Sistemas de control y automatización para incrementar la productividad en plantas de beneficio

Control and automation systems to increase productivity in palm oil mills

Autor

Héctor Adrian Rincón Carrascal
Palmas del Cesar S.A.
plantadebeneficio@palcesar.com

Palabras clave

Automatización en plantas extractoras, sistemas de control en la industria palmera, productividad palmera, plantas de beneficio

Automatism in oil palm mills, control systems in oil palm industry, oil palm productivity, palm oil mills

Resumen

La automatización industrial es una herramienta importante para optimizar procesos, disminuir los costos de operación e incrementar la productividad, razón por la cual la decisión de llevarla a cabo debe estar precedida de un análisis de costo/beneficio. El objetivo de este trabajo es mostrar la incidencia de los automatismos en los resultados de operación de las plantas de beneficio colombianas, que han sido favorables, especialmente en subprocesos como esterilización y desfrutación.

Abstract

Industrial automation is an important tool to streamline processes, reduce operating costs and increase productivity. For this reason, the decision to implement it must be preceded by a cost / benefit analysis. The aim of this paper is to show the impact of automation on the operating results of the Colombian mills, which have been favorable, especially on sub-processes such as sterilization and defruiting.

Introducción

La automatización industrial es una herramienta importante para optimizar procesos, disminuir los costos de operación e incrementar la productividad, razón por la cual la decisión de llevarla a cabo debe estar precedida de un análisis de costo/beneficio.

Las primeras aplicaciones se basaron en la lógica del cableado estructurado, que responde a la interacción eléctrica entre cables y equipos electrónicos de instrumentación (equipos de control y equipos que se controlan).

Ejemplo de ellas se dio hace unos 10 años, cuando se empezó a automatizar la dosificación de la esterilla a los desfrutadores mediante unos ciclos temporizados, que usaban dos temporizadores, uno de los cuales hacía el trabajo y el otro el reposo, pues se trataba de disminuir el costo de operación. En esa época no se obtenían los mejores resultados, pues la dosificación se hacía a baches y había problemas en las pérdidas por fruto adherido e impregnación de aceite en la tusa.

Más tarde aparecieron los plc o controladores lógicos programables, que facilitaron la automatización proporcional del proceso. Como ejemplo concreto se pueden citar las primeras aplicaciones de automatización en esterilización, en las que era necesario manejar proporcionalmente las válvulas reguladoras, que por lo general eran de 0 a 60 psi con señales de 4 a 20 miliamperios. El sistema plc también puede manejar o controlar digitalmente cualquier proceso, desde parámetros ON/OFF.

Luego se dieron los *software* Scada, que son plc de avanzada, los cuales posibilitan la supervisión y control, y adquisición de datos, cosa que facilita hacer la trazabilidad a eventos ocurridos anteriormente dentro del proceso. Asimismo, permite hacer un seguimiento en distancias remotas; es decir, a través de la internet es posible accesar a ellos, manipular variables y supervisar su comportamiento.

En Colombia las plantas de beneficio utilizan los tres sistemas: la lógica del cableado, los plc y recientemente los *software* Scada, especialmente en las nuevas calderas y en las estaciones de control centralizado.

Objetivos de los automatismos

Desde el punto de vista económico, el objetivo de los automatismos es el aumento de la productividad y la disminución de los costos. Pero desde el punto de vista operativo, se trata de normalizar los procesos.

En ese sentido, la Figura 1 describe el comportamiento de una planta de beneficio que no tiene automatismos y una que sí los tiene. La diferencia radica en que la segunda puede garantizar que los buenos resultados permanezcan invariables en el tiempo, mientras que la primera no puede hacerlo, debido a que la operación está a cargo de una persona, de cuyas competencias y capacidades se depende.

La Figura 2 muestra cómo en los últimos 10 años se ha reducido la pérdida total de aceite en las plantas de Colombia, y se aprecia en términos porcentuales la relación directa que ello tiene con la aplicación de automatismos.

