

# Análisis del sistema de alarmas del EMS del CENACE

W.P. Gamboa

C.S. Erazo

*Centro Nacional de Control de Energía, CENACE*

**Resumen**— El propósito del siguiente artículo es investigar sobre las normativas relacionadas con el manejo y gestión del sistema de alarmas, para con esa base realizar una comparación con el sistema de alarmas del EMS del CENACE. Las normativas EEMUA 191 y la ANSI/ISA-18.2 recomiendan metodologías para la gestión de las alarmas y proporcionan índices referenciales de desempeño. Para calcular esos índices se realizó el análisis estadístico de las alarmas desplegadas al operador del CENACE por un lapso de 30 días y al compararlos con los índices recomendados se determinó que el EMS del CENACE está fuera de los límites que recomiendan las normas anteriormente citadas. Por lo que se propone ciertas sugerencias para la reducción del número de alarmas desplegadas y así encaminarse a las buenas prácticas de ingeniería recomendadas en la normativa de referencia.

**Palabras clave**— Alarmas, EMS, inundación de alarmas.

**Abstract**— The purpose of this article is to investigate regulations related to alarm system use and management, in order to perform a comparison with the CENACE's EMS alarm system. Regulations EEMUA 191 and ANSI/ISA-18.2 recommend methodologies for alarm management and provide referential performance indexes. In order to calculate such indexes, a statistical analysis of CENACE alarms was performed over a period of 30 days and upon comparison with recommended indexes, it was determined that the CENACE's EMS alarms were not within the aforementioned recommended limits. Therefore, certain suggestions were proposed for reducing the number of deployed alarms and thus meet the good engineering practices recommended by the referenced regulations.

**Index Terms**— Alarms, EMS, Alarm Flood.

## 1. INTRODUCCIÓN

Uno de los factores en común entre las industrias petroleras, químicas, farmacéuticas, mineras, generadoras de energía eléctrica, de gas, refinerías, entre otras, es

que tienen un centro de control donde el operador está monitoreando los procesos y presto para responder a las alarmas que puedan presentarse y retornar a condiciones normales el o los procesos que tienen alguna perturbación.

Pero estas alarmas, si no son manejadas adecuadamente, en vez de ayudar a la supervisión de la planta dan lugar a que el operador ante una gran cantidad de alarmas pase por alto la alarma que está originando el problema y con esto las acciones remediales tomen un tiempo mayor al establecido, provocando daños y pérdidas cuantiosas.

La explosión en la refinería Texaco en Milford Haven en 1994 o el accidente ocurrido en la planta de gas Longford de Esso en 1998 son algunos ejemplos de incidentes donde el sistema de alarmas fue determinante que en el desenvolvimiento de los hechos que terminaron en destrucción de las instalaciones de la planta, afectación al medio ambiente, pérdidas económicas y pago de multas. Por ejemplo los operadores de Milford Haven descuidaron el sistema de alarmas debido a que este representaba más un obstáculo que una ayuda [6].

Los centros de control de energía eléctrica no están exentos del monitoreo de variables y el manejo de alarmas y estos son de suma importancia ya que la identificación y una reacción oportuna a cierta alarma puede evitar el colapso de varias subestaciones y disminuir el tiempo de corte del suministro eléctrico a la ciudadanía y reducir todos los problemas y costos que ocasionan los apagones.

## 2. NORMATIVA RELACIONADA

La gestión de alarmas es un tema de importancia para las industrias indicadas anteriormente, por lo que se han realizado varias investigaciones utilizando técnicas como de árboles de decisión, ontologías, lógica difusa, sistemas expertos entre otros con la finalidad de conseguir un manejo óptimo de alarmas.

Adicionalmente los organismos pertinentes estaban en busca de una estandarización de temas referentes al manejo de alarmas, por lo que en 1999 en Europa la EEMUA (Engineering Equipment and Material Users Association) emite su norma EEMUA 191 Alarm Systems, A Guide to Design, Management and Procurement con una revisión en el año 2007. Mientras

que para el año 2009 ISA (International Society of Automation) en Estados Unidos se da a conocer la norma ANSI/ISA-18.2-2009 Management of Alarm Systems for the Process Industries.

## 2.1. Descripción breve de la norma EEMUA 191

EEMUA 191 es un conjunto de directrices para la gestión de alarmas, pero sus recomendaciones no son obligatorias. Sin embargo, el documento describe buenas prácticas y es utilizado por varios organismos reguladores. [1]

En [2] se indican ciertos fundamentos básicos que sigue esta normativa, en ellos se destaca que las alarmas tienen atributos clave como los siguientes

- Deben alertar, informar y guiar.
- Deben ser útiles y relevantes
- Cada alarma debe tener una respuesta definida
- Deben tener un tiempo adecuado para permitir que el operador realice la respuesta definida.
- El sistema de alarmas debe ser diseñado tomando en cuenta las limitaciones humanas.

