

## ► Elevación de conductores de una línea aérea de alta tensión

---

### Palabras clave

Elevación de conductores, línea aérea de alta tensión 2 x 220 kV, cruce de autopista, prolongación de torre, desvío provisorio.

### Resumen

El objeto de este trabajo es transmitir la experiencia adquirida en la elevación de los conductores de una línea aérea doble terna de 220 kV. Tal necesidad surge a los efectos de mantener la altura libre mínima a un nuevo puente de acceso a una autopista de alto tránsito.

El vano en estudio de 380 metros es particular, ya que además cruza la autopista Panamericana RN 9 (ramal Escobar) y el Ferrocarril Mitre (ramal Zárate). Las estructuras son reticuladas doble terna tipo mástil, una de suspensión y otra de retención. Cada fase se conforma por un haz de dos subconductores ACSR de 300/50 mm<sup>2</sup>. La aislación es del tipo cadena doble con aisladores de vidrio.

Para cumplir con la normativa vigente, Edenor tuvo que aumentar la altura libre de los conductores en aproximadamente dos metros, para verificar la distancia requerida a la calzada del nuevo puente. El trabajo tenía dos premisas, debía realizarse sin interrumpir el tránsito en ninguno de los carriles de la autopista y se debía mantener siempre una de las ternas en servicio.

El trabajo desarrolla tres alternativas de solución:

- » Cambio de conductores ACSR por ACCC

- » Cambio de ménsulas por soportes *line-post*
- » Prolongación del fuste

En todas las alternativas se requería trabajar con los conductores por encima de la autopista y en proximidad de una terna energizada.

Adicionalmente a las condiciones técnicas descritas, se tenía que coordinar las tareas con las condiciones operativas de la línea, previendo que solo se podía desafectar del servicio una terna por vez y solo durante los días sábado y domingo, debiendo permanecer ambas ternas en servicio durante los días hábiles.

El trabajo pudo realizarse con éxito. Con la solución adoptada se logró elevar 2,6 metros el punto de amarre de los conductores, normalizando la situación sobre el puente.

### Introducción

La línea de alta tensión 65/66, doble terna de 220 kV, perteneciente a Edenor vincula las SSEE Matheu y Talar en una traza comprendida entre los partidos de Escobar y Tigre. Esta línea tiene un vano de diseño de 380 metros y está construida con estructuras reticuladas tipo mástil. En el mismo vano de cruce de la línea con el ramal Escobar de la autopista Panamericana (km 45 de la RN 9), se construyó una salida de la autopista que conecta a barrios cerrados. Esto provocó que la altura libre entre los conductores de la línea de 220 kV y el nivel de

calzada del nuevo puente no cumplieran con los valores mínimos exigidos por la normativa vigente (AEA 2003 y Resolución ENRE 37/2010). El vano involucrado tiene una longitud de 322 m, comprendido entre el piquete 21 (RAdt30°) y el piquete 22 (Sdt+2). La situación puede observarse en la figura 1.

De los relevamientos realizados se extrajo que en el punto más comprometido del nuevo desvío, la altura libre alcanzaba solo los 6,62 m, con el conductor a su temperatura máxima de diseño (80 °C). Resulta necesario aclarar que para este tipo de zona (autopista, ruta y/o camino principal), se exige una altura libre mínima de 8,19 m.



Figura 1

### Alternativas propuestas

La primera de las alternativas consideradas fue el reemplazo de los conductores ACSR entre retenciones por unos del tipo ACCC, con alma de carbono. Esto permitiría reducir la flecha en el vano comprometido sin aumentar los esfuerzos sobre las estructuras. Para poder ejecutar esta alternativa, era necesario extender el área de trabajo al menor tramo entre retenciones, lo que nos obligaba a reemplazar los conductores entre los piquetes 21 y 25. Esta situación resultó impracticable con las premisas indicadas anteriormente sobre la continuidad del servicio de las ternas.

Consecuentemente, se comenzaron a evaluar alternativas de trabajo sobre la estructura Sst+2, de modo de elevar los puntos de amarre de los conductores.

En función de los cálculos y mediciones realizadas, se concluyó que para cumplir con las alturas libres de la línea era necesario elevar de puntos de amarre de la estructura en 2,6 m.

A tal fin, se contemplaron dos alternativas:

- » Reemplazar las cadenas de suspensión por aisladores tipo *line-post*.
- » Elevar el piquete 22 en 2,6 m mediante el agregado de un tramo adicional.

La primera de las alternativas implicaba el uso de aisladores *line-post* capaces de soportar grandes esfuerzos debido a las longitudes del vano. A su vez, utilizarlos en solo una estructura rompería la homogeneidad de la línea, la cual cuenta con el mismo tipo de aisladores para todas sus estructuras. Finalmente, al elevar los conductores de esta manera, sería necesario, además, agregar un tramo superior con el objeto de mantener las distancias eléctricas respecto al hilo de guardia y el apantallamiento que este provee. Ambas alternativas se aprecian en la figura 2.

