

MACROMETROLOGIA LASER: Determinación de movimientos y alineación
de turbocompresores en el Complejo General Cerri de Gas del Estado.

Centro de Investigaciones Ópticas (CIOp)
La Plata, junio de 1984.

A solicitud de la Empresa Gas del Estado, el CIOp realizó una serie de medidas ópticas empleando láseres de baja potencia, para determinar el estado de alineación de los equipos turbocompresores instalados en la Planta de Separación de Etano, Propano, Butano e Hidrocarburos Superiores del Complejo General Cerri.

La planta posee tres equipos compresores, cada uno de los cuales consta de dos turbocompresores de 8140 HP de potencia y con una capacidad de bombeo de 18 millones de m³ diarios. Cada par de turbocompresores está acoplado en "tandem". La potencia para su funcionamiento es suministrada por una turbina a gas de 26.250 HP tipo biaxial, cuyos ejes giran a más de 5000 rpm.

Medidas preliminares fueron realizadas en setiembre de 1983 y permitieron determinar sin ambigüedades los movimientos que se producen durante el funcionamiento de las máquinas. Posteriormente, durante los meses de noviembre y diciembre de ese mismo año, fueron realizadas medidas definitivas sobre la turbina "C" de la planta. Los resultados de dichas medidas -elevados en los informes técnicos correspondientes- son evaluados por el personal de la Gerencia de Mantenimiento de Gas del Estado.

Las referidas mediciones -las primeras realizadas en su tipo en Latinoamérica- fueron solicitadas por Gas del Estado para contribuir a dilucidar el origen de serios inconvenientes en la planta, entre los que se cuentan elevado régimen sistemático de vibraciones en las máquinas y paradas accidentales de las mismas, que provocan roturas de los ejes de acoplamiento de la turbina con los turbocompresores y cuyo costo unitario asciende a u\$s 270.000.-

En la figura 1 puede verse un esquema de la disposición experimental utilizada. Los detectores de cuadrante son fotodiodos de silicio cuya superficie está dividida en cuatro sectores circulares. El haz del láser posee una distribución radial de intensidad gaussiana, por lo que de acuerdo a la intensidad de luz que incida sobre cada sector del detector, se pueden realizar seis mediciones diferenciales que permiten determinar la posición del centro de la

zona iluminada con elevadísima precisión.

Se planearon dos medidas simétricas a cada lado del eje en la zona del acople turbina (T) - compresor residual (CR). Cada una de las medidas comprendía la posición vertical (Y) y horizontal (X) y los ángulos vertical (θ) y horizontal (ϕ) de un punto del cubre-acople próximo a la turbina. Esta disposición permite descomponer los movimientos en sus componentes térmicas y traslacionales.

Se colocaron dos láseres de helio y neón (L_1 y L_2) paralelos al eje, sobre una plataforma de hierro, más allá del compresor de alimentación (CA) y a la altura del eje (Fig. 1). Los haces de luz láser definían rectas fijas en el espacio que incidían sobre dos detectores de cuadrante (D_1 y D_2), los que eran solidarios con la máquina a través de dos mástiles de hierro. Las señales de estos detectores alimentaban dos medidores de posición X e Y. Adelante de cada detector se colocó un semiespejo y la reflexión se observó sobre pantallas próximas a los láseres. Con el haz concentrado sobre ellas por medio de sistemas de enfoque (SE_1 y SE_2). Todo el camino desde las pantallas hasta los detectores, se entubó con tubo de aluminio de 10 cm de diámetro para evitar que las turbulencias por convección afectaran la propagación de los haces de luz láser. Uno de estos tubos, el del lado del pasillo, estuvo en un principio rígidamente unido al detector y acopló vibraciones del compresor, por lo que imposibilitó las medidas angulares. Al detenerse la turbina por una falla de lubricación en el CA, se decidió modificar esa parte y así pudo realizarse la medición sin inconvenientes a partir del segundo arranque.

