

UNIVERSIDAD IBEROAMERICANA
INCORPORADA A LA U.N.A.M.
ESCUELA DE CIENCIAS QUIMICAS

**Estudio de la Eficiencia de Conversión
en la Obtención de Acido Nitrico
por Oxidacion de Amoniaco**

Tesis para Optar por el
Título de

QUIMICO

JUAN ANTONIO RUBIO VELAZQUEZ

México, D. F.

1962



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

A mis Padres
CON CARÍO

A mis hermanas
CON AFECTO

Con estimación y respecto al

SR. DON LUIS M. VERA

Fundador de la F.Q.B.

ESTE TRABAJO FUE DESARROLLADO EN LA PLANTA
FERTILIZANTES DEL ISTMO
MINATITLAN VER.

Bajo la vallosa Dirección del Sr. Ing. Quím.

VICENTE SAN JOSE

Colaboración Técnica del Ing. Quím.

BERNARDO PORTAS G.

A quienes se los dedico con gratitud

A mis maestros
CON GRATITUD

A mis Compañeros y Amigos
CON SINCERIDAD

SUMARIO

	P&g.
I.- INTRODUCCION	8
II.- DESCRIPCION DEL PROCESO	13
III.- POSIBLES FACTORES QUE AFECTAN LA CONVERSION	23
IV.- PROCEDIMIENTOS ANALITICOS	33
V.- DATOS EXPERIMENTALES	44
VI.- CONCLUSIONES	55
VII.- BIBLIOGRAFIA	58

I
INTRODUCCION

ALREDEDOR DE 1839, KUHLMANN DESCUBRIÓ QUE EL AMONÍACO PODÍA QUEMARSE EN EL AIRE AL PASAR UNA MEZCLA DE AMBOS SOBRE ALAMBRE DE PLATINO, FORMÁNDOSE ÓXIDOS DE NITRÓGENO, LOS CUALES PODÍAN ABSORBERSE EN AGUA PARA DAR LUGAR A LA FORMACIÓN DE ÁCIDO NÍTRICO. (R 8)

ESTOS EXPERIMENTOS FUERON REPETIDOS POR OSTWALD EN 1900; EN 1909 SE CONSTRUYÓ EN ALEMANIA LA PRIMERA PLANTA COMERCIAL, DONDE SE PRODUCE ÁCIDO NÍTRICO POR OXIDACIÓN DE AMONÍACO CON UN EQUIPO QUE FUNCIONABA A PRESIÓN ATMOSFÉRICA.

DURANTE LA PRIMERA GUERRA MUNDIAL, LA GRAN DEMANDA DE ÁCIDO NÍTRICO, (R 8) HIZO QUE EL GOBIERNO DE LOS ESTADOS UNIDOS DE NORTEAMÉRICA, CUBRIERA PARCIALMENTE SU DEMANDA, CONSTRUYENDO UNA PLANTA DE OXIDACIÓN DE AMONÍACO (A PRESIÓN ATMOSFÉRICA) EN ALABAMA. ESTA PLANTA UTILIZA COMO CATALIZADOR GASAS DE HILO DE PLATINO EN FORMA DE CESTA, Y COLUMNAS DE ABSORCIÓN, CONSTRUIDAS CON TABIQUES REFRACTARIOS.

— REFERENCIAS (R 8)

EN 1923 SE FORMÓ EN WASHINGTON EL " FIXED NITROGEN COMMITTEE ", PARA REUNIR LA INFORMACIÓN EXISTENTE SOBRE ÁCIDO NÍTRICO SINTÉTICO, INCLUYENDO LAS PATENTES DE SMITH QUE POR ENTONCES ERAN MUY NOVEDOSAS.

EL ADVENIMIENTO DE LOS ACEROS INOXIDABLES EN LOS AÑOS DE 1920 A 1930 HIZO POSIBLE DESARROLLAR UN SISTEMA MÁS COMPACTO QUE LAS TORRES MECHAS DE TABIQUES REFRACTARIOS.

EN 1926, DU-PONT PATENTÓ UNA PLANTA QUE OPERABA A 8 ATM., LO QUE HIZO POSIBLE OBTENER MUCHO MÁS ALTAS VELOCIDADES DE OXIDACIÓN Y DE ABSORCIÓN.

LA VENTAJA DEL SISTEMA A PRESIÓN SOBRE EL ATMOSFÉRICO SE ENCUENTRA EN EL MÁS BAJO COSTO DE INVERSIÓN INICIAL QUE ES, USUALMENTE, UNA CUARTA PARTE QUE EL DE UNA UNIDAD ATMOSFÉRICA DE LA MISMA CAPACIDAD.

EN 1929, SE CAMBIARON LAS GASAS TIPO CESTA POR HOJAS PLANAS, INCREMENTANDO GRANDEMENTE LA CAPACIDAD DE LOS CONVERTIDORES INDIVIDUALES.

EN LOS AÑOS SUBSECUENTES, LA CAPACIDAD Y EFICIENCIA SE INCREMENTARON POR ENFRIAMIENTO INTERNO DE LA COLUMNA DE ABSORCIÓN.

EL PRESENTE TRABAJO TIENDE A REALIZAR UN ESTUDIO SOBRE LA EFICIENCIA DE LA CONVERSIÓN EN UN EQUIPO INDUSTRIAL DE FABRICACIÓN DE ÁCIDO NÍTRICO POR EL MÉTODO DE OXIDACIÓN CATALÍTICA DE ANÓXIDO ANHIDRO CON AIRE A PRESIÓN.

LA PLANTA EN LA QUE SE DESARROLLÓ EL TRABAJO, OPERA A UNA CAPACIDAD DE 163.6 TONELADAS MÉTRICAS (180 TONELADAS CORTAS), DE ÁCIDO NÍTRICO 100 POR CIENTO AL DÍA. (R PORTAS B)

EL MENCIONADO ESTUDIO DE LA EFICIENCIA DE CONVERSIÓN, SE HA TRATADO DE ENFOCAR DESDE VARIOS PUNTOS DE VISTA, TENDIENDO SIEMPRE A DETERMINAR LOS PRINCIPALES FACTORES QUE EN MAYOR O MANOR GRADO AFECTAN LA CONVERSIÓN, Y DEMOSTRAR LA IMPORTANCIA DE REALIZAR, CON UNA FRECUENCIA ADECUADA, LA DETERMINACIÓN ANALÍTICA, QUE PERMITE CONOCER LA EFICIENCIA CON LA QUE SE ESTÁ LLE

— REFERENCIAS (R PORTAS B)

VANDO A CABO LA CONVERSIÓN DE LA MEZCLA AMONÍACO AIRE A ÓXIDO NÍTRICO. (R PORTAS B)

SIN TRATAR DE RESTAR IMPORTANCIA A LOS DEMÁS PASOS DEL PROCESO COMO SON: LA OXIDACIÓN DE LOS GASES NITROSOS, ABSORCIÓN, BLANQUEO, ETC., SE CREE QUE EL PASO FUNDAMENTAL Y QUE REQUIERE UNA REGULACIÓN DESDE TODOS ASPECTOS ES LA CONVERSION, YA QUE AFECTA EN MAYOR ESCALA QUE EL RESTO DEL PROCESO AL RENDIMIENTO DE LA PLANTA. (R PORTAS B)

— REFERENCIAS (R PORTAS B)

II

DESCRIPCION DEL PROCESO

EN EL PROCESO DE OXIDACIÓN DE AMONÍACO A PRESIÓN (VER FIG. 1), UNA MEZCLA DE AMONÍACO Y AIRE SE PASA A TRAVÉS DE UNA MALLA DE PLATINO-RODIO (7); LA MALLA ACTÚA COMO CATALIZADOR EN LA FORMACIÓN DE ÓXIDOS DE NITRÓGENO QUE SUBSECUENTEMENTE SON ABSORBIDOS EN AGUA, FORMÁNDOSE ÁCIDO NÍTRICO DE UNA CONCENTRACIÓN ARRIBA DEL 50% EN CONDICIONES FAVORABLES. (R 4, 7)

EL AIRE A UNA PRESIÓN DE 7.75 A 8.80 KG/CM² (110 A 125 LB/IN²) PROCEDENTE DE UN COMPRESOR CENTRÍFUGO (3), ES FILTRADO (4) Y POSTERIORMENTE ES CALENTADO A 300°C APROXIMADAMENTE (5)

EL VAPOR DE AMONÍACO PROVENIENTE DE UN VAPOORIZADOR (1) A UNA PRESIÓN DE 12.6 KG/CM² Y 80°C (180 LB/IN² Y A 175°F), PASA A UN FILTRO (2) Y POSTERIORMENTE SE UNE CON EL AIRE CALIENTE EN UN DISPOSITIVO (6) Y EL CONJUNTO (APROX. 10% DE AMONÍACO EN VOLUMEN) ES CONDUCIDO A TRAVÉS DE LA MALLA PLATINO-RODIO, DONDE LA REACCIÓN DE OXIDACIÓN SE EFECTÚA A 900°C APROX. EL TIEMPO DE CONTACTO TEÓRICO DE LOS GASES CON EL CATALIZADOR ES ALREDE

— REFERENCIAS (R 4, R 7)

DOR DE 3×10^{-4} SEG. LO QUE PERMITE UN FLUJO MUY RÁPIDO A TRAVÉS DEL CATALIZADOR. (R 9)

LOS GASES RESULTANTES DE LA REACCIÓN SON ENFRIADOS POCO A POCO AL PASAR A UN CAMBIADOR DE CALOR (8) DONDE LA TEMPERATURA BAJA A 560°C ; DESPUÉS PASAN A OTRO CAMBIADOR DE CALOR (5) DONDE LOS GASES DE REACCIÓN SON ENFRIADOS A 340°C AL CEDER EL CALOR AL AIRE DE PROCESO DENTRO DE LOS TUBOS. (R PORTAS B)

POSTERIORMENTE LOS GASES DE COMBUSTIÓN SON ENFRIADOS A 190°C EN OTRO ENFRIADOR (9) PASANDO A CONTINUACIÓN A UN FILTRO DE PLATINO (10), DONDE ES RETENIDO EL PLATINO QUE EVENTUALMENTE HAN ARRASTRADO LOS GASES. DESPUÉS PASAN A UN CONDENSADOR ENFRIADOR (11), QUE TRABAJA A BASE DEL AGUA QUE PASA POR LOS SERPENTINES DE LA COLUMNA DE ABSORCIÓN (12) DONDE CONDENSA UN ÁCIDO DÉBIL QUE ES FORZADO POR LA DIFERENCIA DE PRESIÓN HACIA EL INTERIOR DE LA COLUMNA.

