

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

Facultad de Química

**MANUFACTURA, PROPIEDADES Y APLICACIONES
DEL NEGRO DE HUMO.**

TRABAJO MONOGRAFICO

Que para obtener el título de:

INGENIERO QUIMICO

P r e s e n t a :

Carlos Efraín Conde Aguilar

México, D. F.

1982



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



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.

CONTEXTO

OBJETIVO

- 1 INTRODUCCION.
- 2 PROCESOS DE FABRICACION.
 - 2.1 PROCESO DE CANAL.
 - 2.2 PROCESO DE ACETILENO.
 - 2.3 PROCESO TÉRMICO.
 - 2.4 PROCESO DE HORNO.
- 3 PROCESO DE OBTENCION EN MEXICO.
 - 3.1 MATERIAS PRIMAS Y SERVICIOS AUXILIARES.
 - 3.2 AREA DE REACTORES.
 - 3.3 SEPARACIÓN Y RECOLECCIÓN.
 - 3.4 PELETIZADO Y SECADO.
 - 3.5 ALMACENAMIENTO Y EMBARQUE.
 - 3.6 DIAGRAMA DE FLUJO.
- 4 PROPIEDADES Y PRUEBAS DE CONTROL.
 - 4.1 AREA SUPERFICIAL.
 - 4.2 TAMAÑO DE PARTÍCULA.
 - 4.3 ESTRUCTURA.
 - 4.4 ACTIVIDAD SUPERFICIAL.
 - 4.5 PRUEBAS DE PUREZA.
 - 4.6 PRUEBAS DE CALIDAD.

5 CLASIFICACION Y NOMENCLATURA.

- 5.1 RESISTENCIA A LA ABRASIÓN.
- 5.2 PODER REFORZANTE.
- 5.3 MÓDULO.
- 5.4 PROCESAMIENTO.
- 5.5 USO FINAL.
- 5.6 TAMAÑO DE PARTÍCULA.
- 5.7 PROPIEDADES ELÉCTRICAS.
- 5.8 SISTEMA NUMÉRICO.
- 5.9 ESPECIFICACIONES.

6 APLICACIONES

- 6.1 INDUSTRIA HULERA.
- 6.2 PIGMENTOS.
- 6.3 INDUSTRIA ELÉCTRICA.
- 6.4 APLICACIONES POR GRADO.

7 PRODUCTORES NACIONALES

- 7.1 TIPO Y GRADOS PRODUCIDOS.
- 7.2 PRODUCCIÓN Y CONSUMO APARENTE.
- 7.3 DEMANDA ESTIMADA.
- 7.4 DISTRIBUCIÓN DE CONSUMO POR USUARIO.
- 7.5 DISTRIBUCIÓN DEL MERCADO POR GRADOS.
- 7.6 DISTRIBUCIÓN MUNDIAL DE PLANTAS DE NEGRO DE HUMO.

8 PERSPECTIVAS DEL NEGRO DE HUMO EN EL MERCADO NACIONAL.

9 CONCLUSIONES.

BIBLIOGRAFIA.

OBJETIVO

EL PRESENTE TRABAJO TIENE COMO PROPÓSITO EXPONER ALGUNOS DE LOS ASPECTOS MÁS IMPORTANTES ACERCA DEL NEGRO DE HUMO, TALES COMO LOS PROCESOS EMPLEADOS PARA SU FABRICACIÓN, HACIENDO ÉNFASIS EN EL PROCESO DE NEGRO DE HUMO DE HORNO, QUE SE DESCRIBE EN FORMA MÁS AMPLIA POR SER EL SISTEMA MÁS EFICIENTE DE PRODUCCIÓN Y LOS PRODUCTOS OBTENIDOS MEDIANTE ESTE PROCESO SON LOS DE MAYOR USO EN LA INDUSTRIA HULERA.

SE MENCIONAN TAMBIÉN LAS CARACTERÍSTICAS Y PRUEBAS PARA IDENTIFICAR UN NEGRO DE HUMO, SU CLASIFICACIÓN Y NOMENCLATURA, ASÍ COMO LOS PRODUCTORES NACIONALES Y SU CAPACIDAD INSTALADA, LAS PERSPECTIVAS DE ESTA INDUSTRIA Y LAS APLICACIONES DEL NEGRO DE HUMO.

1 INTRODUCCION

EL TÉRMINO NEGRO DE HUMO ABARCA UN GRUPO IMPORTANTE DE CARBONES INDUSTRIALES QUE SE EMPLEAN PRINCIPALMENTE COMO AGENTES REFORZANTES EN LA FABRICACIÓN DE ARTÍCULOS DE HULE Y COMO PIGMENTOS EN LA INDUSTRIA DE TINTAS Y PINTURAS.

QUÍMICAMENTE, EL NEGRO DE HUMO ES CARBÓN ELEMENTAL, -- PRODUCTO DE LA COMBUSTIÓN PARCIAL O LA DESCOMPOSICIÓN TÉRMICA DE HIDROCARBUROS GASEOSOS O LÍQUIDOS.

LAS PARTÍCULAS DE NEGRO DE HUMO SON DE FORMA CASI ESFÉRICA ENLAZADAS ENTRE SÍ, FORMANDO AGREGADOS DEL TAMAÑO DE LAS PARTÍCULAS DE UN COLOIDE.

EN SUS FORMAS MÁS PRIMITIVAS LA MANUFACTURA DEL NEGRO DE HUMO DATA DE CIVILIZACIONES ANTIQUÍSIMAS, CUANDO EL HOMBRE EMPEZÓ A EMPLEAR ESTE PIGMENTO EN LA ELABORACIÓN DE TINTAS. EN EL SIGLO III A. DE C., LOS CHINOS YA PRODUCÍAN TINTAS DE EXCELENTE CALIDAD, CUYA BASE ERAN LOS NEGROS DE HUMO DE LÁMPARA, LOS CUALES ERAN PRODUCIDOS AL QUEMAR ASTILLAS DE MADERAS RESINOSAS BAJO PLATONES DE CERÁMICA INVERTIDOS, EL NEGRO DE HUMO QUEDABA DEPOSITADO EN ELLOS Y POSTERIORMENTE ERA REMOVIDO EN FORMA MANUAL.

CON EL CRECIMIENTO DE LA INDUSTRIA DE TINTAS Y PINTURAS, AUMENTÓ LA DEMANDA DE LOS NEGROS DE HUMO, DESARROLLÁNDOSE PROCESOS DE MAYOR CAPACIDAD PARA SATISFACER LAS NECESIDADES DEL MERCADO, Y ASÍ SURGIERON LOS PROCESOS DE CANAL, LOS TÉRMICOS Y LOS DE ACETILENO.

AUNADO A LO ANTERIOR, EL DESARROLLO ACELERADO DE LA INDUSTRIA HULERA INCREMENTÓ LOS REQUERIMIENTOS DE NEGRO DE HUMO, POR LO QUE SE OPTIMIZARON LOS PROCESOS EXISTENTES, - TANTO PARA AUMENTAR LOS RENDIMIENTOS DE PRODUCCIÓN COMO PARA ELABORAR LOS NUEVOS PRODUCTOS QUE LA INDUSTRIA REQUERÍA. DE ESTA MANERA, APARECIÓ EL PROCESO DE HORNO, QUE ES MÁS EFICIENTE QUE LOS ANTERIORES Y PRODUCE UNA GAMA MÁS AMPLIA DE NEGROS DE HUMO.

2 PROCESOS DE FABRICACION.

2.1 PROCESO DE CANAL.

HASTA ANTES DE LA INTRODUCCIÓN DEL PROCESO DE -- HORNO EN LA DÉCADA DE LOS 40'S, EL PROCESO DE CANAL FUE USADO PARA SUMINISTRAR LA CASI TOTALIDAD DE LOS REQUERIMIENTOS DE NEGRO DE HUMO DE LA INDUSTRIA HULERA MUNDIAL.

EN ESTE PROCESO SE EMPLEA GAS NATURAL COMO MATERIA PRIMA, EL CUAL SUFRE UNA COMBUSTIÓN INCOMPLETA Y CARBONIZACIÓN EN UNA CÁMARA DE REACCIÓN DONDE SE PRODUCEN CIENTOS DE PEQUEÑAS FLAMAS HUMEANTES QUE SE HACEN INCIDIR CONTRA CANALES DE ACERO DONDE SE DEPOSITA NEGRO DE HUMO COMO PARTÍCULAS SÓLIDAS DE CARBÓN FINAMENTE DIVIDIDAS, DE DIFERENTES DIÁMETROS DE PARTÍCULA.

LA REACCIÓN ES COMPLEJA Y DENTRO DE LOS COMPONENTES DE LA MEZCLA PRODUCTO DE LA REACCIÓN SE HAN DETECTADO PRINCIPALMENTE: CO_2 , CO , $H_2O_{(G)}$ Y TRAZAS DE COMPONENTES SULFURADOS, SEGÚN LA COMPOSICIÓN DEL GAS NATURAL (C_{1-4}) ALIMENTADO.

LOS CANALES DE ACERO SE DESPLAZAN LENTAMENTE HACIA UNAS RASQUETAS ESTACIONARIAS, CUYA FUNCIÓN - ES REMOVER EL NEGRO DE HUMO DEPOSITADO EN LOS CANALES HACIÉNDOLO CAER SOBRE UNA TOLVA Y DE ÉSTA

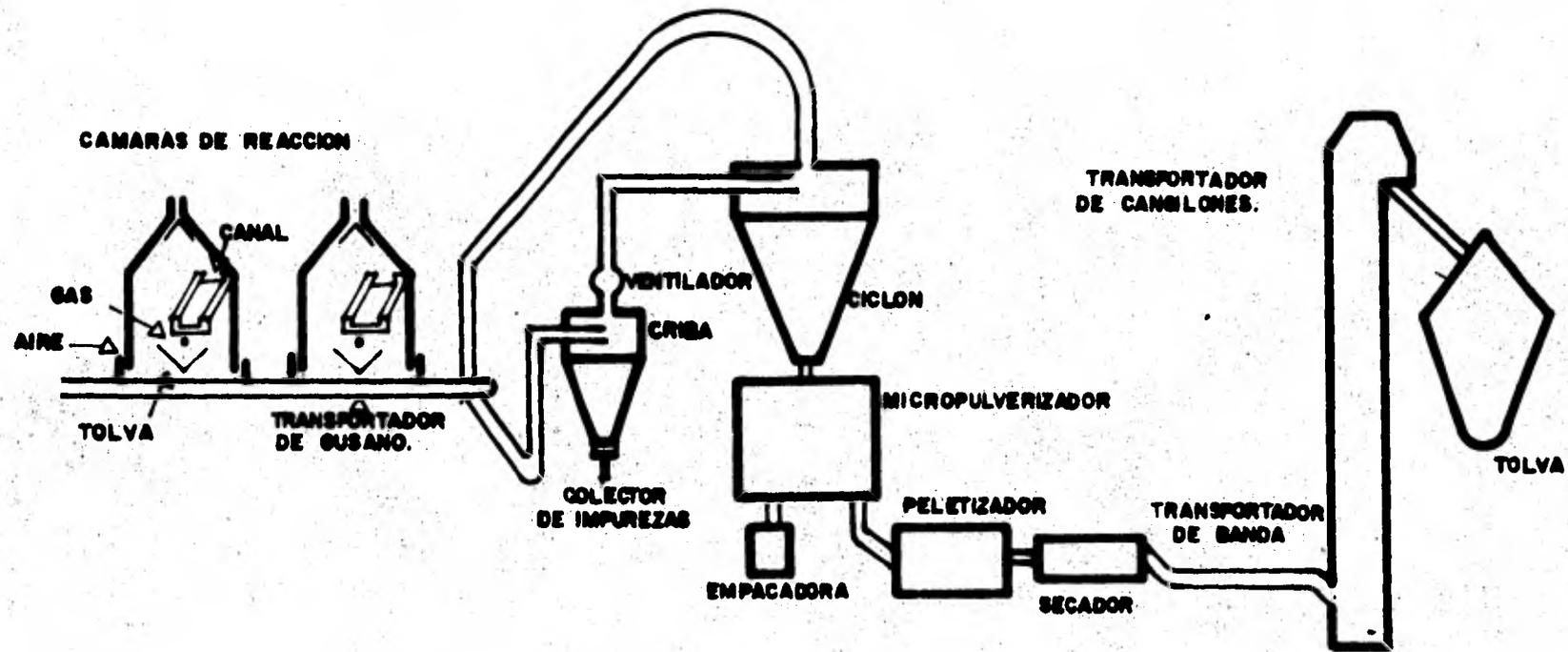
A TRANSPORTADORES QUE LO CONDUCEN A SEPARADORES DE IMPUREZAS. POSTERIORMENTE EL NEGRO DE HUMO ES LLEVADO A SEPARADORES NEUMÁTICOS CON EL OBJETO DE SEPARAR LAS PARTÍCULAS DE $C_{(s)}$ QUE SE SUSPENDEN EN UNA CORRIENTE FLUIDIZADA SÓLIDO-GAS.

EL NEGRO DE HUMO SEPARADO ES ALIMENTADO A LOS -- PULVERIZADORES Y ENSEGUIDA A LOS PELETIZADORES. UNA VEZ EFECTUADO EL PELETIZADO, EL NEGRO DE HUMO ES ALMACENADO EN SILOS, DE LOS CUALES PUEDE SER TOMADO PARA ENVASARSE O ENVIARSE A GRANEL.

LOS NEGROS DE HUMO DE CANAL IMPARTEN BUENAS PROPIEDADES REFORZANTES A LOS ARTÍCULOS DE HULE, -- BUEN FUNCIONAMIENTO DINÁMICO, ALTA RESISTENCIA AL DESGARRE Y BUENA ADHESIÓN DEL HULE A FIBRAS Y METALES. TAMBIÉN SON EXCELENTES PIGMENTOS EMPLEADOS EN LA FABRICACIÓN DE TINTAS Y LACAS. -- LOS TAMAÑOS DE PARTÍCULA OBTENIDOS POR ESTE MÉTODO OSCILAN ENTRE 7 Y 30 MILIMICRAS.

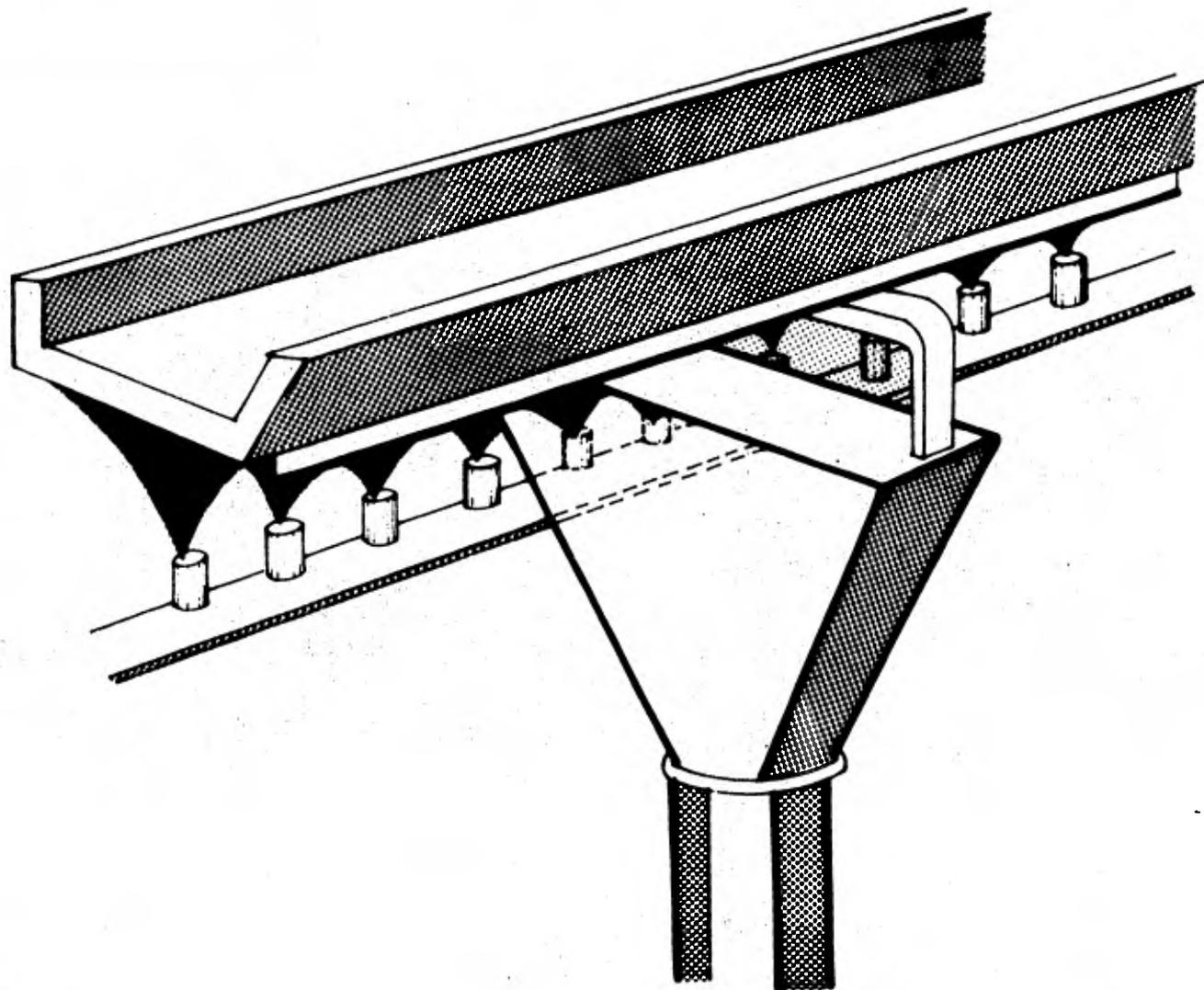
EL RENDIMIENTO DEL PROCESO DE CANAL ES BAJO, YA QUE SOLAMENTE EL 5% DEL CONTENIDO DE CARBÓN DEL GAS ES CONVERTIDO EN NEGRO DE HUMO, LO CUAL LO HACE UN PROCESO CARO. EN ADICIÓN A LO ANTERIOR, ESTE PROCESO PRODUCE UNA ALTA CONTAMINACIÓN AL MEDIO AMBIENTE, POR LO QUE TIENDE A DESAPARECER.

