

CONTROL OPERACIONAL EN LA IMPLEMENTACION DE LA EFICIENCIA ENERGETICA EN LA COMPAÑIA TEXTIL SAN PEDRO.

OPERATIONAL CONTROL IN THE IMPLEMENTATION OF ENERGY EFFICIENCY IN THE TEXTILE COMPANY SAN PEDRO.

Isabel Navarrete
Facultad de Ciencias Ambientales, Universidad Internacional SEK.
Ingeniería Química e Industrial
Quito, Ecuador. Email: gatica_alex@hotmail.com.
Tesis de pregrado.

RESUMEN

Se implementó el control operacional en una de las áreas de la empresa textil San Pedro como es en el proceso de Hilatura considerando este punto como una planta piloto, para después continuar con la implementación en todos los procesos, logrando así una mayor eficiencia en toda la planta.

También se analizan los puntos más importantes para lograr un buen monitoreo siendo el caldero uno de ellos que genera vapor y contar con todas las armas disponibles para lograr una muy buena eficiencia que se refleja en la disminución de combustibles y buena operación de la caldera.

El objetivo principal es implementar el control operativo en el área de hilatura y determinar los parámetros necesarios y principales para cumplir con el proyecto de eficiencia energética de la empresa.

ABSTRACT

Operational control was implemented in one of the areas of the textile company San Pedro and is in the process of spinning considering this as a pilot plant, and then continue with the implementation in all processes, thus achieving greater efficiency throughout the plant. The most important points are also analyzed for successful monitoring being the cauldron one that generates steam and have all the weapons available to achieve a very good efficiency, reflected in the decrease of fuel and good operation of the boiler. The main objective is to implement operational control in the area of scrub, and determine necessary and to meet the major energy efficiency project company parameters.

INTRODUCCIÓN

Textil San Pedro S.A. se encuentra ubicada en la Vía Sangolqui-Amaguaña Km.3 S/N Quito-Ecuador. A raíz de la segunda guerra mundial, al igual que en el resto del mundo la demanda de productos textiles y la capacidad productiva se ve afectada, ya que las grandes empresas europeas de construcción de maquinaria fueron obligadas a producir armamento. Con estos antecedentes, nace Textil San Pedro, en Quito- Ecuador, orientada a la fabricación de hilados de algodón y fibras sintéticas, iniciando su producción en 1948.

Como respuesta a la gran demanda de hilos se instalaron simultáneamente nuevas hilanderías y en pocos años se produjo una sobreoferta, de ahí que Textil San Pedro instala su tejeduría para la fabricación de telas de hogar, toallas y vestido. En poco tiempo instala la planta de tintorería y acabados. En 1985 se constituye como sociedad Anónima.

Al momento tiene una capacidad productiva muy superior a la original, debido a la continua renovación de equipos y maquinaria. Se considera empresa líder debido al posicionamiento de sus marcas en el mercado así como a la permanente innovación de sus artículos, los mismos que se comercializan en los almacenes de cadena más importantes del país.

Empezó con el desafío de la exportación en 1989 y ha establecido estrategias comerciales con socios de Colombia para atender al mercado hotelero.

Su actividad principal, es la fabricación y comercialización de toallas de algodón 100% y tejidos planos de algodón y sus mezclas; además ofrece servicio de tintura y acabados a terceros.

Textil San Pedro invierte gran parte de sus utilidades en renovación de maquinaria, por cuanto tiene mezcla de maquinaria antigua y nueva para sus diferentes procesos.

Textil San Pedro utiliza materia prima de la más alta calidad para la elaboración de todos sus productos. Entre los principales productos están las toallas con variados diseños tomando en cuenta las tendencias de la moda; otros productos importantes son telas para mantelería, telas para confección como gabardinas, lienzos y tejidos industriales.

La empresa cuenta con 25 personas administrativas y 165 en la planta que trabajan en tres turnos de 8 horas.

El Problema de Investigación

Mediante esta investigación desarrollada en la industria textil San Pedro, se busca la posibilidad de obtener un proyecto de mejoramiento de los procesos donde se seleccionó el área de hilatura para la investigación técnica.