LOS GASES NITROSOS (NO EN SU MAYOR PARTE)

— REFERENCIAS (R 9, R PORTAS B)

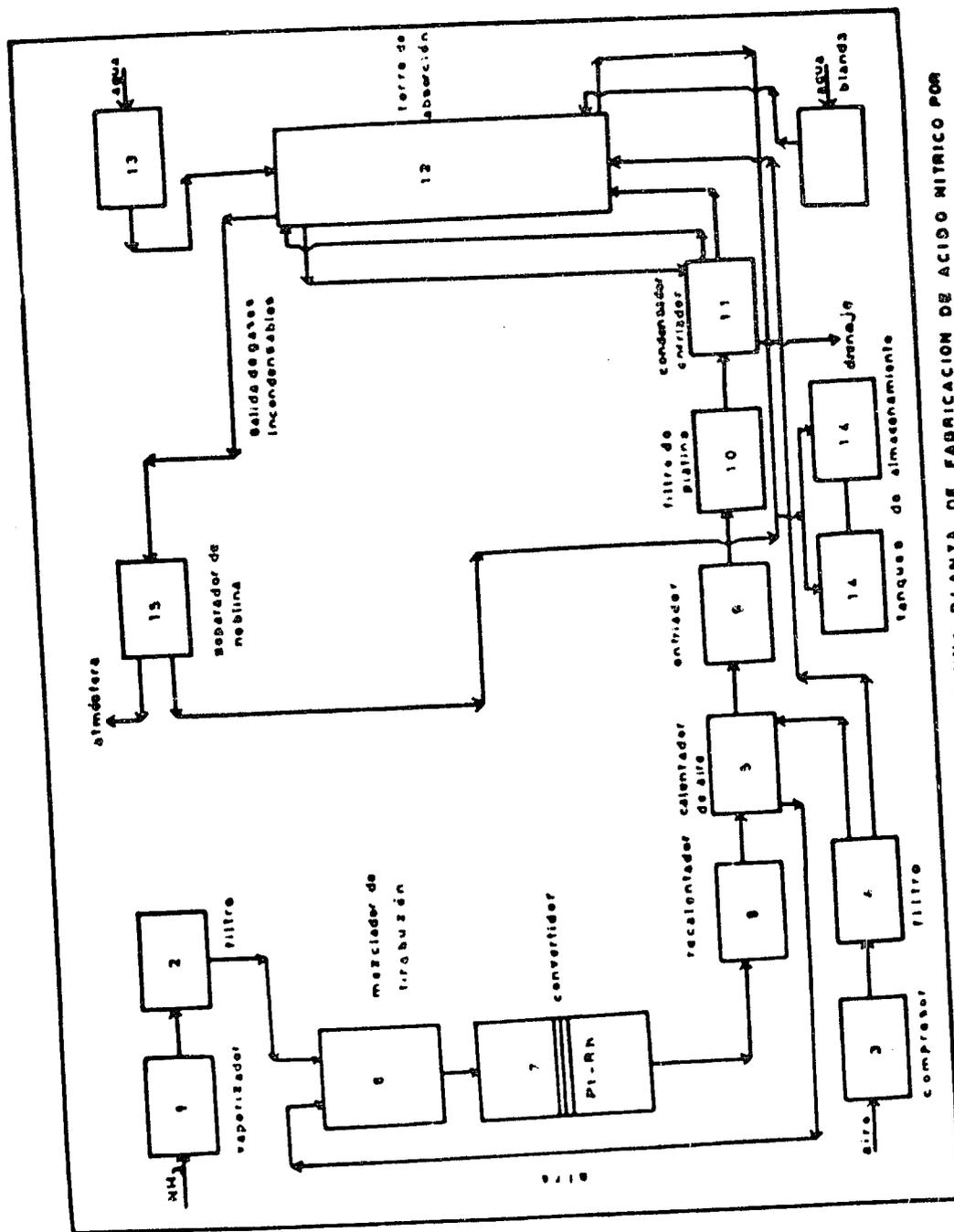


DIAGRAMA DE FLUJO PRINCIPAL DE UNA PLANTA DE FABRICACION DE ACIDO NITRICO POR
OXIDACION CATALITICA DE AMONIACO CON AIRE A PRESION
FIG No 1

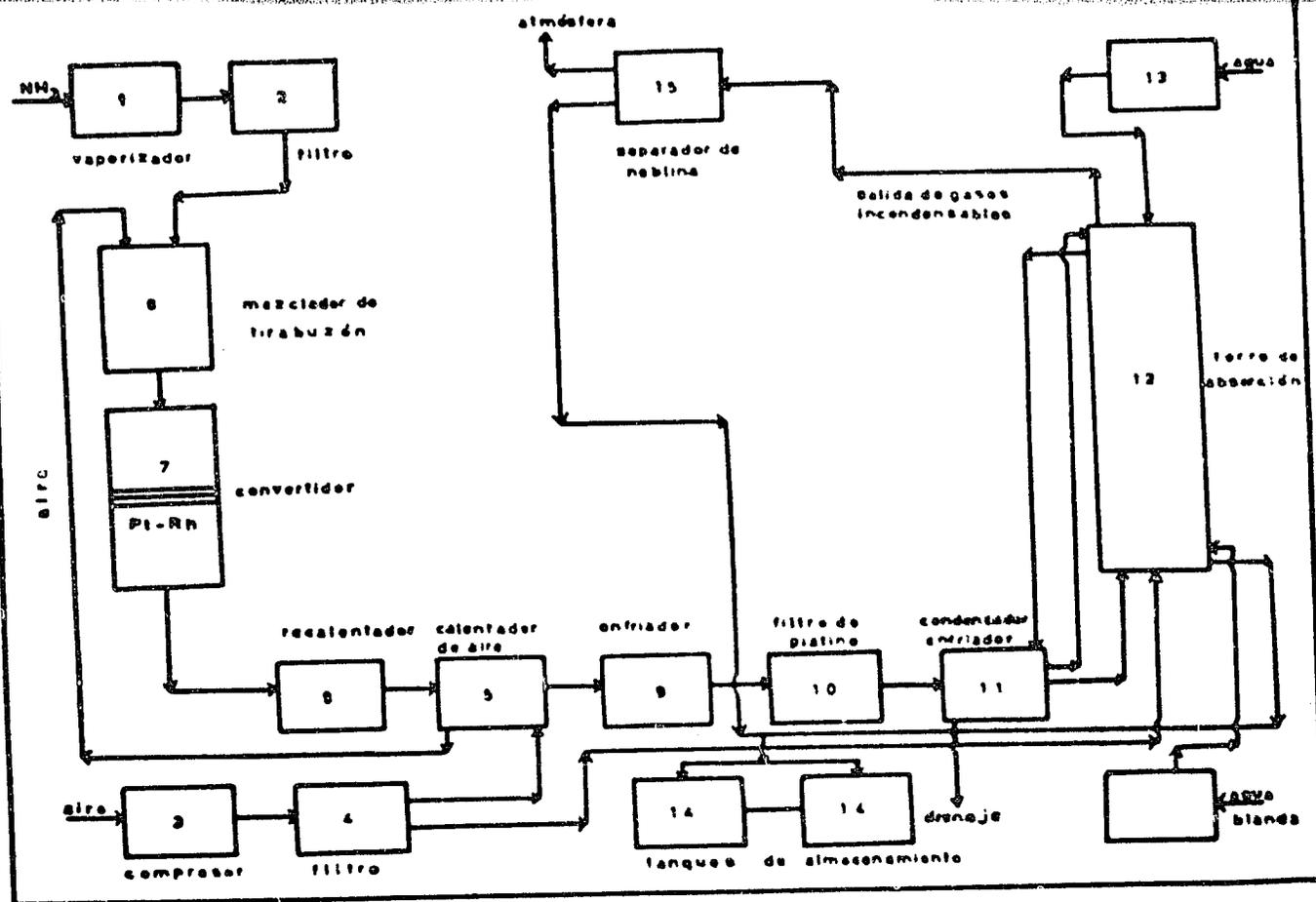
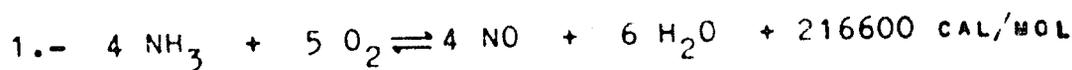


DIAGRAMA DE FLUJO PRINCIPAL DE UNA PLANTA DE FABRICACION DE ACIDO NITRICO POR OXIDACION CATALITICA DE AMONIACO CON AIRE A PRESION

SE OXIDAN HASTA DIÓXIDO DE NITRÓGENO (NO_2); ESTOS GASES ENTRAN DESPUÉS A LA BASE DEL PLATO DE BURBUJEO Y FLUYEN HACIA ARRIBA A CONTRACORRIENTE CON AGUA Y ÁCIDO NÍTRICO DE CONCENTRACIÓN GRADUALMENTE DECRECIENTE. EL ÁCIDO ES REMOVIDO DE LA BASE DE LA TORRE, MIENTRAS QUE LOS GASES DE DESPERDICIO SON PASADOS POR UN SEPARADOR DE NEBLINA (15), CON EL OBJETO DE QUE ANTES DE SER EXPULSADOS A LA ATMÓSFERA, DEJEN EL POSIBLE ÁCIDO NÍTRICO QUE HAYAN ARRASTRADO AL SALIR DE LA COLUMNA. (R 7)

ES MUY IMPORTANTE MANTENER LAS CONDICIONES IDEALES PARA PRODUCIR LOS COMPUESTOS DESEADOS. AL REACCIONAR EL AMONÍACO Y EL AIRE, A LA TEMPERATURA DE 500°C O ARRIBA DE 500°C TIENE LUGAR LA SIGUIENTE REACCIÓN BAJO UNA BUENA CATALISIS: (R 5)



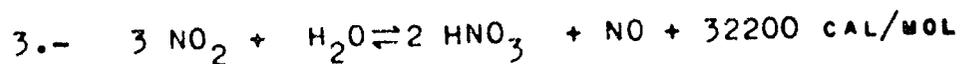
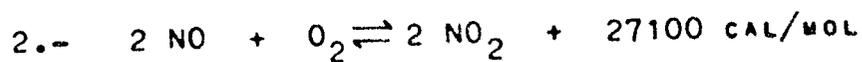
LOS GASES QUE RESULTAN DESPUÉS QUE HA REACCIONADO EL AMONÍACO CON EL AIRE TIENEN LA SIGUIENTE COMPOSICIÓN APROXIMADA EN VOLUMEN:

— REFERENCIAS (R 7, R 5)

O ₂	DE	6.0	A	7.1	%
NO	DE	8.8	A	9.5	%
H ₂ O	DE	13.8	A	16.5	%
N ₂	DE	68.8	A	70.2	%

ES DESEABLE QUE LOS GASES SE ENFRIEN LO MÁS COMPLETAMENTE POSIBLE PARA QUE EL ÓXIDO NÍTRICO (NO) SE OXIDE Y SEA ABSORBIDO EN EL CONDENSADOR Y EN LA COLUMNA.