También recomienda las características que debe cumplir una buena alarma, y estas son

- Relevante, que no se muestren alarmas falsas o de bajo nivel.
- Única, que no existan alarmas duplicadas.
- Oportunas, que no se presenten alarmas muy anticipadamente al tiempo necesario para responder o que se presenten alarmas muy tarde cuando ya no se puede hacer nada para controlarla.
- Priorizadas, que indique la importancia para que el operador sepa a cuál reaccionar primero.
- Entendible, que se muestre un mensaje claro y fácil de entender.
- Capacidad de diagnóstico, que identifique el problema que está sucediendo.
- Asesore, que indique la acción que el operador debe tomar.
- Enfoque, que llame la atención sobre los temas más importantes.

### 2.1.1 Indicadores de la norma

La EEMUA 191 propone los siguientes indicadores para la evaluación del sistema de alarmas.

- El promedio de alarmas a largo plazo en la operación continua debe ser menor a una alarma cada 10 minutos.

- En número de alarmas durante los primeros 10 minutos de una perturbación debe ser inferior a 10.
- La distribución recomendada en la asignación de prioridades en las alarmas debe ser: 5% para alta prioridad, 15% para prioridad media y 80% para baja prioridad.
- El promedio de alarmas permanentes debe ser menor a 10.

Si se contabiliza una mayor cantidad de alarmas a las mencionadas en los anteriores indicadores se dice que se tiene una inundación de alarmas. Los periodos de inundación de alarmas arrancan cuando se tiene más de 10 alarmas en 10 minutos y termina en el periodo cuando se tenga 5 o menos alarmas en 10 minutos. Las inundaciones pueden durar horas y abarcar miles de alarmas [11].

EEMUA ofrece una metodología asequible para la gestión de alarmas, donde se debe seguir los siguientes pasos [1].

### 2.1.2 Patrón de referencia

Primero se debe recopilar la información referente a las alarmas desplegadas en el centro de control para su posterior análisis estadístico.

Se debe medir el número promedio de alarmas en una hora y el número máximo de alarmas en una hora para graficarlos y determinar el patrón de gestión de alarmas.

También se deben realizar las mediciones para evaluar los índices detallados en 2.2.1.

Una vez reunida toda la información para la evaluación e identificación del actual sistema de alarmas se pueden tomar las medidas y estrategias para llevar al sistema de alarmas a un nivel adecuado.

### 2.1.3 Desarrollo de un concepto de alarmas

Debe existir o crear un documento en el cual se defina la metodología y las reglas de constitución de las alarmas y el esquema de priorización.

Este documento también debe describir claramente las funciones y la asignación de las responsabilidades de los operadores ante la ocurrencia de una alarma.

### 2.1.4 Supresión de alarmas molestas

Se llama alarmas molestas a las alarmas que no cumplen con los atributos o con las características de una

alarma que se detallaron anteriormente, en resumen son las alarmas que no presentan ningún valor al operador.

Al identificar y eliminar estas alarmas molestas se puede reducir considerablemente la cantidad de alarmas, ya que las alarmas molestas por lo general son las que se despliegan con mayor frecuencia. No todas las alarmas molestas deben ser eliminadas, algunas pueden pasar a formar parte de los eventos.

### 2.1.5 Racionalización de alarmas

Se debe realizar una revisión a las alarmas para verificar que cumplan con lo estipulado en el concepto de alarmas que se realizó en 2.2.3.

Con esto se puede modificar los ajustes de cada alarma como límites, bandas muertas, cambio de prioridad, entre otros.

En EEMUA 191 se propone una metodología para la valoración general de alarmas como se muestra en la Fig. 1, en donde se evalúan las alarmas y se determinan si necesitan modificaciones en sus ajustes, cambio de nivel de prioridad o la eliminación de la base de alarmas.

### 2.1.6 Mejora continua

Debido a que las condiciones en las plantas son variables y sufren cambios que afectan a los procesos se debe evaluar constantemente el sistema de alarmas y vincular esta evaluación a los procedimientos que se manejen habitualmente en los centros de control.

## 2.2. Descripción breve de la norma ANSI/ISA-18.2

En 2003 ISA inició la investigación para el desarrollo de una normativa para los sistemas de alarmas con la participación de muchas empresas y finalmente publicó la normativa 18.2 en el 2009.