Si se toma el periodo correspondiente a 2000-2005, la diferencia es de 0,15%. Esto significa que una planta que procese 100.000 toneladas ahorrándose en aceite ese porcentaje obtendría 150 toneladas más de aceite

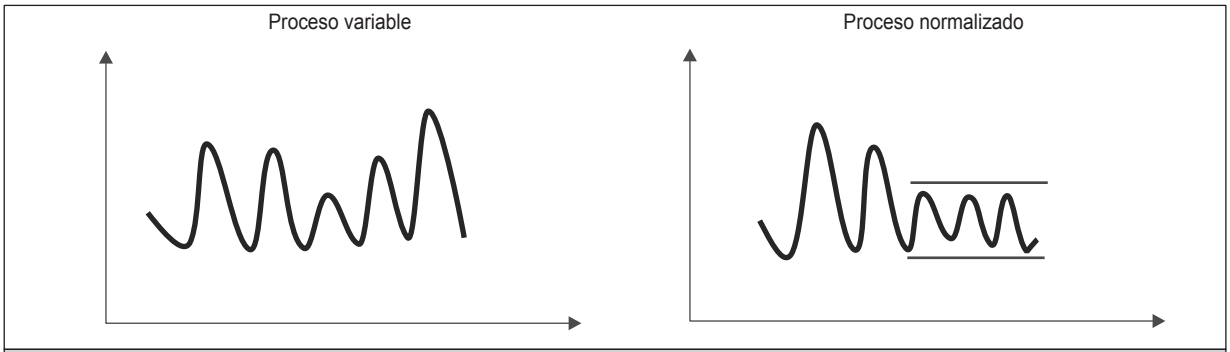
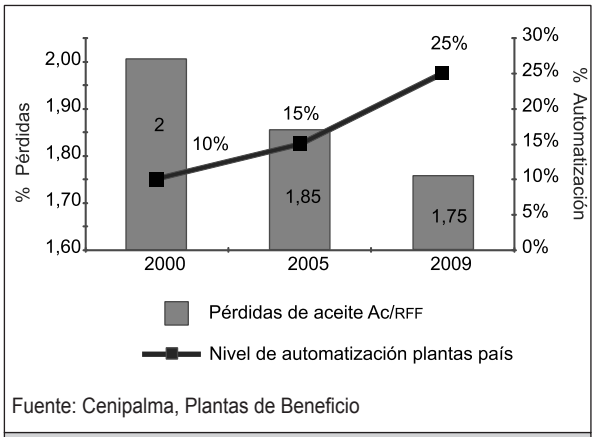


Figura 1. La figura de la izquierda muestra la actividad de una planta que no ha automatizado sus procesos y la de la derecha, una que sí lo ha hecho.



Fuente: Cenipalma, Plantas de Beneficio

Figura 2. Evolución y efecto del automatismo en Colombia.

que, con un precio de US$680 por tonelada, representarían alrededor de US$102.000 (Figura 3). Ello demuestra que un proyecto de automatización bien dirigido a las buenas prácticas del proceso tiene una recuperación de la inversión en el mediano plazo.

A continuación se describen los automatismos más comunes, sus costos y sus ventajas.

Aplicaciones por subproceso

Esterilización

En esterilización se está aplicando automatización industrial basada en plc, esto es, como se dijo, un controlador lógico programable, el cual a través de una señal proporcional facilita regular la presión dentro de los esterilizadores.

Sus características permiten graficar el comportamiento de las variables y reprogramar las presiones y los tiempos del ciclo dependiendo de la madurez de la fruta. Así es posible tener el control total del sistema.

Implantarlo cuesta alrededor del US$35.000 (tres esterilizadores. Figura 4), y los beneficios en la producción se representan con la disminución de 0,022% de la pérdida de aceite/rff, y el incremento de la eficiencia del sistema.

Desfrutación

En desfrutación también se están aplicando automatismos basados en controles de nivel instalados en la parte superior de los digestores (Figura 5), los cuales comandan o controlan la dosificación a las desgranadoras o desfrutadores, y a la vez bloquean la posibilidad de volteo en los tambores, disminuyendo la velocidad lineal de los transportadores de cadena.

De esta manera se puede controlar la dosificación hasta la desgranación, con lo que se merman las pérdidas por fruto adherido y también por impregnación de aceite en las tusas. Esto sucede porque el sistema impide que se hagan aglomeraciones de fruta esterilizada tanto en la tolva inferior del tambor de volteo como en la tolva de la esterilla o dosificadora.

