

300618

224



UNIVERSIDAD LA SALLE

**ESCUELA DE QUIMICA
INCORPORADA A LA U.N.A.M.**

**DISEÑO Y PROCESO DE MANUFACTURA DE UN
FLUIDO ANTICONGELANTE-ENFRIADOR PARA
RADIADORES DE MOTORES DE COMBUSTION
INTERNA MODERNOS.**

TESIS PROFESIONAL

**QUE PARA OBTENER EL TITULO DE
INGENIERO QUIMICO
P R E S E N T A**

IGNACIO AGUILAR RICO



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.

I_N_D_I_C_E

	PAG.
<u>CAPITULO_I</u> SISTEMAS DE ENFRIAMIENTO	1
1.1 GENERALIDADES	1
1.2 COMPONENTES DEL SISTEMA DE ENFRIAMIENTO	1
1.2.1 MOTOR	1
1.2.2 RADIADOR	4
1.2.3 TAPÓN DEL RADIADOR	5
1.2.4 TANQUE DE ALMACENAMIENTO	7
1.2.5 TERMOSTATO	9
1.2.6 BOMBA DEL AGUA	11
1.2.7 VENTILADOR Y DEFLECTORES	13
1.2.8 FILTROS	15
<u>CAPITULO_II</u> METALURGIA DEL SISTEMA DE ENFRIAMIENTO	17
2.1 ALEACIONES COMUNMENTE USADAS	17
2.2 TENDENCIAS ACTUALES	18
2.2.1 GENERALIDADES	18
2.2.2 CORROSIÓN SOBRE SUPERFICIES CALIENTES DE ALUMINIO: (EBULLICIÓN POR - NUCLEACIÓN).	19
<u>CAPITULO_III</u> TIPOS DE FLUIDOS ANTICONGELANTES/ENFRIADORES	22
3.1 GENERALIDADES	22
3.2 FÓRMULAS COMUNMENTE UTILIZADAS	24

3.3	ETILENGLICOL COMO FLUIDO ANTICONGELANTE ENFRIADOR.	27
3.3.1	MONOGRAFÍA DEL ETILENGLICOL.	27
3.3.1.1.	MÉTODOS DE OBTENCIÓN INDUSTRIAL.	27
3.3.1.2.	PROPIEDADES	28
3.3.1.3.	USOS	28
3.3.2	CARACTERÍSTICAS DE UN ANTICONGELANTE-ENFRIADOR MODERNO	34
3.3.2.1.	FLUÍDO BASE	35
3.3.2.2.	INHIBIDORES DE CORROSIÓN	35
3.3.2.3.	ANTIESPUMANTES	36
3.3.2.4.	COLORANTE	37
3.3.2.5.	AGUA	37
3.3.3	PROPIEDADES DE UN FLUÍDO ANTICONGELANTE-ENFRIADOR FORMADO POR ETILENGLICOL	37
3.4	ESTANDAR ASTM PARA FLUÍDO ENFRIADOR A BASE DE ETILENGLICOL	47
<u>CAPITULO IV</u>	DESARROLLO DE LA FORMULACION TIPICA DE UN ANTICONGELANTE-ENFRIADOR A NIVEL LABORATORIO	53
4.1	INVESTIGACIÓN	53
4.2	DESARROLLO DE LA FORMULACIÓN	56
4.2.1	FORMULACIÓN 0	56
4.2.2	FORMULACIÓN 1	58
4.2.3	FORMULACIÓN 2	59

4.2.4 FORMULACIÓN 3	61
4.2.5 FORMULACIÓN 4	62
4.2.6 FORMULACIÓN 5	63
4.3 FORMULACIÓN FINAL	65
<u>CAPITULO V</u> PROCESO DE MANUFACTURA A NIVEL INDUSTRIAL	69
5.1 EQUIPO REQUERIDO	69
5.2 DIAGRAMA DE FLUJO DEL PROCESO	71
5.3 PROCEDIMIENTO	72
5.4 PRUEBAS DE CONTROL	74
5.5 ESPECIFICACIONES DE EMBARQUE	76
CONCLUSIONES	77
BIBLIOGRAFIA	79

CAPITULO 1

SISTEMAS DE ENFRIAMIENTO

1.1 GENERALIDADES

LA OPERACIÓN DEL SISTEMA DE ENFRIAMIENTO DE UN MOTOR TIENE UNA GRAN REPERCUSIÓN EN EL RENDIMIENTO - DE COMBUSTIBLE, DE ACEITE LUBRICANTE Y EN EL ÓPTIMO DESEMPEÑO DEL MOTOR EN SÍ. UN SISTEMA DE EN -- FRIAMIENTO ES UTILIZADO PARA MANTENER LA TEMPERATU RA DEL MOTOR DENTRO DE LÍMITES RAZONABLES: NI MUY- FRÍO NI MUY CALIENTE.

A MENOS QUE EL SISTEMA DE ENFRIAMIENTO RECIBA UN - MANTENIMIENTO ADECUADO, PUEDE CAUSAR O PROMOVER EL SOBRECALENTAMIENTO DEL MOTOR, BAJO RENDIMIENTO DE- COMBUSTIBLE, QUE LAS VÁLVULAS SE QUEMEN, SE DEPOS| TEN IMPUREZAS EN LA CHAQUETA ENFRIANTE DEL MOTOR - Y POR LO TANTO UN DESGASTE PREMATURO DEL MISMO.

1.2 COMPONENTES DEL SISTEMA DE ENFRIAMIENTO

1.2.1 EL MOTOR DE COMBUSTIÓN INTERNA, AL IGUAL QUE OTROS TIPOS DE MOTORES, NO PUEDE CONVERTIR - TODA LA ENERGÍA DEL COMBUSTIBLE EN TRABAJO. - EL CALOR RESULTANTE DE LA COMBUSTIÓN Y EL CA LOR GENERADO POR LA FRICCIÓN DEBE SER DISIPA DO DE TAL MANERA QUE LAS PARTES DEL MOTOR -- NO EXCEDAN SUS TEMPERATURAS LÍMITE DE DISE - ÑO. EN EL MOTOR DE COMBUSTIÓN INTERNA TÍPI- CO, EL CUAL UTILIZA LÍQUIDO ENFRIANTE (ENFRIADOR)

APROXIMADAMENTE LA MITAD DEL CALOR DESPRENDIDO ES ELIMINADO MEDIANTE LOS GASES DE SALIDA Y LA OTRA MITAD SE DISIPA POR MEDIO -- DEL SISTEMA DE ENFRIAMIENTO.

EL SISTEMA DE ENFRIAMIENTO ALEJA EL CALOR - MEDIANTE LA CIRCULACIÓN DEL LÍQUIDO ENFRIANTE A TRAVÉS DE LOS PASAJES QUE RODEAN A LOS CILINDROS Y A LA CÁMARA DE COMBUSTIÓN. A SU VEZ, EL CALOR ES REMOVIDO DEL LÍQUIDO ENFRIANTE POR MEDIO DE LA CIRCULACIÓN DE ÉSTE A TRAVÉS DEL RADIADOR O DE OTRO TIPO DE INTERCAMBIADOR DE CALOR. LA CANTIDAD DE LÍQUIDO ENFRIANTE SE DETERMINA AL DISEÑAR EL SISTEMA Y CONTROLA LA TEMPERATURA INTERNA DEL MOTOR DENTRO DE LÍMITES PREDETERMINADOS. LA FIGURA 1 MUESTRA EL SISTEMA DE ENFRIAMIENTO TÍPICO DEL MOTOR DE UN AUTOMÓVIL.

EL LÍQUIDO ENFRIANTE CIRCULA ALREDEDOR DEL MONOBLOCK Y DE LAS CABEZAS DE LOS CILINDROS FORMANDO UNA CHAQUETA DE AGUA. EN EL MONOBLOCK, ESTA CHAQUETA RODEA LOS CILINDROS EN TODA SU LONGITUD. ESTOS PASAJES QUE CIRCUNDAN LOS CILINDROS ESTÁN DISEÑADOS DE TAL -- FORMA QUE EL FLUJO DEL LÍQUIDO ENFRIANTE -- SEA EL MISMO PARA CADA CILINDRO, LO CUAL -- ASEGURA UNA TRANSFERENCIA DE CALOR EFICIENTE.

EL LÍQUIDO ENFRIANTE CIRCULA TAMBIÉN A TRAVÉS DE PASAJES LOCALIZADOS EN LA CABEZA DEL MOTOR PARA AYUDAR A ENFRIAR LAS VÁLVULAS -- Y EL ÁREA DE LA CÁMARA DE COMBUSTIÓN Y FLU-

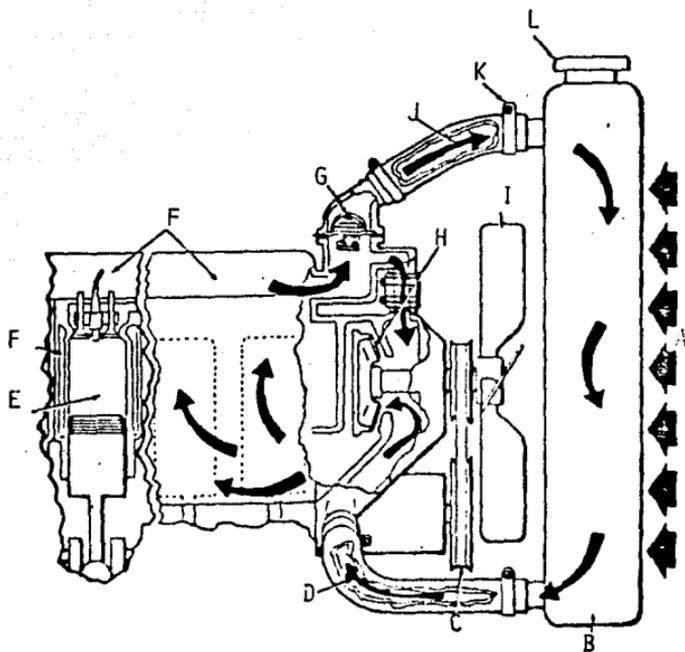


FIGURA 1 SISTEMA DE ENFRIAMIENTO DEL MOTOR DE UN AUTOMOVIL

- | | |
|--|---------------------------------------|
| A FLUJO DE AIRE | H BOMBA DEL AGUA |
| B RADIADOR | I VENTILADOR |
| C BANDA DEL VENTILADOR | J AGUA CALIENTE QUE ENTRA AL RADIADOR |
| D AGUA ENFRIADA QUE SALE DEL RADIADOR | K ABRAZADERA DE LA MANGUERA |
| E CÁMARA DE COMBUSTIÓN | L TAPÓN DEL RADIADOR |
| F CHAQUETA DE AGUA QUE RODEA LA CÁMARA DE COMBUSTIÓN | |
| G TERMOSTATO | |

YE ENTONCES A TRAVÉS DEL TERMOSTATO PARA PASAR POSTERIORMENTE, SEGUN SEA SU TEMPERATURA, AL RADIADOR O A LA BOMBA DE AGUA PARA SER RECIRCULADO.

1.2.2 RADIADOR

UN RADIADOR CONSISTE BÁSICAMENTE EN UN INTERCAMBIADOR DE CALOR CON UN TANQUE DE ALMACENAMIENTO Y SUS RESPECTIVAS UNIONES Y ACCESORIOS. INCLUYE TAMBIÉN: ADITAMENTOS PARA LLENAR, DRENAR, DERRAMAR SOBREFLUJOS, ALIVIAR PRESIÓN, ELIMINAR BURBUJAS DE AIRE, ELEMENTOS SENSIBLES A LA TEMPERATURA, BAFLES INTERNOS PARA DIRIGIR EL FLUJO DEL LÍQUIDO EN FRIANTE Y BAFLES EXTERNOS PARA DIRIGIR EL FLUJO DE AIRE.

LA PRINCIPAL FUNCIÓN DEL RADIADOR ES LA DE TRANSMITIR ENERGÍA CALORÍFICA DEL LÍQUIDO ENFRIANTE AL AIRE DE ENFRIAMIENTO A UNA VELOCIDAD TAL QUE MANTENGA LA TEMPERATURA ADECUADA DEL LÍQUIDO.

ESTO SE REALIZA MEDIANTE MECANISMOS DE CONVECCIÓN Y CONDUCCIÓN Y CON UNA PEQUEÑA PARTE DE RADIACIÓN. ESTOS MECANISMOS DEPENDEN DE: LA DIFERENCIA DE TEMPERATURA ENTRE EL LÍQUIDO Y EL AIRE, LA RELACIÓN DE FLUJOS AIRE-LÍQUIDO Y DEL DISEÑO DE LAS UNIDADES DE ENFRIAMIENTO.

CUANDO EXISTEN LAS CONDICIONES NECESARIAS, -

LA ENERGÍA CALORÍFICA ES TRANSFERIDA DEL LÍQUIDO ENFRIANTE A LA PARED METÁLICA DE UNO DE LOS TUBOS DEL RADIADOR MEDIANTE CONVECCIÓN Y CONDUCCIÓN. EL CALOR PASA A TRAVÉS DE LA PARED DEL TUBO HACIA LA SUPERFICIE EXTERNA DEL MISMO Y LUEGO PASA A LA SUPERFICIE ALETADA QUE ESTÁ UNIDA AL TUBO. ENTONCES EL AIRE PASA SOBRE LAS ALETAS Y RECOGE EL CALOR VIA CONDUCCIÓN Y CONVECCIÓN.

EN ALGUNAS INSTALACIONES EL RADIADOR PUEDE TAMBIÉN DESAEREAR EL LÍQUIDO ENFRIANTE. ESTO SE LOGRA MEDIANTE BAFLES INTERNOS QUE DESVÍAN UNA PORCIÓN DEL LÍQUIDO HACIA UNA ÁREA EN DONDE LA VELOCIDAD ES LO SUFICIENTEMENTE BAJA PARA PERMITIR QUE EL AIRE, GAS O BURBUJAS DE VAPOR QUE ESTÉN MEZCLADAS CON EL LÍQUIDO, SE SEPAREN DE ÉSTE. LA MAYORÍA DE LOS RADIADORES TAMBIÉN CUENTAN CON UNA RESERVA ADICIONAL DE LÍQUIDO PARA EL SISTEMA POR MEDIO DE UN TANQUE UBICADO EN LA PARTE SUPERIOR. ÉSTA RESERVA PROTEGE AL SISTEMA DE POSIBLES PERDIDAS DEBIDO A FUGAS O APREBULLICIÓN. AL MISMO TIEMPO, ESTE TANQUE SUPERIOR FUNCIONA COMO UNA CÁMARA DE EXPANSIÓN QUE EVITA PRESIONES EXCESIVAS O VACÍOS EN EL SISTEMA.

1.2.3 TAPÓN DEL RADIADOR.

EN LOS AUTOMÓVILES DE MODELO ANTIGUO, LA FUNCIÓN DEL TAPÓN DEL RADIADOR ERA ÚNICAMENTE LA DE MANTENER EL LÍQUIDO ENFRIANTE EN -

EL RADIADOR Y EVITAR LAS FUGAS. EN CAMBIO, LOS AUTOMÓVILES MODERNOS TIENEN SISTEMAS -- DE ENFRIAMIENTO PRESURIZADOS Y ES EL TAPÓN- DEL RADIADOR EL QUE CONTROLA LA PRESIÓN DEL SISTEMA.

EL HECHO DE QUE EL SISTEMA DE ENFRIAMIENTO- SEA PRESURIZADO SE DEBE A DOS RAZONES PRI - MORDIALES: PARA INCREMENTAR LA EFICIENCIA - DE LA BOMBA DEL AGUA Y PARA ELEVAR EL PUNTO DE EBULLICIÓN DEL LÍQUIDO ENFRIANTE. EN UN SISTEMA SIN PRESURIZAR, EL FLUÍDO QUE SE ENCUENTRA A LA ENTRADA DE LA BOMBA ESTÁ POR - LO MENOS A PRESIÓN ATMOSFÉRICA Y TIENE POR- LO TANTO UN PUNTO DE EBULLICIÓN MENOR. SI- EL FLUÍDO EMPIEZA A EBULLIR, LA BOMBA COMEN ZARÁ A CAVITAR Y POR LO TANTO LA CIRCULA -- CIÓN DEL FLUÍDO SE VERÁ INTERRUMPIDA. PRE- SURIZANDO EL SISTEMA DE ENFRIAMIENTO NO SÓ- LO SE ELIMINA ESTE PROBLEMA, SINO QUE SE -- ELEVA AL PUNTO DE EBULLICIÓN DEL FLUÍDO - - APROXIMADAMENTE 1.8°C POR CADA PSI QUE SE - ELEVE LA PRESIÓN.

DEBIDO A QUE EL SISTEMA DE ENFRIAMIENTO DE- LOS AUTOMÓVILES ACTUALES SE ENCUENTRA A UNA PRESIÓN DE ENTRE 14 Y 17 PSI, EL CONSECUEN- TE INCREMENTO A LA TEMPERATURA DE EBULLI -- CIÓN DEL LÍQUIDO ENFRIANTE ES DE APROXIMADA MENTE 28°C.

EL TAPÓN DEL RADIADOR CONTROLA LA PRESIÓN - DEL SISTEMA MEDIANTE UNA VÁLVULA DE PRESIÓN

Y UNA VÁLVULA DE VACÍO. LA VÁLVULA DE PRESIÓN DE RESORTES GRADUADOS MANTIENE LA PRESIÓN HASTA UN LÍMITE PRESELECCIONADO. CUANDO SE REBASA ESTE LÍMITE DEBIDO A UNA PRESIÓN EXCESIVA, LA VÁLVULA ABRE Y VENEA ESTE EXCESO A TRAVÉS DEL ORIFICIO DE DERRAME. ESTA VÁLVULA SE CIERRA CUANDO LA PRESIÓN VUELVE A SU NIVEL ADECUADO. UNA VEZ QUE EL MOTOR ES APAGADO Y EMPIEZA A ENFRIARSE, EL LÍQUIDO ENFRIANTE SE CONTRAE Y CREA UN VACÍO PARCIAL EN EL SISTEMA DE ENFRIAMIENTO. ESTO HACE QUE LA VÁLVULA DE VACÍO SE ABRA Y PERMITA LA ENTRADA DE FLUÍDO AL SISTEMA Y ASÍ EQUILIBRAR LAS PRESIONES.

EN LA FIGURA 2, ILUSTRAS EL FUNCIONAMIENTO DE LAS VÁLVULAS DE UN TAPÓN DE RADIADOR.

