

27/12/84



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

FACULTAD DE QUÍMICA

METODOLOGIA PARA EL DESARROLLO EN
FORMULACIONES DE HULES DE PISO

T E S I S
QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:
INGENIERO QUIMICO
P R E S E N T A
Carlos Agustín Candanosa Aranda

1 9 8 4



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.
1.- <u>INTRODUCCION</u>	1
2.- <u>GENERALIDADES</u>	2
2.1. HULE DE PISO	2
2.1.1. FORMULACION	4
2.1.2. PROCESAMIENTO	14
2.1.3. APLICACION	20
2.2. MATERIAS PRIMAS	31
2.2.1. FUNCION	31
3.- <u>EVALUACION DE PROPIEDADES</u>	43
3.1. MATERIAS PRIMAS	44
3.2. HULE DE PISO	57
3.2.1. PRUEBAS DE VULCANIZACION ..	57
3.2.2. PRUEBAS FISICO - MECANICAS.	59
4.- <u>METODOS DE CONTROL</u>	64
4.1. MATERIAS PRIMAS	64
4.2. HULE DE PISO	67
5.- <u>PARTE PRACTICA</u>	68
5.1. DISEÑO EXPERIMENTAL	68
5.2. RESULTADOS	92
6.- <u>DISCUSION DE RESULTADOS</u>	140
7.- <u>CONCLUSIONES</u>	163
8.- <u>BIBLIOGRAFIA</u>	165

I N T R O D U C C I O N .

La idea de la presentación, es la de ayudar al mejor conocimiento de los materiales utilizados en la elaboración, así como el de dar las bases para el desarrollo de una formulación de hule de piso.

Es interesante hacer notar que en la década de los 70's, se observo un aumento considerable en el consumo de llantas y otros productos de hule, lo cual ocasiono escasez de materias primas. Esta idea sigue teniendo validez y creo que es necesario un enfoque flexible para optimizar el manejo y obtención de este tipo de producto.

Actualmente son varias las materias primas que escasean y no existe ninguna garantía de que se cuente con ellas nuevamente o de que un cambio en el enfoque al formular, no resulte en compuestos más económicos con propiedades equivalentes, o aún en mejores compuestos al mismo precio.

Por lo tanto, es importante que se tenga una amplia información respecto al desarrollo del hule de piso y el papel que juega en la industria y crecimiento de la nación.

El alcance del presente estudio engloba la información necesaria para la evaluación de las materias primas y su clasificación, el desarrollo de una formulación y las propiedades que adquiere un hule de piso vulcanizado, así como la interpretación de resultados experimentales para la consecución de un fin específico.

2.0 GENERALIDADES

2.1 HULE DE PISO

Los compuestos de hule utilizados para ser aplicados como nuevas superficies de desgaste a carcasas de llanta en buen estado, se proporcionan ahora en dos formas por un gran número de manufactureros especializados en este campo.

Se entiende por "Hule Calibrado" un paquete de hule de piso no--vulcanizado con un cojín de goma pegado, enrollado en polietileno, el cual es eliminado antes de aplicarse. El "Hule de Tira", el cual se entrega en contenedores se alimenta en frío a la tubuladora y se aplica por el proceso "Orbitread".

Algunos renovadores mezclan sus propios materiales, utilizando--maquinaria convencional para procesamiento de hule. Los fabricantes de hule sintético que son básicos en los elastómeros, negros y aceites extendedores, recomiendan el procesamiento de mezclado en planta.

Aunque la manera de formular en este campo es esencialmente competitiva, la seguridad y la buena resistencia a la abrasión, deberán ser las características satisfactorias del hule de piso.

Existen también en el mercado otros materiales utilizados para la reparación de llantas, los cuales son principalmente formulados con hule natural y hule sintético de isopreno. Algunos hules regenerados pueden también ser usados para que el compuesto final tenga buena adhesividad.

Los materiales estandar para reparación, incluyen los siguientes :

- 1.- Parches de balanceo
- 2.- Goma para reparación de piso
- 3.- Cojín de reparación
- 4.- Tira para reparación
- 5.- Parches para reparación no vulcanizados
- 6.- Parches para reparación vulcanizados
- 7.- Cemento de reparación
- 8.- Cuerda de reparación

Los materiales clasificados del 1 al 4 son usualmente calandrados en películas de polietileno y entregados en rollos de 18 a 20 pulgadas de diámetro y su peso varía entre 10 y 20 libras. Aunque el mayor volumen de hule de reparación se utiliza para acondicionar llantas antes del renovado, algunos de los artículos enlistados son usados para acrecentar la vida útil de las llantas que tienen defectos menores, tales como hoyos de tachuela, cortadas, magulladuras, etc. Para tales reparaciones los parches no vulcanizados son aplicados por dentro de la carcasa, los hoyos son tapados con goma de relleno y las secciones de piso, que han sido rebanadas se resanan con goma para reparación de piso.

Cuando el parchado es completado, la llanta reparada es colocada en una vulcanizadora seccional donde el calentamiento es aplicado unicamente en el área reparada . Los parches vulcanizados son generalmente usados para reparaciones de emergencia. Tales parches son reforzados con cuerda regular para carcasa, que puede ser de nylon o rayón.

2.1.1. FORMULACION

El desarrollo de un compuesto de hule esta en función de los requerimientos y, en algunos casos, especificaciones de uso proporcionados por el consumidor.

Por lo cual y para obtener los mejores resultados, es necesario-- tener un amplio conocimiento de las características y propiedades de cada uno de los ingredientes a utilizar. Estos ingredientes se enlistan a continuación :

- | | |
|------------------------------|-------------------------|
| a) Base elastomérica | 1.- Hule Natural |
| | 2.- Hule Sintético |
| b) Cargas Reforzantes | 1.- Cargas Negras |
| | 2.- Cargas Blancas |
| c) Auxiliares de Proceso | 1.- Plastificantes |
| | 2.- Peptizantes |
| | 3.- Facticios |
| | 4.- Agentes de Adhesión |
| d) Antidegradantes | 1.- Antioxidantes |
| | 2.- Antiozonantes |
| | 3.- Ceras |
| e) Sistemas de Vulcanización | 1.- Vulcanizantes |
| | 2.- Aceleradores |
| | 3.- Activadores |
| | 4.- Retardadores |

- f) Ingredientes varios
- 1.- Esponjantes
 - 2.- Colorantes
 - 3.- Ingredientes especiales

Subdivisiones que a su vez se multiplican en una infinidad de productos cada uno de los cuales cuentan con propiedades y cualidades distintas, por lo que el problema, ahora es el de elegir todos --- aquellos ingredientes que combinados desarrollen las características del producto deseado.

Para profundizar se desarrollará, en forma ilustrativa un compuesto de hule de piso para llanta de tractor.

Toda fórmula tiene como punto de partida 100 PHR [Partes por ciento de Hule] de base elastomérica. En este caso en particular serán 100 PHR del elastómero base que cumpla con los requisitos a -- cubrir.

El hule de piso para llanta de tractor debe tener una buena resistencia al desgarre, buena flexibilidad a baja temperatura, resistencia a la abrasión, entre otras, pudiendo elegir entre dos bases elastoméricas, NR [Hule Natural] o SBR [Hule Estireno-Butadieno].-- Examinemos éstos dos elastómeros para elegir el más apropiado:

<u>T I P O</u>	<u>HULE NATURAL</u> <u>[NR]</u>	<u>HULE ESTIRENO BUTA</u> <u>DIENO [SBR]</u>
Gravedad Específica	0.93	0.94
Resistencia a la Tensión, psi		
Puro.....	>1000	< 500
Reforzado.....	>4000	>3000
Rango de Dureza Shore A	30-100	40-100
Resiliencia		
Temperatura Ambiente.....	E	B
Caliente.....	E	B
Resistencia al Desgarre	B-R	R
Resistencia a la Abrasión.....	E	B-E

T I P O	HULE NATURAL	HULE ESTIRE-
	NR	NO BUTADIENO
		SBR
Resistencia a la Atmósfera	P-E*	P-E*
Resistencia a la Oxidación	B	B
Resistencia al Calor	B	B
Flexibilidad a Baja Temperatura.....	E	B
Resistencia a la Deformación por - Compresión	R-B	R
Permeabilidad	R	R
Resistencia a la Flama	P-B*	P-B*
Resistencia a los Acidos - Diluido	B	R-B
Concentrado	R	R-B
Resistencia a la Humedad	R-B	B-E
Resistencia a los Solventes - Hidrocarbonados	P	P
Resistencia a los Solventes Oxigenados ...	B	B
Resistencia al Aceite y Gasolina	P	P
Resistencia a los Aceites Animales - y Vegetales	P-B	P-B
Propiedades Dieléctricas	B-E	B

E=Excelentes

R=Regular

*En Compuestos Especiales

B=Bueno

P=Pobre

Se puede observar que existe similitud en algunas propiedades, las cuales son:

Gravedad Específica

Dureza Shore A.

Resistencia a la Atmósfera

Resistencia a la Oxidación

Resistencia al Calor

Permeabilidad

Resistencia a la Flama

Resistencia a los Solventes

Resistencia al Aceite y Gasolina

Resistencia a los Aceites Animales y Vegetales

Ahora bien, enfoquemos nuestra atención a las propiedades restantes, ya que la llanta para tractor es sometida a un trabajo rudo, en donde las condiciones -- del terreno son irregulares, tanto en sus propiedades físicas y químicas, como en su conformación, ésta debe presentar una buena resistencia a la tensión y - resiliencia, siendo el NR el más indicado. Si además el terreno presenta zo - nas pedregosas y muy abrasivas la llanta deberá presentar cualidades que se -- opongan a estas situaciones, siendo nuevamente el NR el más idóneo.

Si las temperaturas ambientales de la región son bajas, la llanta deberá estar en condición de operar bajo estas circunstancias siendo nuevamente el NR el - que presenta la mejor característica.

Siguiendo esta forma de análisis, se puede llegar a la conclusión de que la ba - se elastomérica a elegir será el NR.

Debido a que este elastómero presentará una alta viscosidad, la cual dificulta - su procesamiento, es necesario un peptizante-plastificante siendo el más reco - mendado un aceite sulfonado de alto peso molecular, la dosis para este caso es de 4.5 PHR.

Los activadores de la vulcanización que se utilizan con mayor frecuencia, son - el Oxido de Zinc y el Acido Esteárico. Para que este compuesto desarrolle sus-

propiedades, debe contener 5 PHR de Oxido de Zinc y 2.5 PHR de Acido Esteárico.

La desventaja que presenta el hule natural a esta aplicación, en su resistencia a los agentes atmosféricos, siendo necesario integrar en la formulación -- antidegradantes específicamente antioxidantes y antiozonantes. Los antioxidantes derivados de la reacción entre la Difetilamina y la Acetona, son los más -- recomendados y en una cantidad de 1 PHR. El antiozonante, derivado de la P -- Fenilendiamina en una proporción de 1 PHR.

Para aumentar la resistencia a la abrasión y alargar la vida útil de la llanta se mezcla dicho compuesto con cargas negras, las cuales proporcionan esta propiedad, el ISAF [N-220] es el más apropiado y en una cantidad de 59 PHR, hasta este ingrediente se completa lo que comunmente se conoce como Master Batch [Mezcla Maestra], restando unicamente el agente vulcanizante, acelerador y retardador.

El agente vulcanizante es el azufre del llamado insoluble, ya que este presenta menor tendencia a aflorar a la superficie del compuesto, a menos que esté -- por largos períodos de almacenaje, 2.6 PHR son suficientes.

Para proteger al compuesto de la pre-vulcanización, si es que no se utiliza de inmediato, se añaden 0.8 PHR de retardador NDA [Nitroso-Difenilamina], evitando así también la pérdida de otras propiedades.

Y por último, el acelerador cuya función es el de acortar los ciclos de vulcanización, el N-Oxidietilen Benzotiazol 2- Sulfenamida es el más apropiado, ya que su acción es retardada, protegiendo así nuevamente el compuesto de la pre-vulcanización, sin embargo es muy activo a temperaturas de 140°C; 0.5 PHR son suficientes para este fin.

Agrupando todos los ingredientes y sus respectivas PHR, nuestra fórmula queda-

estructurada de la siguiente forma :

FORMULA DE HULE DE PISO PARA LLANTA TRACTOR

		<u>Ingrediente</u>	<u>PHR</u>
Base Elastomérica		Hule Natural	100.00
Carga Reforzante		Negro ISAF [N-220]	59.00
Auxiliar de Proceso		Aceite Sulfonado	4.50
Antidegradantes	Antioxidante	Difenilamina-Acetona	1.00
	Antiozonante	P-Fenilendiamina	1.00
Sistema de Vulcanizacion.	Activadores	Oxido de Zinc	5.00
		Acido Esteárico	2.50
	Vulcanizante	Azufre Insoluble	2.60
	Retardador	Nitroso Difenilamina	0.80
	Acelerador	N-Oxidietilen Benzotiazol	
		2-Sulfenamida	0.50
		T o t a l :	176.90

Para utilizar esta fórmula base a nivel planta, se tienen que transformar los-
PHR a las unidades en peso que se deseen. Supongamos que el compuesto se debe-
rá mezclar en un banbury cuya capacidad en volumen sea de 60 litros por consi-
guiente los pasos a seguir son :

- 1.- Anotar en orden todos los ingredientes de la mezcla, sus PHR y determinar o investigar sus densidades.
- 2.- Calcular los VHR [Volumen por Ciento de Hule] de cada componente.
- 3.- Calcular la densidad del compuesto por medio de los PHR y VHR totales.

- 4.- Con la densidad del compuesto y el dato de volumen del equipo, calcular - el peso total de la mezcla.
- 5.- Calcular el factor de conversión mediante el uso del peso y PHR totales.
- 6.- Multiplicar el factor por los PHR de cada ingrediente, dando por resultado las unidades en peso de cada uno de ellos.
- 7.- Para comprobar si el procedimiento es correcto, sumar todos los pesos de los ingredientes y el resultado debe ser igual al peso calculado en el -- paso 4.

Desarrollando los pasos anteriores :

1.- Datos :

	<u>Ingrediente.</u>	<u>PHR</u>	<u>DENSIDAD</u>
1	Hule Natural	100.00	0.930
2	Negro ISAF N-220	59.00	1.850
3	Aceite Sulfonado	4.50	0.940
4	Difenilamina-Acetona	1.00	1.110
5	P-Fenilendiamina	1.00	1.175
6	Oxido de Zinc	5.00	5.570
7	Acido Esteárico	2.50	0.840
8	Azufre Insoluble	2.60	2.000
9	Nitroso Difenilamina	0.80	1.255
10	N-Oxidietilen Benzotiazol	0.50	1.385
	T o t a l :	176.90	

Volumen del mezclador : 60 lts.

2.- Cálculo de los VHR [Volumen por ciento de hule]

Para el Hule Natural :

$$\text{VHR [Hule Natural]} = \frac{\text{PHR [Hule Natural]}}{\text{Densidad [Hule Natural]}} = \frac{100.00}{0.930} = 107.53$$

De igual forma para los ingredientes restantes.

3.- Cálculo de la densidad del compuesto

$$\text{P.H.R. Totales} = \sum_{10} \text{P.H.R.} = 176.90$$

$$\text{V.H.R. Totales} = \sum_{10} \text{V.H.R.} = 152.14$$

$$\text{Densidad del compuesto} = \frac{\text{PHR totales}}{\text{VHR totales}} = \frac{176.90}{152.14} = 1.1630$$

4.- Peso de la mezcla :

$$\text{Peso de la mezcla} = \text{Volumen del mezclador} \times \text{Densidad del Compuesto} = 60$$

$$\text{lbs.} \times 1.1630$$

$$\text{Peso de la mezcla} = 69,790 \text{ kg.}$$

5.- Cálculo del factor de conversión

$$\text{Factor} = \frac{\text{Peso de la Mezcla}}{\text{PHR totales}} = \frac{69,790}{176.90} = 0.3945$$

6.- Peso de cada Ingrediente :

$$\text{Peso de Hule Natural} = \text{PHR [Hule Natural]} \times \text{Factor} = 100.00 \times 0.3945$$

$$\text{Peso del Hule Natural} = 39,450 \text{ kg.}$$

La misma secuencia de cálculo para los ingredientes subsecuentes

7.- Comprobación y hoja de formulación

FORMULA BASE

COMPUESTO :	DENSIDAD :	FECHA :		
HPT	1.1630	5/XI/82		
USO :	PARA MEZCLARSE EN:	COLOR :		
HULE PISO TRACTOR	BANBURY	NEGRO		
INGREDIENTE	PESO [KG]	PHR	DENSIDAD	VHR
1.- HULE NATURAL	39.450	100.00	0.930	107.53
2.- NEGRO ISAF	23.270	59.00	1.850	31.89
3. ACEITE SULFONADO	1.780	4.50	0.940	4.79
4. DEFENILAMINA ACETONA	0.390	1.00	1.110	0.90
5. P-FENILENDIAMINA	0.390	1.00	1.175	0.85
6. OXIDO DE ZINC	1.970	5.00	5.570	0.90
7. ACIDO ESTEARICO	0.990	2.50	0.840	2.98
8. AZUFRE INSOLUBLE	1.030	2.60	2.000	1.30
9. NITROSO DIFENILAMINA	0.320	0.80	1.255	0.64
10. N-OXIDIETILEN BENZOTIAZOL	0.200	0.50	1.385	0.36
T O T A L :	69.790	176.90		152.14

Este compuesto bajo pruebas de laboratorio, presenta las siguientes propiedades :

Curado en Prensa : 60 Min. a 270°F

Propiedades Físicas

Modulo 300%, psi 1,780

Tensil, psi 4,030

%Elongación 560

Dureza Shore A 63

Scorch Mooney [minutos a 5 Unidades Arriba]

Temperaturas de Prueba	250°C	270°C
Original	35	11.5
Envejecido 21 días a 122°F		
Bajo una presión de 1 psi	45	20

Siempre que se desee desarrollar un compuesto de hule, sea para hule de piso, para calzado o cualquier otra aplicación, se recomienda seguir la secuencia - de pasos anteriormente explicada, ya que con ello se evita pérdida de tiempo- y esfuerzo, siendo además una forma sencilla de presentar la formulación dise- ñada.

Por último, se debe comprobar si efectivamente el compuesto formulado desarro- lla las características deseadas por lo cual deberá ser sometido a pruebas de laboratorio, ya que es la garantía de que el producto funcionará adecuada y - satisfactoriamente, sin embargo si por alguna razón llegara a fallar es conve- niente reformular y someter a pruebas cuantas veces sea necesario, hasta al - canzar las propiedades requeridas.

2.1.2 PROCESAMIENTO

Todo producto hecho en la industria del hule, desde hule de piso hasta llantas y desde partes moldeadas muy complicadas hasta zapatos tenis, tienen su origen común es un mezclador de hule, generalmente interno, ya que la forma en que el compuesto es mezclado dictará en gran parte las propiedades finales del producto.

Así pues, el problema fundamental consiste en incorporar de una manera homogénea todos los ingredientes que participan en un compuesto de hule; estos materiales tienen diferentes formas físicas o sea sólidos, líquidos, materiales -- pulvulentos, etc., existiendo para este fin equipos o maquinaria idónea. -- Sin embargo, existen pasos anteriores al del mezclado los cuales considero es necesario presentar.

Una vez que todas las materias primas han aprobado los estándares de calidad -- bajo pruebas de laboratorio, son enviados al departamento de pesado en donde -- se seleccionan aquéllos que serán utilizados según la fórmula a mezclar, posteriormente se pesan y envasan según sea el caso, [para los materiales pulvulentos en bolsas de polietileno, aceites y líquidos en envases destinados para -- este fin, los elastómeros son cortados por medio de guillotinas a la cantidad-necesaria, etc.].

Frente al mezclador se colocan los elementos de la mezcla y el instructivo de mezclado.

De primordial importancia en cualquier tipo de mezclado, desde luego, es la -- plastificación del polímero en si misma, ciertos polímeros tales como el hule-natural y el poliisopreno pueden plastificarse muy fácilmente, otros no. En -- el caso del hule natural se obtiene una buena plastificación a temperaturas in

feriores a 105°C debido a las altas fuerzas cortantes generadas en los cauchos naturales y que son debidas al gran nervio que poseen. Este es un desgarramiento mecánico de la cadena del polímero y cuando la temperatura de mezclado excede a 115° C ocurre un rompimiento químico de las cadenas del polímero debido a un ataque de oxidación directa.

Sin embargo, este proceso puede ser más agil añadiendo compuestos químicos llamados peptizantes que actuan a temperaturas de aproximadamente 80°C; en ciertas condiciones la plastificación química es más rápida y económica que la mecánica.

Ya sea el rompimiento por corte mecánico o químico, se forman radicales libres en el punto de ruptura, los cuales son inmediatamente estabilizados o saturados por oxígeno. Esta estabilización previene que las cadenas rotas del polímero se reunan y es la razón por la cual se obtiene buena plastificación en los hules naturales.

La plastificación, conocida también como masticación, se puede llevar a cabo en mezcladores abiertos o internos, los abiertos constan esencialmente de dos rodillos paralelos que giran a diferentes velocidades en sentidos contrarios, siendo el rodillo delantero móvil. Los rodillos operan a temperaturas del orden de 60°C que se mantiene mediante un enfriamiento enérgico de los mismos.

Pero al irse desarrollando la industria se empiezan a necesitar máquinas de mayor producción y en 1916 Fernley H. Banbury, patenta el mezclador interno.

Estas máquinas reducen los ciclos de mezclado debido a la aplicación de altas presiones generadas por un pistón y velocidades mayores de los rotores. Básicamente existen tres tipos comunes de mezclado. La técnica invertida - - - "UPSIDE DOWN", el método de adición rápida de aceite y el método convencional. El método invertido es el más rápido y fácil de mezclar, especialmente en com-

puestos de alto contenido de aceite y baja dureza.

En esta técnica todos los pigmentos con excepción de los vulcanizantes se añaden primero al mezclador seguidos de los aceites y luego el polímero encima de éstos. El pistón se baja para mezclar el compuesto.

En el método de adición rápida de aceite se logra una mejor dispersión de polímero y reforzante, especialmente con los negros de humo de tamaño de partícula pequeña. En este método, el polímero se carga primero y los pigmentos tan pronto como sea posible, siguiendo al polímero. El polímero puede ser masticado durante la primera etapa de la mezcla si es necesario, pero el tiempo de mezclado se alargará asimismo.

En algunos casos, la masticación por separado del polímero anterior a la adición de pigmentos va en detrimento de una buena dispersión, debido a la suavización del caucho de esta manera disminuyéndose el esfuerzo cortante, el cual se emplea como ayuda para la incorporación inicial del pigmento.

Una vez que se ha mezclado el negro de humo o el reforzante casi totalmente pero que aún no se ha logrado la dispersión total de pigmentos en el polímero, entonces se añade todo el aceite a un mismo tiempo. Si la dispersión no es del todo satisfactoria, el aceite se debe añadir un poco después. Esto mejorará la dispersión pero también alargará el ciclo de mezclado. Las adiciones de aceite, por consiguiente, deben ser ajustadas para el compuesto en particular que va a ser mezclado. Este método se adapta bien a las pesadas con alto contenido de aceite y puede ser empleado en lugar del método invertido en el caso de mezcladores antiguos en donde los sellos y anillos están gastados y no es posible alimentar con mezclas invertidas debido a las fugas.

La técnica convencional de mezclado se asemeja a la adición rápida de aceite, el polímero se carga primero, seguido por los pigmentos, pero el acei-

te se carga una vez que los reforzantes han sido perfectamente mezclados con el polímero. Existen muchas variaciones de este método, tales como añadir las cargas por partes o el colocar el negro de humo sobre el pistón. Cuando este método es ejecutado apropiadamente da una dispersión excelente, incluso con negros de humo de partícula pequeña, pero los ciclos de mezclado son más largos debido a que es más difícil introducir el aceite una vez que el negro de humo se ha incorporado.

Es común y para prevenir el riesgo de que el compuesto se prevulcanice o en su defecto se vulcanice al momento de mezclar, el manufacturar los productos de hule en dos partes: la primera consiste en mezclar todos los ingredientes que son indiferentes a la vulcanización como son los elastómeros puros, cargas reforzantes, auxiliares de proceso, antidegradantes, activadores y algunos ingredientes varios, los cuales mezclados entre sí constituyen la mezcla maestra o Master Batch y la segunda que consiste en incorporar los agentes vulcanizantes, aceleradores y retardadores.

Ya que el Master Batch ha sido acelerado, se somete a pruebas de laboratorio para garantizar que sus características de vulcanización y propiedades físicas sean las correctas.

Alcanzado este requisito, es necesario darle una configuración física similar a la que tendrá como producto terminado, siendo en este paso y en particular para el hule de piso, donde se diferencia de los demás productos de hule.

El compuesto es alimentado dentro de tubuladoras que tienen dados similares a los usados en la fabricación de piso original, las cuales consisten de una pieza cilíndrica con un tornillo o gusano en su interior el cual gira sobre su eje y empuja el compuesto, que se alimenta en la parte posterior, hacia el frente en donde se localiza un dado hueco cuya sección transversal corres

ponde a la forma y dimensiones de la carcasa por recubrir.

Las secciones transversales de estas tubuladoras, se clasifican en tres tipos:

- 1.- Top Caps: Utilizado en llantas para camión y autobus, ya que estas llantas soportan altas presiones y las areas de los hombros no están sujetas a la fricción que se encuentra en las llantas para automóvil, operadas a baja presión.
- 2.- Tipo Ala: Utilizado primordialmente en renovación de llantas para automóvil, donde la carcasa es pulida hasta las cuerdas.
- 3.- Tipo Valle; Usado cuando la carcasa es pulida en redondo. La sección transversal provee suficiente material para el llenado de la cavidad del molde en el área de los hombros.

