



**ESPE**  
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS  
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA



# UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS - “ESPE”

DEPARTAMENTO DE ELÉCTRICA, ELECTRÓNICA Y TELECOMUNICACIONES  
CARRERA DE INGENIERÍA EN ELECTRÓNICA, AUTOMATIZACIÓN Y CONTROL

**“DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE CONTROL Y SUPERVISIÓN BMS  
(BUILDING MANAGEMENT SYSTEM) PARA ALMACENES DE MATERIALES  
EXPLOSIVOS (POLVORINES) DE BASES MILITARES”**

AUTOR: FERNÁNDEZ CALDERÓN CRISTHIAN PAÚL

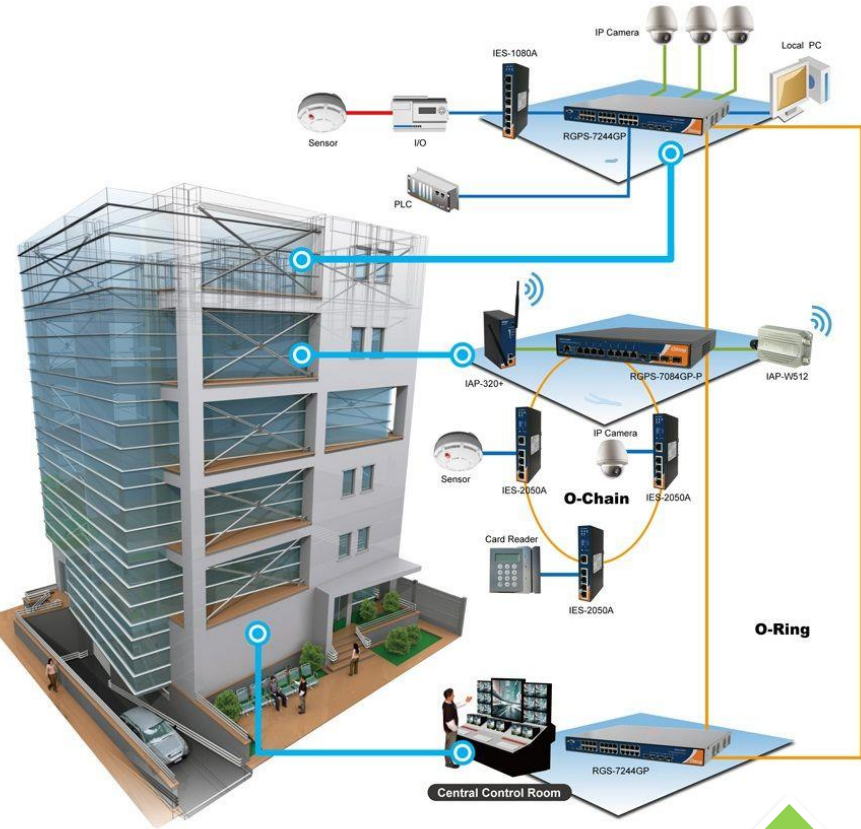
DIRECTOR: ING. LUDEÑA GRANJA, FAUSTO MARCELO. MSc.

QUITO-ECUADOR  
2022

VERSIÓN: 1.1



# Agenda



01

## Introducción

Antecedentes

Justification e importancia

Alcance del proyecto

02

## Objetivos

General

Específicos

03

## Diseño

Sistemas HVAC, INCENDIOS, CCTV, Access

Interfaz HMI

04

## Implementación

Todos los sistemas al BMS

06

## Pruebas y resultados

Seguimiento de Alarmas

Reportes

07

Conclusiones y recomendaciones



**ESPE**  
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS  
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

## Explosión en la Brigada de Galápagos

- Temperaturas
- Gases

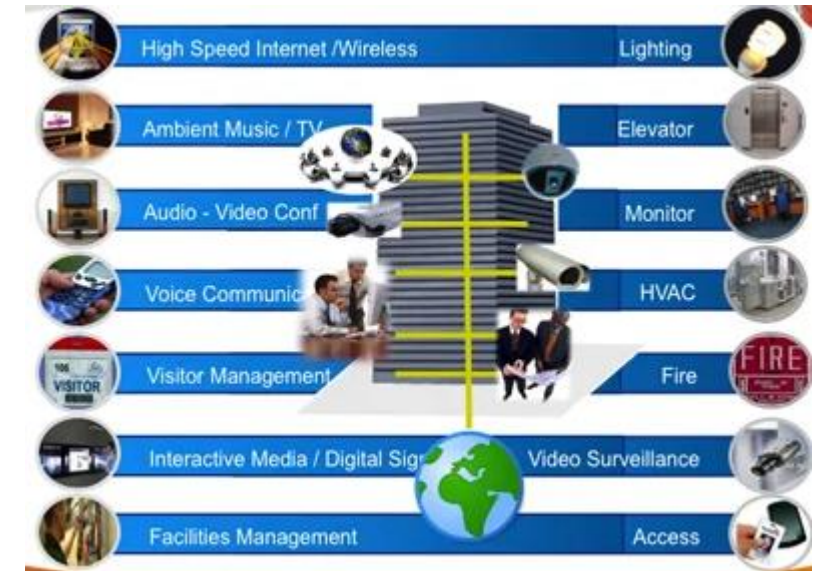


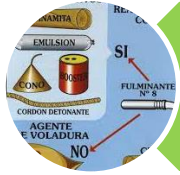
## Robo de munición

- CCTV



## BMS





Delimitar los tipos de materiales explosivos que se pueden resguardar en polvorines



Las condiciones seguras de temperatura



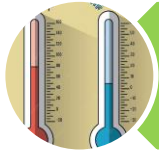
Los 21 polvorines deben tener vigilancia 24/7



Redes Industriales, Instrumentación y sensores, Domótica.