1.2.4 TANQUE DE ALMACENAMIENTO

ESTE TANQUE ES INDISPENSABLE EN TODOS LOS SISTEMAS DE ENFRIAMIENTO QUE SE ENCUENTRAN PRESURIZADOS Y CASI LA TOTALIDAD DE LOS AUTOS RECIENTES YA LO INCLUYEN. SE ENCUENTRA CONECTADO AL SISTEMA POR MEDIO DEL ORIFICIO DE DERRAME.

A MEDIDA QUE EL LÍQUIDO ENFRIANTE SE EXPANDE, LA VÁLVULA DE PRESIÓN DEL TAPÓN SE ABRE Y PERMITE AL EXCESO DE LÍQUIDO FLUIR A TRAVÉS DEL ORIFICIO DE DERRAME Y DEPOSITARSE EN ES-

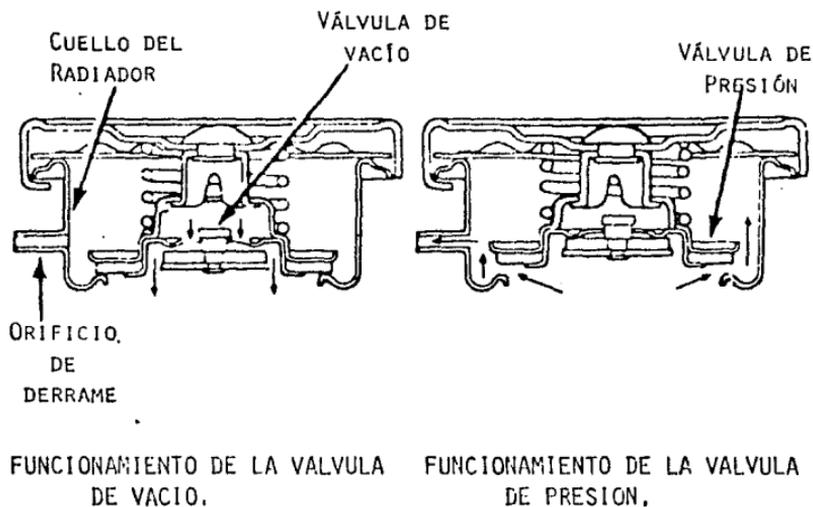


FIGURA 2 TAPON DEL RADIADOR.

FUNCIONAMIENTO DE LAS VALVULAS DE PRESION Y DE VACIO.

TE TANQUE DE ALMACENAMIENTO. CUANDO EL MOTOR SE ENFRÍA Y LA VÁLVULA DE VACÍO ABRE, EL LÍQUIDO QUE SE ENCUENTRA EN EL TANQUE REGRESA AL RADIADOR. ÉSTO ASEGURA QUE EL RADIADOR SIEMPRE SE ENCUENTRE LLENO DE FLUÍDO, -- MANTENIENDO ASÍ LA EFICIENCIA DEL SISTEMA.

EN UN SISTEMA A PRESIÓN, ES DECIR, EN UN SISTEMA CERRADO, EL NIVEL DE ENFRIADOR NO SE REVISA DESTAPANDO EL RADIADOR SINO QUE SE OBSERVA LA CANTIDAD QUE EXISTE EN EL TANQUE. -- ES POR ÉSTO QUE LA MAYORÍA DE ESTOS TANQUES-- ESTÁN HECHOS DE PLÁSTICO TRANSLÚCIDO Y EN -- DONDE SE HA MOLDEADO LOS NIVELES ADECUADOS -- QUE DEBE TENER EL LÍQUIDO ENFRIANTE CUANDO -- ESTÁ CALIENTE Y CUANDO ESTÁ FRÍO.

EN LA FIGURA 3 SE ILUSTRAN UN TANQUE DE ÉSTE TIPO.

1.2.5. TERMOSTATO

EL TERMOSTATO PARA CONTROLAR LA TEMPERATURA DE UN SISTEMA DE ENFRIAMIENTO AUTOMOTRÍZ ES UN TIPO DE VÁLVULA DESVIADORA DE FLUJO QUE OPERA MEDIANTE CAMBIOS DE TEMPERATURA Y QUE ACTÚA MEDIANTE UN ELEMENTO DE PODER. EN EL CICLO DE CALENTAMIENTO, A MEDIDA QUE EL LÍQUIDO ALCANZA LA TEMPERATURA PRESELECCIONADA, EL ELEMENTO DE PODER SE EXPANDE. LA ACCIÓN DE DICHO ELEMENTO MUEVE LA VÁLVULA EN SENTI-

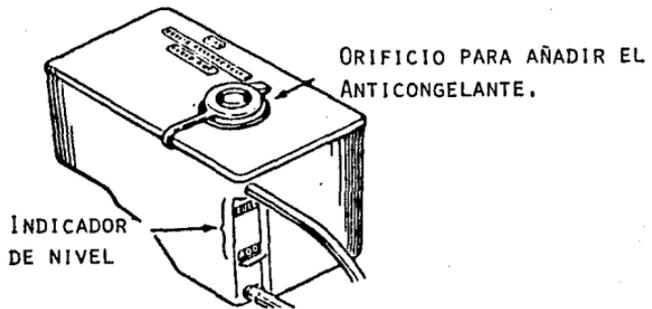


FIGURA 3 TANQUE DE ALMACENAMIENTO

DO POSITIVO. EN EL CICLO DE ENFRIAMIENTO, A MEDIDA QUE EL ELEMENTO DE PODER SE CONTRAE, LA VALVULA REGRESA A SU BASE. CONSECUENTEMENTE, EL CAMBIO EN LA TEMPERATURA DEL FLUÍDO SE REFLEJA EN EL ELEMENTO DE PODER Y PRODUCE UN CONTROL AUTOMÁTICO DE LA POSICIÓN DE LA VÁLVULA, AJUSTANDO ASÍ LA TEMPERATURA DEL LÍQUIDO ENFRIANTE DENTRO DEL MOTOR.

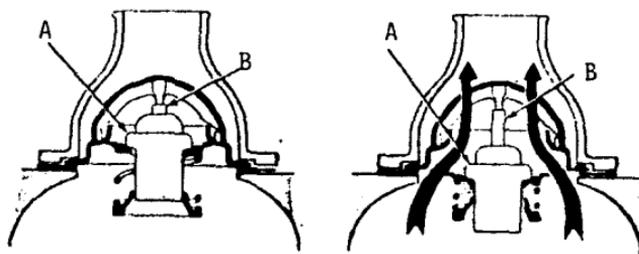
POR LO TANTO, LA FUNCIÓN DEL TERMOSTATO ES LA DE ASEGURAR QUE EL LÍQUIDO ENFRIANTE PASARÁ AL RADIADOR SÓLO CUANTO SU TEMPERATURA ES ELEVADA DEBIDO A QUE HA ESTADO RECIRCULANDO POR LA CHAQUETA DEL MOTOR; EN ESE MOMENTO Y PARA EVITAR SOBRECALENTAMIENTO SE ABRE EL TERMOSTATO Y FLUYÉ EL LÍQUIDO CALIENTE AL RADIADOR, EN DONDE SE EFECTÚA EL INTERCAMBIO DE CALOR.

EN LA FIGURA 4 SE PUEDEN APRECIAR LOS DOS PASOS DE LA OPERACIÓN DE UN TERMOSTATO: CUANDO ESTÁ ABIERTO Y CUANDO ESTÁ CERRADO.

1.2.6. BOMBA DEL AGUA

LA FUNCIÓN QUE DESEMPEÑA LA BOMBA EN EL SISTEMA DE ENFRIAMIENTO ES LA DE IMPULSAR AL LÍQUIDO ENFRIANTE PROVENIENTE DEL RADIADOR A TRAVÉS DE LA CHAQUETA QUE RODEA AL MOTOR Y A TRAVÉS DEL SISTEMA GENERAL.

LAS BOMBAS UTILIZADAS EN EL SISTEMA DE EN --



FLUÍDO FRÍO
TERMOSTATO CERRADO

FLUÍDO CALIENTE
TERMOSTATO ABIERTO

FIGURA 4 **TERMOSTATO**

A ELEMENTO SENSIBLE A LA TEMPERATURA
B PISTÓN

FRIAMIENTO AUTOMOTRÍZ SON BOMBAS CENTRÍFUGAS QUE UTILIZAN IMPULSORES EN FORMA DE ASPAS. - SIN EMBARGO, EN MOTORES PARA TRABAJOS PESADOS SE UTILIZAN IMPULSORES DE ENGRANES.

LA BOMBA ES MOVIDA POR LA ACCIÓN DE UNA BANDA, LA CUAL HACE GIRAR UNA POLEA QUE A SU VEZ ESTÁ UNIDA AL EJE DEL IMPULSOR; DE ESTA FORMA, LA VELOCIDAD DE LA BOMBA Y SU CAPACIDAD VARÍA DIRECTAMENTE CON LAS REVOLUCIONES POR MINUTO DEL MOTOR.

CUANDO EL FLUÍDO ENFRIANTE ES CORROSIVO, AFECTA A LOS IMPULSORES EROSIONÁNDOLOS Y PRODUCIÉNDOLES PICADURAS; OTRO PROBLEMA QUE SUELE PRESENTARSE ES EL DESGASTE QUE SE PRODUCE ENTRE LA FLECHA Y EL BUJE QUE LA SOPORTA.

LA BOMBA DEL AGUA NO REQUIERE MANTENIMIENTO PERIÓDICO.

1.2.7 VENTILADOR Y DEFLECTORES

LA MAYORÍA DE LOS VENTILADORES PARA RADIADORES SON DE HOJAS FIJAS, DE TIPO DE MECANISMO DIRECTO, PERO ES POSIBLE ENCONTRAR INSTALACIONES QUE USAN VENTILADORES DE VELOCIDAD MODULADA. LA VELOCIDAD DEL VENTILADOR ES CONTROLADA POR LA VELOCIDAD DEL MOTOR.

UN VENTILADOR TÍPICO MUEVE VOLÚMENES DE AIRE

A TRAVÉS DEL RADIADOR PARA DISIPAR EL CALOR-
ABSORBIDO POR EL LÍQUIDO ENFRIANTE. ESTE --
FLUJO DE AIRE TAMBIÉN PROVEE ALGO DE AIRE EN
FRIANTE PARA EL MOTOR. CUANDO LA VELOCIDAD-
DEL VEHÍCULO ES TAN LENTA QUE CIRCULA POCO -
AIRE A TRAVÉS DE LA PARRILLA Y DEL RADIADOR,
EL VENTILADOR PROVEE EL FLUJO DE AIRE FALTAN
TE.

LOS VENTILADORES SON DE DOS TIPOS: MECÁNICOS
Y ELÉCTRICOS. LOS PRIMEROS SON ACCIONADOS --
POR MEDIO DE UNA BANDA. LOS VENTILADORES - -
ELÉCTRICOS SON LOS MÁ S UTILIZADOS EN LOS VE-
HÍCULOS DE TRACCIÓN DELANTERA Y QUE TIENEN -
MOTOR TRANSVERSAL, YA QUE EN ESTOS CASOS EL-
VENTILADOR MECÁNICO SERÍA IMPRÁCTICO. ESTOS
VENTILADORES FUNCIONAN EN BASE A INTERRUPTO-
RES ACCIONADOS POR TEMPERATURA QUE ESTÁN MON
TADOS SOBRE EL RADIADOR Y EN ALGUNAS OCASIO-
NES SIGUEN FUNCIONANDO AÚN CUANDO EL MOTOR -
YA HA SIDO APAGADO.

LOS DEFLECTORES SON ESTRUCTURAS ACANALADAS -
UNIDAS AL RADIADOR Y LOCALIZADAS ALREDEDOR -
DEL VENTILADOR. ESTÁN INSTALADAS JUSTO EN -
EL EXTREMO DEL DIÁMETRO EXTERIOR DEL VENTILA
DOR.

LOS DEFLECTORES DIRIGEN EL FLUJO DE AIRE A -
TRAVÉS DEL VENTILADOR Y AYUDAN A QUE EXISTA
UNA DISTRIBUCIÓN UNIFORME DEL AIRE QUE ATRA-
VIEZA EL RADIADOR, MEJORANDO ASÍ EL INTERCAM
BIO DE CALOR.

1.2.8 FILTROS

LA MAYOR PARTE DE LOS CAMIONES Y DE LOS AUTOBUSES UTILIZAN UN FILTRO PARA EL SISTEMA DE ENFRIAMIENTO. ESTE FILTRO CONSISTE EN UNA CARCAZA METÁLICA CON SUS RESPECTIVOS ORIFICIOS PARA ENTRADA Y SALIDA DEL FLUÍDO. DENTRO DE LA CARCAZA SE ENCUENTRAN LOS SIGUIENTES ELEMENTOS: UN FILTRO INTERCAMBIABLE O CARTUCHO, UN PRODUCTO QUÍMICO ABLANDADOR DE AGUA, MEZCLAS DE INHIBIDORES Y ALGUNOS METALES DE SACRIFICIO (TALES COMO ZINC O MAGNESIO).

GENERALMENTE ESTOS FILTROS SE ENCUENTRAN INSTALADOS EN LUGARES ACCESIBLES DEL MOTOR Y SE CONECTAN AL SISTEMA MEDIANTE MANGUERAS FLEXIBLES.

ESTOS FILTROS ESTÁN DISEÑADOS PARA REALIZAR UNA O MÁS DE LAS SIGUIENTES FUNCIONES:

- A) EFECTUAR UNA FILTRACIÓN MECÁNICA PARA REMOVER POLVOS, SEDIMENTOS, DEPÓSITOS DE CORROSIÓN, IMPUREZAS Y CUALQUIER OTRO TIPO DE PARTÍCULA SÓLIDA QUE CON TENGA EL SISTEMA.
- B) ABLANDAR EL AGUA, PARA EVITAR LA FORMACIÓN DE INCRUSTACIONES.

- c) MINIMIZAR LA ACTIVIDAD CORROSIVA.
- d) PROVEER PROTECCIÓN GALVÁNICA, UTILIZANDO UN METAL DE SACRIFICIO Y EVITAR ASÍ LA "PICADURA" DE LA CARCAZA.

CAPITULO II METALURGIA DEL SISTEMA DE ENFRIAMIENTO

2.1 ALEACIONES COMUNMENTE USADAS

SE PUEDE DECIR QUE HASTA HACE ALGUNOS AÑOS EL SISTEMA DE ENFRIAMIENTO DE LOS MOTORES PARA AUTOS ESTABAN FORMADOS POR PIEZAS DE HIERRO Y COBRE UNICAMENTE, ES DECIR, SE HABLABA DE AUTOS CON MOTOR DE HIERRO Y RADIADOR DE COBRE.

TÍPICAMENTE, EL HIERRO GRIS SE HA UTILIZADO EN PIEZAS COMO LAS CABEZAS DE LOS CILINDROS, PISTONES, -- BLOCK DE LOS CILINDROS, ETC, Y LAS ALEACIONES MÁS UTILIZADAS PARA FABRICAR ESTAS PIEZAS SON LOS HIERROS G 2500 Y G 3000 SEGÚN LO INDICA EL SAE HANDBOOK (REFERENCIA BIBLIOGRÁFICA 7). LAS COMPOSICIONES DE ESTAS ALEACIONES SON LAS SIGUIENTES:

TIPO	% CARBON	% SILICIO	% MANGANESO	% AZUFRE, MAX.	% FOSFORO, MAX.
G 2500	3.2-3.5	2.0-2.4	0.6-0.9	0.15	0.20
G 3000	3.1-3.4	1.9-2.3	0.6-0.9	0.15	0.15

EN CAMBIO, PARA LA FABRICACIÓN DEL RADIADOR Y DE SUS ADITAMENTOS, EL COBRE Y SUS ALEACIONES HA SIDO EL METAL MÁS UTILIZADO, POR EJEMPLO, EL COBRE FORJADO HATENIDO MÚLTIPLES USOS: ALETAS DEL RADIADOR, TRAMOS DE TUBERÍAS, EL TANQUE DEL RADIADOR, BAFLES DESVIADORES DE FLUJO E IMPULSORES DE LA BOMBA DEL AGUA. LAS ALEACIONES MÁS UTILIZADAS HAN SIDO C 11000, C 11300,

C 26000 Y C 36000, SIENDO SUS COMPOSICIONES LAS SIGUIENTES:

TIPO	% COBRE	% ZINC	% PLOMO
C 11000	99,9	-	-
C 11300	99,9	-	-
C 11600	99,9	-	-
C 23000	85	15	-
C 26000	70	30	-
C 36000	62	35	3

2.2 TENDENCIAS ACTUALES

2.2.1 GENERALIDADES

UNA DE LAS FORMAS COMO LAS EMPRESAS CONSTRUCTORAS DE AUTOMÓVILES HAN MEJORADO EL CONSUMO DE COMBUSTIBLE EN SUS MODELOS RECIENTES, HA SIDO REDUCIENDO EL PESO TOTAL DEL AUTOMÓVIL. EN GRAN PARTE, ESTO SE HA LOGRADO UTILIZANDO ALUMINIO EN ALGUNOS COMPONENTES CRÍTICOS DEL SISTEMA DE ENFRIAMIENTO DEL MOTOR.

EN EFECTO, ACTUALMENTE ES MUY COMÚN QUE LOS SIGUIENTES COMPONENTES DEL SISTEMA ESTÉN HECHOS DE ALEACIONES CON ALTO CONTENIDO DE ALUMINIO: RADIADOR, BOMBA DEL AGUA, DUCTOS, LAS CABEZAS DE LOS CILINDROS Y LAS CAMISAS DE LAS VÁLVULAS. POR LO TANTO, LAS INVESTIGACIONES

QUE ACTUALMENTE SE REALIZAN, ESTÁN ENFOCADAS -
A INCREMENTAR LA PROTECCIÓN A LAS PARTES DE -
ALUMINIO MEDIANTE EL USO DE UN FLUÍDO ENFRIAN
TE QUE SEA CAPAZ DE MINIMIZAR LA CORROSIÓN SO
BRE DICHO METAL.

CABE HACER NOTAR, QUE UNA SUPERFICIE QUE DES-
PIDE CALOR, COMO LAS CABEZAS DE LOS CILINDROS,
TENDRÁ MAYORES PROBLEMAS DE CORROSIÓN QUE LA-
SUPERFICIE QUE ACEPTA EL CALOR, COMO ES EL CA
SO DEL RADIADOR.

