



UNIVERSIDAD
DE PIURA

REPOSITORIO INSTITUCIONAL
PIRHUA

NORMATIVA PARA EL DISEÑO DE INTERFACES GRÁFICAS DE SISTEMAS DE AUTOMATIZACIÓN INDUSTRIAL

Carolina Ames-Zegarra

Lima, octubre de 2015

FACULTAD DE INGENIERÍA

Área Departamental de Ingeniería Industrial y de Sistemas

Ames, C. (2015). *Normativa para el diseño de interfaces gráficas de sistemas de automatización industrial*. Tesis de pregrado no publicado en Ingeniería Industrial y de Sistemas. Universidad de Piura. Facultad de Ingeniería. Programa Académico de Ingeniería Industrial y de Sistemas. Lima, Perú.

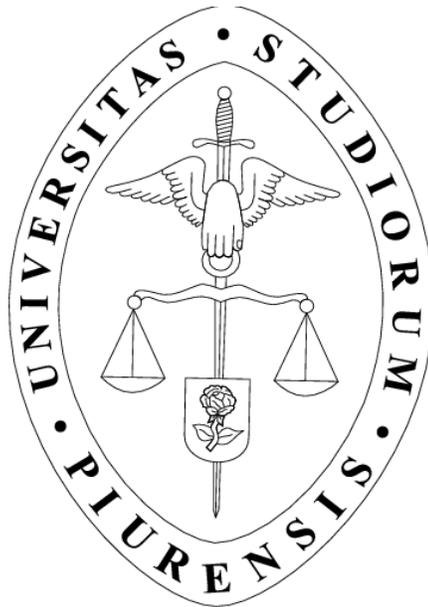


Esta obra está bajo [una licencia Creative Commons Atribución-NoComercial-SinDerivadas 2.5 Perú](#)

Repositorio institucional PIRHUA – Universidad de Piura

UNIVERSIDAD DE PIURA

FACULTAD DE INGENIERÍA



**“NORMATIVA PARA EL DISEÑO DE INTERFACES GRÁFICAS
DE SISTEMAS DE AUTOMATIZACIÓN INDUSTRIAL”**

Tesis para optar el Título de
Ingeniero Industrial y de Sistemas

CAROLINA AMES ZEGARRA

Lima, octubre de 2015

A mi madre y hermana por la confianza depositada en mí.

A la profesora Cynthia Briceño por su paciencia, valiosos aportes y apoyo incondicional.

A los profesores Ernesto Guevara y Erick Arauco por asesorar esta pequeña contribución al campo de la ingeniería.

A Elena, por ser mi apoyo emocional y ayudarme a ver la luz cuando me encontraba en la oscuridad.

Agradecimientos

Agradezco a la profesora Cynthia Briceño, al profesor Víctor Manco y a mi asesor, al profesor Erick Arauco, por el apoyo brindado en la realización del presente estudio. Asimismo, mi gratitud a Amazonas Cleaners S.R.L, a Transportes Gianfranco E.I.R.L. y a la institución de Essalud, quienes me brindaron las facilidades que necesitaba para la realización de la presente investigación.

Introducción

El presente trabajo de investigación buscar ser una propuesta de una normativa de diseño de interfaces gráficas industriales para los sistemas de automatización industrial. Con este primer antecedente, pretendo incentivar a los interesados en mejorar las ideas y las metodologías para la automatización de las industrias; y de esta manera, aportar al desarrollo tecnológico de nuestro país.

El trabajo de tesis que aquí les presento, se estructura en seis capítulos:

En el Capítulo I se expone el planteamiento del problema del trabajo de investigación; asimismo, se presentan los objetivos (general y específicos), la justificación y el alcance que este estudio tendrá. El Capítulo II contiene el marco teórico de diseño de interfaces gráficas que explica los temas relacionados con la normativa propuesta.

En el capítulo III se describen las empresas elegidas para el proyecto y se plantea la normativa propuesta para el diseño de interfaces gráficas de los sistemas automatizados industriales, donde se explican los aspectos seleccionados para su realización: tipo de trabajador, tipo de proceso y entorno de trabajo.

En el capítulo IV se explica el proceso de aplicación de la propuesta, la obtención de información y el diseño de prototipos para la evaluación respectiva.

En el capítulo V se presentan los cuadros estadísticos de la información obtenida para ser analizada.

Finalmente, en el capítulo VI se exponen las conclusiones y recomendaciones para los futuros estudios e investigaciones.

Resumen

El proyecto de investigación muestra la normativa propuesta a partir de los conocimientos y entrevistas realizadas a los trabajadores de las empresas elegidas para la investigación. Para ello, se han diseñado prototipos de interfaces gráficas, según la normativa, para ser mostradas y evaluadas por los trabajadores; finalmente, se recogen los resultados obtenidos y se analizan para plantear las conclusiones y las recomendaciones del estudio.

Cabe mencionar que se aplica esta normativa para empresas que no están automatizadas y que además son industriales, puesto que el entorno, los usuarios (los trabajadores) y la forma de pensar de los industriales son distintos a los usuarios más conocidos (comerciales y de escritorio); de esta manera, se busca mejorar el trabajo, el control y el monitoreo del proceso, así como la interacción de los trabajadores con la máquina.

ÍNDICE

CAPÍTULO 1: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	9
1.1. Planteamiento del problema	9
1.2. Objetivos	10
1.2.1. Objetivo general	10
1.2.2. Objetivos específicos	10
1.3. Justificación.....	10
1.4. Alcance.....	12
CAPÍTULO 2: MARCO TEÓRICO	13
2.1. Antecedentes de investigación	13
2.1.1. Internacionales.	13
2.1.2. Nacionales.....	14
2.1.3. Antecedentes de eventos negativos debido a un diseño de interfaces inadecuado.	14
2.1.3.1. El Accidente de la Isla Nuclear de 3 Millas	14
2.1.3.2. Therac-25.....	15
2.2. Sistemas de información	17
2.2.1. Definición.....	17
2.2.2. Clasificación.....	17
2.2.2.1. Sistema de información empresarial	17
2.2.2.2. Sistema de información industrial	18
2.3. Control con Supervisión y Adquisición de Datos (SCADA).....	19
2.3.1. Definición.....	20
2.3.2. Aplicaciones en industria	21
2.3.3. Arquitectura.....	21
2.4. Interfaz del usuario.....	23
2.4.1. Clasificación.....	24
2.4.2. Interfaz hombre-máquina	24
2.5. Ley N° 29783 - Ley de Seguridad y Salud en el Trabajo	25
2.5.1. Principios legales	25
2.5.1.1. Principio de prevención.....	25
2.5.1.2. Principio de responsabilidad	25
2.5.1.3. Principio de cooperación	25
2.5.1.4. Principio de consulta y participación	26
2.5.1.5. Principio de protección.....	26
2.5.2. Artículos legales	26
2.6. Diseño de interfaz gráfica en función al proceso industrial	30
2.6.1. Tipos de procesos.....	30

CAPÍTULO 3: DESARROLLO DE LA NORMATIVA PARA EL DISEÑO DE INTERFACES GRÁFICAS	33
3.1. Situaciones actuales de entidades elegidas para la prueba de propuesta.....	33
3.1.1. Amazonas Cleaners S.R.L.	33
3.1.2. Transportes Gianfranco E.I.R.L.	34
3.2. Criterios generales	34
3.2.1. Tipo de trabajador	34
3.2.2. Tipo de proceso.....	35
3.2.3. Entorno de trabajo.....	35
3.3. Normativa para el diseño de interfaces gráficas de sistemas automatizados industriales	35
CAPÍTULO 4: APLICACIÓN DE LA NORMATIVA PROPUESTA. 43	43
4.1. Escenario elegido	43
4.2. Participantes	43
4.3. Metodología con simulación con piloto	43
4.4. Prototipos	44
4.4.1. Amazonas Cleaners S.R.L.....	44
4.4.1.1. Prototipo de diseño: Área de lavadoras.....	44
4.4.1.2. Prototipo de diseño: Área de centrífugas	52
4.4.1.3. Prototipo de diseño: Área de secadoras.....	58
4.4.2. Transportes Gianfranco E.I.R.L.	64
4.4.2.1. Prototipo de diseño	64
CAPÍTULO 5: RESULTADOS OBTENIDOS EN LA APLICACIÓN PILOTO DE LA PROPUESTA	71
5.1. Metodología de recopilación y análisis de datos	71
5.1.1. Resultados de la primera entrevista.....	71
5.1.2. Resultados de la segunda entrevista	78
CAPÍTULO 6: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	82
6.1. Conclusiones	82
6.2. Recomendaciones	84
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	86
ANEXOS	92

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 2.1: Arquitectura básica de SCADA 1	23
Figura 2.2: Arquitectura básica de SCADA 2.....	23
Figura 2.3: Tipos de procesos según ISA.....	32
Figura 4.1: Interfaz N°1: Inicio de sesión	44
Figura 4.2: Interfaz N°2: Error al introducir datos del trabajador.....	45
Figura 4.3: Interfaz N°3: Mensaje de no autorización al trabajador para manipular en diversos colores de contraste	45
Figura 4.4: Interfaz N°4: Primera presentación para hacer uso del equipo	46
Figura 4.5: Interfaz N°5: Mensaje que indica el inicio de la operación correspondiente al primer enjuague de ropa	47
Figura 4.6: Interfaz N°6: Pantalla que indica el estado operativo de la lavadora	47
Figura 4.7: Interfaz N°7: Mensaje que indica el fin de la operación de enjuague.....	48
Figura 4.8: Interfaz N°8: Pantalla que indica el fin de la operación de enjuague	48
Figura 4.9: Interfaz N°9: Mensaje que indica el inicio de la operación de lavado de ropa	49
Figura 4.10: Interfaz N°10: Pantalla que indica el estado operativo de la lavadora	49
Figura 4.11: Interfaz N°11: Mensaje que indica el fin de la operación de lavado	50
Figura 4.12: Interfaz N°12: Mensaje que solicita la confirmación de la salida de sesión.....	50
Figura 4.13: Interfaz N°13: Mensaje que indica error o falla	51
Figura 4.14: Interfaz N°14: Pantalla que indica error y sus posibilidades.	51
Figura 4.15: Interfaz N°15: Pantalla que solicita la confirmación del proceso después de reparación del error	52
Figura 4.16: Interfaz N°1: Inicio de sesión	52
Figura 4.17: Interfaz N°2: Error al introducir datos del trabajador.....	53
Figura 4.18: Interfaz N°3: Mensaje de no autorización al trabajador para manipular en diversos colores de contraste.....	53
Figura 4.19: Interfaz N°4: Primera presentación para hacer uso del equipo	54
Figura 4.20: Interfaz N°5: Mensaje que indica el inicio de la operación correspondiente de centrifugado	54

Figura 4.21: Interfaz N°6: Pantalla que indica el estado operativo de la centrifuga.....	55
Figura 4.22: Interfaz N°7: Mensaje que indica el fin de la operación de centrifugado.....	55
Figura 4.23: Interfaz N°8: Pantalla que indica el fin de la operación de centrifugado.....	56
Figura 4.24: Interfaz N°9: Mensaje que solicita la confirmación de la de sesión.....	56
Figura 4.25: Interfaz N°10: Mensaje que indica error o falla.....	57
Figura 4.26: Interfaz N°11: Pantalla que indica error y sus posibles causas.....	57
Figura 4.27: Interfaz N°12: Pantalla que solicita la confirmación del proceso después de reparación del error.....	58
Figura 4.28: Interfaz N°1: Inicio de sesión.....	58
Figura 4.29: Interfaz N°2: Error al introducir datos del trabajador.....	59
Figura 4.30: Interfaz N°3: Mensaje de no autorización al trabajador para manipular en diversos colores de contraste.....	59
Figura 4.31: Interfaz N°4: Primera presentación para hacer uso del equipo.....	60
Figura 4.32: Interfaz N°5: Mensaje que indica el inicio de la operación correspondiente de secado.....	60
Figura 4.33: Interfaz N°6: Pantalla que indica el estado operativo de la secadora.....	61
Figura 4.34: Interfaz N°7: Mensaje que indica el fin de la operación de secado.....	61
Figura 4.35: Interfaz N°8: Pantalla que indica el fin de la operación de secado.....	62
Figura 4.36: Interfaz N°9: Mensaje que solicita la confirmación de la salida de sesión.....	62
Figura 4.37: Interfaz N°10: Mensaje que indica error o falla.....	63
Figura 4.38: Interfaz N°11: Pantalla que indica error y sus posibles causas.....	63
Figura 4.39: Interfaz N°12: Pantalla que solicita la confirmación del proceso después de reparación del error.....	64
Figura 4.40: Interfaz N°1: Inicio de sesión.....	64
Figura 4.41: Interfaz N°2: Error al introducir datos del trabajador.....	65
Figura 4.42: Interfaz N°3: Mensaje de no autorización al trabajador para manipular en diversos colores de contraste.....	65
Figura 4.43: Interfaz N°4: Primera presentación para hacer uso del	

equipo	66
Figura 4.44: Interfaz N°5: Mensaje que indica el inicio de la operación correspondiente de encendido del tanque de amoníaco	66
Figura 4.45: Interfaz N°6: Pantalla que indica el estado operativo del tanque de amoníaco	67
Figura 4.46: Interfaz N°7: Mensaje que indica el fin de la operación	67
Figura 4.47: Interfaz N°8: Pantalla que indica el fin de la operación	68
Figura 4.48: Interfaz N°9: Mensaje que solicita la confirmación de la salida de sesión	68
Figura 4.49: Interfaz N°10: Mensaje que indica error o falla	69
Figura 4.50: Interfaz N°11: Pantalla que indica error y sus posibles causas	69
Figura 4.51: Interfaz N°12: Pantalla que solicita la confirmación del proceso después de reparación del error	70

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1: Preferencia de uso de dispositivo 1	72
Gráfico 2: Preferencia de uso de dispositivo 2	72
Gráfico 3: Colores a ver en la interfaz (acumulado)	73
Gráfico 4: Colores a ver en la interfaz (por empresa)	73
Gráfico 5: Colores a ver para alarmas (acumulado)	74
Gráfico 6: Colores a ver para alarmas (por empresa)	74
Gráfico 7: Tamaño de letra usada en interfaz (por empresa)	75
Gráfico 8: Tamaño de letra usada en alarmas 1	75
Gráfico 9: Tamaño de letra usada en alarmas 2	76
Gráfico 10: Uso de simbología en interfaces	76
Gráfico 11: Tipo de números a mostrar en interfaz (por empresa)	77
Gráfico 12: Ayuda para la prevención de errores y accidentes (por empresa)	78
Gráfico 13: Preferencia de colores para ventanas de aviso de autorización 1	79
Gráfico 14: Preferencia de colores para ventanas de aviso de autorización 2	79
Gráfico 15: Preferencia de colores para ventanas alarma	80
Gráfico 16: Preferencia de forma de apreciación de máquina	80
Gráfico 17: Preferencia de forma de apreciación de máquina según tipo de trabajador	81

CAPÍTULO 1

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1. Planteamiento del problema

En la actualidad, las industrias buscan optimizar sus procesos a través de la implementación de sistemas de automatización industrial, lo que conlleva a que se requieran profesionales especializados para las actividades de análisis, diseño, programación e implementación de dichos sistemas, con el fin de optimizar el trabajo de los operarios, mejorar el rendimiento laboral y reducir la tasa de errores en el proceso productivo de la industria.

Es importante mencionar que un proceso corresponde a una serie de pasos que se llevan a cabo en una secuencia, de tal forma que, a través de operaciones realizadas por el hombre o la máquina, se obtenga como resultado un producto o servicio que permita el aprovechamiento eficaz de los insumos utilizados.

Analizando ahora la realidad peruana, es factible observar que varias de las industrias no cuentan con sistemas automatizados, lo que implica una mayor demanda de tiempo en el proceso productivo, así como un margen de error alto; lo cual generará un bajo rendimiento en el proceso. Por otro lado, la corrección de los errores requerirá un doble procesamiento, y, en consecuencia, los costos se elevarían.

Es importante mencionar el aspecto ligado a la seguridad del personal que interviene en los procesos productivos de una empresa. Como se sabe, en nuestro país es frecuente la ocurrencia de accidentes que

tienen como causa principal una inadecuada gestión de alarma, la inexistencia de retroalimentación al usuario y, sobre todo, una falta de conocimiento del uso de la interfaz por parte de los operarios.

A partir de lo anteriormente planteado, se hace necesaria la propuesta de una normativa de fundamentos básicos que permitan estandarizar el diseño de interfaces gráficas en sistemas automatizados industriales.

1.2. Objetivos

1.2.1. Objetivo general

Generar una normativa con la finalidad de estandarizar el diseño de interfaces gráficas de sistemas de automatización industrial.

1.2.2. Objetivos específicos

- Recopilar información referente a los fundamentos de diseño de interfaces.
- Plantear la normativa mediante un formato escogido para estandarizar los criterios más importantes al momento del diseño y construcción de interfaces.
- Aplicar la normativa en empresas elegidas.
- Construir prototipos usando como base los parámetros, es decir, los criterios brindados por la normativa mediante el uso de *software*.
- Definir y aplicar la prueba de usabilidad mediante el uso de los prototipos construidos sobre la base de la normativa.
- Analizar los resultados obtenidos en la prueba de usabilidad.

1.3. Justificación

El presente trabajo busca estandarizar y orientar el diseño e implementación de las interfaces gráficas a través de una normativa, teniendo como principal objetivo a las empresas industriales no automatizadas. Asimismo, el estudio busca homogeneizar los procesos de diseño con el propósito de agilizar el trabajo a los profesionales. Debido a que el Perú está incursionando poco a poco en el tema, se puede constatar que, actualmente, existen empresas que realizan estos

trabajos, y que se verían beneficiadas con la investigación. Finalmente, se busca promover la prevención, ya que el propósito del presente estudio es presentar un diseño que mejore la gestión y retroalimentación, por parte del operario, del proceso productivo, y así evitar hechos lamentables.

Otro aspecto que se tomará en cuenta, y que beneficiaría principalmente a las industrias, es la gestión mediante alarmas. Se conoce sobre antecedentes negativos, es decir, sobre accidentes trágicos producto de la falta de criterios adecuados en la elaboración del diseño, como sucedió en los casos de Therac-25 (1985-1987) y El Accidente de la Isla Nuclear 3 Millas (1979). En nuestro país, lamentablemente, no se cuenta con una cultura de prevención de accidentes causados por errores de usabilidad en el nivel de los operarios.

Actualmente, en el Perú, se está fomentando esta cultura de prevención mediante la Ley 29783 referente a la seguridad y salud en el trabajo. Por lo tanto, el marco de esta ley es una gran oportunidad para desarrollar este proyecto, pues la normativa incluye parámetros para prevenir la incidencia de errores.

Por otro lado, este estudio agregará una visión más amplia sobre el conocimiento referente a las interfaces gráficas y al comportamiento de los operarios en los procesos industriales, enfocado a la usabilidad de los sistemas automatizados industriales, lo cual será un gran aporte en el campo de estudio; sobre todo, cuando no se cuenta con suficientes estudios ni documentación alguna en el país sobre el tema planteado. Esta investigación se convertirá en un primer antecedente para los futuros proyectos sobre el diseño de interfaces gráficas de usuario industriales.

Realizar esta investigación no solo brindará una mayor información sobre el tema (importante para el sector industrial del país) sino que también motivará a la realización de futuros estudios, así como a la búsqueda de nuevos métodos, conceptos, fundamentos, teorías, etc. Todo ello con el objetivo común de brindar los conocimientos, pautas y herramientas necesarias para lograr un desarrollo óptimo en la empresa.

1.4. Alcance

El trabajo de investigación abarcará desde la etapa de diseño de interfaces gráficas de usuario en el sector industrial hasta su implementación en empresas elegidas a través de simulaciones que permitan facilitar las tareas a los operarios y mejorar en su rendimiento. Asimismo, se evaluará a los operarios mediante la recopilación de información al iniciar las simulaciones en la empresa. Finalmente, al concluir dichas pruebas se realizará un análisis de los resultados obtenidos en ellas.

Se llegará hasta la construcción e implementación de la interfaz gráfica usada como prototipo, y a las versiones mejoradas después de los resultados analizados. No se verán temas electrónicos ni de programación para la construcción definitiva de las interfaces gráficas, aunque sí cabe la posibilidad de hacer mención de dispositivos electrónicos para un mejor funcionamiento de la maquinaria utilizada en el proceso, más no se explicará detalladamente sobre ellos.

La metodología a usar será cuantitativa, pero en la realización del trabajo de investigación se esperarán obtener resultados cualitativos debido a que se evaluarán la conducta y la reacción de los participantes ante esta metodología propuesta; por ende, la metodología será mixta.

CAPÍTULO 2

MARCO TEÓRICO

2.1 Antecedentes de investigación

2.1.1 Internacionales

En este ámbito, se cuenta con investigaciones publicadas referidas a conocimientos, recomendaciones, observaciones y estudios sobre el diseño de interfaces gráficas de usuario a través de dos tipos de enfoques: un enfoque hacia los sistemas de información empresarial y otro (de igual modo, aunque, en menor proporción) hacia los sistemas de información industrial.

En el primer caso, dentro de los criterios y recomendaciones de diseño orientados a sistemas de información empresarial, tenemos a Wilbert O. Galitz con su libro *The Essential Guide to User Interface Design*, publicado en el año 2007, donde integra varios principios y técnicas de cómo diseñar las interfaces gráficas. Estos criterios son universales, es decir, que se adaptan a otro sistema de información empresarial o, incluso, a un sistema de automatización industrial; sin embargo, en el contenido, el enfoque que el autor aplica está orientado para la gestión empresarial, centrándose en usuarios de oficina; y, a pesar de ello, no deja de ser material utilizado por varias personas para poder diseñar las interfaces gráficas con otros objetivos o, lo que ocurre en la mayoría, con diferentes tipos de usuario.

Para el segundo caso, en los criterios orientados para los sistemas de automatización industrial, tenemos el caso de Jean-Yves Fiset con su libro *Human-Machine Interface Design for Process Control Applications*; donde hace una recopilación de fundamentos básicos para el diseño de interfaces humano-máquina de diversas fuentes, aclarando con ejemplos sobre las industrias que más invierten y hacen uso de este tipo de interfaces, como por ejemplo la industria petrolífera, la de gas y la nuclear. Este libro tiene un enfoque totalmente diferente al citado previamente, ya que está orientado al diseño de los procesos de manufactura de las empresas, no al administrativo de oficina, pues tienen diferentes tipos de entorno en los cuales participan tipos de tareas que realizan para llevar a cabo los objetivos personales y laborales; por último, se centra en el control y monitoreo de los procesos industriales. Este libro hace referencia a fundamentos básicos recopilados de las diversas industrias, de su experiencia como ingeniero y también como profesor. Lo positivo está en su metodología, en el orden en que está organizado su libro, debido a que lo hace siguiendo la secuencia del proceso de diseño de las interfaces, considerando la participación de los operarios, quienes serán los usuarios finales de las aplicaciones.

2.1.2 Nacionales

En nuestro país, según el material buscado, no se cuenta con antecedentes de investigadores nacionales sobre este campo que aporten nuevos criterios sobre el diseño de interfaces gráficas; lo más cercano a este tipo de bibliografía son los diferentes trabajos de investigación realizados para la solución o mejora de problemas en lugares carentes de esta tecnología, es decir, solo existen tesis de carácter aplicativo; por ello, no hay aporte novedoso alguno.

2.1.3 Antecedentes de eventos negativos debido a un diseño de interfaces inadecuado

2.1.3.1 *The Three Mile Island nuclear accident*

El primer caso de eventos negativos relacionados con la presencia de problemas en el diseño de interfaces gráficas es el caso del accidente nuclear de *Three Mile Island*. Este accidente, que se produjo en el estado de Pensilvania (Estados Unidos) el 28 de marzo de 1979, fue causado por un mal funcionamiento

del circuito secundario de refrigeración, provocando que la temperatura del circuito primario se elevara. El reactor debió apagarse de manera automática; sin embargo, la válvula de descarga falló en su clausura, y las herramientas usadas no mostraron este suceso. Asimismo, uno de los problemas en este caso fue la respuesta no inmediata e inadecuada de los operarios y su incapacidad para diagnosticar el apagado no planificado del reactor en respuesta al problema de los circuitos primarios y secundarios.

Después del problema eléctrico, la válvula estaba abierta, ya que era su funcionamiento esperado, pero transcurrido unos segundos se debió haber cerrado; sin embargo, no sucedió. Los trabajadores creyeron que estaba cerrada debido a los indicadores que mostraban una señal de clausura; además, ellos no tenían otra manera de saber sobre estado actual de la válvula.

2.1.3.2 THERAC-25.

Este segundo caso es conocido porque afectó al sector salud en el ámbito de rayos X, en diversos tratamientos que los pacientes recibían para sus enfermedades en Estados Unidos y Canadá.

Therac-25 es la máquina usada en terapia radioactiva computarizada, involucrada en accidentes relacionados a sistemas de seguridad críticos, por estar en riesgo la vida del paciente. Esta máquina, comparada con su versión anterior (Therac-20) es más compacta, versátil y más fácil de usar. El software de esta versión tiene mayor responsabilidad por mantener la seguridad que los anteriores. Therac-25 consta de un acelerador lineal que envía protones y electrones en función al nivel de energía dada en la terapia. Al aumentar la energía, la profundidad en el cuerpo, donde la dosis es administrada, también incrementa, esparciendo la dosis más allá del área objetivo (Levenson, N., Turner, C. S., 1993, p. 3-4).

Estos sucesos se produjeron entre junio de 1985 y enero de 1987, con 6 accidentes de sobredosis masiva por este aparato médico. Estos fueron descritos como los peores accidentes de radiación en los 35 años de historia de los aceleradores médicos con la presencia de heridos en estado grave e, inclusive, muertes (Levenson, N., Turner, C. S. (1993), p. 3-4). Estos sucesos causantes de los accidentes con el Therac-25 son los más serios y

conocidos en relación a las computadoras usadas en salud hasta la fecha, los cuales atrajeron la atención de la prensa popular. El sistema tenía más responsabilidad de mantenimiento de la seguridad que en los anteriores.

Los problemas en este caso se debieron al diseño del *software* durante su utilización en los tratamientos, ya que han provocado quejas de pacientes tratados debido a que la radiación ha sido severa y ha causado quemaduras, inflamación y radiación física.

El problema del diseño se debía a que la máquina no se podía detener ni suspender, y la presentación del control no indicaba ninguna dosis enviada al paciente; sin embargo, se tenía un botón (“P”), un comando de procedimiento, para que el operario enviara la dosis apropiada. Pero, después de un rato, la máquina se volvió a apagar, cortando así el tratamiento y generando que el operario realice el mismo procedimiento como 4 veces. Asimismo, la máquina indicaba que no se enviaba nada de dosis para el paciente en cada intento. Se suponía que los operadores estaban habituados a este tipo de sucesos; por ello, no le tomaban la importancia correspondiente. El servicio técnico también participó en la revisión de la máquina, pero no se encontraría daño alguno. Esto hizo que no se dispusiera de información para poder indagar sobre qué ocurría con esta máquina y su funcionalidad.

Además, el problema radicó en el diseño inapropiado de mensajes que se les presentaba a los operadores, ya que se trataban de mensajes de error muy ambiguos, debido a que no presentaban información ni explicación alguna del error, sino que mostraban códigos; y el operador, al no tener conocimiento de su significado, no entendía lo que ese mensaje le transmitía; por lo tanto, operaba nuevamente la máquina sin prever las consecuencias de una sobredosis causada en el paciente.

La causa de este problema se adjudicó a los circuitos que indicaban la posición de la mesa giratoria. Se comprobó además, que el *software* consideraba una de las tres posiciones cardinales de manera ambigua, lo que producía un mensaje de error de manera criptada, inexplicable para el operador.

Una sugerencia de cambio apuntaría en el rediseño del circuito y en la manera de administrar las condiciones de mal funcionamiento del computador. Para ello, se hubieran aplicado

acciones como por ejemplo la de suspender la sobredosis de radiación; también se hubieran hecho procedimientos de prueba y formatos de comando para facilitar el trabajo de los técnicos que operaban esta máquina y, de esta manera, se hubiera mejorado la calidad del servicio sin exponer la salud del paciente. Todas estas acciones hubieran reducido la cantidad de veces en que se debía encender la máquina para seguir con el tratamiento antes de llamar al personal de mantenimiento.

2.2 Sistemas de información

2.2.1 Definición

Un sistema de información es un conjunto de componentes interrelacionados para recolectar, manipular y diseminar datos e información para disponer de un mecanismo de retroalimentación útil en el cumplimiento de un objetivo.

2.2.2 Clasificación

2.2.2.1 Sistema de información empresarial o administrativa

Actualmente, existen diferentes tipos de sistemas de información que permiten alcanzar un objetivo que sea provechoso para la organización y sus trabajadores. Sin embargo, la mayoría de estos sistemas están enfocados hacia sistemas de gestión, información de negocios; es decir, sistemas empresariales, más no del tipo industrial, según las diferentes fuentes consultadas para este trabajo de investigación.

