

UNIVERSIDAD NACIONAL PEDRO RUIZ GALLO
FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS Y MATEMÁTICAS
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA



TESIS

**Rediseño del sistema de videovigilancia para optimizar la
calidad de video actual en una fábrica de Olmos,
Lambayeque**

Para obtener el Título Profesional de Ingeniero Electrónico

ELABORADA POR:

Bach. Atalaya Seclén Fernando Francisco

Bach. Guevara Torres Lenin Estalin

ASESOR:

**Mg. Ing. Romero Cortez Oscar Uchelly ORCID: [https://
orcid.org/0000-0002-7727-7900](https://orcid.org/0000-0002-7727-7900)**

**Lambayeque – Perú
2025**

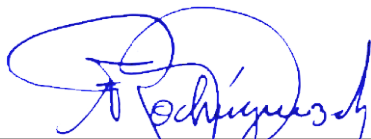
UNIVERSIDAD NACIONAL PEDRO RUIZ GALLO
FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS Y
MATEMÁTICAS ESCUELA PROFESIONAL DE
INGENIERÍA ELECTRÓNICA

TESIS

**Rediseño del sistema de videovigilancia para optimizar la calidad
de video actual en una fábrica de Olmos, Lambayeque**

Para obtener el Título Profesional de Ingeniero Electrónico

Aprobada por el siguiente jurado:



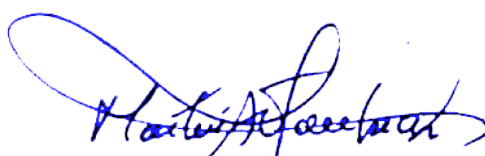
Dr. Ing. Frank Richard Rodríguez Chirinos

PRESIDENTE



Mg. Ing. Manuel Javier Ramírez Castro

SECRETARIO



Mg. Ing. Martín Augusto Nombera Lossio

VOCAL

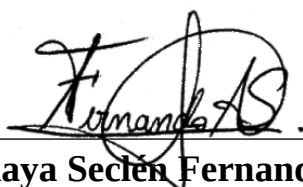
UNIVERSIDAD NACIONAL PEDRO RUIZ GALLO
FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS Y MATEMÁTICAS
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA

TESIS

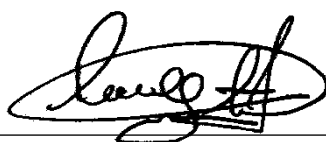
**Rediseño del sistema de videovigilancia para optimizar la
calidad de video actual en una fábrica de Olmos,
Lambayeque**

Para obtener el Título Profesional de Ingeniero Electrónico

AUTORES:



Bach. Atalaya Sección Fernando Francisco



Bach. Guevara Torres Lenin Estalin

ASESOR:



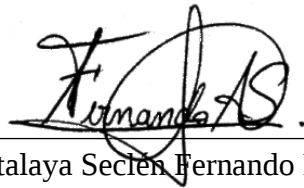
Mg. Ing. Romero Cortez Oscar Ucchelly

DECLARACIÓN JURADA DE ORIGINALIDAD

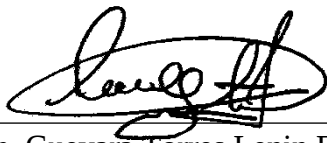
Nosotros, Atalaya Seclén Fernando Francisco y Guevara Torres Lenin Estalin, en calidad de investigadores principales, junto con el Mg. Ing. Romero Cortez Oscar Ucchelly, asesor del presente proyecto de investigación titulado “Rediseño del sistema de videovigilancia para optimizar la calidad de video actual en una fábrica de Olmos, Lambayeque”, declaramos bajo juramento que el contenido de este trabajo es original, no ha sido plagiado y no contiene información falsa. En caso de comprobarse lo contrario, aceptamos asumir las consecuencias correspondientes, incluida la anulación del presente informe y de cualquier proceso administrativo derivado, lo que podría conllevar la revocación del título o grado otorgado a partir de este trabajo.

Lambayeque, 22 de febrero del 2025

Investigadores:

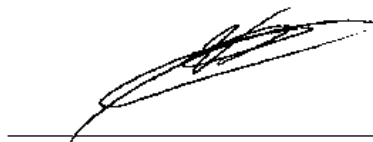


Bach. Atalaya Seclén Fernando Francisco



Bach. Guevara Torres Lenin Estalin

Asesor:



Mg. Romero Cortez Oscar Ucchelly



UNIVERSIDAD NACIONAL PEDRO RUIZ GALLO
FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS Y MATEMÁTICAS
DECANATO

Ciudad Universitaria – Lambayeque

LICENCIADA - RESOLUCIÓN DEL CONSEJO DIRECTIVO N° 015 -2023-SUNEDU / CD



ACTA DE SUSTENTACIÓN N° 76-2025-D/FACFyM

Siendo las 11:30 am del día 18 de Noviembre del 2025 se reunieron los miembros del jurado evaluador de la Tesis titulada:

"Rediseño del sistema de videovigilancia para optimizar la calidad de video en una fábrica de Olmos, Lambayeque"

Designados por Resolución N° 943 - 2024 D/FACFyM de fecha 23 setiembre 2024

Con la finalidad de evaluar y calificar la sustentación de la tesis antes mencionada, conformada por los siguientes docentes:

Dr. Ing. Frank Richard Rodríguez Chirinos	Presidente
Mg. Ing. Manuel Javier Ramírez Castro	Secretario
Mg. Ing. Martín Augusto Nomberra Lasso	Vocal

La tesis fue asesorada por (el) (la) Mg. Ing. Oscar Vechelly Romero Cortez, nombrado por Resolución N° 943 - 2024 D/FACFyM de fecha 23 setiembre 2024

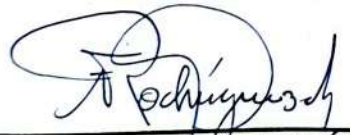
El Acto de Sustentación fue autorizado por Resolución N° 1041 - 2025 D/FACFyM de fecha 31 de octubre de 2025

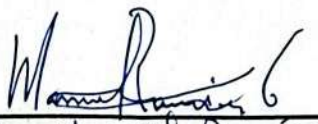
La Tesis fue presentada y sustentada por (el) (los) Bachiller (es): Atalaya Seclen Fernando Francisco y Guevara Torres Lenin Estalín y tuvo una duración de 50 minutos.

Después de la sustentación, y absueltas las preguntas y observaciones de los miembros del jurado se procedió a la calificación respectiva, otorgándole el Calificativo de Diecisiete (17) en la escala vigesimal, mención (Bueno).

Por lo que queda(n) apto(s) para obtener el Título Profesional de Ingeniero Electrónico de acuerdo con la Ley Universitaria 30220 y la normatividad vigente de la Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas y la Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo.

Siendo las 12:35 p.m. se dio por concluido el presente acto académico, dándose conformidad al presente acto con la firma de los miembros del jurado.


DR. ING. FRANK RICHARD RODRÍGUEZ CHIRINOS
Presidente


Mg. Ing. Manuel Ramírez Castro
Secretario


Mg. Ing. Martín A. Nomberra Lasso
Vocal

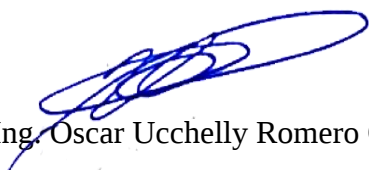

Dr. Ing. Oscar Vechelly Romero Cortez
Asesor

CONSTANCIA DE APROBACIÓN DE ORIGINALIDAD DE TESIS

Yo, Oscar Uchelly Romero Cortez, Asesor de tesis del (los) estudiante(s), Bach. **Fernando Francisco Atalaya Seclén**, identificado con documento de identidad 73854638 y el Bach. **Lenin Estalin Guevara Torres**, identificado con documento de identidad 48757533, Titulada: **Rediseño del sistema de videovigilancia para optimizar la calidad de video actual en una fábrica de Olmos, Lambayeque**. luego de la revisión exhaustiva del documento constato que la misma tiene un índice de similitud de 6% verificable en el reporte de similitud del programa Turnitin.

El suscrito analizó dicho reporte y concluyó que cada una de las coincidencias detectadas no constituyen plagio. A mi leal saber y entender la tesis cumple con todas las normas para el uso de citas y referencias establecidas por la Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo.

Lambayeque, 25 de noviembre del 2025



Ing. Oscar Uchelly Romero Cortez

DNI: 41812294

ASESOR



Recibo digital

Este recibo confirma que su trabajo ha sido recibido por **Turnitin**. A continuación podrá ver la información del recibo con respecto a su entrega.

La primera página de tus entregas se muestra abajo.

Autor de la entrega: Lenin Guevara Torres
Título del ejercicio: Rediseño del sistema de videovigilancia para optimizar la calidad...
Título de la entrega: Rediseño del sistema de videovigilancia para optimizar la calidad...
Nombre del archivo: TESIS_FINAL.docx
Tamaño del archivo: 28.11M
Total páginas: 112
Total de palabras: 17,314
Total de caracteres: 96,991
Fecha de entrega: 24-oct-2025 12:19p. m. (UTC-0500)
Identificador de la entrega: 2791394517

UNIVERSIDAD NACIONAL PEDRO RUIZ GALLO
FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS Y MATEMÁTICAS
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA



TESIS

"Rediseño del sistema de videovigilancia para optimizar la
calidad de video actual en una fábrica de Olmos,
Lambayeque"

Para obtener el Título Profesional de Ingeniero Electrónico

ELABORADA POR:

Bach. Atalaya Seclén Fernando Francisco
Bach. Guevara Torres Lenin Estalin

ASESOR:

Mg. Ing. Romero Cortez Oscar Uchelly
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7727-7900>

Lambayeque – Perú
2025


Ing. Oscar Uchelly Romero Cortez
DNI: 41812294
ASESOR

Rediseño del sistema de videovigilancia para optimizar la calidad de video actual en una fábrica de Olmos, Lambayeque

INFORME DE ORIGINALIDAD

6%

INDICE DE SIMILITUD

5%

FUENTES DE INTERNET

0%

PUBLICACIONES

2%

TRABAJOS DEL
ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1	repositorio.unprg.edu.pe Fuente de Internet	1 %
2	www.axis.com Fuente de Internet	1 %
3	repository.usta.edu.co Fuente de Internet	1 %
4	hdl.handle.net Fuente de Internet	1 %
5	Submitted to unsaac Trabajo del estudiante	<1 %
6	www.dspace.espol.edu.ec Fuente de Internet	<1 %
7	www.puertodosbocas.com.mx Fuente de Internet	<1 %
8	(5-30-14) http://85.118.201.165/pdf/A614D7E5-1DBB-49B4-809F-BF0BFB942574.pdf Fuente de Internet	<1 %

Ing. Oscar Ucchelly Romero Cortez

DNI: 41812294

ASESOR

9	www.hikvision.com Fuente de Internet	<1 %
10	Submitted to EP NBS S.A.C. Trabajo del estudiante	<1 %
11	Submitted to Escuela Politecnica Nacional Trabajo del estudiante	<1 %
12	docplayer.org Fuente de Internet	<1 %
13	Submitted to Universidad Internacional de la Rioja Trabajo del estudiante	<1 %
14	jmarquez.neocities.org Fuente de Internet	<1 %
15	www.dell.com Fuente de Internet	<1 %
16	repositorio.upec.edu.ec:8080 Fuente de Internet	<1 %
17	www.adp.com.pe Fuente de Internet	<1 %
18	parnian.co Fuente de Internet	<1 %
19	sisonline.com Fuente de Internet	<1 %

Ing. Oscar Uccelly Romero Cortez

DNI: 41812294

ASESOR

Excluir citas

Activo

Excluir coincidencias

< 15 words

Excluir bibliografía

Activo



Ing. Oscar Ucchelly Romero Cortez

DNI: 41812294

ASESOR

DEDICATORIA

*A mis padres, por su incondicional sacrificio y apoyo,
quienes me han guiado en cada paso de todo este camino.*

*A mi familia, por ser mi fuente constante de motivación.
Este logro es un reflejo de su invaluable confianza a lo largo
de mi formación académica.*

*A mis maestros, amigos y a todos los que, con sus palabras de aliento,
contribuyeron en mi crecimiento personal como profesional.*

Fernando Atalaya

*A mis tíos, cuya generosidad y respaldo incondicional
fueron pilar fundamental en mi camino. Este logro es
también fruto de su confianza y aliento durante mi
formación académica.*

*A mis padres, hermanos y amigos, por su apoyo constante
y por estar presentes en cada etapa de este camino.*

Lenin Guevara

AGRADECIMIENTOS

A dios, por ser nuestro guía y fortaleza, por brindarnos la paciencia y sabiduría para seguir a paso firme con cada obstáculo que se nos presentaba.

A nuestras familias, por darnos el apoyo y motivación para seguir en nuestro camino profesional.

Expresamos nuestro más profundo reconocimiento a nuestro asesor, Mg. Ing. Romero Cortez Oscar Ucchelly por su invaluable orientación y profesionalismo. Por brindarnos las herramientas y el conocimiento para el desarrollo y culminación de esta investigación.

A los honorables miembros del jurado: Dr. Ing. Frank Richard Rodríguez Chirinos, Mg. Ing. Manuel Javier Ramírez Castro, Mg. Ing. Martin Augusto Nombera Lossio, por su gran y valioso tiempo, sus certeras observaciones fueron cruciales para esta investigación.

Fernando Atalaya y Lenin Guevara

ÍNDICE

DECLARACIÓN JURADA DE ORIGINALIDAD	iv
DEDICATORIA	v
AGRADECIMIENTOS	vi
ÍNDICE DE FIGURAS.....	x
ÍNDICE DE TABLAS	xiv
INFORMACIÓN GENERAL.....	xvi
INTRODUCCIÓN	xvii
RESUMEN	xx
ABSTRACT.....	xxi
I. DISEÑO TEÓRICO.....	1
1.1. Antecedentes	1
1.2. Bases teóricas.....	3
1.2.1. Sistemas de videovigilancia	3
1.2.2. Calidad de video	4
1.3. Operacionalización de variables	5
II. DISEÑO METODOLÓGICO.....	7
2.1. Diseño de contrastación de hipótesis	7
2.2. Población y muestra.....	9
2.3. Técnicas, instrumentos, equipos y materiales.....	9
III. RESULTADOS.....	10

3.1.	Estado del sistema de videovigilancia actual	10
3.2.	Nuevo sistema de videovigilancia	19
3.2.1.	Introducción	19
3.2.1.1.	Mesa de caña.....	19
3.2.1.2.	Difusor y Molinos	24
3.2.1.3.	Caldera	28
3.2.1.4.	Turbina.....	34
3.2.1.5.	Sala Eléctrica	40
3.2.1.6.	Casa de procesos	41
3.2.1.7.	Envasado	46
3.2.1.8.	COI.....	48
3.2.2.	Rediseño propuesto	49
3.2.2.1.	Cálculo de almacenamiento	49
3.2.2.2.	Cálculo de ancho de banda	50
3.2.2.3.	Consideraciones para la instalación de equipos.....	51
3.2.2.4.	Especificaciones técnicas de los equipos	56
3.3.	Selección de equipamiento adecuado	68
3.4.	Validación del diseño propuesto.....	69
IV.	DISCUSIÓN DE RESULTADOS	82
V.	CONCLUSIONES	84
VI.	RECOMENDACIONES	85

REFERENCIAS.....	86
ANEXOS	90

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Calidad de imagen deficiente de las 10 cámaras operativas	11
Figura 2. Gabinete en campo y rack en COI.....	13
Figura 3. Estado de cámaras: Operativas vs Inoperativas	14
Figura 4. Tipo de cámaras: Fijas vs PTZ	17
Figura 5. Tipo de tecnología: IP vs Analógica	17
Figura 6. Distribución de motivos de inoperatividad de cámaras.....	18
Figura 7. Cámaras N°1 y N°3 en Mesa de Caña.....	20
Figura 8. Cámara N°4 en Mesa de Caña.....	20
Figura 9. Cámara N°2 en Mesa de Caña.....	21
Figura 10. Gabinete N°1 en Mesa de Caña.....	22
Figura 11. Gabinete N°2 en Mesa de Caña.....	22
Figura 12. Gabinete en Difusor.....	23
Figura 12. Diagrama de conexión de cámaras de Mesa de Caña con gabinetes y el COI.....	23
Figura 14. Cámaras N°1 y N°2 en Difusor	24
Figura 15. Cámara N°3 en Difusor	25
Figura 16. Cámara N°4 en Molinos.....	25
Figura 17. Cámara N°5 en Molinos.....	26
Figura 18. Gabinete en Difusor.....	27
Figura 19. Gabinete en Molinos	27
Figura 20. Diagrama de conexión de cámaras de Difusor y Molinos con gabinetes y el COI	28
Figura 21. Cámara N°1 en Caldera.....	29
Figura 22. Cámara N°2 en Caldera.....	29
Figura 23. Ubicación para Cámara N°3 en Caldera	30

Figura 24. Ubicación para Cámara N°4 en Caldera	30
Figura 25. Cámara N°5 en Caldera.....	31
Figura 26. Ubicación para Cámara N°6 en Caldera	31
Figura 27. Cámara N°7 en Caldera.....	32
Figura 28. Gabinete en Caldera	33
Figura 29. Diagrama de conexión de cámaras de Caldera con gabinetes y el COI	33
Figura 30. Ubicación para Cámara N°1 en Turbina	34
Figura 31. Ubicación para Cámara N°2 en Turbina	35
Figura 32. Ubicación para Cámara N°3 y N°4 en Turbina.....	35
Figura 33. Ubicación para Cámara N°5 en Turbina	36
Figura 34. Ubicación para Cámara N°6 en Turbina	36
Figura 35. Ubicación para Cámara N°7 en Turbina	37
Figura 33. Ubicación para Cámara N°8 en Turbina	37
Figura 37. Ubicación para Estación de Trabajo en Turbina	38
Figura 38. Gabinete en Turbina	39
Figura 39. Diagrama de conexión de cámaras de Turbina con gabinete y el COI	39
Figura 40. Ubicación para Cámara N°1 en Sala Eléctrica.....	40
Figura 41. Ruta de FO Sala Eléctrica – Turbina – COI.....	41
Figura 42. Diagrama de conexión propuesto entre cámara de Sala Eléctrica y el COI.....	41
Figura 43. Cámara N°1 en Casa de Procesos	42
Figura 44. Cámara N°2 en Casa de Procesos	42
Figura 45. Ubicación para Cámara N°3 en Casa de Procesos	43
Figura 46. Ubicación para Cámara N°4 en Casa de Procesos	43
Figura 47. Cámara N°5 en Casa de Procesos	44
Figura 48. Cámara N°6 en Casa de Procesos	44

Figura 49. Gabinete en Casa de Procesos	45
Figura 50. Diagrama de conexión entre cámaras de Casa de Procesos con gabinete y el COI	45
Figura 51. Cámara N°1 en Envasado.....	46
Figura 52. Ubicación para Cámara N°2 en Envasado	47
Figura 53. Gabinete en Envasado	47
Figura 54. Diagrama de conexión entre cámaras de Envasado con gabinete y el COI	48
Figura 55. Gabinete en el COI.....	48
Figura 56. Ejemplo para cambiar dirección IP en Windows 11	69
Figura 57. Instalación del software Axis Camera Station – Parte 1	69
Figura 58. Instalación del software Axis Camera Station – Parte 2	70
Figura 59. Instalación del software Axis Camera Station – Parte 3	70
Figura 60. Instalación del software Axis Camera Station – Parte 4	71
Figura 61. Instalación del software Axis Camera Station – Parte 5	71
Figura 62. Instalación del software Axis Camera Station – Parte 6	72
Figura 63. Instalación del software Axis Camera Station – Parte 7	72
Figura 64. Instalación del software Axis Camera Station – Parte 7	73
Figura 65. Instalación del software Axis Camera Station – Parte 8	73
Figura 66. Creación de nuevo usuario en servidor de video Axis – Parte 1	74
Figura 67. Creación de nuevo usuario en servidor de video Axis – Parte 2.....	74
Figura 68. Creación de nuevo usuario en servidor de video Axis – Parte 3.....	75
Figura 69. Creación de nuevo usuario en servidor de video Axis – Parte 4.....	75
Figura 70. Creación de nuevo usuario en servidor de video Axis – Parte 5.....	75
Figura 71. Integración de cámara en servidor de video Axis – Parte 1	76
Figura 72. Integración de cámara en servidor de video Axis – Parte 2	76

Figura 73. Integración de cámara en servidor de video Axis – Parte 3.....	77
Figura 74. Integración de cámara en servidor de video Axis – Parte 4.....	77
Figura 75. Integración de cámara en servidor de video Axis – Parte 4.....	78
Figura 71. Conexión del nuevo usuario con el servidor de video Axis – Parte 1.....	78
Figura 77. Conexión del nuevo usuario con el servidor de video Axis – Parte 2.....	79
Figura 78. Conexión del nuevo usuario con el servidor de video Axis – Parte 3.....	79
Figura 79. Conexión del nuevo usuario con el servidor de video Axis – Parte 4.....	80
Figura 80. Vista de pantalla de operador – Parte 1.....	80
Figura 81. Vista de pantalla de operador – Parte 2.....	81
Figura 82. Vista de pantalla de operador – Parte 3.....	81

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Definición y operacionalización de variables	5
Tabla 2. Estado las cámaras de videovigilancia.....	10
Tabla 3. Componentes del sistema de videovigilancia actual.....	12
Tabla 4. Estado de cámaras en Mesa de Caña	19
Tabla 5. Estado de gabinetes en Mesa de Caña	21
Tabla 6. Estado de cámaras en Difusor y Molinos	24
Tabla 7. Estado de gabinetes en Difusor y Molinos	26
Tabla 8. Estado de cámaras en Caldera.....	28
Tabla 9. Estado de gabinetes en Caldera.....	32
Tabla 10. Estado de cámaras en Turbina	34
Tabla 11. Estado de gabinete en Turbina.....	38
Tabla 12. Estado de cámaras en Sala Eléctrica.....	40
Tabla 13. Estado de cámaras en Casa de Procesos	41
Tabla 14. Estado de gabinete en Casa de Procesos.....	45
Tabla 15. Estado de cámaras en Envasado	46
Tabla 16. Estado de gabinete en Envasado	47
Tabla 17. Parámetros para el cálculo de almacenamiento	49
Tabla 18. Parámetros para el cálculo de almacenamiento	49
Tabla 19. Resultado del cálculo de almacenamiento	49
Tabla 20. Parámetros para cálculo de ancho de banda	50
Tabla 21. Resultado del cálculo de ancho de banda	50
Tabla 22. Especificaciones técnicas para las cámaras fijas	58
Tabla 23. Especificaciones técnicas para las cámaras PTZ	61
Tabla 24. Especificaciones técnicas del servidor de video	62

Tabla 25. Especificaciones técnicas del cableado de red.....	62
Tabla 26. Especificaciones técnicas de los patch cord.....	63
Tabla 27. Especificaciones técnicas del switch PoE.....	64
Tabla 28. Especificaciones técnicas del módulo óptico monomodo	64
Tabla 29. Especificaciones técnicas de la fuente de poder	65
Tabla 30. Especificaciones técnicas del extensor PoE.....	66
Tabla 31. Especificaciones técnicas del joystick	66
Tabla 32. Especificaciones técnicas del switch administrable.....	67
Tabla 33. Especificaciones técnicas de la estación de trabajo	67
Tabla 34. Lista de equipos y presupuesto	68

INFORMACIÓN GENERAL

Título:

Rediseño del sistema de videovigilancia para optimizar la calidad de video actual en una fábrica de Olmos, Lambayeque

Autores:

Bach. Atalaya Seclén Fernando Francisco

Bach. Guevara Torres Lenin Estalin

Asesor de especialidad:

Mg. Ing. Romero Cortez Oscar Uchelly

Línea de investigación:

Ingenierías y Tecnologías.

Lugar:

Agrolmos, Olmos, Lambayeque, Perú.

Duración estimada:

- Fecha de inicio: febrero 2025
- Fecha de finalización: agosto 2025

INTRODUCCIÓN

Agrolmos, situado en el distrito de Olmos, en el departamento de Lambayeque, Perú, es el ingenio más avanzado y eficiente del país en cuanto a tecnología operativa en su sector industrial (Coazúcar, 2024).

Agrolmos abarca 18,600 hectáreas y se distingue por su automatización e innovación tecnológica en cada fase del proceso. En el campo, utiliza exclusivamente pivotes centrales para optimizar el uso del agua y aumentar la productividad mediante fertirriego, además de emplear maquinaria agrícola guiada por GPS para una agricultura de alta precisión. La cosecha mecanizada maximiza el aprovechamiento del cultivo de caña. En la fábrica, la automatización es clave durante la producción de azúcar, logrando procesar 5,400 toneladas de caña de azúcar al día (Coazúcar, 2024).

En la fábrica, Agrolmos utiliza un sistema de videovigilancia para supervisar sus procesos de fabricación de azúcar. Este sistema está compuesto por 31 cámaras: 27 cámaras IP fijas y 4 cámaras analógicas PTZ. Además, la instalación cuenta con un servidor que combina funciones de base de datos y almacenamiento, una estación cliente DVM para la gerencia, y otra estación cliente DVM para el área de producción. La gestión del sistema de videovigilancia se realiza mediante el software Honeywell DVM R600 Service Pack 1 (Build 2815). La transmisión de video se lleva a cabo a través de fibra óptica monomodo tipo dúplex.

Actualmente, solo 10 cámaras de vigilancia están operativas en la fábrica. Las otras 21 cámaras han cesado su funcionamiento y han perdido la conexión con el centro de control debido a un inadecuado mantenimiento preventivo. Además, las cámaras que funcionan presentan una calidad de video deficiente, obstaculizando la supervisión efectiva de los procesos por parte de los operadores del centro de control. Esta disminución en la calidad se atribuye a la acumulación de polvo, suciedad y partículas de bagazo en los lentes, así como al daño causado por la exposición a la humedad, el calor y otros elementos corrosivos que afectan

tanto los lentes como los componentes internos. Con el tiempo, este deterioro también ha impactado negativamente en sensores y otros componentes críticos, comprometiendo aún más la funcionalidad y la eficacia del sistema de vigilancia.

Es por ello que, en esta investigación, se propone rediseñar el sistema de videovigilancia de Agrolmos con cámaras modernas que ofrecen alta definición y son adecuadas para entornos industriales. Estas cámaras mejorarían la calidad de la supervisión, permitiendo a los operadores detectar y resolver problemas de manera eficiente, asegurando así la continuidad y eficacia de la producción. Además, su robustez las hace ideales para resistir condiciones adversas como el polvo y las variaciones de temperatura comunes en la fábrica de azúcar. En el rediseño también se considera una infraestructura de red IP con topología jerárquica, lo que optimizará la gestión del tráfico de datos y la escalabilidad del sistema, mejorando aún más la fiabilidad y el rendimiento de la videovigilancia.

En este contexto, se planteó la siguiente pregunta de investigación: ¿De qué manera la actualización a cámaras modernas de alta definición y la mejora de los medios de transmisión, grabación y almacenamiento pueden incrementar la calidad del video en el sistema de videovigilancia de Agrolmos? La hipótesis planteada fue la siguiente: La actualización a cámaras modernas de alta definición, junto con la mejora de los medios de transmisión, grabación y almacenamiento, aumentará significativamente la calidad del video en el sistema de videovigilancia de Agrolmos, permitiendo una supervisión más eficaz de los procesos de producción.

Como objetivo general se estableció: Rediseñar el sistema de videovigilancia para optimizar la calidad de video actual en la fábrica de la empresa Agrolmos. Además, se plantearon tres objetivos específicos: i) Analizar el sistema de videovigilancia existente para identificar y evaluar sus puntos críticos; ii) Diseñar un sistema de videovigilancia actualizado utilizando fibra óptica como medio de transmisión principal; iii) Seleccionar el equipamiento

adecuado, cumpliendo con los requerimientos técnicos y operativos específicos; y iv) Realizar pruebas del diseño propuesto empleando software especializado en sistemas de videovigilancia para validar su funcionalidad.

RESUMEN

El presente trabajo de investigación tiene como finalidad el rediseño del sistema de videovigilancia en la planta de producción de azúcar de la empresa Agrolmos, ubicada en Olmos, Lambayeque, con el propósito de optimizar la calidad de video actual y garantizar una supervisión eficiente de los procesos industriales. El sistema existente cuenta con 31 cámaras, de las cuales únicamente el 32.3% se encontraban operativas, presentando deficiencias en la calidad de imagen debido a daños físicos, acumulación de suciedad y ausencia de mantenimiento preventivo. Esta situación comprometía la capacidad de monitoreo en áreas críticas de la producción.

La investigación se desarrolló bajo un enfoque de estudio de caso, empleando técnicas de observación directa, entrevistas con personal técnico y análisis documental. Como parte del trabajo, se diseñó una nueva infraestructura de red IP con fibra óptica monomodo como medio de transmisión principal, lo que asegura robustez, escalabilidad y estabilidad en la comunicación. Asimismo, se realizó la selección de equipamiento especializado como cámaras IP de alta definición resistentes a ambientes industriales, servidores de video de alto rendimiento y switches PoE, garantizando la compatibilidad con estándares modernos.

El diseño propuesto fue validado mediante pruebas en software especializado, confirmando mejoras en la transmisión de video, gestión de usuarios y almacenamiento de imágenes en alta calidad. Los resultados demuestran que la modernización del sistema permitirá una supervisión más eficaz, incrementando la seguridad, reduciendo riesgos y fortaleciendo la continuidad de las operaciones productivas.

Palabras clave: Videovigilancia, fibra óptica, rediseño, calidad de video, seguridad industrial.

ABSTRACT

The present research aims to redesign the video surveillance system at Agrolmos' sugar production plant, located in Olmos, Lambayeque, in order to optimize the current video quality and ensure efficient monitoring of industrial processes. The existing system comprises 31 cameras, of which only 32.3% were operational, showing deficiencies in image quality due to physical damage, accumulation of dust and dirt, and lack of preventive maintenance. This situation compromised monitoring capacity in critical areas of production.

The study was conducted under a case study approach, using techniques such as direct observation, interviews with technical staff, and document analysis. As part of the work, a new IP network infrastructure was designed with single-mode fiber optic as the main transmission medium, ensuring robustness, scalability, and communication stability. In addition, specialized equipment was selected, including high-definition IP cameras resistant to industrial environments, high-performance video servers, and PoE switches, guaranteeing compatibility with modern standards.

The proposed design was validated through testing using specialized software, confirming improvements in video transmission, user management, and high-quality image storage. The results demonstrate that modernizing the system will enable more effective monitoring, increasing safety, reducing risks, and strengthening the continuity of production operations.

Keywords: Video surveillance, fiber optic, redesign, video quality, industrial security.

I. DISEÑO TEÓRICO

1.1. Antecedentes

En Guayaquil, Ecuador, Becerra y Roque (2023) llevaron a cabo un proyecto de tesis titulado "Diseño y Simulación de un Sistema de Red LAN mediante segmentación por VLANs para el despliegue del Control De Acceso y CCTV". El estudio tuvo como objetivo mejorar la infraestructura de red para satisfacer la creciente demanda de conectividad y seguridad. Diseñaron un sistema de videovigilancia CCTV en una red LAN escalable, utilizando una topología en estrella con seguridad perimetral y distribución central desde el conmutador principal. Instalaron grabadores NVR y Access Points, y implementaron la segmentación de VLANs para mejorar la seguridad y proporcionar redundancia a través de dos ISP. Los resultados demostraron que la solución fue efectiva, con pruebas que validaron su diseño y confirmaron que cumplía con las necesidades del cliente. La segmentación VLAN y LACP mejoraron la seguridad y el rendimiento, mientras que la compresión de video H.265+ optimizó el almacenamiento y el uso del ancho de banda.