LA CORROSIÓN EN LAS CABEZAS DE LOS CILINDROS,
ES UN PROBLEMA REAL. EN ESTA SITUACIÓN EN --
PARTICULAR, LOS PRODUCTOS DE LA CORROSIÓN SE-
DISUELVEN EN EL FLUÍDO ENFRIANTE Y LUEGO PRE-
CIPITAN EN LAS SUPERFICIES MÁS FRÍAS DEL SIS-
TEMA (EN EL RADIADOR), ESTOS DEPÓSITOS SE --
VAN ACUMULANDO Y VAN OBSTRUYENDO LOS CONDUCC -
TOS, O BIEN, FORMAN UNA CAPA MUY FINA, LO - -
CUAL DISMINUYE LA CAPACIDAD INTERCAMBIADORA -
DE CALOR DEL RADIADOR. TODO LO ANTERIOR TRAE
COMO CONSECUENCIA UN SOBRECALENTAMIENTO CONS-
TANTE DEL MOTOR.

2.2.2 CORROSION SOBRE SUPERFICIES CALIENTES DE ALU- MINIO: (EBULLICION POR NUCLEACION).

EL ALUMINIO ES MÁS PROPENSO QUE EL HIERRO FOR-
JADO A SUFRIR UNA CORROSIÓN ACELERADA EN LAS -

SUPERFICIES QUE DESPIDEN CALOR Y ES PARTICULARMENTE SENSIBLE A LA CONCENTRACIÓN Y TIPODEL INHIBIDOR PRESENTE EN EL FLUÍDO ENFRIANTE Y TAMBIÉN A LAS TEMPERATURAS QUE PREVALEZCAN SOBRE LA SUPERFICIE DEL METAL.

EN EFECTO, LA CORROSIÓN SE INCREMENTA NOTORIAMENTE CUANDO SE PRESENTA LA EBULLICIÓN -- POR NUCLEACIÓN (UN ALTO FLUX DE CALOR Y TEMPERATURA DEL METAL TAMBIÉN ALTA).

ES DECIR, CUANDO LAS CONDICIONES DE MANEJO SON MUY SEVERAS, PUEDE OCURRIR QUE LA TRANSFERENCIA DE CALOR EN LAS CABEZAS DE LOS CILINDROS SE LLEVE A CABO MEDIANTE EBULLICIÓN POR NUCLEACIÓN (BLANQUEO). ESTO OCURRE EN LA INTERFASE METAL-FLUÍDO CUANDO UNA DELGADÍSIMA CAPA DEL FLUÍDO ENFRIANTE PÉRMANECE ESTACIONARIA CON RESPECTO AL METAL, EN LUGAR DE ESTAR SIENDO MEZCLADO POR CONVECCIÓN. EN ESTA INTERFASE LA TEMPERATURA DEL FLUÍDO ENFRIANTE ES IGUAL A LA TEMPERATURA DE LA SUPERFICIE DEL METAL, Y EL BLANQUEO SE INICIASOLAMENTE CUANDO LA TEMPERATURA DE DICHA INTERFASE ES MAYOR QUE LA TEMPERATURA DE EBULLICIÓN DEL FLUÍDO ENTRE 5 Y 11 °C.

EL BLANQUEO SE CARACTERIZA POR LA FORMACIÓN DE BURBUJAS DE VAPOR EN LA CAPA DE LÍQUIDO SOBREALENTADO ADYACENTE A LA SUPERFICIE DON

DE SE EFECTUA LA TRANSFERENCIA DE CALOR.

SINTETIZANDO LO EXPUESTO ANTERIORMENTE, PODEMOS AFIRMAR QUE LA CORROSIÓN EN EL ALUMINIO - SE VÉ AFECTADA POR EL PH DEL FLUÍDO, POR LA - TEMPERATURA Y EL FLUX DE CALOR; EN AUSENCIA - DE INHIBIDORES EFECTIVOS, LA CORROSIÓN SE INCREMENTARÁ A MEDIDA QUE EL PH DEL FLUÍDO SE - VUELVA MÁS ÁCIDO.

CAPITULO IIITIPOS DE FLUIDOS ANTICONGELANTES/
ENFRIADORES

3.1 GENERALIDADES

NORMALMENTE SE DEFINE A UN ANTICONGELANTE COMO UN LÍQUIDO QUE, AL SER AÑADIDO AL AGUA DEL SISTEMA DE ENFRIAMIENTO DE UN AUTOMÓVIL, EVITA LA CONGELACIÓN DE ÉSTA. DURANTE MUCHO TIEMPO, ESTA DEFINICIÓN HA SIDO LA ADECUADA.

SIN EMBARGO, A MEDIDA QUE LA TECNOLOGÍA AUTOMOTRÍZ HA IDO AVANZANDO Y LOS MOTORES SON CADA VEZ MÁS SOFISTICADOS, EL ANTICONGELANTE MODERNO ES MUCHO MÁS QUE LA DEFINICIÓN ANTERIOR. ÉSTE PROTEGE DURANTE UN AÑO ENTERO, ES DECIR, EVITA LA CONGELACIÓN EN EL INVIERNO Y LA SOBREBULLICIÓN EN EL VERANO (ESPECIALMENTE EN AUTOS CON AIRE ACONDICIONADO); ADEMÁS, DEBE DE TENER LAS SIGUIENTES CARACTERÍSTICAS:

- A) RENDIR CUANDO MENOS DURANTE UN AÑO DE SERVICIO.
- B) PROTEGER A LAS PARTES METÁLICAS DE CORROSIÓN O DEPÓSITOS.
- C) PRODUCIR UN MÍNIMO DE EFECTOS INDESEABLES DURANTE EL ENFRIAMIENTO DEL MOTOR Y EN LA TRANSFERENCIA DE CALOR.
- D) NO ATACAR A LOS COMPONENTES DE CAUCHO DEL --

SISTEMA (MANGUERAS).

- E) POSEER ESTABILIDAD QUÍMICA.
- F) TENER BAJO COSTO.
- G) SEA INODORO.
- H) UNA VISCOSIDAD ACEPTABLE A BAJAS TEMPERATURAS.
- I) BAJO COEFICIENTE DE EXPANSIÓN.

ASIMISMO, ES DESEABLE QUE ESTE PRODUCTO SEA NO INFLAMABLE, DE BAJA TOXICIDAD, TENGA UN ADECUADO PUNTO DE EBULLICIÓN Y QUE NO HAGA ESPUMA. NINGÚN PRODUCTO QUÍMICO REUNE AL 100% TODAS ÉSTAS CARACTERÍSTICAS, PERO HAY PRODUCTOS QUE CUMPLEN SATISFACTORIAMENTE CON ESTOS REQUERIMIENTOS.

DEBIDO A QUE EL LÍQUIDO ANTICONGELANTE SE DESEMPEÑA TAMBIÉN COMO ENFRIADOR DURANTE GRAN PARTE DEL AÑO, - ES DENOMINADO LÍQUIDO ANTICONGELANTE/ENFRIADOR.

HAY QUE ACLARAR QUE DEPENDIENDO DE LA REGIÓN GEOGRÁFICA EN LA QUE SE UTILICE ESTE PRODUCTO, SU DESEMPEÑO PODRÁ SER ÚNICAMENTE COMO ENFRIADOR, O BIÉN COMO ANTICONGELANTE/ENFRIADOR. ES DECIR, EN UNA ZONA CUYO CLIMA ES CALUROSO (PARTE SUR DE LA REPÚBLICA MEXICANA) ESTE LÍQUIDO TRABAJARÁ TODO EL AÑO EVITANDO EL SOBRECALENTAMIENTO DEL MOTOR; EN CAMBIO EN ZONAS CON CLIMAS EXTREMOSOS (NORTE DE LA REPÚBLICA MEXICANA) SU FUNCIONAMIENTO SERÁ DUAL: CONTRARRESTAR LAS ALTAS TEMPERATURAS QUE SE PRESENTAN EN VERANO Y EVITAR LA CONGELACIÓN DURANTE EL INVIERNO.

3.2 FORMULAS COMUNNENTE UTILIZADAS.

EL AGUA HA SIDO EL ENFRIADOR MÁS UTILIZADO EN LOS MOTORES DE COMBUSTIÓN INTERNA, DEBIDO PRINCIPALMENTE A SUS BUENAS PROPIEDADES PARA TRANSFERIR EL CALOR. SIN EMBARGO, ALGUNAS PROPIEDADES DEL AGUA LIMITAN SU USO COMO ANTICONGELANTE-ENFRIADOR: SU PUNTO DE CONGELACIÓN ES MUY ALTO (0°C) Y CONTIENE CIERTAS IMPUREZAS QUE CAUSAN CORROSIÓN EN LOS METALES DEL SISTEMA DE ENFRIAMIENTO. EN EFECTO, ALGUNOS -- SULFATOS, CLORUROS Y BICARBONATOS PRESENTES EN EL AGUA ACELERAN LA CORROSIÓN; OTRAS IMPUREZAS, TALES COMO EL CARBONATO DE CALCIO Y EL CARBONATO DE MAGNESIO REDUCEN LA TRANSFERENCIA DE CALOR AL FORMAR DEPÓSITOS EN LOS CONDUCTOS, EFECTO QUE SE INCREMENTA A TEMPERATURAS ELEVADAS.

CUANDO EL AGUA SE CONGELA Y FORMA HIELO SÓLIDO, SE EXPANDE APROXIMADAMENTE UN 9% SU VOLÚMEN. ESTA EXPANSIÓN SE LLEVA A CABO CON UNA FUERZA QUE EQUIVALE A TONELADAS DE PRESIÓN.

POR LO TANTO, SI EL AGUA SE LLEGA A CONGELAR DENTRO DEL SISTEMA DE ENFRIAMIENTO, ESTA PRESIÓN EXCESIVA PUEDE CAUSAR DAÑOS MUY SEVEROS. ES POR ESTO QUE SE DEBE AÑADIR ALGÚN COMPUESTO ANTICONGELANTE AL AGUA.

ASÍ, SE HAN HECHO PRUEBAS AL AÑADIR UNA GRAN CANTIDAD DE COMPUESTOS AL AGUA Y VERIFICAR SUS PROPIEDADES COMO ANTICONGELANTES. ALGUNAS SALES, COMO EL CLORURO DE CALCIO DISMINUYEN EL PUNTO DE CONGELACIÓN PERO SON CORROSIVAS. PRODUCTOS PETROLIFEROS,

TALES COMO GUEROSENO, HAN SIDO UTILIZADOS REEMPLAZANDO TOTALMENTE AL AGUA, PERO SUS EFECTOS NEGATIVOS SOBRE LAS MANGUERAS DE GAUCHO, SU BAJO COEFICIENTE DE TRANSFERENCIA DE CALOR Y SU INFLAMABILIDAD LOS HACEN INUTILIZABLES.

ANTES DE FINALIZAR LA SEGUNDA GUERRA MUNDIAL, LOS ANTICONGELANTES MÁS COMUNMENTE UTILIZADOS ERAN EL ALCOHOL ETILICO DESNATURALIZADO, EL ALCOHOL METÍLICO Y EL ETILENGLICOL; NO OBSTANTE, PARA FINES DE LA DÉCADA DE LOS 40'S, LOS ANTICONGELANTES FORMADOS POR ETILENGLICOL Y METANOL HABÍAN TOMADO EL CONTROL DEL MERCADO.

SIN EMBARGO, LAS TEMPERATURAS A LAS QUE OPERAN LOS SISTEMAS DE ENFRIAMIENTO SE HAN INCREMENTADO EN AÑOS RECIENTES, LO QUE HA HECHO QUE EL METANOL HAYA SIDO ELIMINADO COMO POSIBLE ANTICONGELANTE EN MOTORES ACTUALES DEBIDO A QUE SU BAJO PUNTO DE EBULLICIÓN PERMITE LA EVAPORACIÓN CON LA CONSECUENTE PÉRDIDA DE PRODUCTO. DE CUALQUIER FORMA, EL METANOL ES TODAVÍA UTILIZADO EN CIERTA MAQUINARIA AGRÍCOLA, PERO EN VOLÚMENES TAN PEQUEÑOS QUE REPRESENTAN MENOS DEL 1% DEL TOTAL DEL MERCADO DE ANTICONGELANTES.

EN LA TABLA I SE MUESTRAN CIERTAS PROPIEDADES FÍSICAS DEL AGUA, ALCOHOL METÍLICO Y ETILENGLICOL.

EL PROPILENGLICOL MONOMETIL ETER (METOXIPROSPANOL) ES UTILIZADO EN PEQUEÑAS CANTIDADES COMO ANTICONGELANTE-ENFRIADOR PARA VEHICULOS DE TRABAJO PESADO, TALES COMO CAMIONES DE MOTOR A DIESEL. LA VENTAJA QUE ESTE TIPO DE ENFRIADOR TIENE, ES QUE ES MÁS COMPATIBLE CON LOS ACEITES LUBRICANTES DEL MOTOR QUE EL ETILENGLICOL.

POR LO TANTO, EN CASO DE QUE EXISTIERA ALGUNA FUGA INTERNA Y LOS DOS FLUIDOS SE MEZCLARAN, NO CAUSARÍA TANTO DAÑO. SIN EMBARGO, ES TAN POCO PROBABLE QUE OCURRAN DICHAS FUGAS, ES TAN ALTO EL COSTO DE ESTE PRODUCTO, TIENE TAN BAJO PUNTO DE EBULLICIÓN Y POR LOS EFECTOS COLATERALES NEGATIVOS QUE PRESENTA EN LOS ELASTÓMEROS, POR LO QUE EL METOXIPROPA-NOL NO ES USADO EXTENSIVAMENTE.

TABLA I

PROPIEDADES FÍSICAS DE COMPUESTOS UTILIZADOS EN SISTEMAS DE ENFRÍAMIENTO

PROPIEDAD	AGUA	ALCOHOL METILICO	ETILEN GLICOL
GRAVEDAD ESPECÍFICA 20/20, °C	1.00	0.7924	1.1155
CALOR ESPECÍFICO A 25°C, CAL/G°C	0.99765	0.600(20°C)	0.574
PUNTO DE CONGELACIÓN, °C			
- COMPUESTO PURO	0	-97.7	-13.3
- SOLUCIÓN ACUOSA AL 50%	-44.5	-36.6
PUNTO DE EBULLICIÓN, °C	100.0	64.5	197.3
PRESIÓN DE VAPOR A 20°C, mmHg	17.535	96.1	0.12
PUNTO DE INFLAMACIÓN(VASO ABIERTO), °C	15.6	115.6
VISCOSIDAD A 20°C, cP	1.01	0.59	20.9

3.3 ETILEN GLICOL COMO FLUIDO ANTICONGELANTE-ENFRIADOR

3.3.1. MONOGRAFÍA DEL ETILEN GLICOL.

EL ETILENGLICOL (1,2-ETANODIOL GLICOL), --
 $\text{CH}_2\text{OHCH}_2\text{OH}$, PESO MOLECULAR 62.07, ES EL MÁS
 SENCILLO E IMPORTANTE DE LOS GLICOLES.

FUÉ PRODUCIDO POR PRIMERA VEZ EN 1859 POR --
 WURTZ, QUE SAPONIFICÓ DIACETATO DE ETILEN --
 GLICOL CON HIDROXIDO DE POTASIO.

TRES AÑOS DESPUÉS PREPARÓ ETILENGLICOL POR -
 HIDRATACIÓN DEL ÓXIDO DE ETILENO. ESTE GLI-
 COL NO ADQUIRIÓ IMPORTANCIA COMERCIAL HASTA-
 QUE EN EL AÑO DE 1925 FUÉ FABRICADO EN GRAN-
 ESCALA PARTIENDO DEL ÓXIDO DE ETILENO Y PA -
 SANDO POR LA CLORHIDRINA DE ETILENO COMO COM
 PUESTO INTERMEDIO.

3.3.1.1 METODOS DE OBTENCION INDUSTRIAL

LA MAYOR PARTE DEL ETILENGLICOL SE OB -
 TIENE POR HIDRATACIÓN DEL ÓXIDO DE ETI -
 LENO. EL ÓXIDO SE OBTIENE DE DOS MANE -
 RAS:

- A) POR HIDRÓLISIS DE LA CLORHIDRINA DE -
 ETILENO COMO COMPUESTO INTERMEDIO;
- B) POR OXIDACIÓN DIRECTA DEL ETILENO.

EL ÓXIDO DE ETILENO ES FACILMENTE CON -

VERTIDO EN ETILENGLICOL POR CUALQUIERA-
DE LOS DOS MÉTODOS SIGUIENTES:

- 1) POR LA ACCIÓN DE UNA SOLUCIÓN ACUOSA
DILUÍDA DE UN ÁCIDO FUERTE;
- 2) POR LA REACCIÓN CON AGUA A TEMPERATU
RA Y PRESIÓN ELEVADAS.

EN CADA UNO DE ESOS PROCEDIMIENTOS, SE-
CONCENTRA EL ETILENGLICOL RESULTANTE --
POR EVAPORACIÓN Y SE PURIFICA DESPUÉS -
POR DESTILACIÓN AL VACÍO.

3.3.1.2 PROPIEDADES:

ES UN LÍQUIDO TRANSPARENTE, INCOLORO, -
PRÁCTICAMENTE INODORO, POCO VOLÁTIL E -
HIGROSCÓPICO, TOTALMENTE SOLUBLE EN A -
GUA Y EN UNA GRAN CANTIDAD DE SOLVENTES
DE TIPO ORGÁNICO.

EN LAS GRÁFICAS A, B, C, D, Y E,-
SE MUESTRAN DIVERSAS PROPIEDADES FÍSI -
CAS DEL ETILENGLICOL, COMPARADAS CON --
LAS DE OTROS GLICOLES.

