

## Uso de la teoría de restricciones y manejo de colas al inicio de la gestión de la función mantenimiento

Rafael Suárez



Venezuela

PUBLICADO  
6/24/2003

**Cuando se nos asigna la dirección de un departamento de mantenimiento cuyo estado se caracteriza por ser los héroes del sobretiempo y el arreglo rápido de los problemas, por fallas que, en general, se atienden después de que ocurren, por empleados que están exhaustos y por costos excesivamente altos, podemos afirmar que el departamento se encuentra en una condición de "mantenimiento reactivo". Una de las mejores maneras de afrontar los inicios de la gestión para pasar a la condición de "mantenimiento planificado" es utilizando métodos sencillos de optimización de cadenas de valor como la teoría de restricciones y los modelos de colas.**

La teoría de restricciones se centra, básicamente, en la búsqueda del flujo perfecto de bienes o servicios a través de una cadena de valor balanceada, coordinada y sincronizada de estaciones de trabajo, logrando así, bajar los costos de operación, reducir los inventarios y aumentar las ventas.

En el caso de un departamento de mantenimiento aplica todo lo anterior, ya que por un lado, la función mantenimiento no es otra cosa que un conjunto ordenado de actividades que agregan valor a un "servicio prestado", desde una condición inicial conocida hasta una condición final que debe cumplir con los parámetros de calidad y seguridad establecidos o convenidos entre el ente encargado de agregar valor (Departamento de Mantenimiento) y el que lo recibe (Clientes internos) en un tiempo determinado. Siendo el servicio prestado un bien intangible podemos tomar la "solicitud de trabajo" como elemento tangible del servicio en su condición inicial, la "orden de trabajo en proceso" como elemento tangible del servicio en tránsito y la "orden de trabajo culminada" como elemento tangible del servicio en su condición final.

Por otro lado, en cuanto a los resultados esperados, podemos establecer una relación directa, ya que, los costos de operación son los gastos de mantenimiento, los inventarios estarían representados por las ordenes de trabajo (sin atender y en tránsito) y las ventas se pueden asociar directamente con el nivel de servicio (cantidad de solicitudes atendidas en una cantidad de tiempo determinada).

Según la teoría de restricciones, el primer paso para la implantación es identificar los cuellos de botella (estaciones de servicio que determinan la velocidad del flujo en el sistema), luego se asignan las prioridades a los trabajos a ser ejecutados y finalmente se balancea el sistema. Este proceso es reiterativo, ya que al cambiar las condiciones externas o internas del sistema, van apareciendo nuevos cuellos de botella, lo que trae consigo nuevas acciones correctivas.

En general, las solicitudes de trabajo provienen de tres grandes fuentes: resultados del mantenimiento preventivo y predictivo, requisiciones o necesidades de las áreas productivas o de servicios generales de planta y modificaciones dirigidas a atender las mejoras en los procesos que estén relacionadas con el incremento en la producción, la seguridad y la calidad o, la disminución de costos o riesgos de impacto ambiental.

Lo primero que se debe hacer es construir el mapa del proceso de la función mantenimiento y simular el flujo de elementos tangibles a través de él, luego, se deben identificar las diferentes estaciones de trabajo y seleccionar la más lenta de ellas; esta estación será identificada como "cuello de botella" y determinará la velocidad para procesar ordenes de trabajo del sistema completo, por lo que usted, debe asegurarse de mantenerla siempre ocupada y con una cantidad de ordenes de trabajo esperando a su entrada para ser procesadas. Seguidamente, se debe medir el tiempo promedio que tarda el cuello de botella para procesar las órdenes de trabajo que llegan a la estación. Si el tiempo de procesamiento del cuello de botella coincide con la demanda de trabajos a ser realizados, no hay de que preocuparse, pero si la demanda de servicio es superior a la capacidad del cuello de botella para procesarlo, se debe realizar un balance en el

sistema asignando parte del trabajo a otras estaciones o buscar la manera de ampliar la capacidad del cuello de botella otorgándole más recursos (humanos, técnicos o económicos).

