones de control a los equipos adaptándose a las necesidades del usuario, lo cual garantiza mayor eficiencia en las operaciones rutinarias y respuesta a emergencias reducida.

El sistema de administración de video está conformado por una central en la cual se encuentra cargado el software administrador que recibirá las señales de los paneles de intrusión distribuidos en las áreas a proteger. Con respecto al monitoreo de cámaras, este sistema sirve de respaldo al sistema Vidos, ya que en caso de una pérdida de señal puede

ser capaz de recuperar la señal de video desde los codificadores y reproducir las imágenes en monitores predeterminados.

La distribución de los dispositivos indicados es mostrada en la figura 42.

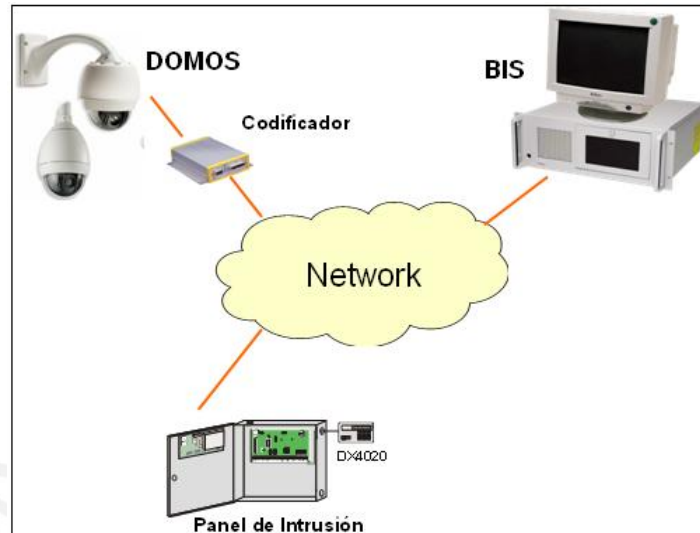


Figura 42.- Estructura del Sistema de Intrusión

Fuente: Elaboración propia

La señal de video de los codificadores y las señales de alarma provenientes de los paneles de intrusión ingresan a la red para ser obtenidas por la central administradora de alarmas. Desde allí se procede a controlar los dispositivos de anunciación, monitorear el estado de las zonas protegidas y registrar los eventos en el histórico.

El sistema de administración de alarmas seleccionado para nuestra aplicación es el BIS (Building Integration System) que al igual que el VIDOS son de la marca BOSCH. Este software es una solución innovadora que está diseñada para monitorear grandes sistemas de seguridad en red o stand alone. Cuenta con una serie de aplicativos para funciones específicas como la administración de eventos, ubicación por mapas, priorización de pantallas, entre otras.

2.4.4.3. Software y Dispositivos De Grabación

Los dispositivos de grabación o videograbadoras son el núcleo del sistema de video vigilancia ya que en ellos se almacenan toda la información recogida durante el tiempo de vigilancia. Estos equipos realizan el proceso de grabado a través de mecanismos de compresión de imagen que han hecho que estos dispositivos sean capaces de almacenar muchas horas de grabación.

Los dispositivos de grabación del tipo digital están hechos en base a procesadores en donde se almacena la información en un disco rígido con un determinado formato de compresión. Las ventajas principales de estos sistemas con respecto a los sistemas convencionales de grabación en cinta son:

- La posibilidad de configurar cada cámara de la manera más conveniente, por ejemplo, cámaras 1,4,6, grabación continua, cámaras 2,3,5, grabación por eventos, 7,8 y 9 grabación en un periodo de tiempo determinado,
- La velocidad para obtener la información, ya que se tiene archivos directos en comparación de los archivos secuenciales presentados en grabaciones en vídeo a cinta. Por ejemplo, ante la necesidad de ver una imagen que se produjo en un día, a una hora y en minutos específicos, sólo será necesario ingresar el requerimiento por los menús de los grabadores digitales utilizables.
- Alta calidad de la resolución en la imagen
- Permiten la visualización y grabación por red.

Nuestra aplicación seguirá estando basada en el sistema VIDOS de la marca Bosch, siendo el sistema de grabación el VIDOS NVR (Network Video Recorder).

El sistema de grabación VIDOS NVR proporciona una solución del almacenamiento de larga duración y de la recuperación para el vídeo y el audio vía una red del IP, el cual consiste de tres componentes principales: software de la gerencia, plataforma del servidor y almacenaje RAID 5.

VIDOS NVR funciona como un sistema de grabación digital de red digital para almacenar el vídeo MPEG-2 y MPEG-4 y audio, mientras también proporciona la capacidad para reproducir y guardar el vídeo registrado. El sistema consiste en la implementación de servidor independiente para la grabación cargado y configurado con el software de video de red de VIDOS-NVR y dispositivos de almacenamiento para el almacenaje externo RAID. El sistema es compatible con las fuentes MPEG-2 y MPEG-4 simultáneamente emitidas por las cámaras de video y es capaz de registrar hasta 64 diversas corrientes video en simultáneo. El producto cuenta con la tecnología ANR (Automatic Network Replenishment) que asegurara la restauración completa de los datos registrados ante un fallo de la red.

Cada servidor VIDOS-NVR transmite el vídeo y el audio entrantes a una o dos matrices de discos RAID para su almacenamiento. Las matrices de discos para montaje en racks de 19 pulgadas están disponibles en varios tamaños que van de los 960 GB a los 6,4 TB y de 6 a 16 discos duros con intercambio en caliente. Esto proporciona semanas o meses de vídeo archivado dependiendo de la configuración del sistema.

Nuestro sistema será implementado para lograr 30 días de grabación a una alta resolución. En el mercado pueden encontrarse una variedad de aplicativos que permiten calcular la

capacidad necesaria para cumplir cualquier requerimiento. En este caso, se tomará como base el calculador de capacidad "March Network DVR Storage" [12], en el cual se utilizaran los siguientes parámetros:

- 30 días al mes: Grabación ininterrumpida los 30 días de cada mes.
- 24 horas al día: Grabación ininterrumpida las 24 horas de cada día.
- 4 CIF: Resolución de 704 × 576

El formato CIF (Common Intermediate Format) se utiliza para compatibilizar los diversos formatos de vídeo digital. Es un formato normalizado que es utilizado en CCTV. Éste estandariza la resolución, tanto vertical como horizontal de los píxeles de las imágenes de vídeo digital. Su objetivo es ofrecer un formato de vídeo común. Muchas veces se le conoce como FCIF (Full CIF) para diferenciarlo del QCIF (Quarter CIF). El formato CIF define secuencias de vídeo de 29,97 imágenes por segundo, donde cada una de ellas contiene 288 líneas con 352 píxeles por línea. Es decir, presenta 352x288 muestras de resolución de luminancia y 30Hz como frecuencia de imagen.

Según las características del área a proteger, la resolución debe ir incrementando a fin de mejorar la imagen a almacenar. Los rangos definidos según la Recomendación H.261 de la ITU se listan en la tabla 13.

FORMATO	FACTOR	RESOLUCIÓN VÍDEO
SQCIF	1/3 x CIF	128 × 96
QCIF	1/2 x CIF	176 × 144
CIF	1 x CIF	352 × 288
4CIF	4 x CIF	704 × 576
16CIF	16 x CIF	1408 × 1152

Tabla 13.- Rangos de CIF definidos para resolución de imagen

Fuente: Elaboración propia

- 15 cuadros por segundo

(Cuadros Per Second) En aplicaciones de Video Digital, se refiere a la cantidad de imágenes por segundo que pueden ser mostradas o grabadas, también puede aparecer como "Frame Rate" o "Refresh Rate". A mayor número de Cuadros la imagen mostrada o grabada será fluida, con un bajo número de Cuadros se verá una imagen Robotizada. En CCTV, se consideran 30 cuadros por segundo para la mejor visualización y grabación de imagen.

Una imagen robotizada se obtiene con cifras menores a 5 fps.

Cada uno de ellos cumple un papel determinante de la cantidad de Bytes que deberá tener el arreglo de discos duros de la aplicación.

A continuación se desarrolla un cálculo del almacenamiento requerido para una cámara de video con las consideraciones descritas anteriormente.

El cálculo arroja como resultado 49.44 GB (Figura 43), lo cual correspondería únicamente a un dispositivo de video. El cálculo final para la cantidad de dispositivos de CCTV incluidos en el sistema permitirá obtener la cantidad de espacio de almacenamiento necesario para nuestra aplicación.

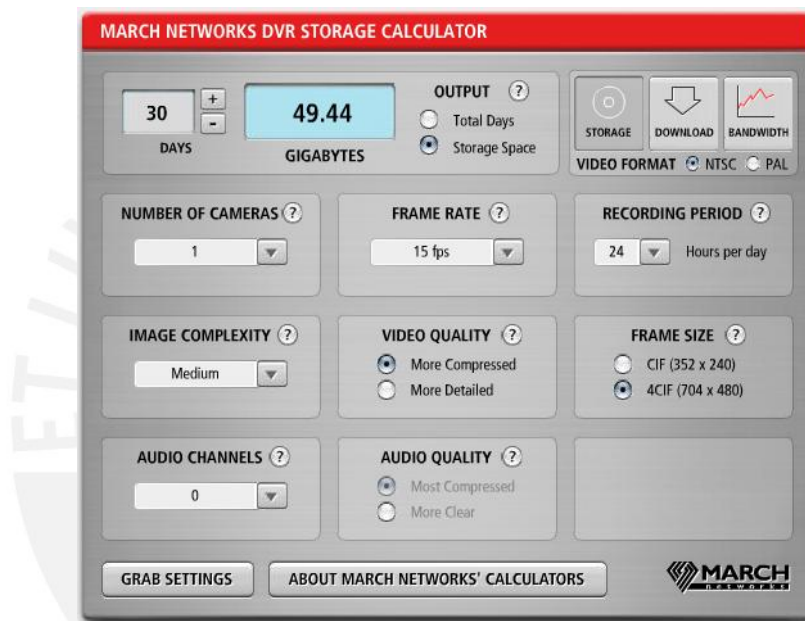


Figura 43.- Cálculo de almacenamiento por una cámara de video

Fuente: Storage Calculador. Página Web: www.marckhsystems.net

Para iniciar este análisis se partirá de la distribución de cámaras en las áreas del proyecto. Según lo que se ha ido desarrollando a lo largo del documento, se muestra un resumen con la cantidad y tipo de cámaras por sub-sistema en la Tabla 14.

Dispositivo \ Zona a proteger	Oficinas de Administración	Almacén	Pozas de Solución Rica
Cámara Fija exterior	6	2	4
Cámara Móvil	3	3	3

Tabla 14.- Cantidad de cámaras por site y por modelo

Fuente: Elaboración propia

En base a este detalle se realizará el cálculo de capacidad requerido para nuestra aplicación, el cual cuenta con un total de 21 (veintiuno) cámaras de video y es mostrado en la figura 44.

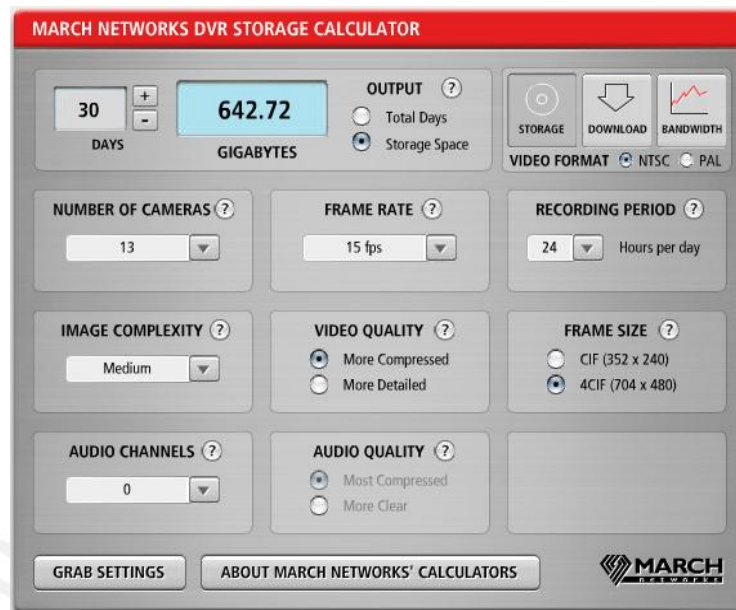


Figura 44.- Cálculo de almacenamiento para todo el sistema

Fuente: Storage Calculador. Página Web: www.marckhsystems.net

El cálculo nos muestra la capacidad requerida para 13 cámaras de video, resultando un total de 642.72 Gigabytes. Con referencia a este cálculo se puede obtener la capacidad de grabación total requerida para nuestro sistema.

La capacidad de grabación total requerida para nuestro sistema asciende a 49.44 GB x 21 = 1.038 TB. Este dato, nos indica que se debe utilizar un arreglo de discos mayor al cálculo a fin de cubrir nuestro requerimiento.

Las opciones que se encuentran en el mercado con respecto a módulos de almacenamiento en la marca Bosch se detallan en la Tabla 15.

