

Modificación del sistema de control de nivel de agua en la Unidad 12 del campo geotérmico de Los Azufres, Mich.

Raúl Tello Hinojosa, S. Ramón Aburto Huerta y Héctor M. Mendoza Covarrubias

Comisión Federal de Electricidad, Gerencia de Proyectos Geotermoeléctricos. E-mail: raul.tello@cfe.gob.mx

Resumen

La Unidad 12 del campo geotérmico de Los Azufres, Mich., es una unidad de ciclo binario de 1.45 MW, instalada en la plataforma del pozo productor Az-22. En esta plataforma hay dos separadores, uno de los cuales separa la mezcla extraída del pozo Az-22 y el otro la de varios pozos aledaños. El agua separada de ambos se concentra en un tanque horizontal y de éste pasa a la Unidad 12, mientras que el vapor se envía a la Unidad 7, de 50 MW. Por el tipo de arreglo original de flujo y control de nivel de agua en los equipos, ocurrían interferencias que provocaban que cuando la Unidad 12 se disparaba se afectara la generación en la Unidad 7. Para evitar esta interferencia se diseñó e instaló un sistema de control de agua en los separadores, independiente de la operación de la Unidad 12; mediante tanques en cada separador interconectados por medio de una tubería. La regulación del nivel de agua se logra por medio de tres válvulas motorizadas y sensores de nivel. Para asegurar la alimentación de energía eléctrica permanente a las válvulas, se instaló un sistema automático que permite el suministro con las líneas de transmisión de 23 ó 115 kV, y en caso de falla de ambas líneas se tiene una unidad ininterrumpible de energía (UPS). A principios de 2005 se puso en operación de nuevo la Unidad 12 con el sistema de control de nivel de agua modificado, y a la fecha ha venido operando satisfactoriamente, sin que los disparos en ella afecten a la Unidad 7.

Palabras clave: Control de nivel, ciclo binario, arreglo de flujo, válvulas, Los Azufres.

Modification of the water-level control system at the Unit 12 of the Los Azufres, Mich., geothermal field

Abstract

Unit 12 of the Los Azufres, Mich., geothermal field is a binary cycle unit of 1.45 MW, installed at the pad of production well Az-22. There are two separators on this pad. One separates the mix extracted from well Az-22 and the other from adjacent wells. The separated brine from both separators is gathered in a horizontal tank and sent to Unit 12. The steam is sent to Unit 7, which generates 50 MW. Once some interference occurred affecting the power generation of Unit 7 when Unit 12 was off line. This was caused by the original flow arrangement and water-level control system. To avoid interference, a water-level control system was designed and installed in the separators. The system operates independently of Unit 12, with tanks in each separator connected by a pipe. Regulation of the water level is accomplished by three motor valves and a level sensor. To ensure permanent feeding of electrical power to the valves, an automatic system was installed from transmission lines of 23 and 115 kV. In case both lines fail, there is an uninterrupted power supply (UPS) unit. At the beginning of 2005, Unit 12 was again online with a modified water-level control system that has operated satisfactorily since then. Its short periods offline have not affected Unit 7.

Keywords: Water-level control, binary cycle, flow-arrangement, valves, Los Azufres.

1. Introducción

La Gerencia de Proyectos Geotermoeléctricos de la CFE adquirió en 1992 dos unidades de ciclo binario de 1.45 MW cada una, enfriadas por aire, con el objeto de experimentar esta tecnología, y aprovechar la energía residual contenida en la salmuera geotérmica que se extrae del yacimiento.

Ambas unidades se instalaron en el campo geotérmico de Los Azufres, Mich., y una de ellas, identificada como Unidad 12, se ubicó en la plataforma del pozo productor Az-22. La unidad empezó a operar en febrero de 1994 y a la fecha ha generado más de 100 mil MWh. Para separar el agua del vapor se instalaron dos separadores en la misma plataforma del pozo Az-22. A uno de ellos llega la mezcla de este pozo y al otro la de diferentes pozos aledaños. El agua de ambos separadores se concentra en un tanque horizontal y de éste pasa a la Unidad 12, mientras que el vapor se envía a la Unidad 7, que es una unidad a condensación de 50 MW de capacidad, y la más grande instalada en ese campo hasta la fecha.