En los sistemas que cuentan aún con puente grúa también es muy fácil de enclavar eléctricamente el volteo a las demás máquinas que conforman el sistema de desfrutación. Es de destacar que este

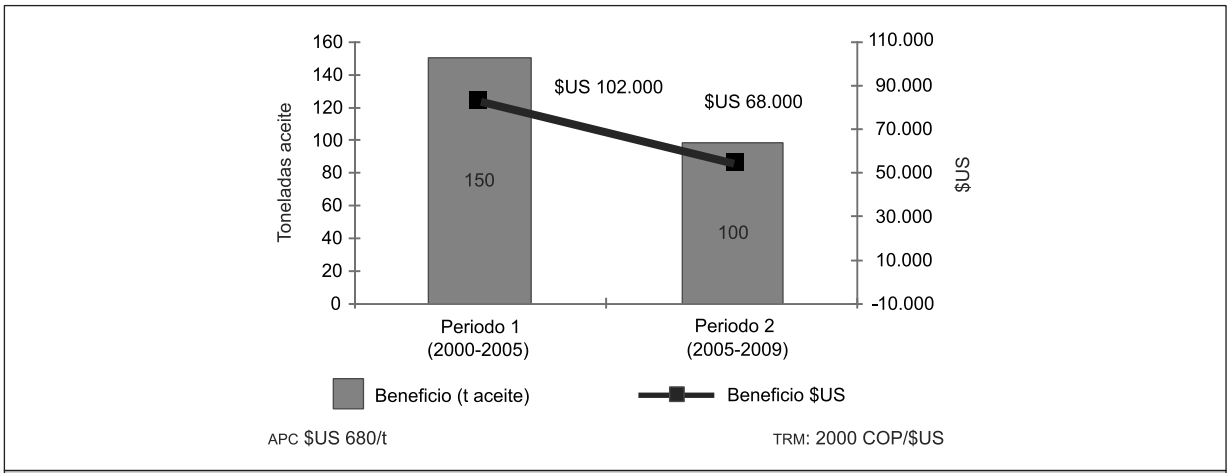


Figura 3. Beneficio por cada 100.000 toneladas de racimos de fruta fresca (rff) procesadas.

Figura 4. Tres esterilizadores.

equipo tiende a desaparecer por sus altos costos y su desperdicio energético.

El costo de implementar un sistema automático en desfrutación es de cerca de US$4.000, ya que se basa en la lógica de cableado, y los beneficios de hacerlo pasan por la disminución de la pérdida de aceite por fruto adherido hasta del 0,025%/rff y de la pérdida de aceite por impregnación en tusas de 0,092% de aceite/rff. (En las plantas donde se utilizan el destrozador o fracturador de racimos estas pérdidas tienden a ser de cero).

También se presenta una disminución en el costo de la mano de obra, ya que no se depende de un operador para dosificar la fruta, sino que el sistema automático instalado en los controles de nivel de los digestores se encarga de ello, según la necesidad.

Puente grúa

Las plantas de beneficio que utilizan el puente grúa asimismo están automatizando este equipo, con el único objetivo de aumentar la capacidad (Figura 6). Ello funciona basado en una lógica de cableado, mediante la que el sistema hace dos movimientos vectoriales como ascenso y traslado. El mismo se mejora cuando se instalan cuatro cilindros neumáticos para simplificar el enganche del vagón.

Los costos de esta implementación están cercanos a los US$3.500, y el beneficio en la producción se refleja en la disminución del 50% del costo de la mano de obra y el aumento del 30% de la capacidad.

Prensado

En prensado se están implementando dos tipos de automatismos, uno basado en un traductor de presión (el cual regula la presión entre 800 y 1.100 psi, pero no tiene nada que ver con la corriente nominal o el análisis de potencia en el motor o de la potencia exigida), y otro es mixto, que funciona a base de la corriente nominal del motor, es decir, a la potencia de éste, y así el sistema recibe la información que le comanda aplicar o no presión (Figura 7).

En su forma manual opera dejando a decisión del operario la aplicación de agua desde un pulsador eléctrico,