El tamaño de los dados varía de acuerdo a las demandas de los renovadores basadas en el equipo utilizado, especialmente en el tamaño y forma de la matriz. El tamaño del dado se expresa en multiples de 1/8 de pulgada para la base y la corona y fracciones de 1/32 de pulgada para el espesor, ya que el hule de piso es aplicado alrededor de carcasa vulcanizadas bajo condiciones de flujo restringido de material en el moldeo, es esencial que el tamaño y forma sean lo más cercano a las dimensiones del molde individual.

El cojín que asegura la buena adhesión del nuevo piso a la carcasa es generalmente de 0.010 a 0.015 pulgadas de espesor. Este se aplica en muchos casos directamente después de la extrusión tan pronto como el hule pasa por la zona del "Take Off", o puede ser aplicado antes por medio de una pequeña calandria colocada sobre la tira extruida.

La película de polietileno aplicada como paso final de producción facilita el desenrollado al aplicarlo en la carcasa pulida. El peso de los paquetes

estandar varia entre 60 y 100 libras dependiendo del tamaño. -- Las cajas usadas para el empaçado, están recubiertas interiormente con una preparación antiadherente para asegurar limpieza y facilidad de remoción. Las etiquetas de las cajas muestran el tamaño del dado, peso, marca de fabrica y fecha de manufactura.

El hule de piso, se produce en muchos niveles de calidad dependiendo del tipo de llanta y servicio requerido. Existen también grados de servicio especial como el aereo, competencia y para recubierto de llantas para tractor.

2.1.3 APLICACION

Los pasos fundamentales de la renovación son :

1. Selección de un neumático satisfactorio para renovarse.
2. Preparación del neumático por cepillado para que reciba el hule de renovación.
3. Medición del neumático cepillado para la selección de la matriz adecuada.
4. Cementado del neumático cepillado.
5. Aplicación del hule de renovación en la cantidad correcta.
6. Selección del cerco y tubo de curado adecuados; y
7. Colocación del neumático en un molde o cámara de presión -- adecuada a la temperatura y presión correctas, durante el -- período de tiempo requerido para curar el piso que se ha apli-- cado. De éstos elementos básicos parte la información que -- se presenta a continuación :

Un armazón de neumático, listo para renovarse; consta de talón - paredes laterales y los tejidos utilizados en el neumático ori - ginal.

El talón fija el neumático; la pared lateral es una capa protec - tora que cubre la estructura del neumático, hecha de cuerdas di - señadas y combinadas para lograr un producto unificado capaz de - dar el servicio para el que se ideó.

El punto crítico de la renovación, es la inspección del armazón, la base de cualquier tipo de neumático renovado es un armazón en buen estado. La selección de este importante elemento se efec - túa mediante una cuidadosa y exhaustiva inspección, de manera --

que esto se convierte en el punto No. 1. Para efectuar dicha inspección, se requiere de equipo adecuado, como por ejemplo : Un extensor, herramientas manuales [probadores, pinzas, cinta métrica, cuchillas afiladas], etc., así como diagramas que muestren -- los límites de aceptación y las causas por las que se rechaza un armazón.

Es necesario que los neumáticos estén secos cuando pasen al rea - condicionamiento, lo cual es esencial para un trabajo de alta calidad.

La presencia de humedad dentro y sobre el neumático puede ser la causa de una separación prematura en servicio o aún la separación cuando el neumático renovado se saca del molde. Para los neumáticos mojados se recomienda un cuarto de secado bien aislado, en el cual debe mantenerse una temperatura entre los 160° - 180°F, - [71° - 82°].

Los neumáticos con desperfectos o cortes de piso deben colocarse siempre en el cuarto de secado, especialmente durante períodos de mucha humedad y durante el invierno.

El armazón debe estar seco, razonablemente limpio y exento de polvo, lodo o sustancias extrañas que pudieran impedir una buena colocación de renovación.

Posteriormente se vuelve a revisar una serie de armazones que ya - han pasado la inspección para asegurarse de que no se han aprobado armazones defectuosos.

El siguiente punto es el del cepillado, cuyos objetivos fundamentales son :

1. Eliminar la superficie del piso desgastada y oxidada, así como todo el dibujo anterior del piso.
2. Proporcionar una textura satisfactoria para la óptima adhesión del nuevo piso.
3. Producir la forma o conformación correcta con las dimensiones adecuadas para un ajuste exacto en la matriz.

Antes de cepillar una cubierta, se debe asegurar de que cuenta -- con la aprobación de la inspección primaria.

Para la renovación de la parte superior, solo se cepilla la superficie o el área del piso y se aplica hule de renovación, con hombros abruptos.

En la renovación completa, el neumático se cepilla para eliminar -- el hule de los hombros y la corona. Se requiere un cepillado más completo que para la renovación de la parte superior. Entonces se aplica hule de piso que cubrirá la corona y los hombros.

Es necesario un cuidado extremo en el cepillado si se desea un a--juste correcto en la matriz. La combinación adecuada de las dimen--siones generales, contorno de piso y matriz es necesaria para ga--rantizar una renovación de calidad con una apariencia parecida a -- la de un neumático nuevo.

Después de que el neumático ha sido cepillado y antes de seguir a--delante, se completan aquellas reparaciones que requieran curado,-

tales como las reparaciones seccionales, de punto o de refuerzo.

Las ponchaduras por clavos y cortes en el piso deben probarse, - limpiarse, biselarse o cepillarse. Si son necesarios algunos tapones u otro tipo de reparación, ahora es cuando deben completarse.

Los neumáticos reparados tendrán que volverse a cepillar antes - de la cementación, si se han efectuado reparaciones profundas que pueden requerir un tiempo de curado adicional, se tiene que indicar en la pared lateral.

El propósito fundamental de medir la cubierta cepillada antes de - la cementación, confección y curado, es asegurarse de que la cu-bierta ajustará bien en la matriz en la que finalmente será vulcanizada tan perfectamente que ésta y el piso nuevo quedan firmemente unidos y presten un servicio de la misma calidad que el proporcionado por un neumático nuevo. Por esta razón la medición de -- las cubiertas cepilladas es un punto muy importante.

Las cubiertas de la misma medida nominal, conforme entran a reno-vación, suelen diferir en sus dimensiones. Los diferentes fabricantes de neumáticos no confeccionan sus productos exactamente -- iguales, de manera que los neumáticos de un mismo fabricante di - fieren ligeramente. Las condiciones de servicio, características de la cuerda y dibujo básico afectan la estructura de la cubierta y los cambios en el contorno. El renovador de llantas debe li - diar con estas variaciones y producir un neumático renovado que - funcione segura y satisfactoriamente.

Para determinar si una cubierta ajustará en una matriz correcta -

mente, debe medirse y compararse con las dimensiones aceptables -- del diagrama proporcionado por el fabricante de matrices. Las me di das incluyen diámetro, talón a talón o sección transversal, tambi én el ancho del cepillado del área del piso y el ancho general del cepillado.

La medida de talón a talón se usa normalmente para determinar la compatibilidad del neumático con la matriz. El diámetro general puede cambiar por la expansión o compresión de los talones en un neumático, de angulo cruzado y también en cierta medida en los -- neumáticos de banda cruzadas. El diámetro general no cambia marcadamente en los neumáticos radiales, por compresión o expansión de los talones.

En el caso de algunos neumáticos modernos y algunos para camiones -- de carga también es conveniente trabajar con una me di da de la sección transversal. El fabricante de la matriz generalmente indica la sección transversal de la matriz en sus especificaciones. Esta debe medirse con comp ás en una cubier ta inflada, utilizando el cerco y la presión de inflado correctos.

Además del diámetro general de talón a talón y sección transversal las dimensiones reales y el contorno de la superficie cepillada se deben volver a verificar con respecto al ajuste adecuado de la matriz. El ancho del piso y ancho general del área deben ser tan -- aproximados al estandar especificado como sea posible. El arco de curvatura o radio del piso también debe verificarse.

Las dimensiones que no sean el diámetro y la sección transversal -- son muy necesarias en algunas cubiertas modernas. En los neumáticos de bandas cruzadas y en los de piso amplio, el ancho de éste -- es muy importante. El ancho del piso de la matriz debe ser el co-

recto para cubrir la banda sin que haya distorsión. El ancho de piso de la renovación terminada debe ser por lo menos igual al ancho original del piso.

Para el cementado del neumático cepillado y evitar fallas en la renovación, es necesario considerar los siguientes aspectos :

1. Utilizar cemento de la mejor calidad, a largo plazo es el más-económico.
2. Asegurarse de que el cemento este perfectamente mezclado y no -- contaminado por aceite, agua o ambos y por otros materiales aje nos.
3. Verificar que la superficie cepillada este exenta de humedad y -- materiales extraños antes de la aplicación del cemento.
4. Debe aplicarse el cemento de tal manera que se garantice el cu -- brimiento uniforme de toda la superficie cepillada y preparada.
5. El cemento se puede aplicar con brocha o por rocío, pero la -- mezcla de ambos no es permisible.

Los cementos se utilizan para dar mayor capacidad adhesiva al hule -- nuevo que irá sobre la cubierta preparada.

En los talleres de renovación se utilizan dos tipos de cemento de -- renovación :

1. Cemento vulcanizador por aspersión
2. Cemento vulcanizador tipo cepillo

Los neumáticos que van a cementarse por aspersión, deber girar me -- diante una maquina eléctrica que no toca el área cepillada. Los --

cementos vulcanizadores por aspersión pueden comprarse listos para usarse. Este cemento puede hacerse diluyendo el cemento que se usa para aplicación con brocha. El tiempo promedio de secado después de la cementación por aspersión es de 15 a 30 minutos.

Si los neumáticos se van a cementar con brocha, se debe aplicar -- una capa uniforme y no dejar áreas sin cubrir, procurando que el cemento quede bien punteado. Se deja secar por aproximadamente -- dos horas, hasta que esté uniformemente pegajoso y exento de solvente.

Ya que la cubierta cementada esta seca y dependiendo de la humedad y temperatura, se puede iniciar el proceso de confección.

El hule de piso extruído, amortiguado y protegido por una película se llama normalmente hule de piso calibrado, para distinguirlo de las tiras o láminas para utilizarse en un extrusor. Para llenar el vacío entre la cubierta y la matriz en el momento de la vulcanización se requiere un volumen específico de hule de piso. Este volumen se expresa como un calibre o ancho de base, ancho superior o de corona y espesor o calibración.

HULE DE PISO

[46-72-14]

_____ CORONA _____

46

ESPESOR; 14



_____ BASE _____
72

El diagrama anterior indica las tres dimensiones indispensables para el conocimiento fundamental de los calibres del hule de piso. Estas tres dimensiones son la corona, la base y el espesor.

La corona y la base se miden en pulgadas más fracciones. Las fracciones se expresan en múltiplos de dos y en octavos de pulgada. Por lo tanto, 46 se lee 4 con $6/8$ y 72 se lee 7 con $2/8$.

Es espesor se lee en 32avos de pulgada. Por lo tanto, el 14 son $14/32$ de pulgada. El ejemplo indica entonces un hule de piso con una corona de $4 \frac{6}{8}$ ", una base de $7 \frac{2}{8}$ " y un espesor de $14/32$ ".

La comprensión de estas medidas y su aplicación a la matriz es el punto de partida para seleccionar el calibre del hule de piso adecuado para un ajuste correcto con la matriz.

Para iniciar el recubierto se coloca el neumático encementado en la confeccionadora, colocando la superficie expuesta y acojinada del hule de piso en la cubierta, perfectamente centrada. Manteniendo la tira centrada, se sigue colocando el hule de piso alrededor del neumático, despegando la película de polietileno cuidadosamente. Cuando el neumático está completamente cubierto por la tira de hule de piso, se deja un extremo para que se sobreponga al extremo de entrada de $1/4$ de pulgada. Se corta este extremo a un ángulo tal que las superficies cortadas coincidan estrechamente. Ahora el neumático está listo para el remachado final. Se remacha el hule de piso desde el centro hacia afuera en dirección a las orillas. Esto se hace para eliminar todo el aire atrapado entre el hule de piso y la cubierta, ya que si se deja algo de aire atrapado, es probable que el piso se separe de la cubierta.

El penúltimo paso del proceso consiste en la selección del cerco y tubo de curado adecuados. El cerco consiste de un soporte de metal utilizado para sostener el tubo de curado en su lugar durante la vulcanización, el tubo de curado es un "Tubo Especial" para trabajo pesado colocado dentro del neumático mientras se cura el piso. Este tubo, cuando está inflado empuja el hule de renovación hacia el interior de la matriz, formando así el diseño del piso. El cerco y tubo de curado deben cumplir con las recomendaciones del fabricante y deben ser compatibles con las medidas periféricas y transversales de la matriz al igual que con el diseño de la matriz.

En la vulcanización de la renovación la presión, temperaturas y tiempo están inseparablemente ligados para la vulcanización correcta de la renovación.

El hule de piso no se vulcanizará al estado sólido necesario para el servicio ni se adherirá a la cubierta, a menos que todo el volumen del material y área de piso de la cubierta estén completamente encerrados y sometidos a presión durante todo el período de curado.

Dicha presión se aplica sobre el material sin curar por medio del tubo de curado, que está retenido por el cerco en una área y por la matriz en la otra.

Todo hule de piso, sea material calibrado o en forma de tira para extrusión, está diseñado para desarrollar propiedades satisfactorias cuando es sometido a temperatura durante un tiempo específico y bajo presión. Nunca se deben utilizar temperaturas más bajas que las especificadas o se producirá un curado deficiente, las temperaturas altas pueden traer consigo un sobrecurado excesivo.

El tiempo requerido para curar un neumático renovado depende de :

1. Tiempo de curado del hule de renovación
2. Medida y espesor de la cubierta
3. Temperatura real de la fuente de calor a la matriz y la temperatura superficial de la matriz.
4. Eficiencia de la matriz para transmitir calor.
5. Diseño de piso de la matriz
6. Espesor del hule de renovación
7. Distribución del hule en la cubierta cepillada.

La determinación precisa del tiempo de curado requiere un estudio de la circulación y desarrollo del calor en diversos puntos del neumático por medio de termopares.

La mayor parte del hule de piso usado en el recubierto de llantas -- para automóvil es suministrado con tiempos de vulcanización cortos.- Originalmente los compuestos que vulcanizaban en 45 minutos bajo condiciones de laboratorio se consideraban satisfactorios. La industria actual prefiere compuestos que desarrollen sus propiedades óptimas - en 30 minutos bajo las mismas condiciones. Las designaciones de "regular", "vulcanizado rápido" o "Tipo dual" son usadas para diferenciar los varios grados de hule de piso para automóvil.

Las llantas más grandes en las cuales el volumen de hule es mucho mayor y donde se encuentran amplias variaciones de temperatura a través de la masa, requieren compuestos con características planas de vulcanización por encima de los largos períodos requeridos para el curado. En todos los casos es esencial el uso de termopares y potenciómetros para establecer las temperaturas que realmente prevalecen en las diferentes partes de la llanta, de tal forma que se obtengan vul-

canizaciones completas sin sobrevulcanizado excesivo.

El paso final en la producción de una renovación, es asegurarse de que solo se le entreguen al cliente neumáticos que cumplan con normas de alta calidad. Si hay defectos, condición esponjosa o porosa del piso, separación, etc., deben encontrarse y el neumático deberá rechazarse. Esto sólo puede hacerse colocando el neumático en un desplegador e inspeccionándolo nuevamente por dentro y por fuera.

La inspección final se debe iniciar cuando la renovación está todavía caliente. Así puede distinguirse cualquier pequeña separación de capas o golpes que pueden haber pasado inadvertidos y que no se verían una vez enfriada la renovación.

Al momento de que el neumático se acepta como satisfactorio y que la calidad cumple con las normas establecidas, se somete a un tratamiento embellecedor final, antes de que lo vea el cliente. Ya que se ha extraído el neumático del molde y se ha completado la inspección, se deben cortar todas las rebabas, retocar y pintar para darle una apariencia nueva, puesto que la apariencia de un neumático completo es sumamente importante.

2.2 MATERIAS PRIMAS

2.2.1 FUNCION

A) BASE ELASTOMERICA

El elastómero es el componente básico de una formulación y es el directamente responsable de las propiedades y características de un artículo de hule.

Es indudable que el comportamiento de los elastómeros puede ser clasificado de acuerdo con su grado de habilidad para resistir diferentes acciones químicas o físicas y que en base a esas propiedades se utilizan en aplicaciones específicas intentando obtener de ellos su rendimiento máximo.

Los elastómeros se clasifican en 2 tipos fundamentales; Hule Natural y Hule Sintético. Para el caso del presente estudio, los elastómeros de uso común en la fabricación de hule de piso son :

1. Hule Natural
 - a) Poliisopreno
2. Hule Sintético
 - b) Estireno-Butadieno
 - c) Polibutadieno

HULE NATURAL

El hule natural con sus propiedades elásticas de naturaleza única ha sido estudiado por los científicos durante más de un siglo. A pesar de ello, hasta hace muy poco tiempo no se había podido sintetizar mediante un proceso químico.

El hule natural se produce en las regiones cercanas al Ecuador, en condiciones climatológicas especiales. Como el hule natural es dife

rente de otras sustancias naturales, los métodos ordinarios de investigación no son aplicables, no cristaliza como las sustancias - de peso molecular finito, no se puede destilar, excepto bajo condiciones poco usuales. Se descompone lentamente por permanencia a el aire y cuando es puro, se oxida lentamente en el aire formando un - producto resinoso. Aunque el hule es insaturado, no se comporta co mo otras sustancias insaturadas.

El azufre lo vulcaniza, aunque los aspectos prácticos de la vulca - nización son familiares, el mecanismo teórico aún se descompone par - cialmente.

El hule natural ya no tiene una posición dominante como el hule de - propósitos generales para llantas y productos similares. Esta posi - ción disminuyó por la improvisación de elastómeros sintéticos y SBR. Ahora las llantas para automóvil son diseñadas mediante el uso de cualquier hule sintético porque dan mejor preformado [mejor resis - tencia al desgaste, resistencia al agrietamiento radial y del piso, así como también un envejecimiento superior] o porque su precio es menor o por ambas razones. Los sintéticos también son preferidos para las llantas de camioneta, tractor, etc., en el grupo de las llantas pequeñas y para automóvil una cantidad moderada de hule na - tural es necesaria en la carcasa para aumentar la resistencia y adhe - sividad al construirla o se puede usar algo en las caras blancas. En el grupo donde los sintéticos son preferidos se estima que com - prenden más del 50% del total de los hules usados para propósitos generales.

Por otro lado, cuando las características deseadas en el producto de hule son alta resiliencia, baja generación de calor o adhesivi - dad y facilidad de procesado, el hule natural es el polímero pre - ferido.

Estas aplicaciones comprenden aproximadamente el 25% del total del hule utilizado para propósitos generales. Los productos en donde sobresale el hule natural incluyen las llantas para camión y gigantes donde la generación de calor es un problema serio, también en cierto tipo de piezas mecánicas.

Existe otra área en la cual la elección del polímero depende directamente del precio relativo. Esta incluye los compuestos de armazón de las llantas para automóvil y otras llantas pequeñas, también como el piso y costado de llantas para camión mediano.

HULE SINTETICO

Se debe aclarar que el término "Hule Sintético" de ninguna manera se refiere a un verdadero producto sintético en el sentido químico de la palabra.

Químicamente por un producto sintético debe entenderse por la reproducción molecular de un producto natural.

El uso inadecuado del término "Hule Sintético" solo encuentra justificación por el hecho de que la propiedad esencial del hule natural, a saber su capacidad de recobrar forma y dimensiones originales al retiro de fuerzas deformadoras, no es un atributo que su composición química le otorgue, sino que constituye una propiedad física inherente a su configuración molecular.

Cualquier substancia que posea el tipo de elasticidad característica del hule natural, como obtenida mediante un proceso de vulcanización recibe el nombre de "Hule" ó "Elastómero", cuando ésta se produce artificialmente es de "Hule o Elastómero Sintético".

El desarrollo científico y la consiguiente producción de hule sintético en escala comercial desde un principio tomó dos rutas diferentes, la primera y más importante económicamente tenía como objetivo la substitución total del hule natural, mediante materiales baratos - capaces de exhibir todo el conjunto de propiedades y características del hule natural. Los copolímeros de Estireno-Butadieno, Polibutadieno y Poliisopreno representan los frutos alcanzados hasta la fecha en este campo. La segunda ruta tenía como fin el desarrollo de materiales elastómericos para usos específicos.

El advenimiento de nuevos elastómeros para propósitos generales, Poliisopreno, SBR, Polibutadieno, han atenuado las enormes ventajas - que el hule natural mostraba en el pasado, aunque sin haber logrado equipararlas del todo.

a).- POLIISOPRENO.

En 1860 Greville Williams, aisló una substancia cuya fórmula es - - C_5H_8 y que él, de una forma arbitraria bautizó como isopreno.

De éste modo se hizo la primera observación que al final condujo a la industria actual del hule sintético. El progreso en la síntesis del hule natural o de sus sustitutos ha sido lenta, cuidadosa y llena de desaliento.

Actualmente, el poliisopreno se utiliza en aplicaciones donde se requiere alta resistencia a la tensión, resiliencia, excelente desgarrar en caliente, tensión en caliente y/o adhesión, así como en bandas de hule, cuerdas, chupones, mangueras y empaques.

Los compuestos con cargas negras se usan en llantas (cojín, piso no

automotriz, carcasas], soportes para motores, topes para defensa y piezas mecánicas. Los sistemas con cargas minerales encuentran aplicación en calzado, esponjas y artículos deportivos.

b).- ESTIRENO-BUTADIENO

Los hules de estireno-butadieno modernos no requieren largos ciclos de mezclado. Sus propiedades de extrucción son superiores a las del hule natural y tienen menor tendencia al scorch en proceso. Estos se mastican más fácilmente, desarrollan menor temperatura y aceptan mayor cantidad de cargas. Se pueden hacer mezclas de SBR y otros hules como el natural o el polibutadieno para muchos usos. Las recetas de formulación proporcionan el balance de requerimientos para cada tipo de hule.

Todos los tipos de SBR usan la misma receta básica de formulación como la utilizada para otros polímeros hidrocarbonados no saturados. Estos necesitan azufre, aceleradores, antioxidantes y antiozonantes, activadores, cargas y plastificantes o extendedores. -- Los SBR requieren menor cantidad de azufre, en relación al hule natural, para su curado. El rango usual es de aproximadamente 1.5 - 2.0 phr de azufre; para los SBR oleo-extendidos se debe basar únicamente al hule hidrocarbonado. Todos los hules SBR, porque tienen menor insaturación, son más lentos para curar que el hule natural y requieren más aceleración.

El procesamiento de los compuestos de SBR es similar que el de los de hule natural u otros. Los ingredientes son incorporados en mezcladores internos o molinos y pueden ser extruidos, calandreados, moldeados y curados en equipo convencional. El procedimiento de -

mezclado varía con el compuesto. En general son mezclados el hule, óxido de zinc, antioxidante y ácido esteárico; después el negro de humo se añade en partes con el plastificante o aceite. Puede ser necesario en este momento descargar, laminar y enfriar la mezcla. El segundo paso incluye el mezclado de todos los ingredientes restantes como el acelerador y añadir al final el azufre. Se recomienda que al mezclar el azufre este quede bien disperso. El desgaste del piso y propiedades de envejecimiento son superiores en éstos que en el hule natural. Cuando se utilizan cargas reforzantes tales -- como negros de humo o silicatos, sus propiedades físicas son pobres.

Aunque los elastómeros de estireno-butadieno fueron manufacturados -- originalmente durante los años de guerra como reemplazadores medio -- cres del hule natural los cuales fueron incosteables, ahora están -- obteniendo méritos. La mejor razón de su popularidad, es su costo -- [además de la ventaja con los oleo-extendidos]. La calidad, no obstante es también importante hoy día ya que los hules SBR frecuentemente tienen mejores características de abrasión y mejor resistencia a la iniciación del agrietamiento que en el hule natural. Con los -- SBR de baja insaturación también se tiene mejor resistencia al calor y mejores cualidades de envejecimiento en caliente.

Mientras que las llantas para automóvil y productos similares cuentan por su mayor consumo de SBR, otras ramas de la industria hulera también hace extensivo el uso de estos sintéticos en la fabricación de una gran variedad de productos. El establecer patrones, indudablemente continúa y aumenta con el uso de todos los tipos de productos de hule. Nuevos sintéticos tales como los hules etileno-propileno y otros en etapa de desarrollo pueden reemplazar a los SBR en algunas-

aplicaciones.

c].- POLIBUTADIENO.

Todos los polibutadienos son muy resistentes a la plastificación o masticado. Por ésta razón, los polibutadienos son más difíciles de procesar que el SBR o hule natural, los cuales tienen un alto peso molecular y pueden ser plasticados mecánicamente. Técnicas especiales de procesamiento permiten el uso del 100% de polibutadieno, no obstante, esto incrementa el costo del compuesto.

Debido a su resistencia al masticado y la distribución de su peso molecular, los polibutadienos se usan generalmente en mezclas con SBR, hule natural u otros elastómeros. Los principales atributos de la mezcla se atribuyen en proporción al porcentaje de polibutadieno empleado. La experiencia ha mostrado que mejora el procesamiento si la cantidad de aceite y pigmentos se incrementa sobre el empleado normalmente para otros elastómeros con los cuales puede ser mezclado.