Sin embargo, por el tipo de arreglo de flujo y del sistema de control del nivel de agua en los equipos originales, ocurrían interferencias que provocaban que cuando la Unidad 12 se disparaba se afectara la generación en la Unidad 7, por la pérdida de vapor en las tuberías de descarga de agua al silenciador o por arrastre de agua en el vaporducto que va esa unidad. Por lo tanto, cuando eso ocurría la Unidad 7 debía ser enviada fuera de operación hasta resolver el problema en la Unidad 12, lo que hacía que un problema en una pequeña unidad dejara fuera de servicio a una unidad 35 veces mayor.

En enero de 2002 la Superintendencia de la Central Geotermoeléctrica de Los Azufres decidió sacar de operación a la Unidad 12, indicando que su funcionamiento “influye en la carga de la Unidad 7, al estar interconectados sus ramales de vapor y agua separada. La carga máxima que puede obtenerse de la Unidad 12 es de 0.9 MW (...) provocando en la Unidad 7 una caída de presión de vapor, que a su vez causa caída de potencia activa en esta unidad de hasta 1.5 MWh (...) adicionalmente es importante tomar en cuenta el riesgo que involucra para la Unidad 7 el atoramiento de válvulas de control de agua en la Unidad 12 durante algún disparo de unidad por cualquier motivo, lo cual puede provocar severos daños en la turbina de la U-7 por arrastre de agua...” La Superintendencia terminaba solicitando que se analizara “la posibilidad de reubicación de esta unidad generadora.” (Superintendencia, 2002).

Para evitar esa interferencia se diseñó un nuevo sistema de control de agua en los separadores, independiente de la operación de la planta. El objetivo de este trabajo es presentar la solución a esa interferencia y describir el sistema instalado, el cual puede aplicarse a unidades con un arreglo similar de tuberías y equipos para el manejo de vapor y agua.

2. Instalaciones originales

Siendo la Unidad 12 de ciclo binario, requiere agua o salmuera caliente para su funcionamiento. Para controlar y regular el suministro de agua a la Unidad 12, el arreglo original de equipos, tuberías y válvulas manuales y automáticas operaba de la manera siguiente.

En la plataforma del pozo Az-22 se tienen dos separadores centrífugos. A uno de ellos llega la mezcla obtenida de ese pozo y al otro la mezcla de los pozos aledaños Az-25, Az-35 y Az-62.

Una vez separado, el vapor de ambos separadores se concentra en una tubería común que se interconecta con el colector principal de suministro de vapor a la Unidad 7. Ambos separadores se encuentran comunicados en la parte superior por una tubería de 50 mm (2”) de diámetro.

Por su parte, el agua separada de ambos separadores se enviaba por tuberías independientes a un tanque horizontal común. Entre el tanque y los separadores se tenían válvulas manuales de corte.

Del tanque horizontal salía una tubería que se conectaba al evaporador de pentano. A su vez de esta tubería salían dos líneas que descargaban a un silenciador. Antes de la descarga al silenciador una de ellas tenía una válvula de control de 203 mm (8") de diámetro y la otra tubería una válvula de control de 152 mm (6") de diámetro, y antes de esta válvula de control había una derivación al silenciador, el cual contaba con una válvula de control de 101 mm (4") de diámetro. Estas válvulas eran controladas por la Unidad 12 y en caso de disparo la de 203 mm (8") de diámetro operaba como excedencia y las otras dos dependían del control de nivel de agua. Estas válvulas operaban totalmente abiertas o cerradas (Fig. 1).