Estos sistemas evolucionaron y tomaron gran importancia estratégica en las diversas empresas, y llegaron a ser piezas imprescindibles de estas. Los sistemas empresariales o administrativos promueven una buena gestión estratégica y permiten realizar cambios organizacionales. A medida que las organizaciones se van tornando complejas, también se van desarrollando los sistemas de información.

Según Stair y Reynolds (1999), el objetivo principal de estos sistemas de información es la eficiencia operativa dentro de las diferentes áreas tales como recursos humanos, contabilidad, finanzas, gerencia, etc. Este tipo de sistemas genera informes

obtenidos de una base de datos y brinda, también, información previa después de haber pasado por diversos procesos y transacciones para mostrar la información requerida por el trabajador según el área que lo necesita.

Este tipo de sistemas de información, para Stair y Reynolds (1999), están constituido por un conjunto de personas, procedimientos, *softwares*, bases de datos y dispositivos empleados que permiten suministrar información rutinaria a administradores o responsables de las tomas de decisiones en las empresas.

En los años 70, de acuerdo a Stair y Reynolds (1999), estos sistemas permitían generar reportes con información dirigida solamente para el área que necesitaba llevar a cabo una mejor gestión, logrando así una mejora en la eficiencia laboral; además, estos informes se generaban de manera periódica con el área en cuestión. No obstante, al mejorar la eficiencia, motivó que las otras áreas y, sobre todo, los altos cargos administrativos tomaran en cuenta los informes periódicos y comenzaran a considerarlos para la toma de decisiones.

Actualmente, la aplicación que se les da a este tipo de sistemas de información es como apoyo, es decir, tanto para los trabajadores como para los altos cargos. Esto les permitirá tomar decisiones, gestionar mejor sus situaciones, costos, etc. Debido a ello, una herramienta que se podría considerar como sistema de información empresarial son los famosos *frameworks*, que funcionan como “plantilla de trabajo” para saber qué hacer en ciertas situaciones que ocurrieron anteriormente, lo cual sirve de apoyo en la toma de decisiones.

2.2.2.2 Sistema de información industrial

El diseño de interfaces gráficas de sistemas automatizados industriales no es similar al de los empresariales y de negocios, pues las necesidades y los requisitos, en cuanto a usabilidad y a su desarrollo, son diferentes; ya que estos tienen como principal objetivo al usuario, quien está expuesto a diversos factores externos y a situaciones laborales donde debe tomar decisiones en el momento, y para ello debe contar con la información que le es

importante para poder solucionar problemas, obtener reportes y prevenir errores.

Otro aspecto a considerar es que el usuario industrial no está estático como el usuario empresarial, a quien se le llama, también, usuario de oficina. El usuario industrial, la mayor parte de su trabajo, está en movimiento, dependiendo del cargo, de las funciones y del tipo de proceso que realiza, de su nivel de entendimiento, de la experiencia en ese proceso, del entorno al que el proceso está expuesto, entre otras razones.

El enfoque del sistema industrial es totalmente diferente al del sistema de información empresarial, ya que está orientado para un tipo diferente de usuario, con diversidad de estrategias y actividades. La simbología empleada en estos sistemas, sus colores y demás parámetros, e incluso la ergonomía en la cual el usuario está expuesto, es diferente a la del usuario de oficina.

Lo que tienen en común los sistemas de información industriales y los sistemas de información empresariales o administrativos es que ambos son usados para la toma de decisiones; sin embargo, el tipo y la importancia de estas son diferentes en ambos casos, además del aspecto de monitoreo y control; ya que, en estas industrias, es primordial el seguimiento del proceso para localizar la falla y comunicarle al usuario, con el fin de que solucione el problema oportunamente.

Uno de los ejemplos de aplicación de los sistemas de información más conocidos es el de la industria del transporte para la distribución de bienes o servicios, como FEDEX; también los sistemas aplicados en las organizaciones de salud para el diagnóstico de enfermedades, planeamiento de tratamientos y cobranza a pacientes (Stair y Reynolds, 1999, p. 31-32).

Este trabajo de investigación no se enfoca en analizar este tipo de industrias, sino en estudiar a las industrias productivas, cuyos procesos serán monitoreados y controlados.

2.3 Control con Supervisión y Adquisición de Datos (SCADA)

Uno de los ejemplos de este tipo de sistema es el SCADA (Supervisory Control And Data Acquisition o Control con

Supervisión y Adquisición de Datos), considerado como uno de los más conocidos y estudiados. Este tipo de sistemas es más usado en el sector industrial. Así como los sistemas administrativos, el sistema SCADA brinda apoyo a la gestión y a la toma de decisiones para definir qué acción ejecutar en ciertos eventos excepcionales; asimismo, brinda información sobre eventos en planta.

Anteriormente, el control y el monitoreo de las tareas en las industrias eran básicos; se realizaban de manera manual, es decir, los operarios tenían que ir chequeando cada máquina individualmente para verificar si había una falla en ellas o, inclusive, esperaban a que el error apareciera para saber cuál era. Lo más difícil era identificar la pieza que presentaba problemas; por ello, tenían que desarmar la máquina para encontrarlo. Hasta que el personal detectara la falla, se había perdido tiempo y dinero.

2.3.1 Definición

Rodríguez (2011) llama sistema Scada (*Supervisory Control And Data Acquisition* o Control con Supervisión y Adquisición de Datos) a cualquier *software* que permita el acceso a datos remotos de un proceso y, utilizando las herramientas de comunicación necesarias en cada caso, el control del mismo.

Boyer (2010) define al sistema Scada como “la tecnología que permite al usuario recolectar información de una o más instalaciones distantes y enviar instrucciones de control limitadas a esas instalaciones”.

Asimismo, Scada brinda apoyo de control y monitoreo en las industrias para facilitar las tareas a los usuarios, optimiza los tiempos de reacción y mantenimiento de los equipos correspondientes, y brinda un monitoreo ocasional a los operarios.

Scada tiene un uso específico. No es conveniente implementarlo en un pequeño entorno como una fábrica, pues hay otro tipo de lógica de control para las fábricas, pero su uso sí se aplica para entornos de procesos de grandes dimensiones como las empresas nucleares, las petroleras, las productoras de gas, los reservorios de agua, etc. Este tipo de entorno se caracteriza por tener varios procesos críticos; por ende, se necesita de un monitoreo continuo y permanente.

Scada es un tipo de sistema que promueve una interacción constante con el usuario, brindándole información sobre el proceso, maquinaria y/o partes de ellas. De esta manera, el usuario puede controlar y supervisar si los objetivos están siendo alcanzados o detectar si se está presentando alguna dificultad en el proceso.

En conclusión, el propósito de Scada es configurar, controlar, monitorear y obtener información de equipos distantes físicamente, ya que al ser empresas de gran envergadura, las distancias entre los procesos debidamente distribuidos son considerables, y se evita, de esta manera, que el operario vaya hasta el equipo para revisarlo y darle mantenimiento; esto genera una reducción en los tiempos muertos de los usuarios y en el costo de sus rutinas.

2.3.2 Aplicaciones en la industria

Scada, generalmente, es usado en entornos de grandes dimensiones y, dependiendo de la urgencia del proceso, se determinará si la intervención del operario debe ser frecuente, regular o inmediata (como en situaciones críticas del proceso).

Boyer (2010) señala los contextos en que Scada es usado (p. 10-11):

- Plantas hidroeléctricas: Las estaciones están localizadas en áreas difíciles de llegar; se necesitan respuestas inmediatas y de un monitoreo continuo.
- Procesos de producción de petróleo y gas: Ubicado en grandes áreas; se requiere una constante información y medición de los fluidos en tránsito.
- Tuberías de gas, petróleo, químicos o agua.
- Sistemas de transmisión eléctrica: Obligatoriamente se demandan respuestas inmediatas.
- Sistemas de irrigación: Se requiere la medición permanente del agua para abastecer a los clientes.

2.3.3 Arquitectura

En los inicios del sistema Scada, se tenía toda la información en la PC central y progresivamente se distribuía a los demás equipos en la

planta según la necesidad del área o trabajador. Este tipo de disposición que seguía Scada era de jefe-esclavo, ya que los equipos solicitantes dependían de la PC central que requería de acciones o de datos.

Actualmente, los elementos principales de Scada constan del operario (el punto central) que interactúa con la interfaz que brinda información obtenida por el dispositivo de entrada-salida; el cual, a su vez, se comunica con la unidad principal, la PC central que se comunica con las unidades remotas que están conectadas con los sensores que captan la información permanentemente.

El procesamiento y almacenamiento de la información se realiza internamente; esto es generado por el sistema mediante actuadores y sensores que están instalados en las áreas de la planta. Estas acciones son constantes para el intercambio de información entre usuario y sistema.

En el ordenador, tanto en el central como en el del usuario, al localizarse la aplicación del Scada, se usan herramientas de visualización y control para el manejo de información o control de los procesos industriales; esta comunicación entre usuarios y equipos se realiza gracias a redes de conexión corporativas, mejor dicho, *Ethernet*.

Gracias a la comunicación de estas redes corporativas, se logra que se junten el sistema con la red administrativa y, en consecuencia, se genera un procedimiento estratégico para la toma de decisiones globales y el consecuente mejoramiento de la planta. Esto se debe a que el sistema permite obtener y visualizar la información para los puestos superiores en el plano estratégico de la planta, sin necesidad de dirigirse a cada equipo y disponer de la información de manera inmediata.

Para Rodríguez (2011), la arquitectura básica de Scada es como lo indica el siguiente gráfico:

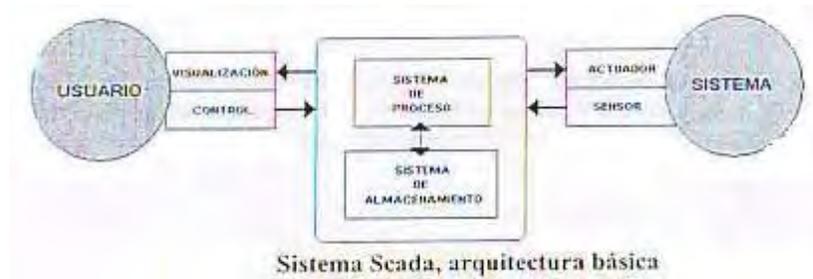


Fig. 2.1
Arquitectura básica de SCADA 1
Fuente: Fuente: Rodríguez Penin (2011:1-29)

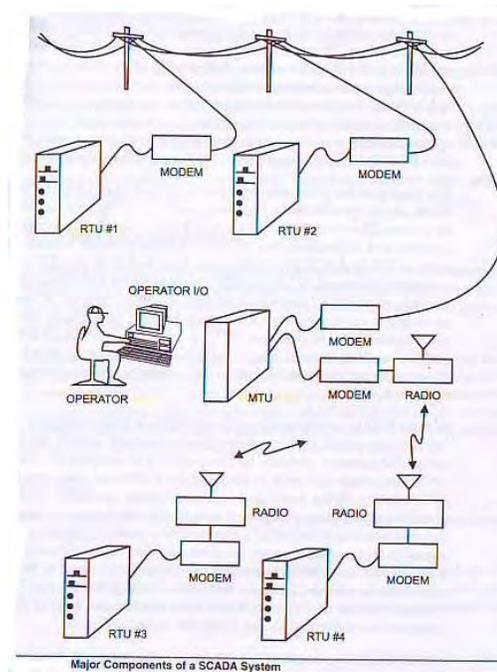


Fig. 2.2
Arquitectura básica de SCADA 2
Fuente: Stuart A. Boyer (2010:13)

2.4 Interfaz del usuario

Las interfaces gráficas permiten la elaboración de pantallas de usuario con múltiples combinaciones de imágenes y textos, definiendo así las funciones de control y supervisión de planta.

2.4.1 Clasificación

Una clasificación propuesta de las interfaces es sobre la base del tamaño del sistema implementado: interfaz en sistemas pequeños, en sistemas de regular tamaño y de gran tamaño.

Las interfaces en sistemas pequeños requieren un panel con una cantidad menor de luces y botones, pues el proceso no es muy extenso ni muy complejo. Si el sistema crece, la ventaja es que provee flexibilidad para aumentar opciones, paneles, botones, etc.; asimismo, los costos de mantenimiento son menores al igual que el capital invertido en la infraestructura.

Las interfaces en sistemas de regular tamaño requieren de un número considerable de puntos de control y de alarmas; en consecuencia, es mayor la efectividad en brindar información al operario, ya que los símbolos están más cercanos a la realidad de su entorno. En el caso de las alarmas, deben estar diseñadas de manera que el operario las vea inmediatamente y sean claras en su explicación, así como en la localización de la falla.

Las interfaces en sistemas de gran tamaño son similares a las presentes en sistemas de regular tamaño: 1 o 2 pantallas para su control y monitoreo es suficiente en la mayoría de los casos.

2.4.2 Interfaz hombre-máquina

Como señala Rodríguez (2011), la interfaz hombre-máquina abarca los sinópticos de control y los sistemas de presentación gráfica. Su función es representar, de forma simple, el sistema a ser controlado, como plantas hidroeléctricas, petroleras, fábricas de gas, etc.

Debido a la evolución tecnológica, estos sinópticos han ido mejorando en cuanto a las pantallas y al mismo *software*; y por la complejidad del proceso, se pueden ver simultáneamente varias pantallas.

Dependiendo del caso, se pueden usar los sinópticos modernos o los antiguos que cumplan con el objetivo de brindar claridad y consistencia para que el usuario desarrolle su trabajo de manera óptima y así pueda disminuir la tasa de errores.

2.5 Ley N° 29783 – Ley de Seguridad y Salud en el Trabajo¹

La ley 29783, Ley de Seguridad y Salud en el Trabajo, proporciona una base legal importante para el presente proyecto, ya que da un sustento con el que en años anteriores no se contaba.

Se hará referencia a principios y artículos de la presente ley que, según el tema del proyecto, servirán y fortalecerán los objetivos a obtener gracias a esta propuesta.

2.5.1 Principios legales

2.5.1.1 Principio de prevención

El empleador garantiza, en el centro de trabajo, el establecimiento de los medios y condiciones que protejan la vida, la salud y el bienestar de los trabajadores y de aquellos que, no teniendo vínculo laboral, prestan servicios o se encuentran dentro del ámbito del centro de labores.

Es necesario aclarar que en el presente proyecto, este principio está orientado más a los operarios y trabajadores, ya que las pruebas serán realizadas con ellos.

2.5.1.2 Principio de responsabilidad

El empleador asume las implicancias económicas, legales y de cualquier otra índole a consecuencia de un accidente o enfermedad que sufra el trabajador en el desempeño de sus funciones o a consecuencia del trabajador, conforme a las normas vigentes.

Nos proporciona este principio un beneficio por el aspecto económico, ya que, al disponer de mejores interfaces gráficas, los costos por pérdidas, al momento de un accidente, los de mantenimiento de los equipos y los de mano de obra serán reducidos o asumidos cuando sea conveniente, pero de manera planificada.

2.5.1.3 Principio de cooperación

El Estado, los empleadores y los trabajadores y sus organizaciones sindicales establecen mecanismos que garanticen una permanente

¹ Extraído de la Ley 29783 (2011) *Diario el Peruano*, Julio 26, 2011.

colaboración y coordinación en materia de seguridad y salud en el trabajo.

A causa de este principio, el presente proyecto, en su etapa de prueba, se podrá realizar, ya que se contará con el apoyo de los operarios de las empresas elegidas.

2.5.1.4 Principio de consulta y participación

El Estado promueve mecanismos de consulta y participación de las organizaciones de empleadores y trabajadores más representativos y de los actores sociales para la adopción de mejoras en materia de seguridad y salud en el trabajo.

Proporciona facilidades en cuanto a la selección, en su momento, de los operarios con quienes se realizarán las pruebas.

2.5.1.5 Principio de protección

Los trabajadores tienen derecho a que el Estado y los empleadores aseguren condiciones de trabajo dignas, que les garanticen una condición de vida saludable, física, mental y social. Dichas condiciones deben propender a:

- a) Que el trabajo se desarrolle en un ambiente seguro y saludable.
- b) Que las condiciones de trabajo sean compatibles con el bienestar y la dignidad de los trabajadores y ofrezcan posibilidades reales para el logro de sus objetivos personales.

Este principio proporciona una base adicional para generar el estándar de diseño propuesto, ya que lo que generará este estándar serán las interfaces gráficas, las cuales facilitarán el trabajo a los operarios, brindándoles así un mejor ambiente, sin tensiones y sin temor a incurrir en el error.

2.5.2 Artículos legales

Artículo 4: Objeto de la Política Nacional de Seguridad y Salud en el Trabajo

El Estado, en consulta con las organizaciones más representativas de empleadores y de trabajadores, tiene la obligación de formular, poner en práctica y reexaminar periódicamente una Política

Nacional de Seguridad y Salud en el Trabajo que tenga por objeto prevenir los accidentes y los daños para la salud que sean consecuencia del trabajo, guarden relación con la actividad laboral o sobrevengan durante el trabajo, reduciendo al mínimo, en la medida en que sea razonable y factible, las causas de los riesgos inherentes al medio ambiente de trabajo.

Artículo 5: Esferas de acción de la Política Nacional de Seguridad y Salud en el Trabajo

Medidas para combatir los riesgos profesionales en el origen, diseño, ensayo, elección, reemplazo, instalación, disposición, utilización y mantenimiento de los componentes materiales del trabajo (como los lugares de trabajo, medio ambiente de trabajo, herramientas, maquinaria y equipo, sustancias y agentes químicos, biológicos y físicos, operaciones y procesos).

Artículo 18: Principio del Sistema de Gestión de la Seguridad y Salud en el Trabajo

- a) Asegurar un compromiso visible del empleador con la salud y seguridad de los trabajadores.
- i) Evaluar los principales riesgos que puedan ocasionar los mayores perjuicios a la salud y seguridad de los trabajadores, del empleador y de otros.

Artículo 19: Participación de los trabajadores en el Sistema de Gestión de la Seguridad y Salud en el Trabajo

- a) La consulta, información y capacitación en todos los aspectos de la seguridad y salud en el trabajo.

Artículo 20: Mejoramiento del Sistema de Gestión de la Seguridad y Salud en el Trabajo

- b) El establecimiento de estándares de seguridad.
- c) La medición periódica del desempeño con respecto a los estándares.

Artículo 21: Las medidas de prevención y protección del Sistema de Gestión de la Seguridad y Salud en el Trabajo

- c) Minimizar los peligros y riesgos, adoptando sistemas de trabajo seguro que incluyan disposiciones administrativas de control.

Artículo 36: Servicios de seguridad y salud en el trabajo

- a) Identificación y evaluación de los riesgos que puedan afectar a la salud en el lugar de trabajo.
- b) Vigilancia de los factores del medio ambiente de trabajo y de las prácticas de trabajo que puedan afectar a la salud de los trabajadores, incluidas las instalaciones sanitarias, comedores y alojamientos, cuando estas facilidades sean proporcionadas por el empleador.
- g) Fomento de la adaptación del trabajo a los trabajadores.

Artículo 41: Objeto de la supervisión

- b) Adoptar las medidas preventivas y correctivas necesarias para eliminar o controlar los peligros asociados al trabajo.

Artículo 46: Disposiciones del mejoramiento continuo

- c) Los resultados de la supervisión y medición de la eficiencia.

Artículo 49: Obligaciones del empleador

- a) Garantizar la seguridad y la salud de los trabajadores en el desempeño de todos los aspectos relacionados con su labor, en el centro de trabajo o con ocasión del mismo.
- b) Desarrollar acciones permanentes con el fin de perfeccionar los niveles de protección existentes.
- c) Identificar las modificaciones que puedan darse en las condiciones de trabajo y disponer lo necesario para la adopción de medidas de prevención de los riesgos laborales.

Artículo 50: Medidas de prevención facultadas al empleador

b) El diseño de los puestos de trabajo, ambientes de trabajo, la selección de equipos y métodos de trabajo, la atenuación del trabajo monótono y repetitivo, todos estos deben estar orientados a garantizar la salud y seguridad del trabajador.

f) Capacitar y entrenar anticipada y debidamente a los trabajadores.

Artículo 54: Sobre el deber de prevención

El deber de prevención abarca también toda actividad que se desarrolle durante la ejecución de órdenes del empleador, o durante la ejecución de una labor bajo su autoridad o en el desplazamiento a la misma, aun fuera del lugar y en hora de trabajo.

Artículo 64: Protección de trabajadores en situación de discapacidad

El empleador garantiza la protección de los trabajadores que, por su situación de discapacidad, sean especialmente sensibles a los riesgos derivados del trabajo. Estos aspectos son considerados en las evaluaciones de los riesgos y en la adopción de medidas preventivas y de protección necesarios.

Artículo 69: Prevención de riesgos en su origen

b) Se proporcione información y capacitación sobre la instalación adecuada, utilización y mantenimiento preventivo de las maquinarias y equipos.

d) Las instrucciones, manuales, avisos de peligro u otras medidas de precaución colocadas en los equipos y maquinarias, así como cualquier otra información vinculada a sus productos, estén o sean traducidos al idioma castellano y redactados en un lenguaje sencillo y preciso con la finalidad de que permitan reducir los riesgos laborales.

e) Las informaciones relativas a las máquinas, equipos, productos, sustancias o útiles de trabajo sean facilitadas a los trabajadores en términos que resulten comprensibles para los mismos.

Artículo 74: Participación en los programas de capacitación

Los trabajadores o sus representantes tienen la obligación de revisar los programas de capacitación y entrenamiento, y formular las recomendaciones al empleador con el fin de mejorar la efectividad de los mismos.

Artículo 76: Adecuación del trabajador al puesto de trabajo

Los trabajadores tienen derecho a ser transferidos en caso de accidente de trabajo o enfermedad ocupacional a otro puesto que implique menos riesgo para su seguridad y salud, sin menoscabo de sus derechos remunerativos y de categoría.

Artículo 79: Obligaciones del trabajador

c) No operar o manipular equipos, maquinarias, herramientas u otros elementos para los cuales no hayan sido capacitados.

g) Comunicar al empleador todo evento o situación que ponga o pueda poner en riesgo su seguridad y salud o las instalaciones físicas, debiendo adoptar inmediatamente, de ser posible, las medidas correctivas del caso sin que genere sanción de ningún tipo.

h) Reportar a los representantes o delegados de seguridad, de forma inmediata, la ocurrencia de cualquier incidente, accidente de trabajo o enfermedad profesional.

2.6 Diseño de interfaz gráfica en función al proceso industrial

2.6.1 Tipos de procesos

Existen diversas clasificaciones referidas a los tipos de procesos industriales, pero todos coinciden en un factor: la manera en que se introducen los elementos o materias primas para dar inicio al proceso productivo. Asimismo, pueden clasificarse por otros factores influyentes en el proceso o en la empresa.

Para el *International Society of Automation* (ISA) se clasifican los procesos de la siguiente manera (véase Figura 2.3):

1. Proceso de unidad continua de producción: aquel proceso que es constante y no se puede detener fácilmente, ya que afectaría la línea de producción. Este proceso está presente en producciones mayores, de gran

escala como el saneamiento y purificación de agua, generación de energía eléctrica, hornos, papeleras, etc. Otra particularidad del proceso de unidad continua es que permite el ingreso de materia prima o insumos. Por ser utilizado en operaciones altamente especializadas se requiere poca mano de obra. Asimismo, se centra en la eficiencia, es decir, procura que el proceso no se detenga.

2. Proceso por lotes: llamado también intermitente, este proceso está conformado por un equipo de trabajadores y por productos más especializados, con grado de flexibilidad y posibilidad de cambio, para poder generar varios diseños de productos. Se organiza en base a las habilidades de los trabajadores y la maquinaria necesaria, haciendo que el trabajo pueda ser trasladado de un lugar a otro dentro del centro laboral. Cabe decir que proceso por lotes no es estático y, a comparación del continuo, no permite ingreso de insumos o materia prima durante el proceso.

3. Línea de producción discreta: este proceso se caracteriza por ser trabajado por partes, posteriormente se ensamblan para llegar a obtener el producto final. Se trabajan con una cantidad finita de estas piezas. Para la Universidad de Cauca (Colombia) un proceso discreto es aquel que con una cantidad específica del producto es movida como una unidad (grupo de partes) entre estaciones y cada una de las partes mantiene su única identidad. Finalmente, la salida de este tipo de proceso aparece una por una o en cantidad. Para la empresa ABB (2013), esta fabricación es por partes, por eventos o por hitos. Suelen ser emplazados dentro de una secuencia temporal que se puede frenar, acelerar o incluso detenerse, sin grandes implicaciones. Algunos ejemplos son la fabricación de autos, de cápsulas de café e incluso una cinta transportadora en un supermercado.

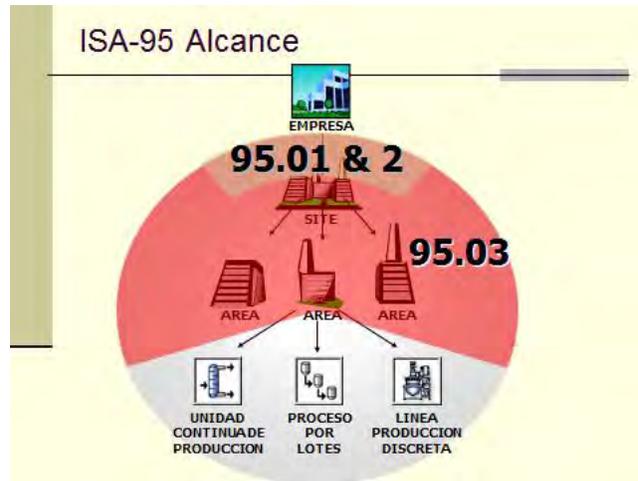


Fig. 2.3

Tipos de procesos según ISA

Fuente: Guevara, Ernesto (2013, febrero) *Integración MES-ERP usando el estándar ISA9.* Trabajo presentado en el Curso de Titulación realizado en la Universidad de Piura-Campus Lima, Lima, Perú.

Estos tres tipos de procesos son los que rigen en las industrias. Estas basan mayormente sus operaciones y tareas en la clasificación arriba señalada. Dos de los procesos descritos se tomarán como referencia en la presente investigación: continuo y por lotes.

CAPÍTULO 3

DESARROLLO DE LA NORMATIVA PARA EL DISEÑO DE INTERFACES GRÁFICAS

3.1 Situación actual de las entidades elegidas para la prueba de la normativa propuesta

3.1.1 Amazonas Cleaners S.R.L.

Esta empresa se dedica a brindar servicio de lavandería de prendas como sábanas, colchas, mandiles, pantalones, etc., de distintas empresas tales como clínicas, hospitales, hoteles, restaurantes. Uno de los servicios, actualmente, está siendo brindado al Hospital Nacional Guillermo Almenara Irigoyen, ubicado en el distrito de La Victoria, en las instalaciones del mismo hospital por acuerdo contractual.

Se ha seleccionado esta empresa, ya que en las instalaciones del hospital no cuentan con un sistema automatizado. En ciertas situaciones críticas, los operarios trabajan de manera empírica,

generando así un consumo innecesario de insumos (agua, vapor, detergente, lejía y suavizante) y, sobre todo, de tiempo. Por ello, es oportuno poner a prueba la presente propuesta para determinar si las interfaces gráficas diseñadas a partir de la normativa facilitarán el trabajo de los operarios, y si esto le permitirá al usuario prevenir o anticipar errores, incidentes o accidentes en el trabajo.

3.1.2 Transportes Gianfranco E.I.R.L.

Empresa productora de hielo en bloques, con una capacidad de 50 T por día, ubicada en la provincia de Huacho.

Se ha seleccionado esta segunda empresa, ya que teniendo en cuenta que la fábrica de hielo es relativamente nueva, no dispone de ciertos parámetros de control, aunque las mismas máquinas previenen errores, pero no de la manera ideal para un proceso productivo, pues el operario toma atención a un imprevisto cuando ya ocurrió y, por ende, procede a tomar medidas correctivas, generando así costos de reparación y de tiempo perdido por no estar en funcionamiento cierta parte de la planta, la cual puede ocasionar desajustes en la producción, sobre todo, en la época de verano, cuando es la temporada alta de ventas en el año. Además, los trabajadores inexpertos, al usar equipos especiales de refrigeración industrial, presentan cierta dificultad en la comprensión y aprendizaje de los mismos. Por eso, es oportuno probar los aspectos considerados en la siguiente propuesta con el fin de brindar herramientas para que el operario novato pueda manejar la planta eficientemente, es decir, con una tasa menor de errores; por otro lado, a los operarios expertos se les facilitará el trabajo puesto que ya no operarán empíricamente, sino que visualizarán las diferentes etapas del proceso.

3.2 Criterios generales

3.2.1 Tipo de trabajador

Para este trabajo de investigación, se ha tomado en consideración los tipos de trabajadores ya mencionados de acuerdo al nivel de experiencia que tienen en el proceso (nuevo y experto).

Se ha separado así la normativa, ya que la forma de captar, aprender, pensar, relacionar es diferente entre ambos. Los trabajadores nuevos, al interactuar recién con el proceso, tienen la mente más abierta a

observar y ver detalles por implementar; mientras que los expertos, al tener experiencia ejecutando el proceso, no ven esos detalles que podrían prevenir errores o accidentes.

3.2.2 Tipo de proceso

Por el lado del tipo de proceso industrial, se han escogido el continuo (Amazonas Cleaners S.R.L), y el de lotes (Transportes Gianfranco E.I.R.L).