ISA-18.2 proporciona un marco para un satisfactorio diseño, implementación, operación y gestión de los sistemas de alarmas para plantas de proceso [3]. Y es considerada como RAGAGEP (recognized and

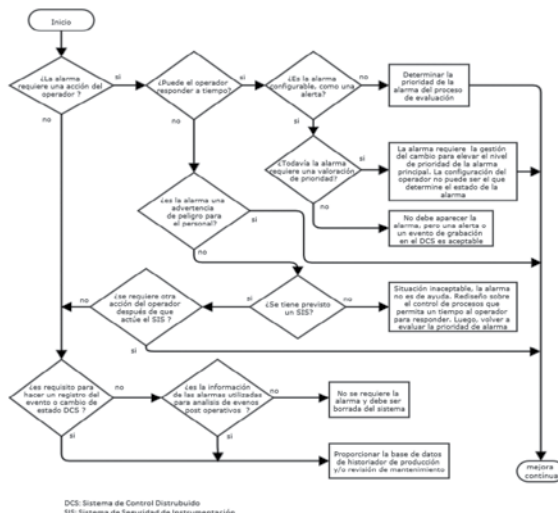


Figura 1: Valoración general de alarmas EEMUA 191 [2]

generally accepted good engineering practices) además que está basado en los aportes de otras normas y directrices como EEMUA 191, NAMUR NA 102 y ASM.

En esta normativa se define a una alarma como: es un medio audible y/o visible para indicar al operador de un mal funcionamiento de un equipo, la desviación de un proceso o una condición anormal que requiere una respuesta [4].

La gestión del sistema de alarmas es un proceso que requiere una continua atención y para esto la ISA-18.2 propone la metodología de los ciclos de vida de la alarma, que están divididos en 10 pasos como se muestra en la Fig. 2.

### 2.2.1 Filosofía de alarmas

Es el documento que especifica los objetivos y los requerimientos y reglas para la desarrollar la gestión del sistema de alarmas. En el mismo deben incluirse:

- Definición de alarma, clasificación de alarmas, determinación de prioridades.
- Roles y responsabilidades de los involucrados con el manejo de alarmas
- Requisitos de la racionalización de alarmas.
- Diseño de las alarmas.
- Reglas para el almacenamiento y eliminación de alarmas.
- Requerimientos para el sistema de monitoreo de alarmas
- Definiciones de la gestión de cambio.
- Entrenamiento.



En la creación de la filosofía de alarmas debe estar involucrados con el manejo de alarmas y formar un comité y de ser posible con la participación de un experto en el tema.

Se realizarán varios borradores hasta que surja el documento final, que periódicamente debe ser revisado para posibles modificaciones de mejora.

### 2.2.2 Identificación

Esta etapa trata de los diferentes métodos existentes que ayuden a identificar la necesidad de una alarma para cierto proceso. Las fuentes para la detección de estas potenciales alarmas pueden ser: las revisiones de procedimientos de operación, recomendaciones de investigaciones de incidentes, auditorías o de estudios especiales como Análisis de Procesos Peligrosos (PHA), Análisis de Protección por Capas (LOPA) y Análisis de modo falla y sus efectos (FMAE), entre otros.

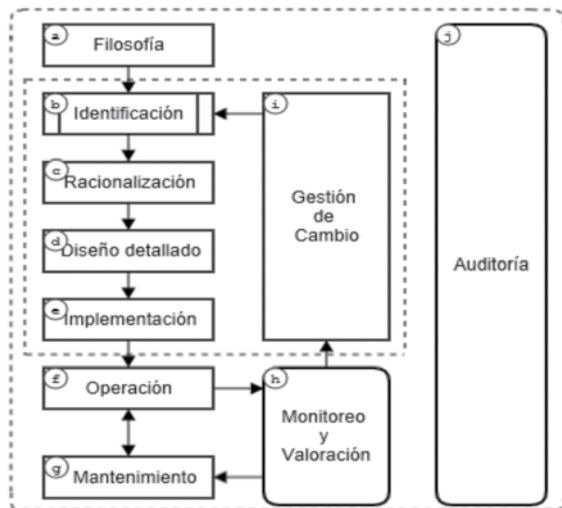


Figura 1: Valoración general de alarmas EEMUA 191 [2]

### 2.2.3 Racionalización

La racionalización es un conjunto de evaluaciones aplicadas a las alarmas existentes y las potenciales alarmas para determinar si cumple con su función. Las principales actividades dentro de la racionalización de alarmas son:

- Asegurar que la alarma cumpla con los criterios planteados en la filosofía de alarmas.
- Justificar la necesidad de esta alarma.
- Señalar las alarmas que se van a eliminar, pues no deberían existir ya que no necesitan respuesta del operador o están duplicadas.
- Determinar apropiadamente el tipo y la clase de alarma.

