

4 SNCR

4.1 INTRODUCCIÓN

La SNCR está siendo utilizada actualmente para el control de emisiones de NO_x en calderas industriales, generadores de vapor de servicio eléctrico, incineradores térmicos y establecimientos de recuperación de energía de residuos sólidos municipales. La SNCR puede ser aplicada como control único de NO_x o con otras tecnologías, tales como los controles de combustión. El sistema SNCR puede diseñarse para operaciones estacionales o para todo el año.

La SNCR puede lograr eficiencias de reducción de NO_x de hasta 75 % en ciertas demostraciones a corto plazo. En aplicaciones típicas de campo, sin embargo, proporciona reducciones de NO_x de 30% a 50%. Se han reportado reducciones de hasta 65% para algunas aplicaciones de campo de SNCR en serie con equipo de control de la combustión, tales como quemadores de bajo NO_x (LNB). Los sistemas SNCR aplicados a unidades grandes de combustión (mayores que 3,000 MMBtu/hr), tienen típicamente, eficiencias de reducción de NO_x más bajas (menos de 40%), debido a limitaciones de mezclado. La Figura 4.1 presenta la eficiencia de reducción de NO_x de la SNCR para varios tamaños de calderas de servicios.

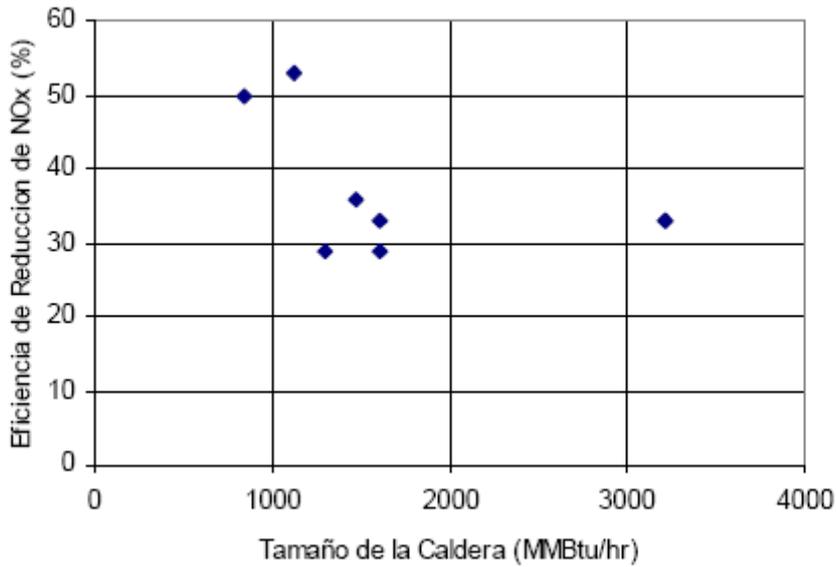


Figura 4.1: Eficiencia de reducción de NO_x de SNCR para varios tamaños de instalaciones.

La ferretería asociada con una instalación SNCR es relativamente simple y está fácilmente disponible. Consecuentemente, las aplicaciones SNCR tienden a tener costos de capital bajos comparados con las LNB y SCR. La instalación del equipo SNCR requiere de un mínimo de tiempo de paro. Aunque simple en concepto, en la práctica es un reto diseñar un sistema SNCR que sea confiable, económico, simple de controlar y que cumpla con otros criterios técnicos, ambientales y regulatorios. La aplicación práctica de la SNCR está limitada por el diseño y condiciones de operación de la caldera.

4.2 DESCRIPCIÓN DEL PROCESO

La SNCR está basada en la reducción química de la molécula de NO_x a nitrógeno molecular (N_2) y vapor de agua (H_2O). Un agente reductor con base en nitrógeno (reactivo), tal como amoníaco o urea, es inyectado en el gas después de la combustión. El reactivo puede reaccionar con un número de componentes del gas de combustión. Sin embargo, la reacción de reducción de NO_x se favorece sobre otros procesos de reacción química en un rango específico de temperatura (ventana de temperaturas) y en presencia de oxígeno, por lo tanto, se considera un proceso químico selectivo.

El proceso de SNCR ocurre dentro de la unidad de combustión, la cual actúa como la cámara de reacción. El reactivo es inyectado en el gas de combustión, a través de boquillas montadas en la pared de la unidad de combustión. Las boquillas de inyección están localizadas generalmente en el área de post-combustión, el área superior del horno y de los pasos convectivos. La inyección causa mezclado del reactivo y el gas de combustión. El calor de la combustión proporciona la energía para la reacción de reducción. Las moléculas de NO_x son reducidas y el gas de combustión que reaccionó sale entonces de la caldera.

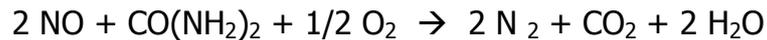
La SNCR es un proceso químico relativamente simple. El proceso comienza con un reactivo en base a amoníaco, amoníaco (NH_3) o urea ($\text{CO}(\text{NH}_2)_2$), siendo vaporizado, ya sea antes de la inyección por un vaporizador o después de la inyección por el calor de la caldera.

