



JUNTA LATINOAMERICANA DE EXPERTOS
EN LA INDUSTRIA DE PAPEL Y CELULOSA

Buenos Aires, Argentina
18 octubre - 2 noviembre, 1954

PRESERVACION, MANEJO Y ALMACENAMIENTO DEL BAGAZO

por

A. Watson Chapman
Del Departamento de Investigaciones de
The Celotex Corporation, Chicago,
Illinois (U.S.A.)

Tema V: ASPECTOS ECONOMICOS DE LA FABRICACION DE PAPEL Y CELULOSA A
BASE DE BAGAZO DE CAÑA DE AZUCAR

(Nota: Este documento no ha sido revisado por el autor, y está sujeto
a modificaciones antes de su impresión definitiva)

PRESERVACION, MANEJO Y ALMACENAMIENTO DEL BAGAZO

por A. Watson Chapman*

La Celotex Corporation inició la recolección de la fibra de bagazo en la zona azucarera de Luisiana en la temporada de 1920-21. En el curso de las treinta y tres épocas anuales de molienda que median entre la fecha inicial y 1953, la corporación amplió sus actividades implantando sistemas de trabajo y técnicas que permitieran manejar el gran volumen de material que es preciso enfardar y almacenar durante los setenta y cinco días que dura aproximadamente la actividad de un ingenio azucarero. Este trabajo tiene por objeto describir los sistemas corrientes de operación y señalar algunas de las dificultades halladas en su desarrollo, con la esperanza de que ello sea útil a quienes tengan interés en el empleo de esta fibra como materia prima.

Tal vez sea conveniente señalar que la Celotex Corporation analizó una gran variedad de tipos de fibras y residuos vegetales antes de decidirse a emplear el bagazo de caña como materia prima para la fabricación de planchas aisladoras rígidas de fibra. Como es de rigor, al tomar tal decisión se consideraron las ventajas y desventajas del empleo de esta materia prima. Entre las primeras pueden citarse las siguientes:

- 1) la fibra es larga, dura y fuerte;
- 2) no se descompone fácilmente;
- 3) es de una gran pureza;
- 4) se cosecha anualmente;
- 5) se acarrea desde el campo hasta determinados lugares de los ingenios azucareros, donde queda disponible en grandes cantidades para su transporte por tierra o por mar;
- 6) constituye un sub-producto de gran volumen en la industria del azúcar de caña, del cual es necesario deshacerse o consumirlo.^{1/}

* Del Departamento de Investigaciones de The Celotex Corporation, Chicago, Illinois, Estados Unidos.

^{1/} Su valor principal para la industria azucarera es el de ser un combustible barato aunque de bajo rendimiento.

Entre las desventajas que presenta el bagazo pueden citarse:

- 1) el alto grado de humedad que contiene la fibra al salir de los ingenios o centrales azucareros;
- 2) la necesidad de manejar cantidades enormes de material en un período de trabajo relativamente corto;
- 3) el problema de almacenar dicho material y conservarlo en condiciones uniformes;
- 4) la necesidad de emplear cada año gran cantidad de mano de obra durante poco tiempo para enfardarlo y almacenarlo;
- 5) el problema que representa proporcionar, en su reemplazo, un combustible económico y eficaz;
- 6) la necesidad de sacar y manipular la fibra inmediatamente después que sale de la fábrica de azúcar, y
- 7) el hecho de que la mayoría de los ingenios azucareros están situados en zonas rurales, por lo cual los costos de transporte hasta los establecimientos industriales pueden resultar relativamente altos, debido sobre todo al gran volumen de material que ha de trasladarse.

Todas estas desventajas influyeron en el desarrollo de los procedimientos de trabajo de la compañía.

Adquisición del bagazo

La adquisición del bagazo de caña se efectúa, por lo general, a base de un contrato con una determinada fábrica de azúcar, en el cual se estipula la compra de petróleo, gas u otros combustibles sucedáneos en cantidades que reemplacen el valor del bagazo como combustible. El precio que se paga por el poder calorífico del bagazo se basa en el costo efectivo medio que representa para la fábrica de azúcar el petróleo comprado y entregado en el mismo año en que se consume, durante la época de la molienda, para generar vapor en sus calderas. Si se emplea un combustible distinto del petróleo, el precio se determina de acuerdo con el poder calorífico de dicho combustible y el precio corriente del petróleo.

Generalmente se agrega una cláusula en los contratos en virtud de la cual la Celotex Corporation deberá hacerse cargo de todos los gastos en que

/se incurra

se incurra en caso de que el ingenio se vea obligado a paralizar sus operaciones por algún desperfecto en la estación enfardadora. La razón de esta cláusula es obvia si se considera que durante la breve etapa de la zafra cada hora que transcurre es valiosa y que, desde que se inicia hasta que finaliza, se trabaja sin interrupción, salvo en cortos períodos destinados a la limpieza.