3.2.3 Entorno de trabajo

También se ha considerado el entorno de trabajo en el cual se desenvuelve el operario. Tanto los factores externos como el tipo de proceso afectan de diferente manera a los trabajadores. Se ha considerado, como factores externos, al ruido, a la vibración, a la temperatura y a la luz.

En los dos primeros factores externos, en el presente trabajo de investigación, se aclara si el entorno es ruidoso o no, y si es con o sin presencia de vibración. En cuanto a la temperatura, se refiere a que si el entorno es frío o caliente y, finalmente, al factor luz se explica que si tiene poca o mucha presencia en el ambiente laboral.

3.3 Normativa para el diseño de interfaces gráficas de sistemas automatizados industriales

A continuación, se presenta la propuesta de normativa del trabajo de investigación. Esta se divide en dos partes: la primera, la normativa genérica, la cual recopila los criterios de diseño que son indiferentes a los factores considerados; la segunda, la normativa específica, aquella que es sensible a cualquier factor considerado dentro de la tesis.

Tipo de usuario/trabajador	Genérico: Nuevo y Experto			
Tipo de proceso\ Entorno de trabajo	Luz	Temperatura	Ruido	Vibración
Genérico: Continuo y Por Lotes	<p>1. Pantalla:</p> <ul style="list-style-type: none"> • No uso de menús. • No brindar permiso para modificar pantalla. • Tipo: táctil. • Información importante mostrada en esquina superior izquierda. (Recomendación web). • Opción de ayuda mostrada en la parte derecha de la pantalla. • Para prevenir errores se sugiere usar ventanas de confirmación, checkbox, listas de tareas. No usar códigos para referir errores. • Orientación de visión de pantalla: occidental. (Ver Anexo 34) • Las operaciones realizadas por el operario deben ser ubicadas en el centro de la pantalla. • Usar demarcaciones. (Ver Anexo 44) • El orden de la presentación de indicadores debe ser igual al orden de los botones. (Ver Anexos del 40 al 43) <p>2. Colores:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Colores de alarma: Rojo, amarillo. (Ver Anexos 22 y 30) • Uso de colores primarios (rojo, verde, azul). • Uso de colores asociados a las operaciones industriales. (Ver Anexos 26,27,28,29,31,32,33) • El uso de colores para el fondo en función a la cantidad de luz; poca: negro, gris; alta: azul, 			

Tipo de usuario/trabajador	Genérico: Nuevo y Experto			
Tipo de proceso\ Entorno de trabajo	Luz	Temperatura	Ruido	Vibración
	<p>marrón (ISA-5.5-1985) o blanco. (Ver Anexo 24)</p> <ul style="list-style-type: none"> • Uso colores para indicadores, mandos y elementos de información. (Ver Anexos 35 y 36) <p>3. Alarmas:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Diseño de alarmas bajo 4 tipos (Nueva, reconocida, archivada, fuera de servicio) (Ver Anexos 18 y 19) <p>4. Botones:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Para consultas, incluir botón de ayuda. <p>5. Letra:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Tamaño de letras en alarmas: mediana. <p>6. Simbología:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Utilizar las señales de seguridad, peligro según NTP 399.010 y 399.011 1974 (Ver Anexos 20 y 21) • Visibilidad del estado del proceso (orden de mayor a menos uso): <ol style="list-style-type: none"> 1. Indicadores numéricos en parte superior. (1, 2, 3, etc.) 2. Barra de estado. 3. Barra de estado con % de estado de proceso. 			

Tipo de usuario/trabajador	Genérico: Nuevo y Experto			
Tipo de proceso\ Entorno de trabajo	Luz	Temperatura	Ruido	Vibración
	<p>7. Criterios genéricos de la interfaz gráfica:</p> <ul style="list-style-type: none"> • No combinación de teclas. • Contraste visible y alto. (Ver Anexo 23) • Polaridad positiva/negativa. • Unidades de medición según el SI: kg, l, °C, bar, etc. 			

Tipo de proceso\ Entorno de trabajo	Tipo de usuario/ trabajador	Elemento	Luz		Ruido		Vibración		
			Poca	Mucha	Sin	Con	Sin	Con	
Específico: Continuo	Nuevo	Pantalla	<ul style="list-style-type: none"> • Número máximo de cuadrantes para dividir pantalla: 3. • Medidores digitales, uso de dos (02) decimales. 						
		Alarmas	<ul style="list-style-type: none"> • Alarmas visuales y auditivas. Presentación en ventana grande. (Ver Anexos 18, 19 y 37) 	<ul style="list-style-type: none"> • Alarmas visuales y auditivas. Presentación en ventana grande. (Ver Anexos 18, 19 y 37) 	<ul style="list-style-type: none"> • Alarmas visuales. • Presentación en ventana grande. (Ver Anexos 18, 19 y 37) 	<ul style="list-style-type: none"> • Alarmas visuales y auditivas. Presentación en ventana grande. (Ver Anexos 18, 19 y 37) 			
		Botones	<ul style="list-style-type: none"> • Botones grandes. (Ver Anexo 39) 	<ul style="list-style-type: none"> • Botones medianos • (Ver Anexo 39) 	<ul style="list-style-type: none"> • Botones medianos. (Ver Anexo 39) 				
		Letra	<ul style="list-style-type: none"> • Tamaño de letra: mediana. 						
		Simbología	<ul style="list-style-type: none"> • Simbología con leyenda, etiqueta. • Imágenes reales. (De ser posible, fotos de sus equipos) 						

		Criterios genéricos de la interfaz gráfica	<ul style="list-style-type: none"> • Simpleza baja-media. 		
Experto		Pantalla	<ul style="list-style-type: none"> • Número máximo de cuadrantes para dividir pantalla: 4. • Medidores digitales, uso de dos (02) decimales. 		
		Alarmas	<ul style="list-style-type: none"> • Alarmas visuales y auditivas. Presentación en ventana mediana. (Ver Anexos 18, 19 y 37) 	<ul style="list-style-type: none"> • Alarmas visuales. Presentación en ventana mediana. (Ver Anexos 18, 19 y 37) 	<ul style="list-style-type: none"> • Alarmas visuales y auditivas. Presentación en ventana mediana. (Ver Anexos 18, 19 y 37)
		Botones	<ul style="list-style-type: none"> • Botones actuales que se tienen. 		
		Letra	<ul style="list-style-type: none"> • Tamaño de letra: mediana. 		
		Simbología	<ul style="list-style-type: none"> • Simbología con/sin leyenda, etiqueta. • Imágenes simples, uso de figuras geométricas. (Ver Anexos del 1 al 17, Anexos del 40 al 45) 		
		Criterios genéricos de la interfaz gráfica	<ul style="list-style-type: none"> • Simpleza alta 		

Tipo de proceso\ Entorno de trabajo	Tipo de usuario/ trabajador	Elemento	Luz		Ruido		Vibración		
			Poca	Mucha	Sin	Con	Sin	Con	
Específico: Lotes	Nuevo	Pantalla	<ul style="list-style-type: none"> • Número máximo de cuadrantes para dividir pantalla: 3. 						
			<ul style="list-style-type: none"> • Medidores digitales, uso de dos (02) decimales. 	<ul style="list-style-type: none"> • Medidores analógicos 	<ul style="list-style-type: none"> • Medidores digitales, uso de dos (02) decimales. 				
		Alarmas	<ul style="list-style-type: none"> • Alarmas visuales y auditivas. Presentación en ventana grande. (Ver Anexos 18, 19 y 37) 			<ul style="list-style-type: none"> • Alarmas visuales. Presentación en ventana mediana. (Ver Anexos 18, 19 y 37) 		<ul style="list-style-type: none"> • Alarmas visuales y auditivas. Presentación en ventana grande. (Ver Anexos 18, 19 y 37) 	
		Botones	<ul style="list-style-type: none"> • Botones grandes. (Ver Anexo 39) 						
		Letra	<ul style="list-style-type: none"> • Tamaño de letra: grande. 	<ul style="list-style-type: none"> • Tamaño de letra: mediana. 	<ul style="list-style-type: none"> • Tamaño de letra: mediana. 		<ul style="list-style-type: none"> • Tamaño de letra: grande. 		
		Simbología	<ul style="list-style-type: none"> • Simbología con leyenda, etiqueta. • Imágenes reales. (De ser posible, fotos de sus equipos) 						
		Criterios genéricos de la interfaz gráfica	<ul style="list-style-type: none"> • Simpleza baja-media. 						

	Experto	Pantalla	<ul style="list-style-type: none"> • Número máximo de cuadrantes para dividir pantalla: 4. • Medidores digitales, uso de dos (02) decimales. 				
		Alarmas	<ul style="list-style-type: none"> • Alarmas visuales y auditivas. Presentación en ventana grande. (Ver Anexos 18, 19 y 37) 	<ul style="list-style-type: none"> • Alarmas visuales. Presentación en ventana mediana. (Ver Anexos 18, 19 y 37) 	<ul style="list-style-type: none"> • Alarmas visuales y auditivas. Presentación en ventana grande. (Ver Anexos 18, 19 y 37) 		
		Botones	<ul style="list-style-type: none"> • Botones actuales que se tienen. 				
		Letra	<ul style="list-style-type: none"> • Tamaño de letra: grande. 	<ul style="list-style-type: none"> • Tamaño de letra: mediana. 	<ul style="list-style-type: none"> • Tamaño de letra: mediana. 	<ul style="list-style-type: none"> • Tamaño de letra: grande. 	
		Simbología	<ul style="list-style-type: none"> • Simbología con/sin leyenda, etiqueta. • Imágenes simples, uso de figuras geométricas. (Ver Anexos del 1 al 17, Anexos del 40 al 45) 				
		Criterios genéricos de la interfaz gráfica	<ul style="list-style-type: none"> • Simpleza alta. 				

CAPÍTULO 4

APLICACIÓN DE LA NORMATIVA PROPUESTA

4.1. Escenario elegido

Los escenarios escogidos para la aplicación de la propuesta del trabajo de investigación son los siguientes:

- En la empresa Amazonas Cleaners S.R.L. se ha escogido las áreas de lavadoras, centrífugas y secadoras.
- En la empresa Transportes Gianfranco E.I.R.L se ha considerado la parte del tanque de amoníaco que mantiene la temperatura baja del agua para fabricar el hielo.

4.2. Participantes

Los trabajadores elegidos son tanto los nuevos como los expertos. En el caso de la lavandería, los participantes corresponden a los maquinistas del turno mañana y tarde.

Por el lado de la fábrica de hielo, se trabajará con los operarios que cumplen su jornada laboral de trabajo y con uno que permanece perenne en la planta.

4.3. Método de aplicación y prueba de la normativa

Para aplicar la normativa propuesta se hicieron dos entrevistas a los participantes elegidos de ambas empresas: una antes de diseñar interfaces pilotos, para poder obtener información de lo que esperan obtener, y otra, después del diseño, para corroborar si lo propuesto va

acorde con lo pedido por los participantes. Se hicieron cuadros porcentuales sencillos para ver las preferencias y patrones de diseño que los participantes relacionan en su trabajo.

4.4. Prototipos

Para el diseño de interfaces se ha hecho uso de un aplicativo sencillo, denominado *Balsamiq Mockups*, que permite diseñar interfaces de manera sencilla y rápida para tener una idea clara y concreta de lo que se desea construir e implementar en un futuro. Se ha diseñado por cada proceso seleccionado y por cada empresa diferentes interfaces, obteniendo dos versiones; la primera, con la que los usuarios participantes solicitan y esperan obtener; la segunda, las mejoras realizadas aplicando la normativa propuesta. A continuación se presentará las capturas de pantalla de la versión final, resultado de ambas entrevistas.

4.4.1. Amazonas Cleaners S.R.L.

4.4.1.1. Prototipo de diseño : Área de lavadoras

En la figura 4.1, se muestra la primera interfaz con la que el operario, el usuario final, interactuará. Es una ventana de ingreso/inicio de sesión. Se muestra el nombre de la empresa y la máquina que se usará. En la esquina derecha se colocarán los botones o avisos de ayuda para que el operario tenga a disposición guías o manuales de trabajo; asimismo, se dispone de un cuadro de texto donde el operario colocará su código (único para cada operario), para poder usar la máquina e iniciar su trabajo. Hay tres opciones donde nos lleva esta ventana; estas se muestran en las figuras 4.2, 4.3 y 4.4

The image shows a login window titled 'LAVADORA 3'. At the top, it says 'LAVANDERÍA AMAZONAS CLEANERS S.R.L.' with a question mark icon on the right. Below that, the text 'LAVADORA 3' is displayed in a large, bold font. Underneath, there is a label 'Cód. Trabajador:' followed by a text input field. At the bottom, there is a button labeled 'Ingresar'.

Fig. 4.1: Interfaz N° 1
Inicio de sesión

Fuente: Diseño propio

En la figura 4.2 se muestra una de las ventanas que nos puede llevar la ventana de la figura 4.1. Es una ventana de aviso de código ingresado inválido; es decir, cuando el operario ha digitado incorrectamente su código, este aviso le brinda la posibilidad de digitarlo nuevamente y de la forma correcta.

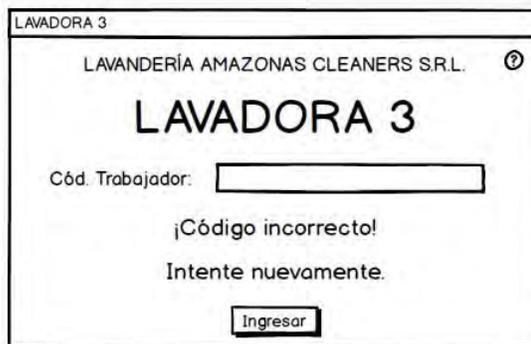


Fig. 4.2 Interfaz N° 2
Error al introducir datos del trabajador
Fuente: Diseño propio

La segunda ventana posible, después de haber ingresado el código del trabajador, es la presentada en la figura 4.3. En este caso, cuando el operario no está autorizado para manipular la máquina, aparecerá la información impidiéndole el acceso. El objetivo de esta interfaz es evitar errores o accidentes causados por usuarios que no tienen mucha experiencia con la máquina con la que no trabajan a diario.



Fig. 4.3: Interfaz N° 3
Mensaje de no autorización al trabajador para manipular el equipo en
diversos colores de contraste
Fuente: Diseño propio

La última posibilidad a la que nos dirige la ventana de la figura 4.1 es a la primera ventana correspondiente a la etapa de la manipulación de la máquina, así como nos muestra la figura 4.4

Se muestra una imagen de la lavadora, el panel de control (ubicado a la derecha del operario), y las tuberías correspondientes al agua y vapor (que se usa para el proceso de lavado). Para brindar información útil al trabajador, en el lado izquierdo superior se dispone de ella, ya que es una zona estratégica. Por instinto, el ojo humano se dirige hacia esa zona (lado izquierdo superior) porque hay mayor posibilidad de memoria de información, primordial para el proceso, sin necesidad de ventanas emergentes.

En la parte superior, se ha colocado indicadores numéricos para poder hacer seguimiento del proceso de una manera más fácil y rápida para el operario industrial.

Esta primera ventana que verá el operario antes de iniciar sus trabajos se mostrará inoperativa, apagada.

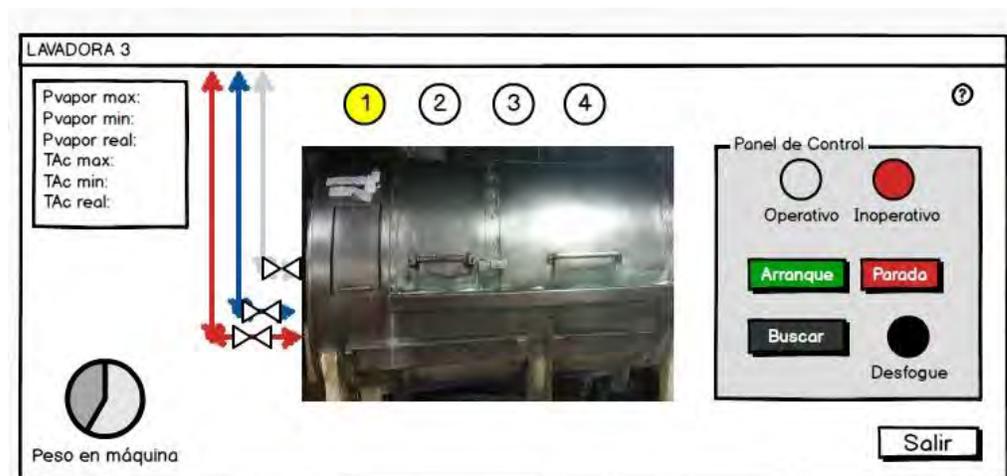


Fig. 4.4: Interfaz N° 4

Primera presentación para hacer uso de equipo

Fuente: Diseño propio

Después de que el operario ha visto la primera presentación de su forma de trabajo (pantalla inoperativa), procede con el proceso; para ello, se muestra una ventana emergente (figura 4.5) indicando el inicio de la operación, a fin de evitar errores, confusiones al momento de inicio o fin del trabajo.

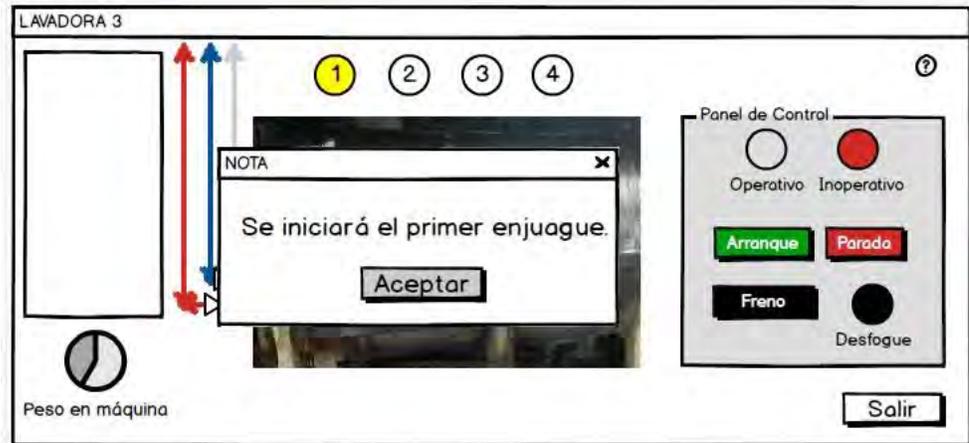


Fig. 4.5: Interfaz N° 5

Mensaje que indica el inicio de la operación correspondiente al primer enjuague de ropa

Fuente: Diseño propio

En la figura 4.6, la interfaz muestra que la máquina está en estado operativo, tanto por los indicadores numéricos como por el cambio de estado y por la luz verde del tablero de control.

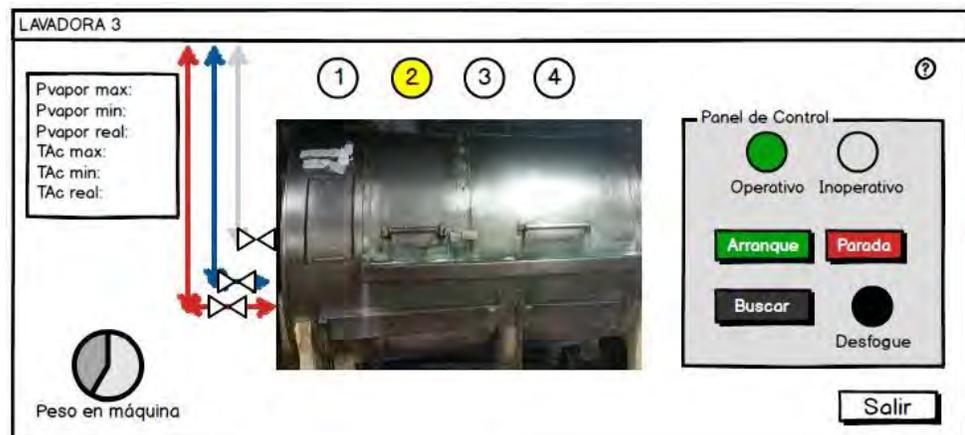


Fig. 4.6: Interfaz N° 6

Pantalla que indica el estado operativo de la lavadora

Fuente: Diseño propio

La ventana que se muestra en la figura 4.7, también consta de una ventana emergente que indica el término del primer enjuague de ropa, así también señala las operaciones después del término de esta actividad (desfogue de agua y suministro de insumos para el lavado); esto permitirá al operario no pasar por alto las actividades requeridas para la correcta realización del proceso.

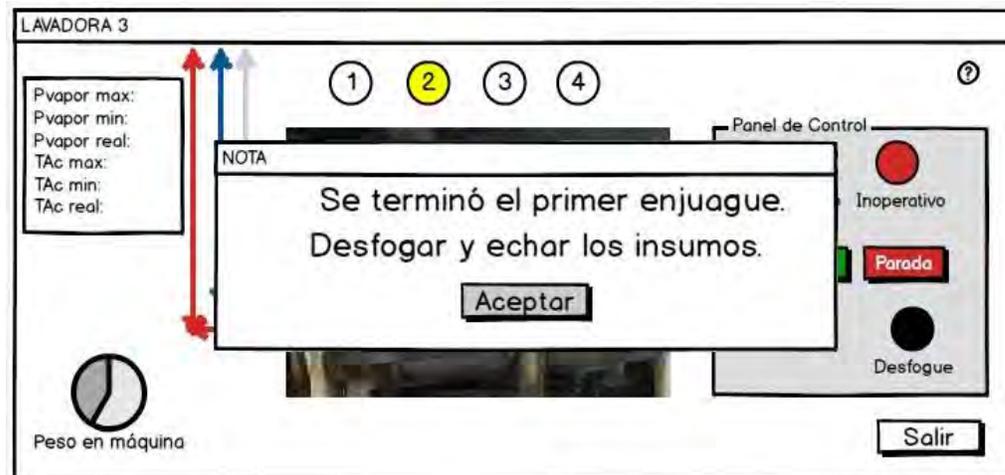


Fig. 4.7: Interfaz N° 7

Mensaje que indica el fin de la operación de enjuague

Fuente: Diseño propio

Para avisar al operario que la máquina ha concluido con su operación, como se puede apreciar en la figura 4.8, la luz cambia a rojo.

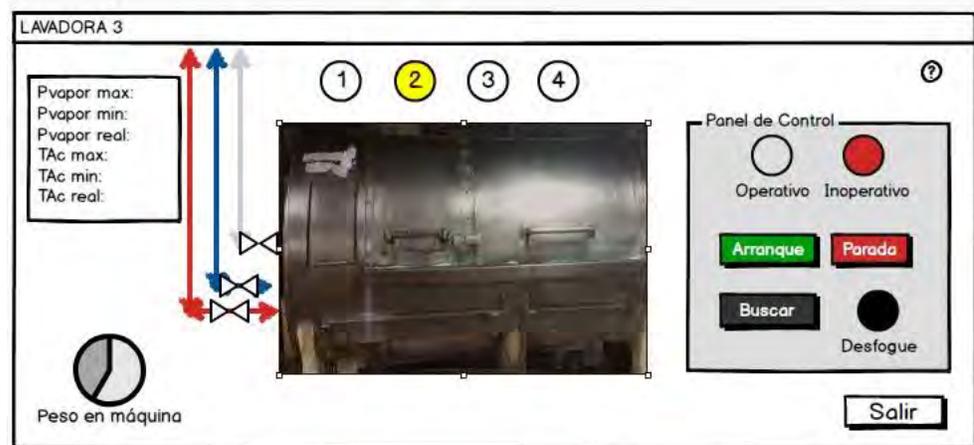


Fig. 4.8: Interfaz N° 8

Pantalla que indica el fin de la operación de enjuague

Fuente: Diseño propio

Después del primer enjuague, se procederá con el lavado; así como lo muestra la figura 4.9



Fig. 4.9: Interfaz N° 9

Mensaje que indica el inicio de operación de lavado de ropa

Fuente: Diseño propio

Al igual que la figura 4.6, la imagen 4.10 muestra, con el indicador numérico y la luz verde, que la máquina está trabajando.

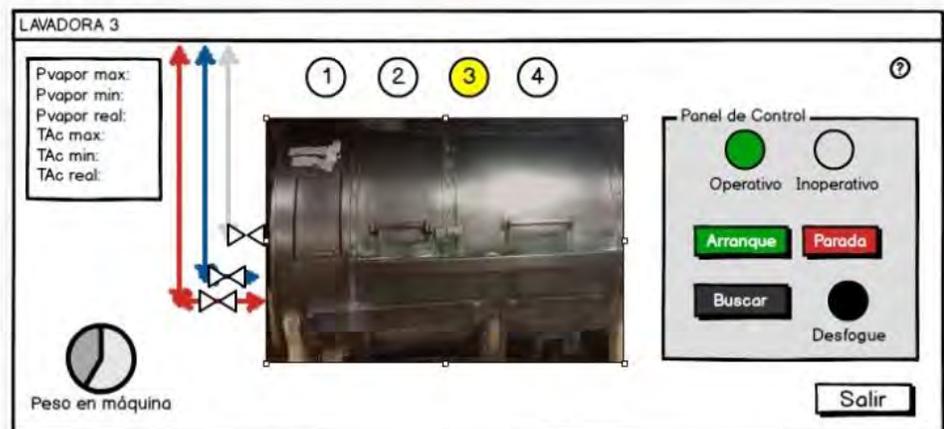


Fig. 4.10: Interfaz N°10

Pantalla que indica el estado operativo de la lavadora

Fuente: Diseño propio

La figura 4.11 indica el fin del proceso de lavado.



Fig. 4.11: Interfaz N° 11

Mensaje que indica el fin de la operación de lavado

Fuente: Diseño propio

Después de haber concluido el proceso de lavado, si el operario desea salir de su sesión aparecerá una ventana emergente solicitándole que confirme esta acción.



Fig. 4.12: Interfaz N° 12

Mensaje que solicita la confirmación de la salida de sesión

Fuente: Diseño propio

Si la máquina presentara alguna falla sea cuales fueran las razones, en cualquier momento del proceso, aparecerá un aviso de alerta, como se puede observar en la figura 4.13



Fig. 4.13: Interfaz N° 13
Mensaje que indica error o falla
Fuente: Diseño propio

Una vez que el operario ha aceptado el mensaje de alerta y con el fin de brindarle apoyo en la resolución del problema, aparecerá una ventana que muestra las posibles causas del incidente.

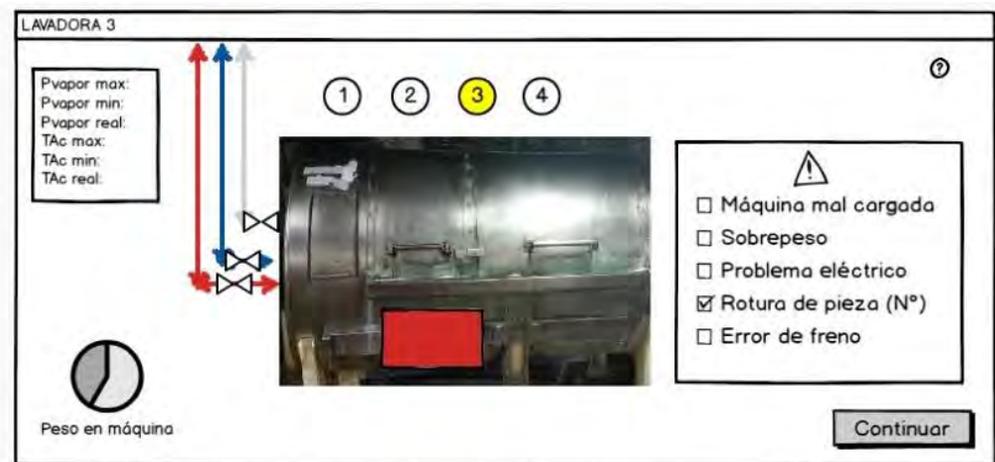


Fig. 4.14: Interfaz N° 14
Pantalla que indica error y sus posibles causas
Fuente: Diseño propio

Al solucionarse el incidente, se le consultará al operario si desea continuar con la operación de lavado. Si su decisión es afirmativa, se mostrará la interfaz (etapa del proceso en la que se presentó el problema) cuando ocurrió el accidente. Si la falla demandase un tiempo considerable para su solución el operario tendría que optar por desistir del proceso. En consecuencia, se cerraría la sesión.

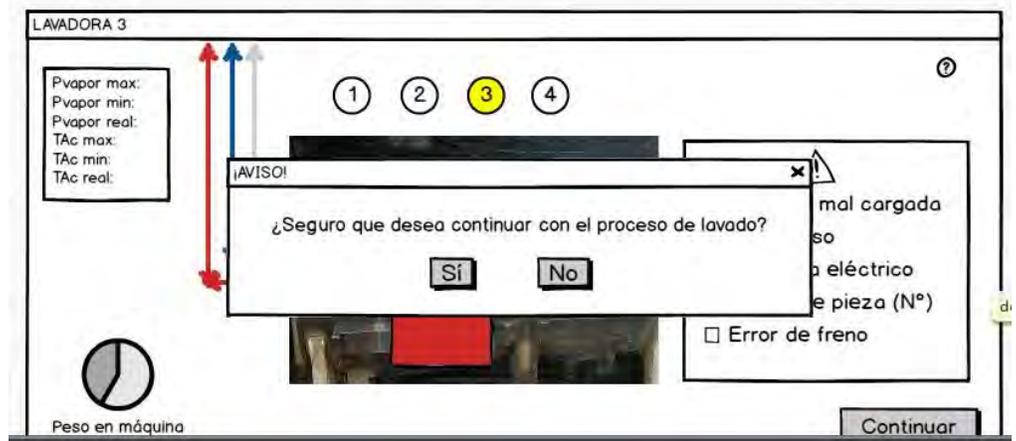


Fig. 4.15: Interfaz N° 15

Pantalla que solicita la confirmación del proceso después de reparación del error

Fuente: Diseño propio

4.4.1.2. Prototipo de diseño : Área de centrífugas

La figura 4.16, al igual que la figura 4.1, solicita el código del trabajador.