3.3.1.3 USOS:

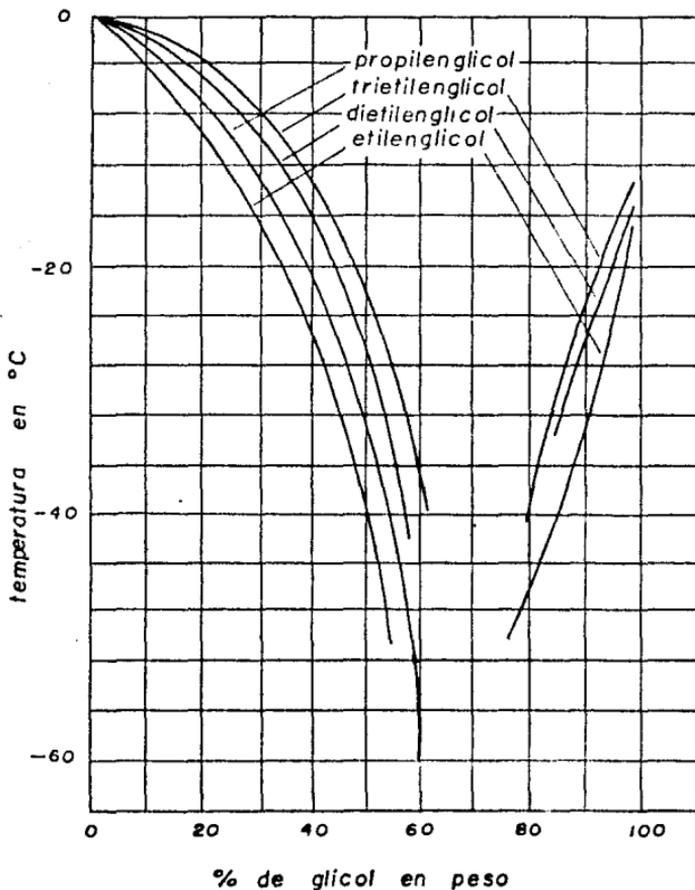
LA PROPIEDAD DEL ETILENGLICOL PARA HA -
CER BAJAR EL PUNTO DE CONGELACIÓN ES LA
BASE DE SU APLICACIÓN MÁS IMPORTANTE, --
ESTO ES: COMO ANTICONGELANTE NO VOLÁTIL

GRAFICA A
PROPIEDADES FISICAS DE ALGUNOS GLICOLAS

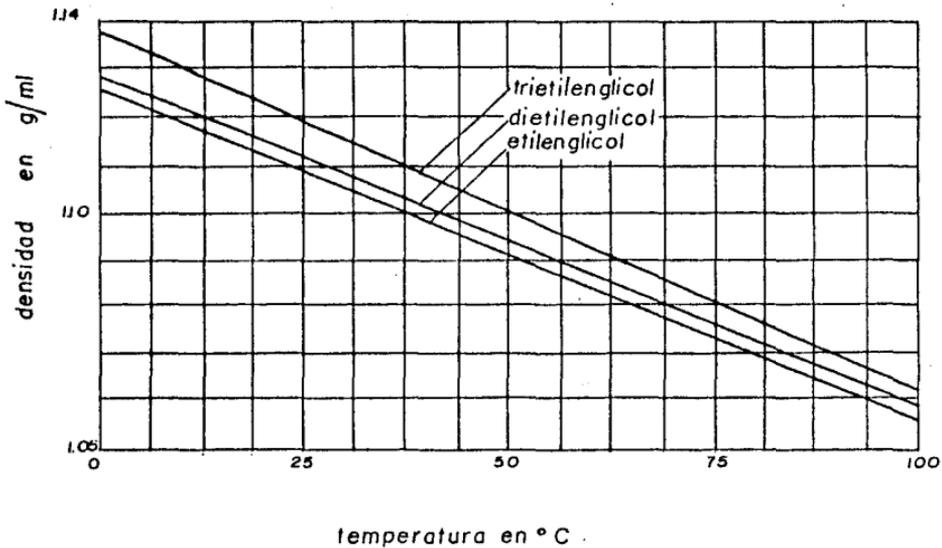
	ETILEN- GLICOL	DIETILEN- GLICOL	TRIEILEN- GLICOL	PROPILEN- GLICOL	DIPROPILEN- GLICOL	TRIPROPI- LENGLICOL
FORMULA	$C_2H_6O_2$	$C_4H_{10}O_3$	$C_6H_{14}O_4$	$C_3H_8O_2$	$C_6H_{14}O_3$	$C_9H_{20}O_4$
PESO MOLECULAR	62,07	106,1	150,17	76,1	134,18	192,3
PUNTO DE EBULLICIÓN A 760 MM DE HG EN °C	197,6	245,8	288	187,3	232,8	268
PREIÓN DE VAPOR A 25°C EN MM DE HG	0,12	0,01	0,01	0,22	0,03	0,01
DENSIDAD RELATIVA A 25/25°C	1,110	1,113	1,119	1,033	1,023	1,016
PUNTO DE CONGELACIÓN EN °C	-13,0	- 8,0	- 4,3	-60	-	-
PUNTO DE VACIADO EN °C	-	-49	-58	-57	-38,8	-41,1
VISCOSIDAD EN C.P. A 20°C	21	36	49,0	60,5	107,0	55,1(1)
PUNTO DE INFLAMACIÓN EN °C (COPA ABIERTA)	116	143	166	104,5	126,6	154,4

(1) C.S. A 25%

• POLIOLES, S.A. QUÍMICOS INDUSTRIALES, CATÁLOGO TÉCNICO PAG. 27

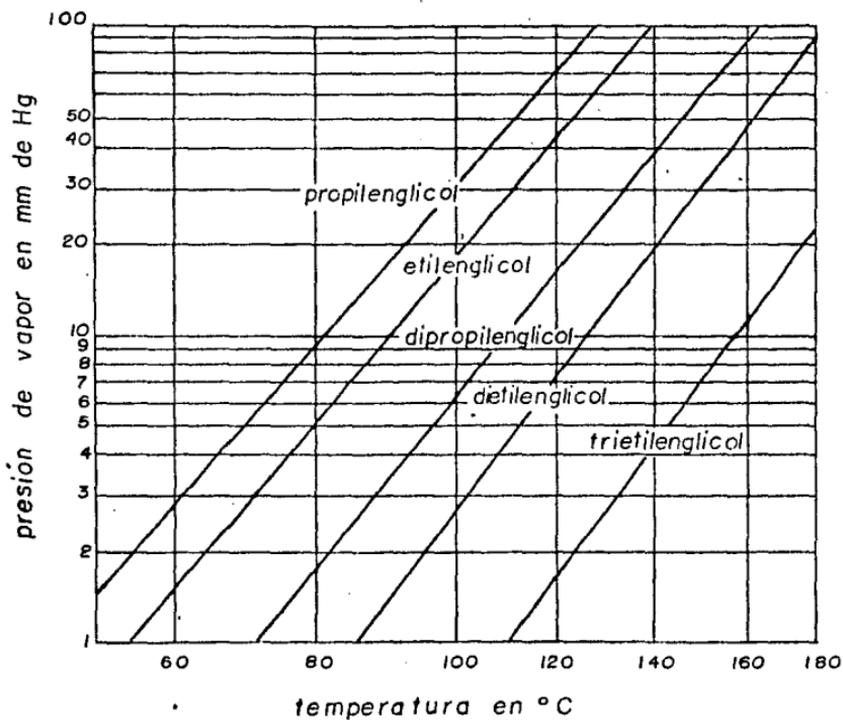


GRAFICA B TEMPERATURA DE CONGELACION DE LAS SOLUCIONES ACUOSAS DE LOS GLICOLAS.



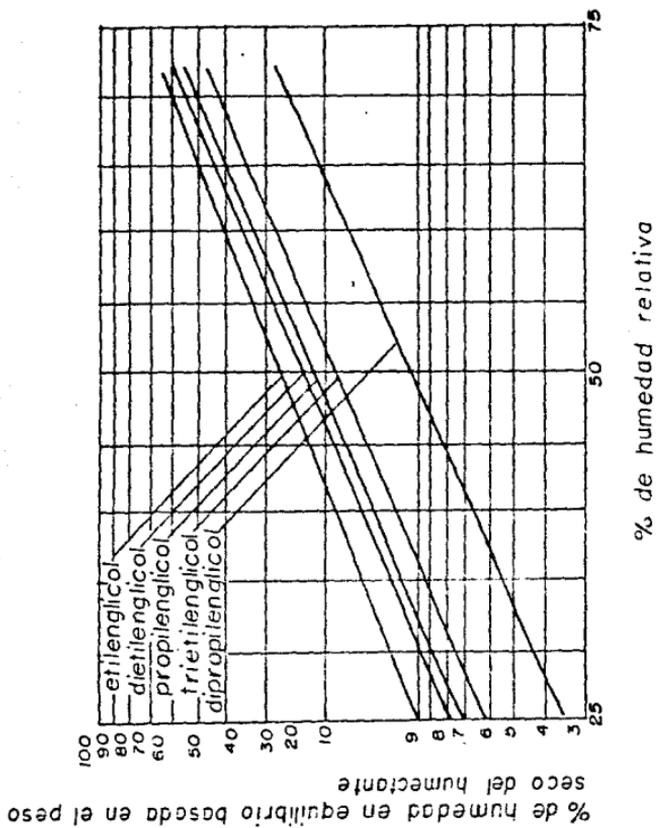
GRÁFICA C DENSIDAD DE LOS GLICOLOS ETILENICOS

• POLIOLES, S.A. QUÍMICOS INDUSTRIALES, CATÁLOGO TÉCNICO PAG. 34



GRAFICA D PRESION DE VAPOR DE LOS GLICOLAS

* POLIOLES, S.A. QUÍMICOS INDUSTRIALES, CATÁLOGO TÉCNICO PAG. 46



GRAFICA E HIGROSCOPIA COMPARADA DE LOS GLICOLES
A 25 °C

• POLIGLES, S.A. QUÍMICOS INDUSTRIALES, CATÁLOGO TÉCNICO PAG. 55

DE TIPO PERMANENTE. LA CALIDAD ANTICONGELANTE DEL ETILENGLICOL SE USA TAMBIEN EN -- LOS SISTEMAS DE REGADERA CONTRA INCENDIOS -- EN LOS EDIFICIOS QUE NO TIENEN CALEFACCIÓN-- Y EN LUGAR DE SOLUCIONES SALINAS EN LOS SISTEMAS DE INTERCAMBIO DE CALOR CUANDO LA CORROSIÓN ES UN FACTOR IMPORTANTE. ES TAMBIEN UN INGREDIENTE DE LAS COMPOSICIONES -- USADAS PARA IMPEDIR LA ACUMULACIÓN DE HIELO SOBRE LAS ALAS DE LOS AEROPLANOS.

EL ETILENGLICOL SE USA TAMBIÉN COMO REFRIGERANTE DE ALTA TEMPERATURA EN MOTORES DE AEROPLANOS, TUBOS DE RAYOS X Y MATERIAL BÉLICO. EL USO DEL GLICOL PERMITE OPERAR A TEMPERATURAS BASTANTE MÁS ALTAS QUE CUANDO SE EMPLEA EL AGUA COMO LÍQUIDO REFRIGERANTE, -- POR LO QUE SE REDUCE EL TAMAÑO DE LOS RADIA-- DORES Y LOS MOTORES SON MÁS LIGEROS.

3.3.2 CARACTERISTICAS DE UN ANTICONGELANTE-ENFRIADOR MODERNO.

EN LA ACTUALIDAD, LOS FLUIDOS ANTICONGELANTES-ENFRIADORES ESTÁN FORMADOS POR VARIOS -- INGREDIENTES ESENCIALES:

- 1) FLUIDO BASE,
- 2) INHIBIDORES DE CORROSIÓN,
- 3) ANTIESPUMANTES,
- 4) COLORANTES Y
- 5) AGUA.

A CONTINUACIÓN SE MENCIONAN LAS CUALIDADES -
DE CADA UNO DE ÉSTOS INGREDIENTES:

3.3.2.1. FLUIDO BASE:

ESTE MATERIAL CONSTITUYE EL "BULK" DEL-
LIQUIDO ENFRIANTE Y ES ESENCIALMENTE --
ETILENGLICOL. TAMBIÉN PUEDEN SER UTILI-
ZADOS EL PROPILENGLICOL O EL DIETILEN -
GLICOL, PERO SU ADICION SE RESTRINGE --
ÚNICAMENTE A PEQUEÑOS PORCENTAJES DEL -
TOTAL DEL CONTENIDO DE GLICOL. EL FLUÍ-
DO BASE DISMINUYE EL PUNTO DE CONGELA-
CIÓN Y AUMENTA EL PUNTO DE EBULLICIÓN -
DEL AGUA.

3.3.2.2. INHIBIDORES DE CORROSION:

LAS SOLUCIONES DE ETILENGLICOL Y AGUA -
RESULTAN CORROSIVAS PARA LOS METALES --
QUE FORMAN EL SISTEMA DE ENFRIAMIENTO,-
POR LO QUE ES NECESARIO LA PRESENCIA DE
INHIBIDORES. ÉSTOS SON SUBSTANCIAS QUÍ-
MICAS QUE SE AÑADEN AL FLUÍDO BASE PA-
RA PROTEGER A LAS PARTES METÁLICAS. SE
NECESITAN VARIAS SUSTANCIAS DIFERENTES-
PARA PROTEGER A LA TOTALIDAD DE LOS COM-
PONENTES METÁLICOS, YA QUE CUALQUIER --
SISTEMA DE ENFRIAMIENTO INCLUYE PIEZAS-
TANTO DE ACERO, COMO DE COBRE, ALUMINIO,
LATÓN, ETC.

ALGUNOS DE LOS INHIBIDORES TÍPICOS UTILIZADOS EN LOS ANTICONGELANTES-ENFRIADOS SON LOS FOSFATOS, BENZOATOS, NITRATOS, SILICATOS, TOLILTRIAZOL Y MERCAPTOBENZOTIAZOL. ADEMÁS DE SU ACCIÓN INHIBIDORA, ESTOS ADITIVOS PROTEGEN A LOS METALES AL ACTUAR COMO SOLUCIÓN BUFER - Y COMO RESERVA ALCALINA QUE MANTIENE AL FLUÍDO DENTRO DE UN PH ALCALINO Y NEUTRALIZAN ASI LOS PRODUCTOS ÁCIDOS QUE SE PUDIERAN FORMAR AL DETERIORARSE EL LIQUIDO O AL PRODUCIRSE FUGAS DE ACEITE LUBRICANTE.

LA CANTIDAD OPTIMA DE INHIBIDORES DEPENDE DE LAS CONDICIONES DE OPERACIÓN, LO CORROSIVO DEL AGUA EMPLEADA Y DE LAS TEMPERATURAS DE OPERACIÓN.

3.3.2.3. ANTIESPUNANTES:

LA ESPUMA QUE SE ACUMULA EN UN SISTEMA DE ENFRIAMIENTO DEBIDO A GASES O A LA ENTRADA DE AIRE, DISMINUYE LA TRANSFERENCIA DE CALOR. ES POR ÉSTO QUE ES NECESARIO AGREGAR ANTIESPUNANTES AL FLUÍDO; GENERALMENTE LOS MÁS UTILIZADOS SON COMPUESTOS ORGÁNICOS, POLÍMEROS DE SILICÓN Y ALCOHOL SECUNDARIOS O TERCIARIOS.

ESTAS SUSTANCIAS DISMINUYEN LA TENSIÓN SUPERFICIAL DEL LÍQUIDO LO CUAL HACE QUE LAS BURBUJAS SE ROMPAN Y EVITAN SU FORMACIÓN.

3.3.2.4. COLORANTE:

LA COLORACIÓN DE UN FLUÍDO ANTICONGELANTE-ENFRIADOR ES NECESARIA PARA DISTINGUIRLO DE OTROS FLUÍDOS DEL MOTOR Y PARA PODER OBSERVAR SI EXISTE O NO FLUÍDO DENTRO DEL SISTEMA DE ENFRIAMIENTO.

EL COLORANTE DEBERÁ SER ESTABLE DURANTE EL PERÍODO DE USO Y NO DEBE AFECTAR LOS ACABADOS DEL AUTOMÓVIL, SI ES QUE LLEGASE A OCURRIR UN DERRAME ACCIDENTAL DEL FLUÍDO.

3.3.2.5. AGUA:

UN FLUÍDO ANTICONGELANTE-ENFRIADOR CONCENTRADO CONTIENE CUANDO MUCHO UN 5% DE AGUA. ESTE PORCENTAJE COMPRENDE EL AGUA QUE SE UTILIZA PARA HIDRATAR A LOS INHIBIDORES, EL AGUA DE REACCIÓN UTILIZADA DURANTE LA FORMULACIÓN, EL AGUA PRESENTE EN EL FLUIDO BASE Y LA QUE SE AÑADE PARA DISOLVER LOS ADITIVOS.

3.3.3 PROPIEDADES DE UN FLUIDO ANTICONGELANTE-ENFRIADOR FORMADO POR ETILENGLICOL.

SE HAN NECESITADO MUCHOS AÑOS DE ESTUDIOS Y DE INVESTIGACIÓN PARA DESARROLLAR EL ACTUAL

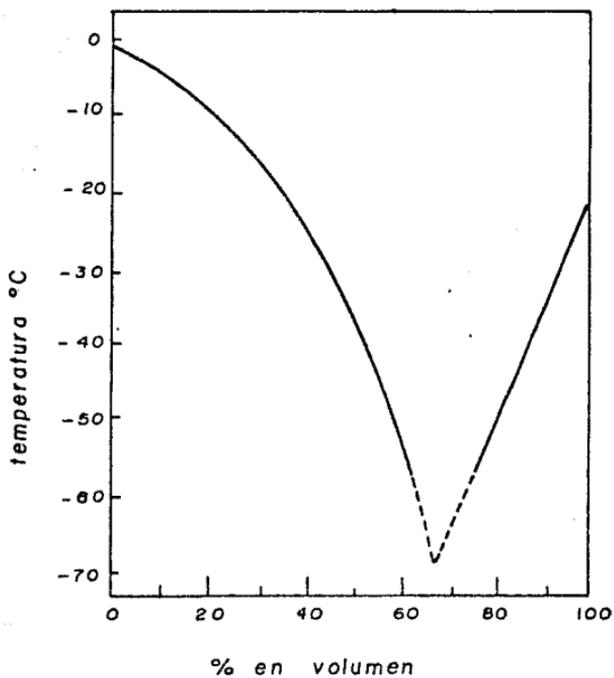
FLUÍDO BASADO EN ETILENGLICOL. SIN EMBARGO, SE HAN LOGRADO EXCELENTES RESULTADOS Y ES RARO EL AUTOMÓVIL QUE SALE DE FÁBRICA SIN UN ANTICONGELANTE DE ESTE TIPO.

EN EFECTO, EN LA ACTUALIDAD SE AGREGA A LOS AUTOMÓVILES NUEVOS UN FLUÍDO CON UNA CONCENTRACIÓN DE 44 A 55% DE ETILENGLICOL INHIBIDO.

COMO YA SE MENCIONÓ, LOS FLUÍDOS ANTICONGELANTES-ENFRIADORES BASADOS EN ETILENGLICOL TIENEN MENOR PUNTO DE CONGELACIÓN Y MAYOR PUNTO DE EBULLICIÓN QUE EL AGUA, TAL COMO SE MUESTRA EN LAS GRÁFICAS F Y G.