Dentro del rango de temperatura apropiado, la urea o el amoníaco en fase gas se descomponen entonces en radicales libres, incluyendo NH_3 y NH_2 . Después de una serie de reacciones, los radicales del amoníaco entran en contacto con el NO_x y lo reducen a N_2 y H_2O . La representación global de estas reacciones está dada a continuación para ambos, la urea y el amoníaco. Nótese que el NO_x está representado como NO , puesto que es la forma predominante

de NO_x dentro de la caldera. La ecuación de la reacción del amoníaco está dada por:

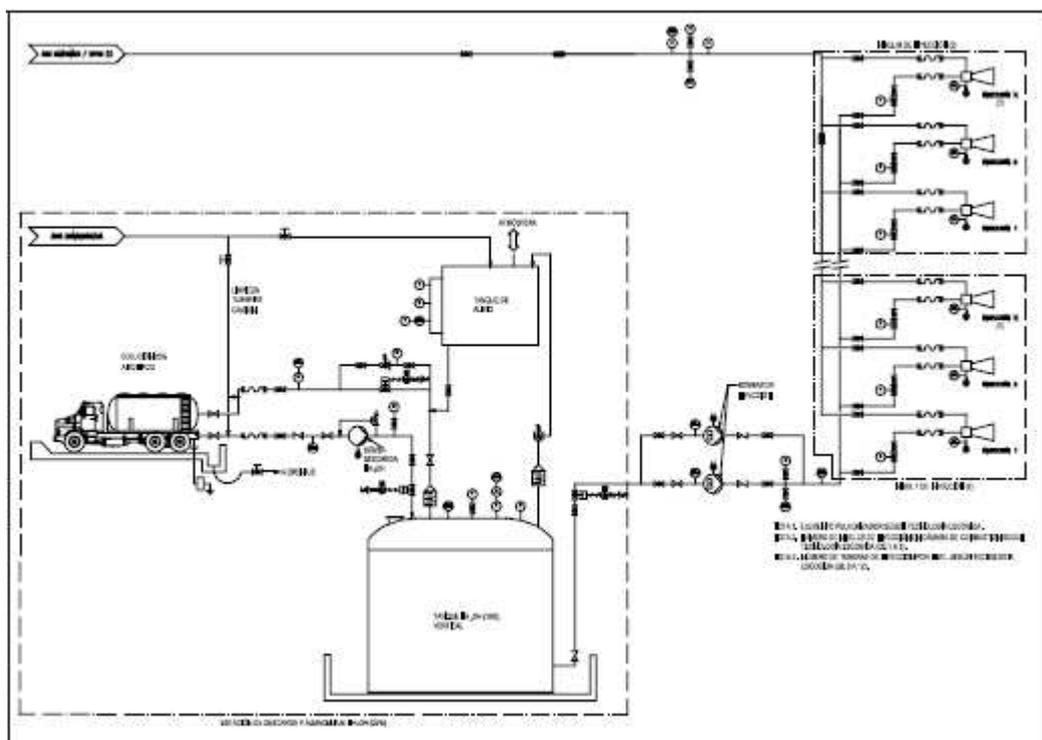


La reacción para la urea está dada por:



El principal subproducto formado durante la SNCR ya sea con urea o con amoníaco, es el óxido nitroso (N_2O). El N_2O es un abatidor del ozono y un gas de efecto invernadero, pero actualmente no está regulado. La reducción en base a urea genera significativamente más N_2O que los sistemas en base a amoníaco. Hasta el 30% del NO_x puede ser transformado en N_2O . Se dispone de aditivos patentados para el proceso SNCR en base a urea, para reducir la formación de N_2O .

Figura 4.2: diagrama de un sistema SNCR



4.3 SISTEMA SNCR

Hay dos diseños básicos para la aplicación de SNCR. El primero es un sistema en base a amoníaco conocido como *Thermal DeNO_x*® , que fue desarrollado y patentado por *Exxon Research and Engineering Company* en 1975. El segundo sistema fue desarrollado y patentado por *The Electric Power Research Institute (EPRI)* en 1980. Es un proceso en base a urea conocido por el nombre comercial de *NO_x OUT*®. La tecnología fue otorgada bajo licencia a *Fuel Tech*, la cual tiene varias patentes adicionales que reclaman mejoras y realces al proceso básico. *Fuel Tech* tiene varios concesionarios autorizados para suministrar e instalar tecnología SNCR en varios sectores industriales.

Un sistema SNCR tiene cuatro pasos básicos que lograr:

- Estación de recepción y descarga
- Almacenamiento de amoníaco
- Dilución del amoníaco
- Inyección del amoníaco

Estación de recepción y descarga

La disolución de amoniaco al 25% se suministra en camiones cisterna. El proceso de descarga se inicia con la conexión de la estación de descarga a las bridas de la cisterna (manguera de líquido y de retorno de vapor), que por seguridad deberá estar puesta a tierra antes de iniciar la operación. Ambas mangueras irán conectadas al tanque de almacenamiento. La zona de conexión de mangueras a la cisterna dispondrá de una losa rebajada que servirá como balsa de retención de posibles derrames de amoníaco.