Fig. 4.16: Interfaz N° 1

Inicio de sesión

Fuente: Diseño propio

La figura 4.17, al igual que la figura 4.2, señala que el código ingresado es incorrecto.



Fig. 4.17: Interfaz N° 2
Error al introducir datos del trabajador
Fuente: Diseño propio

Al igual que la figura 4.3, la 4.18 muestra los mensajes que indican que el operario no está autorizado a usar la máquina.



Fig. 4.18: Interfaz N° 3
Mensaje de no autorización al trabajador para manipular el equipo en
diversos colores de contraste
Fuente: Diseño propio

En equivalencia a la 4.4, la figura 4.19 muestra la máquina, la información útil y el panel de control.

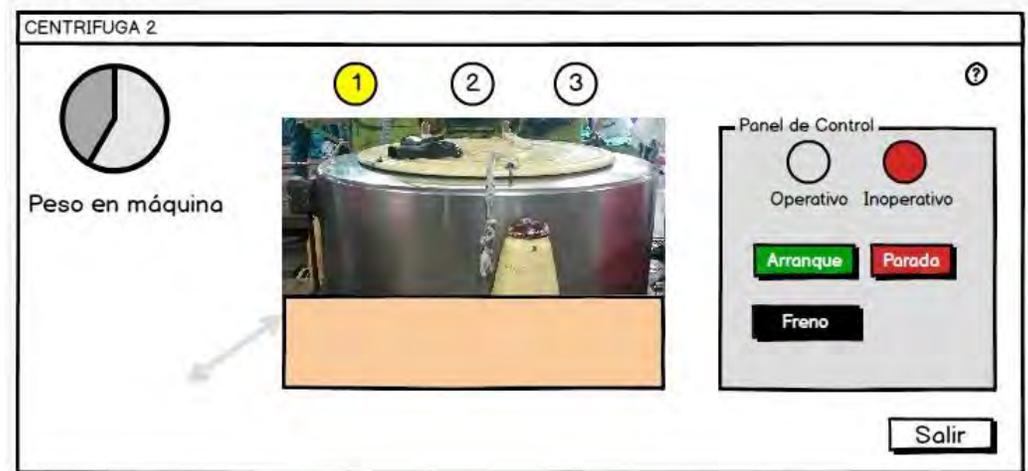


Fig. 4.19: Interfaz N° 4
Primera presentación para hacer uso de equipo
Fuente: Diseño propio

Al igual que la figura 4.5, la imagen 4.20 muestra la ventana que indica el inicio de la operación.



4.20: Interfaz N° 5
Mensaje que indica el inicio de la operación correspondiente de centrifugado
Fuente: Diseño propio

Como hacen referencia las figuras 4.6 y 4.10; la 4.21 muestra el estado de trabajo de la máquina.

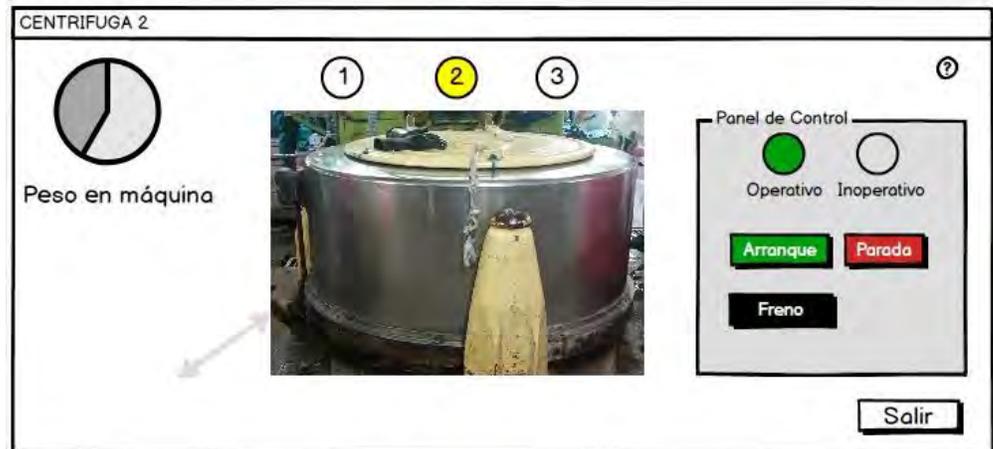


Fig. 4.21: Interfaz N° 6
Pantalla que indica el estado operativo de la centrifuga
Fuente: Diseño propio

Al igual que las figuras 4.7 y 4.11, la figura 4.22 muestra el término de la operación.

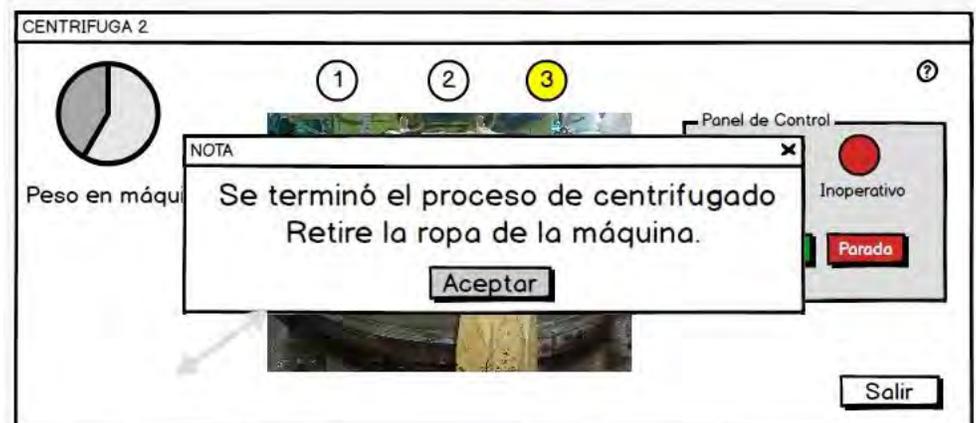


Fig. 4.22: Interfaz N° 7
Mensaje que indica el fin de la operación de centrifugado
Fuente: Diseño propio

La figura 4.23 muestra el estado inoperativo de la máquina.

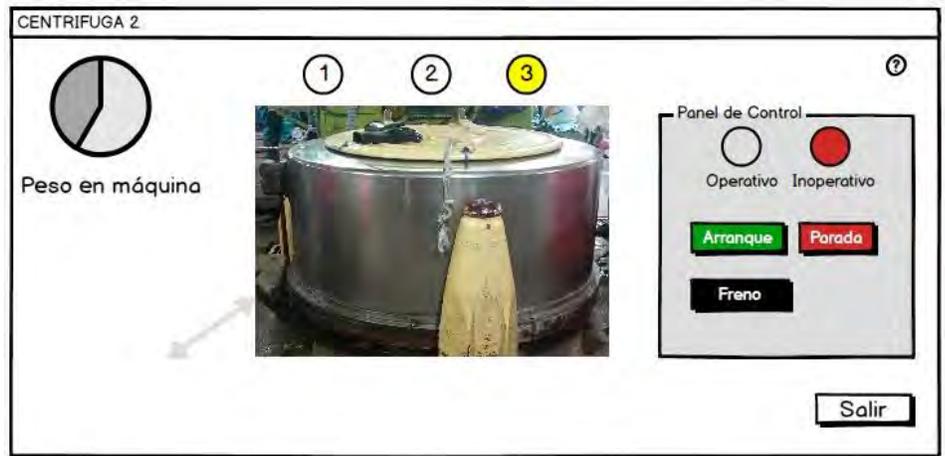


Fig. 4.23: Interfaz N° 8

Ventana que indica el estado de fin de operación de centrifugado

Fuente: Diseño propio

La figura 4.24 muestra la ventana que consulta la salida de la sesión.



Fig. 4.24: Interfaz N° 9

Mensaje que solicita la confirmación de la salida de sesión

Fuente: Diseño propio

La figura 4.25 muestra, las posibles recomendaciones para el mensaje de alerta ante un incidente,



Fig. 4.25: Interfaz N° 10
Mensaje que indica error o falla
Fuente: Diseño propio

La figura 4.14 muestra la localización del problema y sus posibles causas.

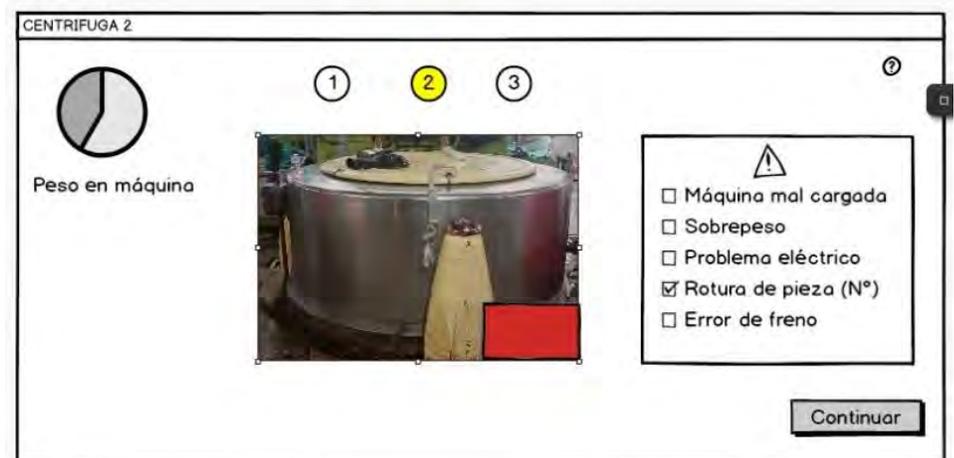


Fig. 4.26: Interfaz N° 11
Pantalla que indica error y sus posibles causas
Fuente: Diseño propio

La figura 4.27 muestra una ventana que consulta si se desea o no continuar con el proceso de centrifugado.



Fig. 4.27: Interfaz N° 12

Pantalla que solicita la confirmación del proceso después de reparación del error

Fuente: Diseño propio

4.4.1.3. Prototipo de diseño: Área de secadoras

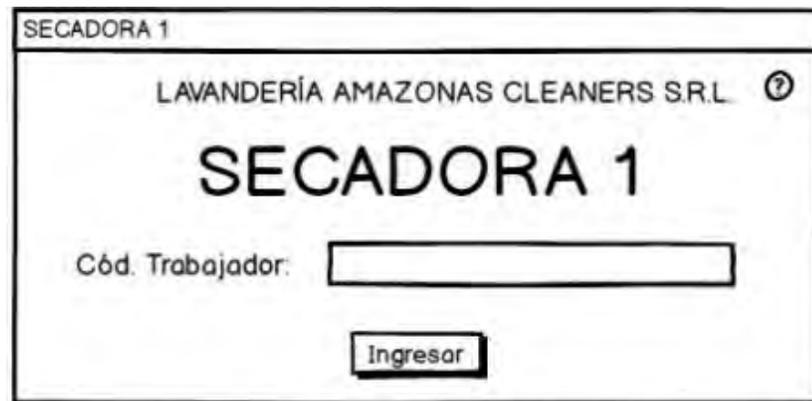


Fig. 4.28: Interfaz N° 1

Inicio de sesión

Fuente: Diseño propio

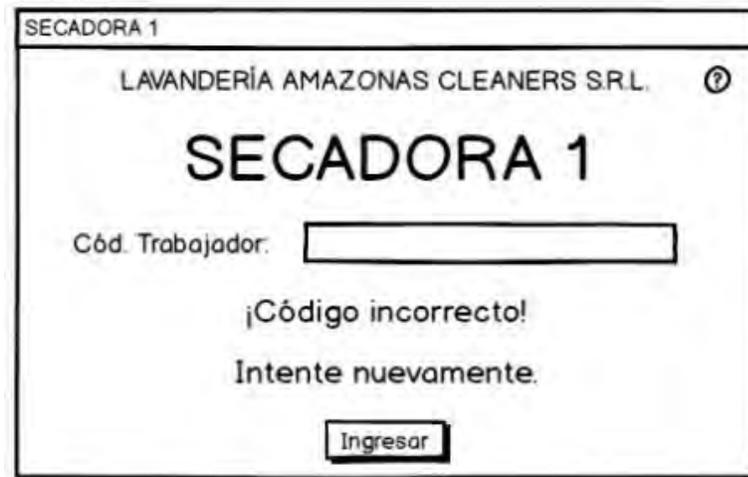


Fig. 4.29: Interfaz N° 2
Error al introducir datos del trabajador
Fuente: Diseño propio



Fig. 4.30: Interfaz N° 3
Mensaje de no autorización al trabajador para manipular el equipo en
diversos colores de contraste
Fuente: Diseño propio

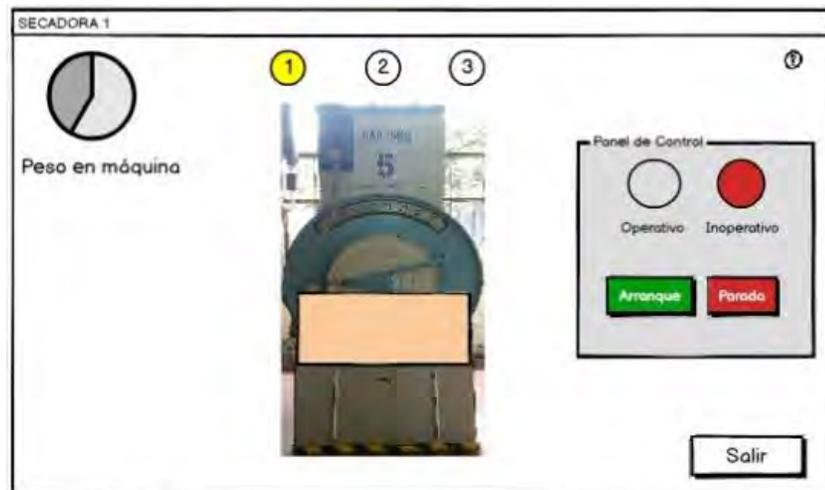


Fig. 4.31: Interfaz N° 4

Primera presentación para hacer uso de equipo

Fuente: Diseño propio



Fig. 4.32: Interfaz N° 5

Mensaje que indica el inicio de la operación correspondiente de secado

Fuente: Diseño propio

En esta pantalla, se ve que la máquina está secando la ropa introducida, con el respectivo tiempo de duración del secado (cronómetro colocado en la parte inferior de la máquina).

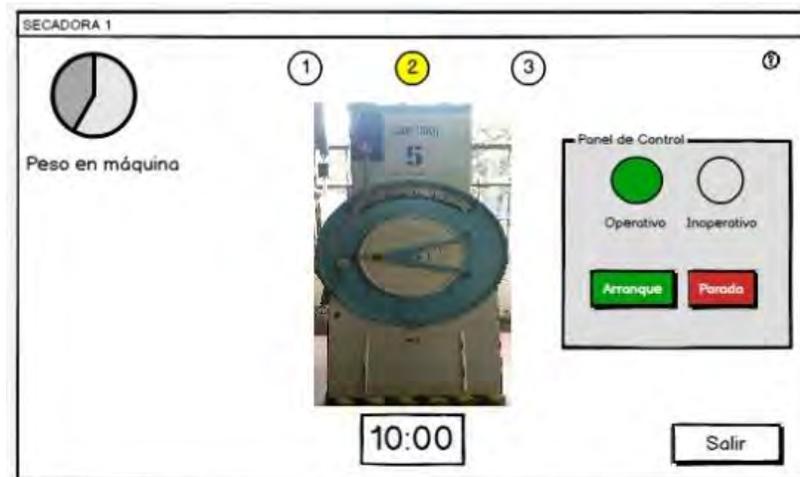


Fig. 4.33: Interfaz N° 6

Pantalla que indica el estado operativo de la secadora

Fuente: Diseño propio

Se comunica al operario que se terminó el proceso de secado y que proceda a retirar la ropa para continuar con el planchado, como indica la figura 4.34.

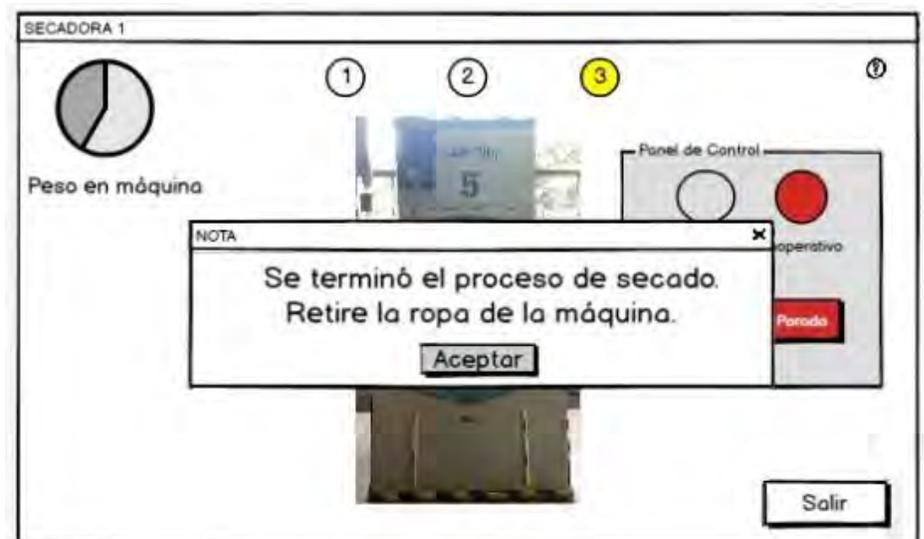


Fig. 4.34: Interfaz N° 7

Mensaje que indica el fin de la operación de secado

Fuente: Diseño propio

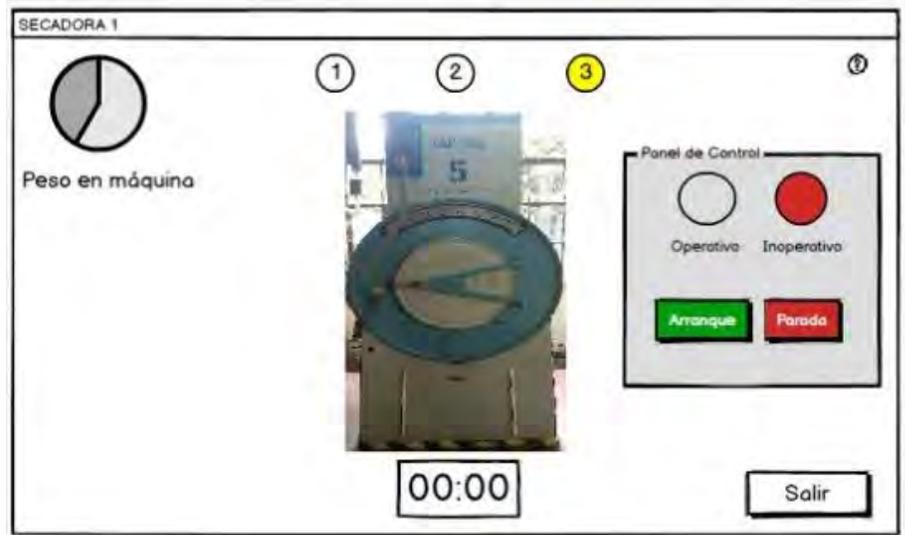


Fig. 4.35: Interfaz N° 8

Pantalla que indica el estado de fin de operación de secado

Fuente: Diseño propio

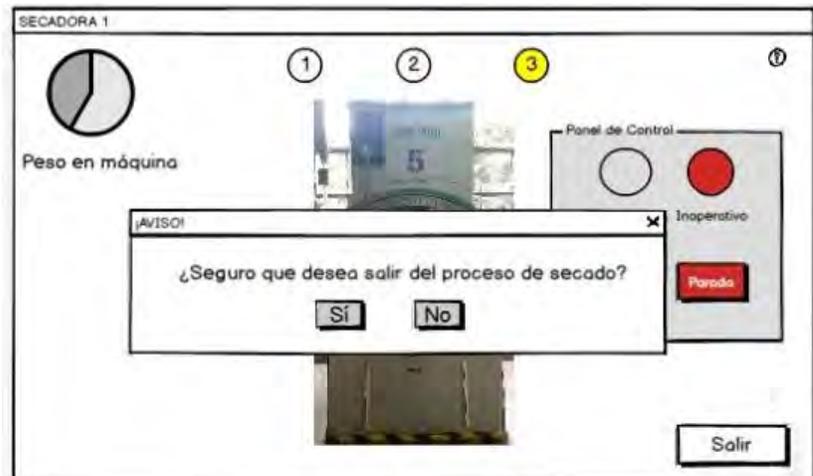


Fig. 4.36: Interfaz N° 12

Mensaje que solicita la confirmación de la salida de sesión

Fuente: Diseño propio



Fig. 4.37: Interfaz N° 13
Mensaje que indica error o falla
Fuente: Diseño propio

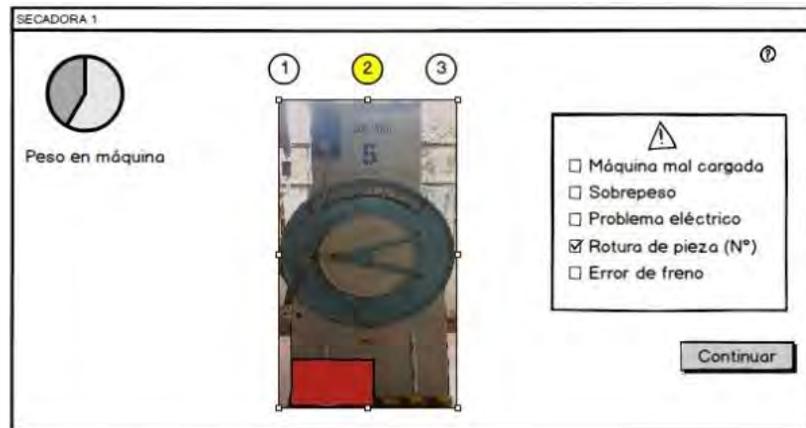


Fig. 4.38: Interfaz N° 14
Pantalla que indica error y posibles causas
Fuente: Diseño propio

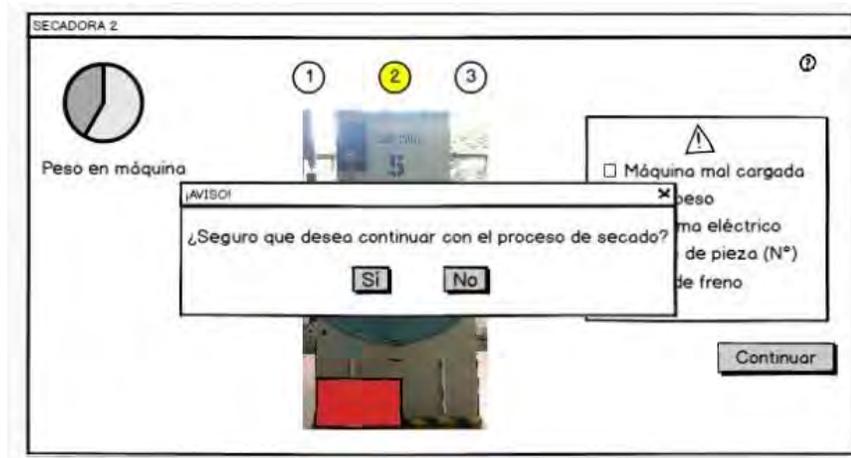


Fig. 4.39: Interfaz N° 15

Pantalla que solicita la confirmación del proceso después de reparación del error

Fuente: Diseño propio

4.4.2. Transportes Gianfranco E.I.R.L.

4.4.2.1. Prototipo de diseño

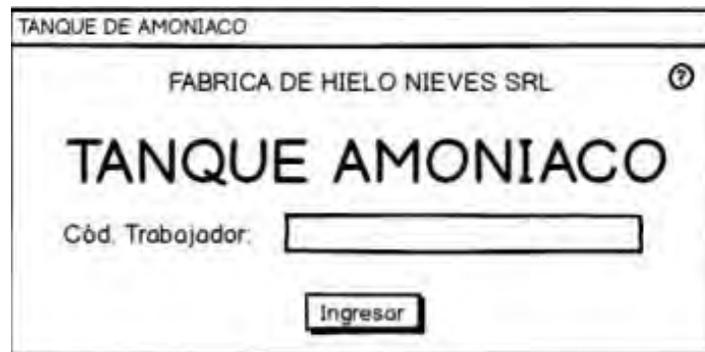


Fig. 4.40: Interfaz N° 1

Inicio de sesión

Fuente: Diseño propio

TANQUE DE AMONIACO

FABRICA DE HIELO NIEVES SRL

TANQUE AMONIACO

Cód. Trabajador:

¡Código incorrecto!
Intente nuevamente.

