

**INSTITUTO DEL CAFÉ DE COSTA RICA**  
San José, Costa Rica

**CIRCULAR N° 1377**  
21 de diciembre, 2007

**POSIBILIDAD DE CORTES ELECTRICOS EN PERIODO DE COSECHA 2007-2008 VERANO  
2008**

**Señores**  
**Beneficiadores de Café**

**Estimados señores:**

Considerando que existe la posibilidad que para el periodo de época seca que inicia en el 2008 se den problemas de cortes de electricidad en algunas zonas del país, el ICAFE estará realizando acciones como medida de contingencia. En un primer plano, se le solicitará a las autoridades del gobierno, a través de todas las distribuidoras de alimentación eléctrica (ICE, CNFL, COOPESANTOS R.L., etc), que se de prioridad a todos los circuitos que sirven a las plantas de Beneficio, de forma que se puedan realizar las labores normales de beneficiado.

Por otra parte, se le solicita al sector Beneficiador implementar una estrategia de ahorro energético como acción de contraparte del sector cafetalero a la prioridad que estaría dando las autoridades competentes. Para esta última actividad se les insta a realizar desplazamientos de carga eléctrica importantes (superiores al 30%), en la medida de lo posible, en las horas pico de las tarifas eléctricas durante los meses de febrero a abril 2008.

Además se les solicita que informar antes del 15 de enero 2008 a la Unidad de Industrialización, si su planta de Beneficio espera estar procesando café durante los meses de febrero a abril 2008, así como indicar la empresa que le abastece de electricidad. Estaremos realizando una solicitud global al gobierno para que de prioridad al sector Beneficiador en caso de racionamiento eléctrico, para lo que le estaríamos enviando nombres específicos de la firma Beneficiadora y del correspondiente proveedor de electricidad. La información puede ser enviada al correo [rchacon@icafe.go.cr](mailto:rchacon@icafe.go.cr) o al fax: 237-1975, con el Ing. Rolando Chacón ó Ing. Emmanuel Montero.

Finalmente me permito indicarles que en la página web del ICAFE, aparece junto con la presente circular un documento con una serie de importantes medidas de ahorro energético que pueden ser utilizadas en el sector Beneficiador para optimizar o reducir el consumo energético en general.

ORIGINAL FIRMADO

**Ing. Ronald Peters Seevers**  
**Director Ejecutivo ICAFE**

## Oportunidades de Ahorro de Energía

### INTRODUCCIÓN

Hemos avanzado considerablemente en procesos de gestión ambiental y de calidad en el transcurso de los años, logros que poco a poco los diferentes sectores del país han reconocido, pero que nos han producido un aumento considerable en los costos de beneficiado, producto del consumo energético en sistemas de descontaminación. No obstante paralelo a este aumento de costos, se ha producido una actitud positiva y educada del personal de la empresa, hacia el logro de mejores metas, lo que ayudará a desarrollar las bases para el establecimiento de programas voluntarios de conservación y uso racional de energía.

El ahorro de energía no es fácil, ni tampoco es agradable, ya que demanda mucha atención a los detalles, en hábitos de uso y consumo, etc. Por lo tanto, se requiere un esfuerzo ordenado dentro de un programa e integrado a la cultura de la empresa.

Para que un programa de ahorro de energía tenga éxito se requiere de un cuidadoso registro de datos, una intensa vigilancia en el consumo de energía y el manejo de índices, que nos permitirán la evaluación de los logros en programas de conservación de energía. En segundo lugar requiere de un compromiso de ahorro de energía por parte de todas las personas de la planta.

Se debe tener muy presente que el Plan de Ahorro de Energía es una responsabilidad gerencial y de todos los empleados de la empresa, por lo tanto no se debe caer en la tentación de contratar a uno o varios expertos para delegar en ellos una responsabilidad que es interna. El experto puede ser un apoyo del plan en alguna de sus etapas, pero nunca el responsable directo de él. El asesor o experto es un empleado transitorio de la empresa y los planes de ahorro y la organización que esta haga puede perder continuidad cuando se termine la asesoría.

El mejor programa de ahorro de energía a largo plazo fracasaría si no cuenta con el respaldo de los empleados, desde su Gerente hasta el obrero más humilde, por lo tanto ahorrar energía debe ser parte de la cultura de la empresa tal y como lo es la calidad y la gestión ambiental.

