



■ OBJETIVO

Mejoramiento de la distribución actual de los módulos y del sistema de iluminación, distribución de aire comprimido y alimentación eléctrica de los motores en Confección, Color y Almacenes Teycon S.A. de C.V.

■ ANTECEDENTES

La planta está ubicada en la calle Aarón Saenz N°1717 Pte. Col. Santa María, en Monterrey, N. L., México. Teycon es una empresa textil que se dedica a la producción de ropa interior para caballero, dama y niño. El proceso abarca desde la fabricación de la tela, hasta el embarque

de la prenda elaborada. La planta está dividida en tres áreas que son: tejido, acabado y confección.

Contando cada departamento con una producción promedio mensual de 115.2, 120.9 y 99.06 toneladas / mes respectivamente. En la tabla 1 se aprecian los consumos, horas trabajadas, producción e índices energéticos de cada departamento.

Tabla 1

Area	kW	Horas Trabajadas	Toneladas/día	Indice Energético (kW/h/Ton)
Tejido	86.12	24	4.43	466.56
Acabado	120	24	4.65	619.35
Confección	206	10	3.81	540.68



un 40%, lo que representa un 2.5% de ahorro de energía.

Actualmente, en el área de confección de la planta Teycon el sistema de cableado cuenta con más de 30 años de antigüedad, lo que ocasiona pérdidas de energía por el desgaste de las propiedades físicas de los conductores.

El objetivo fundamental en este punto es evaluar estas pérdidas energéticas con la finalidad de reducir las al mínimo, instalando conductores nuevos en el área de confección.

$$\% \text{ de ahorro en potencia por rediseño} = \frac{31.62 \text{ W} \times 100}{1,238.4 \text{ W}} = 2.55\%$$

Además, ya que en la planta el cableado existente tiene más de 30 años de uso, el cable va sufriendo por envejecimiento y la resistividad empieza a aumentar, por lo que la conductividad disminuye y la temperatura a la que opera el conductor tiene un aumento, como se puede apreciar en la ecuación 3. Se realizó una prueba de temperaturas en la pared del conductor, primero midiendo la temperatura en un tramo de cableado envejecido de calibre 12 con una longitud de 10 metros y después midiéndola en un conductor de las mismas características pero nuevo, obteniendo una diferencia de 11.3 °C, por consecuencia debe de existir un ahorro en la potencia transmitida en la línea.

$$R_{t2} = R_{t1} \frac{(M + t_2)}{(M + t_1)}$$

En donde:

R_{t2} y R_{t1} son las resistencias y temperaturas respectivas.

M es una constante para el cobre de 241 y 228 del aluminio.

Se puede decir a groso modo que, por cada reducción de 10 °C en la temperatura del conductor, las pérdidas de potencia debido a la resistencia disminuyen de un 3 a un 4%, (referencia a 1).

Ahorro estimado por cambio de conductores envejecidos = 3%.

$$\text{El \% de ahorro de energía es} = 3\% + 2.55\% = 5.55\%$$

En los cálculos de ahorro se tomará un valor de un 4% de ahorro de la potencia que pasa por el conductor, como un factor de seguridad.

La potencia total que maneja las áreas de confección es de 109.20 kW.

El total de horas es el mismo que para el punto FII.