EN LAS SIGUIENTES FIGURAS SE MUESTRA UN DIAGRAMA
SIMPLIFICADO DE ESTE PROCESO Y UN DETALLE DEL --
ARREGLO TÍPICO DE LOS QUEMADORES Y CANALES USA--
DOS EN EL MISMO.



PROCESO DE CANAL

CARLOS E. CONDE AGUILAR.



ARREGLO TIPICO DE QUEMADORES Y CANALES

CARLOS E. CONDE AGUILAR.

2.2 PROCESO DE ACETILENO.

EL NEGRO DE HUMO DE ACETILENO SE OBTIENE POR LA DESCOMPOSICIÓN EXOTÉRMICA DEL ACETILENO EN UNA CÁMARA CUBIERTA DE REFRACTARIO.

DEBIDO A QUE EL CALOR LIBERADO POR LA PIRÓLISIS DEL ACETILENO GASEOSO ES SUFICIENTE PARA MANTENER LA REACCIÓN A TEMPERATURAS ELEVADAS, LA CÁMARA SOLAMENTE NECESITA UN PRECALENTAMIENTO AL INICIO DE LA REACCIÓN, EL ACETILENO SE ALIMENTA Y SE TRANSFORMA A CARBÓN E HIDRÓGENO EN FORMA CONTINUA.

EL NEGRO DE HUMO PRODUCIDO SE RECOLECTA JUNTO CON LOS GASES DE SALIDA Y SE SEPARA DE ELLOS POR MEDIO DE FILTRACIÓN SÓLIDO-GAS EN FILTROS DENOMINADOS DE BOLSA. LOS GASES DE SALIDA SON OXIDADOS PARA CONVERTIR EL HIDRÓGENO EN AGUA.

LA ALTA TEMPERATURA DE REACCIÓN, EL ALTO CONTENIDO DE CARBÓN DEL ACETILENO Y EL RELATIVAMENTE ALTO TIEMPO DE RESIDENCIA PRODUCE UN TIPO ÚNICO DE NEGRO DE HUMO, YA QUE POSEE UNA ESTRUCTURA ALTAMENTE DESARROLLADA COMPARADA CON LOS OTROS TIPOS COMERCIALES.

EL NEGRO DE HUMO DE ACETILENO SE USA PRINCIPAL--
MENTE EN LAS PILAS SECAS DEBIDO A SU ALTA CAPA-
CIDAD DE ABSORCIÓN Y A SU EXCELENTE CONDUCTIVI--
DAD ELÉCTRICA.

2.3 PROCESO TÉRMICO.

ESTE PROCESO ASÍ COMO EL PROCESO DE ACETILENO DEPENDE DE LA DESCOMPOSICIÓN TÉRMICA DE HIDROCARBUROS EN ESTADO GASEOSO EN AUSENCIA DE AIRE O FLAMAS. INDUSTRIALMENTE ESTAS REACCIONES DE PIRÓLISIS SE DENOMINAN "CRACKING".

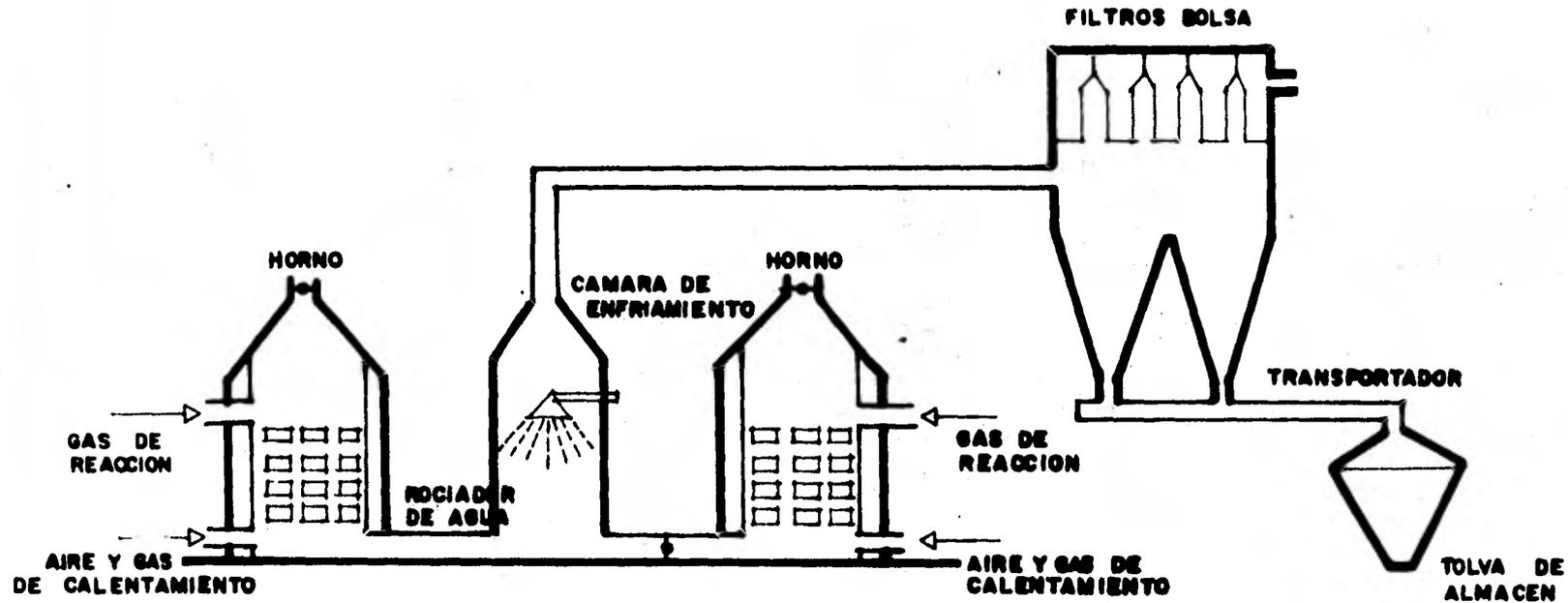
EL GAS NATURAL SE DESCOMPONE EN CARBÓN E HIDRÓGENO DURANTE SU PASO A TRAVÉS DE GRANDES HORNOS CILÍNDRICOS CUBIERTOS DE MATERIAL REFRACTARIO A -- UNA TEMPERATURA PROMEDIO DE 1300°C.

EN ESTE PROCESO SE EMPLEAN DOS REACTORES, YA QUE MIENTRAS SE PRODUCE NEGRO DE HUMO EN UN REACTOR, UN SEGUNDO REACTOR DE IDÉNTICO DISEÑO SE CALIENTA CON UNA MEZCLA ESTEQUIOMÉTRICA DE AIRE Y GAS. CUANDO EL REFRACTARIO DEL PRIMER REACTOR SE ENFRÍA POR DEBAJO DE LA TEMPERATURA ÓPTIMA DE DESINTEGRACIÓN LA UNIDAD ES PUESTA EN CICLO DE CALENTAMIENTO Y EL OTRO REACTOR ES PUESTO EN EL CICLO DE OPERACIÓN.

LOS NEGROS DE HUMO TÉRMICOS POSEEN LOS TAMAÑOS -- DE PARTÍCULA MÁS GRANDES Y LA MÁS BAJA ESTRUCTURA DE TODOS LOS TIPOS COMERCIALES.

TIENEN AMPLIA APLICACIÓN COMO CARGAS REFORZANTES
EN PRODUCTOS DE HULE.

EL RENDIMIENTO DE ESTE PROCESO VARÍA ENTRE EL 40
Y 50% DE CONVERSIÓN DEL CONTENIDO DE CARBÓN DEL
GAS A NEGRO DE HUMO.



PROCESO TERMICO PARA LA FABRICACION DE NEGRO DE HUMO

CARLOS E. CONDE AGUILAR.

2.4 PROCESO DE HORNO.

EL PROCESO DE HORNO ES EL MÁS EFICIENTE Y VERSÁTIL DE TODOS. PRÁCTICAMENTE EL 98% DE LOS TIPOS DE NEGRO DE HUMO EMPLEADOS EN LA INDUSTRIA HULERA MUNDIAL SE FABRICAN POR EL PROCESO DE HORNO.

EN ESTE PROCESO SE UTILIZA COMO MATERIA PRIMA DE ALIMENTACIÓN UN ACEITE PROVENIENTE DE LOS RESIDUOS AROMÁTICOS DE LA REFINACIÓN DEL PETRÓLEO O DE OPERACIONES PETROQUÍMICAS.

EL REACTOR ES UN CILINDRO DE ACERO RECUBIERTO -- CON LADRILLO REFRACTARIO PARA PROTECCIÓN CONTRA LAS ALTAS TEMPERATURAS.

EL ACEITE ES INYECTADO POR ATOMIZACIÓN AL REACTOR JUNTO CON UNA CORRIENTE DE ALTA VELOCIDAD DE GASES DE COMBUSTIÓN, PRODUCIDOS AL QUEMAR UN COMBUSTIBLE AUXILIAR QUE GENERALMENTE ES GAS NATURAL EN PRESENCIA DE AIRE EN EXCESO. UNA PORCIÓN DEL ACEITE SE QUEMA PARA MANTENER LA TEMPERATURA DE FLAMA, PERO LA MAYORÍA ES PIROLIZADO PARA FORMAR NEGRO DE HUMO E HIDRÓGENO.

EL RENDIMIENTO DE ESTE PROCESO ESTÁ COMPRENDIDO ENTRE EL 50 Y EL 70%, DEPENDIENDO PRINCIPALMENTE

DEL ÁREA SUPERFICIAL DEL PRODUCTO. A MAYOR ÁREA SUPERFICIAL MENOR ES EL RENDIMIENTO DEBIDO A LAS ALTAS TEMPERATURAS DE REACCIÓN. LA ESTRUCTURA DE LOS NEGROS DE HUMO SE AJUSTA MEDIANTE LA ADICIÓN DE PEQUEÑAS CANTIDADES DE SALES DE METALES ALCALINOS A LAS ZONAS DE FLAMA.

EL REACTOR ESTÁ DIVIDIDO EN TRES ZONAS, A SABER:

ZONA DE COMBUSTIÓN, DONDE SE ALIMENTA LA MATERIA PRIMA Y SE INICIA LA REACCIÓN.

ZONA DE REACCIÓN, DONDE SE EFECTÚA LA FORMACIÓN DEL NEGRO DE HUMO. EL RANGO DE TEMPERATURA DE REACCIÓN OSCILA ENTRE 1200 Y 1700°C Y LOS TIEMPOS DE RESIDENCIA VARIAN DE UNOS POCOS SEGUNDOS A MILÉSIMAS DE SEGUNDO, DEPENDIENDO DEL GRADO DE NEGRO DE HUMO EN PROCESO.

ZONA DE EXTINCIÓN, EN ESTA ZONA LA REACCIÓN ES DETENIDA BRUSCAMENTE MEDIANTE UNAS BOQUILLAS ASPERSORAS DE AGUA DE ENFRIAMIENTO QUE ABATEN LA TEMPERATURA A 700°C APROXIMADAMENTE.

LOS PRODUCTOS DEL REACTOR PASAN POR INTERCAMBIADORES DE CALOR USADOS PARA PRECALENTAR EL AIRE DE COMBUSTIÓN Y EL ACEITE, AL MISMO TIEMPO QUE -

SE ENFRÍAN LOS PRODUCTOS.

EL RESTO DEL EQUIPO TIENE COMO FINALIDAD SEPARAR AL NEGRO DE HUMO DE LOS GASES DE COMBUSTIÓN Y -- PREPARARLO ADECUADAMENTE PARA EL USUARIO.

LAS OPERACIONES INVOLUCRADAS SON FUNDAMENTALMENTE: FILTRACIÓN SÓLIDO-GAS, MOLIENDA, PELETIZADO, SECADO Y ENVASADO, SEGÚN SE MUESTRA EN LOS SIGUIENTES DIAGRAMAS DE FLUJO SIMPLIFICADOS.

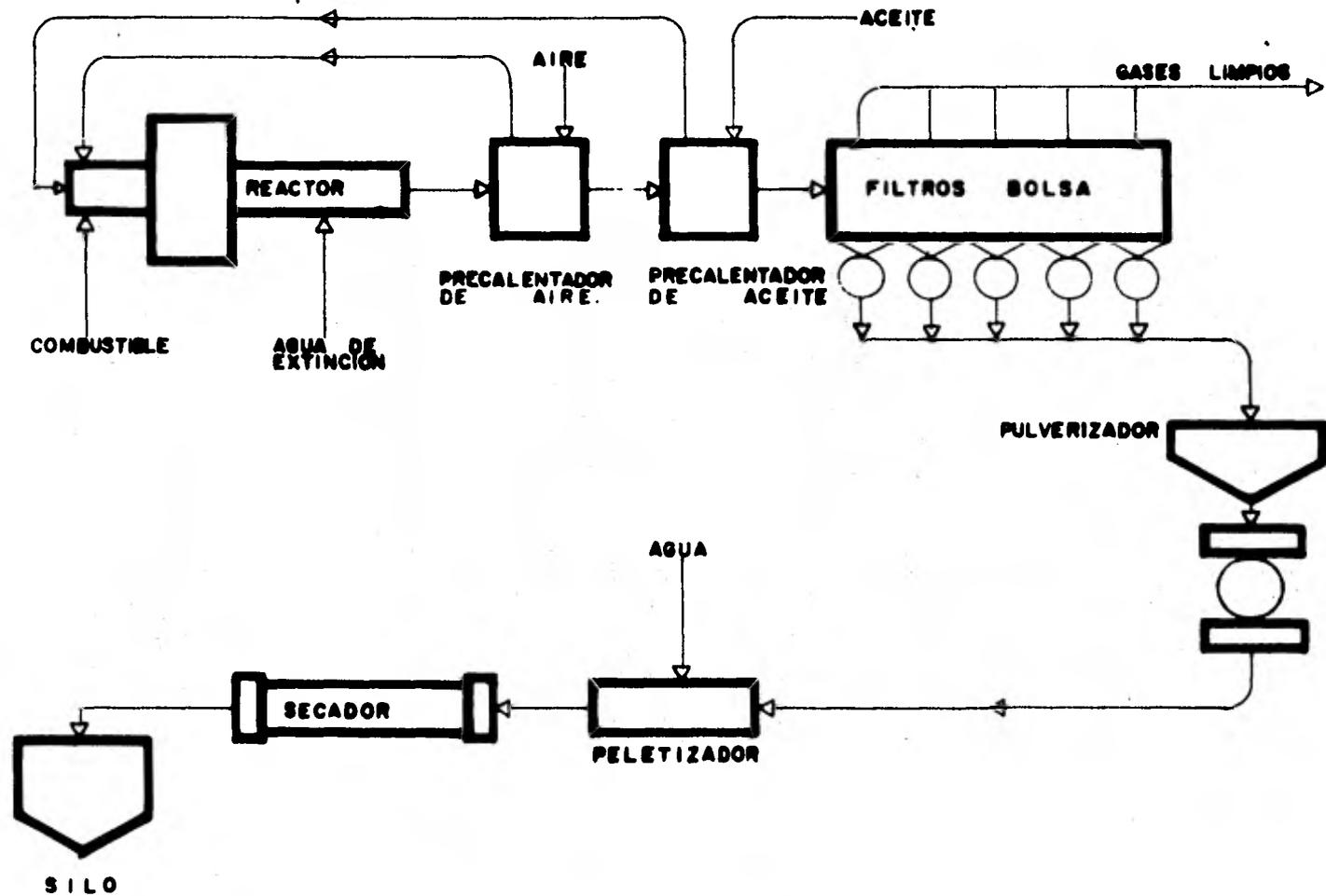
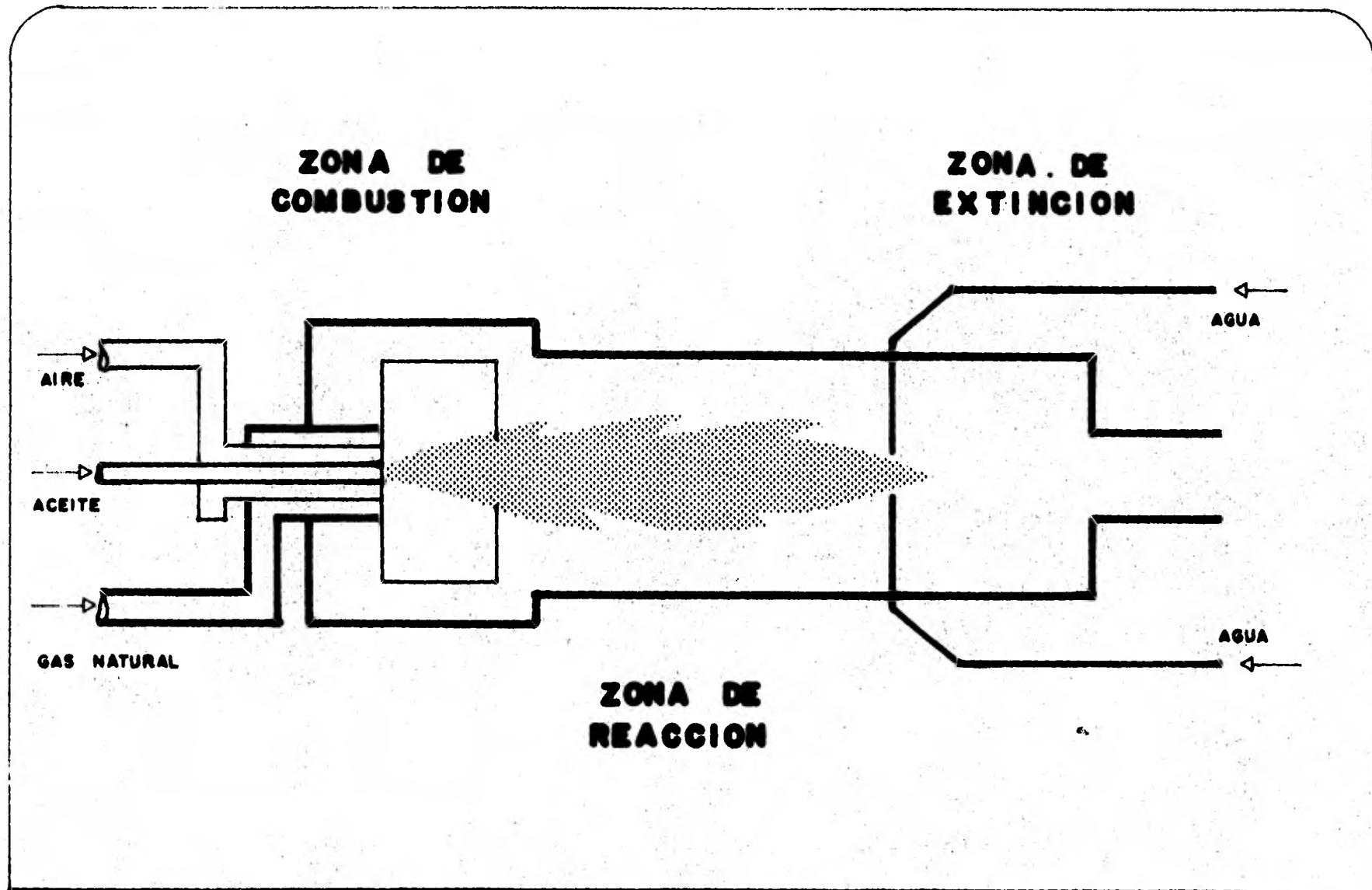


DIAGRAMA DE BLOQUES DE UNA PLANTA DE NEGRO DE HUMO

CARLOS E. CONDE AGUILAR.