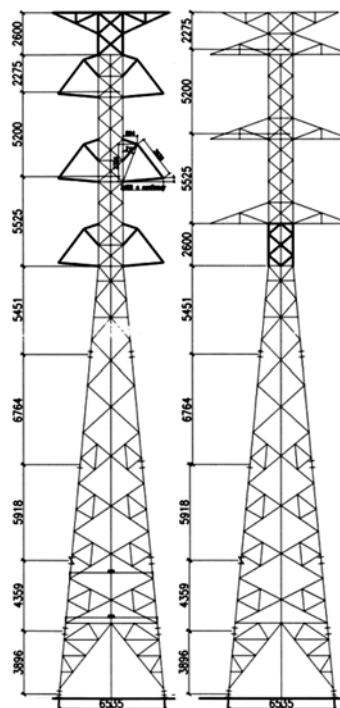


Figura 2

Por lo expuesto, se resolvió elevar los conductores adicionando dos tramos nuevos, justo por debajo del cabezal de la estructura.

El proceso de elevación contaba con la dificultad adicional de que debía realizarse solo durante los fines de semana, por ser los días de mínima demanda eléctrica, manteniendo durante los días de semana ambas ternas en servicio y sin comprometer la libre circulación de la RN 9 ubicada por debajo.

### Solución adoptada

Las tareas a realizar consistían en retirar ambas ternas de la estructura, desmontar el cabezal, agregarle los nuevos tramos, y luego volver a montarla. Dada la duración de las tareas a realizar, los trabajos fueron distribuidos a lo largo de tres fines de semana, entre los cuales las dos ternas debían mantener el servicio, pudiendo solo salir de servicio temporalmente, de a una, durante los días laborales.

La implementación práctica de lo mencionado anteriormente requería realizar el desvío provisorio de una de las ternas y su cable de guardia hacia una estructura auxiliar, de 45 m de altura y ubicada a una distancia lateral de 18 m respecto del piquete 22. Esto permitiría trabajar sobre una de las ternas manteniendo en servicio la terna desviada.

Luego, se trasladarían los conductores de la terna restante, junto con su correspondiente hilo de guardia, hacia una ménsula provisoria montada sobre la estructura, permitiendo de esta manera el retiro del cabezal de la estructura.

Una vez agregados los nuevos tramos al cabezal, este sería reimplantado a la torre y se reubicarían los conductores de la segunda terna y el hilo de guardia, restando solo devolver la primera terna y su hilo de guardia a la torre modificada y el posterior desmontaje de la estructura auxiliar. Estos trabajos serían realizados con la ayuda de una grúa de 80 toneladas.

Al plantear cuál de las ternas sería la que se desviaría, se consideró que el ángulo de desvío, consecuencia de trasladar la terna del lado sur a una estructura auxiliar, sería despreciable, por lo cual se optó por esta opción frente a la de reubicar la terna norte. Esta última hubiera implicado colocar la estructura auxiliar en una zona pantanosa.

A fin de asegurar la libre circulación sobre la RN 9, los trabajos preveían la utilización de dos grúas adicionales a la que realizaría los trabajos sobre la torre. La primera de ellas, de 25 toneladas, sería ubicada sobre el desvío construido, del lado este de la Autopista, mientras la otra, de 60, se encontraría sobre la colectora, del lado oeste. Ambas servirían de apoyo a los conductores mediante una percha de la cual se colgarían individualmente cada uno.

### Tareas previas

Previo al inicio de los trabajos sobre las ternas, se construyeron las bases de apoyo y anclajes necesarios para el arriostamiento del poste auxiliar. Luego, se colocaron los tramos de la estructura auxiliar en dicha base, conformando el poste auxiliar. La figura 3 muestra el proceso de armado del poste en cuestión.



Figura 3

Sobre la estructura reticulada, los trabajos se limitaron al montaje de los perfiles rompeteramos inferiores, resultantes del cálculo de verificación de mecánica.



Figura 4



Figura 5



Figura 6

A su vez, el tramo prolongador a instalar en el cabezal fue armado en los galpones del fabricante, para luego ser trasladado al lugar de trabajo durante el segundo fin de semana.

### Primer fin de semana

Los trabajos se iniciaron con la desenergización de la terna sur, y la colocación de las tres grúas en posición.

Con la grúa de 80 toneladas se realizó el desvío de la terna sur, de a una fase por vez. Esta trasladó los conductores, sujetándolos desde la cadena de aisladores y ubicándolos posteriormente sobre las ménsulas de la torre auxiliar, como muestra la figura 4.

