

**ESTADO DEL ARTE DE LA AUTOMATIZACIÓN INDUSTRIAL EN LA CIUDAD  
DE CARTAGENA DE INDIAS BRINSA S.A.**

**LUÍS ALFONSO CAMPO PÉREZ**

**JOSÉ MARIO DÍAZ MARTÍNEZ**

**MONOGRÁFIA**

**UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE BOLÍVAR  
FACULTAD DE INGENIERÍA ELÉCTRICA Y ELECTRÓNICA  
FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA Y MECÁTRONICA  
CARTAGENA DE INDIAS D.T. Y C.**

**2008**

**ESTADO DEL ARTE DE LA AUTOMATIZACIÓN INDUSTRIAL EN LA CIUDAD  
DE CARTAGENA DE INDIAS BRINSA S.A.**

**LUÍS ALFONSO CAMPO PÉREZ**

**JOSÉ MARIO DÍAZ MARTÍNEZ**

*Monografía presentada para optar por el título de ingeniero mecatrónico e  
ingeniero electrónico.*

**Director:**

**Dr. JOSÉ LUÍS VILLA**

**UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE BOLÍVAR  
FACULTAD DE INGENIERÍA ELÉCTRICA Y ELECTRÓNICA  
FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA Y MECÁTRONICA  
CARTAGENA DE INDIAS D.T. Y C.**

**2008**

Cartagena de indias D.T. y C. 23 de Julio de 2008

Nosotros, Luís Alfonso Campo Pérez identificado con cedula de ciudadanía N° 73'008.847 de Cartagena-Bolívar y José Mario Díaz Martínez identificado con cedula de ciudadanía N° 1'128.049.934 de Cartagena-Bolívar, autorizamos a la UNIVERISDAD TECNÓLOGICA DE BOLÍVAR para hacer uso de nuestro trabajo de grado titulado **“ESTADO DEL ARTE DE LA AUTOMATIZACIÓN INDUTRIAL EN LA CIUDAD DE CARTAGENA DE INDIAS- BRINSA S.A. “** y publicarlo en el catalogo on-line de la biblioteca de dicha institución.

Atentamente,

Luís Alfonso Campo Pérez

C.C. 73'008.847 de Cartagena

José Mario Díaz Martínez

C.C. 1'128.049.934 de Cartagena

**Cartagena, 16 de julio de 2008**

Señores

**Comité Curricular de Ingeniería**

**Universidad Tecnológica de Bolívar**

Respetados señores:

Cordialmente me permito informarles que he llevado a cabo la dirección del trabajo de grado de los estudiantes Luís Alfonso Campo Pérez y José Mario Díaz Martínez, titulado **ESTADO DEL ARTE DE LA AUTOMATIZACIÓN INDUSTRIAL EN LA CIUDAD DE CARTAGENA DE INDIAS BRINSA S.A.**

---

**Phd. José Luís Villa R.**

Decano facultad de ingeniería

Nota de aceptación

---

---

---

---

---

Presidente del Jurado

---

Jurado

---

Jurado

## *Agradecimientos*

*A Dios, a mis padres por su apoyo incondicional, maestros y de mas personas que contribuyeron para en mi formación como persona y a todas aquellas que colaboraron para iniciar mi formación como futuro profesional.*

*Luis Alfonso Campo Pérez*

## ***Agradecimientos***

***Fue un reto que me propuse hoy ese sueño se hace realidad.***

***A Dios por bendecirme en todo momento y porque su amor me dio la  
fortaleza para seguir adelante en los momentos difíciles.***

***A mis padres por ser la luz y la fuerza que me ha respaldado a lo largo  
de mi camino que me permitieron cumplir esta meta.***

***A mi abuela y hermanas, profesores, amigos y familiares, mi gratitud.***

***José Mario Díaz Martínez***

## TABLA DE CONTENIDO

	<b>Pág</b>
Introducción	1
1. METODOLOGÍA	3
2 LA EMPRESA	4
2.1 MISIÓN Y VISIÓN	5
3 DESCRIPCIÓN DEL PROCESO	7
3.1 RECIBO DE SAL CRUDA	8
3.2 ALIMENTACIÓN	8
3.3 MOLIENDA	9
3.4 SECADO	11
3.5 CLASIFICACIÓN	12
3.6 EMPAQUE	14
4 ESTADO DEL ARTE	15
4.1 AUTOMATIZACIÓN	15
4.1.1 La Pirámide de Automatización	16
4.1.1.1 Nivel de campo	16
4.1.1.2 Control de control	20
4.1.1.3 Nivel de supervisión	23
4.1.1.4 Nivel de planificación	27
4.1.1.5 Nivel de gestión	28



	<b>Pág</b>
5 OPTIMIZACIÓN DEL USO DE LOS ACTIVOS	29
5.1 ROL DE LOS DEPARTAMENTOS DE LA EMPRESA	30
5.2 ROL DE LO OPERADORES	30
5.3 EFICIENDIA EN INGENIERIA	31
5.4 IMPACTO AMBIENTAL	32
5.4.1 Normativas del medio ambiente	31
5.5 CONTROL AVANZADO	35
5.6 ADMINISTRACIÓN DE INFORMACIÓN	35
5.7 SEGURIDAD INTEGRAL	35
6 ANÁLISIS DE MEJORAS EN EL SISTEMA DE PRODUCCIÓN	37
CONCLUSIONES Y OBSERVACIONES	39
BIBLIOGRAFÍA	41
ANEXOS	

## LISTADO DE FIGURAS

	<b>Pág</b>
Figura 1. Recibo sal cruda	7
Figura 2. Recibo de sal cruda	8
Figura 3. Alimentación	9
Figura 4. Molienda	11
Figura 5. Secado	12
Figura 6. Clasificación	13
Figura 7. Empaque	14
Figura 8. Pirámide de automatización	15
Figura 9. Transmisor PROMAG 53	17
Figura 10. P&ID quemador gas natural	18
Figura 11 Controlador TZN4 de Autonics	19
Figura 12 Sensores inductivos M30	20
Figura 13 PLC Allen-Bradley SLC50026	20
Figura 14 Diagrama de bloque – etapa de secado	21
Figura 15 Ensacadora automática	22
Figura 16 PLC Omrom sysmac CMP2A	22
Figura 17 Comunicación PLC – Equipos planta	23

Figura 18 Mímico planta sal Mamonal	25
Figura 19 Mímico equipos planta sal Mamonal	26

## GLOSARIO

**Scrubber** : Equipo que se encarga de filtrar el aire que proviene del secador, este aire contiene partículas de sal fina y evita que estas se liberen al ambiente

**Secador de lecho fluidizado:** Equipo en el cual se produce el calentamiento y enfriamiento de la sal, en este equipo la sal se mueve libremente por el flujo de aire desde la entrada hacia la salida.

**Demister:** Dispositivos fabricados en malla tricotada, sirven para separar, con máximo de eficiencia, las finísimas gotas arrastradas por un gas o vapor, sea en fase de ebullición, evaporización al vacío o barboteo de un líquido.

**Rotámetro:** Medidor de caudal en tuberías de área variable, de caída de presión constante. El Rotámetro consiste de un flotador (indicador) que se mueve libremente dentro de un tubo vertical ligeramente cónico, con el extremo angosto hacia abajo.

**Packing:** Estructura de polipropileno cuya función principal es distribuir un fluido que pasa a través de él, haciendo de esta manera que los tiempos de contacto entre la salmuera y la mezcla aire – sal sea superior a aquellos obtenidos sin un lecho.

**Jumbo Bags:** Forma de empaque de la sal, en la cual se empaca en sacos de 900 Kg.

**CCM** : Cuarto control de motores, es el lugar donde se encuentran todos los dispositivos de potencia pertenecientes a los equipos de planta.

## INTRODUCCIÓN

El uso de sistemas electrónicos y eléctricos utilizados para el control de maquinarias y procesos con el fin de mejorar y garantizar el buen desempeño de estos, reduciendo el número de fallos y teniendo un mayor control de los mismos sin necesidad de estar en contacto directo con la aplicación, está teniendo una gran expansión en los últimos años, debido a la competencia que actualmente existe tanto en el mercado local como mundial.

Actualmente se tiene un mercado donde se compite por la calidad de los productos o de los servicios ofrecidos, por tal razón las empresas están invirtiendo en el control de sus procesos para poder cumplir de esta forma con los requerimientos del mercado que cada día son más exigentes, en otras palabras, las empresas están invirtiendo en automatización.

Entre los principales objetivos de la automatización se tiene:

- Reducir los costos de producción y mejorar la calidad de los productos o los servicios que una empresa presta, mejorando de esta forma la productividad de la empresa.
- Integración de la gestión y la producción, con lo cual se tiene una mejor utilización de los recursos.
- Realizar un proceso con gran exactitud todas las veces, reduciendo de esta forma errores humanos, garantizado así la calidad de los productos o servicios prestados.
- Reducir las actividades que atenten con la seguridad del ser humano, debido a que se cuenta con instrumentación inteligente, la cual se puede

instalar en lugares de difícil acceso para el hombre, teniendo de esta forma un monitoreo y control constante de ese proceso, sin arriesgar la vida humana.

El principal objetivo del trabajo es el de establecer la existencia o no de la tecnología y practicas profesionales relacionadas con la automatización de procesos industriales, los cuales deberían estar presentes en casi todas las instalaciones de las empresas que se encuentran en el sector industrial de nuestra ciudad, también tiene como objeto identificar de una forma precisa las necesidades que tiene el sector industrial con todo lo relacionado al tema de control, instrumentación y automatización.

Una de las tareas más importantes para abordar el análisis de la problemática local y regional es estudiar con cierto detalle la realidad que se encuentra a nuestro alrededor. Por tal motivo, en el desarrollo de este trabajo nos enfocaremos en las empresas locales para ver que tan alto nivel de automatización, instrumentación y control poseen en sus maquinarias y procesos, para nuestro caso, se trabajo en la empresa BRINSA S.A, ubicada en el sector industrial de Mamonal.

## **1. METODOLOGÍA**

El trabajo se realizó basándonos en la información recopilada a lo largo de una serie de visitas programadas a las instalaciones de BRINSA S.A. ubicada en el sector de Mamonal. Durante las visitas se realizaron encuestas al personal, con el fin de tener una idea clara en temas relacionados con la automatización en la planta (instrumentación y el control que se tiene sobre estos), comunicación entre departamentos de la empresa, el rol que juegan los operadores en la planta, estándares y protocolos de calibración de instrumentos, se indagó también en temas relacionados con la seguridad integral y el medio ambiente.

El trabajo se organizó en primera instancia describiendo un poco la historia de la empresa, su misión y visión, luego se explica el proceso de producción llevado a cabo en la planta, seguido de esto se explica cada nivel de automatización describiendo cada uno de los aspectos que se encuentran en las instalaciones de BRINSA S.A. lo que nos permite clasificarla en algún lugar dentro de la pirámide de automatización, se continúa describiendo brevemente aspectos como lo es, la comunicación entre departamentos, proyectos futuros en el campo de la automatización que se tienen pensado implementar en la empresa, el rol que cumplen los operadores en el proceso, por último se tratan temas relacionados con la seguridad en la empresa y el control que se tiene sobre los residuos que van al medio ambiente.

Al final del trabajo se realiza un análisis de las oportunidades de mejoras que se observaron en la planta de BRINSA S.A., con lo cual pueden mejorar en gran parte su proceso de producción, se anexa una encuesta realizada a la persona encargada de la programación y mantenimiento del PLC y la programación de este, dicha encuesta propuesta por la Universidad Tecnológica de Bolívar para este trabajo tiene por objeto delinear en una forma más precisa el ejercicio de la profesión en Ingeniería de la Automatización, y con ello ajustar los programas de formación a nivel de postgrado en esta área.

## 2. LA EMPRESA

### BRINSA S.A.

BRINSA nace en 1994, luego que la planta de procesamiento de sal de ÁLCALIS DE COLOMBIA, ubicada en Betania fuera comprada al gobierno Colombiano.

En noviembre del 2000 se inaugura la nueva planta de Mamonal en Cartagena. BRINSA S.A. es una sociedad privada dedicada principalmente a la refinación de la sal y a la fabricación de productos químicos derivados del Cloruro de Sodio, tales como: Cloro Líquido, Soda Cáustica, Ácido Clorhídrico, Hipoclorito de Sodio y Cloruro de Calcio. A partir de estos procesos químicos también se obtienen derivados como el blanqueador Blancox y otros productos en la línea de aseo.

BRINSA S.A. es una empresa con visión global, ha tenido un crecimiento notorio en su corta existencia y ha logrado posicionarse en el mercado como líder nacional en producción y venta de sal y Productos Químicos derivados de la Sal.

La empresa esta dividida en tres áreas de negocio:

1. **Sabor** : división en la que se encuentran los productos para la cocina y el uso domestico.
2. **Aseo**: división en la que se encuentran productos tales como blanqueadores y desinfectantes.
3. **Industria**: división de productos para los sectores industriales, como alimentos, tratamiento de aguas, industria textil, embotelladoras, industria petrolera, fabricación de papel, detergentes y jabones, entre muchos otros.



## **2.1 Misión y Visión:**

**Misión<sup>1</sup>** : la misión de BRINSA es ser una empresa que participa en la producción y comercialización de sal, insumos químicos industriales y en el negocio de productos masivos populares de acuerdo a su interés estratégico en los sectores de alimentos y aseo, orientada al consumidor, basada en una tecnología que permite mejorar la calidad del producto, los procesos y el servicio asociado, generando valor a los accionistas de manera sostenida en el tiempo, con la responsabilidad de mantener un ambiente de trabajo que satisfaga las necesidades de desarrollo personal y profesional de sus colaboradores, respondiendo ante la comunidad por sus productos, operaciones y su impacto en el medio ambiente. Nos enfocamos en los mercados de Colombia, Grupo Andino, Centroamérica, el Caribe y países donde sea económicamente factible realizar negocios.