La resistencia al masticado del polibutadieno se convierte en una ventaja definitiva cuando se usa en mezclas con otros elastómeros. Tales mezclas son mucho menos sensibles al mezclado y masticación en otras operaciones de proceso y no cambian en mucho sus propiedades como en los hules convencionales. Por este motivo las desviaciones en los procedimientos de mezclado o retrabajo del desperdicio no afecta la extrucción u otras propiedades en la misma forma como demuestra la experiencia con SBR y hule natural.

Esto también se observaría si se desea cierta suavidad, formulaciones de esponja y el abatimiento de calandreado y operaciones de preformado.

El uso del polibutadieno es predominante en el piso de las llantas, hule de piso, carcasas y costados de llanta. También se usa en suelas y productos para calzado. Se utiliza en una gran variedad de - piezas mecánicas por varias razones, tales como, flexibilidad a ba- ja temperatura, estabilidad en caliente, resiliencia controlada, ba- ja absorción de humedad, etc. También se emplea como un modificador para plásticos para mejorar la resistencia al impacto.

El polibutadieno es reciente en el campo de los elastómeros comer- ciales. Su uso continúa aumentando en el mercado y se continúan de sarrollando nuevos usos. En muchos casos el polibutadieno se emplea en mezclas con otros elastómeros para modificar las propiedades y me- jorar los atributos deseados que no se obtendrían con otros elastó- meros.

B).- CARGAS REFORZANTES

El uso de aceleradores, antioxidantes y negros de humo para mejorar- la resistencia al desgaste del hule natural, puede considerarse como uno de los acontecimientos culminantes en la historia del hule. Es- te descubrimiento amplió el servicio y la vida del piso de las llan- tas y el desarrollo en gran escala de los hules sintéticos, los cua- les son usados gracias "al refuerzo " de las "cargas reforzantes".

Las cargas reforzantes son agrupadas en dos clases :

Cargas Negras o Negros de Humo

Cargas Blancas o Inorgánicas

Al primer grupo pertenecen todos los negros de humo, en el segundo- grupo se incluyen a los sílices de tamaño de partícula fina; aunque difícilmente podría afirmarse que ciertos ingredientes que general -

mente se consideran como cargas diluyentes, de relleno o inertes; como las arcillas y los carbonatos de calcio no pueden incluirse dentro de este grupo.

Dado que el reforzamiento no puede ser definido en función de una sola propiedad, no es siempre posible afirmar que el poder reforzante de un determinado material es superior a otro y cualquier intento de clasificación que se haga al respecto debe fijar que propiedad ha sido considerada como la más importante en un caso particular y determinado.

Las cargas son generalmente polvos finamente divididos que son utilizados para mejorar las propiedades del hule y para cambiar o modificar el balance de las mismas y fundamentalmente para reducir su costo. Los pigmentos o cargas más importantes son :

El negro de humo, el óxido de zinc, caolines, carbonato de calcio, sílices y dióxido de titanio.

Existe un gran trabajo técnico y científico en relación al comportamiento de las cargas en el hule, sin embargo, tratándose de sumarizar los efectos de las mismas en compuestos de hule, esto depende del tamaño de partícula, la forma de la misma, la naturaleza química de la superficie, el grado de dispersión y la tendencia a formas aglomerados o estructuras.

Las cargas más importantes para compuestos de hule en la industria llantera y automotriz, son los negros de humo, siendo los negros de canal los más finos y los de horno los más gruesos. Los negros finos o duros tienen un mayor poder reforzante o sea incrementan la resistencia al corte, a la abrasión y son más tenaces. Por otra parte, la histéresis y deformación bajo compresión, son incrementa-

dos con negros finos.

C].- AUXILIARES DE PROCESO

En este grupo quedan considerados los materiales que pueden ser agregados al hule como auxiliares de mezclado y fundamentalmente como -- elementos que producen una mayor elasticidad, o que permiten reducir el punto de congelamiento, o bien agentes orgánicos reforzantes o -- aceites extendedores para disminuir costo, lubricantes, dispersantes o retenedores de rigidez.

D].- ANTIDEGRADANTES

Estos son llamados también antioxidantes, son compuestos organoquímicos que son utilizados para retardar la oxidación del hule y su -- deterioro.

Todos ellos tienen una acción antioxidantes, sin embargo algunos son más efectivos que otros bajo condiciones especiales de utilización, -- tales como flexión, calor o contaminación por otros elementos como -- cobre o manganeso. Los más utilizados y efectivos, son los requeridos para ofrecer un comportamiento adecuado al manchado y decolorado bajo luz solar. Los productos químicos más generalizados para este -- uso son : Fenilen-aminas, aldehido-aminas, naftil-aminas, parafenil-aminas, fenoles bloqueados, fenoles estirenados, ceras y parafinas.

E].- SISTEMAS DE VULCANIZACION

Vulcanizantes.- El azufre ha permanecido hasta nuestra época actual como el principal agente vulcanizante, a pesar de que otros materiales pueden ser utilizados en el hule natural y polímeros de butadieno, algunos de ellos son de gran interés como los disulfuros --

de tiuramio que son utilizados para obtener características especiales de resistencia al calor de compuestos vulcanizados. Dependiendo del tipo de elastómero, algunos otros agentes vulcanizantes pueden ser utilizados por ejemplo, los óxidos metálicos con el cloro-preno y el peróxido de benzoilo con polímeros saturados como el EPR, silicones, etc. Los agentes vulcanizantes más utilizados son: En primer lugar el azufre, el monocloruro de azufre, selenio, telurio, disulfuro de tiuramio, paraquinonadioximas, polímeros de polisulfuro, sulfuros de alkildenol, óxido de zinc, óxido de magnesio y peróxido de benzoilo. La contribución de estos agentes vulcanizantes en el comportamiento de los compuestos de hule es reaccionar con las cadenas del elastómero, formando reticulaciones que proporcionan la retención de las propiedades físicas del elastómero.

Aceleradores.- Los aceleradores son una contribución muy importante de la química orgánica a la industria hulera y consecuentemente a la usuaria de productos de la misma. Los aceleradores son utilizados para incrementar la velocidad de vulcanización, mejorar las propiedades físicas y aumentar las características de envejecimiento. De cientos de compuestos que han sido estudiados quizás solo 50 han sido aprobados como adecuados para ser utilizados como aceleradores. Los más importantes caen en alguno de los siguientes tipos: Sulfenamidas, aldehído-aminas, tiocarbamatos, sulfuros de tiuramio, guanidinas y tiazoles; de éstos, los tiazoles son los más importantes. Es necesario mencionar que frecuentemente son utilizadas combinaciones de ellos para balancear las propiedades del compuesto-requeridas o bien la optimización de tiempo y temperatura de vulcanización deseadas.

Activadores.- La mayoría de los aceleradores requieren de óxido de

zinc y de ácidos grasos en orden de desarrollar la mejor calidad -- del compuesto, es por lo tanto, una práctica común agregar óxido de zinc y ácido esteárico a los compuestos de hule. Activación adicional y propiedades físicas mejoradas, pueden ser obtenidas con otros ingredientes, como son el litargirio, óxido de magnesio, aminos o jabones amfínicos.

Retardadores.- El uso de retardadores permite mejorar grandemente la seguridad de proceso de las mezclas sin efectos posteriores en la velocidad de vulcanización así como estabilidad en las mezclas -- crudas durante su almacenamiento. En la mayoría de los casos no -- tienen influencia sobre las propiedades mecánicas de los artículos vulcanizados. Son indispensables para aquellos procesos en que se reducen los tiempos de vulcanización con objeto de obtener una mayor producción.

F].- INGREDIENTES VARIOS

En adición a los materiales indicados con anterioridad, existe un número importante de materiales que son utilizados para propósitos -- específicos como son : Colorantes, agentes esponjantes, agentes -- abrasivos, odorantes, etc., que cubren diversas funciones en los -- compuestos de hule.

3. EVALUACION DE PROPIEDADES

Existen en el mercado una gran variedad de productos, ya sean nacionales o de importación, que se utilizan en la manufactura de artículos de Hule y los cuales serían prácticamente imposible enumerar en su totalidad en el presente estudio.

Sin embargo, se enlistan aquellos que por su importancia en la elaboración del hule de piso ameritan especial atención.

La omisión de algunos ingredientes tales como, esponjantes, colorantes, odorantes, etc., encuentra justificación, debido a no tener -- uso práctico en la fabricación del hule de piso.

En la sección 3.1. se encuentran enlistados los materiales comunes en la elaboración del Hule de Piso, sus propiedades y las designaciones de los métodos de prueba para medir dichas propiedades.

Dentro de la Industria Hulera, es muy importante entender términos -- tales como dureza, resistencia a la tensión, elongación, módulo, -- etc., estas palabras son viejas, pero aplicadas a la Industria Hule -- ra, tienen significados nuevos, por lo que es importante que los -- consumidores de productos de hule, sepan lo que representan cada -- uno de los términos empleados. En la sección 3.2 se presenta una -- serie de definiciones, que aunque breves dan una idea completa de su significado.

3.1. MATERIAS PRIMAS
 A). BASE ELASTOMERICA
 TABLA 3.1.1. HULE NATURAL.

PROPIEDAD	UNIDADES	S.M.R. 5	S.M.R. G.P.	S.M.R. 10	S.M.R. 20	METODO DE PRUEBA
ESTADO FISICO	---	SOLIDO	SOLIDO	SOLIDO	SOLIDO	---
COLOR	---	AMBAR	AMBAR	AMBAR	AMBAR	---
GRAVEDAD ESPECIFICA	---	0.92+0.03	0.92+0.03	0.92+0.03	0.92+0.03	A.S.T.M. D-1817
PREPARACION DE MUESTRAS	---	*	*	*	*	A.S.T.M. D-1485
RETENIDO EN MALLA	% PESO, MAX	0.05	0.10	0.10	0.20	A.S.T.M. D-1278 SEC. 5.
CONTENIDO DE CENIZAS	% PESO, MAX	0.60	0.75	0.75	1.00	A.S.T.M. D-1278 SEC. 10.
CONTENIDO DE NITROGENO	% PESO, MAX	0.60	0.60	0.60	0.60	A.S.T.M. D-1278 SEC. 34
MATERIA VOLATIL	% PESO, MAX	0.80	0.80	0.80	0.80	A.S.T.M. D-1278 SEC. 4.
INDICE DE RETENCION DE PLASTICIDAD	% MIN.	60.00	50.00	50.00	40.00	A.S.T.M. D-3194
VISCOSIDAD MOONEY ML 1 + 4 (100°C)	UNIDADES MOONEY	a	58- 72	a	a	A.S.T.M. D-1646

a: UNICAMENTE POR INFORMACION DE LABORATORIO.

TABLA 3.1.2

ELASTOMEROS SINTETICOS.

PROPIEDAD	UNIDADES	POLI ISOPRENO	B.R.	S.B.R.	S.B.R. OLEO-EXT	METODO DE PRUEBA.
ESTADO FISICO	---	SOLIDO	SOLIDO	SOLIDO	SOLIDO	---
COLOR / CARACTER	---	AMBAR/NO MANCHANTE.	CLARO/NO MANCHANTE.	CLARO/NO MANCHANTE	OBSCURO/ MANCHANTE	---
GRAVEDAD ESPECIFICA	---	0.91±0.03	0.896	0.933	0.940	A.S.T.M. D-1817
MATERIA VOLATIL	% MAX	0.10	0.60*	0.50	0.40	A.S.T.M. D-1416 SEC.3 A.S.T.M. D-1416 SEC.7
CEHIZAS	%	0.50 - 1.20	0.10	0.13	0.05	A.S.T.M. D-1416 SEC.11
ACIDO	% MAX	---	0.20	0.02	0.15	A.S.T.M. D-1416 SEC.48
JABON	% MAX	---	0.60	0.02	0.40	A.S.T.M. D-1416 SEC.54
VISCOSIDAD MOONEY ML 1 + 4 [100°C]	UNIDADES MOONEY	75-95	48 TIPICA	55 TIPICA	45 TIPICA	A.S.T.M. D-1646
INDICE DE REFRACCION	---	---	1.517	1.536	1.542	A.S.T.M. D-1416 SEC. 32
TIPO DE ACEITE	---	---	---	---	ALTAMENTE AROMATICO.	---
CONTENIDO DE ACEITE	P.H.R.	---	---	---	37.50	A.S.T.M. D-1416 SEC. 59
ESTIRENO / BUTADIENO	%	---	0/100	25/75	25/75	---
TOLERANCIA CARGA/ACEITE	---	BUENA/BUENA	BUENA/EXCELENTE	MUY BUENA/ MUY BUENA.	MUY BUENA/ MUY BUENA	---
PREPARACION DE MUESTRAS	---	*	*	*	*	* A.S.T.M. D-1485

B] CARGAS REFORZANTES
 TABLA 3.1.3
 NEGROS DE HUMO

PROPIEDAD	UNIDADES	I.S.A.F. H.M.	H.A.F.	N-339	H.A.F. H.S.	METODO DE PRUEBA
ESTADO FISICO	—	POLVO PELETIZADO	POLVO PELETIZADO	POLVO PELETIZADO	POLVO PELETIZADO	—
COLOR	—	NEGRO	NEGRO	NEGRO	NEGRO	—
GRAVEDAD ESPECIFICA	—	1.805	1.770	1.800	1.800	A.S.T.M. D-1817
COOICO A.S.T.M.	—	N-220	N-330	N-339	N-347	A.S.T.M. D-1765
PREPARACION DE MUESTRAS.	—	*	*	*	*	* A.S.T.M. D-1799
NUMERO DE YODO	mg I ₂ /gr	113-127	72-88	85-100	82-97	A.S.T.M. D-1510
NUMERO DE D.B.P.	cm ³ /kg	108-122	95-110	115-127	118-129	A.S.T.M. D-2414
DENSIDAD APARENTE	lb/ft ³	20-24	21-26	20-23	20-23.70	A.S.T.M. D-1513
HUMEDAD	%, MAX	2.50	2.50	2.50	2.50	A.S.T.M. D-1509
CENIZAS	%, MAX	0.60	0.40	0.40	0.40	A.S.T.M. D-1506
FINOS	%, MAX	15.00	15.00	15.00	15.00	A.S.T.M. D-1508
pH	UNIDADES DE pH	7.40	7.50	8.80	8.80	A.S.T.M. D-1512
MALLA No. 35	%, MAX	0.001	0.001	0.001	0.001	A.S.T.M. D-1514
MALLA No. 325	%, MAX	0.10	0.10	0.10	0.10	A.S.T.M. D-1514

C) AUXILIARES DE PROCESO
 TABLA 3.1.4.
 ACEITES PLASTIFICANTES

PROPIEDAD	UNIDADES	ACEITE AROMATICO	ACEITE NAFTENICO	ACEITE PARAFINICO	ALQUITRAN DE PINO.	METODO DE PRUEBA
ESTADO FISICO	---	LIQUIDO	LIQUIDO	LIQUIDO	LIQUIDO	---
COLOR	---	VERDE OSCURO	CAFE OSCURO	CAFE	VERDE OSCURO	---
GRAVEDAD ESPECIFICA	---	1.0095	0.910	0.875	0.96-1.03	A.S.T.M. D-1298
GRAVEDAD A.P.I.	GRADOS A.P.I.	8.70	24.00	30.20	---	A.S.T.M. D-1298
TEMPERATURA DE INFLAMACION.	°C	233	130	226	---	A.S.T.M. D-92
VISCOSIDAD S.U.S. [100°F]	SEG.	---	155	260	---	A.S.T.M. D-88
TEMPERATURA DE ANILINA	°F	104	155	220	---	A.S.T.M. D-611
COLOR A.S.T.M.	GRADOS A.S.T.M.	8	4	1	---	A.S.T.M. D-1500
INDICE DE REFRACCION	---	1.5767	1.5080	1.4872	---	A.S.T.M. D-1747
VISCOSIDAD F.U.S. [50°C]	SEG.	---	---	---	175-275	A.S.T.M. D-88
NUMERO DE ACIDO	mgKOH/gr	0.050	0.030	0.030	35.00	A.S.T.M. D-974 *A.S.T.M. D-664
PERDIDAS POR CALOR	%, MAX	0.80	1.40	0.70	3.50	A.S.T.M. D-972
CENIZAS	%, MAX	---	---	---	0.75	A.S.T.M. D-482
PREPARACION DE MUESTRAS	---	*	*	*	*	* A.S.T.M. D-270
VISCOSIDAD S.U.S. [210°F]	SEG.	125	---	50	---	A.S.T.M. D-88

TABLA 3.1.5.

PEPTIZANTES.

PROPIEDAD	UNIDADES	ACEITE SULFONADO	SAL DE ZINC DE PENTACILORO TIO- FENOL.	DITIO-BIS BENZANILIDA	METODO DE PRUEBA
ESTADO FISICO	_____	LIQUIDO	SOLIDO EN POLVO	SOLIDO EN POLVO	_____
COLOR	_____	CAOBA	BLANCO-GRIS	CREMA	_____
GRAVEDAD ESPECIFICA	_____	0.87	* 2.30	* 2.00	A.S.T.M. D-1298 *A.S.T.M. D-1817
VISCOSIDAD BROOKFIELD	C.P.	14-18	_____	_____	A.S.T.M. D-2983
INDICE DE REFRACCION	_____	1.484	_____	_____	A.S.T.M. D-1747
HUMEDAD	%	2.00	* 5.00	* 1.00	A.S.T.M. D-972 *V.L.T.M. T-1-A
PUNTO DE FUSION	°C	_____	_____	135	A.S.T.M. D-1519
NUMERO DE ACIDO	mgKOH/gr	40-42	_____	_____	A.S.T.M. D-974

TABLA 3.1.6.

AGENTES DE ADHESION

PROPIEDAD	UNIDADES	RESINA CUMARONA INDENO	RESINA ABLETICA	RESINA DE P-TERC-BUTIL FENOL ACETILENO	RESINA FENOLICA	METODO DE PRUEBA
ESTADO FISICO	_____	SOLIDO	SOLIDO	SOLIDO EN POLVO	SOLIDO	_____
COLOR	_____	CAFE OESCURO	CAFE	AMARILLO	AMBAR	_____
GRAVEDAD ESPECIFICA	_____	1.02	1.12	1.03	1.00	A.S.T.M. D-1817
PUNTO DE ABLANDAMIENTO.	°C	95-100	_____	130-145	85-95	A.S.T.M. D-36
NUMERO DE ACIDO	mg KOH/gr	5.00	3.50-5.00	20-50	25-42	A.S.T.M. D-974
PUNTO DE FUSION	°C	_____	95-103	_____	_____	A.S.T.M. D-1519
CENIZAS	%, MAX	1.00	0.01	0.50	0.20	A.S.T.M. D-482

D) ANTIDEGRADANTES
 TABLA 3.1.7
 ANTIOXIDANTES

PROPIEDAD	UNIDADES	1,2' DIHIDRO 2,2,4 TRIMETIL QUINOLINA	FENIL B- NAFTILAMINA DIFENIL P- FENILENDIAMINA.	PRODUCTO DE REACCION DIFENILA- MINA ACETONA.	FENIL B NAFTILAMINA P-ISOPROPOXI DIFENILAMINA DIFENOL P- FENILENDIAMINA	METODO DE PRUEBA
ESTADO FISICO	_____	SOLIDO	SOLIDO	SOLIDO	SOLIDO	_____
COLOR	_____	AMBAR	GRIS-CAFE	CAFE	GRIS-CAFE	_____
GRAVEDAD ESPECIFICA	_____	1.214	1.21	1.33	1.16	A.S.T.M. D-1817
PUNTO DE - ABLANDAMIENTO	°C	82-102	_____	_____	_____	A.S.T.M. E-28
HUMEDAD	%, MAX	_____	_____	0.20	_____	A.S.T.M. D-95
PERDIDAS POR- CALENTAMIENTO.	%, MAX	1.00	0.50	1.00	1.00	V.L.T.M. T-1-A
CENIZAS	%, MAX	0.50	0.50	0.50	0.50	A.S.T.M. D-482
PUNTO DE FUSION	°C	75-80	89-96	82 MIN.	65-75	A.S.T.M. D-1519
FINOS MALLA No. 20	%	_____	_____	_____	80	V.L.T.M. T-14
FINOS MALLA No. 100	%	_____	98	_____	_____	V.L.T.M. T-14

TABLA 5.1.8

ANTIOZONANTES

PROPIEDAD	UNIDADES	N-[13 DIMETIL BUTIL] - N' FENIL-P- FENILENDIAMINA	N-ISOPROPIL N'-FENIL-P- FENILENDIAMINA	N-N°-DIFENIL- P-FENILENDIAMINA	DIARIL-P- FENILEN - DIAMINA.	METODO DE PRUEBA
ESTADO FISICO	_____	SEMI-SOLIDO	SOLIDO	SOLIDO	SOLIDO	_____
COLOR	_____	MORADO OSCURO	GRIS OSCURO	VERDE	NEGRO	_____
GRAVEDAD ESPECIFICA	_____	0.986-1.00 [60°C]	1.101	1.22	1.20	A.S.T.M. D-1817
PUNTO DE CRISTALIZACION	°C	40-44	70 MIN.	_____	_____	V.L.T.M. T-6
PERDIDAS POR CALOR	%, MAX	1.00	1.00	0.50	1.00	V.L.T.M. T-1-A
CENIZAS	%, MAX	0.10	0.10	0.20	0.10	A.S.T.M. D-482
INSOLUBLES EN ACETONA	%, MAX	0.50	0.20	0.30	0.20	A.S.T.M. D-1766
PUNTO DE FUSION	°C	_____	_____	135	89 MIN.	A.S.T.M. D-1519

TABLA 3.1.9.

CERAS.

PROPIEDAD	UNIDADES	HIDROCARBUROS CERIDOS	CERA SIMTETICA	CERA MICROCRISTALINA	METODO DE PRUEBA
ESTADO FISICO	---	SOLIDO	SOLIDO	SOLIDO	---
COLOR	---	CREMA	CREMA	CAFE	---
GRAVEDAD ESPECIFICA	---	0.910	0.920	0.900	A.S.T.M. D-1817
PUNTO DE ABLANDAMIENTO	°C	61-65	---	80-84	A.S.T.M. D-36
CONGELING POINT	°C	61 MIN.	---	80-85	A.S.T.M. D-87
TEMPERATURA DE GOTEO.	°C	70-76	81-90	80-85	A.S.T.M. D-127
PENETRACION CON AGUJA	mm	7-9	7	7-9	A.S.T.M. D-1321
VISCOSIDAD S.U.S. (210°F)	SEG	44	---	---	A.S.T.M. D-88
VISCOSIDAD BROOKFIELD	C.P.	---	2.50	---	A.S.T.M. D-2669
PUNTO DE FUSION	°C	---	81.50-90.50	---	A.S.T.M. D-1519
PERDIDAS POR CALOR.	%, MAX	0.20	0.20	0.10	V.L.T.M. T-1
CONTENIDO DE ACEITE	%, MAX	0.90	---	0.90	A.S.T.M. D-721
CENIZAS	%, MAX	0.10	0.10	0.10	A.S.T.M. D-612
NUMERO DE ACIDO	mgKOH/gr	0.05	0.03	0.05	A.S.T.M. D-974

E) SISTEMAS DE VULCANIZACION
 TABLA 3.1.10
 VULCANIZANTES

PROPIEDAD	UNIDADES	AZUFRE SOLUBLE GRADO HULERO	AZUFRE 60 TIPO INSOLUBLE	METODO DE PRUEBA
ESTADO FISICO	_____	SOLIDO EN POLVO	SOLIDO EN POLVO	_____
COLOR	_____	AMARILLO	AMARILLO VERDOSO	_____
GRAVEDAD ESPECIFICA	_____	2.05-2.09	2.00	A.S.T.M. D-1817
PUNTO DE FUSION	°C	119	115	A.S.T.M. D-1519
MALLA 100	%	99	TRAZAS	V.L.T.M. T-14C
MALLA 200	%	97-98	TRAZAS	V.L.T.M. T-14C
CENIZAS	%, MAX	0.002	0.001	A.S.T.M. D-482
INSOLUBLES EN CS ₂	%, MIN.	90	59	A.S.T.M. D-1766

TABLA 3.1.11

ACELERADORES

PROPIEDAD	UNIDADES	N-OXIDIETILEN BENZOTIAZOL - 2-SULFENAMIDA	DIFENIL GUANIDINA	MONO SULFURO DETETRAMETIL TIURAM	DISULFURO DE BENZOTIAZILO	METODO DE PRUEBA
ESTADO FISICO	_____	SOLIDO EN HOJUELAS	SOLIDO EN POLVO.	SOLIDO EN POLVO.	SOLIDO EN POLVO.	_____
COLOR	_____	CAFE CLARO	BLANCO	AMARILLO LIMON	CREMA BLANCO	_____
GRAVEDAD ESPECIFICA	_____	1.34	1.13	1.37	1.51	A.S.T.M. D-1817
CENIZAS	%, MAX	0.15	0.10	0.50	0.70	A.S.T.M. D-482
RETENIDO EN MALLA 100	%, MAX	_____	0.05	1.00	0.10	V.L.T.M. T-14
HUMEDAD (60°C)	%, MAX	0.46	0.30	1.00	0.50	V.L.T.M. T-1
PUNTO DE FUSION	°C	76-88	145	103-114	170-180	A.S.T.M. D-1514
INSOLUBLES EN METANOL	%, MAX	0.50	_____	_____	_____	V.L.T.M. T-307
EXTRACTO EN ETER	%, MAX	_____	_____	1.00-3.00	1.00-3.00	V.L.T.M. T-46
CONTENIDO DE M.B.T.	%, MAX	_____	_____	_____	2.00	A.S.T.M. D-1872

TABELA 3.1.12

ACTIVADORES

PROPIEDAD	UNIDADES	OXIDO DE ZINC.	ACIDO ESTEARICO GRADO HULERO.	ACIDO ORGANICO NO SATURADO.	METODO DE PRUEBA
ESTADO FISICO	_____	SOLIDO EN POLVO	SOLIDO EN ESCAMAS	LIQUIDO VISCOOSO	_____
COLOR	_____	BLANCO A CREMA	CREMA	CAFE OSCURO	_____
GRAVEDAD ESPECT- FICA.	_____	5.60	0.840	0.970	A.S.T.M. D-1817
RETENIDO EN MALLA 325	%, MAX	1.00	_____	_____	V.L.T.M. T-14
HUMEDAD	%, MAX	1.00 [105°C]	1.00 [60°C]	0.10 [105°C]	V.L.T.M. T-1
p.H.	UNIDADES P.H.	6-8	_____	_____	V.I.T.M. T-19
PUNTO DE FUSION	°C	_____	52-54	_____	A.S.T.M. D-1519
NUMERO DE ACIDO	mgKOH/gr	_____	195-212	_____	A.S.T.M. D-974
NUMERO DE YODO	mgI ₂ /GR	_____	4-5	5-6	A.S.T.M. D-1516
VISCOSIDAD BROOKFIELD	C.P.	_____	_____	5000	A.S.T.M. D-2983

TABLA 3.1.13

RETARDADORES

PROPIEDAD	UNIDADES	N-NITROSO DIFENIL AMINA	N-[CICLO HEXIL] TIO-FTALIMIDA	METODO DE PRUEBA
ESTADO FISICO	_____	SOLIDO CRISTALINO	SOLIDO CRISTALINO	_____
COLOR	_____	CAFE	BLANCO	_____
GRAVEDAD ESPECIFICA	_____	1.23	1.30	A.S.T.M. D-1817
HUMEDAD	%, MAX	1.00 [45°C]	1.00 [60°C]	V.L.T.M. T-1
CENIZAS	%, MAX	0.75	0.50	A.S.T.M. D-482
PUNTO DE FUSION.	°C	63-66	90 MIN	A.S.T.M. D-1519

3.2 HULE DE PISO

3.2.1 PRUEBAS DE VULCANIZACION

- a) Medición de las propiedades en crudo y características de curado.