Modelo	No de discos duros	Rango de Tensión	Consumo
DVA-08K-040 50RA	4 x 500 GB	120/240 VCA, 50/60 Hz	350 W
DVA-08K-080 50RA	8 x 500 GB	120/240 VCA, 50/60 Hz	350 W
DVA-16K-160 50RA	16 x 500 GB	120/240 VCA, 50/60 Hz	460 W

Tabla 15.- Opciones de Módulos de Almacenamiento (DISK ARRAY)

Fuente: www.boschsecurity.com

La elección estaría orientada a un arreglo de discos de 2 Terabytes de almacenamiento, siendo el modelo seleccionado el DVA-08K-04050RA (Figura 45), el cual nos permitirá grabar todos los eventos en video digital y cumpliendo con las características de video indicadas párrafos arriba.



Figura 45.- Módulos de Almacenamiento (DISK ARRAY)

Fuente: www.boschsecurity.com

2.4.4.4. Sistema De Alarma E Intrusión – Paneles de Alarma

La central de alarma es la parte medular del equipamiento en el sistema de intrusión, ya que es el elemento que se encarga de controlar automáticamente el funcionamiento general del sistema de alarma, recogiendo información del estado de los distintos detectores y accionando eventualmente los sistemas de aviso de la presencia de intrusos en el área protegida.

La central en sí es una tarjeta electrónica con sus distintas entradas y salidas, que se encuentra resguardada en un gabinete con protección antidesarme, el que generalmente también incluye la batería y su cargador.

Las centrales se clasifican de acuerdo a la cantidad de zonas independientes a proteger, por lo que se puede encontrar productos de 2, 6, 16 zonas, etcétera.

Cada zona puede ser activada y desactivada en forma individual, lo que permite proteger las áreas que no tienen presencia humana prevista y deshabilitar la protección en aquellas zonas ocupadas por personal autorizado o en trabajos planeada en la zona a proteger.

Asimismo, se suele incorporar un retardo de activación de la alarma en al menos una zona (zona temporizada), para dar tiempo a que pueda desactivarse el sistema al ingresar los dueños al domicilio protegido. Sin embargo, esto no es necesario en los casos en que se dispone de un control remoto por ondas de radio.

En referencia a todos los dispositivos y características de los paneles de alarma, se incluye en el presente proyecto de tesis paneles de la marca Bosch. La elección de la marca básicamente se realiza por la necesidad de integrar los sistemas de alarma y de CCTV, lo cual tiene como medio el sistema VIDOS para CCTV y el BIS para alarma.

El panel de alarma seleccionado corresponde a la serie G de Bosch (Figura 46) y dentro de sus características destaca la capacidad de proveer una solución integrada para sistemas de seguridad en distintas aplicaciones. El panel D7412CV2 incluye un equipo transmisor que envía los reportes de eventos por medio de una red IP hacia direcciones programadas. El panel de control cuenta con hasta 75 puntos de identificación, donde cada punto se programa como dispositivo normalmente cerrado (NC) o normalmente abierto (NO) con resistencia de fin de línea para la supervisión del circuito.



Figura 46.- Panel de Control de Intrusión

Fuente: www.boschsecurity.com

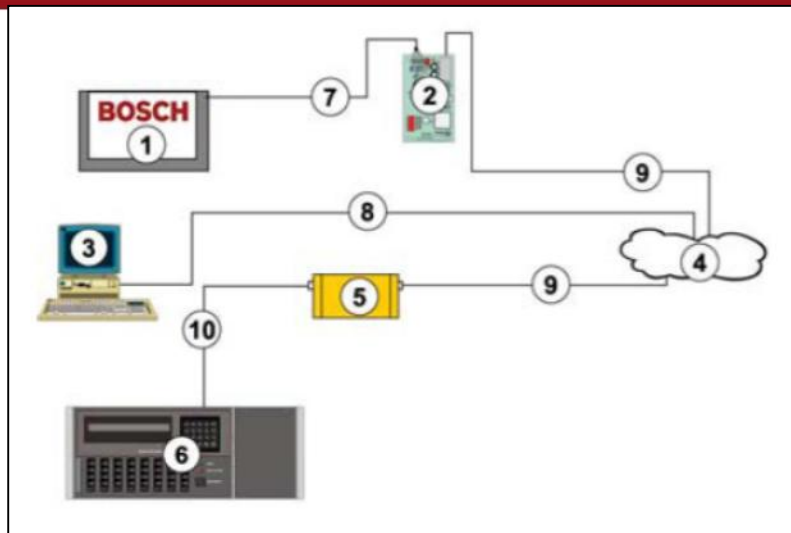
Este panel de control permite monitorear los puntos de intrusión alarma usando teclados auxiliares, dando mayor flexibilidad para los operadores ubicados in situ. El presente proyecto considera estos teclados por cada panel así como de las tarjetas de comunicación, ambos detallados a continuación:

Módulo de Interfaz de red DX4020

El módulo de interfaz de red DX4020 crea comunicaciones bidireccionales a través de redes Ethernet para paneles de control de seguridad específicos de Bosch. Los usos específicos de su instalación incluyen:

- Administración remota con software de programación remota (RPS) o RPS-Lite
- Conexión a un PC para programación con software.

El diagrama general del sistema muestra en la figura 47 un sistema NetCom que utiliza el panel de control de D7412GV2, un módulo de interfaz de Ethernet, un receptor D6600 y un adaptador de red D6680, cerrando así el circuito necesario para el monitoreo de los paneles con el centro de control.



1. Un panel de control compatible D7412
2. Módulo de interfaz de red DX4020 (Ethernet)
3. Software administrativo de programación D600 para el PC primario
4. Red Ethernet
5. Adaptador de red D6680
6. Receptor de la estación central D6600
7. Conexión SDI bus del panel de control compatible a los terminales SDI bus DX4020

8. Conexión de la red Ethernet a la tarjeta interfaz de la red Ethernet del PC primario
9. Conexión a la red Ethernet D6680
10. Conexión D6680 al puerto COM4 D6600

Figura 47- Diagrama general del sistema de intrusión

Fuente: www.boschsecurity.com

Las características básicas del módulo de interfaz de red se detallan en la tabla 16.

Módulo de interfaz de red DX4020

Requisitos de alimentación

Corriente:	10BaseT: 80 mA nominal, 84 mA máximo 100BaseT: 100 mA nominal, 110 mA máximo
Tensión (funcionamiento):	12 VDC nominal

Tabla 16.- Características básicas del módulo de interfaz de red

Fuente: www.boschsecurity.com

Teclado

El teclado D1255 corresponde al teclado de intrusión para los paneles de control elegidos para el presente proyecto. El teclado de intrusión dentro de sus principales aplicaciones es utilizado para identificar la ubicación de alguna emergencia y el tipo de alarma involucrada a cargo de los operarios de las zonas restringidas; así como para ser instalado en áreas en las que no existe un panel de intrusión pero que es necesario tener identificadas las emergencias y tipos de alarma de intrusión, en los cuales además de informar vía display el evento puede producir alarmas audibles para el monitoreo de los eventos existentes.

Los componentes del teclado de intrusión permiten la visualización de mensajes de alarma, emisión de sonidos relacionados al evento presente, así como de teclas para la

programación de los dispositivos, descarga de reportes, análisis de históricos, entre otros. La figura 48 muestra los componentes del mismo y su correcta identificación.

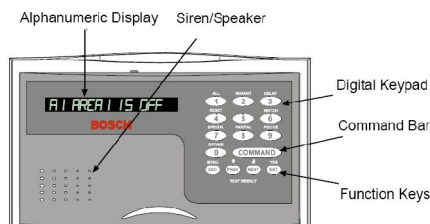


Figura 48.- Componentes de un teclado de intrusión

Fuente: www.boschsecurity.com

Las características básicas de los teclados de intrusión D1255 de Bosch se listan en la tabla 17.

D1255/D1255B Specifications

Power	Nominal 12 VDC supplied by the control panel
Current Required	Idle: 104 mA, armed or disarmed.
	Maximum: 206 mA, with keypad lighted and warning tone ON.

Tabla 17.- Características básicas de los teclados D1255

Fuente: www.boschsecurity.com

Resumiendo los puntos tocados en ésta sección, el panel de intrusión en conjunto con la tarjeta de interfaz de red permitirán la comunicación de los puntos de detección de intrusión con la red existente y se trasladaran hacia el sistema de administración de alarmas para relacionarlos con el sistema de CCTV, según se indicó en la sección 2.4.4.2 (Sistema De Administración). El sistema se representa en la Figura 49.

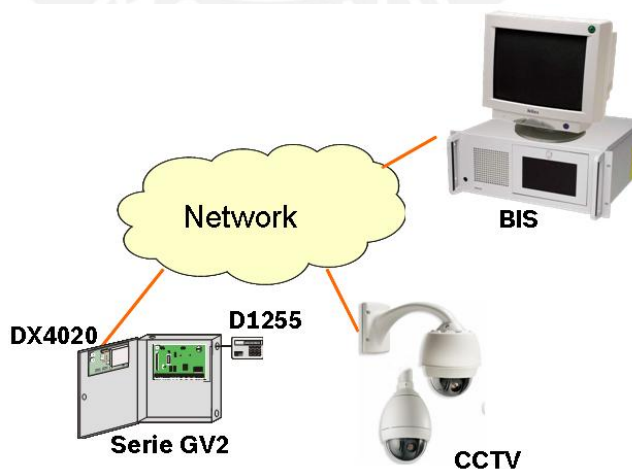


Figura 49.- Relación entre panel de intrusión y la red de comunicaciones

Fuente: Elaboración propia

2.4.4.5. Transmisión de Video

Uno de los aspectos más importantes de un circuito cerrado de CCTV es el método de transmisión; se tiene varias opciones para realizarlo:

- Físico por cable coaxial

El cable que se utiliza para la instalación de los equipos de CCTV es del tipo coaxial, que está compuesto por un vivo en el centro aislado con poliuretano y una malla que lo envuelve, todo recubierto por una vaina de PVC (Figura 50). De acuerdo a los lugares por donde deba pasar el cable y la distancia que haya entre las cámara y el sistema de administración se determina es el tipo que se debe usar. Para distancias cortas hasta 300 metros debe elegirse el cable coaxial RG-59 y en distancias más largas hasta 600 metros es el RG-11, en ambos casos se detallaran sus características más adelante. Siempre y en cualquiera de las situaciones es recomendable que el cable sea el denominado pesado dado que cuentan con mayor cantidad de malla garantizando una mayor aislamiento a posibles interferencias.

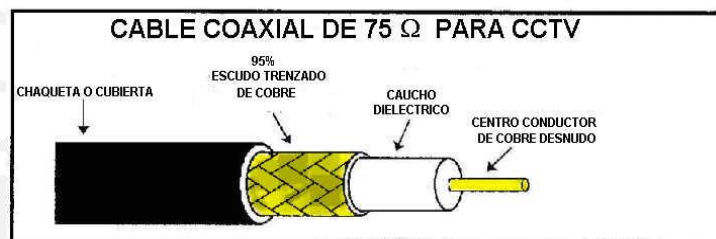


Figura 50.- Cable Coaxial de 75 Ohm para CCTV

Fuente: www.andreaips5.wordpress.com

Los distintos tipos de cables coaxiales son mostrados en la Figura 51, en la que se realiza una comparación respecto a la distancia máxima de transmisión en cada caso.

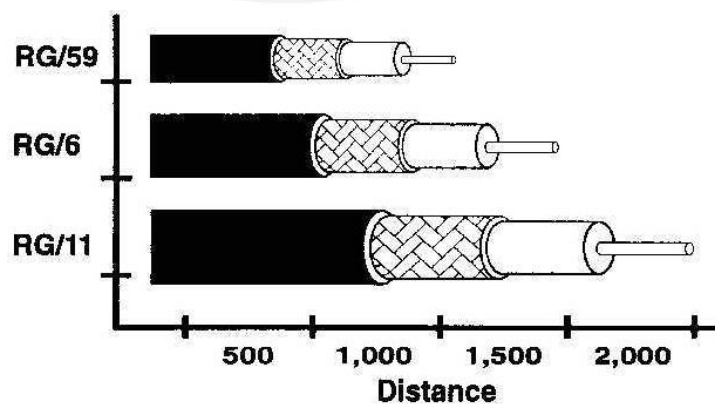


Figura 51.- Limitaciones de distancia en los tipos de cable coaxiales

Fuente: www.andreaips5.wordpress.com

Sus principales características se describen a continuación:

Tipo RG-59

- Se utiliza donde la longitud del cable no supera los 300 m.
- Impedancia del cable: 75 ohm
- Conductor central: Resistencia menor a 15 ohm para 300 m.
- Cumple normas para movimiento o flexión
- Cobre sólido (NO baño de cobre)
- Malla de cobre para conductor externo.

