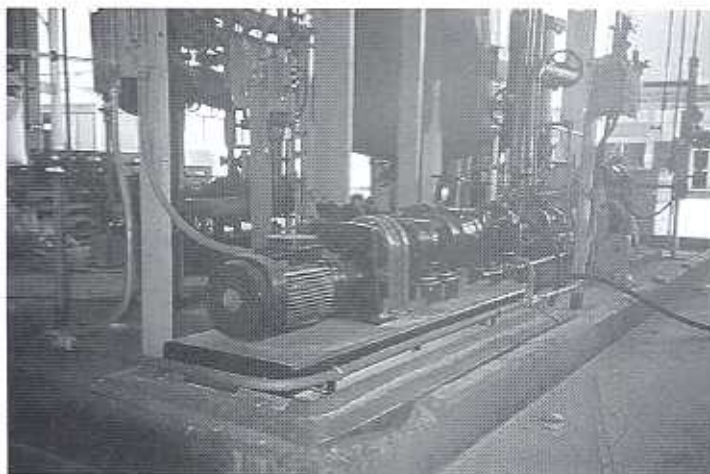


## ■ ANTECEDENTES

Química Atsa, S.A. de C.V., posee un gran interés por el mejoramiento de sus servicios que deriven en una mejora operativa y reducción importante en el consumo de sus insumos eléctricos, reflejando ahorros económicos. Adicionalmente, sabe que con ello apoya en la reducción de los efectos nocivos al ambiente como lo es el consumo excesivo de electricidad, ya que el suministro del que se sirve esta industria proviene directamente de la Planta Termoeléctrica de Tula, Hidalgo, que produce electricidad a partir de la quema de combustibles derivados del petróleo. Por tal motivo, Química Atsa contrató una firma consultora para la realización de un diagnóstico energético, el cual formó parte de un proyecto

financiado por el FIDE, que le otorgó un crédito por un monto de \$1'000,000.00, sin intereses.

Química Atsa, es una empresa que pertenece a la rama industrial química y se dedica al procesamiento de carbonato de





El procesamiento de carbonato de calcio, se describe de manera resumida en el siguiente diagrama:

## ■ DESARROLLO DEL PROYECTO

El presente estudio se realizó considerando los siguientes parámetros de evaluación:

- Condiciones de operación de la planta
- Eficiencia de operación de los equipos
- Factor de carga de los equipos
- Especificaciones técnicas de los equipos
- Antigüedad de los equipos y sistemas
- Horas de operación

El proyecto de ahorro de energía emprendido por Química Atsa, se desarrolló en 2 partes, en la primera de ellas se realizó un diagnóstico energético que arrojó resultados confiables para que en la segunda etapa, con la aplicación de las medidas de reducción en consumo de energía y demanda de potencia

eléctrica se obtuvieran ahorros económicos y optimización energética.

Las medidas propuestas fueron las siguientes:

1. Instalación de convertidores de frecuencia.
2. Optimización del sistema de iluminación.

## ■ MEDIDAS DE AHORRO DE ENERGIA

Con base en el diagnóstico energético presentado por la firma consultora y conforme al interés de Química Atsa, se determinaron 2 medidas de ahorro de energía que se aplicaron conjuntamente con el apoyo del FIDE.

**Instalación de convertidores de frecuencia.-** Al hacer el análisis energético de los molinos, su comportamiento se determinó con base en la manera actual de alimentarlos con la materia prima (piedra caliza), al estudiar detalladamente el proceso de molienda, se pudo detectar que no se cuenta con ningún tipo de control en la operación y alimentación de los molinos. Los mecanismos de alimentación, a través de bandas o válvulas, son factibles de controlar en su velocidad para incrementar la eficiencia de operación de los molinos.

Como se puede observar en el diagrama de proceso, se cuenta con molinos de piedra caliza en la planta, con diferentes capacidades, en las siguientes tablas se indican las características de cada uno de los equipos, incluyendo los motores que los mueven.