Muchos instrumentos tuvieron que ser diseñados y contruidos para este propósito. Entre estos se encuentra el viscosímetro de disco cortante Mooney.

El Mooney mide la "viscosidad cortante" y fundamentalmente las propiedades físicas. También determina el tiempo en el cual se inicia la vulcanización y el índice de la velocidad de curado. La acción cortante es ejecutada por la rotación de un disco dentro de una pequeña cavidad cilíndrica la cual se llena con el hule que va a ser sometido a prueba. El hule es comprimido dentro de la cavidad por medio de una presión considerable.

Las superficies del disco o rotor y los dados los cuales forman la cavidad, están dentados en forma de rejillas para agarrar mecánicamente el hule. El espécimen de prueba óptimo, consiste de dos piezas las cuales llenarán completamente la cámara de prueba y tendrán un peso total de 25 g, basados en una gravedad de 1.0 para el material o hule.

En el método de prueba estandar ASTM D-1646, se describe con detalle el procedimiento para las determinaciones de la viscosidad por medio del viscosímetro de disco cortante. Una gráfica de viscosidad-tiempo muestra el valor mínimo de la viscosidad el cual posteriormente se incrementa rápidamente. El inicio de la vulcanización o tiempo de scorch (T_s) se define como el tiempo, medido desde que se cierran los platos, en el cual la viscosidad alcanza un valor de 5 unidades arriba del mínimo. El tiempo de curado (T_{35}) es el tiempo requerido para un incremento de 35 unidades arriba de la viscosidad mínima. El índice de curado o ΔT_{30} se representa por: $\Delta T_{30} = (T_{35} - T_5)$.

En la determinación de las características de curado de compuestos vulcanizables, las lecturas se toman de la misma forma como en la viscosidad pero la prueba se continúa por un período de tiempo suficiente, para obtener una gráfica definida del grado de vulcanización de la muestra bajo prueba. Los datos se pueden obtener manualmente o por medio de un equipo de registro apropiado. La temperatura óptima de prueba deberá ser tal que permita completar la prueba de 10 a 20 min. y podrá estar entre un rango de 240°F a 350°F o superior. Para este tipo de prueba se recomienda el rotor corto, el rotor largo se puede usar excepto cuando se esperen valores superiores a las 200 unidades.

b) Determinación de la curva completa de las características de curado.

El propósito del reómetro de disco oscilatorio es el de medir las características completas de curado de un espécimen de hule en particular, calentado y mantenido bajo presión continua durante la vulcanización. La oscilación sinusoidal de un disco bicónico, embebido en el espécimen de hule y confinados en una cavidad caliente, ejercen un esfuerzo cortante sobre el espécimen. La fuerza (Torque) necesaria para la oscilación del disco es directamente proporcional a la tiesura (módulo cortante) del espécimen. Como el módulo se incrementa durante la vulcanización, es necesario registrar el torque contra el tiempo para obtener una curva de tiesura vs. tiempo.

La resistencia del hule a la oscilación del disco es medida por un transductor de esfuerzos unido al brazo de torque. Este brazo de torque recibe una señal de oscilación a través de una varilla de conexión unida a un excéntrico. Este último es accionado por un motor eléctrico síncrono. La señal de esfuerzo es ~~amplificada~~ desde el transductor de esfuerzos por componentes electrónicos apropiados y registrada directamente como una gráfica de módulo cortante vs. tiempo en una carta de 11 x 17 in. El disco bicónico y los dados, contienen canales radiales en "V" para minimizar el deslizamiento. Los dados inferior y superior, los cuales forman la cámara de prueba están montados sobre unos

platos de aluminio, los cuales mantienen la temperatura especificada dentro de una tolerancia de $\pm 1^\circ\text{F}$. Los termocopios localizados en el centro del especimen monitorean la temperatura de prueba. La presión (600 psi) durante el ciclo es suministrada por un pistón unido al plato móvil.

Antes de iniciarse la prueba, los dados y el disco se llevan a la temperatura de operación seleccionada apropiada para cada compuesto vulcanizable.

En el método estandar ASTM D-2084-71 se describe con detalle el procedimiento para la determinación de la curva completa de características de curado por medio del reómetro de disco oscilatorio.

3.2.2 PRUEBAS FISICO-MECANICAS

a) PRUEBAS DE TENSION

En el método ASTM D-412 se describe el procedimiento para determinar las propiedades de tensión y deformación de un hule vulcanizado. Las propiedades de tensión son ampliamente utilizadas como un medio rápido para medir las cualidades generales del hule, ya que son simples y fáciles de ejecutar. Se utilizan comúnmente como pruebas de comparación entre laboratorios.

- i) Tensión a la ruptura - Se define como la fuerza por unidad de área de sección transversal la cual se aplica hasta el momento de la ruptura de la probeta del especimen bajo prueba. Se calcula dividiendo la fuerza a la ruptura (Kg o lb) entre el área seccional del especimen antes de estirarlo (cm^2 o in^2).
- ii) Elongación - El término elongación se utiliza para describir la habilidad a estirarse sin romperse. Es más exacto referirla como "última elongación" y se expresa como un porcentaje de la longitud "original", tomada al momento de la ruptura.

- iii) **Módulo** - El término módulo se utiliza para expresar la cantidad de esfuerzo en lb/in^2 requeridas para estirar el espécimen de prueba a una elongación dada. Indica la resistencia al alargamiento o rigidez de los hules vulcanizados.
- iv) **Deformación por tensión** - Cuando un hule vulcanizado es estirado y relajado, no recobra exactamente su longitud original permaneciendo una longitud superior a la original. Este incremento de longitud se expresa como un porcentaje de la longitud original y se define como deformación permanente. Depende de la cantidad y tiempo de deformación.

b) DUREZA

El término dureza aplicado a los productos de hule, se define como la resistencia a la indentación o penetración. Se expresa como un número referido a la escala del instrumento con el cual se mide. Depende del módulo elástico y comportamiento visco-elástico del material.

Esta es una propiedad importante y se utiliza frecuentemente con las especificaciones del hule y junto con las propiedades de tensión.

En el método ASTM D-2240 se describe el procedimiento y condiciones para determinar la dureza de los tipos más comunes de hule, tales como hule de piso y partes de hule mecánico-automotriz, pero no se puede aplicar para hules extremadamente duros o muy blandos.

c) RESISTENCIA AL DESGARRE

La resistencia al desgarre de un hule se puede describir como la resistencia al crecimiento de una muesca o corte cuando se aplica una fuerza al espécimen cortado. Comúnmente se expresa en libras por pulgadas de espesor.

El método ASTM D-624 describe el procedimiento de laboratorio para determinar esta propiedad y ofrece una selección de algu-

nos especímenes de prueba.

d) RESISTENCIA A LA ABRASION

El término resistencia a la abrasión se define como la resistencia de un compuesto de hule al desgaste al estar en contacto con una superficie abrasiva en movimiento; se determina bajo condiciones de peso y velocidad estandares. Se expresa como una comparación en porciento con una composición estándar.

El método ASTM D-2228 describe las condiciones y procedimiento para determinar esta propiedad.

e) RESILIENCIA O PRUEBA DE IMPACTO

Es el método más simple, ya que se puede efectuar por medio de un péndulo. Se define como el grado de energía desarrollado por una muestra al recobrase de una deformación y se reporta como un porcentaje. Para información respecto a la determinación de esta propiedad, ver el método ASTM D-1054.

f) GRAVEDAD ESPECIFICA

Es la relación entre el peso por unidad de volumen de un hule - vulcanizado y el peso del mismo volumen de agua a una temperatura dada.

Esta es una importante prueba de control para comprobar la exactitud en el compuesto y sirve como una guía en la comparación relativa al costo del compuesto. Para obtener mayor detalle sobre la obtención de esta propiedad, ver el método ASTM D-297 Sec. 15.

g) GRADO DE DISPERSION

La dispersión de las cargas y demás ingredientes en un compuesto de hule tienen una influencia definitiva en la calidad y desempeño final en los productos de hule. La dispersión del negro de humo en el hule de piso es de particular importancia, puesto que de la dispersión dependen las propiedades físicas (tensión, his-

téresis y resistencia a la abrasión). Es importante obtener una buena dispersión, ya que un número de problemas de proceso y muchos relacionados con la calidad final del producto se deben a una mala dispersión. Los compuestos de hule de piso con una mala dispersión, presentan un 25% menos de vida útil que aquellos que tienen una buena dispersión.

Para determinación del grado de dispersión se utiliza una técnica microfotográfica por comparación, la cual se encuentra desarrollada en el método ASTM D-2663.

h) RESISTENCIA AL OZONO

Esta prueba determina la resistencia del hule vulcanizado al agrietamiento cuando esta expuesto a una atmósfera que contenga ozono. Los especímenes de hule son colocados bajo tensión y la concentración de ozono en la cámara de prueba se mantiene a un valor fijo.

Las condiciones que influyen en esta prueba acelerada son: la concentración de ozono, relajación de tensión, temperatura y grado de afloramiento de los antidegradantes. Los especímenes son observados a intervalos y sus condiciones son registradas.

Para mayor información ver el método ASTM D-1149.

i) FATIGA POR COMPRESION (HISTERISIS)

La prueba se utiliza para determinar la velocidad de generación de calor y las características a la fatiga por compresión de productos de hule vulcanizado sujetos a tensión-compresión dinámica. Debido a las amplias variaciones en las condiciones de servicio, no existe una correlación entre estas pruebas aceleradas, sin embargo, están implícitas en el desempeño en servicio.

No obstante la comparación de los datos obtenidos indican la calidad en servicio y son especialmente útiles en el desarrollo y e investigación de los compuestos. Para información sobre el procedimiento de prueba consultar el método ASTM D-623.

4. METODOS DE CONTROL

4.1 MATERIAS PRIMAS

4.1.1 METODOS DE LA AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS

	DESIGNACION ASTM
CURVA DE ENFRIAMIENTO	D - 87
VISCOSIDAD SAYBOLT	D - 88
TEMPERATURA DE INFLAMACION E IGNICION	D - 92
HUMEDAD STARK AND DEAN	D - 95
GOTEO CON TERMOMETRO DE CERAS DEL PETROLEO	D - 127
MUESTREO DE PETROLEO Y PRODUCTOS DEL PETROLEO	D - 270
CENIZAS DE PRODUCTOS DERIVADOS DEL PETROLEO	D - 482
DETERMINACION DEL PUNTO DE ANILINA	D - 611
SUSTANCIAS CARBONIZABLES EN CERAS Y PARAFINAS	D - 612
NUMERO DE NEUTRALIZACION POR TITULACION POTENCIOMETRICA	D - 664
CONTENIDO DE ACEITE EN CERAS DEL PETROLEO	D - 721
PERDIDAS POR EVAPORACION DE GRASAS Y ACEITES	D - 972
NUMERO DE NEUTRALIZACION POR TITULACION COLORIMETRICA	D - 974
ANALISIS QUIMICO DEL HULE NATURAL	D - 1278
DENSIDAD, GRAVEDAD ESPECIFICA Y GRAVEDAD A.P.I. DEL PETROLEO CRUDO Y PRODUCTOS LIQUIDOS DEL PETROLEO	D - 1298
PENETRACION CON AGUJA DE CERAS DEL PETROLEO	D - 1321
ANALISIS QUIMICO DE ELASTOMEROS SINTETICOS	D - 1416
MUESTREO Y PREPARACION DE MUESTRAS DE HULES SOLIDOS CRUDOS	D - 1485
COLOR ASTM DE PRODUCTOS DEL PETROLEO	D - 1500
CONTENIDO DE CENIZAS EN EL NEGRO DE HUMO	D - 1506
CONTENIDO DE FINOS EN EL NEGRO DE HUMO PELETIZADO	D - 1508
PERDIDAS POR CALENTAMIENTO DEL NEGRO DE HUMO	D - 1509
NUMERO DE ABSORCION DE YODO DEL NEGRO DE HUMO	D - 1510
pH DEL NEGRO DE HUMO	D - 1512
DENSIDAD APARENTE DEL NEGRO DE HUMO PELETIZADO	D - 1513
RESIDUO EN MALLA DEL NEGRO DE HUMO	D - 1514
NUMERO DE ADSORCION DE YODO EN SUSTANCIAS GRASAS	D - 1516
PUNTO DE FUSION DE LOS COMPONENTES QUIMICOS DEL HULE	D - 1519
VISCOSIDAD MOONEY	D - 1646
INDICE DE REFRACCION DE MATERIALES VISCOSOS	D - 1747

	DESIGNACION ASTM
SISTEMA DE CLASIFICACION PARA NEGROS DE HUMO	D - 1765
PRUEBA DE SOLUBILIDAD DE COMPONENTES ORGANICOS	D - 1766
MUESTREO DE NEGRO DE HUMO EN SACOS	D - 1799
DENSIDAD DE LOS COMPONENTES QUIMICOS DEL HULE	D - 1817
% DE M.B.T. LIBRE EN DISULFURO DE BENZOTIAZILO	D - 1872
NUMERO DE ABSORCION DE DIBUTIL FTALATO	D - 2414
VISCOSIDAD BROOKFIELD	D - 2983
INDICE DE RETENCION DE PLASTICIDAD DEL HULE NATURAL	D - 3194
TEMPERATURA DE ABLANDAMIENTO B & R	E - 28
VISCOSIDAD DE CERAS DEL PETROLEO	D - 2669

4.1.2 METODOS DE LA R.T. VANDERBILT COMPANY, INC.

	DESIGNACION VANDERBILT
HUMEDAD	T - 1
PERDIDAS POR CALENTAMIENTO	T - 1 - A
SET POINT	T - 6
FINURA DE MATERIALES EN POLVO POR VIA HUMEDA	T - 14
FINURA DE MATERIALES EN POLVO POR VIA SECA	T - 14 - C
pH	T - 19
CONTENIDO DE PLOMO	T - 22 - A
EXTRACTO EN ETER DEL PETROLEO	T - 46
CONTENIDO DE COBRE	T - 182 - A
INSOLUBLES EN METANOL	T - 307

4.2 HULE DE PISO

4.2.1 METODOS DE LA AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS

	DESIGNACION ASTM
PREPARACION DE MUESTRAS Y COMPUESTOS PARA PRUEBAS FISICAS DE PRODUCTOS DE HULE	D - 15
ANALISIS QUIMICO DE PRODUCTOS DE HULE	D - 297
PRUEBA DE TENSION DE HULE VULCANIZADO	D - 412
RESISTENCIA AL AGRIETAMIENTO SUPERFICIAL DE COMPUESTOS DE HULE TENSADOS	D - 518
PRUEBA DE FATIGA POR COMPRESION DE HULE VULCANIZADO	D - 623
PRUEBA DE RESISTENCIA Y PENETRACION AL IMPACTO DEL HULE POR MEDIO DEL REBOTOMETRO DE PENDULO	D - 1054
PRUEBA DE AGRIETAMIENTO ACELERADO POR OZONO DEL HULE VULCANIZADO	D - 1149
TEMPERATURAS ESTANDARES DE PRUEBA PARA HULE	D - 1349
VISCOSIDAD Y CARACTERISTICAS DE CURADO DEL HULE POR MEDIO DEL VISCOSIMETRO DE DISCO CIZALLANTE	D - 1646
CARACTERISTICAS DE CURADO DEL HULE POR MEDIO DEL CUROMETRO DE DISCO OSCILATORIO	D - 2084
PRUEBA DE RESISTENCIA A LA ABRASION DEL HULE POR EL METODO PICO	D - 2228
PRUEBA DE DUREZA POR IDENTACION DEL HULE POR MEDIO DEL DUROMETRO	D - 2240
PRUEBA DEL GRADO DE DISPERSION DEL NEGRO DE HUMO EN COMPUESTOS DE HULE	D - 2663
PRACTICA ESTANDAR RECOMENDADA PARA MATERIALES ESTANDARES, EQUIPO Y PROCEDIMIENTO DE MEZCLADO DE COMPUESTOS DE HULE Y PREPARACION DE PLACAS DE PRUEBAS VULCANIZADAS	D - 3182

5. PARTE PRACTICA

5.1 DISEÑO EXPERIMENTAL

5.1.1. INTRODUCCION

Los automotores no se pueden considerar como el descubrimiento de una persona sino más bien, el fruto de un proceso de la humanidad, que al transcurrir el tiempo pasaron de ser objetos superfluos a convertirse en una necesidad.

Estos son un complejo sistema de diseño, ingeniería y manufactura que parte de los más diversos materiales, uno de ellos es el hule. Los productos de hule utilizados generalmente participan con un 50% del peso total del vehículo, por lo tanto sin hule y sin sus singulares características los automotores no serian conocidos como ahora.

Existen aproximadamente 600 partes individuales de hule en un vehículo basadas en más de 15 diferentes tipos de elastómeros que permiten optimizar el comportamiento y costo en relación a una amplia gama de criterios de aplicación. Esta sección intentará cubrir de manera general los criterios de formulación y los requerimientos del comportamiento de un compuesto de hule para ser utilizado como hule de piso.

5.1.2 LINEAMIENTO EXPERIMENTAL

- a) Objetivo
- b) Propiedades por alcanzar
- c) Selección de las materias primas
- d) Desarrollo de la fórmula del Master-Bach
- e) Procedimiento de mezclado del Master-Bach
- f) Presentación de los sistemas de aceleración propuestos y su integración a la fórmula del Master-Bach
- g) Procedimiento de mezclado de los acelerados
- h) Pruebas de laboratorio y resultados

a) Objetivo.

Diseñar un compuesto de hule de piso para llantas de automóvil que desarrolle todas las propiedades y características necesarias para su aplicación como superficie de desgaste en una carcasa de llanta en buen estado.

b) Propiedades por alcanzar.

Los siguientes límites de propiedades se consideran como guías para la selección del hule para renovación que darán al usuario del producto terminado la resistencia máxima posible en condiciones de operación normales. Por lo tanto la calidad mínima del hule utilizado, debe ser de un nivel considerado como la máxima calidad del fabricante.

<u>PROPIEDAD</u>	<u>UNIDADES</u>	<u>LIMITES</u>
Módulo al 300%	lb . in ⁻²	750 - 1100
Tensión a la ruptura	lb . in ⁻²	2500 min.
% Elongación a la ruptura	%	550 - 650
Dureza Shore A	Gdos. Shore A	55 - 65
Resistencia al desgarre	lb . in	250 min.
Scorch Mooney a 138°C	Minutos	10 - 15
Gravedad Específica	-	1.13 - 1.15

c) Selección de las materias primas

I Base elastómerica

Como lo indican las "Normas Nacionales para la renovación de neumáticos para automóviles y camiones" adoptadas por el Instituto de Renovación de Neumáticos, División de la Asociación de Proveedores y Renovadores Nacionales de Neumáticos, Inc. los elastómeros típicos en la elaboración de hules de piso son:

Hule natural. El cual incluirá todas las formas y tipos de hule de arboles, enredaderas o arbustos.

Hule sintético. Comúnmente se utilizan dos tipos de hule sintéticos en renovación. Estos se identifican generalmente como hule sintético SBR y hule sintético BR.

El primero es un hule Estireno-Butadieno y el último es un tipo llamado estereosintético hecho de Butadieno y algunas veces llamado polibutadieno o PBD. Ahora bien, el problema - consiste en elegir el adecuado para alcanzar las propiedades -

Físico-Mecánicas antes descritas, por lo cual será necesario hacer un análisis de cada uno de ellos

TABLA 5.1.A.

	N. R.	B. R.	S. B. R.	S.B.R. OLEO- EXTENDIDO.	
PROPIEDADES DEL HULE - CRUDO	TABLA 3.1.1. SECCION 3.1.	TABLA 3.1.2 SECCION 3.1.	TABLA 3.1.2 SECCION 3.1.	TABLA 3.1.2 3.1.3 SECCION 3.1	
	BAMBURY	PEPTIZACION	NORMAL	AUMENTAR VO LUMEN. 10-15%	AUMENTAR VO LUMEN. 10-15%
O	MOLINO	PEPTIZACION PREVIA, AL- TO CICLO DE MASTICACION.	SOLO DIFICIL MEZCLADO CON OTROS HULES- NORMAL. AÑA- DIR ACIDO ES TEARICO AL - PRINCIPIO.	EMPEZAR CON RODILLOS CA LIENTES. AÑADIR EL - ACIDO ESTEA RICO AL PRIN CIPIO. FACI- LITAN EL - PROCESO, LA- INCORPORA - CION DE LA - CARGA Y LA - DISMINUCION- DE FRICCION- ENTRE LOS RO DILLOS.	ES CONVENIEN TE LA ADI - CION DEL A- CIDO ESTEARI CO AL PRINCI PIO, YA QUE- FACILITA UN MEZCLADO MAS RAPIDO.
U					
E					
O	CALAN- DREADO.	NORMAL	NORMAL	BUENO	BUENO
O	EXTRU- SION.	ALTO-ENCOGI- MIENTO.	NORMAL	BUENO/BAJO HINCHAMIE TO.	MUY BUENO
R	MOLDEO - POR IN - YECCION.	BUENO	BUENO	MUY BUENO	BUENO
R	FLUIDEZ- EN EL - MOLDE.	BUENA	BUENA	MUY BUENA	BUENA

	N. R.	B. R.	S.B.R.	S.B.R. OLEO-EX- TENDIDO.
RESISTENCIA A LA ABRASION	EXCELENTE	EXCELENTE	BUENA	BUENA
RESISTENCIA A MUY BAJAS TEMPERATURAS.	MUY BUENA	EXCELENTE	MUY BUENA	MUY BUENA
RESISTENCIA A LA FLEXION	EXCELENTE	EXCELENTE	MUY BUENA	MUY BUENA
PROPIEDADES - ESPECIALES.	EXCELENTE RESILIENCIA, BAJA GENERACION DE CALOR POBRE PERMEABILIDAD A LOS GASES PRESENTA ALTA REVERSION POBRE DEFORMACION PERMANENTE.	MUY ALTA RESILIENCIA MUY BUENA REVERSION DE ACEITE EN LAS MEZCLAS, EXCELENTE RESISTENCIA A LA ABRASION, MODULO DINAMICO. RESISTENCIA A LA REVERSION-RETENCION DE PROPIEDADES A ALTA TEMPERATURA PERMEABILIDAD A GASES BAJA GENERACION DE CALOR Y A LA DEFORMACION PERMANENTE.	BAJA GENERACION DE CALOR. ADMITE MAYOR PROPORCION DE CARGAS. SE PEPTIZA POR LA ACCION DEL ACIDO ESTEARICO EXTREMA UNIFORMIDAD EN EL PRODUCTO, MENOR ENCOGIMIENTO.	SE OBTIENEN PRODUCTOS UNIFORMES Y CON BAJA GENERACION DE CALOR. PRODUCTO UNIFORME.