Antes de iniciar el proceso de descarga, la presión del vapor en la cisterna ha de ser controlada. En caso de superarse la presión establecida en el

set point, la sobrepresión se eliminará a través de la válvula de alivio del tanque.

Una bomba de descarga trasvasa la solución de amoníaco de la cisterna al tanque de almacenamiento. Un panel local ubicado en la zona de descarga, permite el control de la operación incluyendo señales de alarmas y de nivel de llenado del tanque.

El área dispone de lavaojos y ducha de seguridad para una rápida actuación en caso de accidente.

Almacenamiento de amoníaco

El almacenamiento de la disolución de amoníaco se realiza en un tanque de acero inoxidable AISI 316L de 28 m³ de volumen, equipado con medidor/indicador de nivel y válvula de sobrepresión/depresión (+25 mbar/-50 mbar).

- En caso de sobrepresión, los vapores de amoníaco van a un absorbedor (tanque de alivio). Éste consta de un tanque con agua desionizada e indicador de nivel mín. / máx. Con alarma en caso de nivel por debajo del mínimo.
- En caso de depresión, entraría aire del exterior al tanque.

Un área cubierta y cerrada por tres de los cuatro vientos protegerá el tanque de la acción directa del sol, permitiendo además una ventilación adecuada evitando acumulaciones de vapor. En caso de elevación de la temperatura del tanque, un sistema de sprinklers se encarga de rociar con agua su superficie exterior.

Para contener posibles fugas de amoníaco, el tanque quedará ubicado dentro de un cubeto de hormigón con capacidad mínima para el volumen total del tanque.

Dosificación de amoníaco

El sistema de dosificación está formado por 2 bombas, una de ellas en reserva, ambas dotadas con variador de frecuencia para ajustar la cantidad de amoníaco a inyectar en función de la concentración de NO_x en chimenea. Irán ubicadas en una sala cerrada sobre bancada independiente, conjuntamente con la bomba de trasiego cisterna/tanque.

Inyección de amoníaco

Los inyectores ayudan en la dispersión y mezclado del reactivo con el gas de combustión. Hay dos tipos de inyectores, de pared y de lanza.

Los *wall injectors* (inyectores de pared) están unidos a la pared interna de la caldera en sitios específicos. Hay generalmente una boquilla por cada sitio de inyector. Los inyectores de pared son utilizados en calderas más pequeñas y con sistemas en base a urea, donde la inyección de corto alcance es suficiente para mezclar al reactivo con el gas de combustión. Tienen una vida de operación más larga que los inyectores de lanza, puesto que no están expuestos directamente al gas de combustión caliente.

Los *lance injectors* (inyectores de lanza) consisten de un pequeño tubo que se proyecta desde la pared de la caldera hacia la ruta del gas de combustión. A lo largo del tubo se localizan boquillas, directamente en la ruta del gas de combustión. Los inyectores de lanza son utilizados para sistemas de amoníaco gas y calderas grandes, donde el mezclado del gas de combustión y del reactivo es más difícil. En algunos diseños, la lanza se extiende a través de todo lo ancho del pasaje de la caldera. Los inyectores de lanza pueden ser de diseño de una boquilla o de múltiple boquillas. Las lanzas de boquillas múltiples son de diseño más complicado, por lo tanto, son más caros que los inyectores de lanza de una sola boquilla o los de pared.

Los sistemas SNCR pueden emplear uno o ambos tipos de inyectores. Los inyectores están sujetos a altas temperaturas y a impactos del gas de combustión, lo cual causa erosión, corrosión y degradación de la integridad estructural. Por lo tanto, los inyectores son construidos generalmente de acero inoxidable y diseñados para ser reemplazables.

El número y localización de los inyectores está determinado por los patrones de temperatura y flujo de la caldera. Las localizaciones se optimizan realizando una modelización de perfiles de temperatura y distribución de gases en el horno-caldera.

Estos niveles se sitúan en el punto de la caldera en el cual la temperatura de los gases de combustión se sitúa en el rango entre los 950 – 1.000 °C.

Los diseños típicos emplean entre una y cinco zonas de inyección con 4 a 12 inyectores por zona.

El control del nivel de inyección se realiza en función de la temperatura, lo que permite trabajar siempre en el rango óptimo de temperaturas de gases, y consecuentemente optimizar el consumo de amoníaco. En el caso de las tecnologías con un único nivel de inyección, suplen varios niveles por uno con lanzas motorizadas que actúan sobre la inclinación de las lanzas (de -30° a +30° respecto a la horizontal).

El reactivo es inyectado bajo presión y atomizado por boquillas con punta especialmente diseñadas para crear gotitas de tamaño y distribución óptimos. El ángulo y velocidad de atomizado de la inyección, controlan la trayectoria del reactivo. Los sistemas de amoníaco a veces inyectan un fluido de transporte, típicamente aire o vapor.