- Determinar el adecuado punto de calibración, condición lógica, bandas muertas y límites de la alarma.
- Determinar la correcta prioridad de la alarma.
- Documentar alguna especificación especial para el diseño de una alarma.
- Determinar el número mínimo de puntos de alarma para mantener el proceso seguro y bajo control.
- Documentar cualquier capacidad avanzada de alarmas que se desea para cierta alarma.
- Documentar información relevante como: causa, acción recomendada para el operador, el tiempo razonable de acción del operador, consecuencias de la falta de respuesta oportuna del operador para cada alarma.

Luego de todas las evaluaciones se debe volver a verificar que las prioridades de las alarmas están alineadas con las consecuencias de la falta de reacción del operador, los límites de las alarmas permite que haya tiempo adecuado para la respuesta del operador y si se ha identificado la acción razonable y observable del operador.

### 2.2.4 Diseño detallado

Este ciclo está dedicado al entendimiento de las capacidades y limitaciones del sistema de control de los procesos. Se puede dividir en el diseño básico de alarmas, el diseño de la interfaz Hombre – Máquina HMI y el diseño avanzado de alarmas.

En el diseño básico se puede configurar las bandas muertas para una alarma, los tiempos de espera antes de mostrar una alarma, la optimización de alarmas desplegadas al configurarlas como grupo y de más opciones de fácil programación que tenga implementado el sistema de control.

El diseño del HIM debe ser de tal forma que ayude al operador a detectar, diagnosticar y responder ante una alarma en un tiempo prudencial. Por lo que el uso de colores, fuentes, dibujos debe ser el adecuado para que no afecte el desempeño del operador. Igualmente se debe diseñar el esquema de alarmas audibles ya que para diferente alarma puede haber un sonido característico y en otros casos no presentarse ninguno. También se debe tomar en cuenta la manera como las alarmas se van a mostrar en relación a su prioridad y clase, la forma de reconocimiento de las alarmas así como su método de archivo y presentación de las alarmas de equipos fuera de servicio.

Para el diseño avanzado de alarmas se utiliza técnicas que ayuden a mejorar el rendimiento del sistema de alarmas y así garantizar que al operador se le van a presentar alarmas solo cuando estas sean relevantes. Estas técnicas mediante programación, modelamiento y uso de capas lógicas modifican dinámicamente los atributos de las alarmas para ocultarlas y mostrar las relevantes. Dentro de estos métodos avanzados de alarmas se puede indicar entre otros los siguientes: alarmas basadas en modelos, matriz de estado y en lógica, supresión de alarmas basado en agrupamiento, por limitación de tiempo, por conteo y por modificación lógica de atributos.

### 2.2.5 Implementación

En esta sección se trata acerca de las actividades a realizarse por la implementación de un nuevo sistema de alarmas o la implementación de los cambios determinados en las etapas anteriores.

Las actividades a desarrollarse son dos, las pruebas y verificación de los cambios realizados en el sistema de alarmas. Y la segunda es el entrenamiento a los operadores para que se familiaricen con los cambios o nuevas técnicas implantadas y con esto se promueva la confianza de los operadores en el sistema de alarmas. Estas dos actividades deben ser adecuadamente documentadas.

### 2.2.6 Operación

La norma indica las herramientas recomendadas para el manejo de las alarmas durante la operación. Una de esta es el archivo de alarmas que permite al operador ocultar momentáneamente alarmas de menor categoría para quedarse con las importantes y luego de un tiempo establecido estas alarmas archivadas vuelven a aparecer para la gestión del operador.

Para esta etapa debe estar disponible del procedimiento de respuesta a alarmas, documento que fue realizado en la racionalización y contiene información de la causa, acción recomendada, consecuencia de la inacción y el tiempo de respuesta del operador ante una alarma. Esta información de preferencia debería poder ser desplegada en línea.

Finalmente dentro de la operación se recomienda un plan de entrenamiento para refrescar conocimientos y procedimientos en el tema de manejo de alarmas.

### 2.2.7 Mantenimiento

Es el estado cuando una alarma sale fuera de servicio para repararla, reemplazarla o por pruebas. La norma indica los procedimientos y la documentación necesaria para sacar de servicio una alarma y las pruebas previas para su vuelta en servicio.

Adicionalmente como medida de seguridad se requiere que el sistema sea capaz de mostrar una lista con todas las alarmas en mantenimiento, para que el operador antes de poner en funcionamiento un equipo verifique que las alarmas del mismo se encuentran en servicio.

### 2.2.8 Seguimiento y evaluación

En esta parte se describe como analizar el desempeño del sistema de alarmas en comparación con los indicadores recomendados por la norma, estos se muestran en la Tabla 1.

En resumen en una base de por lo menos 30 días se contabiliza el número de alarmas que se presentan en 10 minutos, una hora y en el día. Y se estipula un número aceptable y máximo de alarmas para que un operador pueda responder de manera adecuada y si esta cantidad supera los valores referenciales se considera que existe una inundación de alarmas.