***El diseño de iluminación más económico aún desperdiciaría energía si se deja encendido sin necesidad.***

La organización y la posterior implementación de un programa eficaz de energía, no es cuestión de buena suerte sino de un buen entendimiento entre el costo y el consumo de energía, con una metodología bien desarrollada y mejor ejecutada, en concordancia con la realidad de la empresa.

Considerando el uso adecuado y racional de la energía como algo importante en el buen funcionamiento del beneficio, la Gerencia debe involucrar a toda la administración dentro de los planes para reducir su factura energética y por consiguiente, los costos de la empresa.

La organización de un buen programa de energía debe iniciar trazando el curso desde el estado deseado, para lo cual se debe realizar una adecuada planificación, analizando costos y usos de los diferentes energéticos utilizados.

Por tal razón es importante calcular índices de consumo de energía (¢/kWh, ¢/fanega procesada, ¢/etapa de beneficiado, etc.) estableciendo el consumo específico de energía que relacione la cantidad de energía por fanega procesada.

El reto final será el de evaluar cada beneficio, como está aprovechando la energía que consume y con las bases que en este documento se presentan, plantearse metas que le permitan bajo sus capacidades reducir los niveles actuales de energía y por consiguiente sus costos.

A continuación se indican una serie de oportunidades de conservación de la energía, que deberían ser tomados en cuenta para la optimización del uso de la energía y la reducción de la misma de ser posible.

#### 1 **EVITAR UTILIZAR MOTORES EN BAJA CONDICIÓN DE CARGA.**

- ◇ Es frecuente el uso de motores muy grandes para la carga que manejan.
- ◇ Los motores de la mayoría de los ventiladores de diversas secadoras estaban operando incluso a menos del 50% de la corriente nominal. Semejante situación se presenta también en la mayoría de las bombas de acarreo de aguas servidas (beneficiado húmedo y tratamiento de desechos).
- ◇ Se recomienda lo siguiente:
  - **Durante la época de cosecha, se proceda a registrar la carga de todos aquellos motores que operen por periodos de más de 6 horas por día y que, en el ámbito de todo el beneficio, se implante un programa de reubicación de los mismos.**
  - Que cada vez que se deba adquirir un nuevo motor, el mismo sea un modelo de alta eficiencia y que su potencia se ajuste realmente a la potencia demandada por el mecanismo respectivo.
  - Cuando los motores se queman, se recomienda recurrir a talleres especializados, pues la mayoría de los talleres no tienen la capacidad para realizar el trabajo adecuadamente, y con frecuencia las características del motor rebobinado se alejan significativamente de las originales.
  - Realizar auditorías energéticas específicas enfocadas a mejorar la utilización de motores, máxime cuando este uso de electricidad es tan impactante dentro del consumo total.

#### 2. **NO OPERAR EQUIPO ELÉCTRICO AL VACÍO.**

- ◇ Con frecuencia se mantienen equipos operando en vacío(sin carga). La operación en vacío de los motores eléctricos no sólo implica en un 35% del consumo dado a plena carga sino que empeora mucho el factor de potencia general del beneficio.

#### 3. **REALIZAR UN MEJOR MANEJO DEL RECURSO BIOMÁSICO.**

- ◇ Es práctica frecuente almacenar la cascarilla en silos, sin embargo parte de la leña es muchas veces dejada en los patios, a la intemperie. Se recomienda almacenar la leña bajo techo o con el uso de alguna cubierta que la proteja contra la intemperie, utilizándola solamente cuando ya esté suficientemente seca (13% humedad).
- ◇ Al quemar leña húmeda existe un efecto negativo adicional, en lo que respecta a la eficiencia del generador de calor, reduciendo la producción de energía por cada kilogramo de combustible seco utilizado. La causa de esto es la evaporación del agua contenida en la leña y la disminución en la temperatura de la combustión. La reducción en la temperatura del proceso provoca una disminución en la tasa de combustión y también una reducción en la transferencia de calor por convección y radiación entre la cámara de combustión y las paredes y tubos de la caldera, o intercambiadores de calor en el caso de un horno de fuego indirecto. Finalmente, la evaporación del agua provoca una gran expansión volumétrica en el espacio limitado del horno, **causando un aumento en la velocidad de los gases que salen de la cámara de combustión, arrastrando una mayor cantidad de gases y partículas combustibles aún no completamente quemados, por lo que la eficiencia de combustión se reducirá.**

#### 4. **ANALIZAR LA FACTIBILIDAD ECONÓMICA DE SECAR LA BROZA DEL CAFÉ Y UTILIZARLA COMO COMBUSTIBLE.**

- ◇ Hay que considerar el ahorro del gasto en que se debe incurrir para deshacerse de este desecho, costo este que no tendría que hacerse si se secura y quemara la broza.