Diseño e implementación de un sistema BMS para 21 polvorines en una base militar



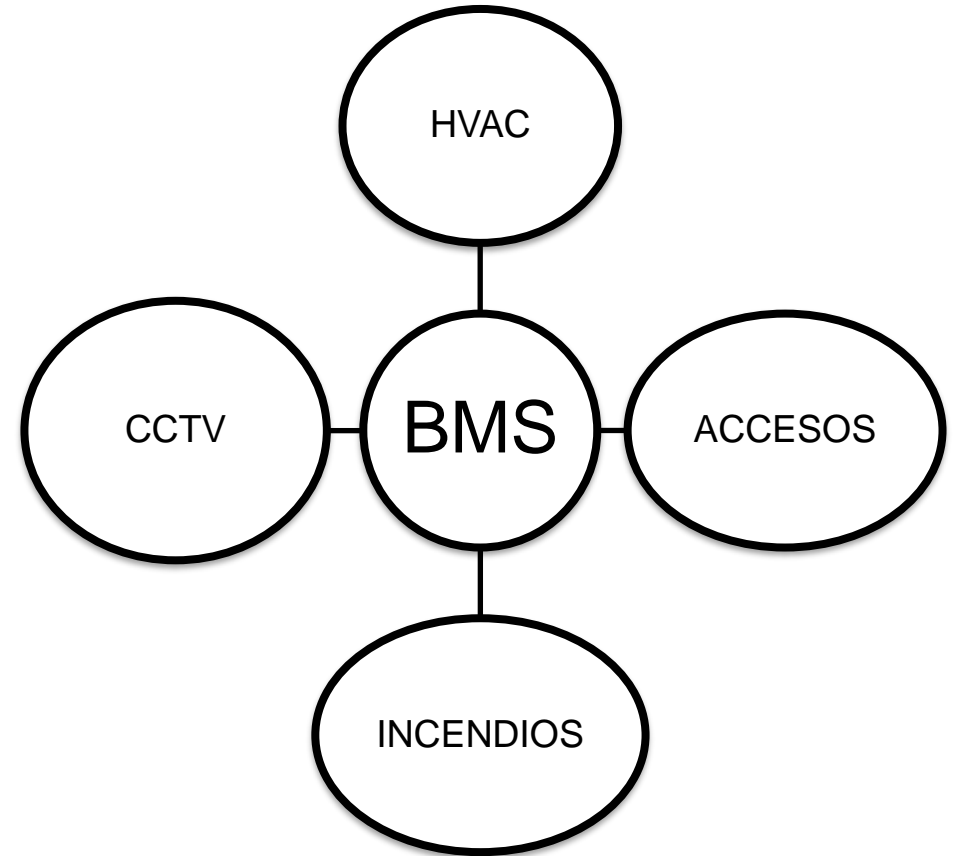
Rangos de temperatura desde el cuarto de control para que el almacenamiento de la pólvora no se salga del rango 4 C a 35 C



Implementación de los sistemas HVAC, CCTV, monitorización y control de accesos



Centrar todos los sistemas en el sistema BMS y desarrollar una interfaz gráfica



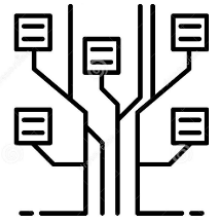
# Objetivos

## Objetivo General

Desarrollar un sistema BMS para el control y supervisión de los sistemas HVAC, acceso y CCTV en una base militar tipo

## Objetivos Específicos

Diseñar la arquitectura para la comunicación entre los sistemas que hay en la base



Integrar el sistema HVAC para el control de temperatura



Instalar un sistema de videovigilancia y control de accesos para la seguridad de la base.



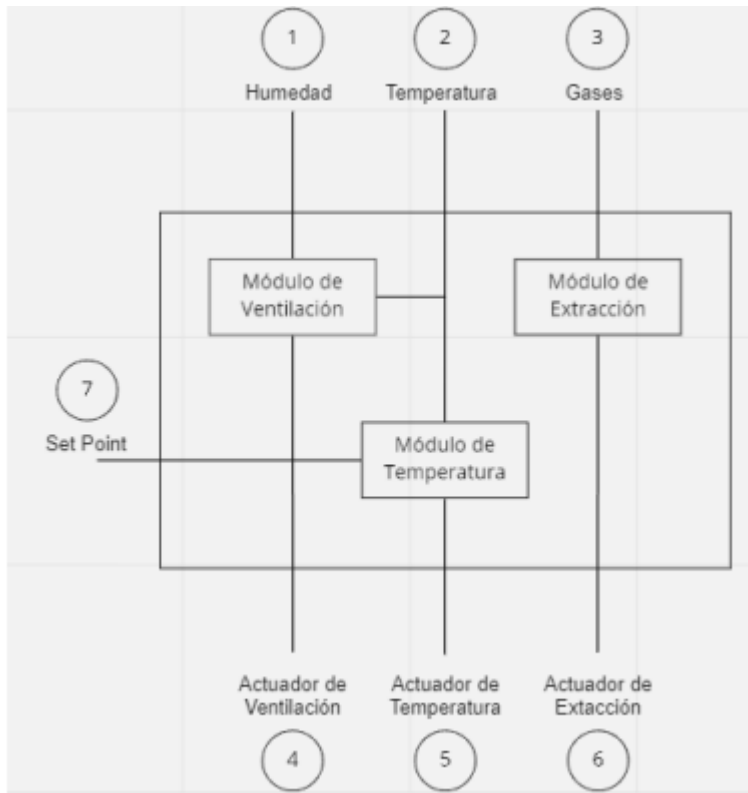
Desarrollar una interfaz gráfica web que permita la navegación entre todos los edificios y sus sistemas, en los que se muestre valores en tiempo real de las condiciones físicas



