



Universidad Nacional de Río Cuarto
Facultad de Ingeniería

CONCURSO ENERGY MANAGEMENT

“Potenciá tus conocimientos en Eficiencia Energética”

Proyecto:

Propuesta de mejora de eficiencia energética en Planta Potabilizadora
de Agua de MoldesCoop

Institución: Facultad de Ingeniería - Universidad Nacional de Río Cuarto

Alumnos: Agustín Franco

Santiago Martín

Nicolás Blenda

Tutor: Ing. Cristian De Angelo

Colaboradores: Ing. Pablo Donolo, Ing. Martín Pezzani

Octubre 2017



I. Descripción del Problema

El problema planteado por la cátedra consiste en la aplicación de los conocimientos adquiridos durante el cursado de la materia Uso Eficiente de la Energía Eléctrica sobre un proyecto de mejoramiento del uso de la energía eléctrica y recursos sobre la Planta Potabilizadora de agua perteneciente a la Cooperativa Eléctrica y de Servicios (MoldesCoop) de la localidad de Coronel Moldes de la provincia de Córdoba.

II. Objetivo del Estudio

La finalidad del presente proyecto es optimizar el uso de diferentes recursos energéticos en la Planta Potabilizadora emplazada en la localidad de Coronel Moldes, Córdoba. Fundamentalmente se centrará en la búsqueda de la reducción del consumo eléctrico propio del sistema de potabilización, como también de las instalaciones accesorias al mismo. Una vez determinadas las problemáticas se presentarán posibles soluciones, que sean técnicamente y económicamente viables, las cuales quedarán en última instancia a decisión de los encargados de la cooperativa su implementación.

III. Descripción del sistema a analizar

III.1. Descripción de la planta potabilizadora

La planta bajo estudio tiene una capacidad de tratamiento de agua de 110 m³/hora. Este caudal se obtiene actualmente de tres perforaciones (PE) de 160 metros de profundidad aproximadamente, las cuales están dotadas cada una con una bomba GRUNDFOS de 25 HP, obteniendo un caudal en superficie de aproximadamente de 80 m³/hora. En el anexo I se muestra un esquema de la planta, donde se ubican las distas etapas.

La planta realiza la potabilización del agua con el método ArCis, mediante un proceso de coagulación-floculación-adsorción-filtración, el cual realiza el tratamiento de aguas subterráneas con presencia de Arsénico y fluoruros. El agua tratada es almacenada en una cisterna (CT) de 600 m³ de capacidad a nivel del suelo (Ver anexo II). Adicionalmente la planta cuenta con un tanque elevado (TE) de 400 m³ de capacidad conectado a la red de distribución mediante el cual se alimenta el consumo del pueblo por gravedad. Para elevar el agua tratada desde la cisterna hasta el TE la planta dispone de tres bombas DAB de 10 HP, capaces de entregar 96 m³/hora. La planta dispone de una reserva de agua tratada de 1000 m³.



III.2. Descripción del proceso de potabilización

La planta realiza la potabilización con el método ArCis, mediante un proceso de coagulación-floculación-adsorción-filtración, el cual realiza el tratamiento de aguas subterráneas con presencia de Arsénico y fluoruros. Este método resulta particularmente aplicable para tratar aguas con Arsénico que posean bajos contenidos de sales totales. En este proceso se utilizan diferentes químicos, en los que se destaca la utilización de Policloruro de Aluminio (PAC), Hidróxido de sodio (Soda Caustica), Dióxido de Carbono y Cloro.

Como en todo proceso, durante el mismo se generan residuos. En este caso se produce el floc, que está constituido en primer lugar por los sólidos que se separan del agua, así como también por los sólidos que aporta el coagulante.

En la Figura 1 se muestra un esquema que resume este proceso.

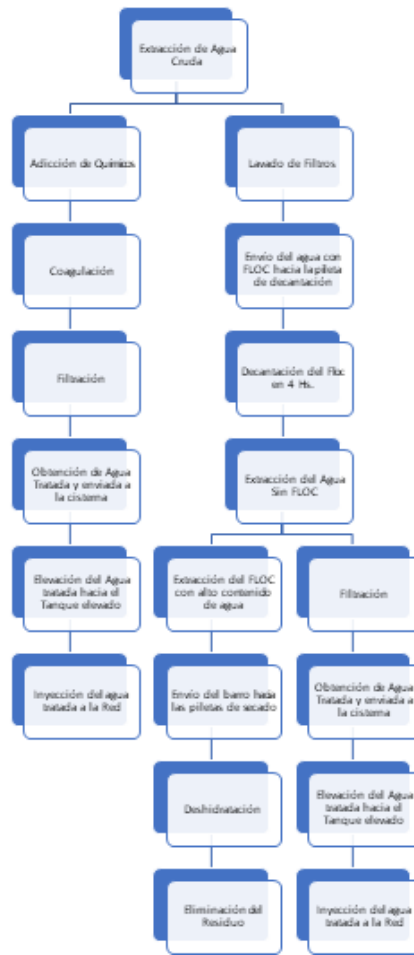


Figura 1. Esquema del proceso de potabilización



Universidad Nacional de Río Cuarto
Facultad de Ingeniería

En el proceso de la potabilización se va produciendo un ensuciamiento de los filtros, traduciéndose en una disminución de la calidad del agua tratada. Para poder controlar que la misma se mantenga dentro de los parámetros establecidos, se dispone en uno de los tanques de filtrado de un sensor de nivel. El nivel de agua de este tanque se traduce en el grado de ensuciamiento, lo que permite determinar el momento óptimo para realizar el lavado de los mismos. Para este proceso se interrumpe el tratado de agua, realizando un retro lavado de cada unidad de los filtros, en total diez tanques, realizándole una circulación de agua cruda de abajo hacia arriba en cada unidad y una por vez, con un caudal de 200 m³/hora. Para ello se emplean las bombas correspondientes a las tres perforaciones encendidas.

Cada unidad de filtrado demora aproximadamente siete minutos de retro lavado, arrojando esta agua a la pileta de recuperación, por medio de un canal de descarga. Este proceso se realiza cada vez que un nivel colocado en el tercer tanque de filtrado indica que se está por sobrepasar un cierto límite superior, seteado en el sistema Scada.

Dicha agua se deja decantar en la pileta de recuperación durante cuatro horas, y luego por medio de dos bombas DAB de 10 HP cada una, se recupera gran parte de ésta, haciéndola pasar por los filtros. Luego se realiza el vaciado de la pileta de recuperación por medio de cuatro bombas de barro, dos de 1HP y otras dos de 2 HP, siendo las primeras dos de la marca DAB y las restantes de la marca LOWARA. El residuo obtenido del proceso, floc de aluminio, se bombea hacia las playas de secado. Una vez que se seca el mismo se retira de las piletas de secado en forma manual para su posterior sepultamiento en la tierra. Hay que destacar que últimamente con la ampliación del sistema y los tiempos que se demora en el proceso de lavado, decantado y secado, la cooperativa optó por no dejar secar el floc en las piletas y extraerlo en su forma acuosa, para su posterior sepultamiento.

En el Anexo I se muestra un plano de la planta, donde se ubican las distas etapas, mientras que en la Figura 2 se muestra una captura de pantalla del sistema Scada que realiza la supervisión y control del proceso.

En el anexo III se resumen las máquinas utilizadas en el proceso de depuración de agua, correspondientes a las mencionadas anteriormente.