SECCIONES DE UN REACTOR DE NEGRO DE HUMO DE HORNO

CARLOS E. CONDE AGUILAR.

3 PROCESO DE OBTENCION EN MEXICO

EL PROCESO DE FABRICACIÓN DE NEGRO DE HUMO UTILIZADO - EN MÉXICO (HULES MEXICANOS) ES EL MODERNO DE HORNO, CON -- TECNOLOGÍA DE ASHLAND CHEMICAL COMPANY, DIVISIÓN ESPECIALI ZADA DE ASHLAND OIL INC.

LA PLANTA DE NEGRO DE HUMO SE DIVIDE EN LAS SIGUIENTES ÁREAS:

1. AREA DE MATERIAS PRIMAS Y SERVICIOS AUXILIA- RES.
2. AREA DE REACTORES.
3. AREA DE SEPARACIÓN Y RECOLECCIÓN.
4. AREA DE PELETIZADO Y SECADO.
5. AREA DE ALMACENAMIENTO Y EMBARQUE.

3.1 MATERIAS PRIMAS Y SERVICIOS AUXILIARES.

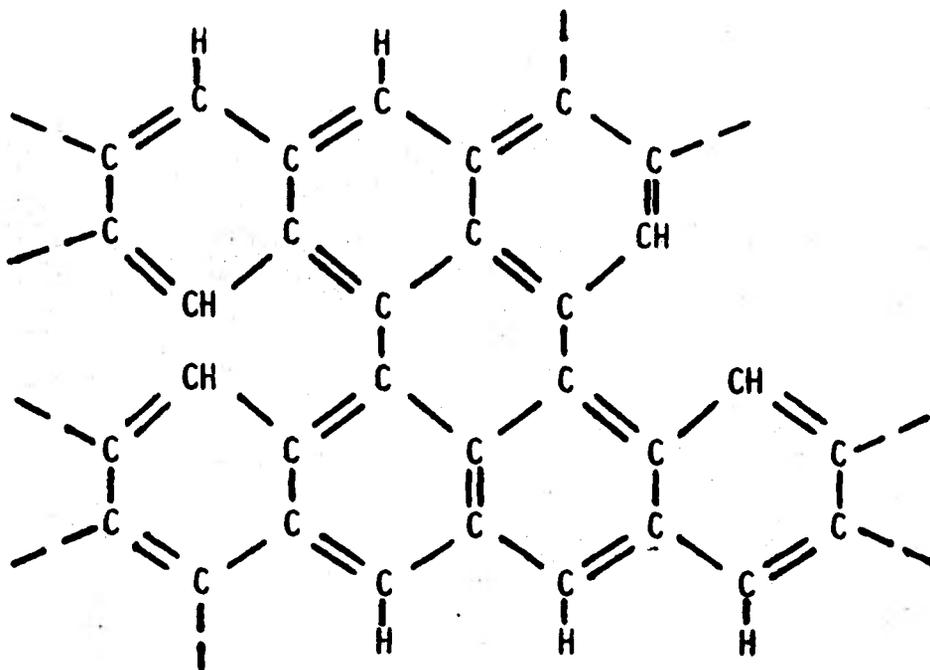
3.1.1 ACEITE DE CARGA.

EL ACEITE DE CARGA EMPLEADO EN LA PRODUC CIÓN DE NEGRO DE HUMO ES UN RESIDUO ALTA MENTE AROMÁTICO DE LA DESTILACIÓN DEL AL QUITRÁN DE HULLA O DE LA DESINTEGRACIÓN CATALÍTICA DE QUEROSINAS, EL CUAL SE RE- CIBE A TRAVÉS DE DUCTOS O PIPAS, PROCE-- DENTE DE LA REFINERÍA DE CD. MADERO. -

EL ACEITE ES DESCARGADO A LOS TANQUES DE ALMACENAMIENTO, LOS CUALES ESTÁN PROVIS- TOS DE CALENTADORES Y AGITADORES CON EL PROPÓSITO DE MANTENER LA TEMPERATURA LO SUFICIENTEMENTE ALTA Y DE ESTA FORMA LO- GRAR UN ADECUADO FLUJO DE ACEITE AL PRO- CESO.

LA PRINCIPAL CONSIDERACIÓN EN LA SELEC- CIÓN DE UN ACEITE PARA PRODUCIR NEGRO DE HUMO ES LA RELACIÓN HIDRÓGENO-CARBONO.

EL NEGRO DE HUMO PUEDE FABRICARSE UTILI- ZANDO MOLÉCULAS QUE CONTENGAN PARAFINAS, OLEFINAS, AROMÁTICOS O MOLÉCULAS AROMÁTI- CAS POLINUCLEARES, SIENDO ESTAS ÚLTIMAS LAS MÁS DESEABLES EN EL PROCESO, YA QUE A MEDIDA QUE AUMENTA EL NÚMERO DE ANI- LLOS AROMÁTICOS UNIDOS ENTRE SÍ, LA RELA- CIÓN HIDRÓGENO-CARBONO ES MENOR, Y POR - LO TANTO, EL RENDIMIENTO DE NEGRO DE HU- MO POR UNIDAD DE ACEITE ES MAYOR.



ESTRUCTURA DESEABLE DE LAS MOLÉCULAS
DE ACEITES AROMÁTICOS POLINUCLEARES.

CARACTERÍSTICAS DEL ACEITE.

UN ANÁLISIS TÍPICO DE ACEITE, DERIVADO DE LAS UNIDADES DE DESINTEGRACIÓN CATALÍTICA DE LAS REFINERÍAS DE PETRÓLEO, ES EL SIGUIENTE:

PROPIEDADES FÍSICAS.

BMI	125.0
DENSIDAD °API A 15.6°C (60°F)	0.0
DENSIDAD A 15.6°C (60°F)	1.076
TEMPERATURA DE CONGELACIÓN, °C	7.8 (46°F)
TEMPERATURA DE IGNICIÓN, °C	82.2 (180°F)
VISCOSIDAD, SSU A 98.9°C (210°F)	48.0

COMPOSICIÓN. %:

CARBÓN,	90.50
HIDRÓGENO,	7.70
AZUFRE,	1.40
OXÍGENO,	0.30
CENIZAS,	0.04
AGUA,	0.05
SODIO, PPM.	4.00
POTASIO, PPM.	0.10

OTRAS DETERMINACIONES EFECTUADAS AL ACEITE SON:

ASFALTENOS, % 3.2
RESIDUO DE CARBÓN CONRADSON, % 8.6

- DESTILACIÓN.

% DESTILADO	°C	°F
10	327.2	621.0
30	367.8	694.0
50	405.0	761.0
70	437.8	820.0
90	471.1	880.0
PROMEDIO	401.7	755.0

EL BMCI O INDICE DE CORRELACIÓN DE LA OFICINA DE MINAS ES UNA RELACIÓN EMPÍRICA ENTRE LA GRAVEDAD ESPECÍFICA Y EL PUNTO DE EBULLICIÓN PROMEDIO DEL ACEITE. (TEMPERATURA PROMEDIO DEL 10, 30, 50, 70 Y 90% DE ACEITE DESTILADO), CUYA DEFINICIÓN ES:

$$\text{BMCI} = \frac{48640}{(K)} + 473.7 (G) - 456.8$$

DONDE, K ES LA TEMPERATURA DE EBULLICIÓN PROMEDIO EXPRESADA EN °K Y G ES LA GRAVEDAD ESPECÍFICA A 15.6°C(60°F).

EL BMCI ES UNA MEDIDA INDIRECTA DE LA AROMATICIDAD Y -

POR LO TANTO, DEL CONTENIDO DEL CARBÓN DEL ACEITE, POR LO QUE ES UN INSTRUMENTO ÚTIL PARA COMPARAR ACEITES SIMILARES PARA LA PRODUCCIÓN DE NEGRO DE HUMO.

LA DENSIDAD ES UN INDICADOR INDIRECTO DE LA CALIDAD -- DEL ACEITE, YA QUE SE UTILIZA EN LA DETERMINACIÓN DEL BMCL.

LA TEMPERATURA DE CONGELACIÓN SE VERIFICA SIEMPRE, CON EL OBJETO DE CERCIORARSE QUE EL ACEITE NO SOLIDIFIQUE EN -- LOS DEPÓSITOS Y LÍNEAS.

EL PUNTO DE IGNICIÓN SE DETERMINA PARA GARANTIZAR QUE EL MATERIAL PUEDA SER MANEJADO Y ALMACENADO CON SEGURIDAD.

LA VISCOSIDAD ES USADA PARA MEDIR LA FACILIDAD DE BOMBEO DEL ACEITE.

EL ANÁLISIS PARA DETERMINAR EL CONTENIDO DE CARBÓN, -- HIDRÓGENO, AZUFRE, OXÍGENO, ETC., SE CORRELACIONA CON LAS PROPIEDADES Y RENDIMIENTO DEL NEGRO DE HUMO QUE VA A PRODUCIRSE.

LAS CENIZAS EN EL ACEITE SON IMPUREZAS QUE PROCEDEN -- PRINCIPALMENTE DE LOS CATALIZADORES EMPLEADOS EN LA DESINTEGRACIÓN CATALÍTICA. ESTAS IMPUREZAS APARECEN EN EL PRODUCTO FINAL, OCACIONANDO DEGRADACIÓN EN LAS PROPIEDADES REFORZANTES DE LOS COMPUESTOS DE HULE QUE SE HAYAN MEZCLADO

CON NEGROS DE HUMO CON ALTO CONTENIDO DE CENIZAS.

EL AGUA ES UN MATERIAL CONTAMINANTE QUE SE INCORPORA -
GENERALMENTE DURANTE EL MANEJO Y TRANSPORTE DEL ACEITE. --
SU DETERMINACIÓN ES IMPORTANTE, YA QUE LOS ACEITES CON AL-
TO CONTENIDO DE HUMEDAD PRODUCEN NEGROS DE HUMO DE BAJA ES-
TRUCTURA.

LA PRESENCIA DE SODIO Y POTASIO EN LOS ACEITES SE DEBE
A LAS SALES DISUELTAS EN EL AGUA O A TRAZAS RESIDUALES DE
LOS LAVADOS CAÚSTICOS A QUE SON SOMETIDOS ALGUNOS ACEITES.

LAS PRUEBAS DE ASFALTENOS Y RESIDUO DE CARBÓN CONRAD--
SON INDICAN LA TENDENCIA DE LOS ACEITES A FORMAR COQUE. -
LA FORMACIÓN DE COQUE ES INDESEABLE, YA QUE SE TRATA DE UN
MATERIAL DIFERENTE AL NEGRO DE HUMO QUE ORIGINA PROBLEMAS
DE PROCESABILIDAD CUANDO ÉSTE ES MEZCLADO CON EL HULE.

EL PROPÓSITO DE LA DESTILACIÓN ES OBTENER LAS TEMPERA-
TURAS DE EBULLICIÓN DEL ACEITE Y CALCULAR EL B_{MCI}.

3.1.2 GAS NATURAL.

EL COMBUSTIBLE USADO EN EL PROCESO ES EL GAS NATURAL Y TIENE LAS SIGUIENTES FUNCIONES:

1. PRECALENTAR LA CÁMARA DE REACCIÓN, PROPORCIONANDO LA TEMPERATURA ÓPTIMA DE DESINTEGRACIÓN.
2. ES EL MEDIO DE CALENTAMIENTO EMPLEADO EN LOS SECADORES PARA SECAR EL PRODUCTO.

CARACTERÍSTICAS DEL GAS NATURAL.

LA CALIDAD DEL GAS NATURAL, EMPLEADO EN LA FABRICACIÓN DE NEGRO DE HUMO, ESTÁ DIRECTAMENTE RELACIONADA CON SU CAPACIDAD CALORÍFICA, SU DENSIDAD Y SU COMPOSICIÓN.

A CONTINUACIÓN SE PRESENTA UN ANÁLISIS TÍPICO DE GAS NATURAL:

PROPIEDADES FÍSICAS.

PODER CALORÍFICO, BTU/FT ³	1080
DENSIDAD	0.616
COMPOSICIÓN, % VOL.	
METANO	93.31
ETANO	3.46

PROPANO	1.47
BUTANO	0.47
ISOBUTANO	0.37
PENTANO	0.55
INERTES	0.37

3.1.3 AIRE DE PROCESO.

EL AIRE ES LA FUENTE DE OXÍGENO NECESARIA PARA ALCANZAR LA COMBUSTIÓN DEL GAS NATURAL Y LA COMBUSTIÓN PARCIAL DEL ACEITE DE CARGA.

EL AIRE DE PROCESO ES COMPRIMIDO POR DOS SOPLADORES CENTRÍFUGOS.

3.1.4 AGUA DE PROCESO.

EL AGUA DE PROCESO O AGUA DE ANCLAJE SE EMPLEA PARA DETENER LA REACCIÓN, REDUCIENDO LA TEMPERATURA Y EVITANDO COMBUSTIÓN ADICIONAL NO CONTROLADA.

3.1.5 SERVICIOS AUXILIARES.

LOS SERVICIOS REQUERIDOS PARA LA OPERACIÓN DE LA PLANTA SON BÁSICAMENTE LOS MISMOS QUE LOS DE LA MAYORÍA DE LAS PLANTAS DE PROCESO, A SABER, ELECTRICIDAD, VAPOR, AGUA, AIRE, ETC. Y SUS PRINCIPA-

LES FUNCIONES SON LAS SIGUIENTES:

1. AIRE DE SERVICIO.

EL AIRE DE SERVICIO SE USA EN LA LIMPIEZA DE EQUIPOS, PRIMORDIALMENTE EN LOS FILTROS DE BOLSA, Y COMO AIRE DE INSTRUMENTOS, PARA LO CUAL DEBE ESTAR SECO Y LIBRE DE ACEITE Y TIERRA. ESTE AIRE SE PASA A TRAVÉS DE UN SECADOR QUE CONSTA DE DOS PEQUEÑOS TANQUES QUE CONTIENEN SÍLICA GEL Y CALENTADORES ELÉCTRICOS; EN OPERACIÓN, UN TANQUE ESTÁ EN SERVICIO EXTRAYENDO EL AGUA DEL AIRE MIENTRAS QUE EL OTRO TANQUE ESTÁ ABIERTO A LA ATMÓSFERA CON LOS CALENTADORES FUNCIONANDO PARA REGENERAR LA SÍLICA GEL.

2. VAPOR.

LOS PRINCIPALES USOS DEL VAPOR DE PROCESO EN LA PLANTA SON: CALENTAMIENTO DE LOS TANQUES DE ACEITE DE CARGA Y PARA PURGAR LOS SERPENTINES DE LOS PRECALENTADORES DE ACEITE.

3. SISTEMA DE MELAZA.

LA MELAZA SE UTILIZA COMO AGLUTINANTE EN EL PELETIZADO DEL NEGRO DE HUMO.

EL SISTEMA DE MELAZA CONSISTE EN UNA BOMBA DE RECEPCIÓN, UN FILTRO, UN TANQUE DE ALMACENAMIENTO PROVISTO DE UN CAMBIADOR DE CALOR EN EL FONDO QUE -- PERMITE MANTENER LA MELAZA CALIENTE - PARA OBTENER UNA RÁPIDA DISOLUCIÓN Y FÁCIL BOMBEO.

4. ELECTRICIDAD.

LA ENERGÍA REQUERIDA PARA EL FUNCIONAMIENTO DE LOS MOTORES, EQUIPO, INSTRUMENTOS, ETC., EXISTENTES EN LA PLANTA ES PROPORCIONADA POR LA CORRIENTE -- ELÉCTRICA DE VOLTAJE E INTENSIDAD --- APROPIADAS.

3.2 ÁREA DE REACTORES.

EN ESTA PLANTA SE TIENEN 2 TIPOS DE REACTORES: REACTORES "TREAD", LOS CUALES SE EMPLEAN PARA -- PRODUCIR NEGROS DE HUMO QUE SE USARÁN EN LA FA-- BRICACIÓN DE HULES PARA PISOS DE LLANTAS Y REACTORES "CARCASS", CUYA PRODUCCIÓN SE UTILIZA EN - LA MANUFACTURA DE HULES PARA CARCAZAS DE LLANTAS

LOS REACTORES SON CILINDROS DE ACERO AL CARBÓN - RECUBIERTOS CON MATERIAL REFRACTARIO CON EL OBJE

TO DE PROTEGERLOS DE LAS ALTAS TEMPERATURAS DE REACCIÓN.

ESTOS REACTORES SE DIVIDEN EN TRES SECCIONES: CÁMARA DE COMBUSTIÓN, SECCIÓN DE REACCIÓN Y SECCIÓN DE EXTINCIÓN.

EN LA PRODUCCIÓN DEL NEGRO DE HUMO, EL ACEITE DE CARGA O PROCESO, EL GAS NATURAL Y EL AIRE SON ALIMENTADOS AL REACTOR EN LÍNEAS SEPARADAS. TANTO EL ACEITE COMO EL AIRE DE PROCESO PASAN A TRAVÉS DE INTERCAMBIADORES DE CALOR, DONDE SON PRECALENTADOS POR INTERCAMBIO INDIRECTO CON LA CORRIENTE DE GASES DE SALIDA DEL REACTOR EN LA CUAL VA SUSPENDIDO EL NEGRO DE HUMO.