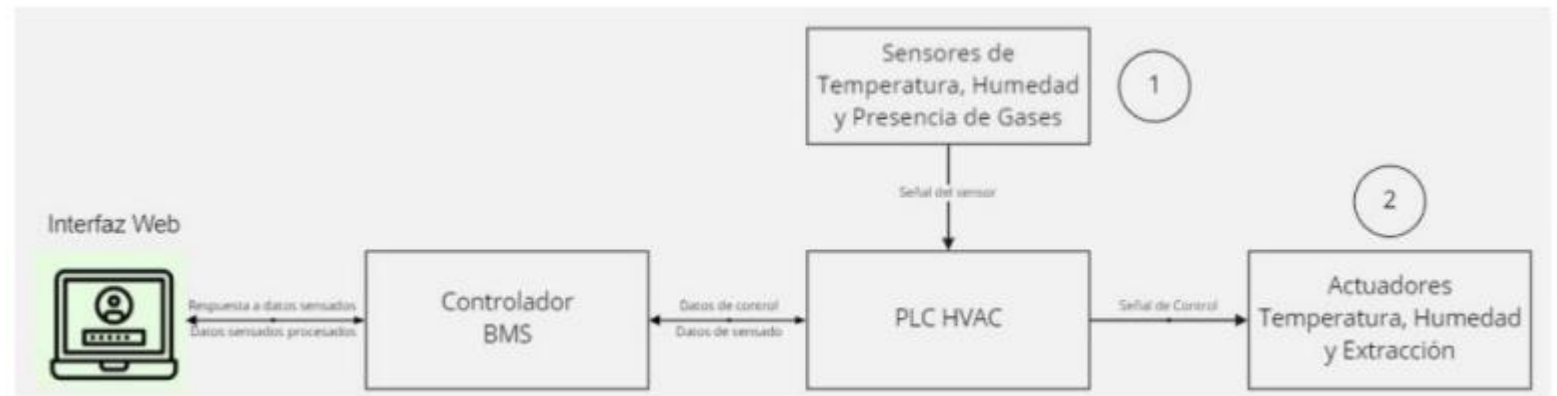
# Diseño Sistema HVAC



Esquema HVAC



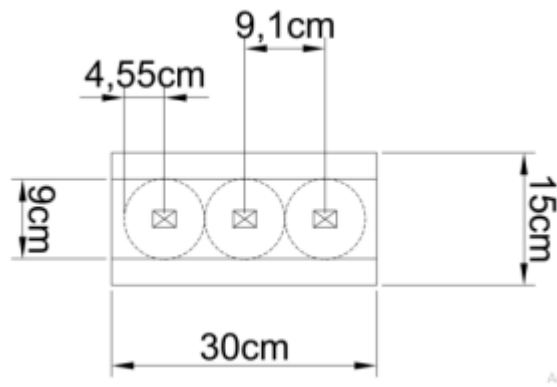
Esquema de comunicación HVAC



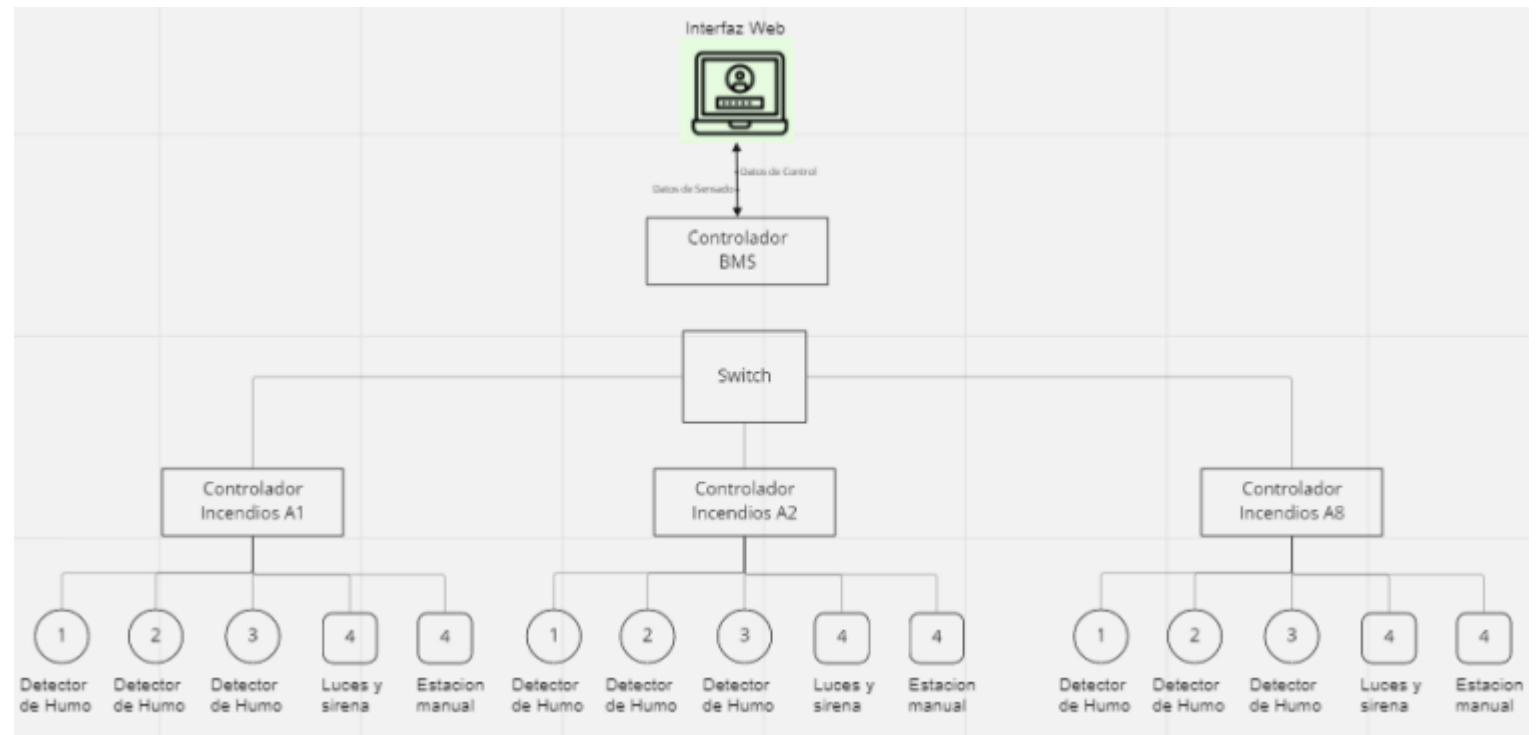