CARACTERISTICAS EN PRODUCTO TERMINADO

En base a lo anterior, se eligirá una base elastomérica sintética, debido a:

- i. Los elastómeros sintéticos presentan propiedades más controladas, ya que se obtienen por procesos químicos y no dependen de las condiciones climatológicas, proceso de extracción, madurez del árbol, etc., como ocurre con el Hule Natural.
- ii. Los sintéticos presentan menor nervio, eliminando con ello un alto consumo de energía por concepto de masticación.
- iii. Presentan menor hinchamiento, asegurando con esta propiedad mejor retención de calibración en el tubulado.
- iv. Mayor cantidad de tipos y grados en el mercado, siendo los SBR Oleo-Ex tendidos los más representativos.
- v. Aceptan mayor cantidad de cargas reforzantes, cualidad útil para abatir los precios pero sin disminuir con ello las propiedades del producto.
- vi. Con relación al precio, estos dependen de la disponibilidad de materias primas, créditos, políticas, demanda e infinidad de factores. Sin embargo en el país el precio de los sintéticos, son sustancialmente más atractivos.

Es indudable que el comportamiento de los elastómeros, puede ser clasificado de acuerdo a su habilidad para resistir diferentes acciones químicas o físicas

y que en base a esas propiedades se utilizan en aplicaciones específicas inten-
tando obtener de ellos su rendimiento máximo. A continuación se presenta un -
resumen del comportamiento de los elastómeros SBR y ER, la cual dará la pauta-
para decidir el uso de uno de ellos al 100%, o bien una mezcla de ambos en el-
compuesto por diseñar.

TABLA 5.1.B

<u>PROPIEDAD</u>	<u>S B R</u>	<u>B R</u>
RESISTENCIA A LA TRACCION, VULCANIZADOS SIN CARGA.	1	6
RESISTENCIA A LA TRACCION, VULCANIZACION CON CARGAS REFOR- ZANTES.	2	4
ELONGACION EN EL PUNTO DE RUP- TURA PARA OBTENER ALTA ELONGA- CION.	2	3
RESISTENCIA A LA ABRASION CON - CARGAS REFORZANTES.	3	1
RESISTENCIA A LA PROPAGACION DE DESGARRE.	3	2
ELASTICIDAD AL GOLPE, VALORES OPTIMOS.	3	1
FLEXIBILIDAD A BAJA TEMPERATURA	3	2
RESISTENCIA AL CALOR	3	3
RESISTENCIA A LA OXIDACION	3	2
RESISTENCIA A LA LUZ	3	3
RESISTENCIA A LA INTEMPERIE Y OZONO.	4	3
RESISTENCIA A LOS ACEITES	6	6
RESISTENCIA A LA GASOLINA	4	4
RESISTENCIA A ACIDOS Y ALCALIS	3	3
RESISTENCIA A LA FLAMA	6	6
RESISTENCIA ELECTRICA	2	2
PERMEABILIDAD GASEOSA	4	4
EXCELENTE	1	
MUY BUENO	2	
BUENO	3	
REGULAR	4	

MALO 5

PESIMO 6

Debido a que dichas propiedades presentan un caracter aditivo y considerando - las propiedades descritas en la tabla 5.1.A una mezcla de ambos, es lo más re- comendado.

Se tomará como base una relación 80% SBR - 20% BR, siendo el SBR Oleo-Extendido (SBR-1712) para eliminar el uso excesivo de aceite libre.

II CARGA REFORZANTE

Todos los negros de humo, poseen una estructura en cadena, lo que los hace muy - valiosos como reforzantes del Hule. A medida que el tamaño de partícula dismi - nuye, el Area superficial aumenta y con ello sus posibilidades de refuerzo.

El N-330 [High Abrasion Furnace] es un negro de Humo de tamaño de partícula in - termedia entre aquellos que son de uso común en la fabricación de Hules de Piso - y el cual en múltiples ocasiones se considera como patrón de referencia.

Es fácil de incorporar al Hule o Caucho. Imparte tersura a los artículos extrui - dos fabricados con el, su principal uso es en la fabricación de bandas de roda - miento para llantas; fabricación de mangueras, bandas transportadoras y otras a - plicaciones donde se requiere una alta resistencia a la Abrasión.

III AUXILIARES DE PROCESO

Aceite Aromático. Este tipo de aceite es ampliamente utilizado, ya que produce - una máxima acción de plastificación. Se utiliza en compuestos en donde el manchado no es importante, presenta excelente com - patibilidad y características de proceso.

Puede ser usado de manera efectiva, como Aceite de propósito general, suavizador y exteñedor para Hules NR, SBR, y BR.

Aceite sulfonado

de alto peso molecular.

Produce un alto grado de masticación con efecto mínimo en el modulo y la dureza del compuesto. En los compuestos a base de Hules Sintéticos que posean viscosidades altas, reduce el nervio y el encojimiento, aumentando con ello la velocidad de extrusión y eliminando tubulados rugosos.

IV ANTIDEGRADANTES

La adición de estos ingredientes a los compuestos de Hule, es con el objeto de evitar su deterioro por uno o más de los agentes de envejecimiento conocidos los cuales individual o colectivamente disminuyen la vida de servicio del producto.

La selección del tipo o tipos de antidegradantes se debe basar fundamentalmente al Hule y a los requerimientos de uso.

ANTIOXIDANTE

1,2 Dihidro, 2,2,4 Trimetil Quinolina. Se emplean de 1 a 3 partes por 100 de Hule en formulaciones, cantidad suficiente para obtener una excelente protección contra la oxidación y el agrietamiento bajo las condiciones más severas, permitiendo usar mayor amplitud de temperaturas de curado sin degradación del polímero.

ANTIOZONANTE

N[1, 3 Dimetil Butil]-N'-Fenil-P-Fenilendiamina. Antiozonante desarrollado para prevenir el agrietamiento de los productos de Hule Natural y Sintético provocado por ataque de Ozono, siendo efectivo como antioxidante y agente contra el agrietamiento por flexión. Esta doble acción lo hace muy útil para su uso en llantas y artículos mecánicos sujetos a condiciones de trabajo en que este presente el Ozono

y tengan una flexión continua.

También ofrece una excelente protección contra la degradación por calor y oore, se emplea en SBR, NR, BR y otros. Como ingrediente de un compuesto se agrega de 1 a 2 partes por 100 de Hule.

CERA

Cera Microcristalina indispensable en artículos de Hule Mecánicos que van a estar expuestos a degradación por oxígeno y ozono, especialmente las llantas, ya que se logra economía y una buena protección en condiciones estáticas, - - además presenta la propiedad de aflorar a la superficie del compuesto vulcanizado, produciendo una película protectora contra la luz solar, agrietamiento atmosférico y permanecer intacta por mucho tiempo.

V SISTEMA DE VULCANIZACION

VULCANIZANTE

Azufre Insoluble. Se utiliza generalmente para prevenir las eflorescencia - - [BLOOM] del azufre en Hules sin vulcanizar, sin embargo, altas temperaturas de procesamiento lo pueden convertir en soluble, perdiendo así sus propiedades. - El azufre insoluble a temperaturas de curado [Mayores de 100°C] se transforma en azufre soluble, el cual en sí es el agente vulcanizante del Hule.

ACELERADORES

N-Oxidietilen-Benzotiazol-2-Sulfenamida. Se utiliza como acelerador primario para Hules de tipo NR, SBR y otros, posee acción retardada y proporciona seguridad en el procesado. Se puede utilizar como acelerador secundario modificador del Scorch, activa el curado en un amplio rango de temperatura. Es particularmente apropiado en compuestos de Hule SBR para llantas con negros de humo de horno de partícula fina.

Los rangos usuales en SBR y Negros de Horno son :

PARTES/100 ELASTOMERO

FUNCION	N-O.B.2.S	ULTRA	AZUFRE
		ACELERADOR	
ACELERADOR PRIMARIO	0.50-1.50	0.00-0.20	2.50-1.50
SECUNDARIO MODIFICADO DEL SCHORCH	0.50-2.00	0.30-0.75	3.00-1.00

Disulfuro de Benzotiazilo. Recomendado para Hules NR, SBR, BR y otros, es muy activo a temperaturas superiores a 135°C, se utiliza como acelerador primario y como secundario para el control del Scorch en Hules NR y copolímeros SR. En cuenta aplicación en llantas, cazaras y otros artículos, se activa con materia les básicos y las cantidades usuales de Acido Estearico y Oxido de Zinc.

Las concentraciones nomales de aplicación en S.B.R. son :

PARTES/100 ELASTOMERO

FUNCION	D.D.B.	ULTRA	AZUFRE
		ACELERADOR	
ACELERADOR PRIMARIO	1.50-2.50	0.00-0.35	3.50-2.00
ACELERADOR SECUNDARIO	0.10-1.50	0.40-0.10	3.50-1.00

Difenil Guanidina. Acelerador secundario en NR y Hule Sintético que contengan- aceleradores del tipo sulfenamida o tiazol, también se utiliza como acelerador - primario de curado lento. Utilizado ampliamente como un activador de los acele- radores antes mencionados en NR y Hule Sintético para aplicaciones industriales y llantas, desarrolla curados rápidos con buena reversión y resistencia a la fa- tiga, se obtiene buena estabilidad al almacenamiento en formulaciones activadas con Tiurams y Ditiocarbamatos, los niveles de concentración varían de acuerdo -

con la aplicación, sin embargo se puede utilizar la siguiente guía :

Los niveles típicos en PHR de acelerador primario y DPG, son :

Tiazol	1.00	DPG	0.40	en	NR
Tiazol	1.75	DPG	0.75	en	SBR
Sulfenamida	0.50	DPG	0.30	en	NR
Sulfenamida	0.50	DPG	0.50	en	SBR

Monosulfuro de Tetrametil-Tiuram. Ultra acelerador para Hules NR y SBR, muy activo a temperaturas superiores a los 120°C, su uso implica la adición de - azufre, pero cuando la proporción de este elemento es muy baja se obtienen - artículos como excelentes propiedades al envejecimiento.

En S.B.R. y combinado con tiazoles se recomiendan las siguientes Dosis :

FUNCION	M.T.T.	TIAZOL	AZUFRE
ACELERADOR PRIMARIO.	0.30-1.00	0.00-1.00	2.50-1.00
ACELERADOR SECUNDARIO.	0.10-0.30	1.00-1.50	2.50-1.50

ACTIVADORES

Oxido de Zinc. La mayoría de los aceleradores de la vulcanización requieren - Oxido de Zinc para su activación en todos los tipos de Hule, no existe ninguna regla con relación a la cantidad requerida, pero se ha encontrado que de 3 a 5 partes contribuyen para obtener los efectos deseados. El Oxido de Zinc utilizado para la activación, deberá presentar un bajo contenido en plomo y en algunos compuestos especiales grado libre de plomo.

Acido Esteárico. Los Hules naturales contienen pequeñas y variadas cantidades de Acidos Grasos, de los cuales el Acido Esteárico es el más representativo, en investigaciones recientes se encontró que Hules carentes de él presentan bajo-

curado. Por esta razón en la práctica, se incluye un Acido Graso en todos los compuestos de Hule Natural, así como en SBR y otros sintéticos, teóricamente y bajo condiciones de curado el Acido Graso reacciona con el Oxido de Zinc, para formar un jabón de Zinc soluble en el Hule y el cual a su vez reacciona con el acelerador obteniendose el efecto total de este ultimo, en la práctica el rango común va de 2 a 5 partes.

RETARDADOR.

N- Nitroso Difenil Amina. Retarda la prevulcanización en Hules tanto naturales como sintéticos, indicado para obtener mayor seguridad en el trabajo y estabilidad en las mezclas durante su almacenamiento, así como para recuperar -- compuestos ligeramente "Arrebatados" durante el proceso, no tiene influencia - sobre las propiedades mecánicas de los artículos vulcanizados, influye favora - blemente sobre la resistencia al envejecimiento y a la fatiga, se recomienda - especialmente para formulaciones cargadas con negros de humo de horno, tales - como pisos de renovación o bien para artículos tubulados o calandrados.

5.1.2.d. DESARROLLO DE LA FORMULA DEL MASTER BATCH.

I Ajuste de la base elastomérica.

Base elastomérica: 80% S.B.R. Hidrocarbonado - 20% B.R.

S.B.R. - 1712 Oleo-Extendido 37.50/100

B.R. [Cis - 4 Polibutadieno]

Como el compuesto debe contener 100.00 P.H.R. de base elastomérica, será necesario ajustar la cantidad de S.B.R.hidrocarbonado a la concentración adecuada de S.B.R. - 1712, por lo tanto :

80.00 P.H.R. S.B.R. Hidrocarbonado X 1.375 = 110.00 P.H.R. S.B.R.

de donde :

80.00 P.H.R. S.B.R. Hidrocarbonado + 30.00 P.H.R. Aceite Aromático = 110.00

P.H.R. S.B.R. - 1712

FORMULA I

INGREDIENTE	P.H.R.
S.B.R. - 1712	110.00
B.R.	20.00
T O T A L :	130.00

II AJUSTE DEL NIVEL DE CARGA Y ACEITE LIBRE EN FUNCION DE LA DUREZA

Dureza Shore "A" Promedio : 60° Shore "A"

TABLA 5.1.C

+Tabla de relación carga - aceite con respecto a la dureza

Polímero	Dureza Base	P.H.R. N-330 para incrementar 1 punto la dureza	P.H.R. Aceite para disminuir 1 punto la dureza
S.B.R.	41	2.10	2.10
B.R.	41	2.10	2.10

+Datos obtenidos del Preliminary Compound Design Calculator, Ashland Chemicals

Dosis de Aceite Libre Propuesta : 7.50 PHR Aceite aromático + 1.00
PHR Aceite Sulfonado.

Total de Aceite = 30.00 PHR Aceite Aromático [SBR-1712] + 7.50 PHR
Aceite Aromático Libre + 1.00 PHR Aceite Sulfonado =
38.50 PHR.

En la tabla 5.1.C se observa que los 2 polímeros presentan la misma dureza base y las mismas relaciones carga-aceite para alterar su dureza, por lo que la mezcla de ambos presentará idénticas cualidades. Con base a lo anterior, se procederá al ajuste en PHR del nivel de N-330 requerido para alcanzar la dureza Shore "A" de 60°.

Total de Aceite = 38.50 PHR.

Disminución de la dureza base por las 38.50 PHR de aceite total.

$$41^\circ - \frac{[38.50 \text{ PHR} \times 1^\circ]}{2.10 \text{ PHR}} = 22.67^\circ \text{ Dureza Base remanente}$$

Grados de dureza por incrementar a la dureza base remanente para obtener 60° Shore "A"

$$60^\circ - 22.67^\circ = 37.33^\circ \text{ de dureza por incrementar}$$

Por lo tanto y utilizando la tabla 5.1.C.

$$\text{PHR N-330} = 37.33^\circ \frac{[2.10 \text{ PHR}]}{1^\circ} = 78.39$$

FORMULA II

INGREDIENTE	PHR
SBR - 1712	110.00
BR	20.00
Aceite Aromático Libre	7.50
Aceite Sulfonado	1.00

INGREDIENTE	PHR
N-330	78.39
T O T A L :	216.89

III INTEGRACION DEL SISTEMA DE ACTIVACION.

Debido a que el compuesto no requiere velocidad de curado rápido sino uniforme se propone el uso de 2.00 PHR de Acido Esteárico y 3.00 PHR de Oxido de Zinc - [concentraciones mínimas usuales] las cuales se pueden considerar como suficientes para el propósito que se persigue :

FORMULA III

INGREDIENTE	PHR
SBR - 1712	110.00
BR	20.00
Aceite Aromático Libre	7.50
Aceite Sulfonado	1.00
N-330	78.39
Acido Esteárico	2.00
Oxido de Zinc	3.00
T O T A L :	221.89

IV SISTEMA DE ANTIDEGRADANTES

La información técnica especializada y los fabricantes de antidegradantes recomiendan el uso de 1.00 PHR de Antioxidante, 1.00 PHR de Antiozonante y 3.00 PHR de cera microcristalina en la elaboración de un Hule de Piso de tipo automóvil - a menos que no se requieran condiciones especiales de protección.

FORMULA IV

84

INGREDIENTE	P.H.R.
SBR-1712	110.00
BR	20.00
Aceite Aromático Libre	7.50
Aceite Sulfonado	1.00
N-330	78.39
Acido Esteárico	2.00
Oxido de Zinc	3.00
*Antioxidante	1.00
*Antiozonante	1.00
Cera Microcristalina	3.00
T O T A L :	226.89

*Con el objeto de abreviar los nombres químicos de estos ingredientes [ver - sección 5.1.2.C IV] se utilizarán los nombres genéricos antioxidante y antiozonante respectivamente.

V INTEGRACION DE LA FORMULA DEL MASTER BATCH Y EL CALCULO DE SU DENSIDAD.

FORMULA V

CLAVE	FECHA	DENSIDAD CALCULADA
MB.P.T.T.**	XI/5/82	1.1328
USO	COLOR	DENSIDAD REAL
MB PARA P.T.T.	NEGRO	

<u>INGREDIENTE</u>	<u>PHR</u>	<u>DENSIDAD</u>	<u>VHR</u>	<u>%</u>
1 SBR-1712	110.00	0.9400	117.02	48.48
2 BR	20.00	0.8960	22.32	8.82
3 ACEITE AROMATICO LIBRE	7.50	1.0095	7.43	3.31
4 ACEITE SULFONADO	1.00	0.8700	1.15	0.44

<u>INGREDIENTE</u>	<u>FHR</u>	<u>DENSIDAD</u>	<u>VHR</u>	<u>%</u>
5 N-330	78.39	1.7700	44.29	34.55
6 Acido Esteárico	2.00	0.8400	2.38	0.88
7 Oxido de Zinc	3.00	5.6000	0.54	1.32
8 Antioxidante	1.00	1.2140	0.82	0.44
9 Antiozonante	1.00	0.9930*	1.01	0.44
10 Cera Microcristalina	3.00	0.9000	3.33	1.32
T O T A L :	226.89		200.29	100.00

* PROMEDIO

** M.B. P.T.T. - Master Batch Passenger Tire Tread

5.1.2.e. PROCEDIMIENTO DE MEZCLADO DEL MASTER BATCH

El mezclado del Master- Batch se efectúo de acuerdo al método A.S.T.M. D-3182-73 Parte 37, el cual especifica el uso de un molino de laboratorio que contenga rodillos de 150 a 155 mm (5.9 in - 6.1 in) de diámetro exterior con distancia de - trabajo de 25 a 28 cm. (10 - 11 in). La rapidez del rodillo lento debe ser de - 24 ± 0.5 rpm con relación de giro de 1.00 - 1.40, rango de separación entre rodillos de 0.25 a 0.50 mm.

El compuesto se debe mezclar con el Hule Bandeado en el rodillo lento. El peso del Batch mezclado no debe diferir del peso total inicial de los ingredientes en más de ± 1.00 por ciento. Al término del mezclado el Batch se debe colocar sobre una superficie metálica plana y dejarlo enfriar hasta temperatura ambiente.

5.1.2.f. PRESENTACION DE LOS SISTEMAS DE ACELERACION PROPUESTOS Y SU INTEGRACION A LA FORMULA DEL MASTER BATCH.

El formulista cuenta en la actualidad con una formidable lista de materiales para poder desarrollar un sistema de aceleración; si alguno de ellos presenta problemas, necesita hacer uso de toda su habilidad y experiencia para formular compuestos que le permitan mantener la producción y el cumplimiento de las especificaciones del consumidor.

Los rangos usuales de concentración de cada uno de los ingredientes del sistema de aceleración, se han desarrollado a través de infinidad de pruebas por parte -- de los fabricantes de dichos ingredientes, asociaciones, comités, consumidores -- y de la experiencia de los formulistas que hacen uso de ellos.

Se proponen 5 sistemas de aceleración, los cuales mostraran una clara evidencia - de los efectos que le infieren al Master Batch. P.T.T., bajo las mismas condiciones de prueba y de los cuales se seleccionará aquel que imparta las mejores propiedades.

FORMULAS PROPUESTASFORMULA A

<u>CLAVE</u>	<u>FECHA</u>	<u>DENSIDAD CALCULADA</u>		
P.T.T. A	XI/5/82	1.1378		
<u>USO</u>	<u>COLOR</u>	<u>DENSIDAD REAL</u>		
Piso para llanta de Automóvil	Negro			
<u>INGREDIENTES</u>	<u>PHR</u>	<u>DENSIDAD</u>	<u>VHR</u>	<u>%</u>
1 M.B. P.T.T.	226.89	1.1328	200.29	98.57
2 AZUFRE INSOLUBLE	1.80	2.0000	0.90	0.78
3 N-O.B.2.S	1.50	1.3400	1.12	0.65
T O T A L :	230.10		202.31	100.00

FORMULA B

<u>CLAVE</u>	<u>FECHA</u>	<u>DENSIDAD CALCULADA</u>		
P.T.T. B	XI/5/82	1.1393		
<u>USO</u>	<u>COLOR</u>	<u>DENSIDAD REAL</u>		
Piso para llanta de Automóvil.	Negro			
<u>INGREDIENTES</u>	<u>PHR</u>	<u>DENSIDAD</u>	<u>VHR</u>	<u>%</u>
1 M.B. P.T.T.	226.89	1.1328	200.29	98.06
2 AZUFRE INSOLUBLE	2.50	2.0000	1.25	1.08
3 N-O.B.2.S.	0.90	1.3400	0.67	0.39
4 D.D.B.	0.10	1,5100	0.07	0.04
5 N.D.A.	1.00	1.2300	0.81	0.43
T O T A L :	231.39		203.09	100.00

FORMULA C

<u>CLAVE</u>	<u>FECHA</u>	<u>DENSIDAD CALCULADA</u>
P.T.T.C	XI/5/82	1.1387

<u>USO</u>	<u>COLOR</u>	<u>DENSIDAD REAL</u>
Piso para llanta de Automóvil	Negro	

<u>INGREDIENTES</u>	<u>P.H.R.</u>	<u>DENSIDAD</u>	<u>V.H.R.</u>	<u>%</u>
1 M.B. P.T.T.	226.89	1.1328	200.29	93.02
2 AZUFRE INSOLUBLE	2.00	2.0000	1.00	0.86
3 N-O-B.2.S.	1.50	1.3400	1.12	0.65
4 M.T.T.	0.10	1.3700	0.07	0.04
5 N.D.A.	1.00	1.2300	0.81	0.43
T O T A L :	231.49		203.29	100.00

FORMULA D

<u>CLAVE</u>	<u>FECHA</u>	<u>DENSIDAD CALCULADA</u>
P.T.T. D	XI/5/82	1.1391

<u>USO</u>	<u>COLOR</u>	<u>DENSIDAD REAL</u>
Piso para llanta de Automóvil	Negro	

<u>INGREDIENTES</u>	<u>P.H.R.</u>	<u>DENSIDAD</u>	<u>V.H.R.</u>	<u>%</u>
1 M.B. P.T.T.	226.89	1.1328	200.29	98.31
2 Azufre Insoluble	2.40	2.0000	1.20	1.04
3 N-O-B.2.S.	1.50	1.3400	1.12	0.65
T O T A L :	230.79		202.61	100.00

FORMULA E

<u>CLAVE</u>	<u>FECHA</u>	<u>DENSIDAD CALCULADA</u>
P.T.T. E	XI/5/82	1.1384

<u>USO</u>	<u>COLOR</u>	<u>DENSIDAD REAL</u>
Piso para llanta de Automóvil	Negro	

<u>INGREDIENTES</u>	<u>P.H.R.</u>	<u>DENSIDAD</u>	<u>V.H.R.</u>	<u>%</u>
1 M.B. P.T.T.	226.89	1.1328	200.29	98.63
2 AZUFRE INSOLUBLE	2.45	2.0000	1.23	1.06
3 N-O.B.2.S	0.50	1.3400	0.37	0.22
4 D.P.G.	0.20	1.1300	0.18	0.09
T O T A L :	230.04		202.07	100.00

SIGLAS

P.T.T.	PASSENGER TIRE TREAD
M.B. P.T.T.	MASTER BATCH PASSENGER TIRE TREAD
N-O.B.2.S	N-OXIDIETILEN-BENZOTIAZOL-2-SULFENAMIDA
D.D.B.	DISULFURO DE BENZOTIAZILO
D.P.G.	DIFENIL GUANIDINA
M.T.T.	MONOSULFURO DE TETRAMETIL TIURAM
N.D.A.	N-NITROSO DIFENIL AMINA

5.1.2. g. PROCEDIMIENTO DE MEZCLADO DE LOS ACELERADOS.

El procedimiento normal para este tipo de compuesto es el de bandear el Master Batch en el rodillo lento con una separación de rodillos de 0.80 mm. Incorporar primeramente el retardador [sí es que lo lleva], posteriormente el azufre y enseguida los aceleradores, al término de lo cual se dan 2 bajadas alternas se incorporan los polvos que no se hayan incorporado. Se saca completamente el compuesto en forma de rollo y se pasa el material sin bandear 6 veces — verticalmente en forma de rollo. Se abre el molino a 6.30 mm [0.25 in], se pasa el material 4 ocasiones, sin bandear. Al término de ellos se saca el compuesto en forma de lámina y se enfría sobre una superficie metálica, seca y plana.

Para mayor información consultar el Método A.S.T.M. D-3182 Inciso 6.1.6. Parte 37.

5.1.2. h. PRUEBAS DE LABORATORIO Y RESULTADOS.

La totalidad de las pruebas de laboratorio mostradas en la sección 5.2 se realizaron bajo las condiciones especificadas en las normas A.S.T.M.

Algunas de ellas, por su naturaleza no presenta ningún registro gráfico, por lo que únicamente se reporta el resultado correspondiente.

Se incluyen dentro del estudio dos pruebas experimentales por comparación [Grado de dispersión y agrietamiento acelerado por ozono] en las cuales se pueden presentar discrepancias, con respecto a la valoración de los resultados como suele ocurrir con una titulación colorimétrica, por lo que se dejará al lector hacer su propia valoración, considerando como válidos para este estudio los resultados presentados en los reportes correspondientes.

