



UTN * SANTA FE

INFORME ENERGÉTICO

TUYANGO SAINT-GOBAIN

Informe de Etapa 01

Fecha De Emisión: 19/03/2020

Grupo De Estudios Sobre Energía

Lavaisse 610 – Ciudad De Santa Fe – Pcia. De Santa Fe – Argentina

Tel: +54-9-342-4601579, Int: 214

gese@frsf.utn.edu.ar

1. INTRODUCCIÓN	3
2. OBJETIVO GENERAL	3
3. OBJETIVOS PARTICULARES	3
4. ALCANCE	3
5. FUERA DE ALCANCE	3
6. RESUMEN EJECUTIVO	4
6.1 SECTOR GENERAL: PLANTA	4
6.2 SECTOR PRODUCCIÓN: HORNO ROTATIVO	4
6.3 SECTOR ADMINISTRATIVO: OFICINA	4
6.4 RECOMENDACIONES	4
7. SECTOR GENERAL: PLANTA	5
7.1 CONSUMO DE ENERGÍA	5
7.2 COMPORTAMIENTO DE PARÁMETROS	6
7.3 VARIABLES SIGNIFICATIVAS	8
7.4 INDICADORES DE DESEMPEÑO ENERGÉTICO (IDEn)	9
8. SECTOR PRODUCCIÓN: HORNO ROTATIVO	10
8.1 CONSUMO DE ENERGÍA	10
8.2 COMPORTAMIENTO DE PARÁMETROS	12
8.3 VARIABLES SIGNIFICATIVAS	12
8.4 INDICADORES DE DESEMPEÑO ENERGÉTICO (IDEn)	14
8.5 MEDICIONES TÉRMICAS	14
8.5.1 PROCEDIMIENTO	14
8.5.2 EQUIPAMIENTO UTILIZADO	15
8.5.3 MEDICIONES REALIZADAS	15
8.6 RESULTADOS	16
9. EMISIONES DE DIÓXIDO DE CARBONO	18
9.1 PLANTA	18
9.2 HORNO ROTATIVO	18
9.3 PÉRDIDAS DE C+R EN EL HORNO ROTATIVO	19
10. SECTOR ADMINISTRATIVO: OFICINA	19
10.1 MEDICIONES ELÉCTRICAS	19
10.1.1 EQUIPOS UTILIZADOS	19
10.1.2 PROCEDIMIENTOS Y MEDICIONES	19
10.2 ANÁLISIS DEL CONSUMO ENERGÉTICO Y LA VARIACIÓN DE LA TEMPERATURA	21
11. OBSERVACIONES	23
12. RECOMENDACIONES	23
13. CONCLUSIONES	24



1. INTRODUCCIÓN

El presente informe muestra los resultados de las mediciones y análisis realizados para la empresa Tuyango Saint-Gobain en la planta ubicada en Av. Tuyango, 1, Piedras Blancas, Entre Ríos para la mejora del Sistema de Gestión de Energía (SGEn).

Se decidió trabajar sobre dos sectores puntuales. El primero corresponde a producción y se denomina "Horno Rotativo" y el segundo pertenece a administración y se denomina "Oficina".

La elección del sector del horno rotativo se debe a que el actual sistema de gestión lo clasifica como un Uso Significativo de Energía (USE). Se realizaron mediciones de temperatura superficial del equipo y temperatura de salida de gases de combustión el día 18/02/2020.

El sector oficina responde a una necesidad por parte de la empresa de conocer el comportamiento del consumo de energía eléctrica ligado a la parte administrativa. Se realizaron mediciones de distintos parámetros eléctricos desde el 18/02/2020 hasta el 09/03/2020.

2. OBJETIVO GENERAL

Asesorar a la empresa en la mejora del Sistema de Gestión de Energía.

3. OBJETIVOS PARTICULARES

Brindar información que permita a la empresa analizar el estado actual de los sectores de interés.

Brindar información acerca del comportamiento del consumo de energía.

4. ALCANCE

Los resultados de las mediciones y análisis realizados se limitan a establecer el comportamiento y las condiciones del consumo energético para los sectores de interés. Además para el horno rotativo se determinan las pérdidas de energía más significativas y se plantean posibles medidas de mejora.

Se generan distintas herramientas que permiten realizar un seguimiento del consumo de recursos y desempeño energético.

5. FUERA DE ALCANCE

Se consideran fuera del alcance de este informe el cálculo y evaluación de las posibles mejoras de eficiencia en los sectores de interés.

También la creación de un modelo estadístico sometido a pruebas estadísticas que permita definir una línea de base correctamente normalizada.

6. RESUMEN EJECUTIVO

6.1 SECTOR GENERAL: PLANTA

El 93% del consumo de energía de la planta corresponde a gas natural y el restante 7% corresponde a energía eléctrica.

Se presenta una variación de aproximadamente 30% entre el consumo máximo y mínimo, respecto del valor promedio de consumo de gas natural.

Se observó el mayor consumo energético para el mes de menor temperatura. No se observó un comportamiento inverso.

No se encontraron variables significativas relacionadas el consumo.

Las políticas energéticas y acciones de mejora deben concentrarse en la utilización del gas natural.

6.2 SECTOR PRODUCCIÓN: HORNO ROTATIVO

El 97% del consumo de energía de la planta corresponde a gas natural y el restante 7% corresponde a energía eléctrica.

Se presenta una variación de aproximadamente 38% entre el consumo máximo y mínimo, respecto del valor promedio de consumo de gas natural.

Se encontró que el volumen de producción es una variable significativa relacionada al consumo de gas natural.

Las políticas energéticas y acciones de mejora deben concentrarse en la utilización del gas natural.

Las pérdidas para radiación y convección representan 139.696 m³ anuales, que se traducen en \$2.318.710 por año.

Los tramos A, B y cámara de combustión, acumulan casi el 80 % de la pérdida total. El tramo A casi 40 %.

6.3 SECTOR ADMINISTRATIVO: OFICINA

Los valores de potencia activa fluctuaron, en general, entre 7 y 10 KW. Dichos valores durante ciertas jornadas superaron los 10 kW llegando el día 4 de marzo a las 16: 16 hs. a un valor pico de 12 KW, entendiéndose dicha fluctuación por las variaciones en la actividad desarrolladas.

Desde el día lunes 2 al 6 de marzo el consumo se disparó con respecto a la semana anterior llegando a un consumo pico de 58,08 kWh el día 3 de marzo.

6.4 RECOMENDACIONES

Reemplazar la denominación actual de los indicadores de desempeño para el horno rotativo (KPI) por la utilizada en la norma IRAM-ISO 50006 (IDEn).

Estudiar el comportamiento del consumo de gas respecto de la producción. El valor de correlación hace que sea un buen indicador pero necesita ser normalizado.

Estudiar la posibilidad de medir la cantidad de humedad de la materia prima antes de ingresar al horno para poder evaluar este parámetro como variable significativa.

Estudiar la posibilidad de separar el consumo de oficinas para poder discriminarlo como otro indicador.

Estudiar el comportamiento del consumo de energía debido a climatización y realizar una calificación energética del edificio en consecuencia.

Respecto de las pérdidas cuantificadas en el horno rotativo, mediante estudios posteriores podrían estudiarse medidas de mejora y su factibilidad, en base a la minimización de pérdidas de convección y radiación (mediante la aislación total o parcial de la superficie del equipo) o la realización de algún tipo de aprovechamiento de calor de los gases de escape para precalentamiento de la carga o del aire de combustión.

7. SECTOR GENERAL: PLANTA

7.1 CONSUMO DE ENERGÍA

A partir de los datos proporcionados por la empresa, se establecieron Gráficos de Consumo de consumo de energía eléctrica, consumo de gas natural. Además, a través de la Red de Estaciones Meteorológicas de la Bolsa de Cereales de Entre Ríos, se establecieron la temperatura y humedad relativa promedio para cada mes del año de estudio.