# Diseño Sistema Incendios



## Distribución detectores de humo



## Esquema de comunicación Incendios





# Diseño Sistema Accesos



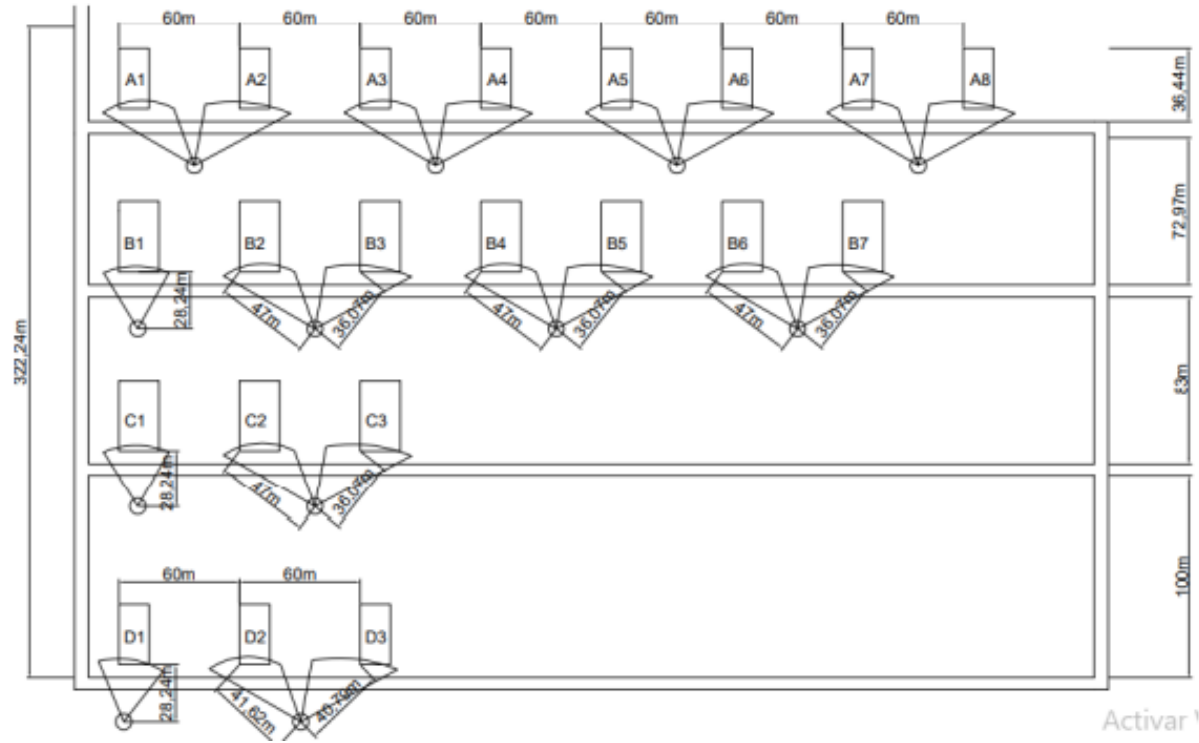
Representación de la oficina administrativa