$$\text{Ahorro en kW} = 109.2 \text{ kW} \times 0.04 = 4.368 \text{ kW}$$

$$\text{El ahorro anual por energía} = \$ 3,785.77.$$

$$\text{Ahorro por demanda facturable} = 1 \text{ kW}$$

$$\text{Ahorro en costo por demanda} = \$ 530.08.$$

$$\text{El ahorro en costo anual es: } \$ 3,785.77 + \$ 530.088 = \$ 4,315.85.$$

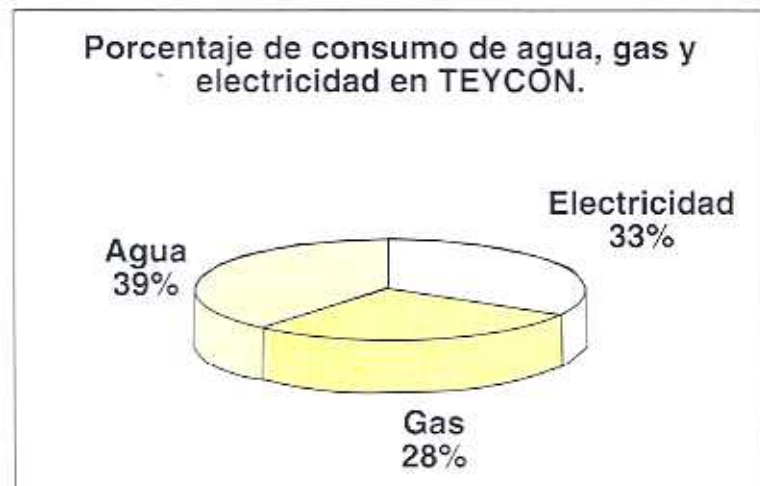
$$\text{Ahorro de energía} = 144,034.38 \text{ kWh}.$$

H) Durante los recorridos realizados a la planta, se pudieron detectar varias fugas de aire comprimido en el área de confección. Con la implementación de esta medida, se logrará un ahorro del 1.14% de la facturación básica mensual. Además de que los compresores ya no trabajarán más tiempo del necesario. Las fugas detectadas en las máquinas de confección y color son 8, con un diámetro de orificio de 1 / 16 pulgadas y 80 psi de presión aproximada.

Desde el punto de vista energético, una planta con estas características de proceso cuenta con un porcentaje de costo similar en las tres áreas de consumo: agua, energía eléctrica y gas. En Teycon se apreció lo anteriormente mencionado, ya que en promedio el 39% de la facturación total es de agua y el 33 y 28% son de energía eléctrica y gas, respectivamente (Figura 2). Debido a esto, el diagnóstico energético de 2° nivel se efectuó en las tres áreas, obteniéndose ahorros del 15.7% de la facturación de agua, además del 29.5 y 42.4% en electricidad y gas, respectivamente.

Esto fue resultado de 5 oportunidades de ahorro en la facturación de agua, 14 en electricidad y 6 en gas. En esta ficha - caso se presenta solamente la oportunidad eléctrica # 1 del diagnóstico energético.

Figura 2 .- Porcentaje de consumo de agua, gas y electricidad.



■ METODOLOGIA:

Una vez conocida la distribución eléctrica de los tres departamentos, se comenzó por hacer recorridos visuales y mediciones con un analizador en las distintas subestaciones

de redes, además de evaluar ciertas recomendaciones del personal de la planta, decidiéndose analizar la distribución actual de módulos y llegando a la conclusión de que se podría llegar a un mejor aprovechamiento del área y de la energía eléctrica, si se rediseñaba la distribución. Por último, se nos permitió comparar la distribución de la planta en el área de confección con la de otra planta del ramo textil, con el fin de evaluar la factibilidad de la propuesta técnica.

Oportunidad de ahorro a comentar a partir del diagnóstico energético de 2° nivel:

Optimización general en el área de confección y color, en la cual se analizan los siguientes puntos:

- A) Administración de la demanda del área de confección.
- B) Mejoramiento de la iluminación general en el almacén general, de confección.
- C) Cambio de tubería en el sistema neumático de 1 a 2 pulgadas.
- D) Optimización del ducto de aire lavado.
- E) Optimización del alumbrado en confección y color.
- F) Ahorro por seccionamiento de circuitos: trabajos por tiempo extra y por factor de uso.
- G) Ahorro por renovación del cable.
- H) Ahorro por corrección de fugas de aire comprimido.

Descripción, Antecedentes y Beneficios de los puntos anteriores:

A) Reducir los kW de demanda en horario punta, mediante el cambio de horario de trabajo en las áreas de confección, almacén de producto terminado y oficinas administrativas durante el invierno.