Objetivo Principal

Implementar el control operativo, y determinar los parámetros necesarios y principales para cumplir con el proyecto de eficiencia energética de la empresa.

En base a la inspección y al diagnóstico realizado en todos los procesos se puede establecer un plan de implementación de control operativo para optimizar los recursos y mejorar la eficiencia energética en el área de hilatura que es un proyecto piloto para después continuar con las otras áreas.

Con el plan se establecerá un procedimiento del control operativo (consumo control y mantenimiento de acuerdo con las norma INEN 50001.

2. Implementación del Control Operacional.

Una vez conocido todos los procesos de Textil San Pedro con alta dirección y la colaboración de mi persona, se hace un plan piloto para implementar el control operacional en el área de hilatura y revisando el proyecto basado Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN-ISO:2012 ISO 50001. donde nos indica en el punto 4.5.5 que la implementación del control operacional debe realizar la organización para identificar y planificar aquellas operaciones y actividades de mantenimiento que estén relacionadas con el uso significativo de la energía y que son coherentes con su política energética, objetivos, metas y planes de acción con el objeto de asegurarse de que se efectúan bajo condiciones especificadas mediante la comunicación apropiada de los controles operacionales al personal que trabaja en el proceso en el área de hilatura.

Se hace una reunion del grupo energetico ya conformado anteriormente de Textil San Pedro y de acuerdo a la Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN-ISO:2012 ISO 50001 y la se elaboro el siguiente procedimiento, con sus respectivos anexos.

Mediante el procedimiento 4.5.5 de acuerdo al Sistema de Gestión Energetica que es aplicable en todas las secciones y departamentos de Textil San Pedro por lo que tiene que ver con la implementación de la Eficiencia Energética que se basa en la Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN-ISO:2012 (ISO 50001) (Conjunto de normas sobre la gestión de la eficiencia energetica establecidas por la Organización Interncional de Normalización).

Los miembros del grupo energetico establecen los criterios para la eficaz operación y mantenimiento de los usos significativos de energía. Asignando el control de los usos significativos de energía a personas certificadas y responsables, revisando los parametros de control operacional que se cumple durante la operación, recopilando datos y registrando en el formato designado donde el grupo energetico decidio hacer un plan piloto implementando un control operativo en el área de hilatura.

Principales Focos de Atencion en el Control Operaional.

Se implementó el control operativo en el área de hilatura y sus respectivos equipos, y este se

hizo con la implementación de los formatos que se elaboró que son los siguientes:

- Régimen de purgas
- Temperatura de agua de alimentación
- Presión y Temperatura de vapor
- Presión de combustible al quemador
- Estado de aislamiento térmico
- Nivel de agua
- Frecuencia de arranques y paradas

Implementación de Control Operativo para Agua de Alimentación

TEXTIL SAN PEDRO					
REGISTRO CONTROL OPERACIONAL CALDEROS					
CALDERO CLEAVER BROOKS					
AGUA DE ALIMENTACIÓN					
FE.4.5.5.1	AGOSTO				
Parametros	Temeperatura °C			Dureza ppm	Consumo de Agua m3
Rangos de Operación	70°C mín			0 a 5máx	
Fecha	8:00	11:00	12:45	Diario	Diario
1	50	38	45	5	1
4	23	32	34	5	2
5	40	54	56	5	3
6	30	35	29	7	1
7	43	33	30	10	3
8	45	43	25	3	2
11	38	42	34	3	1
12	34	38	35	8	2
13	46	37	38	3	3
14	39	43	42	5	1
15	40	42	49	3	1


Implementación Datos de Medición de Sólidos Disueltos

TEXTIL SAN PEDRO			
REGISTRO CONTROL OPERACIONAL CALDEROS			
CALDERO CLEAVER BROOKS			
FE.4.5.5.5	Sólidos Disueltos Suspendidos		
Rango	450mg/l		
Día	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE
1	—	313	352
2	—	470	—
3	—	478	—
4	—	412	542
7	—	380	307
8	—	386	411
9	—	391	363
10	—	352	316
11	241	—	401
12	441	—	530
13	361	—	418
14	—	326	—
15	—	334	—
16	330	260	—
17	415	226	—
18	401	242	—
19	368	—	—
20	365	—	—
21	—	33	—
22	—	326	—
23	333	399	—
24	267	508	—
25	343	507	—
26	358	—	—
27	—	—	—
28	—	362	—
29	—	339	—
30	—	479	—
31	—	510	—

