

TEST DE MÁXIMA CARGA EN UNIDADES DE DESTILACIÓN

METODOLOGÍA Y CASO DE ESTUDIO

María Clara Jaureguiberry, Axion Energy, maria.c.jaureguiberry@axionenergy.com

Sinopsis

Los precios marginales de los productos elaborados por la destilación de crudo suelen justificar el estudio del aumento de capacidad de la unidad.

En este trabajo se describe la metodología utilizada para el estudio previo a la realización de un test de máxima carga de una unidad de destilación atmosférica y de vacío, la confección del protocolo de test y los recursos requeridos para llevarlo a cabo. El objetivo es describir una metodología rigurosa, sistemática y extrapolable que permita aportar datos útiles para lograr y sostener el aumento de capacidad pretendido de la unidad.

También es aplicable, por secciones, a la realización de pruebas de máxima carga de circuitos individuales (extracciones de producto, recirculaciones, etc.).

A modo de ejemplo, se presenta el caso de la refinería Axion Campana, que durante 2014 realizó tests de máxima carga en varias unidades, incluyendo las de destilación atmosférica (APS) y destilación al vacío (VPS).

Contenido

Sinopsis	1
Introducción.....	2
Desarrollo	2
1) Definición de objetivo	2
2) Definición del equipo de trabajo	2
3) Documentación requerida.....	3
4) Definición de carga de test y composición de la alimentación.....	4
5) Análisis de circuitos. Potenciales limitaciones.....	6
a. Estudios de válvulas de seguridad:.....	6
b. Estudio de circuitos	8
6) Análisis económico	13
7) Definición de duración del test y frecuencia de muestreo de laboratorio.....	14
8) Análisis de laboratorio.....	14
9) Instrumentación	15
10) Protocolo de test	16
11) Caso de estudio – Refinería Axion Energy Campana	21
Conclusiones	22

Figuras

Figura 1: Diagrama de Flujo – Definición de Carga de Test y Composición de la Alimentación	5
Figura 2: Diagrama de Flujo de Análisis de Contingencias de Válvulas de Seguridad	7
Figura 3: Diagrama de Flujo de Análisis de Limitaciones por Equipo/Circuito	10
Figura 4: Diagrama de Flujo – Análisis de criticidad de limitaciones	13

Introducción

La unidad de destilación de la Refinería Axion Campana normalmente opera a su máxima capacidad reconocida. La misma fue expandida en sucesivos proyectos desde su capacidad original, que implicaron en muchos casos modificaciones en las instalaciones.

En 2014 se estudió la realización de un test para el aumento de un 5% adicional de su capacidad de procesamiento de crudo.

El objetivo de este test era validar las limitaciones conocidas e identificar limitaciones adicionales que pudieran surgir para este aumento de capacidad. Los resultados del test se tomarían como base para rediseñar las instalaciones requeridas para operar a esta nueva capacidad en forma permanente.

Para realizar el estudio de aumento de capacidad, no se disponía de un manual que consolide los estudios a realizar previo a la realización de una prueba de este tipo. Por lo tanto, se realizó el estudio acorde a los conocimientos previos de los involucrados y, según los manuales disponibles cada uno de los circuitos, se identificaron las posibles limitaciones, y se definieron los límites aceptables para dar por finalizado el test.

En el presente trabajo se describirá la metodología de estudio utilizada para la realización del test.

Desarrollo

1) Definición de objetivo

La realización de un test de máxima carga puede tener distintos objetivos, y la metodología para su realización difiere según los mismos. Normalmente el objetivo está claramente definido pues el mismo impulsa su realización. Sin embargo, es necesario que al iniciar el proceso, este se defina específicamente.

Algunos objetivos típicos son los siguientes:

- Evaluar si es posible aumentar el procesamiento de la planta con las instalaciones actuales
- Identificar limitaciones para aumentar el procesamiento de la planta con las instalaciones actuales, a fin de realizar las modificaciones necesarias para hacerlo en forma permanente.

2) Definición del equipo de trabajo

El éxito del análisis previo y del test en sí mismo depende en gran parte del conocimiento de los involucrados en el proceso.

Por lo tanto, una vez identificado el objetivo del test, es necesario conformar el equipo de trabajo. Esto agilizará las definiciones y aprobaciones en caso de ser requeridas, por encontrarse todos los sectores afectados involucrados desde el inicio.

El liderazgo en el análisis previo en general lo desarrolla un representante de Ingeniería de Procesos asignado a la unidad, quien realiza el análisis con soporte de los demás involucrados. Durante la ejecución del test, el liderazgo lo ejerce el Jefe de Planta (Producción).

En el caso del test run desarrollado en Campana, se requirió el involucramiento de los siguientes actores:

- Ingeniería de Proceso
 - o Ingenieros de proceso de las áreas
 - o Ingenieros de diseño / simulación
 - o Ingeniero de combustión
 - o Ingeniero de aplicaciones
- HSE
 - o Analista de seguridad de proceso
- Producción
 - o Jefe de planta
 - o Representante de Jefe de Turno
- Integridad mecánica:
 - o Especialista mecánico
- Suministros
 - o Coordinador diario de operaciones
- Mantenimiento
 - o Instrumentistas
 - o Electricistas
- Laboratorio

3) Documentación requerida

Previo al inicio del análisis es necesario recolectar información de las unidades a testear.

Un listado de documentos base que serán necesarios para el análisis son los siguientes:

- P&IDs / PFDs
- Especificaciones de diseño
- Estudios anteriores de aumento de capacidad
- Estudios de válvulas de seguridad
- Hojas de datos de equipos
- Simulaciones

- Base de datos de límites operativos relacionados con:
 - o confiabilidad de equipos
 - o seguridad y medio ambiente
 - o diseño
- Especificaciones de calidad de productos terminados y productos intermedios

Este trabajo previo disminuirá el tiempo de análisis, y ayudará a que el mismo se desarrolle en forma ordenada y fluida.