Como el cuello de botella es la estación de trabajo más lenta, es lógico pensar que a la entrada de la misma se formará una fila o "cola" de elementos tangibles para ser procesados, la cantidad de elementos presentes en esta fila es directamente proporcional a la velocidad de las estaciones anteriores al cuello de botella. Según la teoría de restricciones la cola de elementos tangibles de nuestro sistema no es más que inventario, el cual, debemos reducir pero en ningún momento eliminar, ya que dejaríamos nuestro cuello de botella sin trabajo que hacer y esta situación repercutiría de manera directa en nuestro nivel de servicio. Si nosotros conocemos la tasa de procesamiento de elementos tangibles de una estación de trabajo, no tiene sentido colocar a la entrada de ésta más trabajo del que ella puede realizar porque se acumulará un número excesivo de órdenes de servicio en tránsito, las cuales, tienen costos asociados como material en almacén, tiempo de planificación, mano de obra, anticipos de contratos de servicio, etc. Es preferible tener la estación de trabajo aguas arriba paralizada y no procesando más inventario. Sin embargo, el "tiempo libre" de cada estación, puede utilizarse asignando sus recursos a otras estaciones para balancear el sistema o aumentar el flujo de adición de valor de nuestra función de mantenimiento.

¿Cuál es el número de elementos en cola que debemos esperar a la entrada de una estación de trabajo?

Si conocemos el tiempo de servicio promedio real o ideal de la estación y la tasa de llegada de elementos tangibles, podemos calcular el número de elementos en espera real o ideal para ser atendidos utilizando el modelo de cola simple (fórmula de Little) para estaciones de trabajo únicas y el modelo M/M/S para estaciones de trabajo con varios servidores. Es importante acotar que los elementos tangibles que llegan a la cola no necesariamente deben esperar que todos los elementos que se encuentran delante de él sean procesados; recordemos que según la teoría de restricciones, después de identificar el cuello de botella, se deben establecer las prioridades para la ejecución del servicio, lo cual, en nuestro caso, se puede hacer aplicando los estudios de análisis de criticidad en los activos productivos, estos estudios le darán un índice de criticidad o prioridad a los elementos, ya que éstos están asociados de manera directa a intervenciones o servicios dirigidos a asegurar la continuidad operativa de los equipos.

El número calculado es un indicador que nos permitirá conocer si la estación de trabajo está funcionando correctamente, o si por alguna variación en la distribución estadística que caracteriza la llegada de elementos tangibles, debemos balancear el sistema completo. Un número de elementos en cola controlado alrededor de un valor establecido significa una buena gestión de la función mantenimiento en el estado planificado, ya que todas las estaciones están cumpliendo con su trabajo en el tiempo esperado y la demanda de servicios ha sido controlada.

Seguramente al principio de su gestión, usted tendrá que trabajar mucho para bajar el número de elementos en cola al valor calculado, pero al poco tiempo, el valor de la cola estará muy por debajo de lo que se esperaba, entonces; ¿Que sucede si el número de elementos en cola disminuye a un valor muy inferior al deseado?. Esta condición tiene dos interpretaciones, primero, indica que su estación está trabajando más eficientemente, de hecho, ahora es capaz de atender más demanda y por ende de manejar más flujo. En segundo término significa que algo anda mal con las estaciones aguas arriba, puede ser que aparezcan nuevos cuellos de botella, incluso, las fuentes generadoras de solicitudes pueden convertirse en uno de ellos. Por esta razón, usted debe estar pendiente de establecer estrategias que le permitan atender demandas no satisfechas de los clientes internos de forma anticipada. Es posible que para lograr más solicitudes de trabajo usted deba comenzar a aplicar técnicas de mantenimiento predictivo o incrementar las existentes, realizar inspecciones formales y rutinarias para detectar fallas o aumentar sus planes de mantenimiento preventivo. Parece contradictorio, pero usted no tendrá que aplicar estrategias como las mencionadas anteriormente porque tiene muchas ordenes que atender sino porque no tiene la cantidad suficiente de órdenes para que la capacidad de su sistema sea totalmente utilizada.

Recuerde siempre los objetivos de la teoría de restricciones, bajar inventarios, reducir costos y aumentar el nivel de servicio. Toda acción que se tome para asignar o redistribuir recursos (humanos, técnicos o económicos) debe estar orientada y alineada para lograr estos objetivos.