En Tunja, Colombia, Rodríguez (2024) llevó a cabo un proyecto de tesis denominado "Propuesta de implementación y mejoramiento del sistema de videovigilancia para el fortalecimiento de la seguridad ciudadana en Yopal Casanare". La investigación propone la implementación y mejora del sistema de videovigilancia en Yopal, Casanare, para fortalecer la seguridad ciudadana. El estudio identificó deficiencias en la cobertura y el estado obsoleto del sistema de CCTV existente, que cuenta con 190 cámaras. Se propuso diseñar un anillo de fibra óptica, georreferenciar estratégicamente las cámaras y mejorar la estructura del circuito CCTV. Los resultados incluyen una mayor cobertura en áreas críticas, reducción de la tasa de delitos, y una respuesta más rápida ante incidentes de seguridad. Además, se prevé la integración del sistema con otras medidas de seguridad, como alarmas y controles de acceso, para una gestión más eficiente.

En La Paz, Bolivia, Quisbert (2021) realizó un proyecto de tesis denominado “Estudio y diseño de un sistema de vigilancia y monitoreo en tiempo real para las radios bases de la empresa TELECEL S. A. La investigación se enfocó en diseñar y simular un sistema de seguridad en tiempo real para las radios bases de TELECEL S.A. a lo largo de la carretera principal a Río Abajo, que habían sido vulnerables a robos y vandalismo. Se implementó un sistema de videovigilancia con cámaras IP, alarmas, sensores, reflectores y sirenas para transmitir señales de video y alertas a una central de monitoreo en Ciudad Satélite. Los resultados incluyeron una significativa reducción de actos vandálicos, mejoras en el monitoreo en tiempo real y en la respuesta ante incidentes, así como una optimización de los recursos de telecomunicaciones existentes.

En Lambayeque, Perú, Ludeña (2024) llevó a cabo un proyecto de tesis titulado "Rediseño del sistema de videovigilancia y centro de control para mejorar la calidad de video en Cementos Pacasmayo Planta Piura". A través del análisis del sistema CCTV analógico existente, se implementó una nueva red IP basada en tecnología de fibra óptica. La cuidadosa selección de equipos y la simulación del diseño utilizando software especializado permitieron una mejora significativa en la calidad del video, lo que optimizó la seguridad y vigilancia. Este rediseño no solo facilitó una mejor gestión de riesgos y una respuesta más rápida a incidentes, sino que también contribuyó a una operación más segura y eficiente de la planta.

En Lima, Perú, Chiri (2022) realizó un proyecto de tesis denominado “Diseño e implementación de un CCTV para la planta industrial de asfaltos del grupo TDM – Lurín”. El proyecto tuvo como objetivo principal mejorar la seguridad de la planta mediante la actualización del hardware y software del sistema de CCTV existente. Se incrementó el número de cámaras de 4 a 16, mejorando la cobertura de áreas estratégicas como la carga y descarga de asfaltos, y se aumentó la capacidad de almacenamiento con un DVR que soporta el formato de compresión H.265. La implementación de un sistema de vigilancia más robusto permitió

optimizar la seguridad y el control operativo, lo que contribuyó a una gestión más eficiente y segura de la planta. Se logró una capacidad de almacenamiento de grabaciones de hasta 52 días, utilizando un DVR con 14 TB de almacenamiento bruto.

En Lambayeque, Perú, Martínez y Saavedra (2022) realizaron un proyecto de tesis denominado "Propuesta de diseño de un sistema de videovigilancia con fibra óptica para mejorar y ampliar los servicios de seguridad ciudadana en la ciudad de Huancavelica". El estudio se centró en modernizar la infraestructura de seguridad mediante un sistema de videovigilancia avanzado. Se instalaron 32 nuevas cámaras y se reutilizaron 9 existentes, todas conectadas por una red de fibra óptica, mejorando así la calidad del video y cobertura. Los resultados mostraron una mejora notable en la identificación y monitoreo de áreas críticas, optimizando la gestión de riesgos y la respuesta a incidentes, lo que contribuyó a una operación más segura y eficiente en Huancavelica.

1.2. Bases teóricas

1.2.1. Sistemas de videovigilancia

Los sistemas de videovigilancia han evolucionado en las últimas décadas, convirtiéndose en herramientas esenciales para la seguridad en diversos entornos, desde instalaciones industriales y comerciales hasta espacios públicos y residenciales. Un sistema de videovigilancia se compone principalmente de cámaras de seguridad que capturan y transmiten imágenes de video a dispositivos de almacenamiento y monitoreo. Estos sistemas permiten la supervisión continua de áreas críticas, la disuasión de actividades delictivas, y la recopilación de pruebas visuales para la investigación de incidentes (Chiri,2022)

La tecnología de videovigilancia ha avanzado desde los sistemas analógicos tradicionales, que dependían de cintas de video para grabar imágenes, hacia sistemas digitales más sofisticados que emplean cámaras IP y grabadoras de video en red (NVR). Estos modernos sistemas ofrecen alta resolución de video, capacidades de almacenamiento masivo, y acceso

remoto a través de redes IP, lo que permite a los operadores monitorear las instalaciones en tiempo real desde cualquier ubicación con conexión a internet (Martínez y Saavedra, 2022).

Entre las características clave de los sistemas de videovigilancia actuales se incluyen la capacidad de detección de movimiento, la visión nocturna, y la analítica de video avanzada que permite identificar comportamientos sospechosos y generar alertas automáticas. La implementación de compresión de video, como los formatos H.264 y H.265, ha mejorado la eficiencia del almacenamiento y la transmisión de datos, haciendo posible la grabación prolongada sin comprometer la calidad de la imagen (Ludeña, 2024).

Los sistemas de videovigilancia no solo contribuyen a mejorar la seguridad física al proteger activos y personal, sino que también juegan un papel crucial en la gestión de riesgos y en la optimización de operaciones logísticas y productivas. A medida que las amenazas a la seguridad se vuelven más complejas, la integración de tecnologías como la inteligencia artificial y el aprendizaje automático en los sistemas de videovigilancia promete ofrecer soluciones más inteligentes y proactivas para la seguridad y el monitoreo global (Quisbert, 2021).

1.2.2. Calidad de video

La calidad del video en los sistemas de videovigilancia es un factor crítico que determina la efectividad y el alcance de estos sistemas en la protección de bienes y personas. A lo largo de los años, las tecnologías de videovigilancia han experimentado notables mejoras en la resolución, claridad, y eficiencia de transmisión de video, transformando la forma en que se implementan y utilizan estos sistemas en diversos entornos (Ludeña, 2024).

Uno de los principales avances en la calidad del video ha sido el desarrollo de cámaras de alta definición (HD) e incluso ultra alta definición (UHD), que proporcionan imágenes nítidas y detalladas. Estas cámaras permiten a los operadores identificar fácilmente detalles críticos como rostros, matrículas de vehículos, y otros elementos relevantes en la vigilancia.

La mejora en la resolución no solo aumenta la eficacia en la identificación y disuasión de amenazas, sino que también enriquece el proceso de investigación post-incidente al proporcionar evidencia visual de alta calidad (Rodríguez, 2024).

Además de la resolución, la calidad del video también se ve influenciada por factores como la iluminación, la tecnología de sensor utilizada (CCD o CMOS), y la capacidad de las cámaras para operar en condiciones de poca luz o de noche mediante la visión infrarroja. Las cámaras modernas están equipadas con tecnologías de corrección de luz, como el rango dinámico amplio (WDR), que mejoran el contraste y la visibilidad en entornos de iluminación variable (Becerra y Roque, 2023)

La compresión de video es otro aspecto crucial que impacta la calidad del video en los sistemas de videovigilancia. Las tecnologías de compresión como H.264 y H.265 permiten reducir el tamaño del archivo de video sin sacrificar la calidad visual, optimizando así el almacenamiento y el uso del ancho de banda para la transmisión de datos. Esta eficiencia es particularmente importante en sistemas de gran escala donde se manejan grandes volúmenes de video continuamente (Chiri, 2022).

1.3. Operacionalización de variables

Tabla 1. Definición y operacionalización de variables

Variables	Definición conceptual	Definición operacional	Dimensiones	Instrumento
Rediseño del sistema de videovigilancia (Independiente)	El rediseño del sistema de videovigilancia se refiere a las acciones y cambios implementados para mejorar la infraestructura y el funcionamiento del sistema de seguridad en la fábrica. Esto incluye la actualización de hardware, instalación de nuevas cámaras, mejoras en la transmisión de datos, y la implementación de tecnologías de compresión y análisis de video (Ludeña, 2024).	Esta variable representa las modificaciones y mejoras introducidas en el sistema de videovigilancia, como la actualización del hardware y software, la implementación de nuevas cámaras, la mejora de la red de transmisión, y la incorporación de tecnologías avanzadas	Hardware	Entrevistas con el personal técnico sobre la implementación y configuración.
			Software	
			Infraestructura de red	Análisis de la documentación del sistema y especificaciones técnicas.

Calidad de video actual (dependiente)	La calidad de video se refiere a las características del video producido por el sistema de videovigilancia, incluyendo la resolución, claridad, nitidez, y estabilidad de la imagen, así como la capacidad de transmisión y almacenamiento. (Ludeña, 2024).	Esta variable se refiere al resultado medido en términos de resolución, claridad, nitidez y capacidad de transmisión de video del sistema de videovigilancia después del rediseño.	Resolución Claridad y nitidez Transmisión y almacenamiento	Revisión de muestras de video capturadas antes y después del rediseño para evaluar mejoras específicas.
---------------------------------------	---	--	--	---

II. DISEÑO METODOLÓGICO

2.1. Diseño de contrastación de hipótesis

Para desarrollar una metodología que permita contrastar la hipótesis basada en los objetivos de investigación sobre el rediseño del sistema de videovigilancia, se estructuró cada etapa de manera que se pueda evaluar la efectividad y el impacto del nuevo diseño.

Etapla 1: Análisis del sistema de videovigilancia existente

- **Objetivo:** Identificar y evaluar los puntos críticos del sistema actual.
- **Actividades:**
 - **Inspección física:** Se realizó una revisión detallada del hardware, software y la infraestructura existente.
 - **Evaluación de rendimiento:** Se midió el rendimiento del sistema actual en términos de calidad de video, tiempo de respuesta, y cobertura.
- **Instrumentos:** Listas de verificación.

Etapla 2: Diseño del sistema de videovigilancia actualizado

- **Objetivo:** Implementar un diseño utilizando fibra óptica como medio de transmisión principal.
- **Actividades:**
 - **Mapeo de cámaras:** Se establecieron ubicaciones estratégicas para las cámaras basadas en el análisis de puntos críticos.
 - **Análisis de ancho de banda:** Se calculó el ancho de banda necesario para transmitir video de alta calidad sin interrupciones.
 - **Análisis de capacidad de almacenamiento:** Se determinó la capacidad de almacenamiento requerida para conservar las grabaciones de video en alta calidad de forma continua y seguro.

- **Optimización de compresión:** Se seleccionaron los algoritmos de compresión más adecuados para maximizar la eficiencia.
- **Diseño de topología:** Se creó un diseño de red IP que priorice la eficiencia y la redundancia.
- **Especificaciones técnicas:** Se detallaron las especificaciones para cámaras, servidores, discos duros, PoE, cable UTP, fibra óptica, entre otros componentes.
- **Instrumentos:** Visio, Excel, calculadoras de ancho de banda, software de gestión de red.

Etapas 3: Selección de equipamiento

- **Objetivo:** Elegir el equipamiento adecuado que cumpla con los requerimientos técnicos y operativos.
- **Actividades:**
 - **Análisis de Productos:** Se evaluaron diferentes productos de CCTV y soluciones de fibra óptica.
 - **Comparación de Proveedores:** Se solicitaron cotizaciones para comparar ofertas basadas en calidad, costo, y soporte técnico.
- **Instrumentos:** Cotizaciones y especificaciones técnicas.

Etapas 4: Pruebas del diseño propuesto

- **Objetivo:** Validar la funcionalidad del diseño mediante simulación.
- **Actividades:**
 - **Simulación del sistema:** Se utilizó software especializado para realizar pruebas de funcionamiento del sistema de videovigilancia.
- **Instrumentos:** Software de simulación CCTV (Axis Camera Station).

2.2. Población y muestra

La investigación se enmarca dentro de un estudio de caso, centrado en el sistema de videovigilancia de una fábrica ubicada en Olmos, Lambayeque. La población del estudio está constituida por las 31 cámaras de seguridad instaladas en la planta, las cuales representan tanto la totalidad de los dispositivos de videovigilancia como la muestra analizada para este proyecto. Este enfoque permite una evaluación detallada del impacto del rediseño del sistema sobre cada cámara, proporcionando datos precisos y específicos que facilitan la identificación de mejoras y la optimización de la calidad del video en la totalidad del sistema.

2.3. Técnicas, instrumentos, equipos y materiales

Para llevar a cabo el estudio de caso sobre el rediseño del sistema de videovigilancia, se utilizaron diversas técnicas e instrumentos de recolección de datos, así como equipos y materiales especializados.

Las técnicas incluyeron la observación directa del sistema actual, entrevistas virtuales con el personal técnico, y la revisión de registros de mantenimiento y rendimiento del sistema.

Los instrumentos empleados abarcaron herramientas de software para el análisis técnico del rendimiento de video, tales como la calidad de imagen y la estabilidad de la transmisión.

III. RESULTADOS

3.1. Estado del sistema de videovigilancia actual

Con el objetivo de analizar a fondo las deficiencias del sistema de videovigilancia existente, se realizaron inspecciones exhaustivas en las instalaciones de la empresa, con un enfoque particular en el área de producción de azúcar. Durante estas visitas, se observó directamente el estado operativo del sistema y se dialogó con el personal responsable, lo que fue fundamental para detectar falencias en la supervisión de los procesos y formular propuestas de mejora específicas.

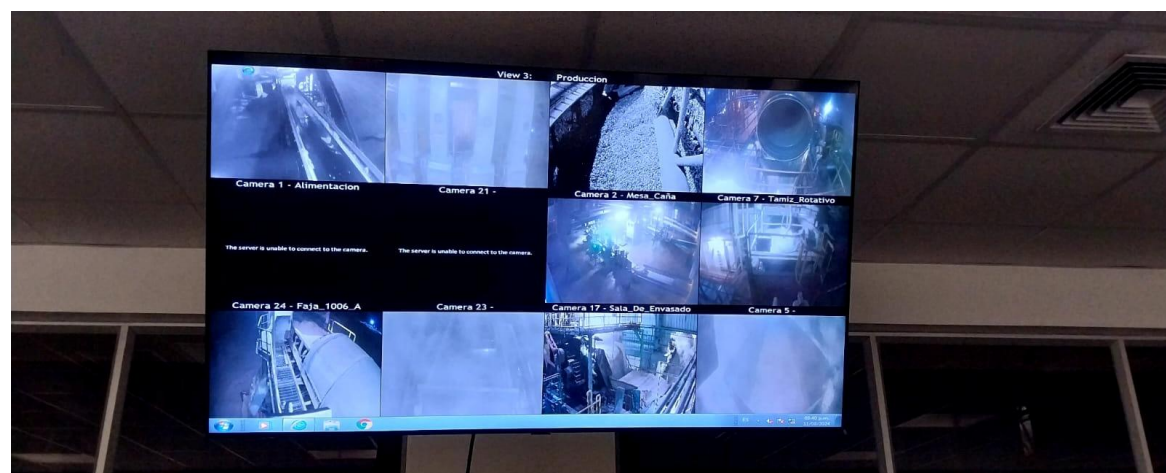
Como resultado de la inspección, se identificó que la empresa cuenta con 31 cámaras de videovigilancia (27 cámaras IP fijas y 4 cámaras analógicas PTZ), de las cuales solo 10 cámaras se encuentran operativas; sin embargo, la calidad de imagen de dichas cámaras es deficiente. Esta disminución en la calidad se atribuye a la acumulación de polvo, suciedad y partículas de bagazo en los lentes, así como al daño causado por la exposición a la humedad, el calor y otros elementos corrosivos, lo que afecta la supervisión efectiva de los procesos de producción de azúcar desde el Centro de Operaciones de Ingeniería (COI).

Tabla 2. Estado las cámaras de videovigilancia

ITEM	TAG	IP	TIPO	MODELO	VERSIÓN	BUILD	MARCA	NOMBRE	UBICACIÓN	ÁREA	SUB ÁREA	DESCRIPCIÓN	TAG	EQUIPO	STATUS	OBSERVACIÓN
1	-----	Analógica	PTZ	SCP-3430HP - SAMSUNG	-----	-----	SAMSUNG	Cámara 1	CANE_RECEPTION	EXTRACCIÓN	RECEPCIÓN DE CAÑA	Vista masa de caña - descarga de tetras	0110FE019	MESA DE CAÑA 1	INOPERATIVA	CÁMARA DAÑADA
2	-----	Analógica	PTZ	SCP-3430HP - SAMSUNG	-----	-----	SAMSUNG	Cámara 2	CANE_RECEPTION	EXTRACCIÓN	PREPARACIÓN DE CAÑA	Vista Conductor auxiliar – superior	0115CV010	CONDUCTOR AUXILIAR DE CAÑA	INOPERATIVA	CÁMARA DAÑADA
3	-----	Analógica	PTZ	SCP-3430HP - SAMSUNG	-----	-----	SAMSUNG	Cámara 3	BOILER	EXTRACCIÓN	TRANSPORTE DE BAGAZO	Vista Patio de Bagazo	-----	FAJA TRANSPORTADORA 1004	INOPERATIVA	SIN CÁMARA
4	-----	Analógica	PTZ	SCP-3430HP - SAMSUNG	-----	-----	SAMSUNG	Cámara 4	MILL_HOUSE	EXTRACCIÓN	MOLINOS	Vista Molino secador - conductor intermedio	0210CV070	CONDUCTOR INTERMEDIO - MOLINO SECADOR	INOPERATIVA	CÁMARA DAÑADA
5	0100-FCC-002	192.168.1.101	FIJA	HBW4GR1	1.000.HW00.0.R	2016-04-27	HONEYWELL	Alimentación	CANE_RECEPTION	EXTRACCIÓN	PREPARACIÓN DE CAÑA	Conductor de alimentación a difusor y retomo	0115CV090	CONDUCTOR DE RETORNO	OPERATIVA	-
6	0100-FCC-003	192.168.1.102	FIJA	HBW4GR1	1.000.HW00.0.R	2016-04-27	HONEYWELL	Mesa_Caña	CANE_RECEPTION	EXTRACCIÓN	RECEPCIÓN DE CAÑA	Mesa de caña	0110FE019	MESA DE CAÑA 1	OPERATIVA	-
7	0200-FCC-001	192.168.1.103	FIJA	HBW4GR1	1.000.HW00.0.R	2016-04-27	HONEYWELL	Salida_Bagazo	MILL_HOUSE	EXTRACCIÓN	MOLINOS	Salida de bagazo de molino secador	0210MM090	MOLINO SECADOR	OPERATIVA	-
8	0200-FCC-003	192.168.1.105	FIJA	HBW4GR1	1.000.HW00.0.R	2016-04-27	HONEYWELL	Conductor_Transversal	DIFUSSER	EXTRACCIÓN	DIFUSOR	Nivelador de cama de bagazo en difusor	0205FL500M	NIVELADOR DE COLCHON DE CAÑA	OPERATIVA	-
9	0300-FCC-001	192.168.1.106	FIJA	HBW4GR1	1.000.HW00.0.R	2016-04-27	HONEYWELL	Triveni – Explanada	POWER HOUSE	GENERACIÓN ELÉCTRICA	GENERACIÓN ENERG. ELEC. TURBO GENERADOR	Explanada de Turbina Triveni	0430TG020	TURBOGENERADOR TRIVENI 23.2 MW	INOPERATIVA	REUBICADA
10	0200-FCC-002	192.168.1.107	FIJA	HBW4GR1V	1.000.000.22	2021-04-28	HONEYWELL	Tamiz_Rotativo	DIFUSSER	EXTRACCIÓN	DIFUSOR	Tamiz rotativo	0305FL010	TAMIZ ROTATIVO	OPERATIVA	-
11	0300-FCC-003	192.168.1.108	FIJA	HBW4GR1	1.000.HW00.0.R	2016-04-27	HONEYWELL	Turbina_TGM	POWER HOUSE	GENERACIÓN ELÉCTRICA	GENERACIÓN ENERG. ELEC. TURBO GENERADOR	Segundo Nivel de Turbina	0430TG010	TURBOGENERADOR 7.5 MW	INOPERATIVA	REUBICADA
12	0300-FCC-004	192.168.1.109	FIJA	HBW4GR1	1.000.HW00.0.R	2016-04-27	HONEYWELL	Descarga_Centrifugas_Cont	PROCESS_HOUSE	ELABORACIÓN	CENTRIFUGACIÓN DE AZÚCAR	Descarga de centrifugas continuas	0345SQ110	CENTRIFUGA CONTINUA 1 - C	INOPERATIVA	CAMARA DAÑADA
13	0300-FCC-005	192.168.1.110	FIJA	HBW4GR1	1.000.HW00.0.R	2016-04-27	HONEYWELL	Global_Centrifugas_Cont	PROCESS_HOUSE	ELABORACIÓN	CENTRIFUGACIÓN DE AZÚCAR	Vista global de centrifugas continuas	0345SQ110	CENTRIFUGA CONTINUA 1 - C	INOPERATIVA	CAMARA DAÑADA
14	0300-FCC-006	192.168.1.111	FIJA	HBW4GR1	1.000.HW00.0.R	2016-04-27	HONEYWELL	Pug_Mill_B_Centrifugas_Cont	PROCESS_HOUSE	ELABORACIÓN	CENTRIFUGACIÓN DE AZÚCAR	Pug mill B, Cabezal Cde centrifugas continuas	0345MM020	PUG MILL - B	INOPERATIVA	CAMARA DAÑADA
15	0300-FCC-007	192.168.1.112	FIJA	HBW4GR1	1.000.HW00.0.R	2016-04-27	HONEYWELL	Pug_Mill_A_Centrifugas_Batch	PROCESS_HOUSE	ELABORACIÓN	CENTRIFUGACIÓN DE AZÚCAR	Pug mill A - Centrifugas batch	0345MM010	PUG MILL - A	INOPERATIVA	CAMARA DAÑADA

16	0300-FCC-008	192.168.1.113	FIJA	HBW4GR1	1.000.HW00.0.R	2016-04-27	HONEYWELL	Faja_Azucar_Salida_Secador	PROCESS_HOUSE	ELABORACIÓN	CENTRIFUGACIÓN DE AZÚCAR	Salida de azucar secar del secador	-----	SECADOR DE AZUCAR	INOPERATIVA	CAMARA DAÑADA
17	0300-FCC-009	192.168.1.114	FIJA	HBW4GR1	1.000.HW00.0.R	2016-04-27	HONEYWELL	Global_TQ_Jarabes_1_2_y_3	PROCESS_HOUSE	ELABORACIÓN	CRISTALIZACIÓN POR COCCIÓN	Vista global de tanques de jarabe 1,2 y 3	0335TK010	TANQUE DE JARABE 1	INOPERATIVA	CAMARA DAÑADA
18	0300-FCC-010	192.168.1.115	FIJA	HBW4GR1	1.000.HW00.0.R	2016-04-27	HONEYWELL	Global_Tachos_Continuos	PROCESS_HOUSE	ELABORACIÓN	CRISTALIZACIÓN POR COCCIÓN	Vista global de tacho continuo A.	0335HX200	TACHO CONTINUO - A	INOPERATIVA	REUBICADA
19	0300-FCC-011	192.168.1.116	FIJA	HBW4GR1	1.000.HW00.0.R	2016-04-27	HONEYWELL	Spray_Pond	PROCESS_HOUSE	ELABORACIÓN	CRISTALIZACIÓN POR COCCIÓN	Spray Pond	0370PD100	SPRAY POND	INOPERATIVA	SIN CÁMARA
20	0300-FCC-012	192.168.1.117	FIJA	HBW4GR1	1.000.HW00.0.R	2016-04-27	HONEYWELL	Sala_De_Envasado	SUGAR_HOUSE	ELABORACIÓN	ENVASADO DE AZÚCAR RUBIA	Faja de azucar seca a Silo	0355CV210	TRANSPORTADOR DE BOLSA DE AZUCAR 50KG - 1	OPERATIVA	-
21	0300-FCC-013	192.168.1.118	FIJA	HBW4GR1	1.000.HW00.0.R	2016-04-27	HONEYWELL	Zaranda_y_Alimentación_Silos	SUGAR_HOUSE	ELABORACIÓN	TAMIZADO DE AZÚCAR RUBIA	Zaranda y alimentación de silos	0355FD070	ZARANDA DE AZUCAR	INOPERATIVA	SIN CÁMARA
22	0300-FCC-014	192.168.1.119	FIJA	HBW4GR1	1.000.HW00.0.R	2016-04-27	HONEYWELL	Triveni - Explanada Frontal	POWER HOUSE	GENERACIÓN ELÉCTRICA	GENERACIÓN ENERG. ELEC. TURBO GENERADOR	Explanada frontal de Turbina Triveni	0430TG020	TURBOGENERADOR TRIVENI 23.2 MW	OPERATIVA	-
23	0400-FCC-001	192.168.1.120	FIJA	HBW4GR1	1.000.HW00.0.R	2016-04-27	HONEYWELL	Nivel_de_Domo	BOILER	ENERGÍA TÉRMICA	GENERACIÓN DE VAPOR	Nivel de agua en domo	0405DO020	DOMO SUPERIOR	INOPERATIVA	SIN CÁMARA
24	0400-FCC-002	192.168.1.121	FIJA	HBW4GR1	1.000.HW00.0.R	2016-04-27	HONEYWELL	Chute_Alimentador_Bagazo	BOILER	ENERGÍA TÉRMICA	TRANSPORTE DE BAGAZO	Chutes alimentadores de bagazo	0405RV240	ALIMENTADOR DE BAGAZO 1	OPERATIVA	-
25	0400-FCC-003	192.168.1.122	FIJA	HBW4GR1	1.000.HW00.0.R	2016-04-27	HONEYWELL	Faja_1003_Distrib_Bagazo	BOILER	ENERGÍA TÉRMICA	TRANSPORTE DE BAGAZO	Faja 1003 - Conductor distribuidor de bagazo	0805CV060	TRANSPORTADOR DE BAGAZO 1003	OPERATIVA	-
26	0400-FCC-004	192.168.1.123	FIJA	HBW4GR1	1.000.HW00.0.R	2016-04-27	HONEYWELL	Faja_1008_Retomo_Bagazo	BOILER	ENERGÍA TÉRMICA	TRANSPORTE DE BAGAZO	Faja 1008 - Tolva de retomo de bagazo	0805CV100	FAJA TRANSPORTADORA 1008	INOPERATIVA	SIN CÁMARA
27	0400-FCC-005	192.168.1.124	FIJA	HBW4GR1	1.000.HW00.0.R	2016-04-27	HONEYWELL	Faja_1006_A	BOILER	ENERGÍA TÉRMICA	TRANSPORTE DE BAGAZO	Faja 1006A - Patio de Bagazo	0805CV080	FAJA TRANSPORTADORA 1006 A	INOPERATIVA	SIN CÁMARA
28	0400-FCC-006	192.168.1.125	FIJA	HBW4GR1V	1.000.000.22	2021-04-28	HONEYWELL	Faja_1004_Desviador_Bagazo	BOILER	ENERGÍA TÉRMICA	TRANSPORTE DE BAGAZO	Operación del desviador de bagazo	0805CV070	FAJA TRANSPORTADORA 1004	OPERATIVA	-
29	0400-FCC-007	192.168.1.126	FIJA	HBW4GR1V	1.000.HW00.0.R	2016-04-27	HONEYWELL	Turbo_TGM	POWER HOUSE	GENERACIÓN ELÉCTRICA	GENERACIÓN ENERG. ELEC. TURBO GENERADOR	Explanada de Turbina TGM	0430TG009	TURBOGENERADOR 7.5 MW	INOPERATIVA	CÁMARA DAÑADA
30	0400-FCC-008	192.168.1.127	FIJA	HBW4GR1	1.000.HW00.0.R	2016-04-27	HONEYWELL	Turbo_TGM	POWER HOUSE	GENERACIÓN ELÉCTRICA	GENERACIÓN ENERG. ELEC. TURBO GENERADOR	Vista global de sala turbina TGM	0430TG010	TURBOGENERADOR 7.5 MW	INOPERATIVA	SIN CÁMARA
31	0400-FCC-009	192.168.1.128	FIJA	HBW4GR1	1.000.HW00.0.R	2016-04-27	HONEYWELL	Planta_Osmosis	WATER TREATMENT	ENERGÍA TÉRMICA	PLANTA TRATAMIENTO OSMOSIS INVERSA	Vista global de planta de osmosis	0425OI101	PLANTA DE OSMOSIS INVERSA	INOPERATIVA	SIN CÁMARA

Figura 1. Calidad de imagen deficiente de las 10 cámaras operativas



Fuente: Agrolmos

Además de las 31 cámaras de videovigilancia, la instalación cuenta con un servidor que combina funciones de base de datos y almacenamiento, una estación cliente para la gerencia, y otra estación cliente para el área de producción. La gestión del sistema de videovigilancia se realiza mediante el software Honeywell DVM R600 Service Pack 1 (Build 2815). La transmisión de video se lleva a cabo a través de equipos de red, cable UTP y fibra óptica monomodo tipo dúplex.