### **Visión\*:**

Ser reconocidos en el 2017 por las partes interesadas en BRINSA como una Empresa:

- Líder en el mercado de la sal y sus derivados químicos en Colombia, con una participación nacional relevante en las líneas de alimentos y aseo, con presencia creciente en los países determinados como objetivo.
- Cumplida, con servicio asociado que agrega valor a sus clientes.
- Poseedora de una tecnología que garantiza confiabilidad y competitividad en sus productos, procesos y servicios.
- Integrada verticalmente desde las fuentes de sal.

---

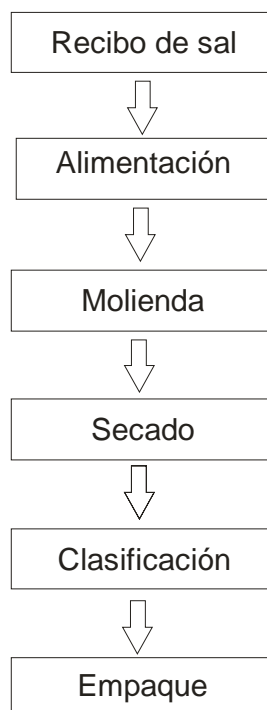
<sup>1</sup> [www.brinsa.com.co](http://www.brinsa.com.co) ultima entrada (15/03/2008)

- Con rentabilidad para los accionistas mejor de la que obtendrían en inversiones de riesgo similar.
- Que aplica la filosofía de la calidad total como fundamento de su desempeño global excelente.
- Modelo en el desarrollo del proceso de Responsabilidad Integral.
- Que no ahorra esfuerzos para ser un miembro excelente de la comunidad. Innovadora, dinámica y orientada al consumidor.
- Integrada por personas de magnífica calidad humana, competentes, satisfechas y comprometidas, que se sientan responsables por su desempeño y los resultados del negocio.

### 3. DESCRIPCIÓN DEL PROCESO

El proceso industrial llevado a cabo en la Brinsa S. A Cartagena se puede resumir en el diagrama de la figura 1:

Figura 1. Esquema proceso Industrial



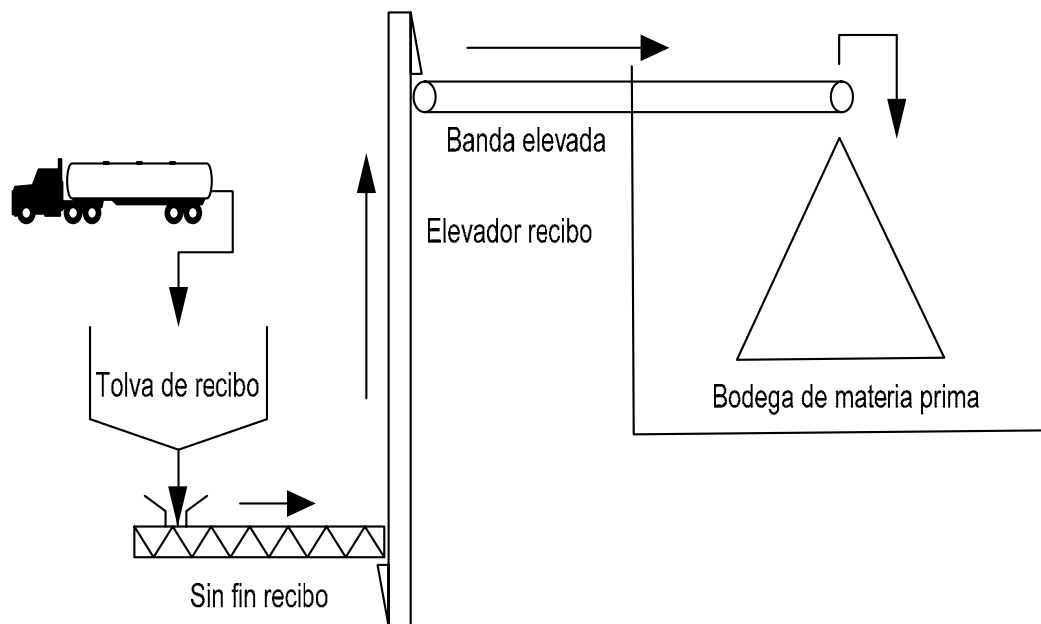
Fuente: Autores

A continuación se detallará cada uno de las etapas mostradas en la figura 1.

### 3.1 RECIBO DE SAL CRUDA

Esta es la tapa inicial del proceso, es aquí donde se recibe la sal, que llega en buque y es transporta por volquetas hasta las instalaciones de BRINSA S.A. , esta sal es almacenada en la bodega de materia prima para su posterior uso en la alimentación del proceso. Este proceso mostrado en al figura 2 se realiza sin ninguna clase de control o monitoreo automático.

Figura 2. Recibo sal cruda



Fuente: Archivo planta sal Mamonal – BRINSA S.A.

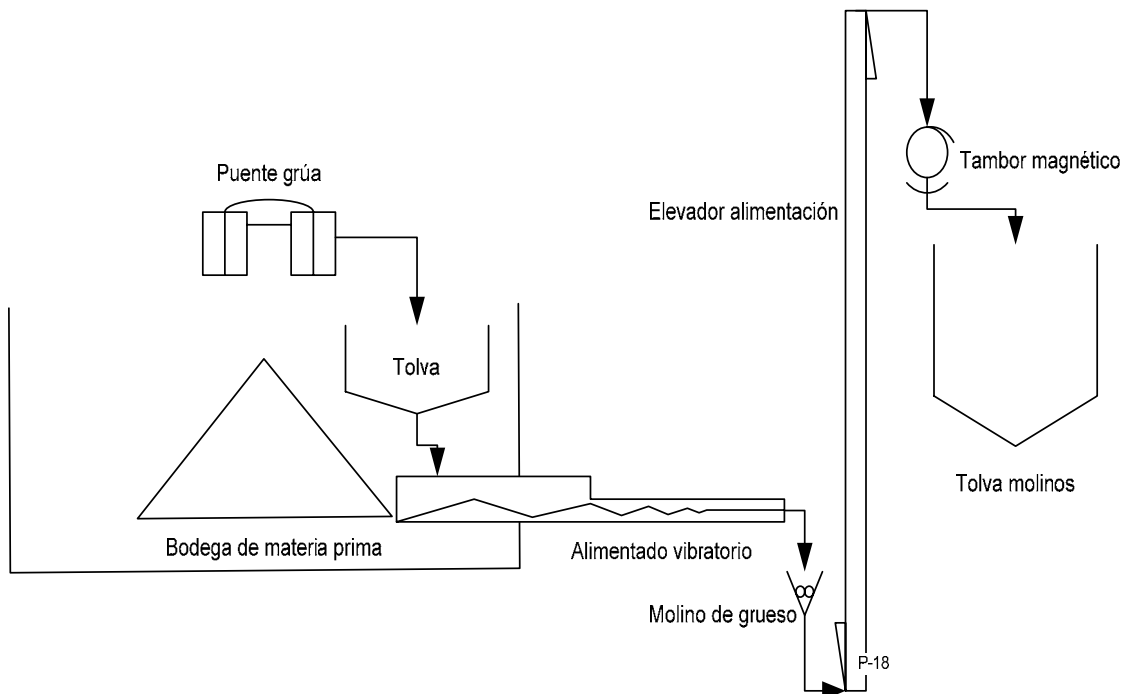
### 3.2 ALIMENTACIÓN

La etapa de alimentación empieza en la bodega de materia prima, en donde con ayuda de un puente grúa se recoge la sal y es depositada en la tolva de alimentación.

A continuación se realiza una primera separación de las impurezas que trae la sal por medio de unos separadores magnéticos y a la vez se realiza una clasificación de la sal, esto se logra haciendo pasar la sal cruda a través de un alimentador vibratorio el cual está equipado con un juego de mallas las cuales son las encargadas de dicha clasificación.

En esta etapa se seleccionan los granos de sal que cumplan con una granulometría apropiada para que entren en la línea de producción. Esta etapa se puede apreciar en la figura 3.

Figura 3. Alimentación



Fuente: Archivo planta sal Mamonal – BRINSA S.A.

### **3.3 MOLIENDA**

En esta etapa el grano de sal seleccionado es almacenado en una tolva la cual cuenta con celdas de cargas, por medio de las cuales los operadores saben las toneladas de sal que se tienen en un instante de tiempo en dicha tolva, con lo cual puede regular la alimentación de sal hacia el proceso.

Antes de que la sal entre en la tolva, esta se hace pasar nuevamente por un separador magnético en este caso es un tambor con características magnéticas para seguir disminuyendo el número de partículas inmantables con las que viene la sal.

Una vez la sal sale de la tolva pasa por unos molinos de rodillos los cuales tiene como finalidad moler la sal para su posterior clasificación en los diversos productos.

Una vez molida la sal, esta se hace pasar a través de una banda pesadora, esta banda Pesadora está equipada con celdas de carga que pesan la sal que va al secador.

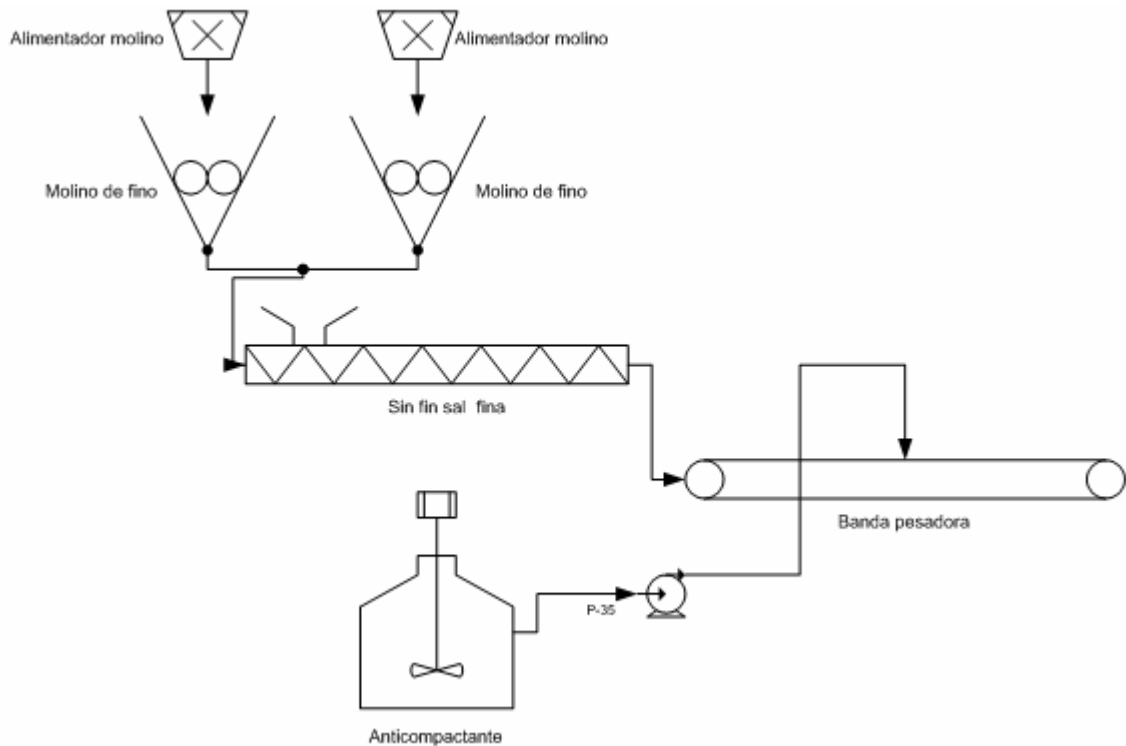
En la Banda Pesadora la sal pasa bajo un dispositivo de aspersion que agrega una solución de Yodato de Potasio y Agente Anticompactante antes de entrar en el Secador de Lecho Fluidizado.

Dependiendo de las toneladas por hora que pasan por la banda pesadora el operador controla manualmente el flujo de dosificación de yodo.

Se verifica y controla la precisión de esta adición por medio de una serie de análisis de la sal que se produce (tanto producto en proceso como producto terminado). Para ello deben llevarse al laboratorio de control de calidad muestras de sal en proceso cada 4 horas, las cuales se toman en la descarga de la banda pesadora.

En la figura 4 se observa la etapa de molienda en forma detallada.

