

TENDENCIAS EN EL QUEMADO DE BAGAZO EN CALDERAS Y EN EL LAVADO DE PARTICULAS EN LOS GASES DE COMBUSTION

TRENDS IN BAGASSE FIRING AND FLUE GAS PARTICULATE SCRUBBING

by
G. K. REECH, Regional Sales Manager

RILEY STOKER CORPORATION
BATON ROUGE, LOUISIANA

Presented at the
SUGAR TECHNOLOGIST'S ASSOCIATION OF PUERTO RICO
Caribe Hilton Hotel, San Juan, Puerto Rico
OCTOBER 15-16, 1976

763-H

RILEY 
STOKER
A Subsidiary of United States Riley Corporation
POST OFFICE BOX 547
WORCESTER, MASSACHUSETTS 01613

A RILEY TECHNICAL PAPER REPRINT

ERRATA SHEET/FE DE ERRATAS

La primera frase en la segunda columna de la página primera debe leerse:

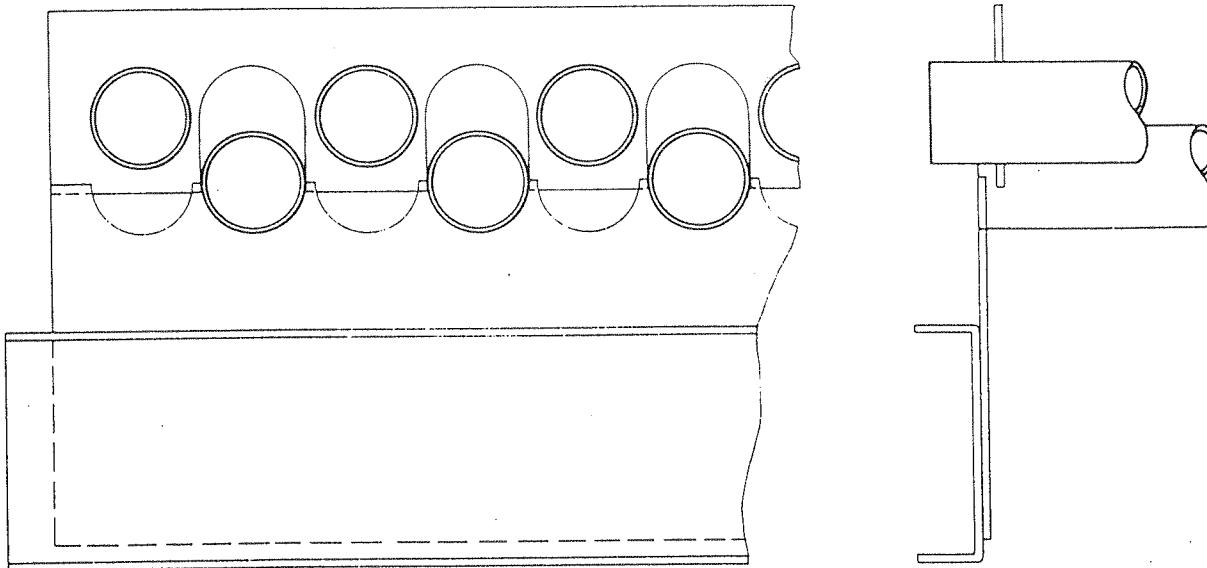
“Hace aproximadamente *veinticinco* años, que cambios significantes empezaron a ocurrir en la manera de quemar bagazo en las calderas de los trapiches.”

The first sentence in the second paragraph, page three should read:

“Our approach has been to replace the dumping grate surface with *our* steam-cleaned water cooled grate surface.”

Figure 7, on page nine should also have included the drawing below:

La figura 7 en la página novena debe también incluir el siguiente dibujo:



Detail of variable rod deck

Detalle del plano variable de varillas

TENDENCIAS EN EL QUEMADO DE BAGAZO EN
CALDERAS Y EN EL LAVADO DE PARTICULAS
EN LOS GASES DE COMBUSTION

TRENDS IN BAGASSE FIRING AND FLUE GAS
PARTICULATE SCRUBBING

by

GEORGE K. REECH, Regional Sales Manager
RILEY STOKER CORPORATION
BATON ROUGE, LOUISIANA

Approximately twenty-five years ago, significant changes started taking place in the manner in which bagasse is fired in raw sugar mill boilers. Today, for completely different reasons, significant changes are taking place in the manner in which flue gas emissions from bagasse-fired boilers are cleansed. This paper will discuss these changes and some of the reasoning behind them.

Historically, from the time that boilers were first used in raw sugar mills, until the mid-twentieth century, bagasse was the fuel and it was almost universally fired in refractory furnaces. This was true mainly because:

1. Fuel was inexpensive.
2. Bagasse was virtually without value, needed to be consumed for volume reduction, and had virtually no other uses.
3. Labor was inexpensive.
4. Material was inexpensive.
5. Operating labor was almost completely unskilled.

Hace aproximadamente veinticinco años, que cambios significantes empezaron a ocurrir en la manera de quemar bagazo en las calderas de los trapiches. Hoy, por razones muy diferentes, cambios significantes están ocurriendo en las maneras de depurar los humos de las calderas que queman bagazo. Este artículo va a analizar estos cambios y sus razones.