Tipo RG-11

- Se utiliza donde la longitud del cable no supera los 600 m.
- Impedancia del cable: 75 ohm
- Conductor central: Resistencia menor a 6 ohm para 300 m.
- Cumple normas para movimiento o flexión
- Cobre sólido (NO baño de cobre)
- Malla de cobre para conductor externo

Hay también otro tipo de cable que se utiliza en las instalaciones de los kits de observación, 4 conductores y una malla, en este tipo de cable se envía la información de vídeo, audio y alimentación. Dado que se transporta por este cable la alimentación que provee el monitor hacia la cámara la distancia a la que puede ser instalado es limitada, pues la tensión continua va disminuyendo con el recorrido hasta un punto donde ya la cámara no funciona.

- **Inalámbrica**

Cuando no existe la posibilidad de cablear una cámara por una cuestión de infraestructura o un tema estético ésta opción representa una de las mejores maneras de resolver el problema. Existen distintos equipos para cada aplicación dentro de los cuales están los equipos de radiofrecuencia para distancias cortas y equipos de microonda para distancias más largas. Los equipos de radiofrecuencia se presentan en frecuencias de 900 MHz o 2.4. Los equipos de microondas pueden llegar hasta largas distancias debido a su gran potencia, hay algunos que llegan hasta 5 Km.

En ambos casos, debe cumplirse la condición básica de que las antenas deberán estar en línea de visión óptica, es decir, si hay un objeto en el medio (edificios, árboles, carteles, etc.) la onda no puede atravesarlo y la conexión no se produce. En los equipos de corta distancia hay distintas variantes, en algunos casos la cámara y el monitor ya tiene el sistema de

transmisión inalámbrica incorporada y en otros son “cajas negras” a los cuales se les agregan la cámara y el monitor.

- **Telefónica**

Estos sistemas se han vuelto muy populares en estos últimos tiempos debido al gran avance que han presentado, ya que están hechos en su gran mayoría sobre una base de informática. Su principio básico es la conexión desde la ubicación en la que se encuentran las cámaras con un lugar remoto a través de la línea telefónica a través de un MODEM esquematizado en la figura 52.

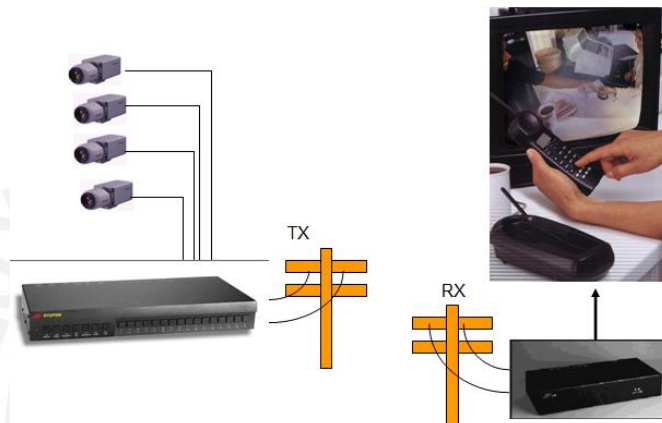


Figura 52.- Instalación común de la transmisión del tipo telefónico

Fuente: Elaboración propia

La principal ventaja de estos sistemas es poner monitorear cámaras desde cualquier lugar del mundo donde haya una PC y una línea telefónica convencional. Una desventaja es la dependencia a la velocidad de comunicación del modem hace que el sistema sea lento a veces y muy pixelado

- **Por par trenzado**

Esta transmisión se realiza a través de un emisor y un receptor. La cámara se conecta en el emisor y el sistema administrador en el receptor a través de cable UTP (Figura 53) hasta una distancia de 1.5 Km. Estos equipos solo transmiten vídeo analógico y pueden usarse en estos casos,

- Cuando la distancia entre cámara y destino supera los 600 m. y no tienen amplificadores

- Cuando el cable debe pasarse cerca de luces fluorescentes, motores, líneas de corriente alterna.

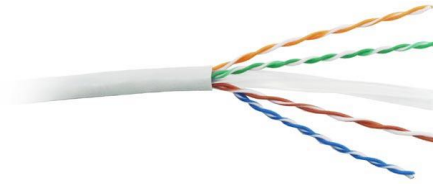


Figura 53.- Transmisión por par trenzado

Fuente: www.esp.hyperlinesystems.com

- **Fibra óptica**

La fibra óptica es un método que cambia las señales electrónicas en impulsos láser e infrarrojo e inyecta ese impulso de luz en un extremo de una delgada varilla de fibra óptica para luego volver a traducir el impulso en luz al otro extremo, como una copia exacta de la señal electrónica. Está conformado por un núcleo por donde se traslada la luz, un revestimiento y forro de protección (Figura 54).

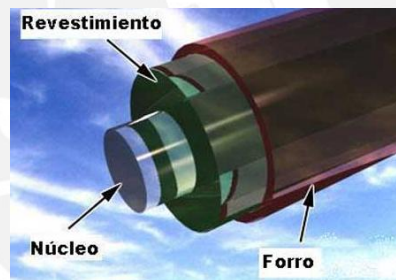


Figura 54.- Partes de transmisor de fibra óptica

Fuente: www.prensa-latina.cu

Es el mejor medio por sus características físicas para enviar señales a largas distancias sin ningún tipo de amplificadores ya que tiene muy baja pérdida y atenuación, la señal es transmitida libre de interferencias, tales como rayos y/o descargas eléctricas. El modo de conexionado es través de transmisores y/o receptores ópticos, estos convierten la señal de eléctrica a óptica. La distancia máxima de conexionado con una fibra multimodo es hasta 3400 m. y con una fibra monomodo se puede llegar hasta 24 Km. Los cables de fibra óptica no requieren demasiada inversión para su instalación pero hay que tener algunas consideraciones a la hora de elegir el tipo de cable de acuerdo al lugar de instalación (uso interno o externo, con o sin gel antihumedad, con o sin blindaje de acero antiroedores, para enterrado directo o tendido aéreo). [10]

- **Transmisión de Video por RED**

Este tipo de transmisión permite el monitoreo de las cámaras a través de la misma red que se utiliza para intercambio de datos ofreciendo video casi en tiempo real. Se puede grabar cualquier evento en una PC y utilizar en lo que se conoce como Intranet. La figura 55 facilita el entendimiento de lo expuesto en éste párrafo.

Nuestra aplicación tendrá una mezcla de dos tipos de transmisión de video expuestos anteriormente. Las cámaras serán cableadas con coaxial hacia los codificadores en todos los sites para luego ingresar por medio de los switches a la red interna de la instalación minera. Debido a que las cámaras a utilizar serán del tipo analógico deberán pasar por dispositivos que conviertan la señal de video al tipo digital, codificadores, para que puedan ser recibidos por el switch. Todo ello resume la topología de interconexión de nuestro sistema (figura 56). [11]

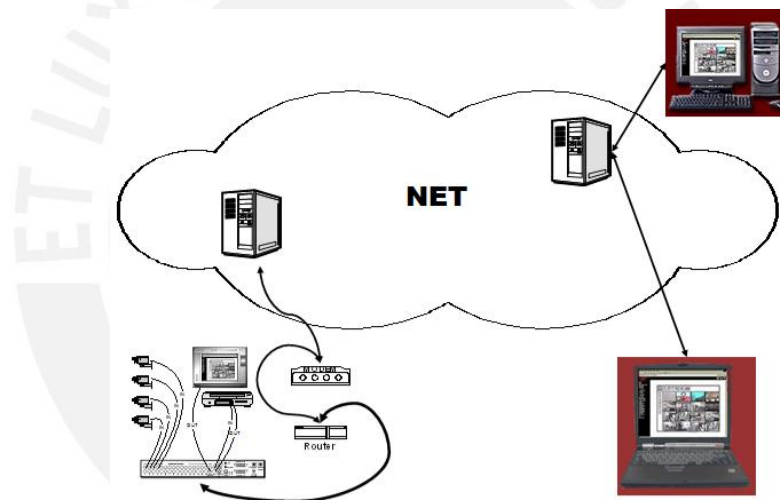


Figura 55.- Instalación del tipo de transmisión de Video por Red

Fuente: www.prensa-latina.cu

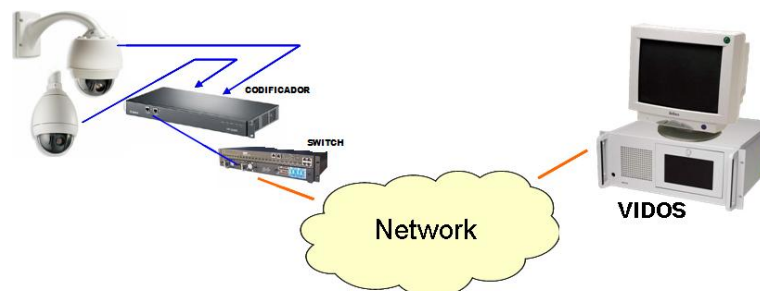


Figura 56.- Topología de interconexión del sistema propuesto

Fuente: Elaboración propia

2.4.5. Sistema De Comunicaciones

2.4.5.1. Switches De Comunicación

Un switch es un dispositivo de propósito especial diseñado para resolver problemas de rendimiento en la red debido a anchos de banda pequeños y embotellamientos. Los switches puede agregar mayor ancho de banda, acelerar la salida de paquetes, reducir tiempo de espera y bajar el costo por puerto, además de segmentar económicamente la red dentro de pequeños dominios de colisiones, obteniendo un alto porcentaje de ancho de banda para cada estación final lo que permite reducir o casi eliminar que cada estación compita por el medio, dando a cada una de ellas un ancho de banda comparativamente mayor.

Para el presente proyecto se ha desarrollado una arquitectura que permita una adecuada distribución de los dispositivos de seguridad, considerando respaldos adicionales para posibles ampliaciones a futuro. Para ello, se ha realizado un análisis sobre las principales marcas encontrándose la marca MRV como la de mayor robustez, confiabilidad y mayor nivel de prestaciones para sistemas complejos como los utilizados en instalaciones mineras, los que comúnmente deben soportar ambientes hostiles.

La red diseñada está compuesta por switches de núcleo (core) y switches de acceso, siendo los primeros quienes reciben y distribuyen la información de toda la estructura y los switches de acceso, aquellos que reciben directamente la data de un punto (site) específico. Los tipos y modelos de switches son descritos en la Tabla 18.

Tipo de Switch	Modelo	
Núcleo o Core		
Acceso	Optiswitch 9012	Serie 9000

Tabla 18.- Modelos de los Switches

Fuente: Elaboración propia

Los switches ópticos de la Serie 9000 de MRV son unos inteligentes, versátiles y potentes equipos en plataforma Metro Ethernet con un eficiente manejo de tráfico. Cuentan con la opción de conexionado de entradas del tipo cobre y fibra óptica, lo cual da una gran flexibilidad permitiendo optar por el conexionado más apropiado para la aplicación. Dentro de sus características se tiene:

- Manejo de LAN Virtuales (VLAN) que distribuyen sus 12 entradas de señal en grupos o sub-sistemas.
- Velocidad de transmisión de 10GB

- Transmisión de Datos del tipo Multicast
- Monitoreo de niveles ópticos vía SFPs
- Monitoreo de eficiencia y enlace bajo el software de la red Megavision

Dado que nuestro sistema cuenta con sub-sistemas de CCTV e Intrusión y Alarmas, los puertos de cada switch han sido distribuidos considerando los puertos:

Las VLANs mencionadas son configuradas sólo mediante software, lo que las hace extremadamente flexibles dado que segmentan lógicamente la infraestructura física (switch) de una LAN en distintas subredes independientes entre sí maximizando la funcionalidad de los switches. Los sistemas estarán divididos en tres VLANs: VLAN de Administración del Switch, Intrusión y Alarmas y CCTV. Cada VLAN puede accederse por una cantidad de puertos de cada switch. Dicha distribución se lista en la Tabla 19.

Puertos	Sub-red o VLAN
1 al 4	Administración del Switch
5 al 8	Intrusión y Alarmas
9 al 12	CCTV

Tabla 19.- Distribución de los Puertos por cada VLAN

Fuente: Elaboración propia

La arquitectura de la red diseñada se basa en un switch de Núcleo o Core que gobierna 3 (tres) switches de Acceso que recibirán la información de los dispositivos de campo instalados en los sites Pozas de Solución Rica, Oficinas Administrativas y Almacén Central.

Este diseño debe comunicarse por medio de la red de Fibra Óptica proporcionada hacia el Centro de Control, donde estarán ubicados 2 (dos) switches adicionales que repetirán la información registrada por el switch Core con el objetivo de que sean transmitidas a las estaciones de monitoreo y de grabación. La figura 57, muestra la distribución de los switches según su aplicación y ubicación.

Todos los switches pertenecientes a la estructura descrita, son configurados y manejados desde el software Megavision cuya pantalla de acceso al entorno se visualiza en la Figura 58. El software Megavision es la aplicación desarrollada por MRV para la gestión de la red y de cualquiera de sus dispositivos IP/SNMP. Permite gestionar los enlaces desde su vista gráfica, realizar la configuración de la red y monitorear las fallas existentes.