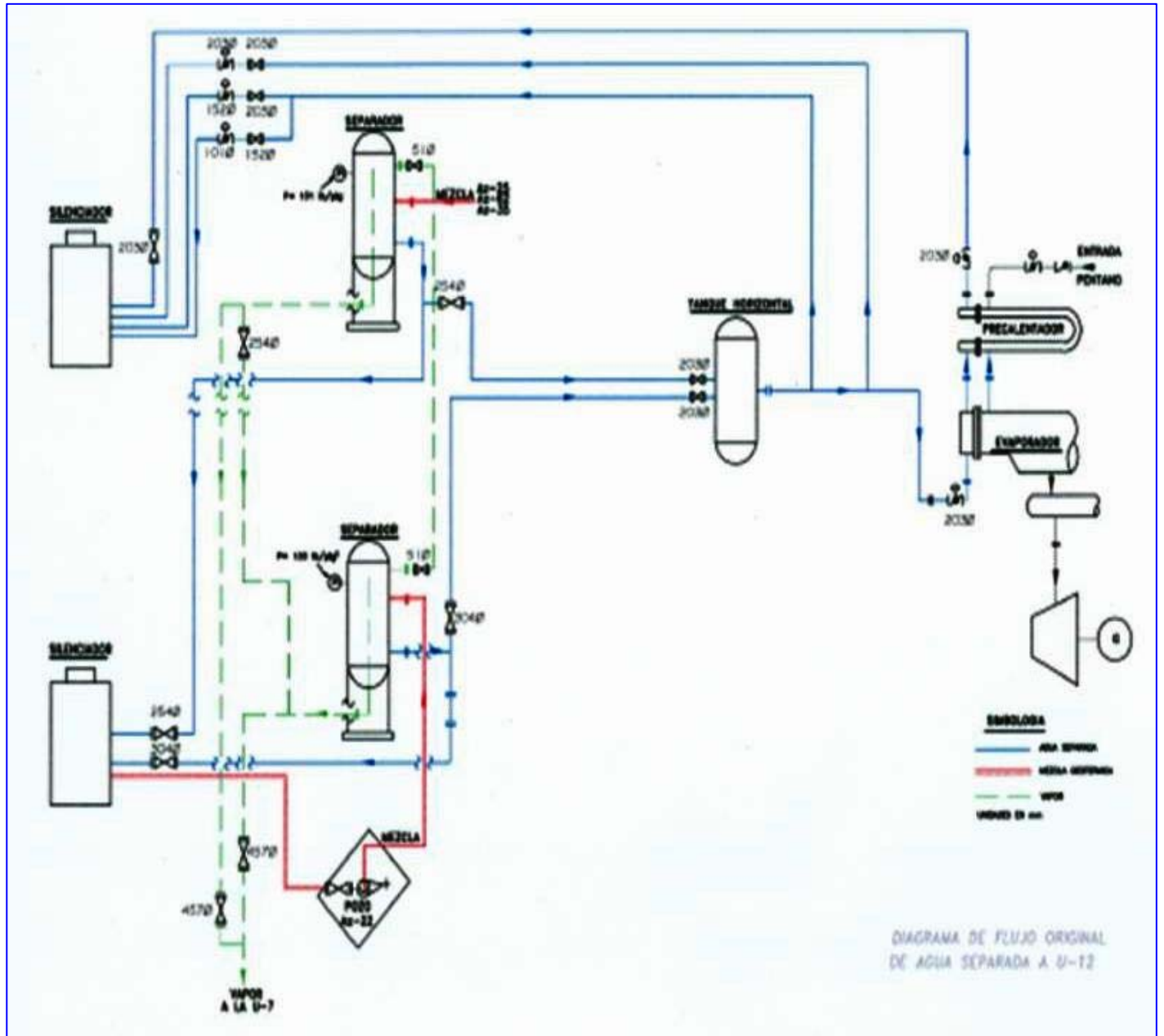


Fig. 1. Diagrama de flujo original en la plataforma del pozo Az-22

En la tubería que conecta el tanque horizontal con el evaporador había una válvula de control de 203 mm (8"), que permitía la entrada de agua al evaporador. Después del evaporador el agua pasaba al precalentador

y de este, por medio de una tubería, se enviaba a un silenciador. En esta tubería estaba instalada una válvula de control de 203 mm (8") de diámetro, que regulaba la entrada de agua a la planta. Ambas válvulas eran igualmente controladas con la Unidad 12.

El tanque horizontal tenía el control del nivel de agua por medio de sensores y transmisores que enviaban la señal de apertura o cierre a las válvulas automáticas que descargaban el agua al silenciador.