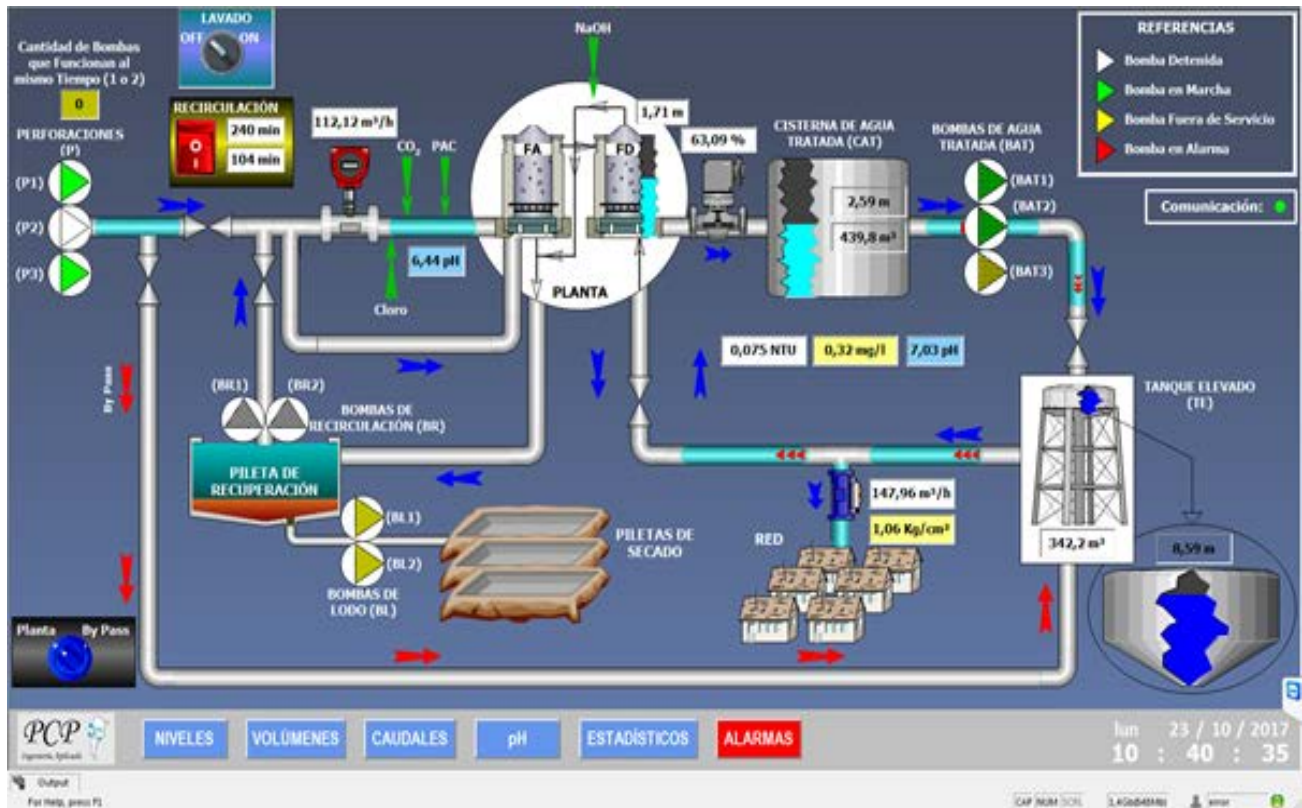


Figura 2: Captura de pantalla del sistema Scada del proceso de potabilización.

IV. Indicadores de performance

En nuestro caso de estudio evaluaremos el índice de performance que nos permita conocer la cantidad de energía consumida por cada metro cúbico de agua tratada inyectada a la red, para luego, por medio de la propuesta de mejora, poder cuantificar el ahorro que se produciría. Para poder determinar este índice, en este caso se evaluará un periodo de cuatro días, donde se puede contemplar tanto el filtrado y tratamiento del agua como el lavado de los filtros.

Otro índice a tener en cuenta es la medición del grado de desequilibrio de tensiones y corrientes, teniendo en cuenta la existencia de cargas monofásicas en la red interna.



V. Escenarios a analizar

V.1. Situación actual

En base a un análisis en las mediciones de parámetros de cuatro días, que van desde el 13 al 16 de octubre de 2017, se propondrán una serie de recomendaciones a tener en cuenta para mejorar la eficiencia energética de la planta.

Los parámetros observados son: caudal de agua suministrada a la red, nivel de agua de tanque elevado, nivel de agua de cisterna baja, datos de tensiones y corrientes de fase, factor de potencia, energía y potencia demandada.

En las imágenes se pueden observar los registros de los parámetros eléctricos en función de las horas del día.

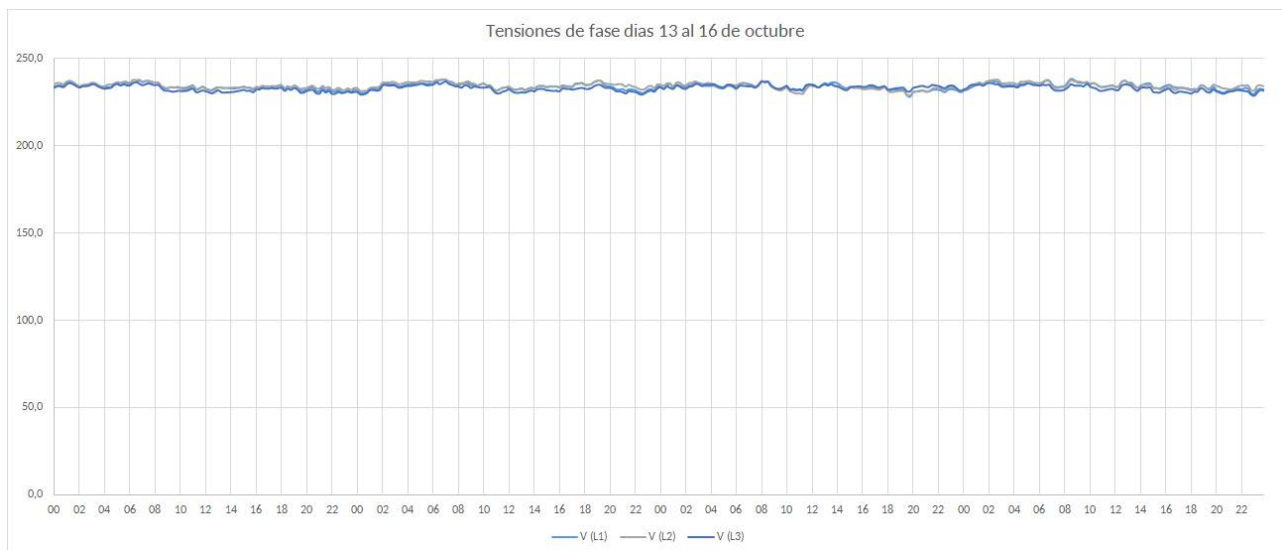


Figura 4: Tensiones de fase

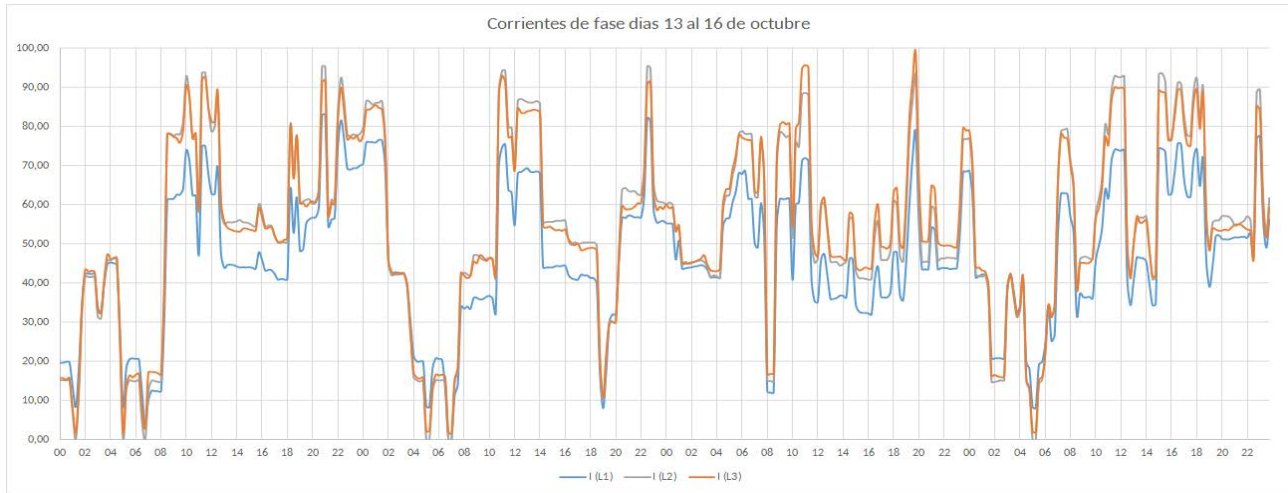


Figura 5: Corrientes de fase.