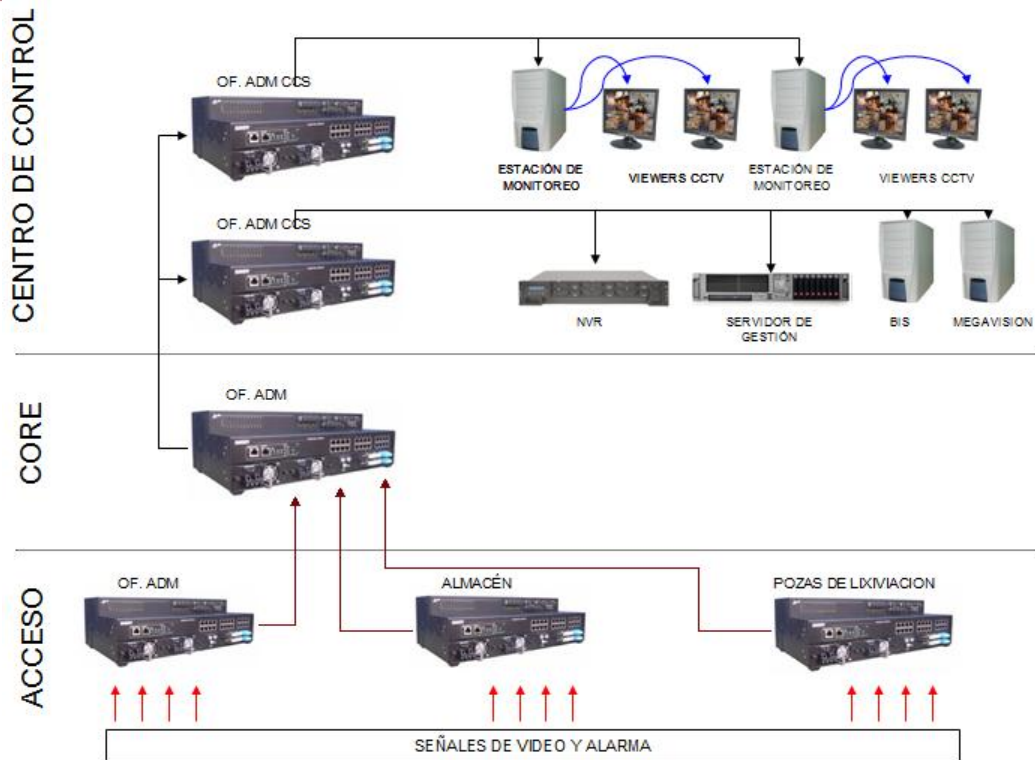


Figura 57.- Estructura básica de la red de Switches

Fuente: Elaboración propia



Figura 58.- Software Megavision

Fuente: Software Megavision

Dentro de sus principales características se encuentran:

- Gestión de dispositivos y nodos de enlace
- Alarmas en mapas y notificaciones vía e-mail
- Múltiples usuarios trabajando simultáneamente con diferentes perfiles.
- Capaz de manejar más de dos equipos de forma simultánea.
- Plataforma MS Windows

La programación y configuración de la red es también ejecutada a través del software Megavision, desde el cual se realiza la operación, administración y mantenimiento de la misma para que los datos puedan ser distribuidos a todo el sistema de manera continua. La figura 59 muestra la interconexión básica aplicada al presente proyecto.

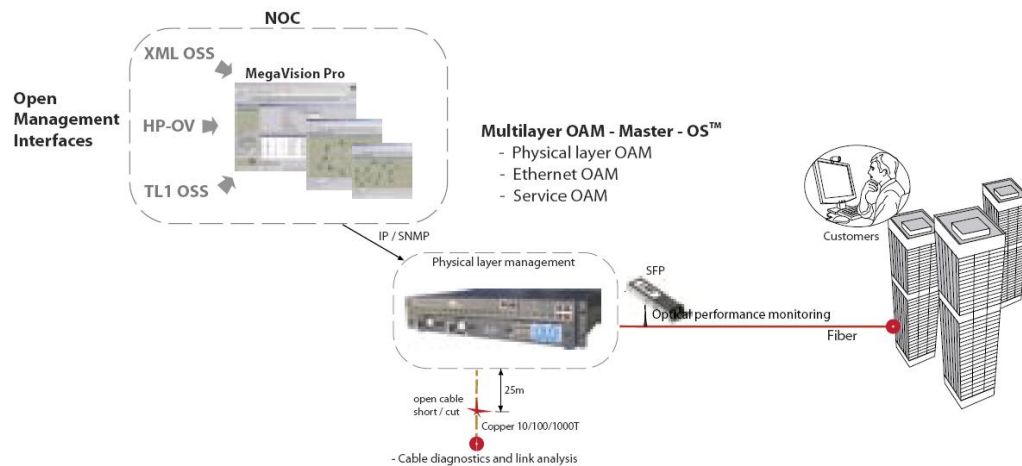


Figura 59.- Interconexión básica aplicada en el sistema de comunicaciones.

Fuente: www.mrv.com [14]

La estructura de la red mostrada en la figura 57 debe ser reproducida del programa Megavision de acuerdo a lo diseñado, dicha arquitectura se expresa en un mapa de la instalación minera en el cual se detallan los dispositivos de red (switches) tal cual se encuentran interconectados, el cual representa virtualmente la red existente y permite elegir el switch a configurar presentando las opciones correspondientes para cada aplicación específica.

2.4.5.2. Plataforma De Comunicación

Los sistemas de video vigilancia y de intrusión se soportan en un sistema de comunicaciones basado en un backbone de fibra óptica gestionada de manera centralizada en el Centro de Control de Seguridad. Esta interfaz de datos transmite información a 1Gb/seg. y es altamente recomendada por su robustez, mayor flexibilidad y posibilidad de crecimiento.

La estructura de nuestra red de comunicaciones se compone de un arreglo de switches en diferentes niveles de interconectividad que permite lograr la comunicación desde cualquier punto al Centro de Control. Esta configuración debe considerar envío de datos de diferentes orígenes a varios destinos en simultaneo - Multicast, por lo que uno de los puntos a tomar en cuenta para el diseño es considerar el manejo del tráfico de las señales.

Las técnicas más usadas para el manejo del flujo son del tipo unicast y Multicast (Figura 60). El flujo Unicast es básicamente un envío de información desde un único emisor a un único receptor, el efecto que tiene éste método sobre los recursos de la red es de consumo acumulativo, es decir, cada usuario que se conecta a una transmisión multimedia consume tantos kilo bits por segundo como la codificación del contenido lo permita, lo cual sobrecarga el canal de comunicación y pone en riesgo la llegada de los datos a su origen. Por otro lado, el flujo Multicast es también un envío de información pero que puede ser transmitido a uno o varios receptores representados por una dirección de grupo o dirección Multicast. Esta dirección de grupo corresponde a una dirección IP asociada. Cada fuente envía paquetes hacia una dirección de grupo (por ejemplo: 233.7.124.1), en el cual estarán asociados diversos receptores. Estos receptores, a su vez se pueden vincular y desvincular en forma dinámica. Cabe a los dispositivos de la red y en particular a los enrutadores, determinar cuáles de sus interfaces poseen receptores interesados en un grupo Multicast y cuáles deberán recibir una copia de los paquetes enviados para ese grupo. [3]

El Multicast está orientado hacia aplicaciones del tipo "uno para muchos" y "muchos para muchos". En estos casos, presenta claras ventajas cuando se lo compara con los mecanismos de transmisión unicast y broadcast. En unicast, es necesario que la fuente replique varios flujos de datos idénticos para transmitirlos a cada uno de los receptores, generando desperdicio de banda. Por otro lado, el sistema broadcast envía los datos a toda la red de forma indiscriminada. Esto también da como resultado el desperdicio de recursos, pues implica transporte de datos para todas las estaciones de la red, aunque el número de receptores deseados de que ese contenido sea reducido. Con Multicast, la fuente de tránsito envía una única copia de los paquetes hacia una dirección de grupo Multicast. La infraestructura de red replica estos paquetes de forma inteligente, encaminando los datos de acuerdo con la topología de receptores interesados en esa información.

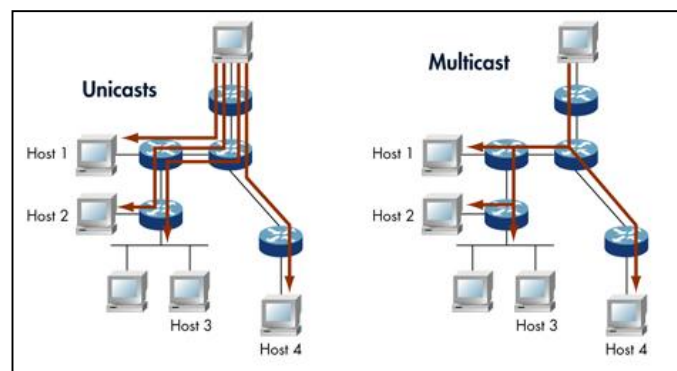


Figura 60.- Manejo del flujo Unicast y Multicast.

Fuente: www.ixiacom.com [15]

Debido a la necesidad de recibir información desde varios puntos en simultáneo, en el presente trabajo de tesis, la red de comunicaciones estará basada en un flujo de información del tipo Multicast (Internet Group Management Protocol), que brindará a nuestro diseño los beneficios que a continuación se presentan:

Desempeño optimizado de la red:

El uso inteligente de los recursos de la red evita replicación innecesaria de flujos. De ese modo, se obtiene economía de banda pasante, a través de una mejor arquitectura para distribución de datos.

Soporte para aplicaciones distribuidas:

La tecnología *Multicast* está directamente orientada hacia las aplicaciones distribuidas. Las aplicaciones de almacenamiento de datos y monitoreo en tiempo real se pueden utilizar en la red de forma dimensionable y eficiente.

Economía de recursos:

El costo de los recursos de la red se reduce a través de la economía de banda pasante en los enlaces y de la economía de procesamiento en servidores y equipos de la red. Las nuevas aplicaciones y servicios se pueden implantar, sin requerir la renovación de recursos de la red.

Facilidad de crecimiento en escala (scalability):

El uso eficiente de la red y la reducción de la carga en fuentes de tránsito permiten que los servicios y aplicaciones sean accesibles para un gran número de participantes. Por lo tanto, servicios que operan sobre *Multicast* se pueden dimensionar con facilidad, distribuyendo paquetes para pocos y para muchos receptores.

Mayor disponibilidad de la red:

La economía de recursos de la red asociada a la reducción de carga en las aplicaciones y servidores torna la red menos susceptible a embotellamientos y por lo tanto, más disponible para uso permitiendo la llegada de información con el nivel de calidad preconfigurado.

Se habló en párrafos anteriores de la necesidad de direccionar los dispositivos de la red para una correcta implementación de transmisión de señal Multicast. Esta dirección de grupo se denomina dirección IP.

La dirección IP es un número que identifica de manera lógica y jerárquica a una interfaz de un dispositivo dentro de una red que utiliza el protocolo IP (*Internet Protocol*), que corresponde al nivel de red o nivel 3 del modelo de referencia OSI. [16]

Para éste tipo de sistemas, las direcciones IP asignadas son del tipo estático, es decir, no cambia con el tiempo, dado que los dispositivos deben ser localizables y estar permanentemente conectados. A continuación se detalla la lista de direcciones para todos los elementos pertenecientes a nuestro sistema (Tabla 20).