Históricamente, desde el comienzo de la utilización de calderas en los trapiches hasta a mediados del siglo vigésimo, el combustible empleado, casi universalmente, en hornos refractarios era el bagazo. Las razones más importantes eran:

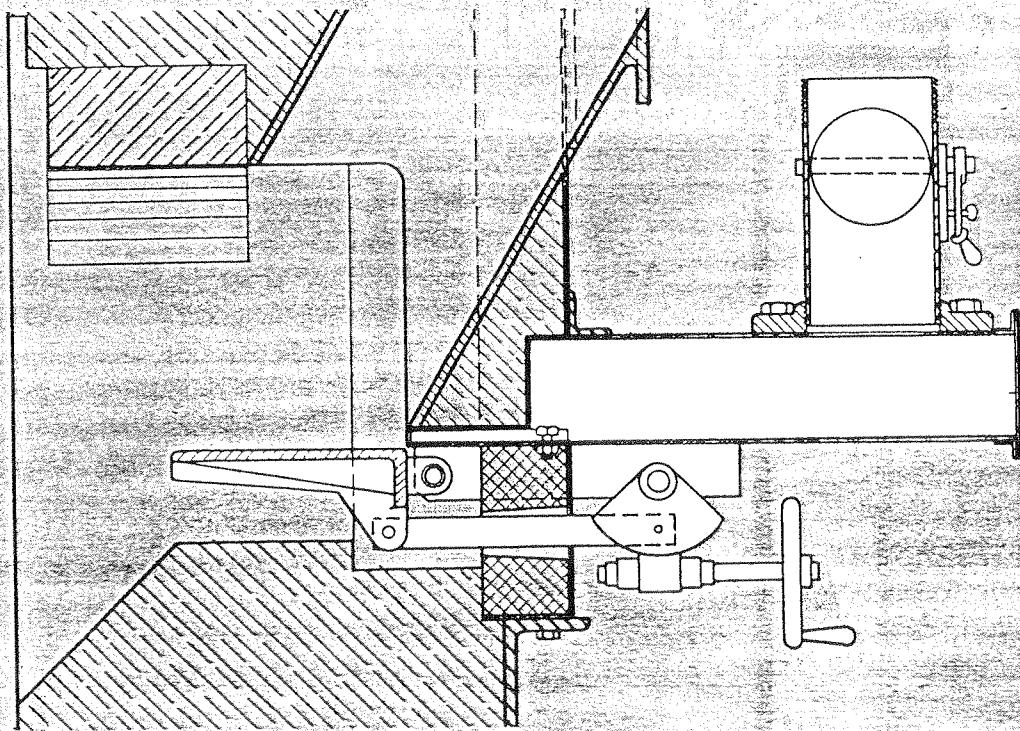
1. El combustible era muy barato.
2. El bagazo tenía muy poco valor, era necesario quemarlo solamente para reducir su acumulación, y no tenía ninguna otra aplicación.
3. La mano de obra era muy barata.
4. Los materiales eran muy baratos.
5. Los operarios eran muy inexpertos.
6. El costo del mantenimiento era muy bajo debido a la barata mano de obra y a los materiales de mantenimiento.
7. El precio del azúcar era muy bajo para justificar la compra de equipos más eficientes.

6. Maintenance costs were low because of inexpensive labor and maintenance materials.
7. Sugar was too low in price to justify purchase of more efficient equipment.

By the end of World War II, most of the above reasons were beginning to become invalid. Sometime thereafter, or approximately twenty-five years ago, my Company introduced its first bagasse-fired stoker. Stoker firing allows more intimate mixing of fuel and air than is achieved in refractory cell firing. This is an objective in all other solid fuel firing, and provides more complete, efficient combustion. Instead of introducing completely new technology, we elected to apply special pneumatic distributors for fuel distribution to existing stoker grate surfaces. This resulted in a pneumatic distributor ideally suited to most cellulose fuels. I say "ideally suited" because there are no parts that move in service and the adjustments of trajectory plate angle and air pressure allow optimum distribution, not only initially, but also later as mills wear and the bagasse size and moisture contents vary. The early pneumatic distributor is shown in Figure 1.

Hacia el final de la segunda guerra mundial, casi todas las razones mencionadas previamente habían empezado a demostrar su invalidez. Algun tiempo después, aproximadamente hace veinticinco años, Riley Stoker introdujo su primera caldera para la combustión del bagazo. La combustión en parrillas permitió al combustible y al aire el mezclarse con mucha más eficacia que utilizando un hogar refractario. Este es el objetivo en todos los sistemas de quemar combustibles sólidos para obtener una más completa y eficiente combustión. En lugar de introducir una tecnología completamente nueva, Riley Stoker decidió instalar distribuidores neumáticos especiales para facilitar la distribución del combustible sobre la superficie de la parrilla. Esto resultó en un distribuidor neumático de diseño adecuado para quemar casi todos los combustibles de celulosa.

El éxito de este diseño es debido a que no hay partes en movimiento durante su funcionamiento, y a los ajustes de la trayectoria del ángulo de la platina y de la presión del aire, lo cual permite una distribución completa, no solamente al comienzo de su operación sino también durante su funcionamiento bajo diferentes porcentajes de humedad y tamaños del bagazo. Los primeros distribuidores neumáticos aparecen en la figura 1.



Figure/Figura 1

STANDARDIZATION

The original grate surfaces were either dumping grate, oscillating grate, or traveling grate, and these types are in service throughout the world. In recent years, however, the following reasons have caused my Company to standardize its offerings to two grate surfaces, (to be discussed later).

1. Fuel is both expensive and scarce.
2. Bagasse has numerous present-day uses.
3. Labor is expensive.
4. Material is expensive.
5. Operating labor is better trained.
6. Maintenance costs are high.
7. Sugar is higher in price.
8. Unit sizes are larger.

The final reason above led my Company to drop the dumping grate stoker from its line because it is not only difficult to dump in sizes of 100,000 lb/hr. steam flow and above, but labor time for ash cleaning is significant.

Our approach has been to replace the dumping grate surface with our steam-cleaned water cooled grate surface. This is a Riley innovation, in which certain grate clips in the water-cooled grate surface, itself tried and proven for approximately twenty-five years, are replaced with similar-sized grate clips containing steam jets that spray steam down the slope of the grate surface, causing ash to move down into the ash pit. The number and pattern of steam cleaning clips depends upon the fuel, ash content, sand content, unit size, and a number of other variables. They can be installed in the proper pattern of rows and columns necessary for the specific application. Groups of steam jets can be operated either manually or by electric timers to provide the proper cleaning.