#### 5. **CORREGIR EL FACTOR DE POTENCIA.**

- ◇ Un adecuado factor de potencia: Evita el cobro de multas en la factura eléctrica; disminuye las pérdidas en las líneas eléctricas; aumenta la capacidad disponible en los bancos y acometidas

generales. Es decir, al aumentar el factor de potencia, se logra un grado adicional de aumento en la capacidad, sin necesidad de realizar ampliaciones en los cables y en los transformadores.

## **6. READECUAR LAS PROTECCIONES DE LOS CIRCUITOS RAMALES.**

- ◇ En algunos casos se comprobó que circuitos ramales, CCM's e incluso motores no contaban con la protección adecuada según la carga alimentada o según el calibre del cable usado.
- ◇ En estos casos se requiere un rediseño completo, debiendo llegar hasta el cálculo y la especificación de las nuevas protecciones, tanto en el ámbito de las acometidas principales, como en el ámbito de la alimentación de los tableros secundarios y sus circuitos ramales.

## **7. MEJORAMIENTO DEL ESTADO DE LAS INSTALACIONES ELÉCTRICAS.**

- ◇ En algunos casos el estado de las instalaciones eléctricas atenta contra las más elementales normas de seguridad, llegando a ser necesaria su inmediata sustitución, pues ya no cabe ni siquiera un mantenimiento correctivo, pues ya se han hecho muchos cambios e improvisaciones.
- ◇ En estos casos debe hacerse un rediseño teniendo en cuenta la carga real que se tiene en este momento, pues en ciertos casos se nota que las instalaciones fueron concebidas para operar bajo condiciones de menor carga.

## **8. SUSTITUCIÓN DE MOTORES.**

- ◇ La acción de sustituir los motores existentes por nuevos motores de alta eficiencia, si bien genera ahorros, difícilmente puede justificarse por una rápida recuperación de las inversiones, dado el bajo número de horas de operación de la mayoría de estos motores (máximo 2000 h/año), es decir, en nuestro caso esta sustitución sólo cabe cuando la misma sea por obsolescencia o por ampliación del proceso.

## **9. OTRAS MEDIDAS DE AHORRO DE ENERGÍA.**

- ◇ Implantar un eficiente programa de mantenimiento en sistemas eléctricos y mecánicos. Esto, además de evitar problemas, produce ahorros adicionales que se estiman frecuentemente hasta en un 5% del consumo de electricidad y de calor.
- ◇ Balanceo de equipos giratorios. En el caso de los beneficios de café el ahorro mayor se verificará en los ventiladores de las secadoras. Otras máquinas de importancia en cuanto a demanda de potencia son sistemas de baja velocidad. Se estima que la inversión en el balanceo de los ventiladores se paga en menos de una cosecha.

## **10 SUSTITUCIÓN DE VENTILADORES Y MOTORES EN LAS INSTALACIONES DE SECADO DE CAFÉ.**

- ◇ Al cambiar el tipo de ventilador, la potencia de los motores se reduce casi siempre a la mitad o menos con respecto a la potencia de los motores actuales. Este cambio de potencia, permite que, pese al bajo número de horas/año de operación, se obtengan periodos de recuperación de la inversión.

### **1) Posible Uso de Variadores de Velocidad en Sistemas de Bombeo de Agua.**

- ◇ Se puede concluir que, por el poco tiempo de uso de los sistemas de bombeo, los periodos de recuperación de la inversión no son muy cortos. El periodo de recuperación de la inversión se encuentra entre 3.6 y 6.5 años.

### **2) Administración de la Demanda.**

- ◇ Para la mayoría de beneficios estudiados se pudo comprobar que la demanda máxima facturada se da durante el "pico de la tarde (5:30 a 8:00 pm)", de tal forma que cualquier esfuerzo al respecto generará ahorro directo en la factura.
- ◇ Oportunidades de desplazamiento de carga que pudieron ser identificadas y deberían ser evaluadas con más detalle para cada caso, son:
  - ◇ La actividad del "alistado o acondicionado" propiamente dicha puede programarse para ser realizada fuera de "horas pico".