LA FORMACIÓN DE ÁCIDO NÍTRICO TIENE LUGAR - EN DOS PASOS:



ES IMPORTANTE QUE SE ENFRIEN LOS GASES POR - ABAJO DE 50°C PARA FAVORECER LA FORMACIÓN DE DÍ- XIDO DE NITRÓGENO (NO₂) A PARTIR DEL ÓXIDO DE NI- TRÓGENO (NO). ES DESEABLE QUE LA REACCIÓN SE HAYA COMPLETADO POR LO MENOS EN UN 90% CUANDO EL GAS - ENTRA EN LA COLUMNA DE ABSORCIÓN. (R PORTAS B)

— REFERENCIAS (R PORTAS B)

AL ENTRAR LOS GASES EN ÉSTA, SE AÑADE MÁS AIRE A TRAVÉS DE LA SECCIÓN DE BLANQUEO, (ESTE AIRE SIRVE PARA QUITAR LOS ÓXIDOS DISUELTOS, DISMINUYENDO ASÍ EL TONO DE LA COLORACIÓN DEL ÁCIDO) PARA PROMOVER LA FORMACIÓN DE DIÓXIDO DE NITRÓGENO (NO_2) EN LA COLUMNA. A MEDIDA QUE EL GAS PASA A TRAVÉS DE LOS PLATOS DE LA COLUMNA, EL DIÓXIDO DE NITRÓGENO (NO_2) ES ABSORBIDO EN EL AGUA DE LA TORRE O ÁCIDO DE LOS PLATOS; EL ÓXIDO DE NITRÓGENO (NO) QUE QUEDA EN LIBERTAD DEBE SER REOXIDADO.

EL AGUA (13) ENTRA POR LA PARTE SUPERIOR DE LA COLUMNA Y FLUYE HACIA ABAJO, Y EL GAS HACIA ARRIBA; EN ESTA FORMA EL GAS Y EL AGUA ENTRAN EN CONTACTO EN CADA UNO DE LOS 35 PLATOS QUE FORMAN LA COLUMNA. EL ÁCIDO NÍTRICO SE VA CONCENTRANDO A TRAVÉS DE LOS PLATOS DE LA COLUMNA; LA CONCENTRACIÓN FINAL DEL ÁCIDO SE CONTROLA POR LA CANTIDAD DE AGUA QUE SE AÑADE A LA PARTE SUPERIOR DE LA TORRE DE ABSORCIÓN. (R PORTAS B)

EL ÁCIDO NÍTRICO SALE POR LA PARTE INFERIOR DE LA COLUMNA Y DE AHÍ ES BOMBEADO A LOS TANQUES

REFERENCIAS (R PORTAS B)

DE ALMACENAMIENTO (14). (R 2)

EL CONVERTIDOR (VER FIG. 2) ES UN REACTOR DE DOS PIEZAS; EL "CUERPO" O CONVERTIDOR PROPIAMENTE DICHO ES DE FORMA CILÍNDRICA Y LA "CABEZA" DE FORMA CÓNICA, AMBAS DE ACERO INOXIDABLE.

EN EL SENO DEL CUERPO SE ENCUENTRA LIBREMENTE SOPORTADA UNA PARRILLA TAMBIÉN DE ACERO INOXIDABLE, QUE ES SOBRE LA CUAL SE APOYA EL CATALIZADOR.

EN LA CINTURA (PARTE MEDIA) DEL CUERPO DEL CONVERTIDOR, E INMEDIATAMENTE ABAJO DE LA PARRILLA, SE LOCALIZA UNA TOMA DE MUESTRA DE GASES.

EN LA PARTE SUPERIOR DE LA CABEZA SE ENCUENTRA UN TERMÓMETRO, UN MANÓMETRO Y LA LÍNEA DE MUESTREO DE LA MEZCLA AMONÍACO-AIRE.

EL CATALIZADOR ESTÁ FORMADO POR HOJAS PLANAS EXAGONALES, DE UNA MALLA TEJIDA CON HILO DE UNA ALEACIÓN PLATINO-RODIO (90-10) "COLCHON".

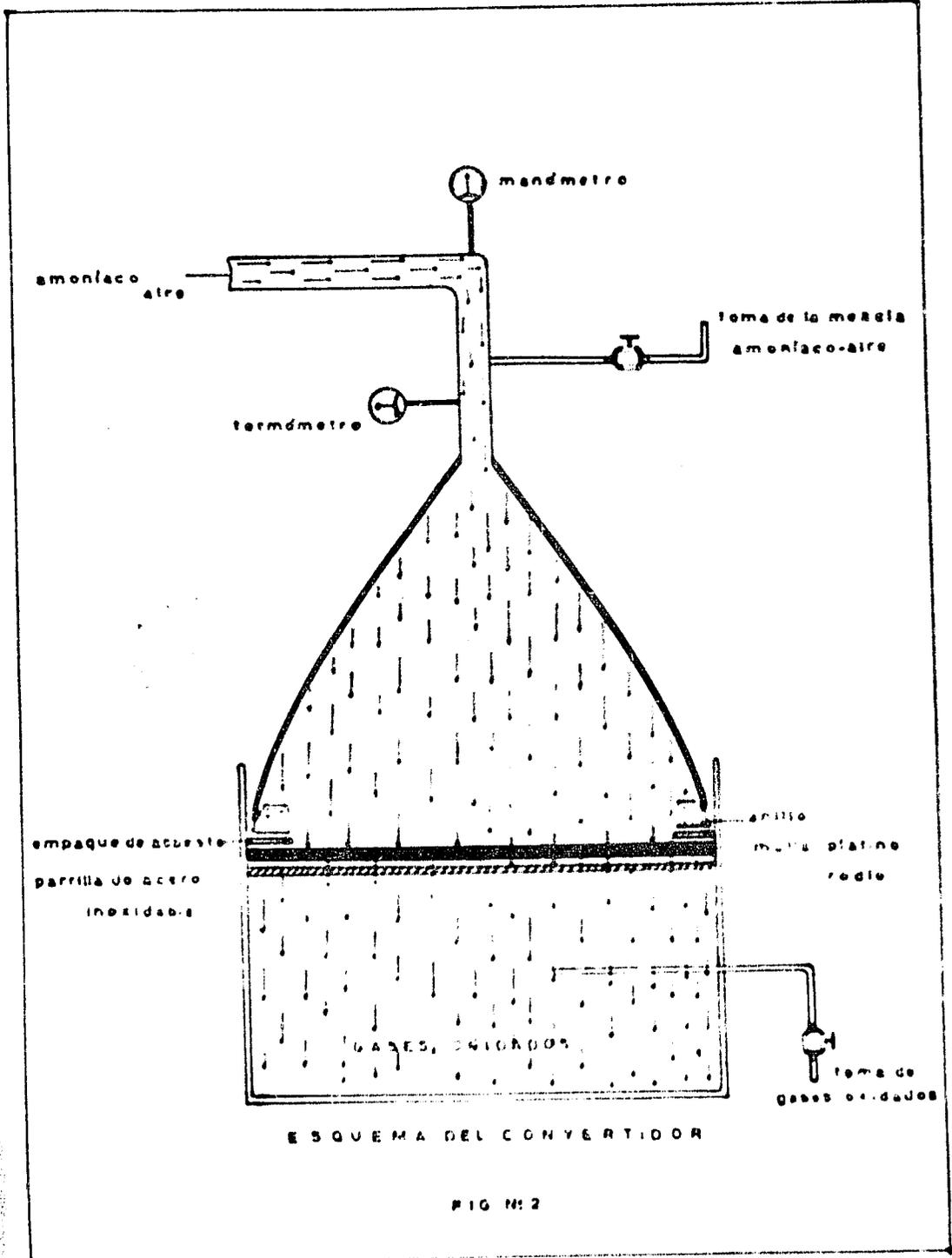
SOBRE LOS BORDES DEL CATALIZADOR SE COLOCA UNA JUNTA DE ASBESTO ESPECIAL EN LA QUE DESCANSA UN ANILLO METÁLICO (ACERO INOXIDABLE), SOBRE EL

— REFERENCIAS (R 2)

QUE SE LLEVA A CABO EL CIERRE HERMÉTICO DE LA CABE
ZA CONTRA EL CUERPO DEL CONVERTIDOR.

LAS DOS LINEAS DE MUESTREO MENCIONADAS, SON -
LAS QUE PERMITEN LLEVAR A CABO LA DETERMINACIÓN --
ANALÍTICA DE "EFICIENCIA DE CONVERSION". (R PORTAS B)

—— REFERENCIAS (R PORTAS B)



III

POSIBLES FACTORES QUE AFECTAN LA CONVERSION

PUESTO QUE LA CONVERSION ES EL PASO DE UNA "MEZCLA" DE AMONÍACO-AIRE, EN CONDICIONES ESPECIALES Y EN PRESENCIA DE UN CATALIZADOR A OXIDOS DE NITRÓGENO, CUALESQUIERA FACTORES QUE AFECTEN LA "MEZCLA", LAS CONDICIONES REQUERIDAS POR EL PROCESO, O AL CATALIZADOR EN SI MISMO, - ES CLARO QUE CONSECUENTEMENTE AFECTARAN LA "CONVERSION".

CONSIDERAREMOS LOS FACTORES CUYA PRESENCIA AFECTAN NEGATIVAMENTE, ESTO ES, FACTORES QUE AL CONCURRIR DISMINUYEN LA EFICIENCIA DE CONVERSION.

LA ELIMINACION DE LOS FACTORES NEGATIVOS SE CONVIERTE EN SI MISMA EN EL PRINCIPAL FACTOR QUE AFECTA POSITIVAMENTE, ESTO ES, QUE AUMENTA LA EFICIENCIA DE CONVERSION.

LA PUREZA DE LAS MATERIAS PRIMAS RIGE INDIRECTAMENTE LA EFICIENCIA DE CONVERSION AL AFECTAR AL CATALIZADOR. (R PORTAS B)

DE ACUERDO CON LO QUE HEMOS VISTO, LAS MATERIAS PRIMAS DE ESTE PROCESO SON AMONÍACO Y AIRE.

— REFERENCIAS (R PORTAS B)

UN CONTENIDO DE ACEITE MAYOR DE 5 P.P.M. EN EL AMONÍACO, INVARIABLEMENTE ACARREA UNA BAJA EN LA EFICIENCIA DE CONVERSIÓN. LA PRESENCIA DE IMPUREZAS DE HIERRO, PLOMO, ARSÉNICO, FÓSFORO, ETC., PROVOCA UN ENVENENAMIENTO DEL CATALIZADOR, DISMINUYENDO ASÍ LA EFICIENCIA DE ESTE PARA LA CATÁLISIS.

SE HA DICHO QUE: "LA CANTIDAD DE LAS IMPUREZAS ANTES MENCIONADAS REQUERIDA PARA ENVENENAR EL CATALIZADOR ES TAN PEQUEÑA, QUE, SI SE PUEDE IDENTIFICAR SU PRESENCIA, YA HAY DEMASIADO".

POR LO QUE RESPECTA AL AIRE, PUEDE DECIRSE -- OTRO TANTO QUE LO QUE SE HA MENCIONADO PARA EL -- AMONÍACO.