Figura 4. Molienda



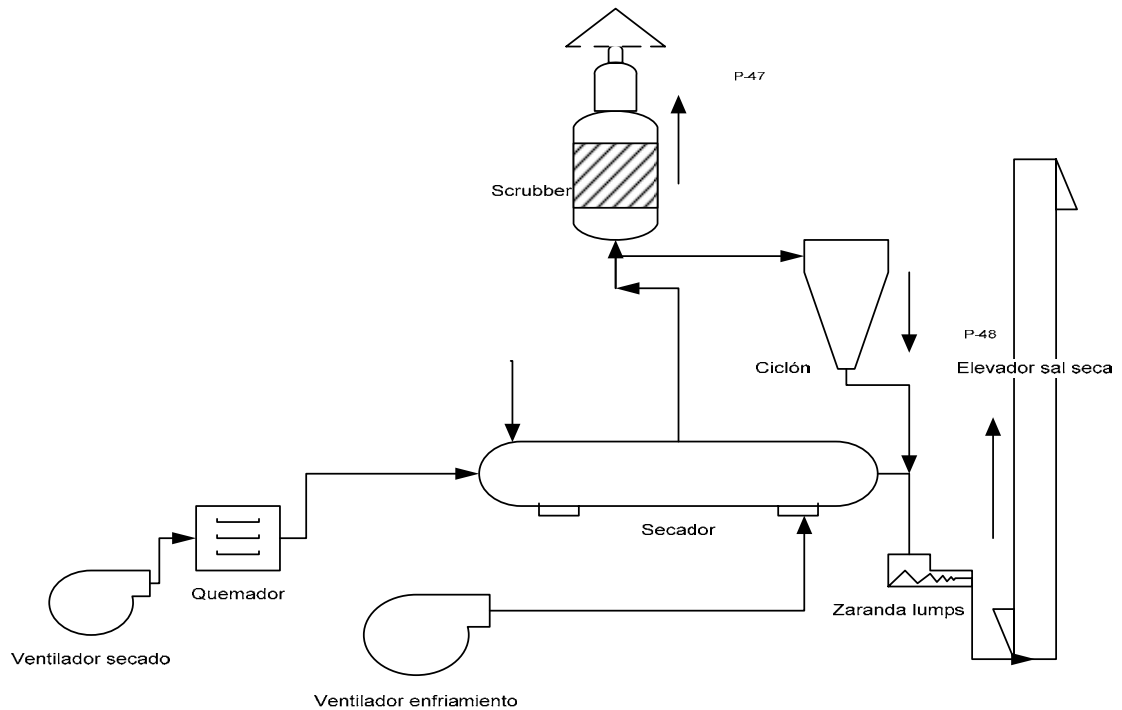
Fuente: Archivo planta sal Mamonal – BRINSA S.A.

### 3.4 SECADO

Una vez se tiene la sal con yodo, esta pasa a un secador de lecho fluidizado el cual tiene como finalidad disminuir la humedad con la que viene la sal. Este proceso consta de dos etapas, la de secado y enfriamiento. En esta última se trata de disminuir la temperatura obtenida por la sal en la etapa anterior, etapa en la que interviene un quemador de gas natural.

Adicionalmente el proceso cuenta con un dispositivo usado para controlar la emisión de partículas sólidas al ambiente, en otras palabras el Lavador de gases (Scrubber) limpia aire u otros gases que contienen polutantes, material particulado y polvos(ver figura 5)..

Figura 5. Secado



Fuente: Archivo planta sal Mamonal – BRINSA S.A.

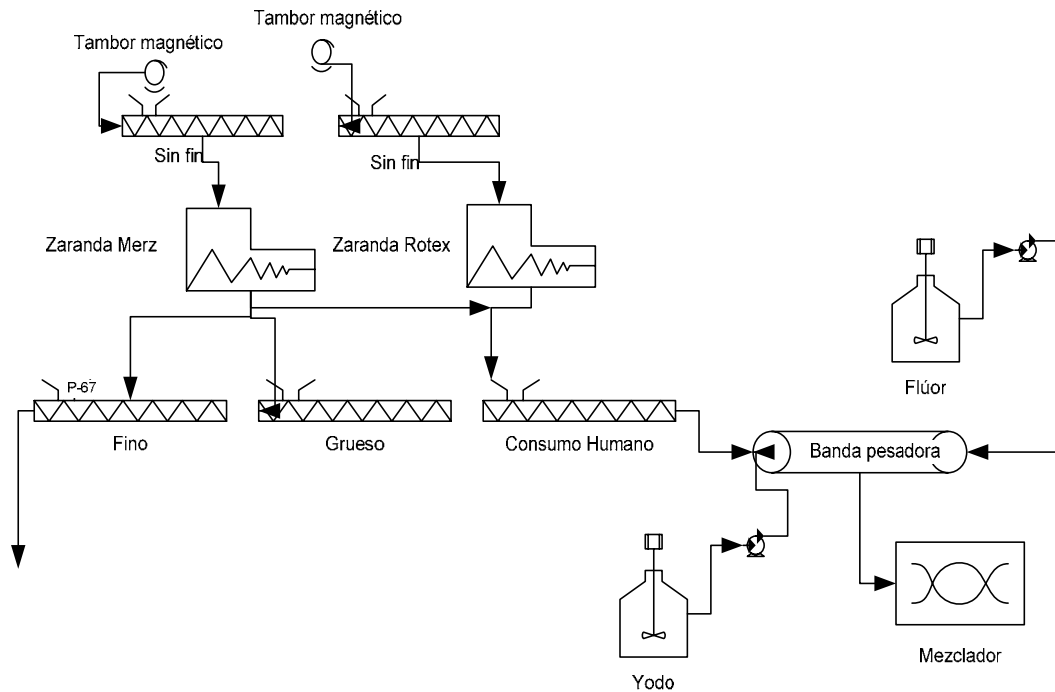
### 3.5 CLASIFICACIÓN

Al momento de salir la sal del secador esta pasa nuevamente por separadores magnéticos para terminar de quitar partículas imantadas, la sal se hace pasar a través dos zarandas colocadas en paralelo, las cuales constan de varias mallas las cuales permiten clasificar la sal de acuerdo a la granulometría deseada para el producto o productos que en ese momento se encuentran en producción.



Una vez se tiene la sal clasificada esta es almacenada en tolvas para luego ser empacada.. Esta etapa se ve en detalle en la figura 6.

Figura 6. Clasificación



Fuente: Archivo planta sal Mamonal – BRINSA S.A.

Cabe la pena anotar que la sal de consumo humano una vez clasificada se hace pasar por otra banda pesadora en la cual se le adiciona flúor y yodo, de ahí se hace pasar por un mezclador, y luego es almacenada en tolvas para ser empacada. Esta banda pesadora al igual que la banda de molienda está equipada con celdas de carga que pesan la sal que va hacia el mezclador consta de un dispositivo de aspersion que agrega una solución de fluoruro de potasio sobre la banda pesadora antes de entrar al mezclador

Dependiendo de las toneladas por hora que pasan por la banda pesadora el operador controla manualmente el flujo de dosificación de flúor. La adición se

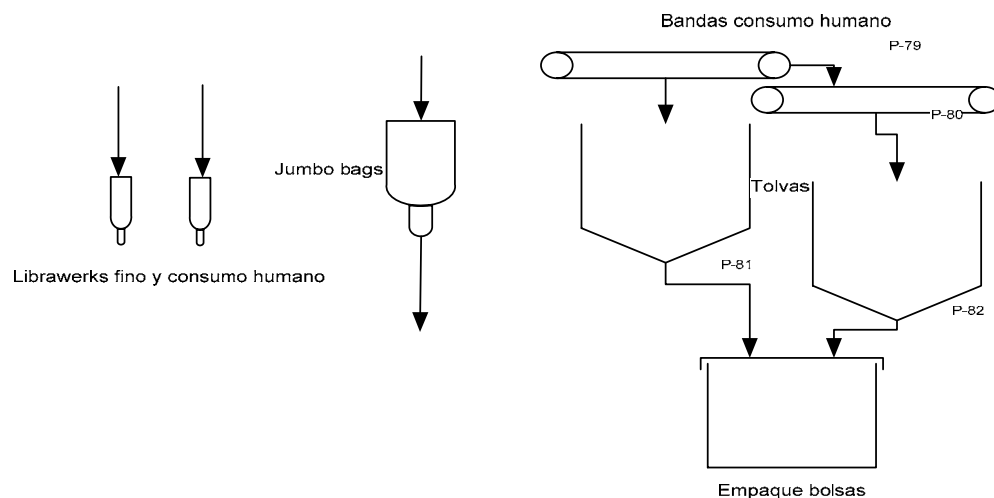
efectúa antes del mezclador con el fin de lograr una completa homogenización del flúor en la sal.

Para establecer control sobre la dosificación de flúor a la sal producida en el proceso, se deben tomar cada treinta minutos muestras de sal a la salida del mezclador y entregarlas al laboratorio para análisis de concentración de flúor, el cual es reportado en las planillas diarias por parte del Analista de Laboratorio.

### 3.6 EMPAQUE

Esta es la última parte del proceso en la cual la sal es empacada por empacadoras automatizadas, estas empacadoras cuentan cada una con un PLC el cual controla cada una de las acciones necesaria para el empaque de las diversas referencias de bolsas.

Figura 7. Empaque



Fuente: archivo planta sal Mamonal – BRINSA S.A.

Como se puede observar en la figura 7, la sal una vez es clasificada se empaque en tres procesos distintos, como lo son el empaque en las librawerk, el empaque en jumbos bags y el empaque en bolsas.

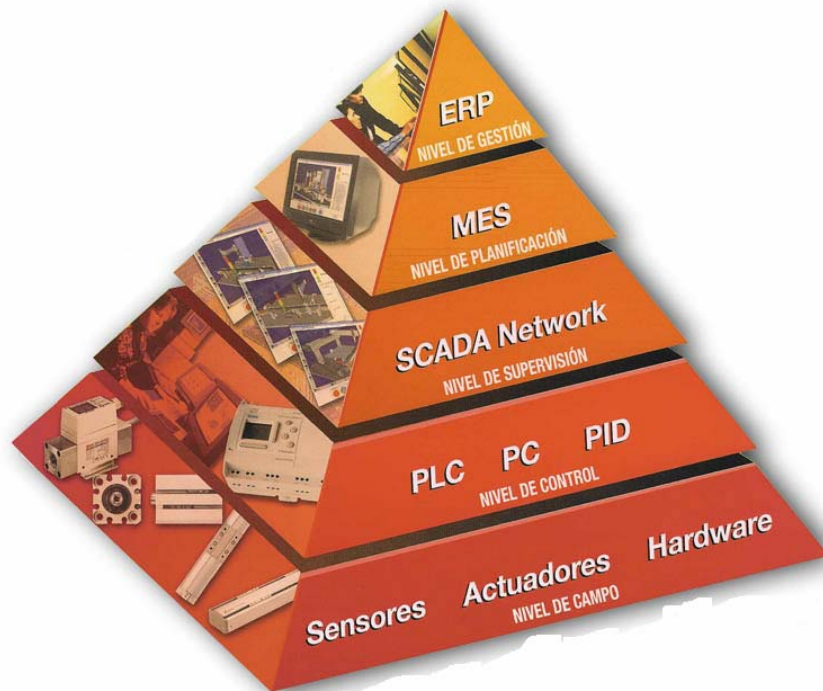
## 4 ESTADO DEL ARTE

### 4.1 AUTOMATIZACIÓN

La automatización hace referencia al uso de maquinaria, equipos o instrumentos para realizar unas labores repetitivas o de gran precisión de forma automática, la cual antes era realizada por personas o simplemente se implementa para optimizar un procesos o por que dicho proceso se encuentra en un entorno que es de difícil acceso o es de gran riesgo para el ser humano.

#### 4.1.1 PIRÁMIDE DE AUTOMATIZACIÓN

Figura 8. Pirámide de Automatización



Fuente: Presentación Innovación en la tecnología – Introducción a las redes  
ETHERNET

Una forma de clasificar la automatización es dividirla por niveles como se muestra en la figura 3, estos niveles son los que se puede encontrar en cualquier industria incluyendo a las que se encuentran en el sector industrial de Mamonal, de ahí radica la importancia de este trabajo, el cual trata de identificar qué tanto nivel de automatización existe o se tiene pensado implementar en las empresas de este sector.

Entre los niveles de automatización se tienen:

- Nivel de campo
- Nivel de control
- Nivel de supervisión
- Nivel de planificación
- Nivel de gestión

A continuación se explica cada nivel de automatización y a la vez se plantea la existencia o no de este nivel en el proceso de molienda en la planta – Cartagena de Brinsa S.A.

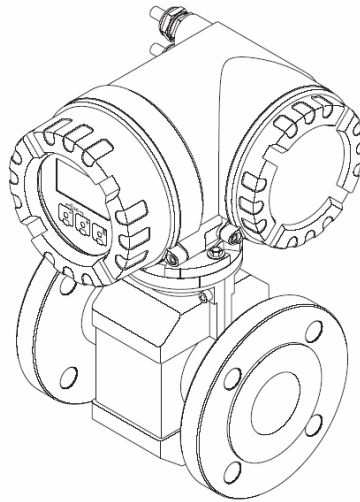
#### **4.1.1.1 Nivel de campo**

Este nivel también es conocido como nivel de instrumentación. Está formado por los elementos de medida, como lo son los sensores, y de mando, como lo son los actuadores distribuidos en una línea de producción.

En la planta se encuentran diversos tipos de instrumentos, los cuales ayudan a los operadores a realizar un monitoreo constante en el proceso como los son las celdas de cargas colocadas en la tolva de alimentación las cuales indican el peso de sal que se tiene en determinado instante de tiempo, con lo cual se pueden tomar decisiones en cuanto a la alimentación de sal al proceso y a la dosificación de aditivos.

Por otra parte como se mencionó en el proceso de dosificación, dependiendo de la carga que está pasando sobre las bandas pesadoras el operador manualmente gradúa la dosificación, ya sea de yodo o de flúor, en ocasiones esta dosificación no es proporcional a la carga, por tal motivo se optó por la instalación de un medidor de caudal.