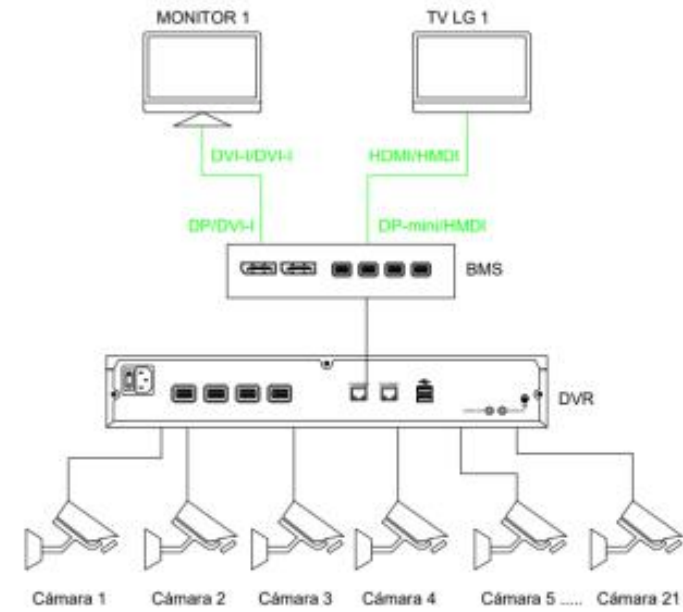
Esquema de comunicación Accesos



## Distribución de las cámaras



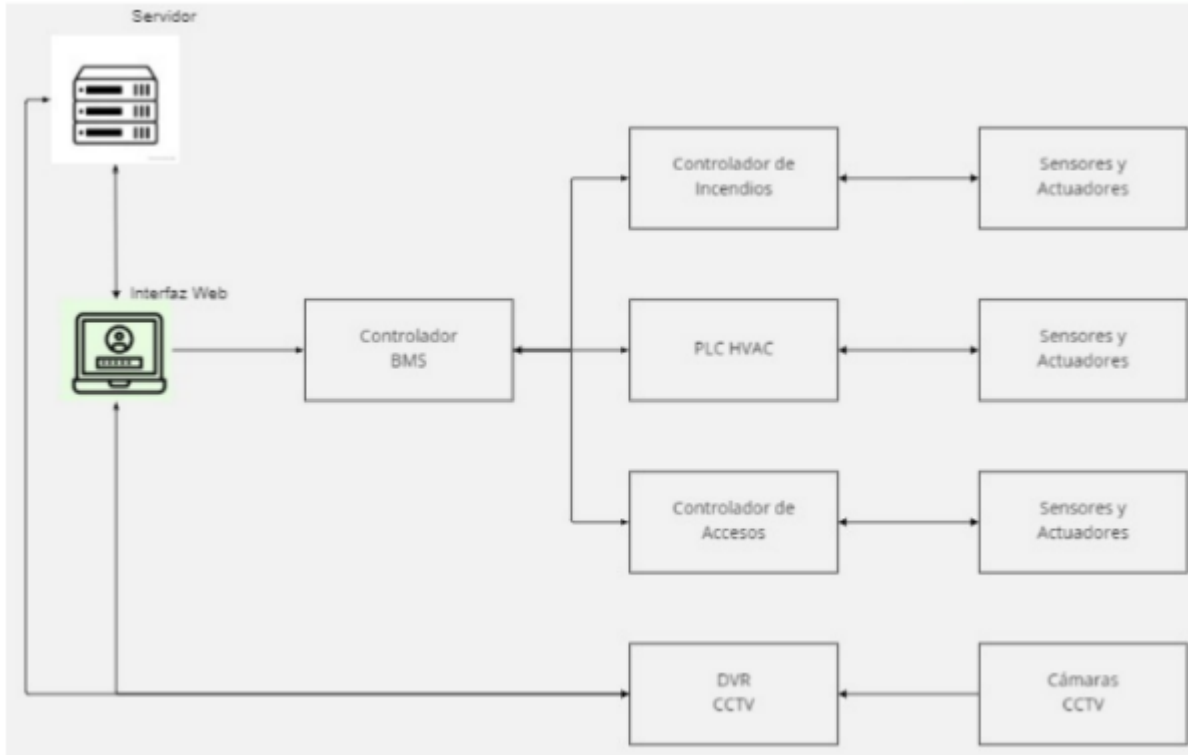
## Esquema de comunicación CCTV



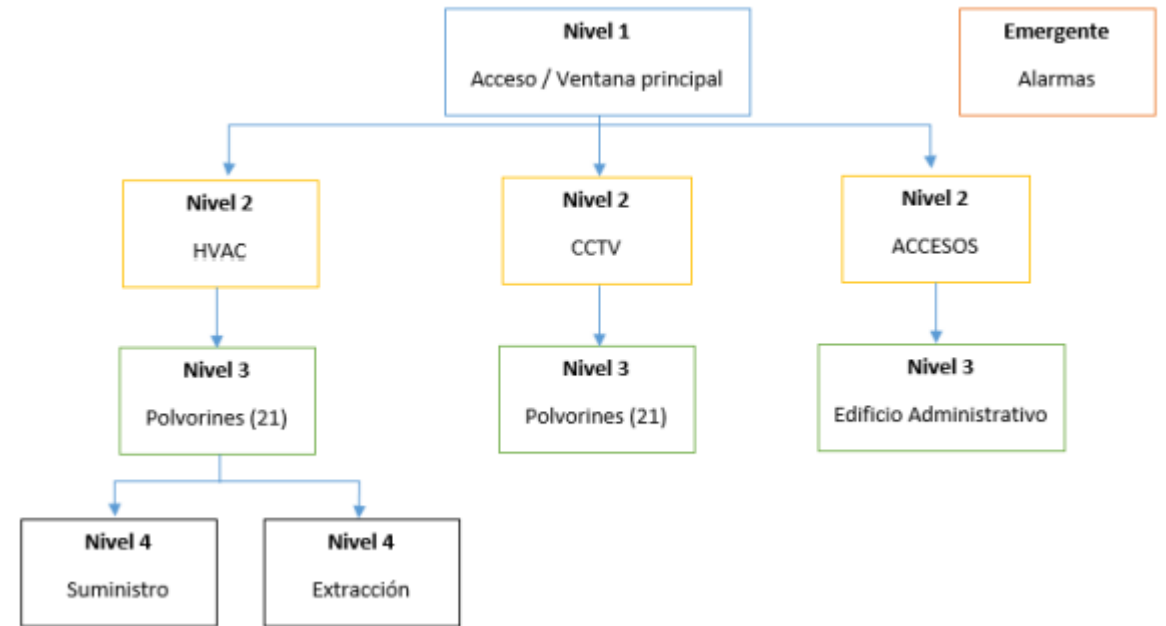
# Diseño Sistema BMS



Esquema de comunicación BMS

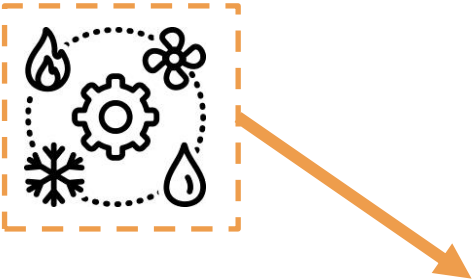
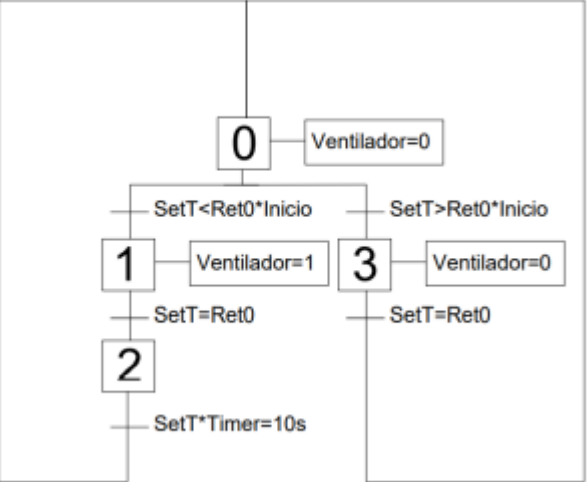


Niveles de navegación Interfaz

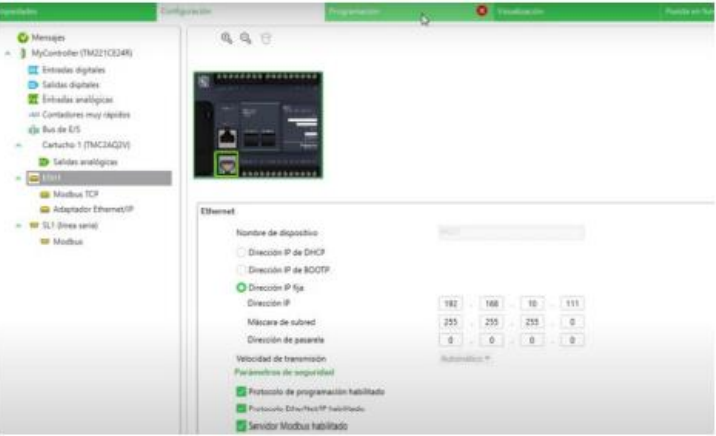


# Implementación

## Configuraciones



## Campo



# Implementación

## Configuraciones

Users Site: BMS\_Jaramijo

General Access Levels Options Photo History Attendance Area Groups Accommodation Visitor

Name	Database ID	Created Date
Giovanny Calza	3	08/07/2022
Christian Suquil	4	08/07/2022
Victor Tamayo	5	08/07/2022
Cuarto Control	6	10/07/2022

Access Levels

Add Delete Graphic View...

Name	Access Level Expires	Expiry Start
Access Level	<input type="checkbox"/>	08/07/2022 0:00:00

Doors Programming mode: Local Controller: SPC Site: Espilon

General Outputs Inputs Options Advanced options Alarm options Function codes History Usage Events

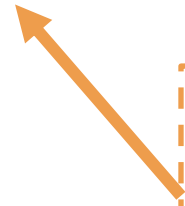
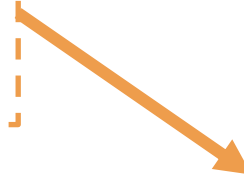
Name	Controller	Database ID	Created date
SPC RD1 DR 1	SPC	26	12/08/2021

Lock output

Lock output group: SPC CP1 Relay 1

Lock activation time: 3

Enable additional lock outputs