La figura 3 representa la posición del eje de la turbina cada cuatro horas luego del arranque con la máquina fría. Entre los puntos 1 y 2 la máquina estuvo detenida por el desperfecto antes mencionado de falta de lubricación. Las incertezas en las mediciones fueron $25 \mu\text{m}$ para el eje X y $50 \mu\text{m}$ para el eje Y.

A modo de conclusión, puede señalarse que este trabajo de macrometrología láser permitió demostrar las posibilidades que presenta un sistema de aline-

ción con láseres y sistemas de detección de estado sólido en la realización de mediciones remotas de alta confiabilidad en ambientes sumamente hostiles (nivel de ruido, temperaturas elevadas, etc.). Los sensores colocados sobre la turbina operaron a más de 70°C de manera ininterrumpida durante 24 horas, tiempo en el que la máquina alcanza su régimen de operación.

Las tareas fueron realizadas por investigadores, profesionales y becarios que se desempeñan en el CIOP, siguiendo la premisa de que, en temas como el considerado, la transferencia de tecnología dimensional al sector productivo de bienes y servicios todavía en nuestro país, la deben realizar inevitablemente los miembros de su comunidad científica.

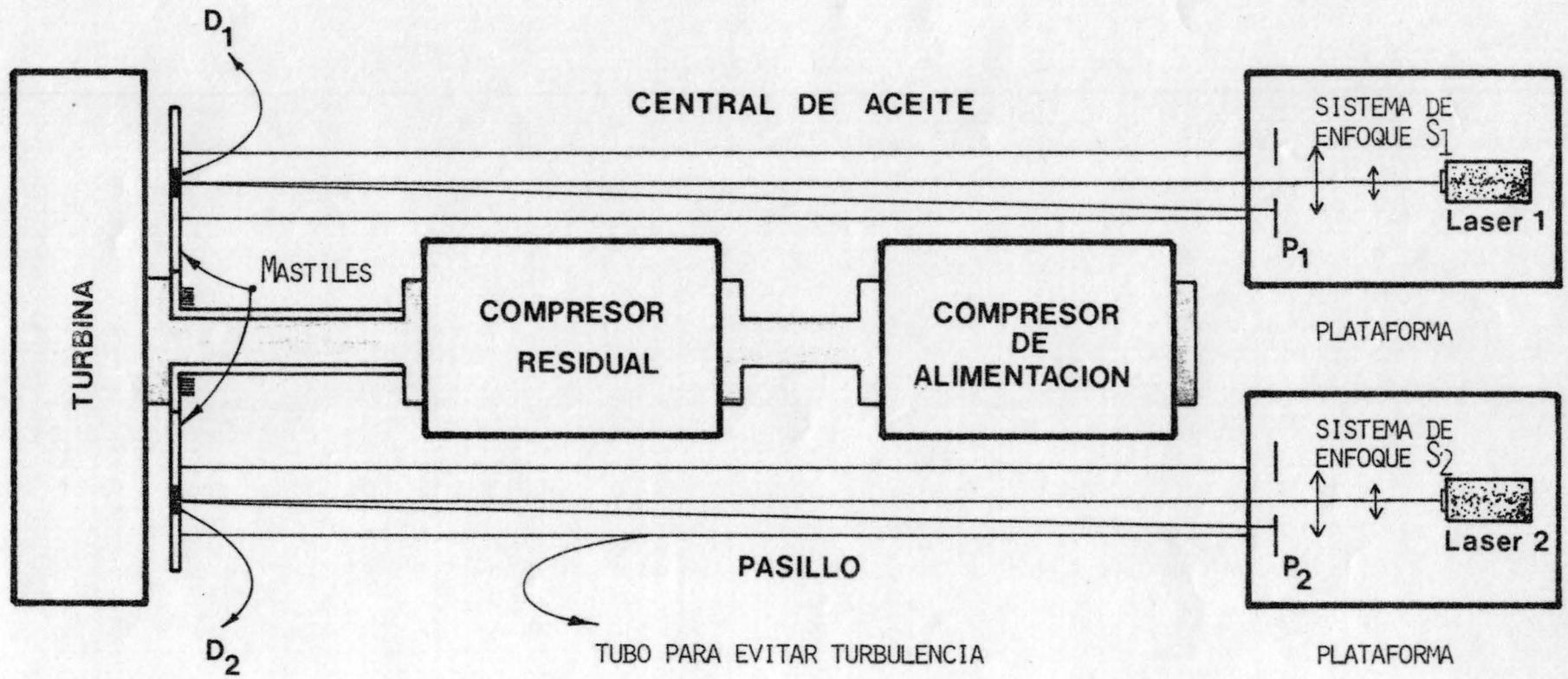


Fig. 1

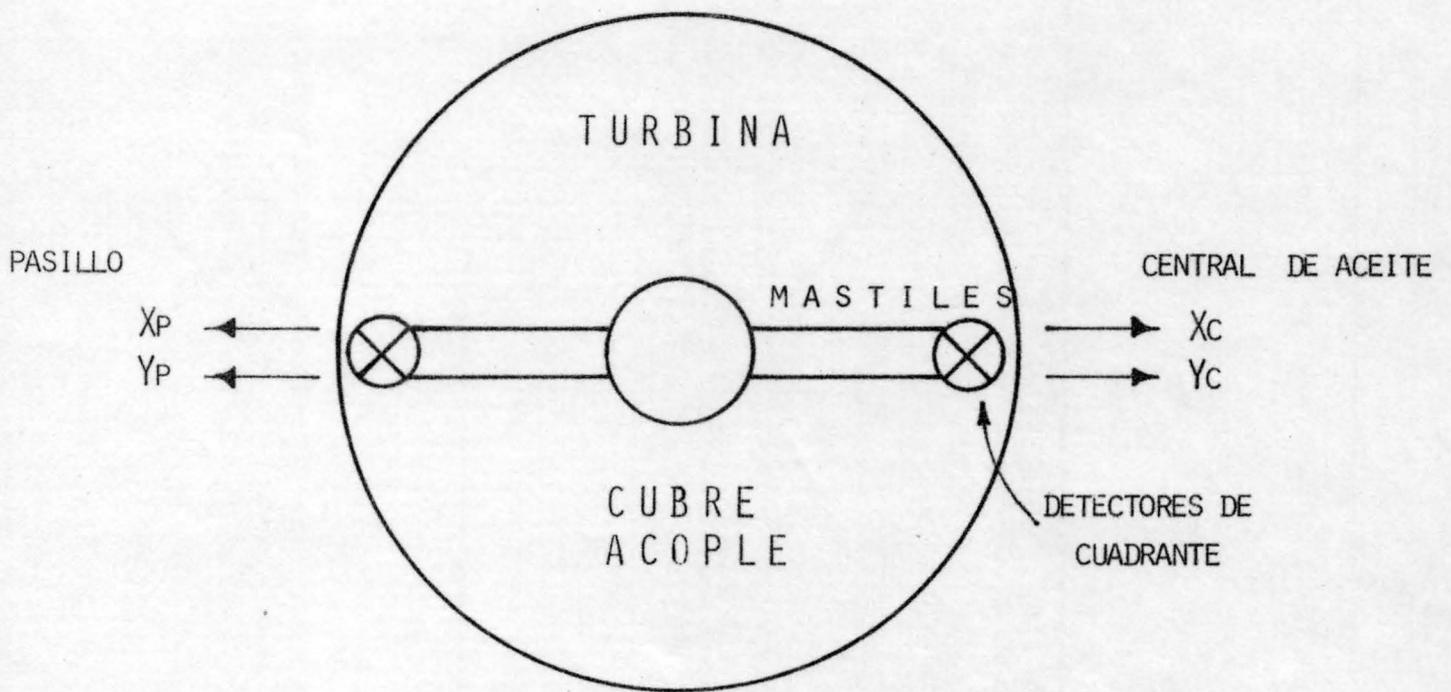


Fig. 2: VISTA DE FRENTE DE LA TURBINA
 EN LA ZONA DE ACOPLA CON EL
 COMPRESOR RESIDUAL.