Horario actual 8:00a.m.- 18:45p.m.
Horario sugerido 7:00a.m.- 17:45p.m.

Se realizaron mediciones de los parámetros eléctricos en la subestación de esta área, obteniendo los siguientes valores:

kW (No trabajando) = 71.1726 kW.
kW (Trabajo normal) = 186.2149 kW.
Diferencia = 115.042 kW.

La diferencia entre estas demandas es lo que se sacará de punta. Al ser 45 minutos lo que se alcanza de horario punta, entonces tenemos que:

$(115 \text{ kW}) (45 / 60 \text{ h}) = 86.2817 \text{ kWh}$
Ahorro en demanda facturable = 80 kW/año
Ahorro por energía = \$ 5,448.99
El ahorro en demanda sería:
En costo anual = \$ 17,669.60
Ahorro en costo total anual:
 $(\$ 5,448.99) + (\$ 17,669.60) = \$ 23,118.59$

B) Mejoramiento de la iluminación existente en las áreas de almacenaje de la planta, mediante la instalación de láminas translúcidas, sustitución de lámparas fluorescentes por HID y sensores de movimiento.

Almacén de producto terminado:

En esta área se observó que existen pasillos con muy poco uso y que sin embargo, son iluminados en forma constante. Nuestra propuesta es la de seccionar dichos pasillos y controlarlos por medio de sensores de movimiento, para que enciendan sólo la cantidad y tiempo necesario.

I. Almacén de telas. Al instalar sensores de movimiento dejarán de funcionar constantemente 12 y operarán sólo cuando sea necesario.

Ahorro anual = \$ 1,515.50
En energía = 5,618.16 kWh/ año.

II. Almacén de producto terminado. Con la instalación de láminas translúcidas las lámparas del segundo piso, con lo cual se ahorraría lo siguiente:

El ahorro en demanda = 3 kW
El costo anual de demanda = \$ 1,590.64

El ahorro anual por energía = \$ 8,424.40
En energía = 31,505.76 kWh/ año.
Ahorro total = \$ 1,590.64 + \$ 8,424.40 = \$ 10,014.66

III. Sensores de movimiento. En la parte inferior, en la cual se encontró que contaban con hileras con 4 lámparas cada una de 2 x 75 W, fluorescentes.

El ahorro anual estará dado = \$ 9,093.
En energía = 33,708.96 kWh/ año.

IV. Lámparas de alta descarga. De 250 W vapor de sodio, las 22 lámparas fluorescentes de 2 x 75 W del área de carga y descarga, obtendremos ahorros de:

Ahorro en demanda (kW) = 2.76kW.
Ahorro anual por energía = \$ 2,392.1.
En energía = 8,867.88 kWh/ año.

Ahorro por demanda facturable = 1 kW.
En costo anual = (\$ 44.174 / kW)(1 kW) (12 meses) = \$ 438.91/año.
Ahorro total = \$ 2,392.11 + \$ 438.91 = \$ 2,831.02.

C) Cambiar la tubería de 1" del sistema neumático, a 2 pulgadas en el área de confección y color, con el fin de disminuir las pérdidas de potencia de los compresores debido a la caída de presión.

Actualmente el sistema neumático cuenta con un compresor de tornillo de 50 hp en cada una de las áreas. Estos operan a una presión de trabajo constante de 90 y 100 psi. Cada uno genera un caudal de aire aproximado de 240 ft³/min y la red de distribución principal es de 1 pulgadas. El trabajar bajo estas condiciones provoca una caída de presión de 12.05 bar por cada 100 metros de tubería.