PARECE EXISTIR UNA RELACIÓN (AÚN NO DETERMINADA) ENTRE LA CANTIDAD DE ACEITE, EN EL AMONÍACO O EN EL AIRE, Y EL HIERRO QUE APARECE EN EL CATALIZADOR, PROBABLEMENTE ACARREADO EN LA CORRIENTE DE LA "MEZCLA" COMO CARBURO DE HIERRO. (R PORTAS B)

LA TEORÍA MÁS ACEPTABLE DICE QUE EL AMONÍACO SE ABSORBE RÁPIDAMENTE EN LOS POROS DEL CATALIZA-

— REFERENCIAS (R PORTAS B)

DOR Y SE OXIDA DENTRO MISMO DEL METAL.

ESTO SE BASA PARCIALMENTE EN EL HECHO DE QUE, DESPUÉS DE UTILIZARSE UN CATALIZADOR, APARECE EN LA SUPERFICIE DEL HILO DE PLATINO FLORACIONES, REVENTONES, QUE SEMEJAN DIMINUTOS VOLCANES AL SER -- OBSERVADOS MEDIANTE UN PODEROSO MICROSCOPIO.

ALGUNA VIOLENTA REACCIÓN TUVO QUE OCURRIR EN EL SENO DEL METAL PARA "FLOREAR" EN ESTA FORMA LA SUPERFICIE DEL HILO DE PLATINO-RODIO, NORMALMENTE LISA.

EL ENVENENAMIENTO DEL CATALIZADOR PUEDE OCURRIR AL SER TAPADOS LOS POROS DEL METAL POR ALGUNA SUSTANCIA EXTRAÑA (CARBÓN, FE, SiO_2 , ETC.), -- DISMINUYENDO LA SUPERFICIE DE CONTACTO ENTRE LOS GASES Y EL PLATINO; ASÍ MISMO, PUEDE OCURRIR QUE -- SE FORME ALGÚN TIPO DE ALEACIÓN ENTRE EL PLATINO Y LAS PEQUEÑAS CANTIDADES DE IMPUREZAS METÁLICAS QUE LLEGUEN HASTA ÉL. (R 9)

OTRA DE LAS FORMAS DE ENVENENAMIENTO Y QUE -- CONSTITUYE LA CAUSA PRIMORDIAL QUE APORTA EL CATA LIZADOR, PARA DISMINUIR LA CONVERSIÓN EN SU "ENVE

— REFERENCIAS (R 9)

JECIMIENTO". (R 9)

SE ENTIENDE POR ENVEJECIMIENTO EL EMPOBRECIMIENTO DE PLATINO EN LA PROPORCIÓN ORIGINAL DE -- 90-10 DE PLATINO-RODIO.

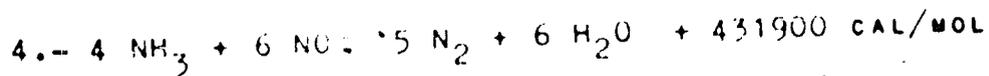
EL USO DEL CATALIZADOR, EN LAS CONDICIONES -- DE ESTE PROCESO, PROVOCA LA FORMACIÓN DE ÓXIDO DE RODIO, Y ESTE, AL FORMARSE, DEBILITA LA MALLA, -- PERMITIENDO LA PÉRDIDA DE PLATINO, QUE ES ARRAS-- TRADO POR LOS CASES.

LO ANTERIOR, AUNADO AL HECHO DE QUE LAS "PE-- QUEÑAS EXPLOSIONES" QUE SE LLEVAN A CABO EN EL CA-- TALIZADOR, FACILITAN EL DESPRENDIMIENTO DE POLVO DE PLATINO, (QUE SE HA COMPROBADO, ES BAJO EN -- CONCENTRACIÓN DE RODIO, ALREDEDOR DE 2%), NOS IN DICA QUE A MEDIDA QUE TRANSCURRE EL TIEMPO DE USO DEL CATALIZADOR, ESTE SE ENRIQUECE EN RODIO, EMPO-- BRECIENDOSE LÓGICAMENTE, SU CONTENIDO DE PLATINO; Y PUESTO QUE ES EL PLATINO EL QUE CONVIERTE CON -- ALTA EFICIENCIA EL AMONÍACO A NO, UN CATALIZADOR, A MEDIDA QUE ENVEJECE, BAJA APRECIABLEMENTE LA -- EFICIENCIA DE CONVERSIÓN. (R PORTAS B)

----- REFERENCIAS (R 9, R PORTAS B)

ES FUNDAMENTAL PARA OBTENER UNA BUENA EFICIENCIA DE CONVERSIÓN TENER EN CUENTA QUE LA CANTIDAD DE CATALIZADOR QUE DEBE USARSE ESTÁ ÍNTIMAMENTE LIGADA A LA CANTIDAD DE AMONÍACO QUE SE PRETENDE OXIDAR, PUESTO QUE LA MÁXIMA EFICIENCIA OCURRE CUANDO 31.1 G (1 ONZA TROY) DE PLATINO SE EXPONE A 112.49- 136.07 KGS. DE AMONÍACO (250-300 LB), EN UN PERÍODO DE 24 HORAS.

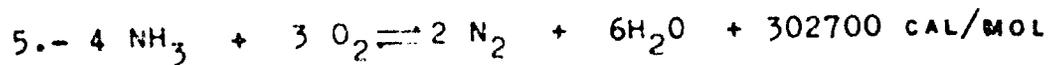
POR LO QUE RESPECTA A LAS CONDICIONES DE OPERACIÓN, SE ENCUENTRA QUE, DE ACUERDO CON LA QUE ACABA DE DECIRSE, EL CONTENIDO DE AMONÍACO EN LA MEZCLA DEBE MANTENERSE DENTRO DE LÍMITES RAZONABLES, YA QUE: SI LA CANTIDAD DE CATALIZADOR USADA ES MENOR QUE LA REQUERIDA POR EL AMONÍACO QUE SE ESTÁ INTRODUCIENDO AL CONVERTIDOR, PASARÁ PARTE DE AMONÍACO SIN CONVERTIRSE LLEVÁNDOSE A CABO LA SIGUIENTE REACCIÓN QUÍMICA: (R PORTAS B)



POR OTRA PARTE SI LA CANTIDAD DE OXÍGENO ES

— REFERENCIAS (R PORTAS B)

DEFICIENTE PODRÁ LLEVARSE A CABO LA SIGUIENTE --
REACCIÓN QUÍMICA:



COMO PUEDE OBSERVARSE AMBAS REACCIONES DARÍAN UNA EFICIENCIA DE CONVERSIÓN BAJA POR LLEVARSE A CABO LA DEGRADACIÓN DE AMONÍACO HASTA NITRÓGENO. (R

ADemás, LAS MENCIONADAS REACCIONES OCASIONAN SOBREALEMENTAMIENTO DE LA MALLA, CON EL CONSIGUIENTE DEBILITAMIENTO.

LAS TEMPERATURAS DEL CATALIZADOR SUPERIORES A 975°C FAVORECEN LA REACCIÓN NÚMERO (5).

SE HA OBSERVADO QUE LOS SOBREALEMENTAMIENTOS AUMENTAN CONSIDERABLEMENTE LA PROPENSIÓN DEL CATALIZADOR AL ENVENENAMIENTO CONTRIBUYENDO A DISMINUIR LA EFICIENCIA DE CONVERSIÓN. (R PORTAS B)

LA VELOCIDAD DE PASO DE LOS GASES A TRAVÉS DE CATALIZADOR, SOLAMENTE EN CASOS EXTREMOS INFLUYE EN LA EFICIENCIA DE LA CONVERSIÓN YA QUE LA VELOCIDAD

— REFERENCIAS (R 1, R PORTAS B)

DE LA REACCIÓN



ES MUY ELEVADA, REQUIRIENDO UN TIEMPO DE CONTACTO DE SOLAMENTE ALREDEDOR DE 3×10^{-4} SEG.

EN EL CASO DE MUY BAJA VELOCIDAD DE LOS GASES, EL EXCESIVO TIEMPO DE CONTACTO (EXPOSICIÓN PROLONGADA AL CATALIZADOR), PARECE PROVOCAR TAMBIEN LA REACCIÓN NÚMERO (5).

EL PRINCIPAL FACTOR QUE CONDUCE A MANTENER LA EFICIENCIA DE CONVERSIÓN EN UN NIVEL ADECUADO, ES LA ELIMINACIÓN DE LOS FACTORES NEGATIVOS QUE SE HAN DESCRITO.

DEBE PROCURARSE, POR LO TANTO, ELIMINAR AL MÁXIMO LAS IMPUREZAS CONTENIDAS EN EL AMONÍACO O EL AIRE (PRINCIPALMENTE EL ACEITE) MEDIANTE UNA EFICIENTE FILTRACIÓN DE AMBOS, Y LIMPIEZA ESCRUPULOSA DE LOS FILTROS Y LINEAS EN GENERAL.

DEBE EVITARSE EL CONTINUAR UTILIZANDO EN LA UNIDAD CATALIZADORES MUY ENVENENADOS O MUY ENVEJECIDOS,

POR LO QUE, EN UN CICLO DE 28 A 30 DÍAS, SE RENUEVA EL CATALIZADOR QUITANDO LAS HOJAS SUPERIORES -- (LAS MÁS ENVEJECIDAS) Y REEMPLAZÁNDOLAS POR HOJAS DE CATALIZADOR NUEVO, QUE SE COLOCAN EN LA PARTE INFERIOR DEL "COLCHÓN".

EL CATALIZADOR QUE YA HA SIDO USADO, DESPUÉS DE ELIMINAR LAS DOS O TRES PRIMERAS HOJAS, SE LAVAN CON ÁCIDO CLORHÍDRICO (HCL) EN CALIENTE Y POSTERIORMENTE CON AGUA HASTA COMPLETA REMOCIÓN DE CLORUROS, SE SECA Y SE FLAMEA CON UNA LLAMA DE HIDRÓGENO, QUE REDUCE EL ÓXIDO DE RODIO QUE ENVENENA BA PARTE DE LAS HOJAS LIGERAMENTE ENVEJECIDAS.

POR LO QUE RESPECTA A LA VELOCIDAD DE LOS GASES DEBE PROCURARSE QUE SEA CONSTANTE, PARA LO CUAL DEBE CONTROLARSE LA PRESIÓN CON LA QUE ESTÁ ENTRANDO LA MEZCLA DE GASES Y LA PRESIÓN DE SALIDA DE LOS GASES YA OXIDADOS; REGULANDO DE ESTA FORMA LA VELOCIDAD Y SE EVITA LA FORMACIÓN DE COMPUESTOS NO DESEADOS EN EL PROCESO.

SEGÚN SE HA VISTO LA REACCIÓN (1) (QUE ES LA QUE SE TRATA DE OBTENER SE LLEVA A CABO A TEMPERA-

TURAS ARRIBA DE 500°C Y CONTINÚA FAVORECIENDOSE AL INCREMENTAR LA TEMPERATURA DE LA MALLA HASTA 950°C .