Tabla 3. Componentes del sistema de videovigilancia actual

Equipo	Cantidad	Características	Foto
Cámaras	24	Marca: Honeywell Modelo: HBW4GR1 Tipo: Fija IP Resolución: 2 MP Versión: 1.000.HW00.0.R Build: 2016-04-27	
	3	Marca: Honeywell Modelo: HBW4GR1V Tipo: Fija IP Resolución: 4 MP Versión: 1.000.0000.22 Build: 2021-04-28	
	4	Marca: Samsung Modelo: SCP-3430 HP Tipo: PTZ Analógica Resolución: NTSC	
Servidor	1	Nombre: CCTVSRV2 Marca: HP Modelo: ProLiant DL 180 Gen9 Windows Server 2012 R2 Estándar, VERSIÓN 6.3.9600 Intel(R) Xeon (R) CPU E5-2620 v4 @ 2.10GHz 16.0 GB de RAM (15.7 GB usable) Sistema Operativo de 64-bits GERENCIA	
Estación cliente	2	Nombre: PEAOPISO28 Marca: Dell Modelo: Latitude E6430 Windows 7 Intel® Core i7 / 2.90 GHz / 6GB RAM / 300 GB disco duro Sistema Operativo de 64-bits	

PRODUCCIÓN
Nombre: PEAOPOPRD031
Marca: Dell
Modelo: Precision T7600
Windows 7
Intel Xeon ® / 2.00GHz / 16GB
RAM / 500GB disco duro
Sistema Operativo de 64-bits



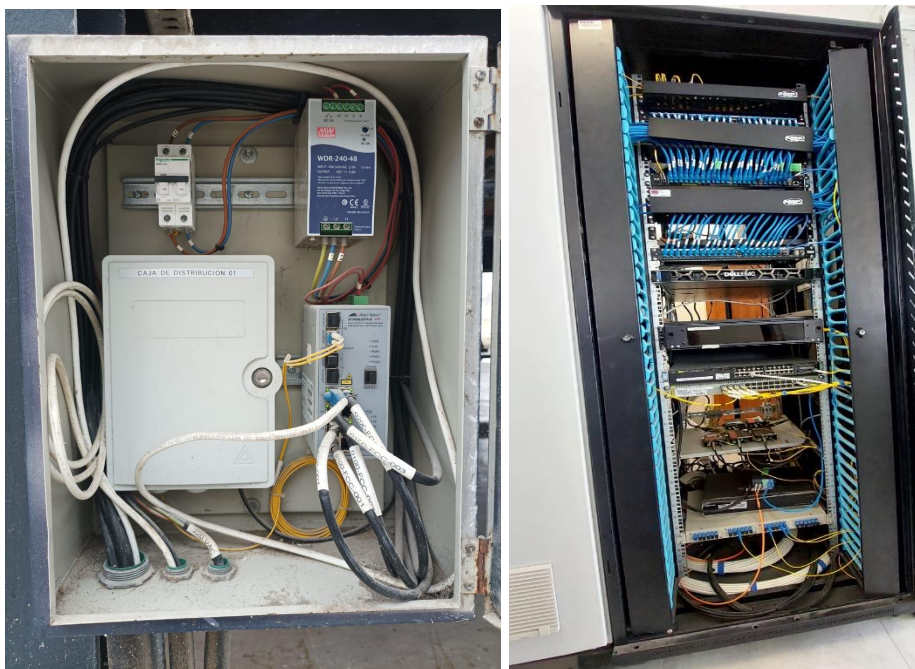
Software de
gestión de video

Honeywell DVM R600



Cada cámara se conecta al gabinete más cercano a su zona mediante cable UTP. Cada gabinete está equipado con un switch PoE que incluye un puerto SFP. Este puerto SFP se enlaza a una bandeja de distribución de fibra óptica mediante conectores LC/UPC Dúplex. A través de esta conexión, la señal de video se transmite hacia el Centro de Operaciones de Ingeniería (COI), donde se encuentra un rack central con una bandeja de distribución óptica (LC/UPC Dúplex), así como switches, grabadores y estaciones de trabajo para la gestión y monitoreo del sistema.

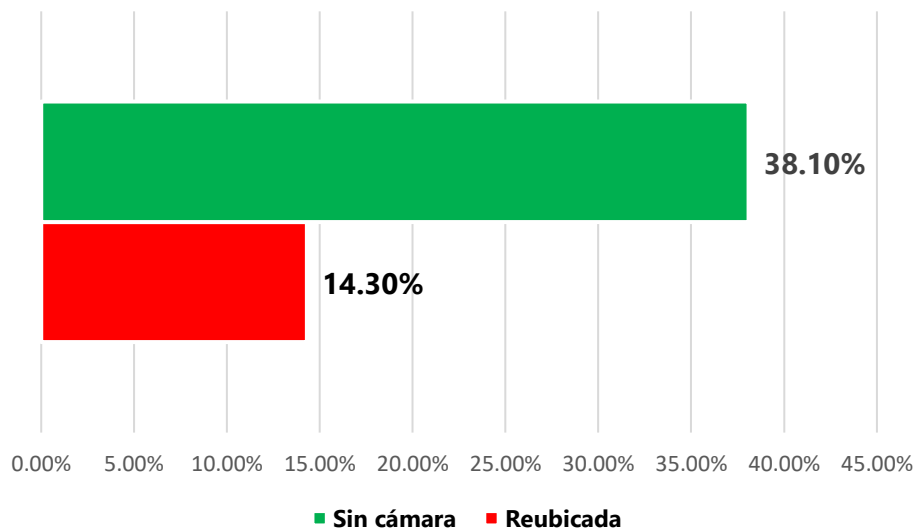
Figura 2. Gabinete en campo y rack en COI



Fuente: Agrolmos

En la Figura 3 se muestra la proporción entre cámaras CCTV operativas e inoperativas en la planta. De un total de 31 cámaras, se observa que **solo 10 (32.3%) están operativas**, mientras que **21 (67.7%) se encuentran fuera de servicio**, lo que evidencia la necesidad de intervención urgente para garantizar la cobertura del sistema de videovigilancia.

Figura 3. Estado de cámaras: Operativas vs Inoperativas



Cámaras operativas (10 / 32.3%):

Estas cámaras están activas y funcionando:

- Cámara 5 – Alimentación (CANE_RECEPTION)
- Cámara 6 – Mesa_Caña (CANE_RECEPTION)
- Cámara 7 – Salida_Bagazo (MILL_HOUSE)
- Cámara 8 – Conductor_Transversal (DIFUSSER)
- Cámara 10 – Tamiz_Rotativo (DIFUSSER)
- Cámara 20 – Sala_De_Envasado (SUGAR_HOUSE)
- Cámara 22 – Triveni_Explanada Frontal (POWER HOUSE)
- Cámara 24 – Chute_Alimentador_Bagazo (BOILER)
- Cámara 25 – Faja_1003_Distrib_Bagazo (BOILER)
- Cámara 28 – Faja_1004_Desviador_Bagazo (BOILER)

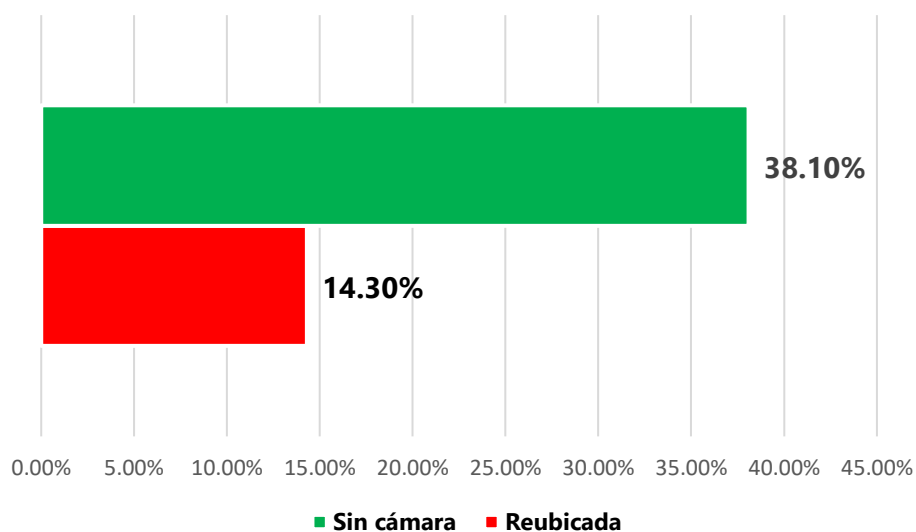
Cámaras inoperativas (21 / 67.7%):

- Cámara dañada (10):
 - Cámara 1 – CANE_RECEPTION – RECEPCIÓN DE CAÑA: Vista masa de caña - descarga de tetras
 - Cámara 2 – CANE_RECEPTION – PREPARACIÓN DE CAÑA: Vista Conductor auxiliar - superior
 - Cámara 4 – MILL_HOUSE – MOLINOS: Vista Molino secador - conductor intermedio
 - Cámara 12 – Descarga_Centrifugas_Cont (PROCESS_HOUSE – CENTRIFUGACIÓN DE AZÚCAR): Descarga de centrifugas continuas
 - Cámara 13 – Global_Centrifugas_Cont (PROCESS_HOUSE – CENTRIFUGACIÓN DE AZÚCAR): Vista global de centrífugas continuas
 - Cámara 14 – Pug_Mill_B_Centrifugas_Cont (PROCESS_HOUSE – CENTRIFUGACIÓN DE AZÚCAR): Pug mill B, Cabezal C de centrifugas continuas
 - Cámara 15 – Pug_Mill_A_Centrifugas_Batch (PROCESS_HOUSE – CENTRIFUGACIÓN DE AZÚCAR): Pug mill A - Centrifugas batch
 - Cámara 16 – Faja_Azucar_Salida_Secador (PROCESS_HOUSE – CENTRIFUGACIÓN DE AZÚCAR): Salida de azúcar seca del secador
 - Cámara 17 – Global_TQ_Jarabes_1_2_y_3 (PROCESS_HOUSE – CRISTALIZACIÓN POR COCCIÓN): Vista global de tanques de jarabe 1, 2 y 3
 - Cámara 29 – Turbo_TGM (POWER HOUSE – TURBOGENERADOR 7.5 MW): Explanada de Turbina TGM

- Sin cámara instalada (8):
 - Cámara 3 – BOILER – TRANSPORTE DE BAGAZO: Vista Patio de Bagazo
 - Cámara 19 – Spray_Pond (PROCESS_HOUSE – CRISTALIZACIÓN POR COCCIÓN): Spray Pond
 - Cámara 21 – Zaranda_y_Alimentación_Silos (SUGAR_HOUSE – TAMIZADO DE AZÚCAR RUBIA): Zaranda y alimentación de silos
 - Cámara 23 – Nivel_de_Domo (BOILER – GENERACIÓN DE VAPOR): Nivel de agua en domo
 - Cámara 26 – Faja_1008_Retorno_Bagazo (BOILER – TRANSPORTE DE BAGAZO): Faja 1008 - Tolva de retorno de bagazo
 - Cámara 27 – Faja_1006_A (BOILER – TRANSPORTE DE BAGAZO): Faja 1006A - Patio de Bagazo
 - Cámara 30 – Turbo_TGM (POWER HOUSE – TURBOGENERADOR 7.5 MW): Vista global de sala turbina TGM
 - Cámara 31 – Planta_Osmosis (WATER TREATMENT – PLANTA OSMOSIS INVERSA): Vista global de planta de osmosis
- Reubicada (3):
 - Cámara 9 – Triveni - Explanada (POWER HOUSE – TURBOGENERADOR TRIVENI 23.2 MW): Explanada de Turbina Triveni
 - Cámara 11 – Turbina_TGM (POWER HOUSE – TURBOGENERADOR 7.5 MW): Segundo Nivel de Turbina
 - Cámara 18 – Global_Tachos_Continuos (PROCESS_HOUSE – CRISTALIZACIÓN POR COCCIÓN): Vista global de tacho continuo A

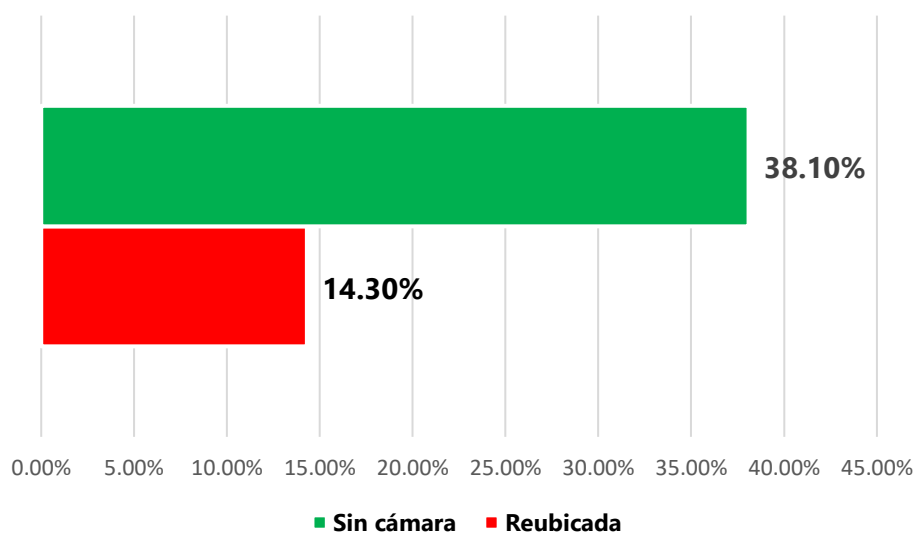
Como ya se ha mencionado, el sistema de videovigilancia actual cuenta con **27 cámaras fijas** y **4 cámaras PTZ (Pan-Tilt-Zoom)**.

Figura 4. Tipo de cámaras: Fijas vs PTZ



En cuanto a la tecnología utilizada, **el 87% del sistema utiliza cámaras IP** (27 unidades), mientras que **el 13% corresponde a cámaras analógicas** (4 unidades). Esta distribución refleja una tendencia hacia la modernización del sistema, aunque las cámaras analógicas presentes (todas PTZ) están inoperativas, lo que refuerza la necesidad de migración completa a tecnología IP.

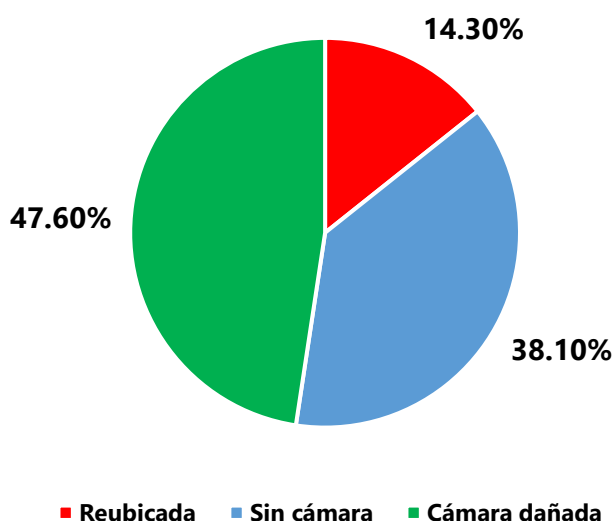
Figura 5. Tipo de tecnología: IP vs Analógica



En la Figura 6 se detalla los principales motivos de inoperatividad en las cámaras del sistema de videovigilancia actual. Se identificó que:

- 10 cámaras (47.6%) presentan daño físico
- 8 cámaras (38.1%) no están físicamente instaladas
- 3 cámaras (14.3%) fueron reubicadas y no están en operación actual

Figura 6. Distribución de motivos de inoperatividad de cámaras



De lo expuesto en este apartado, se concluye que:

- **Elevada tasa de inoperatividad:** El 67.7% del sistema de cámaras CCTV se encuentra fuera de servicio, lo que compromete significativamente la capacidad de monitoreo en la planta.
- **Principales causas de falla:** Las causas principales de inoperatividad indican que el 47.6% de las cámaras presentan daños físicos, constituyéndose como la principal falla del sistema; un 38.1% no se encuentran instaladas en su ubicación asignada, y el 14.3% restante ha sido reubicado sin garantizar su funcionamiento.
- **Zonas críticas comprometidas:** Las áreas de centrifugación de azúcar, generación eléctrica y transporte de bagazo presentan varias cámaras inoperativas o sin instalación, afectando la supervisión de procesos clave para la seguridad y la producción.

Por lo tanto, este análisis permite establecer prioridades claras para la reparación, reinstalación y reconfiguración del sistema de vigilancia.

3.2. Nuevo sistema de videovigilancia

Antes de diseñar el nuevo sistema de videovigilancia, se realizó una inspección in situ del estado de los componentes del sistema actual. El objetivo fue identificar las tareas necesarias para establecer la conexión entre las cámaras y los grabadores, así como determinar qué elementos podrían ser reutilizados en el nuevo sistema.

3.2.1. Introducción

Como se indicó en el apartado 3.1, la empresa cuenta con un total de 31 cámaras de videovigilancia, distribuidas entre 27 cámaras IP fijas y 4 cámaras analógicas PTZ. Sin embargo, actualmente solo 10 de ellas se encuentran operativas.

A continuación, se presenta mediante tablas e imágenes el estado de los componentes del sistema de videovigilancia actual, organizados por zonas específicas: Mesa de Caña, Difusor y Molinos, Caldera, Turbina, Sala Eléctrica, Casa de Procesos y Envasado.

3.2.1.1. Mesa de caña

La Tabla 4 muestra la información recopilada en campo sobre las cámaras instaladas en la zona de Mesa de Caña, incluyendo datos como el tipo, marca, vista, estado, ubicación del gabinete, tipo de convertidor y distancia.

Tabla 4. Estado de cámaras en Mesa de Caña

Nº	Tipo	Marca	Vista	Estado	Ubicación de gabinete	Convertidor Coaxial a FO	Distancia a gabinete
1	PTZ	Samsung	Mesa de Caña	Inoperativa	Mesa de Caña	Sí	< 100 m
2	PTZ	Samsung	Conductor Auxiliar Superior	Inoperativa	Mesa de Caña	No	< 100 m
3	Fija	Honeywell	Mesa de Caña Cola	Operativa	Difusor	-	> 100 m
4	Fija	Honeywell	Conductor Auxiliar	Operativa	Difusor	-	> 100 m

Figura 7. Cámaras N°1 y N°3 en Mesa de Caña



Figura 8. Cámara N°4 en Mesa de Caña



Figura 9. Cámara N°2 en Mesa de Caña



La Tabla 5 presenta la información recopilada en campo sobre los gabinetes instalados en la zona de Mesa de Caña, incluyendo detalles como la presencia de convertidor, tipo de fibra óptica, existencia de bandeja de distribución, tipo de conectores y cantidad de cámaras conectadas a cada gabinete.

Tabla 5. Estado de gabinetes en Mesa de Caña

Nº	Gabinete	Convertidor Coaxial a FO	Tipo de FO	Bandeja de Distribución	Conectores	Cantidad de cámaras
1	Gabinete PTZ 1 en Mesa de Caña	Sí	Monomodo	Sí	SC/UPC	1
2	Gabinete PTZ 2 Mesa de Caña	No	Monomodo	Sí	SC/UPC	1
3	Gabinete cámaras fijas 3 y 4 en Difusor	-	Monomodo	Sí	LC/UPC Dúplex	6

Figura 10. Gabinete N°1 en Mesa de Caña

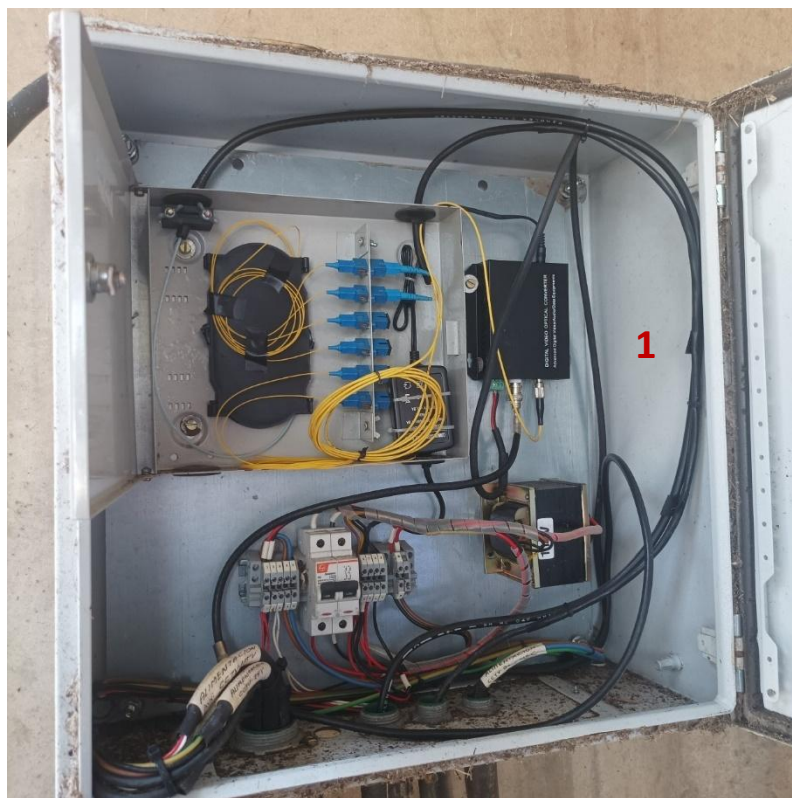


Figura 11. Gabinete N°2 en Mesa de Caña

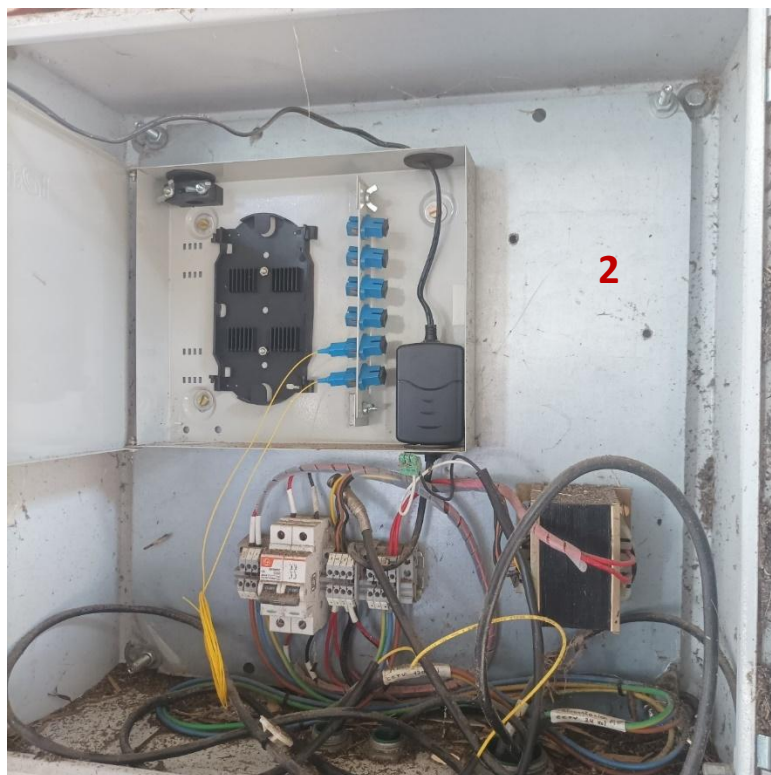


Figura 12. Gabinete en Difusor

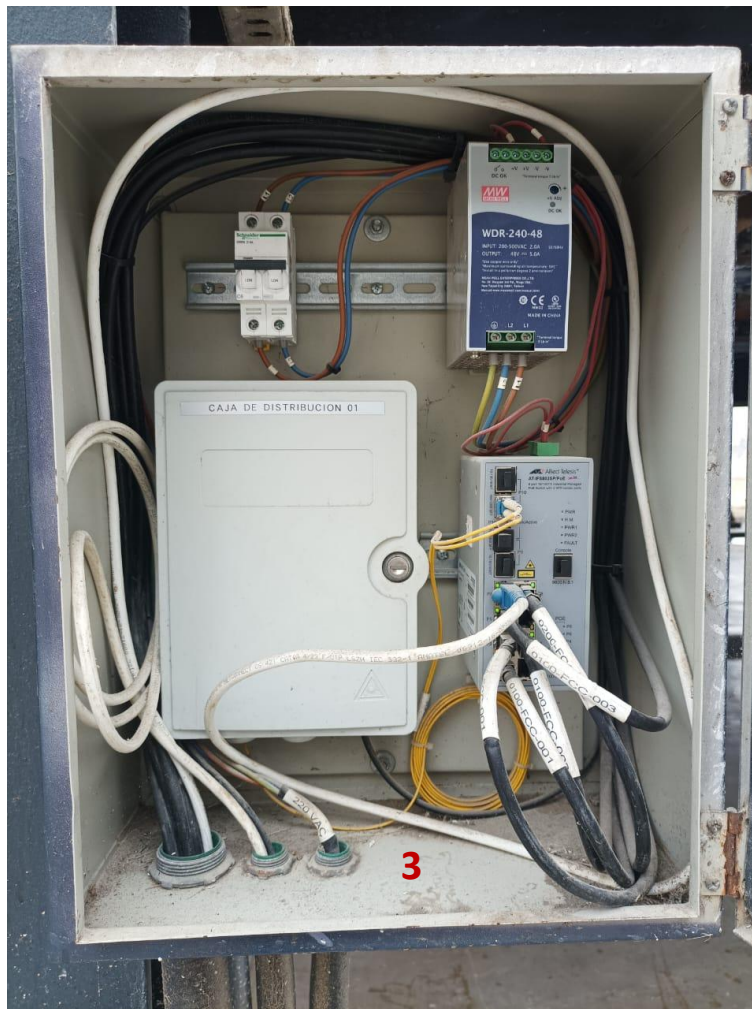
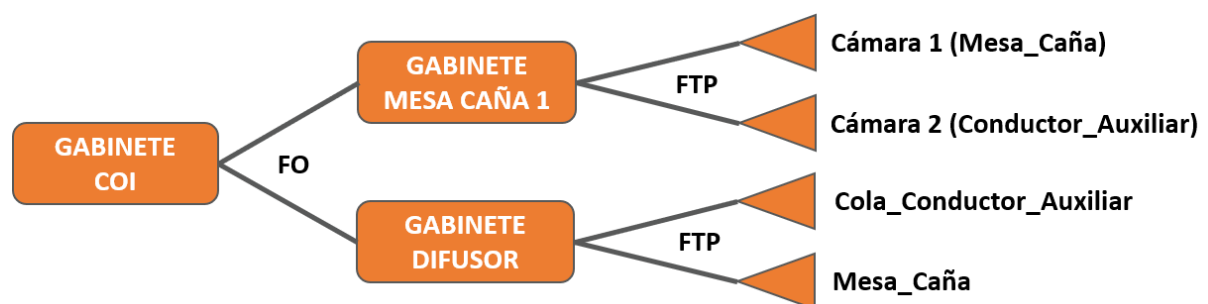


Figura 13. Diagrama de conexión de cámaras de Mesa de Caña con gabinetes y el COI



3.2.1.2. Difusor y Molinos

La Tabla 6 muestra la información recopilada en campo sobre las cámaras instaladas en la zona de Difusor y Molinos, incluyendo datos como el tipo, marca, vista, estado, ubicación del gabinete, tipo de convertidor y distancia.

Tabla 6. Estado de cámaras en Difusor y Molinos

Nº	Tipo	Marca	Vista	Estado	Ubicación de gabinete	Convertidor Coaxial a FO	Distancia
1	Fija	Honeywell	Tamiz Rotativo	Operativa	Difusor	-	< 100 m
2	Fija	Honeywell	Conductor Principal	Operativa	Difusor	-	< 100 m
3	Fija	Honeywell	Conductor Transversal	Operativa	Difusor	-	< 100 m
4	PTZ	Samsung	Molino Secador	Inoperativa	Molinos	Sí	< 100 m
5	Fija	Honeywell	Salida Bagazo Molino Secador	Operativa	Difusor	-	> 100 m

Figura 14. Cámaras N°1 y N°2 en Difusor



Figura 15. Cámara N°3 en Difusor

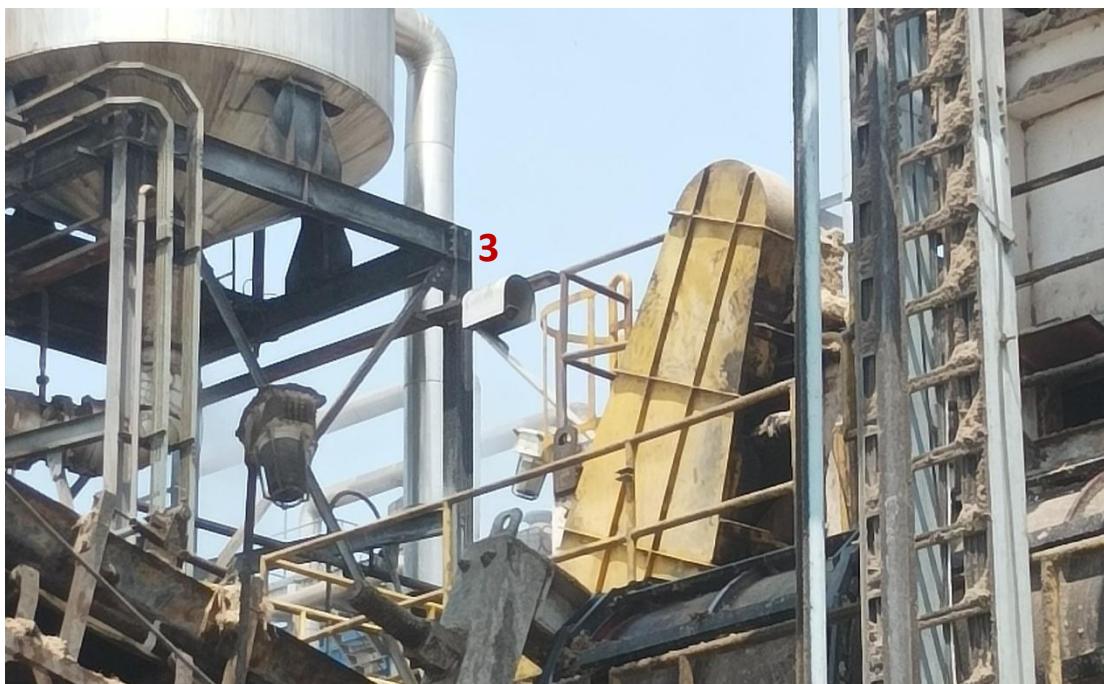


Figura 16. Cámara N°4 en Molinos

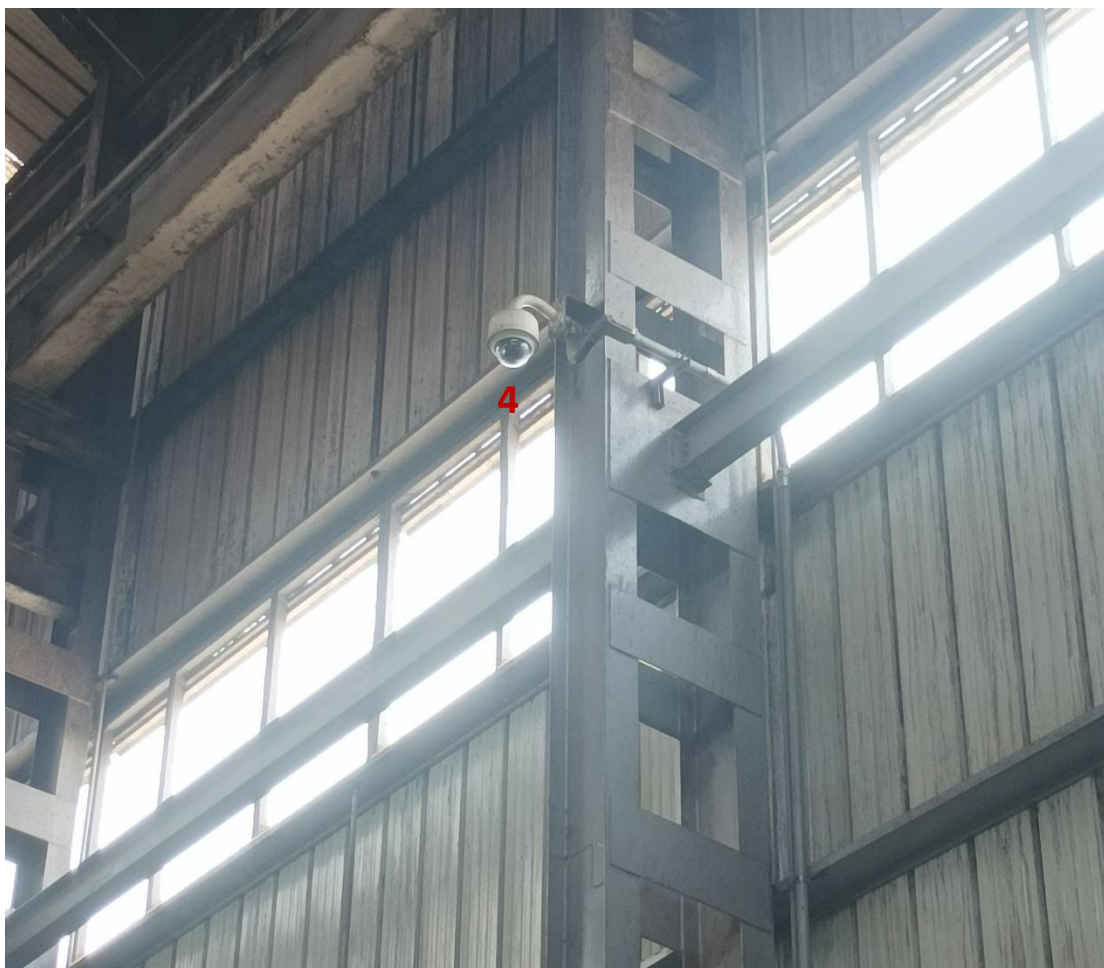


Figura 17. Cámara N°5 en Molinos



La Tabla 7 presenta la información recopilada en campo sobre los gabinetes instalados en la zona de Difusor y Molinos, incluyendo detalles como la presencia de convertidor, tipo de fibra óptica, existencia de bandeja de distribución, tipo de conectores y cantidad de cámaras conectadas a cada gabinete.