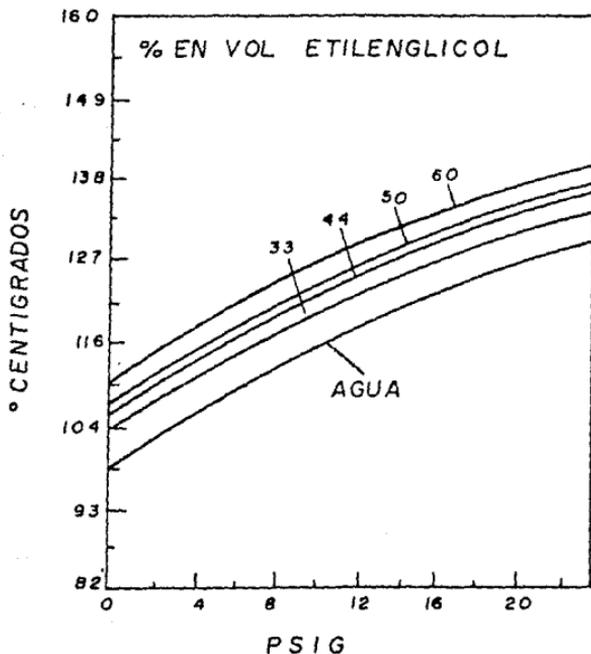
ANALIZANDO ESTAS GRÁFICAS SE PUEDE OBSERVAR QUE LA MÁXIMA PROTECCIÓN CONTRA LA CONGELACIÓN QUE SE PUEDE OBTENER CON ESTE TIPO DE FLUÍDO ES CON UNA SOLUCIÓN CONTENIENDO 68% DE ANTICONGELANTE Y 32% DE AGUA, LLEGÁNDOSE A UNA TEMPERATURA (EXTRAPOLADA) DE -92°F (-69°C). ASIMISMO ES CONVENIENTE DESTACAR QUE SOLUCIONES CONTENIENDO MÁS DE 68% DE ANTICONGELANTE RESULTARÍAN MENOS EFICACES.

CUANDO SE UTILIZA UNA CONCENTRACIÓN DE 50% DE AGUA, 50% ANTICONGELANTE Y TRABAJANDO A PRESIÓN ATMOSFÉRICA, SE OBTIENE UN RANGO DE TEMPERATURA MUY ACEPTABLE, COMPRENDIENDO ÉSTE DE -37°C A 109°C . SIN EMBARGO, SI SE TRABAJA A MAYOR PRESIÓN (15 PSI), ES DECIR UTILIZANDO EN EL RADIADOR UN TAPÓN A PRESIÓN, EL LÍMITE SUPERIOR SE ELEVA HASTA LOS 129°C .



GRAFICA F PUNTOS DE CONGELACION DE UN ANTICONGELANTE
BASADO EN ETILENGLICOL A DIFERENTES CONCENTRACIONES..

* RUEPING C.F. ANTIFREEZE AND COOLANT, LUBRICATION, PAG. 26



GRAFICA G PUNTOS DE EBULLICION DE SOLUCIONES ACUOSAS DE ETILENGLICOL A DIFERENTES PRESIONES.

* RUEPING C.F. ANTIFREEZE AND COOLANT, LUBRICATION, PAG. 27

EN EFECTO, SI SE ANALIZA LA TABLA II , SE --
 PUEDE OBSERVAR QUE MIENTRAS MAYOR SEA LA PRE
 SIÓN A LA QUE TRABAJE EL SISTEMA, MAYOR SERÁ
 EL PUNTO DE EBULLICIÓN DEL FLUÍDO.

TABLA II

PUNTOS DE EBULLICION DE SOLUCIONES CONTENIENDO DIFE-
 RENTES CONCENTRACIONES DE ETILENGLICOL Y TRABA-
 JANDO A DOS PRESIONES DIFERENTES.

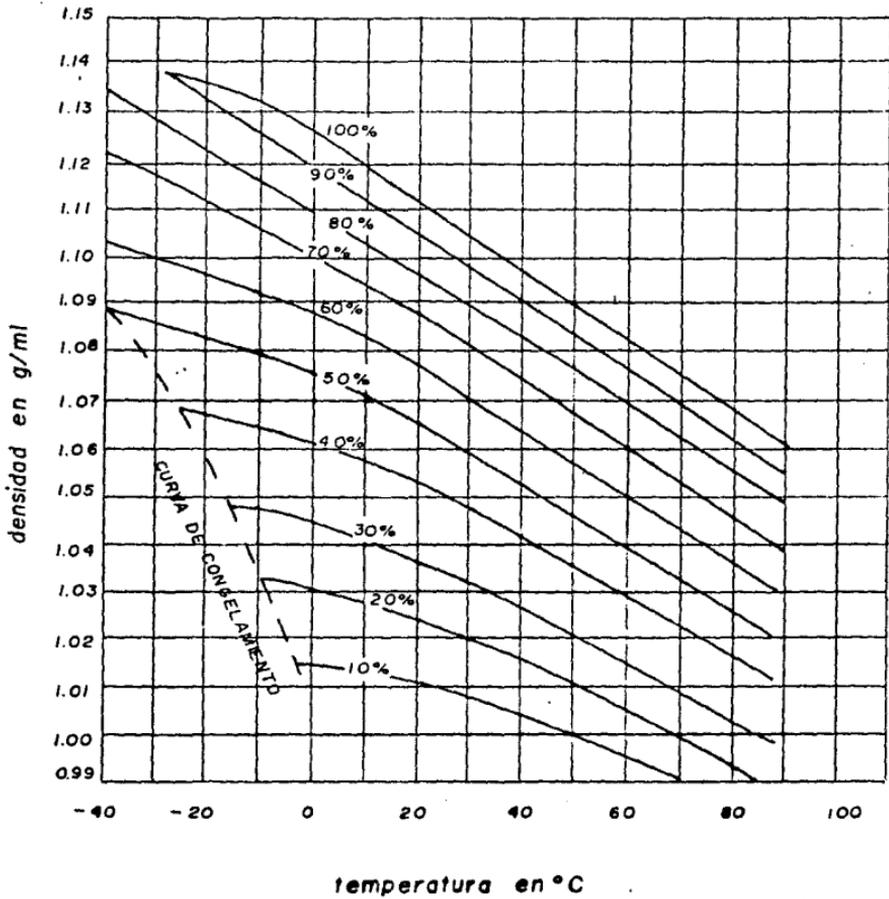
CONCENTRACION DE ETILENGLICOL EN VOLUMEN.	PUNTO DE EBULLICION	
	PRESION ATMOSFERICA 14.7 PSI (101,33 kPA)	SISTEMA A PRESION 15 PSI (103 kPA)
44	107 °C (224°F)	128 °C (262 °F)
50	108 °C (227°F)	129 °C (265 °F)
60	111 °C (232°F)	132 °C (270 °F)
70*	114 °C (238°F)	136 °C (276 °F)

* NO SE RECOMIENDAN CONCENTRACIONES MAYORES DE 70%

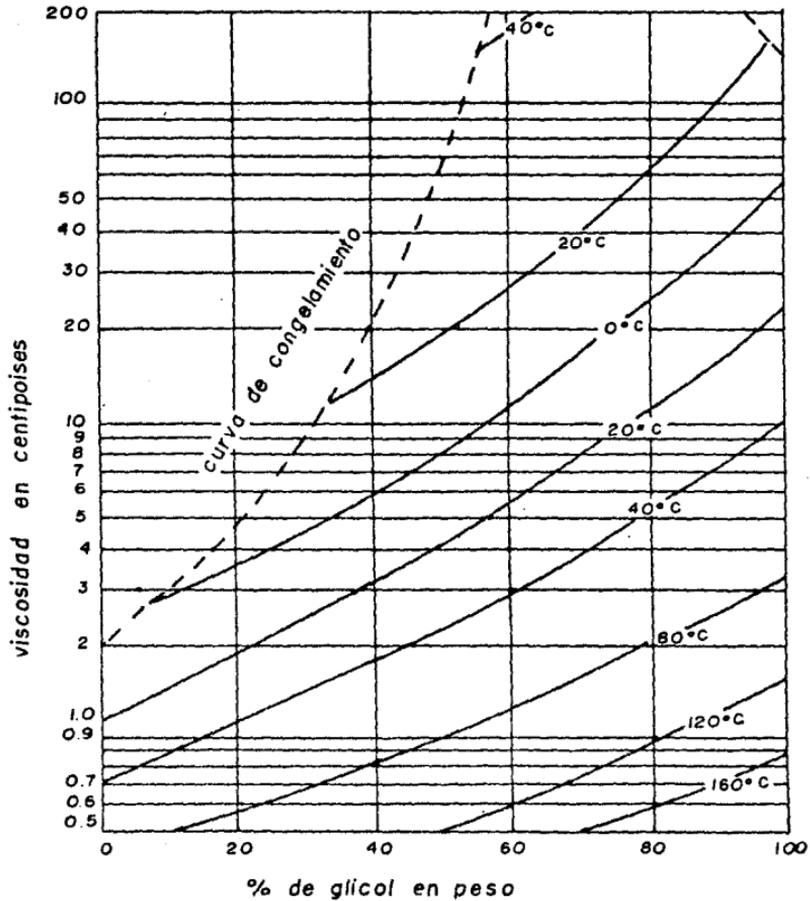
** RUEPIING C.F. ANTIFREEZE AND COOLANT, LUBRICATION, PAG. 25

EN LAS GRÁFICAS H, I, J, K Y L, SE MUES-
 TRAN DIVERSAS PROPIEDADES DE SOLUCIONES ACUO
 SAS DE ETILENGLICOL:

(por ciento de glicol en peso)

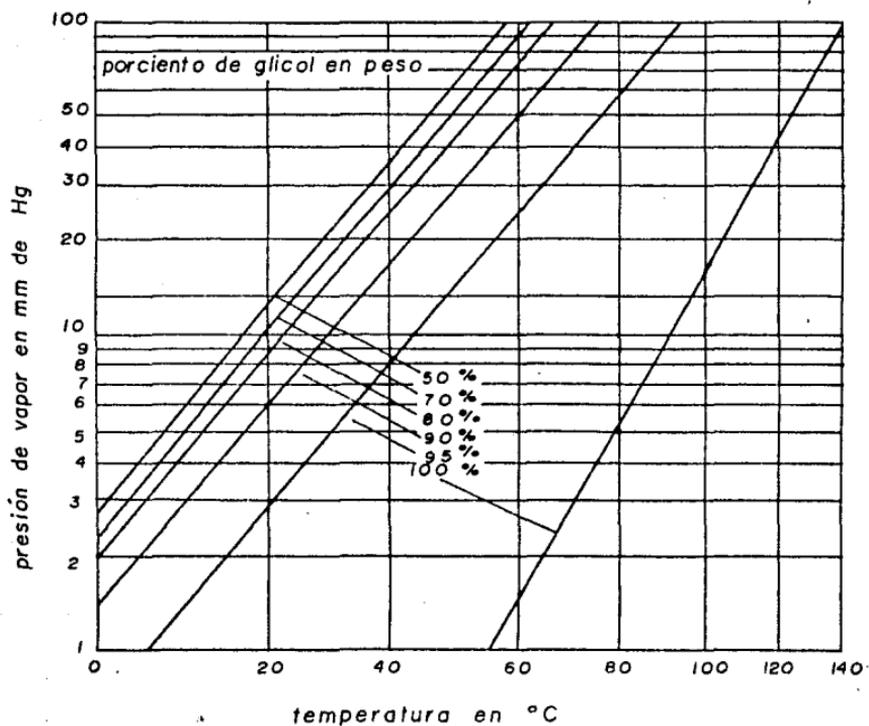


GRAFICA H DENSIDAD DE LAS SOLUCIONES ACUOSAS DEL ETILENGLICOL



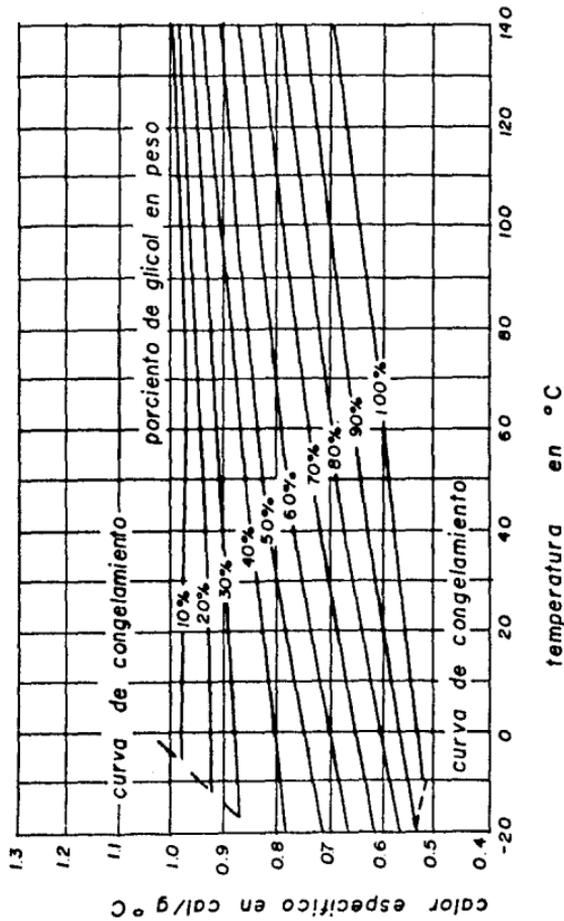
GRAFICA 1 VISCOSIDAD DE LAS SOLUCIONES ACUOSAS DEL ETILENGLICOL

* POLIOLES, S.A. QUIMICOS INDUSTRIALES, CATÁLOGO TÉCNICO PAG. 38



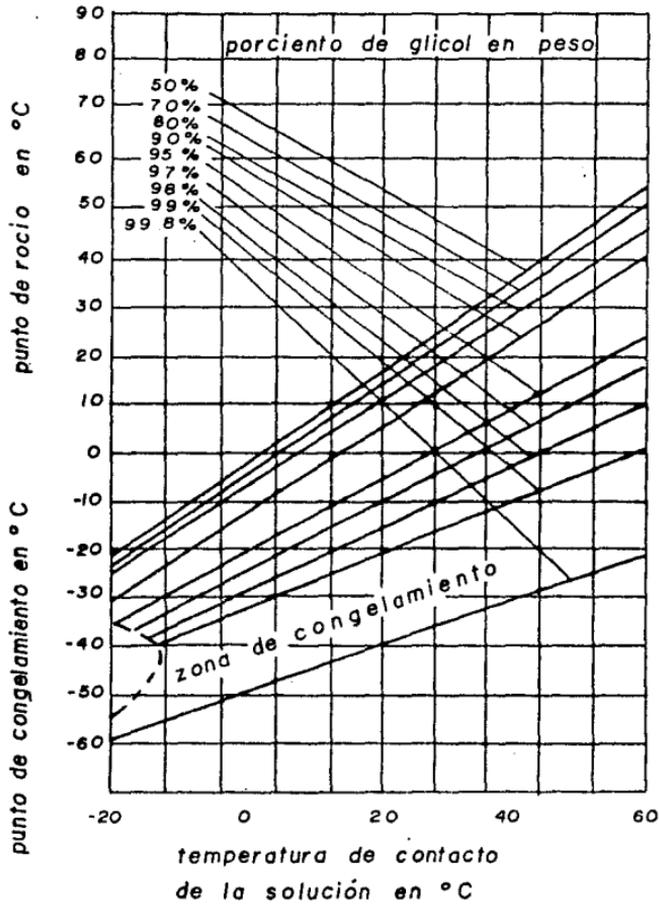
GRAFICA J PRESION DE VAPOR DE LAS SOLUCIONES ACUOSAS DEL ETILENGLICOL

* POLIOLES, S.A. QUIMICOS INDUSTRIALES, CATÁLOGO TÉCNICO PAG. 47



GRAFICA K CALOR ESPECIFICO DE LAS SOLUCIONES ACUOSAS DEL ETILENGLICOL.

* POLIOLES, S.A. QUÍMICOS INDUSTRIALES, CATÁLOGO TÉCNICO PAG. 51.



GRAFICA L PUNTOS DE EQUILIBRIO DE LAS SOLUCIONES ACUOSAS DEL ETILENGLICOL

* POLIOLES, S.A. QUÍMICOS INDUSTRIALES. CATÁLOGO TÉCNICO, PAG. 56

3.4 ESTANDAR ASTM PARA FLUIDO ENFRIADOR A BASE DE ETILENGLICOL.

EL HECHO DE DEFINIR LAS PROPIEDADES DE UN FLUIDO ANTICONGELANTE-ENFRIADOR ES MUY NECESARIO PARA PODER DETERMINAR CUAL SERÁ SU COMPORTAMIENTO. EN EFECTO, LA ASTM (AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS) HA ESTABLECIDO STANDARES FÍSICOS Y QUÍMICOS PARA FLUIDOS ANTICONGELANTES-ENFRIADORES CONCENTRADOS BASADOS EN ETILENGLICOL.

EN REALIDAD, EXISTE UNA ESPECIFICACIÓN ESTÁNDAR DE LA ASTM, LA DENOMINADA D-3306, QUE DESCRIBE LOS REQUERIMIENTOS QUE DEBE DE CUBRIR UN FLUIDO CONCENTRADO BASADO EN ETILENGLICOL.

SEGÚN SE ASIENTA EN DICHA ESPECIFICACIÓN CUALQUIER ANTICONGELANTE-ENFRIADOR QUE SEA USADO EN UNA CONCENTRACIÓN DE ENTRE 40 - 70% DE ETILENGLICOL Y QUE CUMPLA LAS ESPECIFICACIONES DEL D-3306, FUNCIONARÁ EFECTIVAMENTE EN UN SISTEMA DE ENFRIAMIENTO AUTOMOTRIZ--TANTO EN VERANO COMO EN INVIERNO, PROPORCIONANDO PROTECCIÓN CONTRA CONGELACIÓN, EBULLICIÓN Y CORROSIÓN.

LA ESPECIFICACIÓN D-3306 A SU VEZ ESTÁ BASADA EN OTROS MÉTODOS DE PRUBA ASTM CADA UNO DE LOS CUALES DETERMINA LOS VALORES ESPECÍFICOS DE LAS DISTINTAS PROPIEDADES DE UN FLUIDO DE ÉSTE TIPO.

EN LAS TABLAS III Y IV MUESTRAN TODOS LOS REQUERIMIENTOS COMPRENDIDOS EN EL D-3306, ASÍ COMO LOS MÉTODOS ASTM QUE LOS ESPECIFICAN.