PERO LAS TEMPERATURAS SUPERIORES A 960°C FAVORECEN LA REACCIÓN (5) Y SI ESTA SE LLEVA A CABO HABRÁ LA FORMACIÓN DE GASES QUE BAJAN LA EFICIENCIA DE CONVERSIÓN, DEBILITÁNDOSE ADEMÁS EL CATALIZADOR POR EL SOBRECALENTAMIENTO. DEBIDO A ESTO ES OBVIO QUE DEBE TENERSE UN BUEN CONTROL DE LA TEMPERATURA.

IV
PROCEDIMIENTOS ANALITICOS

1A. PARTE

PROCEDIMIENTO ANALITICO SEGUIDO PARA LA DETERMINACION
DE EFICIENCIA DE CONVERSION

- a) EQUIPO Y REACTIVOS USADOS
- b) PREPARACION DEL EQUIPO
- c) TOMA DE MUESTRA
- d) ANALISIS

EL ANÁLISIS DE LA EFICIENCIA DE CONVERSIÓN CONSISTE EN DETERMINAR EN UN MOMENTO DADO LA CANTIDAD DE AMONÍACO (NH_3) QUE ENTRA EN EL CONVERTIDOR COMO LA CANTIDAD DE GASES NITROSOS QUE SALEN DE ÉL. LA RELACIÓN DE ESTAS DOS CANTIDADES NOS DA LA EFICIENCIA CON QUE SE ESTÁ LLEVANDO A CABO LA CONVERSIÓN.

A) EQUIPOS Y REACTIVOS USADOS

BALANZA ANALÍTICA ELÉCTRICA METTLER (SENSIBILIDAD 0.00005).

JUEGO DE BULBOS GAILLARD.

ADAPTADORES CON LLAVE PARA BULBO GAILLARD .

BOMBA DE VACÍO

AGUA OXIGENADA AL 3%

SOLUCIÓN DE HIDRÓXIDO DE SODIO DECINORMAL (0.1 N)

SOLUCIÓN DE ÁCIDO SULFÚRICO DECINORMAL (0.1 N)

ROJO DE METILO, INDICADOR (R 3)

GRASA PARA VACÍO.

LOS BULBOS GAILLARD SON MATRACES DE FONDO REDONDO, VIDRIO PYREX, CAPACIDAD DE 500 ML, BOCA CON UNIÓN

— REFERENCIAS (R 3)

ESTANDAR ESMERILADA 24/40.

LOS ADAPTADORES SON TAMBIEN DE VIDRIO PYREX Y ESTÁN FORMADOS POR UNA LLAVE DE PASO RECTO QUE EN UNO DE SUS EXTREVOS LLEVA UNA UNIÓN ESTANDAR ESMERILADA 24/40 Y EN EL OTRO EXTREMO UN TUBO DE VIDRIO DE 3 MM. DE DIÁMETRO INTERIOR Y DE PARED GRUESA. (R 6)

B) PREPARACION DEL EQUIPO:

LOS BULBOS Y LOS ADAPTADORES, LIMPIOS Y SECOS, SE ENGRASAN EN SUS PARTES ESMERILADAS CON GRASA PARA VACÍO. LA LLAVE DEL ADAPTADOR SE ENGRASA TAMBIÉN.

SE INTRODUCEN EN EL BULBO GAILLARD, 50 ML DE AGUA DESTILADA, NEUTRA AL ROJO DE METILO, SE COLOCA EL ADAPTADOR SOBRE EL BULBO Y SE PROCEDE A LIMPIAR EL EXCESO DE GRASA UTILIZANDO PAPEL ABSORBENTE Y UN ESCOBILLÓN DE TRES MILÍMETROS DE DIÁMETRO.

UNA VEZ QUE SE HA LIMPIADO PERFECTAMENTE, SE PROCEDE A HACER EL VACÍO MEDIANTE UNA BOMBA, DANDO POR TERMINADA LA SUCCIÓN AL OBSERVAR QUE EL --

— REFERENCIAS (R 6)

AGUA CONTENIDA EN EL BULBO EMPIEZA A "HERVIR". -

LOS BULBOS ASÍ PREPARADOS DEBEN INVERTIRSE PARA COMPROBAR QUE NO HAY EXISTENCIA DE FUGAS DE DE BIDAS A LA FALTA DE GRASA EN LAS UNIONES; COMPRO BADO LO ANTERIOR EL BULBO DEBERÁ DEJARSE EN LA - SALA DE BALANZAS, DURANTE QUINCE MINUTOS, PARA - QUE SE ACONDICIONE A LA TEMPERATURA ALLÍ EXISTEN TE. (R 6)

PARA UNA DETERMINACIÓN DE CONVERSIÓN SE NE- CESITAN SEIS DISPOSITIVOS PREPARADOS COMO SE ACA BA DE INDICAR.

TRANSCURRIDO EL TIEMPO DE ACONDICIONAMIENTO SE PESA CADA UNO DE LOS DISPOSITIVOS AL 0.0001 G EN LA BALANZA ANALÍTICA, ANOTANDO EL PESO COMO P_1 .

c) TOMA DE MUESTRA:

LOS SEIS DISPOSITIVOS PREPARADOS EN EL LABO RATORIO SE COLOCAN INVERTIDOS (CON OBJETO DE NO- TAR CUALQUIER FUGA) EN UNA CANASTILLA APROPIADA Y SE LLEVAN JUNTO AL CONVERTIDOR. (R 6)

— REFERENCIAS (R 6)

SE ABREN LAS LLAVES DE MUESTREO DE LOS GASES QUE ENTRAN AL CONVERTIDOR (AMONÍACO-AIRE) Y DE LOS GASES DESPUÉS DEL CATALIZADOR (GASES NITROSOS), PURGANDO DURANTE CINCO MINUTOS. EL MUESTREO SE LLEVA A CABO ENTRE DOS PERSONAS; UNA DE ELLAS MANTENDRÁ UN DISPOSITIVO GAILLARD INVERTIDO INTRODUCIENDO EL VÁSTAGO EN LA LINEA DE MUESTREO DE "MEZCLA", MIENTRAS LA OTRA PERSONA MANTIENE OTRO DISPOSITIVO CON EL VÁSTAGO INTRODUCIDO EN LA LINEA DE PURGA DE GASES NITROSOS; A UNA SEÑAL DEL PRIMERO, SIMULTÁNEAMENTE SE ABREN LAS LLAVES DE LOS DISPOSITIVOS, CERRÁNDOLAS TAMBIÉN SIMULTÁNEAMENTE A UNA SEÑAL DEL MUESTREADOR DE MEZCLA. ESTE CONTROLA EL TIEMPO EN QUE DEBE CERRAR LA LLAVE DEL DISPOSITIVO OBSERVANDO EL BURBUJEO QUE PRODUCEN LOS GASES AL PASAR A TRAVÉS DEL AGUA CONTENIDA EN EL MISMO.

EN ESTA FORMA ES POSIBLE LOGRAR LA COORDINACIÓN QUE SE REQUIERE PARA TOMAR UNA MUESTRA REPRESENTATIVA.

EL ANÁLISIS SE LLEVA POR TRIPLICADO, POR LO

QUE SE TOMARÁN 3 MUESTRAS DE "ANTES" Y 3 MUESTRAS DE "DESPUÉS". (R PORTAS B)

D) ANALISIS:

LOS BULBOS SON LLEVADOS AL LABORATORIO DONDE SE LES PERMITE ACONDICIONARSE A LA TEMPERATURA EXISTENTE EN EL CUARTO DE BALANZAS; SE LIMPIA CUIDADOSAMENTE CON PAPEL "ABSORBENTE" Y SE PESAN, ANOTANDO EL PESO COMO P_2 .

A LOS BULBOS QUE CONTENGAN GASES NITROSOS SE LES AÑADEN 25 ML. DE AGUA OXIGENADA (H_2O_2) AL 3%, SE AGITAN Y SE DEJAN EN REPOSO DURANTE 45 MINUTOS.

EN ESTE LAPSO, SE PROCEDE A CUANTEAR AL -- AMONÍACO QUE HAY EN CADA UNO DE LOS BULBOS DE "ANTES". LA VALORACIÓN SE LLEVA A CABO EN LA -- SIGUIENTE FORMA:

CON UN FRASCO LAVADOR SE AÑADE AGUA DESTILADA NEUTRA POR EL VÁSTAGO DEL ADAPTADOR CON OBJETO DE ACARRERAR CUALQUIER PEQUEÑA CANTIDAD DE MUESTRA -- HACIA EL INTERIOR DEL BULBO, SE QUITA EL ADAPTADOR, SE AGREGAN TRES GOTAS DE ROJO DE METILO Y SE TITU-

— REFERENCIAS (R PORTAS B)

LA CON SOLUCIÓN DÉCIMO NORMAL DE ÁCIDO SULFÚRICO (H_2SO_4), ANOTANDO LOS MILIMETROS EMPLEADOS COMO A. (R PORTAS B)

$$\% NH_3 \text{ (ANTES)} = \frac{A \times 0.1703}{P_2 - P_1} \text{-----E}$$

UNA VEZ TRANSCURRIDO EL TIEMPO DE REPOSO QUE SE DIÓ A LA SOLUCIÓN CONTENIDA EN LOS BULBOS DE "DESPUÉS", SE PROCEDA EN LA MISMA FORMA QUE ARRIBA SE INDICÓ, PERO UTILIZANDO SOLUCIÓN DÉCIMO NORMAL DE HIDRÓXIDO DE SODIO (NA OH), ANOTANDO LOS MILIMETROS USADOS COMO B.

$$\% \text{ (NO COMO } NH_3) = \frac{B \times 0.1703}{P_2 - P_1} \text{-----F}$$

$$\% \text{ (EFICIENCIA DE CONVERSIÓN)} = \frac{F \times 100}{E}$$

TANTO E COMO F SE HAN EXPRESADO COMO % EN PESO. COMO YA SE HA VISTO EN CAPÍTULOS ANTERIORES EL % DE AMONÍACO (NH_3) EN VOLUMEN EN LA MEZCLA DEBE MAN

----- REFERENCIAS (R PORTAS B)

TENERSE DENTRO DE CIERTOS LÍMITES, NO SÓLO POR RA
ZONES DE PROCESO, SINO DE SEGURIDAD, PUESTO QUE -
LAS MEZCLAS DE AMONÍACO-AIRE EN CONCENTRACIONES -
ARRIBA DE 13.1 HASTA 26.8 DE NH_3 EN VOLUMEN SON -
EXPLOSIVAS.

PARA OBTENER EL DATO "% EN VOLUMEN" SE MULTI
PLICA EL % EN PESO POR EL FACTOR 1.623.