Calculando la caída de presión ahorrada en el área de confección:

$$PAH = P \text{ actual} - P \text{ propuesta}$$

$$PAH = 2.41 - 0.89 = 1.52 P$$

$$\% \text{ de pérdidas en área de confección} = 17.5\% - 7\% = 10.5\%$$

Calculando la caída de presión ahorrada en el área de color:

$$PAH = 4.64 - 0.276 = 4.36 P \quad \% \text{ pérdidas en el área de color} = 35\% - 3\% = 32\%$$

$$\text{Ahorro en potencia} = 23.5 \text{ kW} \times 0.105 + 24.96 \text{ kW} \times 0.32 \times 0.5 = 6.45 \text{ kW}$$

Nota: El factor de 0.5 es debido a que el compresor comparte su descarga de aire comprimido con el área de acabado y es aproximadamente la mitad de la carga.

Ahorro en costo.

$$\text{Ahorro anual} = 6.45 \text{ kW} \times 3,213 \text{ h} \times 0.26975 \text{ S/kWh} = \$ 5,590$$

$$\text{Ahorro en energía} = 6.45 \text{ kW} \times 3,213 \text{ h} = 20,723.85 \text{ kWh}$$

D) En el área de confección de los ductos se encuentran a una altura aproximada de 5 metros, por lo que no se aprovecha lo suficiente para acondicionar el área de trabajo. Esto se ve reflejado en el número de ventiladores que se ocupan en ella. La propuesta de esta ficha es la de bajar la altura de los ductos al nivel de la iluminación,

que es aproximadamente de 3 metros, para reducir el número de aparatos de aire lavado, que son 15 de 5 hp cada uno. Se pretende al bajar la altura de los ductos reducir el número de ventiladores en proporción de 1:3 (uno de cada 3).

Potencia actual	75 hp.
Potencia propuesta	50 hp.
Potencia ahorrada =	25 hp.

Ahorro anual. En costo: \$ 16,164.

$$\text{Ahorro de energía anual: } (1,806 \text{ h})(18.26 \text{ kW}) + (1,407 \text{ h})(18.26 \text{ kW}) = 58,669.38 \text{ kWh}$$

El ahorro en demanda = 6 kW.

$$\text{Calculando el ahorro en costo por demanda} = \$ 3,180.48$$

$$\text{El ahorro en el costo anual es de: } \$ 16,164 + \$ 3,180.48 = \$ 19,344.48$$

E) Realizar una redistribución de módulos y alumbrado, así como reducir el consumo energético de cada gabinete al cambiar bulbos. Actualmente, en las áreas de confección y color, los gabinetes porta - lámparas están distribuidos sin tomar en cuenta la localización de los módulos ni el número de máquinas contenidas en él. Con la redistribución de los mismos se pretende que exista uniformidad en cuanto a los niveles de iluminación para cada una de las máquinas. La reducción de potencia se dará al sustituir bulbos de 75 W y 39 W por bulbos de 60 W y 32 W, respectivamente, con lo que se obtendrá un ahorro del 0.31% en la facturación y en cuanto a la energía será de 9,901.2 kWh/ año.

$$\text{Ahorro en kW} = 54.054 - 50.97 = 3.08 \text{ kW}$$

$$\text{Ahorro en costo por energía} = \$ 2,669.45$$



Ahorro por demanda facturable = 1 kW.
Ahorro en costo por demanda = \$ 530.08.
El ahorro total anual es de: \$ 2,669.45 +
\$ 530.08 = \$ 3,199.53

F) Primero: En base a información proporcionada por personal de la planta respecto al tiempo extra trabajado por las costureras en confección, que es un promedio de 4 h en 24 días al año, de los que 14 días pertenecen al periodo de verano y los restantes 10 al periodo de invierno. Esto es, que durante el tiempo que trabajan 4 módulos, todos los demás permanecen encendidos, por la falta de seccionamiento de los circuitos. Con referencia al seccionamiento de los circuitos con la finalidad de no mantener todos los módulos encendidos cuando se trabaja tiempo extra, sino encender los módulos necesarios.

La demanda promedio por cada módulo es: 1.23 kW.
Ahorro en kW: $22.52 - 2(1.23 \text{ kW}) = 20.06 \text{ kW}$.