## Campo



# Implementación

## Configuraciones

Users Site: BMS\_Jaramijo

General Access Levels Options Photo History Attendance Area Groups Accommodation Visitor

Name	Database ID	Created Date
Giovanny Calza	3	08/07/2022
Christian Suquil	4	08/07/2022
Victor Tamayo	5	08/07/2022
Cuarto Control	6	10/07/2022

Access Levels

Add Delete Graphic View...

Name	Access Level Expires	Expiry Start
Access Level	<input type="checkbox"/>	08/07/2022 0:00:00

Doors Programming mode: Local Controller: SPC Site: Espilon

General Outputs Inputs Options Advanced options Alarm options Function codes History Usage Events

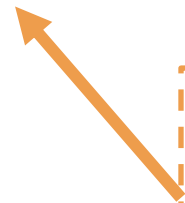
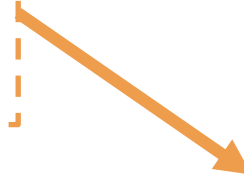
Name	Controller	Database ID	Created date
SPC RD1 DR 1	SPC	26	12/08/2021

Lock output

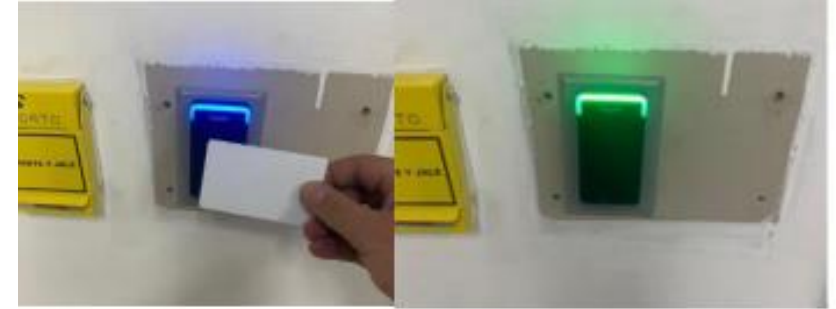
Lock output group: SPC CP1 Relay 1

Lock activation time: 3

Enable additional lock outputs



## Campo



# Implementación



1. En la parte superior izquierda el nombre de la pantalla (Panel)
2. En la parte superior derecha se presenta un botón de búsqueda seguido de un icono de notificaciones y finalmente el usuario con el que se ha ingresado al sistema
3. Menu sistemas
4. En la parte superior derecha la fecha y hora actualizada.
5. Indice de funcionamiento de los distintos sistemas.
6. En la parte inferior derecha de la pantalla se presenta los respectivos 6. botones para ir a alarmas