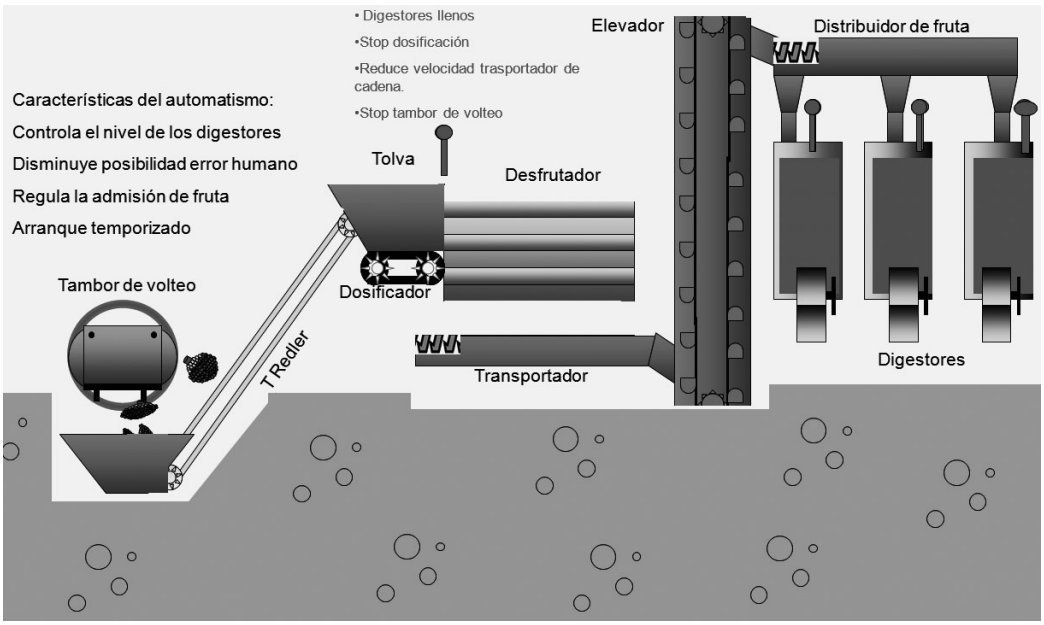


Figura 5. Sistema automático de desfrutación.

Automatismo maniobras puente grúa

Enganche neumático

Figura 6. Puente grúa.

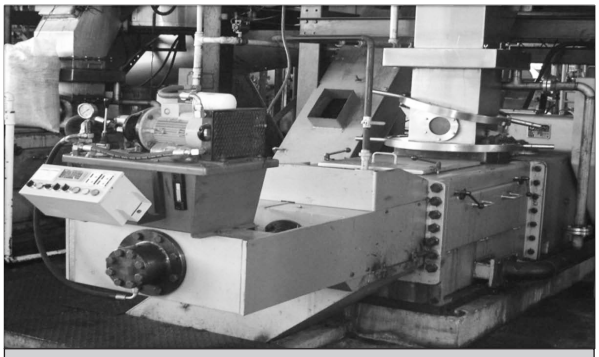


Figura 7. Prensado automático.

comandando una válvula ON/OFF que permite la admisión de agua a la canasta abriendo la compuerta también construida con un cilindro de doble efecto neumático y servopirotando desde una válvula la presión requerida para llegar al amperaje ideal.

Cuenta con algunas alarmas, como la de prensado normal o en su defecto prensado deficiente o sobrecarga. Cuando se opera de forma automática, el sistema crea un umbral de corriente con la corriente nominal del motor; si el mismo se rompe por el margen superior, quiere decir que el equipo se está sobre cargando en presión, entonces el sistema se la quita al sistema hidráulico. Si ocurre lo contrario, es decir, que el umbral de corriente se rompa por el margen inferior, quiere decir que se está haciendo un prensado deficiente, de manera que el sistema aplica más presión desde el sistema hidráulico.

El costo de esta implementación es de alrededor de US$7.000 y los beneficios en la producción están en un ahorro de pérdidas de aceite en fibras de 0,065% de aceite/rrf. Otra ventaja es que prolonga la vida útil del equipo porque la transmisión no se va a ver expuesta a sobrepresiones.

Clarificación

En clarificación se aplican diversos tipos de automatismos; el más común es el monitoreo de cada una de las variables en los tanques clarificadores, decantadores, tanque de lodos, en los cuales se registra no solo la temperatura sino la señal de nivel en los tanques o las cápsulas de secadores al vacío (Figura 8). Se hace un seguimiento o una supervisión de la presión negativa en ellos.

Otra aplicación que se realiza comúnmente es el automatismo de los filtros cepillos. Por medio de un sistema electroneumático con válvulas ON/OFF se pueden programar temporizadores, es decir, desde un control lógico una serie de eventos que abren y hacen la purga electroneumática en ellos.