2a. PARTE
DETERMINACION DEL ACEITE EN AMONIACO

PARA DETERMINAR EL ACEITE EN EL AMONÍACO SE
PROCEDE EN LA SIGUIENTE FORMA:

EN UN MATRAZ ERLLENMEYER DE 2000 ML. SE TOMA
UNA MUESTRA DE UN VOLUMEN DE 1800 ML., DE AMONÍ-
ACO (NH_3); UNA VEZ HECHO ÉSTO, SE DEJA EVAPORAR -
EN UNA CAMPANA DE EXTRACCIÓN DE GASES. CUANDO SE
HA EVAPORADO TODO EL AMONÍACO SE LAVA EL MATRAZ
CON TRES PORCIONES SUCESIVAS DE TETRACLORURO DE -
CARBONO, DE 25 ML. CADA UNA; ESTAS PORCIONES SE -
PASAN A TRAVÉS DE UN PAPEL FILTRO Y EL FILTRADO
SE RECIBE EN UN VASO DE PRECIPITADOS DE 100 ML.
PREVIAMENTE PESADO, (P_1), EN SEGUIDA SE EVAPORA
EN UNA PARRILLA EL TETRACLORURO DE CARBONO, Y SE
METE EL VASO A UNA ESTUFA A 100°C DURANTE 10 MI-
NUTOS, SE DEJA ENFRIAR EN UN DESECADOR Y SE VUEL-
VE A PESAR (P_2).

$$P_2 - P_1 = J \quad (\text{ACEITE EN GRAMOS}).$$

QUE HAY EN LOS 1800 ML. DE MUESTRA TOMADA. EL A-
CEITE MUESTREADO ES DE ORIGEN MINERAL, FORMADO POR
HIDROCARBUROS DEL PETRÓLEO, DE ALTO PESO MOLECULAR.

v

DATOS EXPERIMENTALES

LA EXPERIMENTACIÓN LLEVADA A CABO CONSISTE EN UNA SERIE DE DETERMINACIONES DE LA EFICIENCIA DE CONVERSIÓN RELACIONANDO LOS RESULTADOS OBTENIDOS CON LAS CONDICIONES DEL PROCESO:

- 1.- TIEMPO, PARA VER EL ENVEJECIMIENTO DEL CATALIZADOR.
- 2.- IMPUREZAS DE LA MATERIA PRIMA.
- 3.- RIQUEZA DE AMONÍACO EN LA "MEZCLA"
- 4.- TEMPERATURA.

PARA OBSERVAR EL ENVEJECIMIENTO DEL CATALIZADOR SE ELABORÓ LA GRÁFICA NO. 1, QUE MUESTRA LA DISMINUCIÓN DE LA EFICIENCIA DE CONVERSIÓN CON EL TRANSCURSO DEL TIEMPO, QUE ES DEBIDA AL ENVEJECIMIENTO NORMAL DEL CATALIZADOR; LOS DATOS DE LA GRÁFICA SON LOS RESULTADOS DE ANÁLISIS LLEVADOS A CABO EN UN PERÍODO DE 32 DÍAS A PARTIR DEL DÍA EN QUE SE EMPEZÓ A USAR UN NUEVO CATALIZADOR.

LA PORCIÓN DE LA MEZCLA AMONÍACO-AIRE, ESTUVO OSCILANDO ENTRE 10.0 Y 10.3 DE AMONÍACO EN VO LUMEN.

LA CONCENTRACIÓN DE ACEITE EN EL AMONÍACO ES TUVO FLUCTUANDO ENTRE 3 Y 5 P.P.M. EL CONTENIDO DE AGUA DEL AMONÍACO FUE DE 0.02 A 0.50% DURANTE ESOS DÍAS.

LAS TEMPERATURAS DE LA MALLA REGISTRADAS EN ESTE PERÍODO OSCILARON ENTRE 935°C Y 943°C . LA CAÍDA DE LA PRESIÓN SE MANTUVO CONSTANTE.

EL DATO, ANORMALMENTE BAJO, OBTENIDO EL DÍA 22, POSIBLEMENTE SE DEBE A UN AUMENTO BRUSCO DE LA PRESIÓN DE ENTRADA DE LOS GASES, QUE COINCIDIÓ CON LA TOMA DE LA MUESTRA.

UN AUMENTO DE PRESIÓN OCASIONA UNA VELOCIDAD EXCESIVA DE LOS GASES, PASANDO NH_3 POR EL CATALIZADOR SIN SER OXIDADO, CON LO QUE SE LLEVA A CABO LA REACCIÓN (5)

LA PRINCIPAL IMPUREZA DEL AMONÍACO ES EL CONTENIDO DE ACEITE EL CUAL PROVIENE PRINCIPALMENTE DE LA MATERIA PRIMA Y DE LAS LINEAS, SIENDO UN ACEITE MINERAL.

LA GRÁFICA 2 MUESTRA LA SERIE DE DATOS OBTENIDOS DESDE EL COMIENZO DE UN PERÍODO DE TRABAJO HAS-

TA EL DÉCIMO CUARTO DÍA EN QUE TUVO QUE PARARSE EL SISTEMA, PARA CAMBIAR CATALIZADOR DEBIDO A LA BAJA EFICIENCIA EN LA CONVERSIÓN.

DURANTE LOS 14 DÍAS TODAS LAS CONDICIONES DE OPERACIÓN SE CONSERVARON DENTRO DE LOS LÍMITES NORMALES Y LO QUE SIN DUDA OCASIONÓ ESA CURVA ANORMAL FUÉ EL AUMENTO DE LA CANTIDAD DE ACEITE EN EL AMONÍACO. EN LA TABLA NO. 1, SE CONSIGNAN LOS RESULTADOS OBTENIDOS EN LAS DETERMINACIONES DE ACEITE EN EL AMONÍACO LLEVADAS A CABO EN ESOS DÍAS.

LA GRÁFICA 3 MUESTRA LAS PROPORCIONES DE AMONÍACO EN VOLUMEN QUE DAN UNA EFICIENCIA DE CONVERSIÓN MÁS ELEVADA. LOS DATOS DE LA GRÁFICA FUERON TOMADOS ENTRE EL OCTAVO Y VICÉSIMO QUINTO DÍA DE UN PERÍODO NORMAL DE TRABAJO. EN ESE LAPSO DE TIEMPO LA EFICIENCIA DE CONVERSIÓN SE MANTIENE CASI SIN VARIACIONES DEBIDAS A ENVEJECIMIENTO.

DURANTE TODO EL PERÍODO SE MANTUVO UN RITMO DE PRODUCCIÓN DE 163.6 TON. MÉTRICAS POR DÍA

(180 TON. CORTAS), VARIANDOSE LAS CONCENTRACIONES DE AMONÍACO EN LA MEZCLA; PARA PODER CONSERVAR EL RITMO DE PRODUCCIÓN, SE COMPARARON LAS FLUCTUACIONES EN LA MEZCLA CON VARIACIONES EN LA VELOCIDAD (CAÍDA DE PRESIÓN).

LA GRÁFICA, EN SU PRIMERA SECCIÓN, MUESTRA - QUE CON MEZCLAS DE 8.9 A 9.6% EN VOLUMEN SE OBTIENEN EFICIENCIAS DE CONVERSIÓN BAJAS, POR VELOCIDADES EXCESIVAS PARA PODER MANTENER LA PRODUCCIÓN ANTES INDICADA.

LA SEGUNDA SECCIÓN MUESTRA QUE CON MEZCLAS DE 9.7 A 10.3% DE NH_3 EN VOLUMEN MANTENIENDO EL RESTO DE LAS CONDICIONES DE PROCESO CONSTANTES, SE OBTIENE UNA BUENA EFICIENCIA DE CONVERSIÓN.

EN LA TERCERA SECCIÓN PUEDE OBSERVARSE QUE AL ELEVARSE LA CONCENTRACIÓN DE NH_3 EN LA MEZCLA POR ARRIBA DE 10.6% EN VOLUMEN SE PRODUJO UNA BAJA NOTABLE EN LA CONVERSIÓN QUE SE EXPLICA POR EXCESIVO NH_3 , O MUCHO TIEMPO DE CONTACTO EN EL CATALIZADOR, (ESTO ÚLTIMO ES MENOS PROBABLE).

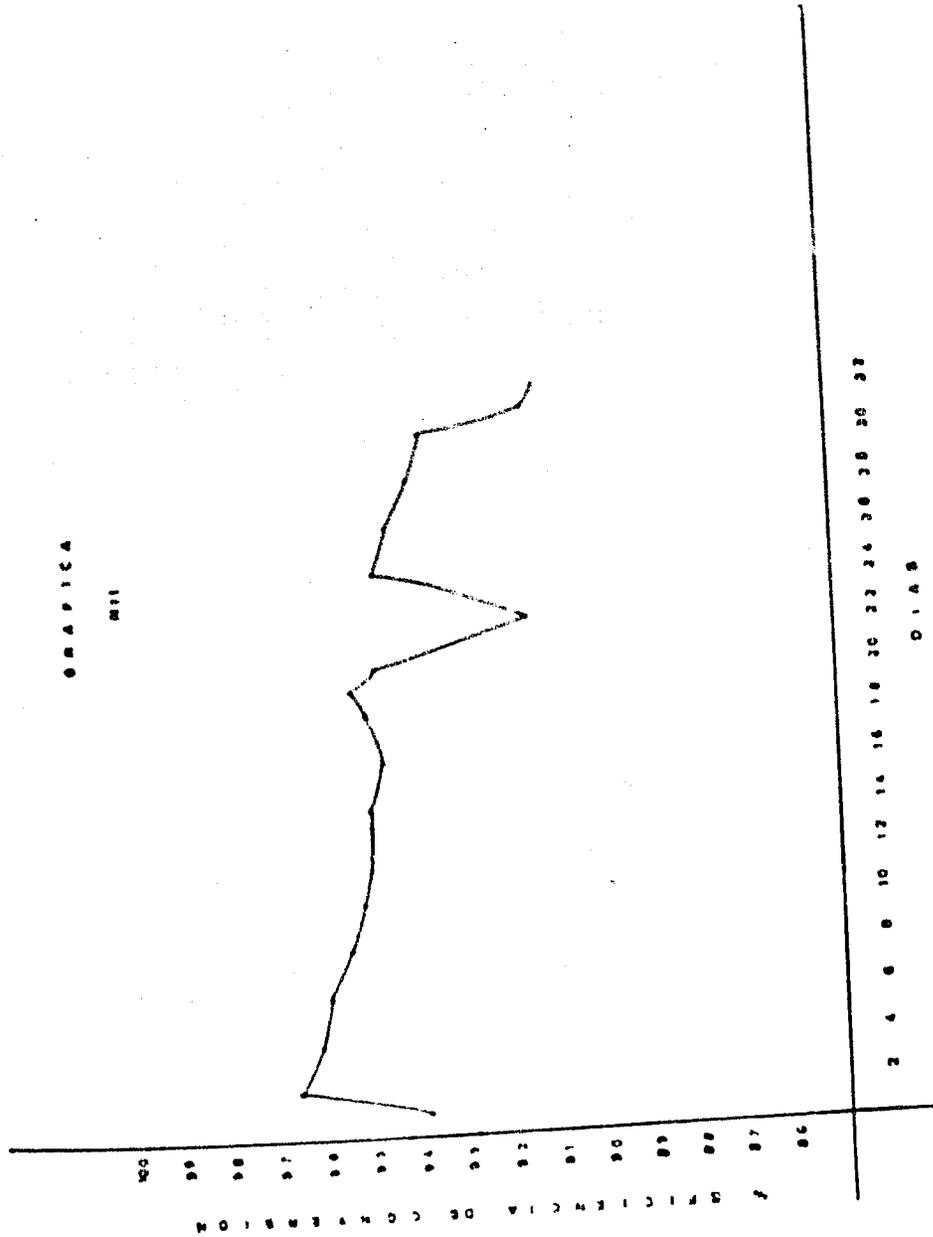
OTRO DE LOS FACTORES QUE INFLUYEN EN LA EFI--

CIENCIA, TOMADOS ARBITRARIAMENTE, A DIFERENTES TEMPERATURAS CUANDO LAS CONDICIONES DE OPERACIÓN SE MANTENÍAN SIEMPRE EN LOS LÍMITES NORMALES.