TABLA DE DIRECCIONES IP

CABINET			MRV LAN			EQUIPO DE SEGURIDAD
ÁREA	LOCATION	TAG-ID	TAG-ID	MODEL	IP-ADDRESS	
Of. Administrativa	CENTRO DE CONTROL DE SEGURIDAD	DC-101	DC-101SW1	9012-10Gx	010.027.001.001	SWITCH DE COMUNICACIONES
Of. Administrativa	CENTRO DE CONTROL DE SEGURIDAD	DC-101	DC-101SW2	9012-10Gx	010.027.001.002	SWITCH DE COMUNICACIONES
Of. Administrativa	CENTRO DE CONTROL DE SEGURIDAD	DC-101	DC-101SW2		10.27.1.100	VIDOS NVR SERVER
Of. Administrativa	CENTRO DE CONTROL DE SEGURIDAD	DC-101	DC-101SW2		10.27.1.101	VIDOS NVR RECORDER N° 1
Of. Administrativa	CENTRO DE CONTROL DE SEGURIDAD	DC-101	DC-101SW2		10.27.1.200	PC GESTIÓN DE RED - MEGAVISION
Of. Administrativa	CENTRO DE CONTROL DE SEGURIDAD	DC-101	DC-101SW2		10.27.1.300	PC GESTIÓN DE ALARMAS - BIS
Of. Administrativa	CENTRO DE CONTROL DE SEGURIDAD	DC-101	DC-101SW3	9012-10Gx	010.027.001.003	SWITCH DE COMUNICACIONES
Of. Administrativa	CENTRO DE CONTROL DE SEGURIDAD	DC-101	DC-101SW3		10.27.1.400	VIDOS WORKSTATION N° 1
Of. Administrativa	CENTRO DE CONTROL DE SEGURIDAD	DC-101	DC-101SW3		10.27.1.401	VIDOS WORKSTATION N° 2
Of. Administrativa	DATA CENTER OFICINAS	DC-102	DC-102SW4	9012-10Gx	10.027.001.004	SWITCH DE COMUNICACIONES
Of. Administrativa	DATA CENTER OFICINAS	DC-102	DC-102SW4		10.27.2.1	CÁMARA FIJA EXTERIOR N° 1
Of. Administrativa	DATA CENTER OFICINAS	DC-102	DC-102SW4		10.27.2.2	CÁMARA FIJA EXTERIOR N° 2
Of. Administrativa	DATA CENTER OFICINAS	DC-102	DC-102SW4		10.27.2.3	CÁMARA FIJA EXTERIOR N° 3
Of. Administrativa	DATA CENTER OFICINAS	DC-102	DC-102SW4		10.27.2.4	CÁMARA FIJA EXTERIOR N° 4
Of. Administrativa	DATA CENTER OFICINAS	DC-102	DC-102SW4		10.27.2.5	CÁMARA FIJA EXTERIOR N° 5
Of. Administrativa	DATA CENTER OFICINAS	DC-102	DC-102SW4		10.27.2.6	CÁMARA FIJA EXTERIOR N° 6
Of. Administrativa	DATA CENTER OFICINAS	DC-102	DC-102SW4		10.27.2.7	CÁMARA DOMO MOVIL EXTERIOR N° 1
Of. Administrativa	DATA CENTER OFICINAS	DC-102	DC-102SW4		10.27.2.8	CÁMARA DOMO MOVIL EXTERIOR N° 2
Of. Administrativa	DATA CENTER OFICINAS	DC-102	DC-102SW4		10.27.2.9	CÁMARA DOMO MOVIL EXTERIOR N° 3
Of. Administrativa	DATA CENTER OFICINAS	DC-102	DC-102SW4		10.27.3.10	PANEL DE INTRUSIÓN BOSCH
Almacén Central	ALMACÉN CENTRAL	DC-201	DC-303SW5	9012-10Gx	010.027.001.005	SWITCH DE COMUNICACIONES
Almacén Central	ALMACÉN CENTRAL	DC-201	DC-303SW5		10.27.2.23	CÁMARA DOMO MOVIL EXTERNA N° 1
Almacén Central	ALMACÉN CENTRAL	DC-201	DC-303SW5		10.27.2.24	CÁMARA DOMO MOVIL EXTERNA N° 2
Almacén Central	ALMACÉN CENTRAL	DC-201	DC-303SW5		10.27.2.25	CÁMARA DOMO MOVIL EXTERNA N° 3
Of. Administrativa	DATA CENTER OFICINAS	DC-201	DC-303SW5		10.27.2.26	CÁMARA DOMO FIJA INTERIOR N° 1
Of. Administrativa	DATA CENTER OFICINAS	DC-201	DC-303SW5		10.27.2.27	CÁMARA DOMO FIJA INTERIOR N° 2
Almacén Central	ALMACÉN CENTRAL	DC-201	DC-303SW5		10.27.3.20	PANEL DE INTRUSIÓN BOSCH
Pozas de Solución Rica	DATA CENTER Pozas de Solución Rica	DC-303	DC-201SW5	9012-10Gx	010.027.001.006	SWITCH DE COMUNICACIONES
Of. Administrativa	DATA CENTER OFICINAS	DC-303	DC-201SW5		10.27.2.31	CÁMARA FIJA EXTERIOR N° 1
Of. Administrativa	DATA CENTER OFICINAS	DC-303	DC-201SW5		10.27.2.32	CÁMARA FIJA EXTERIOR N° 2
Of. Administrativa	DATA CENTER OFICINAS	DC-303	DC-201SW5		10.27.2.33	CÁMARA FIJA EXTERIOR N° 3
Of. Administrativa	DATA CENTER OFICINAS	DC-303	DC-201SW5		10.27.2.34	CÁMARA FIJA EXTERIOR N° 4
Pozas de Solución Rica	DATA CENTER Pozas de Solución Rica	DC-303	DC-201SW5		10.27.2.35	CÁMARA DOMO MOVIL EXTERNA N° 1
Pozas de Solución Rica	DATA CENTER Pozas de Solución Rica	DC-303	DC-201SW5		10.27.2.36	CÁMARA DOMO MOVIL EXTERNA N° 2
Pozas de Solución Rica	DATA CENTER Pozas de Solución Rica	DC-303	DC-201SW5		10.27.2.37	CÁMARA DOMO MOVIL EXTERNA N° 3
Pozas de Solución Rica	DATA CENTER Pozas de Solución Rica	DC-303	DC-201SW5		10.27.3.30	PANEL DE INTRUSION BOSCH

Tabla 20.- Direcciones IP de los equipos interconectados con la red.

Fuente: Elaboración propia

2.4.5.3. Accesorios De Red – Codificadores

Los codificadores son dispositivos utilizados en la electrónica digital que en un sentido general, se describen como circuitos hechos para pasar información de un sistema a otro con clave diferente. En sistemas de video, los codificadores son utilizados para transformar señales de video analógico a señales de video digital. La mayoría de codificadores comprimen la información, para que pueda ser almacenada o transmitida ocupando el mínimo espacio posible, esto se realiza eliminando información redundante de la cadena de información por transmitir.

La información redundante es eliminada mediante filtros que forman parte de los algoritmos incluidos en los estándares de codificación de video H.264 o MPEG-4.

H.264 o MPEG-4 es una norma que define un codificador de vídeo de alta compresión y su funcionamiento se basa en la transformación con bajas pérdidas, es decir, las muestras tomadas de imagen y sonido son troceadas en pequeños segmentos o bloques. El contenido de dichas imágenes en movimiento se predice, antes de la codificación, a partir de imágenes reconstruidas pasadas y se codifican solamente las diferencias con estas imágenes reconstruidas y algún extra necesario para llevar a cabo la predicción. Las imágenes recuperadas sacrifican su nitidez por ser atacadas por el efecto bloque, que se produce cuando los bordes de los bloques son reconstruidos con menos bits que los píxeles interiores de cada bloque. Este efecto es mejorado con la implementación del filtro “deblocking” que consigue a través de un simple algoritmo mejoras en la calidad objetiva y subjetiva de los streams de video tal y como se puede apreciar en la figura 61.



Figura 61.- Aplicación de filtro deblocking

Fuente: www.es.wikipedia.org

Adicionalmente los codificadores de video poseen la capacidad de enviar imágenes en la topología “Dual Stream”, en la cual dos señales de video se transfieren simultáneamente por cada canal de transmisión. Con ello se visualiza y graba en dos niveles de calidad diferentes las imágenes captadas permitiendo ahorrar espacio en el disco y mejorar el ancho de banda.

Los codificadores utilizados en el presente proyecto de tesis cumplen con las características mencionadas en los párrafos anteriores y presentan ventajas adicionales por su modelo compacto y modular que permite contar con 4 dispositivos de 4 canales en un solo enclosure que ocupa una unidad de rack (1RU).

El modelo de codificador con el que se implementará nuestro sistema es el VIP1600X (Figura 62). Este dispositivo es un codificador de vídeo CCTV modular multicanal de alto rendimiento. El VIP X1600 admite hasta cuatro tarjetas de vídeo con intercambio en caliente. Cada una de ellas dispone de cuatro entradas de vídeo analógicas. Su construcción modular permite que ante futuras ampliaciones la instalación de nuevas tarjetas sea una tarea fácil y de bajo coste.



Figura 62.- Vista Frontal – Módulo con 4 (cuatro) slots.-Vista posterior – Con 4 (cuatro) tarjetas de video

Fuente: www.boschsecurity.com

Dentro de sus características técnicas se puede mencionar que el VIP X1600 proporciona vídeo MPEG-4 a través de IP a una velocidad de 25 imágenes (PAL) o 30 imágenes (NTSC) por segundo con una resolución de 2CIF ó 2/3 D1 para cada canal de vídeo.

Las ventajas con las que cuenta este equipo son que los codificadores VIP X1600 han aumentado su inteligencia notablemente incluyendo alertas y detección de fallas. Esta característica difiere del resto de dispositivos en el mercado con la misma funcionalidad. Las alarmas de detección son por Pérdida de vídeo, Enmascaramiento, Cobertura total, Desenfoque y Desviación de cámara.

Cada una de las tarjetas VIP1600X cuenta con entradas de alarma por tarjeta, salidas de relay, puerto COM (RS232/485) y toma de audio estéreo de nivel de línea por 2 canales. (Figura 63)



- 5.- 4 entradas de alarma por tarjeta
- 6.- 4 salidas de relé por tarjeta
- 7.- Puerto COM (RS232/485) por tarjeta

Figura 63.- Tarjeta codificadora de 4 (cuatro) canales

Fuente: www.boschsecurity.com

En resumen, la configuración de los codificadores VIP1600X dentro de la red está basada en la recepción de señales de video analógicas desde las cámaras fijas y móviles. Estas señales de video ingresan a los VIP1600X para obtener un código específico de ceros y unos. Estos códigos ingresan por medio de la infraestructura de comunicaciones a la red, desde donde se puede acceder a esta información para su visualización y grabación respectiva. La figura 64 describe lo mencionado en este párrafo.

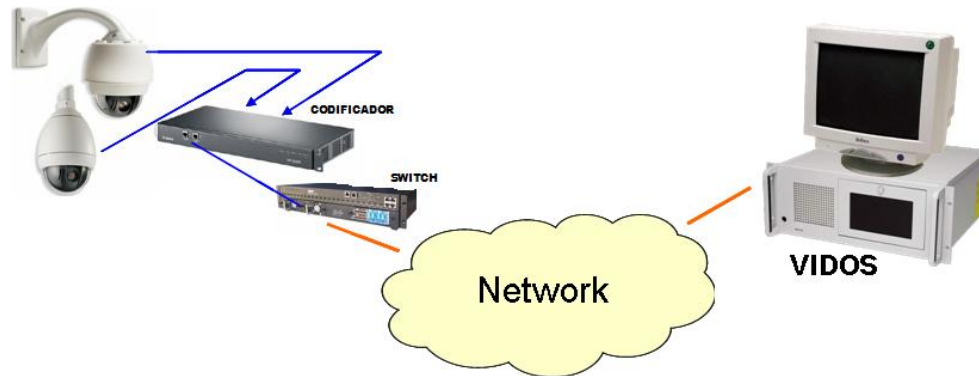


Figura 64.- Ruta de la señal de video a sistema de administración de CCTV

Fuente: Elaboración propia

2.5. PLANTEAMIENTO ESQUEMÁTICO DE LA PROPUESTA – DISEÑO DEL SISTEMA

2.5.1. Arquitectura Del Sistema

Se presenta la Arquitectura del Sistema para el Centro de Control, en el cual se muestra la distribución de los equipos de gestión y monitoreo para los sistemas de video y seguridad. El plano en mención cuenta con el código TESIS-AI-001 (Anexo A)

2.5.2. Planos De Arquitectura

Los planos de Arquitectura muestran la distribución de los equipos por sistema para las oficinas administrativas, el almacén central y las pozas de Solución Rica. Los equipos están distribuidos de acuerdo al sistema involucrado: comunicaciones, CCTV e Intrusión.

Los planos correspondientes (ANEXO B) cuentan con los códigos siguientes:

TESIS-AI-101 Plano de Arquitectura de las Oficinas Administrativas

TESIS-AI-102 Plano de Arquitectura del Almacén Central

TESIS-AI-103 Plano de Arquitectura de las Pozas de Solución Rica

2.5.3. Planos De Conexionado

Los planos de Conexionado muestran los puntos físicos de interconexión entre los equipos o paneles de control con los dispositivos de monitoreo y de campo. Los planos correspondientes (ANEXO C) cuentan con los códigos siguientes:

TESIS-WD-201 Plano de Conexionado de las Oficinas Administrativas

TESIS-WD-202 Plano de Conexionado del Almacén Central

TESIS-WD-203 Plano de Conexionado de las Pozas de Solución Rica

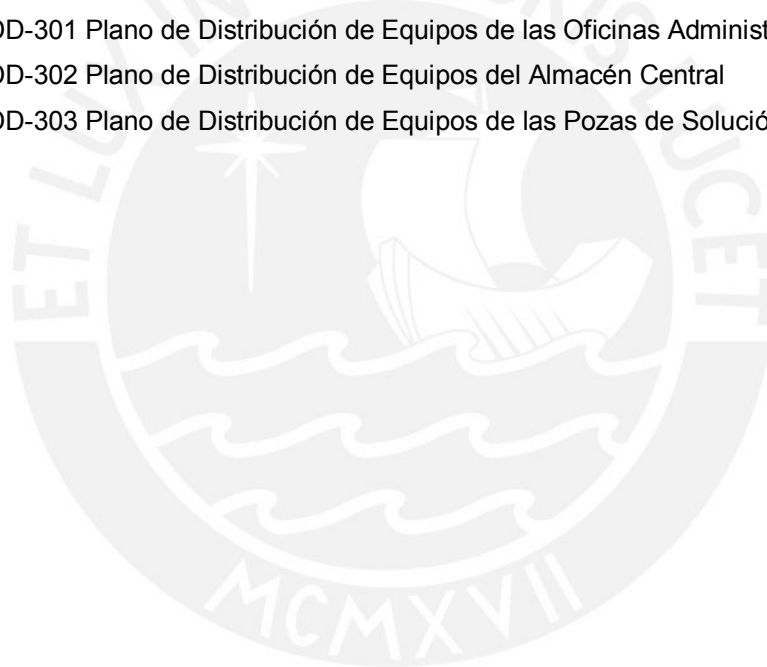
2.5.4. Planos De Distribución de Equipos

Los planos de Distribución de Equipos muestran la ubicación en planta de los dispositivos de campo en cada área a proteger. Los planos correspondientes (ANEXO D) cuentan con los códigos siguientes:

TESIS-DD-301 Plano de Distribución de Equipos de las Oficinas Administrativas

TESIS-DD-302 Plano de Distribución de Equipos del Almacén Central

TESIS-DD-303 Plano de Distribución de Equipos de las Pozas de Solución Rica



3. GESTIÓN DEL PROYECTO

3.1. GESTIÓN DEL ALCANCE - EDT

El Alcance del Proyecto tiene dos partes, una orientada al Producto, Servicio o Resultado del proyecto, y otra parte orientada al Proyecto. Ambas son distintas e importantes para el éxito del proyecto. Según la Guía del PMBOK (Project Management Body of Knowledge), “En el contexto del proyecto, la palabra alcance puede referirse a lo siguiente:

- Alcance del producto. Las características y funciones que caracterizan a un producto, servicio o resultado.
- Alcance del proyecto. El trabajo que debe realizarse para entregar un producto, servicio o resultado con las funciones y características especificadas.”