En la tabla siguiente se presenta

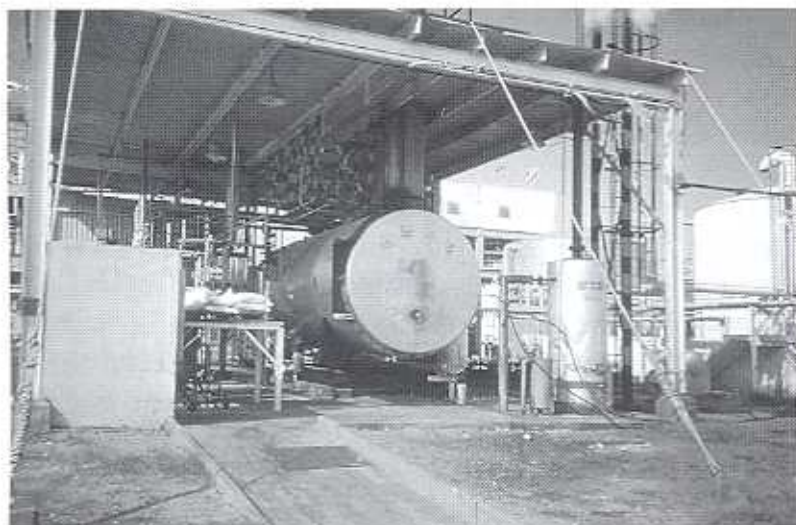


Tabla 1. Característica de los molinos Planta 1 (datos de placa nominales).

DATOS DEL MOLINO			DATOS DEL MOTOR					
NO. MOLINO	CLAVE	HRS DE OPN.	MARCA	POTENCIA (HP)	POTENCIA (kW)	EFICIENCIA (%)	FACTOR DE POTENCIA	rpm
1	N/A	6240	IEM	125	64.3	92.4	N/A	1800
3	N/A	6240	SIEMENS	150	66	93.6	85	1800
5	N/A	6240	SIEMENS	125	81.9	93.6	N/A	1800
6	N/A	6240	SIEMENS	125	73.4	93.6	85	1800
8	N/A	6240	SIN PLACA	125	106	92	N/A	1800

Tabla 2. Característica de los molinos Planta 2 (datos de placa nominales).

DATOS DEL MOLINO			DATOS DEL MOTOR					
NO. MOLINO	CLAVE	HRS DE OPN.	MARCA	POTENCIA (HP)	POTENCIA (kW)	EFICIENCIA (%)	FACTOR DE POTENCIA	rpm
2	N/A	6240	SIN PLACA	75	24.0	91.5	N/A	1800
3	N/A	6240	SIEMENS	75	28.9	91.7	90	1800
4	N/A	6240	IEM	75	22.7	91.7	92.2	1800
5	N/A	6240	SIEMENS	150	73.6	94.1	85.5	1800

la situación actual de los molinos en el campo de energía eléctrica. Es importante comentar que este comportamiento se determinó como un promedio de su operación típica y que es representativo de su trabajo normal diario.

Existe otro parámetro importante en este sistema; los filtros de polvo, ya que estos se saturan y provocan un incremento en la corriente o energía que consumen los molinos, por lo tanto, se estará registrando los valores y si esto se incrementa injustificadamente, es

decir, sin un incremento en la alimentación de material, significa una saturación de los filtros, por tanto en este instante se enviará una señal a unas alarmas visuales y auditivas para que se sacudan manualmente los filtros y se reduzca el consumo de los molinos.

Tabla 3. Características de los molinos (datos de operación).