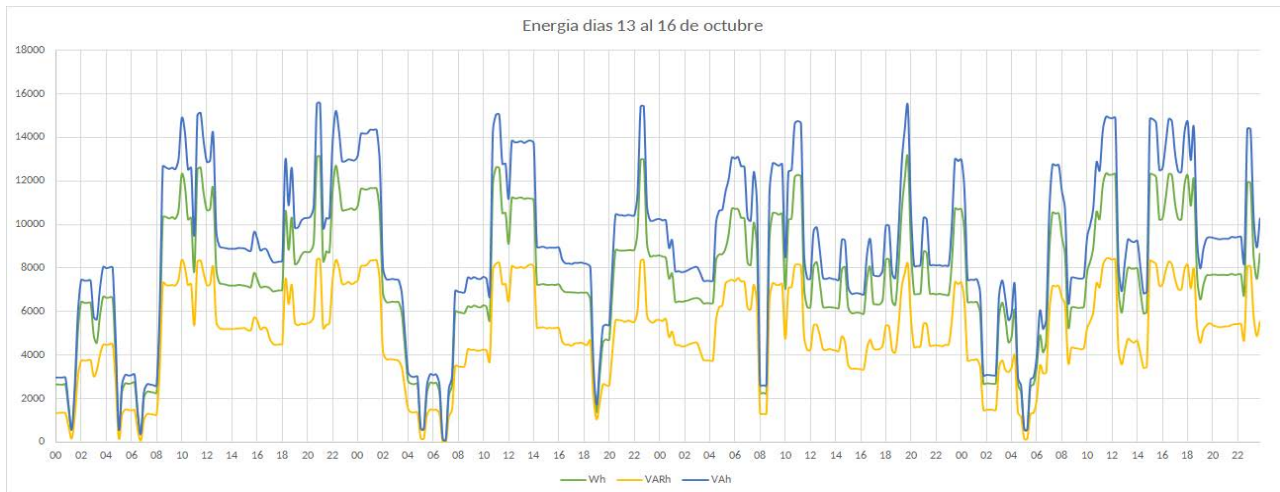


Figura 6: Energía.

En lo referente a las reservas de agua, podemos observar en las imágenes el nivel en tanque elevado y de la cisterna de agua tratada.

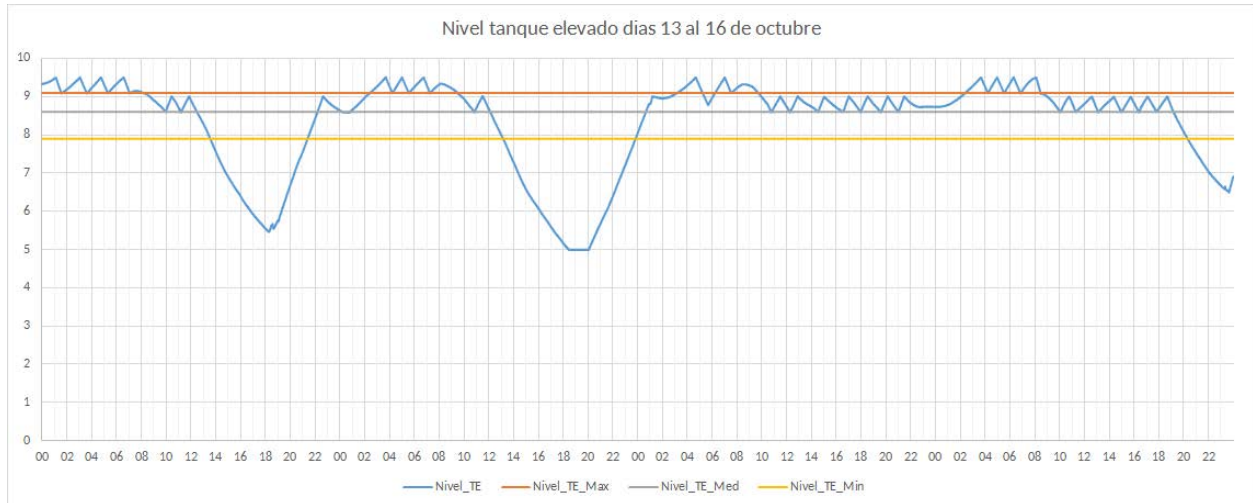


Figura 7: Nivel de agua de tanque elevado.

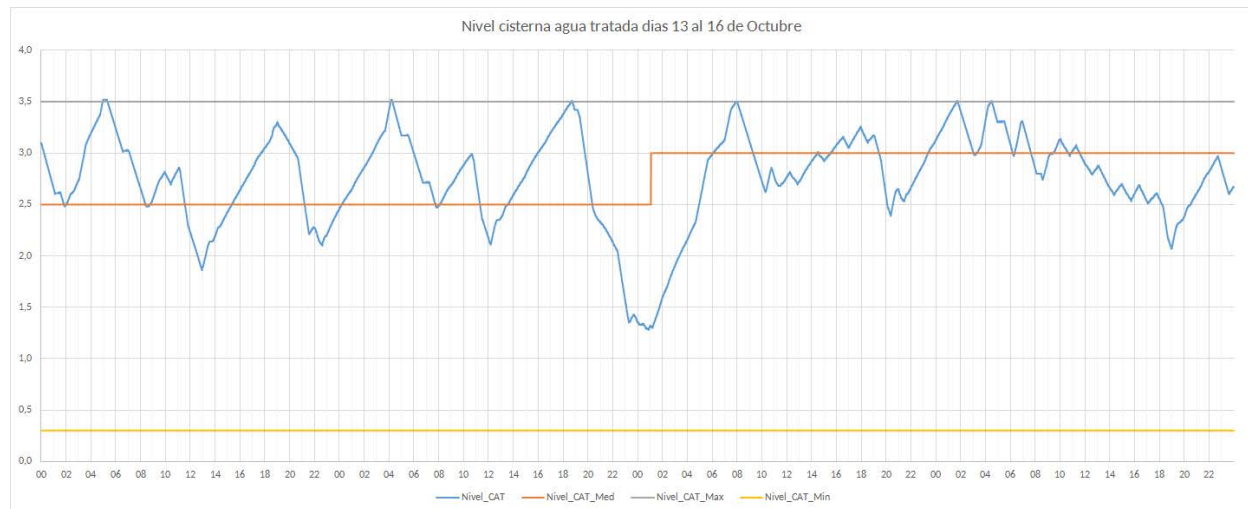


Figura 8: Nivel de agua cisterna.

En la Figura 7, se tiene el registro del nivel de agua del tanque elevado. En él se observan las fluctuaciones que se basan en el consumo de agua por parte de la población y el aporte de agua de las bombas de agua tratada (BAT). Las líneas de colores indican los niveles en los cuales está seteado el arranque de cada una de las tres bombas. A partir de esta información es posible conocer qué bomba está trabajando en cada momento.

En la Figura 9 se muestra el caudal de salida de la planta en función de las horas para los días considerados.