Figura 9. Transmisor PROMAG 53



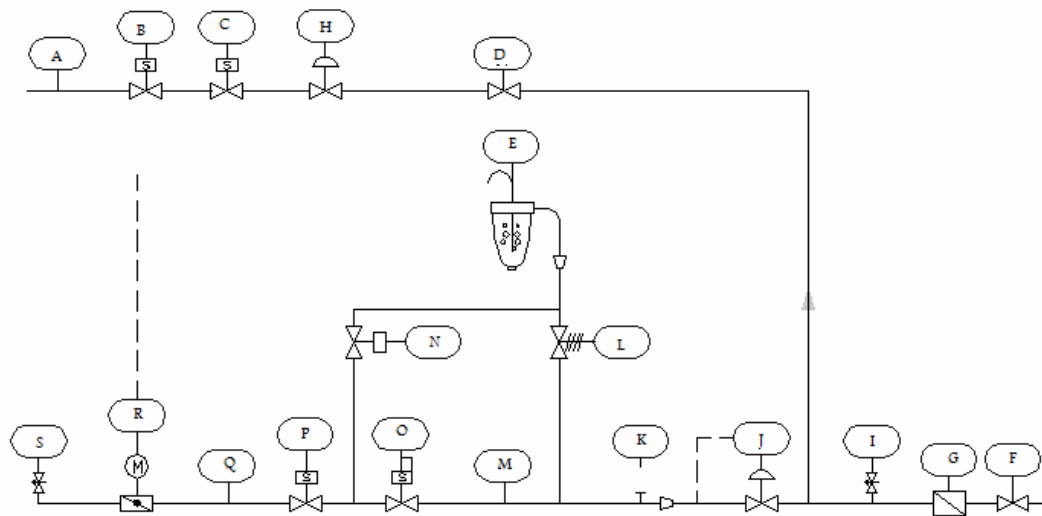
Fuente: PROMAG 53 Sistema electromagnético de medición de caudal – Manual de instrucciones – Pág 12

Este medidor es un medidor electromagnético de caudal PROMAG 53, este cuenta con un transmisor PROMAG 53 (ver figura 9), y un sensor PROMAG W que trabaja con señales de 4 a 20 mA, con este instrumento se mide el flujo de yodo y de flúor que se está dosificando.

Actualmente esta es monitoreada en campo, se tiene pensado tener el control de las variables que se manejan en el secador e implementarlas en el PLC central de la planta.

En la figura 10 podemos observar la instrumentación de la cual se compone el quemador de gas natural.

Figura 10. P&ID quemador gas natural



Fuente: Archivo planta sal Mamonal – BRINSA S.A.

Este quemador cuenta con un regulador de presión de gas VGBF 40 R40-3 configurado a 150 mbar , el cual permite un preciso control de la presión, el sistema de secado cuenta con tres termocuplas tipo J instaladas en el secador, las cuales se encuentran ubicadas a la entrada del quemador, otra a la entrada del secador y otra a la salida .

Todas estas termocuplas están conectadas a un controlador WEST 6100 de AUTONIC de la serie TZN4 (figura 11), el cual controla los límites de temperaturas a las cuales debe trabajar el secador.

Figura 11. Controlador TZN4 de Autonics



Fuente: <http://www.autonic.com> (ultimo acceso 15/05/2008)

Siguiendo la línea de producción, las tolvas que encontramos en al zona de empaque, cuentan con sensores de nivel cuya función principal es la de indicar el nivel de sal y de acuerdo a un nivel establecido este informa al PLC en qué momento parar la alimentación para que este nivel no sobrepase el set point.

De esta forma se evita que los sin fines alimentadores se taponen, produciendo que estos se disparen por aumento en la carga que toleran y de esta forma se evitan daños al equipo y se evitan paradas no programadas.

En la zona de empaque, las empacadoras cuentan con sensores inductivos de proximidad (figura 12), los cuales le envían la información necesaria al PLC para que este controle la dosificación de sal, estos a su vez envían una señal al PLC de la maquina con la cual este puede establecer los tiempos adecuados para las diversas operaciones de las empacadoras como son corte, dosificación y sellado.

Figura 12. Sensor inductivo NPN M30



Fuente: <http://autonics.com> (ultimo acceso 15/05/2008)

Estos sensores tienen un diámetro de 3 milímetros son de tipo NPN y se colocan a una distancia no superior a una pulgada.

#### **4.1.1.2 Nivel de Control**

La planta de BRINSA S.A. Cartagena actualmente posee un control en lazo abierto, en el cuarto de control se cuenta con un PLC Allen-Bradley SLC500 en el cual se ha implementado un programa para el manejo de los equipos (Figura 13).

Figura 13. PLC Allen-Bradley SLC500



Fuente: <http://www.ab.com/programmablecontrol/PLC/slcsystem/index.html>  
(ultimo acceso 15/05/2008)

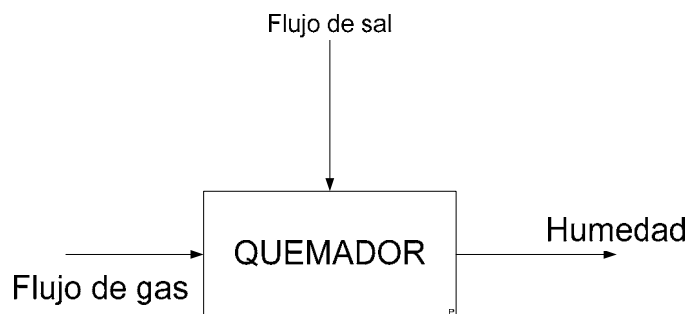


En la etapa de secado también se cuenta con un control en lazo abierto al momento de controlar el consumo de gas que se está consumiendo en determinado momento.

En la figura 14 se observa el diagrama de bloque del control en lazo abierto que se tiene del quemador. Actualmente no se cuenta con ningún instrumento para medir la humedad en la sal a la salida del secador.

En todas las ocasiones, no siempre se alimenta con el mismo tipo de sal, la característica de la sal puede variar entre: una sal muy húmeda y una sal muy seca, el flujo de gas es manipulado por el operador de forma manual luego de realizar un análisis a una muestra de sal en la salida del secador.

Figura 14 Diagrama de bloque – etapa de secado



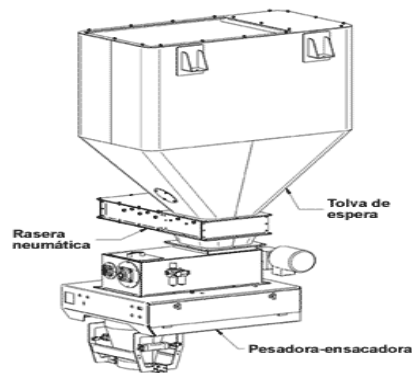
Fuente: Autores

En la zona de empaque se cuenta con una ensacadora (figura 15) manejada por un controlador, modelo GSE 562, compuesto por un teclado de funciones y numérico, que permite el ingreso de datos al equipo y una pantalla de cristal líquido retroiluminada que entrega la información necesaria al operador.

Internamente el equipo cuenta con un programa almacenado en una memoria RAM, el proceso está controlado por una tarjeta de 16 entradas/salidas.

El programa esta diseñado para que a través de menús de las diferentes opciones el operador tenga la facilidad de acceso a las diversas opciones del sistema, en el sistema el operador puede ajustar el equipo de acuerdo a la referencia de sal a empacar.

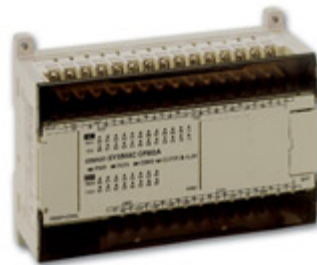
Figura 15. Ensacadora Automática



Fuente: <http://www.librawerk.de> (Último acceso 16/05/2008)

La zona de empaque también cuenta con empacadoras controladas por PLC, estas empacadoras poseen un PLC OMROM sysmac CMP2A (ver figura 16), este se encarga de controlar todas la acciones de la empacadora, tanto la de dosificación y corte como la de sellado,

Figura 16. PLC OMROM Sysmac CMP2A



Fuente: <http://www.omron.com> ultimo acceso (18/05/2008)

#### 4.1.1.3 Nivel de Supervisión

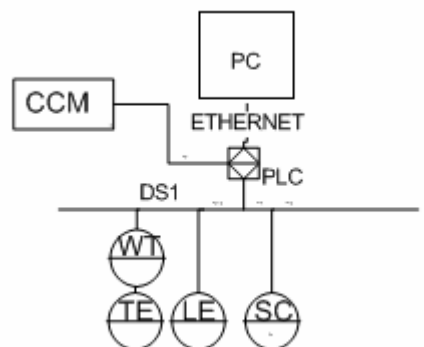
En este nivel es posible visualizar cómo se están llevando a cabo los procesos de planta, y a través de entornos SCADA (Supervisión, Control y Adquisición de Datos) poseer una “imagen virtual de la planta” de modo de que ésta se puede recorrer de manera detallada, o bien mediante pantallas de resumen ser capaces de disponer de un “panel virtual” donde se muestren las posibles alarmas, fallos o alteraciones en cualquiera de los procesos que se llevan a cabo.

Existe en un computador el software de supervisión, denominado Intouch V7.1, con capacidad para el manejo de 256 variables.

Por medio de este equipo, se puede establecer el dialogo hombre-maquina entre el operador de Brinsa S.A. y los equipos en planta, en la figura 17 se observa como es la comunicación del PLC con los equipos de la planta.

La comunicación con los equipos se realiza mediante el protocolo DF1, este protocolo permite una conexión punto a punto entre los equipos y el PLC, este tipo de protocolo acepta transmisión simultánea entre dos dispositivos en ambas direcciones.

Figura 17. Comunicación PLC – Equipos planta



Fuente: Autores

A través del computador se pueden arrancar y parar equipos, supervisar alarmas y observar diferentes curvas de perfil e históricas. Para facilidad del manejo la aplicación ha sido construida en seis ventanas de las cuales solo se puede tener abierta una al mismo tiempo, estas ventanas son:

- Ventana principal o MIMICO
- Mando motores o Arranque del sistema
- históricos
- Alarmas
- Acerca de

La ventana principal o MIMICO (figura 18) presenta un diagrama esquemático de la planta donde se aprecia en general su funcionamiento, esta es la ventana que aparece al arrancar la aplicación. Desde esta es posible cambiar a las ventanas Mando motores, históricos, Alarmas y acerca de, solo picando con el ratón en los botones con los respectivos nombres.

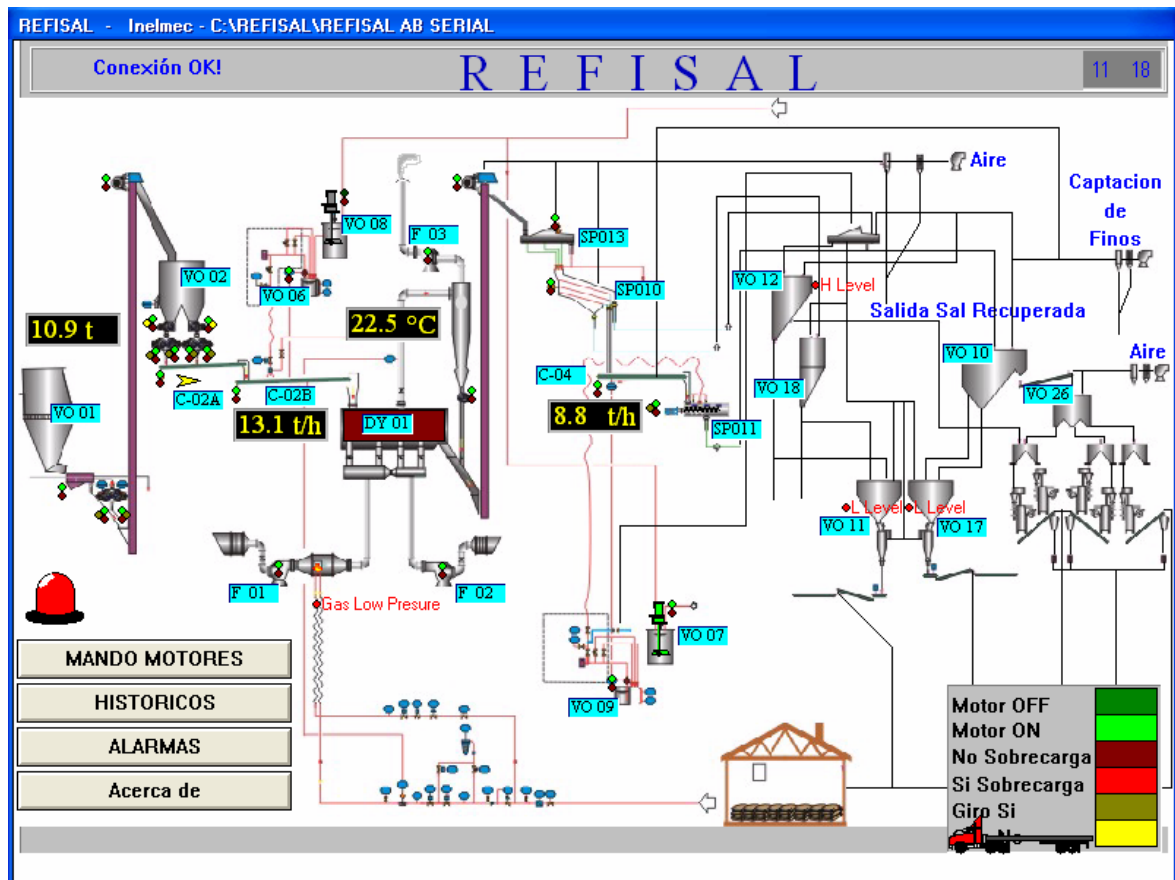
Existe además en esta ventana la Supervisión del estado de los distintos equipos, codificado por medio de leds de colores, así:

- Equipo parado, color rojo
- Equipo arrancado, color verde
- Equipo en proceso de arranque, alternancia entre colores verde y rojo
- Equipo en fallo, alternancia entre colores rojo y amarillo.

En la ventana de mando de motores se puede prender y apagar dos programas existentes denominados molienda gruesa y molienda fina y además los motores de los equipos que no dependen de secuencia alguna.