MOTOR	DEMANDA ACTUAL (kW)	FACTOR DE CARGA (%)	EFICIENCIA (%)	CONSUMO (kWh/AÑO)	COSTO OPERACION (\$/AÑO)
PLANTA 1					
1 Molino 1	64.2	63.64	89.46	401,232	262,966
1 Molino 3	66	54.00	91.64	411,840	269,919
1 Molino 5	81.8	82.14	91.95	511,056	334,945
1 Molino 6	73.4	73.71	90.66	58,016	300,183
1 Molino 8	106.93	105.54	90.24	661,440	433,506
PLANTA 2					
2 Molino 2	23.98	39.23	87.81	149,760	98,152
2 Molino 3	28.92	47.42	88.15	180,336	118,192
2 Molino 4	22.69	37.20	84.75	141,648	92,836
2 Molino 5	73.6	61.92	92.98	459,264	301,000

Por lo anterior, se considerará conveniente controlar la alimentación de materia prima a los molinos, esto al aplicar control de velocidad en las bandas transportadoras o válvulas dosificadoras. El valor de salida de estos transductores se enviara a un PLC, que en función de la carga del molino, le enviará una señal a los convertidores de frecuencia que se instalarán en las bandas transportadoras o alimentadores.

De esta manera, el transductor de corriente está censando la alimentación que consumen los molinos y enviará una señal analógica al PLC misma que podrá ser vista por el personal en la computadora; así mismo, la señal será recibida por el variador de velocidad y aumentará o disminuirá la velocidad de la banda alimentadora, de esta manera se disminuirán los altos consumos de los molinos.

Además, es necesario colocar alarmas visuales y sonoras, en un lugar donde los operadores se encuentren, que se activen cuando la corriente rebasa el valor máximo ajustado, para que los operadores sacudan las mangas de los clasificadores, o en el caso del molino 1, sea por atascamiento o ruptura de algún martillo.

Esta medida para ahorro de energía consiste en instalar convertidores de frecuencia variable en las bandas o válvulas (La banda es un sistema transportador, la válvula es un dispositivo mediante el cual se dosifica la materia prima) ambos alimentan de materia prima a los molinos. Con esta medida se pretende controlar la energía con la que operan los motores de los molinos para evitar las sobrecargas de dichos motores.

Mediante esta medida se pretende controlar de manera óptima la alimentación de materia prima a los molinos, esto mediante un control de velocidad en las bandas transportadoras o válvulas dosificadoras. Al controlar la velocidad de estos equipos la operación de los molinos será más homogénea evitando sobrecargarlos o en su defecto que trabajen a baja carga.

El sistema de control mediante convertidores de frecuencia pretende mejorar las siguientes anomalías con las que opera el sistema de molienda actual, redundando en ahorros de energía eléctrica:

**SUMINISTRO DE MATERIAL A MOLINOS.-** Actualmente el suministro de material es completamente manual y es controlado por los operadores, éstos cuentan con unos amperímetros de carátula, mediante los cuales tratan de controlar dicha alimentación en función de la corriente que demandan los molinos, de tal manera que cuando se in-

crementa, paran manualmente el suministro de material y cuando baja la corriente, nuevamente arrancan los equipos y continúan con dicho proceso. Esto significa que están encendiendo y apagando los equipos que participan en esta etapa para controlar la carga o amperaje de éstos.

Mediante el sistema propuesto, es decir, convertidores de frecuencia, transductores y PLC, se podrá controlar de manera más precisa la alimentación a los molinos y, en consecuencia, el consumo de energía que éstos presenten, a través del monitoreo de la corriente con los transductores que se pondrán en los motores, los cuales enviarán la señal al convertidor de frecuencia para que éste controle la velocidad del alimentador, cumpliendo con la corriente de referencia con la cual se haya programado el motor del molino.

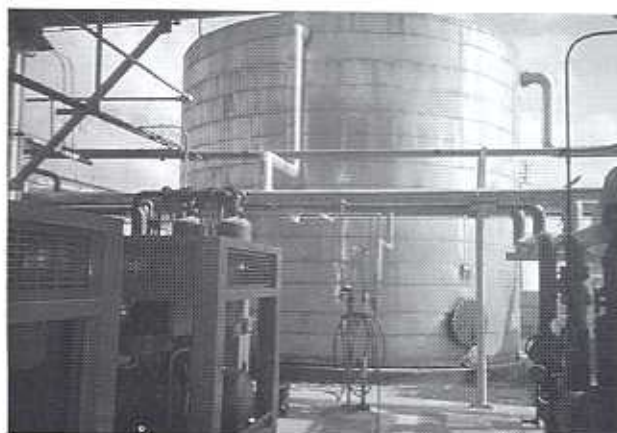
**OPERACION EN VACIO.-** Con base en el monitoreo realizado en cada uno de los molinos, se registraron tiempos muertos de hasta 3 horas (sobre todo por la noche), pero con los molinos trabajando en vacío, mediante el sistema de convertidores y transductores propuesto, se identifican de inmediato los tiempos muertos; es decir, cuando los molinos trabajen en vacío, y de inmediato se dará la orden de apagarlos.