Again, the steam-cleaned water-cooled grate principle has been used for more than ten years on other fuels and is now being applied to bagasse firing. The first bagasse application should be starting about this time at Columbia Factory in Edgard, Louisiana (see Figure 2). All Riley water cooled grates are made of a chromium-bearing heat resisting proprietary alloy called Riloy 3A.

Figure 3 shows the side elevation of a water cooled grate arrangement indicating the relationship of the distributor air system, overfire air system, grate surface, and ash pit.

UNIFORMACION EN EL DISEÑO

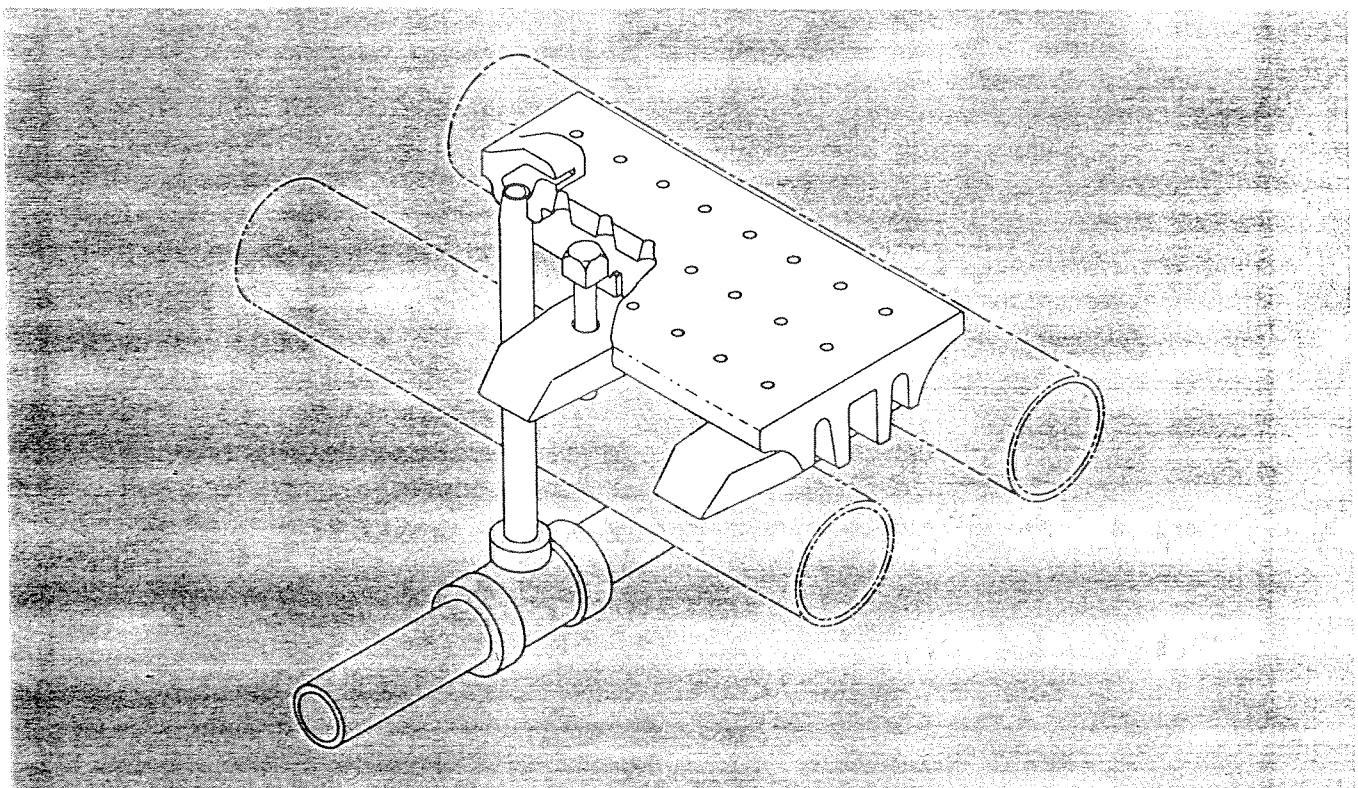
Los diseños originales fueron de parrillas de vuelco, oscilantes y viajeras las cuales han sido utilizadas en todas partes del mundo. Recientemente, Riley Stoker ha uniformado su diseño a dos tipos de parrillas, las cuales, se van a analizar en el curso de este artículo. Estas son algunas de las razones que han causado la estandarización del diseño:

1. El combustible es caro y escaso.
2. El bagazo tiene ahora muchas aplicaciones.
3. La mano de obra es muy cara.
4. Los materiales son caros.
5. Los operarios están mejor entrenados.
6. El costo del mantenimiento es muy alto.
7. El precio del azúcar es más alto.
8. El tamaño de las unidades ha aumentado.