Es posible también prender uno a uno los equipos pertenecientes a alguno de los dos programas existentes por medio de la ventana que aparece a seleccionar el botón denominado “Arranque Manual Molienda”.

Figura 18. Mímico planta sal Mamonal



Fuente: Manual PLC planta sal BRINSA S.A pág 50

Básicamente el sistema consta de una pantalla de supervisión donde se muestra el mímico del proceso. Además contiene pulsadores de paro de emergencia y una muletilla de tres posiciones para seleccionar el modo de operación del sistema, este puede ser manual, automático o apagado.

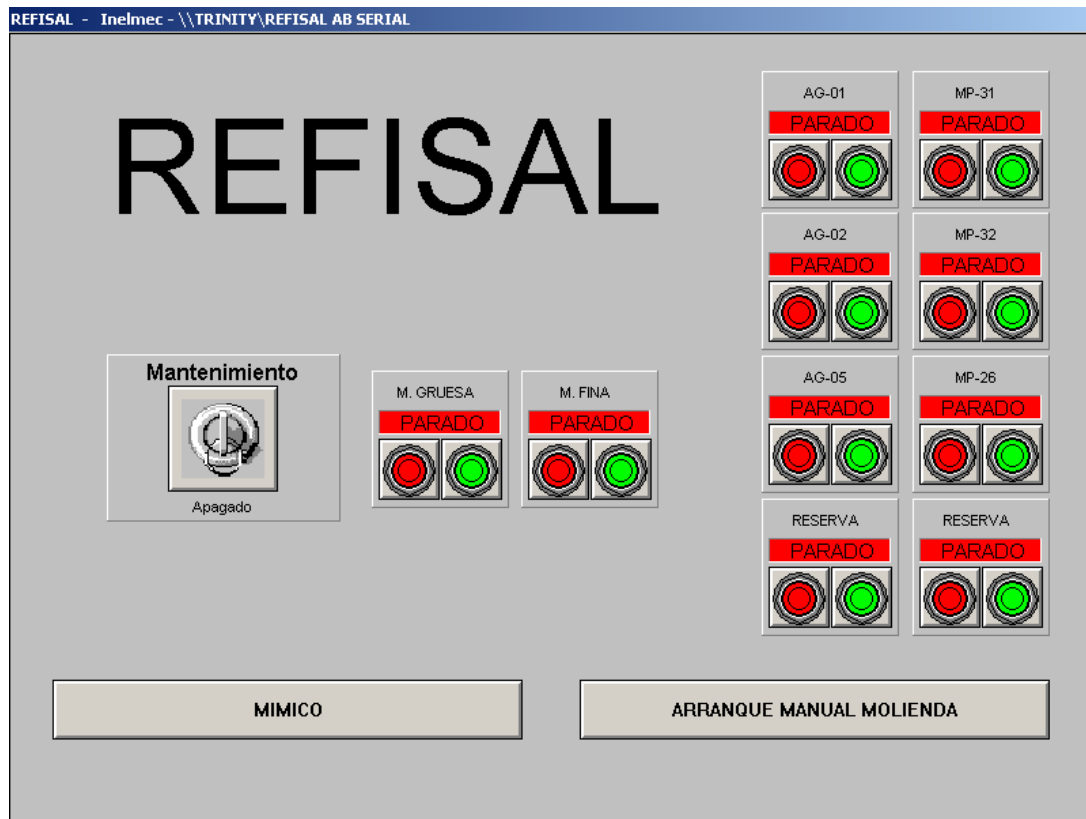
A través del modo manual el sistema queda gobernado por el tablero adyacente al tablero del PLC (figura 19), es decir, el de lógica cableada (serie de conexiones

alambradas). Por medio del modo automático se pasa el comando del sistema al PLC (serie de conexiones programados, mas ciertas utilidades como la generación de históricos, alarmas, etc.). En modo apagado el sistema no opera.

Es a través de la pantalla que el operario comandará y visualizará valores de control y establecerá los sets points de las diferentes variables del proceso.

A través de la pantalla de control de equipos, se pueden establecer el encendido o apagado de los diversos motores de la planta. Lo anterior es posible debido a la conexión que existe entre el PLC y el cuarto de control de motores (CCM).

Figura 19. Mímico equipos planta sal Mamonal



Fuente: Manual PLC planta sal BRINSA S.A pág 51

El programa de supervisión tienen integrado una opción de alarmas, la cual nos presenta las alarmas existentes a demás de esto muestra las fecha y la ocurrencia y descripción de dicha alarma.

#### **4.1.1.4 Nivel de planificación**

Este nivel se caracteriza por: gestionar la producción completa de la empresa, Comunicar distintas plantas, mantener las relaciones con los proveedores y clientes, proporcionar las consignas básicas para el diseño y la producción de la empresa. En el se emplean PCs, estaciones de trabajo y servidores de distinta índole.

#### **4.1.1.5 Nivel de gestión**

En el nivel de gestión, los sistemas de gestión de recursos basados en agentes coleccionan, concentran y califican información heterogénea para establecer la condición de los distintos componentes de la planta, creándose una estructura de software flexible basada en la comunicación de los distintos departamentos de la empresa, esta información heterogénea permite a los diversos departamentos relacionados a tomar decisiones a un largo plazo pertinentes al proceso de acuerdo a las información suministrada por este nivel.

Tanto el nivel de planificación como el de gestión no se encuentran aun implementados de forma automatizadas, la planificación y la gestión son programadas a principio de cada mes, de acuerdo a las exigencias del cliente como a la capacidad de producción de la planta.

## **5. OPTIMIZACIÓN DEL USO DE LOS ACTIVOS**

### **5.1 ROL DE LOS DEPARTAMENTOS DE LA EMPRESA**

La empresa cuenta con funciones claramente establecidas para cada uno de los departamentos que la conforman, como lo son el departamento de producción, mantenimiento e ingeniería.

Los departamentos de mantenimiento y producción trabajan de la mano en la operación que se relaciona con los equipos, ya sea para la colaboración en un mantenimiento o a la hora de programar un mantenimiento correctivo que se encuentre por fuera del plan de mantenimiento planificado. Por otra parte estos dos departamentos se apoyan mucho en el departamento de ingeniería el cual se encuentra centralizado en Bogotá.

La empresa cuenta con programas de actualización y formación para los operadores ya que estos son lo que están a diario manipulando las maquinas y se debe velar que tengan la mejor preparación y sepan como actuar cuando se presente alguna anomalía en un equipo, esto se puede ver en el momento en el se realiza una mejora a un proceso o se instala un nuevo equipo, estos son capacitados.

La empresa cuenta también con programas estandarizados de calibración y ajuste de instrumentos, tal es el caso de las básculas, termocuplas, celdas de cargas, entre otras, las cuales siempre tiene que garantizar su buen funcionamiento para que de ésta forma se puede garantizar la calidad del producto, la calibración de equipos de las termocuplas se realiza a través de la empresa GOBAL METRIC, las basculas se realizan siguiendo un protocolo de calibración y esta se hace de acuerdo a un cronograma previamente establecido. La frecuencia de calibración de las termocuplas es trimestral mientras la frecuencia de calibración de las basculas varia según el tipo de bascula, por ejemplo, las basculas de empaque tiene una frecuencia de calibración mensual y certificación anual, mientras que las



basculas de mayor capacidad tienen una frecuencia de calibración bimestral o trimestral y una frecuencia de certificación anual.

Las principales fallas recurrentes en la planta se tienen identificadas para minimizar de esta forma los paros de los equipos que al final generan perdidas para la planta. Entre las fallas mas recurrentes se encuentran las ocasionadas por tamponamientos en los equipos, como los son las bombas o los sin fines.

Las instalaciones de BRINSA S.A cuentan con buses de campo instalados, posee instrumentación inteligente, vale la pena aclarar que estos aspectos se ven mas en la planta de Zipaquira – Cundinamarca, ya que la planta de Cartagena esta en futuro crecimiento.

Ambas plantas tienen licencia de programa CMMS (computerized maintenance management software) como lo es el MP2.

MP2 es un programa en cargo de la gestión de activos de mantenimiento, cuenta con módulos para programar el mantenimiento tanto correctivo, preventivo o predictivo de los equipos de la planta, además de esto cuenta con módulos de inventario con el cual se tiene conocimiento de los artículos de inventario, con lo cual se puede saber si hay en existencia los repuestos o elementos necesarios para llevar a cabo la intervención del equipo.

## **5.2 ROL DE LO OPERADORES**

Los operadores tienen un rol importante dentro de la empresa, ya que estos además del departamento de mantenimiento deben velar por el buen funcionamiento del equipo y tienen el monitoreo constante de todas las variables manejadas en el proceso.

Para el buen cumplimiento de su labor existen canales de comunicación entre los operadores y el grupo de ingenieros ya sea expresando sus quejas y/o sugerencia

al grupo de ingenieros ya sea de forma directa por intermedio del jefe de turno el cual informara al grupo de ingenieros por medio de un correo electrónico. Actualmente el sistema de supervisión no puede ser modificado a las necesidades de los operadores ya que no es muy flexible en la actualidad.

### **5.3 EFICIENCIA EN INGENIERIA**

El departamento de ingeniera funciona como un departamento centralizado, el cual apoya a todas las plantas de BRINSA S.A, las soluciones de este departamento permiten soluciones escalables, cuenta con programas implementados para analizar el proceso de acuerdo al comportamiento corriente del mismo, igualmente cuenta con programas para el análisis de fallas con lo que se busca determinar la causa de la falla y evitar una futura no operabilidad del equipo a causa de esta, los anterior se puede llevar en el software mantenimiento MP2.

Actualmente no se cuenta con simuladores del proceso debidamente ajustados a la realidad de la planta.

En cuanto a la centralización de la información, el departamento de mantenimiento por medio del software MP2 lleva la hoja de vida de cada equipo en la cual se puede ver en el historial todas las intervenciones a la que ha sido sometido, como tal no existe una forma centralizada de información donde sea coherente la información de ingeniería, operación y mantenimiento.

Los diseños de ingeniería permiten que sean ajustados a la realidad de la planta, y además de esto estos diseños se pueden tomar como referencia para futuros proyectos.

## **5.4 IMPACTO AMBIENTAL**

### **5.4.1 Normativas del Medio Ambiente**

Todo el grupo de ingenieros y operadores conocen la normativa que aplica respecto al cuidado y responsabilidad del medio ambiente, constantemente se hacen charlas sobre buenas prácticas de manufactura y gestión de calidad en las cuales se incluye la normativa al medio ambiente.

El departamento de calidad es el encargado del seguimiento y control de emisión de contaminantes.

Como ya se mencionó en la descripción del proceso, la empresa cuenta con un equipo cuyo principal objetivo es el de controlar las emisiones de gases que contienen polutantes, material particulado y polvos.

Todos los controles de esto son monitoreados por el departamento de calidad de la empresa y evaluados por CARDIQUE, el cual es el ente encargado de administrar el medio ambiente y los recursos naturales.

Como se vio anteriormente el equipo encargado de reducir las partículas de sal y vapor que salen al medio es el scrubber, este recibe una corriente formada por aire caliente. Esta corriente viene desde el ciclón proveniente del secador y trae consigo ciertas características de temperatura y presión. El flujo de entrada es de 44.040 m<sup>3</sup>/h.

Si esta corriente que proviene desde el ciclón se encuentra demasiado caliente (temperaturas mayores a 72 ° c), un sensor de temperatura que se encuentra en el ducto que comunica al ciclón con el scrubber activa un rociador de agua con el fin de bajar la temperatura del aire antes de que este ingrese al scrubber y de esta forma proteger las piezas internas. Esta agua llamada agua de emergencia, ingresa por medio de la tubería de emergencia y puede ser transmitida al sistema con un flujo de hasta 1.3 m<sup>3</sup>/h.

Dentro del scrubber ocurre una separación entre el aire caliente y la sal fina contenida en el aire. Esta separación es realizada mediante aspersion de salmuera y la operación continua se denomina “lavado”.

Un nivel de salmuera siempre debe ser mantenido dentro del tanque del scrubber debido a que esta salmuera será usada para lavar el aire mezclado con sal fina. Es posible que dentro del tanque del scrubber se pierda nivel de salmuera por razones como: arrastre, evaporación y purga, por eso es necesario reponer con agua de proceso para aumentar nuevamente el nivel de la salmuera.

Para poder mantener un nivel constante de salmuera dentro del tanque del scrubber, es necesario establecer un equilibrio entre la cantidad de agua que entra al scrubber como agua de reposición (Make up), las perdidas de salmuera (por arrastre y evaporación) y la cantidad de agua que sale del scrubber como salmuera por la tubería de drenaje o de purga (Drain water).

La reposición de agua se lleva cabo por la tubería de reposición, se puede ajustar el caudal de agua de reposición manipulando la válvula de reposición y además se puede observar el caudal alimentado mediante un rotámetro colocado en esa misma línea.

La salmuera para el lavado de aire es transportada por medio de una de dos bombas de recirculación disponibles para este fin. La salmuera se encuentra en el fondo del tanque del scrubber y la bomba la dirige hacia una tubería situada en la parte superior del scrubber, exactamente por encima del lecho empacado.

Mientras la mezcla aire – sal ingresa al scrubber por la parte inferior, la salmuera con una concentración no mayor al 10 % p/v de sal, se deja caer desde la parte superior del equipo a través de un sistema de tuberías tipo flauta y se pone en contacto con la mezcla aire-sal que se mueve en sentido contrario.

El área de contacto entre la mezcla aire-sal y la salmuera se incrementa gracias a la acción de un lecho (packing).