El reactivo puede ser inyectado con un sistema de baja energía o de alta energía. Un sistema de baja energía utiliza poco aire o aire no presurizado, mientras que un sistema de alta energía utiliza grandes cantidades de aire comprimido o vapor para inyectar y mezclar vigorosamente la solución con el gas de combustión. Los inyectores de lanza en calderas grandes, típicamente utilizan sistemas de alta energía. Los sistemas de alta energía son más caros de construir y operar, puesto que requieren un compresor más grande, un sistema de inyección más robusto y consumen más energía eléctrica.

En este proyecto la inyección del amoníaco en la caldera se realiza a través de lanzas de inyección, con atomizadores neumáticos.

4.4 VARIABLES DE PROCESO

Los factores importantes de diseño y operacionales que afectan la reducción de NO_x por un sistema SNCR incluyen:

- Rango de temperatura de reacción;
- Tiempo de residencia disponible en el rango óptimo de temperatura;
- Grado de mezclado entre el reactivo inyectado y los gases de combustión;
- Nivel no controlado de concentración de NO_x ;
- Razón molar de reactivo inyectado a NO_x no controlado; y
- Amoníaco residual en los gases tras el tratamiento (ammonia slip).

Temperatura

La reacción de reducción de NO_x ocurre dentro de un rango específico de temperatura, en el que se dispone del calor adecuado para conducir la reacción. A menores temperaturas, las cinéticas de las reacciones son lentas y el amoníaco pasa a través de la caldera (escabullimiento de amoníaco). A temperaturas mayores, el reactivo se oxida y se genera NO_x adicional. La ventana de temperatura depende del reactivo utilizado y de la concentración de oxígeno en los gases de combustión. La Figura 4.2 muestra la eficiencia de reducción de NO_x para SNCR con urea y amoníaco a varias temperaturas de caldera.

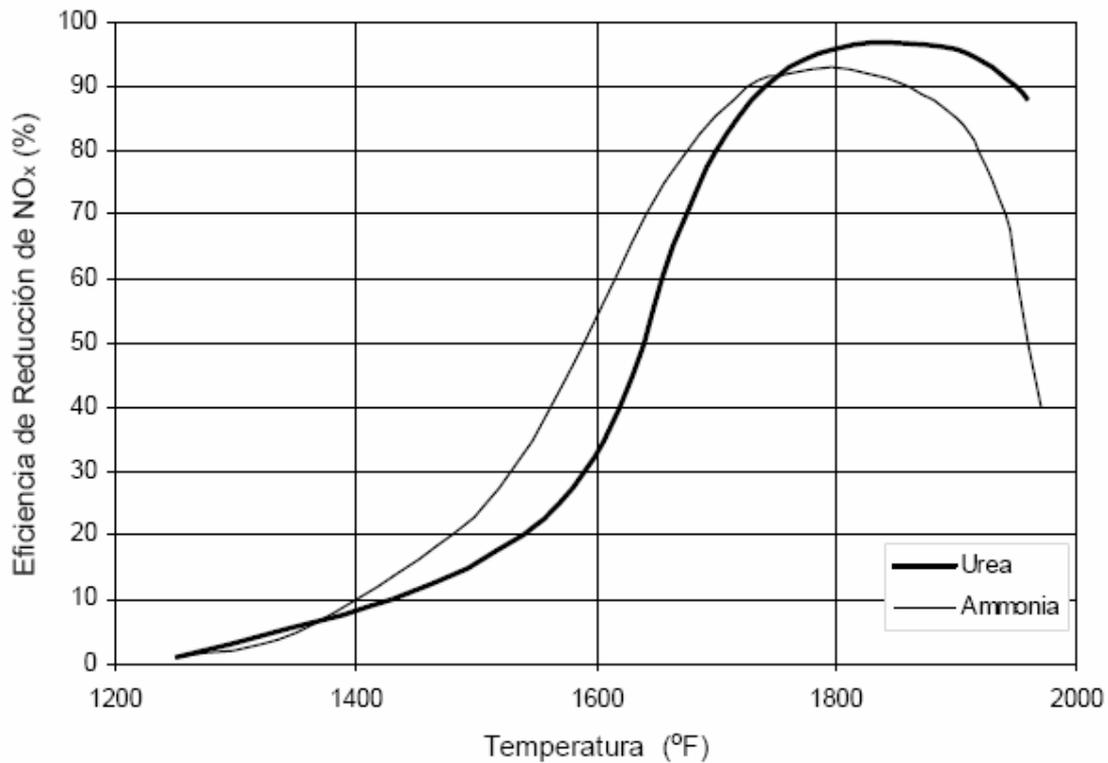
Para el amoníaco, la temperatura óptima es desde 870_C a 1100_C (1,600_F a 2,000_F). Su rango óptimo de temperatura puede reducirse inyectando gas hidrógeno con el amoníaco.

Para la urea, el rango óptimo de temperatura es entre 900_C y 1150_C (1,650_F y 2,100_F).

Pueden utilizarse aditivos al reactivo urea para ampliar la ventana de temperatura efectiva e inyección de hidrógeno, en el caso del amoníaco. Estos aditivos están generalmente patentados. El reactivo es inyectado en la caldera en regiones donde la temperatura del gas de combustión está dentro del rango especificado. Puesto que las temperaturas de reacción son altas, la inyección toma lugar en la caldera misma. En general, el reactivo es inyectado dentro de las regiones radiantes y convectivas del supercalentador y del recalentador, donde típicamente está disponible el rango apropiado de temperaturas. El posicionamiento correcto de los puertos de inyección resulta en mayores eficiencias de reducción de NO_x .