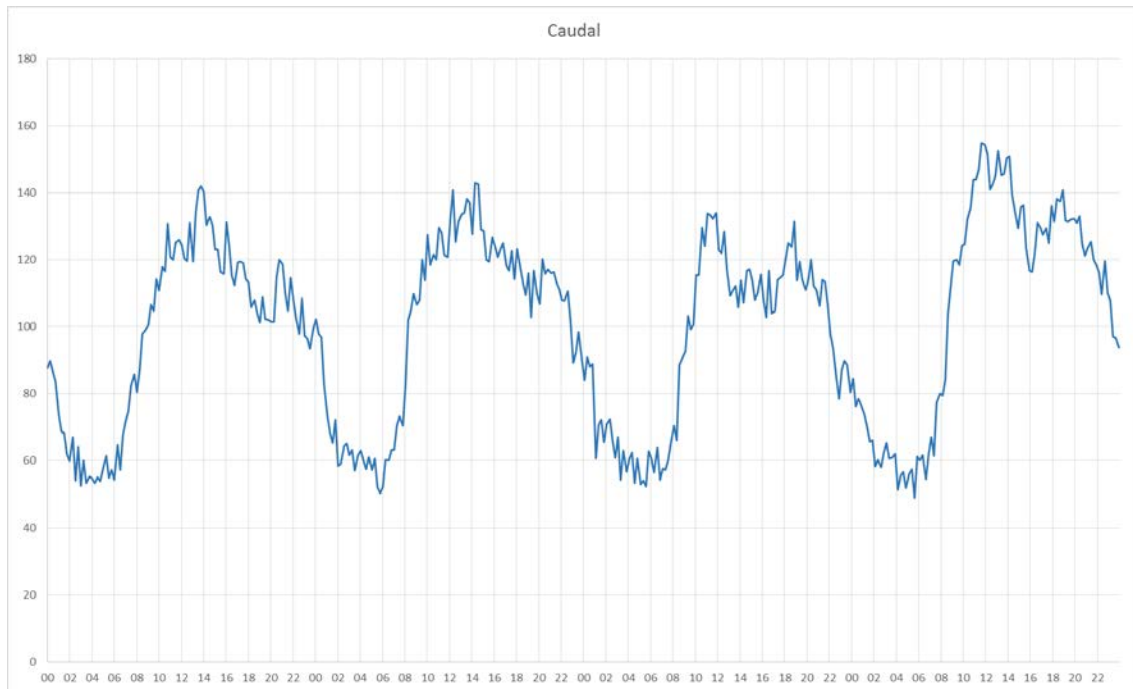


Figura 9: Caudal de salida.

En base a los datos graficados en la Figura 9, en complemento con los registros de la energía consumida en Wh de la Figura 6, se estimará el indicador de performance para poder determinar el consumo eléctrico por cada metro cubico de agua tratada que es aportada a la red de suministro. El resultado se muestra en la Figura 10. Se observan variaciones importantes a lo largo del día, siendo el objetivo disminuir el valor del indicador para aumentar de esta manera la eficiencia.

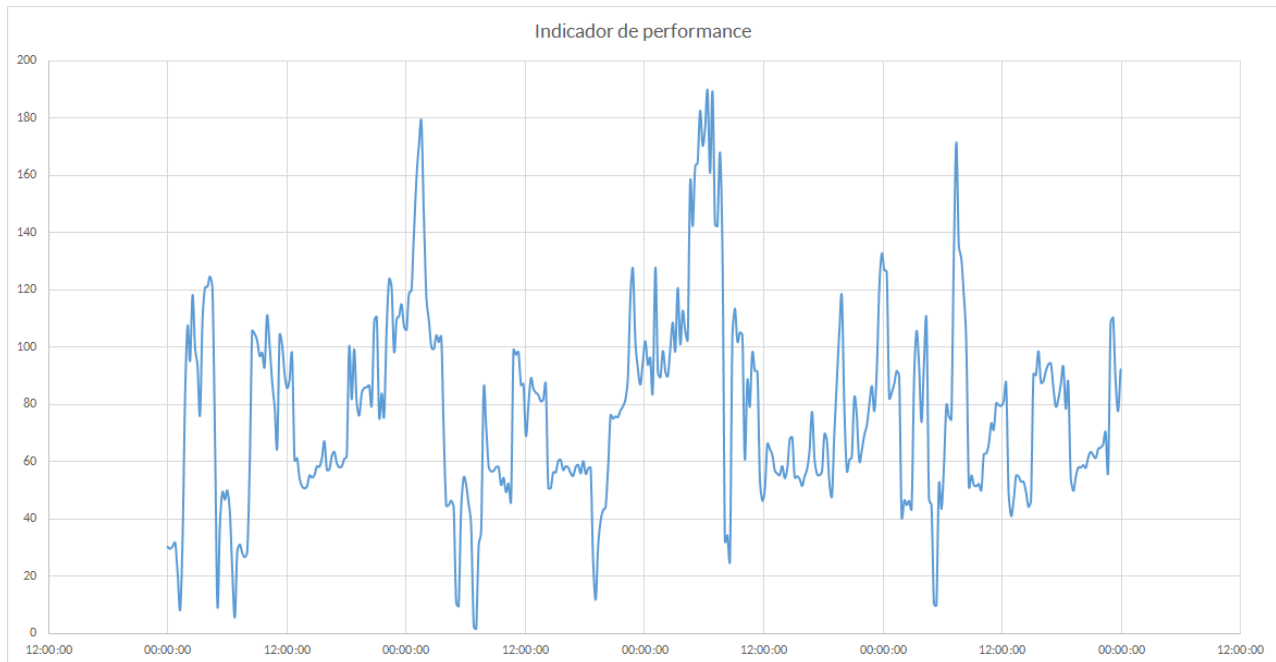


Figura 10: Indicador de performance (Energía activa/caudal).

Otro escenario a analizar es el cuadro tarifario y los horarios de consumo de la cooperativa, con el fin de determinar si a partir de un corrimiento o suavizamiento de los picos de consumo tiene algún impacto considerable en los costos de la cooperativa. El inconveniente de este análisis se da en que si bien tenemos acceso a los datos del consumo, como la planta pertenece a la misma cooperativa no se realiza la facturación correspondiente al consumo de energía, sino que este gasto figura como un consumo interno dentro de la misma cooperativa. El escenario se planteará tomando como referencia el cuadro tarifario (*cuadro Tarifario con vigencia a partir del 01/03/2017, Resolución General ERSEP Nro. RG 4-17.*) de EPEC para cooperativas de electricidad, específicamente a aquellos que contratan en Baja Tensión.

Simulación del sistema (implementado en el software “Sentron powermanager” de Siemens)

Dado que al momento no se cuenta con equipos en la Planta que pueda conectarse al software Sentron Powermanager, se simuló el sistema agregando un dispositivo de medición de energía manual. En este dispositivo se ingresaron manualmente los datos de energía registrados en la Planta entre los días 13 y 16 de octubre, en intervalos de 15 minutos. A partir de ellos se generaron los reportes de energía standard y de energía absoluta, los cuales se adjuntan al presente informe. Se observaron muchas dificultades al trabajar de esta forma, dadas las limitaciones que impone la carga manual. Por estos motivos, el análisis de resultados y recomendaciones se realizó en base a la totalidad de los datos disponibles en las mediciones, presentados en la sección anterior.



De estos reportes se rescata el de energía absoluta tomada en intervalos de una hora, que se muestra en la Figura 11. De este reporte se pueden identificar los puntos donde el consumo de energía es más significativo, lo que permitirá evaluar y proponer posibles corrimientos de ciertos consumos.