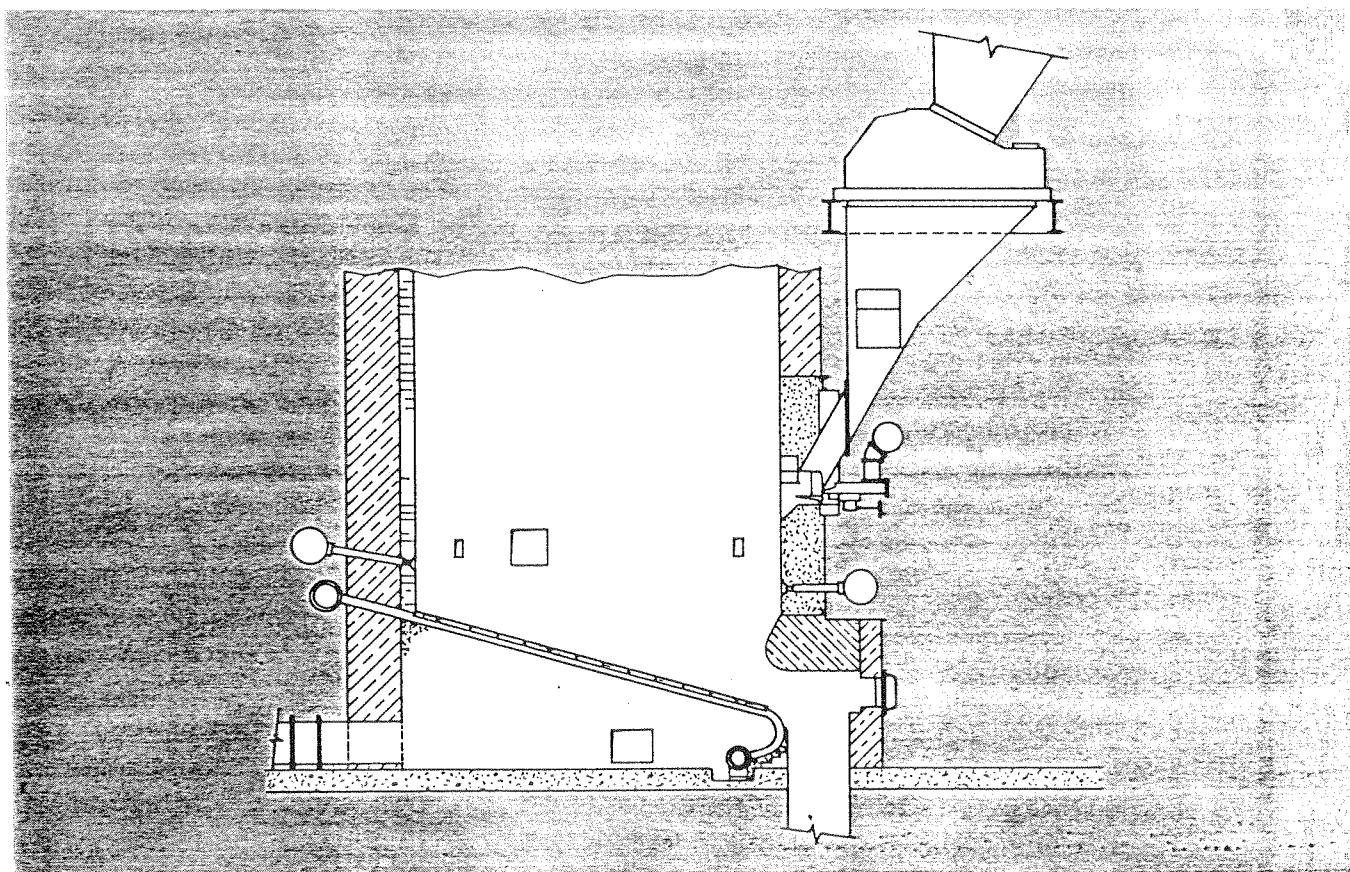
Riley Stoker ha eliminado la parrilla volcante de su línea de productos, debido, a la dificultad de volcar los combustibles sólidos en instalaciones industriales de capacidad en exceso de 100,000 libras por hora, y también al aumento de la mano de obra necesaria para recoger los residuos de la ceniza.

La parrilla volcante se ha reemplazado por una parrilla limpiada a base de vapor y enfriada por medio de una corriente de agua. Esta innovación, en la cual, las grampas sujetantes de la superficie de la parrilla enfriada por medio del agua, que se han utilizado con mucho éxito por un período de veinticinco años, han sido sustituidas por grampas similares que contienen chorros de vapor que rocían la superficie inclinada de la parrilla, empujando la ceniza hacia el colector. La cantidad y la ubicación de las grampas sujetantes depende de la clase de combustible utilizado, del contenido de la ceniza y de la arena, del tamaño de la instalación y de muchas otras variables. Estas grampas se pueden instalar en cualquier orden, de acuerdo con la aplicación. Los grupos de chorros de vapor se pueden operar manualmente o por medio de controles que fijan los intervalos electrónicamente para conseguir el funcionamiento apropiado.