Dado que la cantidad de bagazo que la Celotex Corporation requiere para cubrir sus necesidades y el tonelaje de caña producido pueden sufrir variaciones de un año a otro, el contrato contiene una cláusula opcional en la que se estipula que la Celotex se compromete a notificar al ingenio, con bastante anticipación, sobre sus intenciones de modificar la cantidad de bagazo que va a adquirir de ese ingenio durante la próxima zafra. En algunos centrales la compañía tiene la opción de adquirir todo el bagazo resultante de una determinada época de molienda o bien, no comprar nada. En otras, si el ingenio azucarero dispone de equipo para quemar parte de su bagazo, el porcentaje del mismo que la Celotex Corporation puede adquirir varía de una estación a otra.

Generalmente se toman las medidas necesarias para que la Celotex obtenga del ingenio contiguo el vapor y la energía eléctrica indispensables para el enfardado, lo cual se puede estipular en el contrato de compra o constituir un convenio por separado. Del mismo modo, puede haber un contrato especial sobre arrendamiento del terreno para la estación enfardadora y el terreno para el almacenamiento.

Para determinar el peso de la fibra seca que se entrega a la Celotex es necesario que tanto esta compañía como el ingenio azucarero realicen ciertas pruebas de control e intercambien los resultados obtenidos. Estas pruebas comprenden la determinación del peso total del bagazo enviado a la estación enfardadora, el contenido de humedad al salir de la fábrica y al llegar a las enfardadoras y el porcentaje de materias solubles que queda en el bagazo. En los últimos años, un nuevo factor - conocido comúnmente como la "basura de la caña" - se ha agregado a este cuadro. Cuando la Celotex Corporation inició la recolección del bagazo, la operación de cortar la caña se hacía exclusivamente a mano. A medida que se cortaban las cañas se las despojaba con un machete de las hojas y las puntas. Con la introducción de las cortadoras mecánicas, el volumen de cañas aumentó sin cesar, agravándose

/cada vez

cada vez más el problema de deshacerse de las hojas, muy especialmente en los comienzos de la zafra, cuando el follaje estaba todavía verde. La presencia de esta "basura de la caña" disminuye la capacidad de molienda del ingenio y aumenta el volumen del material que debe manipularse en la estación enfardadora. En consecuencia, se elevan los costos de almacenamiento y transporte, sin que ello signifique la obtención de una mayor cantidad de fibra de buena calidad. Actualmente, la determinación de la cantidad de hojas que contiene la caña que se entrega en el ingenio se efectúa por un procedimiento uniforme y se hacen las deducciones correspondientes cuando excede el máximo convenido.

Manipulación del bagazo

Para manipular el bagazo es necesario instalar una estación enfardadora contigua al central azucarero. Cuando se realizó la primera recolección de material en 1920, se instaló un sistema de descarga por presión mediante el cual el bagazo era conducido neumáticamente por una tubería hasta un lugar especial donde se amontonaba en forma suelta para su posterior enfardadura, una vez terminada la molienda. Muy pronto se comprobó que este sistema era erróneo; se produjeron numerosas fallas en el sistema de descarga y además, sin lugar a dudas, resultaba ineficaz amontonar primero el bagazo para tener que recogerlo nuevamente y pasarlo por las enfardadoras. Por otra parte, no existían en el mercado enfardadoras especiales que trabajaran en forma satisfactoria. Todas ellas dejaban la fibra muy apretada por un lado y muy suelta por el otro. Fué necesario inventar un tipo de enfardadora extra pesada, que ha funcionado desde entonces en forma satisfactoria, con ligeras modificaciones y mejoras.

Una estación enfardadora moderna ocupa 18 x 18 metros de superficie, con una altura de 9 metros aproximadamente, espacio que puede variar según la disposición del equipo y el alto que alcance el bagazo en la estación. En el interior corre una vía de ferrocarril a lo largo de las paredes. Las máquinas enfardadoras están instaladas a cierta altura del suelo de manera que puedan descargar sobre una plataforma que es más alta a su vez que los carros de ferrocarril en los cuales se colocan los fardos para ser transportados al lugar de almacenamiento. El bagazo se conduce por medio de transportadores de correa o de barras transversales o por una combinación de ambos, desde el extremo de descarga del ingenio hasta la estación enfardadora a

/donde penetra,

donde penetra, cerca del techo, vaciándose en un transportador transversal que lo lleva por las puertas de descarga hasta las tolvas de las enfardadoras. Estas puertas de descarga son ajustables de manera que el bagazo pueda repartirse entre dos o más enfardadoras, según lo requieran las circunstancias. En el extremo del transportador transversal hay una correa destinada a recoger todo el bagazo que no ha pasado por los saetines de descarga y colocarlo de nuevo en la parte superior del transportador transversal.