3. Modificación de las instalaciones

Para disminuir la posibilidad de arrastre de agua y evitar la interferencia en la generación de la U-7 se diseñó un sistema de control de agua en los separadores, independiente de la operación de la planta, que consistió en lo siguiente.

En la descarga de agua de cada separador se instaló un tanque vertical, comunicándose entre si en las partes inferior y superior por medio de tubería.

En uno de los dos tanques verticales se instalaron los sensores de nivel que envían la señal de apertura o cierre de las válvulas de control (Fig. 2).

Para la operación del sistema de control de nivel de agua, las válvulas podían ser del tipo electro-neumático o motorizado. Las de tipo electro-neumático requieren suministro de aire y de energía eléctrica, mientras que la motorizada sólo requiere suministro de energía eléctrica, de corriente directa y/o alterna.

Se decidió instalar válvulas motorizadas ya que la operación de una válvula electro-neumática depende del suministro de aire y el compresor disponible en el sitio opera con la Unidad 12. Por lo tanto, cuando esta está fuera de servicio, el compresor no opera, y las válvulas habrían quedado sin aire y sin control de nivel de agua. Nada de esto último ocurre con las válvulas motorizadas.

La válvula motorizada seleccionada fue del tipo *on-off*, con control automático, operador mecánico manual y un selector manual para arranque y paro del motor, de tal manera que el personal operativo puede abrir o cerrar la válvula y verificar las condiciones operativas de la misma. Durante la operación normal estas válvulas están controladas con los interruptores de nivel.

La fuente de energía eléctrica se tomó del interruptor de transferencia que tiene como fuente normal la línea de transmisión de 115 kV y como fuente de respaldo la línea de 23 kV, por lo que aunque se dispare la Unidad 12 sigue habiendo suministro de energía a las válvulas de control, sea que provenga de la línea de 23 o de 115 kV. De esta manera se asegura la confiabilidad del suministro de energía eléctrica a las válvulas de control y se minimiza la posibilidad de fallo.

Además, cada válvula tiene un sistema ininterrumpible de energía (UPS) con la finalidad de que a falta de energía eléctrica de 23 o 115 kV, estas puedan abrirse por completo y mantenerse en esa posición hasta el restablecimiento del suministro de energía eléctrica. Sin embargo, para evitar la apertura completa de las válvulas, por fallas no reales debidas a transitorios de la línea de 23 o 115 kV, se instalaron temporizadores escalonados para que la apertura de la válvula se realice tiempo después de que sucedió el transitorio.

En caso de que trascorra mucho tiempo antes de restablecer el suministro de energía eléctrica, para evitar la pérdida de vapor a través de la línea de agua, el personal operativo puede ajustar el nivel regulando las válvulas motorizadas en forma manual.