A partir de lo anterior se elabora las siguiente tablas y gráficos:

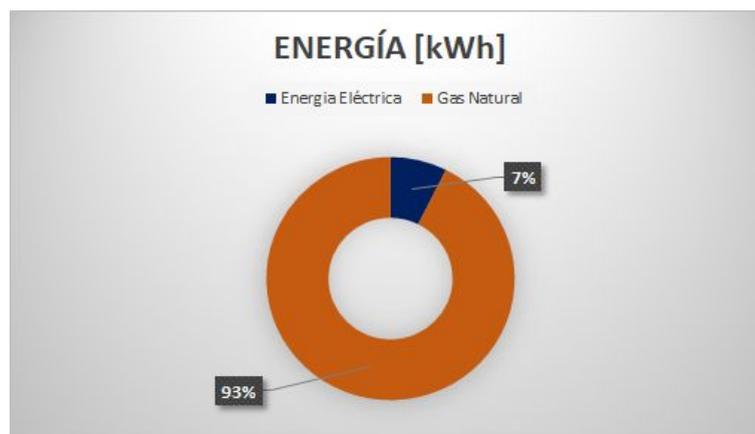


GRÁFICO 01. Participación de los recursos energéticos en el consumo de planta

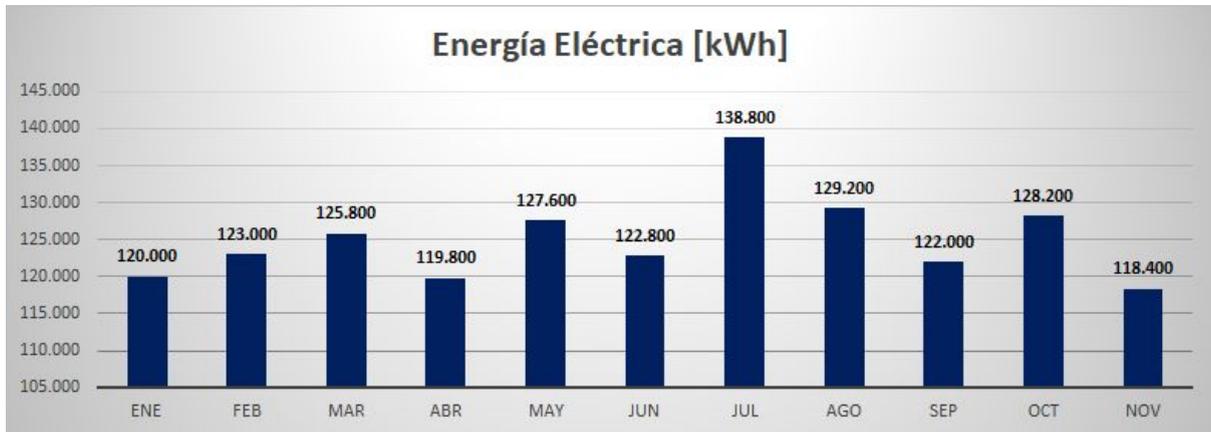


GRÁFICO 02. Energía eléctrica consumida en planta para el año 2019

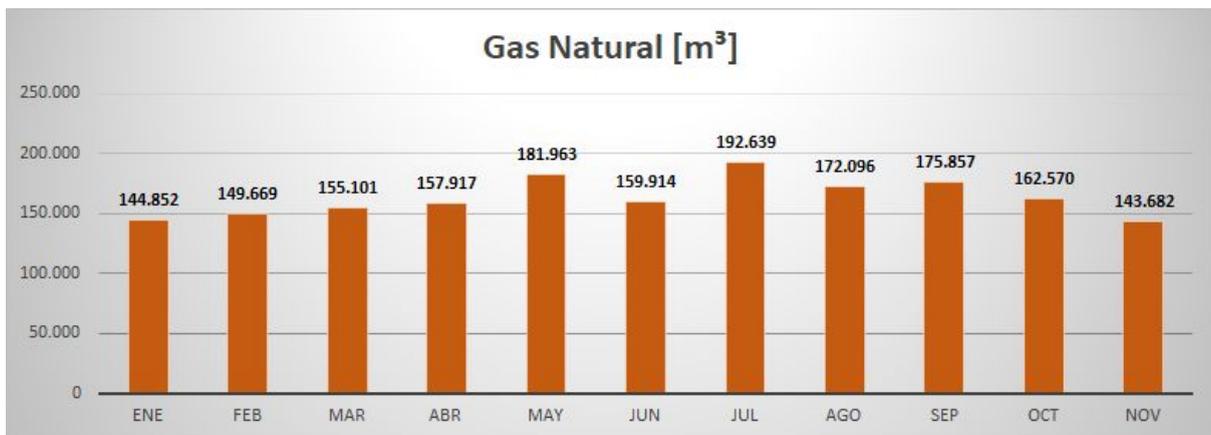


GRÁFICO 03. Gas natural consumido en planta para el año 2019

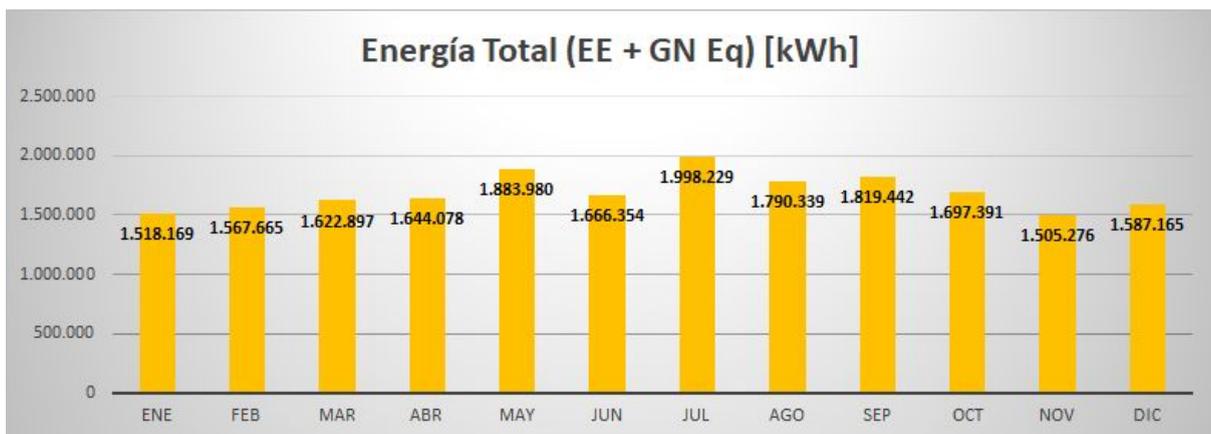


GRÁFICO 04. Energía total equivalente consumida en planta para el año 2019

7.2 COMPORTAMIENTO DE PARÁMETROS

Se resumen en las siguientes tablas los máximos y mínimos alcanzados por los distintos parámetros en busca de un indicio de comportamiento.

RESUMEN: MÁXIMOS				
	PROD [tn]	EE [kWh]	GAS [m³]	Tamb[°C]
MES	SEP	JUL	JUL	ENE
CANTIDAD	6.367,28	138.800	192.639	25

TABLA 01. Valores máximos de los parámetros considerados en planta

RESUMEN: MÍNIMOS				
	PROD [tn]	EE [kWh]	GAS [m³]	Tamb[°C]
MES	NOV	NOV	NOV	JUL
CANTIDAD	4.414,00	118.400	143.682	12

TABLA 02. Valores mínimos de los parámetros considerados en planta

Se observa que el máximo mes de consumo tanto para energía eléctrica como gas natural corresponde al mes de menor temperatura ambiente.

Se grafica el consumo de energía y temperatura para observar mejor el comportamiento.