- ◇ En la sección de “beneficiado húmedo” es frecuente que, cuando se empieza a recibir el café, se arranquen todos los equipos sin importar la carga que está llegando, ni la hora a la que se empieza a recibir. Casi en todos los casos esta actividad se inicia al empezar el periodo “pico” de la tarde. Una programación de arranque del equipo, según sea la llegada del grano, podría reducir la demanda facturada hasta en más de un 10%.
- ◇ Al cargar los silos se utilizan una serie de equipos, que por su ubicación y la de sus paneles de alimentación, resulta difícil para el operador controlar si en un momento dado, en especial al entrar la “hora pico vespertina”, están operando y a qué nivel de carga lo están haciendo.
- ◇ Las bombas usadas para suplir el agua para el chancado podrían ser puestas a funcionar fuera del “pico vespertino”, llenando uno o varios tanques que suplan el agua requerida durante este periodo. La recuperación de la inversión a realizar en estos tanques dependerá únicamente de la demanda desplazada, pues se asume que, de los tanques a los chancadores, la alimentación se haría por gravedad.
- ◇ La política general de evitar la operación de equipos en vacío, sea ya mediante inducción del personal o ya sea mediante eficientes sistemas de parada por baja carga, ayudaría en mucho a reducir la demanda máxima facturada sin generar contratiempos.
- ◇ Algunas de las acciones antes discutidas podrían lograrse mediante el uso de simples temporizadores que limiten toda posibilidad de operación de aquellos equipos previamente identificados, durante los periodos de “horas pico”.
- ◇ El uso de equipo de alta tecnología, mediante un verdadero sistema de control y manejo de cargas, sería la solución para la mayoría de los beneficios y podría generar ahorros de energía entre un 10 y 15% y reducciones en la demanda facturada hasta de un 20%. En este caso se debería proceder como se describe a continuación:

Instalar un medidor de variables eléctricas (MVE) sin memoria en cada centro de control de motores (CCM) y en todos aquellos alimentadores de motores de más de 30 HP.

Integrar todos los MVE's formando una red de comunicación que, mediante un “bus” de datos u usando un protocolo abierto del tipo Modbus +, haga llegar toda la información a una PC dedicada.

Instalar en la PC una interfase gráfica que permita desplegar los registros graficados provenientes de cada MVE.

Si se requiere que en la pantalla de la PC se desplieguen los diagramas unifilares que muestren aquellos puntos de ubicación de los MVE's, entonces se debe instalar, residente en la PC, algún software del tipo InTouch de Wonderware o similar.

Si se requiere que el sistema de monitoreo sea transformado en un sistema de control, entonces deben generarse señales de control, como por ejemplo de parada y de arranque para determinadas cargas ubicadas en los distintos CCM's, a modo de controlar la demanda durante las “horas pico”. Para la generación de estas señales debe instalarse un PLC con capacidad para recibir las entradas de la PC y generar las salidas suficientes según sea el caso. Las salidas del PLC deben actuar sobre una serie de relevadores instalados en cada CCM y cuyos contactos intervendrán en el circuito de control (bobina del contactor) de las cargas a controlar.

- ◇ El uso de sistemas expertos de monitoreo, control y desplazamiento de carga, requiere realizar una ingeniería de detalle, que fije la filosofía de control con base en las necesidades del proceso a plena cosecha, que especifique técnicamente todos los equipos y accesorios requeridos y que brinde el entrenamiento adecuado al personal de operación.

## **11 POSIBILIDADES DE LA ENERGÍA SOLAR EN EL SECADO DEL CAFÉ**

- ◇ Aumento en los precios de la electricidad hace más atractivo el secado en patios. Además se logra un color verde-azul en el grano.
- ◇ En sistemas tipo invernadero, diseñados para aumentar la absorción de la energía solar por el producto, la radiación queda en su mayor parte por así decir “atrapada” en el sistema, y se genera la mayor cantidad de calor posible, produciéndose un efecto invernadero.
- ◇ En diferentes países cafetaleros se utilizan estas trampas de calor o invernaderos. Algunos usan

zarandas para el café, el cual es movido a mano por los trabajadores. Intentos realizados en Costa Rica no han dado buenos resultados. Hubo problemas con la condensación del agua dentro del invernadero, a tal punto que el secado llegó a ser más lento que el obtenido en los patios, razón por la cual el proyecto fue abandonado.