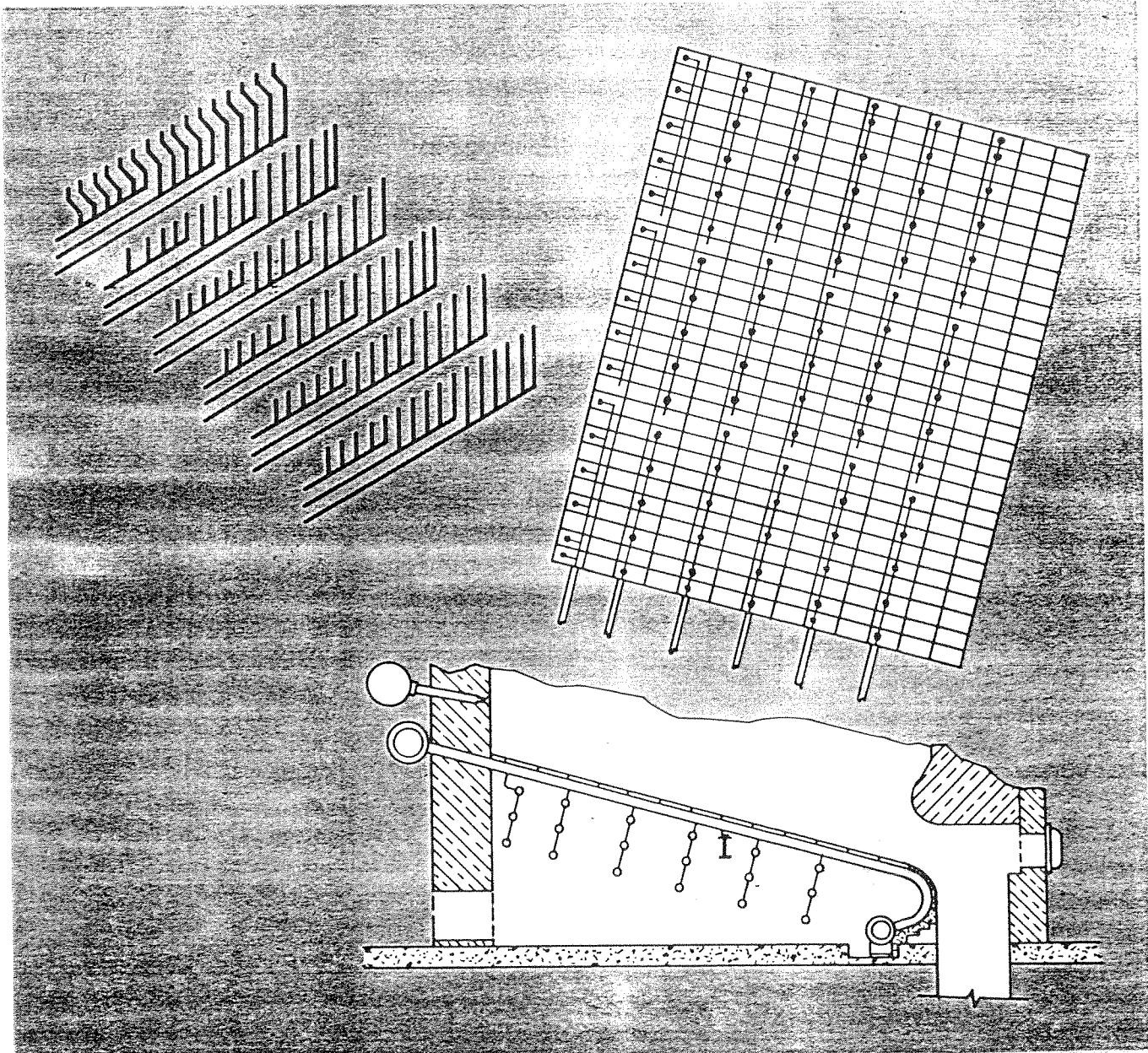
El principio de limpieza por medio de chorros de vapor y el enfriamiento a base de circulación de agua ha sido empleado por más de veinticinco años con otros combustibles, ahora, se está aplicando a la combustión del bagazo. La primera instalación quemando bagazo es la fábrica "Columbia"



Figure/Figura 2



Figure/Figura 3



Figure/Figura 4

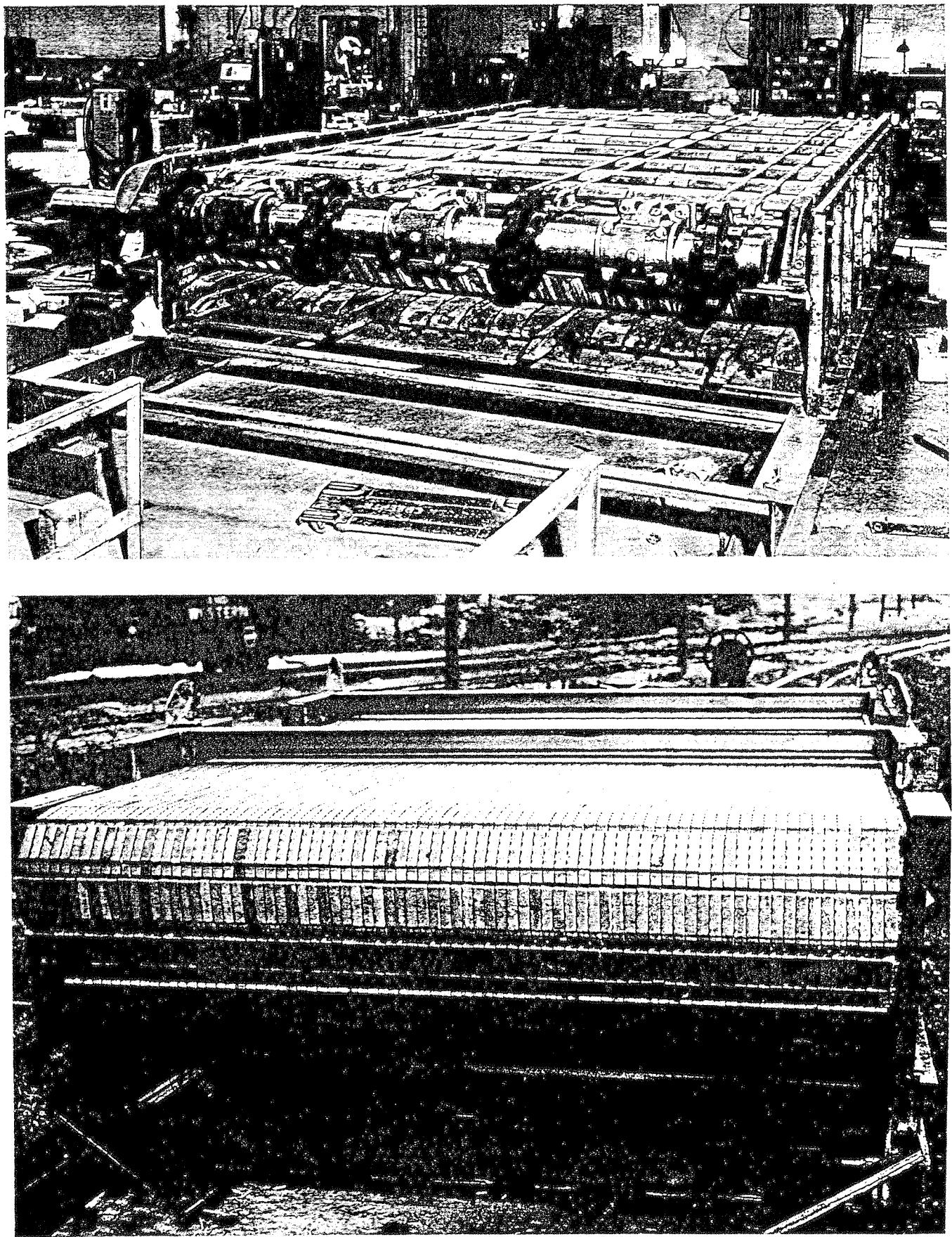
Figure 4 shows the grate surface and an isometric view of a piping schematic. Since the steam jet type grates are interchangeable with the plain water cooled grates, you can see that we have complete flexibility with this design, both initially and also later, should fuel conditions change.