**PROBLEMAS DE PARO Y ATASCAMIENTO.-** Otro punto importante es que el proceso de molienda es continuo y esto implica que si se presentan problemas en alguno de los equipos puede provocar paros no deseados. Otro de los principales problemas es que se llegan a saturar las tolvas, ya que actualmente los operadores tienen que estar verificando el nivel que estas tienen, pero el acceso no es fácil y constantemente se llenan antes de que se den cuenta, esto provoca que los elevadores y bandas se atasquen, provocan-

do inclusive rotura de las bandas, sobrecargas en motores, tiempos muertos y pérdidas de material. Mediante el sistema propuesto se podrá controlar el funcionamiento de los equipos de manera inmediata una vez que identifiquen que se han llenado las tolvas.

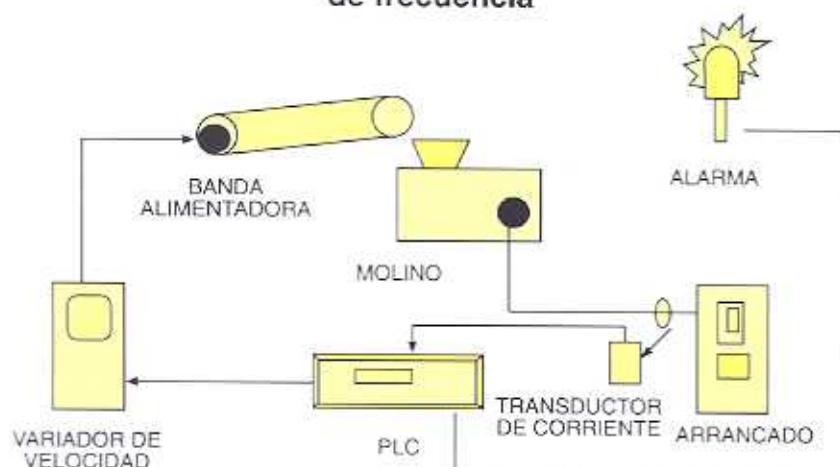
**MANTENIMIENTO A LOS MOLINOS.-** Conforme se van desgastando los molinos, se va incrementando la potencia demandada por los mismos, esto significa un incremento en el consumo de energía para el mismo material procesado. Mediante el sistema propuesto se podrá monitorear de manera continua la carga de los molinos y así se logrará predecir el desgaste y en consecuencia, programar el mantenimiento de los molinos. De esta manera, se garantiza que el proceso de molienda se realice con la mejor eficiencia posible y nuevamente redundará en ahorro de energía eléctrica en los motores de los molinos.

Cabe aclarar que los convertidores no se instalarán en los molinos, sino en los alimen-



al PLC misma que podrá ser registrada en una computadora, esta señal será recibida por el variador de velocidad y aumentará o disminuirá la velocidad de la banda alimentadora, de esta manera se controlarán los altos consumos de energía de los molinos, a un grado que disminuya la demanda y consumo de energía eléctrica, haciendo más eficiente el proceso de molienda, lo que se refleja en un menor consumo y demanda de energía eléctrica.

**Figura 2. Configuración del sistema con convertidor de frecuencia**



tadores.

En resumen, el transductor de corriente estará censando el consumo de energía de los molinos y enviará una señal analógica

Además, es necesario colocar alarmas visuales y sonoras en un lugar donde los operadores se encuentren, para que cuando se activen la corriente rebase el valor máximo ajustado y ellos mismos sacudan las mangas de los filtros.