En la Zona Oriental palmera de Colombia hay un sistema automático de toma de muestra en las centrífugas deslodadoras, las cuales, basándose también en una válvula electroneumática de cierre rápido ON/OFF, toman la salida de estos equipos en los lodos y llevan la muestra hasta un recipiente para que posteriormente sea recogida por el laboratorista. De esta manera se pueden hacer análisis que arrojarán resultados veraces del comportamiento del equipo.

En la Zona Norte se está aplicando un sistema automático de dilución, el cual, basado en el porcentaje de aceite que tiene el licor de prensa, modula o regula el caudal que ha de admitir esta mezcla. Adjunto tiene un sensor de ultrasonido que supervisa que la operación se esté haciendo de la mejor manera. El sistema mejora las separaciones en los preclarificadores, ya que se garantiza la mezcla homogénea y la mayor eficiencia en los preclarificadores.

El costo total de aplicar los automatismos descritos en clarificación está alrededor de US$22.500. Los beneficios en la producción se reflejan en el poder monitorear las variables, lo que facilita el diagnóstico y la toma de decisiones para resolver problemas en este subproceso. La dilución automática garantiza una mezcla perfecta y homogénea, y con ello el aumento de la eficiencia en los preclarificadores.

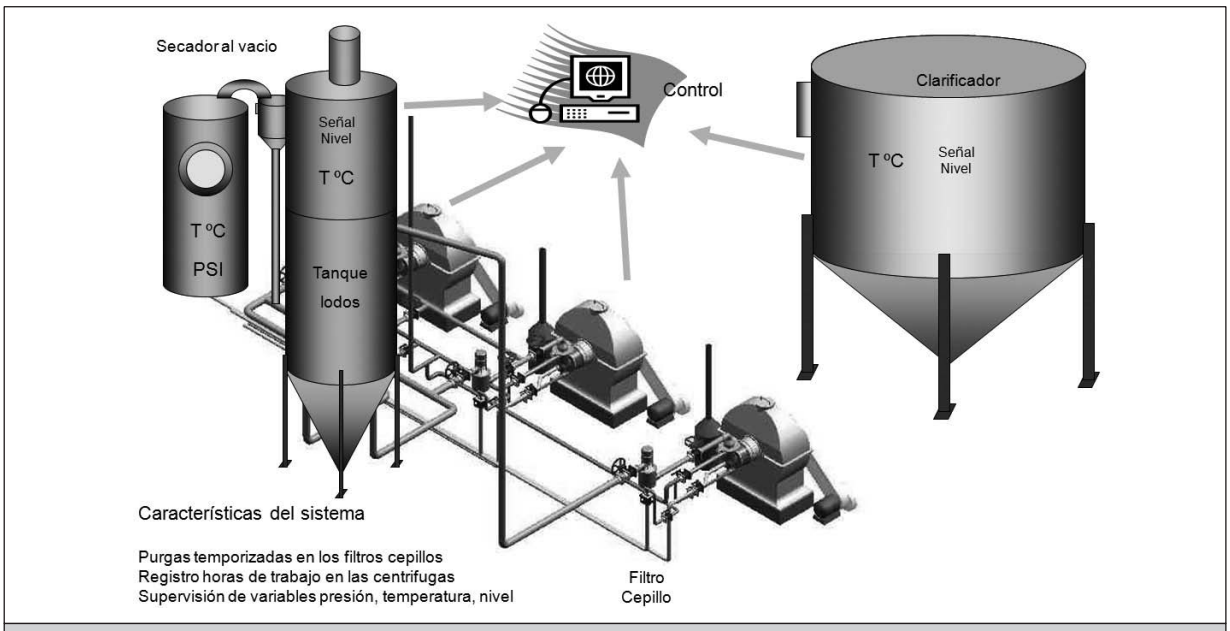


Figura 8. Automatismo en clarificación.

Almacenamiento de aceite

Otro sistema que se está automatizando es el almacenamiento de aceite desarrollado en la Zona Oriental (Figura 9). Consta de un controlador lógico programable o plc, el cual, basado en un programa o lenguaje hombre/máquina y en un traductor de presión hidrostática, toma una señal de corriente y la convierte en una señal másica. Esto es, arroja a la salida una cantidad de aceite en términos másicos que informa su cantidad y calidad en cada uno de los tanques.

El laboratorio de control de calidad toma muestras de este aceite y digita la información en el programa a través del plc. El sistema tiene un leve margen de error porque está basado en un sensor de presión hidrostática, el cual se ve algo afectado por la densidad y ésta, a su vez, por la temperatura y el volumen.