CÁMARA DE COMBUSTIÓN.

EN ESTA CÁMARA EL AIRE Y EL GAS NATURAL SON MEZCLADOS Y QUEMADOS, ÉSTOS ENTRAN AXIALMENTE A TRAVÉS DE UN QUEMADOR. EL ACEITE PRECALENTADO ENTRA A TRAVÉS DE UN INYECTOR, EL CUAL ESTÁ PROVISTO DE UNA BOQUILLA QUE ATOMIZA EL ACEITE EN FORMA RADIAL Y LO DIRIGE HACIA LA ZONA DE REACCIÓN, PASANDO POR UNA RESTRICCIÓN QUE CAUSA QUE LA VELOCIDAD DE LOS GASES SE INCREMENTE Y DE ESTE MODO EL ACEITE VAPORIZADO Y LOS GASES SE MEZCLAN VIOLENTAMENTE.

SECCIÓN DE REACCIÓN.

LA TRANSFERENCIA DE CALOR DE LOS GASES DE COMBUSTIÓN AL ACEITE DE CARGA Y LA COMBUSTIÓN PARCIAL DE ÉSTE, INICIAN LA DESHIDROGENACIÓN Y FRAGMENTACIÓN DE LAS MOLÉCULAS DEL ACEITE PRODUCIENDO ÁTOMOS DE CARBONO, LOS CUALES SE AGLOMERAN FORMANDO PARTÍCULAS SÓLIDAS DE NEGRO DE HUMO. LA TEMPERATURA DE REACCIÓN OSCILA ENTRE 1200 Y 1700°C.

SECCIÓN DE EXTINCIÓN.

LA FORMACIÓN Y EL CRECIMIENTO DE LAS PARTÍCULAS DE NEGRO DE HUMO CONTINÚA HASTA CIERTO LÍMITE EN ESTA ZONA DEL REACTOR ANTES DE QUE LA REACCIÓN - SEA DETENIDA TOTALMENTE.

EL NEGRO DE HUMO FORMADO EN LA CORRIENTE GASEOSA ENTRA EN CONTACTO CON EL AGUA DE EXTINCIÓN QUE - SE ALIMENTA AL REACTOR POR MEDIO DE ESPREAS COLOCADAS ALREDEDOR DE ESTA SECCIÓN DEL REACTOR, - REDUCIENDO LA TEMPERATURA DE LA CORRIENTE GASEOSA A APROXIMADAMENTE 700°C. EL AGUA DE EXTIN--- CIÓN ABANDONA EL REACTOR COMO VAPOR EN LA CO---- RRIENTE GASEOSA, LA CUAL ESTÁ FORMADA POR PARTÍ- CULAS FINAMENTE DIVIDIDAS DE NEGRO DE HUMO Y UNA MEZCLA DE HIDRÓGENO, NITRÓGENO, MONÓXIDO DE CARBONO Y DIÓXIDO DE CARBONO, PRINCIPALMENTE.

LA COLOCACIÓN DE LAS ESPREAS DEL AGUA DE EXTINCIÓN, JUNTO CON OTRAS VARIABLES DE PROCESO, DETERMINAN EL TAMAÑO DE PARTÍCULA DEL NEGRO DE HUMO. MIENTRAS MÁS ALEJADAS SE ENCUENTREN LAS ESPREAS, EL TAMAÑO DE PARTÍCULA ES MÁS GRANDE, YA QUE EL TIEMPO DE RESIDENCIA EN EL REACTOR ES MAYOR.

3.3 SEPARACIÓN Y RECOLECCIÓN.

LOS GASES PROCEDENTES DEL REACTOR SE PASAN A UN CICLÓN EN EL CUAL SE AGLOMERAN LAS PARTÍCULAS DE NEGRO DE HUMO DE TAL MANERA QUE PUEDAN SER SEPARADAS EN LOS FILTROS DE BOLSA. EL FILTRO DE BOLSA ESTÁ INTEGRADO POR VARIOS COMPARTIMIENTOS QUE CONTIENEN LAS BOLSAS DE FIBRA DE VIDRIO. LA CORRIENTE GASEOSA ENTRA A LOS COMPARTIMIENTOS POR LA PARTE INFERIOR A TRAVÉS DE UNA CÁMARA DE CIRCULACIÓN Y FLUYE POR EL INTERIOR DE LOS FILTROS DE BOLSA, EL NEGRO DE HUMO SE DEPOSITA EN EL INTERIOR DE LAS BOLSAS, MIENTRAS QUE LOS GASES LIMPIOS ABANDONAN EL SISTEMA POR EL DESFOGUE. EL NEGRO DE HUMO DEPOSITADO EN LAS BOLSAS SE DESALOJA PERIÓDICAMENTE POR MEDIO DE UN FLUJO INVERSO DE LA CORRIENTE GASEOSA QUE DEPOSITA AL NEGRO DE HUMO EN EL FONDO DE LOS COMPARTIMIENTOS, DE DONDE SE ENVÍA A TRAVÉS DE UNA VÁLVULA ROTATORIA A

UN TRANSPORTADOR NEUMÁTICO QUE DESCARGA A UN SISTEMA SECUNDARIO DE CICLONES Y FILTROS BOLSA ARREGLADOS EN SERIE Y EN LOS CUALES SE SEPARA LA MAYORÍA DEL NEGRO DE HUMO.

POSTERIORMENTE, EL NEGRO DE HUMO FLUYE POR GRAVEDAD HACIA LOS MICROPULVERIZADORES, QUE SON MOLINOS DE MARTILLOS DE ALTA VELOCIDAD, DE DONDE PASA A UNA TOLVA COMPENSADORA.

3.4 PELETIZADO Y SECADO.

EL SIGUIENTE PASO DEL PROCESO SE EFECTÚA EN LOS PELETIZADORES. EL PELETIZADO ES UNA OPERACIÓN QUE TIENE POR OBJETO INCREMENTAR LA DENSIDAD DEL PRODUCTO POR ECONOMÍA EN EL TRANSPORTE Y PROPORCIONAR AL USUARIO UN PRODUCTO RELATIVAMENTE LIBRE DE POLVOS PARA TENER UNA OPERACIÓN LIMPIA.

LOS PELETIZADORES SON CILINDROS HORIZONTALES EN CUYO INTERIOR ESTÁ SOPORTADA UNA FLECHA, SOBRE LA CUAL ESTÁN COLOCADOS UNOS VÁSTAGOS DE ACERO INOXIDABLE TERMINADOS EN PUNTA CÓNICA.

EL PELETIZADO SE EFECTÚA POR VÍA HÚMEDA, POR LO QUE ADEMÁS DEL NEGRO DE HUMO, SE ALIMENTA AGUA -

A LOS PELETIZADORES. LA ACCIÓN DE FROTAMIENTO - ENTRE LAS PUNTAS DE LOS VÁSTAGOS Y LA CAPA HÚME- DA DE NEGRO DE HUMO, FORMADA ENTRE LA FLECHA Y - LA CORAZA DEL PELETIZADOR, CAUSAN LA FORMACIÓN - DE PERDIGONES O PÍLDORAS APROXIMADAMENTE ESFÉRI- CAS DE 0.2 A 2 MILÍMETROS DE DIÁMETRO.

GENERALMENTE, SE AGREGA UN AGLUTINANTE AL AGUA - DE PELETIZADO QUE PUEDE SER MELAZA O LIGNOSULFO- NATO DE SODIO, SIN EMBARGO, DEBEN SER CUIDADOSA- MENTE CONTROLADOS, YA QUE INCREMENTAN LA DUREZA DE LAS PARTÍCULAS PROVOCANDO UNA DIFÍCIL DISPER- SIÓN DEL NEGRO DE HUMO AL MEZCLARLO CON EL HULE.

LAS VARIABLES A CONTROLAR EN ESTA OPERACIÓN SON: VELOCIDAD DE ALIMENTACIÓN DE NEGRO DE HUMO, CAN- TIDAD DE AGUA Y AGLUTINANTE, TEMPERATURA DEL PE- LETIZADOR Y VELOCIDAD DEL PELETIZADOR.

LAS PARTÍCULAS QUE SALEN DEL PELETIZADOR CON UN CONTENIDO DE 35-60% DE AGUA SON TRANSPORTADOS A LOS SECADORES.

LOS SECADORES SON TAMBORES CILÍNDRICOS ROTATO--- RIOS, CUYAS PAREDES ESTÁN CUBIERTAS CON MATERIAL REFRACTARIO, EQUIPADO CON QUEMADORES DE GAS NATU

RAL A LO LARGO DE ÉSTAS. LOS SECADORES ESTÁN DIVIDIDOS EN 3 ZONAS DE CALENTAMIENTO, LAS 2 PRIMAS SON UTILIZADAS PARA EVAPORAR EL AGUA DE PELETIZADO Y LA TERCERA ES USADA PARA CALENTAR EL NEGRO DE HUMO A LA TEMPERATURA DESEADA.

EL FLUJO DE GAS A LAS ZONAS 1 Y 2 ESTÁ CONTROLADO POR EL FLUJO DE AGUA DE PELETIZADO Y EL FLUJO DE GAS A LA ZONA 3 ES CONTROLADO POR UN ELEMENTO SENSOR DE TEMPERATURA DE LOS GASES DE SALIDA DEL SECADOR.

LA TRANSFERENCIA DE CALOR OCURRE DE LA COMBUSTIÓN DEL GAS NATURAL A LAS PAREDES DEL SECADOR Y DE ÉSTAS AL NEGRO DE HUMO. EL CONTENIDO DE HUMEDAD DEL PRODUCTO A LA SALIDA DEL SECADOR ES INFERIOR AL 1% EN PESO.

LOS GASES DE SALIDA DEL SECADOR, CONSISTEN TÍPICAMENTE DE VAPOR DE AGUA, AIRE Y UNA MÍNIMA CANTIDAD DE NEGRO DE HUMO SUELTO QUE NO LLEGA A PELETIZARSE. ESTA CORRIENTE SE RECIRCULA A LOS FILTROS BOLSA PRIMARIOS, DONDE SE RETIENE EL NEGRO DE HUMO, DE TAL FORMA QUE EL VAPOR Y EL AIRE ESCAPEN A LA ATMÓSFERA LIBRES DE EMISIONES CONTAMINANTES.

3.5 ALMACENAMIENTO Y EMBARQUE.

EL NEGRO DE HUMO PROCEDENTE DE LOS SECADORES ES TRANSPORTADO HACIA UN SEPARADOR MAGNÉTICO QUE REMUEVE LAS PARTÍCULAS METÁLICAS QUE PUDIERAN DESPRENDERSE DEL EQUIPO DE PROCESO. ESTAS PARTÍCULAS SON DEPOSITADAS EN UN COLECTOR DE METALES.

A CONTINUACIÓN, EL PRODUCTO ES TRANSPORTADO A -- UNA CRIBA VIBRATORIA, EQUIPADA CON UNA DOBLE CUBIERTA DE MALLAS FINAS Y GRUESAS, CON EL PROPÓSITO DE SEPARAR LOS GRÁNULOS PELETIZADOS QUE POR -- SER MÁS GRUESOS O MÁS FINOS NO SE AJUSTAN A LOS TAMAÑOS DE ESPECIFICACIÓN.

EL MATERIAL FUERA DE ESPECIFICACIÓN ES DIRIGIDO A UNA TOLVA DE ALMACENAMIENTO TEMPORAL, DE DONDE SE ENVIARÁ A REPROCESO. LOS GRÁNULOS DE MAYOR -- TAMAÑO VAN AL MICROPULVERIZADOR, MIENTRAS QUE -- LOS FINOS SE REINCORPORAN AL PROCESO EN LA DES--CARGA DE ESE MISMO MICROPULVERIZADOR.

LOS GRÁNULOS QUE SE AJUSTAN A LA ESPECIFICACIÓN ESTABLECIDA, SON ENVIADOS A LOS SILOS DE ALMACENAMIENTO POR MEDIO DE UN TRANSPORTADOR DE CANGILONES.

LOS SILOS ESTÁN DIVIDIDOS EN CUATRO COMPARTIMIENTOS PARA ALMACENAR LOS DIVERSOS GRADOS DE NEGRO DE HUMO.

DE LOS SILOS DE ALMACENAMIENTO EL NEGRO DE HUMO SE ENVÍA A LOS CARROS TOLVA DE FERROCARRIL, A LOS CAMIONES TOLVA PARA SU EMBARQUE A GRANEL O A LA UNIDAD AUTOMÁTICA DE EMPACADO.

EN LA UNIDAD AUTOMÁTICA DE EMPACADO, EL NEGRO DE HUMO SE ENVASA EN BOLSAS DE PAPEL "KRAFT", VERIFICANDO EL PESO EN UNA BÁSCULA AUTOMÁTICA, QUE RECHAZA LA BOLSA CUYO CONTENIDO SEA MENOR O MAYOR DEL PESO ESTIPULADO.

3.6 DIAGRAMA DE FLUJO.

LA SECUENCIA TOTAL DE OPERACIONES, SE MUESTRA EN EL SIGUIENTE DIAGRAMA DE FLUJO SIMPLIFICADO, MISMO QUE INCLUYE EL EQUIPO, INSTRUMENTACIÓN, DISPOSITIVOS DE SEGURIDAD Y MANEJO DE CORRIENTES EN LAS DIFERENTES ÁREAS DEL PROCESO.

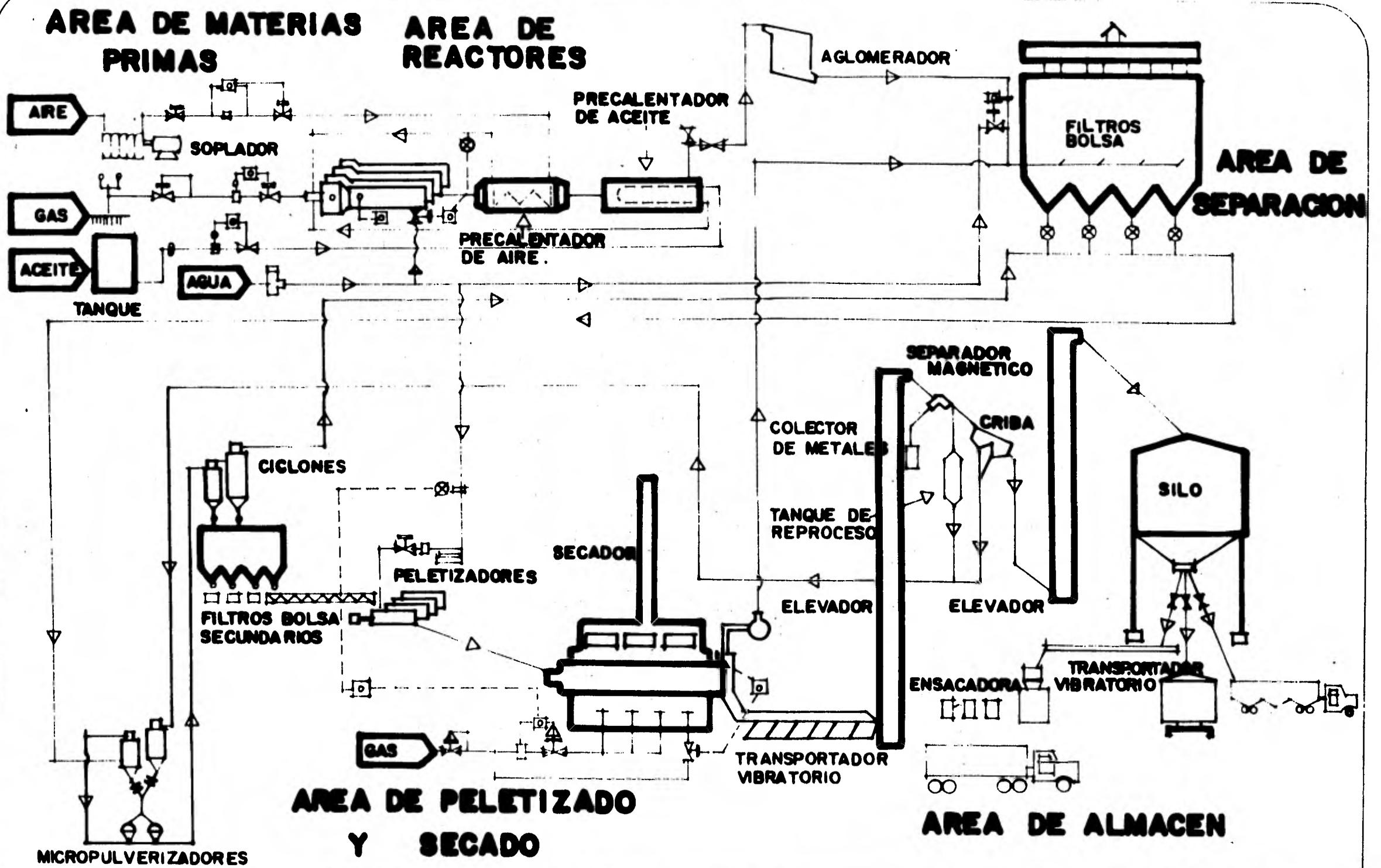


DIAGRAMA DE FLUJO SIMPLIFICADO

CARLOS E. CONDE AGUILAR.

4 PROPIEDADES Y PRUEBAS DE CONTROL

SIENDO EL NEGRO DE HUMO UN PRODUCTO ESPECIALIZADO, SE HAN ESTABLECIDO DETERMINADAS PRUEBAS ANALÍTICAS CUYO PROPÓSITO ES IDENTIFICAR LOS DIFERENTES TIPOS, DEFINIR SU CALIDAD Y PROVEER LA SUFICIENTE INFORMACIÓN PARA DAR UNA INDICACIÓN DEL FUNCIONAMIENTO ESPERADO AL MEZCLARLO EN UN COMPUESTO DE HULE.

EXISTEN CUATRO PROPIEDADES FUNDAMENTALES DEL NEGRO DE HUMO QUE SE EMPLEAN EFECTIVAMENTE EN LA DETERMINACIÓN DE LA CALIDAD DE ESTOS PRODUCTOS. ESTAS PROPIEDADES SON LAS SIGUIENTES:

ÁREA SUPERFICIAL.

TAMAÑO DE PARTÍCULA.

ESTRUCTURA.

ACTIVIDAD SUPERFICIAL.