Originariamente se llevaba el bagazo desde el transportador superior hasta la tolva de la enfardadora por medio de canaletas inclinadas, abiertas en su extremo superior. A cada lado había un hombre con un rastrillo para empujar el material hacia abajo y así mantener la tolva constantemente llena. Las canaletas han sido reemplazadas por vertedores verticales, completamente cubiertos, que tienen en su interior compuertas contrapesadas para retener el bagazo momentáneamente y dejarlo caer después en la enfardadora en forma de una carga completa.

El número de enfardadoras de una estación depende de la cantidad de material que es necesario manipular, así como de la velocidad correspondiente al tipo de enfardadora empleado. Por lo general se instalan tres o cuatro de estas máquinas, y se deja una de ellas de reserva para utilizarla en caso de descompostura o para hacer frente a una sobrecarga repentina de bagazo procedente del ingenio o de fardos deshechos. Las primeras enfardadoras que se usaron eran del tipo llamado de bloque, en el que se regula el tamaño de los fardos introduciendo tablas en la tolva de carga. Estas tablas tienen unos canales por los cuales se introduce a mano el alambre, cuyos extremos sueltos se atan por un lado de la prensa de descarga de la máquina. Al salir los fardos de la prensa y expandirse, se aprietan los alambres a su alrededor. Este tipo de prensa ha sido reemplazado por la enfardadora semi-automática en la cual unas agujas mecánicas hacen pasar los alambres a través de la masa fibrosa y los cortan del largo apropiado de modo que sus extremos puedan unirse a mano. Estas enfardadoras producen un fardo cada 45 segundos. Recientemente se ha diseñado una enfardadora de construcción más pesada. Aunque todavía no se ha ensayado a plena capacidad, se anuncia que podrá producir fardos del mismo tamaño a una velocidad aproximadamente dos veces superior, con lo que se conseguirá reducir el número de máquinas necesarias en una instalación.

/Cada fardo

Cada fardo mide aproximadamente 70 x 56 x 125 centímetros y está sujeto a lo largo por dos alambres. Pesa aproximadamente 115 Kgs. y como, en general, contiene de 40 a 50 por ciento de humedad, su contenido de fibra seca es ligeramente superior a 55 Kgs. Si los fardos se hicieran mucho más grandes sería difícil que un solo hombre pudiera transportarlos. Por el contrario, si se hicieran mucho más pequeños, aumentaría el consumo de alambre por tonelada de fibra aprovechable así como la cantidad de bagazo que queda suelto al separar los fardos cuando salen de la enfardadora. Este material suelto se deja caer dentro de un conducto que lo vuelve a colocar en el transportador que acarrea el bagazo que está entrando. Los fardos se acomodan en pequeños carros-plataforma, haciéndolos rodar o levantándolos con pequeñas grúas. A los que se deshacen en el manejo, se les quita el alambre y el bagazo se coloca en un transportador que lo conduce nuevamente al transportador de descarga situado en lo alto de la estación enfardadora.

Para controlar el peso del bagazo enfardado se pesan todos los carros-plataforma cargados, a medida que salen de la estación enfardadora con destino al lugar de almacenamiento. A su regreso se vuelven a pesar los carros vacíos junto con el material suelto que pueda haberse desprendido, con objeto de obtener, por diferencia, el peso del bagazo almacenado. Ultimamente se ha introducido un equipo automático para registrar el peso del bagazo directamente en los transportadores que funcionan entre el ingenio azucarero y la estación enfardadora. En cualquier caso debe medirse la humedad para reducir el peso del material a la base de bagazo seco.

El personal normal que se necesita en la estación enfardadora por turno podría constar de un mecánico a cargo de la operación de las enfardadoras; un hombre encargado de cuidar la cantidad de bagazo recibido; un hombre para recoger y manipular el bagazo suelto, y una persona en cada enfardadora para atar los alambres y otra para acarrear los fardos hasta los carros de ferrocarril.

Almacenamiento del bagazo

El tamaño del sitio de almacenamiento depende de la cantidad de material que debe guardarse. En una fábrica que muele dos mil toneladas de caña al día, será suficiente tener treinta y seis parvas para manejar la producción normal de una zafra. Cuando el terreno de que se dispone así lo permite, se acostumbra dar al sitio una forma rectangular y apilar las parvas en hileras

/longitudinales, con

longitudinales, con su lado mayor paralelo a la dimensión mayor del sitio. La parva normal mide 38 metros de largo por 21 de ancho y 9,5 de alto, y contiene aproximadamente 600 toneladas de fibra seca, o sea, alrededor de 12 mil fardos.