La figura 5 muestra una perspectiva completa del esquema de trabajo utilizado, donde la grúa de 80 toneladas, encargada de realizar el manejo de los conductores y montaje de la estructura auxiliar, está en primer plano. Sobre el desvío se observa la grúa de 25 toneladas y al fondo, se distingue la pluma de la grúa de 60.

Estos trabajos ocuparon la totalidad del primer fin de semana, al final del cual la terna sur volvió a ser puesta en servicio, obteniendo la disposición mostrada en la figura 6.

Cabe mencionar que previo a la energización fue necesario retirar una luminaria de la autopista, la cual se encontraba a una distancia menor a la reglamentaria para este tipo de objetos (4,32 m de acuerdo a la AEA 2003). Tras contactar a personal de la empresa concesionaria de la autopista, pudo ser rápidamente retirada y la terna devuelta al servicio.

### Segundo fin de semana

Esta etapa de trabajo comenzó con la puesta fuera de servicio de la terna lado norte, es decir, aquella que aún no había sido trasladada. Cabe destacar que los trabajos realizados con la estructura auxiliar, durante el fin de semana anterior, permitieron que la terna del lado sur pudiera ser mantenida en servicio durante el transcurso de esta etapa.



Figura 7

Los trabajos en la terna norte se iniciaron con el montaje de una ménsula provisoria por debajo del nivel de quiebre del piquete 22. Finalizada su instalación, se procedió a la reubicación de las fases e hilo de guardia desde sus posiciones originales a los soportes colocados en la ménsula provisoria, resultando en la situación mostrada en la figura 7.

Una vez liberado de ambas ternas, el cabezal se encontró en condiciones de ser desabulonado del resto de la estructura.

El proceso de descenso e izaje del cabezal se realizaría mediante el lingado a través de cuatro riendas, durante el cual solo estaría sometido a su propio peso. Por este motivo, los esfuerzos internos serían muy inferiores a aquellos presentes durante el régimen normal de trabajo, evitando la posibilidad de desplazamientos o deformaciones. La única complicación que podría presentarse era la aparición de un bamboleo, para lo cual se colocaron sogas en la

ménsula inferior, que serían manipuladas al nivel del suelo, controlando los vaivenes que pudieran ocurrir.

Tomadas las medidas de precaución, se procedió al desabulonado y descenso del cabezal hasta situarlo sobre el tramo prolongador, previamente armado, que se encontraba a nivel del suelo. Esta maniobra puede observarse en la figura 8.



Figura 8

En la unión de ambas partes participaron unas ocho personas, trabajando en simultáneo en cada uno de los ejes de la sección.

Al finalizar la unión, la grúa procedió a elevar nuevamente el cabezal para volver a unirlo al resto de la estructura, como muestra la figura 9.

El último trabajo realizado durante ese fin de semana fue regresar los conductores a sus correspondientes cadenas de aisladores e hilo de guardia a su ménsula.



Figura 9

Colocadas en su posición, la terna norte fue energizada nuevamente, dejándola apta para el servicio. De esta manera, ambas ternas estarían disponibles para el funcionamiento durante los días de semana.

### Tercer fin de semana

El último fin de semana de trabajo consistió en reubicar la terna sur desde su posición en la torre auxiliar a su ubicación definitiva, junto con el retiro de la torre auxiliar. Cabe destacar que este traslado de conductores se realizó mientras la terna norte, ya fija en su posición definitiva, se encontraba en servicio.

La figura 10 muestra la situación final del piquete 22, terminadas las obras.

### Conclusión

Se han expuesto los procedimientos llevados a cabo durante la elevación del piquete 22 correspondiente a la línea de alta tensión 65/66, destinados a aumentar la altura libre sobre el desvío que había sido recientemente construido.



Figura 10

Los requerimientos de continuidad de servicio entre periodos de trabajo, como así también el mantenimiento de la libre circulación de la RN 9 durante el transcurso de los días laborales fueron cumplidos.

Finalizados los trabajos, se procedió a verificar que las alturas libres correspondiesen con las establecidas por la norma. Estos datos entregaron que la altura en el punto más comprometido ascendió a 9,20 m, valor obtenido de realizar la corrección por temperatura a 80 °C en base a los datos relevados.

Las obras realizadas posibilitaron la adecuación del nuevo desvío a las normativas vigentes, quedando su habilitación al público libre de interferencias. ■

*Nota del editor: la nota aquí reproducida fue originalmente presentada por los autores como artículo de investigación en Cidel Argentina 2014.*

**Por Ignacio Ruiz, [iruiz@edenor.com](mailto:iruiz@edenor.com), Ariel Medaglia, [amedaglia@edenor.com](mailto:amedaglia@edenor.com), y Fernando Seybold, [fseybold@edenor.com](mailto:fseybold@edenor.com)**

**Edenor SA**