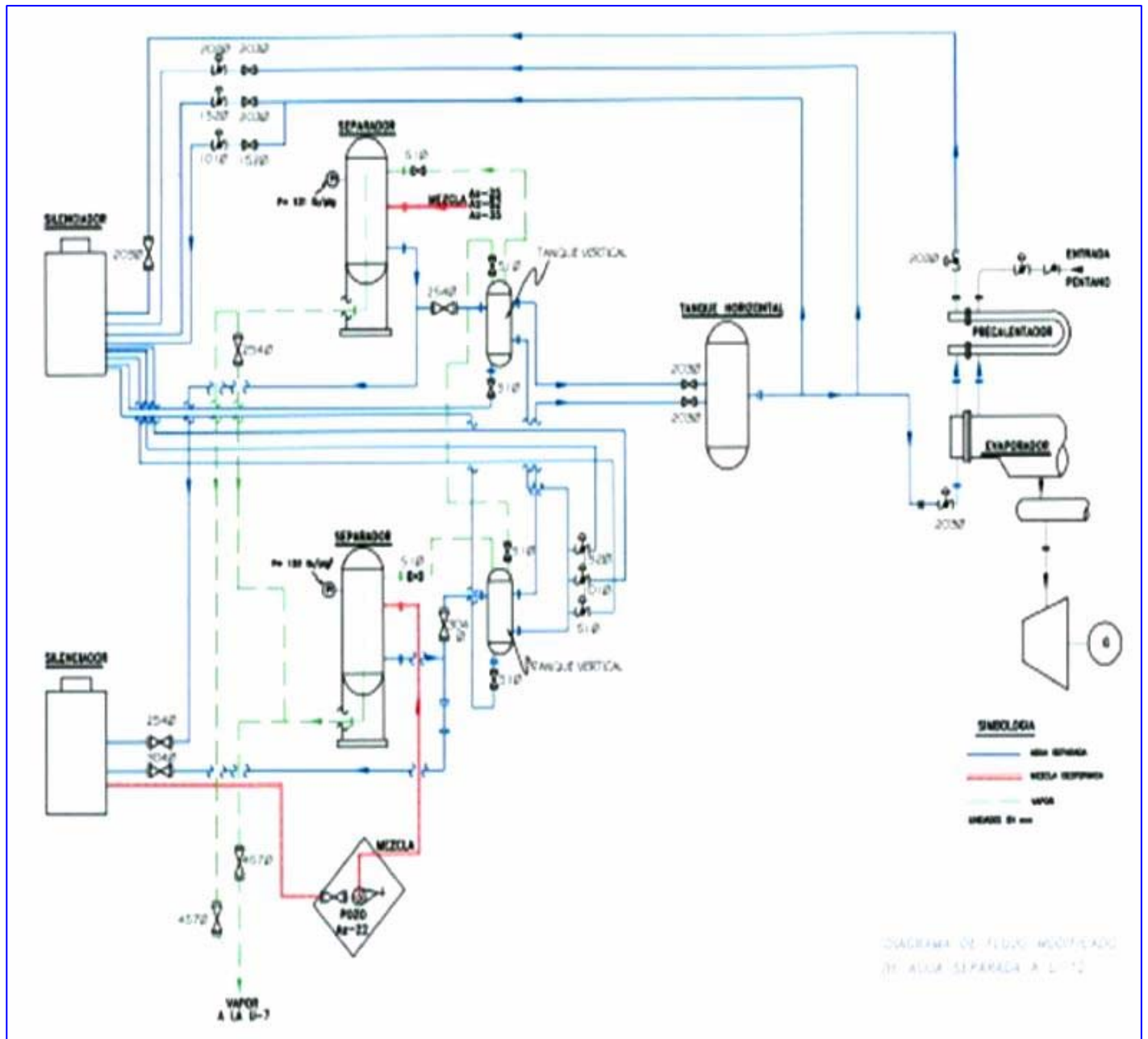


Fig. 2. Diagrama de flujo modificado en la plataforma del pozo Az-22

En la tubería inferior que comunica a los dos tanques verticales se instalaron válvulas de control motorizadas de 50 (2"), 101 (4") y 152 (6") mm de diámetro con suministro de energía de 115 kV.

4. Resultados

La modificación a las instalaciones de la Unidad 12 concluyó en septiembre de 2004, y en octubre de ese mismo año se iniciaron las pruebas de comportamiento del control de nivel, y la unidad volvió a entrar a operación. Hasta diciembre de 2005 la Unidad 12 ha acumulado unas 7500 horas en operación, habiendo salido de servicio por disparos, sin que se haya registrado arrastre de agua o interferencia con la Unidad 7 (Superintendencia, 2005).

En la Figura 3 se presentan las horas anuales y las horas en operación de la Unidad 12 desde su entrada en operación comercial hasta 2005, pudiendo notarse que en este último año ha logrado su mayor tiempo de operación anual.