Las parvas deben mantenerse separadas para resguardarlas del fuego y para dar paso al ferrocarril. La disposición normal de las parvas en un almacén rectangular y con capacidad para 36 de ellas, puede ser de cuatro hileras paralelas, que permiten dejar un espacio de 9,5 metros entre la pared del almacén y la primera hilera de parvas; a su vez, dentro de esta hilera debe dejarse entre cada parva un espacio de 9,5 metros. Entre esta hilera y la siguiente, paralela a ella, debe habilitarse un espacio de 15,7 metros para permitir que pase una línea de ferrocarril. Del mismo modo, conviene dejar espacios de 9,5 metros entre la segunda y la tercera hilera de parvas; de 15,7 metros entre la tercera y la cuarta y de 9,5 metros entre la cuarta hilera y el otro extremo del sitio. Por consiguiente, este almacén deberá tener una superficie aproximada de 140 x 470 metros.

Al construir un sitio de almacenamiento, debe abombarse el terreno en que se van a colocar las parvas e instalar cunetas de drenaje a ambos lados para que escurra el agua proveniente de las lluvias.

Los fardos se transportan, hasta el lugar donde deberán amontonarse, en carros pequeños de ferrocarril de donde se sacan mediante una grúa provista de un dispositivo especialmente diseñado para levantar seis fardos a la vez. Mientras estos fardos se colocan en posición, unas barras espaciadoras situadas en la parte exterior del dispositivo dejan, automáticamente, un ducto de ventilación entre este grupo de fardos y los que ya están acomodados.

Los ductos de ventilación revisten una gran importancia pues permiten la salida del calor de fermentación y el secado rápido del material.

Los fardos que quedan en los lados y encima de cada parva se espolvorean con ácido bórico a fin de disminuir el enmohecimiento, y como medida preservativa en caso de que el agua de las lluvias penetre en las parvas. Las filas superiores de las parvas se arreglan en forma de techo de dos aguas y, una vez evaporado el calor de la fermentación, se cubren con láminas metálicas en forma de tejas de gran tamaño. Estas se sujetan con espigones o clavos largos que se introducen profundamente en los fardos; sus extremos, que sobresalen de los lados de las parvas como aleros, se amarran con cables y

/espigones. En

espigones. En estos cables se colocan pabilos para evitar que penetre en las parvas el agua de lluvia que corra por ellos.

Cuando se deshacen las parvas, se sacan las láminas del techo y se bajan los fardos con ayuda de una grúa y un dispositivo de descarga. La compañía de ferrocarriles proporciona furgones sin techo que se destinan a este servicio especial. Naturalmente, se producen pérdidas en la manipulación de este material, ya sea porque el bagazo suelto no puede recogerse en forma económica, porque fardos de la fila inferior están embarrados a causa del drenaje defectuoso del almacén, o porque parte del bagazo se deterioró a causa de que la ventilación no fué suficiente para prevenir la destrucción de la fibra por la fermentación ácida. Sin embargo, las pérdidas son notablemente pequeñas si se considera el inmenso volumen de material que se maneja.

El problema de la mano de obra constituye un aspecto de esta actividad que no ha sido considerado en los párrafos anteriores. Para procurarse el personal necesario cada año, y sólo por un período tan corto, la Celotex se ve en la necesidad de traerlo desde distancias considerables, con los consiguientes gastos de transporte, casa y comida. Esto significa que en casi todos los lugares en donde funcionan estaciones enfardadoras hay que dar alojamiento gratuito a los obreros que trabajan en forma transitoria durante la época de la cosecha. El mantenimiento de los servicios de hotel y restaurant en unos quince lugares diferentes durante un período aproximado de tres meses cada año constituye un problema de cierta importancia.

El hecho de mantener funcionando estaciones enfardadoras en un sinnúmero de lugares, requiere una inversión considerable en construcciones y equipo. Una estación moderna, con sus construcciones, maquinaria, transportadores, sitio de almacenamiento, grúas, equipo ferroviario, balanzas para pesar camiones, etc., exige una inversión cercana a 250 mil dólares. Además de las operaciones que se realizan en cada emplazamiento de un ingenio azucarero, es necesario habilitar una bodega central de abastecimiento que durante las veinticuatro horas del día tenga mecánicos disponibles para que se hagan cargo de situaciones imprevistas. Además, es necesario disponer durante todo el año de un servicio de mantenimiento y reparación, aunque las estaciones no estén trabajando. Por lo tanto, es conveniente tener en cuenta estos hechos cada vez que se declara que el bagazo es una fibra "barata". En efecto, es una fibra buena y económica, pero no barata.