SIENDO LA TEMPERATURA DE LA MALLA LA QUE ESTUVO OSCILANDO, CUANDO SE ENCONTRABA DEMASIADO BAJA O EXCESIVAMENTE ALTA, SE OBTUVIERON EFICIENCIAS DE CONVERSIÓN BAJAS.

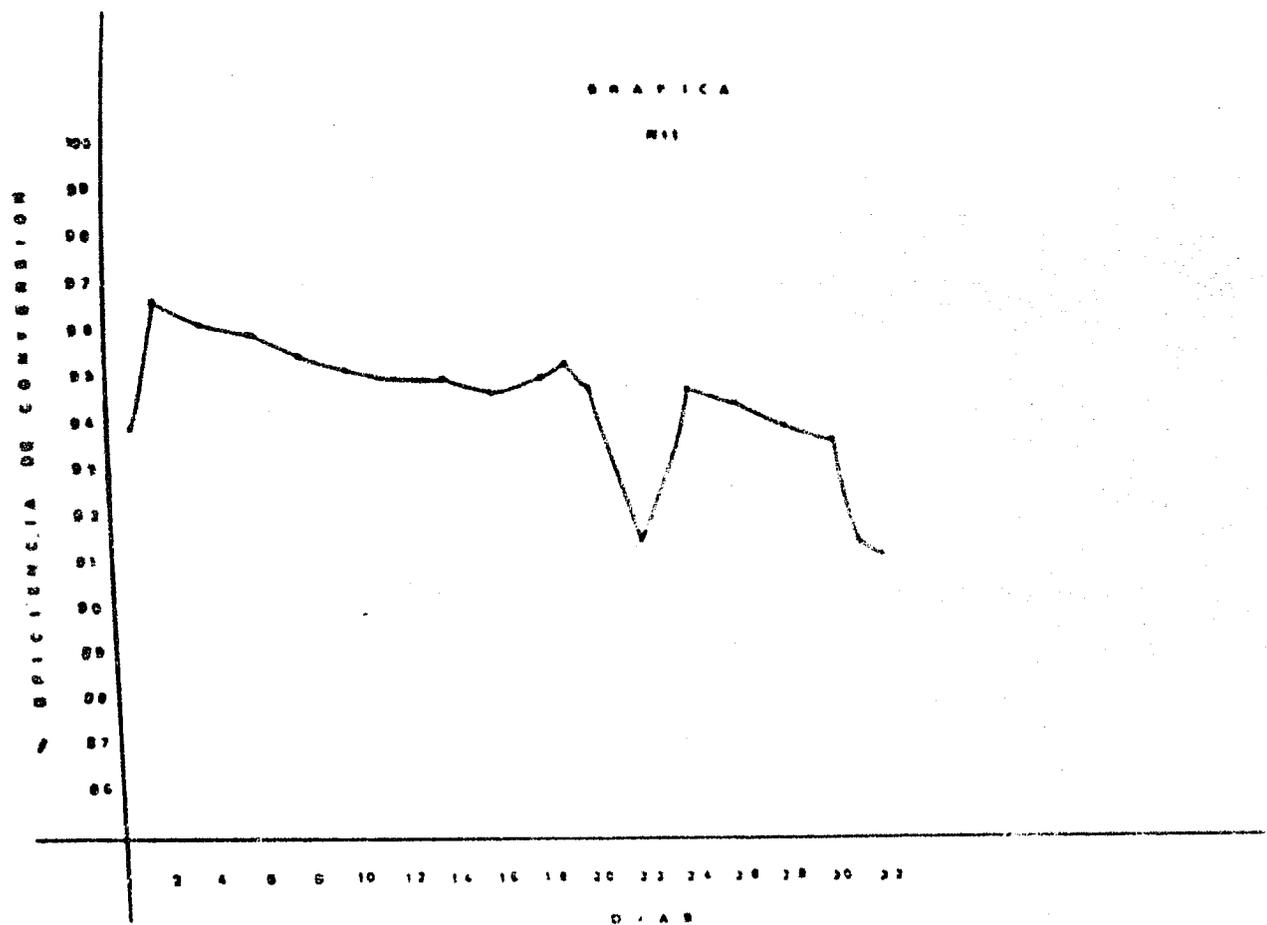
GRÁFICA

111



EFICIENCIA DE CONVERSION DE UN CATALIZADOR DURANTE UN PERIODO DE 32 DIAS DE TRABAJO.

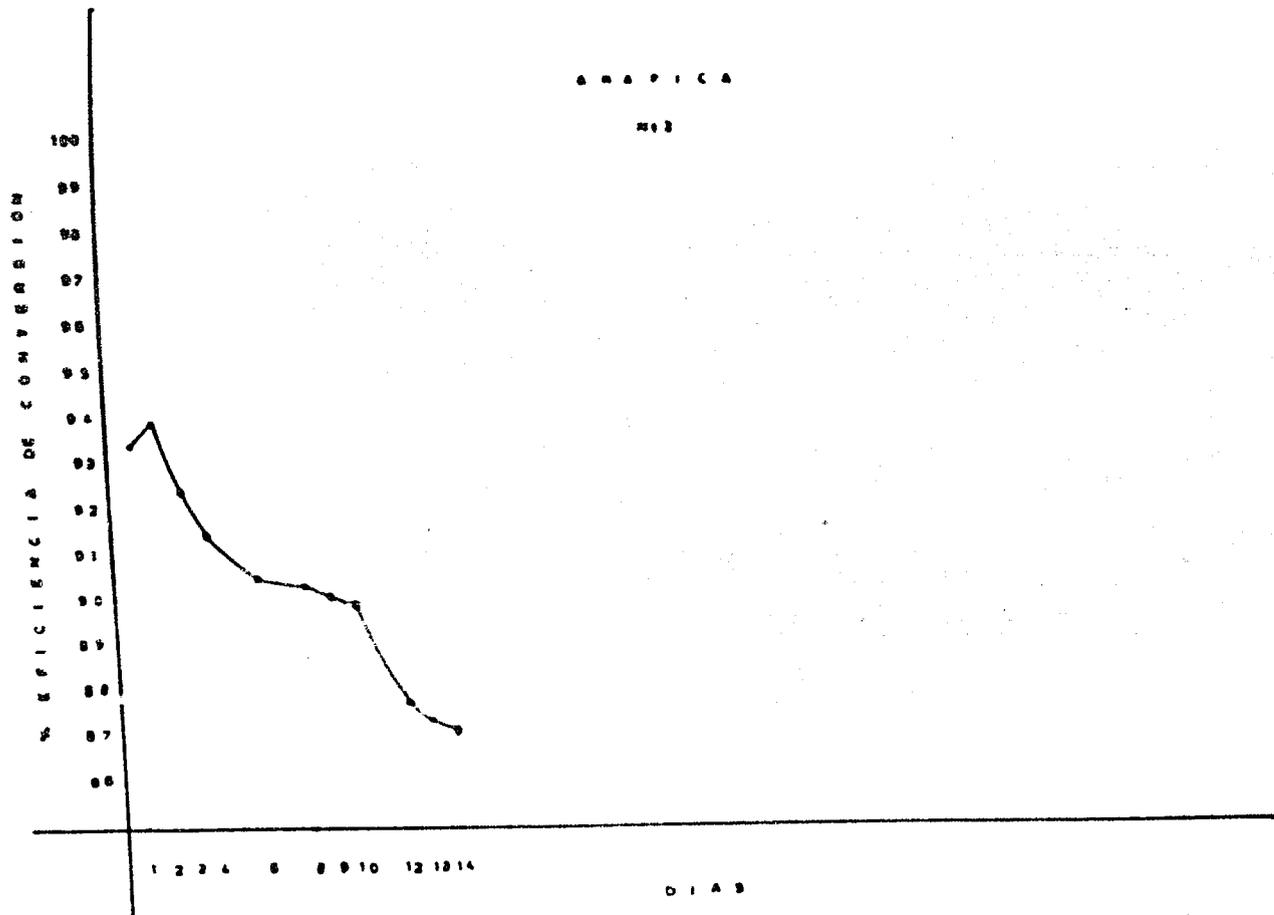
0148



Eficiencia de conversión de un catalizador durante un periodo de 32 días de trabajo.

ANALITICA

213



Concentración de aceite en el amoniaco en un periodo de 14 días.