Tabla 1: Mediciones de desempeño de alarmas ISA-18.2 [3z

Medida	Valor objetivo	
	Valores aceptables	Valores máximos
<b>Alarmas mostradas por tiempo</b>		
Alarmas mostradas por día por puesto de operación	150/día	300/día
Alarmas mostradas por hora por puesto de operación	6 en promedio	12 en promedio
Alarmas mostradas por 10 minutos por puesto de operación	1 en promedio	2 en promedio
Porcentaje de horas que contengan más de 30 alarmas	< 1%	
Porcentaje de periodos de 10 minutos que contengan más de 10 alarmas	< 1%	
Máximo número de alarmas en un periodo de 10 minutos	≤ 10	
Porcentaje de tiempo que el sistema de alarmas está en inundación	< 1%	
Contribución porcentual de las 10 alarmas más frecuentes con respecto al total de alarmas	< 1% a 5% máximo con un plan de acción para corregir las diferencias	
Cantidad de alarmas falsas y repetitivas	0, contar con plan de corrección	
Alarmas persistentes	< 5 por día, contar con plan de corrección	

También se recomienda que solo existan tres o cuatro niveles de prioridades, para el caso de tres sería: 80% prioridad baja, 15% prioridad media y 5% prioridad alta. Mientras si se tiene cuatro niveles estas se distribuiría en: 80% baja, 15% media, 5% alta y menor al 1% súper alta prioridad.

Con el análisis estadístico se puede determinar cuáles alarmas están saliendo en mayor cantidad para investigarlas y catalogarlas como alarmas falsas, fugases u obsoletas que pueden ser eliminadas con facilidad siguiendo la metodología de esta norma.

### 2.2.9 Gestión de cambio

Determina el uso de herramientas y procedimientos para garantizar que las modificaciones al sistema de alarmas queden revisadas y aprobadas antes de su implementación.

El HMI debe permitir visualizar un registro histórico de los cambios realizados a los parámetros de las alarmas donde se informe la fecha, el número de cambios, los valores de configuración y el usuario que realizó esta actualización. Con esto se asegura que solo el personal autorizado realice los cambios y se pueda detectar si otro usuario realizó un cambio.

### 2.2.10 Auditoría

Es la última parte del ciclo de vida de las alarmas, aquí se realizan periódicamente una revisión global del sistema de alarmas, de todos los documentos, procedimientos formulados a lo largo del ciclo de vida y la manera en que estos están siendo aplicados se ciñen a las condiciones cambiantes de la planta.

Las novedades encontradas en la auditoría serán reflejadas en la modificación de la filosofía de alarmas y así empieza nuevamente el proceso de mejora continua en el sistema de alarmas.

## 3. DIAGNOSTICO DEL SISTEMA DE ALARMAS DEL CENTRO DE CONTROL DEL CENACE

El EMS del CENACE cuenta con un sistema de alarmas que tiene la capacidad de 8 niveles de prioridades de los cuales se utiliza 5 niveles, se tiene 9 clases de alarmas y cuatro tipos de categorías de alarmas.

En lo referente a la presentación en el HMI las alarmas se muestran en colores de acuerdo a su clase, categoría y prioridad. Se cuenta con un historiador de alarmas donde se puede buscar y filtrar de acuerdo al requerimiento necesario.

En [10] se tiene una referencia de como están configuradas las alarmas del EMS del CENACE. En este se definen las prioridades, número de límites, histéresis, color y sonido de la alarma a mostrarse, valor de la alarma.

Por ejemplo para la potencia aparente en los transformadores se indica que la alarma está configurada al 95% del valor de operación continua declarado por el agente, que tendrá una histéresis de 2 MVA, una prioridad 1, se mostrará en color rojo y con sonido.

Para el caso de voltajes de barra de 230 kV se cuenta con dos niveles de alarma, para alto voltaje High 1 en el valor del voltaje nominal ( $V_n$ ) y el High 2 en  $1,03V_n$ . Mientras que para bajo voltaje el nivel Low 1 está al  $0,96V_n$  y el Low 2 al  $0,95V_n$ . Estas alarmas están en prioridad 2, con sonido y los niveles High 1 y Low 1 se mostrarán en color amarillo mientras que los niveles High 2 y Low 2 están en color rojo.

Las alarmas referidas al AGC (Control Automático de Generación) pueden estar en prioridad 1 y 2, las dos se desplegarán en color azul y solo la prioridad 1 tiene sonido.

Para la apertura de disyuntores se clasifica de dos formas: automática y manual. Si la apertura es automática, es decir, debido a la actuación de las protecciones la prioridad es 1, color rojo y tiene sonido. Mientras que si la apertura es dada vía comando o manual desde el patio su prioridad es 2, en color celeste y sin sonido.