- ◇ Otra alternativa es calentar agua por medio de la radiación solar y, con esta agua caliente, calentar aire a través de un intercambiador de calor. El aire caliente puede entonces ser utilizado para secar el café. Para esto son necesarios colectores solares, sistema de circulación de agua, y una cámara de secado propiamente dicha.

## 12. ACOMPañAMIENTO DE LA TEMPERATURA DEL CAFÉ Y DE LA HUMEDAD RELATIVA DEL AIRE DE SALIDA EN LAS SECADORAS, Y AJUSTE DE TEMPERATURA Y FLUJO DEL AIRE DE ENTRADA.

En la cascada se observaron temperaturas excesivamente altas, resultando en eficiencias térmicas del orden de 12-24%.

Al tener una camada muy delgada de café expuesta al aire, una parte importante de energía contenida en el aire se pierde, al no conseguir transferirse toda esta energía a la masa de café.

- ◇ En cuanto a flujos de aire se observó una variación de hasta un 40%, lo cual puede causar una reducción muy grande en la capacidad de procesamiento de las secadoras.
- ◇ Se recomienda que todos los ventiladores y compuertas de aire de las secadoras sean probados y revisados con cuidado, con la ayuda del medidor de flujo de aire. Esto evitará que por bajos flujos se tenga un aumento en los tiempos de secado.

Se recomienda que se realice un acompañamiento de la temperatura del aire de entrada, de la temperatura del grano y de la humedad relativa del aire de salida, de tal manera que:

Se ajuste la temperatura del aire de entrada a las secadoras de forma tal que no se excedan los niveles máximos permitidos de la temperatura del grano.

El aire de salida, después de realizar el trabajo de secado, salga lo más saturado que sea posible, para que se pierda la cantidad mínima de energía al medio ambiente.

- ◇ Llevar a cabo un monitoreo y control electrónico correctivo sobre los niveles de temperatura del aire en los sistemas de secado.
- ◇ Mejorar las condiciones de operación de la guardiola. Hay guardiolas operando con la mitad del flujo de aire con el que funcionan otras secadoras similares. Hubo en algunos casos altos niveles de temperatura del aire de secado en la época pico de la cosecha, posiblemente debido a la necesidad de secar el café en el menor tiempo posible.
- ◇ Aumentar el flujo de aire de las secadoras contribuirá a reducir el tiempo de secado y atenuar un poco la necesidad de aumentar el nivel de temperatura hasta niveles tan elevados.
- ◇ Encontrar los valores más adecuados de temperatura y flujo de aire, mirando hacia la conservación de la calidad del café y a la obtención de la eficiencia máxima en el uso de la energía eléctrica y calórica, obteniendo además el máximo provecho de la maquinaria instalada.

## 13. PERFECCIONAMIENTO DEL SECADO EN SILO

- ◇ Valorar Invertir en silos secadores de menor altura que los que se cuenta actualmente para el almacenamiento del grano.
- ◇ A veces se deposita en el silo café con una humedad muy alta para la capacidad de secado del silo. En estos casos la fuente de calor y el ventilador simplemente no tienen la capacidad suficiente para secar el café y se verifican problemas de condensación de agua evaporada dentro del silo, formando un ambiente ideal para la formación de moho y hongos.
- ◇ Alcanzar una mayor tecnificación del manejo del silo; esto significa lo siguiente:
  - a) Determinar las condiciones ideales de humedad inicial del café, flujo y temperatura del aire, altura de la camada de grano, etc.
  - b) Llevar un estricto control del régimen de encendido y apagado del calor y de los ciclos de secado y reposo del grano.

- c) Realizar un monitoreo constante de temperaturas y humedades del grano dentro del silo a través de técnicas apropiadas. Para esto es necesario llevar a cabo un muestreo del silo por sondeo para observar las condiciones dentro de la masa del café.

#### **14 ACOMPAÑAMIENTO DE LA EFICIENCIA TÉRMICA DE HORNOS EN BENEFICIOS DE CAFÉ Y PROGRAMA DE MEJORAMIENTO DE LOS HORNOS EXISTENTES**

- ◇ Evaluar la eficiencia térmica total de los hornos existentes.
- ◇ Diagnóstico de la tecnología de estos hornos, buscando mejorarlos o introducir tecnologías más eficientes.