LA PRECISIÓN EN LA MEDIDA DE ESTAS PROPIEDADES PROPORCIONARÁ UNA BASE PARA PREDECIR LAS CARACTERÍSTICAS DE REFUERZO, DE ACUERDO CON LOS LÍMITES ESTABLECIDOS EN LAS ESPECIFICACIONES DE CADA GRADO DE NEGRO DE HUMO.

HOY EN DÍA, EXISTEN ALREDEDOR DE 50 TIPOS COMERCIALES DIFERENTES DE NEGROS DE HUMO DE HORNO DISPONIBLES PARA LA INDUSTRIA HULERA. EL TAMAÑO DE PARTÍCULA VARÍA DE 20 A 100 NANÓMETROS, APROXIMADAMENTE.

SI TENEMOS UN NEGRO DE HUMO CON UN TAMAÑO DE PARTÍCULA DADO, ES POSIBLE CREAR DISTINTOS TIPOS VARIANDO EL ÁREA SUPERFICIAL O LA ESTRUCTURA. CADA UNA DE ESTAS VARIACIONES PUEDE TENER UN EFECTO SIGNIFICATIVO EN EL PRODUCTO EN EL - QUE SE APLIQUEN LOS NEGROS DE HUMO CON LAS MODIFICACIONES MENCIONADAS, DE AQUÍ QUE SEA EXTREMADAMENTE IMPORTANTE CONOCER, TAN EXACTAMENTE COMO SEA POSIBLE, CUÁL ES EL NEGRO DE HUMO ESPECÍFICO QUE SE ESTÁ MANEJANDO Y SI LAS VARIACIONES QUE PRESENTA ESTÁN COMPRENDIDAS DENTRO DE LOS LÍMITES ACEPTABLES DE ESPECIFICACIÓN.

4.1 AREA SUPERFICIAL.

EL ÁREA SUPERFICIAL DE UN NEGRO DE HUMO, DEFINIDA POR LA ASTM (AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS) ES: EL ÁREA DISPONIBLE EN LA SUPERFICIE DE UN GRAMO DE NEGRO DE HUMO, EXPRESADA EN METROS CUADRADOS.

EXISTEN TRES MÉTODOS PARA MEDIR EL ÁREA SUPERFICIAL DE LOS NEGROS DE HUMO:

1. MÉTODO ASTM D-1510, NÚMERO DE ADSORCIÓN DE IODO.

ESTE MÉTODO CUBRE LA DETERMINACIÓN INDIRECTA DEL ÁREA SUPERFICIAL POR MEDIO DE UN PROCEDIMIENTO CENTRÍFUGO. EL NÚMERO DE IODO ES ----

IGUAL A LOS MILIGRAMOS DE IODO ADSORBIDOS POR GRAMO DE NEGRO DE HUMO.

2. MÉTODO ASTM D-3037, DETERMINACIÓN DEL AREA SUPERFICIAL POR ADSORCIÓN DE NITRÓGENO.

ESTE MÉTODO DESCRIBE LA DETERMINACIÓN DEL ÁREA SUPERFICIAL DE NEGRO DE HUMO QUE ESTÁ DISPONIBLE A LA MOLÉCULA DE NITRÓGENO.

3. MÉTODO ASTM D-3765, DETERMINACIÓN DEL AREA SUPERFICIAL POR ADSORCIÓN DE BROMURO DE CETIL-TRIMETIL-AMONIO (CTAB) O BROMURO DE HEXADECIL-TRIMETIL-AMONIO.

LA MOLÉCULA DE BROMURO DE CETIL-TRIMETIL-AMONIO ES RELATIVAMENTE GRANDE, POR LO QUE NO ES ADSORBIDA EN LOS MICROPOROS DEL NEGRO DE HUMO. POR ESTA RAZÓN, ESTE MÉTODO ES MÁS REPRESENTATIVO, YA QUE REFLEJA ÚNICAMENTE LA SUPERFICIE QUE ESTÁ LIBRE PARA INTERACTUAR CON LAS MOLÉCULAS DE HULE.

4.2 TAMAÑO DE PARTÍCULA.

EXISTE CIERTA CONTROVERSIA RESPECTO AL TÉRMINO TAMAÑO DE PARTÍCULA, ALGUNOS EN LA INDUSTRIA LO DEFINEN EN TÉRMINOS DEL TAMAÑO DE UNA ESTRUCTURA AGREGADA, FORMADA POR VARIAS PARTÍCULAS, MIENTRAS QUE OTROS LO DEFINEN EN FUNCIÓN DEL TAMAÑO DE UNA UNIDAD FUNDAMENTAL O ESTRUCTURA

UNITARIA. RECIENTEMENTE, LA ASTM HA ACEPTADO --
UNA PRUEBA PARA EVALUAR EL TAMAÑO DE UNA ESTRUC-
TURA AGREGADA. NO EXISTE UNA PRUEBA ESTANDARIZA-
DA PARA MEDIR EL TAMAÑO DE UNA UNIDAD FUNDAMEN--
TAL, SIN EMBARGO EN LA MAYORÍA DE LOS LABORATO--
RIOS SE EMPLEA EL MICROSCOPIO ELECTRÓNICO PARA -
EFECTUAR ESTA MEDICIÓN. A PESAR DE ESTO, LA ---
ASTM DEFINE EL TAMAÑO DE PARTÍCULA COMO EL TAMA-
ÑO DE LA UNIDAD MÁS PEQUEÑA DE NEGRO DE HUMO.

SE HA DEMOSTRADO QUE EL TAMAÑO DE PARTÍCULA ES -
UN PARÁMETRO IMPORTANTE QUE AFECTA LA RESISTEN--
CIA A LA ABRASIÓN, LA GENERACIÓN DE CALOR, EL RE-
FUERZO Y EL REBOTE DE UN COMPUESTO DE HULE. A -
CARGAS IGUALES, UN NEGRO DE HUMO DE PARTÍCULA --
MÁS PEQUEÑA IMPARTE MAYOR RESISTENCIA A LA ABRA-
SIÓN, MAYOR PODER REFORZANTE ASÍ COMO MENOR REBO-
TE. ESTAS PROPIEDADES SON DE CAPITAL IMPORTAN--
CIA EN LA MANUFACTURA DE LLANTAS, YA QUE INCRE--
MENTAN LA RESISTENCIA AL RODAMIENTO.

EL MÉTODO EMPLEADO POR LA ASTM PARA DETERMINAR -
INDIRECTAMENTE EL TAMAÑO DE PARTÍCULA ES EL ----
D-3265, EL CUAL MIDE EL PODER TINTÓREO DE UN NE-
GRO DE HUMO. EL PROCEDIMIENTO ES EL SIGUIENTE:

SE MEZCLA PERFECTAMENTE UNA MUESTRA DE NEGRO DE HUMO CON ÓXIDO DE ZINC Y UN ACEITE DE SOYA EPOXIDADO. ESTA PASTA SE EXTIENDE PARA PRODUCIR UNA SUPERFICIE APROPIADA PARA MEDIR LA REFLECTANCIA DE LA MEZCLA EN UN ELECTROFOTÓMETRO. LA REFLECTANCIA DE LA MEZCLA SE COMPARA CON LA REFLECTANCIA DE UN NEGRO DE HUMO DE REFERENCIA -- PREPARADO DE IGUAL FORMA. EL PODER TINTÓREO DE LA MUESTRA PROBADA SE EXPRESA EN UNIDADES DE REFLECTANCIA Y ESTÁ DADO POR LA RELACIÓN DE LA REFLECTANCIA DEL NEGRO DE HUMO DE REFERENCIA DIVIDIDA ENTRE LA REFLECTANCIA DE LA MUESTRA MULTIPLICADA POR 100.

4.3 ESTRUCTURA.

LA ESTRUCTURA SE DEFINE COMO LA DESVIACIÓN DE ESFERICIDAD QUE PRESENTAN LAS PARTÍCULAS COMO RESULTADO DE LAS IRREGULARIDADES DE LA FORMA DE LAS PARTÍCULAS AGREGADAS DE NEGRO DE HUMO.

LA ESTRUCTURA SE MIDE LLENANDO LOS ESPACIOS VACÍOS EXISTENTES EN EL INTERIOR DE LAS PARTÍCULAS CON UN LÍQUIDO.

LA ASTM TIENE DOS MÉTODOS PARA DETERMINAR LA ESTRUCTURA DE LOS NEGROS DE HUMO QUE SON:

1. MÉTODO ASTM-D-2414. DETERMINACIÓN DEL NÚMERO DE ABSORCIÓN DE FTALATO DE DIBUTILO.
2. MÉTODO ASTM-D-3493. DETERMINACIÓN DEL NÚMERO DE ABSORCIÓN DE FTALATO DE DIBUTILO DE UNA -- MUESTRA COMPRIMIDA.

AMBOS PROCEDIMIENTOS EFECTÚAN LA DETERMINA---
CIÓN LLENANDO LOS ESPACIOS HUECOS DEL NEGRO -
DE HUMO CON FTALATO DE DIBUTILO (DBP) Y SE RE
PORTA COMO EL VOLUMEN DE FTALATO DE DIBUTILO
EMPLEADO EN LA PRUEBA EXPRESADO EN CM^3 , POR -
EL PESO DE LA MUESTRA EXPRESADO EN GRAMOS.

LA ESTRUCTURA ESTÁ ÍNTIMAMENTE LIGADA CON EL
TAMAÑO DE PARTÍCULA, Y POR LO TANTO CON LAS -
CARACTERÍSTICAS DE REFUERZO QUE IMPARTEN AL -
HULE.

4.4 ACTIVIDAD SUPERFICIAL.

LA ACTIVIDAD SUPERFICIAL DE UN NEGRO DE HUMO ES-
TÁ ESTRECHAMENTE RELACIONADA CON EL NÚMERO DE --
GRUPOS FUNCIONALES CONTENIDOS EN SU SUPERFICIE.
VILLARS ESTUDIÓ LA REACCIÓN DEL NEGRO DE HUMO --
CON EL REACTIVO DE GRIGNARD Y BASADO EN EL META-
NO DESPRENDIDO DEMOSTRÓ QUE EL 14% DEL OXÍGENO -
TOTAL ESTÁ UNIDO A HIDRÓGENOS ACTIVOS DE GRUPOS
CARBOXILO Y ALCOHOL (-COOH, -OH). PARTE DEL - -

REACTIVO DE GRIGNARD FUE CONSUMIDO SIN DESPREN--
DER METANO, LO CUAL INDICA LA PRESENCIA DE OTROS
GRUPOS CONTENIENDO OXÍGENO EN LA SUPERFICIE DEL
NEGRO DE HUMO, DEL ORDEN DE 12%.

SMITH Y SCHAEFFER ENCONTRARON UNA VARIEDAD DE --
GRUPOS CONTENIENDO OXÍGENO, POR MEDIO DEL ESPEC--
TRO DE EMISIÓN DE LOS PRODUCTOS DE DESCOMPOSI---
CIÓN DEL NEGRO DE HUMO, AL BOMBARDEARLOS CON ---
ELECTRONES EN VACÍO. ENTRE ESTOS GRUPOS SE EN--
CUENTRAN LOS SIGUIENTES: ALDEHIDO, CETONA, ALCO--
HOL Y CARBOXILO (-CHO, -CO-, -OH, -COOH).

HOFFMAN Y ÖHLERICH CONFIRMARON LA PRESENCIA DE -
GRUPOS CARBOXILO E HIDROXILO AL TRATAR EL NEGRO
DE HUMO CON DIAZOMETANO, OBTENIENDO ÉSTERES Y É--
TERES METÁLICOS. LA PRODUCCIÓN DE ÉSTERES INVO--
LUCRA LA METILACIÓN DE GRUPOS CARBOXÍLICOS Y LA
DE ÉTERES LA METILACIÓN DE GRUPOS FENÓLICOS. --
DEL CONTENIDO TOTAL DE OXÍGENO, ENCONTRARON QUE
EL 16.5% SE ENCUENTRA EN ESTOS GRUPOS.

LINDBERG Y PAJU PROPONEN LA REDUCCIÓN DE QUINO--
NAS A HIDROQUINONAS CON BOROHIDRURO DE SODIO CO--
MO UN PROCEDIMIENTO PARA DETERMINAR LOS GRUPOS -
QUINOIDES PRESENTES EN EL NEGRO DE HUMO Y CUANTI--
FICARON QUE DEL OXÍGENO TOTAL CONTENIDO EN LOS -

NEGROS DE HUMO, EL 18% SE ENCUENTRA EN ESTA FORMA.

ESTOS GRUPOS FUNCIONALES TIENEN INTERACCIÓN DURANTE EL PROCESO DE VULCANIZACIÓN, YA QUE A MAYOR NÚMERO DE GRUPOS FUNCIONALES PRESENTES EN UN NEGRO DE HUMO, LA VELOCIDAD DE VULCANIZACIÓN DE UN COMPUESTO DE HULE ES MÁS LENTA.

LA ACTIVIDAD SUPERFICIAL ES AFECTADA TAMBIÉN POR EL CONTENIDO DE OXÍGENO DE LOS GRUPOS FUNCIONALES, DISMINUYENDO LA ACTIVIDAD CONFORME EL CONTENIDO DE OXÍGENO DISMINUYE.

LA ASTM HA ESTABLECIDO DOS MÉTODOS PARA EVALUAR LA ACTIVIDAD SUPERFICIAL DE LOS NEGROS DE HUMO, POR MEDIO DE LA DETERMINACIÓN DE LA VISCOSIDAD Y LAS CARACTERÍSTICAS DE VULCANIZACIÓN DE UN COMPUESTO TIPO, QUE PUEDE SER FORMULADO CON HULE NATURAL O CON HULE SINTÉTICO DE ESTIRENO-BUDATIENO.

ESTOS MÉTODOS SON EL D-1646 Y EL D-2084, MEDIANTE SU APLICACIÓN PODEMOS CONOCER EL TIEMPO REQUERIDO PARA INICIAR LA VULCANIZACIÓN, LA VELOCIDAD DE CURADO AL INICIO Y A LO LARGO DE LA VULCANIZACIÓN.

ADICIONALMENTE A LAS PRUEBAS MENCIONADAS, EXISTEN OTRAS PRUEBAS QUE DEFINEN LA PUREZA DEL NEGRO DE HUMO Y LA CALIDAD DE LOS GRÁNULOS.

4.5 PRUEBAS DE PUREZA.

4.5.1 RESIDUO EN MALLA 35 Y 325. (MÉTODO ASTM D-1514).

ESTA PRUEBA ES ÚTIL PARA DETERMINAR EL MATERIAL EXTRAÑO EN EL NEGRO DE HUMO, TAL COMO ARENILLAS PROVENIENTES DEL MATERIAL REFRACTARIO DE LOS REACTORES Y QUE SON ARRASTRADOS A LO LARGO DEL PROCESO.

4.5.2 PÉRDIDAS POR CALENTAMIENTO. (MÉTODO ASTM D-1509).

POR MEDIO DE ESTA PRUEBA SE CUANTIFICA EL CONTENIDO DE HUMEDAD DE LOS NEGROS DE HUMO.

4.5.3 CONTENIDO DE CENIZAS. (MÉTODO ASTM D-1506).

CON ESTA PRUEBA SE DETERMINAN LAS CENIZAS.

ZAS PRESENTES EN EL PRODUCTO Y QUE SE --
ORIGINAN POR LAS IMPUREZAS INORGÁNICAS -
DEL ACEITE DE PROCESO Y POR LA CALIDAD -
DEL AGUA DE PELETIZADO.

4.5.4 DECOLORACIÓN EN TOLUENO. (MÉTODO ASTM - D-1618).

ESTA PRUEBA SE UTILIZA PARA DETERMINAR -
EL PORCENTAJE DE ACEITE DE PROCESO QUE -
NO REACCIONA Y QUE APARECE EN EL PRODUC-
TO FINAL.

4.6 PRUEBAS DE CALIDAD.

4.6.1 CONTENIDO DE FINOS. (MÉTODO ASTM D-1508)

LA DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE FINOS
ES IMPORTANTE, PUESTO QUE UN ALTO CONTE-
NIDO DE ÉSTOS, CONTRIBUYE A TENER UNA I-
NADECUADA INCORPORACIÓN Y DISPERSIÓN PO-
BRE EN EL HULE DURANTE EL MEZCLADO, ASÍ
COMO UNA ATMÓSFERA CONTAMINADA POR LOS -
POLVOS QUE ESCAPAN DEL MOLINO AL MEDIO -
AMBIENTE.

**4.6.2 DUREZA DE GRÁNULO Y RESISTENCIA AL COM--
PACTAMIENTO. (MÉTODO ASTM D-3313).**

LA DUREZA DE LOS GRÁNULOS ES UNA PROPIE-
DAD PRIMORDIAL DEL NEGRO DE HUMO, YA QUE
UNA DUREZA ALTA PROVOCA QUE LOS GRÁNULOS
NO SE ROMPAN AL MEZCLARLOS CON EL HULE -
Y LA DISPERSIÓN NO SEA HOMOGÉNEA.

4.6.3 DENSIDAD APARENTE. (MÉTODO ASTM D-1513).

LA DENSIDAD ES UNA PROPIEDAD QUE AYUDA A
DETERMINAR LA CAPACIDAD DE LAS TOLVAS DE
ALMACENAMIENTO DEL PRODUCTO A GRANEL.

EN ESTE CAPÍTULO ES IMPORTANTE MENCIONAR
LAS NORMAS OFICIALES MEXICANAS VIGENTES -
DE NEGRO DE HUMO, ESTABLECIDAS POR LA DI-
RECCIÓN GENERAL DE NORMAS:

**NOM-T-56 MÉTODO DE MUESTREO DE NEGRO DE
HUMO.**

**NOM-T-57 PÉRDIDAS DE MASA POR CALENTA---
MIENTO.**

- NOM-T-58 CONTENIDO DE CENIZAS.
- NOM-T-60 NÚMERO DE ADSORCIÓN DE IODO.
- NOM-T-61 CONTENIDO DE FINOS.
- NOM-T-62 RESIDUO EN MALLA HÚMEDA.
- NOM-T-63 DENSIDAD APARENTE.
- NOM-T-64 COLORACIÓN DEL TOLUENO.
- NOM-T-65 NÚMERO DE ABSORCIÓN DE DIBUTIL
FTALATO.
- NOM-T-66 DUREZA DE GRÁNULO.
- NOM-T-67 PROPIEDADES EN TENSIÓN Y ALAR-
GAMIENTO EN COMPUESTOS DE HULE
NATURAL.
- NOM-T-68 ESPECIFICACIONES DE NEGROS DE
HUMO GRANULADOS.