Figura 9. Almacenamiento de aceite. Sistema de supervisión.

El costo de la aplicación está alrededor de US$20.000, y el beneficio en la producción está dado por el hecho de que se puede monitorear el volumen en tiempo real y desde el sistema verificar la calidad del aceite contenido en los tanques.

Sistema automático de desfibración

El sistema automático de desfibración se ha desarrollado en la Zona Central; consiste en la separación neumática de fibra y nuez, y se basa en la regulación de caudal, dependiendo de la carga incidente en el sistema, manteniendo una velocidad constante (Figura 10).

Se realiza a través de tres cilindros neumáticos: el primero permite regular el caudal cuando se enciende una prensa, en este caso concreto, una máquina que tiene capacidad de 10 toneladas por hora, pues el sistema neumático que regula el caudal permitirá uno de 10.000 metros cúbicos por hora; de la misma manera, cuando se incremente la carga el sistema responderá aumentando el caudal, pero en este caso aumentará el área del corte de la sección de la columna para mantener la velocidad constante, debido a que el caudal es igual al área x la velocidad.

Figura 10. Sistema automático de desfibración.

Este sistema automático se puede implementar con US$14.000, y los beneficios en la producción están reflejados en la disminución del consumo de energía porque los motores que están trabajando en los ventiladores, que por lo general son de entre 40 y 50 caballos, siempre arrancaran en vacío.

Otra ventaja importante es que disminuye la pérdida de almendra en fibras desde 2,8 a 1,5 en este caso; pero cabe aclarar que esta reducción solo se ve cuando el equipo está trabajando a menos de 30 toneladas por hora.

En palmistería se está aplicando, todavía de manera incipiente en las zonas Central, Norte y Oriental un sistema que afora automáticamente la almendra que va desde palmistería a las plantas. Consta de unas celdas de carga y unos sistemas electroneumáticos que aplican a baches y miden básicamente cada una de estas aplicaciones; en las tolvas de los expeller se instalan unos sensores que dan la señal de aplicar más almendra o de no hacerlo si las mismas están llenas.

El aforo automático se puede implementar con unos US$9.000, y los beneficios en la producción están en que se puede hacer una dosificación regulada de almendra, y la facilidad y veracidad de los cálculos de extracción de aceite de palmiste.

Generación de vapor

En generación de vapor, con la implementación de los Scada se está regulando la combustión, y manipulando el aire aplicado a través de unos variados de velocidad en los motores de los tiros inducidos, al igual que la dosificación de fibra mediante unos sistemas neumáticos o compuertas neumáticas en la parte superior de los hogares de las calderas. El sistema no solo regula la combustión sino que también supervisa la presión en las calderas, el caudal de demanda y el caudal generado (Figura 12).

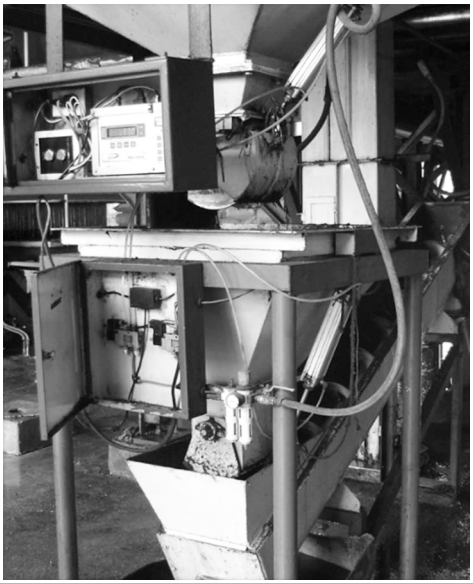


Figura 11. Palmistería y planta de palmiste.

También están automatizadas las calderas de purgas temporizadas con plc, o de temporizadores, lo que aumenta la vida útil de estos equipos porque se disminuye la posibilidad de *pitting* y de incrustaciones.

La parrilla viajera es un equipo que de igual forma permite la operación continua de las calderas. Está provista de un variador de velocidad el cual, dependiendo del caudal necesario, varía su velocidad lineal.

