

LA COGENERACION DE ELECTRICIDAD EN LAS FABRICAS DE PAPEL COMO OPCÓN PARA LA REDUCCIÓN DEL IMPACTO AMBIENTAL

Luz Zoraida Dondero Villanueva
Suani Texeira Cohelho

Programa Interunidades de Pós-graduação em Energia da Universidade de São Paulo

RESUMEN

En el presente trabajo se realiza un análisis ambiental, basado en los resultados técnico-económicos obtenidos en un estudio previo sobre autosuficiencia energética en la industria de papel brasileira. El objetivo principal es, determinar como varían las emisiones de NOx, SO₂ y MP provenientes de la quema de óleo combustible en la caldera o cámara de combustión de una industria de papel que produce 400 ton de papel/día. Estas emisiones serán estudiadas en tres tecnologías alternativas, previamente descritas. El trabajo muestra que, en términos energéticos, la adopción de la alternativa de adaptación de una turbina a gas. :TG/TV no sólo permitiría la autosuficiencia de energía de la industria de papel, con un considerable ahorro de energía, sino que, además, posibilitaría una disminución en la emisión de poluentes gaseosos.

ABSTRACT

This paper introduces an environmental analysis into a previous study for a Brazilian paper study (400 t paper/day). The main objective is to evaluate and to compare pollutant emissions (SO₂, NOx, and the particulate matter) from different configurations for cogeneration in a paper industry. Fuel-oil fired steam cycle and natural gas fired combined cycle are compared to current situation in the paper industry. Results show that natural gas combined cycle is a more efficient technology and also presents less pollutant emissions.

INTRODUCCION

Las fábricas de papel conforman un sector altamente intensivo en consumo de energía térmica y eléctrica con lo que, el uso de combustibles fósiles para cubrir esta demanda de energía, es elevado, lo que genera una gran cantidad de gases poluentes que precisan ser controlados. Existe, pues, una inherente necesidad de implementar acciones de planificación que

involucren no sólo medidas de conservación y uso eficiente de energía, sino que también internalicen la variable ambiental.

En la búsqueda de caminos más eficientes de generación, surge la alternativa de cogeneración en la industria de papel como una opción no sólo para el uso eficiente y conservación de energía, sino también, como una opción para la reducción del impacto ambiental causado por la constante emisión de poluentes gaseosos al medio ambiente.

Bajo esta tendencia, el presente trabajo quiere mostrar comparativamente la variación de las emisiones de NOx, SO₂ y MP, en cada una de las tres configuraciones adoptadas; para lo cual, se da, primeramente, una breve descripción de los principales poluentes emitidos en los procesos de combustión en una caldera y luego, adoptando las configuraciones utilizadas en el documento "Avaliação técnica e econômica da cogeração com turbinas a gás na indústria de papel"[1] se realiza el cálculo de las emisiones de NOx, SO₂ y MP para cada una de estas alternativas de generación. Para dicho cálculo se utilizó los resultados gráficos, experimentales, existentes para el caso brasileiro; obtenidos por el Instituto de Pesquisas Tecnológicas de la Universidad de São Paulo. [2]

EMISIONES EN UNA CALDERA

Los gases efluentes de procesos industriales de combustión, se encuentran constituidos por varios componentes, sin embargo, los óxidos de nitrógeno (NOx), Material Particulado (MP) y óxido de azufre (SO₂), son los más preocupantes debido a que son los que se emiten en mayor cantidad. Cuando el equipo se encuentra operando a condiciones normales los otros componentes como monóxido de carbono y compuestos orgánicos volátiles son emitidos a tasas pequeñas. A continuación se describe brevemente los tres componentes más importantes formados durante la combustión en calderas.

OXIDOS DE NITRÓGENO

Los óxidos de nitrógeno presentes en los gases formados en el proceso de combustión, estan en casi su totalidad formados por NO sin embargo, estas emisiones se representan normalmente en la forma de "NOx como el NO2 " y ya que los padrones de la calidad de aire son expresados de esa forma. seran asumidos así también en el presente trabajo.

MATERIAL PARTICULADO

El material particulado presente en los gases de combustión esta constituido por material orgánico (coque y fuligem) y material inorgánico (ceniza). En el caso de la combustión de óleo residual, los componentes predominantes son coque y cenizas.