4) Definición de carga de test y composición de la alimentación

El primer paso para realizar un test de carga máxima es definir cuál será, justamente, la carga a testear. Considerando que el sobrediseño normal de los equipos es de un 10%, un valor razonable de partida es un 5% adicional.

A continuación deberá definirse la composición de la alimentación. Como punto de partida, esta debería ser la composición normal, es decir, los crudos típicos en los porcentajes típicos.

Partiendo de esta base, debe estimarse la carga de cada circuito (extracción, recirculación, alimentación).

A continuación debe realizarse un mapeo de limitaciones actuales de la unidad.

Si no hubieran identificadas limitaciones a carga actual, se deberá continuar con lo descrito en la próxima sección: el análisis de limitaciones por circuito.

En caso de que ya estén identificadas limitaciones en algunos circuitos en operación normal, las mismas se presentarán durante test de máxima carga. Por lo tanto, para poder realizar el test deberá descargarse el circuito en cuestión, ya sea modificando las condiciones operativas para cargar otro circuito o modificando la composición de la alimentación para que este circuito se descargue sin modificar las condiciones operativas.

El primer caso corresponde, por ejemplo, si estuviera limitada la extracción de un corte en una torre atmosférica por capacidad de enfriamiento. Si el corte inferior tuviera lugar en propiedades para admitir un mayor porcentaje de producto liviano, y pudieran ajustarse las condiciones de la torre, podría limitarse la extracción del producto más liviano y aumentarse en consecuencia la extracción del corte inferior, descargando la extracción de del primero respecto de los rendimientos típicos y cargando el circuito de extracción del segundo. En este caso, deberán recalcularse las cargas de los circuitos en la nueva condición. Con esta información, deberá continuarse analizando las limitaciones conocidas.

Si no se pudiera descargar el circuito mediante el ajuste de variables operativas, u otros circuitos presentaran limitaciones que no lo permitieran, es necesario plantearse la posibilidad de reformular la alimentación. Si el cambio en la calidad de la alimentación es

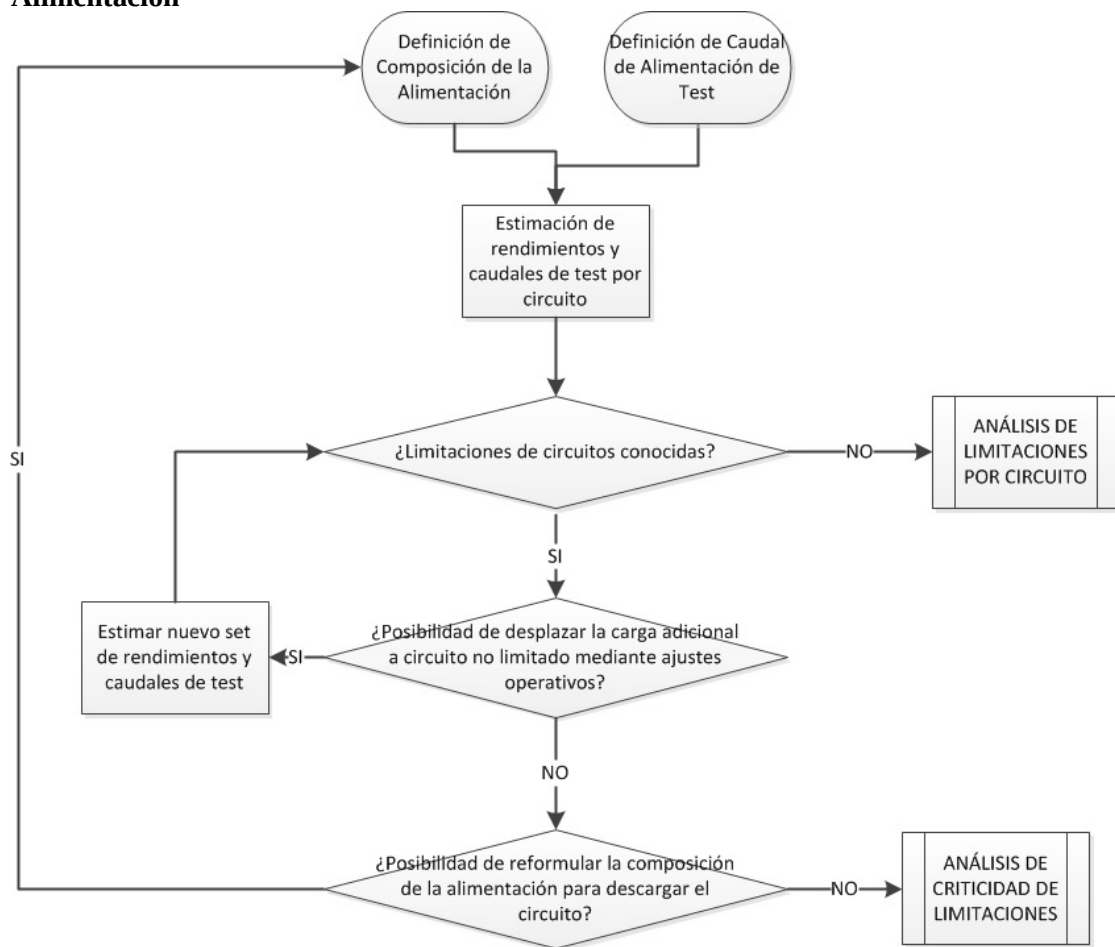
sostenible en el tiempo, lo cual depende de un estudio económico, reformular la alimentación puede ser una opción. Si el cambio no es sostenible, el test no sería representativo, y esta opción no es conveniente.

Si las dos opciones anteriores no fueran factibles, el último camino para realizar el test sería analizar la criticidad de la limitación, su riesgo, y si es aceptable en forma permanente o transitoria. Este análisis se describe en la sección de análisis de limitaciones en los circuitos, siendo su resultado la definición de si es posible o no realizar el test de máxima carga.