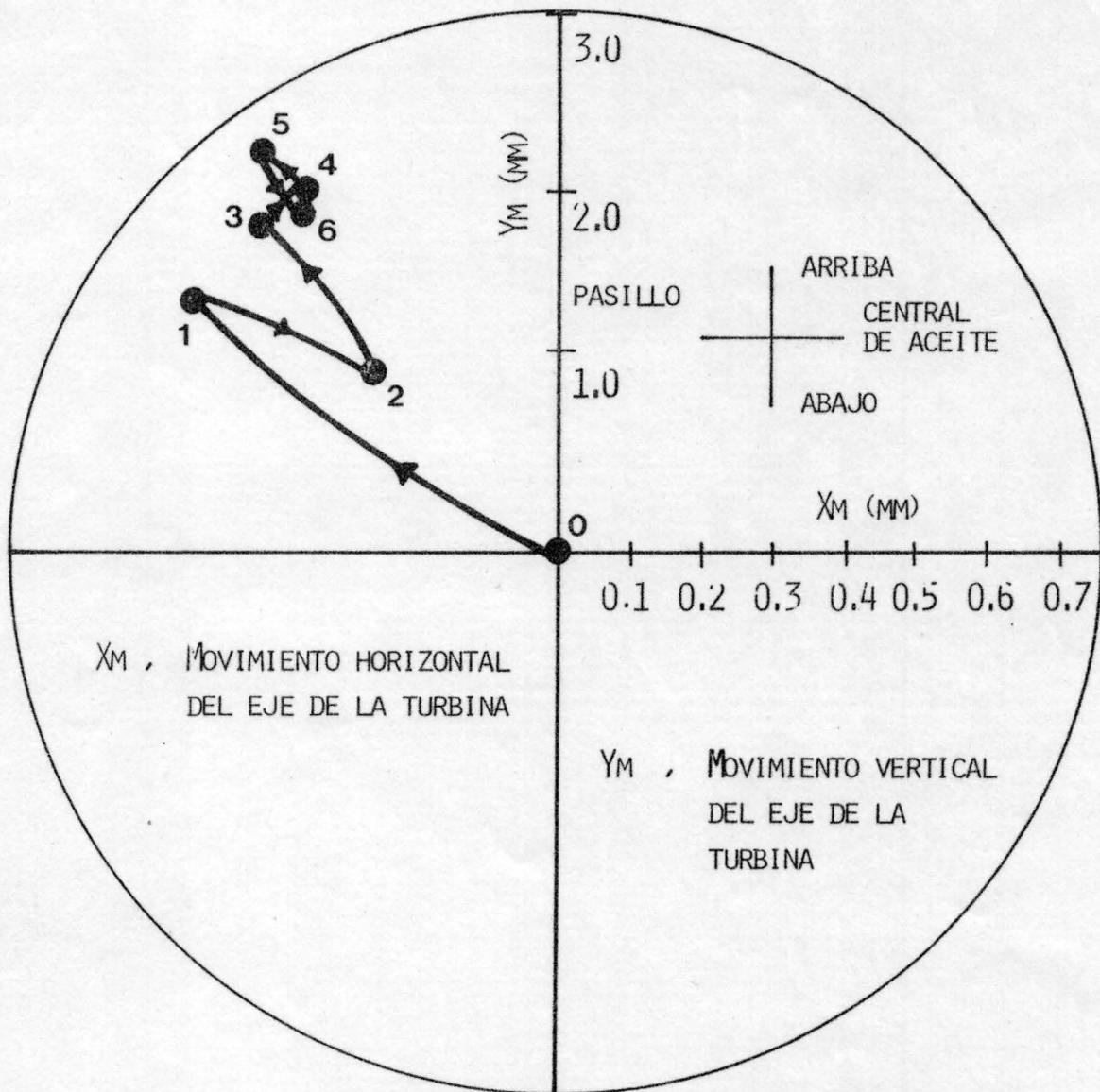


Fig. 3: POSICION DEL EJE DE LA TURBINA CADA 4 HORAS. ENTRE LOS PUNTOS 1 Y 2 LA MAQUINA ESTUVO DETENIDA.