Implementación de Control Operacional para Sólidos Totales

TEXTIL SAN PEDRO			
REGISTRO CONTROL OPERACIONAL CALDEROS			
CALDERO CLEAVER BROOKS			
Medición de Sólidos Totales			
FE.4.5.5.6			
Parametros	Agua de Salida	Agua de Alimentación	Condensado
Rango de Operación	3500 ppm	150 ppm	35 ppm
10-sep	3790	140	20
14	3840	130	10
15	3490	150	30
22	3470	140	35
29	2880	155	30
05-oct	1490	140	25
12	1890	150	20

Implementación del Consumo de Combustible

TEXTIL SAN PEDRO							
REGISTRO CONTROL OPERACIONAL CALDEROS							
F.E:4.5.5.8		CALDERO CLEAVER BROOKS					
Consumo Diario de Diesel							
Fecha							
Agosto		Septiembre		Octubre		Noviembre	
Unidades	gal	Unidades	gal	Unidades	gal	Unidades	gal
21	82,69	2	53,34	1	111,35	6	78,5
22	89,49	3	88,43	2	53,81	7	81,5
23	81,32	4	94,68	3	89,4	8	75,85
26	95,4	5	63,39	4	85,86	11	81,24
27	55,98	6	109,81	7	86,23	12	74,5
28	73,73	9	76,3	8	92,27	13	79,3
29	87,23	10	88,22	9	95,27	14	89,71
30	80,21	11	85,42	10	87,18	15	70,52
		12	107,79	14	87,03	18	81,4
		13	128,91	15	96,27		
		16	131,25	16	88,33		
		17	76,73	17	96,92		
		18	109	18	111,63		
		19	110,3	21	91,24		
		20	90,86	22	104,2		
		23	74,91	23	96,28		
		24	63,56	24	95,12		
		25	128,95	25	78,09		
		26	89,46	28	91,24		
				29	56,55		
				30	79,72		
				31	74,33		

Implementación del Control Operacional de Caldero

TEXTIL SAN PEDRO					
REGISTRO CONTROL OPERACIONAL CALDEROS					
CALDERO CLEAVER BROOKS					
DATOS CALDERO					
FE.4.5.5.9	Agosto				
Parametros	T°C Chimenea	P Comb. Psi	Pv.kg/cm2	t purga s	t carga caldero
Rangos de Operación	170°C	150 PSI	3,5kg/cm2	12 s	45 min
Fecha	Diario	Diario	Diario	Diario	Semanalmente
21	140	120	3,5	28,9	
22	149	130	3,4	31,6	
23	135	140	3,3	41,5	
26	150	130	3,2	37,96	30
27	140	120	3,2	44,6	
28	150	120	3,4	52,25	
29	150	100	3,5	50,31	
30	140	110	3,4	51,31	
30	140	110	3,4	51,31	

Cálculos para la Eficiencia de la Caldera Cleaver Brooks (Método Directo).

El método directo relaciona el calor transmitido al agua para generar vapor al

poder calorífico del combustible, o como el porcentaje que representa el calor útil y el calor disponible.

La eficiencia de la generación de vapor se define como el calor que es sistema que se absorbe dividido por la entrada de energía proveniente del combustible.

Para que la caldera produzca vapor es necesario una fuente de energía que en este caso es el combustible (diésel), por ello vamos a calcular la eficiencia de la caldera para saber si está trabajando en buenas condiciones mediante la siguiente formula:(ASME, 2013)

$$= \frac{\%}{\left(\frac{mvapor * (hvapor - hagua\ de\ alimentación)}{(mcombustible * Cpcombustible)} \right)}$$

Donde:

- %= Porcentaje de Eficiencia.
- mvapor= Masa del vapor que tiene la caldera.(kg)
- hvapor= Entalpía del Vapor de la caldera. (KJ/Kg)
- hagua de alimentación= Entalpia del agua de Alimentación.(KJ/Kg)
- mcombustible= Masa del combustible.(KJ/kg)
- Cp= Capacidad Calorífica del combustible (KJ/kg).