Todas las limitaciones conocidas deben analizarse en esta primera etapa, a fin de evitar un replanteo de bases en análisis posteriores que podrían significar un atraso para la realización del test.

En la Figura 1 se presenta el flujograma de decisión asociado al proceso descrito anteriormente.

Figura 1: Diagrama de Flujo – Definición de Carga de Test y Composición de la Alimentación



5) Análisis de circuitos. Potenciales limitaciones.

Para determinar limitaciones en los circuitos asociadas al aumento de carga, es necesario realizar las siguientes verificaciones:

a. Estudios de válvulas de seguridad:

Con base en el estudio general de válvulas de seguridad de cada planta se deberá analizar si con las válvulas de seguridad instaladas es posible realizar el test de máxima carga. Para ello es necesario realizar un análisis de contingencias.

Durante este análisis pueden presentarse dos situaciones:

1. Contingencia crítica no dependiente de la carga a la unidad. En este caso debe analizarse la siguiente contingencia en criticidad. Si esta fuera dependiente de la carga, calcular la nueva área de alivio requerida. Si esta fuera superior a la correspondiente a la contingencia crítica, esta será la nueva contingencia crítica y deberá continuarse el análisis descrito en el punto 2.

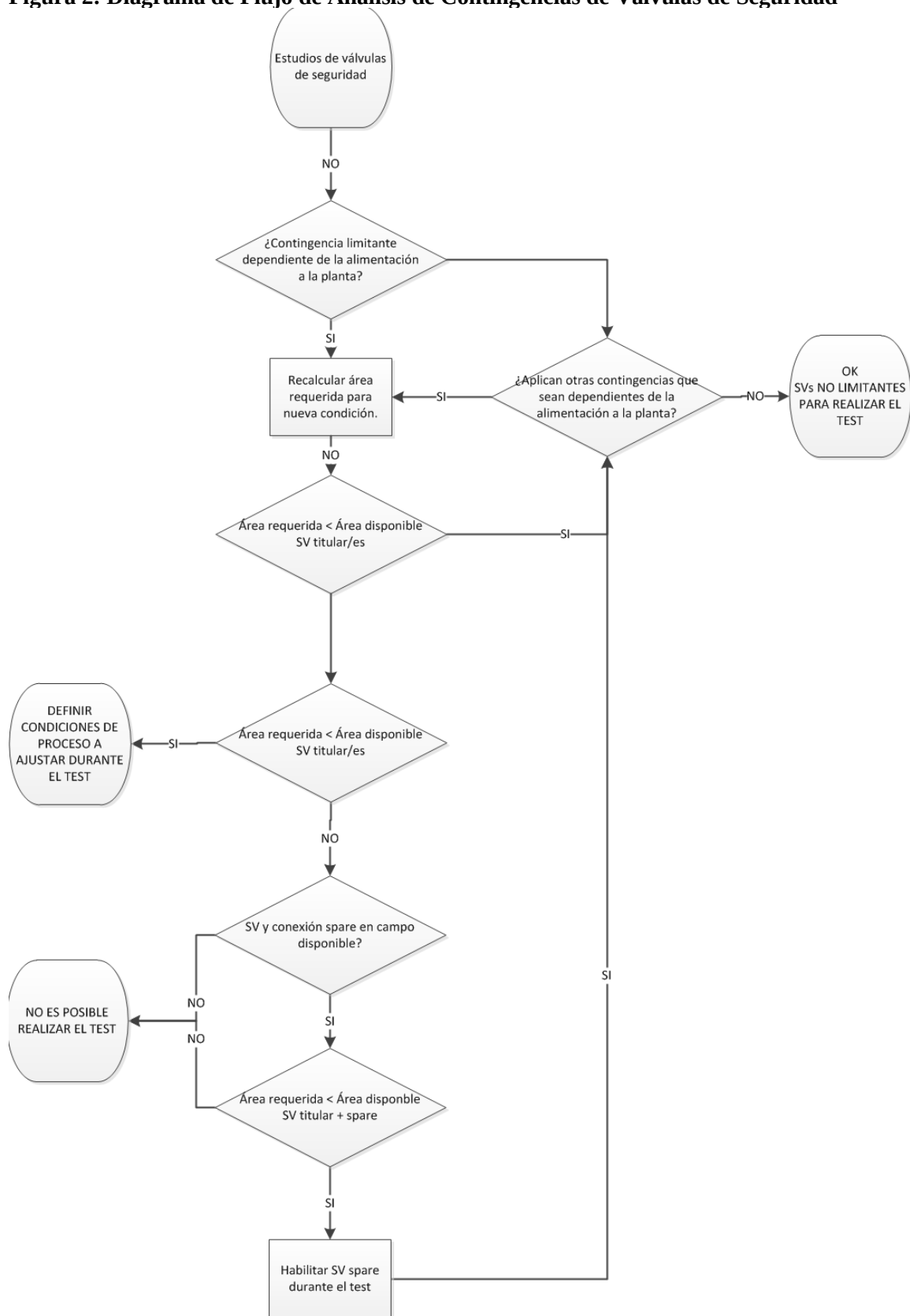
Un ejemplo de este tipo de contingencias sería el bloqueo de mando de bomba, en el que el caudal de alivio requerido depende de la curva de la bomba, no del caudal real que la misma esté bombeando.

2. Contingencia crítica dependiente de la carga a la unidad. En este caso debe analizarse si en la nueva condición el área instalada es suficiente. Si este es el caso, repetir el análisis con la siguiente contingencia, recalcular el área y comparar con la anterior; finalizar el análisis si es menor. Caso contrario, puede verificarse si existe válvula spare instalada en el campo. En tal caso, puede habilitarse temporariamente la misma, programando la calibración necesaria previa al test, y programar su reemplazo en caso de aumento definitivo de la carga. Si no existiera, las únicas opciones serían ajustar las condiciones de proceso o la composición de la alimentación para descargar el circuito, de la misma manera que se definió en la sección 4) y reiniciar el análisis, o no realizar el test por no contarse con protección por sobrepresión en esa situación.