El lecho a su vez, puede estar formado por cientos de piezas mas pequeñas encajadas de tal manera que puedan realizar la función encomendada. La apariencia del lecho es similar a la estructura interna de un panal de abejas.

La salmuera que cae desde la parte superior del scrubber recoge casi toda la sal fina contenida en la mezcla aire – sal y de esta manera, hacia la parte superior del scrubber llega una corriente de aire con muy poca cantidad de sal y con algo de agua, mientras que en el fondo del scrubber la salmuera recoge las gotas de salmuera que ahora llevan consigo mayor cantidad de partículas de sal fina que se retiraron del aire.

Antes de que el aire purificado abandone el scrubber, éste pasa a través de un recolector de gotas (Demister) que se encarga de retirar parte de la humedad que lleva el aire. Cuando el aire purificado golpea el Demister, sobre este se deposita parte de la humedad que llevaba el aire e inmediatamente se forman gotas de agua que luego regresan al fondo del tanque del scrubber para unirse a la salmuera. De esta manera por la chimenea del scrubber sale aire con muy poca sal y con muy poca agua.

En la planta de Cartagena la emisión de contaminantes no es tan critica como en la planta de Zipaquirá, ya que en la planta de Cartagena solo se dedica a la molienda y dosificación de la sal, razón por la cual la emisión solo es de vapores provenientes del secador y de partículas de sal como se mencionó anteriormente por lo que los proyectos para reducción de emisión de contaminantes no son muy frecuentes como en el caso de las plantas de BRINSA S.A de químicos y aseo ubicada en Zipaquirá.

## **5.5 CONTROL AVANZADO**

Los ingenieros de planta están al tanto de los resultados actuales de control avanzado de procesos, actualmente existen proyectos futuros de control avanzado, como es el caso de mejorar la instrumentación del sistema de secado para el monitoreo de las variables manejadas en este proceso en el PLC de la planta.

Otro proyecto a futuro es el de tener monitoreadas todas las variables utilizadas en la empresa para poder implementar un control de lazo cerrado en las etapas del proceso que así lo requieran.

En un futuro también se tiene pensado la formación de los ingenieros de planta en tendencias y prácticas en técnicas de control avanzado, viendo que los futuros proyectos de la empresa son en el área de automatización y esta área exige que los ingenieros estén bien entrenados en este campo.

## **5.6 ADMINISTRACIÓN DE INFORMACIÓN**

Los ingenieros de la planta BRINSA S.A – Cartagena no se encuentran familiarizados con los conceptos de ERP, IMS y MES, es de esperarse ya que la empresa aun no cuenta con ese nivel de automatización, aun se encuentra en un tercer nivel de automatización al cual aun le falta desarrollo.

## **5.7 SEGURIDAD INTEGRAL**

El tema de seguridad actualmente se encuentra muy arraigado en la empresa, este departamento interactúa con todas las áreas de la empresa, ya que esta debe garantizar la seguridad e integridad de los trabajadores.

Cuenta con supervisión constante de los trabajos, velando que los trabajadores estén con su dotación adecuada, que sigan las BPM (buenas practicas de manufactura) y que tengan sus respectivos permisos de trabajos, ya sea para trabajar en caliente, trabajos en altura, etc.

## **6 ANÁLISIS DE MEJORAS EN EL SISTEMA DE PRODUCCIÓN**

El departamento de calidad de BRINSA S.A. es el encargado y responsable de velar por la buena calidad de los productos que van a salir al mercado, en especial los productos relacionados con el consumo humano, unos de los mayores problemas con el que se enfrenta el personal de este departamento es el de producto no conforme, ya que en ocasiones este no cumple con las especificaciones necesarias para salir al mercado, como lo es el porcentaje de yodo o de flúor.

Tanto la dosificación de yodo como de flúor se realiza a través de bombas, las cuales bombean la solución de estas hasta las bandas pesadoras. Esta dosificación como ya se mencionó en el desarrollo del trabajo, es realizada por los operadores de planta de forma manual, basándose en la lectura dada por los indicadores de las bandas pesadoras, como el flujo de sal no permanece constante, es por eso que se presentan las variaciones en las mediciones realizadas por el departamento de calidad al producto final, lo cual conlleva a un producto no conforme.

Lo expuesto anteriormente se puede remediar y disminuir casi por completo si la empresa contara con un control en lazo cerrado, en el cual se utilice la señal de 4 – 20mA, obtenida de las bandas pesadoras, en un sistema de control de flujo que se instalará en cada una de los sistemas de dosificación.

Con la implementación de un control en lazo cerrado se ganaría mucho en cuanto al número de veces por día que se le hacen análisis al producto terminado, aunque el producto no conforme es utilizado en otra línea de producción como lo es la de sal para el ganado, a este no se le obtiene la utilidad esperada ya que en esta zona el valor de la tonelada es bajo, disminuyendo casi en su totalidad el producto no conforme se lograría un aumento en las utilidades de la empresa.



Otro problema que afecta en la planta y este más que todo al personal de mantenimiento y producción es el disparo de los equipos por causa de las tolvas llenas. Para este caso se hace necesaria la instalación de algún sensor de nivel, el cual sea resistente a la condición a la cual será expuesto. Actualmente se cuenta con sensores de nivel de tipo inductivo, pero estos al estar en contacto con ese medio salino su vida útil es muy corta.

Al momento de instalar un sistema que soporte el ambiente corrosivo que se encuentra en la planta, se logrará prolongar la vida de algunas piezas importantes de algunos equipos como lo son: las cintas de las bandas transportadores de sal a las tolvas y los sin fines de alimentación, ya que el único control que se tiene de estos es que el operador se percate del nivel de la tolva y pare la alimentación, cuando el operador por algún motivo no para la alimentación, esta se realiza de forma automática pero ya después que se dispara un sinfín o una banda por la acumulación de sal en su interior.

Lo anterior genera fuga de sal en la planta y reducción de la vida útil de los equipos involucrados o simplemente el daño inmediato de alguna pieza, lo que conlleva a un paro general de la planta lo cual implica disminución en la producción.

## **CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

Como se pudo ver en el desarrollo del trabajo la empresa BRINSA S.A cuenta con una automatización, la cual se puede clasificar en un nivel 3 de acuerdo a la escala en la pirámide de automatización, aunque aun no cuenta con un lazo de control bien establecido, el PLC general de la planta se encarga del monitoreo y activación de los sistemas de protección de los equipos.

Se observa que la zona de empaque la mayoría de las tareas están automatizadas, al momento de realizar el empacado del producto, cada empacadora se encuentra equipada con un PLC encargado del control de todas las acciones de las empacadoras.

La principal función del PLC de la planta es el de monitorear las variables que intervienen en el proceso. Aun no se cuenta con todas las variables implementadas en dicho equipo, ese punto está en proceso de ejecución. Otra de las funciones importantes del PLC es la de protección de la planta evitando daños severos en los equipos.

Por medio del PLC se ejecuta mas que todo la acción de mando que de control, por medio de este desde el cuarto de control se puede dar la orden de encendido o apagado de los diversos equipos que se encuentren conectados al mismo.

A nivel de campo, por ser el ambiente de BRINSA S.A un ambiente corrosivo, actualmente los sensores de nivel no tienen una vida útil muy larga por lo que en ocasiones se ha visto la necesidad de prescindir de estos, aunque es posible encontrar instrumentación para esta aplicación que aguante dichas condiciones ambientales, no se ha visto la oportunidad de ser implementada por su alto costo y es una actividad que hasta el momento puede ser realizada por los operadores de planta.

Teniendo la empresa un lazo de control bien establecido en lo que se refiere a la parte de dosificación se podría reducir los lotes de producto no conforme por encontrarse con niveles de yodo o flúor por fuera de los parámetros establecidos.

Se observó que BRINSA S.A. cuenta con cierto nivel de automatización y que este campo se encuentra en expansión debido a las necesidades propias de la empresa y al crecimiento que se está dando en el sector industrial en los últimos años, en donde se ha visto la inversión que se está haciendo para la expansión de infraestructura de las empresas lo cual conlleva a una inversión en tecnología, para terminar podemos decir que el campo de automatización en Cartagena en especial en el sector industrial de Mamonal se encuentra en una desarrollo acelerado.

## **BIBLIOGRAFÍA**

1. *CARTAGENA. Manual PLC planta sal BRINSA S.A , 2000.*
2. *CARTAGENA. BRINSA S.A., Manual de operación del SCRUBBER, Cartagena. 2001.*
3. *USA. ROCKWELL AUTOMATION, Instruction manual D2-3425-3, 2005.*
4. *USA. PROMAG 53 – Instruction manual, 2007.*
5. *<http://www.brinsa.com.co> último acceso Marzo de 2008.*
6. *<http://www.ing.uc.edu.ve> último acceso Marzo de 2008.*
7. *[http://www.uv.es/rosado/sid/Capitulo1\\_rev1.pdf](http://www.uv.es/rosado/sid/Capitulo1_rev1.pdf) último acceso Abril de 2008.*

# **ANEXO**

## Encuesta del Perfil del Profesional de la Automatización en Cartagena de Indias

Universidad Tecnológica de Bolívar – Agosto de 2007

Introducción. La Universidad Tecnológica de Bolívar a través de los programas de Ingenierías Eléctrica y Electrónica ha abanderado la estructuración de programas de formación a nivel de postgrado pertinentes para la comunidad profesional de la Cartagena y su área de influencia.

Una de las comunidades profesionales mas importantes para la industria de la región es la de los profesionales encargados de mantener los altos estándares de calidad y productividad que deben caracterizar los procesos industriales y de manufactura de la ciudad, y que por tanto deben tratar con las diferentes tareas de automatización y control que ello implica.

Utilizando como fundamento el trabajo conceptual desarrollado en Estados Unidos por parte de la Instrumentation, Systems and Automation – ISA society, y siguiendo la metodología empleada por dicha institución, la UTB propone la siguiente encuesta, la cual tiene por objeto delinear en una forma mas precisa el ejercicio de la profesión en Ingeniería de la Automatización, y con ello ajustar los programas de formación a nivel de postgrado en esta área.

La encuesta consta de cuatro secciones que se describen a continuación:

- Sección A: esta sección es una encuesta confidencial la cual nos provee la información demográfica necesaria para asegurar que la encuesta cubre profesionales de la automatización que trabajan en diferentes áreas y con diferentes niveles de formación.
- Sección B: es una lista de definiciones de términos que se usan a lo largo de la encuesta, algunos términos son traducciones de palabras en inglés por lo que colocamos la respectiva palabra en el idioma original. Por favor lea esta sección antes de responder cualquier pregunta en la encuesta.
- Sección C: en esta sección se le pide revisar los Dominios de Desempeño del profesional de la automatización, tal cual como son propuestos en el estudio original desarrollado por ISA. En esta sección se le pide que evalúe la importancia, criticidad y frecuencia de estos dominios en cuanto a que pertenecen al rol del profesional de la automatización.
- Sección D: en esta sección se le pide evaluar las tareas requeridas para un desempeño competente en cada uno de los dominios del rol del profesional de la automatización

Por favor revise la encuesta completa antes de comenzar a responder, lo cual le ayudará a entender la terminología usada y la estructura de la encuesta.

Para cualquier información adicional o inquietud no dude en comunicarse al correo electrónico [jvilla@unitecnologica.edu.co](mailto:jvilla@unitecnologica.edu.co), tel. (57) (5) 6535290

## Sección A. Encuesta Confidencial

Por favor complete la siguiente información demográfica, la cual será usada para asegurar la representatividad de profesionales de la automatización con diferentes nivel de formación y de experiencia.

1. Género

Masculino

Femenino

2. Edad

Menor de 30 años

41 – 50 años

Mayor de 60 años

31 – 40 años

51 – 60 años

3. Ciudad o población en la que trabaja: Barranquilla (sede) servicios en el resto del país.

4. Cuantos años de experiencia tiene en el área de automatización?

Ninguna experiencia en el área de automatización

6 – 10 años

Menor a 1 año

11 – 15 años

1 – 5 años

Más de 15 años

5. Qué porcentaje de su tiempo dedica en tareas que tienen que ver con automatización en su trabajo actual?

No trabajo actualmente en tareas de automatización

51 – 75%

Menor al 25%

76 – 100%

25 – 50 %

6. Cuales de las siguientes áreas de control usted trabaja cotidianamente (marque una sola)

Control de máquina/discreto

Tanto control de maquinaria/discreto

Control de procesos

como de procesos

7.Cuál es su principal responsabilidad en su trabajo actual (marque una sola)

Ingeniería de Campo

Ingeniería de Proyectos/sistemas

Sistemas de Información

Otro (Por favor especifique)

Operación y Mantenimiento

Programación y Mantenimiento

8.Cuál de las siguientes opciones mejor describe la compañía u organización para la cual trabaja (por favor seleccione solo una)

Proveedor de Sistemas de Control

Usuario Final (Industria, etc)

Empresa de Ingeniería y Diseño

Otro

Integrador de Sistemas

9. Cuáles de las siguientes opciones describe mejor la industria para la cual trabaja (por favor seleccione solo una)

- |   |   |
|---|---|
| <input type="checkbox"/> 1. Automatización de Edificios                   | <input type="checkbox"/> 10. Manufactura Petrolera        |
| <input type="checkbox"/> 2. Manufactura Química                           | <input type="checkbox"/> 11. Manufactura Farmacéutica     |
| <input type="checkbox"/> 3. Manufactura de Plásticos                      | <input type="checkbox"/> 12. Manufactura de Pulpa y Papel |
| <input type="checkbox"/> 4. Bienes de consumo                             | <input type="checkbox"/> 13. Manufactura de Textiles      |
| <input type="checkbox"/> 5. Transporte                                    | <input type="checkbox"/> 14. Ingeniería y Construcción    |
| <input type="checkbox"/> 6. Medio Ambiente y Basuras                      | <input type="checkbox"/> 15. Agua potable ó residual      |
| <input type="checkbox"/> 7. Agroindustria                                 | <input type="checkbox"/> 16. Minería                      |
| <input checked="" type="checkbox"/> 8. Manufactura de alimentos y Bebidas | <input type="checkbox"/> 17. Otra                         |
| <input type="checkbox"/> 9. Manufactura de Maquinarias                    |   |
- 

10. A cuales de las siguientes sociedades y/o organizaciones usted pertenece? (seleccione todas las que apliquen)

- |                                   |                                  |
|-----------------------------------|----------------------------------|
| <input type="checkbox"/> 1. IEEE  | <input type="checkbox"/> 5. ISA  |
| <input type="checkbox"/> 2. ASME  | <input type="checkbox"/> 6. ACA  |
| <input type="checkbox"/> 3. AIChE | <input type="checkbox"/> 7. Otra |
| <input type="checkbox"/> 4. ACIEM |                                  |
- 

11.Cuál es su más alto nivel de educación? (por favor seleccione solo una)

- |   |                                    |
|---|------------------------------------|
| <input type="checkbox"/> Ingeniería                 | <input type="checkbox"/> Doctorado |
| <input checked="" type="checkbox"/> Especialización | <input type="checkbox"/> Otro      |
| <input type="checkbox"/> Maestría                   |                                    |
- 

12.Cuál es el enfoque de estudio de su más alto grado de formación? (e.g. instrumentación, administración de negocios, ingeniería química, control, etc.)