#### **15 EVALUACIÓN DE GASIFICADORES PARA LOS BENEFICIOS DE CAFÉ**

- ◇ La meta es alcanzar, a través del proceso de gasificación, una eficiencia térmica o global del orden del 90%, frente a los resultados de los hornos de fuego indirecto, que andan entre un 60 y un 70% como máximo.
- ◇ Se ahorrarían unos US\$ 2,000 por año por concepto de leña si se dejara de utilizar el horno de fuego indirecto y se instalara un gasificador con una potencia térmica de salida de 500 kW supliendo 5 guardiolas.
- ◇ Instalar gasificadores permitiría hacer un mejor uso de la leña y cascarilla del café.
- ◇ La introducción de esta tecnología requiere de un período de aprendizaje y de algunos cuidados con la operación del sistema para evitar riesgos de intoxicación y quemaduras del personal y explosiones del equipo.

#### **16 MANTENIMIENTO EN CALDERAS Y HORNOS**

- ◇ Realizar un monitoreo frecuente de las condiciones de la combustión. Utilizar el aire necesario y buscar quemar el combustible totalmente. Proveer suficientes entradas de aire. Mantener la mejor condición de eficiencia durante todo el proceso de la cosecha a fin de que no se tenga carbón en los tubos, que reducen su eficiencia. Los tubos de la caldera en el lado del agua deben estar libres de incrustación para así lograr las capacidades de vapor deseadas. Realizar una adecuada alimentación del combustible en el hogar. Instalar trampas de vapor en las líneas de suministro de vapor, para que el mismo esté suficientemente seco. Aislar los tramos de tubo que se encuentren desnudos. Dar mantenimiento a los intercambiadores de calor verificando la no presencia de perforaciones, corrosión o suciedad que bajan la capacidad de los equipos. La eficiencia de la combustión depende de la relación aire-combustible. Una mezcla con deficiencia de aire proporciona una combustión incompleta. Una mezcla con exceso de aire por encima del mínimo permisible permite mayor pérdida de calor en los gases de la chimenea. Por lo tanto deberán tenerse en buen estado los dampers de regulación de la entrada de aire, para verificar una adecuada regulación del exceso de aire necesario, para obtener la máxima eficiencia de combustión. Usar el aire lo más caliente posible para el aire de combustión. Bajar la presión del sistema de vapor al nivel mínimo necesario, para reducir las pérdidas térmicas. Reducir la cantidad de purgas. Retornar condensado a la caldera.

#### **17 IMPLANTAR UN SISTEMA INTEGRADO DE TOMA DE DATOS Y MONITOREO DE LAS OPERACIONES DEL BENEFICIO.**

- ◇ Hay que mantener adecuadamente los niveles de temperatura y flujo de aire en los hornos, presecadoras y secadoras, el manejo de la demanda eléctrica y otros factores relacionados con el buen uso de la electricidad, para garantizar que el beneficio funcione en su punto de mayor eficiencia.
- ◇ Esto es difícil, hay que procesar la información y hacer cálculos, y se requiere entrenamiento apropiado para interpretar todo lo que está ocurriendo en un proceso tan complejo y en el que entran en juego tantos factores.
- ◇ La electrónica ha puesto al alcance dispositivos que pueden ser utilizados para la toma de datos de mediciones realizadas en los beneficios, e inclusive llegar a producir evaluaciones del sistema de forma automática.

- ◇ El sistema electrónico toma las señales provenientes de sensores de temperatura, presión (por ejemplo, para estimar el flujo de aire en un ducto), equipos eléctricos, etc., y los convierte en un formato que la computadora pueda manejar.
- ◇ A través de este sistema la computadora podrá recoger, monitorear y analizar la información que se genere en el beneficio.
- ◇ Si el sistema también tiene la capacidad de actuar sobre los equipos se puede llegar a tener control sobre las acciones de los dispositivos en el beneficio, esto es, apagar o encender una máquina, reducir o aumentar la inyección de combustible, etc.
- ◇ Los programas de adquisición de datos también permiten trabajar con la información que es recogida en el beneficio. Esta puede ser puesta a disposición en la computadora en la forma de hojas de cálculo o gráficos, y de esta forma trabajar los datos en la elaboración de evaluaciones, análisis, etc.
- ◇ Al implantar un sistema computarizado de adquisición de datos y control del proceso de secado y del uso de la electricidad se pueden programar en la computadora índices de desempeño, de costos y de consumo de energía.
- ◇ Se puede ir mejorando estos índices en el transcurso del tiempo.