Y así el documento detalla las alarmas para el resto de elementos del sistema eléctrico de potencia. Debido a que el documento es antiguo (2007) y no se ha dado el seguimiento del caso, lo escrito en el mismo dista mucho del actual sistema de alarmas. Por ejemplo en [10] se indica solo un nivel de alarmas para la potencia aparente en los puntos de entrega mientras que en la actualidad se tiene 3 niveles. Otro es que lo estipulado para la apertura de disyuntores no se está cumpliendo, las aperturas manuales o automáticas tienen igual prioridad, color y sonido.

También no se han ejecutado los cambios solicitados, por ejemplo se pide que no se desplieguen las alarmas de prioridad 8 a los operadores, actualmente se tiene habilitada esta prioridad que llena la pantalla de con alarmas inútiles al operador.

### 3.1. Acción de mejora

Una vez detallado de forma rápida el sistema de alarmas se propone seguir las recomendaciones brindadas por las normas EEMUA 191 y ANSI/ISA-18.2 y que son aplicables a un centro de control del sistema eléctrico de potencia. Las actividades propuestas serían.

- Medición del patrón de referencia.
- Creación del concepto o filosofía de alarmas.
- Identificación y racionalización.

- Diseño e implementación.
- Operación y mantenimiento.
- Seguimiento y evaluación.
- Gestión de cambio.
- Auditoría.

El alcance del presente artículo es exponer las mediciones realizadas a las alarmas que se muestran en el centro de control y proponer ciertas pautas para la filosofía de alarmas en busca de reducir la cantidad de alarmas desplegadas.

### 3.2. Medición del patrón de referencia

Se ha recopilado la información necesaria para encontrar el patrón de gestión de alarmas y luego calcular los índices recomendados. Los resultados del análisis realizado para los 30 días del mes de agosto de 2013 se muestran a continuación.

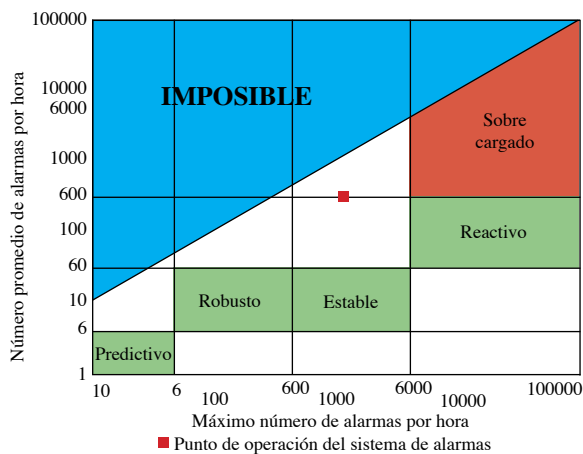


Figura 3: Patrón de gestión de alarma para el CENACE

En la Fig. 3 se muestra el patrón de gestión de alarmas propuesto por la EEMUA 191, donde se puede observar que el sistema de alarmas del CENACE está más cerca del lado imposible de responder a las alarmas que del lado robusto o estable que es manejable. Con esta información se debe tomar medidas para la reducción de alarmas y tratar que el punto de operación del sistema de alarmas esté entre robusto y predictivo que es la recomendación de la EEMUA 191.

Otro indicador que se calculó es el número de alarmas mostradas por día. La ISA-18.2 recomienda que las alarmas sean 150 como aceptables y hasta 300 como máximo manejable. En la Fig. 4 se muestra la contabilidad de las alarmas en el día y se observa que nunca se tiene los valores recomendados, el valor mínimo contabilizado es de 10 620 alarmas.

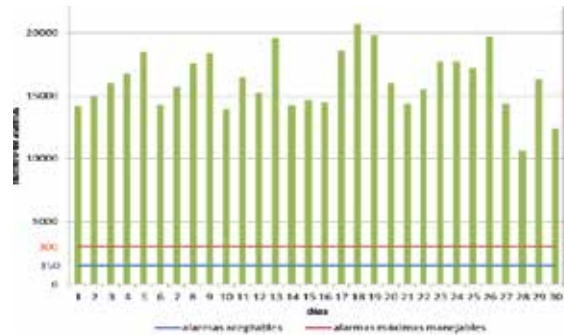


Figura 4: Número de alarmas por día

La norma ISA-18.2 recomienda que se tenga de manera aceptable 6 alarmas y como máximo 12 en un hora. Pero se halló que las alarmas por hora son mucho mayores que ese valor, el valor mínimo es de 224 muy lejano de 12. En la Fig. 5 se muestra lo descrito.