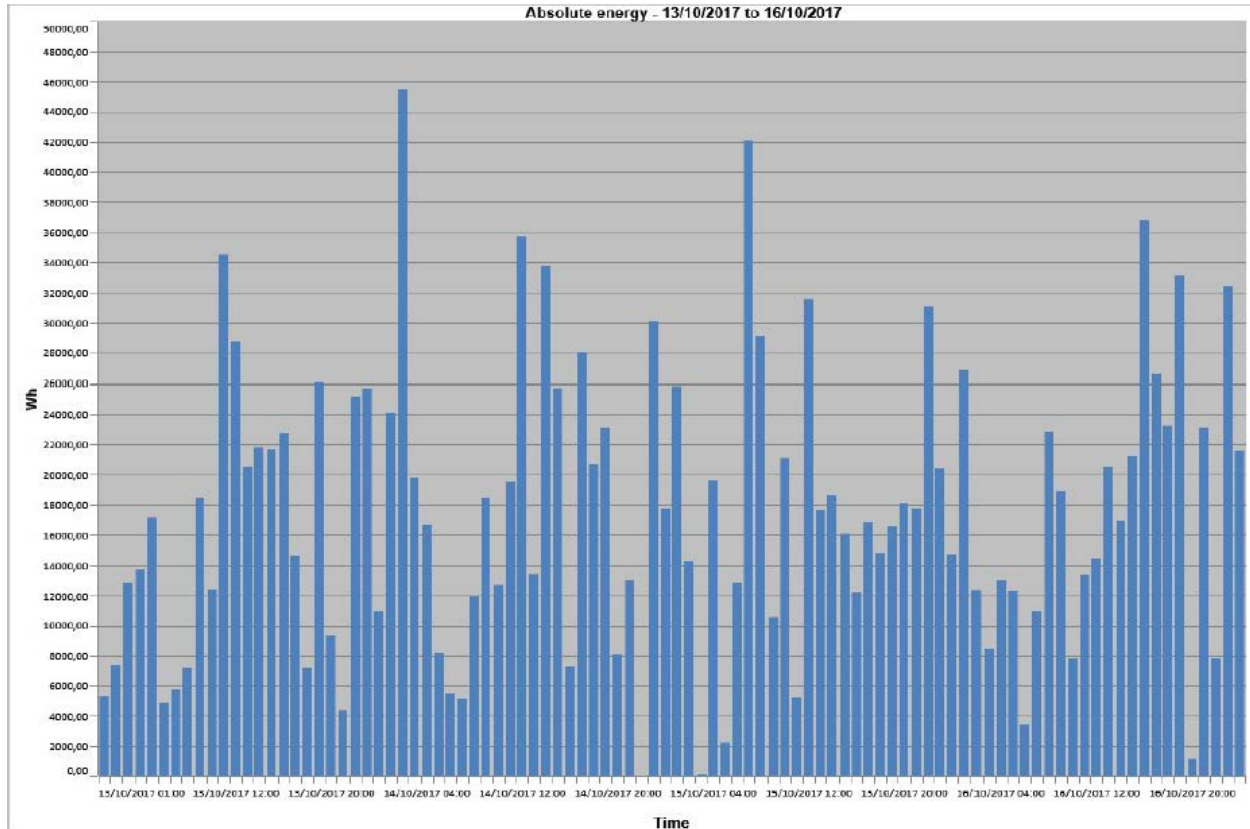


Figura 11: Energía absoluta, obtenida de Sentron Powermanager.

V.2. Propuesta de desplazamiento de demanda máxima

En este escenario primeramente se analizará el caso de producirse solamente un cambio en el régimen de compra de energía y se calculará la reducción de costo.

En la siguiente tabla se resume la situación actual:

Escenario actual sin facturación de potencia	
Energía activa total consumida los días 15 y 16. [kWh]:	1493,61
Tarifa actual a la que está sujeta la cooperativa [\$/kWh]:	\$ 1,54
Costo asumido por el consumo:	\$ 2.300,29



Este saldo corresponde a los días 15 y 16, por lo que el gasto diario es de \$1.150,15.

En el nuevo escenario planteado el cuadro tarifario asumido es el siguiente:

Nuevo escenario con tarifa que incluye facturación de potencia	
\$/kW de Demanda de Potencia (Horario de Punta)	\$ 116,74060
\$/ kW de Demanda de Potencia (en Horario Fuera de Punta)	\$ 87,69650
Tarifa energía hora pico	\$ 0,73172
Tarifa energía hora valle	\$ 0,69491
Tarifa energía hora resto	\$ 0,71644

La planta potabilizadora para los días 15 y 16 tuvo los siguientes consumos, discriminados por horario:

Energía activa consumida [kWh]		
	15/10/2017	16/10/2017
Pico	161,35	167,95
Valle	178,94	140,78
Resto	411,63	432,96

Para analizar el escenario se debe suponer también una cantidad determinada de potencia para contratar en este nuevo régimen tarifario. La planta registra un pico de 52 [kW] de potencia máxima consumida, por lo que planteamos un escenario donde la potencia activa contratada es de 60 [kW].

Por lo que el análisis financiero quedaría:

		Sub-Total
Gasto por potencia contratada en:		
Pico	\$ 7.004,44	\$ 12.266,23
Fuera de Pico	\$ 5.261,79	
Gasto por energía consumida en:		
Pico	\$ 240,95	\$ 1.068,23
Valle	\$ 222,18	
Resto	\$ 605,10	



Suponemos que el consumo energético diario es igual para todos los días del mes, por lo que el nuevo escenario resulta:

ANALISIS FINAL(sin desplazamiento de picos)	
SEGUNDA SUPOSICIÓN	
Cuadro actual	
Gasto diario en energía	\$ 1.150,15
Gasto total mensual (30 días)	\$ 34.504,41
NUEVO ESCENARIO	
Gasto diario en energía	\$ 534,11
Gasto mensual energía (30 días)	\$ 16.023,45
Gasto fijo en potencia	\$ 12.266,23
Gasto total mensual	\$ 28.289,67

Reducción del gasto en :	18%
---------------------------------	------------

Se analiza también la condición en la que además de cambiar el cuadro tarifario realizamos el corrimiento de los picos de consumo correspondientes al lavado de los filtros, identificados durante la hora pico. A Estos lavados se los retrasa o adelanta con el objetivo de que se produzcan fuera de la zona horaria del pico. Con ello, la potencia contratada puede reducirse a 50 [kW].

En la figura siguiente se muestra la curva de demanda actual con la modificada:

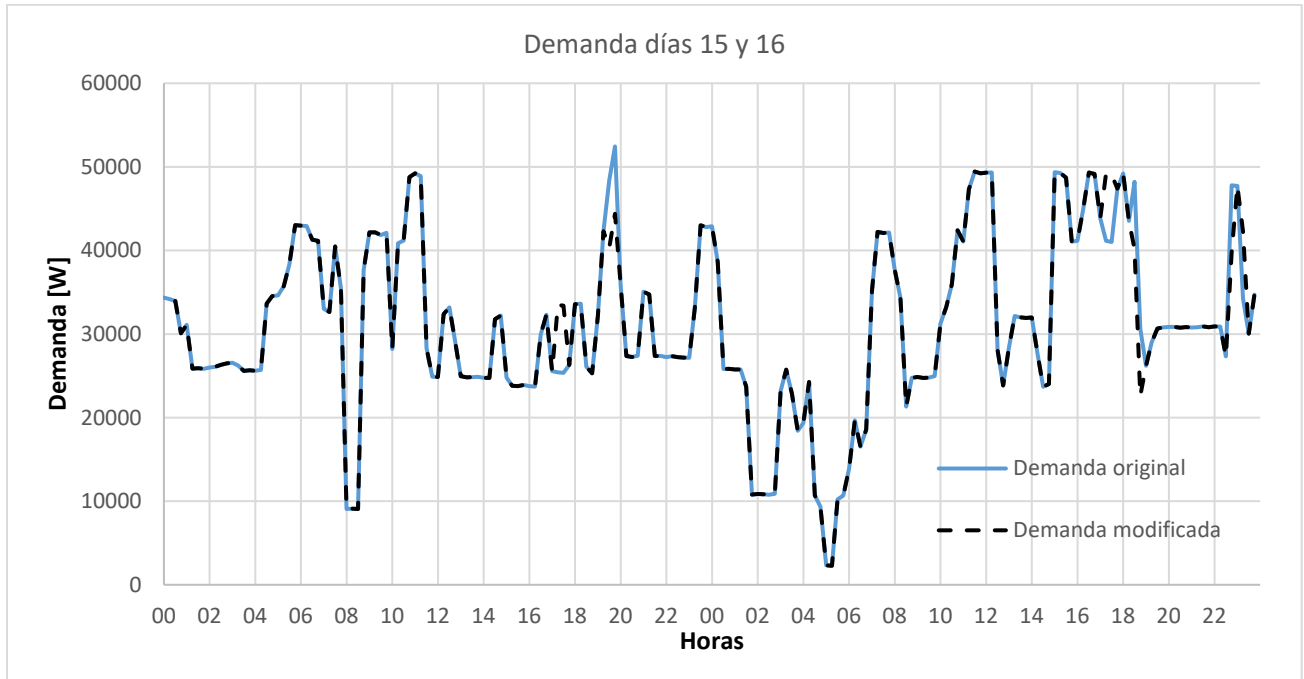


Figura 12. Demanda actual y demanda modificada.