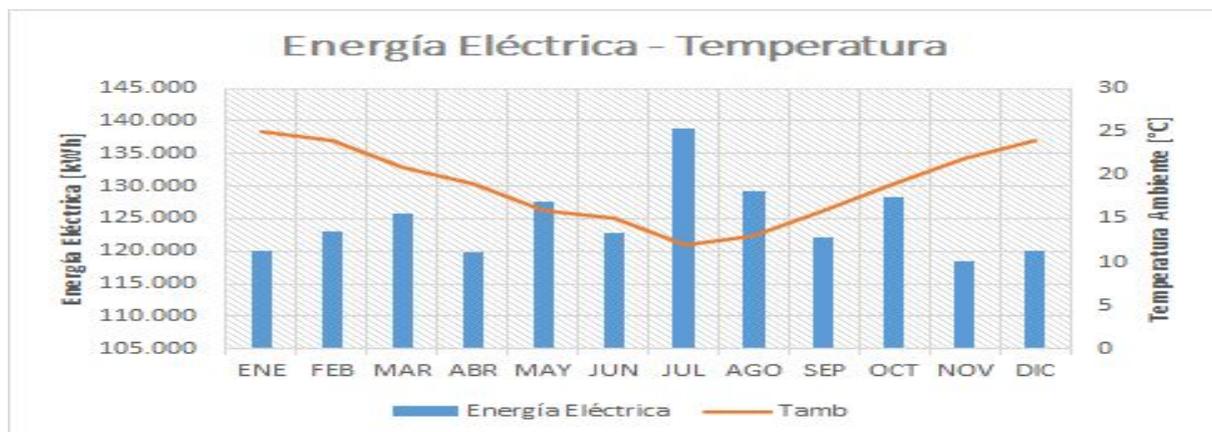


GRÁFICO 05. Energía eléctrica consumida en planta - Temperatura ambiente

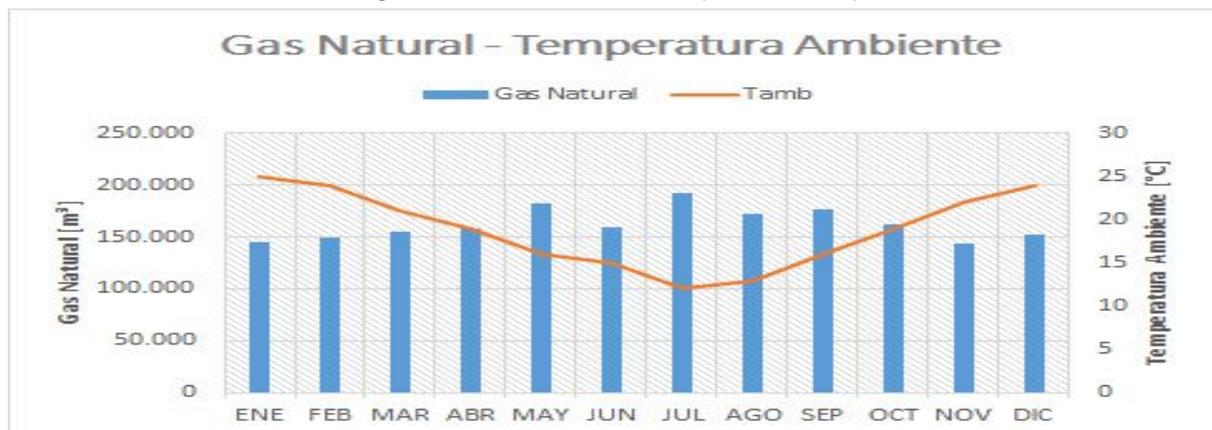


GRÁFICO 06. Gas natural consumido en planta - Temperatura ambiente

7.3 VARIABLES SIGNIFICATIVAS

Se utilizaron los datos proporcionados por la empresa para determinar la correlación existente entre el consumo, tanto de energía eléctrica como de gas natural, y las variables que pudieran ser significativas dada la naturaleza de la actividad que se realiza.

En base a la disponibilidad de datos y lo expresado por la empresa se decidió analizar tres posibles variables significativas: VOLUMEN DE PRODUCCIÓN, TEMPERATURA AMBIENTE Y HUMEDAD RELATIVA.

Se muestran los gráficos de dispersión de la temperatura, con sus correspondientes líneas de tendencia, dado que ésta es la variable que mejor se ajusta a los datos. En la esquina superior derecha de la grilla se observa la ecuación de la línea de tendencia y el coeficiente de correlación (r^2) de las variables.

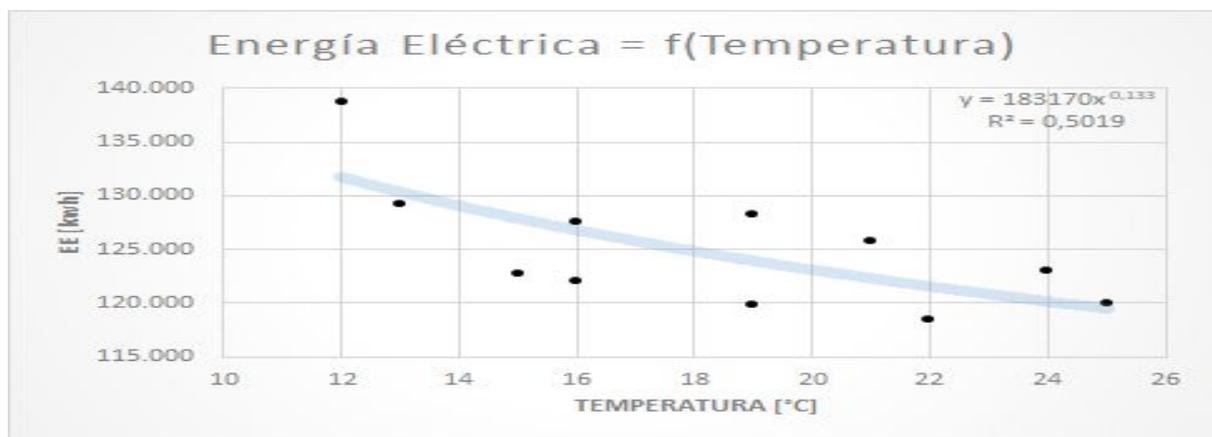


GRÁFICO 07. Línea de tendencia para Energía Eléctrica como función de la Temp Amb

GRÁFICO 08. Línea de tendencia para Gas Natural como función de la Temp Amb

Dado los valores de los coeficientes de correlación (R^2), la normativa sugiere que esta variable sea catalogada como “MENOS SIGNIFICATIVA O POCO SIGNIFICATIVA”

De la misma manera la variable “Volumen de Producción” puede considerarse como menos significativa para el consumo de gas natural.

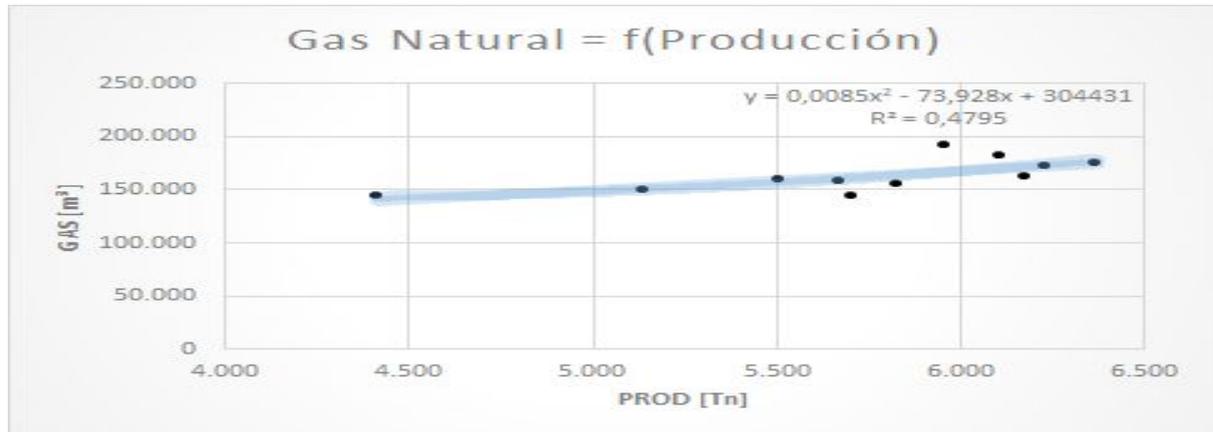


GRÁFICO 09. Línea de tendencia para Gas Natural como función de la Producción

Las variables “Volumen de Producción” (para consumo de energía eléctrica) y “Humedad Relativa” se catalogaron como “NO SIGNIFICATIVAS”

Observación: Estos análisis deben repetirse con una mayor cantidad de muestras para corroborar los resultados obtenidos.

7.4 INDICADORES DE DESEMPEÑO ENERGÉTICO (IDEn)

A partir de los valores de consumo de energía y producción se obtiene la relación que determina la cantidad de energía necesaria por unidad de producto. Se grafican los IDEn para energía eléctrica y gas natural.

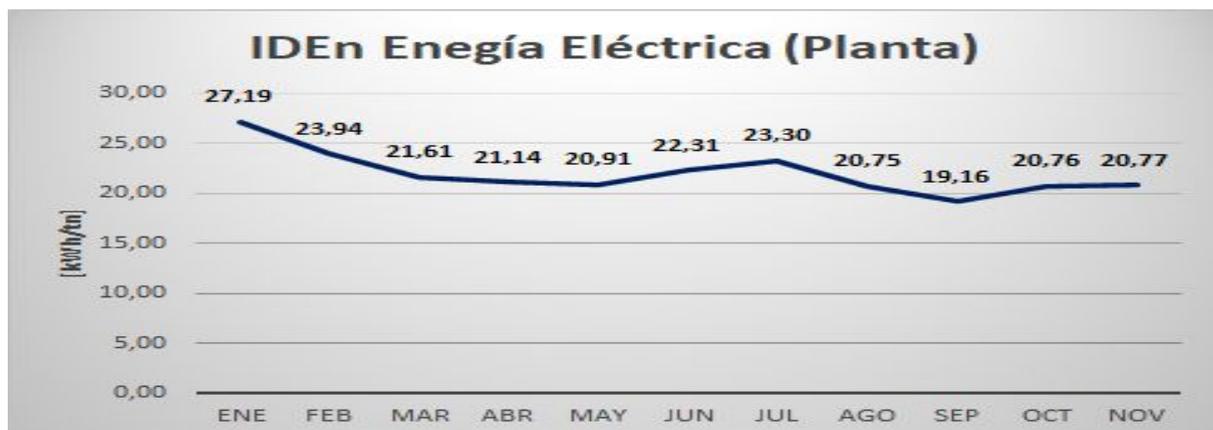


GRÁFICO 10. IDEn de energía eléctrica necesaria por unidad de producto (planta)