TABLA 111

REQUERIMIENTOS FÍSICOS Y QUÍMICOS

PROPIEDAD	VALORES ESPECÍFICOS	METODO ASTM
GRAVEDAD ESPECÍFICA A 15,6°C	1.110 A 1.145	D 1122
PUNTO DE CONGELACIÓN (A 50% EN VOLUMEN DE AGUA DESTILADA)	-37°C O MENOR	D 1177
PUNTO DE EBULLICIÓN SIN DILUIR, MÍNIMO	148,9 °C	D 1120
DILUIDO AL 50% EN H ₂ O DESTILADA, MÍNIMO	107,8 °C	D 1120
EFFECTO EN TERMINADOS AUTOMOTRICES	SIN EFFECTO	D 1882
CONTENIDO MÁXIMO DE CENIZAS, % EN PESO	5	D 1119
PH, SIN DILUIR	5,5 A 11,0	D 1287
DILUIDO AL 50% EN H ₂ O DESTILADA	7,5 A 11,0	D 1287
RESERVA ALCALINA, MÍNIMA	10	D 1121
CONTENIDO MÁXIMO DE AGUA, % EN PESO	5	D 1123
OLOR	NO OFENSIVO
COLOR	DISTINTIVO ^A
EFFECTOS SOBRE NO METALES	SIN EFFECTOS ADVERSOS	EN ESTUDIO
ESTABILIDAD DURANTE EL ALMACENAMIENTO	EL FLUÍDO CONCENTRADO NO DEBERÁ AFECTAR NI-VERSE AFECTADO POR SU RECIPIENTE DURANTE -- POR LO MENOS 1 AÑO DE ALMACENAMIENTO Y CON-TEMPERATURA EN UN RAN-GO ENTRE -17,8°C Y -- 48,9°C	

^A COLOR PREFERIDO: VERDE O AZUL-VERDOSO.

TABLA IV
REQUERIMIENTOS DE OPERACION

PRUEBA	PERDIDA MAXIMA DE PESO, $\frac{\text{MG}}{\text{ELEMENTO}}$	MÉTODO ASTI:
CORROSIÓN EN RECIPIENTE VIDRIADO		D 1384
COBRE	10	
ESTAÑO	30	
LATÓN	10	
ACERO	10	
HIERRO FORJADO	10	
ALUMINIO	30	
PRUEBA DE SERVICIO SIMULADO		D 2570
COBRE	20	
ESTAÑO	60	
LATÓN	20	
ACERO	20	
HIERRO FORJADO	20	
ALUMINIO	60	
FORMACIÓN DE ESPUMA	VOLUMEN MÁXIMO 150 ML, TIEMPO DE RUP TURA 55, SEGUNDOS	D 1881
CAVITACIÓN-EROSIÓN	NO DEBERÁ EXISTIR CAVITACIÓN, ERO -- SIÓN, NI PICADURAS EN LA BOMBA DEL - AGUA.	D 2809

A CONTINUACIÓN SE ENLISTAN LOS MÉTODOS ASTM CON SU NOMBRE COMPLETO:

- D 1119, MÉTODO ESTANDAR PARA DETERMINAR EL CONTENIDO DE CENIZAS EN FLUÍDOS ANTICONGELANTES, ANTIHERRUMBRANTES Y ENFRIADORES.
- D 1120, MÉTODO ESTANDAR PARA DETERMINAR EL PUNTO DE EBULLICIÓN DE FLUÍDOS ENFRIADORES.
- D 1121, MÉTODO ESTANDAR PARA DETERMINAR LA RESERVA AL CALINA EN FLUÍDOS ANTICONGELANTES, ANTIHERRUMBRANTES Y ENFRIADORES.
- D 1122, MÉTODO ESTANDAR PARA DETERMINAR LA GRAVEDAD ESPECÍFICA DE FLUÍDOS ANTICONGELANTES, UTILIZANDO EL HIDRÓMETRO.
- D 1123, MÉTODO ESTANDAR PARA DETERMINAR EL CONTENIDO DE AGUA EN FLUÍDOS ENFRIADORES CONCENTRADOS, POR EL MÉTODO DEL YODO.
- D 1177, MÉTODO ESTANDAR PARA DETERMINAR EL PUNTO DE CONGELACIÓN DE SOLUCIONES ACUOSAS DE FLUÍDOS ENFRIADORES.
- D 1287, MÉTODO ESTANDAR PARA DETERMINAR EL PH EN FLUÍDOS ANTICONGELANTES, ANTIHERRUMBRANTES Y ENFRIADORES.
- D 1384, MÉTODO ESTANDAR PARA DETERMINAR LOS EFECTOS CORROSIVOS DE FLUÍDOS ENFRIADORES EN RECIPIENTES VIDRIADOS.

- D 1881, MÉTODO ESTANDAR PARA DETERMINAR LA TENDENCIA ESPUMANTE DE FLUÍDOS ENFRIADORES EN RECIPIENTES VIDRIADOS.
- D 1882, MÉTODO ESTANDAR PARA DETERMINAR EL EFECTO -- QUE PRODUCEN LAS SOLUCIONES QUÍMICAS DEL SISTEMA DE ENFRIAMIENTO SOBRE LOS TERMINADOS ORGÁNICOS AUTOMOTRICES.
- D 2570, MÉTODO ESTANDAR PARA LA PRUEBA DE CORROSIÓN-- PRODUCIDA POR FLUÍDOS ENFRIADORES DURANTE -- OPERACIÓN SIMULADA.
- D 2809, MÉTODO ESTANDAR PARA EVALUAR LA CAVITACIÓN,- EROSIÓN O CORROSIÓN PRODUCIDAS POR FLUÍDOS - ANTICONGELANTES-ENFRIADORES EN BOMBAS DEL -- AGUA FABRICADAS DE ALUMINIO.

EL CONTENIDO DE CENIZAS SE REFIERE AL RESIDUO QUE QUEDA DESPUÉS DE QUE EL FLUÍDO HA SIDO DESTILADO. A PESAR DE QUE LAS CENIZAS SON RESULTADO DE LOS INHIBIDORES UTILIZADOS, ÉSTAS NO SON UNA MEDIDA DIRECTA DE LA CONCENTRACIÓN DE INHIBIDORES.

EL PUNTO DE CONGELACIÓN ES LA TEMPERATURA A LA CUAL SE FORMA EL PRIMER CRISTAL DE HIELO. CUANDO LA TEMPERATURA DE LA SOLUCIÓN DESCENDE ALGUNOS GRADOS -- POR DEBAJO DEL PUNTO DE CONGELACIÓN, EL FLUJO DEL FLUÍDO SE DETIENE.

LAS SOLUCIONES ACUOSAS DE ETILENGLICOL SE EXPANDEN-- MUY POCO AL CONGELARSE Y NO FORMAN UNA MASA SÓLIDA.

COMO YA SE HA MENCIONADO ANTERIORMENTE, EL PUNTO - DE EBULLICIÓN DE LOS FLUÍDOS ENFRIADORES HA TOMADO UNA GRAN IMPORTANCIA EN LOS ÚLTIMOS AÑOS DEBIDO A LAS ALTAS TEMPERATURAS A LA QUE OPERAN LOS MOTORES MODERNOS.

EL CARÁCTER QUÍMICO DE UN FLUÍDO ANTICONGELANTE-ENFRIADOR ES REPRESENTADO POR EL PH Y POR LA RESERVA ALCALINA. COMO SABEMOS, EL PH ES LA MEDIDA DE LA CONCENTRACIÓN DE IONES HIDRÓGENO EN UNA SOLUCIÓN E INDICA SI ÉSTA ES ÁCIDA, NEUTRA O ALCALINA. ES DE SEABLE QUE EL FLUÍDO TENGA UN PH ALCALINO, ES DE - CIR, ARRIBA DE 7.

EL GRADO DE ALCALINIDAD DE UN FLUÍDO ANTICONGELANTE-ENFRIADOR SE CONOCE COMO RESERVA ALCALINA, EL - CUAL ES UN NÚMERO QUE CORRESPONDE AL VOLÚMEN DE SO LUCIÓN ÁCIDA ESTANDAR REQUERIDA PARA NEUTRALIZAR - AL FLUÍDO. ES TAMBIÉN UNA MEDIDA DE LA CONCENTRA - CIÓN DE INHIBIDORES Y DE OTROS ADITIVOS QUE CONTRI - BUYEN AL CARÁCTER ALCALINO DEL FLUÍDO.

LA TENDENCIA ESPUMANTE DE UN ANTICONGELANTE-ENFRIA - DOR SE MIDE POR LA CANTIDAD DE ESPUMA QUE SE GENE - RA AL AEREAR AL FLUÍDO BAJO CONDICIONES CONTROLA - DAS Y POR EL TIEMPO QUE DURA DICHA ESPUMA.

CAPITULO IV DESARROLLO DE LA FORMULACION TIPICA DE UN ANTI- CONGELANTE/ENFRIADOR A NIVEL LABORATORIO.

4.1 INVESTIGACION

DE ACUERDO A LAS INVESTIGACIONES DE ROWE, CHANCE Y WALKER, LA FORMULACIÓN DE UN FLUÍDO ANTICONGELANTE-ENFRIADOR QUE CUBRE PERFECTAMENTE LOS REQUERIMIENTOS GENERALES, ADEMÁS DE SATISFACER LAS PRUEBAS DE CORROSIÓN ES LA SIGUIENTE:

	% PESO
ETILEN GLICOL	95.56
NITRATO DE SODIO (NaNO_3)	0.10
MOLIBDATO DE SODIO ($\text{Na}_2\text{MoO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$)	0.20
TETRABORATO DE SODIO ($\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$)	0.40
SOLUCIÓN DE SILICATO DE SODIO	0.30
ACIDO FOSFÓRICO (AL 75%)	0.15
MERCAPTOBENZOTIAZOL DE SODIO (AL 50%)	0.50
TOLILTRIAZOL DE SODIO	0.20
HIDRÓXIDO DE SODIO (50%)	0.235
AGUA	2.30
POLIALCOHOL	0.05
COLORANTE	0.005

LA FUNCIÓN DE CADA COMPONENTE ES LA SIGUIENTE:

EL NITRATO DE SODIO PROVEE PROTECCIÓN PARA EL ALUMI
NIO, EVITANDO SU PICADURA Y QUE LA CORROSIÓN PROVO-
QUE RAJADURAS.

EL MOLIBDATO DE SODIO ES UN INHIBIDOR GENERAL PERO PARTICULARMENTE EFECTIVO PARA ALEACIONES FERROSAS.- UNA VENTAJA QUE TIENE ES SU GRAN DURABILIDAD, LO -- QUE LE PERMITE PROTEGER A LAS PARTES METÁLICAS DEL SISTEMA AÚN CUANDO LOS OTROS INHIBIDORES SE HAYAN - AGOTADO.

LA PRINCIPAL FUNCIÓN DEL TETRABORATO DE SODIO ES LA DE ACTUAR COMO SOLUCIÓN BUFER Y NEUTRALIZAR LOS COM PUESTOS ÁCIDOS QUE SE PUDIERAN FORMAR; ASIMISMO, -- PROVEE CIERTA PROTECCION A LOS MATERIALES FERROSOS ; CUANDO EXISTEN CONDICIONES CORROSIVAS.

LA SOLUCIÓN DE SILICATO DE SODIO PROPORCIONA LA MEJOR Y MÁS COMPLETA PROTECCIÓN A LAS PARTES DE ALU - MINIO, FORMANDO UNA PELÍCULA QUE SE ADHIERE A ESTE - METAL.

EL FOSFATO PRESENTE COMO ÁCIDO FOSFÓRICO ACTÚA CO - MO UN INHIBIDOR GENERAL, PROTEGIENDO A LOS DIVERSOS METALES Y ES MUY EFECTIVO PREVINIENDO EFECTOS NOCI - VOS PRODUCIDOS POR EROSIÓN O CAVITACIÓN CUANDO LA BOMBA DEL AGUA ES DE ALUMINIO.

TANTO EL MERCAPTOBENZOTIAZOL (MBT) COMO EL TOLILTRIA ZOL (TT) SON INHIBIDORES ESPECÍFICOS PARA COBRE Y - LATÓN, SIN EMBARGO, EL MBT PROTEGE TAMBIÉN AL ALU - MINIO, EL TT ES MÁS DURABLE QUE EL MBT, PARTICULAR MENTE EN ALTAS TEMPERATURAS. EL EFECTO COMBINADO - DE ESTOS DOS INHIBIDORES PROTEGE ADICIONALMENTE A - LAS SOLDADURAS, EN ESPECIAL A LAS QUE TIENEN ALTO - CONTENIDO DE PLOMO.

FINALMENTE, EL HIDRÓXIDO DE SODIO SE AGREGA PARA -- MANTENER EL PH ALCALINO, EL AGUA SE UTILIZA PARA DI-- SOLVER LOS PRODUCTOS QUÍMICOS ANTERIORMENTE CITADOS, EL POLIALCOHOL ES UN AGENTE ANTIESPUMANTE Y EL COLO RANTE PARA IDENTIFICAR AL PRODUCTO.

TOMANDO LA FÓRMULA ANTERIOR COMO PUNTO DE PARTIDA,-- EL SIGUIENTE PASO FUÉ INVESTIGAR SI LOS REACTIVOS -- AHI MENCIONADOS ESTÁN DISPONIBLES EN EL MERCADO NA-- CIONAL. SE ENCONTRÓ LO SIGUIENTE:

- EL MONOETILENGLICOL (GRADO ANTICONGELANTE) -- ES FABRICADO POR:
 - + POLIOLES
 - + GLICOLES MEXICANOS
 - + INDUSTRIAS DERIVADAS DEL ÉTILENO.

- LOS INHIBIDORES SON COMERCIALIZADOS POR VA -- RIAS EMPRESAS DISTRIBUIDORAS DE PRODUCTOS -- QUÍMICOS Y EL ESTADO FÍSICO EN EL QUE SE EN-- CUENTRAN ES EL SIGUIENTE:
 - + NITRATO DE SODIO (POLVO)
 - + TETRABORATO DE SODIO O BORAX (POLVO)
 - + METASILICATO DE SODIO (POLVO)
 - + ACIDO FOSFÓRICO (SOLUCIÓN AL 75%)
 - + HIDRÓXIDO DE SODIO (SOLUCIÓN AL 50%)
 - + TOLILTRIAZOL DE SODIO (SOLUCIÓN AL 50%)
 - + MERCAPTOBENZOTIAZOL DE SODIO (SOLUCIÓN)
 - + POLIALCOHOL (PLURONIC) (SOLUCIÓN),
 - + COLORANTE (VERDE CALCOCÍDICO DE ALIZA-- RINA) (POLVO)

EL MOLIBDATO DE SODIO FUÉ EL ÚNICO QUE NO SE CONSIGUIÓ.

4.2 DESARROLLO DE LA FORMULACION

EL TRABAJO DE LABORATORIO TOMÓ COMO BASE (COMO YA SE MENCIONÓ) LA FÓRMULA QUE PRESENTA LA REFERENCIA-BIBLIOGRÁFICA 4. SIN EMBARGO, SE DECIDIÓ INICIAR -- LOS EXPERIMENTOS CON LOS REACTIVOS QUE SE ENCUEN -- TRAN DISPONIBLES EN EL PAÍS; ES DECIR, LA PRIMERA -- MEZCLA SE LLEVÓ AL CABO SIN INCLUIR AL MOLIBDATO DE SODIO.

A PARTIR DE LOS RESULTADOS ARROJADOS POR LA PRIMERA MEZCLA O FORMULACIÓN, SE FUERON VARIANDO LOS PORCENTAJES DE LOS REACTIVOS Y EL ORDEN EN EL CUAL ERA NECESARIO IRLOS AGREGANDO HASTA OBTENER LA FORMULA -- CIÓN ÓPTIMA. SE CONSIDERÓ COMO FORMULACIÓN ÓPTIMA, AQUELLA CON LA QUE SE OBTUVIERON LOS VALORES RECO -- MENDADOS POR EL MÉTODO ASTM Y VERIFICANDO SOBRE TODO EL VALOR DEL PH Y DE LA RESERVA ALCALINA.

A CONTINUACIÓN SE PRESENTA LA SECUENCIA SEGUIDA PARA OBTENER LA FORMULACIÓN FINAL.

4.2.1 FORMULACION O:

	<u>% PESO</u>
ETILENGLICOL	95.56
NITRATO DE SODIO	0.10
BORAX	0.40
NETASILICATO DE SODIO	0.30
Ac. FOSFÓRICO (75%)	0.35

	<u>% PESO</u>
MERCAPTOBENZOTIAZOL DE SODIO	0,50
TOLILTRIAZOL DE SODIO	0,20
HIDROXIDO DE SODIO	0,235
AGUA DESTILADA	2,30
POLIALCOHOL	0,05
COLORANTE	0,005
	<u>100,00%</u>

OBSERVACIONES:

POR HABER SIDO LA PRIMERA FORMULACIÓN, FUÉ -
DE SUMA IMPORTANCIA LO QUE SUCEDIÓ DURANTE -
LA MEZCLA, PUES NOS DIÓ LAS PAUTAS A SEGUIR.

SE PUDO APRECIAR LO SIGUIENTE:

- LA FORMACIÓN DE PRECIPITADOS DURANTE LA MEZCLA, LOS CUALES NO DESAPARECIERON NI AGITANDO NI CALENTANDO. LOS MAYORES -- PROBLEMAS SE PRESENTARON CON EL POLIALCOHOL (EL CUAL NO SE DISOLVIÓ) Y CON EL METASILICATO DE SODIO, EL CUAL FORMÓ -- GRUMOS.
- ASIMISMO, EL VALOR DEL PH DE LA MEZCLA-FUE BAJO (PH, AL 50% = 7,8) MIENTRAS -- QUE LA RESERVA ALCALINA FUÉ DE 25,5.

CONCLUSIONES:

DESPUÉS DE ANALIZAR LO ANTERIORMENTE EXPUES-

TO, SE LLEGÓ A LAS SIGUIENTES CONCLUSIONES:

- ES NECESARIO AGREGAR LOS COMPONENTES - DE LA MEZCLA EN UN ORDEN DETERMINADO Y CON AGITACIÓN CONSTANTE, PUES DE OTRA-FORMA SE PRODUCEN PRECIPITADOS.
- EN LAS SIGUIENTES FORMULACIONES SE A - JUSTARÁN LOS PORCENTAJES DE LOS COMPO-NENTES HASTA QUE SE OBTENGAN LOS VALO-RES ADECUADOS DE PH Y RESERVA ALCALINA.