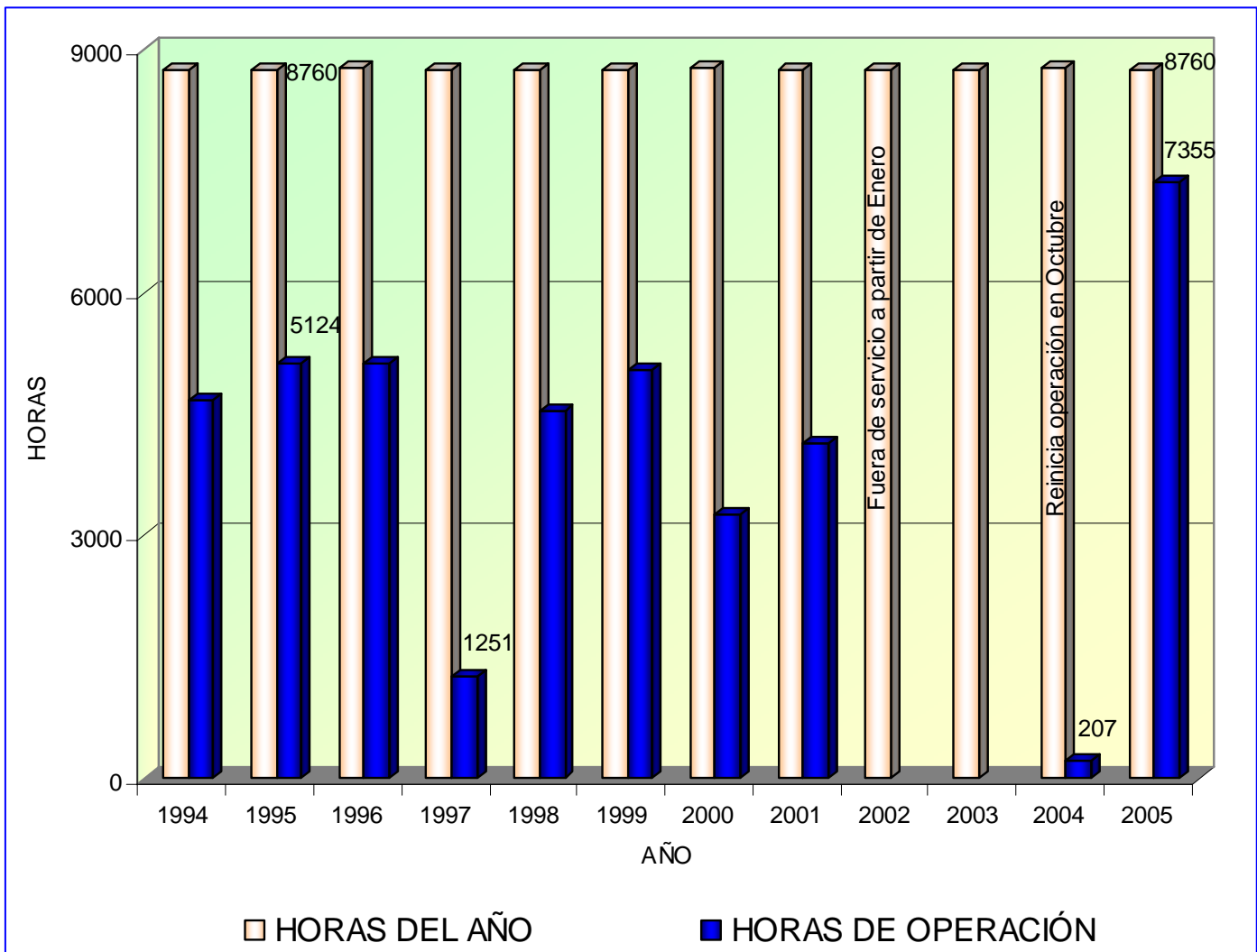


Fig. 3. Horas anuales en operación de la Unidad 12 a lo largo del tiempo

5. Conclusiones y recomendaciones

La modificación realizada en el sistema de control de nivel de la Unidad 12 ha logrado una mayor confiabilidad en su operación, reduciendo los periodos fuera de servicio y propiciand así un mejor aprovechamiento del recurso geotérmico.

La modificación también eliminó el problema principal de la interferencia con la operación de la Unidad 7.

Es recomendable realizar los mantenimientos necesarios a todo el equipo e instrumentación del sistema de control de nivel, para asegurar la confiabilidad de su operación.

Referencias

Superintendencia de la CG Los Azufres (2002). Historial operativo de las unidades Ormat de Los Azufres. Reportes internos de la CFE. Inédito.

Superintendencia de la CG Los Azufres (2005). Historial operativo de las unidades Ormat de Los Azufres. Reportes internos de la CFE. Inédito.