En relación a ello, el presente trabajo de tesis, describe su alcance bajo ambas definiciones definiendo como producto el Sistema de Seguridad diseñado y que sea aplicable para una Instalación Minera y como proyecto, todos los trabajos necesarios para cumplir con dicho producto.

Entonces, se estará en la capacidad de generar como entregables los indicados en la tabla 21:

Etapa de trabajo	Entregables asociados	Sección de desarrollo
Diseño de la Arquitectura	Planos de distribución de equipos	2.2.1
	Arquitectura básica de dispositivos por área a proteger	2.2.2
	Estructura de Red de Comunicaciones Básica	2.1.6.1
Integración del Sistema	Planos de conexionado	2.2.3
	Planos de distribución de tuberías	2.2.4
	Selección y definición de servidores de gestión y grabación	2.1.3
	Cálculo de capacidad de almacenamiento	2.1.4.4
	Definición de software para la configuración de la red de comunicaciones y el sistema de CCTV y Alarmas	2
	Listado de equipos para todo el sistema.	3.5

Tabla 21.- Entregables por fases

Fuente: Elaboración propia

- **Estructura de Desglose de Trabajo (EDT)**

La EDT como está definido en la Guía de los Fundamentos de la Dirección de Proyectos (Guía del PMBOK® (Tercera Edición – Año 2004) es: “Una descomposición jerárquica, orientada al producto entregable, del trabajo que será ejecutado por el equipo del proyecto, para lograr los objetivos del proyecto y crear los productos entregables requeridos”. Así mismo, respecto a su funcionalidad indica: “la EDT organiza y define el alcance total del proyecto. La EDT subdivide el trabajo del proyecto en porciones de trabajo más pequeñas y fáciles de manejar, donde cada nivel descendente de la EDT representa una definición cada vez más detallada del trabajo del proyecto. El trabajo planificado comprendido dentro de los componentes de la EDT del nivel más bajo, denominados paquetes de trabajo, puede programarse, supervisarse, controlarse y estimarse sus costes.”

En base a lo indicado líneas arriba, se presenta en la figura 65 la estructura de Desglose de Trabajo del proyecto ejecutado en la presente tesis, en el cual se describen las fases del proyecto seguidas de sus entregables, los cuales se evidencian en el último nivel de la descomposición.

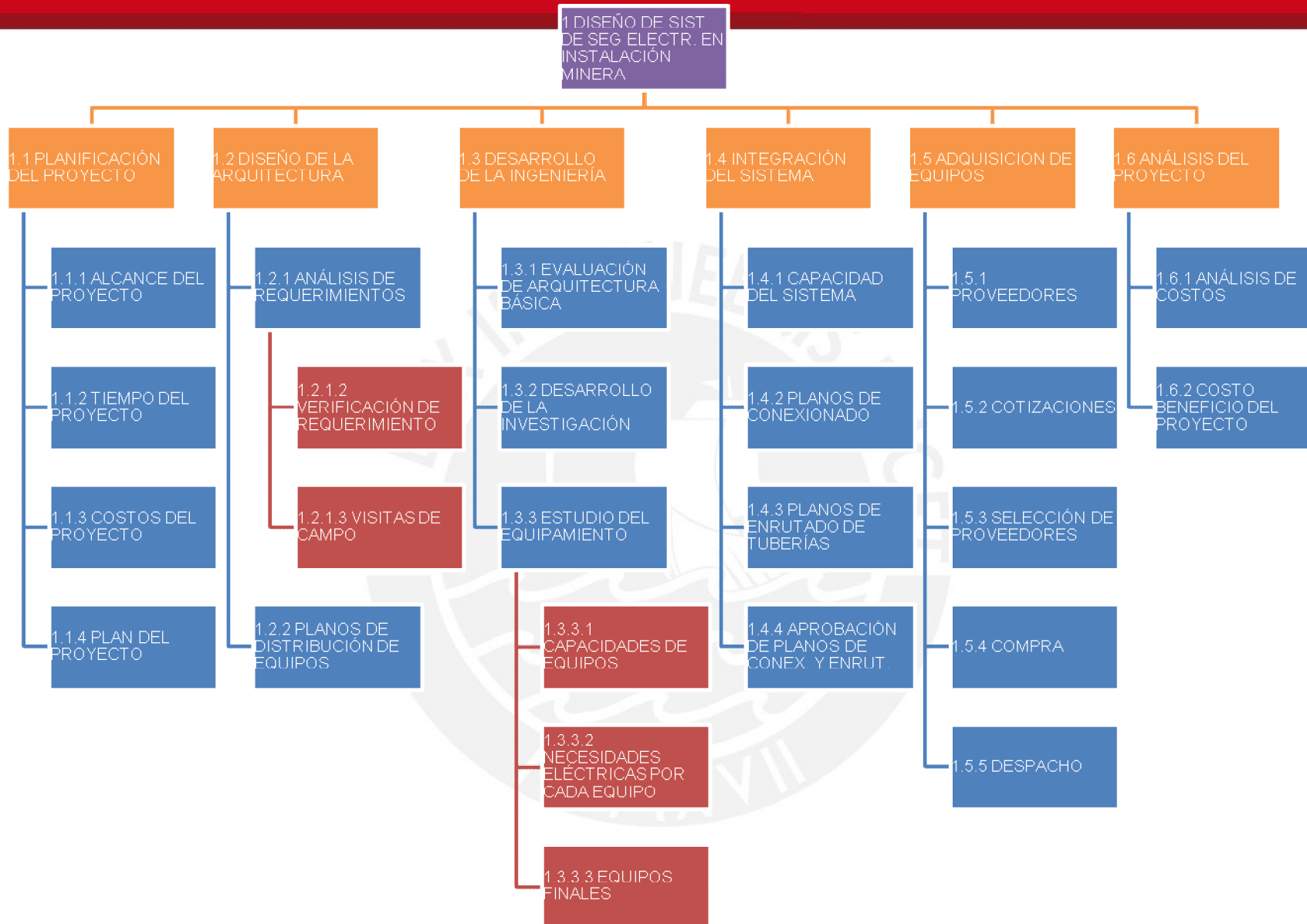


Figura 65.- Estructura de Desglose de Trabajo

Fuente: Elaboración propia

3.2. GESTIÓN DEL TIEMPO

Cada uno de los paquetes de trabajo del EDT (último nivel de descomposición) podrá ser dimensionado con respecto a tiempo, recursos y costos; así como que permitirá identificar los entregables principales y secundarios en cada caso (Tabla 22). Los entregables principales están concebidos como los necesarios para pasar a la siguiente fase y los secundarios, aquellos requeridos para cumplir los entregables principales.

Entregables Principales	Entregables Secundarios
Plan del Proyecto	Estructura de Desglose de Trabajo
	Cronograma
	Presupuesto
Planos de Distribución de Equipos	Bosquejos de Distribución de equipos
Lista de Equipos del Sistema	Análisis de Interconexión de Equipos
Planos de Conexionado y Enrutado del Sistema	Bosquejos de Conexionado y Enrutado del Sistema
Informe Costo Beneficio	
Guía de recepción firmada	

Tabla 22.- Lista de Entregables

Fuente: Elaboración propia

Para cada uno de éstos entregables se deberá realizar una serie de actividades que han sido plasmadas en el cronograma del proyecto, donde se ha estimado las duraciones y determinado el secuenciamiento de las mismas (Anexo E).

El tiempo estimado para el proyecto es de 129 (ciento veintinueve) días, los cuales se inician el 03 de Octubre de 2016 y culminan el 31 de Marzo de 2016. El horario de trabajo es de lunes a viernes en un total de 8 (ocho) horas diarias por día y se han considerado como hitos del proyecto 6 (seis) fechas mostradas en la tabla 23.

HITOS	FECHA PLANIFICADA
Plan De Proyecto Aprobado	27 de octubre de 2016
Planos De Distribución Aprobados	15 de noviembre de 2016
Lista De Equipos Presentada	27 de diciembre de 2016
Planos De Conexionado Y Enrutado Aprobados	26 de enero de 2017
Guía de Recepción de los Equipos Firmada	27 de marzo de 2017
Análisis Costo Beneficio Culminado	31 de marzo de 2017

Tabla 23.- Lista de Hitos

Fuente: Elaboración propia

3.3. GESTIÓN DE LOS COSTOS

El presupuesto del proyecto estará basado en los recursos necesarios para cumplir el proyecto; así como de los equipos, herramientas y materiales que formarán parte de la etapa de adquisición. En base a ello, se presenta un resumen (Tabla 24) de todos los costos a incurrir en el proyecto que incluye un 15 (quince) por ciento de utilidad en caso se proyecte una futura venta. Los costos están expresados en dólares americanos. El presupuesto detallado del proyecto forma parte del Anexo F del presente trabajo de tesis.

ÍTEM	SUB-ÍTEM	DESCRIPCIÓN	MONTO TOTAL
A	1	CENTRO DE CONTROL DE SEGURIDAD	91,112.01
	2	OFICINAS ADMINISTRATIVAS	30,546.38
	3	ALMACÉN CENTRAL	16,421.83
	4	POZAS DE SOLUCIÓN RICA - SOLUCIÓN RICA	23,654.36
	5	ALIMENTACIÓN	5,980.19
B	1	RECURSOS HUMANOS, HERRAMIENTAS, EQUIPOS	6,300.00

SUB-TOTAL	174,014.77
UTILIDAD 15%	26,102.22
TOTAL SIN IGV	200,116.98

Tabla 24.- Resumen de los costos del proyecto

Fuente: Elaboración propia

3.4. GESTIÓN DE LOS SUMINISTROS

Los equipos que forman parte del Proyecto se detallan en la tabla 25 y están distribuidos por la zona en la cual serán instalados. Estas son: el Centro de Control de Seguridad, las Oficinas Administrativas, el Almacén Central y el área de las Pozas de Solución Rica. Así mismo, se incluyen todos los tipos de cables necesarios para la interconexión de los dispositivos en el sistema y los gastos de recursos humanos, equipos y herramientas a utilizarse.