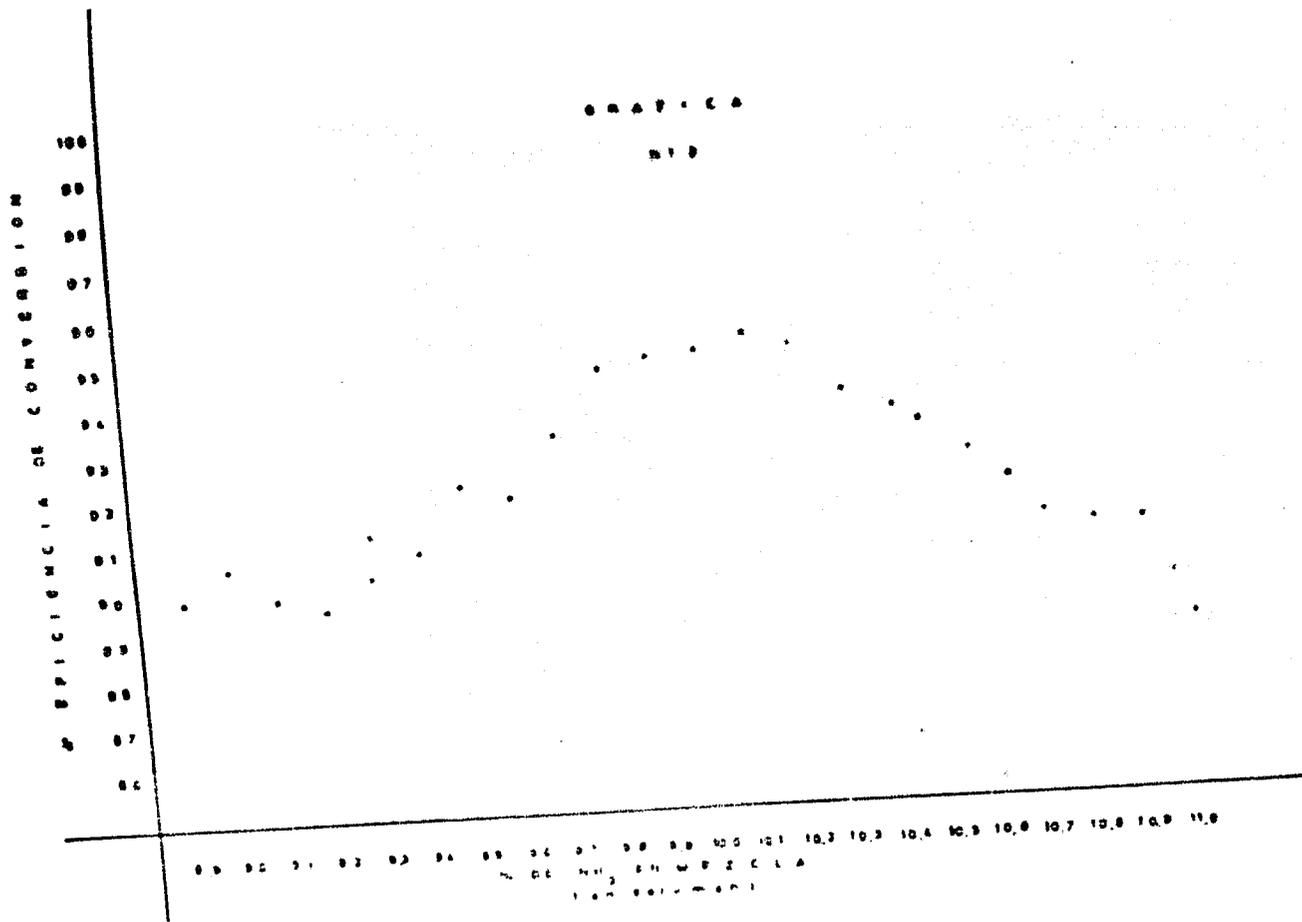
N H₃

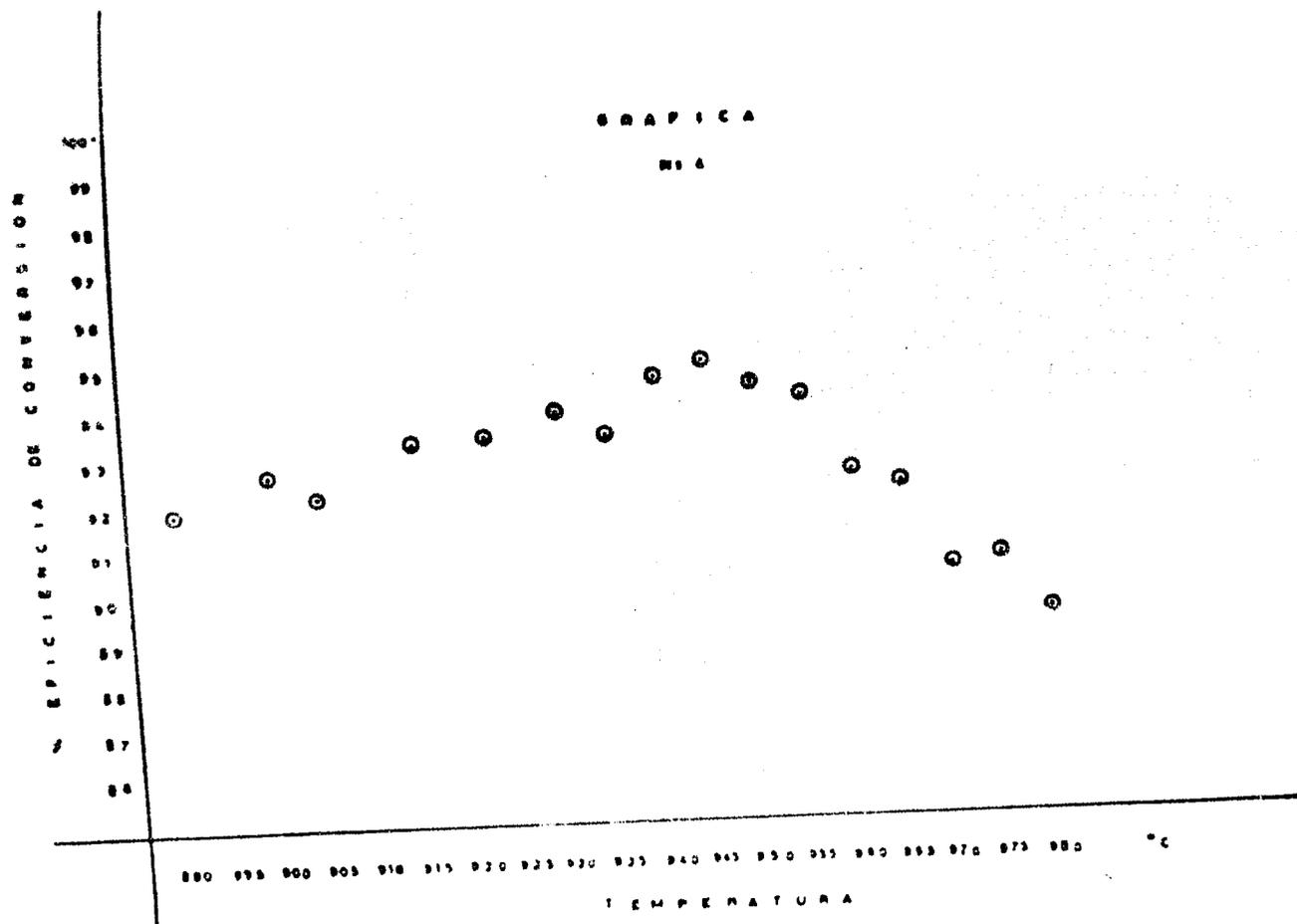
		aceite
		ppm.
a los	1 día	25
	2	23
	3	23
	4	160
	6	75
	8	92
	9	47
	10	21
	12	21
	13	63
	14	112

TABLA

Nº 1

Contenido de aceite en el amoníaco, durante un período
de 14 días de trabajo.





Influencia de la temperatura en la eficiencia de conversion.

VI
CONCLUSIONES

DEL ESTUDIO DE LOS DATOS OBTENIDOS DURANTE LAS EXPERIENCIAS LLEVADAS A CABO EN ESTE TRABAJO SE CONCLUYE QUE:

- 1) DEBE TRABAJARSE EN CICLOS DE 28 DÍAS COMO MÁXIMO, PUES EN PERÍODOS MAYORES, ADEMÁS DE QUE DISMINUYE CONSIDERABLEMENTE LA EFICIENCIA DE CONVERSIÓN (POR ENVEJECIMIENTO DEL CATALIZADOR), SE DEBILITA A TAL GRADO LA MALLA, QUE PUEDE OCASIONAR FUERTES PÉRDIDAS DE PLATINO.
- 2) ES INDISPENSABLE MANTENER UNA ESCRUPULOSA - LIMPIEZA DE LAS LINEAS Y FILTROS DE AMONÍACO Y - AIRE, CON OBJETO DE QUE, AL TRABAJAR EFICIENTE-- MENTE LOS FILTROS, SE IMPIDA LA ACUMULACIÓN DE - ACEITE Y DEMÁS IMPUREZAS (PRINCIPALMENTE HIERRO) SOBRE EL CATALIZADOR.
- 3) PARA UNA PRODUCCIÓN DE 163.6 TONELADAS MÉ-- TRICAS DE ÁCIDO NÍTRICO 100% POR DÍA, DEBE MAN-- TENERSE UNA MEZCLA DE NH_3 Y AIRE CON UNA CONCEN-- TRACIÓN EN VOLUMEN DE 9.7 A 10.4 DE NH_3
- 4) LA CAÍDA DE PRESIÓN A TRAVÉS DEL SISTEMA, DE BE MANTENERSE LO MÁS CONSTANTE QUE SEA POSIBLE,

PARA EVITAR VARIACIONES FUERTES EN LA CONCENTRACION DE LA MEZCLA AMONÍACO-AIRE, MANTENIENDO EL RITMO DE PRODUCCION.

5) DEBERÁ MANTENERSE LA TEMPERATURA DE LA MALLA ENTRE 940°C Y 955°C PARA OBTENER UN BUEN NIVEL DE EFICIENCIA DE CONVERSION, EVITANDOSE SOBRECALENTAMIENTOS DEL CATALIZADOR Y REACCIONES INDESEABLES.

6) CON OBJETO DE CONOCER LA EFICIENCIA CON QUE SE ESTÁ LLEVANDO A CABO LA CONVERSION, Y PARA PODER DETERMINAR CUALQUIER ANORMALIDAD (ENVENENAMIENTO, ENVEJECIMIENTO, ETC.), ES IMPORTANTE REALIZAR CON UNA FRECUENCIA ADECUADA (POR LO MENOS UNA VEZ AL DIA), LA DETERMINACION ANALITICA DE "EFICIENCIA DE CONVERSION"

VII
BIBLIOGRAFIA

R E F E R E N C I A S

- 1.- BADGER AND BAKER.- INORGANIC CHEMICAL TECHNOLOGY.-MC. GRAW HILL. BOOK COMPANY. NEW-YORK. (1940)
- 2.- HODGMAN, HAND BOOK OF CHEMISTRY AND PHYSICS CHEMICAL RUBBER PUBLISHING CO. (1944)
- 3.- HALL W. T. - QUÍMICA ANALÍTICA. TRADUCCIÓN. FRANCISCO RIVED. U.T.E.H.A MÉXICO (1949)
- 4.- KOZO H. Y TSUYUGUCHI Y. (INST. SAITAMA KAWAGUCHI) J. FUEL SOC., JAPAN.- SECT. 77, 691-5 (1956).- CHEM. ABS. NITRIC ACID OXIDATION OF UNDER AMMONIA. 51 2253_E (1957)
- 5.- PERRY J.H.- CHEMICAL ENGINEERS HANDBOOK.- MC. GRAW HILL BOOK COMPANY INC. NEW YORK (1950)
- 6.- SCOTT W.W.- STANDARD METHODS OF CHEMICAL ANALYSIS. D.VAN NOSTRAND COMPANY INC. NEW YORK (1961)
- 7.- SUZUKI T. AND MIYAMA H.- PHARM J. SOC. JAPAN. 76, 1326-8 (1956) (HOAN UNIV. YOKUSUKA) CHEM ABS. NITRIC ACID AND NITRATE OF AMMONIA FROM

AMMONIACAL LIQUOR. 51 1618_s (1958)

8.- ULLMAN F.- ENCICLOPEDIA QUÍMICA INDUSTRIAL.-
TRADUCCIÓN DR. JOSÉ ESTALELLA.- GUSTAVO GILI
BARCELONA (1951)

9.- VITORIA P.E.- LA CATALISIS QUÍMICA.- TIPOGRA
FIA CATÓLICA. CASALS BARCELONA (1918)

PORTAS GARCÍA B.- FERTILIZANTES DEL ISTMO MI
NATITLAN, VER. COMUNICACIÓN PERSONAL (1962)