Control

---

13. Cuál es su ingreso anual? (por favor seleccione solo una)

- |   |  |
|---|--|
| <input type="checkbox"/> Menos de \$15M           | <input type="checkbox"/> \$45M – \$60M |
| <input checked="" type="checkbox"/> \$15M - \$30M | <input type="checkbox"/> Más de \$60M  |
| <input type="checkbox"/> \$30M – \$45M            |  |

M = Millones de pesos



## **Sección B. Definición de Términos**

Profesional de la Automatización: los profesionales de la automatización son todas aquellas personas que asumen responsabilidades de dirección, definición, desarrollo/aplicación, implementación, documentación y soporte de sistemas, software, y equipos usados en sistemas de control, sistemas de información de manufactura, integración de sistemas, y consultoría operacional.

Dominios de Desempeño: los dominios de desempeño son las principales responsabilidades que define al profesional de la automatización. En este caso se han acogido los seis (6) dominios definidos por la ISA:

- Estudios de factibilidad (Feasibility Study)
- Definición (Definition)
- Diseño de Sistemas (System Design)
- Desarrollo (Development)
- Implementación (Deployment)
- Operación y Mantenimiento (Operation and Maintenance)

Tareas: una tarea es una actividad hecha en el marco de la realización de un dominio de desempeño. Cada dominio de desempeño consiste en una serie de tareas que colectivamente conforman una descripción completa y detallada del mismo. Normalmente las tareas responden a preguntas como:

- Qué actividad usted realiza?
- A quién o a quienes está dirigida dicha actividad?
- Porqué realiza dicha actividad?
- Cómo se cumple con dicha actividad?

## Sección C. Evaluación de Dominios de Desempeño

Instrucciones: por favor evalúe cada dominio de desempeño de la automatización en tres dimensiones: importancia, criticidad, y frecuencia. Esta evaluación se hace con el objetivo de validar dichos dominios de desempeño. La idea no es comparar un dominio con otro, solo evaluar cada uno de acuerdo a la escala que se le proporciona. Si tiene dudas respecto a lo que significa cada dominio puede revisar la sección D donde se encuentran las tareas que concretizan cada uno de los dominios aquí evaluados.

**Importancia.** La importancia está definida como el grado de qué tan esencial es conocer el dominio de desempeño por parte de un profesional de la automatización. Indica qué tan importante es cada uno de los dominios de desempeño. Evalúe cada uno de los dominios de desempeño utilizando la escala dada. Por favor asigne una sola evaluación a cada uno de los dominios de desempeño, y recuerde no comparar los dominios entre sí. Seleccione el número de la descripción que mejor ejemplifica su evaluación del dominio de desempeño, y escriba el número en el espacio adjunto a cada dominio de desempeño.

1 = Ligeramente Importante. El desempeño de las tareas en este dominio es solamente ligeramente esencial para realizar el trabajo de profesional en automatización.

2 = Moderadamente Importante. El desempeño de las tareas en este dominio es moderadamente esencial para realizar el trabajo de profesional en automatización.

3 = Muy Importante. El desempeño de las tareas en este dominio es claramente esencial para realizar el trabajo de profesional en automatización.

4 = Extremadamente Importante. El desempeño de las tareas en este dominio es absolutamente esencial para realizar el trabajo de profesional en automatización.

### Evaluación de Dominio de Desempeño Importancia

3	1. Estudios de Factibilidad
3	2. Definición
4	3. Diseño de Sistemas
4	4. Desarrollo
4	5. Implementación
4	6. operación y mantenimiento

**Criticidad.** Criticidad se define como el potencial de consecuencias injuriosas que podrían ocurrir si el profesional de la automatización no conoce adecuadamente el dominio de desempeño. Indica el grado en el cual el desconocimiento del dominio de desempeño podría implicar la causa de daños al empleador, empleados, público, entre otros. Los daños pueden ser físicos, emocionales, financieros, etc. Evalúe cada uno de los dominios de desempeño utilizando la escala dada. Por favor asigne una sola evaluación a cada uno de los dominios de desempeño, y recuerde no comparar los dominios entre sí. Seleccione el número de la descripción que mejor ejemplifica su evaluación del dominio de desempeño, y escriba el número en el espacio adjunto a cada dominio de desempeño.

1 = Mínimo o Sin Peligro. La incapacidad de desempeñar tareas en este dominio de desempeño podría llevar a errores con consecuencias adversas mínimas.

2 = Peligro Moderado. La incapacidad de desempeñar tareas en este dominio de desempeño podría llevar a errores con consecuencias adversas moderadas.

3 = Peligro Substancial. La incapacidad de desempeñar tareas en este dominio de desempeño podría llevar a errores con consecuencias adversas substanciales.

4 = Peligro Extremo. La incapacidad de desempeñar tareas en este dominio de desempeño podría llevar a errores con consecuencias adversas severas.

**Evaluación de Dominio de Desempeño**  
**Criticidad**

<u>1</u>	1. Estudios de Factibilidad
<u>1</u>	2. Definición
<u>3</u>	3. Diseño de Sistemas
<u>4</u>	4. Desarrollo
<u>3</u>	5. Implementación
<u>3</u>	6. operación y mantenimiento

**Frecuencia.** Qué porcentaje de tiempo emplea el profesional de la automatización realizando tareas en cada uno de los dominios de desempeño? Escriba el porcentaje en el espacio al lado de cada uno de los dominios de desempeño. El total debe ser igual a 100%

**Porcentaje de Dominio de Desempeño**  
**Tiempo**

<u>05</u>	1. Estudios de Factibilidad
<u>05</u>	2. Definición
<u>10</u>	3. Diseño de Sistemas
<u>25</u>	4. Desarrollo
<u>25</u>	5. Implementación
<u>30</u>	6. operación y mantenimiento
100%	

## Sección D. Evaluación de Tareas de los Dominios de Desempeño

En esta sección usted evaluará las tareas asociadas con cada uno de los seis dominios en tres dimensiones: importancia, criticidad y frecuencia.

Recuerde que una tarea es una actividad realizada en un dominio de desempeño. Recuerde que los dominios de desempeño son las principales responsabilidades que definen el desempeño del profesional en automatización. En esta sección usted validará las tareas. No dude en consultar la sección 3 para revisar las relaciones entre las tareas y los dominios de desempeño

### Escalas de Evaluación

Importancia	Criticidad	Frecuencia
1. Ligeramente Importante	1. Mínimo o Sin Peligro	1. Cerca de una vez por año o nunca
2. Moderadamente Importante	2. Causa Peligro Moderado	2. Cerca de una vez por mes
3. Muy Importante	3. Causa Peligro Substantial	3. Cerca de una vez por semana
4. Extremadamente Importante	4. Causa Daño Extremo	4. Cerca de una vez al día o más frecuentemente

Encierre el número correspondiente a la evaluación de Importancia, Criticidad y Frecuencia para cada tarea

Dominio 1: Estudios de Factibilidad	Importancia	Criticidad	Frecuencia
Tarea 1. Definir los objetivos preliminares utilizando prácticas de trabajo actualmente establecidas con el objetivo de determinar las necesidades de la empresa	1 2 <del>3</del> 4	<del>1</del> 2 3 4	<del>1</del> 2 3 4
Tarea 2. Determine el grado de automatización requerida utilizando análisis costo/beneficio con el objetivo de determinar las necesidades de la empresa	1 2 3 <del>4</del>	<del>1</del> 2 3 4	<del>1</del> 2 3 4
Tarea 3. Desarrollar una estrategia de automatización preliminar que concuerde con el grado de automatización requerido considerando varias opciones y seleccionando la mas razonable con el objetivo de preparar un estimado de factibilidad	1 2 <del>3</del> 4	<del>1</del> 2 3 4	1 <del>2</del> 3 4
Tarea 4. Conducir estudios técnicos para la estrategia de automatización preliminar tomando datos y realizando un análisis apropiado relativo a los requerimientos con el objetivo de definir necesidades y riesgos de desarrollo	1 2 <del>3</del> 4	1 <del>2</del> 3 4	<del>1</del> 2 3 4
Tarea 5. Elaborar un análisis justificativo generando un estimado del costo de factibilidad y usando un modelo financiero aceptado con el objetivo de determinar la viabilidad del proyecto	1 2 3 <del>4</del>	<del>1</del> 2 3 4	<del>1</del> 2 3 4
Tarea 6. Crear un documento de resumen conceptual reportando las decisiones y suposiciones preliminares con el objetivo de facilitar la toma de decisión de realizar o no el proyecto.	1 2 3 <del>4</del>	<del>1</del> 2 3 4	<del>1</del> 2 3 4

Por favor escriba las tareas que usted considere que están relacionadas con el Dominio 1 y que no están adecuadamente descritas en la tabla anterior:

---



---

## Escalas de Evaluación

Importancia	Criticidad	Frecuencia
1. Ligeramente Importante	1. Mínimo o Sin Peligro	1. Cerca de una vez por año o nunca
2. Moderadamente Importante	2. Causa Peligro Moderado	2. Cerca de una vez por mes
3. Muy Importante	3. Causa Peligro Substancial	3. Cerca de una vez por semana
4. Extremadamente Importante	4. Causa Daño Extremo	4. Cerca de una vez al día o más frecuentemente

Encierre el número correspondiente a la evaluación de Importancia, Criticidad y Frecuencia para cada tarea

Dominio 2: Definición	Importancia	Criticidad	Frecuencia
Tarea 1. Determinar estrategias operacionales a través de discusiones con el grupo de staff y usar documentación apropiada con el objetivo de crear y comunicar los requerimientos de diseño.	1 2 <del>3</del> 4	<del>1</del> 2 3 4	<del>1</del> 2 3 4
Tarea 2. Analizar soluciones técnicas alternativas realizando estudios detallados con el objetivo de definir la estrategia de automatización final	1 2 <del>3</del> <del>4</del>	<del>1</del> 2 3 4	<del>1</del> 2 3 4
Tarea 3. Establecer requerimientos y datos detallados incluyendo arquitectura de red, conceptos de comunicación, conceptos de seguridad, estándares, preferencias de vendedores, hojas de datos de instrumentos y equipos, necesidades de reportes e información, y arquitectura de seguridad a través de prácticas establecidas con el objetivo de formar la base del diseño	1 2 3 <del>4</del>	1 <del>2</del> 3 4	<del>1</del> 2 3 4
Tarea 4. Generar un estimado de costo del proyecto obteniendo información de costos con el objetivo de determinar la viabilidad de la continuación del proyecto	1 2 3 <del>4</del>	<del>1</del> 2 3 4	1 <del>2</del> 3 4
Tarea 5. Resumir los requerimientos del proyecto creando un documento de base de diseño y un documento de requerimientos del usuario con el objetivo de lanzar la fase de diseño.	1 2 <del>3</del> 4	<del>1</del> 2 3 4	<del>1</del> 2 3 4

Por favor escriba las tareas que usted considere que están relacionadas con el Dominio 2 y que no están adecuadamente descritas en la tabla anterior:

---



---

## Escalas de Evaluación

Importancia	Criticidad	Frecuencia
1. Ligeramente Importante	1. Mínimo o Sin Peligro	1. Cerca de una vez por año o nunca
2. Moderadamente Importante	2. Causa Peligro Moderado	2. Cerca de una vez por mes
3. Muy Importante	3. Causa Peligro Substancial	3. Cerca de una vez por semana
4. Extremadamente Importante	4. Causa Daño Extremo	4. Cerca de una vez al día o más frecuentemente

Encierre el número correspondiente a la evaluación de Importancia, Criticidad y Frecuencia para cada tarea