Es común en la industria hulera y para efectos de comparación y evaluación, condensar en un solo reporte las formulaciones y los resultados de laboratorio de cada una de la pruebas realizadas indicando en cada uno de ellos las designacio-

nes de los métodos aplicados. Al final de la sección 5.2. se localiza dicho reporte global.

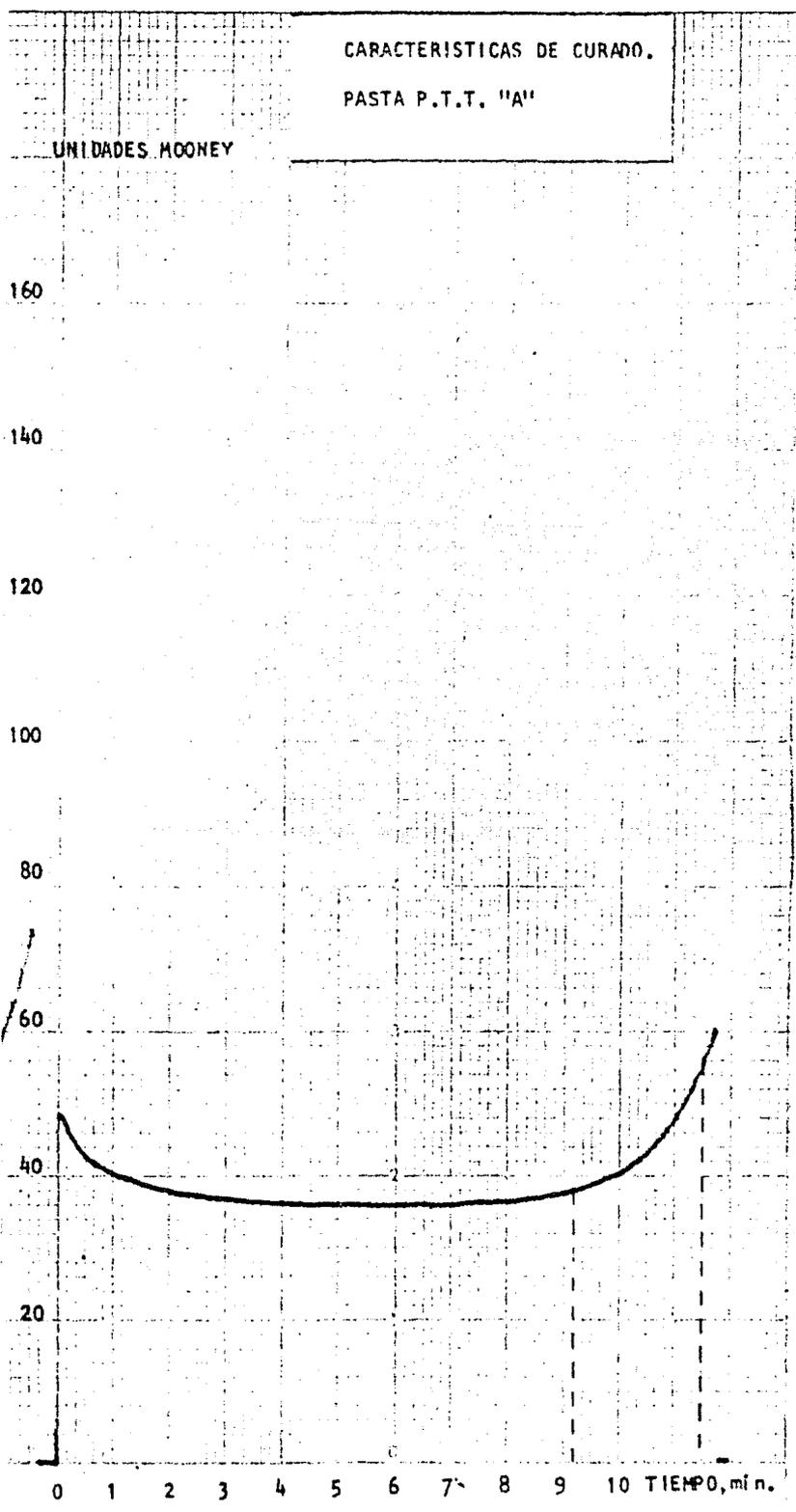
La presentación de los reportes individuales por prueba se estableció de acuerdo al lineamiento planteado en la sección 3.2. y cuyo objetivo es el de mostrar el formato y contenido de información completa necesaria para la evaluación correcta de los resultados.

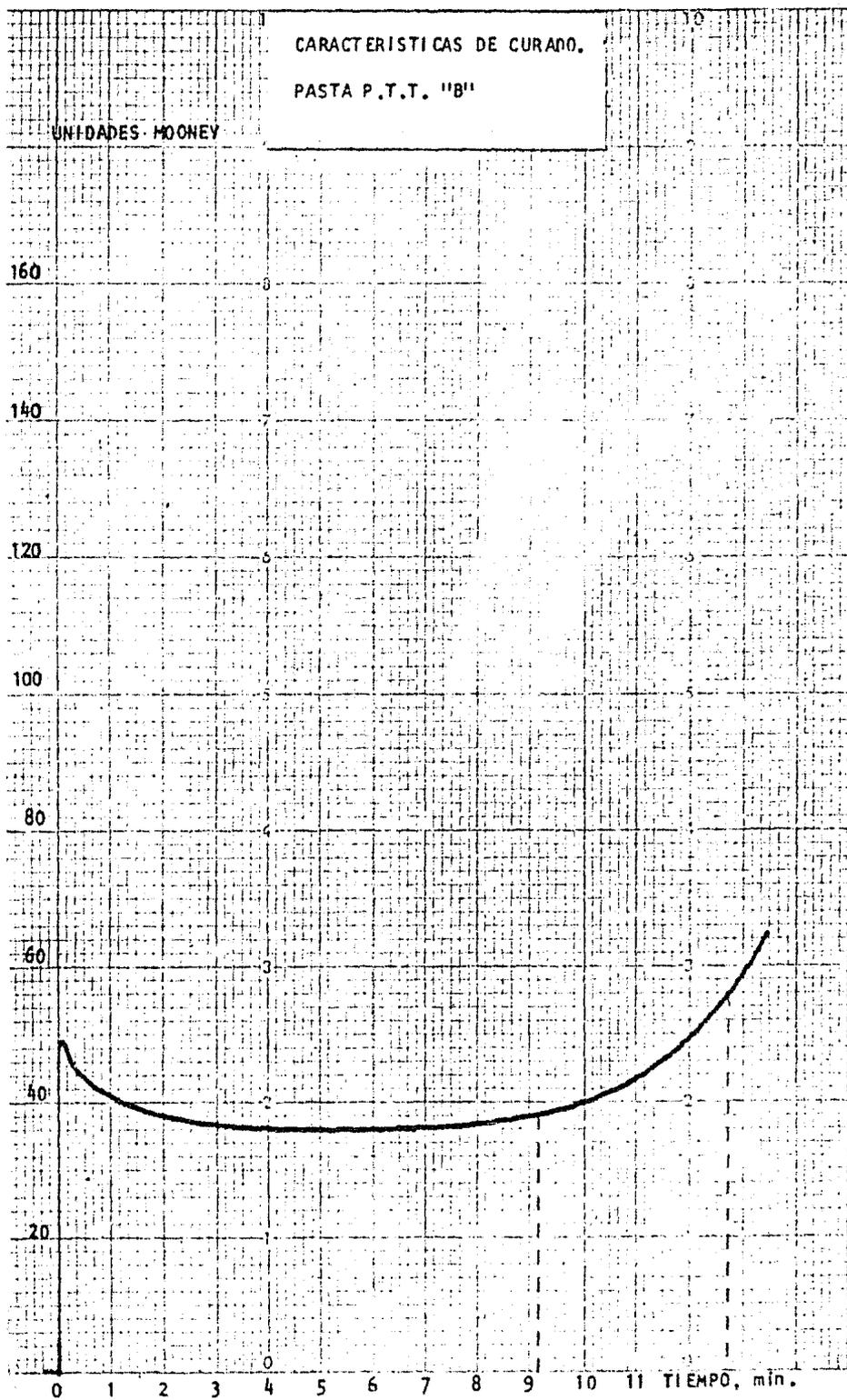
Posteriormente a cada reporte se incluyen los registros gráficos en aquéllas que los proporcionan.

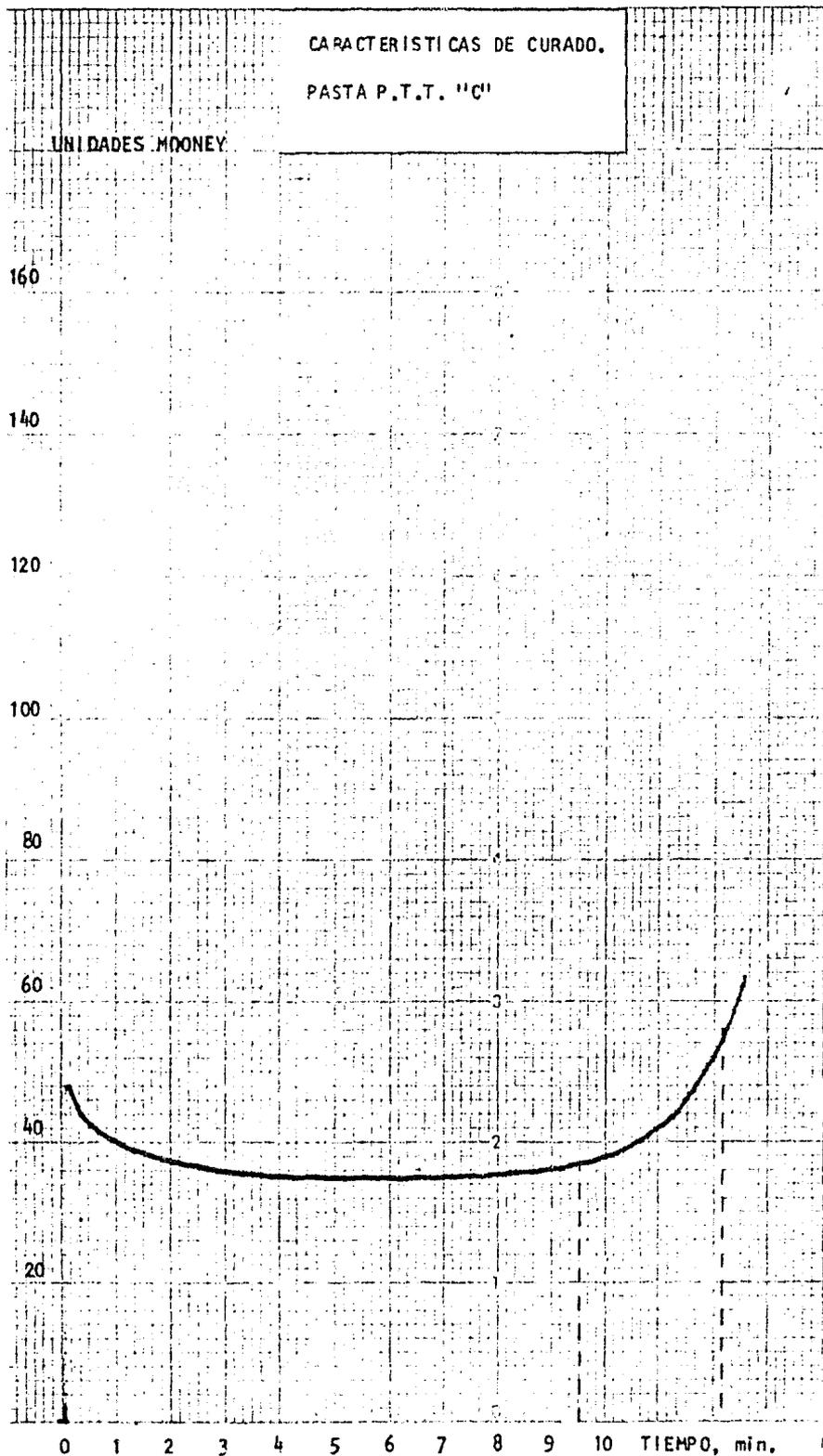
REPORTE DE CARACTERISTICAS DE CURADO

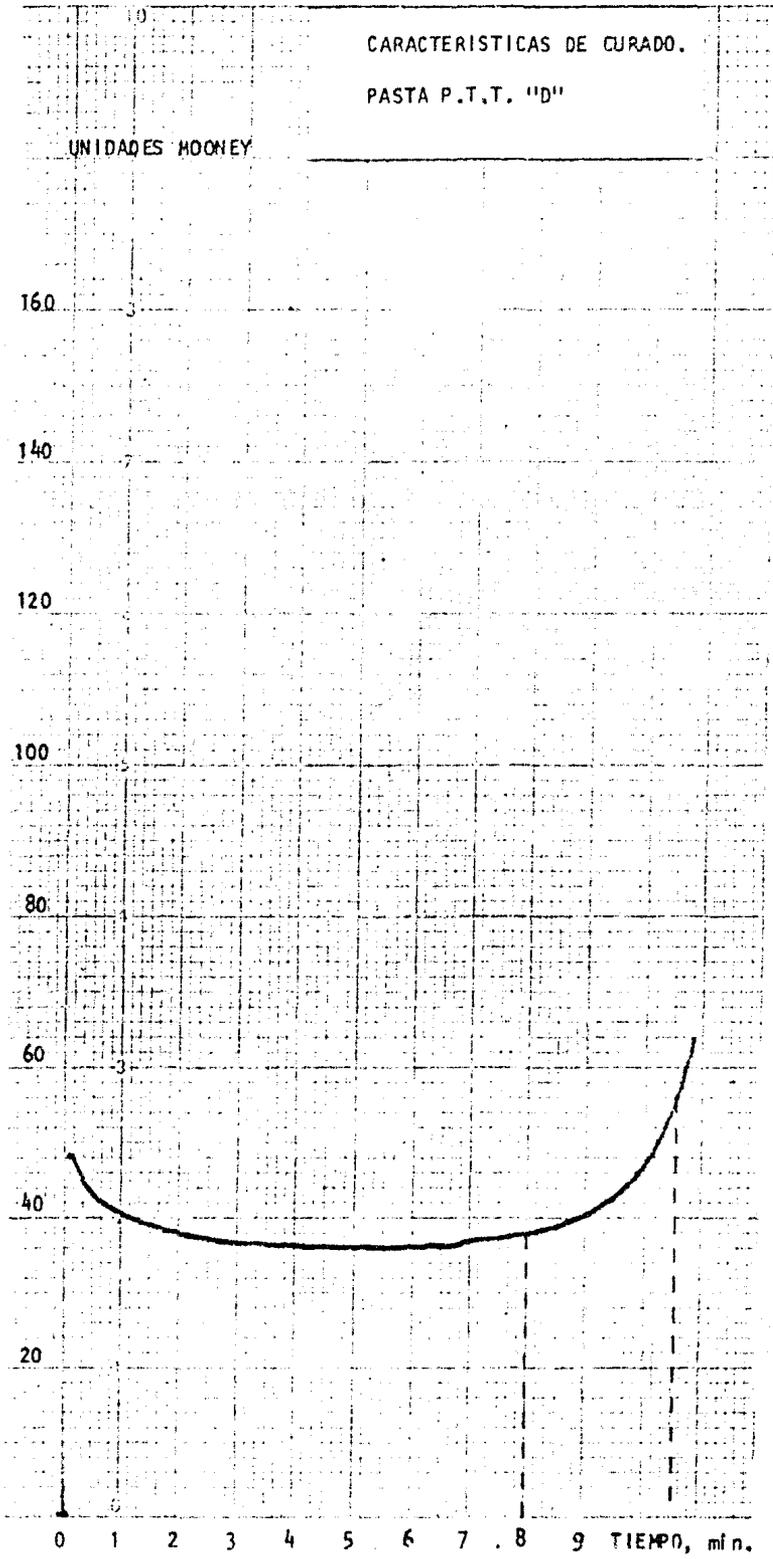
METODO DE PRUEBA ASTM D-1646		C O M P U E S T O				
TIPO DE MATERIAL: P.T.T.		A	B	C	D	E
FECHA	11/5/82					
TEMPERATURA °C	138.00					
PRESIÓN EN LA CAVIDAD, PSI	600.00					
TIPO DE DADOS: 2 PZAS. EN V						
TAMAÑO DE ROTOR	ML					
PRECALENTAMIENTO, MIN	1.00					
METODO DE PREPARACION DE MUESTRAS: TABLA 1	S.B.R.					
RAPIDEZ DEL ROTOR, r.p.m.	2.00					
RANGO	200.00					
VISCOSIDAD MOONEY INICIAL	48.00	49.00	48.00	48.00	49.00	
VISCOSIDAD MOONEY MINIMA	36.00	36.00	35.00	36.00	37.00	
TIEMPO DE SCORCH MINIMO + 20, MIN	11.50	12.75	12.17	10.50	11.17	
TIEMPO DE SCORCH MINIMO + 2, MIN	9.17	9.17	9.50	8.00	7.50	
INDICE DE CURADO, ΔT_1	2.33	3.58	2.67	2.50	3.67	