La temperatura del gas de combustión dentro de la caldera, depende del diseño y condiciones de operación de la caldera, pero también de otros muchos factores como pueden ser la emisividad del hogar, la carga, desequilibrio en los ventiladores forzados, etc. Por lo que las fluctuaciones reseñadas hacen que tanto la optimización del diseño como la operación de una SNCR sea muy compleja.

Figura 4.3: Efecto de la temperatura en la reducción de NO_x



Tiempo de residencia

El tiempo de residencia es la cantidad de tiempo que los reactivos están presentes dentro del reactor químico, el área superior del horno y los pasos convectivos.

El tiempo de residencia debe ser suficiente para completar los pasos siguientes:

- Homogeneización de los reactivos.
- Evaporación del agua.
- Descomposición del NH_3 a NH_2 y radicales libres.
- Reducción de los NO_x .

Aumentando el tiempo de residencia disponible para la transferencia de masa y las reacciones químicas, aumenta generalmente la eliminación de NO_x .

Además, a medida que la ventana de temperatura para la reacción es disminuida, se requiere mayor tiempo de residencia para alcanzar el mismo nivel de reducción. El tiempo de residencia puede variar desde 0.001 hasta 10 segundos. Sin embargo, la ganancia en conversión para tiempos de residencia mayores a 0.5 segundos, generalmente es marginal. La Figura 4.4 muestra el efecto del tiempo de residencia y la temperatura en la reducción de NO_x .

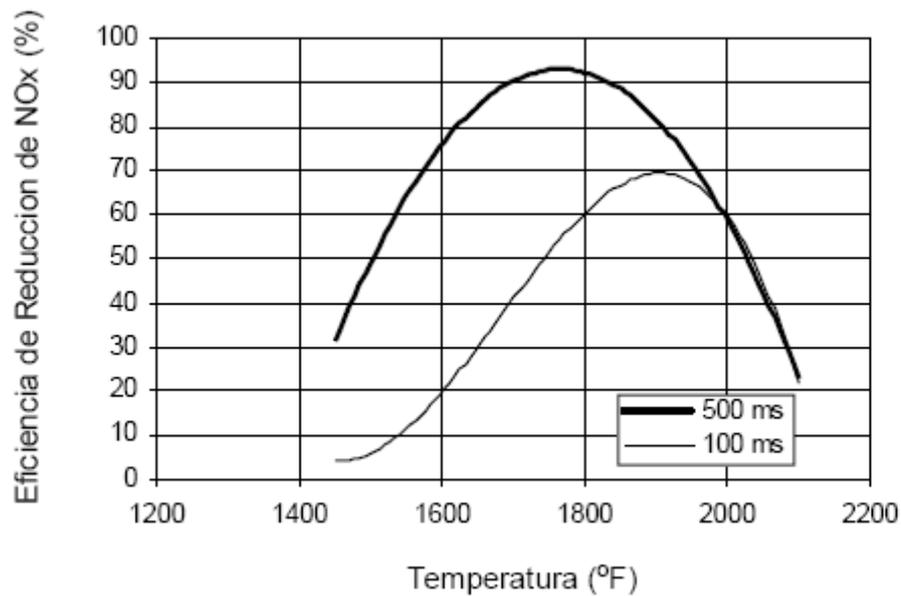


Figura 4.4: Efecto del tiempo de residencia en la reducción de NO_x

El tiempo de residencia necesario para la reducción depende de las dimensiones de la caldera y del caudal de gases, que por lo demás depende de la carga del grupo, por lo que este parámetro no se puede optimizar según los criterios necesarios para una máxima eficiencia en la conversión de NO_x sino que en general vendrá impuesto por la geometría y por las condiciones de operación. La definición de la posición de los inyectores de amoníaco deberá ser consecuencia de un compromiso entre diferentes factores en ocasiones contradictorios.

Grado de mezclado

Para que la reacción de reducción tenga lugar, el reactivo debe dispersarse y mezclarse a través del gas de combustión. La dispersión debe ocurrir rápidamente debido a la volatilidad del amoníaco. Los requerimientos de mezclado son generalmente específicos de la caldera y dependientes de los perfiles del flujo de aire a través de la caldera. Deben tomarse en cuenta las áreas de estancamiento y de flujo alto. La dispersión y mezclado del reactivo y del gas de combustión es más difícil en calderas grandes debido a su tamaño y a sus patrones de flujo.

El mezclado es realizado por el sistema de inyección. Los inyectores atomizan al reactivo y controlan el ángulo de atomizado, la velocidad y la dirección del reactivo inyectado. Estos sistemas son específicos de la caldera y del reactivo. Los modelos numéricos del flujo del gas de combustión y del reactivo optimizan el diseño del sistema de inyección.