Dominio 3: Diseño de Sistemas	Importancia	Criticidad	Frecuencia
Tarea 1. Realizar análisis de seguridad y/o peligro, y evaluaciones de cumplimiento de regulaciones identificando tópicos y riesgos clave con el objetivo de cumplir con estándares, regulaciones y políticas aplicables	1 2 3 ✗	1 2 3 ✗	1 ✗ 3 4
Tarea 2. Establecer estándares, guías, y formatos, aplicados al sistema de automatización usando la información tomada en el estado de definición y considerando los efectos del factor humano con el objetivo de satisfacer criterios y preferencias de diseño del usuario	1 2 3 ✗	✗ 2 3 4	✗ 2 3 4
Tarea 3. Crear especificaciones detalladas de equipos y hojas de datos de instrumentos basados en criterios de selección del vendedor, características y condiciones del ambiente físico, regulaciones, y requerimientos de diseño con el objetivo de comprar equipos y el diseño y desarrollo de los sistemas de soporte	1 2 3 ✗	1 ✗ 3 4	✗ 2 3 4
Tarea 4. Definir la capa de estructura de datos y los modelos de flujos de datos considerando el volumen y tipos de datos involucrados con el objetivo de proveer especificaciones para la selección de hardware y el desarrollo de software	1 ✗ 3 4	✗ 2 3 4	✗ 2 3 4
Tarea 5. Seleccionar los medios de comunicación físicos, la arquitectura de red, y los protocolos basados en requerimientos de datos con el objetivo de completar diseños del sistema y el desarrollo de los sistemas de soporte	✗ 2 3 4	✗ 2 3 4	✗ 2 3 4
Tarea 6. Desarrollar una descripción funcional de la solución de automatización (e.g. esquemas de control, alarmas, HMI, reportes) usando reglas establecidas en la etapa de definición con el objetivo de guiar el desarrollo y la programación	1 ✗ 3 4	✗ 2 3 4	✗ 2 3 4
Tarea 7. Diseñar los planes de prueba usando metodologías escogidas con el objetivo de ejecutar pruebas apropiadas relativas a los requerimientos funcionales	1 ✗ 3 4	✗ 2 3 4	✗ 2 3 4
Tarea 8. Realizar el diseño detallado para el proyecto convirtiendo los diseños de ingeniería y del sistema en requisiciones de compra, planos, diseños de paneles, y detalles de instalación consistentes con las especificaciones y descripciones funcionales con el objetivo de proveer información detallada para el desarrollo y la implementación	1 2 3 ✗	1 ✗ 3 4	✗ 2 3 4
Tarea 9. Preparar paquetes de trabajo de construcción completos organizando la información y los documentos de diseño detallados con el objetivo de liberar el proyecto para su construcción	1 ✗ 3 4	✗ 2 3 4	✗ 2 3 4

Por favor escriba las tareas que usted considere que están relacionadas con el Dominio 3 y que no están adecuadamente descritas en la tabla anterior:

---

## Escalas de Evaluación

Importancia	Criticidad	Frecuencia
1. Ligeramente Importante	1. Mínimo o Sin Peligro	1. Cerca de una vez por año o nunca
2. Moderadamente Importante	2. Causa Peligro Moderado	2. Cerca de una vez por mes
3. Muy Importante	3. Causa Peligro Substancial	3. Cerca de una vez por semana
4. Extremadamente Importante	4. Causa Daño Extremo	4. Cerca de una vez al día o más frecuentemente

Encierre el número correspondiente a la evaluación de Importancia, Criticidad y Frecuencia para cada tarea

Dominio 4: Desarrollo	Importancia	Criticidad	Frecuencia
Tarea 1. Desarrollar la Interfase Hombre Máquina – HMI de acuerdo con los documentos de diseño con el objetivo de alcanzar los requerimientos funcionales	1 2 3 ✗	1 ✗ 3 4	✗ 2 3 4
Tarea 2. Desarrollar las funciones de bases de datos y generación de reportes de acuerdo con los documentos de diseño con el objetivo de alcanzar los requerimientos funcionales	1 2 ✗ 4	✗ 2 3 4	✗ 2 3 4
Tarea 3. Desarrollar la programación o configuración de control de acuerdo con los documentos de diseño con el objetivo de alcanzar los requerimientos funcionales	1 2 3 ✗	✗ 2 3 4	✗ 2 3 4
Tarea 4. Implementar metodologías de transferencia de datos que maximicen el flujo de salida y asegure la integridad de los datos usando protocolos y especificaciones de comunicación con el objetivo de asegurar la eficiencia y la confiabilidad	1 ✗ 3 4	✗ 2 3 4	✗ 2 3 4
Tarea 5. Implementar las metodologías de seguridad de acuerdo con los requerimientos del personal de staff con el objetivo de mitigar pérdidas y riesgos.	1 2 3 ✗	1 2 ✗ 4	1 ✗ 3 4
Tarea 6. Revisar la configuración y la programación usando prácticas definidas con el objetivo de establecer la concordancia con todos los requerimientos de diseño	1 2 3 ✗	1 ✗ 3 4	1 ✗ 3 4
Tarea 7. Probar el sistema de automatización usando el plan de prueba con el objetivo de determinar la concordancia con los requerimientos funcionales	1 2 3 ✗	1 ✗ 3 4	1 ✗ 3 4
Tarea 8. Recopilar todos los documentos requeridos y manuales de usuario creados durante el proceso de desarrollo con el objetivo de transferir el conocimiento esencial a los clientes y usuarios	1 2 ✗ 4	✗ 2 3 4	✗ 2 3 4

Por favor escriba las tareas que usted considere que están relacionadas con el Dominio 4 y que no están adecuadamente descritas en la tabla anterior:

---



---

### Escalas de Evaluación

Importancia	Criticidad	Frecuencia
1. Ligeramente Importante	1. Mínimo o Sin Peligro	1. Cerca de una vez por año o nunca
2. Moderadamente Importante	2. Causa Peligro Moderado	2. Cerca de una vez por mes
3. Muy Importante	3. Causa Peligro Substantial	3. Cerca de una vez por semana
4. Extremadamente Importante	4. Causa Daño Extremo	4. Cerca de una vez al día o más frecuentemente

Encierre el número correspondiente a la evaluación de Importancia, Criticidad y Frecuencia para cada tarea

Dominio 5: Implementación	Importancia	Criticidad	Frecuencia
Tarea 1. Realizar la verificación de todos los dispositivos de campo recibidos comparando los registros de los vendedores con las especificaciones de diseño con el objetivo de asegurar que los dispositivos son los especificados	1 2 <del>3</del> 4	1 <del>2</del> 3 4	1 <del>2</del> 3 4
Tarea 2. Realizar la inspección física de los equipos instalados con los planos de construcción con el objetivo de asegurar que la instalación está de acuerdo con los planos y especificaciones de diseño	1 2 3 <del>4</del>	1 <del>2</del> 3 4	1 <del>2</del> 3 4
Tarea 3. Instalar las configuraciones y los programas cargándolos en los dispositivos objetivo con el objetivo de prepararlos para probarlos	1 2 3 <del>4</del>	<del>1</del> 2 3 4	<del>1</del> 2 3 4
Tarea 4. Resolver problemas imprevistos identificados durante la instalación usando técnicas de solución de errores (troubleshooting) con el objetivo de corregir deficiencias	1 2 3 <del>4</del>	1 <del>2</del> 3 4	<del>1</del> 2 3 4
Tarea 5. Probar la configuración y la programación de acuerdo con los documentos de diseño ejecutando los planes de prueba con el objetivo de verificar que el sistema opera como se especificó	1 2 <del>3</del> 4	<del>1</del> 2 3 4	<del>1</del> 2 3 4
Tarea 6. Probar los sistemas de comunicación y los dispositivos de campo de acuerdo con las especificaciones de diseño con el objetivo de asegurar una operación apropiada	1 2 3 <del>4</del>	1 <del>2</del> 3 4	<del>1</del> 2 3 4
Tarea 7. Probar todos los elementos y sistemas de seguridad ejecutando planes de prueba con el objetivo de asegurar que las funciones de seguridad operan de acuerdo a los diseños	1 2 3 <del>4</del>	1 <del>2</del> 3 4	<del>1</del> 2 3 4
Tarea 8. Proveer entrenamiento inicial para todo el personal de operación en la operación y mantenimiento del sistema a través de clases y aprendizaje práctico con el objetivo de asegurar un uso apropiado del sistema	1 2 3 <del>4</del>	1 2 3 <del>4</del>	1 <del>2</del> 3 4
Tarea 9. Ejecutar pruebas a nivel del sistema de acuerdo con los planes de prueba con el objetivo con el objetivo de asegurar que el sistema entero funcione de acuerdo al diseño	1 2 3 <del>4</del>	1 <del>2</del> 3 4	<del>1</del> 2 3 4
Tarea 10. Resolver problemas identificados durante las pruebas usando una metodología estructurada con el objetivo de corregir deficiencias del sistema	1 2 <del>3</del> 4	1 <del>2</del> 3 4	<del>1</del> 2 3 4
Tarea 11. Hacer ajustes necesarios usando herramientas y técnicas aplicables con el objetivo de demostrar el desempeño del sistema y probar el sistema automatizado en operación	1 2 3 <del>4</del>	1 <del>2</del> 3 4	<del>1</del> 2 3 4

Por favor escriba las tareas que usted considere que están relacionadas con el Dominio 5 y que no están adecuadamente descritas en la tabla anterior:

---



---



### Escalas de Evaluación

Importancia	Criticidad	Frecuencia
1. Ligeramente Importante	1. Mínimo o Sin Peligro	1. Cerca de una vez por año o nunca
2. Moderadamente Importante	2. Causa Peligro Moderado	2. Cerca de una vez por mes
3. Muy Importante	3. Causa Peligro Substancial	3. Cerca de una vez por semana
4. Extremadamente Importante	4. Causa Daño Extremo	4. Cerca de una vez al día o más frecuentemente

Encierre el número correspondiente a la evaluación de Importancia, Criticidad y Frecuencia para cada tarea

Dominio 6: Operación y Mantenimiento	Importancia	Criticidad	Frecuencia
Tarea 1. Verificar el desempeño del sistema y los registros periódicamente usando procedimientos establecidos con el objetivo de asegurar el cumplimiento de las normas, regulaciones y "mejores prácticas"	1 2 <input checked="" type="checkbox"/> 4	<input checked="" type="checkbox"/> 2 3 4	<input checked="" type="checkbox"/> 2 3 4
Tarea 2. Proveer soporte técnico para el personal de operación aplicando la experiencia en el sistema con el objetivo de maximizar la disponibilidad del sistema	1 2 <input checked="" type="checkbox"/> 4	1 <input checked="" type="checkbox"/> 3 4	<input checked="" type="checkbox"/> 2 3 4
Tarea 3. Realizar análisis de necesidades de entrenamiento para el personal de operación usando evaluaciones de competencias con el fin de establecer objetivos para el programa de entrenamiento	1 2 3 <input checked="" type="checkbox"/>	1 <input checked="" type="checkbox"/> 3 4	1 <input checked="" type="checkbox"/> 3 4
Tarea 4. Proveer el entrenamiento para el personal de operación direccionando los objetivos identificados con el objetivo de asegurar que el nivel de competencias del personal es adecuado para la tecnología y productos usados en el sistema	1 2 <input checked="" type="checkbox"/> 4	1 <input checked="" type="checkbox"/> 3 4	<input checked="" type="checkbox"/> 2 3 4
Tarea 5. Monitorear el desempeño usando herramientas de desempeño de software y hardware con el fin de soportar la detección temprana de problemas potenciales	1 2 3 <input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/> 2 3 4	<input checked="" type="checkbox"/> 2 3 4
Tarea 6. Desempeñar inspecciones periódicas de acuerdo con estándares y procedimientos escritos con el objetivo de verificar el desempeño del sistema o de componentes de acuerdo con los requerimientos	1 2 <input checked="" type="checkbox"/> 4	<input checked="" type="checkbox"/> 2 3 4	1 <input checked="" type="checkbox"/> 3 4
Tarea 7. Realizar mejoramiento continuo trabajando con el personal de operación con el objetivo de incrementar la capacidad, confiabilidad y/o eficiencia	1 2 <input checked="" type="checkbox"/> 4	<input checked="" type="checkbox"/> 2 3 4	<input checked="" type="checkbox"/> 2 3 4
Tarea 8. Documentar lecciones aprendidas revisando los proyectos con todo el personal de staff con el objetivo de mejorar proyectos futuros	1 2 3 <input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/> 2 3 4	<input checked="" type="checkbox"/> 2 3 4
Tarea 9. Mantener los contratos de licencias, actualizaciones y servicio para software y equipos revisando tanto las opciones internas como las externas con el objetivo de cumplir con la capacidad y la disponibilidad esperada	1 2 <input checked="" type="checkbox"/> 4	1 <input checked="" type="checkbox"/> 3 4	<input checked="" type="checkbox"/> 2 3 4
Tarea 10. Determinar las necesidades de partes de almacén basado en una evaluación de la base instalada y de la probabilidad de falla con el objetivo de maximizar la disponibilidad del sistema y minimizar los costos	1 2 <input checked="" type="checkbox"/> 4	<input checked="" type="checkbox"/> 2 3 4	<input checked="" type="checkbox"/> 2 3 4
Tarea 11. Proveer un plan de administración del sistema para realizar mantenimiento preventivo, implementar backups, y diseñar planes de recuperación con el objetivo de evitar y recuperarse de fallas del sistema	1 2 <input checked="" type="checkbox"/> 4	<input checked="" type="checkbox"/> 2 3 4	1 <input checked="" type="checkbox"/> 3 4
Tarea 12. Seguir un proceso para la autorización e implementación de cambios de acuerdo con estándares o prácticas establecidas con el objetivo de salvaguardar el sistema y la integridad de la documentación	1 <input checked="" type="checkbox"/> 3 4	<input checked="" type="checkbox"/> 2 3 4	<input checked="" type="checkbox"/> 2 3 4

Por favor escriba las tareas que usted considere que están relacionadas con el Dominio 5 y que no están adecuadamente descritas en la tabla anterior:

---

Esta Página está en blanco