MARCA	DESCRIPCION	MODELO	CANT	UNID
	<u>EQUIPOS DE SEGURIDAD</u>			
	CENTRO DE CONTROL DE SEGURIDAD			
	CCTV - SISTEMA DE ADMINISTRACIÓN DE VIDEO			
	SERVIDOR DE GESTION			
BOSCH	VIDOS SERVER BASE PACK WITH 10 CAMERAS LICENSE	VIDOSSVR10CAM	1.00	UND
BOSCH	VIDOS SERVER UPGRADELICENSE BY 250 CAMERAS	VIDOSSVR250CAM	1.00	UND
BOSCH	VIDOS CLIENT LICENSE PER PC W/W CAMERAS 10-PACK	VIDOSCL-10P	1.00	UND
BOSCH	VIDOS-NVR RACKMOUNT SERVER	MHV-SM4M1-US	1.00	UND
	SOFTWARE DE GRABACION			
BOSCH	VIDOS-NVR SOFTWARE LICENSE TO RECORD UP TO 64, 32 CHANNELS	MVC-BNVR064C	1.00	UND
BOSCH	VIDOS-NVR RACKMOUNT SERVER, PRICE EXCLUDING VIDOS-NVR SOFTWARE	MHW-SM5M2-US	1.00	UND
BOSCH	RAID 5 ARRAY 3.0 TB WITH 12 HDDS	DVA-08K-04050RA	1.00	UND
	CONSOLA DE MONITOREO			
BOSCH	VIDOS LICENSE FOR 1 PC TO MANAGE UP TO 32 CAMERAS	VIDOS32CH-10P	1.00	UND
BOSCH	CONTROL KEYBOARD FOR AUTODOMES	KBD-UNIVERSAL	2.00	UND
BOSCH	POWER SUPPLY 220VAC, 15VDC 9VA OUTPUT	TC220PS	2.00	UND
BOSCH	VIDOS INTUIKEY LICENSE PER KEYBOARD	VIDOSKBD-5P	2.00	UND
DELL	MONITOR, 27" HIGH PERFORMANCE LCD. 100~240VAC 50/60HZ.	2707WFP	2.00	UND
BOSCH	PRECONFIGURED TOWER PC WORKSTATION	MHW-W66M2-US	2.00	UND
	ALARMAS- SISTEMA DE MONITOREO Y ADMINISTRACIÓN			
BOSCH	BIS-SEE PAQUETE BÁSICO, 2 CENTR. SERIE G, 1 RECEPT.,INGLES	BIS-SEE-BPEN	1.00	UND
BOSCH	BIS-VISUALIZACIÓN DE PLANES DE ACCIÓN	BIS-GEB-ACTPLAN	1.00	UND
BOSCH	BIS-VISUALIZACIÓN DE DOCUMENTOS MISCELÁNEOS	BIS-GEN-MISCDOC	1.00	UND
BOSCH	BIS-CONTROL DE CAPAS	BIS-GEN-LAYER	1.00	UND
BOSCH	BIS-MONITOR GENERAL DE DISPOSITIVOS	BIS-GEN-DEVOVER	1.00	UND
BOSCH	BIS-ADMINISTRACIÓN DE ACCIONES/EVENTOS	BIS-GEN-ACTMGR	1.00	UND
BOSCH	BIS-SEE EXPANSION 500 CUENTAS IP ADIC.X P/D6600	BIS-SEE-AC500	1.00	UND

MARCA	DESCRIPCION	MODELO	CANT	UNID
EQUIPOS - TELECOMUNICACIONES				
MRV	MRV SW.OPTICO 9012-10GX 1-10GBE_DF5M XFP 10GBE_SF5M SFP		2.00	UND
MRV	SOFTWARE DE GESTIÓN DE CONVERSORES DE FIBRA ÓPTICA		1.00	UND
	SOFTWARE DE GESTIÓN DE RED INALÁMBRICA		1.00	UND
OFICINAS ADMINISTRATIVAS				
CCTV – EQUIPOS				
ACCESORIOS RED - EQUIPOS E INTEGRACIÓN				
BOSCH	BASE SYSTEM, 4 SLOTS	VIPX1600BASE	2.00	UND
BOSCH	FOUR CHANNEL MODULE, W/AUDIO	VIPX1600M4SA	4.00	UND
BOSCH	POWER SUPPLY	VIP1600PS	2.00	UND
CÁMARA FIJA EXTERIOR				
BOSCH	CAMERA, HIGH PERFORMANCE, DAY/NIGHT, 1/3- INCH 540 TVL COLOR, DSP, 12VDC/24VAC, 60HZ	LTC0495/21	6.00	UND
BOSCH	CS LENS, 1/3-INCH, 3.5 TO 8MM, DIRECT DRIVE, F/1.4 TO F/360, 4 PIN.	LTC 3364/60	6.00	UND
BOSCH	POWER SUPPLY 220/24VAC, 20VA	TC220PSX-24	6.00	UND
BOSCH	HOUSING, OUTDOOR (NEMA 4), FOR CAMERA/LENS TO 14-INCH, 24VAC, 50/60HZ HEATER/BLOWER	HSG9483/21	6.00	UND
BOSCH	MOUNT, FEED-THRU, 12-INCH, FOR LTC 9480 SERIES HOUSINGS.	LTC 9215/00	6.00	UND
CÁMARA MÓVIL EXTERIOR				
BOSCH	ENVIRODOME KIT, 26X, OUTDOOR PENDANT, POLE MOUNT	VG4-323-ECS0M	3.00	UND
BOSCH	CLEAR BUBLE, RUGGED VERSION		3.00	UND
BOSCH	TRANSFORMER, OUTDOOR NEMA4X	VG4-PSU2	3.00	UND
SENSORES PROTECCIÓN DE CÁMARAS EXTERIORES				
SIEMENS	OUTDOOR PIR DETECTOR 18M VOLUMETRIC	IS390	9.00	UND
ALARMAS – EQUIPOS				
BOSCH	CENTRAL DE INTRUSIÓN, ACCESO E INCENDIO, 75 ZONAS	D7412G	1.00	UND
BOSCH	TECLADO ALFANUMÉRICO FLUROR., 16 CAR., BEIGE	D1255B	1.00	UND
BOSCH	MODULO P/RED DE CENTRALES BSS Y PC9000	DX4020	1.00	UND

MARCA	DESCRIPCION	MODELO	CANT	UNID
BOSCH	MÓDULO EXPANSOR	D8129	1.00	UND
BOSCH	MÓDULO DE DIRECCIONAMIENTO DE ZONA	D9127U	14.00	UND
BOSCH	TRANSFORMADOR 16VAC	D1640	1.00	UND
BOSCH	BATERÍA 12 VDC, 7 AH	D1260BLK	1.00	UND
BOSCH	GABINETE UNIVERSAL	D8103	1.00	UND
BOSCH	CERRADURA PARA GABINETE	D101	1.00	UND
	CONTACTO MAGNÉTICO PESADO	SM226L	11.00	UND
FEDERAL	STROBE, 12-24VDC, PIPE MOUNT, CLEAR	FB2PST-I-024C	3.00	UND
FEDERAL	MOUNTING KIT, WALL MOUNT	LWMB2	3.00	UND
FEDERAL	SIREN, ELECTRONIC, MULTI-VOLTAGE	300GC-024	3.00	UND
EQUIPOS – TELECOMUNICACIONES				
MRV	MRV SW.OPTICO 9012-M 1-GBE_SF5M SFP 03-GBE_DFMM SFP		2.00	UND
ALMACÉN CENTRAL				
CCTV – EQUIPOS				
ACCESORIOS RED CCTV – EQUIPOS				
BOSCH	BASE SYSTEM, 4 SLOTS	VIPX1600BASE	1.00	UND
BOSCH	FOUR CHANNEL MODULE, W/AUDIO	VIPX1600M4SA	3.00	UND
BOSCH	POWER SUPPLY	VIP1600PS	1.00	UND
CÁMARA FIJA EXTERIOR				
BOSCH	CAMERA, HIGH PERFORMANCE, DAY/NIGHT, 1/3-INCH 540 TVL COLOR, DSP, 12VDC/24VAC, 60HZ	LTC-0495-21	2.00	UND
BOSCH	CS LENS, 1/3-INCH, 3.5 TO 8MM, DIRECT DRIVE, F/1.4 TO F/360, 4 PIN.	LTC 3364/60	2.00	UND
BOSCH	POWER SUPPLY 220/24VAC, 20VA	TC220PSX-24	2.00	UND
BOSCH	HOUSING, OUTDOOR (NEMA 4), FOR CAMERA/LENS TO 14-INCH, 24VAC, 50/60HZ HEATER/BLOWER	HSG9483/21	2.00	UND
BOSCH	MOUNT, FEED-THRU, 12-INCH, FOR LTC 9480 SERIES HOUSINGS.	LTC 9215/00	2.00	UND
CÁMARA MÓVIL EXTERIOR				
BOSCH	ENVIRODOME KIT, 26X, OUTDOOR PENDANT, POLE MOUNT	VG4-323-ECS0M	3.00	UND
BOSCH	CLEAR BUBLE, RUGGED VERSION		3.00	UND

MARCA	DESCRIPCION	MODELO	CANT	UNID
BOSCH	TRANSFORMER, OUTDOOR NEMA4X	VG4-PSU2	3.00	UND
	SENSORES PROTECCIÓN DE CÁMARAS EXTERIORES			
SIEMENS	OUTDOOR PIR DETECTOR 18M VOLUMETRIC	IS390	9.00	UND
	ALARMAS – EQUIPOS			
BOSCH	CENTRAL DE INTRUSIÓN, ACCESO E INCENDIO, 75 ZONAS	D7412G	1.00	UND
BOSCH	TECLADO ALFANUMÉRICO FLUROR., 16 CAR., BEIGE	D1255B	1.00	UND
BOSCH	MODULO P/RED DE CENTRALES BSS Y PC9000	DX4020	1.00	UND
BOSCH	MÓDULO EXPANSOR	D8129	1.00	UND
BOSCH	MÓDULO DE DIRECCIONAMIENTO DE ZONA	D9127U	15.00	UND
BOSCH	TRANSFORMADOR 16VAC	D1640	1.00	UND
BOSCH	BATERÍA 12 VDC, 7 AH	D1260BLK	1.00	UND
BOSCH	GABINETE UNIVERSAL	D8103	1.00	UND
BOSCH	CERRADURA PARA GABINETE	D101	1.00	UND
	CONTACTO MAGNÉTICO PESADO	SM226L	12.00	UND
FEDERAL	STROBE, 12-24VDC, PIPE MOUNT, CLEAR	FB2PST-I-024C	3.00	UND
FEDERAL	MOUNTING KIT, WALL MOUNT	LWMB2	3.00	UND
FEDERAL	SIREN, ELECTRONIC, MULTI-VOLTAGE	300GC-024	3.00	UND
	ALARMAS – EQUIPOS			
SIEMENS	OUTDOOR INTELLIGENT QUAD ACTIVE IR BEAMS 100M	IS444	1.00	UND
	POLE MOUNTING COVER FOR IS443/IS444/IS445 BEAMS	BP-200F	1.00	UND
	HEATER FOR IS443 / IS444 / IS445 BEAMS	HTF-24	1.00	UND
	EQUIPOS - TELECOMUNICACIONES			
MRV	MRV SWITCH ÓPTICO 912 1-GBE_SFPM SFP 3GBE_SFPM SFP		1.00	UND
	POZAS DE SOLUCIÓN RICA - SOLUCIÓN RICA			
	ACCESORIOS RED CCTV - EQUIPOS			
BOSCH	BASE SYSTEM, 4 SLOTS	VIPX1600BASE	1.00	UND
BOSCH	FOUR CHANNEL MODULE, W/AUDIO	VIPX1600M4SA	3.00	UND
BOSCH	POWER SUPPLY	VIP1600PS	1.00	UND

MARCA	DESCRIPCION	MODELO	CANT	UNID
	CÁMARA FIJA EXTERIOR			
BOSCH	CAMERA, HIGH PERFORMANCE, DAY/NIGHT, 1/3-INCH 540 TVL COLOR, DSP, 12VDC/24VAC, 60HZ	LTC-0495-21	4.00	UND
BOSCH	CS LENS, 1/3-INCH, 3.5 TO 8MM, DIRECT DRIVE, F/1.4 TO F/360, 4 PIN.	LTC 3364/60	4.00	UND
BOSCH	POWER SUPPLY 220/24VAC, 20VA	TC220PSX-24	4.00	UND
BOSCH	HOUSING, OUTDOOR (NEMA 4), FOR CAMERA/LENS TO 14-INCH, 24VAC, 50/60HZ HEATER/BLOWER	HSG9483/21	4.00	UND
BOSCH	MOUNT, FEED-THRU, 12-INCH, FOR LTC 9480 SERIES HOUSINGS.	LTC 9215/00	4.00	UND
	CÁMARA MÓVIL EXTERIOR			
BOSCH	ENVIRODOME KIT, 26X, OUTDOOR PENDANT, POLE MOUNT	VG4-323-ECS0M	3.00	UND
BOSCH	CLEAR BUBLE, RUGGED VERSION		3.00	UND
BOSCH	TRANSFORMER, OUTDOOR NEMA4X	VG4-PSU2	3.00	UND
	SENSORES PROTECCIÓN DE CÁMARAS EXTERIORES			
SIEMENS	OUTDOOR PIR DETECTOR 18M VOLUMETRIC	IS390	9.00	UND
	ALARMAS – EQUIPOS			
BOSCH	CENTRAL DE INTRUSIÓN, ACCESO E INCENDIO, 75 ZONAS	D7412G	1.00	UND
BOSCH	TECLADO ALFANUMÉRICO FLUROR., 16 CAR., BEIGE	D1255B	1.00	UND
BOSCH	MODULO P/RED DE CENTRALES BSS Y PC9000	DX4020	1.00	UND
BOSCH	MÓDULO EXPANSOR	D8129	1.00	UND
BOSCH	MÓDULO DE DIRECCIONAMIENTO DE ZONA	D9127U	14.00	UND
BOSCH	TRANSFORMADOR 16VAC	D1640	1.00	UND
BOSCH	BATERÍA 12 VDC, 7 AH	D1260BLK	1.00	UND
BOSCH	GABINETE UNIVERSAL	D8103	1.00	UND
BOSCH	CERRADURA PARA GABINETE	D101	1.00	UND
	CONTACTO MAGNÉTICO PESADO	SM226L	7.00	UND
FEDERAL	STROBE, 12-24VDC, PIPE MOUNT, CLEAR	FB2PST-I-024C	3.00	UND
FEDERAL	MOUNTING KIT, WALL MOUNT	LWMB2	3.00	UND
FEDERAL	SIREN, ELECTRONIC, MULTI-VOLTAGE	300GC-024	3.00	UND
	ALARMAS – EQUIPOS			
SIEMENS	OUTDOOR PIR DETECTOR 150M CURTAIN CON CALEFACCIÓN	IS404H	4.00	UND
SIEMENS	OUTDOOR INTELLIGENT QUAD ACTIVE IR BEAMS 100M	IS444	1.00	UND
	POLE MOUNTING COVER FOR IS443/IS444/IS445 BEAMS	BP-200F	1.00	UND