Para ayudar en la dispersión del reactivo en fase acuosa, es atomizado en gotitas, en boquillas especialmente diseñadas, las cuales optimizan el tamaño y distribución de las gotitas. El tiempo y la trayectoria de la evaporación son una función del diámetro de la gotita. Las gotitas más grandes tienen mayor momento y penetran más adentro en la corriente del gas de combustión. Sin embargo, requieren un mayor tiempo para volatilizarse, aumentando el tiempo de residencia requerido.

El mezclado inadecuado resulta en insuficiente reducción de NO_x . Los patrones del mezclado pueden mejorarse por varios métodos:

- Aumentar la energía impartida a las gotitas;
- Aumentar el número de inyectores;
- Aumentar el número de zonas de inyección; y
- Modificar el diseño de la boquilla atomizadora para mejorar el tamaño, distribución, ángulo de atomizado y dirección de la gotita de la solución.

NO_x No Controlado

La concentración de los reactivos también afecta la razón de reacción del proceso de reducción de NO_x. La cinética de las reacciones disminuye a medida que disminuye la concentración de los reactivos. Esto es debido a consideraciones termodinámicas, las cuales limitan el proceso de reducción a bajas concentraciones de NO_x. Para concentraciones de entrada de NO_x más bajas, la temperatura de la reacción es más baja, por lo que el porcentaje de reducción de NO_x es más bajo. La Figura 4.5 muestra la eficiencia de reducción de NO_x como una función de la temperatura para varios niveles de NO_x no controlado.

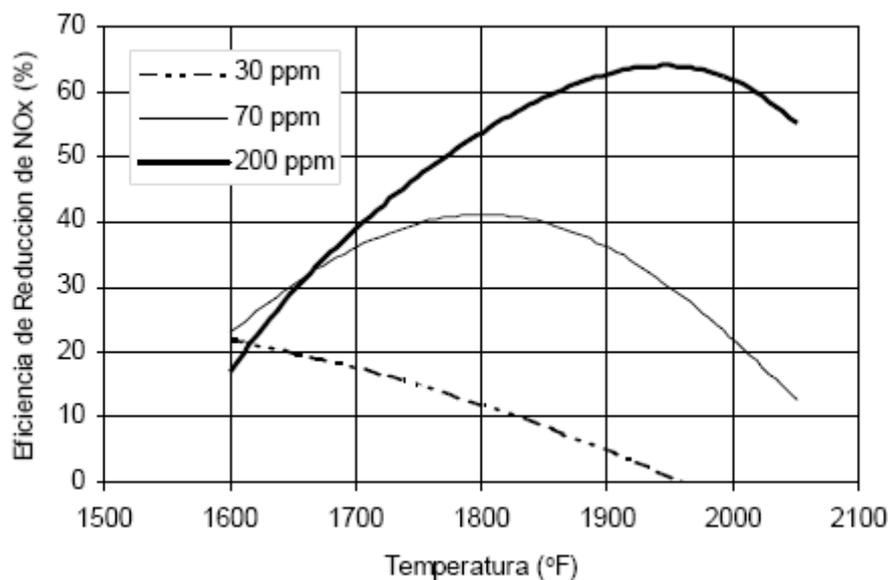


Figura 4.5 Efecto del Nivel de NO_x No Controlado en la Eficiencia de Reducción de NO_x

Razón Estequiométrica Normalizada

La *Normalized Stoichiometric Ratio* - NSR (Razón Estequiométrica Normalizada) define la cantidad de reactivo necesario para alcanzar la meta de reducción de NO_x. En base a las ecuaciones de reacción (1) y (2), teóricamente dos moles de NO_x pueden ser reducidos con un mol de urea o dos moles de amoníaco. En la práctica, se necesita inyectar más que la cantidad teórica de

reactivo en el gas de combustión de la caldera para obtener un nivel específico de reducción de NO_x . Esto es debido a la complejidad de las reacciones químicas reales que involucran al NO_x y al reactivo inyectado y a las limitaciones de mezclado entre el reactivo y el gas de combustión (razón cinética). Los valores típicos de NSR están entre 0.5 y 3 moles de amoníaco por mol de NO_x no controlado. Debido a que los costos de capital y de operación dependen de la cantidad de reactivo consumido, es crítico determinar la NSR apropiada. Los factores que influyen el valor de la NSR incluyen:

- Porcentaje de reducción de NO_x
- Concentración de NO_x no controlado en los gases de combustión
- Temperatura y tiempo de residencia disponibles para las reacciones de reducción de NO_x
- Grado de mezclado alcanzable en la caldera
- Escabullimiento permisible de amoníaco
- Razón de reacciones químicas competitivas

La Figura 4.6 muestra la reducción de NO_x como una función de la NSR. Nótese que a medida que la NSR aumenta, la reducción de NO_x aumenta, sin embargo, el incremento en la reducción de NO_x disminuye exponencialmente. La razón cinética limita la posible reducción de NO_x a mucho menos que el valor teórico. Aumentando la cantidad de reactivo no aumenta significativamente la reducción de NO_x para valores de NSR por encima de 2.