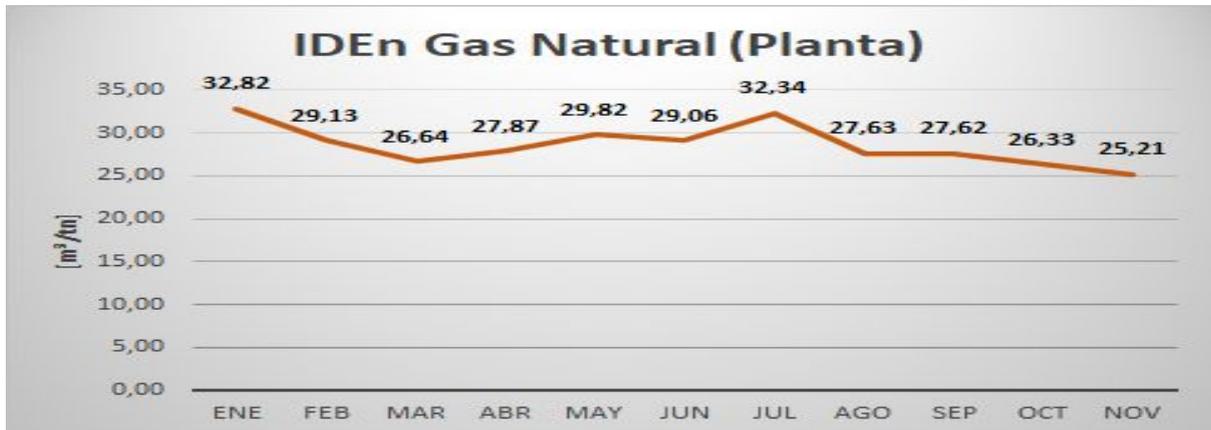


GRÁFICO 10. IDEn de gas natural necesario por unidad de producto (planta)

Observaciones: Las dos gráficas anteriores no se consideran Líneas de Base Energética (LBE_n) debido a que no se cuenta con un adecuado modelado que explique el comportamiento del indicador. De este modo no pueden realizarse comparaciones objetivas.

8. SECTOR PRODUCCIÓN: HORNO ROTATIVO

8.1 CONSUMO DE ENERGÍA

A partir de los datos proporcionados por la empresa, se establecieron Gráficos de Consumo de consumo de energía eléctrica, consumo de gas natural. Además, a través de la Red de Estaciones Meteorológicas de la Bolsa de Cereales de Entre Ríos, se establecieron la temperatura y humedad relativa promedio para cada mes del año de estudio.

A partir de lo anterior se elabora las siguiente tablas y gráficos:

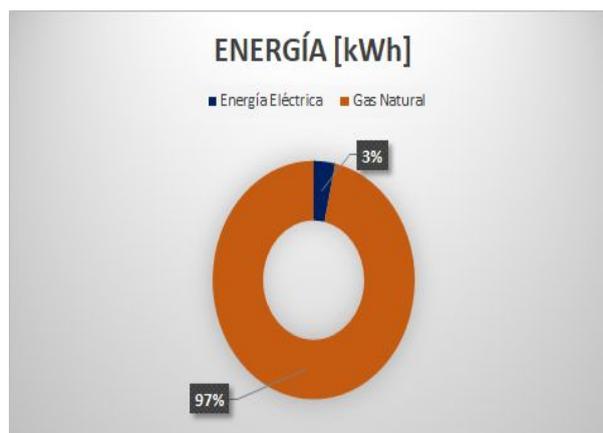


GRÁFICO 11. Participación de los recursos energéticos en el consumo del horno rotativo

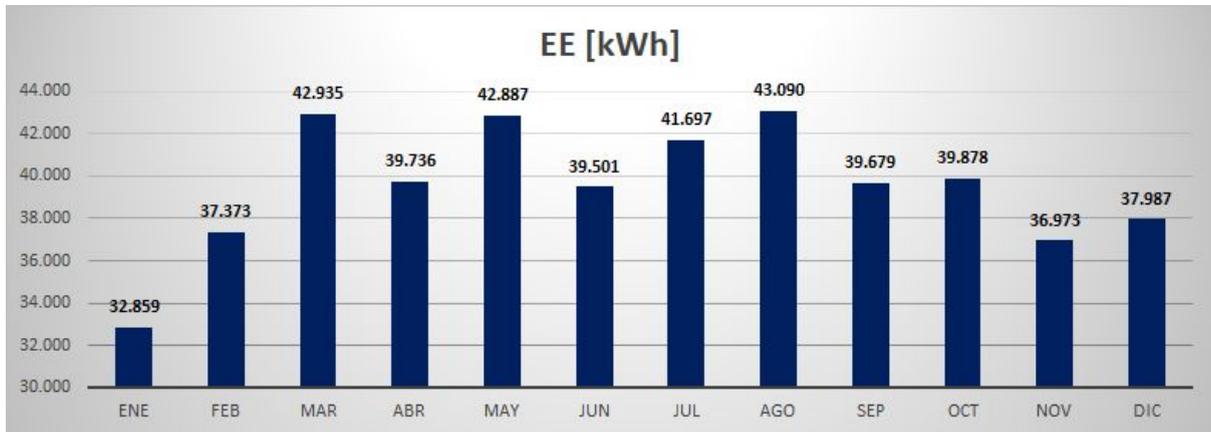


GRÁFICO 12. Energía eléctrica consumida en horno rotativo para el año 2019

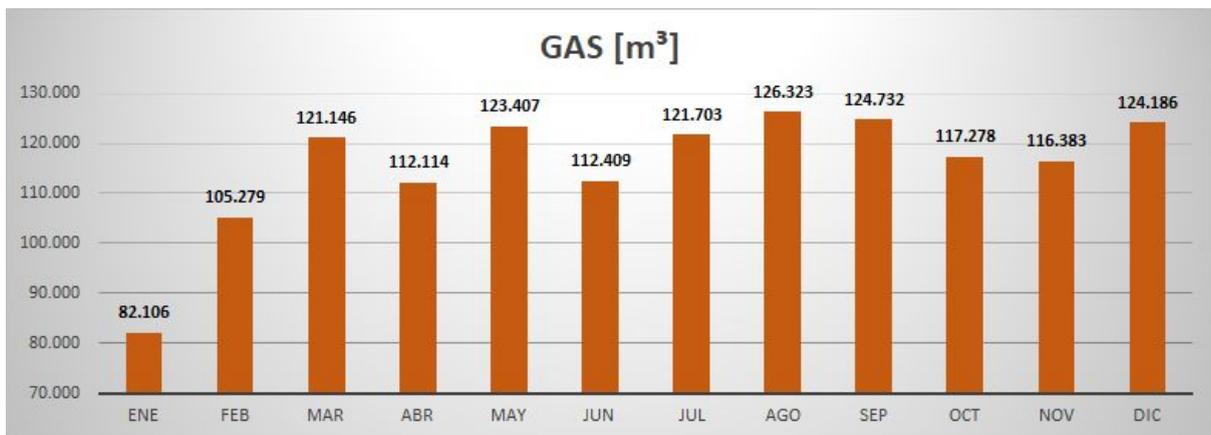


GRÁFICO 13. Gas natural consumido en el horno rotativo para el año 2019

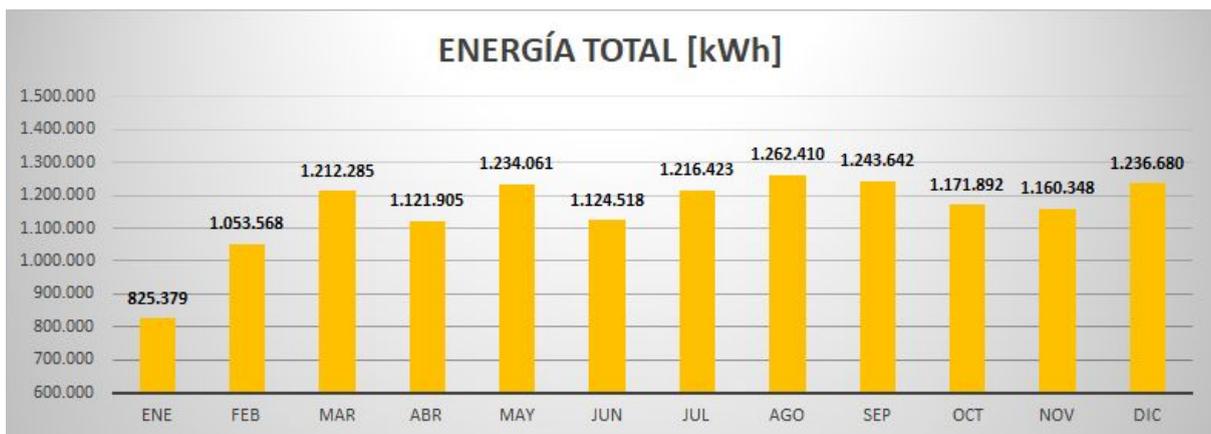


GRÁFICO 14. Energía total equivalente consumida en el horno rotativo para el año 2019

8.2 COMPORTAMIENTO DE PARÁMETROS

RESUMEN MÁXIMOS				
MAX	PROD [tn]	EE [kwh]	GAS [m ³]	Tamb[°C]
MES	SEP	AGO	AGO	ENE
CANT	6.367,28	43.090	126.323	25

TABLA 03. Valores máximos de los parámetros considerados en el horno rotativo

RESUMEN MÍNIMOS				
MÍN	PROD [tn]	EE [kwh]	GAS [m ³]	Tamb[°C]
MES	ENE	ENE	ENE	JUL
CANT	4.414,00	32.859	82.106	12

TABLA 04. Valores mínimos de los parámetros considerados en el horno rotativo

No se observa ningún comportamiento en particular.