Tabla 7. Estado de gabinetes en Difusor y Molinos

Nº	Ubicación	Convertidor Coaxial a FO	Tipo de FO	Bandeja de Distribución	Conectores	Cantidad de cámaras
1	Gabinete cámaras fijas 1, 2, 3 y 5 en Difusor	-	Monomodo	Sí	LC/UPC Dúplex	6
2	Gabinete cámaras PTZ 4 en Molinos	Sí	Monomodo	Sí	SC/UPC	1

Figura 18. Gabinete en Difusor

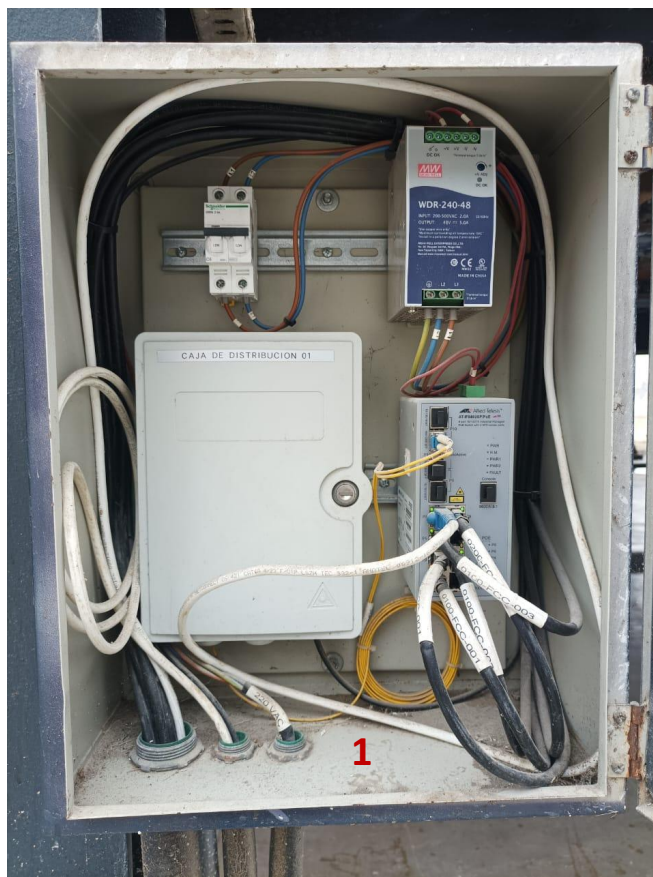


Figura 19. Gabinete en Molinos

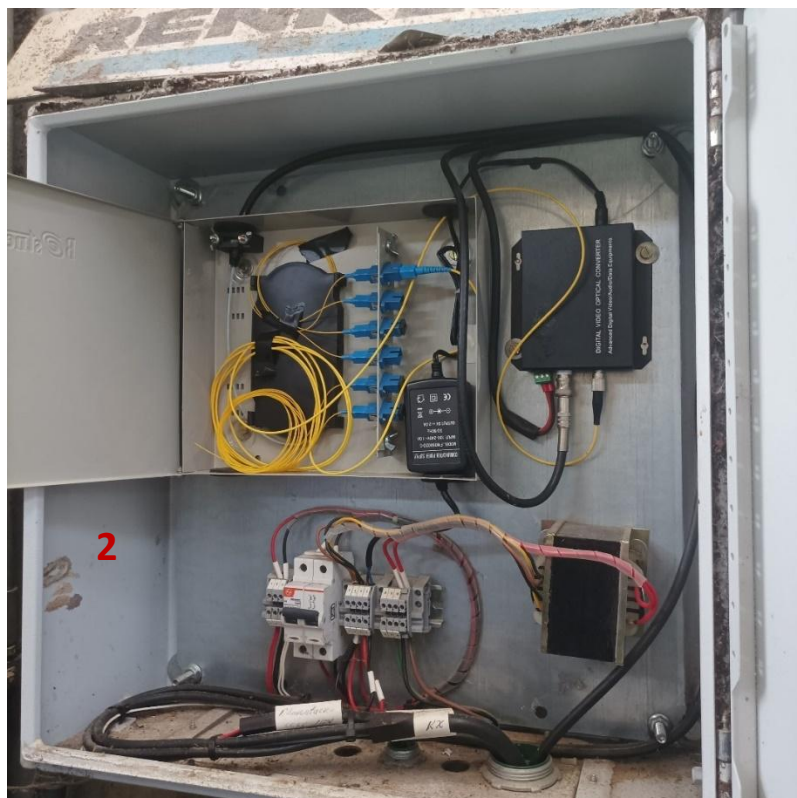
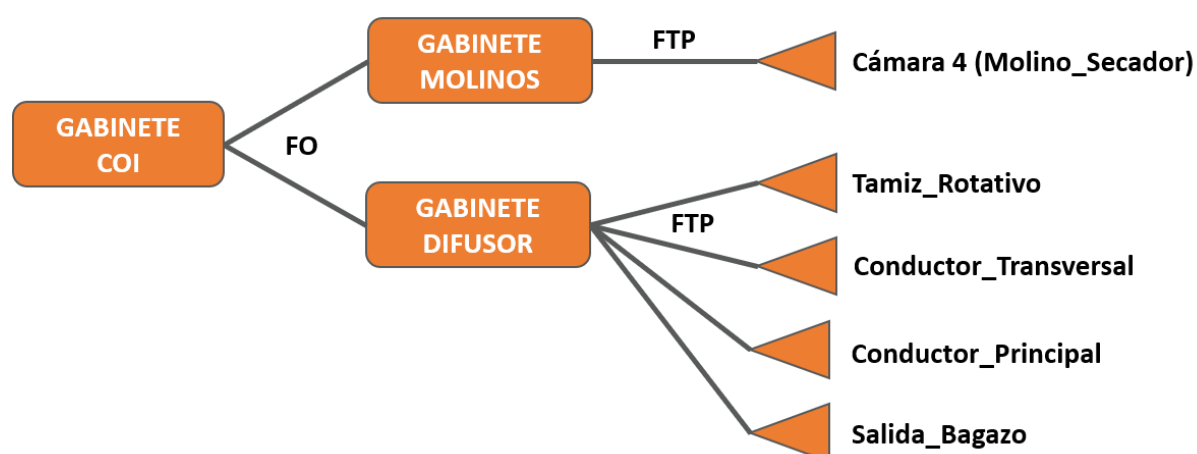


Figura 20. Diagrama de conexión de cámaras de Difusor y Molinos con gabinetes y el COI



3.2.1.3. Caldera

La Tabla 8 muestra la información recopilada en campo sobre las cámaras instaladas en la zona de Caldera, incluyendo datos como el tipo, marca, vista, estado, ubicación del gabinete, tipo de convertidor y distancia.

Tabla 8. Estado de cámaras en Caldera

Nº	Tipo	Marca	Vista	Estado	Ubicación de gabinete	Convertidor Coaxial a FO	Distancia
1	Fija	Honeywell	Faja 1006A Ingreso Patio Gabazo	Inoperativa	Caldera	-	> 100 m
2	Fija	Honeywell	Faja 1004 Desviador de Bagazo	Operativa	Caldera	-	> 100 m
3	PTZ (*)		Patio de Bagazo		Caldera	-	> 100 m
4	Fija (*)		Faja 1008 Tolva Retorno Bagazo		Caldera	-	> 100 m
5	Fija	Honeywell	Faja 1003 Conductor Distribuidor Bagazo	Operativa	Caldera	-	> 100 m
6	Fija (*)		Mirilla Nivel Agua Domo		Caldera	-	> 100 m
7	Fija	Honeywell	Faja 1003 Chutes Alimentadores	Operativa	Caldera	-	> 100 m

Nota:

(*) No existe cámara, pero se requiere monitorear las zonas indicadas.

Figura 21. Cámara N°1 en Caldera

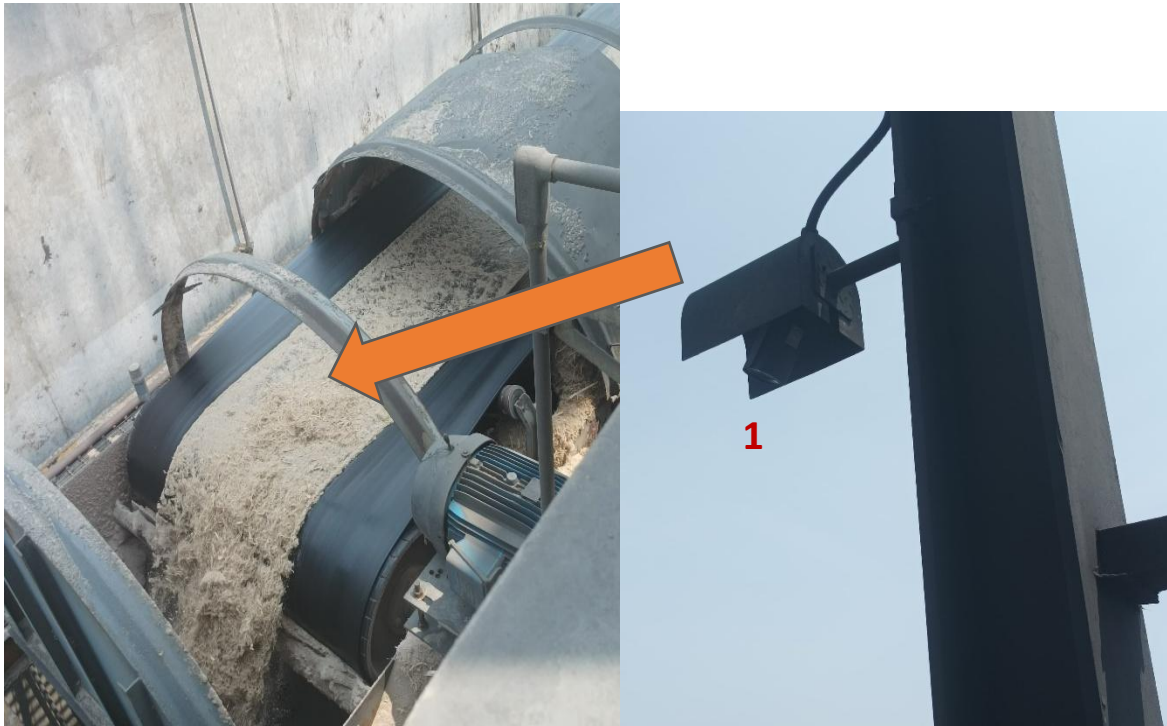


Figura 22. Cámara N°2 en Caldera



Figura 23. Ubicación para Cámara N°3 en Caldera



Figura 24. Ubicación para Cámara N°4 en Caldera



Figura 25. Cámara N°5 en Caldera



Figura 26. Ubicación para Cámara N°6 en Caldera

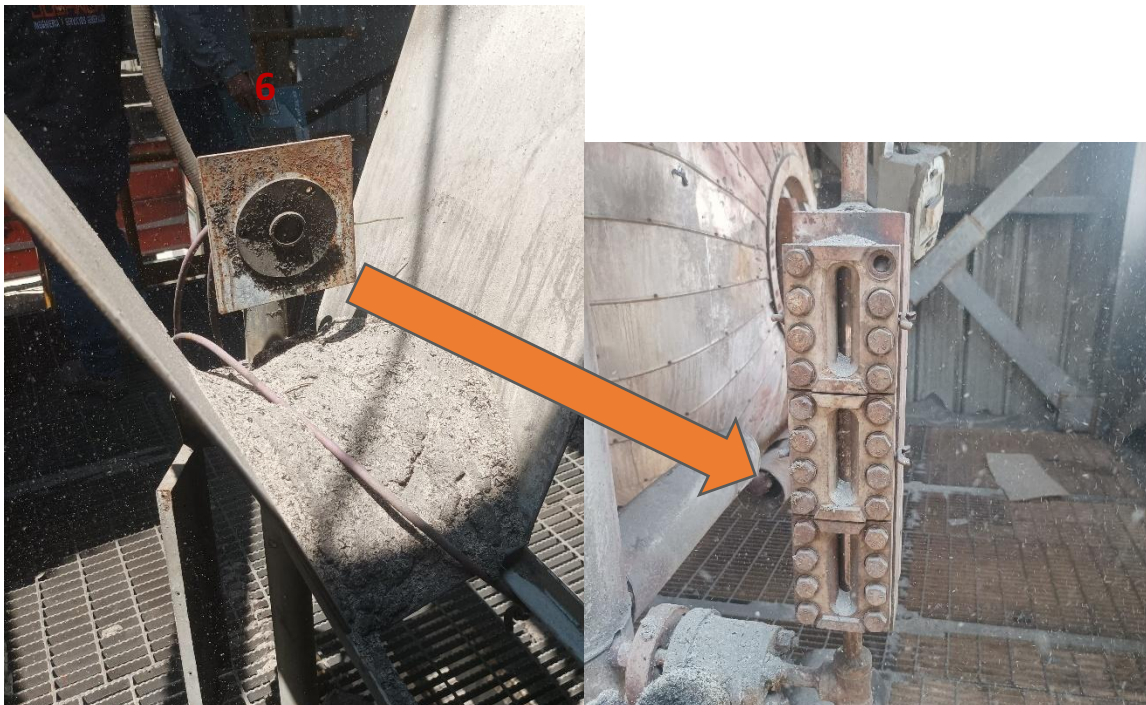


Figura 27. Cámara N°7 en Caldera



La Tabla 9 presenta la información recopilada en campo sobre el gabinete instalado en la zona de Caldera, incluyendo detalles como la presencia de convertidor, tipo de fibra óptica, existencia de bandeja de distribución, tipo de conectores y cantidad de cámaras conectadas a en el gabinete.

Tabla 9. Estado de gabinetes en Caldera

N°	Ubicación	Convertidor Coaxial a FO	Tipo de FO	Bandeja de Distribución	Conectores	Cantidad de cámaras
1	Gabinete cámaras fijas 1, 2, 4, 5, 6 y 7 y PTZ 3 en 1er Piso Caldera	-	Monomodo	Sí	LC/UPC Dúplex	6

Figura 28. Gabinete en Caldera

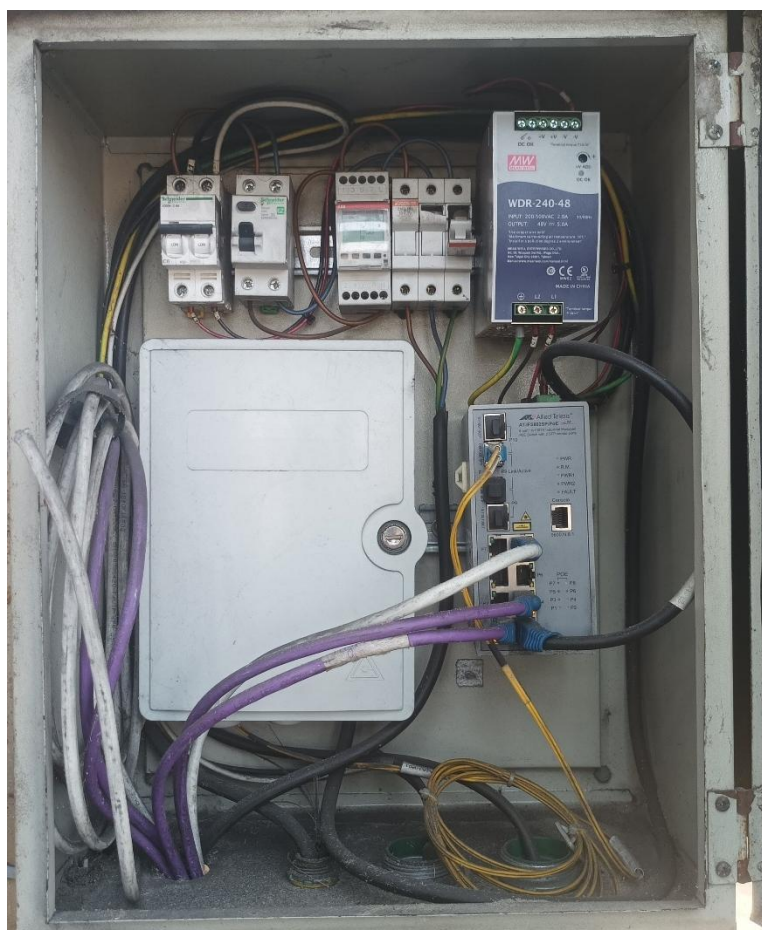
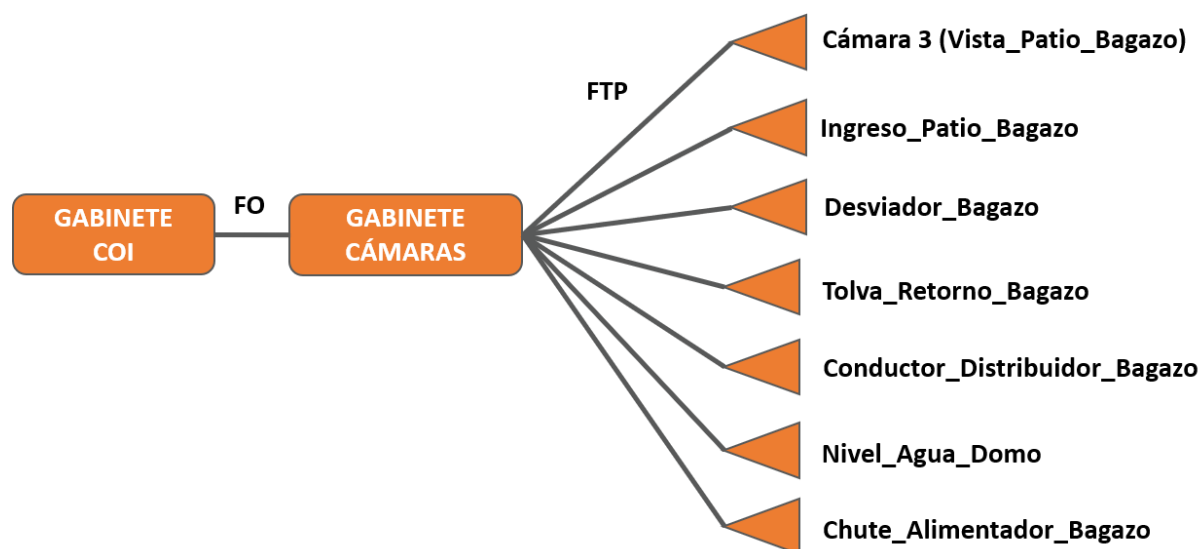


Figura 29. Diagrama de conexión de cámaras de Caldera con gabinetes y el COI



3.2.1.4. Turbina

La Tabla 10 muestra la información recopilada en campo sobre las cámaras instaladas en la zona de Turbina, incluyendo datos como el tipo, marca, vista, estado, ubicación del gabinete, tipo de convertidor y distancia.

Tabla 10. Estado de cámaras en Turbina

Nº	Tipo	Marca	Vista	Estado	Ubicación de gabinete	Convertidor Coaxial a FO	Distancia
1	Fija (*)		1er Acceso Turbina		Turbina	-	< 100 m
2	Fija (*)		Celdas Media Tensión		Turbina	-	< 100 m
3	Fija (*)		Turbina Triveni 1		Turbina	-	< 100 m
4	Fija	Honeywell	Turbina Triveni 2	Inoperativa	Turbina	-	< 100 m
5	Fija (*)		Turbina Triveni 3		Turbina	-	< 100 m
6	Fija (*)		Sala Control Turbina Triveni		Turbina	-	< 100 m
7	Fija (*)		Bomba de Condensado		Turbina	-	> 100 m
8	Fija (*)		2do Acceso Turbina		Turbina	-	> 100 m

Nota:

(*) No existe cámara, pero se requiere monitorear las zonas indicadas.

También se requiere una Estación de Trabajo en una Oficina del Área de Turbina.

Figura 30. Ubicación para Cámara N°1 en Turbina



Figura 31. Ubicación para Cámara N°2 en Turbina



Figura 32. Ubicación para Cámara N°3 y N°4 en Turbina

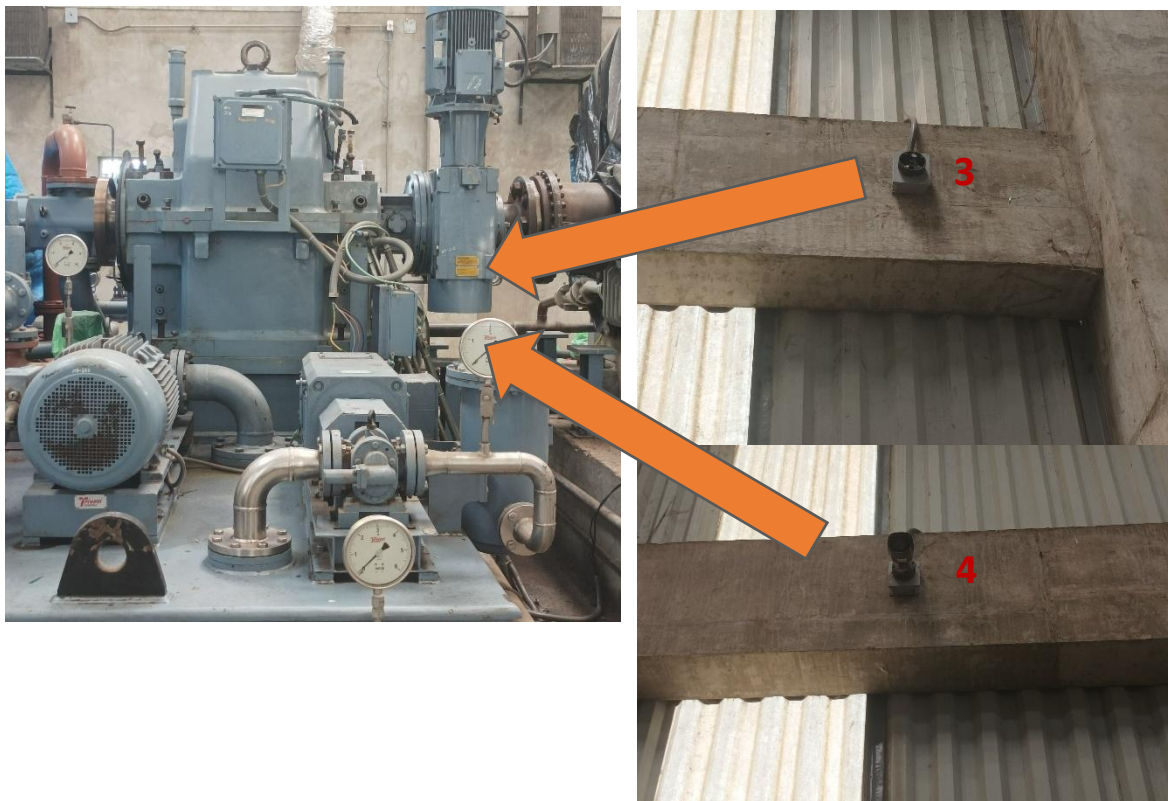


Figura 33. Ubicación para Cámara N°5 en Turbina



Figura 34. Ubicación para Cámara N°6 en Turbina



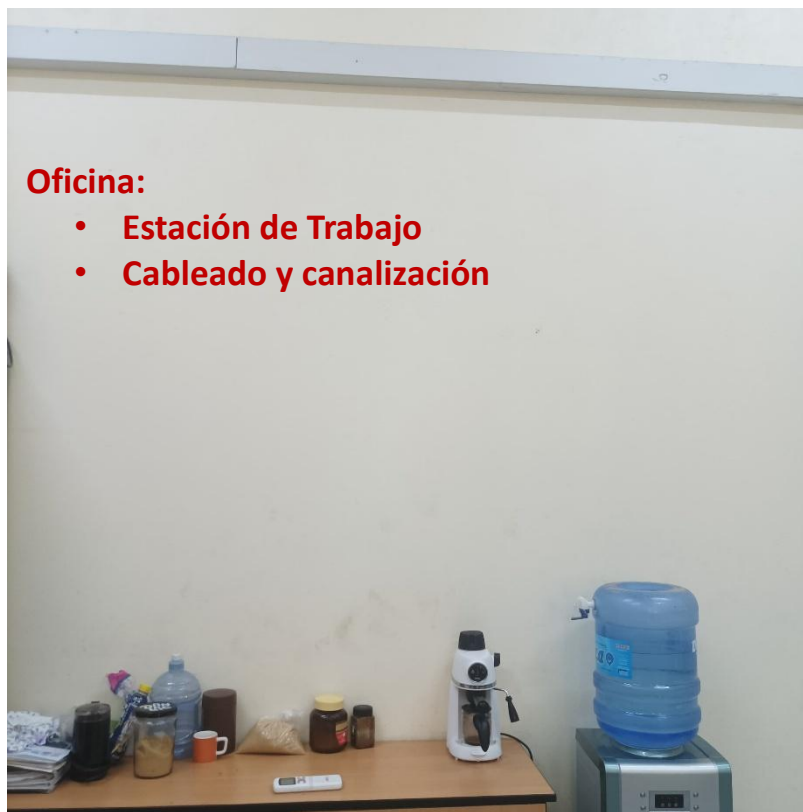
Figura 35. Ubicación para Cámara N°7 en Turbina



Figura 36. Ubicación para Cámara N°8 en Turbina



Figura 37. Ubicación para Estación de Trabajo en Turbina



ESTADO DE GABINETES

La Tabla 11 presenta la información recopilada en campo sobre el gabinete instalado en la zona de Turbina, incluyendo detalles como la presencia de convertidor, tipo de fibra óptica, existencia de bandeja de distribución, tipo de conectores y cantidad de cámaras conectadas a en el gabinete.

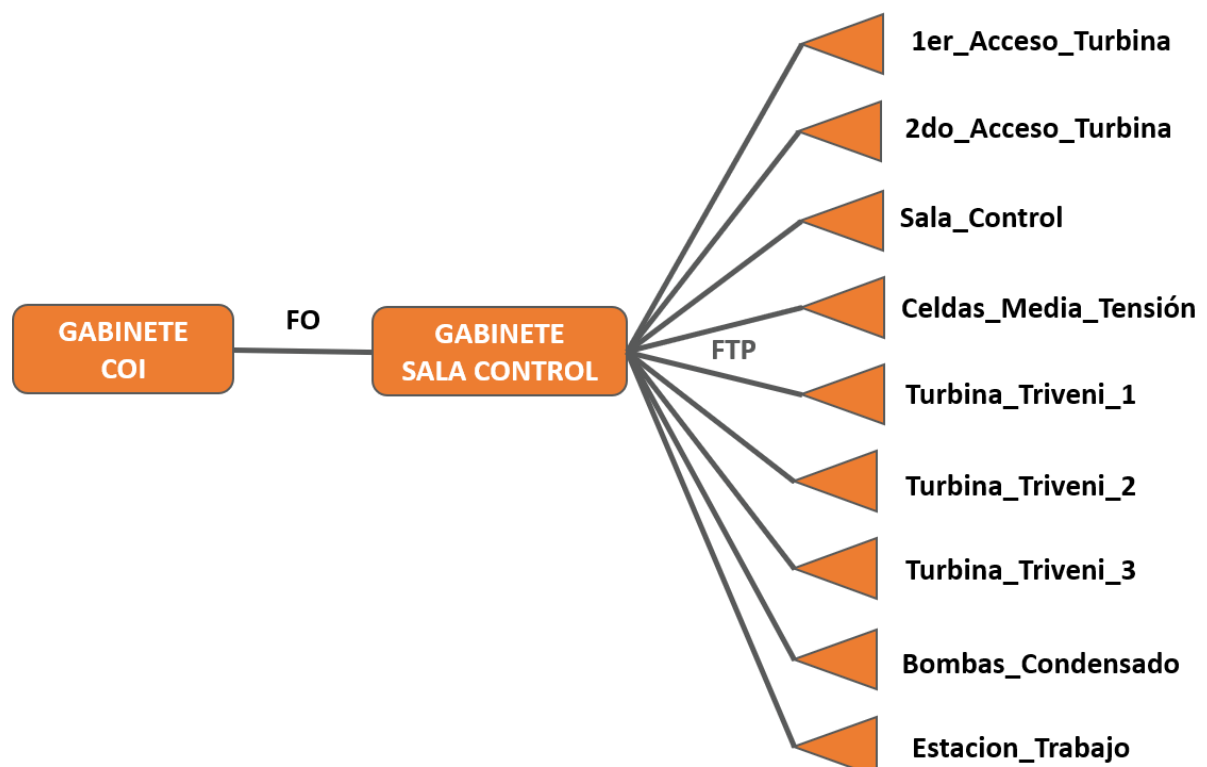
Tabla 11. Estado de gabinete en Turbina

Nº	Ubicación	Convertidor Coaxial a FO	Tipo de FO	Bandeja de Distribución	Conectores	Cantidad de cámaras
1	Gabinete cámara fija 4 en Sala de Control de Turbina	-	Monomodo	Sí	LC/UPC Dúplex	8

Figura 38. Gabinete en Turbina



Figura 39. Diagrama de conexión de cámaras de Turbina con gabinete y el COI



3.2.1.5. Sala Eléctrica

La Tabla 12 muestra la información recopilada en campo sobre las cámaras instaladas en la Sala Eléctrica, incluyendo datos como el tipo, marca, vista, estado, ubicación del gabinete, tipo de convertidor y distancia.

Tabla 12. Estado de cámaras en Sala Eléctrica

Nº	Tipo	Marca	Vista	Estado	Ubicación de gabinete	Convertidor Coaxial a FO	Distancia
1	Fija (*)		Celdas de Media Tensión		Sala Eléctrica	-	< 100 m

Nota:

(*) No existe cámara, pero se requiere monitorear las zonas indicadas.

Figura 40. Ubicación para Cámara N°1 en Sala Eléctrica



En la Sala Eléctrica existe un convertidor de medios. Esta FO sigue la siguiente ruta:
Sala eléctrica – Turbina – COI.