## **18 INSTALACIÓN DE PEQUEÑAS PLANTAS HIDROELÉCTRICAS.**

- ◇ Uno de los factores que más afecta la rentabilidad de los proyectos es el número de horas en que se operaría la planta. Si se considera únicamente la temporada de cosecha el período de retorno de la inversión es del orden de 10-15 años. Una planta hidroeléctrica tiene una vida útil muy superior a este período de recuperación.
- ◇ Lo más atractivo sería vender energía durante todo el año a la empresa concesionaria de electricidad, sin embargo hay una larga lista de proyectos esperando su aprobación por parte del ICE. Se podría intentar conseguir aprobación para estos proyectos a través de un órgano colegiado que represente todo el sector beneficiador, pero esto es difícil.
- ◇ Realizar un levantamiento general en los beneficios de café con la finalidad de determinar en cuales hay posibilidades e interés de instalar plantas hidroeléctricas. Una vez realizado este levantamiento se debería llegar a realizar los estudios de factibilidad individuales.

## **19 GENERACIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA CON EL BIOGAS PRODUCIDO EN LOS REACTORES ANAERÓBICOS.**

- ◇ La mejor operación posible de los reactores y la adecuada producción de gas es el factor más importante para tornar atractiva la generación de energía eléctrica.
- ◇ Se consideró en el análisis un escenario en el cual la producción de biogas llega a estar en un valor intermedio entre los niveles que observamos en los registros del beneficio y aquellos que consideraron los asesores holandeses que se podrían alcanzar en los reactores si se resolvieran sus problemas de operación.
- ◇ El beneficio debe llevar el agua hasta una temperatura entre 35 y 37°C, como se requiere para mantener una adecuada actividad bacteriana.
- ◇ Se recomienda instalar un horno que queme cascarilla para calentar el agua de los reactores.
- ◇ La planta contaría con un sistema de intercambio de calor que funcionaría como un precalentador del agua de los reactores, que sería calentada en su mayor parte por el horno de cascarilla.
- ◇ Los gases provenientes del sistema de escape de la planta podrían ser inyectados directamente a algún horno colectivo que estuviera cercano a la planta.
- ◇ No se debe operar la planta con menos del 25% de su potencia máxima. Como la producción de gas varía a lo largo de la cosecha hay un corte inicial y otro final, entre los cuales la planta puede operar satisfactoriamente. Estos cortes correspondieron más o menos al período entre los meses de diciembre y marzo.

Para utilizar la energía generada por la planta se deben escoger equipos que funcionen la mayor parte del tiempo en ese período. Entre las diferentes alternativas analizadas la que pareció ser la más ventajosa fue suplir parte de la carga de las secadoras y de la sección de alistado. Las secadoras tienen un uso intensivo durante los meses de diciembre y enero, mientras que los equipos del alistado siguen funcionando con bastante intensidad cuando las secadoras ya están siendo poco utilizadas.

- ◇ El estudio arrojó como resultado que no parece tan atractivo generar energía eléctrica con el biogas de los reactores anaeróbicos si se estuviera generando energía para consumo del mismo beneficio. En el caso de estudio analizado se podría durar más de 8 años para recuperar la inversión en una planta eléctrica usada y más de 13 años si se considerara una nueva.
- ◇ El proyecto se tornaría más atractivo si se pudiera vender energía eléctrica al sistema nacional interconectado. Esta última opción permitiría generar toda la energía que facultara la producción de gas, operando la planta el mayor número de horas que fuera posible. En este caso se podría tener retornos de la inversión en un periodo de 6 años lo cual es un tiempo relativamente corto si se considera la vida útil de la planta.
- ◇ Más una vez se tiene la posibilidad de generar energía eléctrica en los beneficios, siendo la rentabilidad de estos proyectos mayor si fuera posible vender energía a la empresa eléctrica.