1. En la parte superior de la barra de navegación el nombre de la pantalla en distinto color
2. En la parte superior derecha se presenta un botón de búsqueda seguido de un icono de notificaciones y finalmente el usuario con el que se ha ingresado al sistema
3. En la parte izquierda se presenta la distribución de los polvorines por grupos y la recepción.
4. En la parte intermedia se presenta el control de extracción y suministro en los polvorines
5. En la parte superior derecha la fecha y hora actualizada.
6. Indice de funcionamiento de los distintos sistemas.



# Pruebas y Resultados

## Objetivo

Verificar la respuesta del sistema de accesos a través del BMS

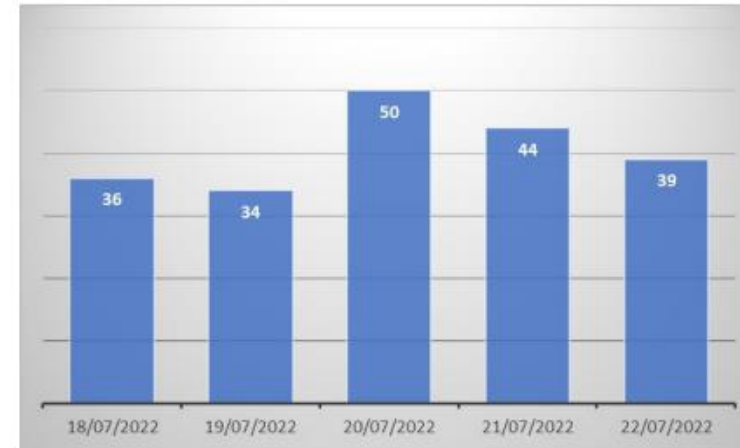
## Componentes



Cantidad total de veces usada la puerta en la semana del 18 de julio de 2022

Fecha	Número veces usada la puerta	Operador
22/07/2022	39	admin
21/07/2022	44	admin
20/07/2022	50	admin
19/07/2022	34	admin
18/07/2022	36	admin

Fecha	Cantidad	Operador	Tarjeta	Mensaje
14/07/2022	2	admin		Door Servidor_Room (DR0) Opened
14/07/2022	3	Christian Zuquillo	284	Door Servidor_Room (DR0) Opened
14/07/2022	2	Victor Tamayo	285	Output CP1 Relay 1 (1) On By Servidor_Room (0) Function Lock
14/07/2022	1			Door Servidor_Room (DR0) Unlocked Request To Exit





# Pruebas y Resultados

## Objetivo

Verificar la respuesta del sistema de CCTV a través del BMS

## Componentes



Fecha	Hora	Fuente	Texto de Alarma
13/07/2022	8:22:17	A1_CCTV	Movimiento detectado
13/07/2022	8:24:23	A2_CCTV	Movimiento detectado
13/07/2022	8:25:41	A3_CCTV	Movimiento detectado
13/07/2022	8:28:35	A4_CCTV	Movimiento detectado
13/07/2022	8:32:05	A5_CCTV	Movimiento detectado
13/07/2022	8:34:33	A6_CCTV	Movimiento detectado
13/07/2022	8:37:01	A7_CCTV	Movimiento detectado
13/07/2022	8:40:13	B1_CCTV	Movimiento detectado
13/07/2022	8:42:21	B2_CCTV	Movimiento detectado
13/07/2022	8:45:03	B3_CCTV	Movimiento detectado
13/07/2022	8:46:53	B4_CCTV	Movimiento detectado
13/07/2022	8:48:27	B5_CCTV	Movimiento detectado
13/07/2022	8:51:01	B6_CCTV	Movimiento detectado
13/07/2022	8:53:12	B7_CCTV	Movimiento detectado
13/07/2022	9:01:13	C1_CCTV	Movimiento detectado
13/07/2022	9:02:56	C2_CCTV	Movimiento detectado
13/07/2022	9:05:07	C3_CCTV	Movimiento detectado
13/07/2022	9:12:31	C1_CCTV	Movimiento detectado
13/07/2022	9:14:53	C2_CCTV	Movimiento detectado
13/07/2022	9:17:11	C3_CCTV	Movimiento detectado