8.3 VARIABLES SIGNIFICATIVAS

Se utilizaron los datos proporcionados por la empresa para determinar la correlación existente entre el consumo, tanto de energía eléctrica como de gas natural, y las variables que pudieran ser significativas dada la naturaleza de la actividad que se realiza.

En base a la disponibilidad de datos y lo expresado por la empresa se decidió analizar tres posibles variables significativas: VOLUMEN DE PRODUCCIÓN, TEMPERATURA AMBIENTE Y HUMEDAD RELATIVA.

Se muestra el gráfico de dispersión de consumo con respecto al volumen de producción, con su correspondiente líneas de tendencia, dado que ésta es la variable que mejor se ajusta a los datos. En la esquina superior derecha de la grilla se observa la ecuación de la línea de tendencia y el coeficiente de correlación (r^2) de las variables.

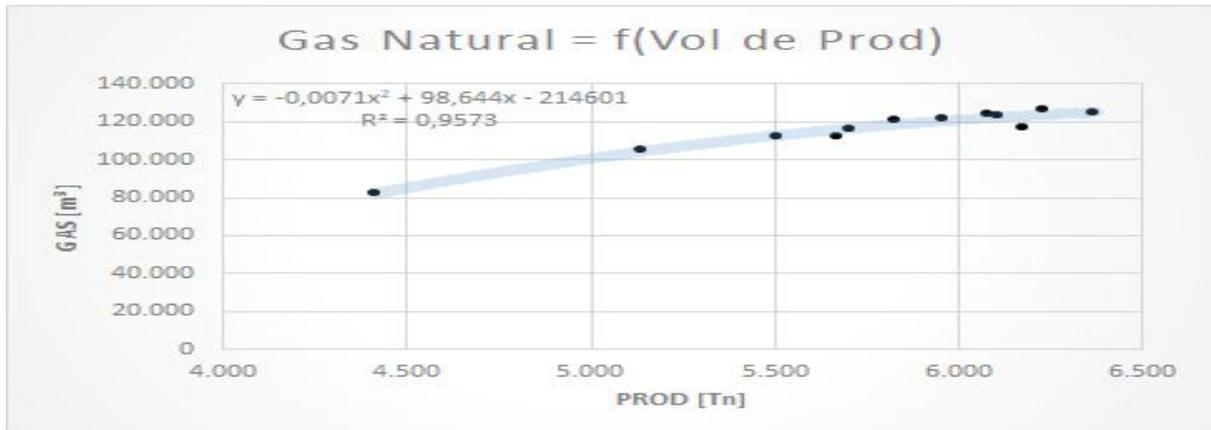


GRÁFICO 15. Línea de tendencia para Gas Natural como función del Volumen de Producción

Dado el valor del coeficiente de correlación (R^2), la normativa sugiere que esta variable sea catalogada como "SIGNIFICATIVA". Se recomienda estudiar esta relación en profundidad.

De la misma manera la variable "Volumen de Producción" para energía eléctrica y temperatura pueden considerarse como menos significativas para el consumo de gas natural.

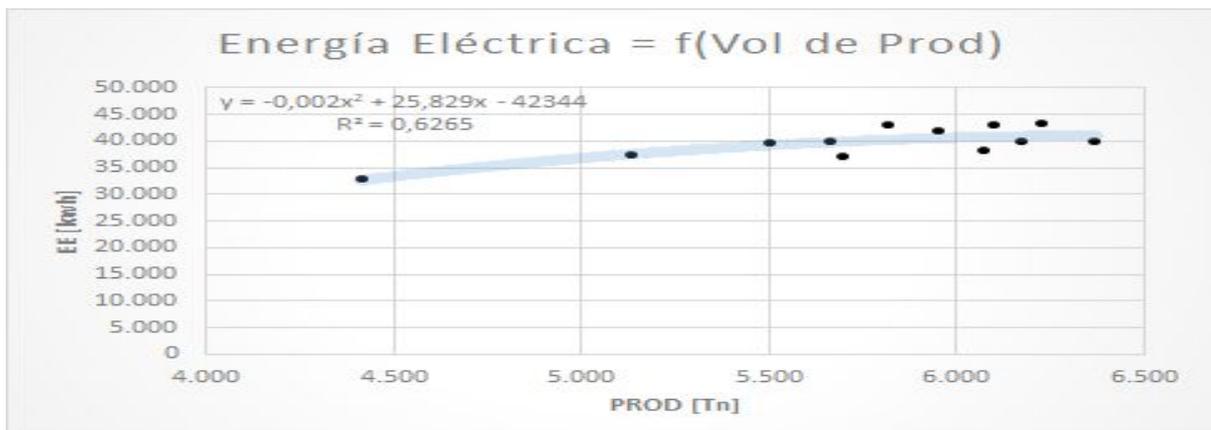


GRÁFICO 16. Línea de tendencia para Energía Eléctrica como función del Volumen de Producción

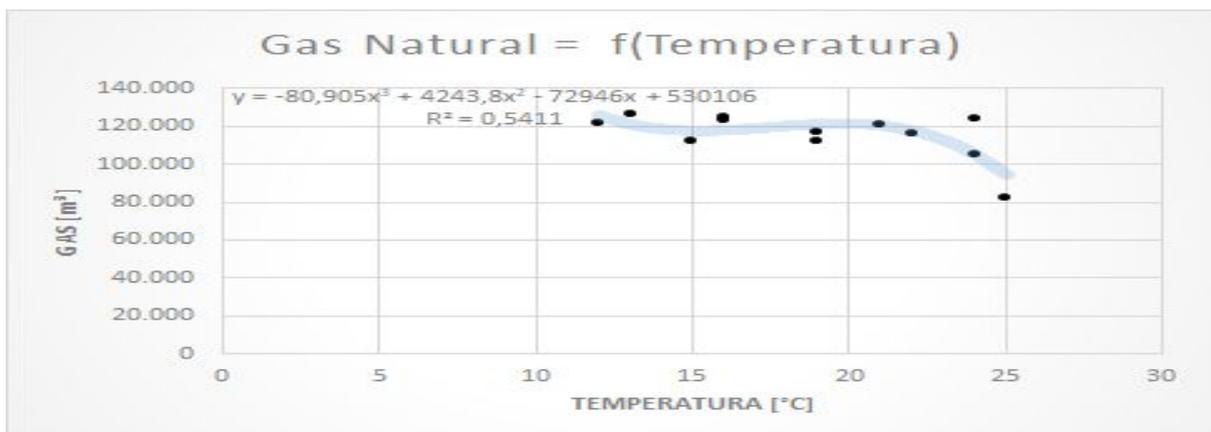


GRÁFICO 17. Línea de tendencia para Gas Natural como función de la Temp Amb

8.4 INDICADORES DE DESEMPEÑO ENERGÉTICO (IDEn)

A partir de los valores de consumo de energía y producción se obtiene la relación que determina la cantidad de energía necesaria por unidad de producto. Se grafican los IDEn para energía eléctrica y gas natural.