Increased material and construction costs have also prompted our Company to modularize the basic tried and proven traveling grate stoker that has been in satisfactory service for approximately 40 years. Figure 5 shows two photographs of a modular stoker, one taken during assembly and the other taken after the

ubicada en Edgard, Louisiana, esta instalación empezará su funcionamiento por este tiempo (observe la figura 2). Todas las parrillas enfriadas por agua, construidas por Riley Stoker, están fabricadas con un material contenido cromo, que resiste el calor, cuya marca registrada es Riloy 3A.

La figura 3 muestra la elevación lateral de una parrilla refrigerada por agua e indica la relación del sistema distribuidor de aire, el sistema de aire de sobrefuego, la superficie de la parrilla y el foso de cenizas.

La figura 4 muestra la superficie de la parrilla y una vista isométrica del sistema de tubería.



Figure/Figura 5

same module had been loaded on a railcar for shipment. The modular assembly not only assures proper fit by virtually completing assembly in the shop, but it also minimizes freight costs and greatly reduces installation costs.

RECENT CHANGES

So far, we have discussed the origin and evolution of our grate designs. Other rather basic changes have taken place since the introduction of the bagasse-fired stoker. For example, we find that almost every boiler and stoker today is equipped with an airheater. This heat recovery device not only increases efficiency by reducing the dry flue gas loss, but it also simplifies combustion, which is especially important during operator training periods and times when bagasse is unusually wet, for example during periods of bad mill adjustment or following some mill wear.

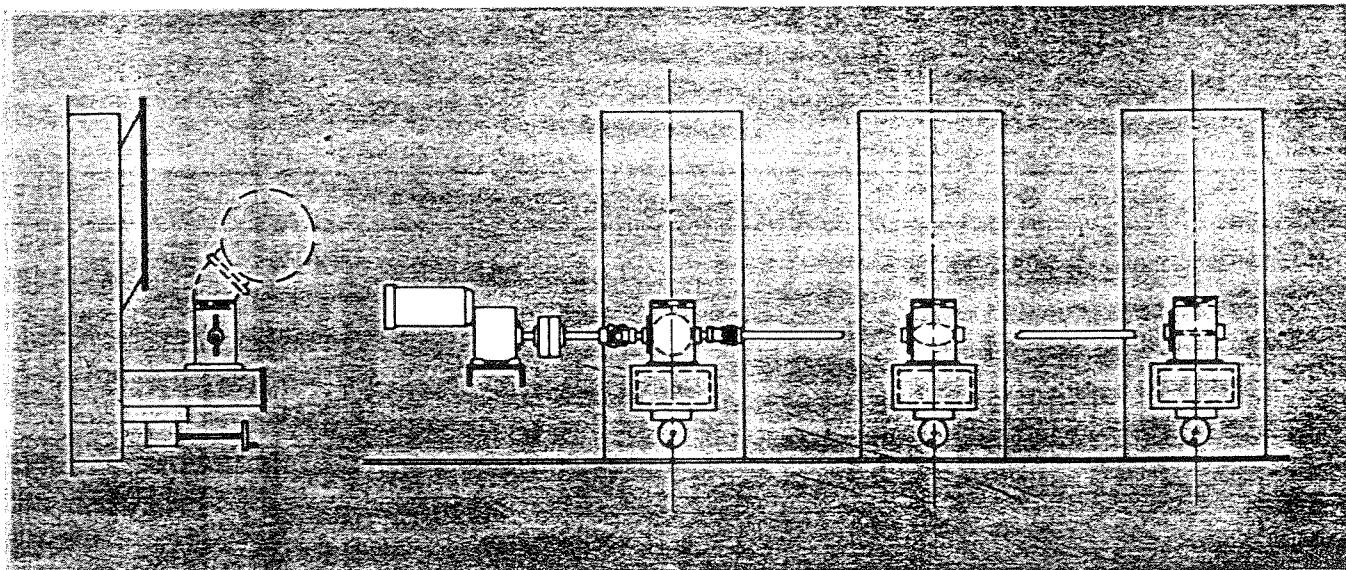
The pneumatic distributor shown in Figure 1 has now been modified to a modulating damper type, as is shown in Figure 6 below. The total number of dampers are tied together by a lineshaft, which is driven by a 1/3 HP S.C.R. variable speed drive. The modulating dampers are sequenced in such a manner as to create a staggered, pulsating blast of air to each distributor, insuring more even distribution of fuel over the grate surface.

Twenty-five years ago, very few bagasse-fired boilers had any provision for particulate scrub-

Puesto que las parrillas de tipo de inyección de vapor son intercambiables con las parrillas simplemente refrigeradas por agua, se puede ver que existe completa flexibilidad con este diseño, tanto inicialmente como después, si las características del combustible cambian.