OXIDOS DE AZUFRE

Los oxidos de azufre presentes en la emisión de calderas estan conformados mayormete por dióxido de carbono que es un gas particularmete importante, ya que, es el principal componente en la la formación de lluvia ácida.

CALCULO AMBIENTAL EN CADA UNA DE LAS ALTERNATIVAS

Antes de realizar el cálculo de las emisiones gaseosas acontinuación, se describirá brevemente cada una de las tres configuraciones adoptadas para una fabrica productora de 400 t/d de papel.

PRIMERA CONFIGURACION : SISTEMA ACTUAL

El denominado sistema actual corresponde a la situación media de las industrias de papel del Estado de San Paulo, segun la ANFPC.

La cogeneración es efectuada apartir de óleo combustible quemado en una caldera de baja presión (12 atm) y 200 °C, el vapor producido, es expandido en una turbina de contrapresión hasta alcanzar una presión de 3,6 atm para ser utilizado en la máquina de papel (2,8 Kg de vap/ ton de papel). [11

SEGUNDA CONFIGURACION CICLO CEST : AUMENTO DE PRESIÓN EN LA CALDERA CON USO DE UNA TURBINA DE EXTRACCIÓN /CONDENSACIÓN.

Esta alternativa involucra aumento de la presión en la caldera e introducción de una turbina de condensación.

En este caso se realiza un aumento de la presión en la caldera para producción de vapor a 60 atm y 450 °C ,

con extracción para el proceso de fabricación de papel a 3,6 atm y uso de una turbina de condensacion, produciéndose un ciclo CEST (Condensing Extraction Steam).

TERCERA CONFIGURACION: ADAPTACIÓN DE UNA TURBINA A GAS. TG/TV

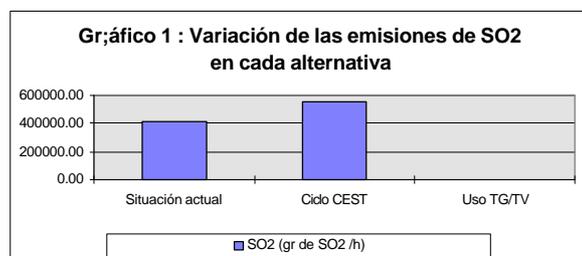
En esta alternativa se sugiere la introducción de una turbina a gas, que permite un aumento considerable en el rendimiento del proceso y a diferencia de las otras alternativas se utiliza gas natural como combustible.

Los gases de exaustión se utilizan para generar vapor a 12 atm el cual es alimentando a una turbina a vapor. En este caso fué mantenida la turbina actual (de contrapresión) sustituyéndose solamente la caldera convencional por un generador de vapor que utiliza los gases de exaustión de la turbina a gas aun a alta temperatura.

ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS

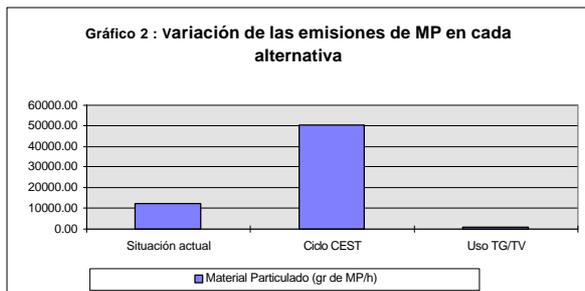
El siguiente cuadro muestra las emisiones en cada una de las alternativas

	NOx (gr de NOx/h)	Particulado (gr de MP/h)	SO ₂ (gr de SO ₂ /h)
Situación actual	37089	12361	408000
Ciclo CEST	151079	50359.7	554400
Uso TG/TV	16800	930	60

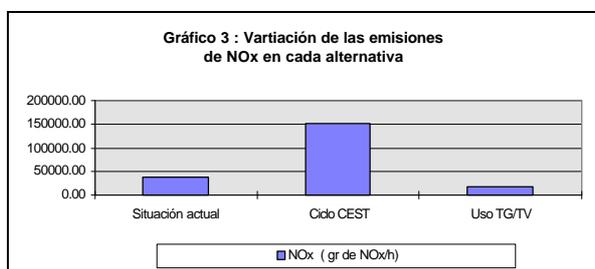


En el gráfico Nro 1 observamos que el uso del GN como combustible en la tercera alternativa, elimina casi por completo la emisión de SO₂, lo que, en términos ambientales, coloca al gas natural como el mejor combustible a ser utilizado.