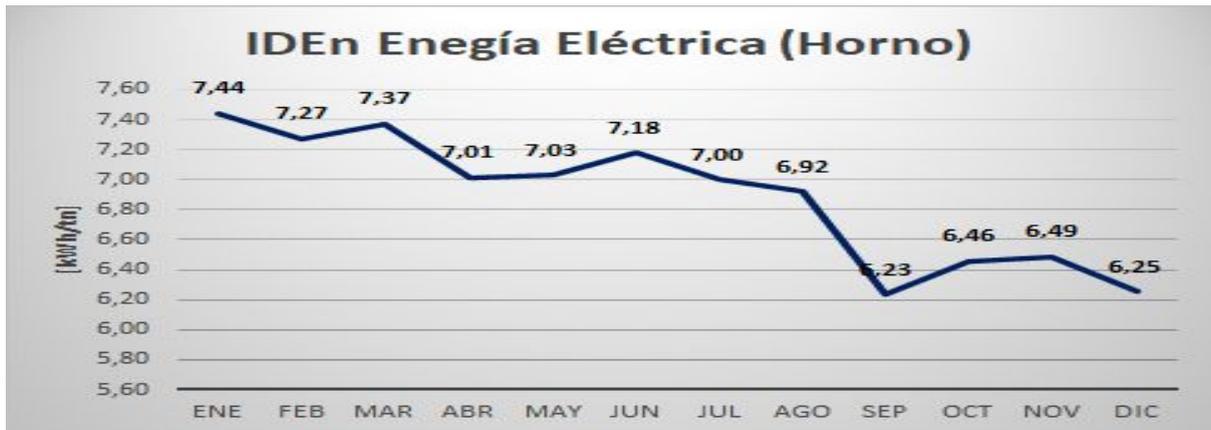


GRÁFICO 18. IDEn de energía eléctrica necesaria por unidad de producto (horno rotativo)

GRÁFICO 19. IDEn de gas natural necesario por unidad de producto (horno rotativo)

Observaciones: Las dos gráficas anteriores no se consideran Líneas de Base Energética (LBEn) debido a que no se cuenta con un adecuado modelado que explique el comportamiento del indicador. De este modo no pueden realizarse comparaciones objetivas.

8.5 MEDICIONES TÉRMICAS

8.5.1 PROCEDIMIENTO

Se realizó un relevamiento general del equipo con el fin de estudiar su funcionamiento y poder registrar sus parámetros de trabajo y dimensiones generales. Se tomaron registros de Temperaturas superficiales por tramos y temperatura de gases a la salida del mismo.

Se recopilaron registros de consumos relacionados al funcionamiento.

8.5.2 EQUIPAMIENTO UTILIZADO

Cámara termográfica

Marca: FLUKE Modelo: Ti 25

Pirómetro óptico

Marca: EXTECH Modelo: 42570

Termómetro digital con sonda de temperatura para gases:

Marca: TESTO Modelo: 920

8.5.3 MEDICIONES REALIZADAS

Temperatura superficial

Se realizaron mediciones de temperatura de la superficie de cada sector del horno rotativo (ver referencias en Anexo - ESQUEMA 01) Los valores promedios de cada tramo se muestran en la tabla a continuación.

Fecha: 18/02/2020

Hora: 10 a 11

Tamb int.-. 26 °C / Tamb exterior: 20 °C

SECTOR	TEMP MEDIA SUP [°C]
CÁMARA DE COMBUSTIÓN	260
TRAMO A	320
TRAMO B	177
TRAMO C	140
TRAMO D	100

TABLA 05. Valores de temperatura medidos en la superficie del horno rotativo

Temperatura de salida de gases:

Se realizaron mediciones de temperatura de gases a la salida del horno rotativo (final Tramo D, ver referencias en Anexo - ESQUEMA 01) El valor promedio del período de medición y las condiciones operativas se muestran a continuación.

Fecha: 18/02/2020

Hora: 10 a 11

Tamb int.-. 26 °C / Tamb exterior: 20 °C

Producción media turno mañana: 11.130 kg/h (aportado por la empresa)

HORA	TEMP GASES °C
10:00	145
10:05	160
10:15	143

TABLA 06. Valores de temperatura medidos a la salida del horno rotativo

T_{media gases salida}: **150 °C**

8.6 RESULTADOS

8.6.1 DETERMINACIÓN DE PÉRDIDAS PRINCIPALES

En función del relevamiento realizado, se han considerado y evaluado las 2 principales pérdidas presentes en los hornos rotativos. Otras pérdidas menores (infiltraciones y/o fugas, conducción en apoyos) no se han estudiado. Las mismas fueron evaluadas en base a una temperatura ambiente media anual obtenida en base a registros climáticos de la zona para los meses del año 2019 (Ver Anexo - Tabla 01).

A.- Pérdidas por convección y radiación:

Estas pérdidas se manifiestan a través de la superficie exterior del cuerpo del horno y su magnitud resulta en función principalmente de la temperatura, tipo y tamaño de la superficie y veloc del aire.

Consideraciones:

- T_{amb.int.}: 22°C
- Tipo de superficie: Chapa de acero c/pintura de aluminio y óxido.
- Velocidad del aire: 1.13 km/h (determinada en función de rpm horno)
- T superficie: según tramo (Ver TABLA 05).
- Consumo promedio horario de combustible: 200 m³/h
- Poder calorífico del gas natural: 9300 kCal/m³N
- Valor m³ gas natural: \$ 16,60 (Febrero 2020)

A continuación se muestran los resultados con los valores porcentuales (Las mismas son expresadas como porcentaje respecto a la energía total aportada) y parciales por tramo del horno como así también el peso relativo de cada tramo en la pérdida total.

SECTOR	PERD TOTAL C+R %	$Q_{\text{tramo}}/Q_{\text{tot}} \text{ perd}$ [%]
CÁMARA DE COMBUSTIÓN	2,0	20
TRAMO A	3,8	38
TRAMO B	2,1	21

TRAMO C	1,7	17
TRAMO D	0,4	4
TOTAL	10,1	100

TABLA 07. Valores de pérdidas por convección y radiación por tramos

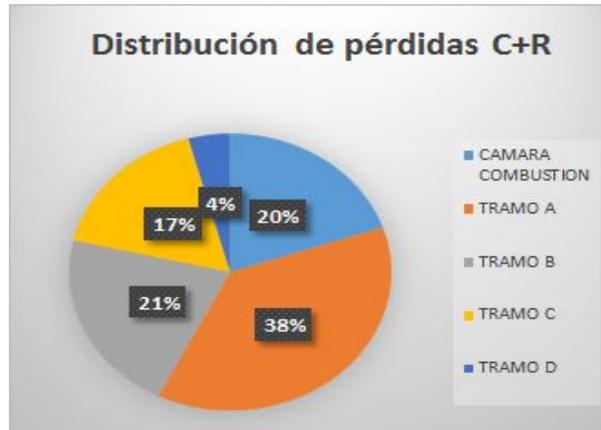


GRÁFICO 20. Distribución de pérdidas por convección y radiación

Como puede verse, las pérdidas por convección y radiación promedio anual del horno resulta del orden del 10%, siendo mayores para los meses de invierno y algo menores para los meses cálidos. Este valor representa un valor equivalente en gas natural de 139.696 m³/año o \$ 2.318.710 /año.

Entre los tramos A, B y cámara de combustión, acumulan casi el 80 % de la pérdida total. El tramo A casi 40 %.

B.- Pérdidas por calor sensible en gases de escape.

Estas pérdidas se deben a la energía que sale del horno con los gases de combustión. Su valor está en función de la temperatura de salida de gases y del caudal de gases resultante.

Consideraciones:

- Tamb.int.:22°C
- Temp. media gases de escape: 150 °C..
- Velocidad de gases chimenea: 6.5 m/s (de informe medicion ambiental)
- Consumo promedio horario de combustible: 200 m³/h
- Poder calorífico del gas natural: 9300 kCal/m³N
- Valor m³ gas natural: \$ 16,60 (Febrero 2020)

En base a estos valores , la pérdida promedio de calor sensible por gases de escape resulta, como porcentaje del calor total aportado:

Perd. Q sens: 26,3 %

De este modo y no considerando otras pérdidas menores del equipo (1-2 %) mencionadas anteriormente, la distribución de pérdidas principales del horno resultan:



GRÁFICO 20. Distribución de pérdidas en horno rotativo

9. EMISIONES DE DIÓXIDO DE CARBONO

9.1 PLANTA

Se estiman las emisiones de CO₂ debidas al consumo de energía eléctrica y gas natural correspondiente a toda la planta para el año 2019. Debido a la no disponibilidad de los factores de emisión para el citado año se utilizan los valores correspondientes a 2018.

EMISIONES DE CO ₂ POR CONSUMO ENERGÉTICO GENERAL			
GAS	CONSUMO [m ³]	FACTOR DE EMISIÓN [kg CO ₂ /m ³]	EMISIONES [tn CO ₂]
	1.948.260	1,95	3.799
EE	CONSUMO [kWh]	FACTOR DE EMISIÓN [kg CO ₂ /kWh]	EMISIONES [tn CO ₂]
	1.495.600	0,464	694

TABLA 08. Emisiones de CO₂ de planta para 2019

9.2 HORNO ROTATIVO

Se estiman las emisiones de CO₂ debidas al consumo de energía eléctrica y gas natural para el horno rotativo para el año 2019. Debido a la no disponibilidad de los factores de emisión para el citado año se utilizan los valores correspondientes a 2018.