La verificación debe ser realizada por el ingeniero de procesos y validada por el analista de seguridad de procesos.

El flujograma correspondiente al proceso de análisis anterior se encuentra descrito en la Figura 2.

Figura 2: Diagrama de Flujo de Análisis de Contingencias de Válvulas de Seguridad



b. Estudio de circuitos

Una vez que se han ajustado las condiciones para sortear las limitaciones conocidas y las asociadas a válvulas de seguridad, será necesario evaluar los circuitos en forma integral para identificar potenciales limitaciones durante la realización del test.

Cada circuito está compuesto por equipos, y el más limitado de ellos definirá la limitación del circuito en general.

Para la verificación de los circuitos, en orden de conveniencia, representatividad de los resultados y velocidad de verificación, las opciones son las siguientes:

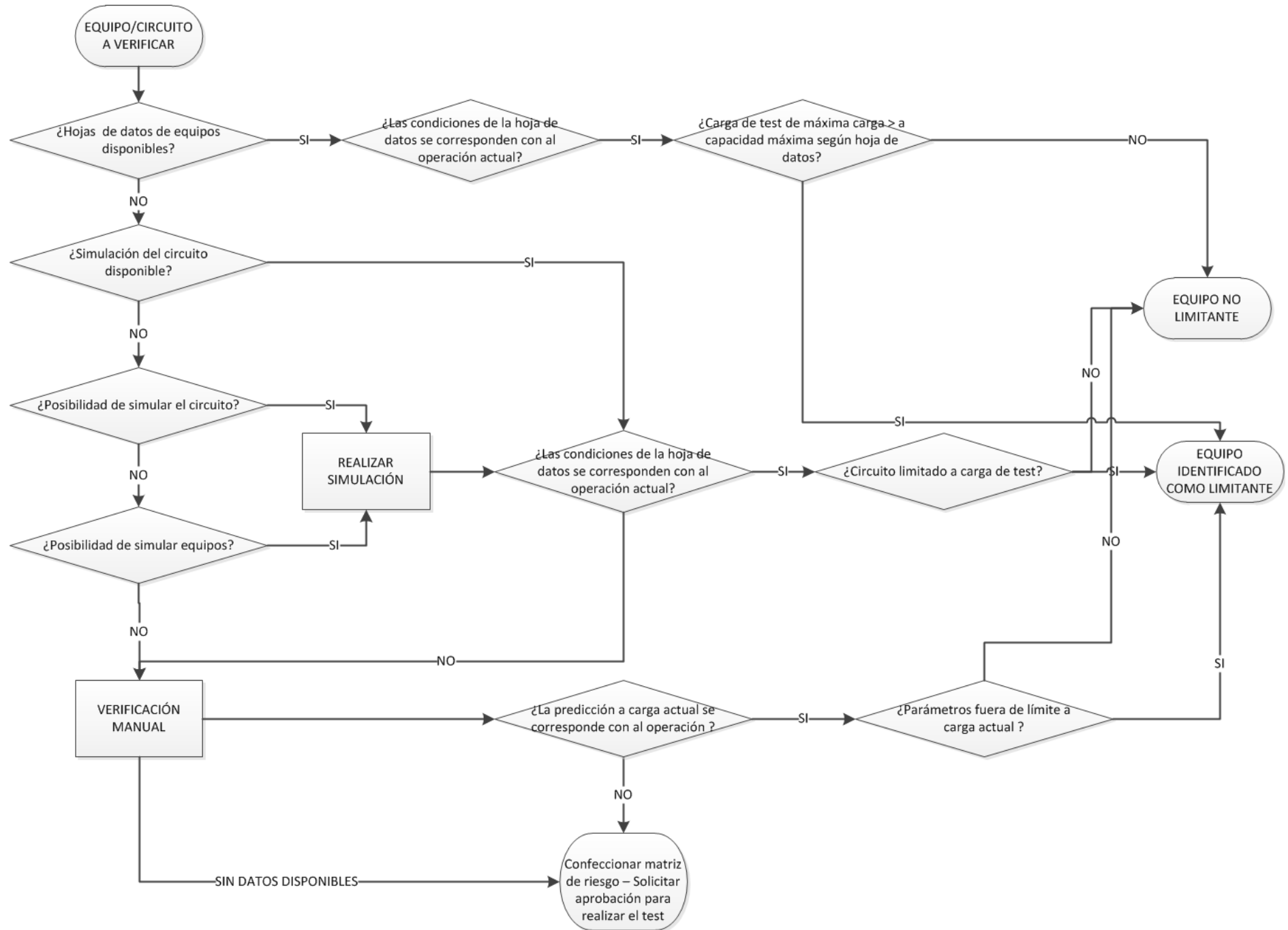
1. Hoja de datos de equipos, válvulas de control, motores, etc., con verificación de carga máxima según hoja de datos vs carga estimada durante el test
2. Simulación integral de la planta: Esta es la verificación más realista, pues permite identificar el impacto de la variación de la carga en un circuito, y el impacto de esta última en otro. Por ejemplo, el aumento de carga a la torre de destilación atmosférica implicará un aumento en el intercambio de calor en sus recirculaciones. Si las mismas están integradas energéticamente con el tren de precalentamiento de crudo, este también aumentará. Pero esto, ¿implicará un aumento o una disminución de temperatura de entrada al horno atmosférico? Es difícil de saber a priori. Una simulación de este tipo haría más fácil su predicción.
3. Simulación por circuito, por ejemplo, circuito de condensación, de extracción de JP, etc.
4. Simulación de los equipos en condiciones actuales, y adaptación a las nuevas condiciones también podría ser un recurso para identificar potenciales limitaciones.
5. Verificación manual