MARCA	DESCRIPCION	MODELO	CANT	UNID
	HEATER FOR IS443 / IS444 / IS445 BEAMS	HTF-24	1.00	UND
	EQUIPOS - TELECOMUNICACIONES			
MRV	MRV SWITCH ÓPTICO 912 1-GBE_SFPM SFP 3GBE_SFPM SFP		1.00	UND
	ALIMENTACIÓN			
	CABLE THW 14 (ROLLO DE 100 M.)		10.00	UND
	CABLE UTP (X ROLLO DE 305 M)		10.00	UND
	CABLE COAXIAL RG-59 (305M)		15.00	UND
	FUENTE ASAF 24VDC - 4A		3.00	UND
	TRANSFORMADOR, 220/110 VAC 150VA		3.00	UND
	ACCESORIOS DE CONEXIÓN DE VIDEO		1.00	GBL
	RECURSOS			
	HUMANOS, HERRAMIENTAS, EQUIPOS			
	DISEÑADOR DEL SISTEMA		4.00	MES
	LAPTOP		1.00	UND
	ÚTILES DE OFICINA		1.00	GBL
	IMPRESIONES		1.00	GBL

Tabla 25.- Lista de Equipos y Materiales del proyecto

Fuente: Elaboración propia

4. ANÁLISIS DEL PROYECTO

4.1. ANÁLISIS CUALITATIVO DE COSTO BENEFICIO

El análisis de Costo/Beneficio que se desarrollará tiene como objetivo fundamental proporcionar una medida de la rentabilidad de este proyecto, mediante la comparación de los costos previstos con los beneficios esperados en su realización. Este análisis Costo-Beneficio, permitirá definir la factibilidad de realización del proyecto detallado en la presente tesis.

Para iniciar este análisis se procederá a listar las razones que conllevan a realizar este cambio en los procesos de seguridad para la planta; así mismo se detallará los objetivos a alcanzar y los puntos a trabajar para contrarrestar la resistencia al cambio. Finalmente, se desarrollará el análisis de inversión que se tendrá con este proyecto comparado con sus beneficios y recuperación en el tiempo.

Las razones que conllevan a la necesidad de un cambio en los procesos de seguridad en la instalación minera son, entre otros:

- Aparición de nuevas tecnologías que superan la metodología actual utilizada.
- Pérdida de millones de dólares debido a robos sin resolver en los puntos de almacenaje del material rico en minerales.
- Objetivos ambiciosos a alcanzar y el agotamiento de los mecanismos clásicos de actuación ante eventos de intrusión y robo.
- La empresa experimenta un fuerte y rápido crecimiento, con lo cual deben adoptarse medidas para apuntalar dicho crecimiento y lograr una posición ventajosa en el mercado.

Definidos con total claridad los problemas existentes se debe detallar el punto de llegada para verificar que estos objetivos puedan ser satisfechos por el proyecto en evaluación. Los objetivos a alcanzar son:

- Verificación en tiempo real de los hechos de alarma en toda la instalación minera desde un mismo punto.
- Reducción de las pérdidas económicas a causa de robos de material rico en mineral.
- Reducción de gastos producidos por personal de campo a cargo de la seguridad en cada área.
- Aumento de la efectividad en la detección de eventos inseguros.
- Registro de los hechos en un sistema electrónico.

Actualmente, las instalaciones mineras cuentan con personal de seguridad en campo, quienes se dedican a la detección de eventos inseguros con métodos de inspección visual. La implementación de un sistema de seguridad electrónica repercute en la cantidad de puestos que permanecerán, dado que el sistema es capaz de operar por sí solo necesitando solamente operadores en el centro de control. Por estas razones, contrarrestar el cambio es una de las labores que ésta empresa debe asumir trabajando arduamente en disminuir la incertidumbre con respecto a la manera en la cual el cambio puede repercutir en su posterior desenvolvimiento a futuro en la empresa y asegurar a los empleados que este cambio no vaya de acuerdo con los intereses de la empresa o no reditúe el beneficio esperado.

4.2. ANÁLISIS CUANTITATIVO DE COSTO BENEFICIO

Según lo detallado en la Tabla 24, la inversión para este proyecto es de un total de \$ 200,116.98 dólares americanos en un periodo de 6 meses que será cubierto con los gastos que corresponden al personal en campo. El tiempo de retorno de la inversión se muestra en la tabla siguiente (Tabla 26):

		Oficinas de Administración	Almacén	Pozas de Solución Rica
A	Cantidad de personal por área	8	4	6
B	Costo por persona (\$ USD)	500.00	600.00	700.00
A x B	Costo mensual (\$ USD)	4,000.00	2,400.00	4,200.00
TOT	Costo total mensual (\$ USD)	10,600.00		
C = TOT x 6	Costo por 6 meses (\$ USD)	63,600.00		
D	Inversión del proyecto en 6 meses (\$ USD)	200,116.98		
E= D-C	Monto por recuperar (\$ USD)	136,516.98		
F= E/TOT	RETORNO DE LA INVERSIÓN (en meses)	13		

Tabla 26.- Análisis de costos totales por inversión del proyecto

Fuente: Elaboración propia

Con la implementación de este proyecto la inversión será recuperada en un total de 13 meses. Para ello debe retirarse de la planilla al personal de campo y mantener a los operadores del centro de control. Los beneficios de esta implementación son:

- Reducción significativa de las pérdidas económicas a causa de robos de material rico en mineral.
- Aumento de la efectividad en la detección de eventos inseguros.
- Registro de los hechos en un sistema electrónico por 30 días continuos.



CONCLUSIONES

- El diseño del sistema para la implementación de un sistema de monitoreo centralizado de seguridad asegura un control adecuado desde un solo punto con todas las señales reunidas en monitores de visualización que podrán reducir hurtos y danos a la propiedad en la instalación minera donde sea instalada.
- El análisis desarrollado de Costo-Beneficio determina que el retorno de la inversión será realizado luego de los 13 meses posteriores a la implementación del sistema, con lo cual se cumple el objetivo del proyecto. La implementación de este proyecto exigió la optimización de los recursos humanos en cada zona con el fin de cumplir el máximo de meses considerados para el retorno de inversión. De mantenerse la misma cantidad de personal de seguridad involucrado, el retorno de la inversión sería luego de 19 meses.
- La robustez de una solución de seguridad se determina por el presupuesto que la entidad minera desee invertir; puede encontrarse en el diseño del presente proyecto mejoras tales como redundancia en el medio de comunicación, redundancia de hardware, que pueden ser atendidas siempre que se cuente con mayor monto para la inversión.
- Los equipos seleccionados cumplen con los requerimientos del sistema. En el mercado existen otras marcas y modelos, sin embargo este proyecto contaba con especificaciones del cliente por equipamiento homologado a nivel corporativo.
- El sistema tiene una capacidad de escalabilidad por la arquitectura modular y permite ampliar su capacidad en un 25% adicional al diseñado. La limitante la determina el sistema de grabación, por la capacidad de su servidor de 2TB.
- Los requerimientos del sistema solicitan el uso de switches con 10GB de velocidad; sin embargo, las especificaciones del proyecto indican que la red de fibra es de 1GB de velocidad. Con ello, se concluye que los switches se encuentran sobredimensionados y que cuando la solución sea implementada, éstos estarán limitados a la velocidad de la fibra. Para que el sistema pueda crecer, la fibra debe ser cambiada por una de mayor ancho de banda; de lo contrario el esfuerzo realizado en el diseño por un sistema escalable no sería viable.
- El ancho de banda promedio por cámara de video comercial corresponde a 720Kbps, eso significa que en un total de 21 camaras se requiere un total de ancho de banda de 15Mbps. Este resultado evidencia que la fibra óptica esta correctamente dimensionada y podrá soportar la transmisión de video en el sistema diseñado.

- La resolución utilizada (4CIF) corresponde a la recomendada por el fabricante, a mayor resolución la exigencia del ancho de banda se incrementa así como la capacidad de grabación requerida para cumplir los 30 días solicitados.

RECOMENDACIONES

- Se recomienda realizar un estudio preliminar con instituciones especializadas en análisis de riesgos con el fin de identificar las áreas que ameritan una inversión en sistemas de seguridad, teniendo en cuenta el impacto social, ambiental y el efecto de estos sistemas frente a las comunidades lugareñas.
- Se recomienda implementar un anillo de red Ethernet independiente del utilizado en el proceso, con ello se asegura que el sistema de seguridad no se interrumpa a pesar de cualquier caída en el anillo de producción.
- Se recomienda contar con personal operador en la sala de control con conocimiento previo en sistemas de seguridad, con lo cual se asegura una adecuada operatividad y efectividad para identificar eventos en los monitores de supervisión.
- En caso de empresas mineras que no cuenten con sistemas de este tipo, se recomienda iniciar con un área independiente para verificar el funcionamiento de los equipos y sondear el efecto de los mismos en el grupo humano de seguridad contratado.
- Considerando que el usuario solicitó el diseño de un sistema escalable, entonces se recomienda cambiar la fibra óptica existente a una con un ancho de banda mayor igual a 10GB, con ello se asegura un crecimiento progresivo según sus futuras necesidades.

BIBLIOGRAFÍA

1. Alarmas de Seguridad Integral BOXER (Mayo 2008). Disponible en: <http://www.boxer.com.pe/cctv.php>
2. ¿Qué es CCTV? SYSCOM Smart Technologyes (Marzo 2008). Disponible en: <http://www.syscomcctv.com.mx>
3. Sobre Multicast, Rede Nacional de Ensino e Pesquisa (Enero 2004). Disponible en: <http://www.rnp.br/es/multicast/sobre.html>
4. Productos (Abril 2005). Disponible en: www.buildingtechnologies.usa.siemens.com
5. Security Products (Junio 2008). Disponible en: www.boschsecurity.com
6. Productos. Disponible en: www.pelco.com/nets
7. Digital CCTV Camera and Recording Systems (Abril 2008). Disponible en: www.cctv-surveillance.co.uk
8. Elaboración Ing. Manuel Nolazco – Capacitación Siemens
9. Electrónica, Audio y Video (Febrero 2009). Disponible en: www.articulo.mercadolibre.com
10. Tipos de Señales - Señal analógica y digital (Noviembre 2008). Disponible en: www.andreaips5.wordpress.com
11. Productos HYPERLINE –Componentes para redes de Cualquier Complejidad (2003). Disponible en: www.esp.hyperlinesystems.com.
12. Storage Calculador. Disponible en: www.marckhsystems.net.
13. Seguridad Perimetral Externa – DTS2 (2004). Disponible en: www.seguridadperimetral.com.ar
14. Switches – MRV. Disponible en: www.mrv.com
15. Products - IXIA. Disponible en: www.ixiacom.com
16. Grob, B. (2006). Televisión Práctica y Sistemas de Vídeo (6ª. Ed.). Alfaomega Grupo Editor (México)
17. Krudegle, H. (2007). CCTV Surveillance (2ª. Ed.). Elseiver (Miami-USA)

ANEXOS

Anexo A.- Plano de Arquitectura del Sistema
Plano código TESIS-AI-001.

Anexo B.- Planos de Arquitectura de Áreas
Planos con códigos:

TESIS-AI-101 Plano de Arquitectura de las Oficinas Administrativas

TESIS-AI-102 Plano de Arquitectura del Almacén Central

TESIS-AI-103 Plano de Arquitectura de las Pozas de Solución Rica

Anexo C.- Planos de Conexionado
Planos con códigos:

TESIS-WD-201 Plano de Conexionado de las Oficinas Administrativas

TESIS-WD-202 Plano de Conexionado del Almacén Central

TESIS-WD-203 Plano de Conexionado de las Pozas de Solución Rica.

Anexo D.- Planos De Distribución de Equipos
Planos con códigos:

TESIS-DD-301 Plano de Distribución de Equipos de las Oficinas Administrativas

TESIS-DD-302 Plano de Distribución de Equipos del Almacén Central

TESIS-DD-303 Plano de Distribución de Equipos de las Pozas de Solución Rica

Anexo E.- Cronograma del Proyecto

Anexo F.- Presupuesto Detallado del Proyecto

Anexo G.- Catálogos de los Equipos