4.2.2 FORMULACIÓN 1:

	<u>% EN PESO</u>
MONOETILENGLICOL	90.40
AGUA DESTILADA	1.00
METASILICATO DE SODIO	0.30
TOLILTRIAZOL DE SODIO	0.25
MERCAPTOBENZOTIAZOL DE SODIO .	--
NITRATO DE SODIO	--
HIDRÓXIDO DE SODIO	1,045
ACIDO FOSFÓRICO	1.50
HIDRÓXIDO DE POTASIO	1.50
BORAX	1.50
POLIALCOHOL,	2.50
COLORANTE	0.005
	<hr style="width: 100%; border: 0.5px solid black;"/>
	100.00%

EL OBJETIVO DE ESTA FORMULACIÓN FUÉ EL - AUMENTAR EL PH DE LA MEZCLA, PARA LO - CUAL SE INCREMENTÓ EL PORCENTAJE DEL - HIDRÓXIDO DE SODIO Y EL BORAX. TAM --

ESTA TERCERA NO DEBE
SALIR DE LA BIBLIOTECA

BIEN SE AGREGÓ MAYOR CANTIDAD DE POLIALCOHOL DEBIDO A QUE DURANTE LA FORMULACIÓN "0" SE - PRODUJO MUCHA ESPUMA.

SE ELIMINARON EL MERCAPTOBENZOTIAZOL DE SODIO Y EL NITRATO DE SODIO, CONSIDERANDO QUE LA ACCIÓN DEL METASILICATO DE SODIO COMO INHIBIDOR QUE PROTEGE PRINCIPALMENTE AL ALUMINIO ES SUFICIENTE.

OBSERVACIONES:

- CON EL INCREMENTO AL PORCENTAJE DEL POLIALCOHOL, SE EVITÓ LA FORMACIÓN DE ESPUMA, PERO DE NUEVA CUENTA ESTE NO SE - DISOLVIÓ EN EL ETILENGLICOL.
- SE LOGRÓ EL OBJETIVO DE AUMENTAR EL PH, PUES ESTE VALOR LLEGÓ A 8.3, PERO SIMULTÁNEAMENTE AUMENTÓ LA RESERVA ALCALINA, LLEGÁNDO A 32.0, LO CUAL ES DEMASIADO - ALTO.

4.2.3 FORMULACION 2:

	<u>% EN PESO</u>
MONOETILENGLICOL	92.75
AGUA DESTILADA	1.00
METASILICATO DE SODIO	0.30
TOLILTRIAZOL DE SODIO	0.25
MERCAPTOBENZOTIAZOL DE SODIO	--
NITRATO DE SODIO	--
HIDRÓXIDO DE SODIO	0.545
ACIDO FOSFÓRICO	0.15

	<u>% EN PESO</u>
HIDRÓXIDO DE POTASIO	1.00
BORAX	1.50
POLIALCOHOL	2.50
COLORANTE	0.005
	<u>100.00%</u>

EN ESTA FORMULACIÓN SE TRATÓ DE AUMEN -
 TAR EL PH Y DISMINUIR LA RESERVA ALCALI
 NA, POR LO TANTO, SE INCREMENTÓ EL POR-
 CENTAJE DEL ETILENGLICOL Y SE DISMINUYÓ
 LA CANTIDAD DE HIDRÓXIDO DE POTASIO, HI
 DRÓXIDO DE SODIO Y DE ÁCIDO FOSFÓRICO.

OBSERVACIONES:

- SE OBTUVO UN VALOR DE PH=9,7, ES DECIR,
 BASTANTE ACEPTABLE PERO EL VALOR DE LA
 RESERVA ALCALINA SE MANTUVO ALTO, INCRE
 MENTÁNDOSE INCLUSIVE UN POCO. RESERVA-
 ALCALINA = 32.4.
- SIN EMBARGO, YA SE PUDO APRECIAR QUE AL
 IR AGREGANDO LOS REACTIVOS EN CIERTO --
 ORDEN, SE MEJORAN LAS CONDICIONES DE LA
 MEZCLA. EN ESTE CASO, SE MEZCLÓPREVIA-
 MENTE EL MONOETILENGLICOL CON LOS HI --
 DRÓXIDOS DE SODIO Y POTASIO, Y EN UN RE
 CIPIENTE APARTE EL AGUA CON LOS DEMÁS -
 INHIBIDORES. AL HACERSE LA MEZCLA, SE-
 APRECIÓ QUE ÉSTA SE LLEVÓ A CABO MÁ S RÁ
 PIDA Y UNIFORMEMENTE QUE EN LAS ANTERIO
 RES FORMULACIONES, E INCLUSIVE EL POLIAL

COHOL SE DISOLVIÓ EN MAYOR MEDIDA, AUNQUE NO TOTALMENTE.

4.2.4 FORMULACION 3:

	<u>% EN PESO</u>
MONOETILENGLICOL	93,75
AGUA DESTILADA	1,00
METASILICATO DE SODIO	0,30
TOLITRIAZOL DE SODIO	0,25
MERCAPTOBENZOTIAZOL DE SODIO	--
NITRATO DE SODIO	--
HIDRÓXIDO DE SODIO	0,545
ACIDO FOSFORICO	0,15
HIDRÓXIDO DE POTASIO	1,00
BORAX	0,50
POLIALCOHOL	2,50
COLORANTE	<u>0,005</u>
	<u>100,00%</u>

OBSERVACIONES:

- AL AUMENTAR EL VOLÚMEN DE MONOETILENGLICOL Y DISMINUIR EL BORAX, SE OBTUVIERON YA VALORES MUY CERCANOS A LOS CONSIDERADOS ÓPTIMOS: EL PH = 12,00 (UN POCO ALTO) Y LA RESERVA ALCALINA BAJÓ A 20,00.
- COMO YA SE MENCIONÓ, ES NECESARIO MANTENER EN AGITACIÓN CONSTANTE TODO EL PROCESO DE MEZCLADO, Y SE APRECIÓ QUE ES CONVENIENTE QUE PERMANEZCA ASÍ UN TIEMPO DESPUÉS DE QUE SE HA EFECTUADO LA MEZCLA.

4.2.5 FORMULACION 4:

	<u>% EN PESO</u>
MONOETILENGLICOL	93.30
AGUA DESTILADA	1.00
METASILICATO DE SODIO	0.30
TOLILTRIAZOL DE SODIO	0.25
MERCAPTOBENZOTIAZOL DE SODIO	--
NITRATO DE SODIO	--
HIDRÓXIDO DE SODIO	0.545
ACIDO FOSFÓRICO	0.60
HIDRÓXIDO DE POTASIO	1.00
BORAX	0.50
POLIALCOHOL	2,50
COLORANTE	0.005
	<u>100.00%</u>

EN ESTA FORMULACIÓN SE DISMINUYÓ EL VOLÚMEN-
DEL MONOETILENGLICOL, AUMENTANDO EL ÁCIDO --
FOSFÓRICO, CON EL OBJETO DE DISMINUIR UN PO-
CO LOS VALORES DE LAS 2 VARIABLES CRÍTICAS.

- CON ESTA MODIFICACIÓN, SE OBTUVIERON --
LOS SIGUIENTES DATOS:

PH = 11,20

RESERVA ALCALINA = 19.50

- EN ESTE PASO YA SE SIGUIÓ UNA METODOLO-
GÍA Y UN ORDEN MÁS PRECISO DURANTE EL -
MEZCLADO, LA PRINCIPAL INOVACIÓN CON -

SISTIÓ EN QUE EL AGUA YA NO SE MEZCLÓ - CON TODOS LOS INHIBIDORES A LA VEZ, SI- NO QUE SE FUERON AGREGANDO EN UN ORDEN- DETERMINADO. EL PROCESO FUÉ EL SIGUIEN- TE:

- + EN UN RECIPIENTE SE AGREGARON EL - - KOH Y EL NAOH AL ETILENGLICOL. EN - OTRO, SE AGREGÓ PRIMERO EL METASILI- CATO AL AGUA Y POSTERIORMENTE EL TO- LILTRIAZOL DE NA. COMO EL METASILI- CATO NO DISOLVIÓ TOTALMENTE, ESTA SO- LUCIÓN ACUOSA FUÉ CALENTADA LIGERA - MENTE.
- + SE HIZO LA MEZCLA DE LOS DOS RECI -- PIENTES (MANTENIENDO LA AGITACIÓN) Y POSTERIORMENTE SE AGREGARON EL BORAX Y EL ÁCIDO FOSFÓRICO. AL ÚLTIMO SE- AÑADIERON EL POLIALCOHOL Y EL COLO - RANTE.
- SE OBTUVO COMO RESULTADO UN PRODUCTO -- CON UNA APARIENCIA MÁS HOMOGÉNEA Y COM- MÚNIMAS CANTIDADES DE SÓLIDOS SUSPENDI- DOS.

4.2.6 FORMULACION 5:

	<u>% EN PESO</u>
MONOETILENGLICOL	92,30
AGUA DESTILADA	1,00

	<u>% EN PESO</u>
METASILICATO DE SODIO	0,30
TOLILTRIAZOL DE SODIO	0,25
MERCÁPTOBENZOTIAZOL DE SODIO	1,00
NITRATO DE SODIO	--
HIDRÓXIDO DE SODIO	0,545
ACIDO FOSFÓRICO	0,70
HIDRÓXIDO DE POTASIO	1,00
BORAX	0,40
POLIALCOHOL	2,50
COLORANTE	<u>0,005</u>
	100,00%

LA IDEA EN ESTA FORMULACIÓN FUÉ LA DE INCORPORAR DE NUEVO AL MERCÁPTOBENZOTIAZOL DE SODIO EN LA MEZCLA, CON LA VENTAJA DE "REFORZAR" ASÍ LA PROTECCIÓN A LAS PARTES DE ALUMINIO. SIN EMBARGO, SE CONSIDERÓ QUE SI AL AGREGAR EL MBT SE DISTORSIONASEN MUCHO LOS VALORES DE PH Y RESERVA ALCALINA OBTENIDOS EN LA FORMULACIÓN ANTERIOR, ESTE INHIBIDOR SERÍA TOTALMENTE DESHECHADO DE LA FORMULA -- CIÓN ÓPTIMA.

OBSERVACIONES:

- SE COMPROBÓ QUE EL MBT NO "DISPARÓ" LOS VALORES ANTES OBTENIDOS, PUES SE ANOTARON LOS SIGUIENTES DATOS:

PH = 10.62

RESERVA ALCALINA = 21.50

- EN CUANTO AL ORDEN DE MEZCLADO DE LOS INHIBIDORES, SE COMPROBÓ QUE EL BORAX PUEDE SER AGREGADO DURANTE EL INICIO DE LA MEZCLA AL MONOETILENGLICOL QUE ESTÁ PURO, SIN QUE ÉSTO CAUSE PROBLEMAS.

SOBRE ESTA ÚLTIMA FORMULACIÓN SE HICIERON ALGUNAS MODIFICACIONES, SOBRE TODO EN LOS PORCENTAJES DE LOS REACTIVOS, HASTA QUE SE OBTUVO LA FÓRMULA QUE SE CONSIDERÓ CON MEJORES PROPIEDADES. ESTA FORMULACIÓN SE PRESENTA EN EL SIGUIENTE INCISO DE ESTE CAPÍTULO.

4.3 FORMULACION FINAL.

COMO SE MENCIONÓ ANTES, PARA LLEGAR A ESTA FORMULACIÓN ÓPTIMA SE HICIERON PEQUEÑOS AJUSTES A LOS PORCENTAJES DE LA FORMULACIÓN 5, HASTA QUE SE OBTUVIERON VALORES MUY ADECUADOS DE PH Y RESERVA ALCALINA.

LA FÓRMULA ES LA SIGUIENTE:

	<u>% EN PESO</u>
MONOETILENGLICOL	93.15
AGUA DESTILADA	0.93
METASILICATO DE SODIO	0.27
TOLILTRIAZOL DE SODIO	0.22
MERCAPTOBENZOTIAZOL DE SODIO	0.91
HIDRÓXIDO DE SODIO	0.50
ACIDO FOSFÓRICO	0.615
HIDRÓXIDO DE POTASIO	0.91
BORAX	0.29
POLIALCOHOL	2.20
COLORANTE	<u>0.005</u>
	100.00%

ASÍ SE OBTUVO:

PH = 10,73
RESERVA ALCALINA = 18,50

PARA VERIFICAR QUE EL PRODUCTO CUMPLE CON LOS REQUERIMIENTOS DEL ESTÁNDAR ASTM, SE HICIERON VARIAS - - PRUEBAS FUNCIONALES, PERO ENFATIZANDO SOBRETUDO EN LA CORROSIÓN. A CONTINUACIÓN SE DESCRIBEN LAS PRUEBAS EFECTUADAS:

- PRUEBA DE CORROSION EN RECIPIENTE VIDRIADO:

ESTA SE LLEVA A CABO, SUMERGIENDO PLACAS DE DIFERENTES METALES EN UN MATRÁZ QUE CONTIENE LA FORMULACIÓN A PROBAR; DESPUÉS DE 2 SEMANAS SE PESAN LAS PLACAS METÁLICAS PARA VER SI HUBO VARIACIÓN EN SU PESO.

LA PÉRDIDA DE PESO NO DEBERÁ EXCEDER DE LOS SIGUIENTES LÍMITES (DEPENDIENDO DE QUE METAL SEA):

	PERDIDA DE PESO (MG)
ACERO	10
COBRE	10
LATÓN	10
ALUMINIO	30

EN CASO DE QUE EL CONCENTRADO PRODUZCA PICADURAS EN EL METAL, DEBERÁ SER DESECHADO, AÚN

CUANDO LA PÉRDIDA DE PESO DE LA PLACA FUESE INFERIOR A LOS LÍMITES ESTABLECIDOS.

CON RESPECTO A LA FORMULACIÓN CONSIDERADA ÓPTIMA, LOS RESULTADOS OBTENIDOS AL REALIZAR ESTA PRUEBA FURON LOS SIGUIENTES:

	PERDIDA DE PESO (MG)
ACERO	9.1
COBRE	8.4
LATÓN	8.7
ALUMINIO	21.9

POR LO QUE LA FORMULACIÓN CUMPLE PERFECTAMENTE CON LOS REQUERIMIENTOS DE ESTA PRUEBA FUNCIONAL, LA CUAL, CONSIDERO ES MUY IMPORTANTE PARA LOS FINES QUE PERSIGUE ESTE ESTUDIO.

PRUEBA PARA EVALUAR EL PUNTO DE CONGELACION.

EL PUNTO DE CONGELACIÓN SE DEFINE COMO LA MÁXIMA TEMPERATURA QUE SE PUEDE OBTENER ANTES DE QUE COMIENZE LA CRISTALIZACIÓN DE LA SOLUCIÓN. PARA UNA FORMULACIÓN AL 50% EN VOL., EL PUNTO DE CONGELACIÓN DEBE DE SER DE - 37°C, MÁXIMO.

EN EL CASO DE NUESTRA FORMULACIÓN, SE OBTUVO UN VALOR DE -31°C, LO CUAL ES BASTANTE ACEPTABLE.

TABLE.

- APARIENCIA DEL PRODUCTO

LA APARIENCIA QUE TENGA EL PRODUCTO NOS PUEDE DAR IDEA DE LA CALIDAD DEL MISMO, PUES UN PRODUCTO EN EL QUE SE OBSERVEN SÓLIDOS SUSPENDIDOS DEBERÁ SER RECHAZADO INMEDIATAMENTE. SIN EMBARGO, ES NORMAL QUE SE VEA UN POCO -- TURBIO AL MIRARLO A CONTRALUZ.

AL OBSERVAR EL PRODUCTO OBTENIDO, ÉSTE SE ENCONTRÓ LIBRE DE SÓLIDOS SUSPENDIDOS Y NO TURBIO, SINO QUE LA COLORACIÓN VERDE SE VEA -- MUY CLARA.

- ESTABILIDAD DURANTE EL ALMACENAJE

ESTA PRUEBA SE REALIZA PARA VERIFICAR QUE CON EL PASO DEL TIEMPO EL PRODUCTO NO SE DEGRADA Y SOBRE TODO, NO EXISTA SEPARACIÓN DE FASES, LO CUAL INDICARÍA QUE EL MEZCLADO NO SE LLEVÓ A CABO DE MANERA ADECUADA.

EL PRODUCTO OBTENIDO SE ALMACENA Y SE VERIFICA DESPUÉS DE UN TIEMPO (LA OBSERVACIÓN EN ESTE CASO FUÉ A LOS 15 DÍAS Y A UN MES), REVISANDO SI EL PRODUCTO HA SUFRIDO ALGUNA ALTERACIÓN O HA DEJADO DE SER HOMOGÉNEO.

CAPITULO V

PROCESO DE MANUFACTURA A NIVEL INDUSTRIAL.

5.1 EQUIPO REQUERIDO

EL EQUIPO NECESARIO PARA LA FABRICACIÓN A NIVEL INDUSTRIAL DEL ANTICONGELANTE-ENFRIADOR BASADO EN LA FORMULACIÓN DESARROLLADA CONSISTE ESENCIALMENTE DE UN TANQUE MEZCLADOR EL CUAL DEBERÁ TENER UN SISTEMA DE AGITACIÓN EFICIENTE.

ASIMISMO, SE NECESITA UN TANQUE AUXILIAR EN EL CUAL SE LLEVE A CABO LA MEZCLA PREVIA DE ALGUNOS DE LOS INHIBIDORES Y EL QUE DEBERÁ TENER SERPENTINES DE CALENTAMIENTO PARA AUMENTAR LA TEMPERATURA DE LA SOLUCIÓN Y FACILITAR LA DISOLUCIÓN DE LOS INHIBIDORES.

COMO ES LÓGICO SUPONER, ES NECESARIA LA INSTALACIÓN DE BOMBAS QUE TRANSPORTEN A LOS DIVERSOS COMPONENTES YA SEA DEL TANQUE AUXILIAR O DE SUS TANQUES DE ALMACENAMIENTO, AL TANQUE DE MEZCLADO.

EL PROCESO NO REQUIERE DE FILTRADO Y ÚNICAMENTE ES CONVENIENTE QUE UNA VEZ YA LISTO EL PRODUCTO Y ANTES DE SER EMPACADO, PASE POR UNA MALLA DE 100 MESH DE ABERTURA PARA ELIMINAR MATERIA EXTRAÑA Y LO QUE OCASIONALMENTE NO LLEGUE A DISOLVERSE.

EL TANQUE DE MEZCLADO DEBE DE SER DE ACERO AL CARBÓN O DE ACERO INOXIDABLE Y DEBERÁ CONTAR CON LÍNEA DE ALIMENTACIÓN, UNA BOMBA PARA VACIARLO Y UNA ABER

TURA EN LA PARTE SUPERIOR POR LA QUE SE PUEDAN AGREGAR LOS INHIBIDORES QUE ESTÁN EN ESTADO SÓLIDO. EL TAMAÑO Y LA CAPACIDAD DE ESTE TANQUE DEPENDE DEL VOLUMEN DE FLUÍDO QUE SE QUIERA PRODUCIR.