5 CLASIFICACION Y NOMENCLATURA

EL SISTEMA DE CLASIFICACIÓN DE LOS NEGROS DE HUMO, EMPLEADO POR LA INDUSTRIA HULERA HA SIDO CONFUSO DESDE LOS INICIOS DE SU PRODUCCIÓN HASTA NUESTROS DÍAS.

A MEDIDA QUE SE PRODUCÍA UN NUEVO GRADO DE NEGRO DE HUMO, SU PRODUCTOR LE DABA UNA DESIGNACIÓN DIFERENTE A LA DE LOS GRADOS PREVALECIENTES.

CON EL DESARROLLO DE ESTA INDUSTRIA, SE EMPEZARON A ESTABLECER CRITERIOS CON EL OBJETO DE CLASIFICAR ESTOS PRODUCTOS. LAS BASES MÁS IMPORTANTES PARA EFECTUAR ESTA CLASIFICACIÓN SON LAS SIGUIENTES:

5.1 RESISTENCIA A LA ABRASIÓN.

DE ACUERDO CON LOS NIVELES DE RESISTENCIA A LA ABRASIÓN, LOS NEGROS DE HUMO SE CLASIFICARON EN:

NEGROS DE HUMO DE ALTA ABRASIÓN (HAF)

NEGROS DE HUMO DE SUPER ABRASIÓN INTERMEDIA (ISAF).

NEGROS DE HUMO DE SUPER ABRASIÓN (SAF).

5.2 PODER REFORZANTE

EL EFECTO REFORZANTE IMPARTIDO POR EL NEGRO DE HUMO A LOS COMPUESTOS DE HULE, HA SIDO ESTUDIADO

POR VARIOS INVESTIGADORES, QUIENES HAN LLEGADO A LAS SIGUIENTES CONCLUSIONES:

WIEGAND ACEPTA LA CONCEPCIÓN DE QUE EL HULE ESTÁ CONSTITUÍDO POR MACROMOLÉCULAS DISCRETAS INDIVIDUALES DE CADENA LARGA, LO CUAL DIFIERE DE LAS PRIMERAS IDEAS QUE CONSIDERABAN AL HULE COMO UN SISTEMA CONTINUO, Y QUE EXISTE UNA AFINIDAD DE TIPO FÍSICO-QUÍMICO ENTRE LA PARTÍCULA DEL REFORZANTE Y LA MACROMOLÉCULA. ALREDEDOR DE LA MACROMOLÉCULA DE HULE SE DEPOSITA EL NEGRO DE HUMO -- FORMANDO CAPAS QUE SE UNEN A LAS MACROMOLÉCULAS ADYACENTES, CONSTITUYENDO DE ESTA FORMA UN SISTEMA CONTINUO MÁS FUERTE. LOS ESPACIOS FORMADOS ENTRE LAS MACROMOLÉCULAS SE VAN LLENANDO CON MÁS NEGRO DE HUMO Y CON ESTO EL REFUERZO SE INCREMENTA; PERO UNA VEZ QUE LOS ESPACIOS SE HAN LLENADO, CUALQUIER CARGA ADICIONAL PROVOCA, QUE LAS UNIDADES DE HULE SE SEPAREN, OCASIONANDO UNA DISMINUCIÓN EN EL REFUERZO.

NAUNTON Y WARING OBSERVARON QUE LA INSATURACIÓN DE LA SUPERFICIE DEL NEGRO DE HUMO Y DEL POLÍMERO ES IMPORTANTE Y PROPUSIERON LA EXISTENCIA DE UN ENLACE REFORZANTE, SIMILAR AL PUENTE DE AZUFRE EN LA VULCANIZACIÓN.

LAS INVESTIGACIONES DE PIKE Y WATSON HAN INDICADO QUE LA TRITURACIÓN PUEDE CAUSAR LA FORMACIÓN DE RADICALES LIBRES A PARTIR DE LA RUPTURA DE -- LAS MOLÉCULAS DE HULE DURANTE LA MOLIENDA. ES-- TOS RADICALES LIBRES REACCIONAN QUÍMICAMENTE CON EL NEGRO DE HUMO Y FORMAN UNA RED DE ENLACES CRUZADOS. GARTEN Y SUTHERLAND ESTÁN DE ACUERDO CON ESTA TEORÍA, INDICANDO QUE EL REFORZADO SE ORIGINA A CAUSA DE QUE LAS PARTÍCULAS DE C ACTÚAN COMO RECEPTORES DE LOS RADICALES LIBRES PROVENIENTES DE LAS MOLÉCULAS DE CAUCHO.

BASADOS EN EL GRADO DE REFUERZO QUE IMPARTÍAN AL HULE SE CLASIFICARON EN:

NEGRO DE HUMO SEMI-REFORZANTES (SRF)

NEGROS DE HUMO SUPER-REFORZANTES (SRF)

5.3 OTRO CRITERIO DE CLASIFICACIÓN FUÉ DE ACUERDO -- CON LAS PROPIEDADES DEL COMPUESTO DE HULE VULCANIZADO:

NEGROS DE HUMO DE ALTOS MÓDULOS (HMF).

NEGROS DE HUMO DE BAJOS MÓDULOS (LMF).

5.4 PROCESAMIENTO.

CON BASE EN LAS CARACTERÍSTICAS DE PROCESABILIDAD AL MEZCLARLOS CON HULE, LOS NEGROS DE HUMO FUERON CLASIFICADOS DE LA SIGUIENTE MANERA:

NEGROS DE HUMO DE EXTRUSIÓN RÁPIDA (FEF)

NEGROS DE HUMO DE FÁCIL PROCESABILIDAD (EPF)

NEGROS DE HUMO DE SUPER PROCESABILIDAD (SPF)

5.5 USO FINAL.

LA CLASIFICACIÓN DE LOS NEGROS DE HUMO ACORDE CON EL USO FINAL ES:

NEGROS DE HUMO DE USO GENERAL (GPF)

NEGROS DE HUMO PARA TODO USO (APF)

NEGROS DE HUMO MULTI-USOS (MPF)

5.6 TAMAÑO DE PARTÍCULA.

CONSIDERANDO EL TAMAÑO DE PARTÍCULA, LOS NEGROS DE HUMO FUERON CLASIFICADOS COMO SIGUE:

NEGROS DE HUMO DE PARTÍCULA FINA (FF)

NEGROS DE HUMO DE PARTÍCULA GRANDE (LPF)

5.7 PROPIEDADES ELÉCTRICAS.

TOMANDO EN CUENTA LAS PROPIEDADES ELÉCTRICAS DE -
LOS NEGROS DE HUMO, SE CLASIFICARON EN:

NEGROS DE HUMO CONDUCTORES (CF)

NEGROS DE HUMO EXTRA CONDUCTORES (XCF)

ALGUNOS DE LOS GRADOS MENCIONADOS ANTERIORMENTE,
TIENEN UNA VARIEDAD DE SUBGRADOS DEPENDIENDO DEL
NIVEL DE ESTRUCTURA, POR EJEMPLO, UN NEGRO DE HU
MO DE ALTA ABRASIÓN (HAF) CON ALTA ESTRUCTURA SE
CLASIFICA HAF-HS Y UNO CON BAJA ESTRUCTURA HAF-
LS.

LA DIFICULTAD SE HA HECHO AÚN MAYOR CON LAS INNO
VACIONES Y MODIFICACIONES HECHAS A LOS REACTORES,
DANDO COMO RESULTADO NEGROS DE HUMO "MEJORADOS"
QUE TENIENDO UN MISMO VALOR DE ADSORCIÓN DE IODO
Y DE ABSORCIÓN DE DBP QUE UN GRADO EXISTENTE, PO
SEEN DIFERENTES CARACTERÍSTICAS DE FUNCIONAMIENT
TO EN COMPUESTOS DE HULE, POR LO QUE NECESARIA--
MENTE REQUIEREN UNA IDENTIFICACIÓN DISTINTA.

5.8 SISTEMA NUMÉRICO.

CONSIDERANDO QUE EN LA ACTUALIDAD SE ENCUENTRAN

APROXIMADAMENTE 50 TIPOS DE NEGRO DE HUMO EN EL MERCADO Y QUE CON ELLO LA DIFICULTAD DE IDENTIFICACIÓN SE HA INCREMENTADO, LA ASTM (AMERICAN --- SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS) IMPLEMENTÓ UN SISTEMA NUMÉRICO.

LOS CRITERIOS QUE SE SIGUIERON PARA ESTABLECER - ESTA CLASIFICACIÓN SON LOS SIGUIENTES:

1. EL PRIMER CARACTER ES UNA LETRA QUE INDICA EL EFECTO DEL NEGRO DE HUMO EN LA VELOCIDAD DE - VULCANIZACIÓN DEL COMPUESTO. N INDICA VELOCIDAD NORMAL DE VULCANIZACIÓN, S INDICA VELOCIDAD LENTA DE VULCANIZACIÓN.

2. EL SEGUNDO CARACTER ES UN DÍGITO QUE DESIGNA EL TAMAÑO DE PARTÍCULA TÍPICO PROMEDIO DEL NEGRO DE HUMO, DETERMINADO CON EL MICROSCOPIO - ELECTRÓNICO. LOS NEGROS DE HUMO SE DIVIDIERON EN 10 GRUPOS, ASIGNANDO UN DÍGITO A CADA GRUPO, DEPENDIENDO DEL TAMAÑO DE PARTÍCULA. - LOS GRUPOS SON LOS SIGUIENTES:

GRUPO No. TAMAÑO PROMEDIO DE PARTÍCULA, NM.

0	1	A	10
1	11	A	19

GRUPO No.	TAMAÑO PROMEDIO DE PARTÍCULA, NM		
2	20	A	25
3	26	A	30
4	31	A	39
5	40	A	48
6	49	A	60
7	61	A	100
8	101	A	200
9	201	A	500

3. EL TERCER Y CUARTO DÍGITOS EN ESTE SISTEMA SE ASIGNARON ARBITRARIAMENTE.

ORIGINALMENTE SE PRETENDIÓ QUE EL CUARTO DÍGITO INDICARA LA PROPIEDAD ELÉCTRICA DEL NEGRO DE HUMO ASIGNANDO EL 1 PARA LOS CONDUCTORES DE LA CORRIENTE ELÉCTRICA Y EL RESTO PARA LOS NO CONDUCTORES, PERO CON LA APARICIÓN DE NUEVOS TIPOS ESTA CODIFICACIÓN SE ABANDONÓ. --- EJ. S301 (CF), N293 (CF), N294 (SCF), ETC.

4. EL NÚMERO DE SERIE AUMENTA A MEDIDA QUE EL NÚMERO DE ADSORCIÓN DE IODO O ÁREA SUPERFICIAL DISMINUYE.
5. SE ASIGNÓ ARBITRARIAMENTE LA SERIE N-100 A --

LOS NEGROS DE HUMO DE PARTÍCULA MÁS FINA Y LA SERIE N-900 A LOS DE PARTÍCULA MÁS GRANDE.

LA CLASIFICACIÓN GENERAL QUEDÓ ESTABLECIDA DE LA SIGUIENTE FORMA:

NÚMERO	TIPOS
N-100 A N-199	SAF.
N-200 A N-299	ISAF.
N-330 A N-399	HAF.
N-400 A N-499	FF Y XCF.
N-500 A N-599	FEF.
N-600 A N-699	GPF, APF Y HMF.
N-700 A N-799	SRF.
N-800 A N-899	FT.
N-900 A N-990	MT.

DE ESTA MANERA, EL DESARROLLO DE UN NUEVO PRODUCTO, CUYO PROPÓSITO SEA SATISFACER LA NECESIDAD DE UN CLIENTE O PROVEER UN NEGRO DE HUMO A UN COSTO MÁS BAJO, PUEDE SER INCLUIDO FÁCILMENTE EN LA CLASIFICACIÓN.

EN LOS ÚLTIMOS AÑOS SE HAN ESTADO HACIENDO ESFUERZOS, TANTO POR PARTE DE LOS PROVEEDORES - COMO DE LOS CONSUMIDORES, PARA REDUCIR LA AMPLIA GAMA DE NEGROS DE HUMO, YA QUE SE HA VIS

TO QUE CASI EL 80% DE LAS VENTAS ESTÁ CONSTITUIDO POR 3 TIPOS DE GRADOS: N-300 (HAF), --- N-500 (FEF) Y N-600 (GPF). DE ESTOS TIPOS LA SERIE N-300 TIENE EL NÚMERO MÁS GRANDE DE SUB GRADOS IMPORTANTES.

5.9 ESPECIFICACIONES.

EN EL CAPÍTULO ANTERIOR SE INDICARON LAS PROPIEDADES Y PRUEBAS FUNDAMENTALES A CONTROLAR QUE INCLUYEN TANTO LAS DE CARÁCTER FÍSICO COMO QUÍMICO Y LOS MÉTODOS DE PRUEBA SEGÚN LA DESIGNACIÓN DE LA ASTM.

EL RESTO DE REQUERIMIENTOS FÍSICOS DE LOS NEGROS DE HUMO EN SÍ SE CONTROLAN SEGÚN LA DESIGNACIÓN ASTM D-1765 CUYO RESUMEN ES:

PRUEBA	ASTM	LÍMITES
RESIDUO	D-1514	0.0010% MÁX/MALLA 35. 0.1% MÁX/MALLA -- 325.
FINOS	D-1508	7% MÁXIMO.
PÉRDIDA POR CALENTAMIENTO.	D-1509	1.0% MÁX (SRF-HM, SRF-LM GPF,HMF). 1.5% MÁX (FEF). 2.0% MÁX (FF)

PRUEBA	ASTM	LÍMITES
		2.5% MÁX (HAF, -- ISAF-LM ISAF-HM).
		3.0% MÁX (NEGROS DE CANAL).

LAS PROPIEDADES QUE LOS NEGROS DE HUMO IMPARTEN A VULCANIZADOS DEPENDEN DEL TIPO DE HULE USADO - POR LO QUE SE PRUEBAN EN BASE A UNA FORMULACIÓN TIPO SEGÚN DESIGNACIÓN ASTM D-3192 EN LA QUE LOS PARÁMETROS MÁS IMPORTANTES SON:

TENSIÓN A LA RUPTURA.

% ELONGACIÓN.

MÓDULO.

LAS SIGUIENTES TABLAS MUESTRAN LA NOMENCLATURA - DE LOS NEGROS DE HUMO Y LOS VALORES TÍPICOS DE - ADSORCIÓN DE IODO Y ABSORCIÓN DE DBP.

NOMENCLATURA DE NEGROS DE HUMO.

GRADO ASTM	TIPO	NOMBRE
N-110	SAF	SUPER ABRASIÓN.
N-119	SAF-LS.	SUPER ABRASIÓN - BA JA ESTRUCTURA
N-121	SAF-HS	SUPER ABRASIÓN - AL TA ESTRUCTURA.

GRADO ASTM	TIPO	NOMBRE
N-166	SAF-HS	SUPER ABRASIÓN-ALTA ESTRUCTURA.
S-212	ISAF-LS-SC	SUPER ABRASIÓN INTERMEDIA-BAJA ESTRUCTURA-VULCANIZACIÓN LENTA.
N-219	ISAF-LS	SUPER ABRASIÓN INTERMEDIA-BAJA ESTRUCTURA.
N-220	ISAF-HM	SUPER ABRASIÓN INTERMEDIA-ALTO MÓDULO.
N-231	ISAF-LM	SUPER ABRASIÓN INTERMEDIA-BAJO MÓDULO.
N-234	N-234	
N-242	ISAF-HS	SUPER ABRASIÓN INTERMEDIA-ALTA ESTRUCTURA.
N-270	N-270	
N-285	N-285	
N-293	CF	CONDUCTOR.
N-294	SCF	SUPER CONDUCTOR.
S-315	HAF-LS-SC	ALTA ABRASIÓN-BAJA ESTRUCTURA-VULCANIZACIÓN LENTA.
N-326	HAF-LS	ALTA ABRASIÓN-BAJA ESTRUCTURA.
N-327	HAF-LS	ALTA ABRASIÓN-BAJA ESTRUCTURA.
N-330	HAF	ALTA ABRASIÓN.
N-332	N-332	
N-339	HAF-HS	ALTA ABRASIÓN-ALTA ESTRUCTURA.

GRADO ASTM	TIPO	NOMBRE.
N-347	HAF-HS	ALTA ABRASIÓN-ALTA ESTRUCTURA.
N-351	N-351	
N-356	N-356	
N-358	SPF	SUPER PROCESABILIDAD.
N-363	N-363	
N-375	HAF	ALTA ABRASIÓN.
N-440	FF	FINO.
N-472	XCF	EXTRA CONDUCTOR.
N-539	FEF-LS	RÁPIDA EXTRUSIÓN-BAJA ESTRUCTURA.
N-542	N-542	
N-550	FEF	RÁPIDA EXTRUSIÓN.
N-568	FEF-HS	RÁPIDA EXTRUSIÓN-ALTA ESTRUCTURA.
N-601	HMF	ALTO MÓDULO.
N-650	GPF-HS	USO GENERAL-ALTA ESTRUCTURA.
N-660	GPF	USO GENERAL.
N-683	APF	TODO USO.
N-741	N-741	
N-754	SRF-LS	SUPER REFORZANTE-BAJA ESTRUCTURA.
N-761	SRF-LM	SUPER REFORZANTE-BAJO MÓDULO.
N-762	SRF-LM	SUPER REFORZANTE-BAJO MÓDULO.
N-765	SRF-HS	SUPER REFORZANTE-ALTA ESTRUCTURA.

GRADG ASTM	TIPO	NOMBRE
N-774	SRF-HM	SUPER REFORZANTE-AL TO MÓDULO.
N-779	SRF-HS	SUPER REFORZANTE-AL TA ESTRUCTURA.
N-785	MPF	MULTI-USO.
N-787	SRF-HM	SUPER-REFORZANTE-AL TO MÓDULO.
N-790	N-790	
N-880	FT	TÉRMINICO FINO
N-881	FT	TÉRMINICO FINO
N-907	MT	TÉRMINICO MEDIO
N-908	MT	TÉRMINICO MEDIO
N-990	MT	TÉRMINICO MEDIO
N-991	MT	TÉRMINICO MEDIO

VALORES TÍPICOS DE ADSORCIÓN DE IODO Y
 ABSORCIÓN DE DBP.