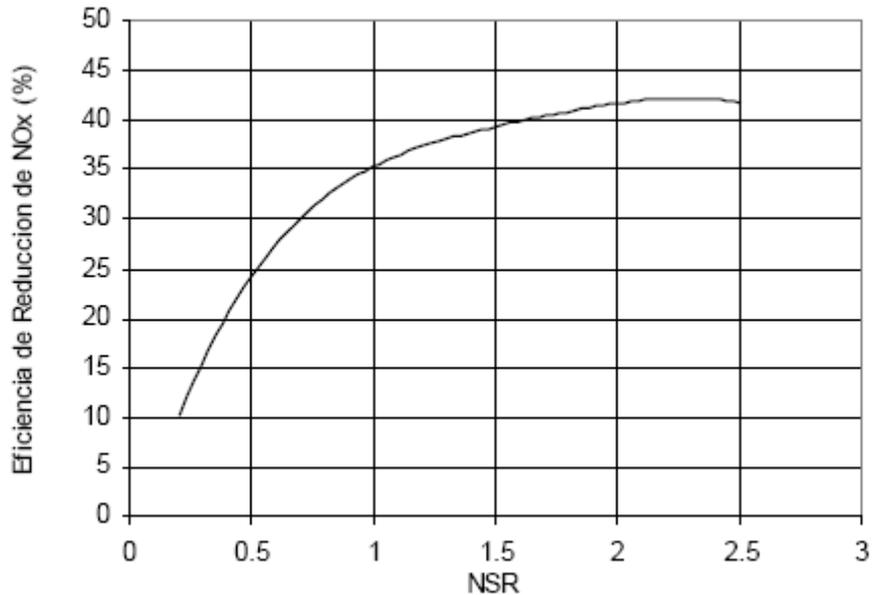


Figura 4.6: Efecto de la *NSR* en la Reducción de NO_x.

Escabullimiento de Amoníaco (slip)

Los valores típicos de NSR requieren que se inyecte significativamente más reactivo en la práctica que lo requerido por la razón estequiométrica teórica. Además, la cantidad de NO_x removido es generalmente mucho menor que la cantidad de NO_x no controlado. Esto deja una gran porción del reactivo inyectado, sin reaccionar. La mayor parte del reactivo en exceso utilizado en el proceso, es destruido a través de otras reacciones químicas. Sin embargo, una pequeña porción permanece en el gas de combustión, a medida que el amoníaco se escabulle. La Figura 4.7 muestra un ejemplo de eficiencia de reducción de NO_x que puede alcanzarse para un nivel de NO_x no controlado de 120 ppm y varios niveles de escabullimiento de amoníaco.

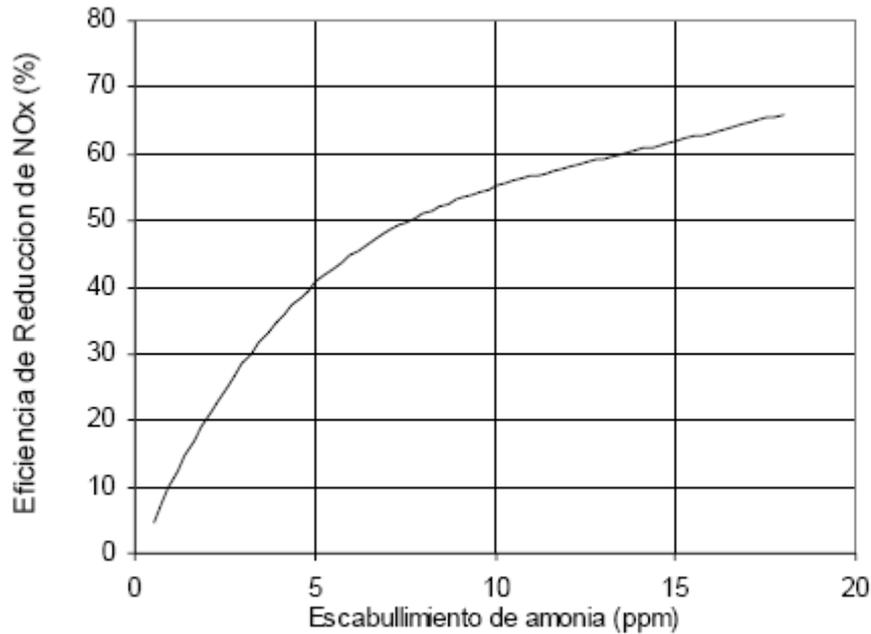


Figura 4.7: Reducción de NO_x para Varios Niveles de Escabullimiento de Amoníaco

El amoníaco en la corriente del gas de combustión tiene varios impactos negativos. El amoníaco tiene un olor detectable a niveles de 5 ppm o mayores y presenta un riesgo a la salud a niveles de 25 ppm o mayores. Puede ocasionar un problema de visibilidad en la pluma de la chimenea por la formación de cloruros de amoníaco, lo cual ocurre cuando se queman combustibles que contienen compuestos de cloro. Además, se forman bisulfato de amoníaco y sulfato de amoníaco cuando se queman combustibles conteniendo azufre. Las sales de azufre-amoníaco pueden tapar, ensuciar y corroer equipo corriente abajo, tal como los calentadores de aire, los conductos y los ventiladores. Finalmente, la capacidad de vender la ceniza flotante como un producto secundario se afecta por su concentración de amoníaco.