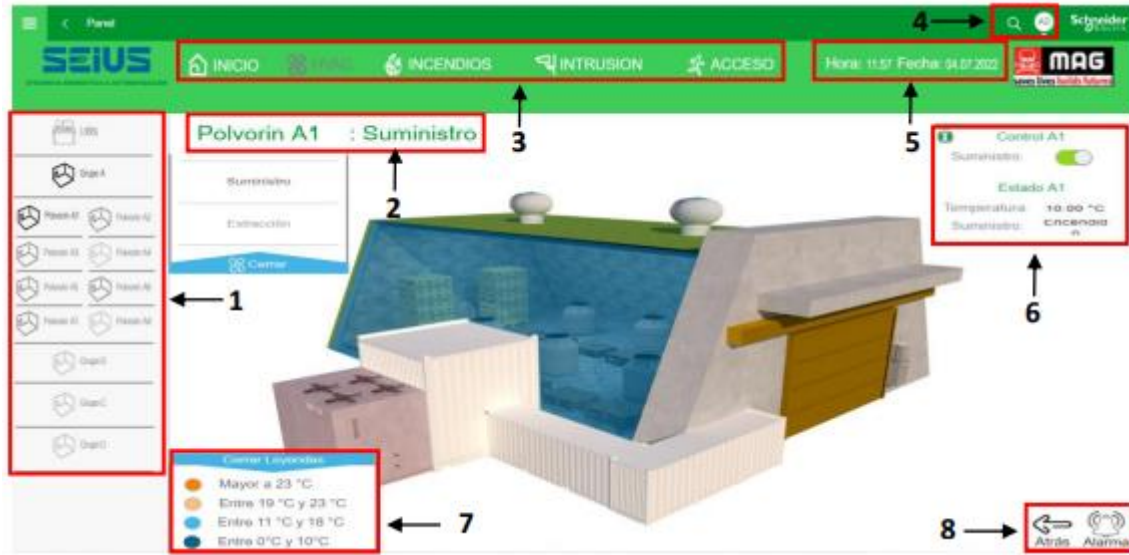


# Pruebas y Resultados

## Objetivo

Verificar la respuesta del sistema de HVAC a través del BMS

## Componentes



Fecha y Hora	Set Point	Polvorin A1	Polvorin B1	Polvorin B3	Polvorin B4	Polvorin B7	Polvorin C1
14/07/2022 6:00	20	20.58	20.39	19.54	20.18	19.42	19.64
14/07/2022 6:05	20	19.81	20.31	19.44	19.8	20.59	20.45
14/07/2022 6:10	20	19.6	20.31	20.44	20.55	20.31	19.94
14/07/2022 6:15	20	20.2	20.49	19.66	20.55	20.28	19.72
14/07/2022 6:20	20	19.74	20.3	20.47	19.4	20.24	20.09
14/07/2022 6:25	20	19.91	20.32	20.55	19.73	20.25	20.55
14/07/2022 6:30	20	20.02	20.16	20.43	19.62	20.26	20.54
14/07/2022 6:35	20	20.04	19.91	20.04	19.86	20.17	19.54
14/07/2022 6:40	20	19.56	20.36	20.37	19.86	20.46	20.49
14/07/2022 6:45	20	19.92	20.25	20.06	19.8	20.14	19.41
14/07/2022 6:50	20	19.99	20.24	20.5	19.69	20.07	19.48
14/07/2022 6:55	20	19.4	20.07	20.57	20.1	20.02	19.79
14/07/2022 7:00	20	19.82	20.49	19.93	19.49	20.01	19.75
14/07/2022 7:05	20	19.41	20.42	19.85	19.44	20.29	19.69
14/07/2022 7:10	20	19.77	20.25	19.6	20.11	20.12	19.95
14/07/2022 7:15	20	20.09	20.27	20.44	20.22	19.99	19.72



# Capacitación



**ESPE**  
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS  
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

# Conclusiones

- Se diseñó e implementó un sistema BMS para un grupo de 21 polvorines separados en 4 secciones, en el mismo se integra los sistemas de CCTV, control de accesos y HVAC, a través de protocolos BACnet, Modbus/TCP, EWS, y ONVIF, para el manejo y supervisión a través de una interfaz web. Se brinda información al usuario sobre el número de veces que se ha abierto la puerta principal, horarios de más afluencia de personas y accesos al cuarto de servidores. La interfaz alerta de la presencia de intrusos en los polvorines, con fecha y hora. El sistema HVAC no permite al usuario ingresar valores fuera del rango de 10°C a 35 °C.
- La arquitectura implementada para integrar los sistemas CCTV, HVAC y accesos, permite la conexión de todos los equipos con tiempos de respuesta alrededor de 1ms, generar reportes por sistema mostrados en el Capítulo IV, todo se centralizo en el sistema BMS para dar seguimiento de variables y alarmas, se utilizó una topología en anillo se garantiza que la información llegue por cualquiera de los dos caminos, esto permite agregar más variables como: sistemas, datos de medidores, sensores entre otros.



# Conclusiones

- El sistema de video Vigilancia funciona 24/7, los componentes elegidos cumplen con las especificaciones técnicas, este genera grabaciones de 600 GB por día, con el dimensionamiento de las 20 TB permite guardar video durante 1 mes, requisito del cliente. El sistema avisa al usuario de forma visual y audible, sobre la presencia de personas en las puertas de los polvorines, genera reportes con esta información como se ve en el Capítulo IV y ANEXO 12
- Se integró el sistema de control de accesos, que permite un registro del número de ingresos al depósito y al cuarto de servidores, en este último se guarda el nombre de la persona que lo hizo, todo a través de los reportes que genera el sistema, presentados en el Capítulo IV, Anexo 10 y Anexo 11.
- La interfaz web genera en tiempo real alarmas y animaciones, para avisar al usuario sobre cualquier posible situación fuera de lo normal. El sistema BMS fue entregado al usuario final con manuales de usuario y capacitaciones sobre las funciones de todo el Sistema BMS, como se ve al final del Capítulo IV.



# Recomendaciones

- Para trabajos futuros en el sistema BMS y la arquitectura instalada, permite integrar más sistemas como: iluminación, energía, incendios, por mencionar algunos. Para la integración de futuros sistemas se debe considerar la arquitectura realizada, los protocolos de comunicación soportados y el costo beneficio que representa para el usuario
- El sistema contra incendios debe ser una prioridad tanto instalarlo como integrarlo al BMS, pues este es el que monitorea la concentración de gases y actuadores necesarios para evitar un incidente, se consideró este sistema durante el diseño explicado en el Capítulo III.
- Se recomienda integrar un sistema correctivo ante posibles incidentes, esto con la finalidad de salvaguardar la integridad del polvorín y los materiales resguardados.



GRACIAS POR SU  
ATENCIÓN