TEXTIL SAN PEDRO							
REGISTRO CONTROL OPERACIONAL CALDEROS							
EFICIENCIA DEL CALDERO CLEAVER BROOKS							
FE.4.5.5.15							
Cálculo de la Eficiencia de Caldero mediante Entalpías							
Parametros	Unidades	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Enero
T Alimentación	°K	323	343	363	363	363	363
Entalpia Alimentación	KJ/Kg	208,86	293,1	376,94	376,94	376,94	376,94
Presion Vapor	Kcal	343	343	343	343	343	343
Entalpia de Vapor	KJ/Kg	2730,96	2730,96	2730,96	2730,96	2730,96	2730,96
Masa del vapor	kg	1000	1000	1000	1000	1000	1000
masa del combu	kg	317,94	286,14	222,14	168,51	215,67	245,87
Cp combustible	KJ/Kg	44768,8	44768,8	44768,8	44768,8	44768,8	44768,8
Eficiencia de Caldero	%	17,72	19,03	23,67	31,20	24,38	21,39

Cálculo de la Huella de Carbono en Ton de CO2

TEXTIL SAN PEDRO				
REGISTRO CONTROL OPERACIONAL CALDEROS				
CALDERO CLEAVER BROOKS				
Medicon de CO2				
FE.4.5.5.18				
	Consumo Diesel gal		kwh	Medición de CO2 ton
Agosto	Mes	1800	75618	20,55
	Año	21500	903215	245,46
Noviembre	Mes	1400	58814	15,98
	Año	16800	705768	191,8
Enero	Mes	1060	12720	12,12
	Año	12720	534367	145,45

Análisis de resultados de la Implementación del Control Operativo

Se logró la implementación del control operativo en el área de hilatura de los equipos y variables principales del programa de eficiencia energética y conjuntamente con el grupo energético, departamento de Recursos Humanos, se procede a hacer un diagnóstico previo, del área piloto en estudio.

Se toma en cuenta las variables más principales e importantes como Temperatura, Presión Atmosférica, Presión de Vapor, Consumo de Agua, Control de tiempo de Purgas, Consumo de diésel, Sólidos Totales Disueltos, Sólidos Disueltos Suspendidos, Dureza, Consumo de Vapor, CO2 registrando los diferentes datos en los formularios que son organizados por el grupo energético que se rigen la Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN-ISO:2012.

Se realizó capacitaciones sobre la implementación de control operativo de todos los parametros y variables del área estudiada al personal encargado del proceso como se indica en la siguiente foto.

Los formatos que se implementó para un buen control operativo fueron los siguientes:
 Agua de Alimentación con el formato FE.4.5.5.1 (temperatura, dureza,consumo diario)
 Sólidos totales Disueltos con el formato FE.4.5.5.2.
 Sólidos Totales con el formato de FE.4.5.5.6.
 Combustible(diesel) con el formato FE.4.5.5.8 (presión, consumo).
 Caldero Cleaver Brooks con el formato FE.4.5.5.9 (presión de vapor, tiempo de purga, tiempo de carga,temperatura de la chimenea).
 Eficiencia del Caldero FE:4.5.5.16
 Pérdidas por Metodo Directo e Indirecto FE:4.5.5.17 (purga,chimenea, radiación).
 Toneladas de CO2 FE:4.5.5.18

Fueron materia de la capacitación al personal y tengan mayor conocimiento en la implementación de control operativo en el área de hilatura.

El consumo de agua se pudo controlar diariamente mediante el medidor que está junto al tanque de almacenamiento del agua de alimentación siendo un consumo de 1m³. La Tabla 22 nos indica que a medida que aumenta la temperatura de agua de alimentación el consumo de diésel disminuye.

Las pérdidas por purga,chimenea y radiación nos da de 62,32% por método directo es decir la eficiencia del caldero que es de 38,68%

Mediante el método directo. Realizando el cálculo de la huella de Carbono decimos que mientras menos sea el consumo de combustible vamos a tener menos emisiones de CO₂, ayudando así con menos contaminación para la comunidad.