Fig. 4.41: Interfaz N° 2
Error al introducir datos del trabajador
Fuente: Diseño propio



Fig. 4.42: Interfaz N° 3
Mensaje de no autorización al trabajador para manipular el equipo en
diversos colores de contraste
Fuente: Diseño propio

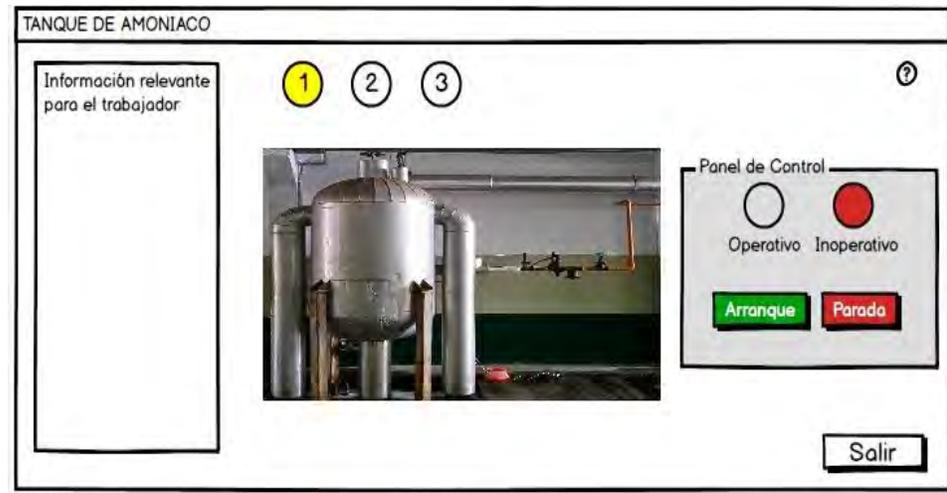


Fig. 4.43: Interfaz N° 4
Primera presentación para hacer uso de equipo
Fuente: Diseño propio

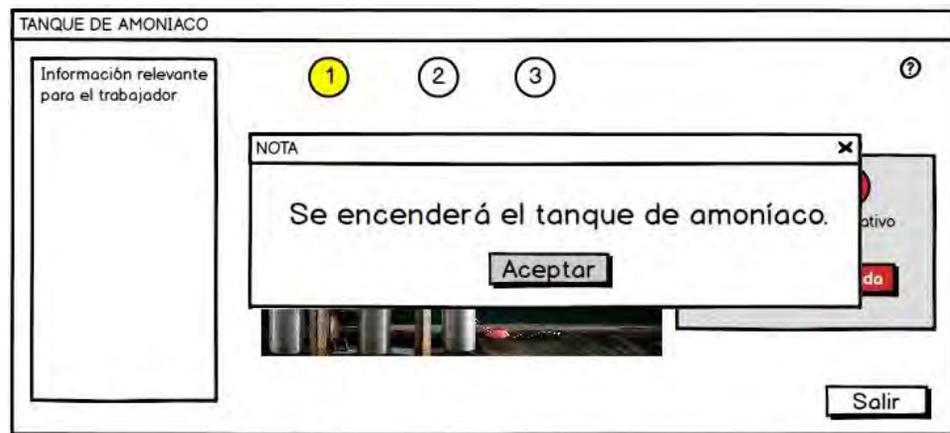


Fig. 4.44: Interfaz N° 5
Mensaje que indica el inicio de la operación correspondiente de encendido
del tanque de amoníaco
Fuente: Diseño propio

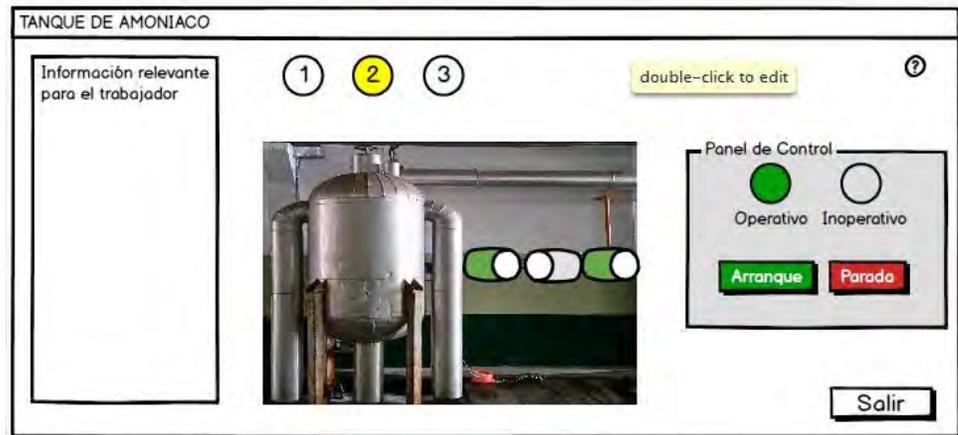


Fig. 4.45: Interfaz N° 6

Pantalla que indica el estado operativo del tanque de amoniaco

Fuente: Diseño propio

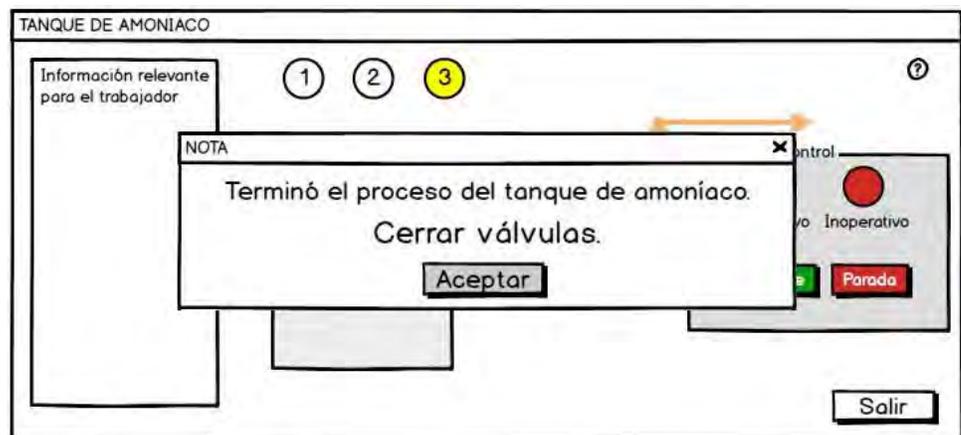


Fig. 4.46: Interfaz N° 7

Mensaje que indica el fin de la operación

Fuente: Diseño propio

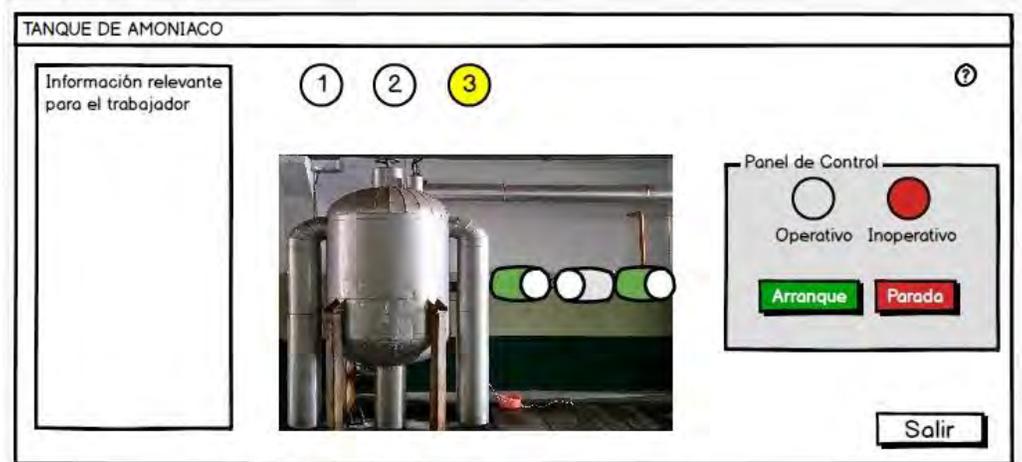


Fig. 4.47: Interfaz N° 8

Ventana que indica el estado de fin de operación

Fuente: Diseño propio



Fig. 4.48: Interfaz N° 9

Mensaje que solicita la confirmación de la salida de sesión

Fuente: Diseño propio



Fig. 4.49: Interfaz N° 10
Mensaje que indica error o falla
Fuente: Diseño propio

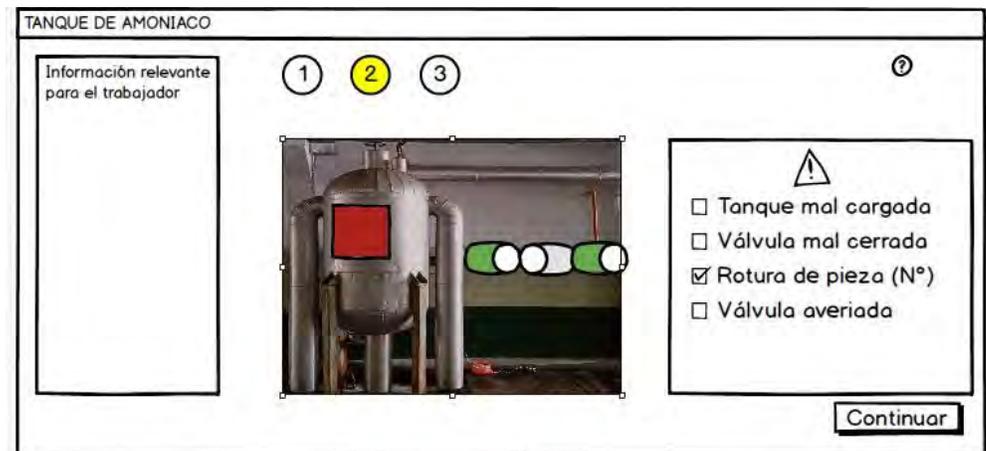


Fig. 4.50: Interfaz N° 11
Pantalla que indica error y posibles causas
Fuente: Diseño propio

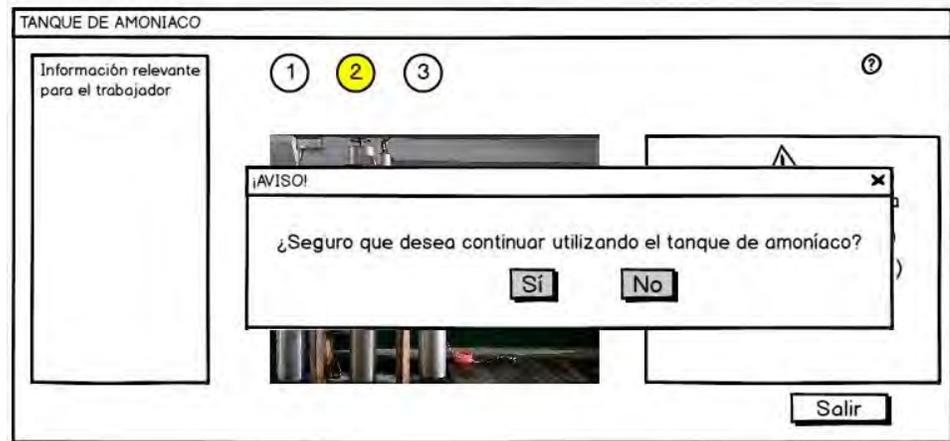


Fig. 4.51: Interfaz N° 12

Pantalla que solicita la confirmación del proceso después de reparación del error

Fuente: Diseño propio

CAPÍTULO 5

RESULTADOS OBTENIDOS EN LA APLICACIÓN PILOTO DE LA PROPUESTA

5.1 Metodología de recopilación y análisis de datos

Para la recopilación y análisis de los datos se ha elegido una metodología cuantitativa y cualitativa, es decir, mixta. La recopilación de datos se ha realizado mediante entrevistas a los trabajadores después de presentarles la versión final de las interfaces que utilizarían en sus trabajos.

Para el análisis de datos, se han utilizado cuadros estadísticos, que han permitido, gracias al análisis de los mismos, obtener información relevante considerar en la muestra.

5.1.1 Resultados de la primera entrevista

Al preguntar a los operarios qué dispositivo usarían para la manipulación de las interfaces gráficas, la mayoría señaló que preferían un dispositivo táctil en lugar de uno que utilice *mouse*.

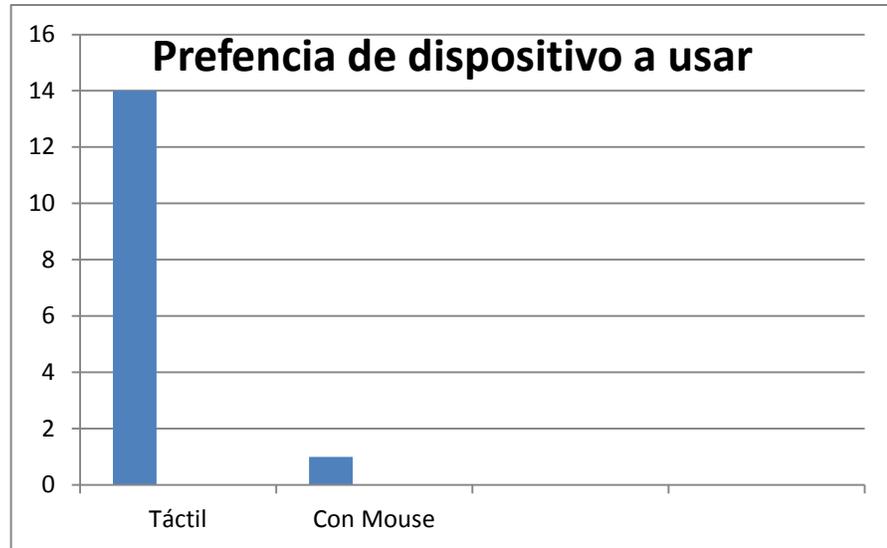


Gráfico 1
Preferencia de uso de dispositivo 1
Fuente: Diseño propio

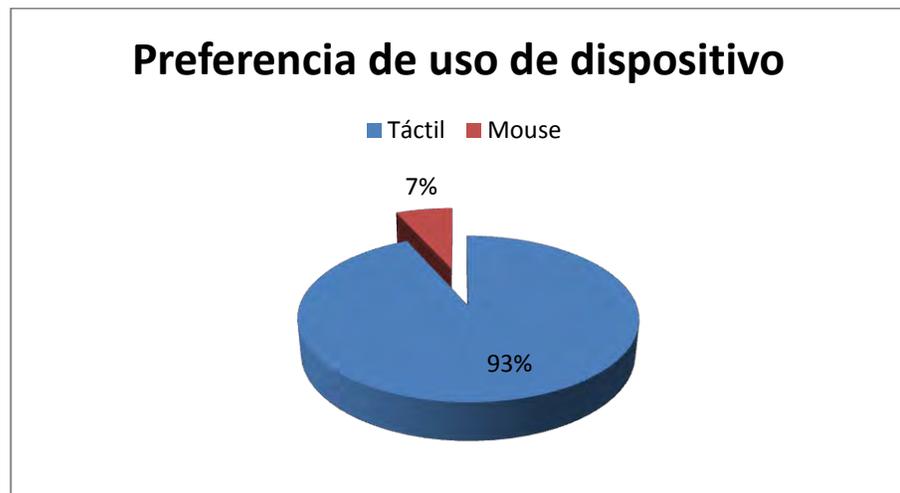


Gráfico 2
Preferencia de uso de dispositivo 2
Fuente: Diseño propio

Al preguntar a los trabajadores qué colores les gustaría visualizar en las interfaces, ellos señalaron que preferían los colores rojo y verde, como se muestra en el siguiente cuadro.

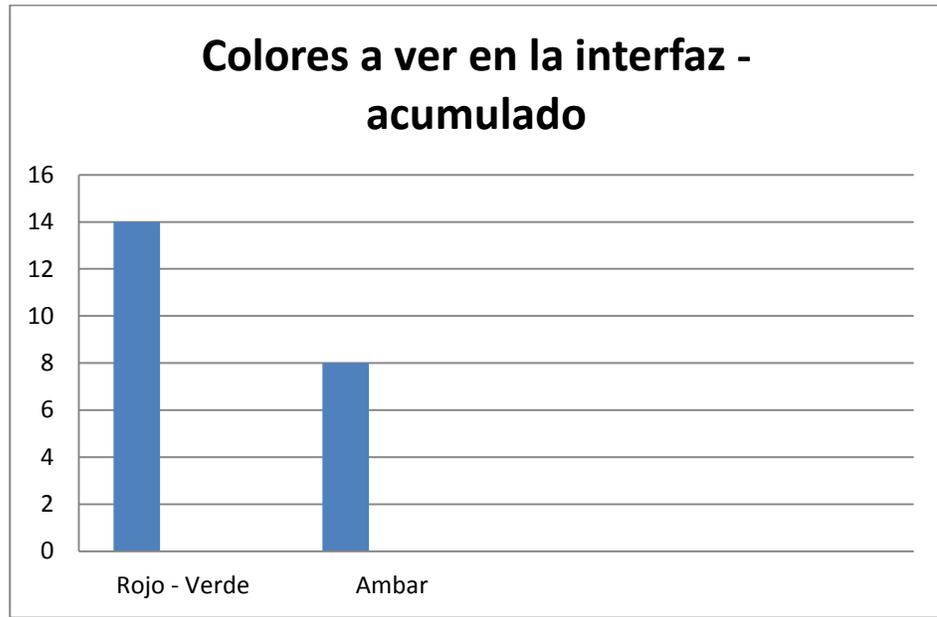


Gráfico 3

Colores a ver en la interfaz (acumulado)

Fuente: Diseño propio

En este gráfico se muestran los resultados por empresa analizada, con el fin de una tener mejor visualización de los resultados obtenidos.

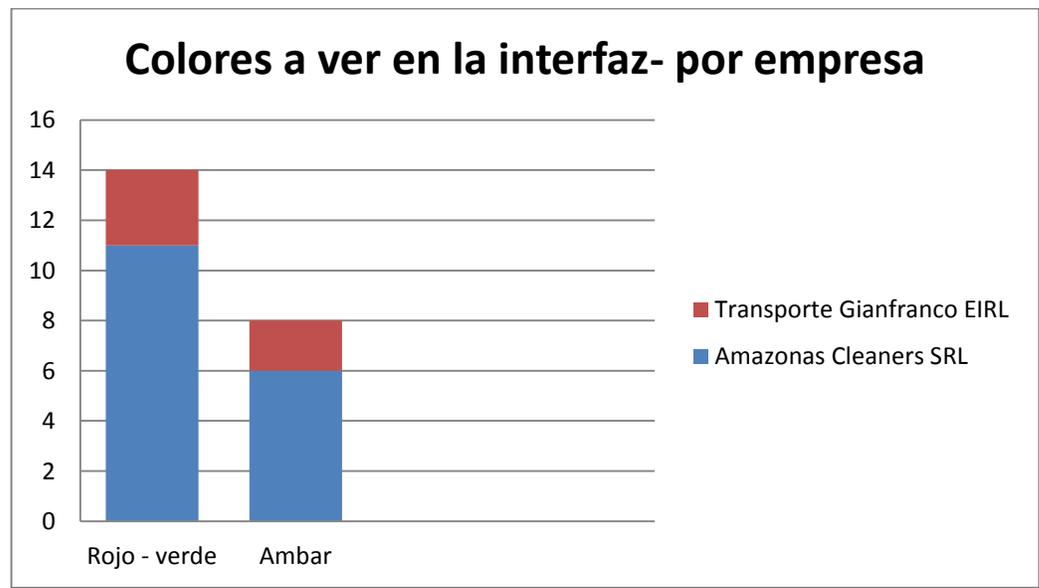


Gráfico 4

Colores a ver en la interfaz (por empresa)

Fuente: Diseño propio

Con respecto al color de las alarmas (mecanismo para comunicar eventos inesperados), se observa que tanto en el gráfico acumulado como en el desagregado se prefiere el color rojo.

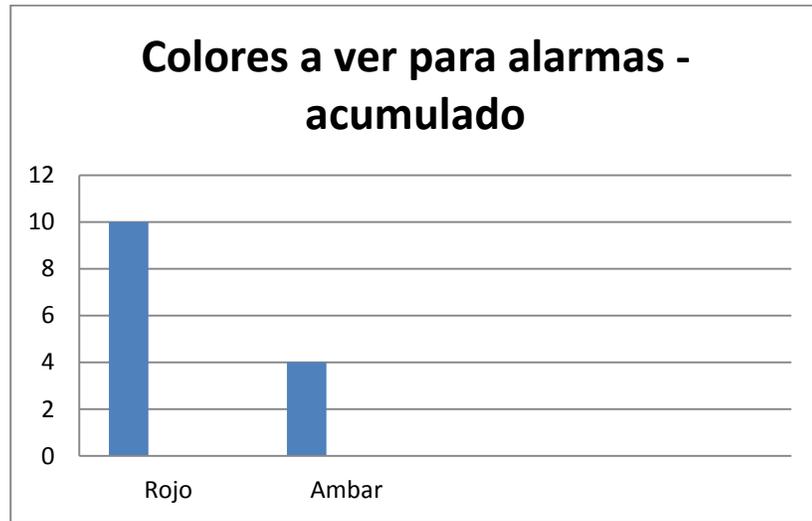


Gráfico 5

Colores para alarmas (acumulado)

Fuente: Diseño propio

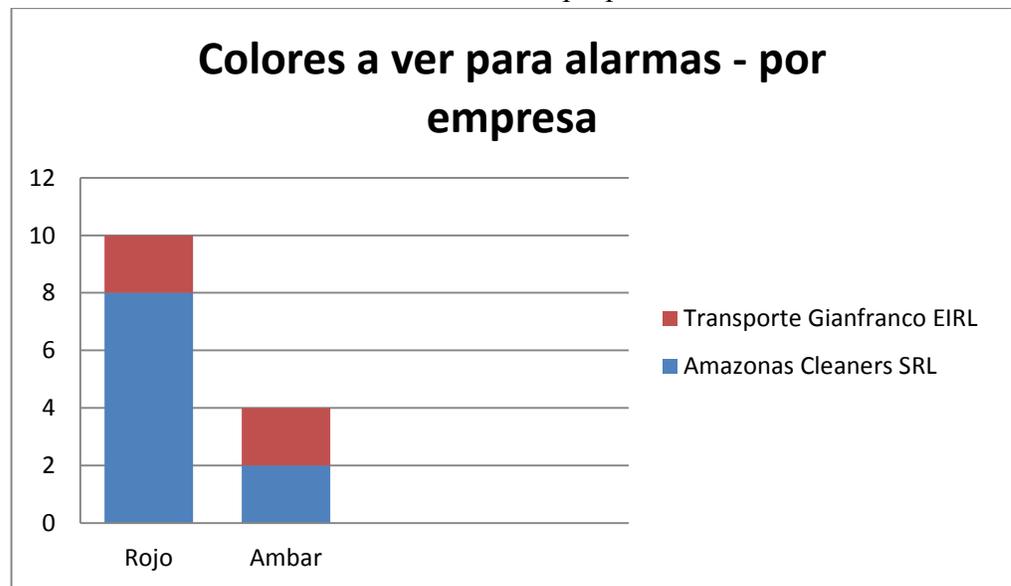


Gráfico 6

Colores para alarmas (por empresa)

Fuente: Diseño propio

En el gráfico 7 se muestra una preferencia por el tamaño de letra mediana.

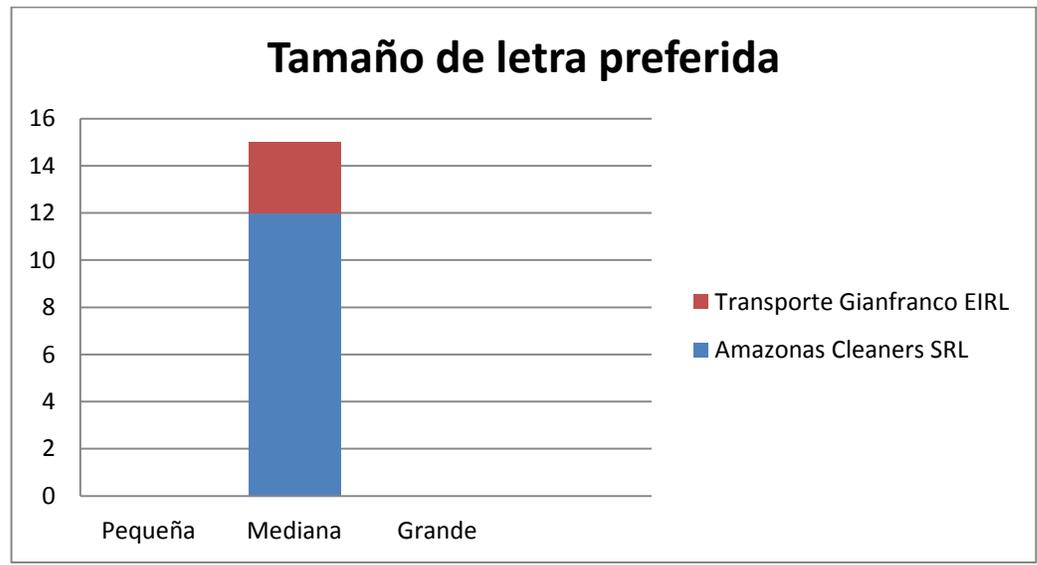


Gráfico 7

Tamaño de letra usada en interfaz (por empresa)

Fuente: Diseño propio

En el gráfico 8, se observan las preferencias por el tamaño de letra usadas para las alarmas al momento de ser presentadas en la interfaz al usuario cuando ocurre un evento no deseado, incidente o desperfecto en la máquina.



Gráfico 8

Tamaño de letra usada en alarmas 1

Fuente: Diseño propio

El gráfico 9 presenta las preferencias en el tamaño de letra a usar para las alarmas al momento de ser mostradas para comunicar algún imprevisto al usuario.

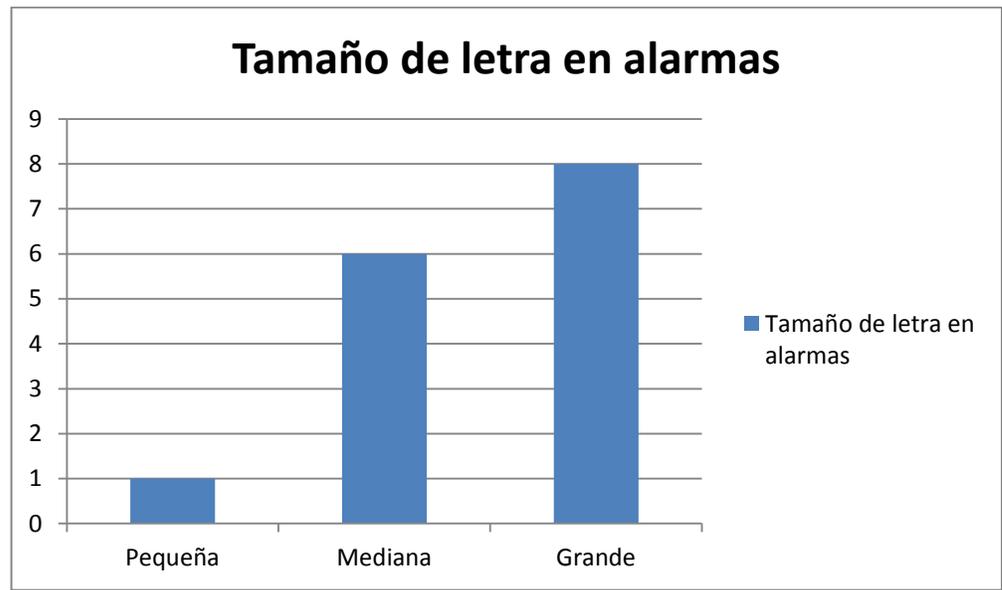


Gráfico 9

Tamaño de letra usada en alarmas 2

Fuente: Diseño propio

En el gráfico 10 se presenta la preferencia de los entrevistados por el uso de simbología en las interfaces.

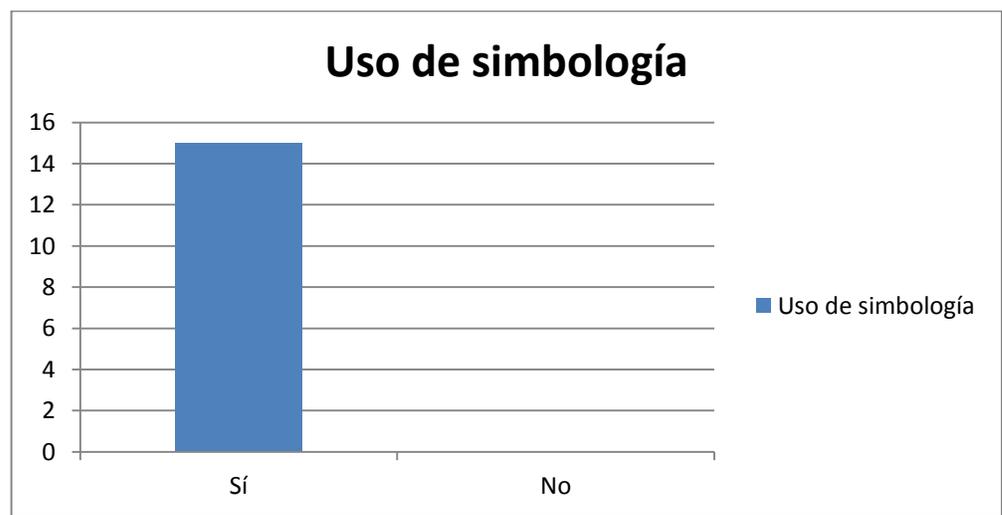


Gráfico 10

Uso de simbología en interfaces

Fuente: Diseño propio

Con respecto al tipo de números a usar en las interfaces, la mayoría prefiere los números digitales; solo una señaló su preferencia tanto por ambos tipos (digital y analógico).

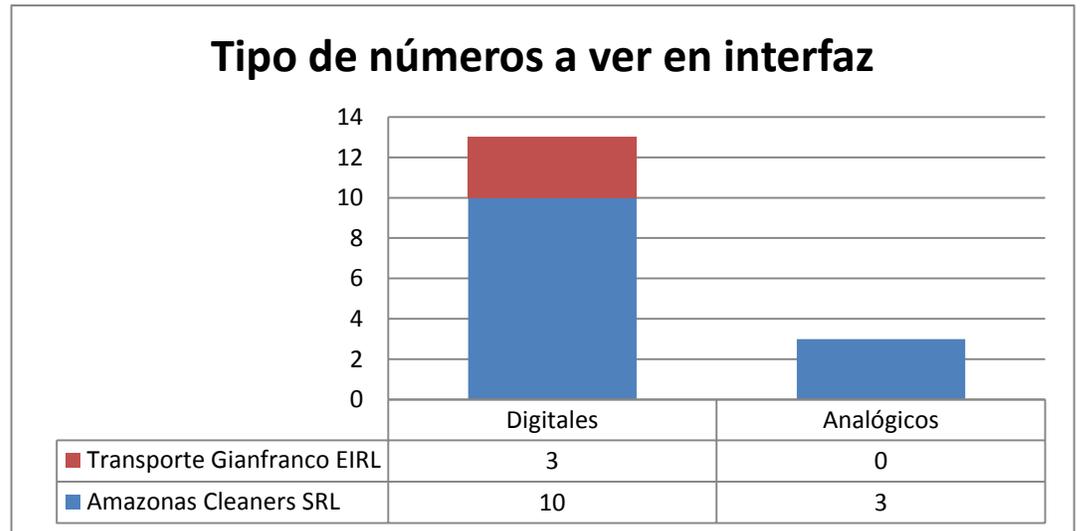


Gráfico 11

Tipo de números a mostrar en interfaz (por empresa)

Fuente: Diseño propio

Ante la pregunta de cómo desean los operarios que la interfaz les prevenga de errores y/o accidentes, la mayoría consideró que la interfaz debería prevenir a través de alarmas y avisos.