GRADO ASTM	NÚMERO DE ADSORCIÓN DE IODO.	ABSORCIÓN DE DBP
N-110	145	113
N-121	120	130
N-166	150	135
S-212	117	86
N-219	118	78
N-220	121	114
N-231	125	91
N-234	118	125
N-242	123	126
N-270	102	124
N-285	102	126
N-293	145	100
N-294	205	106
S-315	86	79
N-326	82	71
N-327	86	60
N-330	82	102
N-332	84	102
N-339	90	120
N-347	90	124
N-351	67	120

GRADO ASTM	NÚMERO DE ADSORCIÓN DE IODO.	ABSORCIÓN DE DBP
N-356	93	150
N-358	84	150
N-363	66	68
N-375	90	114
N-440	50	60
N-472	270	178
N-539	42	109
N-542	44	67
N-550	43	121
N-568	45	132
N-601	35	84
N-650	36	125
N-660	36	91
N-683	30	132
N-741	20	105
N-754	25	58
N-762	26	62
N-765	31	111
N-774	27	70
N-785	25	126
N-787	31	81
N-990	7	33

ESPECIFICACIONES DE LOS NEGROS DE HUMO PRODUCIDOS EN -
EL PAÍS, SEGÚN LA NORMA OFICIAL MEXICANA T-68.

N-220

NÚMERO DE ADSORCIÓN DE IODO, (MG. I ₂ /G.).	115-130
NÚMERO DE ABSORCIÓN DE DBP, (CM ³ /100 G.).	108-123
DECOLORACIÓN EN TOLUENO, (% T).	85 MÍNIMO.
PÉRDIDAS POR CALENTAMIENTO, (%).	1.0 MÁXIMO.
CONTENIDO DE CENIZAS, (%).	1.0 MÁXIMO.
CONTENIDO DE FINOS A 5', (%).	6.0 MÁXIMO.
DUREZA DE GRÁNULO, (Ġ).	65 MÁXIMO.
DENSIDAD APARENTE, (KG/M ³).	325-365
RESIDUO EN MALLA 35, (%).	0.001 MÁXIMO.
RESIDUO EN MALLA 325, (%).	0.100 MÁXIMO

N-330

NÚMERO DE ADSORCIÓN DE IODO, (MG I ₂ /G).	74-89
NÚMERO DE ABSORCIÓN DE DBP, (CM ³ /100G.)	93-108
DECOLORACIÓN EN TOLUENO, (% T).	85 MÍNIMO.
PÉRDIDAS POR CALENTAMIENTO, (%).	1.0 MÁXIMO.
CONTENIDO DE CENIZAS, (%).	1.0 MÁXIMO.
CONTENIDO DE FINOS A 5', (%).	6.0 MÁXIMO.
DUREZA DE GRÁNULO, (G).	65 MÁXIMO.
DENSIDAD APARENTE, (KG/M ³).	350-390
RESIDUO EN MALLA 35, (%).	0.001 MÁXIMO
RESIDUO EN MALLA 325, (%).	0.100 MÁXIMO

N-339

NÚMERO DE ADSORCIÓN DE IODO, (MG. I ₂ /G).	82-97
NÚMERO DE ABSORCIÓN DE DBP, (CM ³ /100 G.).	113-128
DECOLORACIÓN EN TOLUENO, (% T).	80 MÍNIMO.
PÉRDIDAS POR CALENTAMIENTO, (%).	1.0 MÁXIMO.
CONTENIDO DE CENIZAS, (%).	1.0 MÁXIMO.
CONTENIDO DE FINOS A 5', (%).	6.0 MÁXIMO.
DUREZA DE GRÁNULO, (Ġ).	65 MÁXIMO.
DENSIDAD APARENTE, (KG/M ³).	320-360
RESIDUO EN MALLA 35, (%).	0.001 MÁXIMO
RESIDUO EN MALLA 325, (%).	0.100 MÁXIMO

N-347

NÚMERO DE ADSORCIÓN DE IODO, (MG. I ₂ /G.).	82-97
NÚMERO DE ABSORCIÓN DE DBP, (CM ³ /100 G.).	115-130
DECOLORACIÓN EN TOLUENO, (% T).	85 MÍNIMO.
PÉRDIDAS POR CALENTAMIENTO, (%).	1.0 MÁXIMO.
CONTENIDO DE CENIZAS, (%).	1.0 MÁXIMO.
CONTENIDO DE FINOS A 5', (%).	6.0 MÁXIMO.
DUREZA DE GRÁNULO, (G).	65 MÁXIMO.
DENSIDAD APARENTE, (KG/M ³).	325-365
RESIDUO EN MALLA 35, (%).	0.001 MÁXIMO.
RESIDUO EN MALLA 325, (%).	0.100 MÁXIMO.

N-550

NÚMERO DE ADSORCIÓN DE IODO, (MG. I ₂ /G).	35-50
NÚMERO DE ABSORCIÓN DE DBP, (CM ³ /100G).	113-127
DECOLORACIÓN EN TOLUENO, (% T).	80 MÍNIMO.
PÉRDIDAS POR CALENTAMIENTO, (%).	1.0 MÁXIMO.
CONTENIDO DE CENIZAS, (%).	0.75 MÁXIMO.
CONTENIDO DE FINOS A 5', (%).	6.0 MÁXIMO.
DUREZA DE GRÁNULO, (G).	55 MÁXIMO.
DENSIDAD APARENTE, (KG/M ³).	335-375
RESIDUO EN MALLA 35, (%).	0.001 MÁXIMO
RESIDUO EN MALLA 325, (%).	0.100 MÁXIMO

N-660

NÚMERO DE ADSORCIÓN DE IODO, (MG. I ₂ /G).	28-43
NÚMERO DE ABSORCIÓN DE DBP, (CM ³ /100G).	83-97
DECOLORACIÓN EN TOLUENO, (% T).	80 MÍNIMO
PÉRDIDAS POR CALENTAMIENTO, (%).	1.0 MÁXIMO
CONTENIDO DE CENIZAS, (%).	0.75 MÁXIMO
CONTENIDO DE FINOS A 5', (%).	6.0 MÁXIMO
DUREZA DE GRÁNULO, (G).	55 MÁXIMO
DENSIDAD APARENTE, (KG/M ³).	390-430
RESIDUO EN MALLA 35, (%).	0.001 MÁXIMO
RESIDUO EN MALLA 325, (%).	0.100 MÁXIMO

6 APLICACIONES

6.1 INDUSTRIA HULERA.

LA INDUSTRIA DEL HULE SIGUE SIENDO EL MAYOR CONSUMIDOR DE NEGRO DE HUMO Y ABSORBE EL 94% DE LA PRODUCCIÓN MUNDIAL.

SE EMPLEA EN LA PRODUCCIÓN DE LLANTAS, MANGUERAS, BANDAS, RETENES Y EN UNA EXTENSA VARIEDAD DE ARTÍCULOS DE HULE. UNA LLANTA CONTIENE APROXIMADAMENTE UN 28% DE NEGRO DE HUMO, DEL CUAL UN 60 O 70% SE ENCUENTRAN EN EL PISO O BANDA DE RODAMIENTO DE LA LLANTA Y EL RESTO EN LA CARCAZA. CABE MENCIONAR QUE SI A UNA LLANTA SE LE ELIMINA LA CARGA DE NEGRO DE HUMO, REDUCE SU VIDA ÚTIL DE SERVICIO EN UN 90%.

EN LOS ÚLTIMOS AÑOS SE HAN DESARROLLADO MUCHOS ELASTÓMEROS SINTÉTICOS, LOS CUALES MEJORAN SUS PROPIEDADES AL MEZCLARSE CON NEGRO DE HUMO, YA QUE ÉSTE LES IMPARTE EL REFUERZO NECESARIO, DEPENDIENDO DEL USO PARA EL QUE FUERON DISEÑADOS.

LOS CAUCHOS DE POLISILOXANO O SILICONES SE REFORZABAN NORMALMENTE CON MATERIALES NO CARBONÁCEOS, PRINCIPALMENTE SÍLICE, NO PORQUE CON ELLOS NO SIRVIERA EL NEGRO DE HUMO COMO REFORZANTE, SINO POR LAS DIFICULTADES QUE SE PRODUCÍAN A CAUSA DE

LA REACCIÓN ENTRE EL NEGRO DE HUMO Y LOS PERÓXIDOS EMPLEADOS EN LA POLIMERIZACIÓN DEL COMPUESTO. SIN EMBARGO, LA INTRODUCCIÓN DE GRUPOS INSATURADOS EN LA CADENA DE SILOXANO, PERMITIÓ EL USO DE AGENTES VULCANIZANTES DISTINTOS DE LOS PERÓXIDOS Y CON ESTA VARIACIÓN SE CONSIGUIÓ UN BUEN RESULTADO DEL NEGRO DE HUMO COMO AGENTE REFORZANTE.

LOS ELASTÓMEROS DE POLIURETANO POSEEN MAYOR RESISTENCIA AL DESGASTE QUE LOS HULES COMUNES REFORZADOS CON NEGRO DE HUMO, SIN EMBARGO ESTOS ELASTÓMEROS RESPONDEN AL EFECTO REFORZANTE DEL NEGRO DE HUMO AL INCREMENTAR SU RESISTENCIA AL DESGASTE, POR LO QUE HAN TENIDO GRAN ACEPTACIÓN EN EL MERCADO.

6.2 PIGMENTOS.

LA INDUSTRIA DE TINTAS, PINTURAS Y REVESTIMIENTOS OCUPA EL SEGUNDO LUGAR DE LOS CONSUMIDORES DE NEGRO DE HUMO. SU DEMANDA HA AUMENTADO DEBIDO A QUE LAS TINTAS DE PERIÓDICOS O TINTAS CORTAS SON PRODUCTOS QUE SE CONSUMEN EN GRAN VOLUMEN. POR OTRA PARTE, EN LA MANUFACTURA DE TINTAS LITOGRAFICAS Ó TINTAS LARGAS SE EMPLEA UNA CARGA APROXIMADAMENTE TRIPLE DE LA USADA EN LAS TINTAS DE PERIÓDICOS CON EL OBJETO DE MEJORAR

LOS CARACTERES DE IMPRESIÓN.

EL NEGRO DE HUMO SE HA USADO COMO PIGMENTO EN ARTÍCULOS DE PLÁSTICO DESDE LOS INICIOS DE ESTA INDUSTRIA. LA APLICACIÓN DEL NEGRO DE HUMO AL PLÁSTICO, ADEMÁS DE IMPARTIRLE COLOR, LO PROTEGE CONTRA LA ACCIÓN DEGRADANTE DE LA LUZ SOLAR. ES INTERESANTE MENCIONAR QUE ESTA ACCIÓN PROTECTORA DEL NEGRO DE HUMO YA ERA CONOCIDA EN 1885 POR CHARLES GOODYEAR, QUIEN OBSERVÓ QUE EL NEGRO DE HUMO ADICIONADO A UN COMPUESTO DE HULE HACÍA QUE ÉSTE RESISTIERA MEJOR LOS EFECTOS DEL SOL Y DE LOS AGENTES ATMOSFÉRICOS QUE UN COMPUESTO CARENTE DE ÉL.

6.3 INDUSTRIA ELÉCTRICA.

DEBIDO A SUS PROPIEDADES ELÉCTRICAS, EL POLIETILENO HA SIDO AMPLIAMENTE USADO EN LA FABRICACIÓN DE CUBIERTAS PARA CABLES, PERO LA ACCIÓN DE LA LUZ SOLAR DA POR RESULTADO FRAGILIDAD Y AGRIETAMIENTO EN LA SUPERFICIE DEL POLIETILENO. LA INCORPORACIÓN DE NEGRO DE HUMO AL POLIETILENO INCREMENTA LA RESISTENCIA A LA DEGRADACIÓN ULTRAVIOLETA.

EL NEGRO DE HUMO SE EMPLEA TAMBIÉN EN LA FABRICACIÓN DE PILAS SECAS, COMO AISLANTE TÉRMICO EN -- COMPUESTOS PLÁSTICOS, COMO POLVO PARA PULIR Y CO MO MATERIAL ABSORBENTE EN EXPLOSIVOS.

6.4 APLICACIONES POR GRADO.

LAS APLICACIONES TÍPICAS DE LOS NEGROS DE HUMO - PRODUCIDOS EN MÉXICO SEGÚN SU GRADO SON:

N-220

SE CONSIDERA UNO DE LOS NEGROS DE HUMO MÁS REFORZANTES Y RESISTENTES A LA ABRASIÓN, POR LO QUE - ES EMPLEADO EN LA FABRICACIÓN DE BANDAS DE RODA- MIENTO DE LLANTAS Y LLANTAS SÓLIDAS INDUSTRIA--- LES, ASÍ COMO EN LA MANUFACTURA DE MONTAJES DE - MAQUINARIA.

N-330

ES UNO DE LOS GRADOS ALTAMENTE REFORZANTES. SE USA PRINCIPALMENTE PARA FABRICAR COMPUESTOS PARA PISO DE NEUMÁTICOS, ARTÍCULOS DUROS DE HULE, CAJAS PARA ACUMULADORES, SUELAS, AISLAMIENTOS PARA ALAMBRES Y CABLES, BANDAS TRANSPORTADORAS.

N-339

EL TAMAÑO DE PARTÍCULA DE ESTE GRADO ES SIMILAR AL DEL N-220, PERO POSEE UNA ALTA ESTRUCTURA Y BAJA ÁREA SUPERFICIAL, LO QUE HACE QUE DISMINUYA LA GENERACIÓN DEL CALOR, POR LO QUE ES IDÓNEO PARA LA MANUFACTURA DE PISO DE LLANTAS.

N-347

AL IGUAL QUE LOS ANTERIORES, SE TRATA DE UN GRADO DE NEGRO DE HUMO REFORZANTE, CUYAS PRINCIPALES APLICACIONES SON: FABRICACIÓN DE BANDA DE RODAMIENTO DE NEUMÁTICOS DE AUTOMÓVIL Y AVIÓN, PARTES DE FRENOS HIDRÁULICOS Y ARTÍCULOS MECÁNICOS DIVERSOS.

N-550

ES UN GRADO MENOS REFORZANTE, USADO PRINCIPALMENTE PARA LA CONSTRUCCIÓN DE CORAZAS DE LLANTA, CÁMARAS PARA LLANTA DE AUTOMÓVIL Y MOTOCICLETA, RODILLOS, GUANTES Y ARTÍCULOS EXTRUÍDOS EN GENERAL.

N-660

SE CONSIDERA UN TIPO MENOS REFORZANTE Y SE EMPLEA EN LA CONSTRUCCIÓN DE CARCAZAS DE NEUMÁTICOS, COMO REFUERZO EN COMPUESTOS DE HULE BUTILO, EN LA FABRICACIÓN DE ARTÍCULOS DEPORTIVOS, CORBATAS PARA LLANTA DE CAMIÓN Y ARTÍCULOS MECÁNICOS SUAVES.

7 PRODUCTORES NACIONALES

LOS PRODUCTORES DE NEGRO DE HUMO EN LA REPÚBLICA MEXICANA SON NEGROMEX, S.A. Y HULES MEXICANOS, S.A.

NEGROMEX TIENE LOCALIZADA SU PLANTA A 5 KM. AL ESTE DE SALAMANCA, EN EL ESTADO DE GUANAJUATO. SU CAPACIDAD INSTALADA ES DE 70 000 TONELADAS ANUALES.

HULES MEXICANOS TIENE SUS INSTALACIONES EN EL CORREDOR INDUSTRIAL TAMPICO-ALTAMIRA, EN EL ESTADO DE TAMAULIPAS, - CON UNA CAPACIDAD INSTALADA DE 74 000 TONELADAS ANUALES Y CON UN PROYECTO DE EXPANSIÓN A 96 000 TONELADAS ANUALES -- QUE ENTRARÁ EN OPERACIÓN EN 1983.

7.1 TIPO Y GRADOS PRODUCIDOS.

EL TIPO DE NEGRO DE HUMO PRODUCIDO EN MÉXICO ES DE HORNO Y VULCANIZACIÓN NORMAL Y LOS DIFERENTES GRADOS QUE SE FABRICAN SON LOS SIGUIENTES:

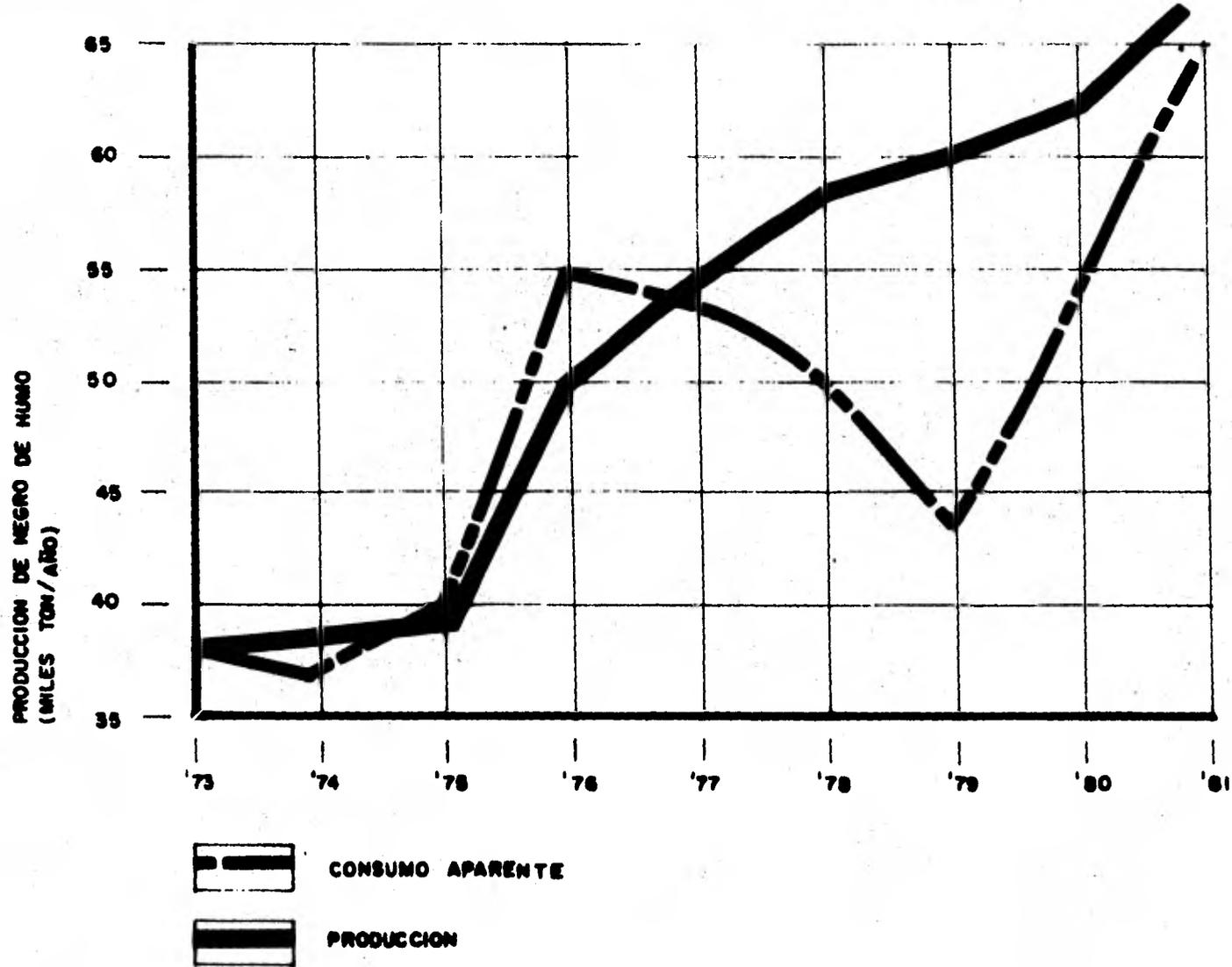
N-220	ISAF
N-330	HAF
N-339	HAF MEJORADO
N-347	HAF-HS
N-550	FEF
N-660	GPF.