En la Figura 13 se presenta el índice de performance anterior, superpuesto con el que se obtendría mediante esta medida. Se puede ver que el índice disminuye justamente en la zona de hora de pico.

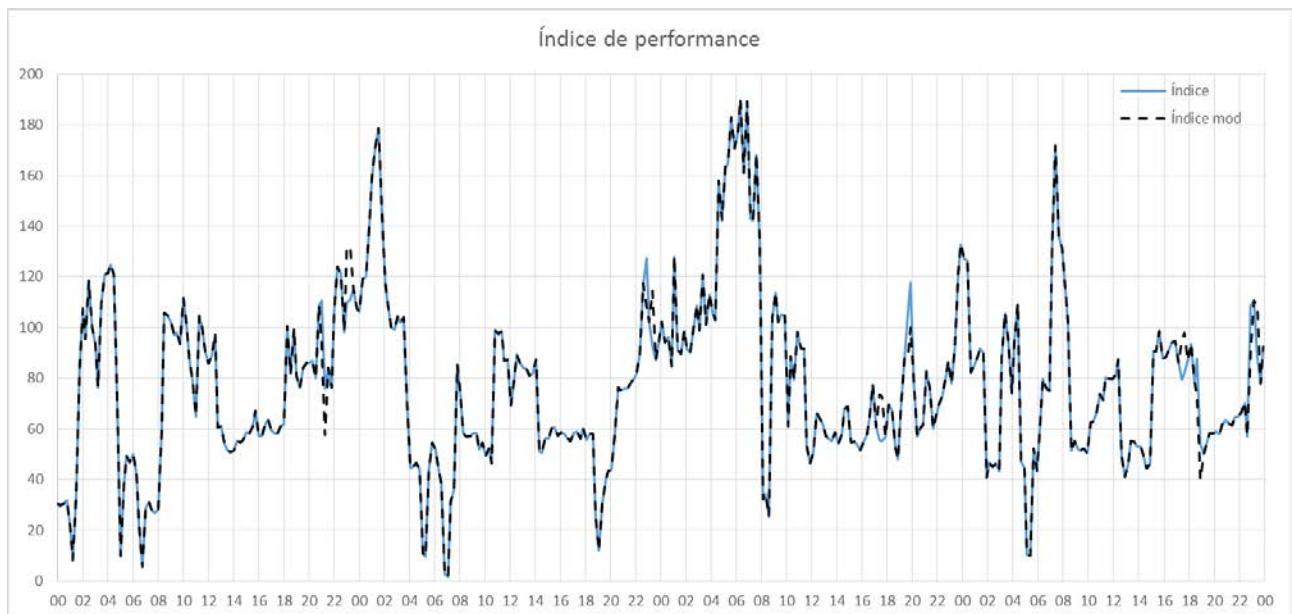


Figura 13. Índice de performance de escenario actual y con picos modificados.



Los resultados obtenidos son:

Energía activa consumida [kWh]		
	15/10/2017	16/10/2017
Pico	157,32	161,91
Valle	178,94	142,80
Resto	415,66	436,98

		Sub-Total
Gasto por potencia contratada en:		
Pico	\$ 5.837,03	\$ 11.098,82
Fuera de Pico	\$ 5.261,79	
Gasto por energía consumida en:		
Pico	\$ 233,59	\$ 1.068,03
Valle	\$ 223,58	
Resto	\$ 610,86	

ANALISIS FINAL(con desplazamiento de picos)	
TERCERA SUPOSICIÓN	
Cuadro actual	
Gasto diario en energía	\$ 1.150,15
Gasto total mensual (30 días)	\$ 34.504,41
NUEVO ESCENARIO	
Gasto diario en energía	\$ 534,02
Gasto mensual energía (30 días)	\$ 16.020,49
Gasto fijo en potencia	\$ 11.098,82
Gasto total mensual	\$ 27.119,31

Reducción del gasto en :	21%
---------------------------------	------------

Los resultados obtenidos muestran que el cambio de horario en el lavado para que no coincida con la hora de costo pico disminuye los costos de energía, principalmente por la disminución de la potencia contratada.



V.3. Propuesta de reemplazo de tecnologías

En este nuevo escenario se propondrá un análisis de mejora con la incorporación de nuevas tecnologías, necesitando realizar una inversión económica para la adecuación de los sistemas existentes.

Para este escenario propondremos la instalación de un convertidor de frecuencia multi bomba para poder eliminar el efecto de la válvula de estrangulamiento, colocada a la salida de cada una de estas, reduciendo las pérdidas.

La estimación del consumo anual corresponde a una sola bomba trabajando un 66% del tiempo con un porcentaje de fluido del 70% (60 m³/h), cuya situación se ve reflejada en el proceso de filtrado de esta planta. Luego se realizó la estimación del consumo anual para una bomba con variador de frecuencia funcionando al 100% del caudal (86m³/h) y otra funcionando al 30% (24m³/h). Esta situación también se realizó para un 66% del tiempo.

En la siguiente tabla se muestra los resultados obtenidos del cálculo

	Impacto Energético				Impacto Ambiental			
	Kwh/año	Total	Reducción ΔkWh/año		Ton	Total	Reducción Emisiones CO2	
Act*	95921	191842	70505	36.75%	33.81	67.62	25.8	38.6%
	95921				33.81			
VDF**	118147	121337	70505	36.75%	40.4	41.52	25.8	38.6%
	3190				1.12			

*Situación actual, **Reemplazo de tecnología

El costo del equipamiento a incorporar es de aproximadamente cincuenta y cinco mil pesos (\$55.000 Octubre de 2017). A continuación realizaremos una estimación del costo mensual de energía eléctrica que tienen en la actualidad, sin recambio de tecnología y por otro lado realizaremos el cálculo del nuevo costo mensual de energía con la instalación del variador de frecuencia. Cabe destacar que los cálculos fueron realizados teniendo solamente en cuenta el ciclo de lavado.

	kW-h/ mes	Tarifa EPEC	Costo Mensual
Act.	15986,83	\$1,54	\$24.621,16
VDF	10111,42		\$15.572,49

Para que nuestro plan de mejora sea redituable para la Cooperativa se considerará que la tasa de interés exigida es igual a la tasa que paga el Banco de la Nación Argentina (BNA) para la colocación de Plazo Fijo en pesos, que es de 21,75% anual.