Figura 41. Ruta de FO Sala Eléctrica – Turbina – COI

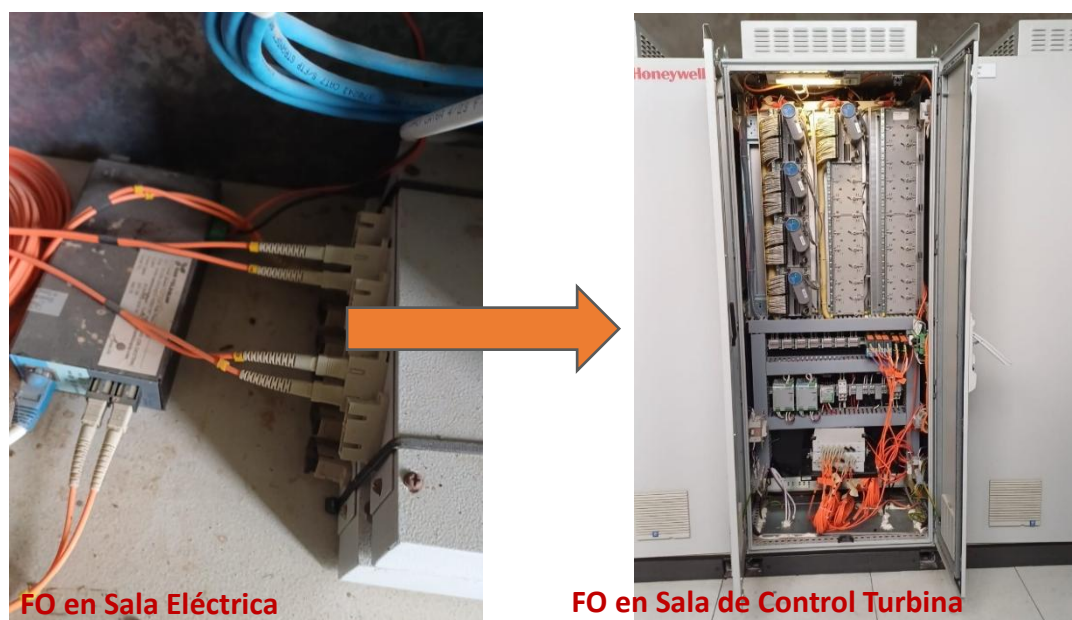


Figura 42. Diagrama de conexión propuesto entre cámara de Sala Eléctrica y el COI



3.2.1.6. Casa de procesos

La Tabla 12 muestra la información recopilada en campo sobre las cámaras instaladas en Casa de Procesos, incluyendo datos como el tipo, marca, vista, estado, ubicación del gabinete, tipo de convertidor y distancia.

Tabla 13. Estado de cámaras en Casa de Procesos

Nº	Tipo	Marca	Vista	Estado	Ubicación de gabinete	Convertidor Coaxial a FO	Distancia
1	Fija	Honeywell	Centrífugas Continuas	Inoperativa	Process House	-	< 100 m
2	Fija	Honeywell	Centrífugas Batch	Inoperativa	Process House	-	< 100 m
3	Fija (*)		Zaranda y Secador de Azúcar		Process House	-	< 100 m
4	Fija (*)		Recibidores de Masa		Process House	-	100 m
5	Fija	Honeywell	Vista General Casa de Procesos	Inoperativa	Process House	-	100 m
6	Fija (*)		Tachos		Process House	-	100 m

Nota:

(*) No existe cámara, pero se requiere monitorear las zonas indicadas.

Figura 43. Cámara N°1 en Casa de Procesos



Figura 44. Cámara N°2 en Casa de Procesos



Figura 45. Ubicación para Cámara N°3 en Casa de Procesos



Figura 46. Ubicación para Cámara N°4 en Casa de Procesos



Figura 47. Cámara N°5 en Casa de Procesos



Figura 48. Cámara N°6 en Casa de Procesos



La Tabla 14 presenta la información recopilada en campo sobre el gabinete instalado en Casa de Procesos, incluyendo detalles como la presencia de convertidor, tipo de fibra óptica, existencia de bandeja de distribución, tipo de conectores y cantidad de cámaras conectadas a en el gabinete.

Tabla 14. Estado de gabinete en Casa de Procesos

Nº	Ubicación	Convertidor Coaxial a FO	Tipo de FO	Bandeja de Distribución	Conectores	Cantidad de cámaras
1	Gabinete cámaras fijas 1, 2 y 5 en Sala de Control de Casa de Procesos	-	Monomodo	Sí	LC/UPC Dúplex	6

Figura 49. Gabinete en Casa de Procesos

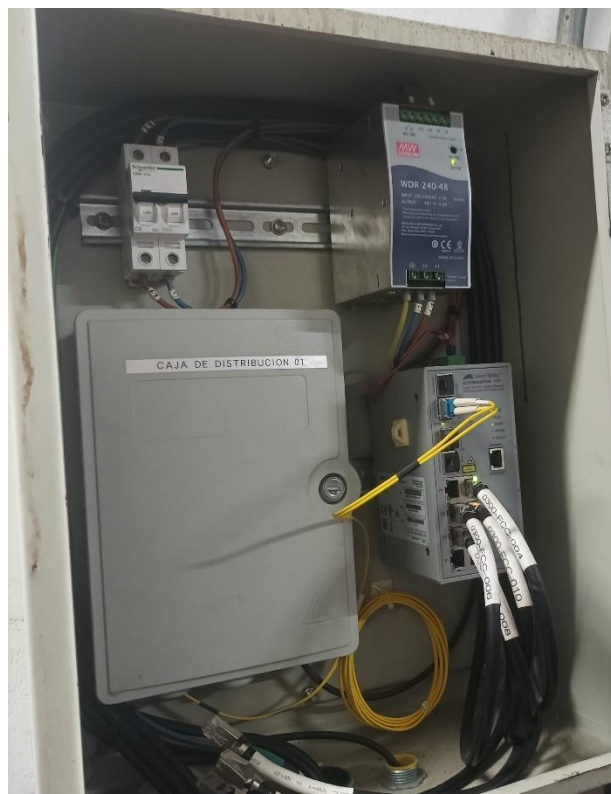
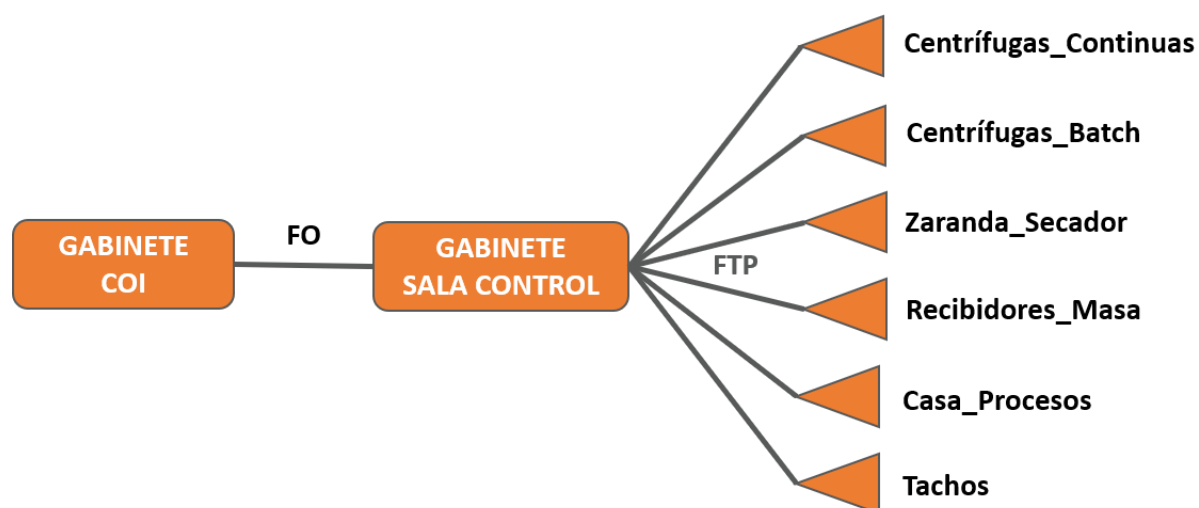


Figura 50. Diagrama de conexión entre cámaras de Casa de Procesos con gabinete y el COI



3.2.1.7. Envasado

La Tabla 15 muestra la información recopilada en campo sobre las cámaras instaladas en la zona de Envasado, incluyendo datos como el tipo, marca, vista, estado, ubicación del gabinete, tipo de convertidor y distancia.

Tabla 15. Estado de cámaras en Envasado

Nº	Tipo	Marca	Vista	Estado	Ubicación de gabinete	Convertidor Coaxial a FO	Distancia
1	Fija	Honeywell	Línea de Envasado	Inoperativa	Envasado	-	< 100 m
2	Fija (*)		Zaranda Silo de Azúcar		Envasado	-	100 m

Nota:

(*) No existe cámara, pero se requiere monitorear las zonas indicadas.

Figura 51. Cámara N°1 en Envasado



Figura 52. Ubicación para Cámara N°2 en Envasado



La Tabla 16 presenta la información recopilada en campo sobre el gabinete instalado en Envasado, incluyendo detalles como la presencia de convertidor, tipo de fibra óptica, existencia de bandeja de distribución, tipo de conectores y cantidad de cámaras conectadas a en el gabinete.

Tabla 16. Estado de gabinete en Envasado

Nº	Ubicación	Convertidor Coaxial a FO	Tipo de FO	Bandeja de Distribución	Conectores	Cantidad de cámaras
1	Gabinete cámara fija 1 en 1er Piso Envasado	-	Monomodo	Sí	LC/UPC Dúplex	2

Figura 53. Gabinete en Envasado



Figura 54. Diagrama de conexión entre cámaras de Envasado con gabinete y el COI



3.2.1.8. COI

Los convertidores de FO a coaxial se encuentran en el gabinete del COI. Dos (2) corresponden a las cámaras PTZ Samsung ubicadas en Mesa de Caña, uno (1) corresponde a una cámara PTZ Samsung ubicada en Molinos y uno (1) pertenece a una cámara PTZ Samsung ubicada en Patio de Bagazo (Caldera).

Figura 55. Gabinete en el COI



3.2.2. Rediseño propuesto

3.2.2.1. Cálculo de almacenamiento

A continuación, se presenta el cálculo del almacenamiento requerido para el sistema de videovigilancia compuesto por 29 cámaras fijas y 4 cámaras PTZ instaladas en la planta industrial azucarera. Se considera grabación continua durante 60 días, con parámetros de compresión optimizados y condiciones de operación con movimiento constante.

Tabla 17. Parámetros para el cálculo de almacenamiento

Parámetro	Valor
Número de cámaras fijas	29
Resolución cámaras fijas	5 MP (2592x1944)
Bitrate para cámaras fijas	4 Mbps
Número de cámaras PTZ	4
Resolución cámaras PTZ	4K (3840x2160)
Bitrate para cámaras PTZ	8 Mbps
Frecuencia de grabación	30 fps
Modo de grabación	24/7 continuo
Días de retención	60 días
Compresión de video	H.265+
Nivel de movimiento en escena	Alto (constante)

La fórmula general utilizada para calcular el almacenamiento requerido por cada cámara es:

$$\text{Almacenamiento (GB)} = (\text{Bitrate en Mbps} \times 3600 \times \text{Horas por día} \times \text{Días}) \times \text{N}^\circ \text{ cámaras} / (8 \times 1024)$$

Tabla 18. Parámetros para el cálculo de almacenamiento

Término	Significado
Bitrate (Mbps)	Tasa promedio de datos por cámara, en megabits por segundo
3600	Número de segundos por hora
Horas/día	Horas que graba cada cámara al día (normalmente 24)
Días	Días de retención de grabaciones
Nº de cámaras	Total de cámaras del sistema
8	Conversión de megabits a megabytes (1 byte = 8 bits)
1024	Conversión de megabytes a gigabytes (1 GB = 1024 MB)

Aplicando la formula se obtienen los resultados mostrados en la Tabla 21.

Tabla 19. Resultado del cálculo de almacenamiento

Tipo de cámara	Total por 60 días	Total en TB
29 cámaras Fijas	73,406.25 GB	73.40 TB
4 cámaras PTZ	20,250 GB	20.25 TB
Total		93.65 TB

No obstante, para un servidor que incluya el sistema operativo, base de datos y servicios de grabación, se recomienda planificar al menos 105–110 TB de almacenamiento bruto para el sistema de 33 cámaras y 60 días de retención. Esto asegura estabilidad operativa, espacio para servicios auxiliares y escalabilidad futura.

Por lo tanto, para este caso (93.65 TB estimados de grabación continua), se sugiere lo siguiente:

- Sistema y servicios: 0.3 TB (~300 GB)
- Margen adicional (15%): $93.65 \times 0.15 \approx 14.04$ TB
- Total recomendado: $93.65 \text{ TB} + 0.3 \text{ TB} + 14.04 \text{ TB} \approx 108 \text{ TB}$

3.2.2.2. Cálculo de ancho de banda

A continuación, se muestran las fórmulas y cálculos detallados para determinar el ancho de banda total requerido por el sistema de videovigilancia con 29 cámaras fijas y 4 cámaras PTZ.

Fórmula: *Ancho de banda total (Mbps) = $\sum$ (Cantidad de cámaras $\times$ Bitrate por cámara)*

Parámetros:

Tabla 20. Parámetros para cálculo de ancho de banda

Tipo de cámara	Cantidad	Resolución	Bitrate estimado (H.265+)
Fijas	29	5 MP	4 Mbps
PTZ	4	4K	8 Mbps

Aplicando la formula se obtienen los resultados mostrados en la Tabla 21.

Tabla 21. Resultado del cálculo de ancho de banda

Cálculo	Resultado
Ancho de banda cámaras fijas = 29×4	116 Mbps
Ancho de banda cámaras PTZ = 4×8	32 Mbps
Ancho de banda total = $116 + 32$	148 Mbps

Para un sistema confiable, se recomienda agregar un 30% adicional como margen de seguridad por picos, retransmisiones o accesos múltiples, por lo tanto: **$148 \text{ Mbps} \times 1.3 \approx 192.4 \text{ Mbps}$** .

3.2.2.3. Consideraciones para la instalación de equipos

En Mesa de Caña:

- Reemplazar las cámaras antiguas y realizar el tendido de cableado de red CAT 6 para las dos (2) nuevas cámaras PTZ y las dos (2) nuevas cámaras fijas.
- En el Gabinete N°1 de Mesa de Caña, se debe retirar el transformador y el convertidor de coaxial a FO para colocar rieles DIN y montar la Fuente y el Switch PoE. Además, se debe instalar un tomacorriente para conectar los Inyectores PoE de las nuevas cámaras PTZ.
- El Switch PoE contemplado para el proyecto debe contar con un puerto SFP para conectores LC/UPC. El Gabinete N°1 de Mesa de Caña tiene una bandeja de distribución de FO con conectores SC/UPC. Por lo tanto, se utilizará un patch Cord de FO con conectores LC/UPC-SC/UPC de 2 metros para conectar el Switch PoE con la bandeja de distribución.

En Difusor:

- En el Gabinete de Difusor se debe reemplazar la fuente y el switch PoE.
- El Switch PoE contemplado para el proyecto debe contar con un puerto SFP para conectores LC/UPC. El Gabinete de Difusor tiene una bandeja de distribución de FO con conectores SC/UPC. Por lo tanto, se utilizará un patch Cord de FO con conectores LC/UPC-SC/UPC de 2 metros para conectar el Switch PoE con la bandeja de distribución.
- Colocar cajas de paso a la mitad del recorrido total para instalar los extensores PoE de las nuevas cámaras fijas: Mesa_Caña y Cola_Conductor_Auxiliar.
- Reutilizar la FO del Gabinete de Difusor ya que está conectada a una bandeja de distribución con conectores LC/UPC en el Centro de Operaciones de Ingeniería (COI).

- Reutilizar los gabinetes, mástiles, bases o pedestales y la canalización del cableado antiguo.

En Molinos:

- Reemplazar las cámaras antiguas y realizar el tendido de cableado de red CAT 6 para la nueva (1) cámara PTZ y las cuatro (4) nuevas cámaras fijas.
- En el Gabinete de Molinos, se debe retirar el transformador y el convertidor de coaxial a FO para colocar rieles DIN y montar la Fuente y el Switch PoE. Además, se debe instalar un tomacorriente para conectar el Inyector PoE de la nueva cámara PTZ.
- El Switch PoE contemplado para el proyecto debe contar con un puerto SFP para conectores LC/UPC. El Gabinete de Molinos tiene una bandeja de distribución de FO con conectores SC/UPC. Por lo tanto, se utilizará un patch Cord de FO con conectores LC/UPC-SC/UPC de 2 metros para conectar el Switch PoE con la bandeja de distribución.
- Colocar cajas de paso a la mitad del recorrido total para instalar el extensor PoE de la nueva cámara fija: Salida_Bagazo_Molino_Secador.
- Reutilizar los gabinetes, mástiles, bases o pedestales y la canalización del cableado antiguo.

En Caldera:

- Reemplazar las cámaras antiguas y realizar el tendido de cableado de red CAT 6 para la nueva (1) cámara PTZ y las seis (6) nuevas cámaras fijas.
- El Switch PoE contemplado para el proyecto debe contar con un puerto SFP para conectores LC/UPC.
- En el Gabinete de Caldera se debe reemplazar la fuente y el switch PoE.
- El Switch PoE contemplado para el proyecto debe contar con un puerto SFP para conectores LC/UPC. El Gabinete de Caldera tiene una bandeja de distribución de FO

con conectores SC/UPC. Por lo tanto, se utilizará un patch Cord de FO con conectores LC/UPC-SC/UPC de 2 metros para conectar el Switch PoE con la bandeja de distribución.

- En el Gabinete de Caldera se debe instalar un tomacorriente para conectar el Inyector PoE de la nueva cámara PTZ.
- Colocar cajas de paso a la mitad del recorrido total para instalar los extensores PoE de las siete nuevas cámaras.
- Reutilizar la FO del Gabinete de Caldera ya que está conectada a una bandeja de distribución con conectores LC/UPC en el Centro de Operaciones de Ingeniería (COI).
- Reutilizar el gabinete, los mástiles, bases o pedestales y la canalización del cableado antiguo.

En Turbina:

- Reemplazar las cámaras antiguas y realizar el tendido de cableado de red CAT 6 para las ocho (8) nuevas cámaras fijas y la Workstation.
- Realizar la canalización para las cámaras de: 1er Acceso, 2do Acceso, Bombas Condensado y Workstation.
- En el Gabinete de Turbina se debe instalar un tomacorriente para conectar un Switch PoE de cuatro (4) puertos.
- En el Gabinete de Turbina se debe reemplazar la fuente y el switch PoE.
- El Switch PoE contemplado para el proyecto debe contar con un puerto SFP para conectores LC/UPC. El Gabinete de Turbina tiene una bandeja de distribución de FO con conectores SC/UPC. Por lo tanto, se utilizará un patch Cord de FO con conectores LC/UPC-SC/UPC de 2 metros para conectar el Switch PoE con la bandeja de distribución.

- Colocar cajas de paso a la mitad del recorrido total para instalar los extensores PoE de las nuevas cámaras fijas: 2do_Acceso, Bombas_Condensado.
- Reutilizar la FO del gabinete ya que está conectada a una bandeja de distribución con conectores LC/UPC en el Centro de Operaciones de Ingeniería (COI).
- Reutilizar el gabinete, los mástiles, bases o pedestales y la canalización del cableado antiguo.

En Sala Eléctrica:

- Se requiere montar un nuevo gabinete con fuente de poder, Switch PoE con módulo SFP, convertidores de medio, canalización y cableado de red. El convertidor de medios del gabinete se conectará a otro convertidor de medios cerca a la bandeja de FO disponible en la Sala Eléctrica de Media Tensión. Esta FO sigue la siguiente ruta: Sala eléctrica – Turbina – COI.

En Casa de Procesos:

- Reemplazar las cámaras antiguas y realizar el tendido de cableado de red CAT 6 para las seis (6) nuevas cámaras fijas.
- En el Gabinete de Casa de Procesos se debe reemplazar la fuente y el switch PoE.
- El Switch PoE contemplado para el proyecto debe contar con un puerto SFP para conectores LC/UPC. El Gabinete de Casa de Procesos tiene una bandeja de distribución de FO con conectores SC/UPC. Por lo tanto, se utilizará un patch Cord de FO con conectores LC/UPC-SC/UPC de 2 metros para conectar el Switch PoE con la bandeja de distribución.
- Colocar cajas de paso a la mitad del recorrido total para instalar los extensores PoE de las nuevas cámaras fijas: Recibidores_Masa, Casa_Procesos y Tachos.

- Reutilizar la FO del Gabinete de Casa de Procesos ya que está conectada a una bandeja de distribución con conectores LC/UPC en el Centro de Operaciones de Ingeniería (COI).
- Reutilizar los gabinetes, mástiles, bases o pedestales y la canalización del cableado antiguo.

En Envasado:

- Reemplazar las cámaras antiguas y realizar el tendido de cableado de red CAT 6 para las dos (2) nuevas cámaras fijas.
- En el Gabinete de Envasado se debe reemplazar la fuente y el switch PoE.
- El Switch PoE contemplado para el proyecto debe contar con un puerto SFP para conectores LC/UPC. El Gabinete de Molinos tiene una bandeja de distribución de FO con conectores SC/UPC. Por lo tanto, se utilizará un patch Cord de FO con conectores LC/UPC-SC/UPC de 2 metros para conectar el Switch PoE con la bandeja de distribución.
- Colocar cajas de paso a la mitad del recorrido total para instalar el extensor PoE para la nueva cámara fija: Zaranda_Silo_Azúcar.
- Reutilizar la FO del Gabinete de Envasado ya que está conectada a una bandeja de distribución con conectores LC/UPC en el Centro de Operaciones de Ingeniería (COI).
- Reutilizar el gabinete, los mástiles, bases o pedestales y la canalización del cableado antiguo.

En COI:

- El Gabinete de COI se reutilizará para el nuevo sistema CCTV. Por lo tanto, se retirarán los convertidores de las cámaras analógicas y su grabador.

3.2.2.4. Especificaciones técnicas de los equipos

CÁMARAS FIJAS:

Con base en las condiciones operativas exigentes de la fábrica de azúcar, se propone la instalación de cámaras de videovigilancia fijas con las siguientes especificaciones técnicas seleccionadas estratégicamente por su desempeño, resistencia y adaptabilidad al entorno industrial:

Sensor y calidad de imagen:

- **Sensor CMOS de 1/2.7” con resolución de 5 MP (2592 x 1944):** Permite una excelente calidad de imagen para capturar detalles relevantes en áreas de monitoreo crítico como maquinaria o líneas de proceso.
- **WDR (amplio rango dinámico):** Se eligió esta función para garantizar visibilidad en zonas con alto contraste de iluminación, como entradas con luz solar directa o áreas con vapor.
- **Alta sensibilidad (0.13 lux en color y 0 lux en B/N con IR):** Ideal para operar en espacios de baja iluminación como salas eléctricas o ambientes con humo o polvo.

Óptica ajustable y cobertura versátil:

- **Lente varifocal de 2.8 – 8 mm y zoom óptico 2.9x:** Permite ajustar el enfoque y campo visual según la necesidad del área, desde tomas amplias en la mesa de caña hasta acercamientos en equipos específicos.
- **Campo de visión de hasta 106° (horizontal):** Cobertura amplia para reducir el número de cámaras requeridas por zona.

Rendimiento de video y red:

- **30 fps con compresión H.264, H.265 o superior:** Se seleccionó esta configuración por su equilibrio entre fluidez de video y ahorro de ancho de banda y almacenamiento.

- **Estabilización electrónica de imagen (EIS):** Relevante en entornos con vibración mecánica constante, como calderas o turbinas.

Resistencia física y ambiental:

- **Rango de operación de -40 °C a 60 °C:** Asegura el funcionamiento continuo en ambientes de altas temperaturas propias de zonas de generación de vapor y calor.
- **Protección IP66/IP67 y resistencia IK10:** Se eligieron estas certificaciones para garantizar protección ante humedad, polvo, residuos de azúcar, limpieza por aspersión, y posibles golpes.

Funciones avanzadas y respaldo operativo:

- **Zoom y enfoque remoto:** Optimiza la instalación en lugares de difícil acceso y reduce tiempos de mantenimiento.
- **Visión infrarroja integrada y almacenamiento local:** Permite vigilancia continua incluso en apagones o fallos de red, especialmente útil en zonas críticas.

Seguridad cibernética y cumplimiento ambiental:

- **Firmware firmado y arranque seguro:** Se incorporan estas funciones para asegurar la integridad del sistema ante amenazas informáticas.
- **Libre de BFR/PVC:** Cumple con normativas de sostenibilidad y seguridad ambiental, alineadas con políticas industriales modernas.

Las especificaciones técnicas propuestas fueron seleccionadas para garantizar el desempeño confiable, la durabilidad y la eficiencia operativa del sistema de videovigilancia en los entornos exigentes de la planta azucarera. Cada característica técnica responde directamente a un requerimiento específico del entorno, asegurando protección integral de activos, personal y procesos.

Tabla 22. Especificaciones técnicas para las cámaras fijas

Categoría	Especificación
Cámara	
Sensor de imagen	CMOS
Tamaño del sensor	1/2.7"
Compensación de imagen con amplio rango dinámico	✓
Sensibilidad (Color)	0.13 lux
Sensibilidad (B/N)	0 lux
Vídeo	
Resolución máxima	2592 x 1944
Cuadros por segundo (Máximo)	30
Estabilización electrónica de imagen	✓
Objetivo	
Longitud focal	2.8 - 8 mm
Zoom óptico	2.9
Campo visión (H)	106° - 38°
Campo visión (V)	78° - 29°
Compresión	
H.264	✓
H.265	✓
Audio	
Compatibilidad	✓
Red	
Clase de PoE	3
Seguridad	
Sistema firmado	✓
Arranque seguro	✓
General	
Enfoque remoto	✓
Zoom remoto	✓
Infrarrojos	✓
Almacenamiento local	✓ (ranura para tarjeta de memoria)
Temp. Funcionamiento	-40 a 60 °C
Exterior	✓
Vandalismo	IK10
Clasificación IP	IP66, IP67
Repintado	✓
Sostenibilidad	Libre de BFR/CFR, libre de PVC
Alimentación	
Potencia máxima	13.0 W

CÁMARAS PTZ:

Adicionalmente, se propone la instalación de cámaras de videovigilancia PTZ con las siguientes especificaciones técnicas seleccionadas estratégicamente por su desempeño, resistencia y adaptabilidad al entorno industrial:

Alta calidad de imagen y visión adaptable:

- **Sensor CMOS de gran tamaño (1/1.8"):** Mejora el rendimiento en ambientes con baja iluminación o con presencia de vapor o polvo.

- **Excelente sensibilidad lumínica:** 0.11 lux en color y 0.001 lux en blanco y negro, ideal para operación nocturna o en interiores poco iluminados.
- **Rango dinámico amplio:** Para visualizar correctamente áreas con fuertes contrastes de luz y sombra.

Potente zoom y visión de largo alcance:

- **Zoom óptico de 31x:** Diseñado para vigilancia a grandes distancias en patios o zonas elevadas.
- **Zoom digital de 12x:** Para inspecciones más detalladas.
- **Longitud focal entre 6.91 mm y 214.64 mm:** Permite pasar de una visión panorámica a un enfoque preciso.
- **Campo visual horizontal de 58.5° a 2.3°:** Lo que facilita adaptarse tanto a áreas amplias como a puntos críticos.

Movimiento flexible para monitoreo continuo:

- Movimiento horizontal continuo de 360° sin fin y vertical de -20° a +90°, para cobertura total sin puntos ciegos.
- Ronda de vigilancia mediante recorrido automático por posiciones predefinidas (patrullaje).
- Ideal para zonas amplias o dinámicas donde se requiere monitoreo constante sin intervención manual.

Rendimiento de video profesional:

- Resolución máxima 4K UHD (3840 x 2160) para capturar imágenes con alta precisión incluso a distancia.
- Frecuencia de hasta 60 fps para un video fluido, especialmente útil al monitorear maquinaria en movimiento.

- Estabilización electrónica de imagen (EIS) para compensar vibraciones en estructuras elevadas o móviles.
- Cambio automático día/noche para adaptarse a las condiciones de luz sin intervención.

Alta resistencia y confiabilidad en ambientes hostiles:

- Rango de operación de -50 °C a 55 °C, ideal para zonas de caldera o ambientes exteriores extremos.
- Protección IP66/IP67 frente al ingreso de polvo, vapor o agua a presión.
- Resistencia a impactos IK10, fundamental en áreas expuestas o de alto tránsito.
- Preparada para exteriores y con carcasa repintable para integrarse estéticamente por zonas.

Funciones avanzadas de seguridad e integración:

- Sistema operativo firmado y arranque seguro para proteger contra ataques cibernéticos.
- Manipulación activa para detectar intentos de sabotaje o cambios no autorizados.
- Compatibilidad con audio externo para aplicaciones donde se requiera comunicación o registro de sonido.
- Clase de PoE 6: soporta alta demanda de energía y datos a través de un solo cable de red.

Inteligencia integrada para seguimiento automático:

- Función Auto Tracking 2: seguimiento automático de personas o vehículos, ideal en áreas críticas como ingresos o zonas de carga.
- Asistencia de orientación PTZ para facilitar su manejo desde centros de control.

Las especificaciones técnicas ofrecen una solución robusta y flexible para la vigilancia activa y de largo alcance en entornos industriales hostiles. Su capacidad de movimiento, zoom potente, resistencia física y funciones inteligentes las convierten en la opción ideal para puntos

estratégicos en la planta azucarera donde se requiere vigilancia continua, precisa y automatizada.

Tabla 23. Especificaciones técnicas para las cámaras PTZ

Categoría	Especificación
Cámara	
Sensor de imagen	CMOS
Tamaño del sensor	1/1.8"
Mín. iluminación (Color)	0.11 lux
Mín. iluminación (B/N)	0.001 lux
Compensación de imagen con amplio rango dinámico	✓
Seguridad	
Sistema operativo firmado	✓
Arranque seguro	✓
General	
Infrarrojos integrados	✓
Almacenamiento local	✓ (ranura para tarjeta de memoria)
Temperatura de funcionamiento	-50 °C a 55 °C
Preparada para exterior	✓
Clasificación de vandalismo	IK10
Clasificación IP	IP66/IP67
Diseñada para repintar	✓
Analíticas	
Versión Autotracking	✓
Ayuda de orientación	✓
Video	
Máxima resolución de video	3840x2160 (4K UHD)
Cuadros por segundo (Máximo)	50/60 fps
Funcionamiento día/noche	✓
Estabilización electrónica	✓
Objetivo (lente)	
Longitud focal	6.91 – 214.64 mm
Campo de visión horizontal	58.5° – 2.3°
Campo de visión vertical	34.9° – 1.4°
Movimiento/Zoom PTZ	
Zoom óptico	31x
Zoom digital	12x
Movimiento horizontal	360° sin fin
Movimiento vertical (inclinación)	-20° a +90°
Ronda de vigilancia	Tour por posiciones predefinidas
Compresión	
H.264	✓
H.265	✓
Red	
Clase de PoE	6

SERVIDOR DE VIDEO:

El servidor deberá contar con un factor de forma Rack 2U y una capacidad de almacenamiento de hasta 144 TB, que permita gestionar grandes volúmenes de datos de video. Deberá estar preconfigurado con RAID 6 y admitir los niveles de RAID 0, 1, 5, 6 y 10, a fin

de garantizar redundancia y alta disponibilidad. Asimismo, deberá incluir 64 licencias para la gestión de canales o dispositivos. El sistema debe soportar una velocidad de grabación mínima de 850 Mbit/s, asegurando el rendimiento en aplicaciones de videovigilancia. El sistema operativo requerido es Windows 10 IoT Enterprise LTSC 2021. No es necesario que el equipo cuente con salida PoE ni alimentación a través de Ethernet Plus.