## **19 AISLAMIENTO DE LOS DUCTOS DE AIRE EN EL SECADO.**

- ◇ Es muy frecuente encontrar que los ductos de aire caliente del secado estén descubiertos, sin aislamiento térmico.
- ◇ A través de cálculos de la transferencia de calor de los ductos al medio ambiente se estimó el peso equivalente de leña perdido, y se comprobó que inclusive desde un punto de vista estrictamente económico es rentable aislar estos ductos.
- ◇ El mecanismo de transferencia de calor de los ductos al medio ambiente circundante se da por los efectos combinados de convección y radiación. Básicamente se da un mecanismo de convección natural o libre aunque en algunos casos se pueden incrementar las pérdidas por efectos del viento incidente en los ductos.
- ◇ El ahorro en leña ( $M_{L, AH}$ ) puede estimarse como el 80% de las pérdidas de energía equivalente en toneladas ( $T_m$ ) de leña.
- ◇ Partiendo del supuesto que se instalaría aislante de lana de vidrio de 2" de espesor con barrera de vapor (cubierta de aluminio), se puede estimar el costo total en US\$6.60 por metro cuadrado.
- ◇ Con un costo de US\$17 por  $T_m$  de leña se ahorraría  $US\$17 \times 0.4 = US\$6.8$  por metro cuadrado de ducto, por cosecha. El costo del aislamiento es del orden de US\$6.60 por metro cuadrado de ducto, por tanto la inversión en el aislamiento se recupera prácticamente en una cosecha, considerando los precios actuales de la leña.

Bajo condiciones normales de funcionamiento, y un mantenimiento adecuado, fundamentalmente la protección de la humedad, la vida útil del aislamiento es muy larga.

## **20 PROGRAMA DE IMPLEMENTACIÓN DE LAS MEJORAS.**

- ◇ Una vez que la gerencia de cada beneficio tome una decisión sobre los proyectos que le resultan más atractivos, la mejor manera de llevarlos a cabo es a través del establecimiento de un comité de conservación de energía, con la participación y acompañamiento profesional externo, que podría ser brindado por el CICAPE.
- ◇ Hay que darle a cada proyecto el seguimiento y continuidad adecuados, realizando mediciones, seguimiento y evaluación.
- ◇ Se debe buscar además que el personal de los beneficios se motive en todo lo concerniente a la adopción de las mejoras, invitándole a que aporte nuevas ideas tendientes a incrementar la eficiencia y motivándole a mantener todas las medidas adoptadas.
- ◇ Es importante también extender los programas de capacitación para abarcar la divulgación y discusión de las nuevas tecnologías y procedimientos.

## **21 POSIBILIDADES DE AHORRO DE ENERGÍA EN COMPRESORES.**

- ◇ Bajar la presión de operación.

**Por cada 0,7 Bar (10 Lb/plg<sup>2</sup>) que se pueda disminuir la presión del sistema de compresión ( sin afectar el funcionamiento óptimo de los equipos), la potencia consumida por el equipo se reduce aproximadamente un 5%.**

- ◇ Eliminar fugas.

**Es aconsejable reparar todas las fugas de aire comprimido, ya que estas causan que el compresor trabaje, más para compensar el aire perdido.**

◇ Bajar la temperatura del aire de succión.

El compresor es una máquina volumétrica, que funciona a volumen constante. Como el volumen específico del aire aumenta con el alza de la temperatura, el compresor consume más potencia para comprimir aire caliente que para comprimir aire frío. **Por cada 6°C que se puede bajar la temperatura del aire de succión, se logra un ahorro de potencia de aproximadamente un 2 por ciento.**

## **22 SUSTITUCIÓN DE LÁMPARAS EFICIENTES.**

Salvo en áreas que tengan luminarias que pasen muchas horas encendidas durante todo el año, la reconversión de iluminación convencional por tecnologías de ahorro energético no es rentable en beneficios de café.

## **CONCLUSIÓN FINAL**

Todo el personal debe tener conciencia del alto costo que tiene la negligencia y de los ahorros que son posibles mediante la conservación y los buenos hábitos de uso de la energía. Por tal motivo, es imperativo que la administración superior de cualquier empresa se comprometa plenamente en la conservación y uso eficiente de los diferentes energéticos que se utilizan en las plantas de Beneficio.

La Unidad de Industrialización dentro de su programación para el periodo 2007-2008, plantea el desarrollo de proyectos de seguimiento y validación en programas de reducción de consumo energético, en plantas de beneficio, que serán seleccionadas posteriormente.