El aumento en los costos de los materiales y de la construcción ha estimulado a Riley Stoker para modularizar la bien probada parrilla viajera la cual ha estado en servicio satisfactorio por aproximadamente 40 años. La figura 5 muestra dos fotografías de una parrilla modular, una de ellas tomada durante el ensamblado, la otra tomada después de que el mismo módulo ha sido puesto sobre un vagón para ser transportado. El ensamblado modular no sólo asegura el perfecto ajuste debido a que el ensamblado es virtualmente terminado en fábrica sino también hace mínimos los costos de transporte y reduce considerablemente los costos de instalación.

Hemos discutido hasta aquí el origen y evolución de nuestros diseños en la parrilla. Ha habido otros cambios básicos desde la introducción de la parrilla para bagazo. Por ejemplo, hoy día encontramos que la mayoría de las calderas están equipadas con calentadores de aire. Este aparato recuperador de calor no sólo aumenta el rendimiento al reducir las pérdidas de calor en los gases de combustión sino que también simplifica la combustión, lo que es especialmente importante durante los períodos de entrenamiento del operador y durante los períodos cuando el bagazo es desusualmente húmedo



Figure/Figura .6

bing of flue gas unless the mill happened to be in a densely populated area. Today, however, because of our EPA (Environmental Protection Agency) and your EQB (Environmental Quality Board) requirements, most new boilers come equipped with flue gas particulate removal equipment. Also, it is becoming more common to have to retrofit particulate removal equipment to existing bagasse-fired boilers. Our Company, for example, secured a contract here in Puerto Rico earlier this year for testing the flue gas emissions from several mills, and it appears that a number of particulate removal systems will be required throughout Puerto Rico.

The earlier particulate removal systems of bagasse-fired boilers were basically single stage, low efficiency dust collectors offering efficiency guarantees of approximately 90% based on particle sizes of 10 microns or larger. More recently, two-stage dust collectors have been sold, offering efficiencies in the 93 to 96 per cent efficiency ranges, again based on particle sizes of 10 microns or larger.

Because it is the less than 10 micron particle sizes and submicron particle sizes that are the most difficult to remove, it is necessary to utilize wet scrubbers to meet most of the newer air pollution control regulations.

Again, the approach of our Company has been to utilize equipment already tried and proven in other industries. Environeering, Inc., a sister subsidiary of Riley Stoker Corporation under The Riley Company, has over twenty years of experience in air pollution control, with hundreds of applications, many involving very difficult applications combining high density, submicron particulate, such as is found in steel foundry cupola emissions.

The Ventri-Rod Scrubber™ modifies and improves the venturi concept of scrubbing without the inherent disadvantages of a conventional venturi, (size, wear pattern, and low turndown capability). A series of venturi slot openings in parallel is created by the space between round rods of any required material. These very short (approximately one inch) venturi slots allow the pressure drop and consequent acceleration necessary to mix the gas, dust, and water particles. This allows impingement and collisions between the dust particles and water, allowing agglomeration of the dust

como durante los períodos de desajuste del molino o a consecuencia de desgaste del mismo.

El distribuidor neumático de la figura 1 ha sido modificado para convertirse en un distribuidor de tipo modulador, como se puede ver en la figura 6. Todos los registros están sujetados a un eje, el cual gira por medio de un motor de 1/3 de caballo con velocidad variable. Los registros moduladores son operados en una secuencia tal que suministra aire a cada distribuidor en forma de chorro pulsante asegurando así una distribución uniforme a toda la parrilla.

Veinticinco años atrás, muy pocas calderas bagazeras estaban provistas de equipos para limpiar los gases de partículas de ceniza, a menos que la localidad fuese densamente poblada.

Hoy, sin embargo, a causa de los requisitos establecidos por la EPA (Environmental Protection Agency) y el EQB local (Environmental Quality Board), la mayoría de las calderas nuevas están equipadas con sistemas de depuración de gases. Riley Stoker, por ejemplo, obtuvo un contrato en Puerto Rico este año para poner a prueba las emisiones de varios ingenios, y parece que algún número de estos sistemas van a ser necesarios en todo Puerto Rico.

Los primeros sistemas para limpiar gases de partículas de ceniza en calderas bagazeras eran básicamente de un sólo paso, con colectores de baja eficiencia ofreciendo garantías de aproximadamente 90% basada en partículas superiores a 10 micrones. Mas recientemente, colectores de dos pasos se han vendido con eficiencias en un rango de 93 a 96% basados en partículas mayores de 10 micrones.

Por el hecho de ser las partículas inferiores a los 10 micrones las más difíciles de colectar, se hace necesario utilizar depuradores con agua para poder cumplir con la mayoría de las nuevas regulaciones.