Tabla 24. Especificaciones técnicas del servidor de video

Especificación	Valor
Factor de forma	Rack 2U
Almacenamiento de sistema	144 TB
Nivel RAID predeterminado	6
Licencias incluidas	64
Nivel de RAID admitido	0, 1, 5, 6, 10
Potencia de salida total PoE	-
Alimentación a través de Ethernet Plus	-
Canales de vídeo validados	96
Velocidad de bits de grabación validada	850 Mbit/s
Sistema operativo	Windows 10 IoT Enterprise LTSC 2021

CABLEADO DE RED:

El cableado de red a utilizar debe ser de tipo UTP Categoría 6 (Cat6), garantizando una transmisión de datos estable y segura para cámaras de videovigilancia de alta resolución, como las de 5MP y 4K. Este cable debe operar a una frecuencia mínima de 250 MHz y permitir velocidades de transmisión de hasta 1 Gbps en tramos de hasta 100 metros, incluyendo conectores y paneles de parcheo. Los conductores deben ser de cobre sólido 100%, evitando el uso de CCA (aluminio revestido de cobre), para asegurar la integridad eléctrica y la durabilidad. Asimismo, debe ser compatible con tecnología IEEE 802.3af/at, permitiendo la alimentación de dispositivos a través del mismo cable de red. La instalación debe cumplir con la normativa TIA/EIA-568-B para asegurar el correcto desempeño del sistema.

Tabla 25. Especificaciones técnicas del cableado de red

Parámetro	Especificación mínima (Cat6)
Resolución de cámaras soportada	Hasta 4K (8MP)
Frecuencia de operación	250 MHz
Velocidad de transmisión	Hasta 1 Gbps a 100 metros
Ancho de banda	Suficiente para cámaras IP de hasta 4K con compresión H.264/H.265
Distancia máxima recomendada	100 metros (con conectores y patch panel incluidos)

Tipo de conector	RJ-45 compatible con Cat6
PoE compatible	Sí, con IEEE 802.3af / 802.3at (PoE / PoE+)
Tipo de conductor	100% cobre (evitar CCA)
Blindaje	No obligatorio, pero recomendable FTP/SFTP en entornos con ruido eléctrico
Normativa de instalación	TIA/EIA-568-B

PATCH CORD:

El patch cord Categoría 6 UTP para sistemas de videovigilancia IP debe garantizar la transmisión estable y de alta velocidad. Además, debe cumplir con las normas ANSI/TIA-568.2-D e ISO/IEC 11801 y certificaciones ETL/UL y RoHS. Respecto a su fabricación, debe estar compuesto por conductores de cobre 24 AWG y chaqueta LSZH, conectores RJ-45 macho con contactos bañados en oro de 50 µm y botas “snagless” para mayor durabilidad. Debe operar en frecuencias de hasta 250 MHz y velocidades Gigabit Ethernet, compatible con PoE/PoE+ (IEEE 802.3af/at) y asegurar transmisión de video en alta resolución.

Tabla 26. Especificaciones técnicas de los patch cord

Parámetro	Especificación mínima (Cat6)
Resolución de cámaras soportada	Hasta 4K (8MP)
Frecuencia de operación	250 MHz
Velocidad de transmisión	Hasta 1 Gbps a 100 metros
Ancho de banda	Adecuado para cámaras IP de hasta 4K con compresión H.264/H.265
Distancia máxima recomendada	100 metros (incluyendo patch panels y conectores)
Tipo de conector	RJ-45 macho (8P8C) con contactos bañados en oro de 50 µm
PoE compatible	Sí, con IEEE 802.3af / IEEE 802.3at (PoE / PoE+)
Tipo de conductor	100% cobre, calibre 24 AWG (no CCA)
Blindaje	UTP; recomendable FTP/SFTP en entornos con alta interferencia electromagnética
Chaqueta	LSZH (Low Smoke Zero Halogen)
Longitud	2 m
Rango de temperatura	-20 °C a +75 °C
Normativa de instalación	ANSI/TIA-568.2-D / ISO/IEC 11801 Clase E

SWITCH PoE:

El switch PoE requerido para los gabinetes en campo debe ser un equipo industrial totalmente gestionable, con un mínimo de 8 puertos Ethernet compatibles con 802.3af/at PoE/PoE+ a velocidades de 10/100/1000 Mbps, y al menos 4 puertos SFP 1000BaseX para enlaces de fibra óptica. Debe contar con un puerto de consola serial (CLI) para su gestión local, y permitir administración a través de navegador web, CLI, Telnet y consola, facilitando su

configuración remota. El dispositivo debe soportar funciones de enrutamiento estático, enrutamiento por políticas y protocolos de capa 3 como RIP y OSPF. Además, debe incluir capacidades de filtrado de tráfico multicast mediante IGMP snooping y GRMP, así como soporte para VLAN por puerto, VLAN IEEE 802.1Q y GVRP. Para asegurar la calidad del servicio, debe implementar QoS bajo IEEE 802.1P/1Q y TOS/DiffServ, y ofrecer compatibilidad con los protocolos SNMP para una gestión eficiente a distintos niveles.

Tabla 27. Especificaciones técnicas del switch PoE

Característica	Especificación
Puertos SFP	4 × 1000BaseX SFP
Puertos Ethernet PoE/PoE+	8 × 802.3af/at PoE/PoE+ (10/100/1000BaseT)
Puerto de gestión	1 × Puerto de consola serial (CLI)
Routing soportado	Static routing, policy routing, RIP, OSPF, y otros protocolos de capa 3
Gestión de red	Navegador web, CLI, Telnet, consola serial
Multicast	IGMP snooping y GRMP para filtrado de tráfico multicast
VLAN	VLAN basada en puertos, IEEE 802.1Q VLAN, GVRP
QoS	IEEE 802.1P/1Q y TOS/DiffServ
SNMP	SNMPv1/v2c/v3 para distintos niveles de gestión de red

MÓDULO ÓPTICO MONOMODO:

El Módulo óptico monomodo (SMF 9/125 μm) debe contar con conector LC, velocidad de transmisión de 1250 Mbps y alcance de hasta 20 km. Debe operar en longitudes de onda Tx 1310 nm / Rx 1550 nm, con potencia de transmisión -9 ~ -1 dBm y sensibilidad $\leq$ -21 dBm. Además de operar con voltaje DC 3.3 V en rango de 0–70 °C y humedad relativa 30–80%.

Tabla 28. Especificaciones técnicas del módulo óptico monomodo

Categoría	Especificación
Temperatura de funcionamiento	0 ~ 70 °C
Temperatura de almacenamiento	-40 ~ 85 °C
Humedad relativa	30 ~ 80 %
Voltaje de alimentación	DC 3.3 V
Tipo de fibra	SMF, Single fiber, 9/125 μm
Conector	LC
Data Rate	1250 Mbps
Cantidad de conectores	1
Distancia soportada	0 ~ 20 km
Longitud de onda	Tx 1310 nm / Rx 1550 nm
Potencia de transmisión (Tx)	-9 ~ -1 dBm
Sensibilidad de recepción (Rx)	$\leq$ -21 dBm

FUENTE DE PODER:

La fuente de alimentación para los switches PoE debe proporcionar una salida de 24/48V DC con una corriente nominal de 5A. La tolerancia de voltaje permitida será de $\pm 1\%$ y deberá mantener un tiempo de retención mínimo de 20 ms bajo carga total, tanto a 115V como a 230V AC. El dispositivo debe funcionar en condiciones de humedad relativa entre 5% y 95% sin condensación, y ser capaz de almacenarse en ambientes de hasta 85°C. Además, deberá cumplir con estrictas normativas internacionales de seguridad eléctrica como IEC 62368-1, UL 62368-1, y las directivas europeas EMC 2014/30/EU y LVD 2014/35/EU, garantizando un funcionamiento confiable y seguro en entornos industriales exigentes.

Tabla 29. Especificaciones técnicas de la fuente de poder

Parámetro	Valor
Voltaje de salida	24/48V DC
Corriente nominal	5 ^a
Potencia nominal	120W/240W
Ripple y ruido (máx.)	< 200 mVpp (0°C a +70°C), < 600 mVpp (-30°C a 0°C)
Tolerancia de voltaje	$\pm 1\%$
Humedad de operación	5% a 95% RH (sin condensación)
Temperatura de almacenamiento	-40°C a +85°C
Estándares de seguridad	IEC 62368-1, IEC 60950-1, IEC 61010-1 & -2-201
	EN 62368-1, EN 61010-1 & -2-201
	UL 62368-1, GB4943.1, TP TC 004/2011
Normativa EMC y baja tensión	K60950-1 (solo para modelo 24V) Cumplimiento con EMC 2014/30/EU y LVD 2014/35/EU

EXTENSOR PoE:

El extensor PoE deberá contar con conectividad Ethernet 10/100 Mbps, operando en modo half o full dúplex, y con instalación plug-and-play, permitiendo el reenvío automático de energía en línea hacia dispositivos compatibles con PoE y PoE+. Los conectores deberán ser RJ45 blindados, compatibles con los estándares EIA 568A y 568B, utilizando cableado de red categoría 5 blindado o superior. Deberá contar con indicadores LED integrados para mostrar el estado de alimentación PoE (verde) y de actividad/enlace de red (amarillo) y cumplir con las normativas y estar aprobado por estándares internacionales.

Tabla 30. Especificaciones técnicas del extensor PoE

Parámetro	Especificación
Velocidad de datos	10/100 Mbps, half/full dúplex
Conectores	RJ45 blindado, compatible con EIA 568A y 568B
Cables de red	Categoría 5 blindado (o superior)
Instalación y gestión	Instalación plug-and-play; reenvía energía PoE/PoE+ automáticamente en línea
Indicadores LED	En el conector RJ45: • Encendido PoE (Verde) • Actividad/enlace de red (Amarillo)
Normativas de cumplimiento	IEEE 802.3af, IEEE 802.3at, RoHS, WEEE, CE
Montaje	En pared o estante
Entorno	Interior y exterior
Condiciones de operación	-10 °C a 50 °C (14 °F a 122 °F), humedad máx. 85% HR (sin condensación)
Aprobaciones	EN 55022 Clase B, EN 55024, FCC Parte 15 Subparte B con cableado FTP

JOYSTICK:

El joystick seleccionado deberá ser de efecto Hall de tres ejes, que permita el movimiento horizontal y vertical mediante los ejes X/Y, así como control de zoom mediante el eje Z. La deflexión del joystick debe estar limitada por un delimitador cuadrado, permitiendo un ángulo de inclinación de $\pm 15^\circ$ para X/Y y $\pm 25^\circ$ para Z. Además, el equipo deberá disponer de hasta 6 teclas de acceso rápido personalizables. La carcasa del equipo deberá estar fabricada en ABS policarbonato, con protección IP54 en la parte superior y IP20 en la parte inferior. El controlador deberá incluir conectores USB tipo A y tipo C, siendo alimentado exclusivamente a través de interfaz USB, sin requerir alimentación externa adicional.

Tabla 31. Especificaciones técnicas del joystick

Parámetro	Especificación
Tipo de joystick	Joystick de efecto Hall, 3 ejes: X/Y (movimiento), Z (zoom)
Rango de deflexión	$\pm 15^\circ$ para XY, $\pm 25^\circ$ para Z (delimitador cuadrado)
Teclado	Hasta 16 teclas de acceso rápido con función personalizable
Carcasa	Parte superior: IP54, parte inferior: IP20, material: ABS policarbonato
Conectores	1 USB tipo A, 1 USB tipo C
Alimentación	A través de interfaz USB
Temperatura de funcionamiento	0 °C a +60 °C
Humedad relativa	10 % a 85 % (sin condensación)

SWITCH ADMINISTRABLE:

El switch L3 para el COI debe contar 24 puertos Ethernet 10/100/1000 Mbps y 24 puertos SFP Gigabit. Debe incorporar protocolos de protección de anillo con conmutación menor a 50 ms, soporte para STP/RSTP y agregación de enlaces LACP, lo que garantiza alta

disponibilidad. El switch soportará administración mediante Telnet, SSH, SNMP, Web, TFTP, RMON. Además, debe priorizar y clasificar el tráfico por VLAN, direcciones MAC, IP o prioridad, asegurando un desempeño estable.

Tabla 32. Especificaciones técnicas del switch administrable

Parámetro	Especificación
Tipo de switch	Capa 3 (Layer 3)
Puertos Ethernet	24 × 10/100/1000 Mbps
Puertos SFP	24 × 10/100/1000 Mbps SFP
Puertos SFP+	8 × 10 Gbps uplink
Protocolos de gestión	Telnet, SSH2.0, Web, SNMP v1/v2/v3, TFTP, RMON
Protección de red	Ethernet Ring Protection (<50 ms), STP/RSTP, uplinks en respaldo, LACP
Seguridad / Control	ACL L2-L7, políticas flexibles y avanzadas
Actualización de software	In-Service Software Upgrade (ISSU), sin interrupción de tráfico
Funciones multicast	IGMP snooping, fast-leave, copia trans-VLAN
Priorización de tráfico	VLAN, MAC, dirección origen/destino, IP, prioridad
Protección de red avanzada	Control de tormentas, límites multicast/unicast
Uso principal	Redes de operadores, telecomunicaciones, entornos de alta disponibilidad

ESTACIÓN DE TRABAJO:

La estación de trabajo debe ser del tipo torre y estar equipada con procesador Intel Core i7-14700 de 20 núcleos y hasta 5.4 GHz en modo Turbo, acompañada de 16 GB DDR5 y un SSD NVMe Gen4 de 512 GB. Además, debe integrar gráficos Intel y el sistema operativo Windows 11 Pro. Su conectividad incluir una amplia gama de puertos frontales y traseros: USB 3.2, USB-C, DisplayPort 1.4a y Ethernet de 1 GbE y opcional 2.5 GbE, además de ranuras de expansión PCIe Gen3/4/5 y múltiples slots M.2 para SSDs.

Tabla 33. Especificaciones técnicas de la estación de trabajo

Parámetro	Especificación
Tipo	Torre
Procesador	Intel Core i7-14700 (20 núcleos, hasta 5.4 GHz Turbo, 65 W)
Sistema operativo	Windows 11 Pro
Tarjeta gráfica	Intel integrada
Memoria RAM	16 GB (2×8 GB) DDR5, 4400 MT/s, sin ECC
Almacenamiento	SSD NVMe PCIe Gen4, M.2 2280, 512 GB
Conectividad frontal	2 × USB 3.2 Gen1, 2 × USB-C (10 y 20 Gb/s con PowerShare), 1 puerto de audio
Conectividad trasera	2 × DisplayPort 1.4a, 2 × USB 2.0, 2 × USB 3.2 Gen2, 2 × USB-C Gen2, RJ45 1GbE, RJ45 2.5GbE (opcional), audio, 1 puerto opcional (VGA/HDMI/DP/USB-C)
Ranuras de expansión	1 × PCIe x16 Gen5, 1 × PCIe x4 Gen3, 1 × PCIe x4 Gen4, 2 × M.2 PCIe Gen4 SSD, 1 × M.2 PCIe Gen3 SSD, 1 × M.2 Wi-Fi, 5 × SATA 3.5"
Unidad óptica	No disponible
Periféricos incluidos	Ratón con cable
Fuente de poder	500 W Platinum (opciones: 300 W o 1000 W)
Conectividad inalámbrica	No incluye LAN inalámbrica

3.3. Selección de equipamiento adecuado

Se ha realizado la selección de equipos adecuados para la presente solución de videovigilancia, considerando las necesidades detectadas en cuanto a cobertura, calidad de imagen, capacidad de almacenamiento, transmisión de datos y gestión centralizada.

La propuesta incluye cámaras fijas y PTZ de alta resolución, servidor de video, cableado estructurado, switches PoE y administrables, módulos de expansión, estaciones de trabajo y accesorios complementarios. Esta configuración garantiza un sistema robusto, confiable y escalable, capaz de responder a los requerimientos de seguridad y control en la fábrica de azúcar.

En la Tabla 34 se muestra el presupuesto detallado de la solución de videovigilancia propuesta, en la cual se incluyen los precios unitarios y totales de cada componente, considerando el IGV correspondiente. De esta manera, se ofrece una visión clara y transparente de la inversión requerida para la implementación del sistema, asegurando que cada equipo y accesorio cumple un rol fundamental en el correcto funcionamiento y eficiencia del proyecto.

Tabla 34. Lista de equipos y presupuesto

Equipo	Cantidad	Precio unitario (S/.)	Subtotal (S/.)	Total con IGV (S/.)
Cámara fija (Axis P1467-LE)	29	3 557	103 153	121 721
Cámara PTZ (Axis Q6358-LE)	4	15 945	63 780	75 260
Servidor de video (Axis S1264)	1	57 000	57 000	67 260
Cable de red (CommScope 1071E)	20	790	15 800	18 644
Plug RJ45 (CommScope FT-MP)	100	1.90	190	224
Switch PoE (Hikvision DS-3T3512P)	8	2 800	22 400	26 432
Fuente de poder (Hikvision DRL-48V240W1EN)	8	190	1 520	1 794
Extensor PoE (Axis T8129)	19	1 185	22 515	26 568
Joystick (Axis TU9001)	2	456	912	1 076
Switch L3 (Hikvision DS-3E3756TF)	1	7 600	7 600	8 968
Módulo SFP (Hikvision HK-SFP-1.25G-20-1310)	16	114	1 824	2 152
Work Station (Dell Precision 3680)	3	6 080	18 240	21 523

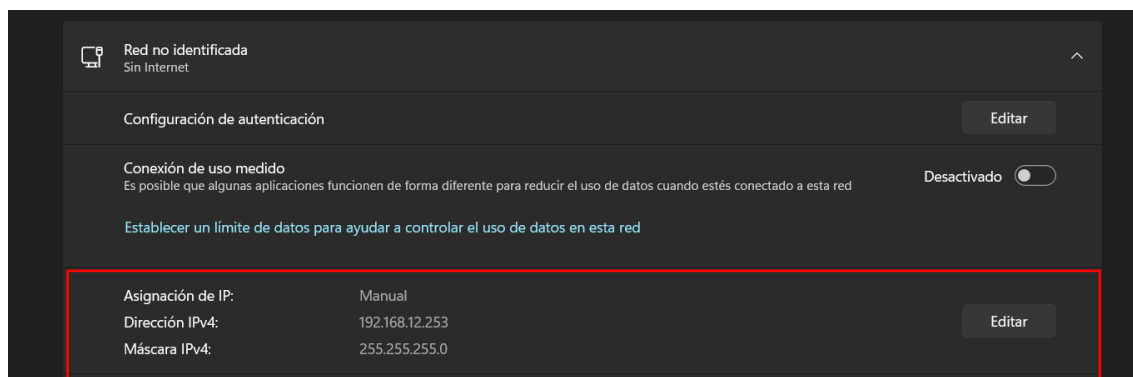
El presupuesto total para la implementación de la solución integral de videovigilancia asciende a la suma de S/ 371,622 (trescientos setenta y un mil seiscientos veintidós soles), monto que contempla el IGV correspondiente.

3.4. Validación del diseño propuesto

Instalación de software cliente

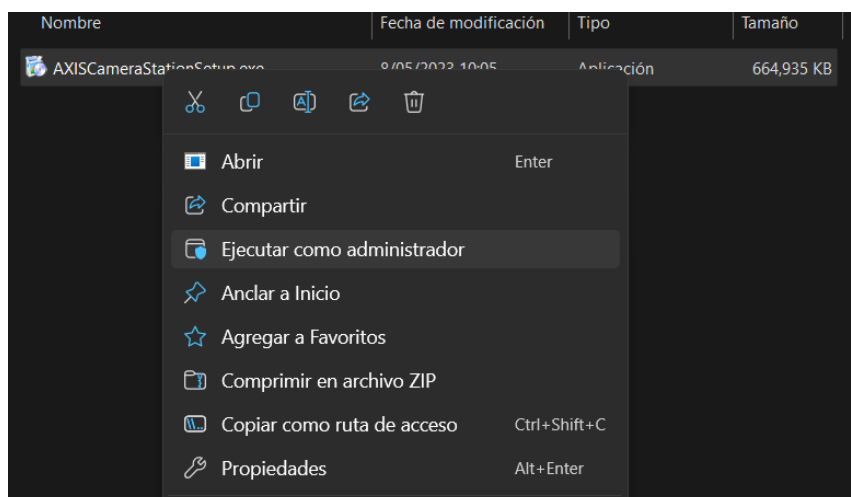
El operador deberá conectar su estación de trabajo a la red del sistema CCTV y configurar una dirección IP estática. Las direcciones IP disponibles para asignar a nuevos usuarios son: 192.168.12.10, 192.168.12.20, 192.168.12.30, 192.168.12.40 y 192.168.12.50, debiendo utilizarse únicamente una de ellas por cada usuario. No está permitido emplear direcciones IP distintas a las indicadas, con el fin de evitar conflictos de direccionamiento en la red del sistema CCTV. Cabe señalar que el procedimiento para modificar la dirección IP puede variar según el sistema operativo utilizado por el usuario

Figura 56. Ejemplo para cambiar dirección IP en Windows 11



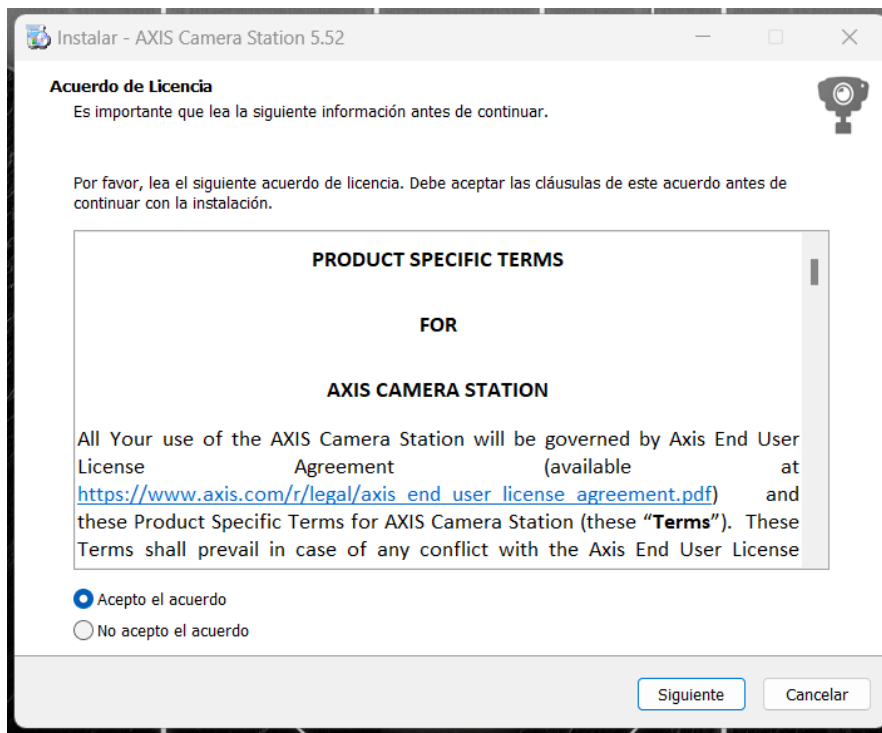
Descargar y ejecutar el instalador como administrador.

Figura 57. Instalación del software Axis Camera Station – Parte 1



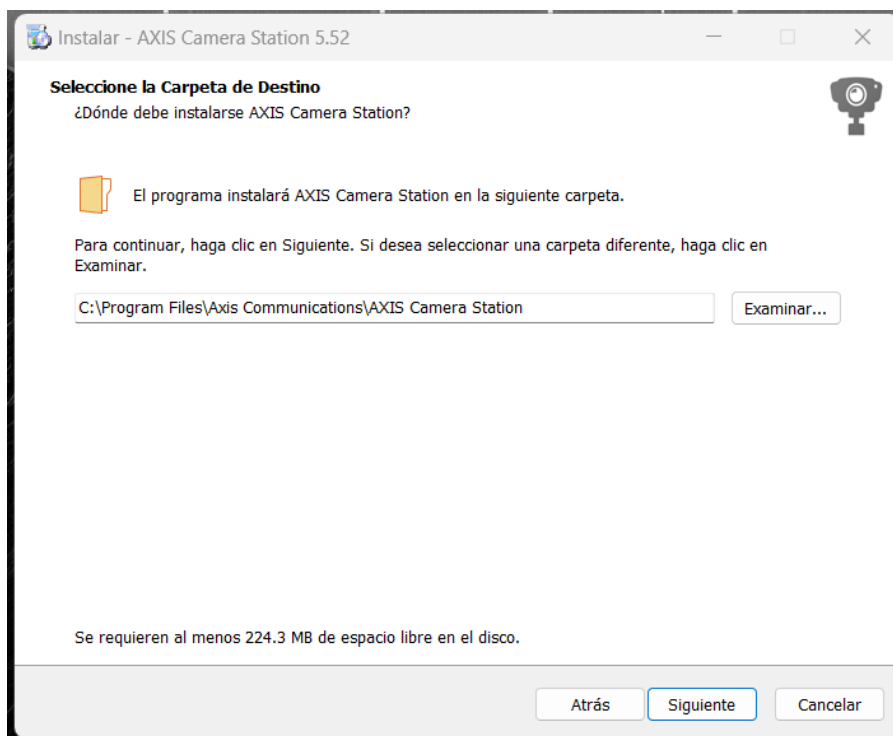
Aceptar los terminos de licencia.

Figura 58. Instalación del software Axis Camera Station – Parte 2



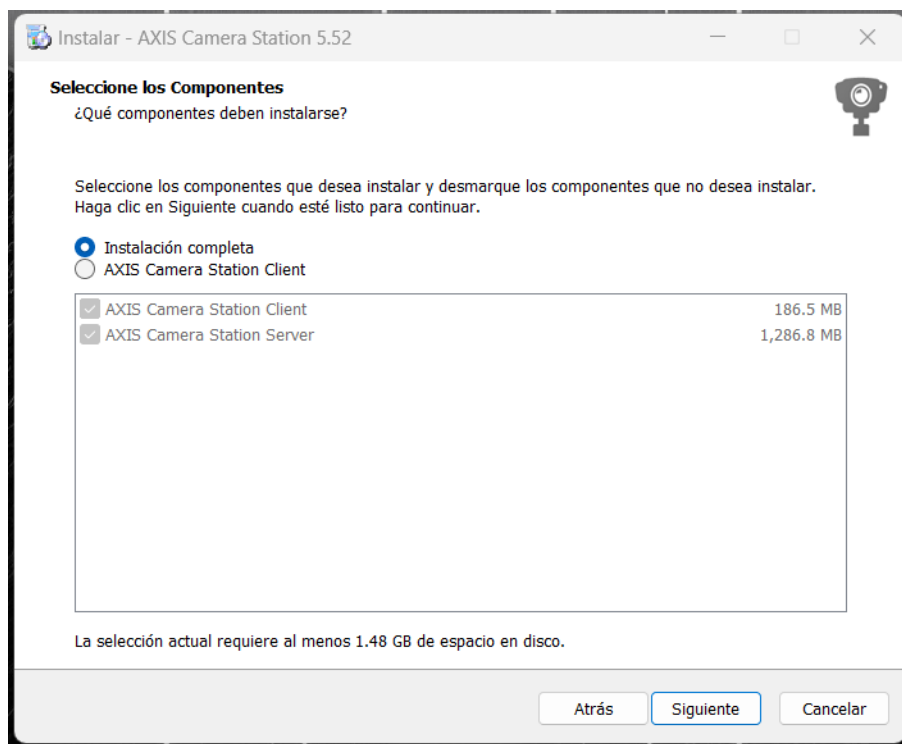
Clic en siguiente.

Figura 59. Instalación del software Axis Camera Station – Parte 3



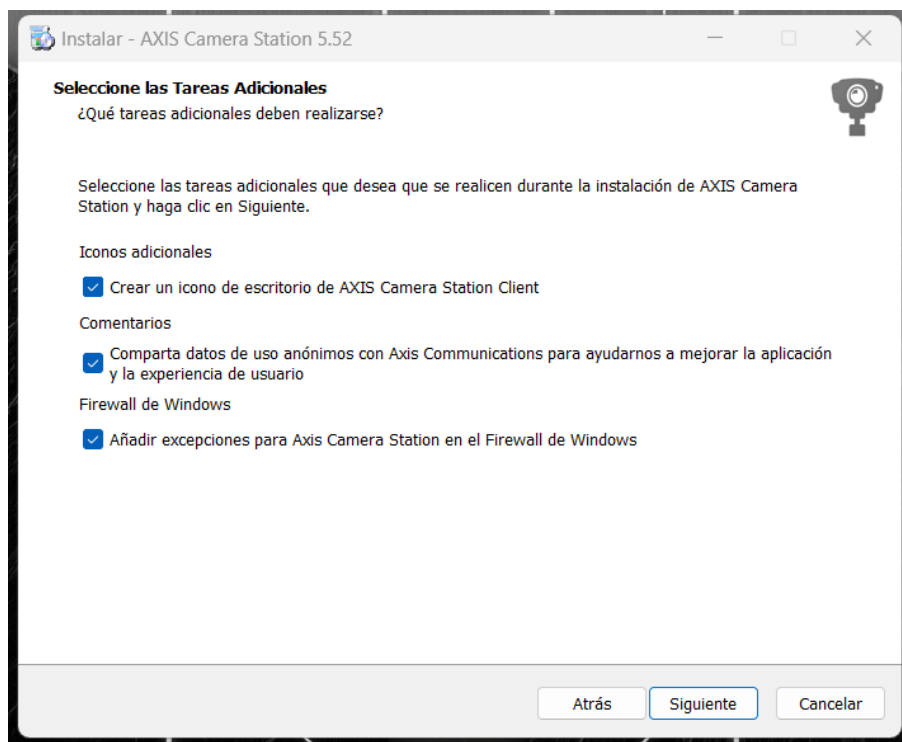
Clic en siguiente.

Figura 60. Instalación del software Axis Camera Station – Parte 4



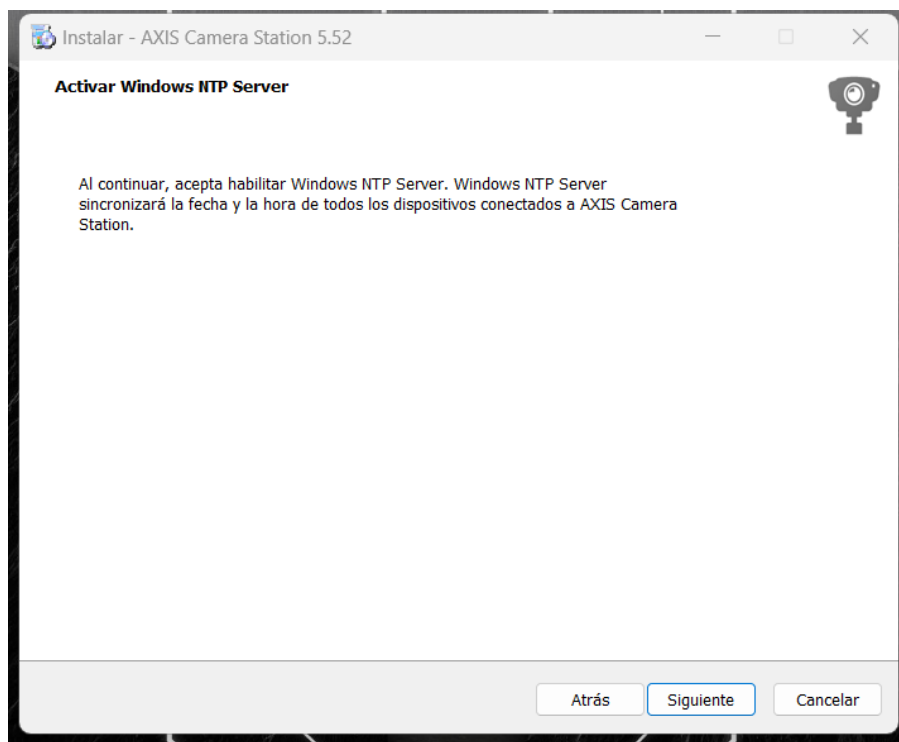
Clic en siguiente.