En todos los casos, debe verificarse que la predicción para la carga actual de la planta se corresponda con las variables observadas. Si esto no sucediera, y el proceso no pudiera corregirse hasta que el error en la verificación a carga actual se aceptable, debe proceder a realizarse la verificación posterior en la línea de preferencia. Si en ningún caso la predicción fuera aceptable, la realización o no del test dependerá de un análisis de riesgo de una excursión en el parámetro, y se definirá un protocolo de monitoreo más cerrado sobre el mismo durante el test. Este análisis de riesgo también definirá si es necesario interrumpir el test en caso

de superar el límite establecido. El proceso aplica en caso de no tener datos disponibles para realizar ningún tipo de verificación.

El flujograma de decisión correspondiente se presenta en la Figura 3.

Figura 3: Diagrama de Flujo de Análisis de Limitaciones por Equipo/Circuito



A continuación se presenta un listado tentativo de parámetros a verificar en distintos tipos de equipos, excluyendo adrede las SVs, que ya fueron analizadas en el punto anterior y aplican en todos los casos.

Equipo	Parámetro	Responsable de la verificación
Válvulas de control	Apertura máxima	Ing. de Proceso
Bombas / Compresores / Eyectores	Curva de capacidad Amperaje máximo	Ing de proceso
Desaladores	Tiempos de residencia	Ing de Proceso
Intercambiadores de calor	DP Duty	Ing de Proceso
Hornos	Temperaturas de: - Bridgewall - Chimenea - Metales Densidad calórica radiante Máxima presión de fuel gas / combustible líquido Duty máximo	Ingeniero de Combustión / Ing. de Procesos
Líneas de transferencia	Velocidad máxima según metalurgia	Ing. Mecánico / Ing. de Procesos
Acumuladores	Arrastre Tiempos de residencia	Ing de Procesos
Enfriadores de producto a TK	Temperatura de salida	Ing de Procesos
Columnas de destilación	Inundación Capacidad de extracción de calor de recirculaciones y reflujo	Ing de Proceso
Strippers	Arrastre	Ing de Proceso
Tratamiento de productos	Capacidad	Ing de Proceso
Motores	Amperaje	Integridad Mecánica / Ing de Proceso

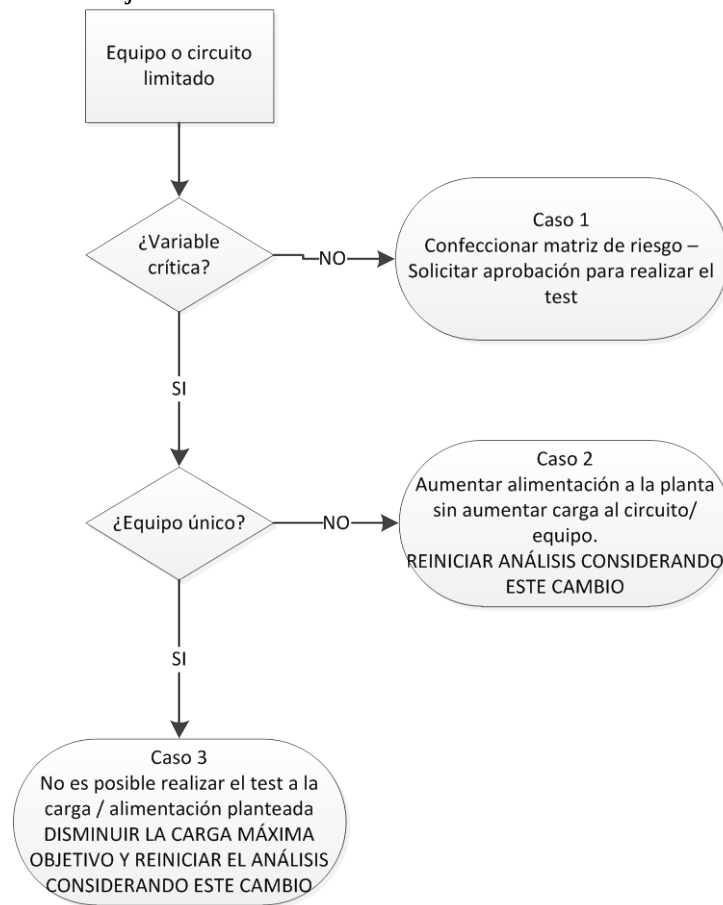
Deben analizarse exhaustivamente las bases de datos de alarmas y límites operativos relacionados con confiabilidad, seguridad y medio ambiente, y compararlas con los valores de operación actual, para identificar parámetros adicionales que requieran simulación previa o monitoreo adicional durante el período de test.

Una vez identificadas las limitaciones, y las incertidumbres por falta de datos, pueden clasificarse en las siguientes categorías:

1. Parámetros no críticos, por ejemplo, mayor arrastre de hidrocarburo en agua en un acumulador, válvulas de control no críticas o intercambiadores que deban operar por by-pass. En este caso, al confeccionar una matriz de riesgo, el mismo será bajo. Deben solicitarse las autorizaciones correspondientes según el nivel de riesgo para operar durante el test con esta potencial desviación, definir monitoreo requerido como mitigante, y registrar las desviaciones durante el test para definir si son necesarias modificaciones en los equipos para su operación en caso de que se defina un aumento permanente en la capacidad de la planta.
2. Parámetros críticos caso de que la planta tenga la facilidad para saltar estas limitaciones, permitiendo aumentar la alimentación total a la planta sin afectar el equipo en cuestión. Por ejemplo, un horno de crudo operando a máxima temperatura de bridgewall sin posibilidad de aumento de temperatura de entrada al mismo, en una configuración de dos trenes de calentamiento atmosféricos. En este caso se debe utilizar la segunda opción.
3. Parámetros críticos sin posibilidad de aumentar carga a la unidad sin afectar la operación de este equipo. Ejemplos de este caso sería un único horno atmosférico operando a máxima temperatura de bridgewall, sin posibilidad de aumento de temperatura de entrada. En este caso no será posible realizar el test en las condiciones planteadas. En este caso puede replantearse el objetivo de carga máxima contra el límite previsto. Habrá que reiniciar el análisis en consecuencia.