Universidad Nacional de Río Cuarto
Facultad de Ingeniería

Periodo	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Inversión	55000	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Costo Fijo	24621	15572	15572	15572	15572	15572	15572	15572	15572	15572	15572	15572	15572
Ingreso mensual	24621	24621	24621	24621	24621	24621	24621	24621	24621	24621	24621	24621	24621
Flujo de Caja	-55000	-45951	-36903	-27854	-18805	-9757	-708	8341	17389	26438	35487	44535	53584
Flujo de Caja Actualizado		-45133	-35600	-26393	-17502	-8919	-636	7355	15062	22492	29652	36550	43194
VAN (1 Año)	-34877				Tasa Mensual	0,018125							

Periodo (años)	0	1	2	3	4	5	6
Inversión	55000	0	0	0	0	0	0
Costo Fijo	29545,4	186870	186870	186870	186870	186870	186870
Ingreso mensual	29545,4	295454	295454	295454	295454	295454	295454
Flujo de Caja	-55000	53584	162168	270752	379336	487920	596504
Flujo de Caja Actualizado		44011,5318	162168,08	270752,12	379336,16	487920,2	596504,24
VAN (2 Años)	151180				Tasa Anual	0,2175	
VAN (3 Años)	421932						

TIR 1 Año	-1%
TIR 2 Años	127%
TIR 3 Años	172%

Si bien se puede observar que en el séptimo mes se produce un flujo de caja positivo, no obstante, si se desea obtener un rédito igual a que si se colocara en Plazo Fijo, no alcanzaría un año para poder obtener ese nivel de ganancia.

Si centramos nuestra visión en dos años, vemos que ya se obtiene un VAN positivo, por lo que si se desea se podrá a empezar a bajar los precios de la tarifa del servicio de agua potable. Esta disminución es un factor que impacta directamente a la sociedad.

Los beneficios planteados anteriormente son en base al consumo eléctrico, en estos no se tienen en cuenta los daños mecánicos ocasionados por el uso de válvulas de estrangulamientos, dando lugar a que el beneficio a largo plazo sea mayor.



VI. Análisis de resultados y recomendaciones.

Para el primer caso de estudio, cuando no se realiza un corrimiento de los picos sino solamente un cambio en la tarifa, se aprecia una reducción del gasto mensual del 18%. Con un desplazamiento de los picos, además del cuadro tarifario, se obtiene una reducción del gasto del 21%. En base a esto se recomendaría comenzar con la primera opción, que no requiere un cambio o control tan estricto de los lavados. Sin embargo, hay que considerar que estos cálculos se realizaron solamente considerando dos días por falta de más datos, pero son buenos datos para hacer un cálculo rápido y tener una noción del cambio que representa un movimiento a otra tarifa.

Para implementar correctamente la segunda opción sería necesario invertir en una mayor cantidad de puntos de medición y en un sistema que permita evaluar de manera continua el índice de performance o al menos la demanda. De esta manera podrían tomarse decisiones para diferir la puesta en marcha de ciertas etapas del proceso de manera de evitar la superposición de consumos que producen los picos de potencia.

En función de este nuevo régimen tarifario, y sabiendo que en los días 15/10 y 16/10 se consumieron un total de 962,36 m³, haciéndolo extensivo al mes entero serían 14.435 m³, el precio del metro cúbico generado solo teniendo en cuenta los gastos en energía sería 0,512 [m³/\$/].

A partir del índice de performance propuesto, se observan picos pronunciados en la gráfica, que coinciden con los horarios de lavado que es cuando están en funcionamiento las tres bombas de extracción de las perforaciones. Así, esos picos no entrarían a priori en el análisis ya que este punto está relacionado al consumo para generar agua tratada, mientras que en este caso se estarían limpiando los filtros. Lo ideal es que este tipo de índice sea lo más bajo posible, lo que implica que para un mismo caudal de agua el consumo para generarlo sea menor. Como no se tienen datos históricos de este índice contra el cual contrastarlo no se puede decir en primera instancia si estos valores son los óptimos o no, por lo que se deberían hacer algunas modificaciones en el proceso y contrastar el nuevo índice calculado con el presentado en el informe.

El indicador de performance energética seleccionado tiene en cuenta dos variables, por un lado se tiene el caudal, el cual está directamente relacionado con el consumo de agua por parte de la población. Sobre este punto es posible lograr una mejora mediante la tarea de concientización para uso racional de los recursos hídricos en las personas. Por otra parte, se tiene el consumo eléctrico de todos los equipos involucrados en el proceso, el cual debe ser reducido a la mínima expresión. Esta tarea puede ser complicada, debido a que el servicio de agua potable debe estar a disposición de la población y no será posible apagar equipos por el simple hecho de reducir el consumo. Deberán ser atacados otros puntos, como el desplazamiento de los picos de consumo con el afán de aplanar la curva de demanda, consiguiendo mejoras en el aspecto económico basadas en tarifas más bajas.

Otro aspecto a considerar es el arranque de los motores, procurando menores puestas en marcha, debido a las consecuencias que esto trae hacia la vida útil de las máquinas, así como también al



incremento en el consumo por los picos de corriente y perturbaciones que afectan al sistema. Asimismo, el uso de accionamientos de velocidad variable en los motores de las bombas permitiría aumentar la eficiencia al evitar el uso de válvulas para regular el caudal. De igual manera podría tenerse un mejor control de los niveles de TE y CT, que actualmente se realiza encendiendo o apagando cada bomba. Finalmente, podría pensarse en el reemplazo de los motores por otros de mayor eficiencia, cuando sea necesario su reemplazo.

Por el lado del análisis de desequilibrio en las tensiones y corrientes por las gráficas expuestas se observa que en lo referido a tensiones no se presentan grandes diferencias como en el caso de las corrientes. Los posibles inconvenientes de esto podrían ser una mala repartición de cargas monofásicas, o algún contacto de alta resistencia en el conexionado de alguna maquinaria. Si se pudiera identificar si esta diferencia es causada por alguno de estos fenómenos se podría comenzar a aplicar este índice de performance corrigiendo los problemas presentados, y midiendo verdaderamente los desequilibrios generados por problemas de calidad de energía.

En el segundo escenario planteado, se puede concluir que sería beneficioso el cambio de tecnología, ya que este promete una reducción del 36.75 % del consumo eléctrico en el filtrado del agua, pudiéndose en menos de dos años bajar la tarifa del servicio, con una tasa de interés redituable.

Uno de los aspectos importantes del proyecto está asociado con el impacto social que estas propuestas superadoras pueden tener en la población de Coronel Moldes. La planta fue concebida con el objeto de mejorar la calidad de vida de las personas, proveyendo un servicio de vital importancia como lo es el del agua potable con la mejor calidad y bajo los estándares recomendados por la OMS. El hecho de mantener los niveles de arsénico y flúor, así como todas las variables que están involucradas en el proceso en niveles controlados, ayuda a mantener a la población saludable. Los gastos en salud pública se disminuyen debido a que la mejor calidad del agua trae aparejado un decremento en los problemas de salud en las personas.

En lo referente a un uso eficiente de la energía, los beneficios se observan al utilizar menor cantidad de recursos para llevar a cabo los procesos de potabilización y distribución del agua tratada. Al utilizar una menor cantidad de recursos, consecuentemente se verá una reducción en los costos de producción para el servicio brindado. Al tratarse de una cooperativa, la reducción de los costos es trasladada directamente a una mayor disponibilidad de recursos económicos para desarrollar otro tipo de tareas para una mejor calidad de vida de la población o bien una reducción en las tarifas de los clientes.

Una reducción en el consumo de la energía eléctrica trae aparejado un menor impacto ambiental producto de las menores emisiones de gases contaminantes al medio en el proceso de generación, ya que la matriz energética depende fuertemente de la quema de combustibles fósiles.



Recomendaciones

- Incorporar las mediciones disponibles a un sistema de gestión de energía, a fin de monitorear en línea las distintas variables y los índices de performance propuestos, a fin de poder tomar decisiones que permitan mejorar la eficiencia mediante un mejor control del proceso.
- Plantearse la posibilidad de poner mediciones locales en distintos puntos de la planta para tener más información y volver a realizar estos cálculos económicos de cambio de tarifa con mayor volumen de datos.
- Ver la posibilidad de cambiar de régimen tarifario al propuesto en el informe, y analizar desplazamiento de picos de consumo hacia horas en las que la energía tenga menor precio.
- Verificar todas las conexiones de las máquinas para detectar la existencia de un posible contacto de alta resistencia.
- Verificar la distribución de las cargas monofásicas dentro de la distribución interna de la planta de potabilización, así como también el estado de los motores.
- Determinar la posibilidad de pasarse a un plan de facturación, o tener discriminada en forma clara cuál es el gasto por consumo de energía eléctrica de la planta potabilizadora.
- Tomar como referencia el indicador de performance expuesto, y contrastarlo con futuros índices calculados a raíz de futuros cambios en la eficiencia que se realicen.
- Incorporar el uso de variadores de frecuencia, para el manejo de las bombas subterráneas, pudiendo obtener un control más exacto del caudal y provocándole una fatiga mecánica menor a las mismas.