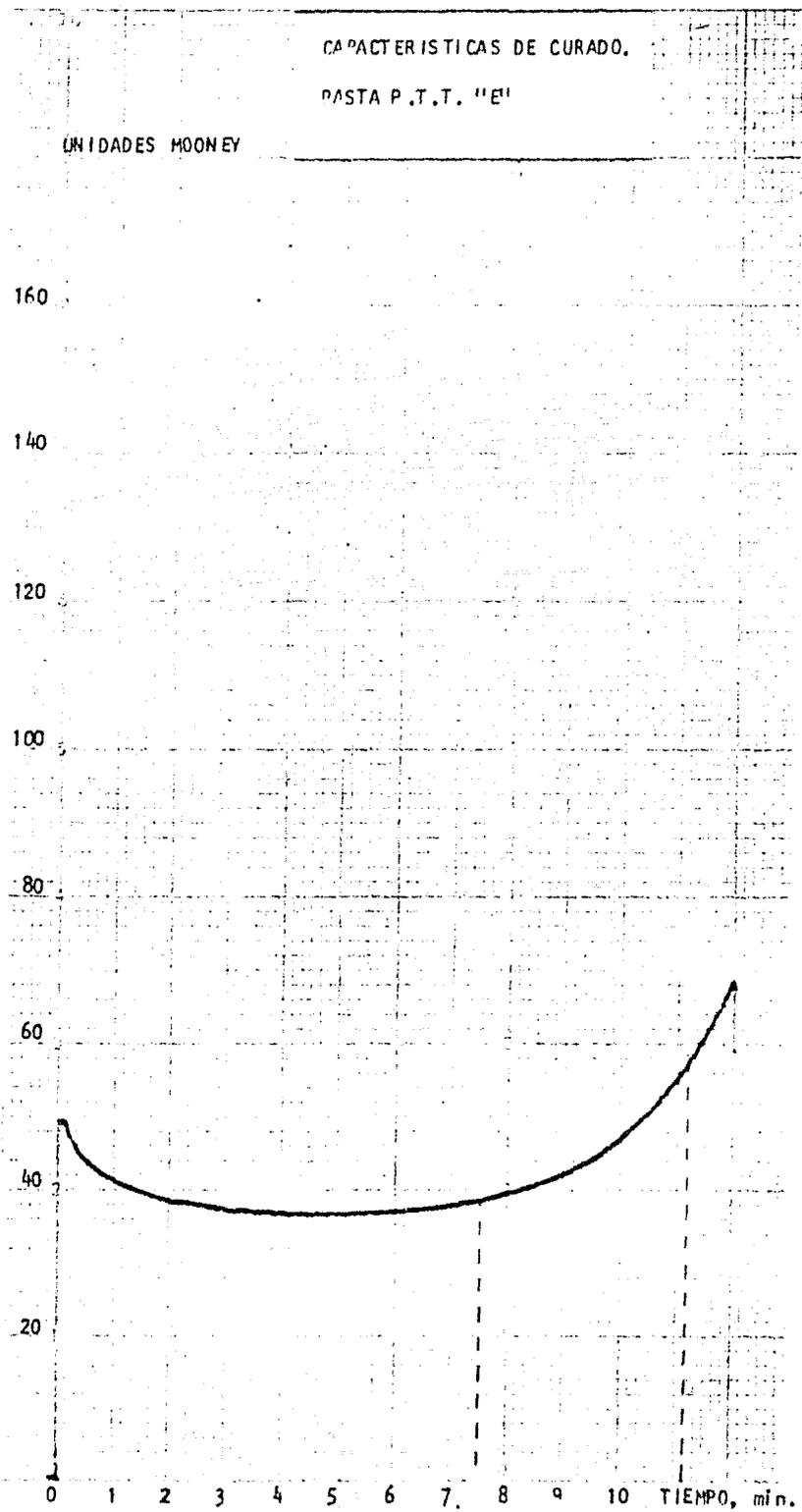
5.2 RESULTADOS





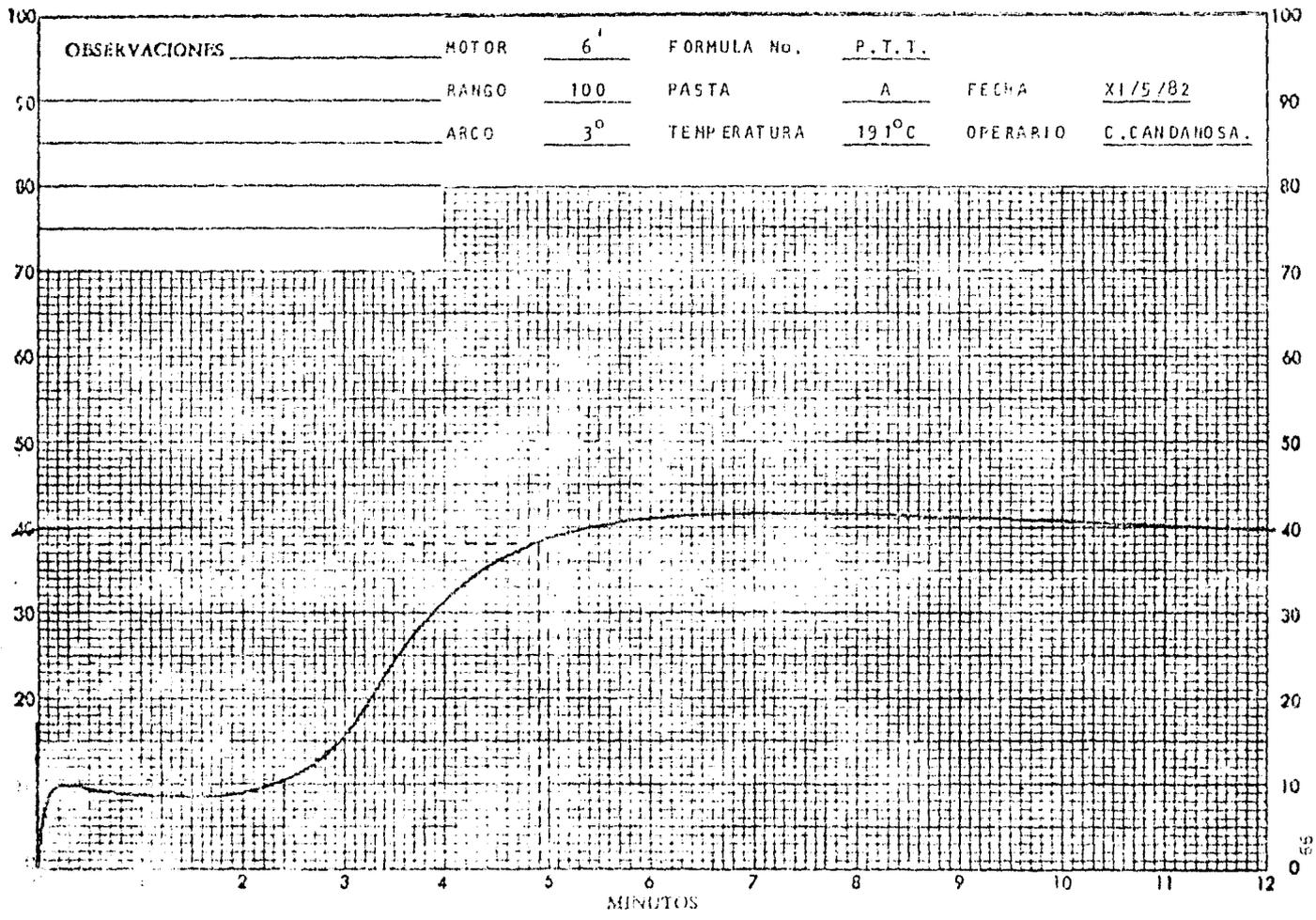


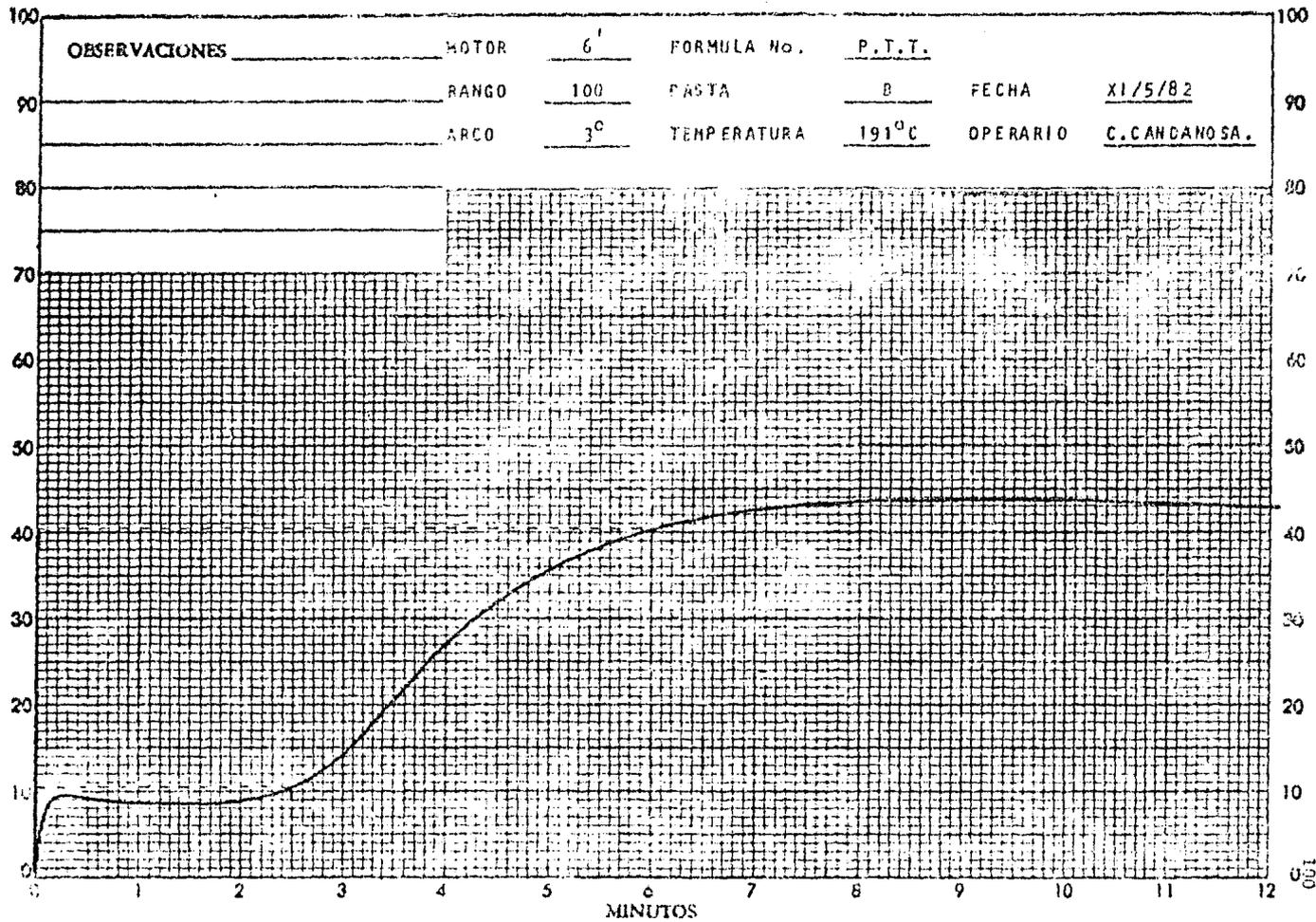




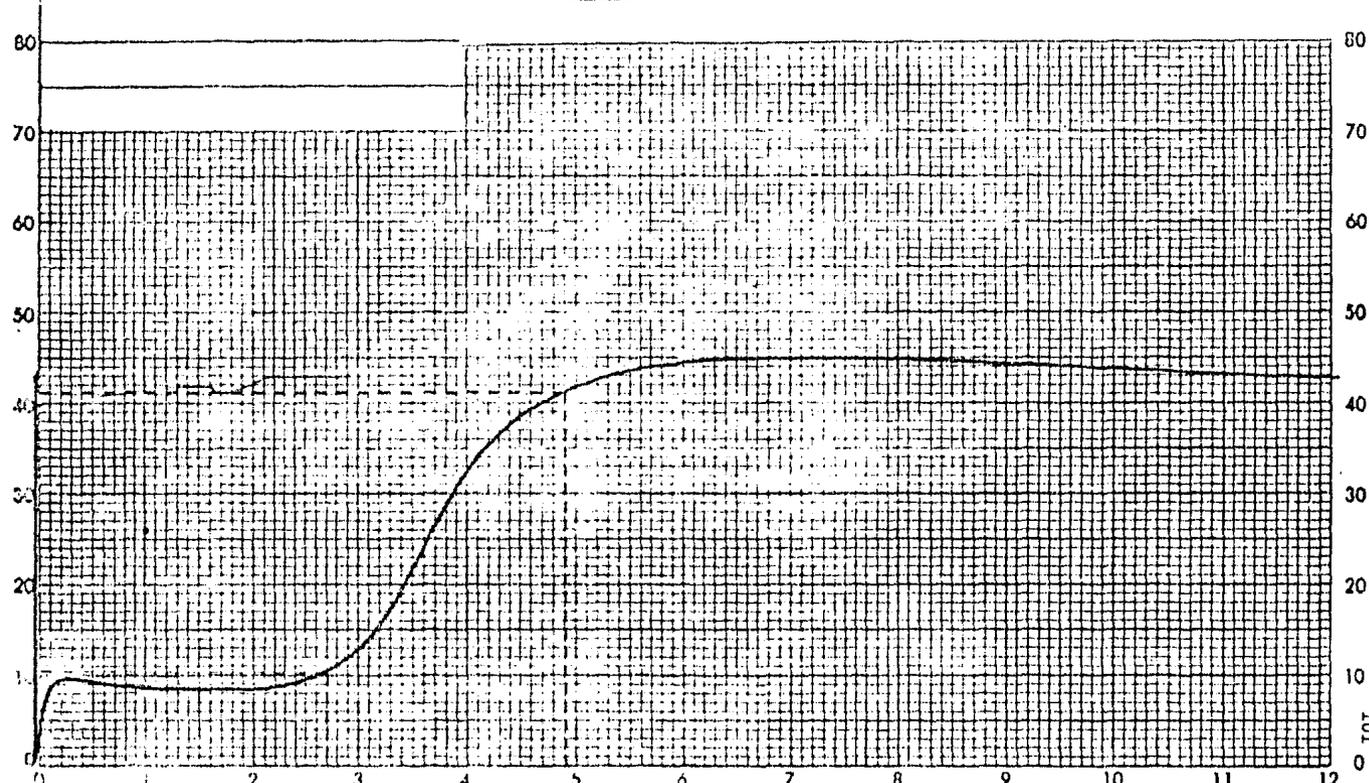
REPORTE REOMETRICO

METODO DE PRUEBA: ASTM D-2084		C O M P U E S T O				
TIPO DE MATERIAL: P.T.T.		A	B	C	D	E
FECHA	XI/5/82					
ARCO, GRADO	1 . 50					
TEMPERATURA, °C	191 . 00					
RANGO	100 . 00					
FRECUENCIA, C.P.M.	100 . 00					
MOTOR, MIN	6 . 00					
PRECALENTAMIENTO, MIN	0 . 00					
PRESION EN LA CAVIDAD, PSI	600 . 00					
TORQUE MINIMO, lb .in		8 . 50	8 . 50	8 . 50	8 . 50	9 . 00
TORQUE INICIAL, lb .in		10 . 00	9 . 50	9 . 50	10 . 00	10 . 00
TORQUE MAXIMO, lb .in		41 . 50	44 . 00	45 . 00	48 . 00	38 . 50
TORQUE 90%, lb .in		38 . 20	40 . 45	41 . 35	44 . 05	35 . 55
TORQUE 98% REVERSION, lb .in		40 . 84	43 . 29	44 . 27	47 . 21	37 . 91
TIEMPO SCORCH MINIMO + 2, MIN		1 . 20	1 . 25	1 . 35	1 . 20	1 . 25
TIEMPO @ 90%, MIN		2 . 45	3 . 00	2 . 45	2 . 45	3 . 35
INDICE DE CURADO		80 . 00	57 . 14	90 . 91	80 . 00	47 . 62

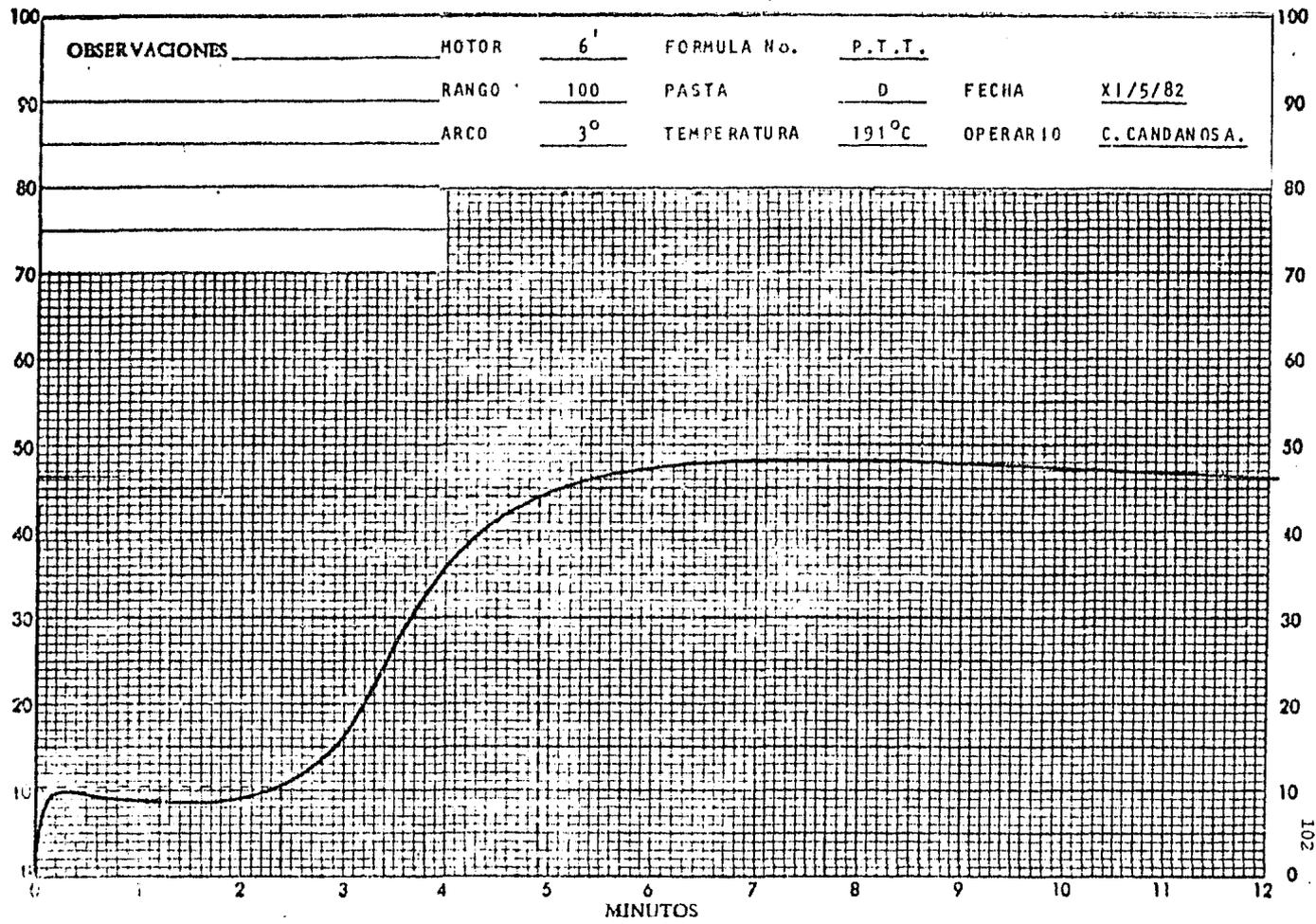


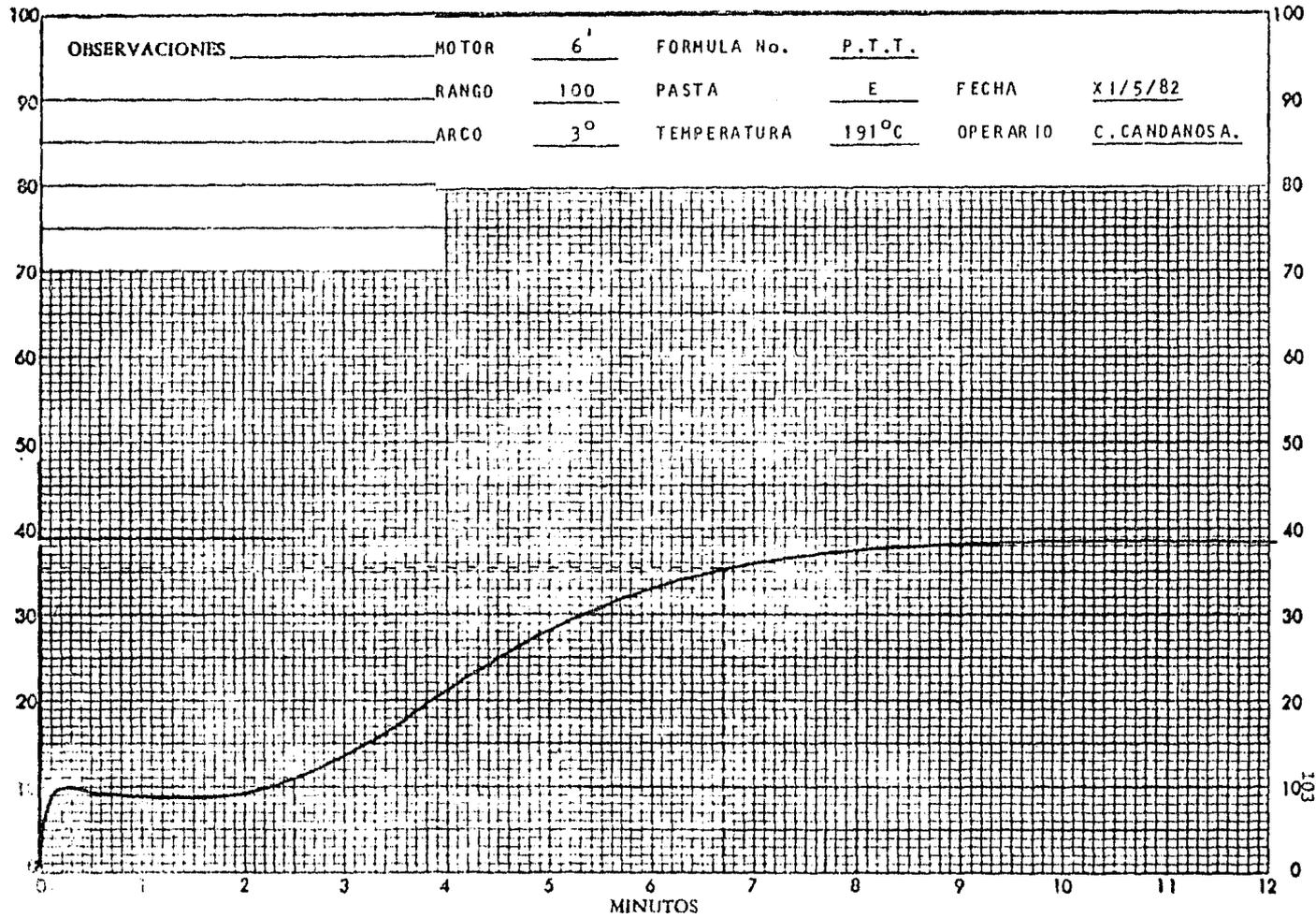


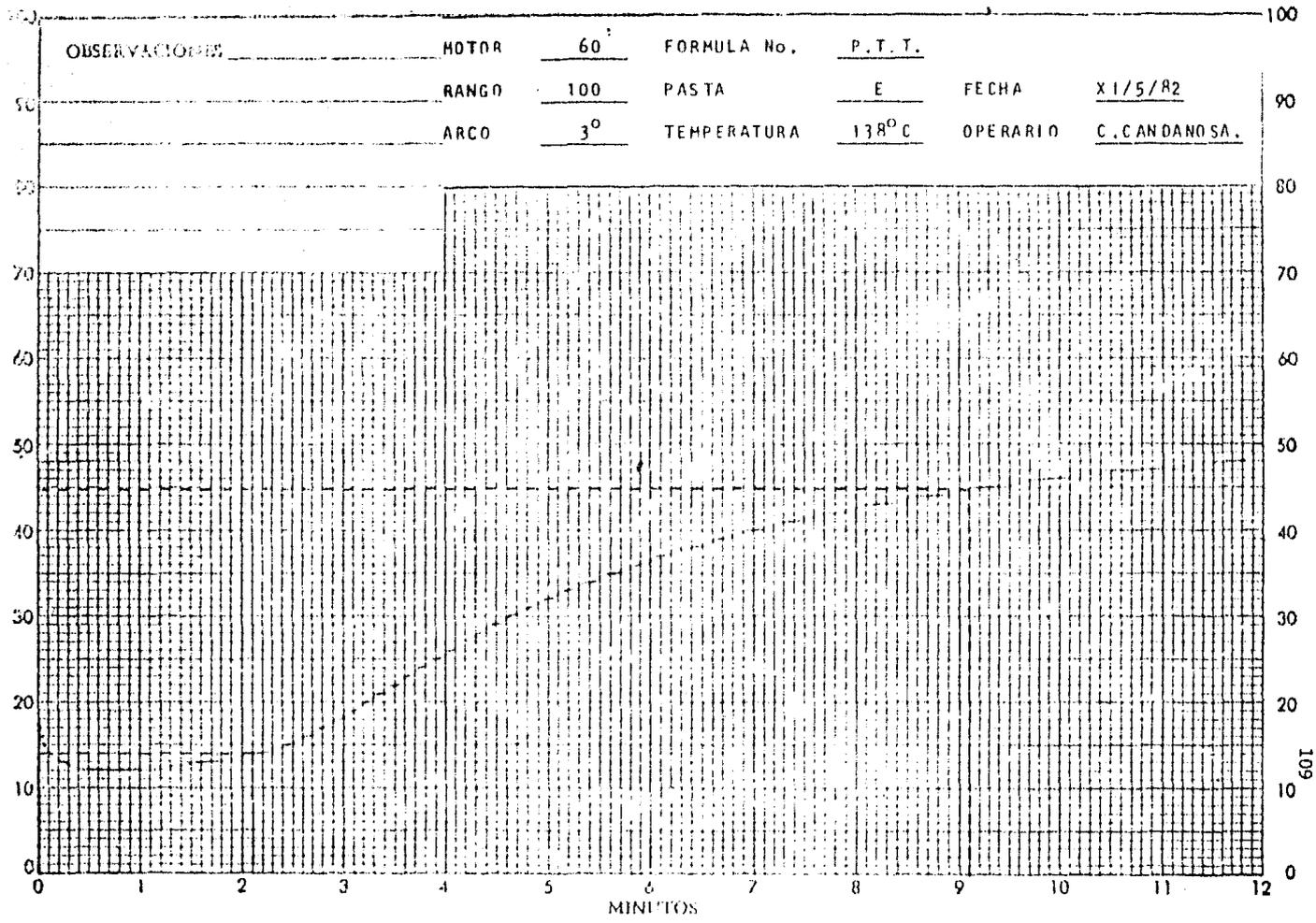
OBSERVACIONES _____	MOTOR	<u>6'</u>	FORMULA No.	<u>P.T.T.</u>	
_____	RANGO	<u>100</u>	PASTA	<u>C</u>	FECHA <u>XI/5/82</u>
_____	ARCO	<u>3°</u>	TEMPERATURA	<u>191°C</u>	OPERARIO <u>C. CANDANOSA.</u>



MINUTOS

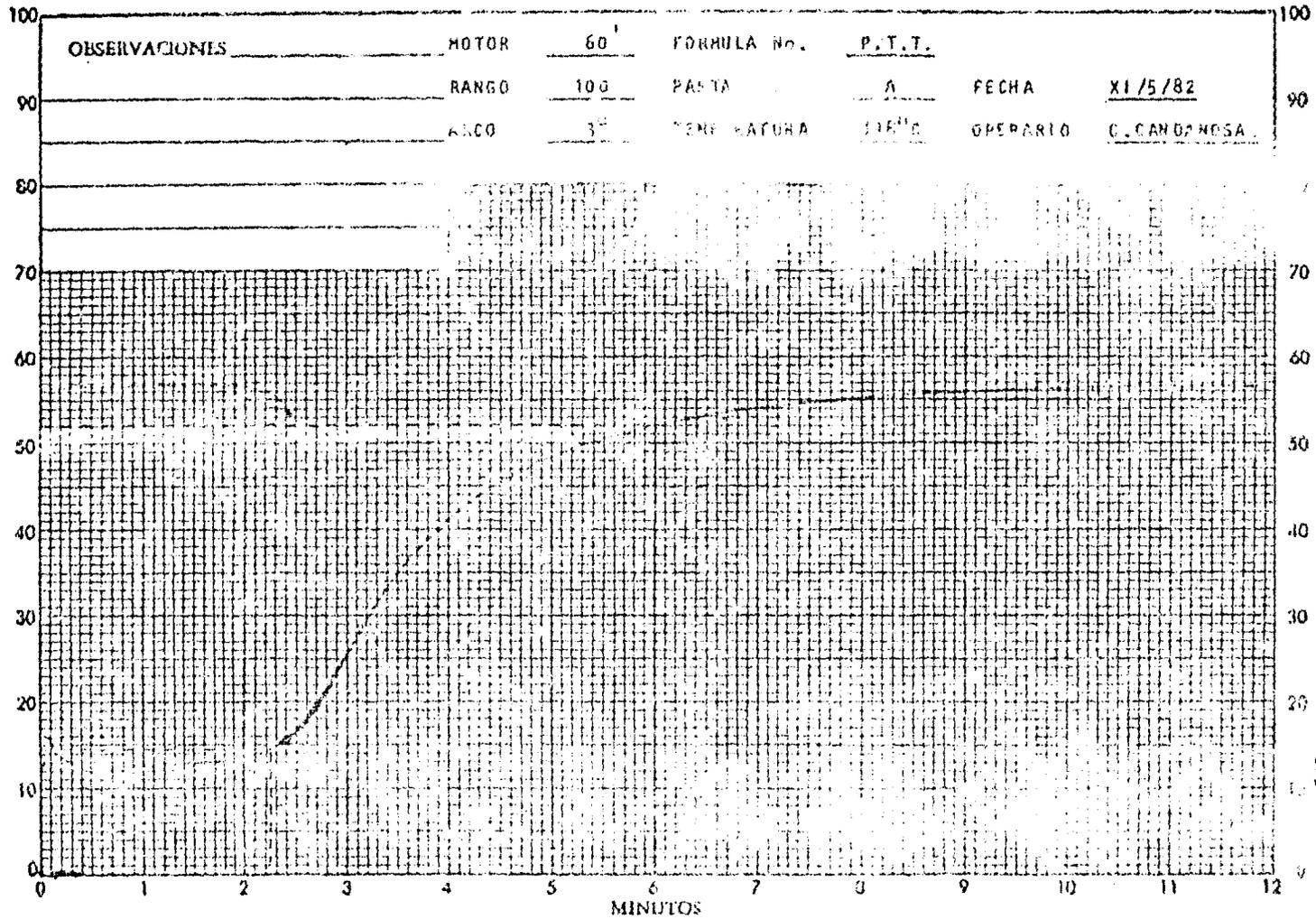


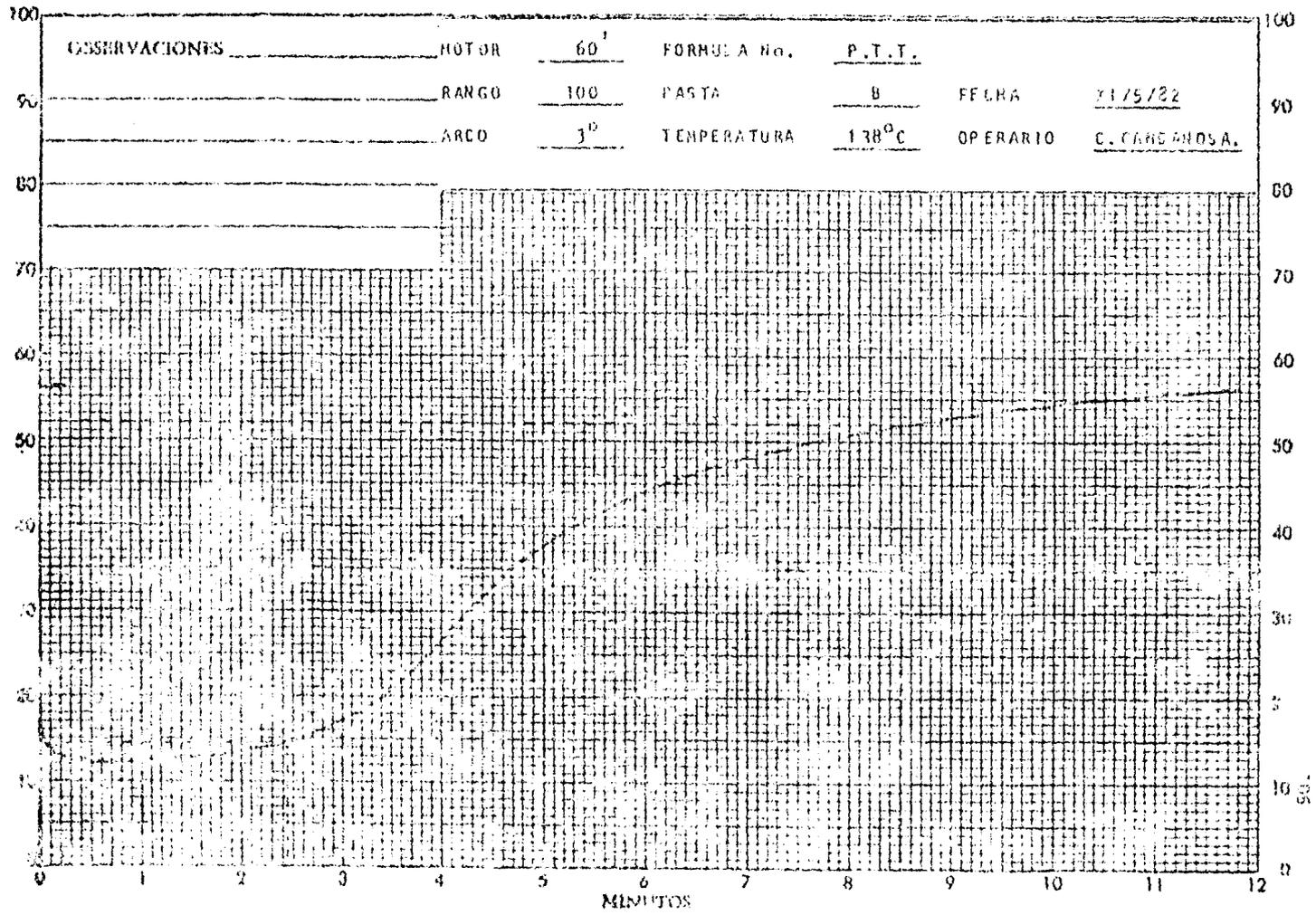




MINUTOS

REPORTE REOMETRICO		C O M P U E S T O				
METODO DE PRUEBA: ASTM D-2084						
TIPO DE MATERIAL: P.T.T.		A	B	C	D	E
FECHA		XI/5/82				
ARCO, GRADOS	1.50					
TEMPERATURA, °C	138.00					
RANGO	100.00					
FRECUENCIA, C.P.M.	100.00					
MOTOR, MIN	60.00					
PRECALENTAMIENTO, MIN	0.00					
PRESION EN LA CAVIDAD, PSI	600.00					
TORQUE MINIMO, lb . in		12.50	12.50	12.00	12.00	12.00
TORQUE INICIAL, lb . in		16.50	17.00	17.00	17.50	17.50
TORQUE MAXIMO, lb . in		56.50	56.50	60.50	61.50	48.50
TORQUE 90%, lb . in		52.10	52.10	55.65	56.55	44.85
TORQUE 98% REVERSION, lb . in		- -	- -	- -	- -	- -
TIEMPO SCORCH MINIMO + 2 MIN		11.25	12.25	12.00	10.50	10.50
TIEMPO@ 90%, MIN		30.00	42.50	29.25	29.50	45.50
INDICE DE CURADO		5.33	3.31	5.80	5.26	2.86





OBSERVACIONES

MOTOR

60'

FORMULA No.