Las acciones a tomar según la clasificación de las limitaciones se representan en la Figura 4.

Figura 4: Diagrama de Flujo – Análisis de criticidad de limitaciones



Como resultado del análisis de la presente sección, se espera:

- Un informe de las limitaciones encontradas, su criticidad y el análisis de riesgo
- Un listado de las variables que operarán por fuera de sus valores normales en forma temporaria, los límites aprobados y las medidas mitigantes para esta operación.
- Un listado de las variables relacionadas con confiabilidad / seguridad / medio ambiente que se espera que operen en valores cercanos a los límites y/o alarmas, y su frecuencia de monitoreo.

6) Análisis económico

Durante el análisis técnico desarrollado de los puntos 4) y 5) el caso de negocios pudo haberse modificado. La calidad de la alimentación, los rendimientos a productos o incluso la carga máxima objetivo quizás hayan tenido que ser modificados para sortear las limitaciones de la planta.

Con esta base definida, y antes de iniciar el protocolo, es útil analizar nuevamente el caso económico, ya que el aumento de carga pudo haber perdido incentivo.

Este sería el caso, por ejemplo, si por limitaciones en los distintos circuitos, se han tenido que desplazar rendimientos de productos de mayor valor marginal a productos con menor valor.

Si el aumento de carga aún tiene incentivos positivos, es momento de iniciar el desarrollo del protocolo que se utilizará para el aumento de carga.

7) Definición de duración del test y frecuencia de muestreo de laboratorio

Una vez definido todo lo anterior deberá establecerse la duración del test y la frecuencia de muestreo de los productos. Estas variables están muy relacionadas, ya que no puede llegarse a la conclusión de que un estado de carga es aceptable hasta obtener todos los productos en especificación.

Para considerar la planta estado estacionario, se requieren al menos 8 hs de operación a carga estable. Se requieren al menos 2 muestras de productos en especificación para asegurar que corresponden este estado de carga. Por lo tanto, con muestras cada 8 hs, escalones de carga diarios son razonables. Si el muestreo fuera diario, serían recomendables escalones de carga cada dos, tomando la primera muestra 8 hs después del aumento de carga.

Se pueden realizar saltos de caudal de alimentación de un 20% de la carga incremental. Y, en caso de no surgir limitaciones insalvables que trunquen el test antes de tiempo, mantener la carga máxima por un mínimo de 3 días, para asegurar que la misma sea sostenible.

Una limitación adicional a tener en cuenta es la capacidad de almacenamiento en TK. Debe considerarse que el incremental de carga se traducirá en un incremental de productos que debe estar previsto para asegurar que no se producirá una interrupción temprana del test por falta de capacidad de almacenamiento de productos finales. Esto deberá ser coordinado con el coordinador diario (Suministros).

8) Análisis de laboratorio

Los análisis de laboratorio se realizan con tres objetivos principales:

1. Verificar el cumplimiento de la calidad de productos terminados, según hoja de especificación de productos.
2. Verificar la calidad de productos intermedios, asociados al impacto a otras plantas, según límites de cada unidad.

3. Realizar estimaciones de performance de los equipos, por ejemplo, cut points en torres.

En general, los análisis correspondientes al grupo 1 son mucho más frecuentes que los de los grupos 2 y 3.

La operación de la planta fuera de sus parámetros normales aumenta la probabilidad de obtener productos fuera de especificación y de pérdida de performance de las plantas. Por lo tanto, es necesario definir cuán crítica es la desviación de los parámetros normales.

La criticidad de la obtención de producto final en especificación será mayor, cuanto menor sea el lugar disponible de producto en tanque, la disponibilidad de producto terminado en especificación para satisfacer la demanda en caso de una desviación, y la posibilidad de corregir el producto. Los casos más críticos requieren frecuencias de muestreo mayores, a fin de tomar acciones para corregir los productos en plazos menores. Esto se deberá evaluar caso a caso en conjunto con el coordinador diario operativo (Suministros).

Entre los parámetros de calidad de productos intermedios, pueden distinguirse entre aquellos que producirán problemas operativos inmediatos, y aquellos que afectan la confiabilidad o la operación a mediano/largo plazo. Durante el test run, es recomendable aumentar la frecuencia de determinación de los primeros y mantener la de los segundos.

Finalmente, respecto de aquellos análisis que permiten la determinación de parámetros de performance, es conveniente obtener un set de resultados en cada estado de carga. Sin embargo, no es imprescindible tener disponible los resultados en forma inmediata. Por lo tanto, en caso de no disponer de recursos suficientes en el laboratorio para realizar las determinaciones, se pueden reservar las muestras, reflejando sus resultados y el análisis de los mismos en el informe final.

En todos los casos, es imprescindible realizar el muestreo completo a la máxima carga alcanzada, obteniendo al menos 3 sets de muestras para determinación de calidad de productos terminados, 1 set para determinación de calidad de productos intermedios y 1 set para determinación de parámetros de performance.

9) Instrumentación

El último punto a definir antes de iniciar el test es la instrumentación mínima que se requiere para la iniciación del test.

En este caso, el listado de instrumentación crítica se desprenderá de lo analizado en los puntos anteriores. Es decir, será crítica toda instrumentación asociada a variables que se deban ser monitoreadas, dado el impacto del aumento de carga en las mismas.