VII. Bibliografía

Thollander, P., & Palm, J. (2012). *Improving energy efficiency in industrial energy systems: An interdisciplinary perspective on barriers, energy audits, energy management, policies, and programs*. Springer Science & Business Media.

EPEC, TARIFA N° 3 - GRANDES CONSUMOS, Cuadro Tarifario con vigencia a partir del 01/03/2017
Resolución General ERSEP Nro. RG 4-17., 2017

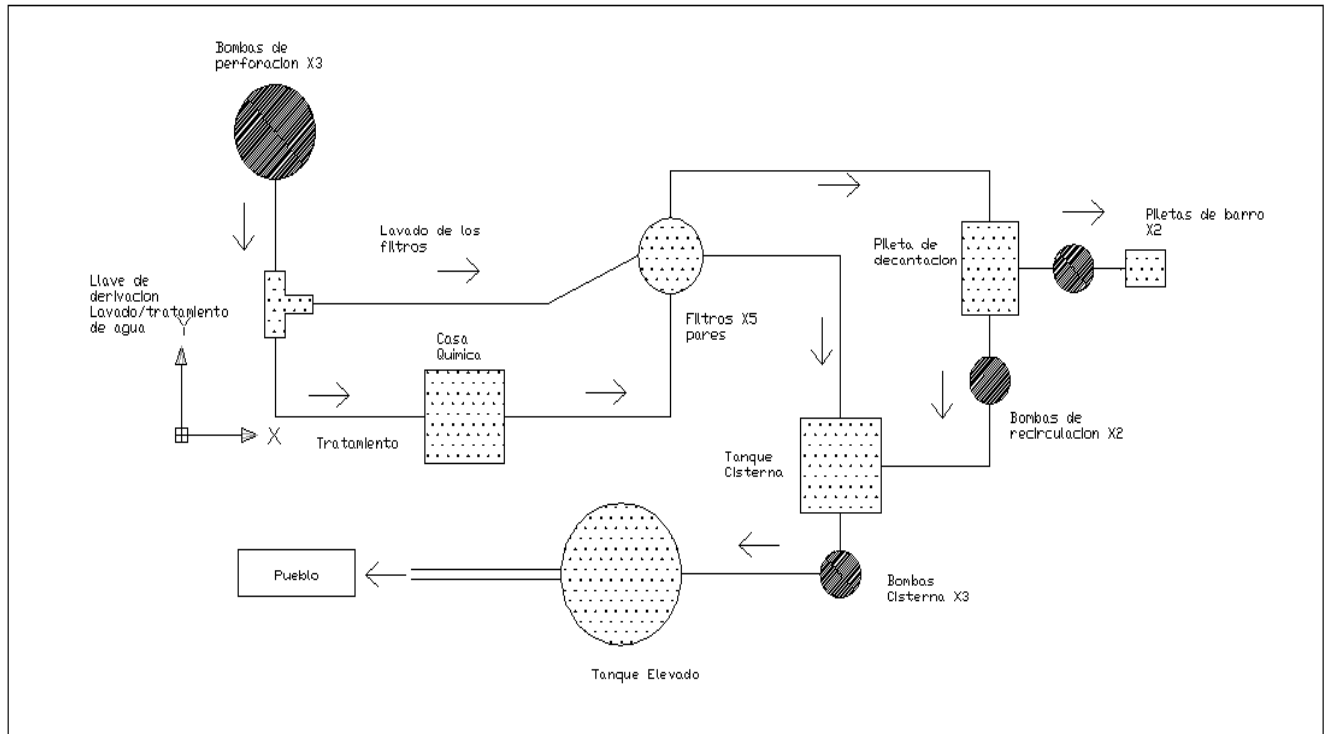
Murillo, C. E. (2015). Tratamiento de Barros generados en plantas de remoción de arsénico por procesos de coagulación-adsorción-filtración.

Francisca, et al. DISTRIBUCIÓN ESPACIAL DEL ARSÉNICO EN LAS AGUAS SUBTERRÁNEAS DE LA PROVINCIA DE CÓRDOBA, ARGENTINA, VIII Congreso Latinoamericano de Hidrología Subterránea, 25-29 de setiembre de 2006, Asunción, Paraguay

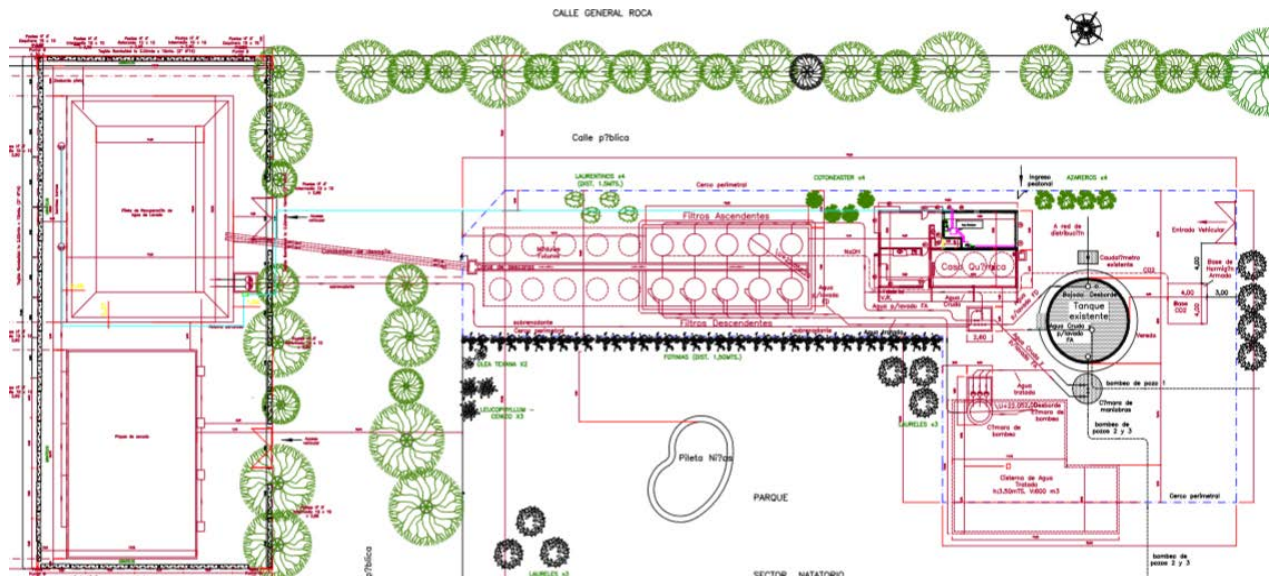


VIII. Anexos

Anexo I: Esquema del proceso de potabilización



Anexo II: Plano de la planta potabilizadora.



Anexo III: Características de las máquinas utilizadas.

Cantidad	Nombre	Marca	Modelo	Pn [kW]	Vn [V]	In [A]	FP 100%	FP 75%	FP 50%
3	Perforación	Grundfos	MNS6000	18,5	380	41	0,87	0,83	0,79
3	BAT	DAB	K20/1200T	8,9	380	15,4			
2	Barro	DAB	AP.35B.50.08.3.v	0,78	380	1,98	0,89		
2	Barro	Lowara			380				
2	Recirculación	DAB	K20/1200T	8,9	380	15,4			
1	Generador		100 kVA						