7.2 PRODUCCIÓN Y CONSUMO APARENTE.

LOS DATOS DE PRODUCCIÓN, IMPORTACIÓN, EXPORTACIÓN Y CONSUMO APARENTE DE LOS ÚLTIMOS AÑOS, EXPRESADOS EN TONELADAS, SON LOS SIGUIENTES:

AÑO	PRODUCCION	IMPORTACION	EXPORTACION	CONSUMO APARENTE
1973	37 552	1 118	789	37 881
1974	37 903	1 404	3 530	35 777
1975	38 113	2 322	610	39 825
1976	49 314	5 543	77	54 780
1977	52 764	4 136	3 095	53 805
1978	56 841	2 511	8 402	50 950
1979	60 200	1 138	17 458	43 880
1980	63 384	1 589	11 832	53 141
1981	69 486	3 000	8 250	64 236

GRAFICA DE PRODUCCION - CONSUMO APARENTE

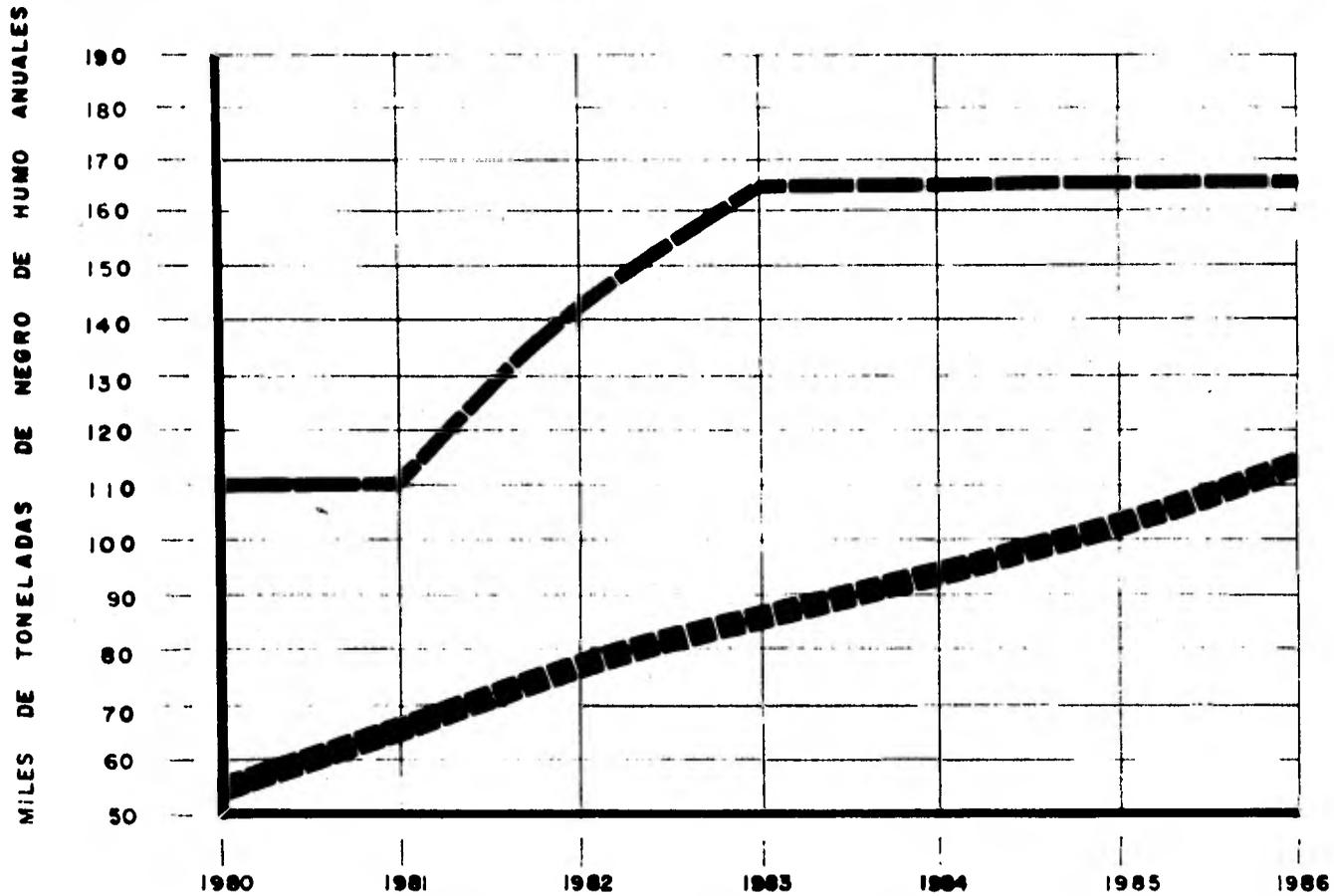


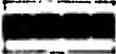
7.3 DEMANDA ESTIMADA.

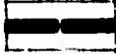
LA PROYECCIÓN DE LA DEMANDA PARA LOS PRÓXIMOS 5 AÑOS, ES LA SIGUIENTE

AÑO	DEMANDA (TONELADAS)
1982	77 262
1983	84 519
1984	92 545
1985	101 429
1986	111 254

GRAFICA DE DEMANDA – CAPACIDAD INSTALADA



 PROYECCION DE LA DEMANDA

 CAPACIDAD INSTALADA

7.4 DISTRIBUCIÓN DE CONSUMO POR USUARIO.

USO	% DE LA PRODUCCION TOTAL
LLANTAS	64
ARTÍCULOS AUTOMOTRICES.	10
ARTÍCULOS MECÁNICOS DE HULE Y PRODUCTOS INDUSTRIALES.	20
TINTAS, PINTURAS Y APLICACIONES EN LA INDUSTRIA DEL PAPEL Y EL PLÁSTICO.	6

7.5 DISTRIBUCIÓN DEL MERCADO POR GRADOS.

SERIE	% DEL MERCADO
N-330 (HAF)	46.1
N-600 (GPF)	20.3
N-500 (FEF)	11.5
N-700 (SRF)	8.8
N-200 (ISAF)	8.0
N-900 (THERMAL)	4.4
N-100 (SAF)	0.9

7.6 DISTRIBUCIÓN MUNDIAL DE PLANTAS DE NEGRO DE HUMO.

<u>PAÍs</u>	<u>NÚMERO DE PLANTAS</u>
<u>NORTEAMÉRICA</u>	
CANADÁ	3
MÉXICO	2
ESTADOS UNIDOS	32
<u>SUDAMÉRICA.</u>	
ARGENTINA	1
BRASIL	3
COLOMBIA	2
PERÚ	1
VENEZUELA	1
<u>EUROPA.</u>	
GRAN BRETAÑA	5
FRANCIA	3
ALEMANIA OCCIDENTAL	5
HOLANDA	2
ITALIA	4
ESPAÑA	3
SUECIA	1
YUGOSLAVIA	1

PAÍS

NÚMERO DE PLANTAS

AUSTRALIA Y ASIA.

AUSTRALIA	3
INDIA	5
INDONESIA	1
JAPÓN	9
COREA	1
MALASIA	1
FILIPINAS	1
TAIWAN	1

AFRICA

1

ORIENTE MEDIO

IRÁN	1
ISRAEL	1
TURQUÍA	2

LAS FIRMAS COMERCIALES ESTADOUNIDENSES SON:

ASHLAND OIL INC.
CABOT CORPORATION
CITIES SERVICE CO. INC.
COLTEXO CORP.
COLUMBIAN CARBON CORP.
COMMERCIAL SOLVENTS CORP.
CONTINENTAL CARBON COMPANY.
CONTINENTAL ENERGY CORP.
DOUGLAS OIL CO.
GREAT LAKES CARBON CORP.
J. M. HUBER CORP.
PHILLIPS PETROLEUM CO.
SHAWINIGAN PRODUCT CORP.
SHELL CHEMICAL CO.
SID RICHARDSON CARBON CO.
THERMATOMIC CARBON CO.
UNION CARBIDE CORP.
UNITED CARBON CO.

**8 PERSPECTIVAS DEL NEGRO DE HUMO
EN EL MERCADO NACIONAL**

EL CRECIMIENTO DEL MERCADO DE NEGRO DE HUMO EN MÉXICO SERÁ UNO DE LOS MÁS ALTOS DEL MUNDO, YA QUE SE ESPERA UN INCREMENTO EN LA TASA DE CRECIMIENTO ANUAL COMPUESTA DE -- 10.3% PARA EL PERÍODO 1982-1986.

ESTE CRECIMIENTO SUSTANCIAL DEL CONSUMO DE NEGRO DE HUMO, ESTÁ MOTIVADO PRINCIPALMENTE POR LA AMPLIACIÓN EN LAS CAPACIDADES PRODUCTIVAS DE LAS EMPRESAS QUE INTEGRAN EL -- SECTOR LLANTERO, ASÍ COMO POR EL ADVENIMIENTO DE UNA NUEVA COMPAÑÍA LLANTERA.

EN LO QUE RESPECTA AL SECTOR NO LLANTERO, CABE MENCIONAR QUE SE ESTÁN EFECTUANDO ALGUNAS AMPLIACIONES E INSTALANDO EQUIPO DE REPOSICIÓN, LO QUE PROVOCARÁ UN INCREMENTO EN LA DEMANDA DE ESTE PRODUCTO, PERO EL CRECIMIENTO DEL CONSUMO EN ESTE SECTOR SERÁ INFERIOR AL DEL SECTOR LLANTERO.

CON EL INCREMENTO DE LA CAPACIDAD DE PRODUCCION DE NEGRO DE HUMO EN EL PAÍS, NO SÓLO SE PERMITIRÁ MAYOR DISPONIBILIDAD DEL PRODUCTO EN EL MERCADO DOMÉSTICO, SINO QUE SE PODRÁ DISPONER DE FUERTES CANTIDADES DE NEGRO DE HUMO PARA DESTINARLAS A LA EXPORTACIÓN Y DE ESTA FORMA FORTALECER LA PRESENCIA EN LOS MERCADOS QUE SE ESTÁN CAPTANDO DEL EXTE-- RIOR.

9 CONCLUSIONES

EL NEGRO DE HUMO ES UN PRODUCTO PETROQUÍMICO AMPLIAMENTE USADO COMO REFORZANTE EN LA INDUSTRIA HULERA, QUE ES EL MAYOR CONSUMIDOR DEL MISMO (94%) Y SU USO PRINCIPAL ES EN LA FABRICACIÓN DE LLANTAS.

EL PROCESO MODERNO DE FABRICACIÓN MÁS EFICIENTE ES EL DE HORNO Y ES EL MÁS USADO MUNDIALMENTE.

LAS PRUEBAS ANALÍTICAS PARA IDENTIFICAR LOS DIFERENTES GRADOS DE ESTE PRODUCTO, TIENEN COMO OBJETIVO DETERMINAR -- SUS 4 PROPIEDADES PRINCIPALES QUE SON: ÁREA SUPERFICIAL, TAMAÑO DE PARTÍCULA, ESTRUCTURA Y ACTIVIDAD SUPERFICIAL.

LA CLASIFICACIÓN Y NOMENCLATURA EMPLEADAS ACTUALMENTE SON LAS ESTABLECIDAS POR LA ASTM, MISMAS QUE PERMITEN UNA CORRELACIÓN ADECUADA DE LAS PROPIEDADES DE LOS DIFERENTES GRADOS DE NEGRO DE HUMO, CON LAS CARACTERÍSTICAS A OBTENER EN UNA FORMULACIÓN DE HULE PARA PREDICCIÓN Y APLICACIÓN POR USO FINAL.

EL RESUMEN POR APLICACIONES DE LOS GRADOS PRODUCIDOS EN MÉXICO, PROPORCIONA UNA AYUDA AL PROFESIONISTA DE ESTE CAMPO INDUSTRIAL AL SELECCIONAR EL GRADO ADECUADO PARA UNA NECESIDAD ESPECÍFICA O EL DESARROLLO DE NUEVOS PRODUCTOS Y -- APLICACIONES.

EL CRECIMIENTO DE ESTA INDUSTRIA EN EL PAÍS SERÁ DE LOS MÁS ALTOS, POR LO QUE LAS EMPRESAS PRODUCTORAS ESTÁN INCREMENTANDO SU CAPACIDAD, NO SOLAMENTE PARA SATISFACER LA DEMANDA NACIONAL SINO PARA DISPONER DE ESTE PRODUCTO Y DESTINARLO A LA EXPORTACIÓN.

BIBLIOGRAFIA

1. KUEBLER J. "CARBON BLACK INDUSTRY SHOWING SIGNS OF IMPROVEMENT". RUBBER WORLD. 1981.
2. HUMEX, S.A. "CURSO DE ENTRENAMIENTO PARA LA PLANTA DE NEGRO DE HUMO". HUMEX, S.A. MÉXICO 1980.
3. HUMEX, S.A. "FABRICACIÓN, CONTROL DE CALIDAD Y DISTRIBUCIÓN DE NEGRO DE HUMO. INFORMACIÓN DIRECTA.
4. STEWART J. "NEGRO DE HUMO, AYER, HOY Y MAÑANA". HUMEX, S.A.-ASHLAND CHEMICAL CO. BOLETÍN TÉCNICO.
5. DANNEBERG E.M. "CARBON BLACK". CABOT CORP. LA. U.S.A. 1975.
6. DANIELL A.E. "CARBON BLACK TESTING FOR TYPE IDENTIFICATION AND QUALITY MEASUREMENT". ELASTOMERICS. AUG. 1981.
7. YURCICK P.A. "A BRIEF REVIEW OF THE U.S. CARBON BLACK MARKET", ASHLAND - CHEM. CO. ELASTOMERICS. APR. 1981.
8. OTHMER K. "CHEMICAL TECHNOLOGY ENCYCLOPEDIA". 3RD. ED. WILEY. N. Y. -- U.S.A. 1980.

9. BABBIT R.O. "THE VANDERBILT RUBBER HANDBOOK"
R.T. VANDERBILT CO. INC. NORWALK,
U.S.A. 1978.
10. ASHLAND CHEM. CO. "UNITED CARBON BLACKS". TECH. -
BULL. 1979.
11. FAITH W.L. "INDUSTRIAL CHEMICALS" 3RD. AND
4 TH. ED. WILEY & SONS. N.Y. -
1965 AND 1975.
12. ASTM "1981 ANNUAL BOOK OF ASTM STAN-
DARDS" PART. 37. ASTM PUBL. PA.
U.S.A. 1981.
13. PFEUFFER P.O. "ANSWERS TO THE 10 MOST OFTEN -
ASKED QUESTIONS ABOUT CARBON -
BLACK QUALITY". ASHLAND CHEM.
Co.
14. SHREVE R.N. "CHEMICAL PROCESS INDUSTRIES".
4TH ED. MCGRAW-HILL BOOK CO.
1977.
15. WRIGHT W.R. "PARTICLE SIZE, CARBON BLACK --
FUNDAMENTAL PROPERTY FOR PNEU-
MATICS REINFORCEMENT". RUBBER
AGE AND RUBBER WORLD. MAY. --
1970.
16. MYERS J.A. "THE EIGHTIES: DECADE OF DECI-
SION FOR THE CARBON BLACK IN-
DUSTRY". 120TH MEETING OF THE
RUBBER DIV. AM. CHEM. SOC. -
OCT. 1981.

17. BARRON H. "MODERN RUBBER CHEMISTRY"
D. VAN NOSTRAND COMPANY INC.
NEW YORK. 1948.
18. NAUNTON W.J.S. "CIENCIA Y TECNOLOGÍA DEL CAU--
CHO". CÍA. ED. CONTINENTAL.
1967.
19. FISHER H.L. "CHEMISTRY OF NATURAL AND SYN--
THETIC RUBBERS". REINHOLD ---
PUBLISHING CORP. NEW YORK. -
1957.
20. KRAUS G. "REINFORCEMENT OF ELASTOMERS BY
PARTICULATE FILLERS". PHILLIPS
PETROLEUM CO. TECH BULL.
21. GALLIE F.J. "CARBON BLACK". PETROLEUM REFI--
NER. VOL. 23. NO. 3. 1944.
22. SHEARON H.W. "OIL BLACK". A STAFF-INDUSTRY
COLLABORATIVE REPORT. INDUS--
TRIAL AND ENGINEERING CHEMIS--
TRY. VOL. 44. NO. 4. 1952.
23. STUDEBAKER M.L. "OXYGEN-CONTAINING GROUPS ON -
THE SURFACE OF CARBON BLACK"
IND. ENG. CHEM. VOL. 48. NO. 1
1956.
24. ANIQ "ANUARIO DE LA INDUSTRIA QUÍMI--
CA MEXICANA". 1981.