EMISIONES DE CO ₂ POR CONSUMO ENERGÉTICO DEL HORNO ROTATIVO			
GAS	CONSUMO [m ³]	FACTOR DE EMISIÓN [kg CO ₂ /m ³]	EMISIONES [tn CO ₂]
	1.387.066	1,95	2.705
EE	CONSUMO [kWh]	FACTOR DE EMISIÓN [kg CO ₂ /kWh]	EMISIONES [tn CO ₂]

	474.595	0,464	220
--	---------	-------	-----

TABLA 09. Emisiones de CO₂ de horno rotativo para 2019

9.3 PÉRDIDAS DE C+R EN EL HORNO ROTATIVO

Se estiman las emisiones de CO₂ debidas al gas natural consumido debido a las pérdidas por convección y radiación para el horno rotativo para el año 2019. Debido a la no disponibilidad de los factores de emisión para el citado año se utilizan los valores correspondientes a 2018.

EMISIONES DE CO ₂ POR PÉRDIDAS DE C+R			
GAS	CONSUMO [m ³]	FACTOR DE EMISIÓN [kg CO ₂ /m ³]	EMISIONES [tn CO ₂]
	139.696	1,95	272.407

TABLA 10. Emisiones de CO₂ de las pérdidas por convección y radiación para 2019

10. SECTOR ADMINISTRATIVO: OFICINA

10.1 MEDICIONES ELÉCTRICAS

10.1.1 EQUIPOS UTILIZADOS

Analizador de magnitudes eléctricas.

Marca: HT

Modelo: ZG47

Clase: B

Normativa: Efectúa medición, registro, verificación y análisis en conformidad a: CEI 64-8, EN 61557, VDE 0100 VDE 0413, EN 50160, IEC 1010-1.

Pinza Amperométrica para Calidad de energía

Marca: FLUKE

Modelo: 345

10.1.2 PROCEDIMIENTOS Y MEDICIONES

Se procedió a la colocación de un equipo analizador y registrador de magnitudes eléctricas en bornes del interruptor general del tablero principal de administración, de esta forma se registró el consumo total del edificio de administración, vestuarios y comedor.

El periodo de medición y registro estuvo comprendido desde los días 18/02/20 al 09/03/20.

El equipo registrador instalado es un instrumento clase b según la norma IEC 61000 – 4 - 30. Para cada fase se midió: valores eficaces de tensión, valor eficaz de corriente, potencia activa, reactiva y aparente, factor de potencia, energía consumida, desequilibrios de tensión y corriente. A su vez, el analizador instalado se configuró para registrar los parámetros mencionados cada 15 (quince) minutos, guardando para cada uno de ellos el valor mínimo, medio y máximo de los parámetros en cuestión.



FIGURA 01. Equipo HT Modelo ZG utilizado



FIGURA 02. Tapa tablero general admin.

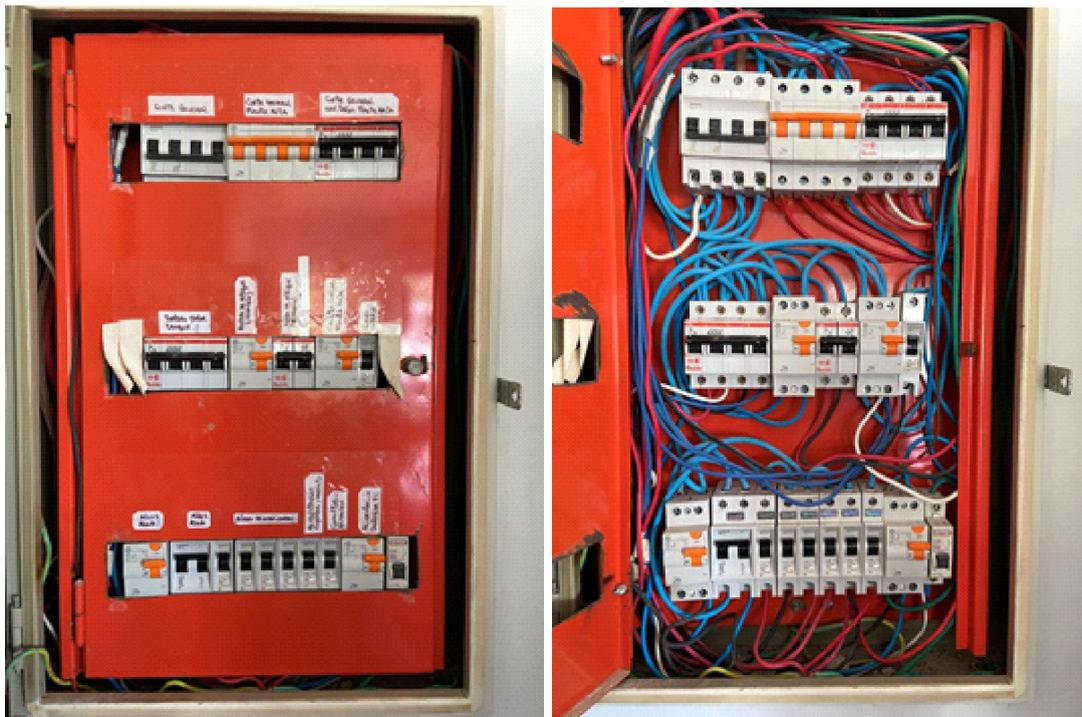


FIGURA 03. Disposición e identificación de los interruptores y disyuntores

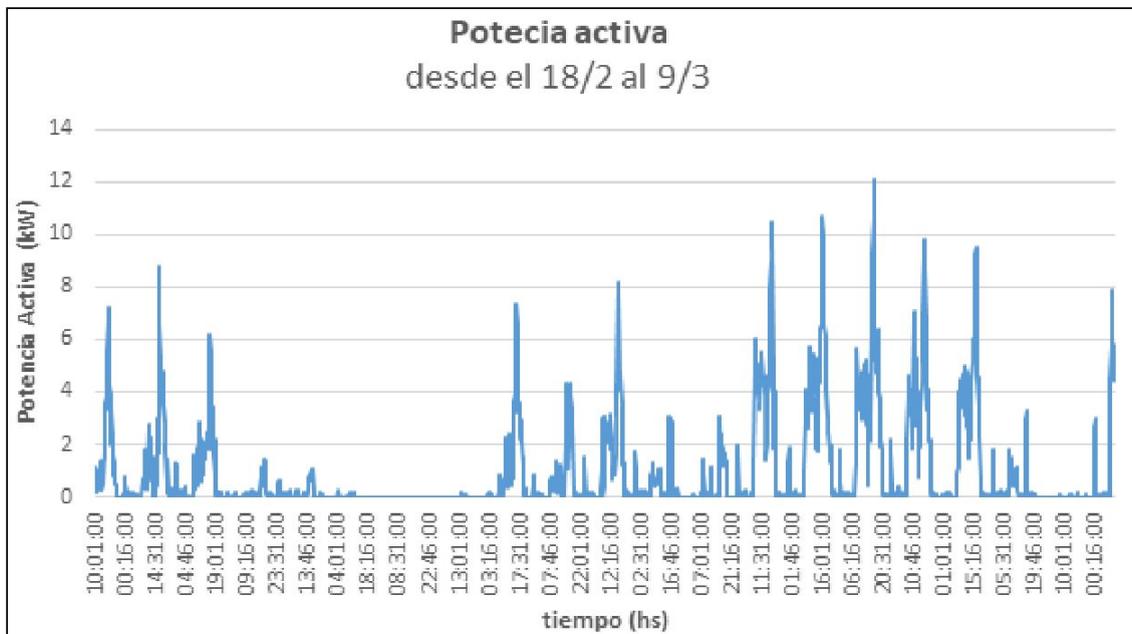


GRÁFICO 21. Potencia activa en el periodo de medición [kW]

En el GRÁFICO 21 se muestran las mediciones de potencia activa total a lo largo de la medición comprendida entre los días 18 de febrero de 2020 y el 9 de marzo 2020.

Como se mencionó anteriormente, la medición se realizó en bornes del tablero general de administración, por lo que los valores expresados corresponden a la suma de todas las cargas conectadas al mismo.

En la gráfica se ve claramente la variación de la carga según los horarios del día (ver curva de consumo diario y el valle mayor durante el feriado de carnaval).

Los valores de potencia activa fluctuaron, en general, entre 7 y 10 kW. Dichos valores durante ciertas jornadas superaron los 10 kW llegando el día 4 de marzo a las 16:16 hs. a un valor pico de 12 kW, entendiéndose dicha fluctuación por las variaciones en la actividad desarrolladas.

En general se observó una merma en los consumos durante los días no laborales (como el día sábado y Domingo, pero sobre todo el fin de semana largo de carnaval).

10.2 ANÁLISIS DEL CONSUMO ENERGÉTICO Y LA VARIACIÓN DE LA TEMPERATURA

De las mediciones realizadas desde el 18 de febrero al 9 de marzo se obtuvieron los valores de energía diarios consumidos. También de los datos ambientales proporcionados por la estación meteorológica de Hernandarias se hallaron los valores de temperaturas máximas para el periodo de medición. Dichos valores forman parte de la TABLA 11.