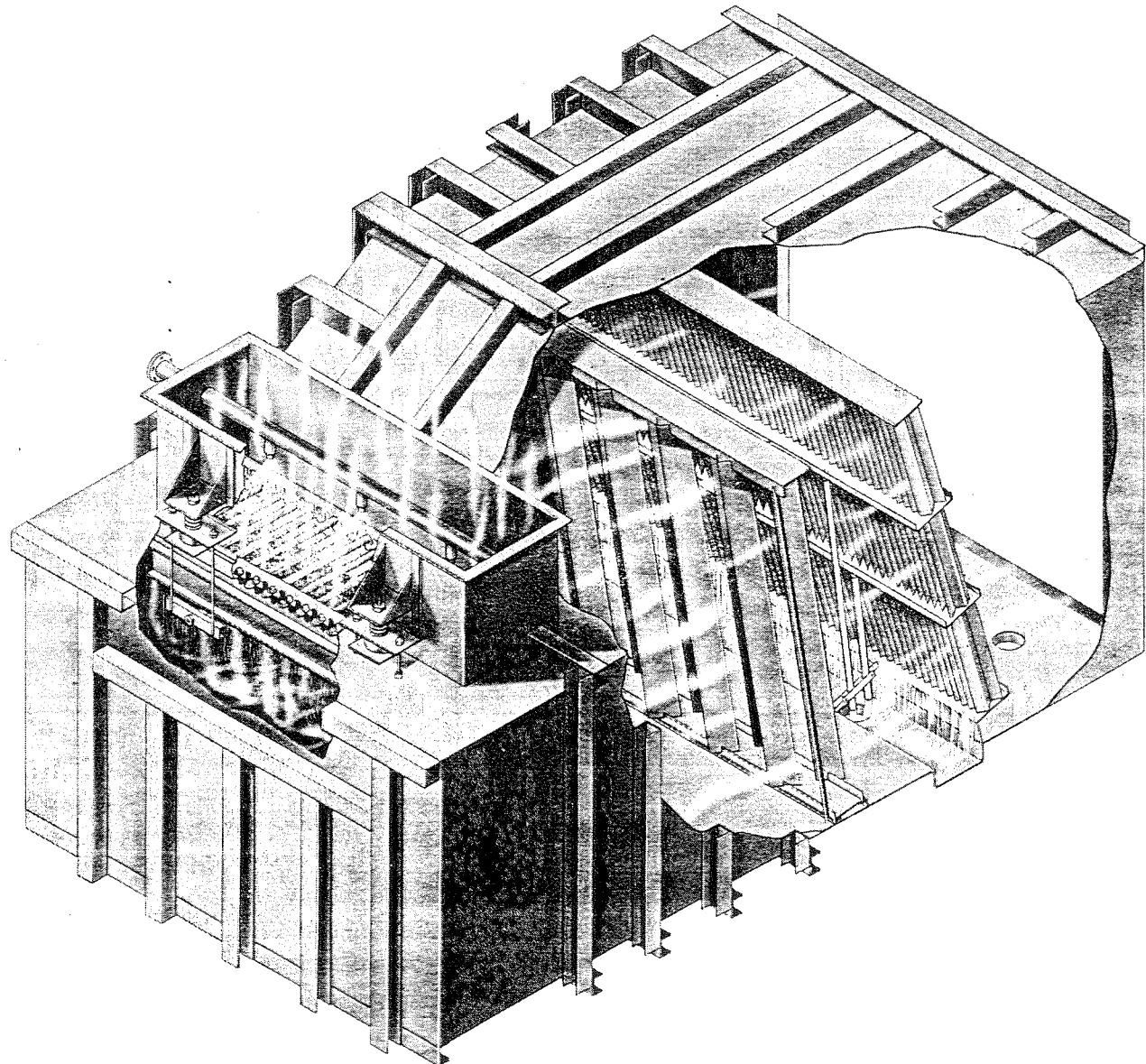
Nuevamente, la política de Riley Stoker ha sido utilizar equipos ya ensayados y comprobados en otras industrias. Environeering, Inc., subsidiaria de Riley Company y hermana de Riley Stoker Corporation tiene mas de veinte años de experiencia en control de contaminación ambiental, con cientos de obras, muchas de ellas en relación con aplicaciones muy difíciles combinando partículas menores a un micrón y de alta densidad como se encuentran en la emisión de plantas de fundición de acero.

particles and eventual dropout following the deceleration downstream from the Ventri-Rods. An improvement even of this concept appears in the Variable Ventri-Rod, which is designed with one fixed and one movable rod bed. The movable rod bed adjusts automatically for changing volumes and capacities by changing the size of the venturi openings and thereby maintaining constant efficiency over a wide range.

Figure 7 shows a phantom view of a typical A33 Ventri-Rod Scrubber™ with the variable rod deck shown in larger detail.

The variable principle, or A33 Ventri-Rod Scrubber, is being employed for the first time

El "Ventri-Rod Scrubber^{MR}" modifica y mejora el concepto de lavado en secciones "venturi" sin las desventajas inherentes a un "venturi" convencional (tamaño, forma de desgaste y poca amplitud del régimen de carga.) La serie de aperturas con sección de venturi es creada en el espacio entre las barras redondas hechas del material requerido. Estas cortas aperturas (aproximadamente de una pulgada de largo) permiten la caída de presión y la consecuente aceleración necesaria para mezclar el gas, el polvo y las partículas de agua. Esta aceleración produce impactos entre las partículas de polvo y las de agua permitiendo su aglomeración y la eventual descarga cuando la mezcla se desa-



Figure/Figura 7

on a bagasse-fired boiler presently being started up at St. James Sugar Cooperative in St. James, Louisiana. Because of many past installations on more difficult applications, we expect no unusual problems with this installation.

In closing, let me say that, just as you are working to retain fair margins during periods of high labor costs and low sugar prices, we in the boiler industry are working to adapt our equipment to serve your constantly changing needs.

celera corriente abajo de los "Venti-Rods". Se ha aún mejorado este concepto en los "Venti-Rods" variables cuyo diseño consiste en un plano de barras fijo y el otro móvil y ajustable automáticamente de acuerdo con los cambios en volúmenes y capacidades lo que cambia el tamaño de las aperturas "venturi" y con ello, produciendo rendimiento constante a todos los regímenes de carga.

La figura 7 muestra una "vista fantasma" de un lavador "Venti-Rod Scrubber" A33 con el plano variable mostrado en mayor detalle.

El principio de barras variables o "Venti-Rod Scrubber" A33 se está empleando por primera vez en una caldera con quemador de bagazo que está en el proceso de arranque en Saint James Sugar Cooperative en Saint James, Louisiana. Debido a que hay suficiente experiencia, en muchas instalaciones de aplicación más difícil, no esperamos problemas fuera de lo común en esta instalación.

Para terminar, quiero decir que así como Uds. están trabajando para retener márgenes justos durante períodos de altos costos laborales y bajos precios del azúcar, nosotros, en la industria calderera, estamos también trabajando para adaptar nuestro equipo para servir sus necesidades, las que cambian constantemente.

The author gratefully acknowledges the assistance of the following Riley Stoker Corporation employees in the translation of this paper:

F. Castillo

G. Navas

F. Palacios