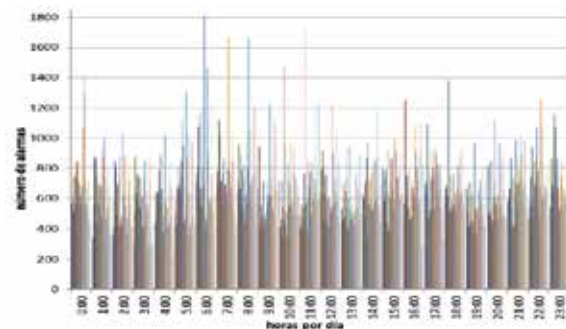


Figura 5: Número de alarmas por hora

Finalmente para el índice de número de alarmas cada 10 minutos los resultados no varían como se ve en la Fig. 6 y se tiene valores considerablemente mayores a los recomendados por la norma que son 1 y máximo 2. El valor mínimo encontrado es de 19.

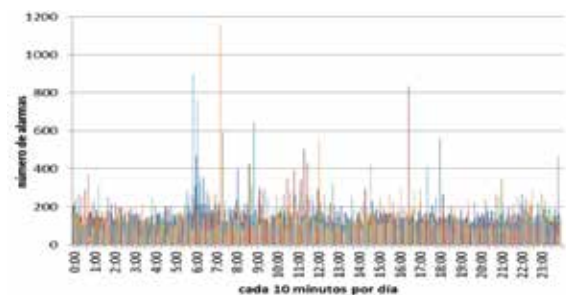


Figura 6: Número de alarmas por cada 10 minutos

Otro valor recomendado por ambas normas es el porcentaje asignado a cada prioridad. En el EMS del CENACE se utilizan 3 prioridades (1, 2 y 3) y una adicional que es la 8 para información del EMS que no se utiliza en la operación. En la Fig. 7 se indica los resultados.

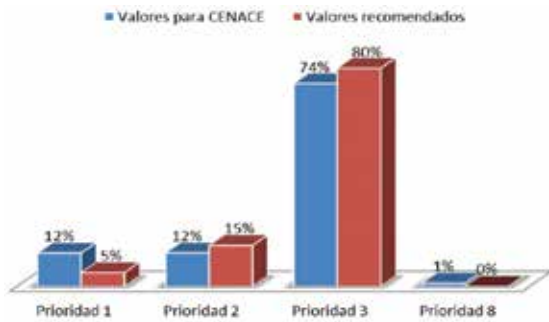


Figura 7: Proporción de prioridades

Finalmente se realizó un estudio para ver que subestación o instalación es la que genera mayor cantidad de alarmas. En la Fig. 8 se ve que con 4 subestaciones se generaron el 56% de las alarmas.

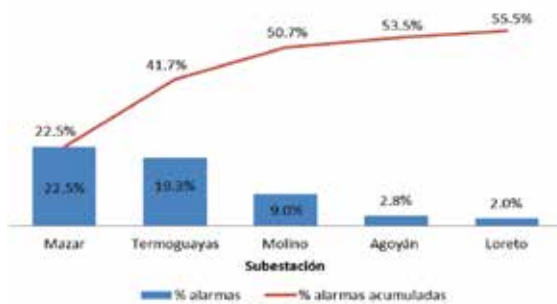


Figura 8: S/E con alarmas más frecuentes

### 3.3. Sugerencias para la filosofía de alarmas

En base al análisis anterior se puede dar las siguientes sugerencias para que formen parte de la filosofía de alarmas.

- Conformar un grupo permanente que esté encargado del seguimiento del sistema de alarmas, este grupo debería estar conformado principalmente por personal de la sala de control y del área de tiempo real.
- Revisar las subestaciones que generan más alarmas para identificar que alarma de estas es la que genera la avalancha de alarmas.
- Se debe cambiar los límites máximos a las barras donde se conecta generación, ya que en periodos de demanda media y máxima se maximiza la potencia reactiva de estas centrales y se tiene gran cantidad de alarmas de alto nivel de voltaje.
- Cuando una posición salga a mantenimiento debería ser posible que sus alarmas salgan también fuera de línea, ya que en estas posiciones se hace pruebas de apertura y cierre lo que genera alarmas falsas.
- En algunas subestaciones se tiene mediciones redundantes por lo que para una misma maniobra se generan tres o cuatro alarmas, se debería suprimir estas alarmas duplicadas.