Fecha	Temperatura Máxima [°C]	Energía [kWh]
18/02/2020	27,1	20,48
19/02/2020	29,80	25,06
20/02/2020	29,3	22,93
21/02/2020	24,7	3,43
22/02/2020	26,2	2,99
23/02/2020	28,5	0,28

24/02/2020	31	0,01
25/02/2020	27,8	0,09
26/02/2020	28,6	24,41
27/02/2020	31,1	15,76
28/02/2020	32,8	30,79
29/02/2020	33,8	10,86
01/03/2020	33,8	8,35
02/03/2020	32,6	47,67
03/03/2020	33,4	58,08
04/03/2020	33,1	56,76
05/03/2020	32,8	47,73
06/03/2020	32,1	47,07
07/03/2020	33,7	7,98
08/03/2020	35,6	0,91
09/03/2020	35,8	14,05

TABLA 11. Temperatura - Energía

Con los datos de TABLA 11 se obtuvo el GRÁFICO 22 , del cual se pueden obtener las siguientes conclusiones:

- Las temperaturas máximas fueron subiendo desde el comienzo de la medición desde el día 18 de febrero al 9 de marzo en forma continua.
- Durante los días laborales la tendencia de la curva que representa el consumo de energía para el mismo periodo también fue en aumento acompañando la suba de las temperaturas máximas.
- Durante el fin de semana largo por el feriado de carnaval incluyendo el día domingo previo el consumo fue prácticamente nulo.
- El domingo 8 de marzo también se registró un consumo muy bajo de energía eléctrica.
- Desde el día lunes 2 al 6 de marzo el consumo se disparó con respecto a la semana anterior llegando a un consumo pico de 58,08 kWh el día 3 de marzo.

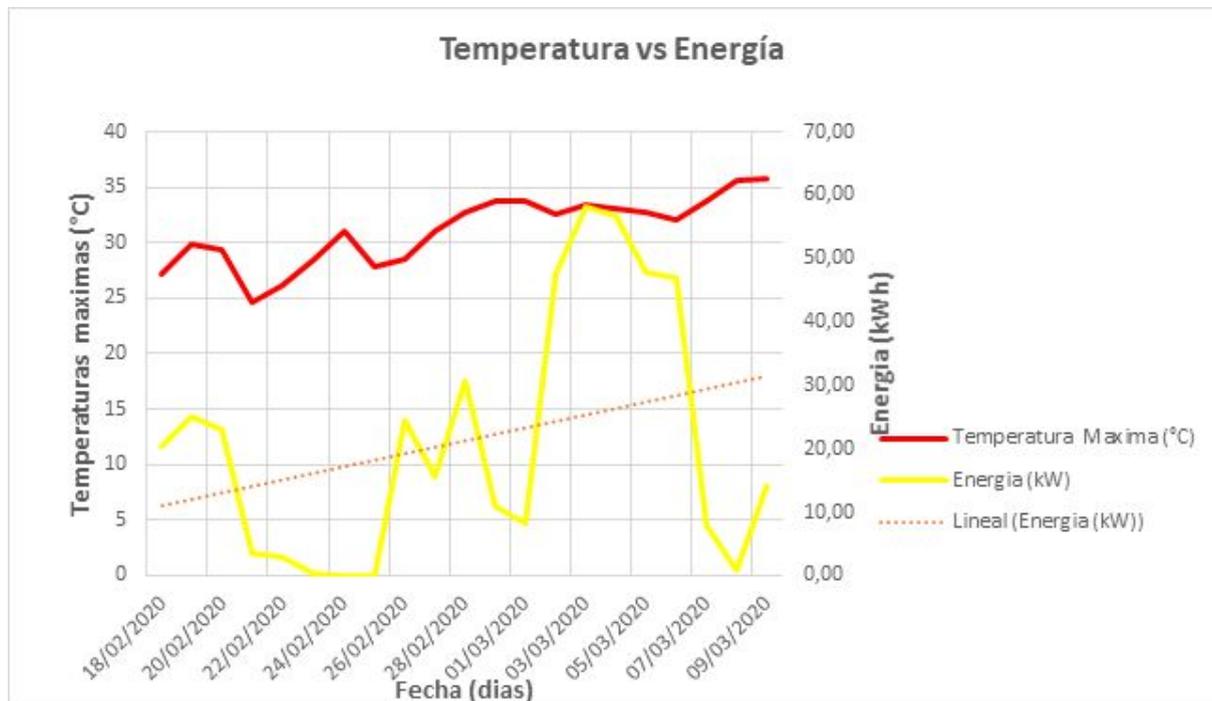


GRÁFICO 22. Temperaturas Máximas vs Energía Consumida

11. OBSERVACIONES

Observaciones: Las gráficas de IDEn representados mensualmente para 2019 no se consideran Líneas de Base Energética (LBE) debido a que no se cuenta con un adecuado modelado que explique el comportamiento del indicador. De este modo no pueden realizarse comparaciones objetivas.

12. RECOMENDACIONES

Reemplazar la denominación actual de los indicadores de desempeño para el horno rotativo (KPI) por la utilizada en la norma IRAM-ISO 50006 (IDEn).

Estudiar el comportamiento del consumo de gas respecto de la producción. El valor de correlación hace que sea un buen indicador pero necesita ser normalizado.

Estudiar la posibilidad de medir la cantidad de humedad de la materia prima antes de ingresar al horno para poder evaluar este parámetro como variable significativa.

Estudiar la posibilidad de separar el consumo de oficinas para poder discriminarlo como otro indicador.

Estudiar el comportamiento del consumo de energía debido a climatización y realizar una calificación energética del edificio en consecuencia.

Respecto de las pérdidas cuantificadas en el horno rotativo, mediante estudios posteriores podrían estudiarse medidas de mejora y su factibilidad, en base a la minimización de pérdidas de convección y radiación (mediante la aislación total o parcial de la superficie del equipo) o la realización de algún

tipo de aprovechamiento de calor de los gases de escape para precalentamiento de la carga o del aire de combustión.

13. CONCLUSIONES

Lo expuesto en este informe muestra que existe un potencial de mejora para el actual sistema de gestión energética. Estas mejoras requieren planificar, medir, analizar y registrar las variables y parámetros correspondiente para obtener un modelo adecuado de consumo.

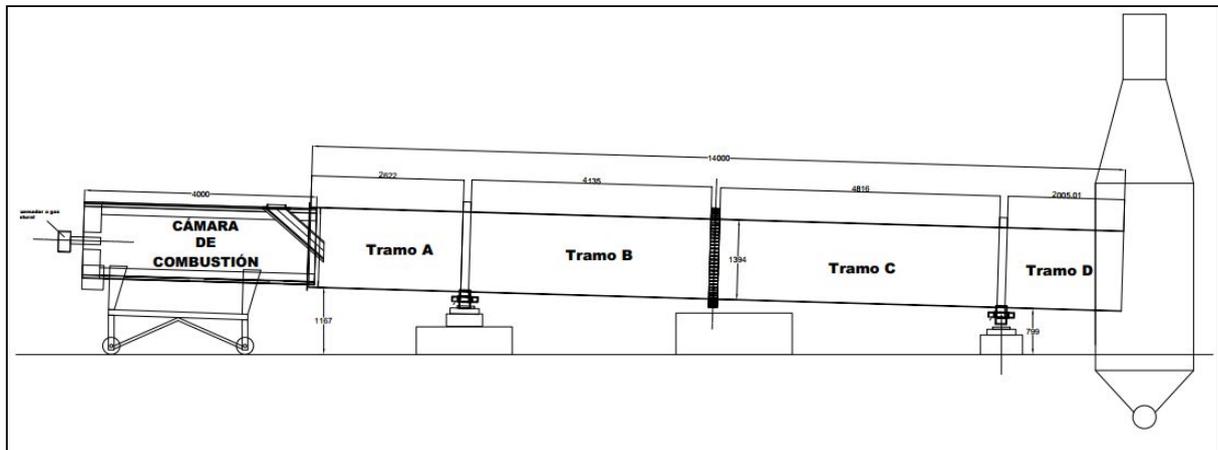
Existen acciones que pueden mejorar la eficiencia energética pero deben realizarse más estudios para comprobar que sean viables.

14. ANEXO

	T_{media} mensual [°C]	T_{amb} int [°C] ¹
ENE	25	28
FEB	24	27
MAR	21	24
ABR	19	22
MAY	16	19
JUN	15	18
JUL	12	15
AGO	13	16
SEP	16	19
OCT	19	22
NOV	22	25
DIC	24	27
PROM	19	22

TABLA A01. Temperatura promedio mensual para Hernandarias-Temperatura ambiente interna

¹Se considera que la temperatura dentro de la nave es 3,0 [°C] mayor a la temperatura ambiente.



ESQUEMA 01. Tramos de horno rotativo