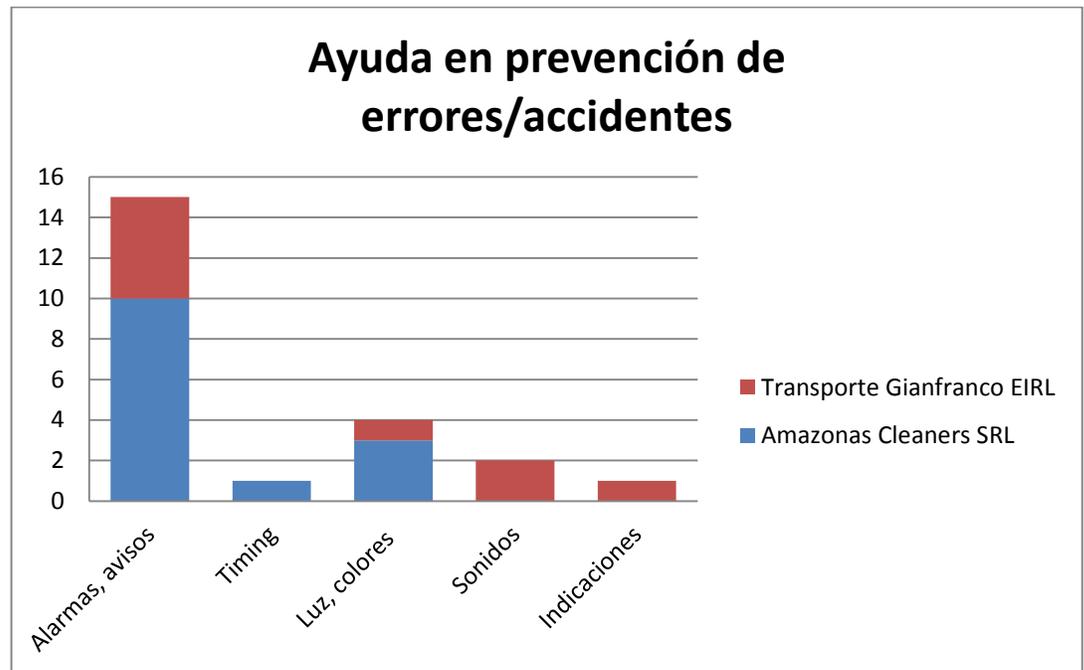


Gráfico 12

Ayuda para la prevención de errores y accidentes (por empresa)

Fuente: Diseño propio

5.1.2 Resultados de la segunda entrevista

Después de haber realizado la primera entrevista, se construyeron los prototipos de interfaces con las preferencias de los operarios. Posterior a ello, se hizo una segunda entrevista para ver las opiniones referentes a estos diseños.

En el gráfico 13, se muestran los colores para las ventanas de no autorización, es decir, aquellas donde se indica que el operario no está autorizado a usar la máquina. Se puede apreciar que hay una preferencia por la combinación rojo-blanco.

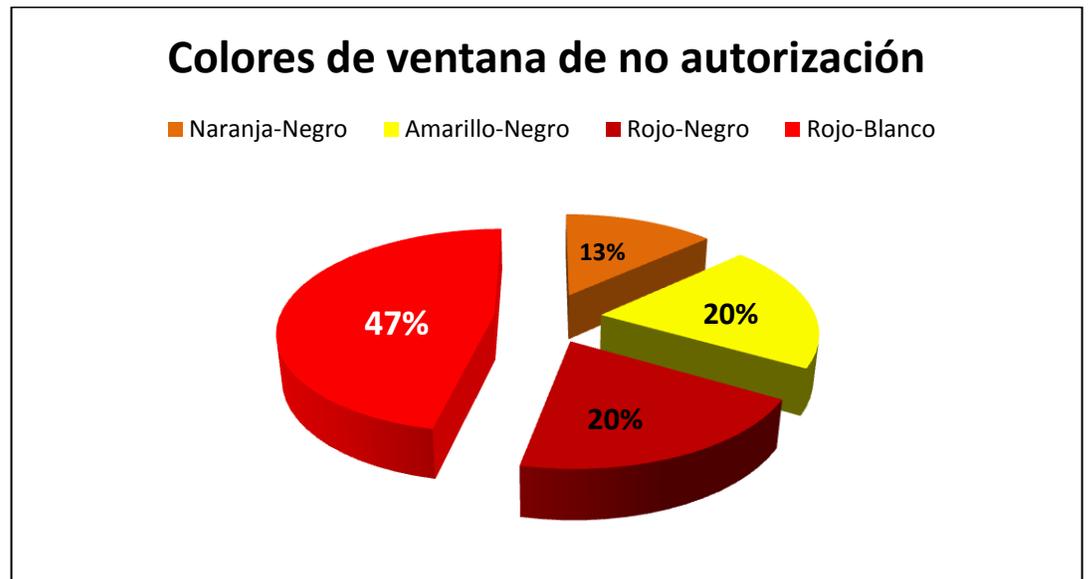


Gráfico 13

Preferencia de colores para ventanas de aviso de no autorización 1

Fuente: Diseño propio

Con relación a la pregunta anterior, en el gráfico 14 se muestran la cantidad de personas que han optado por cada uno de las combinaciones de colores propuestas.

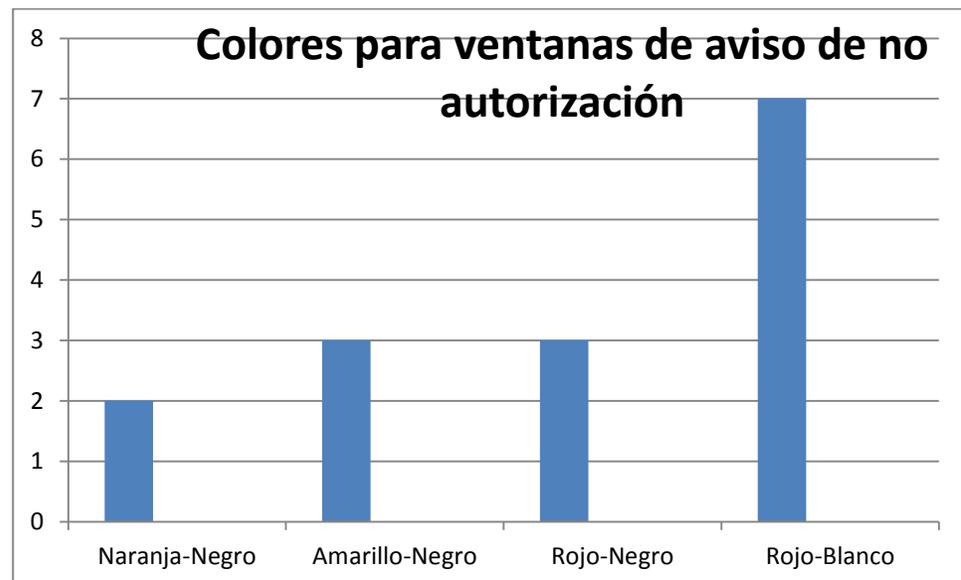


Gráfico 14

Preferencia de colores para ventanas de aviso de no autorización 2

Fuente: Diseño propio

En relación con los colores para la ventana de alarma se observa una preferencia por la combinación rojo-blanco.

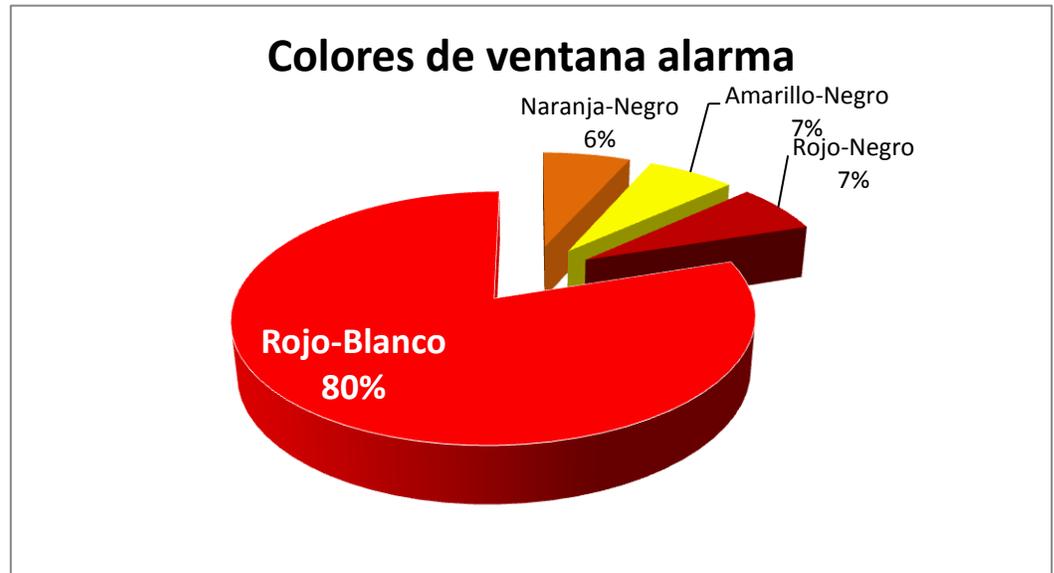


Gráfico 15

Preferencia de colores para ventanas alarma

Fuente: Diseño propio

En el gráfico 16 se puede observar la preferencia de los operarios por las figuras geométricas en el diseño de la interfaz.

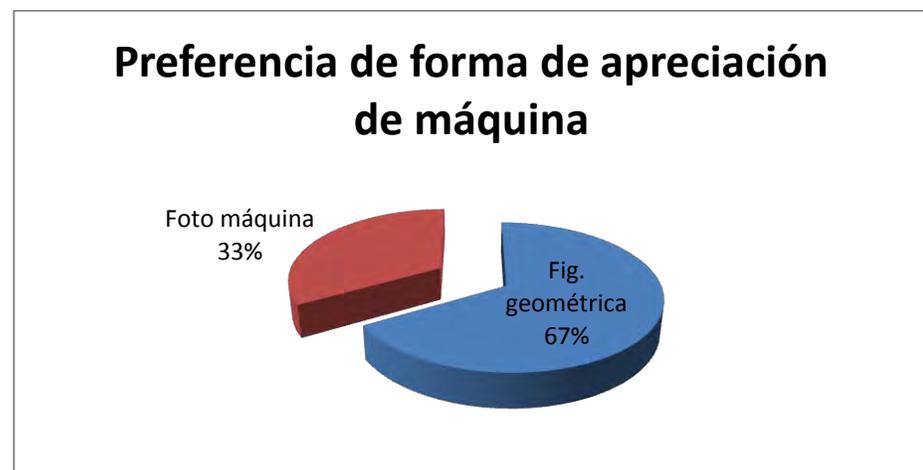


Gráfico 16

Preferencia de forma de apreciación de máquina

Fuente: Diseño propio

En este gráfico, se muestra el número de operarios que optan por una determinada forma de presentación en el diseño de interfaces.

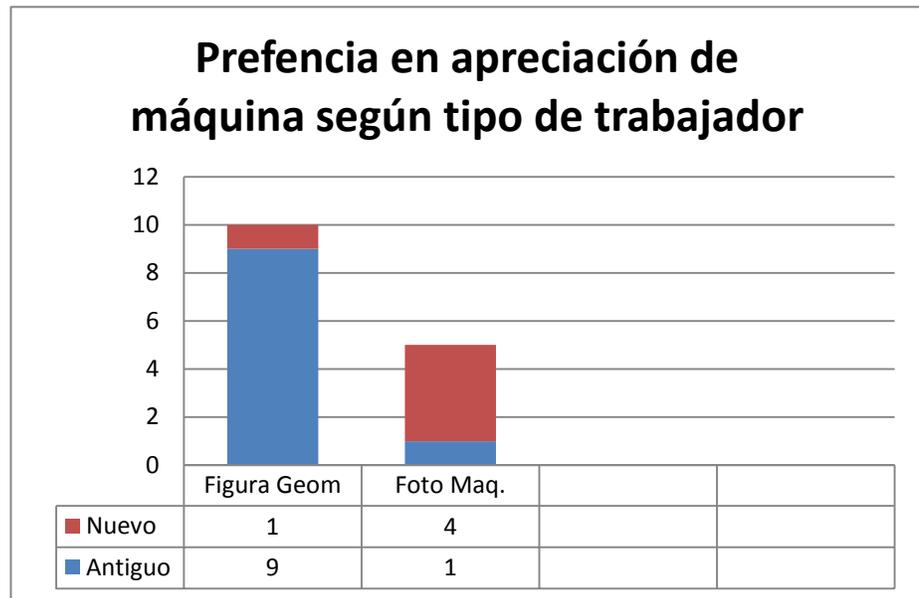


Gráfico 17

Preferencia de forma de apreciación de máquina según tipo de trabajador

Fuente: Diseño propio

CAPÍTULO 6

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

A continuación, se presentarán las conclusiones y recomendaciones a las que se ha arribado con esta investigación son las siguientes.

6.1 Conclusiones

- Al inicio de la elaboración de la normativa propuesta en el presente trabajo, se consideró que la temperatura sería un factor externo diferencial a ser tomado en cuenta para los casos específicos; sin embargo, al finalizar el proyecto se pudo observar que no tiene efecto alguno en el tipo de proceso y trabajador, a pesar de que en el sector industrial hay entornos influenciados por este factor.
- Luego de haber elaborado la normativa propuesta se pudo comprobar la existencia de: criterios genéricos, los cuales están en función a ninguno de los factores considerados en este proyecto (luz, temperatura, ruido y vibración) y, criterios específicos que tienen dependencia con ellos. Lo que demuestra que en el sector industrial se requieren de criterios universales y específicos para su adecuado diseño.
- A través de los resultados podemos apreciar que existe una preferencia por los operarios de un mecanismo de manipulación rápida y simple, puesto que el 93% de los entrevistados prefieren la pantalla táctil y solo un 7% opta por un ordenador con un *mouse*.

- Con respecto al diseño de la interfaz hay un porcentaje considerable (67%) que prefiere la simpleza en los esquemas de presentación. Este grupo corresponde a los operarios antiguos que eligen el uso de figuras geométricas. Cabe resaltar que dentro de este grupo conformado por 10 operarios, uno de ellos, a pesar de ser inexperto opta también por la simpleza. Por otro lado, es menor el porcentaje (33%) que escogen un diseño con alto grado de realismo (ajustado a su entorno laboral).
- En la interpretación de los colores se observa que no hay serios problemas, pues el 93.33% tiene claro que el rojo corresponde al apagado y a presencia de problemas, y el verde, al encendido y al estado correcto del proceso. Solo un 6.67% no reconoce correctamente el sentido de estos colores. Asimismo, se puede decir que los operarios prefieren los colores rojo y verde, y el color ámbar, como un tema de prevención.
- En cuanto al tamaño de letra para ser usada en la interfaz, los trabajadores entrevistados prefieren la letra mediana. Para las alarmas, sin embargo, se prefieren el tamaño grande.
- Todos los trabajadores reconocen el sentido de los símbolos que se manejan en el proceso de interfaz y muestran una gran preferencia por sus usos.
- En el tipo de números a usar (digitales o analógicos), se aprecia que los digitales son los más requeridos por los operarios, ya que, son más fáciles de visualizar.
- Para la prevención de errores y accidentes, se han obtenido diversas opiniones y requerimientos, como por ejemplo, una gran demanda de alarmas y avisos; también se requiere de luces externas a las máquinas, sonidos, indicaciones en pantalla y, por último, *timings* (cronómetros para un mejor funcionamiento de las máquinas y evitar así errores y tiempos mayores de trabajo).
- En la segunda entrevista se vio el tema de los colores a usar tanto para las ventanas de no autorización como para las ventanas de alarmas. En las primeras, un 47% de trabajadores prefiere el contraste de rojo y blanco, un 20%, rojo con negro, y un 20%, amarillo con

negro. En el caso de las ventanas de alarmas, un porcentaje considerable (80%) desea el contraste rojo con blanco.

- Finalmente, en este trabajo de investigación se ha podido probar que los factores externos (luz, ruido, temperatura y vibración) afectan más a los trabajadores en el proceso continuo que a los operarios del proceso de lotes; ya que los primeros pasan más tiempo en contacto con las máquinas.

6.2 Recomendaciones

Para futuros trabajos se deben tener en cuenta las siguientes recomendaciones:

- Las pruebas de usabilidad deben realizarse con prototipos funcionales y dispositivos adecuados para poder generar, al final del proceso, una cantidad considerable de versiones y opiniones de los usuarios.
- Además de las alarmas visuales que forman parte de la interfaz presentadas en el dispositivo táctil, deben considerarse las alarmas visuales externas de la pantalla, como luces estáticas de colores, focos o luces giratorias (circulinas). Asimismo, se requerirá del trabajo electrónico para poder agregar las alarmas auditivas para que aparezcan en la máquina, como por ejemplo, sonidos de alerta (sirena), voces digitales indicando procedimientos a realizar para la solución del problema. De esta manera, se complementarían las alarmas que forman parte de la interfaz.
- Ya que la muestra del presente trabajo de investigación es pequeña, los resultados obtenidos se han generalizado únicamente para este estudio; sería de mucha utilidad, para futuras investigaciones, que se lograra trabajar con una muestra mayor, para así poder tener patrones de preferencias y aplicarlos en las industrias.
- Para localizar mejor las fallas en el proceso productivo, es recomendable que las máquinas sean implementadas con sensores electrónicos. De esta manera se facilita el trabajo y mantenimiento de la maquinaria por el operario.

- En el diseño de las interfaces, se debería considerar a los supervisores, quienes monitorean el proceso industrial, brindándoles herramientas más específicas. En esta recomendación también se debería tener en cuenta a los trabajadores con habilidades especiales, con el fin de mejorar la calidad de trabajo de los diferentes operarios.
- Un tema interesante por abarcar sería la aplicación de la normativa de diseño de interfaces para telefonía móvil, complementándola con las redes inalámbricas. Esto resultaría de ayuda tanto para supervisores, jefes e, inclusive, gerentes; por no estar en el sitio del proceso, podrían monitorear y controlar el proceso en caso sea necesario.
- En el trabajo de investigación se hace alusión a normas y antecedentes internacionales. Sería conveniente y útil que haya normalización y clasificación de los diversos elementos, insumos, infraestructura que son usados en las industrias para poder así, tener parámetros nacionales que se adecúen a la realidad industrial peruana.
- Finalmente, si en futuros trabajos de investigación se consiguieran más empresas de diversos rubros y se observasen preferencias, conductas o patrones de diseño, se aconseja implementar la normativa y clasificarla por tipo de empresa; de esta manera se obtendrían metodologías que calcen con el tipo de actividad que realiza la industria.

Bibliografía

A. Boyer, Stuart. (2010). *Scada Supervisory Control and Data Acquisition*. Estados Unidos: International Society of Automation.

Agüero, Cecilia, Mooij, Martijn y Varkevisser, Michel. (Agosto, 2011). *Human in the loop concept design and evaluation of a multi-targeting system*. Conferencia realizada en la Conferencia Europea en Ergonomía Cognitiva (*European Conference on Cognitive Ergonomics, ECCE*), Rostock, Alemania.

Chapman, Stephen N. (2006). *Planificación y control de la producción*. México: Pearson Educación.

E. Kendall, Kenneth y E. Kendall Julie. (2005). *Análisis y Diseño de Sistemas*. México: Pearson Educación.

Fiset, Jean-Yves. (2009). *Human-Machine Interface Design for Process Control Applications*. Pittsburgh: Instrumentations, Systems and Automation Society.

Foro de energía nuclear. 2010.

Integración MES- ERP usando el estándar ISA95, PAT-UDEP 2013, diapositivas 15. (01 de mayo de 2014).

Ley 29783 Ley de Seguridad y Salud en el Trabajo (2011) *Diario el Peruano*, Julio 26, 2011.

M. Stair, Ralph y W. Reynolds, George. (2000). *Principios de Sistemas de Información. Enfoque Administrativo*. México: International Thompson Editores.

Mgtr. Ernesto Guevara Álvarez. (2012). *Apuntes De Análisis Y Diseño De Sistemas*. Piura: Universidad de Piura.

Norma Técnica Peruana 399.010-1.2004, Señales de Seguridad. Colores, símbolos, formas y dimensiones de señales de seguridad. Parte 1: reglas para el diseño de señales de seguridad. 2da edición, 2004.

Norma Técnica Peruana 399.011.1974, Símbolos, medidas y disposición de las señales de seguridad. 1era edición, 1974.

O. Galitz, Wilbert. (2007). *The Essential Guide to User Interface Design: An Introduction to GUI Design Principles and techniques*. Indiana: Wiley Publishing, Inc.

Rodríguez Penin, Aquilino. (2011). *Sistemas Scada*. España: Marcombo S.A.

Referencias electrónicas

ABB. (2013). La automatización en la industria discreta versus la automatización en la industria de procesos. Recuperado de <http://www.abb.com/cawp/seitp202/4295236601eae40ac1257bf6004ad128.aspx> (fecha de consulta: 14 agosto 2014)

Autor anónimo. (2010). Clasificación de procesos industriales. Recuperado de <http://www3.fi.mdp.edu.ar/procesosindustriales1/archivos/CLASIFICACION%20DE%20PROCESOS%20INDUSTRIALES.pdf> (fecha de consulta: 28 de mayo 2014, p. 01)

Autor anónimo. (1996). Therac-25 software development and design. Recuperado de http://courses.cs.vt.edu/professionalism/Therac_25/Side_bar_1.html (fecha de consulta: 18 de enero de 2013)

Autor anónimo. (2012). Three Mile Island. Recuperado de <http://www.world-nuclear.org/info/Safety-and-Security/Safety-of-Plants/Three-Mile-Island-accident/> (fecha de consulta: 04 de febrero de 2013)

Diccionario de la Real Academia Española. Recuperado de www.rae.es

Human-System Interface Design Review Guidelines, Nureg -0700, Rev. 2, U.S. Nuclear Regulatory Commission, Washington, Mayo 2002. Recuperado de http://www.bnl.gov/humanfactors/files/pdf/NUREG-0700_Rev2.pdf (Fecha de consulta: 27 de enero de 2015)

ISA. (1986). Graphic Symbols for Process Displays. ISA-5.5-1985. Recuperado de https://campusvirtual.univalle.edu.co/moodle/pluginfile.php/444192/mod_folder/content/0/S_55.pdf?forcedownload=1 (Fecha de consulta: 27 de enero de 2015)

Levenson, Nancy y S. Turner, Clark. (1993). An Investigation of the Therac-25 Accidents. 18-41. Recuperado de http://courses.cs.vt.edu/professionalism/Therac_25/Therac_1.html (Fecha de consulta: 14 de enero de 2013)

Siemens. (2010). 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. Estados Unidos de Norteamérica. Recuperado de https://w3.siemens.com/mcms/process-control-systems/SiteCollectionDocuments/efiles/pcs7/support/marktstudien/WP_Alarm_Management_ISA_18.pdf (Fecha de consulta: 28 de enero de 2015)

Universidad de Cauca, Colombia. Ingeniería de Proceso. Recuperado de <ftp://ftp.unicauca.edu.co/Facultades/FIET/DEIC/Materias/Proyecto%20de%20Automatizacion/Ingenier%EDa%20de%20Proceso.pdf> (Fecha de consulta: 19 de agosto de 2015)

Ames Z., Carolina. Entrevista personal grabada con el Sr. Víctor Neciosupe, lavadero de la empresa Amazonas Cleaners S.R.L, Lima, 30 de enero de 2015.

Ames Z., Carolina. Entrevista personal grabada con el Sr. Juan León, lavadero de la empresa Amazonas Cleaners S.R.L, Lima, 22 de enero de 2015.

Ames Z., Carolina. Entrevista personal grabada con el Sr. Nicolás Siche, lavadero de la empresa Amazonas Cleaners S.R.L, Lima, 30 de enero de 2015.

Ames Z., Carolina. Entrevista personal grabada con el Sr. Jesús Sánchez, centrifugero de la empresa Amazonas Cleaners S.R.L, Lima, 30 de enero de 2015.

Ames Z., Carolina. Entrevista personal grabada con el Sr. Víctor Álvarez, centrifugero de la empresa Amazonas Cleaners S.R.L, Lima, 30 de enero de 2015.

Ames Z., Carolina. Entrevista personal grabada con el Sra. Sofía Reaño, secadora de la empresa Amazonas Cleaners S.R.L, Lima, 03 de febrero de 2015.

Ames Z., Carolina. Entrevista personal grabada con el Sr. Rufino Luna, lavadero de la empresa Amazonas Cleaners S.R.L, Lima, 30 de enero de 2015.

Ames Z., Carolina. Entrevista personal grabada con el Sr. Jorge Chávez, lavadero de la empresa Amazonas Cleaners S.R.L, Lima, 30 de enero de 2015.

Ames Z., Carolina. Entrevista personal grabada con el Sr. Jesús Huapaya, centrifugero de la empresa Amazonas Cleaners S.R.L, Lima, 30 de enero de 2015.

Ames Z., Carolina. Entrevista personal grabada con el Sr. Homero García, centrifugero de la empresa Amazonas Cleaners S.R.L, Lima, 30 de enero de 2015.

Ames Z., Carolina. Entrevista personal grabada con el Sr. Juan Carlos Saldaña, centrifugero de la empresa Amazonas Cleaners S.R.L, Lima, 22 de enero de 2015.

Ames Z., Carolina. Entrevista personal grabada con el Sr. Eugenio Zegarra, secador de la empresa Amazonas Cleaners S.R.L, Lima, 30 de enero de 2015.

Ames Z., Carolina. Entrevista personal grabada con el Sr. Alex Aldaba, operario de la empresa Transportes Gianfranco E.I.R.L, Huacho, 04 de febrero de 2015.

Ames Z., Carolina. Entrevista personal grabada con el Sr. Peter Ulloa, operario de la empresa Transportes Gianfranco E.I.R.L, Huacho, 04 de febrero de 2015.

Ames Z., Carolina. Entrevista personal grabada con el Sr. Parsemón Madrid, ingeniero de la empresa Transportes Gianfranco E.I.R.L, Huacho, 04 de febrero de 2015.

Ames Z., Carolina. Entrevista personal grabada con el Sr. Víctor Neciosupe, lavandero de la empresa Amazonas Cleaners S.R.L, Lima, 09 de febrero de 2015.

Ames Z., Carolina. Entrevista personal grabada con el Sr. Juan León, lavandero de la empresa Amazonas Cleaners S.R.L, Lima, 09 de febrero de 2015.

Ames Z., Carolina. Entrevista personal grabada con el Sr. Nicolás Siche, lavandero de la empresa Amazonas Cleaners S.R.L, Lima, 11 de febrero de 2015.

Ames Z., Carolina. Entrevista personal grabada con el Sr. Jesús Sánchez, centrifugero de la empresa Amazonas Cleaners S.R.L, Lima, 09 de febrero de 2015.

Ames Z., Carolina. Entrevista personal grabada con el Sr. Víctor Álvarez, centrifugero de la empresa Amazonas Cleaners S.R.L, Lima, 09 de febrero de 2015.

Ames Z., Carolina. Entrevista personal grabada con el Sra. Sofía Reaño, secadora de la empresa Amazonas Cleaners S.R.L, Lima, 09 de febrero de 2015.

Ames Z., Carolina. Entrevista personal grabada con el Sr. Rufino Luna, lavandero de la empresa Amazonas Cleaners S.R.L, Lima, 08 de febrero de 2015.

Ames Z., Carolina. Entrevista personal grabada con el Sr. Jorge Chávez, lavandero de la empresa Amazonas Cleaners S.R.L, Lima, 08 de febrero de 2015.

Ames Z., Carolina. Entrevista personal grabada con el Sr. Jesús Huapaya, centrifugero de la empresa Amazonas Cleaners S.R.L, Lima, 08 de febrero de 2015.

Ames Z., Carolina. Entrevista personal grabada con el Sr. Homero García, centrifugero de la empresa Amazonas Cleaners S.R.L, Lima, 08 de febrero de 2015.

Ames Z., Carolina. Entrevista personal grabada con el Sr. Juan Carlos Saldaña, centrifugero de la empresa Amazonas Cleaners S.R.L, Lima, 11 de febrero de 2015.

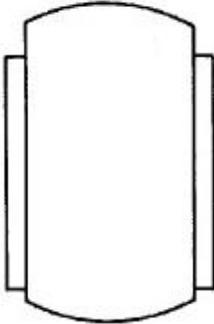
Ames Z., Carolina. Entrevista personal grabada con el Sr. Eugenio Zegarra, secador de la empresa Amazonas Cleaners S.R.L, Lima, 11 de febrero de 2015.

Ames Z., Carolina. Entrevista personal grabada con el Sr. Alex Aldaba, operario de la empresa Transportes Gianfranco E.I.R.L, Huacho, 05 de febrero de 2015.

Ames Z., Carolina. Entrevista personal grabada con el Sr. Peter Ulloa, operario de la empresa Transportes Gianfranco E.I.R.L, Huacho, 05 de febrero de 2015.

Ames Z., Carolina. Entrevista personal grabada con el Sr. Parsemón Madrid, ingeniero de la empresa Transportes Gianfranco E.I.R.L, Huacho, 04 de febrero de 2015.