A continuación, un listado inicial de variables críticas para una unidad de destilación:

1. Instrumentos necesarios para el cierre del balance de masa:

1.1. Caudalímetro/s de alimentación a la planta. En caso de alimentar desde un tanque quieto, chequear previamente el/los caudalímetro/s de alimentación vs la variación horaria de volumen en los tanques.

1.2. Extracciones de productos

2. Instrumentos asociados a condiciones de diseño de los equipos (presión, temperatura).
3. Termómetros / Trasmisores de temperatura de producto a tanque, que tenderán a aumentar con el aumento de caudales.
4. Instrumentos asociados a ítems de seguridad de procesos (variables asociadas a sistemas integrados de seguridad, alarmas de primera prioridad, lazos críticos, válvulas de seguridad).
5. Trasmisores de temperatura de bridgewall / temperatura de chimenea / temperaturas de metales en hornos.
6. Todos los instrumentos asociados a aquellas variables que se haya identificado durante el análisis del punto 5) que se encontrarán cerca del límite de su ventana operativa.

Cada equipo de trabajo deberá completar esta lista con la instrumentación que considere crítica según la operación de cada planta y sus limitaciones particulares.

Los instrumentos deberán tener un rango operativo asociado y alarmas seteadas en consecuencia, a fin de poder identificar rápidamente de producirse desvíos durante el aumento y estabilización de la unidad. Típicamente las alarmas se encuentran establecidas para la operación normal y no requerirán cambios asociados al test.

10) Protocolo de test

El protocolo de test consistirá en una planilla de la que dispondrá el equipo afectado al test, en el cual se registrarán los parámetros de control y todo comentario asociado, que sea necesario para decidir la continuidad o no del test, y la posterior confección del informe que cumplirá el objetivo final del test.

El desarrollo del protocolo estará a cargo de Ing. de Proceso, y aprobado por el Jefe de Planta.

Controles previos: Pueden realizarse un día antes del inicio del test, con la carga de la unidad estabilizada a la máxima aprobada hasta el momento.

a. Registrar composición de la alimentación.

Resp: Producción

Crudo	%
A	
B	

C	
D	
E	
F	

- b. Registrar caudales y amperajes de bombas, particularmente de aquellas que se encuentren más cercanas a su máximo operativo o corte por amperaje del motor.

Resp: Mantenimiento

Bomba	Hora	Amperaje (A)	Caudal (m ³ /hr)	Amp. Max (A)	Observaciones
P-XXX				XX	
P-XXX				XX	
P-XXX				XX	
P-XXX				XX	
P-XXX				XX	

- c. Relevar by-pass de intercambiadores abiertos.

Resp: Producción

Intercambiador	Abierto / Cerrado	Nº hilos / Total
E-XX		
E-XX		
E-XX		
E-XX		
E-XX		
E-		
E-		

- d. Relevar by-pass de válvulas de control abiertos.

Resp: Producción

Válvula	Abierto / Cerrado	Nº hilos / Total
APPXXXV		
VPLXXXV		
APLXXXV		
APFXXXV		
VPFXXXV		
VPFXXXV		

Válvula	Abierto / Cerrado	N° hilos / Total

- e. Realizar termografía en los hornos para registro de estado inicial

Resp: Integridad Mecánica

- f. Verificar que se encuentre disponible la instrumentación definida como crítica en el punto 9)

Resp: Ing de Proceso

00:00 hs (inicio de jornada laboral): Una vez que se asegure que todos los parámetros están en control,

- g. Registrar composición de la alimentación.

Resp: Producción

Crudo	%
A	
B	
C	
D	
E	
F	

- h. Relevar parámetros críticos de control (como mínimo, los definidos en el punto 5)).

Resp: Producción

Equipo	Parámetro de control	Valor	Límite
F-XX	Temperatura de Bridgewall	°C	XXX °C
F-XX	Máxima temperatura de Metal	°C	XXX °C
F-XX	Temperatura de Bridgewall	°C	XXX °C
T-X	Presión de tope	Kg/cm ²	X.XX Kg/cm ²
E-XXA	Temperatura de salida de agua de TEA	°C	XX °C
E-XXB	Temperatura de salida de agua de TEA	°C	XX °C

- i. Revisar listados de alarmas y desvíos a parámetros de seguridad, medio ambiente y confiabilidad de las últimas 24 hs a fin si hubieron desvíos que puedan afectar el inicio/la continuidad del test.

Resp: Jefe de Área / Ing. de Proceso

- j. Revisar los datos relevados en los puntos a. – g. Asegurar que se encuentren dentro de la ventana operativa definida.

Resp: Jefe de Área / Ing. de Proceso

- k. Revisar calidad de productos en las últimas 24 hs. Solicitar ajustes en caso de requerirse.

Resp: Ing. de Proceso / Jefe de Área

01:00 hs: Una vez que se asegure que todos los parámetros están en control,

- l. Aumentar la carga a la unidad un 20% del incremento total de carga. Estabilizar la unidad. Informar sobre alarmas fuera de las normales durante un aumento de carga a la unidad. Resp: Producción.

En esta etapa, ingeniería de procesos deberá prestar soporte en forma continua para el ajuste de las variables operativas.

05:00 hs: Una vez estabilizada la carga a la unidad

- m. Realizar recorrida de combustión para asegurar buena operación.

Resp: Producción / Ing. de Combustión

- n. Realizar muestreo de productos

Resp: Producción

- o. Registrar caudales y amperajes de bombas, particularmente de aquellas que se encuentren más cercanas a su máximo operativo o corte por amperaje del motor.

Resp: Mantenimiento

Bomba	Hora	Amperaje (A)	Caudal (m ³ /hr)	Amp. Max (A)	Observaciones
P-XXX				XX	
P-XXX				XX	
P-XXX				XX	
P-XXX				XX	
P-XXX				XX	

p. Relevar by-pass de intercambiadores abiertos.