CONCLUSIONES

Se implementó un buen control operativo en el área de hilatura que es una planta piloto para después continuar con las otras áreas de toda la planta debido a que se obtuvieron resultados positivos.

Al realizar las capacitaciones de la implementación de control operativo se evidencia que los operadores conocieron sobre el tema y están aptos para manejar la operación.

Mediante el estudio y el seguimiento de eficiencia energética se implementó los formatos FE:4.5.5.1 el registro de datos de las variables Temperatura, Presión Atmosférica y de Vapor, Consumo de Agua, Control de tiempo de Purgas, Consumo de diésel, Eficiencia del Caldero Cleaver Brooks, Pérdidas por purga, chimenea, radiación, Toneladas de CO₂.

Al implementar el control operacional de la eficiencia energética en el área de hilatura, al tomar todos los datos parámetros y variables técnicas necesarios para calcular la eficiencia energética se optimizara el trabajo de la caldera con donde se consiguió la disminución de costos de diésel de 20 galones diarios en el plan piloto de la empresa.

Se controló el consumo de agua de alimentación de 1m³, realizando un buen control operativo diariamente mediante el medidor ayudando a cuidar el recurso que es muy principal e importante.

Concluyo que mientras menos solidos disueltos en suspensión (rango requerido 200-500) y sólidos totales (de 1890ppm) en la caldera, las incrustaciones seran cada vez menores, menores sedimentos, etc.

Mediante el análisis de costo realizado se puede concluir que al desarrollar un plan de ahorro energético la empresa podría ahorrar 7200 galones de combustible anuales que significan 7592 USD por año.

La implementación del control operativo en Textil San Pedro es aportar una serie de medidas que encamine a su consumo más

eficiente y responsable de algunos recursos renovables como es el combustible Diésel y el agua.

En el caldero se controló la toma de tiempo de purgas diariamente en los dos turnos como se verifica en la tabla 15 que es de 1,05 minutos evitando pérdidas de energía

Al implementar este control operativo mejorara las condiciones de vida del caldero mejorara totalmente trabajando en condiciones buenas y aumentando su eficiencia.

Con una mejor eficiencia energética las pérdidas de purga, chimenea y radiación serían menores que el 62,32% por el método indirecto.

Reduciendo así las emisiones de CO₂ de 245,46 que fue en el mes de Agosto a 145,45 en Enero ayudando así a la comunidad Sumak Kawsay y menos contaminación del ambiente.

RECOMENDACIONES

Con los resultados conseguidos se recomienda implementar el control operativo con el resto de las áreas de Textil San Pedro para tener mejor eficiencia energética en toda la planta . Como es un proyecto piloto de implementación de eficiencia energética en el resto de áreas de la empresa Textil San Pedro se esperan resultados que beneficien a la empresa, disminuyendo costos, reduciendo las emisiones a la atmósfera que afectan a la comunidad.

La Norma ISO 50001 en el punto 3 nos recomienda realizar la calibración de los tanques de almacenamiento y equipos que pertenecen al área de hilatura.

Además se debe colocar medidores automáticos para que no existan errores de medición y tener datos exactos acuerdo a la norma ISO 50001.

Planificar la producción diaria especialmente la que no necesita de engomado los días lunes para así economizar los costos y así no se desperdicie el vapor generado por la caldera. Mantener la dureza del agua de 0 ppm máximo para que los sólidos sean menos no exista mayor corrosión en los calderos y evitar pasarse del tiempo permitido en el control de las purgas.

Implementar controles de purga automáticos para tener un mejor control de las mismas.

De acuerdo al Sistema de gestión energética las empresas encargadas de llevar los análisis de aguas y calderos dar los resultados al Jefe de Mantenimiento de cada sección lo más pronto posible para poder corregir las fallas a tiempo.

Se recomienda recubrir los tanques de agua de alimentación del área de hilatura con el material aislante, para obtener mayor temperatura para mejorar las condiciones operacionales del caldero y así mejore su eficiencia energética

Se recomienda implementar el consumo de electricidad en esta área del proyecto piloto, con el fin de determinar la situación real de esta área en este aspecto, ya que por falta de medidores de electricidad en esta área, no se pudo reportar estos consumos.