Los límites del escabullimiento aceptable de amoníaco, impuestos ya sea por límites regulatorios o por requerimientos de diseño, ponen restricciones en el desempeño del SNCR. La inyección de urea a niveles mayores de NSR, pueden mejorar la reducción de NO_x, pero también pueden aumentar el escabullimiento de amoníaco. Además, las variaciones en el perfil de

temperatura de la caldera durante las operaciones, puede aumentar el escabullimiento de amoníaco.

En general, los sistemas SNCR actuales pueden controlar el escabullimiento de amoníaco entre 5 y 10 partes por millón (ppm).

4.5 REACTIVOS

Ambos, el amoníaco y la urea, han sido empleados exitosamente como reactivos. El costo del reactivo es una gran porción de los costos anuales de operación de un sistema SNCR. El amoníaco es generalmente menos caro que la urea. Sin embargo, la selección de un reactivo se basa no sólo en el costo, sino en las propiedades físicas y en consideraciones de operación. Las propiedades de la urea y del amoníaco en soluciones acuosas se muestran en la Tabla 4.1.

Tabla 4.1: Propiedades de los reactivos Urea y Amoníaco

Propiedad	Solución de Urea	Solución de Amoníaco
Fórmula química	CO(NH ₂) ₂	NH ₃
Peso molecular del reactivo	60.06	17.03
Líquido o gas a temperatura normal del aire	Líquido	Líquido
Concentración del reactivo, normalmente proporcionada	50% en peso	29.4% en peso
Relación de NH ₃ a la solución	28.3% en peso de NH ₃	29.4% en peso de NH ₃
Densidad de la solución @ 60 °F (58 lb/ft ³ para 19%)	71 lb/ft ³	56 lb/ft ³
Presión de vapor @ 80 °F	< 1 psia	13.9 psia [8]
Temperatura de cristalización	64 °F	-110 °F
Límites de inflamabilidad en aire	No-inflamable	Límite inferior de explosividad (<i>Lower explosion limit</i>) = 16% NH ₃ en volumen; Límite superior de explosividad (<i>Upper explosion limit</i>) = 25% NH ₃ en volumen.
Valor del umbral límite (<i>Threshold limit value</i>) (efectos a la salud)	No especificado	25 ppm
Olor	Ligero (como amoníaco)	Olor picante @ 5 ppm o más
Materiales aceptables para almacenamiento	Plástico, acero, o acero inoxidable (no cobre ni aleaciones ni uniones de zinc o aluminio)	Tanque de acero, capaz de de cobre manejar al menos 25 psig de presión (no cobre ni aleaciones de cobre, etc.)

El amoníaco puede utilizarse ya sea en solución acuosa o en forma anhídrida. El amoníaco anhídrido es un gas a temperatura atmosférica normal. Debe ser transportado y almacenado a presión, lo cual presenta cuestiones de seguridad. El amoníaco en fase acuosa es transportado y almacenado generalmente con concentración de 29.4% de amoníaco en agua. A concentraciones superiores a 28%, el almacenamiento del amoníaco puede requerir de un permiso, por lo tanto, algunas aplicaciones recientes de SNCR están utilizando una solución al 19%. Al disminuir la concentración, sin embargo, aumenta el volumen requerido de almacenamiento. El amoníaco es inyectado generalmente como un

vapor. Para proporcionar suficiente vapor de amoníaco a los inyectores, se requiere de un vaporizador, aún cuando la solución al 29.4% tiene una presión de vapor sustancial a temperaturas normales del aire. El equipo del sistema de inyección para sistemas de vapor es más complicado y más caro que el equipo para sistemas acuosos.

La urea es utilizada generalmente en una solución acuosa al 50%. A esta concentración, la solución de urea debe calentarse y circularse en climas fríos debido a su bajo punto de congelamiento, 17.8_C (64_F). Se dispone de soluciones de urea con concentraciones más altas, las cuales reducen el volumen de almacenamiento pero requieren de calentamiento extensivo para prevenir congelamiento. La urea es inyectada en la caldera como una solución acuosa y vaporizada por el calor de la caldera. La urea puede también ser transportada en forma de pastillas (pellets), las cuales minimizan los requisitos de transporte, para producir urea en fase acuosa para utilizarse en el sistema SNCR, la urea debe ser mezclada con agua en el establecimiento. Este proceso de mezclado es generalmente prohibitivo en costo, excepto para sitios remotos, grandes establecimientos o establecimientos donde los procesos de mezclado químico ya están siendo realizados.

Los sistemas en base a urea tienen varias ventajas sobre los sistemas en base a amoníaco. La urea es un líquido no tóxico, menos volátil, que puede almacenarse y manejarse con más seguridad que el amoníaco. Pero es más cara, además se necesitan aditivos.

Las gotas de solución de urea pueden penetrar más adentro en el gas de combustión cuando se inyecta en la caldera. Esto mejora el mezclado con el gas de combustión, lo cual es difícil en calderas grandes.