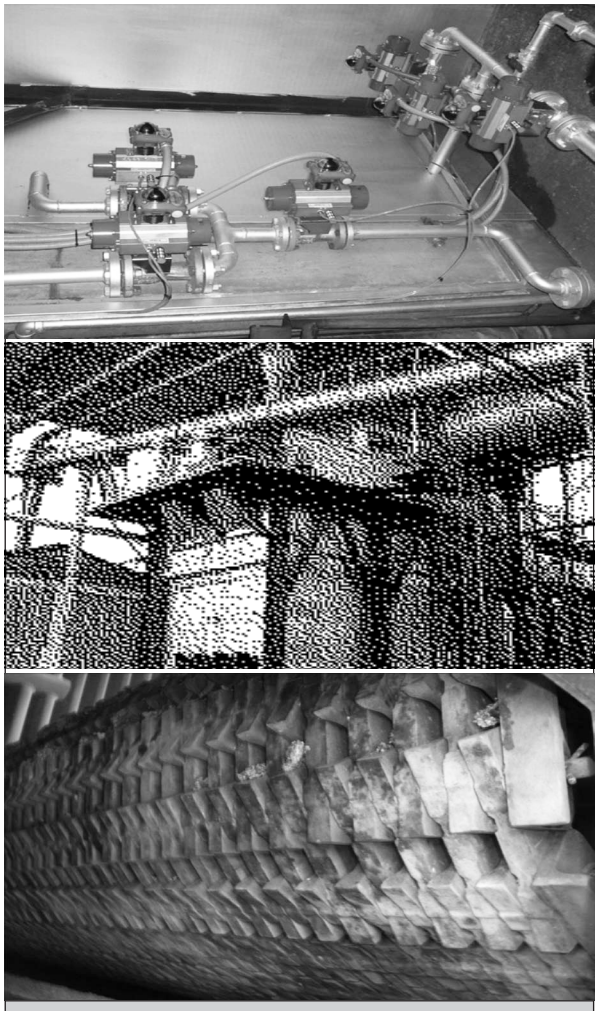


Figura 12. Generación de vapor.

El costo de la purga automática es de unos US$4.000; instalar una parrilla viajera cuesta alrededor de US$20.000 y la regulación de combustión se logra con más o menos US$24.000.

Estación de control centralizada

Hoy día no se concibe el diseño de una planta extractora sin que tenga estación de control centralizada (Figura 13). Este sistema posibilita hacer un seguimiento veraz de cada una de las variables de los subprocesos, facilitando la toma de decisiones para solucionar problemas, lo que sin duda beneficia la producción. Su costo es de aproximadamente US$40.000.

La Figura 14 muestra el nivel de automatismo en las plantas del país, que se ubica alrededor del 60% en es-

Figura 13. Estación de control centralizada.

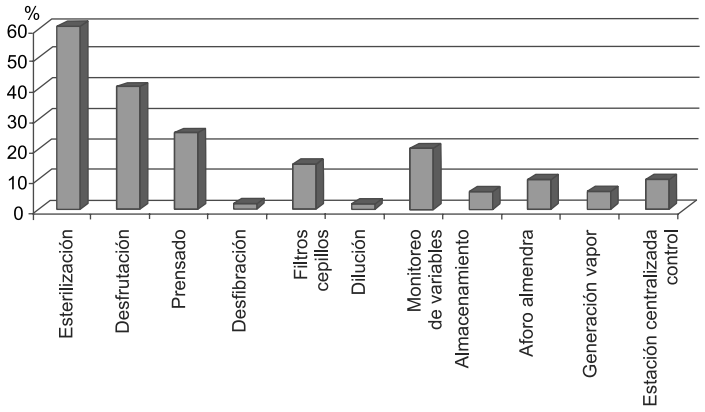


Figura 14. Automatismos en las plantas de beneficio colombianas.

terilización y 38% en desfrutación, con el objetivo claro de disminuir las pérdidas en estos subprocesos.

Conclusiones

- Automatizar el proceso de extracción e implementar buenas prácticas operativas mejora los niveles de eficiencia y disminuye los costos de operación.
- El nivel de aplicación de automatismos se ha incrementado 15% en los últimos 10 años en las plantas de beneficio del país.
- Cualquier planta de beneficio puede implementar automatismos, independientemente de su tecnología.
- La recuperación de la inversión en automatismos se estima en el mediano plazo.
- La tecnología hace que los lenguajes de programación sean cada vez más simples y fáciles de utilizar.
- Capacitar a los empleados de los departamentos técnicos disminuye el costo de aplicación e implementación.