Ahorro en costo anual = $20.06 \text{ kW} (28 \text{ h} \times \$ 0.26975 / \text{kWh} + 68 \text{ h} \times \$ 0.83877 \text{ kWh}) = \$ 1,295.7$.
Ahorro en energía = 1,925.76 kWh.

Segundo: En este punto el ahorro será debido al factor de utilización de los módulos, considerando que actualmente todos permanecen encendidos aunque algunos no se utilicen y esto es debido a la falta del seccionamiento de los circuitos en esta área.
Factor de utilización = 0.764.

El sistema de seccionamiento propuesto va a permitir apagar los módulos que no estén operando, reduciendo los consumos de electricidad.
Porcentaje de ahorro 23.6%.

Ahorro anual de energía = $173.4 \text{ kW} \times 0.236 \times 3,213 \text{ h} = 131.508.09 \text{ kWh}$.
Se trabaja solo en horario de intermedia.
Ahorro en costo anual = \$ 35,474.3.

Ahorro en costo por demanda facturable = 12 kW.

Ahorro en costo por demanda = \$ 6,361.05.
El ahorro en costo anual es: $\$ 35,474.3 + \$ 6,361.05 = \$ 41,832.35$.

G) El uso de un cableado envejecido y con dimensiones de área transversal menores a las adecuadas, trae como consecuencia una pérdida de energía de la potencia transmitida en las líneas de distribución eléctricas, ya que la resistencia de un conductor es inversamente proporcional al área (Ec. 1). Al aumentar el área o hacer una buena selección del área transversal de un conductor se pueden obtener beneficios en el ahorro de energía (Ec. 2), ya que la potencia es proporcional a la resistencia.
 $R = L / A (\rho)$ (Ec. 1)

En donde:
 ρ = resistividad del conductor.
L = longitud del conductor.
A = área de la sección transversal.

Pérdida de potencia en un conductor.

$P = RI^2$ (Watts) (Ec. 2).

En donde:
R = resistencia en ohms (Ω).
I = corriente en amps (A).

Por ejemplo, el cambio de un cable calibre 16 a un 14 implica un incremento del área transversal de un 60% aproximadamente, lo cual tiene como consecuencia una disminución en la resistencia del cable de



un 40%, lo que representa un 2.5% de ahorro de energía.

Actualmente, en el área de confección de la planta Teycon el sistema de cableado cuenta con más de 30 años de antigüedad, lo que ocasiona pérdidas de energía por el desgaste de las propiedades físicas de los conductores.

El objetivo fundamental en este punto es evaluar estas pérdidas energéticas con la finalidad de reducir las al mínimo, instalando conductores nuevos en el área de confección.

$$\% \text{ de ahorro en potencia por rediseño} = \frac{31.62 \text{ W} \times 100}{1,238.4 \text{ W}} = 2.55\%$$

Además, ya que en la planta el cableado existente tiene más de 30 años de uso, el cable va sufriendo por envejecimiento y la resistividad empieza a aumentar, por lo que la conductividad disminuye y la temperatura a la que opera el conductor tiene un aumento, como se puede apreciar en la ecuación 3. Se realizó una prueba de temperaturas en la pared del conductor, primero midiendo la temperatura en un tramo de cableado envejecido de calibre 12 con una longitud de 10 metros y después midiéndola en un conductor de las mismas características pero nuevo, obteniendo una diferencia de 11.3 °C, por consecuencia debe de existir un ahorro en la potencia transmitida en la línea.

$$Rt_2 = Rt_1 \frac{(M + t_2)}{(M + t_1)}$$

En donde:

Rt2 y Rt1 son las resistencias y temperaturas respectivas.

M es una constante para el cobre de 241 y 228 del aluminio.

Se puede decir a groso modo que, por cada reducción de 10 °C en la temperatura del conductor, las pérdidas de potencia debido a la resistencia disminuyen de un 3 a un 4%, (referencia a 1).