Mediante esta aplicación se podrá dosificar adecuadamente la materia prima a los molinos, y se podrán monitorear los tiempos muertos, y gracias al moni-

toreo se podrá prever con mayor certidumbre cuando es necesario realizar los mantenimientos a los molinos. Esto se puede vislumbrar con el incremento en la corriente

o potencia de los molinos.

Se observa que el comportamiento de los equipos de molienda es similar, por lo que

con muy bajos niveles de iluminación para los cuales se recomienda la incorporación de luminarias. Su período de recuperación

**Tabla 4. Tabla resumen de las medidas de ahorro de energía eléctrica.**

CONCEPTO	AHORRO EN DEMANDA (kW)	PORCENTAJE DE AHORRO (%)	AHORROS EN CONSUMO (KWH)	PORCENTAJE DE AHORRO EN CONSUMO (%)	AHORRO ECONOMICO (%)	PORCENTAJE DE AHORRO EN FACTURACION	INVERSION FIDE (\$) IVA INCLUIDO	INVERSION EMPRESA (\$) IVA INCLUIDO	INVERSION TOTAL (\$) IVA INCLUIDO	PERIODO DE RECUPERACION (AÑOS)
Acoplamiento de convertidores de frecuencia variable en motores eléctricos, en Planta 1.	33.86	3.37	403,097.36	7.64	272,220.17	8.14	252,466.70	195,521.76	447,988.46	1.54
Optimización del sistema de iluminación a través de la sustitución de equipo obsoleto e ineficientes por equipos de alta eficiencia.	3.16	0.31	16,436.40	0.36	17,507.23	5.52	31,802.10	24,629.00	56,431.10	3.22
Acoplamiento de convertidores de frecuencia variable en motores eléctricos, en Planta 2.	16.63	1.65	209,809.16	4.06	141,305.54	4.23	206,550.19	152,961.91	366,512.10	2.59
<b>TOTAL</b>	<b>53.65</b>	<b>5.33</b>	<b>628,342.92</b>	<b>12.26</b>	<b>431,032.94</b>	<b>12.89</b>	<b>490,818.99</b>	<b>380,112.67</b>	<b>870,931.66</b>	<b>2.02</b>

se analizaron de la misma forma.

Con la medida propuesta se reducirá la velocidad de la banda transportadora de un 10 a un 20 % de la velocidad actual, es decir, se controlará de 1400 a 1750 rpm (que es la velocidad a la que trabaja la banda transportadora), con lo cual la carga del molino se reducirá en aproximadamente un 10 % ya que este recibirá menor cantidad de materia prima.

#### **Optimización del sistema de iluminación**

Consiste básicamente en un cambio de tecnología más eficiente, sustituir las lámparas de vapor de mercurio por aditivos metálicos y sodio de alta presión, en cuanto a lámparas fluorescentes se cuentan con sistemas convencionales T-12 y se propone la sustitución por fluorescentes ahorradoras T-8, cabe señalar que existen algunas zonas

de la inversión total es de 3.22 años.

#### **CONCLUSIONES**

Química Atsa después de aplicar las medidas de ahorro de energía antes mencionadas, obtuvo el mejoramiento del proceso de producción y la disminución del consumo de energía eléctrica, reduciendo en consecuencia costos por este concepto.

Con las medidas anteriores se está logrando un ahorro de 628,342.92 kWh/año en consumo de energía eléctrica y 53.65 kW mensuales en demanda.

Se obtuvieron ahorros económicos de \$431,032.94 en su facturación eléctrica, la inversión requerida para la realización de este proyecto fue de \$870,931.66 obteniendo un tiempo de recuperación de 2.02 años.,



FIDEICOMISO PARA EL AHORRO DE ENERGIA ELECTRICA  
Mariano Escobedo No. 420, 1er. piso, Col. Anzures, México, D.F.  
C.P. 11590 Tel.: 5545 2757 llame sin costo: 01 800 5086 417  
consulte nuestra página web: <http://www.fide.org.mx>  
<http://www.fide.org.mx>