EL TANQUE AUXILIAR TAMBIÉN DEBE DE SER DE ACERO AL CARBÓN O ACERO INOXIDABLE, CON SU RESPECTIVO SISTEMA DE AGITACIÓN. LA CAPACIDAD DE ESTE TANQUE ES DIRECTAMENTE PROPORCIONAL A LA CAPACIDAD DEL TANQUE DE MEZCLADO, SIENDO CONVENIENTE QUE SEA DE UN 3 A 5 % CON RESPECTO AL TANQUE MEZCLADOR.

EN RESUMEN, EL EQUIPO NECESARIO PARA EL PROCESO ES EL SIGUIENTE:

- 1 TANQUE DE MEZCLADO CON AGITADOR, DE ACERO INOXIDABLE O ACERO AL CARBÓN.
- 1 TANQUE AUXILIAR CON AGITADOR, DE ACERO INOXIDABLE O ACERO AL CARBÓN.
- TUBERÍA DE ACERO INOXIDABLE, PARA EVITAR LA CONTAMINACIÓN DE LA MATERIA PRIMA Y DEL PRODUCTO TERMINADO CON IMPUREZAS DE HIERRO.
- 1 BOMBA DE DESCARGA DEL TANQUE DE MEZCLADO.
- 1 BOMBA DE DESCARGA DEL TANQUE AUXILIAR.
- VÁLVULAS DE GLOBO, LOCALIZADAS ESTRATÉGICAMENTE PARA EL CONTROL DEL PROCESO.
- 1 FILTRO-MALLA DE 100 MESH PARA ELIMINAR IMPUREZAS ANTES DE ENVASAR.

LÓGICAMENTE SE REQUIEREN TAMBIÉN TANQUES DE ALMACENAMIENTO PARA EL AGUA Y PARA EL ETILENGLICOL.

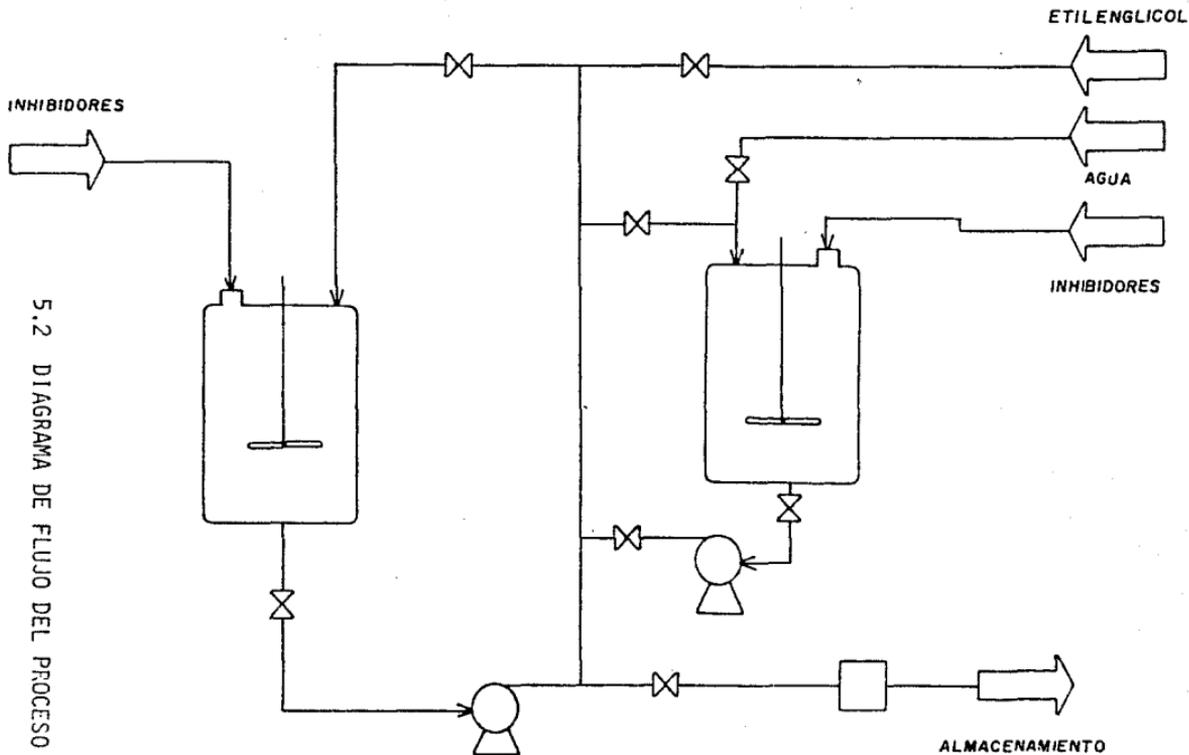
EL TANQUE DE ALMACENAMIENTO PARA ETILENGLICOL PUEDE SER DE ACERO ORDINARIO, PERO PARA EVITAR SU COLORACIÓN Y SU CONTAMINACIÓN CON FIERRO, PUEDEN UTILIZARSE OTROS MATERIALES COMO EL ACERO INOXIDABLE, EL ALUMINIO O EL ACERO NORMAL RECUBIERTO CON ALGÚN TIPO DE RESINA FENÓLICA, EPOXI-FENÓLICA O VINÍLICA.

ASIMISMO, DEBERÁ CONTAR CON AGUJEROS DE INSPECCIÓN Y LÍNEAS DE VENTEO.

DEBIDO A QUE EL ETILENGLICOL ES MUY HIGROSCÓPICO, CUANDO LOS LÍMITES DE HUMEDAD EN EL PRODUCTO SEAN CRÍTICOS, SE RECOMIENDA EL EMPLEO DE UN GAS INERTE O ATMÓSFERA SECA EN EL INTERIOR DE LOS TANQUES O BIÉN COLOCAR UN DESECADOR EN LAS LÍNEAS DE VENTEO DEL TANQUE. CON OBJETO DE EVITAR QUE EL AGUA DE LLUVIA PUDIESE ENTRAR AL TANQUE, ES RECOMENDABLE QUE EL FINAL DE LAS LÍNEAS DE VENTEO SE ENCUENTREN INVERTIDAS HACIA ABAJO.

INHIBIDORES

5.2 DIAGRAMA DE FLUJO DEL PROCESO



ETILENGLICOL

AGUA

INHIBIDORES

ALMACENAMIENTO

5.3 PROCEDIMIENTO DE OPERACION

A PESAR DE QUE EL PROCEDIMIENTO PARA OBTENER EL FLUÍDO PODRÍA PARECER MUY SIMPLE, CONSISTIENDO BÁSICAMENTE DE UN MEZCLADO, EL ORDEN EN QUE SE VAYAN AGREGANDO LOS COMPONENTES ES FUNDAMENTAL PUES, COMO YA SE MENCIONÓ, SI ALGUNO DE LOS INHIBIDORES NO ES MEZCLADO EN EL MOMENTO ADECUADO, SE OBTENDRÁN PRECIPITADOS Y POR LO TANTO LA FORMULACIÓN FINAL TENDRÁ OTRAS CARACTERÍSTICAS.

EL PROCESO DE MANUFACTURA SUGERIDO ES EL SIGUIENTE:

- A) SE CARGA EL 70% DEL VOLÚMEN TOTAL DE ETILENGLICOL EN EL TANQUE DE MEZCLADO, INICIANDO LA AGITACIÓN Y MANTENIENDO ÉSTA DURANTE TODO EL PROCESO DE MEZCLADO.
- B) SE AÑADEN EL HIDRÓXIDO DE POTASIO, HIDRÓXIDO DE SODIO Y EL BORAX (TETRABORATO DE SODIO) AL ETILENGLICOL.
- C) SE CARGA EL TANQUE AUXILIAR CON EL 60% DEL VOLÚMEN TOJAL DEL AGUA DESTILADA Y SE DISUELVE EL SILICATO DE SODIO BAJO AGITACIÓN CONSTANTE. PARA MEJORAR LA DISOLUCIÓN, SE CALIENTA LA SOLUCIÓN MEDIANTE LOS SERPENTINES COLOCADOS PARA ESTE FIN, PERO EVITANDO QUE LA TEMPERATURA SOBREPASE LOS 29,5°C (85°F). SE AGITA DURANTE UN TIEMPO MÍNIMO DE 30 MINUTOS, AL TÉRMINO DE LOS CUALES SE DESCARGA EL TANQUE Y SE AÑADE LA SOLUCIÓN AL TANQUE DE MEZCLADO PRINCIPAL.

- D) SE LAVA EL TANQUE AUXILIAR Y SU LÍNEA DE DESCARGA CIRCULANDO UN PEQUEÑO VOLÚMEN DE ETILENGLICOL FRESCO,
- E) EL 40% RESTANTE DEL VOLÚMEN DE AGUA Y EL MISMO VOLÚMEN DE ETILENGLICOL FRESCO SE CARGAN EN EL TANQUE AUXILIAR,
- POSTERIORMENTE, SE DISUELVEN EL TOLILTRIAZOL DE SODIO Y EL MERCAPTOBENZOTIAZOL DE SODIO - EN ESTA SOLUCIÓN, Y UNA VEZ MEZCLADOS SE DESCARGA EL TANQUE DE MEZCLA PRINCIPAL,
- F) SE REPITE EL PROCEDIMIENTO DEL INCISO D)
- G) SE AGREGA EL ÁCIDO FOSFÓRICO AL TANQUE DE MEZCLA,
- H) SE HACE REACCIONAR EL VOLÚMEN RESTANTE DE ETILENGLICOL Y FINALMENTE SE AÑADEN EL COLORANTE Y EL POLIALCOHOL ANTIESPUMANTE. DEBIDO A QUE EN UN PRINCIPIO EL POLIALCOHOL ES INSOLUBLE, LA SOLUCIÓN DEBERÁ SEGUIR BAJO CONSTANTE Y VIGOROSA AGITACIÓN HASTA QUE SE OBTENGA LA SOLUBILIDAD TOTAL,
- I) CUANDO SE HA OBTENIDO UNA SOLUCIÓN HOMOGÉNEA, SE INTERRUMPE LA AGITACIÓN Y SE EVALÚAN LAS PROPIEDADES FÍSICAS DEL FLÚIDO (VER PRUEBAS DE CONTROL).
- J) UNA VEZ APROBADO EL PRODUCTO, SE PURGA EL TANQUE DE MEZCLA Y SE ENVÍA EL FLÚIDO A LA SECCIÓN DE ENVASADO, PASANDO ANTES POR UN FILTRO PARA EVITAR EL ARRASTE DE IMPUREZAS.

5.4 PRUEBAS DE CONTROL

PARA COMPROBAR QUE EL PRODUCTO RECIÉN OBTENIDO ESTÁ YA LISTO PARA SER ENVASADO Y QUE EL MEZCLADO SE HA LLEVADO A CABO SATISFACTORIAMENTE, ES NECESARIO EFECTUAR ALGUNAS PRUEBAS.

BASICAMENTE SON CUATRO, A DECIR:

- A) LA RESERVA ALCALINA DE LA SOLUCIÓN DEBE PERMANECER ENTRE 18,0 Y 20,0.
- B) EL PUNTO DE CONGELACIÓN DE UNA SOLUCIÓN AL - 50% EN VOLÚMEN, LA CUAL SE PREPARA DILUYENDO 50 ML DE FLUÍDO ANTICONGELANTE-ENFRIADOR RECIÉN OBTENIDO CON 50 ML. DE AGUA, DEBERÁ SER MÁXIMO DE - 37°C. ESTA SOLUCIÓN AL 50% EN VOLÚMEN ES EQUIVALENTE A UN 53% EN PESO DE ANTICONGELANTE.
- C) EL PH DE UNA SOLUCIÓN AL 33% EN VOLÚMEN, DEBERÁ SER DE ENTRE 10,0 Y 10,5
- D) UNA ÚLTIMA PRUEBA ES RELATIVA A LA APARIENCIA QUE TENGA EL PRODUCTO RECIÉN OBTENIDO, - ES DECIR, EL FLUÍDO DEBERÁ ESTAR LIBRE DE SÓLIDOS SUSPENDIDOS, AUNQUE PUEDE TENER APARIENCIA TURBIA. EL COLOR DEPENDERÁ DEL COLORANTE QUE SE HAYA AGREGADO.

SI EL PRODUCTO NO CUMPLE CON ALGUNA DE ESTAS PRUEBAS

BAS, SIGNIFICA QUE EL MEZCLADO NO SE HA LLEVADO DEFORMA COMPLETA O BIEN, QUE ALGUNO DE LOS COMPONENTES ESTÁ PROVOCANDO CAMBIOS EN EL PRODUCTO FINAL, - POR LO QUE SE TIENE QUE HACER UN ANÁLISIS CUIDADOSO DE TODO EL PROCESO PARA LOCALIZAR EL MOMENTO EN EL QUE SE ESTÁ PRODUCIENDO ALGÚN ERROR Y HACER LOS - - AJUSTES NECESARIOS.

5.5 ESPECIFICACIONES DE EMBARQUE

ADEMÁS DE LAS PRUEBAS DE CONTROL MENCIONADAS EN EL PUNTO ANTERIOR, ES NECESARIO EVALUAR OTRAS PROPIEDADES DEL PRODUCTO, ANTES DE QUE ÉSTE SEA COMERCIALIZADO.

SE RECOMIENDA VERIFICAR EL MÉTODO ASTM D-3306 EL CUAL, COMO YA SE MENCIONO (VER TABLAS III Y IV DEL CAPÍTULO III), INCLUYE LAS ESPECIFICACIONES QUE DEBERÁ TENER UN FLUÍDO ANTICONGELANTE-ENFRIADOR DE ESTE TIPO.

CONCLUSIONES:

- EL SISTEMA DE ENFRIAMIENTO ES VITAL, PARA EL BUEN FUNCIONAMIENTO DEL MOTOR Y POR LO TANTO DEL AUTOMÓVIL. SIENDO EL FLUÍDO ENFRIADOR-ANTICONGELANTE EL MEDIO POR EL CUAL SE DISIPA EL CALOR DEL MOTOR, ES MUY IMPORTANTE EL ASEGURAR QUE SUS PROPIEDADES SEAN LAS ÓPTIMAS Y SU RENDIMIENTO LO MÁS EFICÁZ POSIBLE.
 - DEBIDO AL DESARROLLO TECNOLÓGICO TAN INTENSO QUE HA SUFRIDO LA INDUSTRIA AUTOMOTRÍZ, EL ALUMINIO HA IDO DESPLAZANDO A OTROS METALES EN COMPONENTES CRÍTICOS DEL SISTEMA DE ENFRIAMIENTO. POR ESTO, LOS FLUÍDOS ENFRIADORES-ANTICONGELANTES HAN SUFRIDO MODIFICACIONES EN SU COMPOSICIÓN AL TENERSELES QUE INCLUIR INHIBIDORES QUE PROTEJAN ESPECÍFICAMENTE A ESTE METAL CONTRA LA CORROSIÓN.
- SE ENCONTRÓ QUE A PESAR DE QUE EL MONOETILENGLICOL ES EL COMPONENTE PRINCIPAL EN UN FLUÍDO DE ESTE TIPO, ES LA ACCIÓN DE LOS INHIBIDORES LA QUE DETERMINARÁ LA EFICIENCIA DE LA OPERACIÓN.
- A LO LARGO DE ESTE TRABAJO SE DESARROLLÓ UNA FORMULACIÓN QUE INCLUYE A INHIBIDORES QUE PROTEGEN DE LA CORROSIÓN -- TANTO A LOS COMPONENTES DE ALUMINIO COMO A LOS COMPONENTES HECHOS DE OTROS METALES, QUE CONSTITUYEN EL SISTEMA, Y LA CUAL CUMPLIÓ SATISFACTORIAMENTE CON VARIAS PRUEBAS FUNCIONALES REALIZADAS EN EL LABORATORIO, ASIMISMO, SE PROPONE EL PROCESO DE MANUFACTURA PARA LA OBTENCIÓN DEL PRODUCTO A NIVEL INDUSTRIAL.
 - DADO QUE EN LA REPÚBLICA MEXICANA SE ENCUENTRAN YA OPERANDO VARIAS PLANTAS ARMADORAS DEL TIPO DE MOTOR QUE UTILIZA

ÉSTE FLÚIDO ANTICONGELANTE, PIENSO QUE LA INSTALACIÓN DE UNA PLANTA PARA PRODUCIRLO Y QUE UTILICE EL PROCESO DE MANUFACTURA SUGERIDO EN ESTE ESTUDIO, SERÍA VIABLE; SU CORRESPONDIENTE ESTUDIO DE FACTIBILIDAD ECONÓMICA PODRÍA -- SER TOMADO COMO TEMA DE TESIS PROFESIONAL POR OTRO EGRESADO DE ESTE CENTRO DE ESTUDIOS.

BIBLIOGRAFIA

1. RUEPING C.F.
ANTIFREEZE AND COOLANT
LUBRICATION
VOL. 65, NUM. 3, 1979.
2. SERVICE BULLETIN
COOLING SYSTEM SERVICE
VOL. 55, NUM. 12, 1984.
3. CHEMICAL SPECIALTIES MANUFACTURERS ASSOCIATION
AUTOMOTIVE ENGINE COOLANT STANDARD
JULY, 1982.
4. ROWE LEONARD, CHANCE ROBERT AND WALKER MONTE
ANTIFREEZE COOLANT FOR ALUMINUM AND CAST IRON ENGINES
G.H. RESEARCH LABORATORIES
MARCH, 1982.
5. ASTM
1977 ANNUAL BOOK OF ASTM STANDARDS
AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALES
PHILADELPHIA, 1977.
6. PERRY ROBERT/CHILTON CECIL
MANUAL DEL INGENIERO QUÍMICO.
MC GRAW-HILL
MÉXICO, D.F. 1981.
7. SAE
1986 SAE HANDBOOK
SOCIETY OF AUTOMOTIVE ENGINEERS, INC.
WARRENDALE, P.A. U.S.A.

8. BEYNON ERIC, COOPER NR AND HANNINGAN N.J.
AUTOMOTIVE ANTIFREEZE COOLANTS
UNION CARBIDE CORPORATION
SOAP AND CHEMICAL SPECIALITIES
FEBRUARY, 1971.
9. AUTOMOTIVE COOLING JOURNAL
TECNICAL SUPPLEMENT
OCTOBER, 1977.
10. POLIOLES, S.A.
QUÍMICOS INDUSTRIALES
CATÁLOGO TÉCNICO
MÉXICO, D.F., 1981
11. RADIATOR REPORTER AND PRICING GUIDE
NEW COOLANT FORMULAS
VOL. 10, No. 5, 1982.