Resp: Producción

Intercambiador	Abierto / Cerrado	Nº hilos / Total
E-XX		
E-XX		
E-XX		
E-XX		
E-XX		
E-		
E-		

q. Relevar by-pass de válvulas de control abiertos.

Resp: Producción

Válvula	Abierto / Cerrado	Nº hilos / Total
APPXXXV		
VPLXXXV		
APLXXXV		
APFXXXV		
VPFXXXV		
VPFXXXV		

r. Relevar parámetros críticos de control

Resp: Producción

Equipo	Parámetro de control	Valor	Límite
F-XX	Temperatura de Bridgewall	°C	XXX °C
F-XX	Máxima temperatura de Metal	°C	XXX °C
F-XX	Temperatura de Bridgewall	°C	XXX °C
T-X	Presión de tope	Kg/cm ²	X.XX Kg/cm ²
E-XXA	Temperatura de salida de agua de TEA	°C	XX °C
E-XXB	Temperatura de salida de agua de TEA	°C	XX °C

08:00 hs: Reunión de grupo para determinar continuidad del test

- s. Revisar los datos relevados en los puntos l. – q y los resultados de los datos de laboratorio. Asegurar que se encuentren dentro de la ventana operativa definida.

Resp: Jefe de Área / Ing. de Proceso

- t. Con los datos del punto anterior, definir la continuidad del test, la finalización del mismo a la carga alcanzada, o la necesidad de revertir el escalón de aumento de carga.

Resp: Jefe de Área / Ing. de Proceso

NOTAS:

- En el protocolo deben estar reflejadas las variables limitantes, y las indicaciones operativas relacionadas con ellas para ser tomadas en cuenta en conjunto con el punto k.
- En cualquier momento del test el responsable de producción puede tomar la decisión de no realizar el próximo escalón de carga, revertir el último o finalizar el test y normalizar la carga.
- Algunas razones para esta determinación son las siguientes:
 - o Variables críticas, identificadas con anterioridad o no, fuera de la ventana operativa (alarmas controladas, límites de seguridad, medio ambiente, confiabilidad).
 - o Variables no críticas identificadas con anterioridad fuera de la ventana operativa definida para el test.
 - o Variables no críticas no identificadas con anterioridad fuera de la ventana operativa.
 - o Inestabilidad en la operación de la planta

11) Caso de estudio – Refinería Axion Energy Campana

En el caso de la Refinería Axion, se estudió la realización de un test para el aumento de un 5% de su capacidad de procesamiento de crudo.

El objetivo de este test era validar las limitaciones conocidas e identificar limitaciones adicionales que pudieran surgir para este aumento de capacidad. Los resultados del test se tomarían como base para rediseñar las instalaciones requeridas para operar a esta nueva capacidad en forma permanente.

Como documentos base, se utilizaron especificaciones de diseño, hojas de datos de equipos y estudios de limitaciones anteriores.

Se conformó un equipo de trabajo, tal cual lo mencionado en el punto 2).

Se planificó el test en fuera del período estival, para evitar limitaciones asociadas al enfriamiento, ya que estas eran conocidas y era necesario verificar las limitaciones adicionales.

Se realizó el estudio de válvulas de seguridad y se limitó la operación para asegurar que las SVs instaladas cubrieran todas las contingencias. No se requirió habilitar SVs spare.

Se identificaron limitaciones probables en distintos circuitos. Algunas limitaciones surgieron en variables críticas, y esto provocó la limitación de la operación de un circuito en particular. Esta limitación se salvó realizando el aumento de carga por un circuito paralelo. Para las variables no críticas, se plantearon medidas mitigantes para estas operaciones fuera de ventana operativa normal.

No se encontraron limitaciones insalvables, por lo que luego de la presentación de un mapa de limitaciones a la Gerencia de Refinería, se aprobó la realización del test.

El protocolo se desarrolló tal cual lo descripto en el punto 8).

Se definió realizar reuniones al inicio y al final de la jornada laboral entre los representantes de Ing. de Proceso y Producción para la definición de la continuidad del test.

El test de máxima carga se desarrolló sin inconvenientes, con un aumento diario de un 20% de la carga incremental. No fue necesario interrumpir el test por excursiones en parámetros operativos.

Las limitaciones previstas se verificaron. Algunas incertidumbres se tradujeron en limitaciones. Todas ellas se registraron rigurosamente a fin de confeccionar el informe final.

Luego de mantener la carga de test por 3 días, se normalizó la operación.

Se confeccionó un informe final de test, que servirá como base para desarrollar ingeniería de aumento de carga a la unidad.

Conclusiones

El desarrollo de un protocolo de test de máxima carga es un proceso iterativo, que se inicia en el requerimiento de dar mayor rentabilidad a la unidad. Luego del planteo de un escenario deseable, el análisis de las limitaciones de las unidades finaliza en un escenario realizable.

Se requiere un alto nivel de análisis previo a realizarlo, a fin de identificar claramente los riesgos y proveer información a los niveles de aprobación correspondientes para un análisis de riesgo-beneficio en la toma de la decisión de la realización o no del test. Adicionalmente, un análisis riguroso permitirá tomar decisiones rápidas al surgir las limitaciones previstas durante el mismo.

El análisis previo al test y un protocolo claro requieren un considerable trabajo técnico y de planificación, esfuerzo bien invertido, ya que permitirá que el test se desarrolle en forma eficiente y segura. Los resultados obtenidos de esta manera constituirán una base sólida para lograr el fin último del test siendo este, en las condiciones actuales o con las modificaciones

de instalaciones requeridas, la sustentabilidad de la carga de la unidad a un nivel mayor que el aceptado.

Breve CV

María Clara Jaureguiberry

Ingeniero Químico, Universidad de Buenos Aires

Jefe Técnico de Áreas de Destilación y Delayed Coker

Refinería Campana, Axion Energy