Ahorro estimado por cambio de conductores envejecidos = 3%.

$$\text{El \% de ahorro de energía es} = 3\% + 2.55\% = 5.55\%$$

En los cálculos de ahorro se tomará un valor de un 4% de ahorro de la potencia que pasa por el conductor, como un factor de seguridad.

La potencia total que maneja las áreas de confección es de 109.20 kW.

El total de horas es el mismo que para el punto FII.

$$\text{Ahorro en kW} = 109.2 \text{ kW} \times 0.04 = 4.368 \text{ kW}$$

$$\text{El ahorro anual por energía} = \$ 3,785.77$$

$$\text{Ahorro por demanda facturable} = 1 \text{ kW}$$

$$\text{Ahorro en costo por demanda} = \$ 530.08$$

$$\text{El ahorro en costo anual es: } \$ 3,785.77 + \$ 530.088 = \$ 4,315.85$$

$$\text{Ahorro de energía} = 144,034.38 \text{ kWh}$$

H) Durante los recorridos realizados a la planta, se pudieron detectar varias fugas de aire comprimido en el área de confección. Con la implementación de esta medida, se logrará un ahorro del 1.14% de la facturación básica mensual. Además de que los compresores ya no trabajarán más tiempo del necesario. Las fugas detectadas en las máquinas de confección y color son 8, con un diámetro de orificio de 1 / 16 pulgadas y 80 psi de presión aproximada.

Pérdidas en fugas de aire:
Máquinas de confección = 42.88 ft³ / min.

Potencia perdida = 4.33 kW.
Ahorro anual = \$ 11,508.36.

Ahorro en energía = 4.33 kW x 8,787 h =
38,047.71 kWh.



Ahorros totales por la implementación de todas las acciones anteriores:

Tabla de ahorros anuales en área de confección y color.

Oportunidad de ahorro	Demanda facturable (kW)	Energía (kWh)	Costo por demanda	Costo por energía	Total
A	80	86.28	\$ 17,669.60	5,448.99	23,118.59
BI	-----	5,618.16	-----	1,515.50	1,515.50
BII	3.00	31,505.76	\$ 1,590.64	8,424.40	10,015.04
BIII	-----	33,708.96	-----	9,093.00	9,093.00
BIV	2.76	8,867.88	\$ 438.91	2,392.11	2,831.02
C	6.45	20,723.85	\$ 38.70	5,590.00	5,628.70
D	18.26	58,669.38	\$ 3,180.48	16,164.00	19,340.48
E	3.08	9,901.60	\$ 530.08	2,669.45	3,199.53
FI	20.06	1,925.76	\$ 120.36	1,295.70	1,416.06
FII	12	131,508.09	\$ 6,361.05	35,474.30	41,835.35
G	1	144,034.38	\$ 530.09	3,785.77	4,315.86
H	4.33	38,047.71	\$ 2,598.00	11,508.36	14,106.36
Total	150.94	454,500.81	\$ 33,057.91	103,361.58	136,415.49

Ahorro total = \$ 133,415.99 / año

Costo de la inversión total = \$ 400,683.55.
Retorno de la inversión = \$ 400,683.55/
\$ 133,415.49 / año = 2.93 años.

Beneficios adicionales: Con la nueva distribución de los módulos se va a aumentar la productividad del área de confección, ya que anteriormente con el mismo espacio, la misma carga de motores y mayor energía

consumida por iluminación, se tenían 28 y ahora serán 34. Además el nivel de iluminación actual se mejorará en aproximadamente 70 luxes más con la nueva distribución del alumbrado y, al cambiar las líneas de distribución de energía, se disminuirá el riesgo de accidentes debido a la situación actual del sistema.

■ CONCLUSIONES

Las medidas comentadas proporcionarán un ahorro en conjunto del 13.29% de la facturación actual de la planta, arrojando 150.94 kW de ahorro en demanda facturable mensual y 454,500.81 kWh / año de energía.