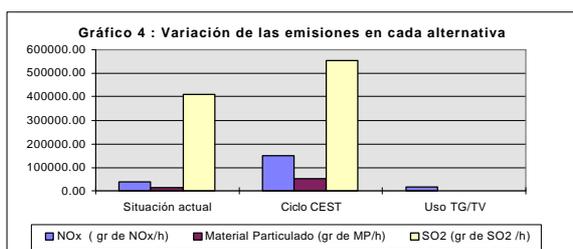
Por otro lado se observa que con el uso del ciclo CEST la energía total generada se incrementa (ver tabla 1), sin embargo, las emisiones de SO₂ también son aumentadas debido al mayor consumo de óleo combustible, con lo que podemos decir que a mayor energía generada mayor emisión de poluentes.



Como se observa en el gráfico Nro 2 la emisión de MP alcanza un máximo con el uso de ciclo CEST seguido de la situación actual (ambas usan óleo combustible), la menor emisión corresponde a la última alternativa TG/TV que utiliza GN como combustible. Cabe resaltar que la emisión de MP es mucho menor en la última alternativa llegando a ser casi nula.



Como se observa en el gráfico Nro 3 la emisión de NOx en el caso de TG/TV es la menor si se compara con las emisiones de NOx en las otras alternativas, sin embargo el GN pesar de ser considerado como combustible limpio emite una considerable cantidad de NOx, que precisaria ser controlada, en ese sentido existe actualmente turbinas a gas que poseen equipos acoplados o para acoplar, los que permiten la captación del NOx, disminuyendo los riesgos de polución.



Como se puede comprobar en el gráfico 4 la alternativa más poluyente corresponde a la del ciclo CEST por su mayor emisión de gases lo que se relaciona directamente a su mayor consumo de combustible (óleo combustible)

La situación actual se perfila como una alternativa intermedia en términos ambientales y el uso de TG/TV correspondería a la mejor opción.

Es importante destacar también que en términos energéticos el uso de TV/TG proporciona autosuficiencia a la industria .

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

- La emisión específica de poluentes por el gas natural es inferior a las del óleo combustible, principalmente por que la combustión del gas natural es más eficiente debido a su mayor facilidad de mezcla con el aire generando menor cantidad de material particulado.
- El gas natural dentro de su composición química casi no posee azufre y de esta manera su combustión prácticamente no produce óxidos de azufre , uno de los principales causadores de la lluvia ácida
- Se debe tomar en cuenta que a pesar de ser el GN el combustible menos contaminante en términos ambientales, emite una cantidad considerable de óxidos de nitrógeno durante su combustión.
- De las comparaciones podemos decir que, en términos ambientales, la adopción de la última alternativa sería la mejor, a pesar de su mayor costo. [1]
- En términos energéticos la adopción de la última alternativa permitiría la autosuficiencia de la industria de papel adoptada.
- Un estudio cualitativo más riguroso de la emisión de poluentes podría ser realizado, con la ayuda de más datos, que en el desarrollo del presente trabajo no se disponían.

REFERENCIAS

- [1] - COELHO S, IENO,G, YLBERSZTAJN D. Avaliação técnica da cogeração com turbinas a gás na indústria de papel SP. 1993.
- [2] - RENATO VERGHANINI FILHO, ADEMAR HAKUO USHIMA Formação de Poluentes em Porcessos Industriais de Comustão S.P 1996.

BIBLIOGRAFIA

- [1]-GE MARINE & INDUSTRIAL ENGINES Aeroderivative Gas Turbine Seminar - SP 12 june 1997
- [2]-GILBERTO OSWALDO IENO Estudio preliminar de viabilidade Técnica e econômica da Usina Termoeletrica Piratiniga Ciclo Combinado
- [3]-BONOMI, (coordenador) Manual de Recomendações e conservação de Energia na Industria de Papel e Celulose. Ver v 1 . S.P - 1985 - IPT.