Figura 61. Instalación del software Axis Camera Station – Parte 5



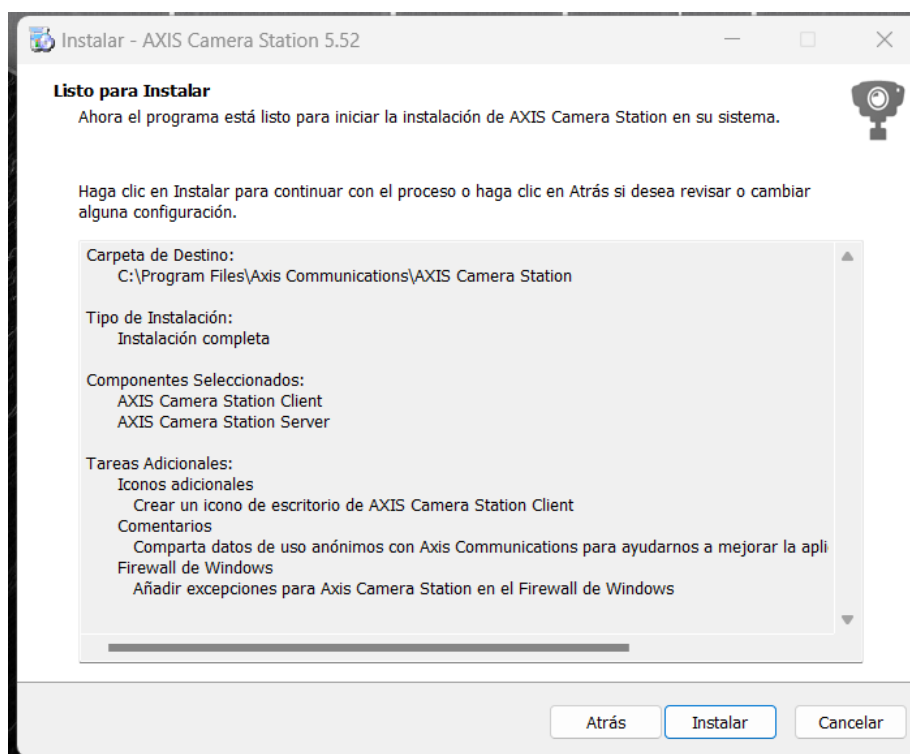
Clic en siguiente.

Figura 62. Instalación del software Axis Camera Station – Parte 6



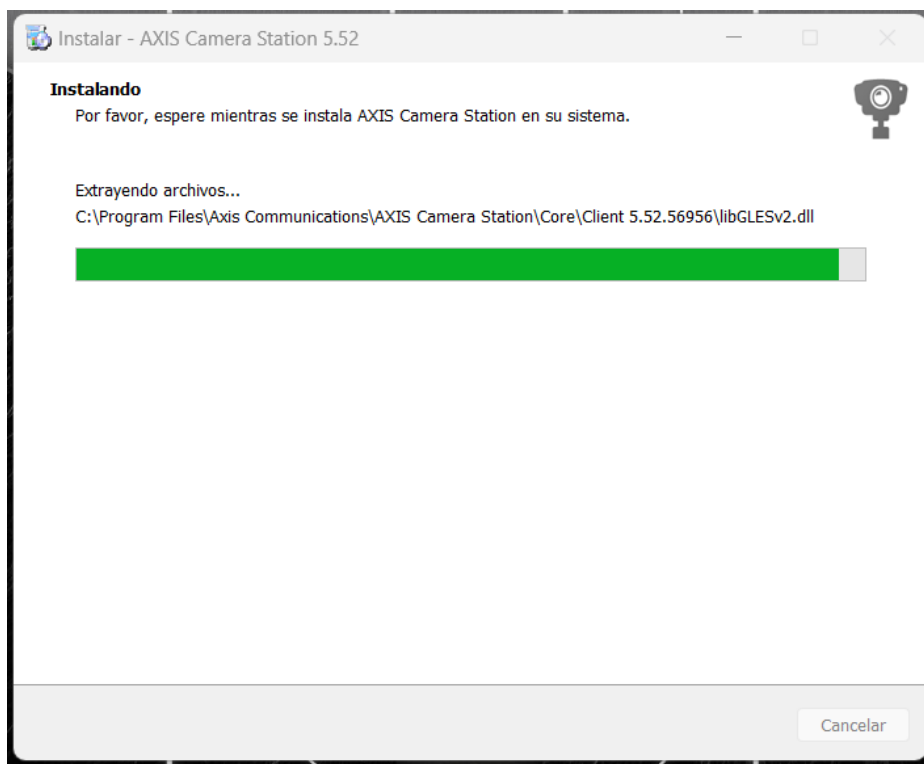
Clic en instalar.

Figura 63. Instalación del software Axis Camera Station – Parte 7



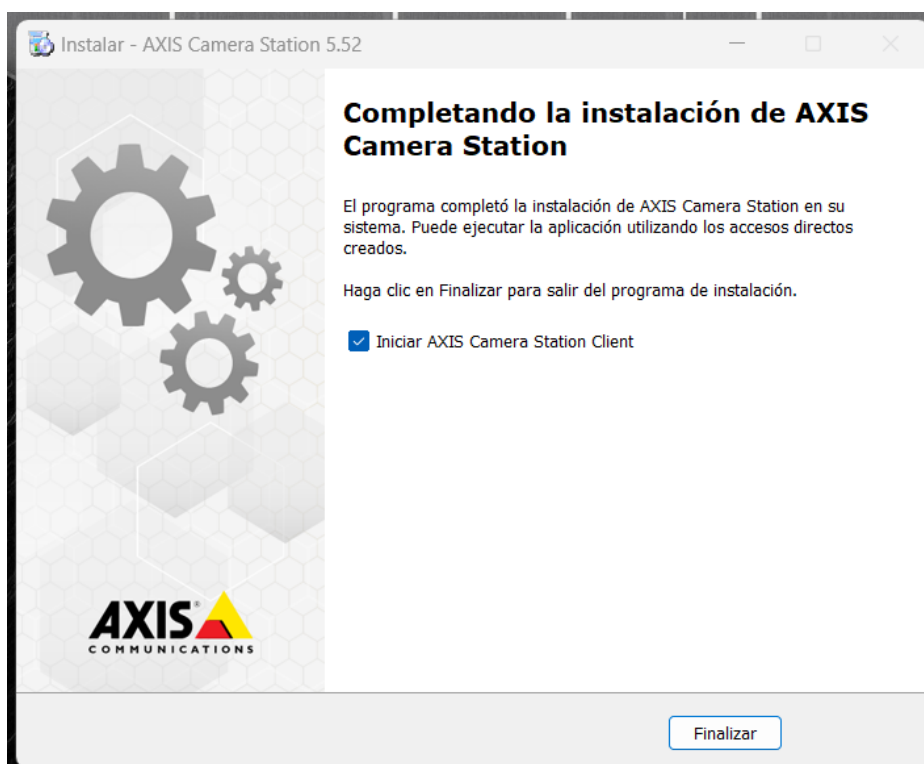
Esperar a que culmine el proceso de instalación.

Figura 64. Instalación del software Axis Camera Station – Parte 7



Clic en finalizar. Se abrirá el software.

Figura 65. Instalación del software Axis Camera Station – Parte 8

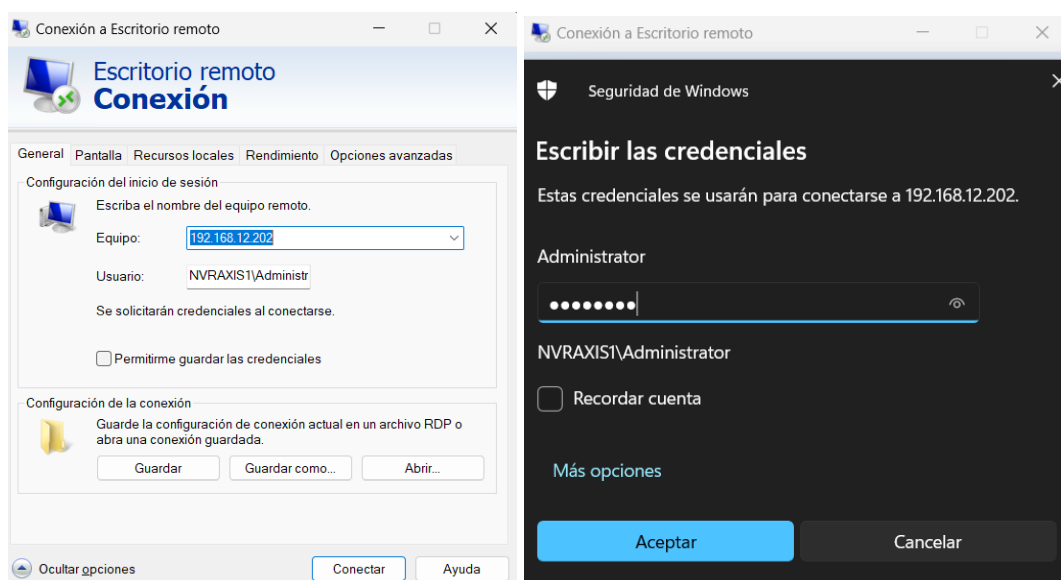


Ejemplo de creación de nuevo usuario en servidor de video Axis

Se inicia la aplicación Escritorio Remoto para conectarse al servidor de video Axis utilizando las siguientes credenciales:

- Equipo (IP): 192.168.12.202
- Usuario: NVRAXIS1\Administrator
- Contraseña: AGR@2025

Figura 66. Creación de nuevo usuario en servidor de video Axis – Parte 1



Una vez dentro del servidor, se procede a crear el nuevo usuario, tal como se muestra en las figuras correspondientes.

Figura 67. Creación de nuevo usuario en servidor de video Axis – Parte 2

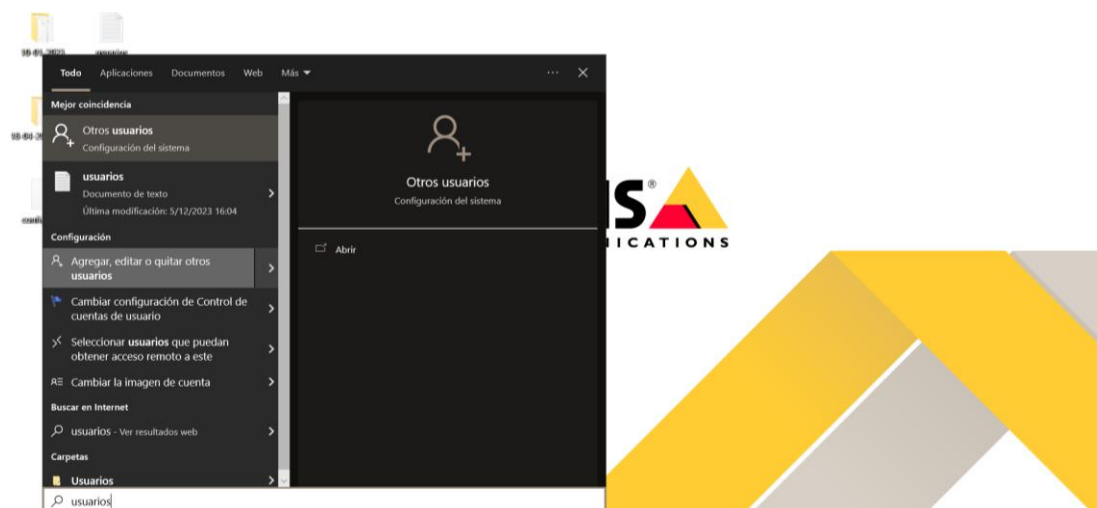


Figura 68. Creación de nuevo usuario en servidor de video Axis – Parte 3

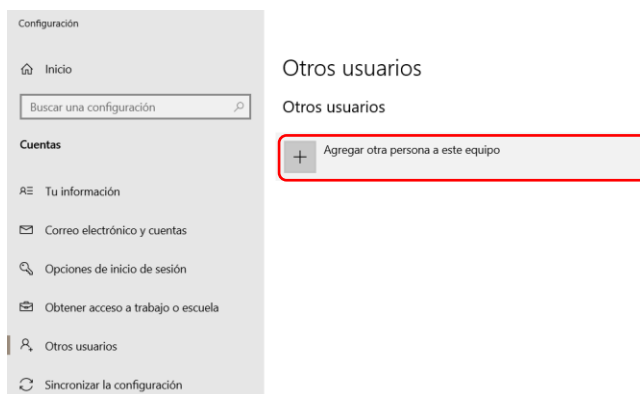


Figura 69. Creación de nuevo usuario en servidor de video Axis – Parte 4

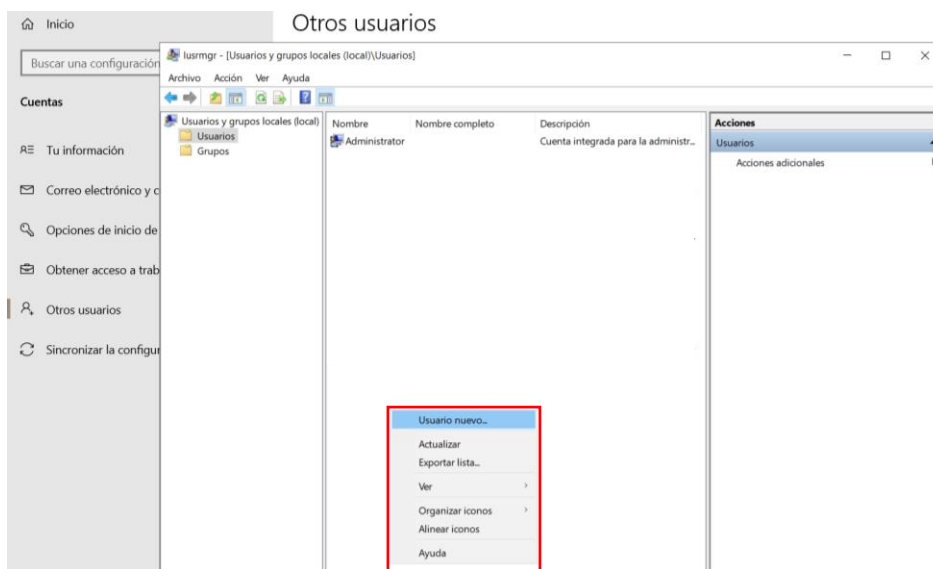
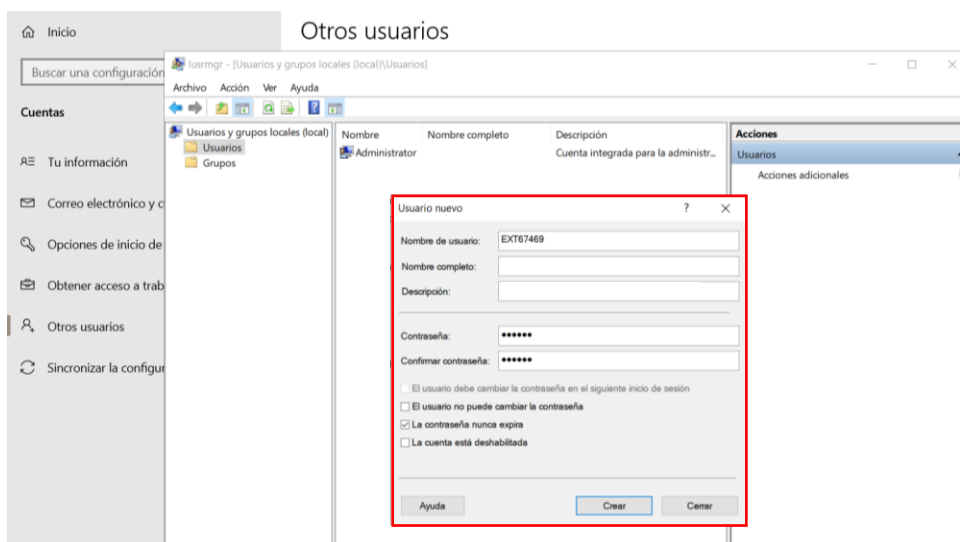


Figura 70. Creación de nuevo usuario en servidor de video Axis – Parte 5

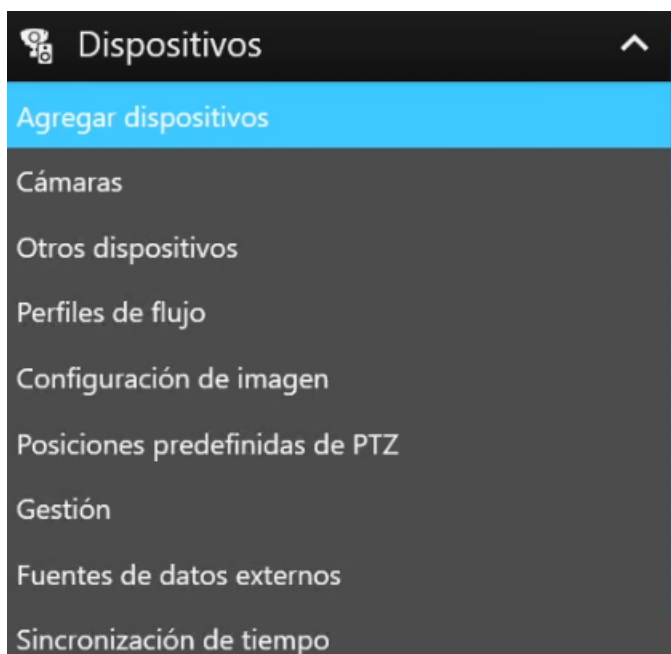


Pass: AGolmos

Ejemplo de integración de cámara a servidor de video Axis

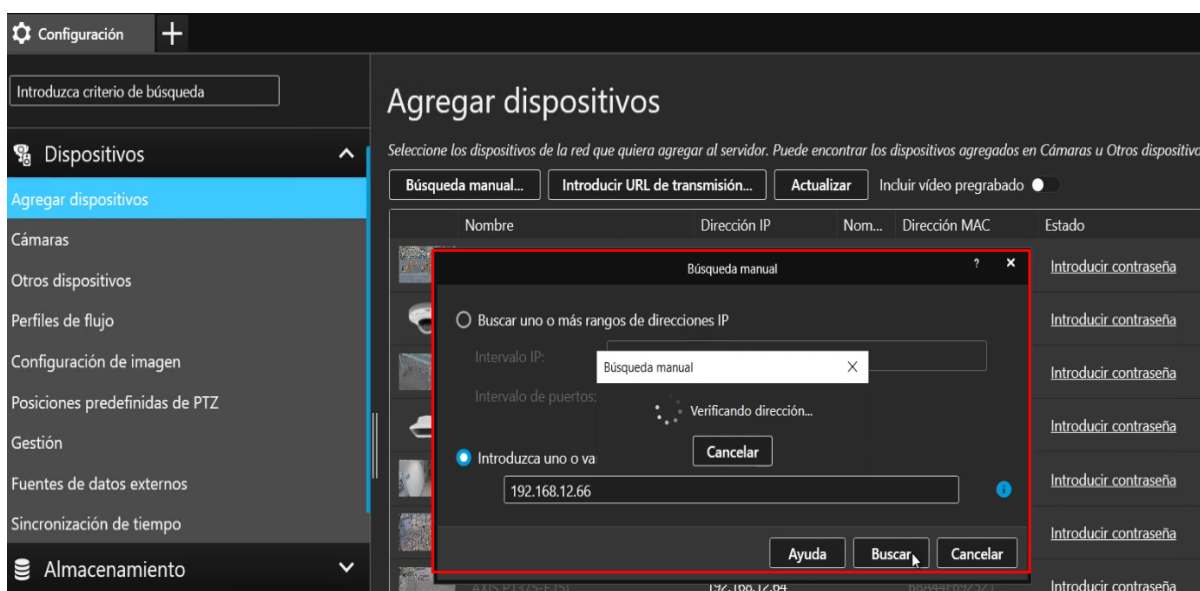
En la sección **Dispositivos** del software *Axis Camera Station*, seleccionamos la opción **Agregar dispositivos**.

Figura 71. Integración de cámara en servidor de video Axis – Parte 1



El sistema mostrará una ventana en la que se debe ingresar la dirección IP de la cámara a integrar. En este caso, corresponde a la cámara del área de envasado, la cual es auditable y tendrá un tiempo de grabación de 90 días. En la ventana se hace clic en Buscar.

Figura 72. Integración de cámara en servidor de video Axis – Parte 2



Cuando el servidor detecta la cámara en la red de CCTV, solicitará las credenciales de acceso:

- Usuario: admin
- Contraseña: AGR12345

Figura 73. Integración de cámara en servidor de video Axis – Parte 3

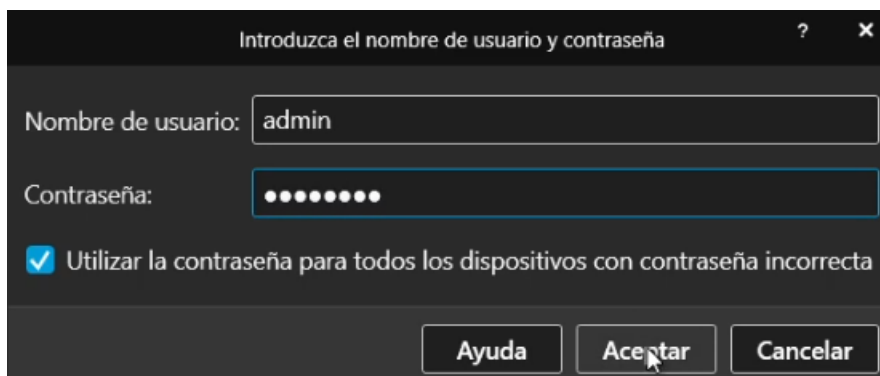
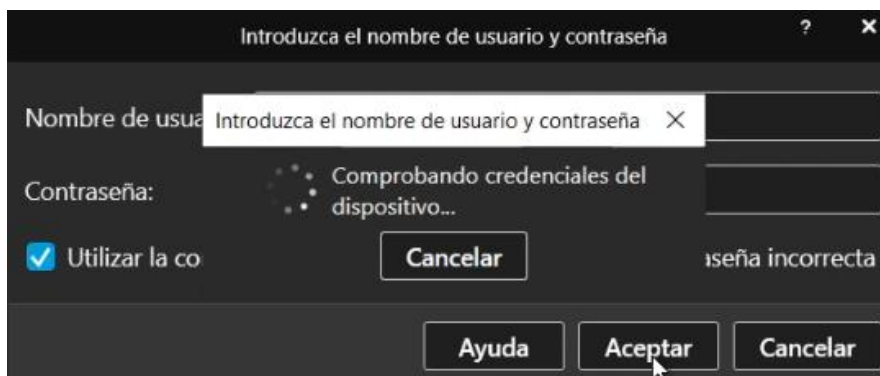
A screenshot of a dark-themed dialog box titled "Introduzca el nombre de usuario y contraseña". It contains two input fields: "Nombre de usuario:" with the text "admin" and "Contraseña:" with masked characters. Below the fields is a checked checkbox labeled "Utilizar la contraseña para todos los dispositivos con contraseña incorrecta". At the bottom are three buttons: "Ayuda", "Aceptar", and "Cancelar".

Figura 74. Integración de cámara en servidor de video Axis – Parte 4

Una vez validadas, la cámara quedará integrada al servidor.

A screenshot of the same dialog box as in Figure 73, but in a loading state. The "Nombre de usuario:" field is partially obscured by a white tooltip that says "Introduzca el nombre de usuario y contraseña". The "Contraseña:" field is now empty. In the center, there is a circular progress indicator and the text "Comprobando credenciales del dispositivo...". The "Utilizar la co" checkbox is still checked. The "Aceptar" button is highlighted with a mouse cursor.

El siguiente paso es configurar los parámetros de grabación:

- Tiempo de conservación: 90 días
- Disco de almacenamiento: D:\
- Método de grabación: continuo

Finalmente, se hace clic en Instalar.

Para el resto de cámaras, el procedimiento es el mismo; la única diferencia es que el tiempo de grabación se establece en 60 días.

Figura 75. Integración de cámara en servidor de video Axis – Parte 4

Tiempo de conservación

☐ Ilimitada

☒ Limitado

Número máximo de días: 90

Almacenamiento de grabaciones

D:\

Método de grabación

Continuo

Uno o más dispositivos no son compatibles con AXIS Video Motion Detection. En su lugar, puede crear una regla de acción con el evento del dispositivo como activador.

Ayuda < Atrás Instalar Cancelar

Ejemplo de conexión del nuevo usuario con el servidor de video Axis

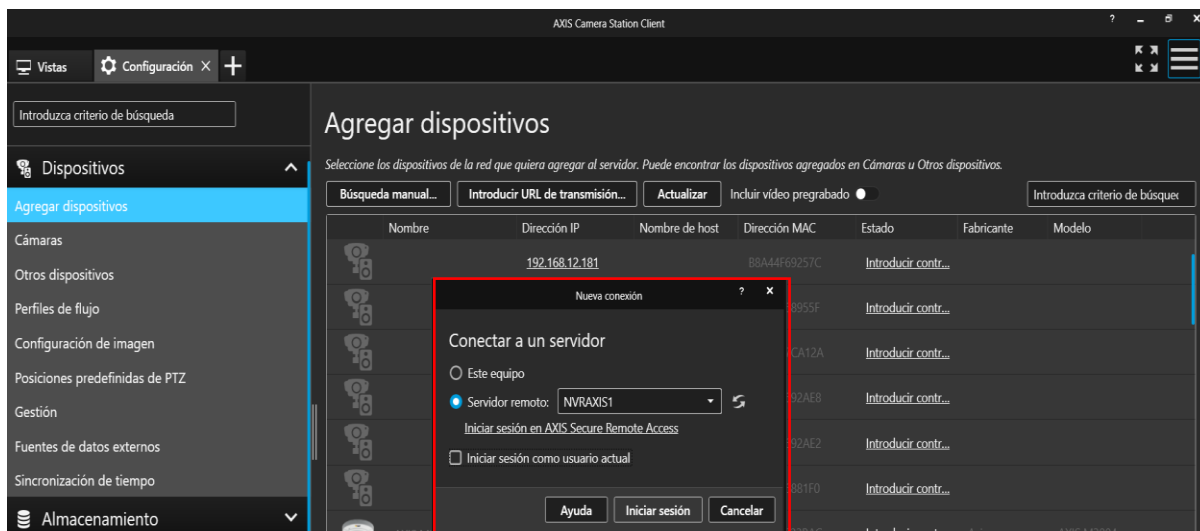
El operador debe iniciar el software Axis Camera Station. A continuación, dirigirse al menú ubicado en la parte superior derecha (ícono de tres líneas), seleccionar la opción “Servidores” y posteriormente hacer clic en “Nueva conexión”.

Figura 76. Conexión del nuevo usuario con el servidor de video Axis – Parte 1



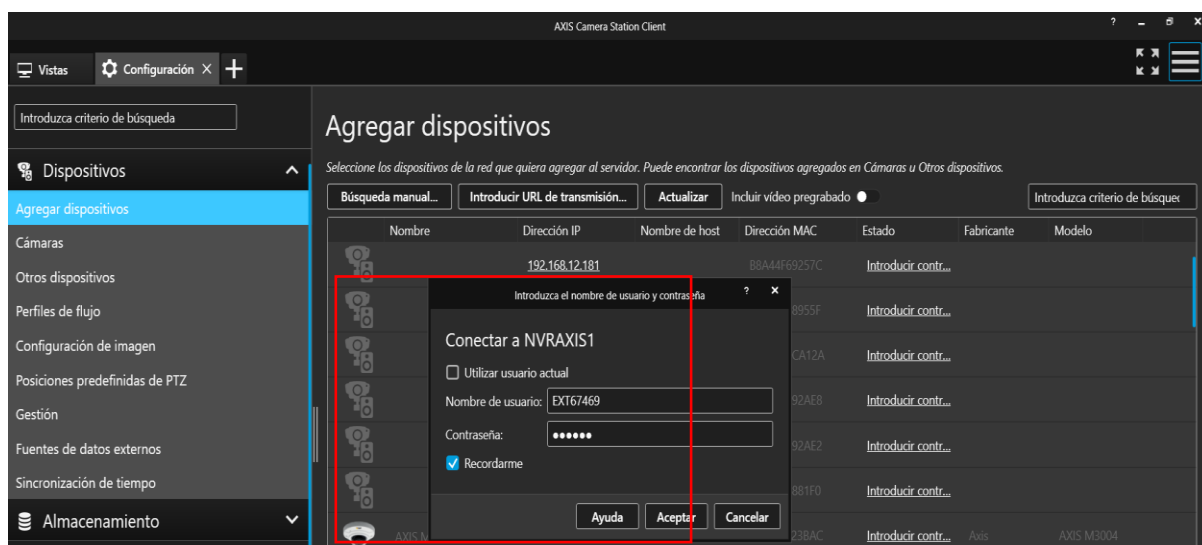
Configurar la nueva conexión seleccionando la opción “Servidor remoto”. A continuación, elegir “NVRAXIS1” y hacer clic en “Iniciar sesión”.

Figura 77. Conexión del nuevo usuario con el servidor de video Axis – Parte 2



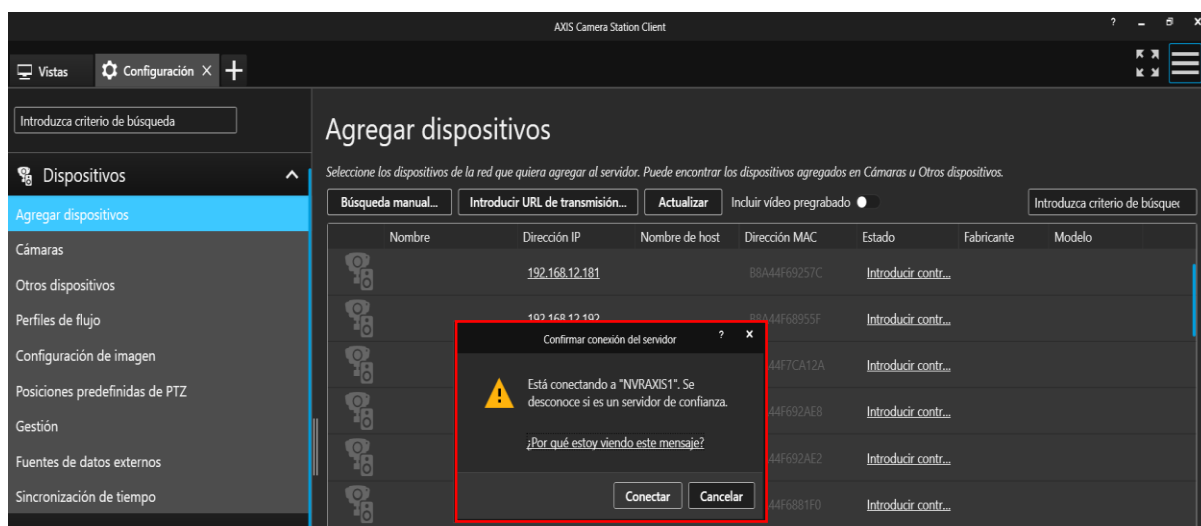
Posteriormente, se debe ingresar el nombre de usuario y la contraseña correspondientes. Luego activar la opción “Recordarme” y hacer clic en “Aceptar”.