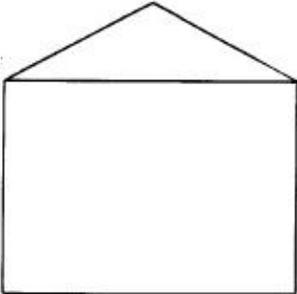
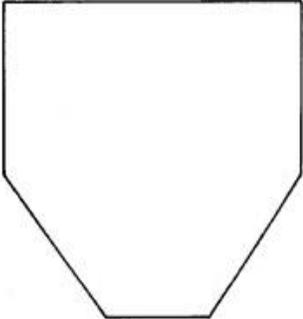
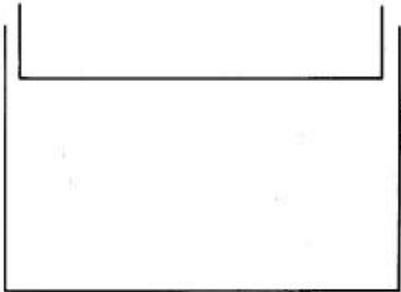
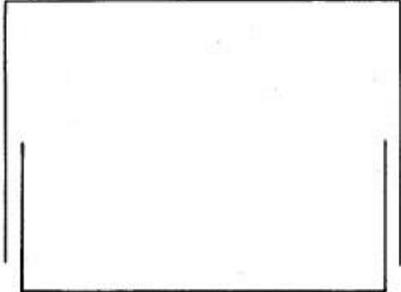
Anexos

<p>Subgroup: Process Symbol Name: Distillation Tower Symbol Mnemonic: DTWR</p> <p>Description: A packed or trayed distillation tower used for separation. Packing or trays may be shown to indicate type of distillation tower.</p> 	<p>Subgroup: Process Symbol Name: Jacketed Vessel Symbol Mnemonic: JVSL</p> <p>Description: A vessel with a heating or cooling jacket. Jacket may be on straight shell, on bottom head, on top head, or any combination, as required to match the actual process vessel.</p> 
<p>Subgroup: Process Symbol Name: Reactor Symbol Mnemonic: RCTR</p> <p>Description: A chemical reactor. Internal details may be shown to indicate type of reactor.</p> 	<p>Subgroup: Process Symbol Name: Vessel Symbol Mnemonic: VSSL</p> <p>Description: A vessel or separator. Internal details may be shown to indicate type of vessel. Can also be used as a pressurized vessel in either a vertical or horizontal arrangement.</p> 

Anexo 1

Estructura de Símbolos: Contenedores y naves

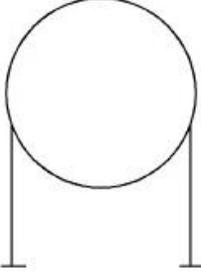
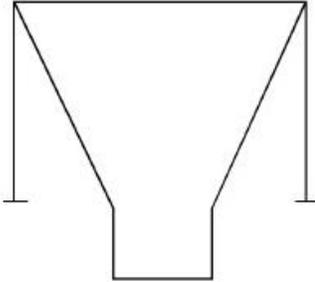
Fuente: ISA-5.5-1985 Graphic Symbols for Process Displays (1985:17)

<p>Subgroup: Storage Symbol Name: Atmospheric Tank Symbol Mnemonic: ATNK</p> <p>Description: A tank for material stored under atmospheric pressure.</p> 	<p>Subgroup: Storage Symbol Name: Bin Symbol Mnemonic: BINN</p> <p>Description: A container used to store solid or granular material that is discharged from the bottom.</p> 
<p>Subgroup: Storage Symbol Name: Floating Roof Tank Symbol Mnemonic: FTNK</p> <p>Description: A tank for liquids with roof of vessel moving up and down with a change in stored volume.</p> 	<p>Subgroup: Storage Symbol Name: Gas Holder Symbol Mnemonic: GHDR</p> 

Anexo 2

Estructura de Símbolos: Contenedores y naves

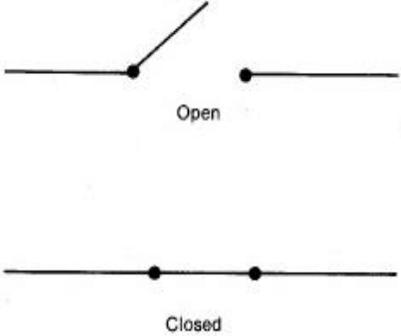
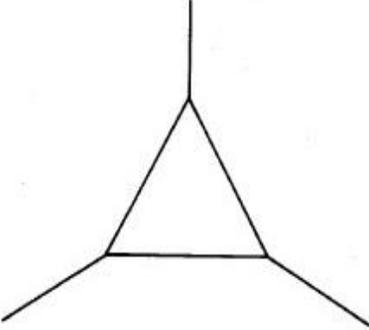
Fuente: ISA-5.5-1985 Graphic Symbols for Process Displays (1985:18)

<p>Subgroup: Storage Symbol Name: Pressure Storage Vessel Symbol Mnemonic: PVSL</p> <p>Description: A pressurized spherical vessel for storage of gases and liquids.</p> 	<p>Subgroup: Storage Symbol Name: Weigh Hopper Symbol Mnemonic: WHPR</p> <p>Description: A vessel used for weighing material.</p> 
--	---

Anexo 3

Estructura de Símbolos: Contenedores y naves

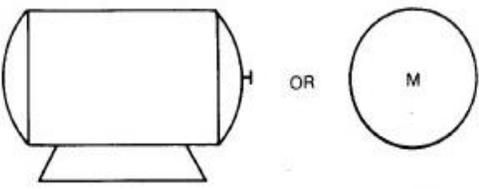
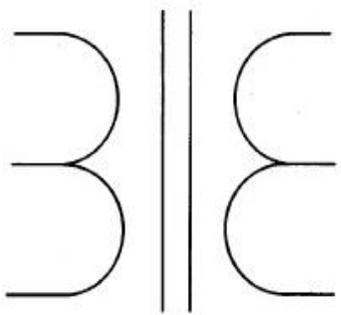
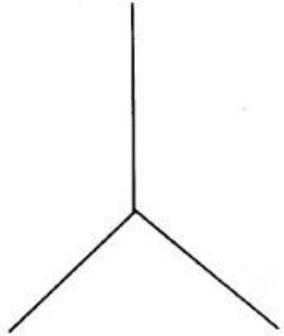
Fuente: ISA-5.5-1985 Graphic Symbols for Process Displays (1985:19)

<p>Subgroup: N/A Symbol Name: Circuit Breaker Symbol Mnemonic: CBRK</p> <p>Description: Representation of a circuit breaker for electrical systems. See STATE INDICATOR symbol for alternative use.</p> 	<p>Subgroup: N/A Symbol Name: Manual Contactor Symbol Mnemonic: MCTR</p> <p>Description: A power distribution switch used for device isolation.</p> 
<p>Subgroup: N/A Symbol Name: Delta Connection Symbol Mnemonic: DLTA</p> <p>Description: Representation of a 3-phase delta connection.</p> 	<p>Subgroup: N/A Symbol Name: Fuse Symbol Mnemonic: FUSE</p> <p>Description: Representation of a fuse as an over-current protection device.</p> 

Anexo 4

Estructura de Símbolos: Eléctricos.

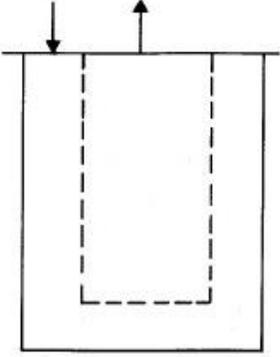
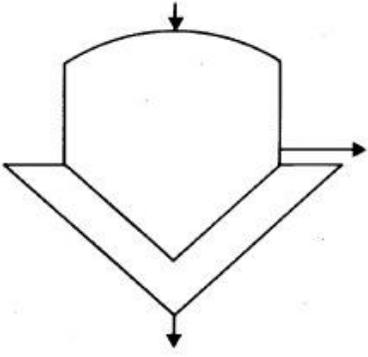
Fuente: ISA-5.5-1985 Graphic Symbols for Process Displays (1985:20)

<p>Subgroup: N/A Symbol Name: Motor Symbol Mnemonic: MOTR Description: An ac or dc motor.</p>  <p>OR</p> <p>This is the preferred symbol for process diagrams (base optional).</p> <p>This is the preferred symbol for electrical diagrams.</p>	<p>Subgroup: N/A Symbol Name: State Indicator Symbol Mnemonic: STAT Description: Used to represent binary states. For example: Circuit Closed/Circuit Open, etc.</p>  <p>Circuit Closed Circuit Open</p>
<p>Subgroup: N/A Symbol Name: Transformer Symbol Mnemonic: XFMR Description: A universal transformer.</p> 	<p>Subgroup: N/A Symbol Name: WYE Connection Symbol Mnemonic: WYEC Description: Representation of a 3-phase wye (star) connection.</p> 

Anexo 5

Estructura de Símbolos: Eléctricos.

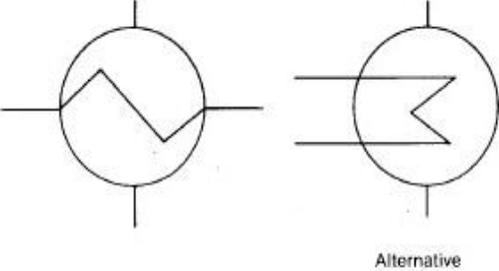
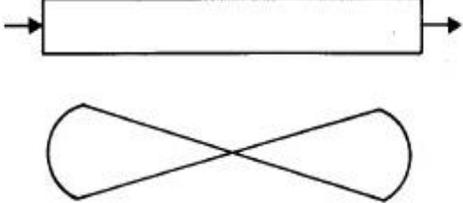
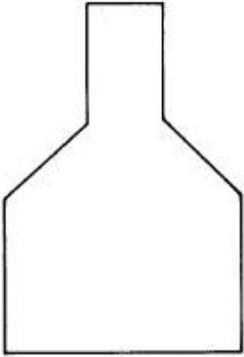
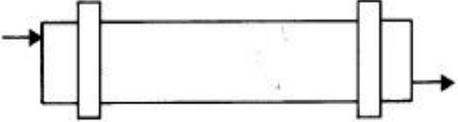
Fuente: ISA-5.5-1985 Graphic Symbols for Process Displays (1985:21)

<p>Subgroup: N/A Symbol Name: Liquid Filter Symbol Mnemonic: LFLT Description: A liquid filter.</p> 	<p>Subgroup: N/A Symbol Name: Vacuum Filter Symbol Mnemonic: VFLT Description: A vacuum-assisted filtration device.</p> 
---	---

Anexo 6

Estructura de Símbolos: Filtros

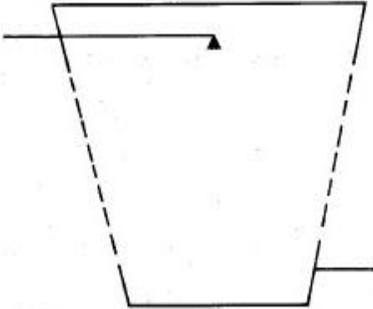
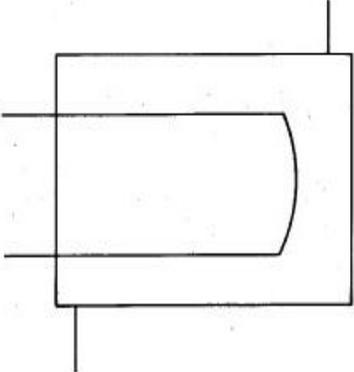
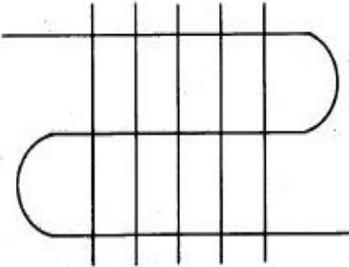
Fuente: ISA-5.5-1985 Graphic Symbols for Process Displays (1985:22)

<p>Subgroup: N/A Symbol Name: Exchanger Symbol Mnemonic: XCHG</p> <p>Description: Heat transferral equipment. An alternative symbol is depicted.</p> 	<p>Subgroup: N/A Symbol Name: Forced Air Exchanger Symbol Mnemonic: FAXR</p> <p>Description: A forced-air heat exchanger.</p> 
<p>Subgroup: N/A Symbol Name: Furnace Symbol Mnemonic: FURN</p> <p>Description: Process heater or furnace. Internal details may be shown as needed.</p> 	<p>Subgroup: N/A Symbol Name: Rotary Kiln Symbol Mnemonic: KILN</p> <p>Description: Typical gas, oil, coal or coke-fired kiln.</p> 

Anexo 7

Estructura de Símbolos: Dispositivos de transferencia de calor

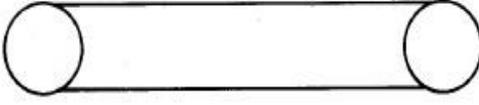
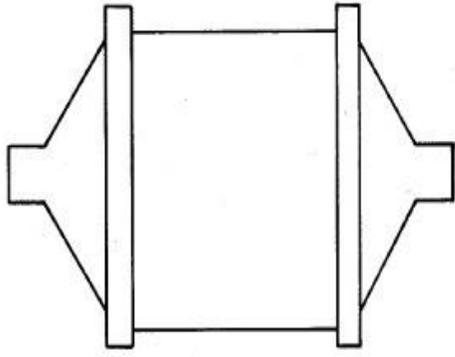
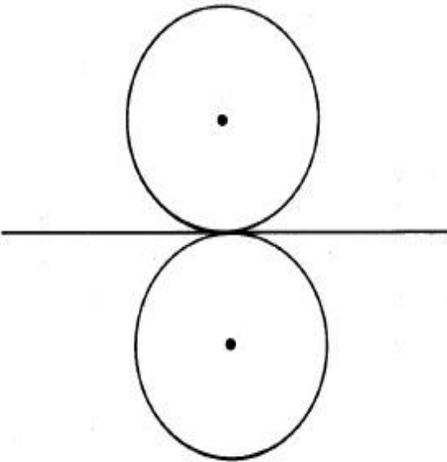
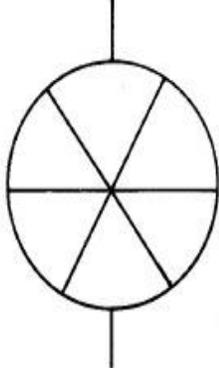
Fuente: ISA-5.5-1985 Graphic Symbols for Process Displays (1985:23)

<p>Subgroup: N/A Symbol Name: Cooling Tower Symbol Mnemonic: CTWR</p> <p>Description: A device for use in HVAC or other processes indicating the atmospheric cooling of water by forced evaporation.</p> 	<p>Subgroup: N/A Symbol Name: Evaporator Symbol Mnemonic: EVPR</p> <p>Description: An HVAC device used to represent the exchange of heat between a liquid or gas and a refrigerant.</p> 
<p>Subgroup: N/A Symbol Name: Finned Exchanger Symbol Mnemonic: FNXR</p> <p>Description: A high surface transfer device used to exchange heat between a liquid or gas and air.</p> 	

Anexo 8

Estructura de Símbolos: VCAC (Ventilación de calor y aire acondicionado)

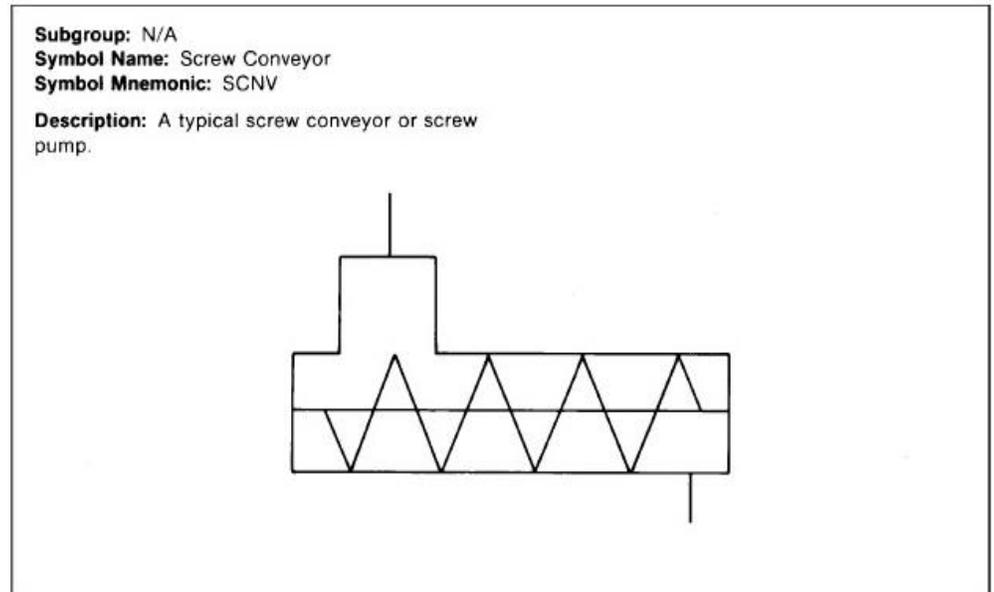
Fuente: ISA-5.5-1985 Graphic Symbols for Process Displays (1985:24)

<p>Subgroup: N/A Symbol Name: Conveyor Symbol Mnemonic: CNVR</p> <p>Description: Belt conveyors, chain conveyors, and roller conveyors used in association with other symbols to represent more complex equipment such as a paper machine.</p> 	<p>Subgroup: N/A Symbol Name: Mill Symbol Mnemonic: MILL</p> <p>Description: Rotating rod, ball, autogenous, or semiautogenous mill used for size reduction of solids.</p> 
<p>Subgroup: N/A Symbol Name: Roll Stand Symbol Mnemonic: RSTD</p> <p>Description: Roll stand used in metal, paper, rubber, plastic, and glass industries.</p> 	<p>Subgroup: N/A Symbol Name: Rotary Feeder Symbol Mnemonic: RFDR</p> <p>Description: A rotary feeder used to convey material in dry powder form from one location to another.</p> 

Anexo 9

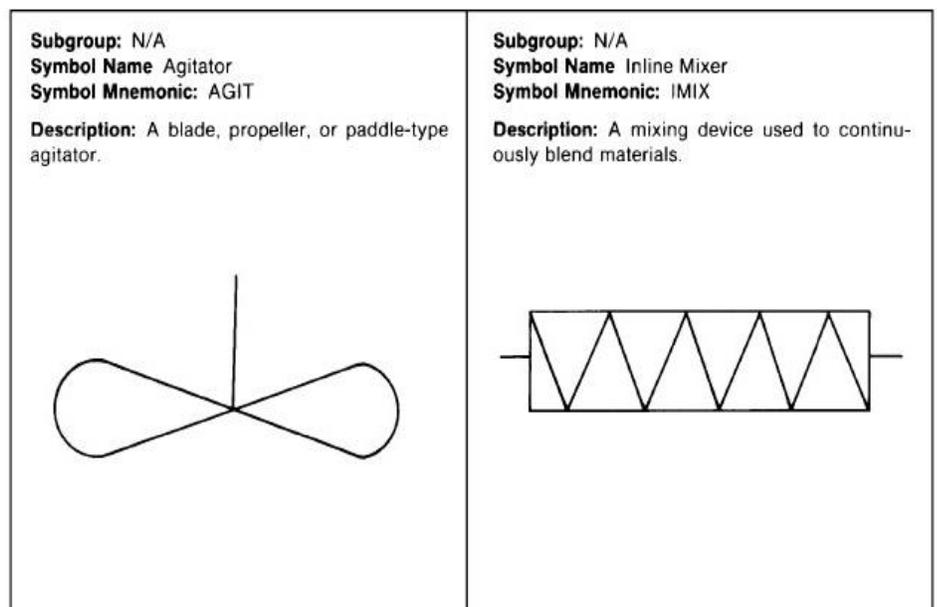
Estructura de Símbolos: Manipulación de materiales

Fuente: ISA-5.5-1985 Graphic Symbols for Process Displays (1985:25)



Anexo 10

Estructura de Símbolos: Manipulación de materiales

Fuente: ISA-5.5-1985 Graphic Symbols for Process Displays (1985:26)

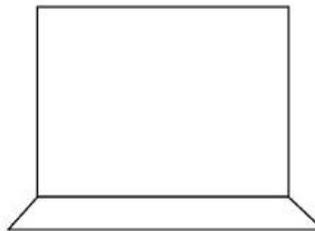
Anexo 11

Estructura de Símbolos: Mezcladoras

Fuente: ISA-5.5-1985 Graphic Symbols for Process Displays (1985:26)

Subgroup: N/A
Symbol Name: Reciprocating Compressor
Symbol Mnemonic: RECP

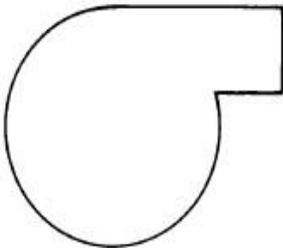
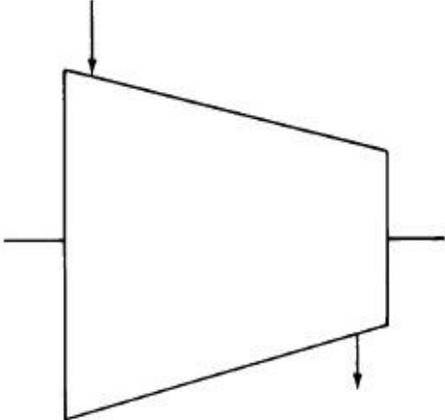
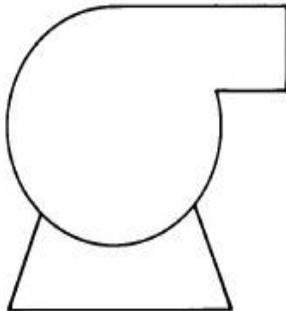
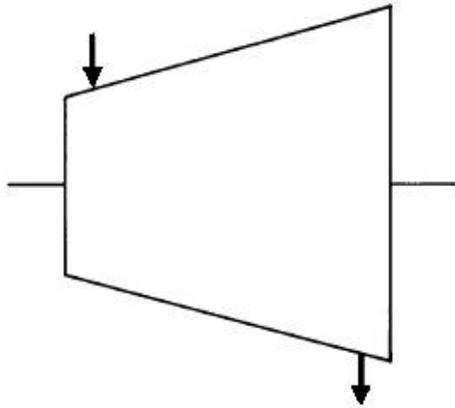
Description: A reciprocating compressor or pump represents that class of equipment used to transport slurries or liquids by reciprocating action. Examples are pistons, diaphragms, plungers, etc.



Anexo 12

Estructura de Símbolos: Equipos recíprocos

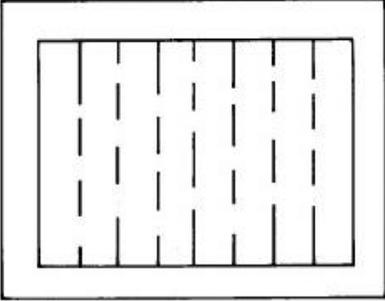
Fuente: ISA-5.5-1985 Graphic Symbols for Process Displays (1985:27)

<p>Subgroup: N/A Symbol Name: Blower Symbol Mnemonic: BLWR</p> <p>Description: A device used to convey a gas under slight pressure.</p> 	<p>Subgroup: N/A Symbol Name: Compressor Symbol Mnemonic: CMPR</p> <p>Description: A device used to convey a gas under high pressure.</p> 
<p>Subgroup: N/A Symbol Name: Pump Symbol Mnemonic: PUMP</p> <p>Description: Represents that class of equipment used to transport slurries or liquids by internal rotary action. Examples are centrifugal, gear, lobe, etc.</p> 	<p>Subgroup: N/A Symbol Name: Turbine Symbol Mnemonic: TURB</p> <p>Description: A device using the force of expanding gas to propel rotating equipment.</p> 

Anexo 13

Estructura de Símbolos: Equipos rotatorios

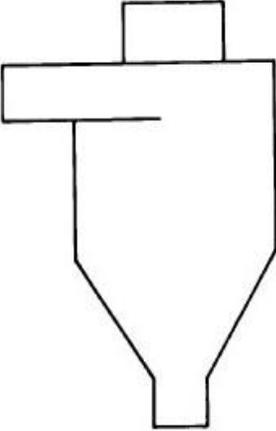
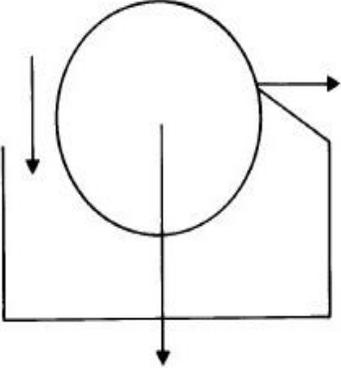
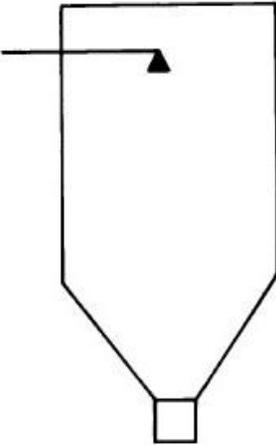
Fuente: ISA-5.5-1985 Graphic Symbols for Process Displays (1985:28)

<p>Subgroup: N/A Symbol Name: Electrostatic Precipitator Symbol Mnemonic: EPCP</p> <p>Description: A device used to separate solid particles from a gas (e.g., in a smoke stack) by means of an electrostatically charged grid.</p> 	<p>Subgroup: N/A Symbol Name: Scrubber Symbol Mnemonic: SCBR</p> <p>Description: A device that uses a liquid spray to scrub gas.</p> 
---	--

Anexo 14

Estructura de Símbolos: Depuradores y precipitadores

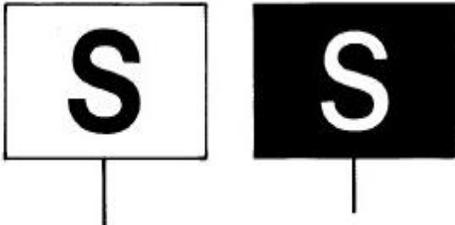
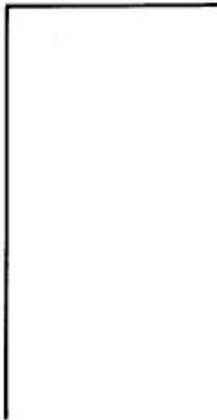
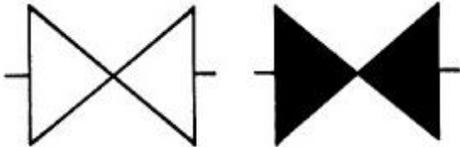
Fuente: ISA-5.5-1985 Graphic Symbols for Process Displays (1985:29)

<p>Subgroup: N/A Symbol Name: Cyclone Separator Symbol Mnemonic: CSEP Description: A device used for solid, liquid, or vapor separation.</p> 	<p>Subgroup: N/A Symbol Name: Rotary Separator Symbol Mnemonic: RSEP Description: A rotary device for separating solids from liquids.</p> 
<p>Subgroup: N/A Symbol Name: Spray Dryer Symbol Mnemonic: SDRY Description: A device used for evaporation of liquids from mixtures of solids and liquids.</p> 	

Anexo 15

Estructura de Símbolos: Separadores

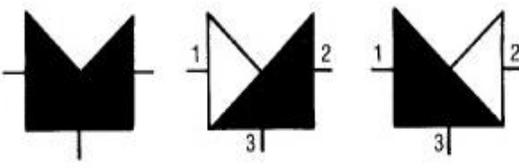
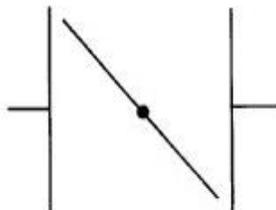
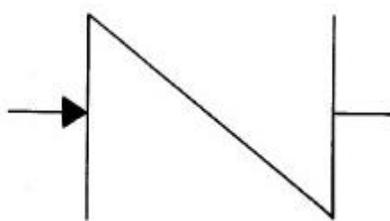
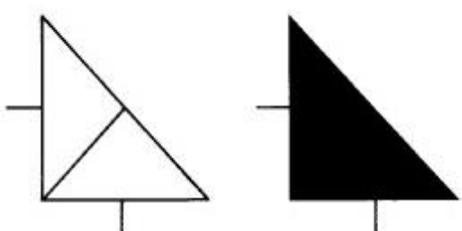
Fuente: ISA-5.5-1985 Graphic Symbols for Process Displays (1985:30)

<p>Subgroup: Actuators Symbol Name: Actuator Symbol Mnemonic: ACTR</p> <p>Description: Represents the final control element that determines the state of a two-state device.</p> <p>Desired Device State is CLOSED Desired Device State is OPEN</p>  <p>The use of a letter in the symbol to designate the type of actuator is optional. Other choices include:</p> <p><u>Character Designation</u></p> <p>M = Electrical Motor S = Solenoid H = Hydraulic A = Air Motor</p>	<p>Subgroup: Actuators Symbol Name: Throttling Actuator Symbol Mnemonic: TACT</p> <p>Description: Represents a diaphragm actuator that can affect multiple positions of the controlled device.</p> 
<p>Subgroup: Actuators Symbol Name: Manual Actuator Symbol Mnemonic: MATR</p> <p>Description: Represents a manually-operated valve actuator.</p> 	<p>Subgroup: Valves Symbol Name: Valve Symbol Mnemonic: VLVE</p> <p>Description: Represents GLOBE, GATE, BALL, and NEEDLE valves used to regulate fluid flow through piping systems. Can be used with various combinations of actuators to convey multiple manipulation schemes.</p> <p>Actual State is CLOSED Actual State is OPEN</p> 

Anexo 16

Estructura de Símbolos: Válvulas y actuadores

Fuente: ISA-5.5-1985 Graphic Symbols for Process Displays (1985:31)

<p>Subgroup: Valves Symbol Name: 3-Way Valve Symbol Mnemonic: VLV3</p> <p>Description: Represents a valve used in piping systems to select flow paths or regulate between flow paths. Can be used with various combinations of actuators to convey multiple manipulation schemes.</p> <p>THROTTLING SELECTING (Pathway open only between Ports 2 & 3) SELECTING (Pathway open only between Ports 1 & 3)</p>  <p>Note: Port numbers are not part of symbol.</p>	<p>Subgroup: Valves Symbol Name: Butterfly Valve Symbol Mnemonic: BVLV</p> <p>Description: Represents a butterfly valve, damper, or vane used to throttle (modulate) fluid flow through a pipe, duct, or stack.</p> 
<p>Subgroup: Valves Symbol Name: Check Valve Symbol Mnemonic: CVLV</p> <p>Description: Represents a device that mechanically limits fluid flow to only one direction in a piping system — typically a check valve or back-draft damper.</p>  <p>Arrow shows direction of allowable flow and is part of the symbol.</p>	<p>Subgroup: Valves Symbol Name: Relief Valve Symbol Mnemonic: RVLV</p> <p>Description: Represents a one-way mechanically actuated pressure relief valve. While these valves are normally closed, two symbols are shown to accommodate those situations where feedback signals are provided to indicate actual status.</p> <p>Normally closed valve that is actually CLOSED Normally closed valve that is actually OPEN</p> 

Anexo 17

Estructura de Símbolos: Válvulas y actuadores

Fuente: ISA-5.5-1985 Graphic Symbols for Process Displays (1985:32)

Alarm State	Audible Indication	Visual Indications		
		Color	Symbol	Blinking
Normal	No	No	No	No
Unacknowledged (New) Alarm	Yes	Yes	Yes	Yes
Acknowledged Alarm	No	Yes	Yes	No
Return to Normal State Indication	No	Optional	Optional	Optional
Unacknowledged Latched Alarm	Yes	Yes	Yes	Yes
Acknowledged Latched Alarm	No	Yes	Yes	No
Shelved Alarm	No	Optional	Optional	No
Designed Suppression Alarm	No	Optional	Optional	No
Out of Service Alarm	No	Optional	Optional	No

Table 3 ISA-18.2 Recommended alarm state indications³

Anexo 18

Recomendación del estado de alarmas según ISA 18.2

Fuente: 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 (2010:8)



Figure 5 Alarm state indications in symbols

Anexo 19

Ejemplos de alarmas según ISA 18.2

Fuente: 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 (2010:8)

ATENCIÓN : PELIGRO			
		BOMBA EXPLOTANDO	PELIGRO DE EXPLOSION
		LLAMA	PELIGRO DE INCENDIO
		CALAVERA CON TIBIAS CRUZADAS	PELIGRO DE MUERTE
		TREBOL	PELIGRO DE SUSTANCIA RADIOACTIVA
		PELIGRO FLECHA ZIG ZAGEANTE CON CALAVERA	PELIGRO DE ELECTRICIDAD.
		MANO CORROIDA	PELIGRO DE CORROSION
		PESO SUSPENDIDO POR UN GANCHO	PELIGRO DE PESOS SUSPENDIDOS
		OBJETOS CAYENDO	PELIGRO DE CAIDA DE OBJETOS.