- Se debe agrupar las alarmas para que en el caso de la actuación de un esquema de protección sistémico (EPS) que abra varias posiciones la alarma que aparezca sea la actuación del EPS y no todas las posiciones abiertas. Y si alguna posición no actúa como indica el EPS también debería salir como alarma.
- Igualmente se debería zonificar las alarmas de voltaje, ya que ante una falla considerable la zona aledaña es la que se ve afectada en el voltaje, así si todas las subestaciones censan voltaje fuera de rango se tendría una alarma zonal que indica la falla y no varias alarmas de cada subestación a causa de la misma falla.
- Las aperturas y cierres de disyuntores que se dan debido a la coordinación de maniobras, es decir, son vía comando desde el centro de control o de forma manual desde el patio de una subestación no deben ser consideradas alarmas sino eventos de la operación normal del sistema. La misma consideración se la debería de dar para maniobras en el AGC.
- Los límites de voltaje en las barras debe estar en concordancia con el estudio “Informe de bandas de voltaje SNT” que anualmente realiza DPL.
- Documentar el plan de acción por parte de los operadores y supervisor ante la ocurrencia de una alarma.
- Definir una filosofía de alarmas para que esta sea aplicada en la actualización del EMS.

## 4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Debido a la importancia que tienen las alarmas en las plantas de proceso se han creado normas que fomentan buenas prácticas de ingeniería con el fin de mantener los procesos dentro de sus límites establecidos ante el reconocimiento, diagnóstico y respuesta a las alarmas por parte del operador y así evitar accidentes que afecten a las personas, instalaciones y el medio ambiente.

Si bien las normativas EEMUA 191 y ANSI/ISA-18.2 se refieren a plantas industriales de procesos donde se produce bienes, los centros de control de sistemas de potencia no estarían excluidos de esas normativas, ya que la respuesta adecuada y oportuna ante las contingencias hace que el suministro eléctrico se mantenga o se reponga lo antes posible para el desarrollo de la mayoría de actividades productivas y cotidianas de las personas.

No se ha dado el seguimiento adecuado al sistema de alarmas del EMS del CENACE, ya que no se cuenta con un documento actualizado del sistema de alarmas y los cambios solicitados no han sido implantados.



Del análisis realizado se encontró que el sistema de alarmas del EMS del CENACE no está dentro de los índices recomendados por las normas EEMUA 191 y ANSI/ISA-18.2.

Se recomienda generar un grupo permanente de trabajo que tenga bajo su responsabilidad la gestión del sistema de alarmas del EMS del CENACE.

Se recomienda modificar los procedimientos para que en estos se considere los principios dotados por las normas EEMUA 191 o ANSI/ISA-18.2 para la gestión del sistema de alarmas.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] Hollender M., Beuthel C. (2007). “Sistema Inteligente de Alarmas”, Revista ABB 1/2007, pp. 20-23.
- [2] “Introducing 2nd edition EEMUA 191” (2007). Disponible (online) en:
- [3] <http://www.eemua.org/pdf/EEMUA191-Presentations.pdf>
- [4] “Setting a new standard in alarm management: How to follow the ISA 18.2 alarm management standard to create a safer and more productive plant.” (2010). Disponible (online) en: <http://www.usa.siemens.com/process>
- [5] Hollifield B.(2010). “ Understanding and Applying the ANSI/ISA 18.2 Alarm Management Standard” Disponible (online) en:
- [6] <http://www.pas.com>
- [7] ISA (2007). ”Alarm Management: Current State and Direction for Alarm Management Guidelines”. ISA EXPO 2007, Houston, USA .
- [8] HSE Books (1995). “The Explosion and Fires at the Texaco Refinery, Milford Haven, 24 July 1994”, Sudbury, U.K. (1995).
- [9] Wright J. (2011). “Alarm Management Standards and Best Practices”, Rockwell Automation. Chicago, USA
- [10] Zabre E., Gómez O. (2012). “Panorama de la racionalización de alarmas en el sector industrial y eléctrico”, Boletín IIE jul – sep 2012. México.
- [11] Aizpurúa O., Galán R., Jiménez A., (2009) “Una nueva metodología para el análisis de alarmas masivas en sistema de potencia basada en sistemas cognitivos”, energética Vol. XXX No.3/2009.
- [12] DOP – DSI (2007), “Acta de reunión de trabajo 1 del Proyecto definición de alarmas”, 16-04-2007.
- [13] deBarr (2013), “Análisis de alarmas – CENACE”



Christian Erazo Pazmiño.- Nació en Quito, Ecuador en 1982. Recibió su título de Ingeniero Eléctrico de la Politécnica Nacional en 2007; desde el 2008 se desempeña como Operador de Generación y Transmisión en la sala de control del CENACE.



Wilmer Gamboa Naranjo.- Realizó sus estudios en la Escuela Politécnica Nacional en donde obtuvo su el título de Ing. Eléctrico en el año 2001, Diplomado en Planificación Estratégica en el año 2008 y Técnico de Energía Solar: Térmica y Fotovoltaica en el año 2009.

Se desempeña como Operador de Sistema de Generación y Transmisión de CENACE desde el año 2001