BIBLIOGRAFÍA

Instituto Ecuatoriano de Normalización 50001. *Sistemas de la Gestión de la Energía* 2012 (Primera Edición)

Pitts, D.(1997). *Transferencia de Calor*, Editorial Mc Graw Hill Estados Unidos de Norte America.

Castells,X. (2011) *Energía, Agua, Medio Ambiente, Territorialidad y Sostenibilidad*

Guía de Buenas Practicas Personales en el Sector Textil, 2000-2006 *Formación y Sensibilización Ambiental Formación y Sensibilización Ambiental en los Sectores Textil y Químico*. Recuperado 12/02/2014

http://ecotec21.org/index.php?option=com_content&task=view&id=115&Itemid=100

Neil A,F, 2000. *Optimización de la combustión en calderas y hornos*. Asociación Regional de Empresas de petróleo y gas Natural en Latinoamérica y Caribe.

Manual de Eficiencia Energética MYPES

Manual Textil San Pedro, 2013. *Procesos de Producción*

Spirax/Sarco S.A, *Diseño de Calderas y Accesorios (Regimen, Eficiencia)*. U.S.A 1990.

Martínez J, *Guía Básica Calderas Industriales Eficientes*, Fundación de Energía de la Comunidad de Madrid.

Gordon J. Van Wylen y Richard E. Sonntag, (1986), *Fundamentos de Termodinámica*, Decimasegunda edición, México.

Ministerio de Energía y Minas de Perú, *Elaboración de Proyectos de Guías de Orientación del Uso Eficiente de la Energía y de Diagnóstico Energético*, <http://www.minem.gob.pe/archivos/dge/publicaciones/uso/Guia%20Prototipo%20N%204%20v%201.pdf>.

<http://calculator.carbonfootprint.com/calculator.aspx?lang=es&tab=2>.

ASEFENER, *Formación y Sensibilización Ambiental en los Sectores Textil y Químico*, www.asefener.org/asefener/Guia_de_Buenas_Practicas_Sector_Textil-Asefener.pdf

Cleaver Brooks, *Manual de Operación y Mantenimiento de 125 a 300 cc*, catalogo #750-103, Milwaukee, Wis. 1980.

Manual de Mejora de la Eficiencia Energética en Calderas Industriales en el Perú.

Gesellschaft, T(GTZ), Alemania, Perú, *Manual de Mejora de la Eficiencia Energética en Calderas Industriales en el Perú*.



http://biblioteca.uns.edu.pe/saladocentes/archivoz/curzoz/002_modulo_ii_unidad.pdf

<http://www.dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/800/3/CAPITULO%202.pdf>

ASME 2013. *Optimización de Sistemas de Vapor Industrial*. (Quito-Ecuador).

http://catarina.udlap.mx/u_dl_a/tales/documentos/lqi/bautista_v_g/capitulo8.pdf

ANEXOS

TEXTIL SAN PEDRO									
REGISTRO CONTROL OPERACIONAL CALDEROS									
USE:CALDERO									
FE4.5.5.2			DATOS TOMADOS						
		LUNES	MART.	MIERC.	JUEV.	VIER.	SAB.	LIMITES	RESPONSABLE
	FECHA								
PARAMETRO	Un.								
Tiempo de carga(ENCENDIDO)	min	SEMANAL						30-45min	
Dureza de agua alimentacion	ppm	SEMANAL						0-5 max	
STD AGUA DEL CALDERO	ppm	SEMANAL						3500 max	
SOLIDOS SUSPENDIDOS	ppm	SEMANAL						300 max	
Consumo de combustible	gl	DIARIO							
Consumo de agua	m3	DIARIO							
T° de agua de alimentación	°C	TURNO 1						70°C min	
		TURNO 2						70°C min	
		TURNO3						70°C min	
Purgas	#	TURNO 1						5-10Seg	
		TURNO 2						5-10Seg	
		TURNO3						5-10Seg	
Produccion engomadora	m	TURNO 1							
		TURNO 2							
		TURNO3							
eficiencia caldera-T chimenea	%	TURNO 1						85-90%	
		TURNO 2						85-90%	
		TURNO3						85-90%	
Tiempo de archivo: 1 año									
Lugar de archivo: Oficina representante de la dirección SGE									