Anexo 20

Símbolos de peligro según la Norma Técnica Peruana 399.011-1974

Fuente: Norma Técnica Peruana 399.011.1974 (1974:9-10)

 ATENCIÓN RIESGO ELÉCTRICO	 PELIGRO DE MUERTE ALTO VOLTAJE	 RIESGO DE DESCARGAS ELÉCTRICAS	 SUSTANCIAS O MATERIAS TÓXICAS	 PELIGRO DE MUERTE
 SUSTANCIAS O MATERIAS INFLAMABLES	 PELIGRO INFLAMABLE	 CARGA SUSPENDIDA EN ALTURA	 RADIACIONES NO IONIZANTES	 FRECUENCIA DE RADIO
 CUIDADO CON SUS MANOS	 PELIGRO ÁCIDO CORROSIVO	 CUIDADO PISO MOJADO	 CUIDADO PISO RESBALOSO	 ATENCIÓN RIESGO DE RADIACIÓN
 ATENCIÓN PELIGRO DE DESFÁCILES	 ATENCIÓN RIESGO BIOLÓGICO	 ATENCIÓN BAJA TEMPERATURA	 ATENCIÓN RIESGO DE ACCIDENTES	 ATENCIÓN MATERIAL EXPLOSIVO
 PELIGRO RIESGO DE EXPLOSIÓN	 ATENCIÓN AGENTE OXIDANTE	 ATENCIÓN CAMPO MAGNÉTICO FUERTE	 ATENCIÓN RADIACIÓN LASER	 CUIDADO SUPERFICIE CALIENTE
 CUIDADO TRÁNSITO DE MONTACARGAS	 CUIDADO BALONES DE GAS	 CUIDADO RIESGO DE SER APLASTADO	 CUIDADO ARRANQUE AUTOMÁTICO	 CUIDADO CAÍDA DE OBJETOS



Anexo 21

Carteles de advertencia según la Norma Técnica Peruana 399.010-1974

Fuente: Norma Técnica Peruana 399.010-1.2004 (2004:56-57)

TABLA 1 – Significado general de los colores de seguridad

Color empleados en las señales de seguridad	Significado y finalidad
ROJO	Prohibición, material de prevención y de lucha contra incendios
AZUL¹	Obligación
AMARILLO	Riesgo de peligro
VERDE	Información de Emergencia

1. El azul se considera como color de seguridad únicamente cuando se utiliza en forma circular.

Anexo 22

Significado general de los colores de seguridad según la Norma Técnica Peruana 399.010-1.2004

Fuente: Norma Técnica Peruana 399.010-1.2004 (2004:6)

TABLA 2 – Colores de contraste

Color de la señal de seguridad	Color de contraste
ROJO	BLANCO
AZUL	BLANCO
AMARILLO	NEGRO
VERDE	BLANCO

Anexo 23

Colores de contraste según la Norma Técnica Peruana 399.010-1974, ISA - 5.5-1985 y Aquilino Rodríguez Penin

Fuente: Norma Técnica Peruana 399.010-1.2004, 2004, pág.7; ISA -5.5-1985 Graphic Symbols for Process Displays, 1985; pág.12, Aquilino Rodríguez Penin, (2011:3-20)

Orden	Color	Fondo
1	Negro	Amarillo
2	Verde	Blanco
3	Rojo	Blanco
4	Azul	Blanco
5	Blanco	Azul
6	Negro	Blanco
7	Amarillo	Negro
8	Blanco	Rojo
9	Blanco	Verde
10	Blanco	Negro
11	Rojo	Amarillo
12	Verde	Rojo
13	Rojo	verde

Anexo 24

Niveles de percepción de los colores según ANSI

Fuente: Rodríguez Penin (2011: 3-20)

TABLA 3 – Forma geométrica y significado general

FORMA GEOMETRICA	SIGNIFICADO	COLOR DE SEGURIDAD	COLOR DE CONTRASTE	COLOR DEL PICTOGRAMA	EJEMPLO DE USO
 CIRCULO CON DIAGONAL	PROHIBICIÓN	ROJO	BLANCO*	NEGRO	Prohibido fumar. Prohibido hacer fuego. Prohibido el paso de peatones.
 CIRCULO	OBLIGACIÓN	AZUL	BLANCO*	BLANCO	Use protección ocular. Use traje de seguridad. Use mascarilla.
 TRIANGULO EQUILATERO	ADVERTENCIA	AMARILLO	NEGRO	NEGRO	Riesgo eléctrico. Peligro de muerte. Peligro ácido corrosivo.
 CUADRADO  RECTANGULO	CONDICION DE SEGURIDAD RUTAS DE ESCAPE EQUIPOS DE SEGURIDAD	VERDE	BLANCO*	BLANCO	Dirección que debe seguirse. Punto de reunión. Teléfono de emergencia.
 CUADRADO  RECTANGULO	SEGURIDAD CONTRA INCENDIOS	ROJO	BLANCO*	BLANCO	Extintor de incendio. Hidrante incendio. Manguera contra incendios.

 CUADRADO  RECTANGULO	INFORMACIÓN ADICIONAL	BLANCO O EL COLOR DE LA SEÑAL DE SEGURIDAD	NEGRO O EL COLOR DE CONTRASTE DE LA SEÑAL DE SEGURIDAD	COLOR DEL SIMBOLO O EL DE LA SEÑAL DE SEGURIDAD RELEVANTE	Mensaje adecuado que refleja el significado del símbolo gráfico.
* EL COLOR BLANCO DE CONTRASTE INCLUYE EL COLOR DE CONTRASTE PARA MATERIALES FOSFORESCENTES BAJO LA LUZ DE DIA CON PROPIEDADES DEFINIDAS EN LA TABLA 4.					

Anexo 25

Forma geométrica y significado según la Norma Técnica Peruana 399.010-1974

Fuente: Norma Técnica Peruana 399.010-1.2004 (2004:9-10)

Table 1.3 Associations and related characteristics for colors typically used in panel design

Color	Associated Meanings	Attention -Getting Value	Contrasts Well With
Red	Unsafe Danger Alarm state Hot Open/flowing ¹ Closed/stopped ¹	Good	White
Yellow	Hazard Caution Abnormal State Oil	Good	Black Dark Blue
Green	Safe Satisfactory Normal state Open/flowing ¹ Closed/stopped ¹	Poor	White
Light blue (cyan)	Advisory Aerated water Cool	Poor	Black
Dark Blue	Advisory Untreated water	Poor	White
Magenta ²	Alarm state	Good	White
White	Advisory Steam	Poor	Green Black Red Dark blue Magenta
Black	Background	Poor	White Light blue Yellow

¹ Meanings associated with red and green colors differ, depending on past experience. Personnel with previous fossil fuel plant experience typically associate an open/flowing state with red and a closed/stop state with green, but reverse associations typically exist for personnel with previous Navy experience.

² Magenta on yellow is the nuclear industry standard for radiation caution.

Anexo 26

Asociaciones y características relacionadas para colores típicos usados en diseño de panel

Fuente: NUREG 0700 Rev 2 (2002:61)

Estados: marcha-abierto	verde
Estados: parado.cerrado	rojo
Estados: atención-preparado	amarillo
Alarmas: atención-prealarmas	amarillo
Alarmas: alarma	rojo
Alarmas: sin alarma	gris, invisible
Elementos: metal	gris
Fondo	gris, verde, azul

Anexo 27

Convención de colores para señales de sistemas

Fuente: Rodríguez Penin (2011:3-12)

ROJO	temperatura elevada, agua para extinción de incendios
AMARILLO	Gas
VERDE	agua potable
AZUL	agua de proceso, aire

Anexo 28

Convención de colores según campo de trabajo

Fuente: Rodríguez Penin (2011:3-13)

ROJO	Paro ,alarma, peligro, prohibición
AMARILLO	espera, listo, pre alarma
VERDE	marcha, correcto, sin defectos
AZUL	mando, acción

Anexo 29

Colores según convenciones

Fuente: Rodríguez Penin (2011:3-14)

Color	Significado	Indicaciones y precisiones
rojo	Señal de prohibición	Comportamientos peligrosos
	Peligro-alarma	Alto, parada, dispositivos de desconexión de emergencia. Evacuación.
	Material y equipos de lucha contra incendios	Identificación y localización.
Amarillo, o amarillo anaranjado	Señal de advertencia	Atención, precaución. Verificación.
Azul	Señal de obligación	Comportamiento o acción específica. Obligación de utilizar un equipo de protección individual.
verde	Señal de salvamento o de auxilio.	Puertas, salidas, pasajes, material, puestos de salvamentos o de socorro, locales.
	Situación de seguridad	Vuelta a la normalidad.

Anexo 30

Colores de seguridad según el RD (Real Decreto) 485/1997

Fuente: Rodríguez Penin (2011:3-21)

Fluido	Color básico	Estado fluido	Color complementario
ACEITES	marrón	Gas-oil	Amarillo
		De alquitrán	Negro
		Bencina	Rojo
		Benzol	Blanco
ACIDO	Naranja	Concentrado	Rojo
AIRE	Azul	Caliente	Blanco
		Comprimido	Rojo
		Polvo carbón	Negro
AGUA	Verde	Potable	Verde
		Caliente	Blanco
		Condensada	Amarillo
		A presión	Rojo
		Salada	Naranja
		Uso industrial	Negro
		Residual	Negro + negro
ALQUITRÁN	Negro		
BASES	Violeta	Concentrado	Rojo
GAS	Amarillo	Depurado	Amarillo
		Bruto	Negro
		Pobre	Azul
		Alumbrado	Rojo
		De agua	Verde
		De aceite	Marrón
		Acetileno	Blanco + blanco
		Ácido carbónico	Negro + negro
		Oxígeno	Azul + azul
		Hidrógeno	Rojo + rojo
		Nitrógeno	Verde + verde
		Amoníaco	Violeta + violeta
VACÍO	Gris		
VAPOR	Rojo	De alta	Blanco
		De escape	Verde

Anexo 31

Colores de tuberías según DIN (*Deutsches Institut für Normung*) 2403**Fuente: Rodríguez Penin (2011:3-23)**

Fluido	Color básico	Nº de grupo	Subdivisión primaria	
Agua	Verde oscuro	1	1.0	Agua potable
			1.1	Agua no potable
			1.2	
			1.3	Agua depurada
			1.4	Agua destilada, condensada
			1.5	Agua a presión
			1.6	Agua de circulación
			1.7	
			1.8	
			1.9	Agua residual
Vapor	Rojo fuerte	2	2.0	Vapor a presión
			2.1	Vapor condensado
			2.2	Vapor recalentado
			2.3	Vapor expa. (vapor de contrapresión)
			2.4	Vapor sobresaturado
			2.5	Vapor distendido
			2.6	Vapor de circulación
			2.7	
			2.8	
			2.9	Vapor de escape
Aire	Azul moderado	3	3.0	Aire fresco
			3.1	Aire comprimido
			3.2	Aire recalentado
			3.3	Aire acondicionado
			3.4	
			3.5	Aire enrarecido
			3.6	Aire de circulación
			3.7	Aire transportado
			3.8	
			3.9	Aire de escape
Gases para alumbrado	Amarillo vivo	4	4.0	Gas de hulla 1
			4.1	Acetileno
			4.2	Metano
			4.3	Butano 1
			4.4	Otros gases

Anexo 32

Colores de tuberías según UNE (Una Norma Española) 1063 (1)

Fuente: Rodríguez Penin (2011:3-24)

Fluido	Color básico	Nº de grupo	Subdivisión primaria	
Líquidos y gases químicos	Gris medio	5.1	5.11	Ácido sulfúrico
			5.12	Ácido clorhídrico
			5.13	Ácido nítrico
			5.14	Otros ácidos minerales
			5.15	Ácidos orgánicos
			5.16	Soda caustica
			5.17	Agua amoniacal
			5.18	Otras lejías
			5.19	Residuos
		5.2	5.21	Nitrógeno
			5.22	Oxígeno
			5.23	Hidrógeno
			5.24	Otros gases
			5.25	Gas de escape
Aceites combustibles y lubricantes	Pardo moderado	6		Aceites según clasificación de peligro de inflamación
			6.0	Peligro clase a1 (punto de inflamación por debajo de 21°C)
			6.1	Peligro clase a2 (punto de inflamación de 21°C a 55°C)
			6.2	Peligro clase a3 (punto de inflamación por encima de 55°C)
			6.3	Peligro clase b (soluble en agua, punto de inflamación por debajo de 21°C)
			6.4	Grasas técnicas
			6.6	Aceites explosivos
			6.9	Residuos
Productos no especificados	negro	7	7.0	Productos alimenticios líquidos
			7.1	Soluciones acuosas
			7.2	Otras soluciones
			7.3	Suspensiones acuosas
			7.4	Otras suspensiones
			7.5	Gelatinas (colas)
			7.6	Emulsiones, pastas
			7.9	residuos

Anexo 33

Colores de tuberías según UNE (Una Norma Española) 1063 (2)

Fuente: Rodríguez Penin (2011:3-25)

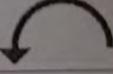
TIPO DE ACCIÓN	SENTIDO	
	Grupo I	Grupo II
Rotación	Horaria 	Antihoraria 
Horizontal	Derecha 	Izquierda 
	Avance 	Retroceso 
Vertical	Subir 	Bajar 
Presión Tracción		

Fig. 3.84 Clasificación de acciones.

Anexo 34

Clasificación de acciones

Fuente: Rodríguez Penin (2011:3-66)

Color	Significado	Descripción	Ejemplos
ROJO	Emergencia	Utilización en emergencia, condiciones peligrosas o paro. Prohibido en funciones de ARRANQUE	Paro de emergencia.
AMARILLO	Anomalía	Utilización en condiciones anormales.	Inicio de un proceso de retorno a la normalidad, sin puesta en marcha (función de RESET).
VERDE	Normal	Utilización para inicio de condiciones normales. En arranque o marcha, se recomienda utilizar: BLANCO, GRIS O NEGRO (preferentemente: BLANCO). Prohibido para las funciones de REARME.	Arranque o puesta en marcha.
AZUL	Obligatorio	Utilización en acciones que requieren una acción obligatoria.	Rearme.
BLANCO	Libre	Sin función específica. Pueden utilizarse para: Arranque o puesta en tensión (preferentemente: BLANCO).	REARME/OFF=Negro ON/MARCHA=Blanco OFF/PARO=Negro Si se usan los mismos colores para funciones diferentes, se deberán identificar de forma inequívoca.
GRIS	Libre	PARO, no de emergencia (preferentemente: NEGRO). Funciones ON/OFF y de marcha retenida (mientras se pulsa)	
NEGRO	Libre		

Tabla 3.14 Colores para elementos de mando.

Anexo 35

Colores de indicadores y mandos

Fuente: Rodríguez Penin (2011:3-68)

Significado	Explicación	Acción por el operador	Ejemplos
Emergencia, peligro.	Condiciones peligrosas del proceso. Requiere acción inmediata.	Acción inmediata a realizar en condiciones peligrosas (por ejemplo, el accionamiento del paro de emergencia).	Peligro debido a partes en movimiento, temperaturas, presiones elevadas, etc.
Anomalia	Condiciones anormales del proceso.	Control y/o intervención (por ejemplo, mediante el restablecimiento de la función prevista).	Condiciones no peligrosas (interruptores térmicos).
Normal	Condiciones normales del proceso.	Acciones opcionales sobre el proceso.	Marcha en condiciones normales.
Obligatorio	Se requiere acción del operador.	Acción obligada por el proceso (sin condiciones anormales).	Orden de inicio de otro proceso.
Neutro	Condiciones no definidas.	Indicación.	Armarío eléctrico en tensión.

Tabla 3.15 Colores para elementos de información.

Anexo 36

Colores para elementos de información

Fuente: Rodríguez Penin (2011:3-69)

Tipos de señales acústicas			
	Seguridad	Proceso	Estado
Modulante explosiva	Peligro	Emergencia	Fallo
Pulsante de tono constante	Atención	Anormal	Anormal
Continuo de nivel constante	Seguridad	Normal	Normal
Tonos alternos	Obligatoriedad	Obligatoriedad	Obligatoriedad
Otros	Por acuerdo	Por acuerdo	Por acuerdo

Anexo 37

Tipos de señales acústicas

Fuente: Rodríguez Penin (2011:3-27)

Color plan example

Color	Generic meaning	Element association
Black	Background	
Red	Emergency	A) Stop B) Highest Priority Alarm C) Closed D) Off
Yellow	Caution	A) Abnormal Condition B) Second Priority Alarm
Green	Safe	A) Normal Operation B) Start C) Open D) On
Cyan (Light Blue)	Static & Significant	A) Process Equipment in Service B) Major Labels
Blue	Nonessential	A) Standby Process Equipment B) Labels, Tags, etc.
Magenta (Purple)	Radiation	A) Radiation Alarms B) Questionable Values
White	Dynamic Data	A) Measurements & State Information B) System Messages C) Trend D) Active Sequential Step

Anexo 38

Tabla ejemplos de plan de colores

Fuente: ISA-5.5-1985 Graphic Symbols for Process Displays (1985:13)

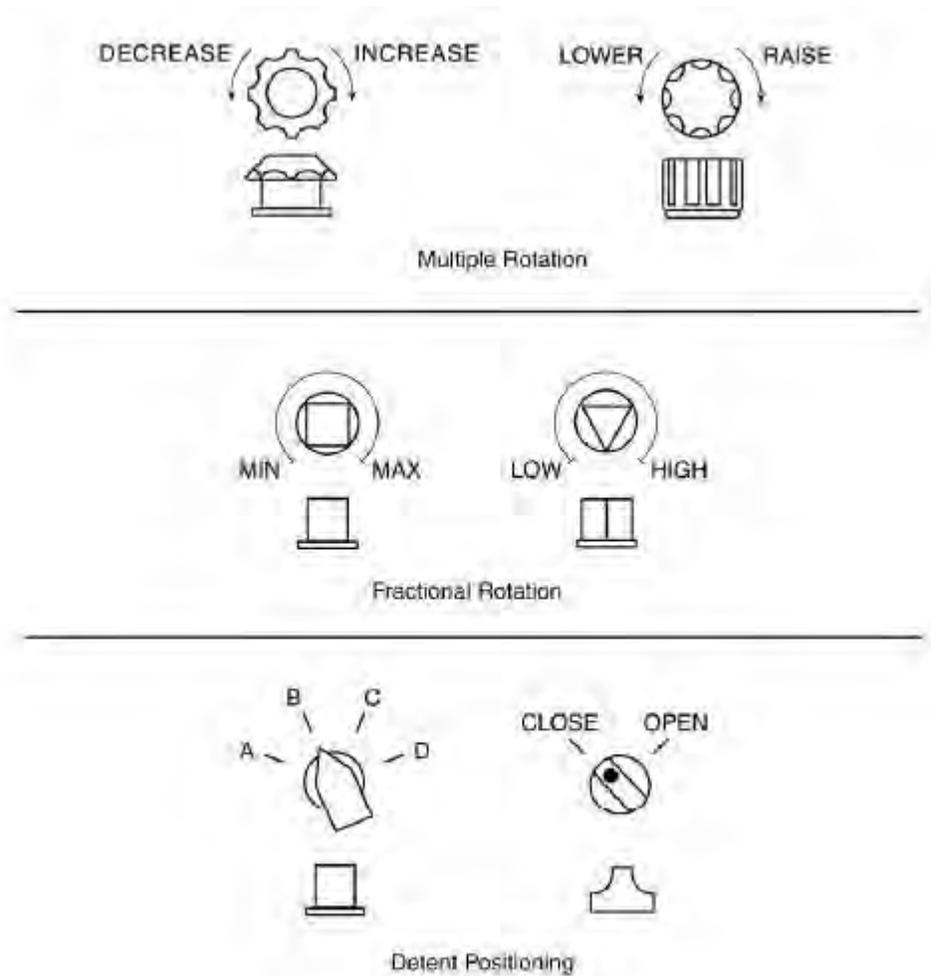


Figure 3.7 Shape-coded rotary controls

Anexo 39

Controles giratorios codificados por forma

Fuente: NUREG 0700 Rev 2 (2002:238)

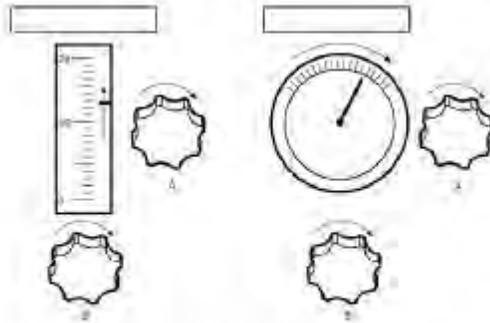


Figure 11.10 Position of control actuator and associated display

Anexo 40

Posición de los actuadores de control y la visualización asociada

Fuente: NUREG 0700 Rev 2 (2002:429)

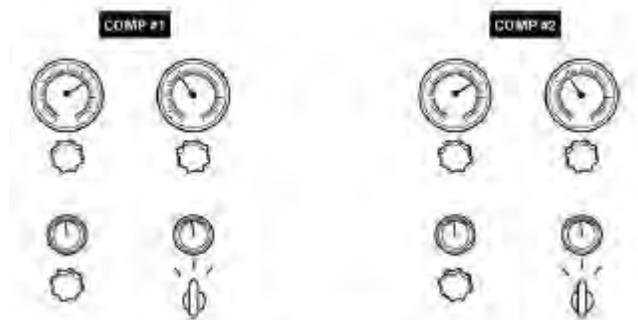


Figure 11.11 Association by grouping

Anexo 41

Asociación por grupos

Fuente: NUREG 0700 Rev 2 (2002:429)

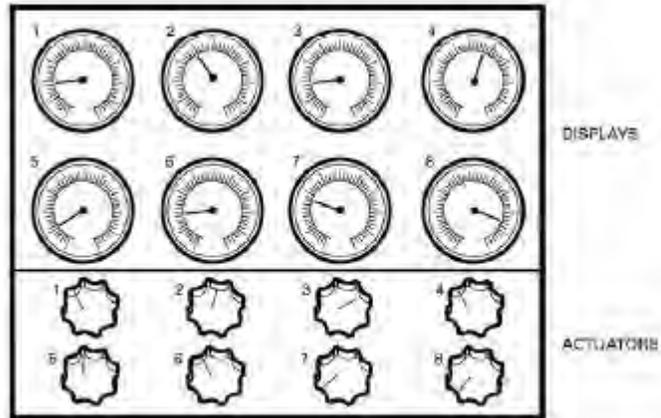


Figure 11.12 Controls and displays in rows

Anexo 42

Controles y visualización en filas

Fuente: NUREG 0700 Rev 2 (2002:433)

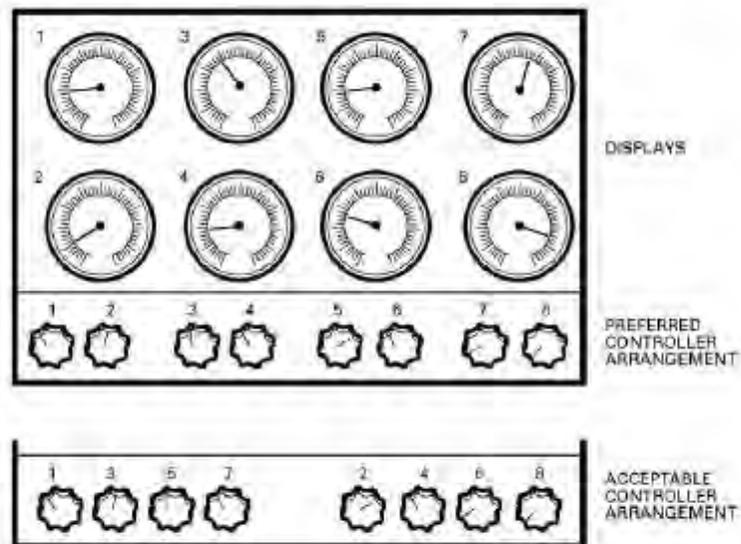


Figure 11.13 Two rows of displays with a single row of controls

Anexo 43

Dos filas de visualización con una sola línea de control

Fuente: NUREG 0700 Rev 2 (2002:434)

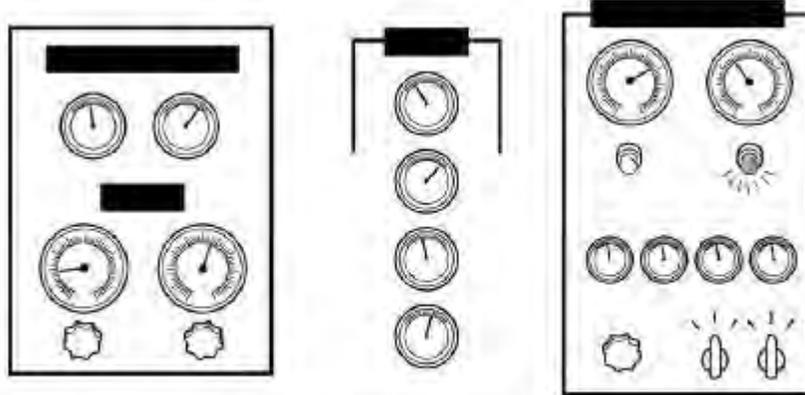


Figure 11.15 Demarcation lines

Anexo 44

Líneas de demarcación

Fuente: NUREG 0700 Rev 2 (2002:444)

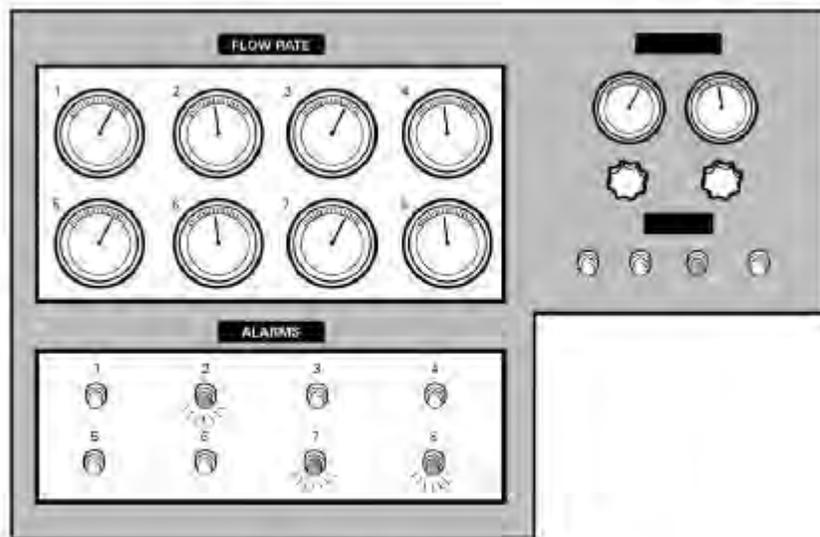


Figure 11.16 Color shading

Anexo 45

Sombreado en color

Fuente: NUREG 0700 Rev 2 (2002:446)