Figura 78. Conexión del nuevo usuario con el servidor de video Axis – Parte 3



Finalmente, se confirma la conexión al servidor remoto haciendo clic en “Conectar”.

Figura 79. Conexión del nuevo usuario con el servidor de video Axis – Parte 4



En las siguientes figuras se muestran las vistas de las cámaras desde el software Axis Camera Station.

Figura 80. Vista de pantalla de operador – Parte 1

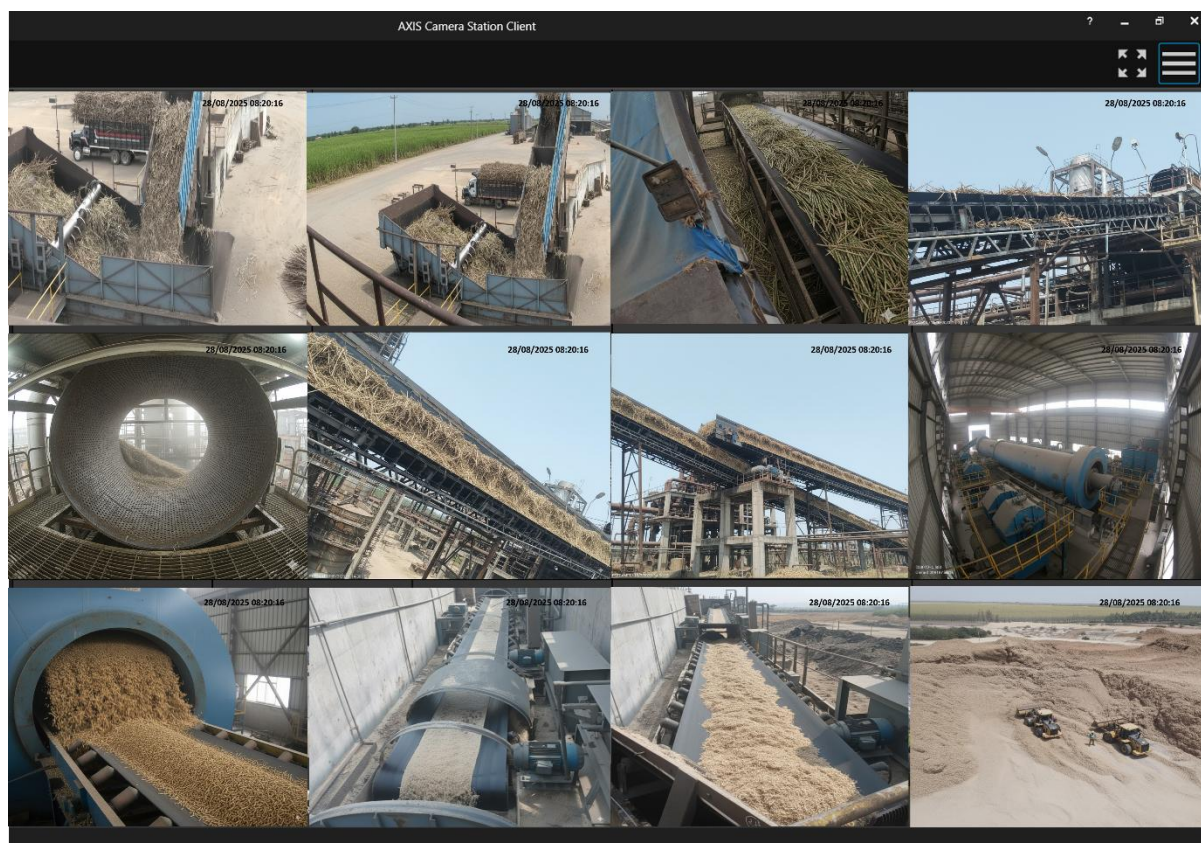


Figura 81. Vista de pantalla de operador – Parte 2

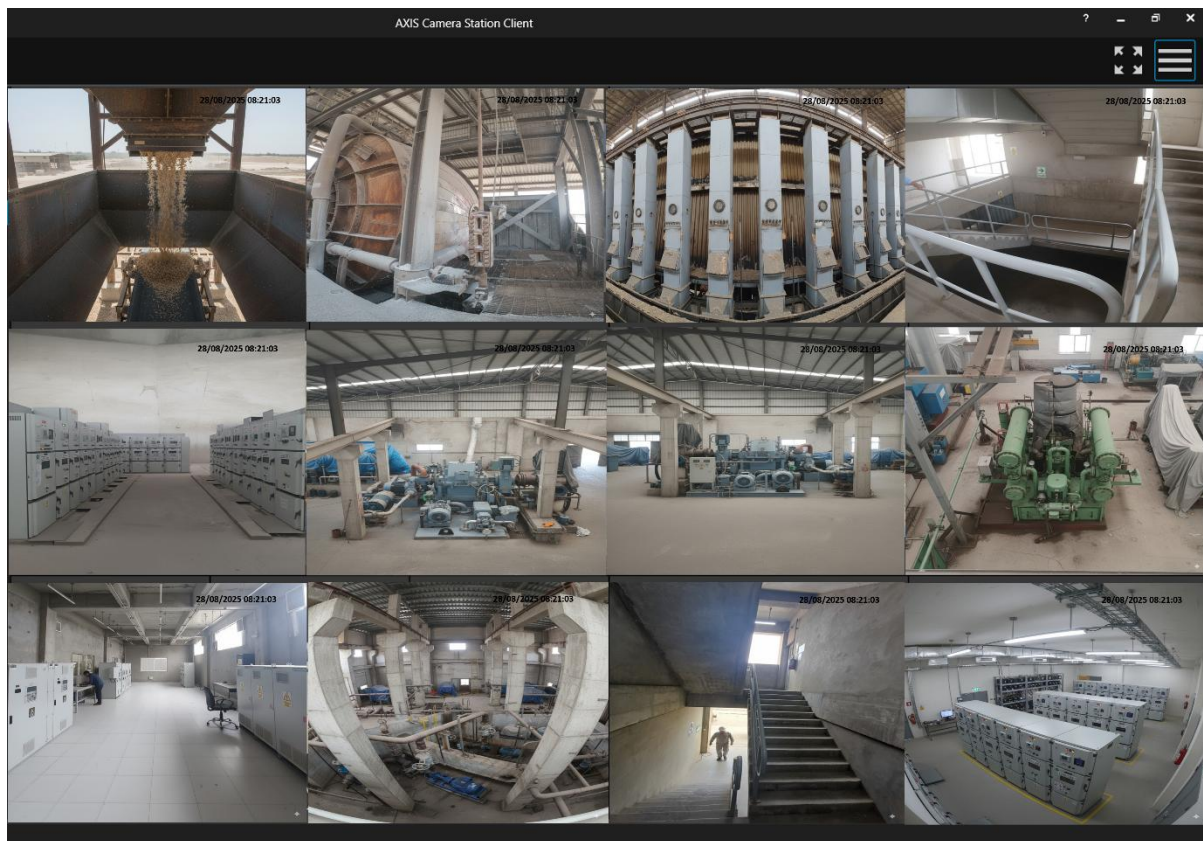
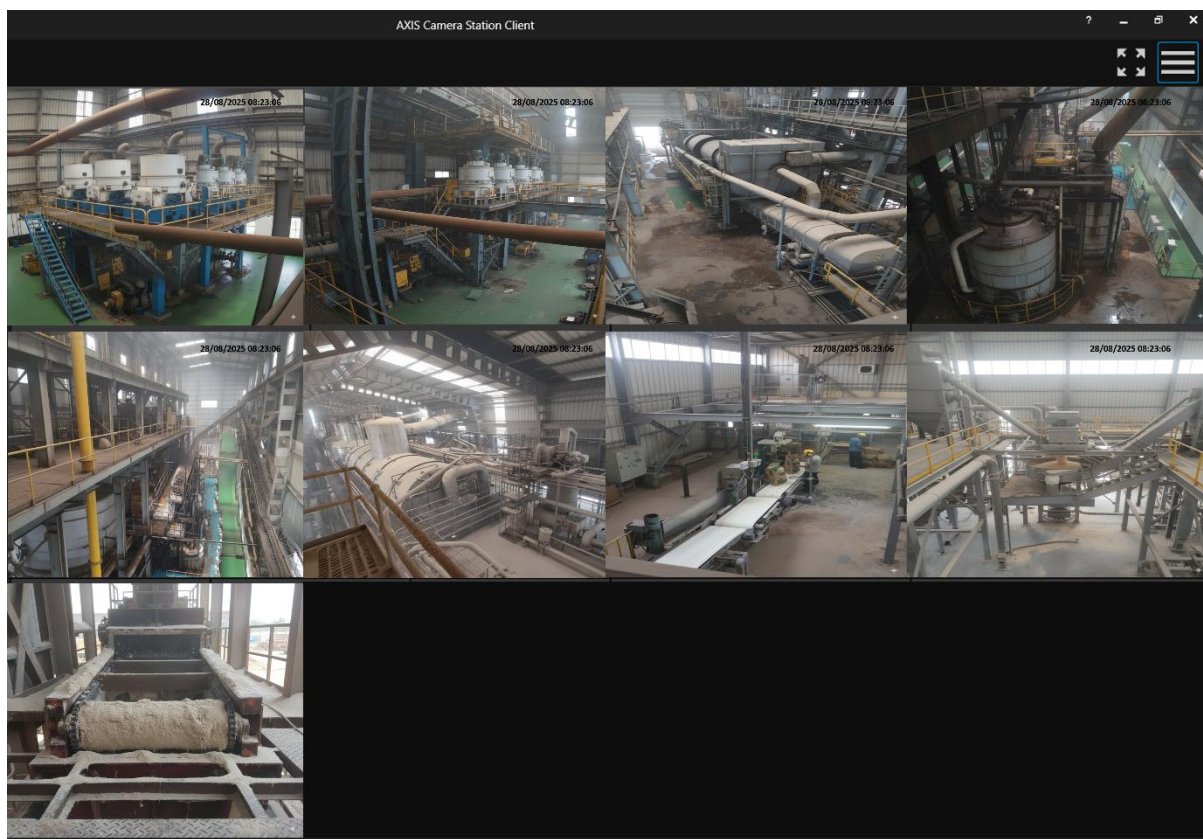


Figura 82. Vista de pantalla de operador – Parte 3



IV. DISCUSIÓN DE RESULTADOS

El análisis del sistema de videovigilancia en la planta de Agrolmos permitió identificar que, de las 31 cámaras instaladas, solo el 32.3% se encontraban operativas, mientras que el 67.7% restante estaba fuera de servicio. Esta cifra refleja un nivel de inoperatividad elevado, que compromete la capacidad de supervisión de procesos críticos como centrifugación de azúcar, transporte de bagazo y generación eléctrica. Dicho hallazgo coincide con lo reportado por Rodríguez (2024) en Yopal, Colombia, donde se evidenciaron deficiencias de cobertura y obsolescencia tecnológica en sistemas de CCTV, lo cual reducía la capacidad de respuesta ante incidentes. En ambos casos, la modernización del sistema se plantea como una medida indispensable para restablecer la efectividad de la vigilancia.

Asimismo, se corroboró que los daños físicos en cámaras (47.6%), la falta de instalación (38.1%) y las reubicaciones sin operación (14.3%) constituyen las principales causas de inoperatividad. Esta situación es comparable con la investigación de Quisbert (2021) en Bolivia, quien identificó que las vulnerabilidades por falta de mantenimiento y monitoreo en tiempo real incrementaban el riesgo de robos y vandalismo. En el caso de Agrolmos, si bien el contexto es industrial, el impacto es similar: la deficiencia en la videovigilancia afecta tanto la seguridad de los activos como la eficiencia de la operación.

El diseño propuesto, que incorpora una red IP basada en fibra óptica monomodo y cámaras de alta definición, representa una solución robusta y escalable. Este resultado es consistente con la experiencia documentada por Ludeña (2024) en Cementos Pacasmayo – Planta Piura, donde la migración a una red IP con fibra óptica mejoró significativamente la calidad del video y la gestión de riesgos. Asimismo, Chiri (2022) en Lurín destacó que la actualización tecnológica permitió ampliar la cobertura y extender el tiempo de almacenamiento, logros que también se evidencian en la capacidad proyectada para Agrolmos, donde los cálculos de ancho de banda y almacenamiento validan la factibilidad del rediseño.

En cuanto a la selección de equipamiento, la propuesta de incorporar cámaras IP resistentes a ambientes industriales y servidores de alto rendimiento se alinea con las tendencias observadas en proyectos internacionales, como el de Becerra y Roque (2023) en Ecuador, donde la integración de NVRs, segmentación por VLANs y algoritmos de compresión H.265+ optimizó el uso del ancho de banda y prolongó el almacenamiento. Esta comparación evidencia que la propuesta para Agrolmos no solo se ajusta a estándares globales, sino que además responde a la necesidad de operar en un entorno con condiciones adversas de polvo, humedad y calor.

Finalmente, la prueba del sistema rediseñado utilizando software especializado confirmó la viabilidad técnica de la propuesta. Los resultados de la simulación (mayor estabilidad de transmisión, mejor gestión de usuarios y calidad de imagen optimizada) concuerdan con los reportes de Martínez y Saavedra (2022) en Huancavelica, quienes comprobaron que la incorporación de fibra óptica y cámaras IP incrementó la calidad de la vigilancia y mejoró la respuesta ante incidentes. De este modo, la validación del diseño propuesto en Agrolmos reafirma que la actualización tecnológica no solo mejora la calidad del video, sino que también garantiza la continuidad de las operaciones críticas en la planta.

V. CONCLUSIONES

El análisis permitió evidenciar que más del 67% de las cámaras se encuentran inoperativas, principalmente por daños físicos y ausencia de instalación en zonas críticas como centrifugación de azúcar, transporte de bagazo y generación eléctrica. Esta situación confirmó que el sistema actual no cumple con los niveles mínimos de confiabilidad, lo que justifica la necesidad urgente de un rediseño integral

El diseño propuesto, basado en una red IP y fibra óptica monomodo, aseguró mayor robustez y escalabilidad frente al sistema previo. Los cálculos de ancho de banda y almacenamiento demuestran que la propuesta es capaz de soportar video en alta definición sin interrupciones, garantizando continuidad operativa y mejor calidad de supervisión

La selección de equipos modernos, como las cámaras IP resistentes a ambientes industriales, switches PoE, servidores de video y software especializado, responde a los requerimientos de la planta, priorizando durabilidad, eficiencia energética y compatibilidad con estándares actuales. Esto permitirá reducir el tiempo fuera de servicio y prolongar la vida útil del sistema.

Las pruebas de integración, gestión de usuarios y transmisión de video evidencian que el sistema no solo mejora la calidad de imagen, sino que también garantiza estabilidad en la comunicación y facilita la administración centralizada.

VI. RECOMENDACIONES

Se recomienda desarrollar proyectos que integren algoritmos de detección automática de incidentes, reconocimiento de patrones y análisis predictivo. Estas funciones permitirían anticipar fallas en los procesos de producción y mejorar la seguridad de la planta, siguiendo la tendencia de sistemas inteligentes observada en proyectos internacionales.

Futuros trabajos deberían enfocarse en la elaboración de un modelo de mantenimiento predictivo apoyado en indicadores de desempeño (KPI), que permita reducir el tiempo de inoperatividad de las cámaras y prolongar la vida útil de los equipos.

Sería valioso investigar la conexión del sistema de videovigilancia con alarmas, sensores de humo, control de accesos o sistemas SCADA. De esta manera, se podría construir una plataforma de seguridad integral que optimice la gestión de riesgos en entornos industriales complejos.

Se sugiere investigar el consumo energético del nuevo sistema y proponer medidas de eficiencia, como la incorporación de fuentes de energía renovable (paneles solares) o cámaras de bajo consumo. Este enfoque no solo reduciría costos operativos, sino que también contribuiría a la sostenibilidad ambiental de la planta.

REFERENCIAS

- Bajarin, T. (2023, 6 diciembre). *Estas serán las grandes novedades tecnológicas en 2024 - Forbes España*. Forbes España; Forbes. <https://forbes.es/tecnologia/380459/estas-seran-las-grandes-novedades-tecnologicas-en-2024/>
- Diario Correo. (2022, 15 septiembre). *Chiclayo: Aprueban prescripción de multas por S/101,781 en SATCh*. Correo. <https://diariocorreo.pe/edicion/lambayeque/chiclayo-aprueban-prescripcion-de-multas-por-s101781-en-satch-noticia/>
- Diario Perú 21. (2023, 24 abril). SAT: Solo en Lima hay papeletas sin pagar por casi 180 millones de soles. *Peru21*. <https://peru21.pe/lima/pagar-multas-vehiculos-lima-registra-cerca-de-180-millones-de-soles-en-deudas-por-papeletas-vehiculares-dinero-deuda-descuentos-transporte-impuestos-sat-noticia/>
- Enríquez, D. (2023). Las 10 tendencias tecnológicas que marcarán el 2024. *Thinking for Innovation*. <https://www.iebschool.com/blog/las-10-tendencias-tecnologicas-que-marcaran-el-2024-tecnologia/>
- Folio. (2023, 11 setiembre). *Challenges and Solutions in ALPR Implementation*. <https://www.folio3.ai/blog/challenges-and-solutions-in-alpr-implementation/>
- Fuertes Olivares, J. D. (2019). *Diseño de un sistema electrónico basado en procesamiento digital de imágenes para la clasificación de placas vehiculares en Lima*.
- Handa, U. (2021, 27 octubre). *7 razones para usar angular para su aplicación web en 2022*. Cynoteck; Cynoteck Technology Solutions. <https://cynoteck.com/es/blog-post/reasons-to-use-angular-for-your-web-app/>
- HiSoUR. (201). *Visión por computador*. <https://www.hisour.com/es/computer-vision-42799/>
- HostGator. (2023, 16 agosto). *Angular: qué es, para qué sirve y cuáles son sus ventajas*. (s/f). Hostgator.mx. <https://www.hostgator.mx/blog/que-es-y-para-que-sirve-angular/>

- Jacinto, A. (2022, 9 septiembre). *Historia del aprendizaje automático: La línea de tiempo completa*. Startechup Inc; Startechup. <https://www.startechup.com/es/blog/machine-learning-history/>
- Krocka, M., Dakic, P., y Vranic, V. (2022). Automatic license plate recognition using OpenCV. *2022 12th International Conference on Advanced Computer Information Technologies (ACIT)*.
- Londoño, P. (2023, 17 enero). *Qué es MySQL, para qué sirve y características principales*. Hubspot.es. <https://blog.hubspot.es/website/que-es-mysql>
- Municipalidad Distrital de San Miguel (2023, 1 agosto). *SAN MIGUEL, INFRACCIONES DE TRÁNSITO TAMBIÉN SE PODRÁN DENUNCIAR VÍA EL APLICATIVO OJO VIAL*. <https://munisanmiguel.gob.pe>. <https://munisanmiguel.gob.pe/san-miguel-infracciones-de-transito-tambien-se-podran-denunciar-via-el-aplicativo-ojo-vial/?ref=rpp>
- Nalda, V. (2020, 29 septiembre). *Machine Learning: Los orígenes y la evolución*. Future Space S.A. <https://www.futurespace.es/machine-learning-los-origenes-y-la-evolucion/>
- NGSC, Inc. (2021, 18 junio). *The history of license plate recognition technology*. Next Generation Security Concepts, Inc. <https://ngscinc.com/history-license-plate-recognition>
- Ortuya, N. (2023, 2 marzo). *Papeleta m37: multa por causar un accidente de tránsito con daños personales*. <https://www.autofact.pe/blog/mi-auto/papeletas/papeleta-m37>
- Pallarés Font de Mora, P. (2014). Universitat Politècnica de València. *Ingeniería del agua*, 18(1), ix. <https://doi.org/10.4995/ia.2014.3293>
- Parada, M. (2021, 3 mayo). *Qué es Angular*. *Openwebinars.net*. <https://openwebinars.net/blog/que-es-angular-2021/>
- Plate Recognizer. (2020). *ALPR software providers review*. <https://platerecognizer.com/automatic-license-plate-recognition-software-providers-a-detailed-comparison/>

Plate Recognizer. (2023). *ALPR cameras*. Plate Recognizer. <https://platerecognizer.com/alpr-cameras-everything-you-need-to-know/>

Ramírez Mejía, B. D. J., y Tito Apaza, M. R. (2020). *Reconocimiento automático de placas de rodaje utilizando una red neuronal convolucional para el ingreso de vehículos en la Universidad Ricardo Palma*.

Reisman, A. B. (2018, 25 septiembre). Análisis | Lo que falla en el sistema de papeletas y multas de tránsito en Lima. *RPP Noticias*. <https://rpp.pe/lima/seguridad/analisis-lo-que-falla-en-el-sistema-de-papeletas-y-multas-de-transito-en-lima-noticia-1152214>

Robledano, A. (2019, 24 septiembre). Qué es MySQL: Características y ventajas. *Openwebinars.net*. <https://openwebinars.net/blog/que-es-mysql/>

Rojas Campo, J. (2022, 20 enero). *Qué es LPR, cómo funciona y sus aplicaciones*. Tecnoseguro.com; TECNOSeguro. <https://www.tecnoseguro.com/faqs/que-es-lpr-como-funciona-y-sus-aplicaciones>

Rootstack. (2021). *5 razones para desarrollar software en Angular*. Rootstack. <https://rootstack.com/es/blog/angular-desarrollo>

Sandoval, C. (2021, 4 noviembre). *Así es la historia de la Visión por ordenador*. LISA Insurtech. <https://lisainsurtech.com/asi-es-la-historia-de-la-vision-por-ordenador/>

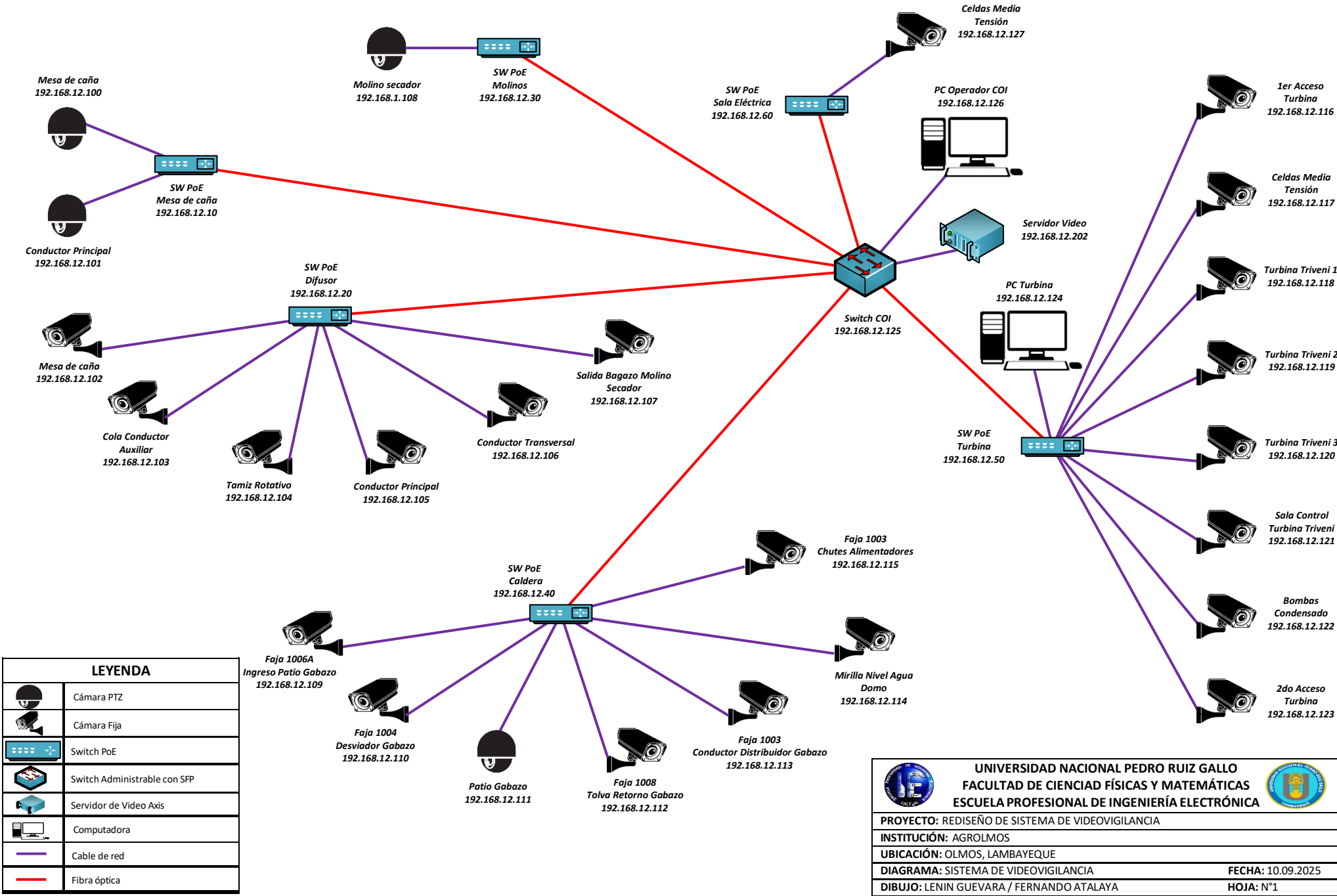
Sandoval, W. (2015, 25 octubre). *Lambayeque: solo 10% de choferes urbanos tiene certificación*. El Comercio Perú. <https://elcomercio.pe/peru/lambayeque/lambayeque-10-choferes-urbanos-certificacion-235446-noticia/>

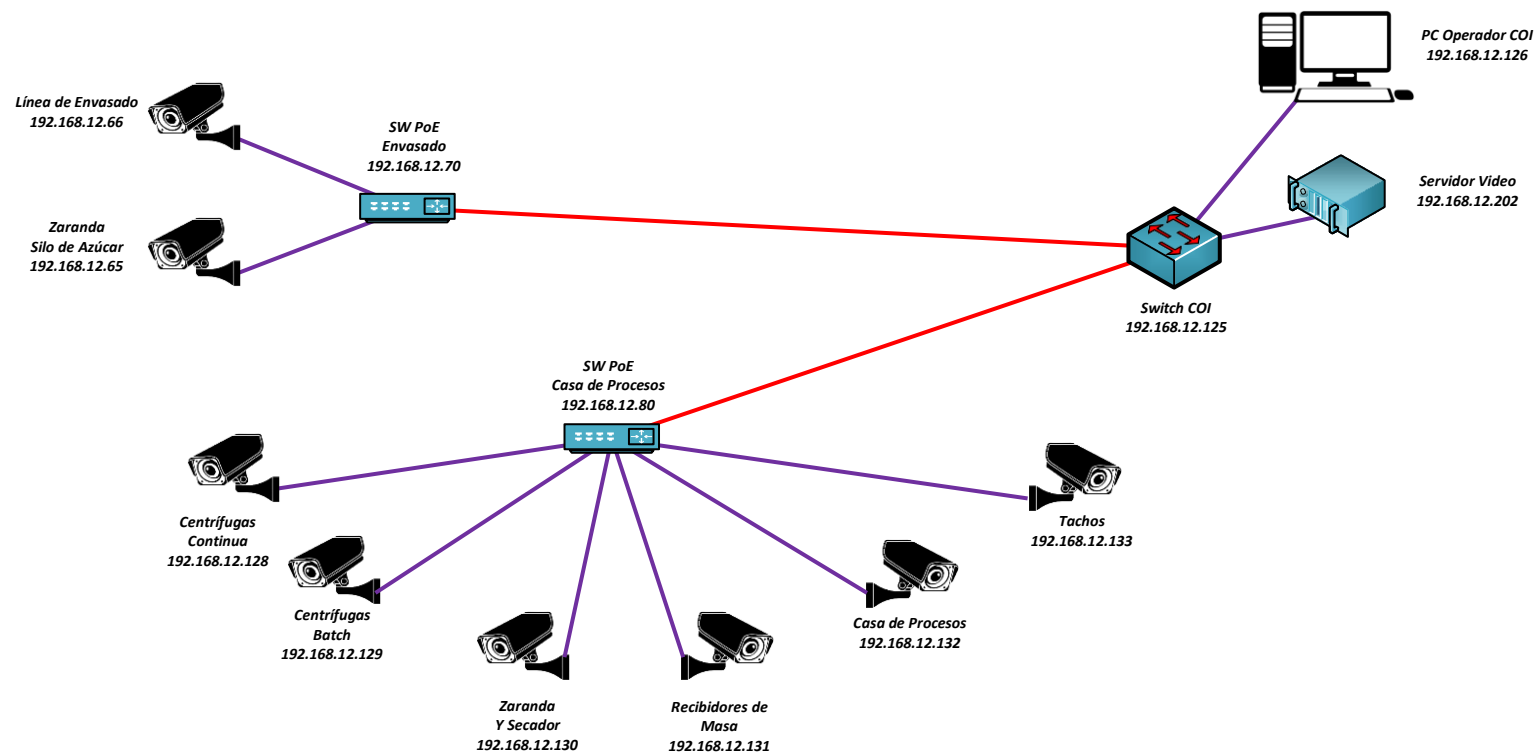
Senstar. (2023, 23 noviembre). *Ventajas e inconvenientes del ALPR - Senstar: protegiendo a personas, lugares y bienes*. <https://senstar.com/es/senstarpedia/ventajas-e-inconvenientes-del-alpr/>

Taborda, B. S. F. (2019). *MODELO OCR PARA RECONOCIMIENTO DE PLACAS DE VEHÍCULOS*.

- Teng, Z., y Wei, J. (2023). Automatic license plate recognition using transformer. En L. Xiao & J. Xue (Eds.), *Fourteenth International Conference on Graphics and Image Processing (ICGIP 2022)*. SPIE.
- Tung, C.-L., Wang, C.-H., & Peng, B.-S. (2021). A deep learning model of dual-stage License Plate Recognition applicable to the data processing industry. *Mathematical Problems in Engineering*, 2021, 1–13. <https://doi.org/10.1155/2021/3723715>
- Vásquez, J. A., y Morales, J. A. M. (2018). *Proyecto de Grado para la obtención del título en Ingeniería de Telecomunicaciones Universidad Cooperativa de Colombia, Bogotá*.

ANEXOS





LEYENDA	
	Cámara PTZ
	Cámara Fija
	Switch PoE
	Switch Administrable con SFP
	Servidor de Video Axis
	Computadora
	Cable de red
	Fibra óptica

 UNIVERSIDAD NACIONAL PEDRO RUIZ GALLO FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS Y MATEMÁTICAS ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA 	
PROYECTO: REDISEÑO DE SISTEMA DE VIDEOVIGILANCIA	
INSTITUCIÓN: AGROLMOS	
UBICACIÓN: OLMOS, LAMBAYEQUE	
DIAGRAMA: SISTEMA DE VIDEOVIGILANCIA	FECHA: 10.09.2025
DIBUJO: LENIN GUEVARA / FERNANDO ATALAYA	HOJA: N°2