P.T.T.

RANGO

100

PASTA

B

FECHA

21/5/82

ARCO

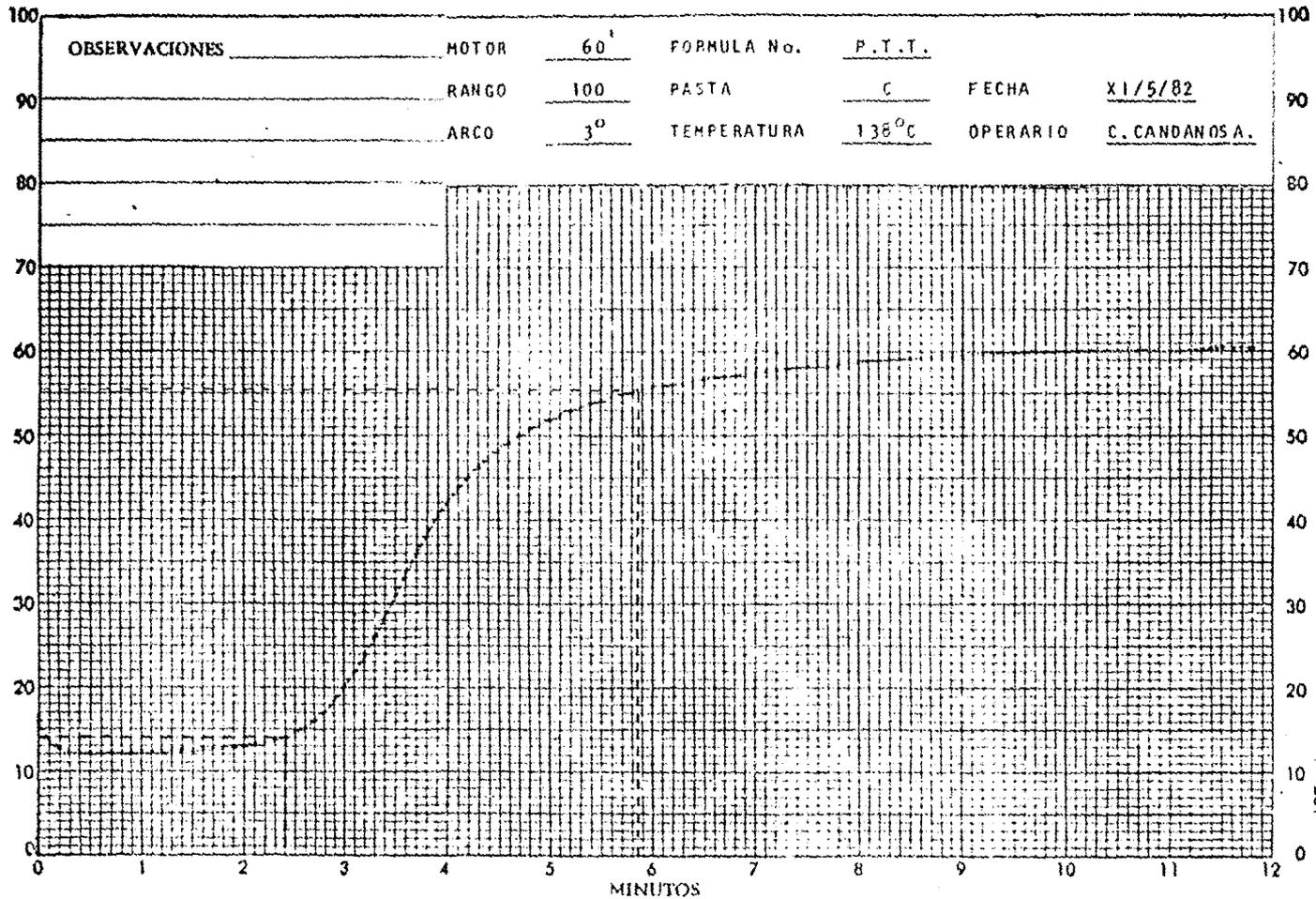
3¹⁰

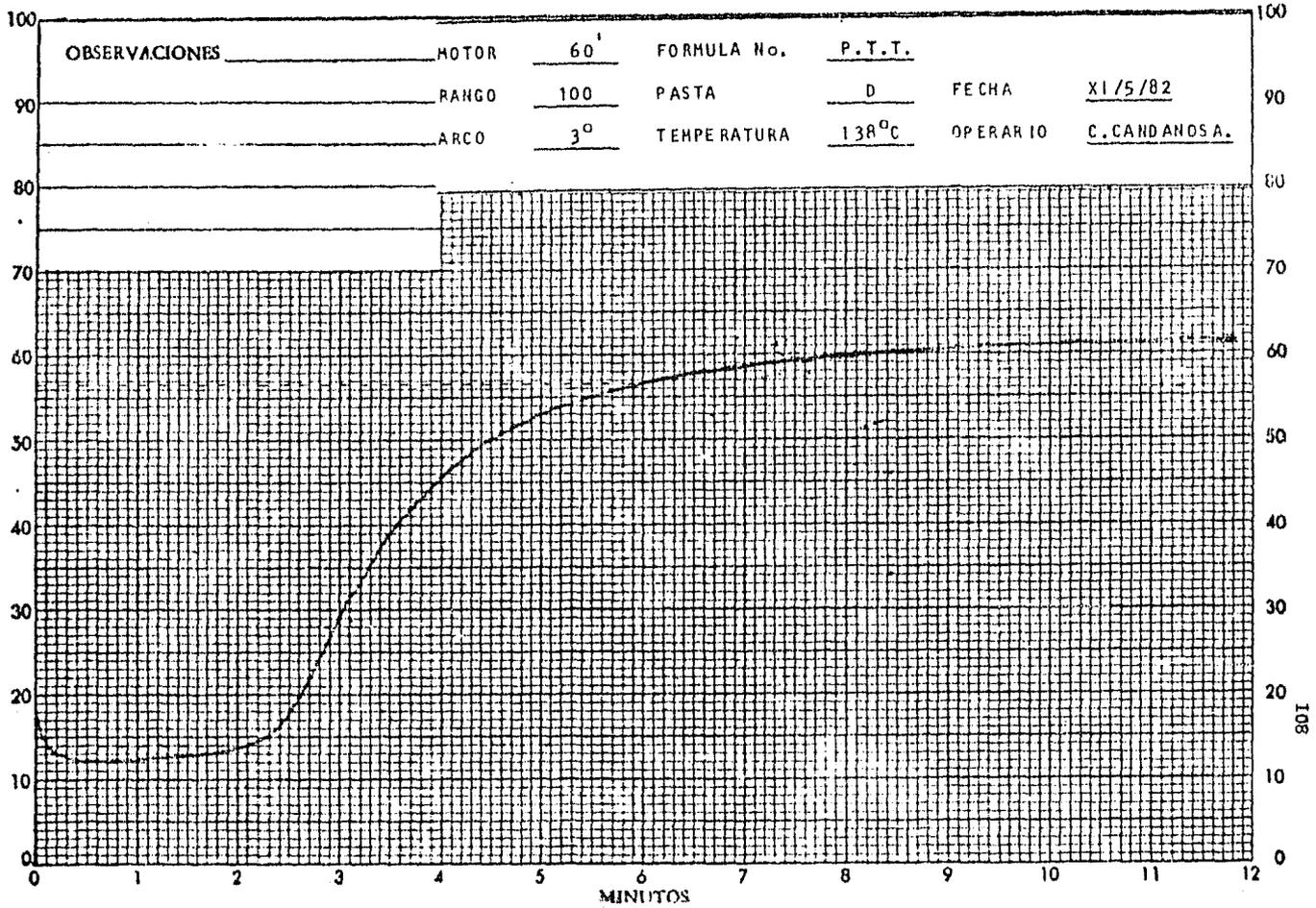
TEMPERATURA

138°C

OPERARIO

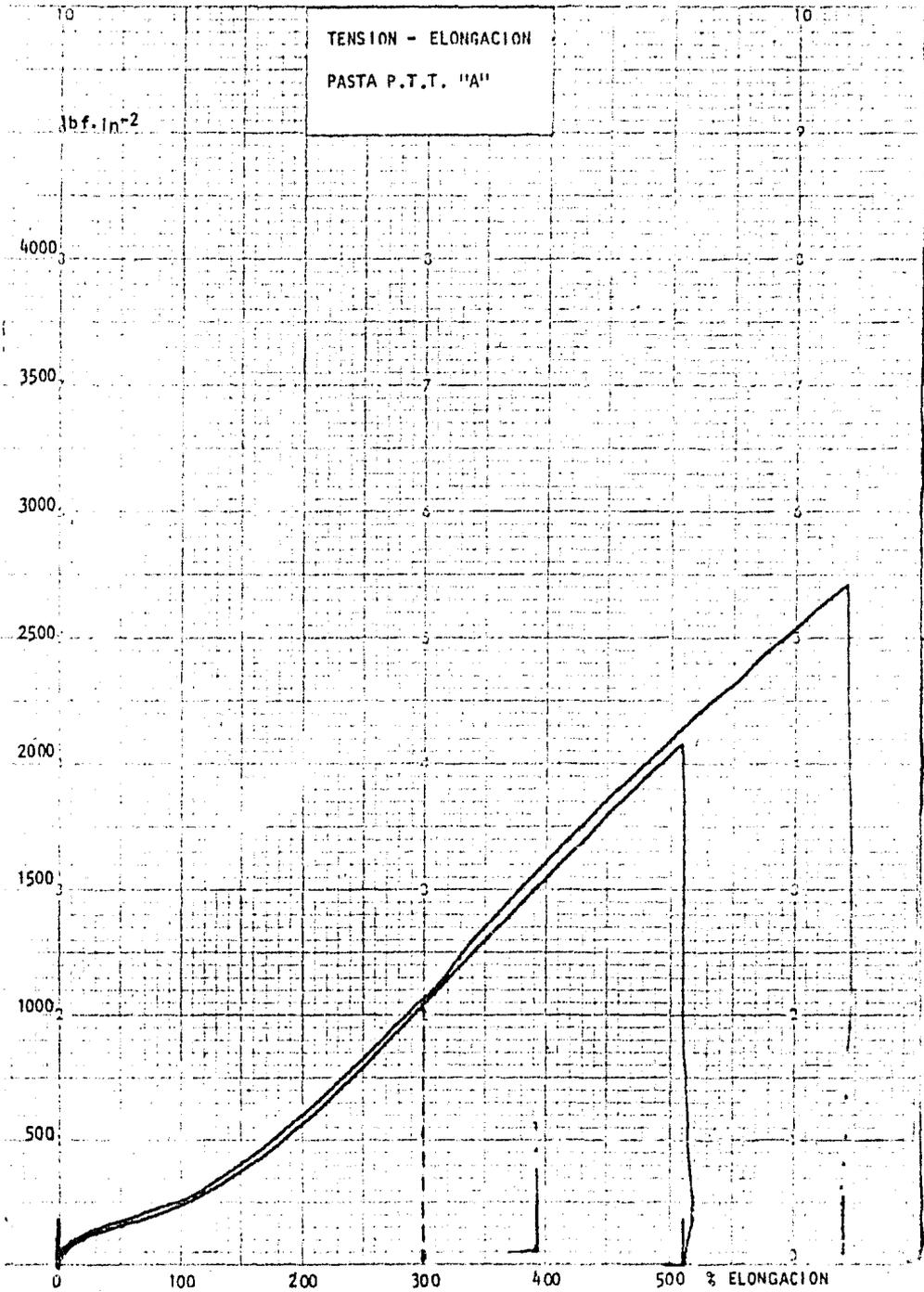
C. CARDANOSA.

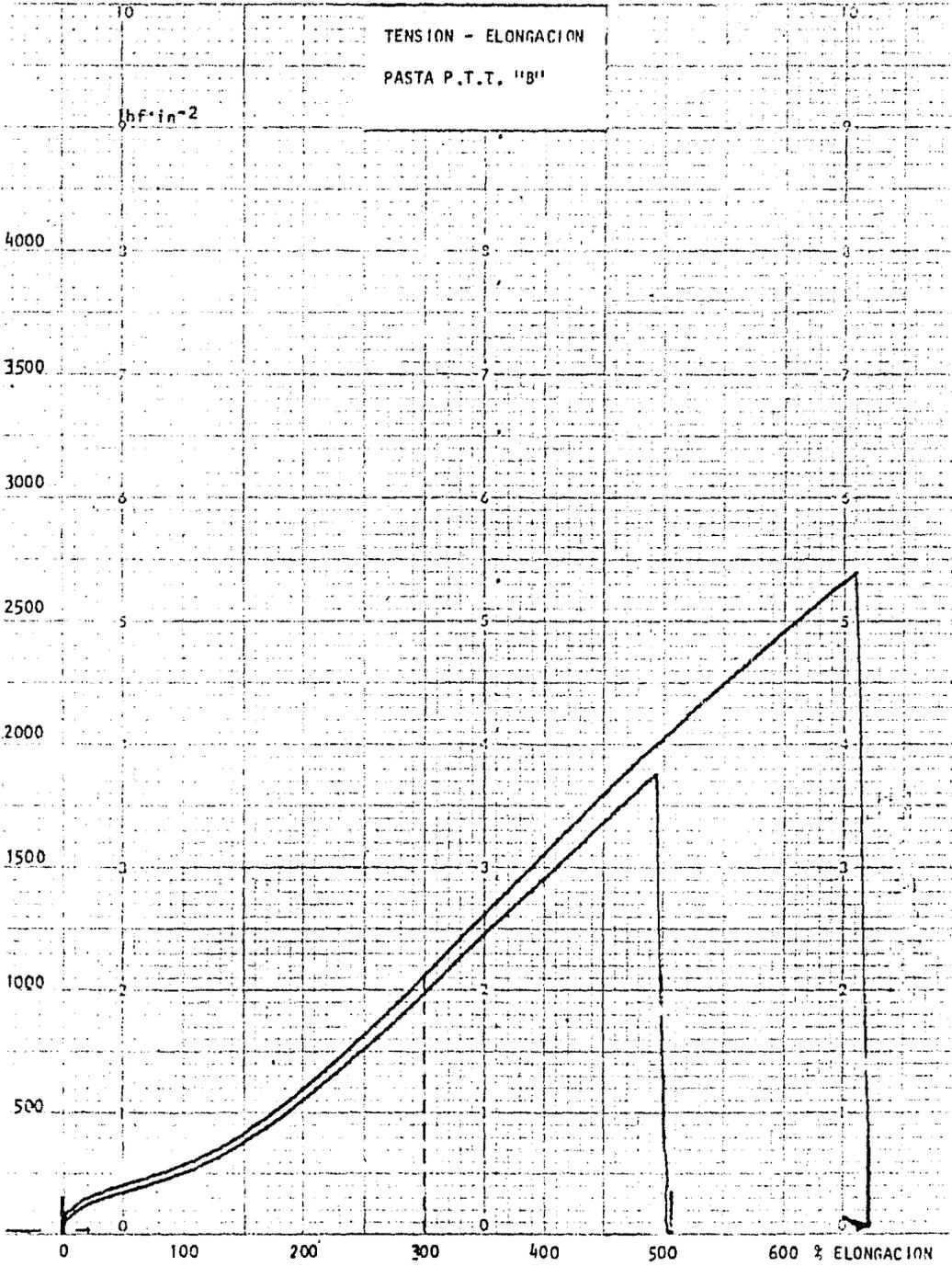


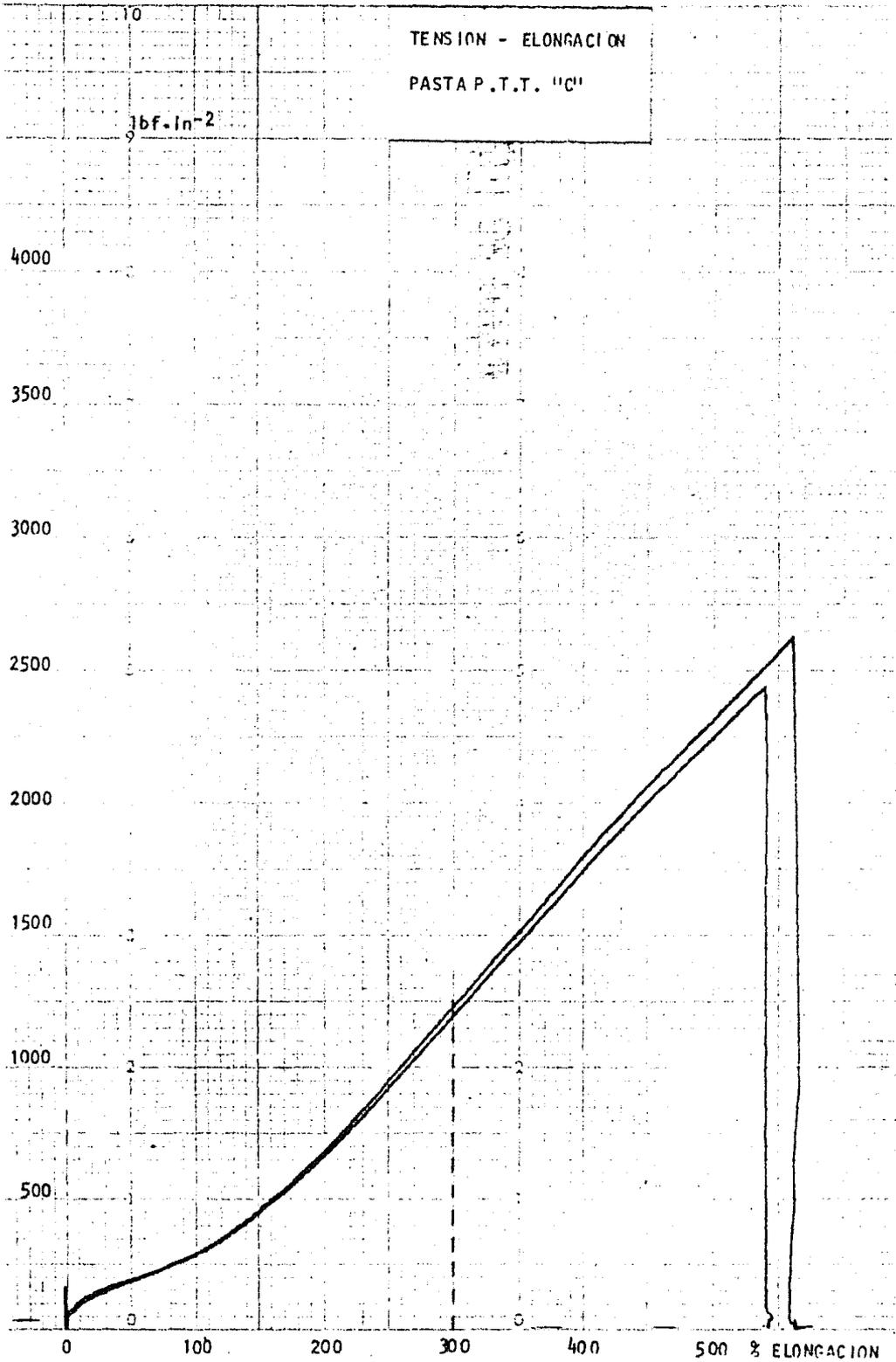


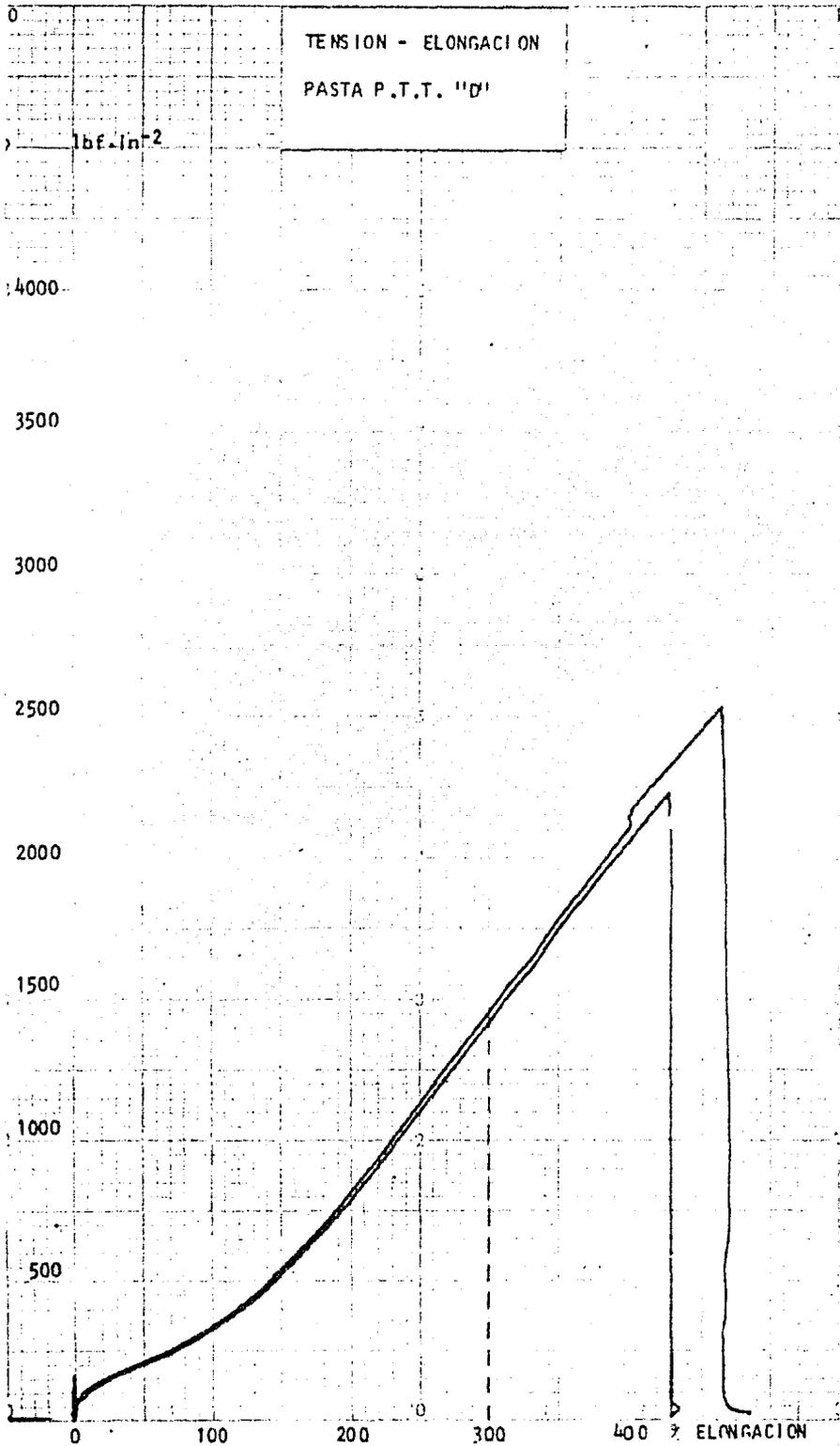
REPORTE DE TENSION-ELONGACION

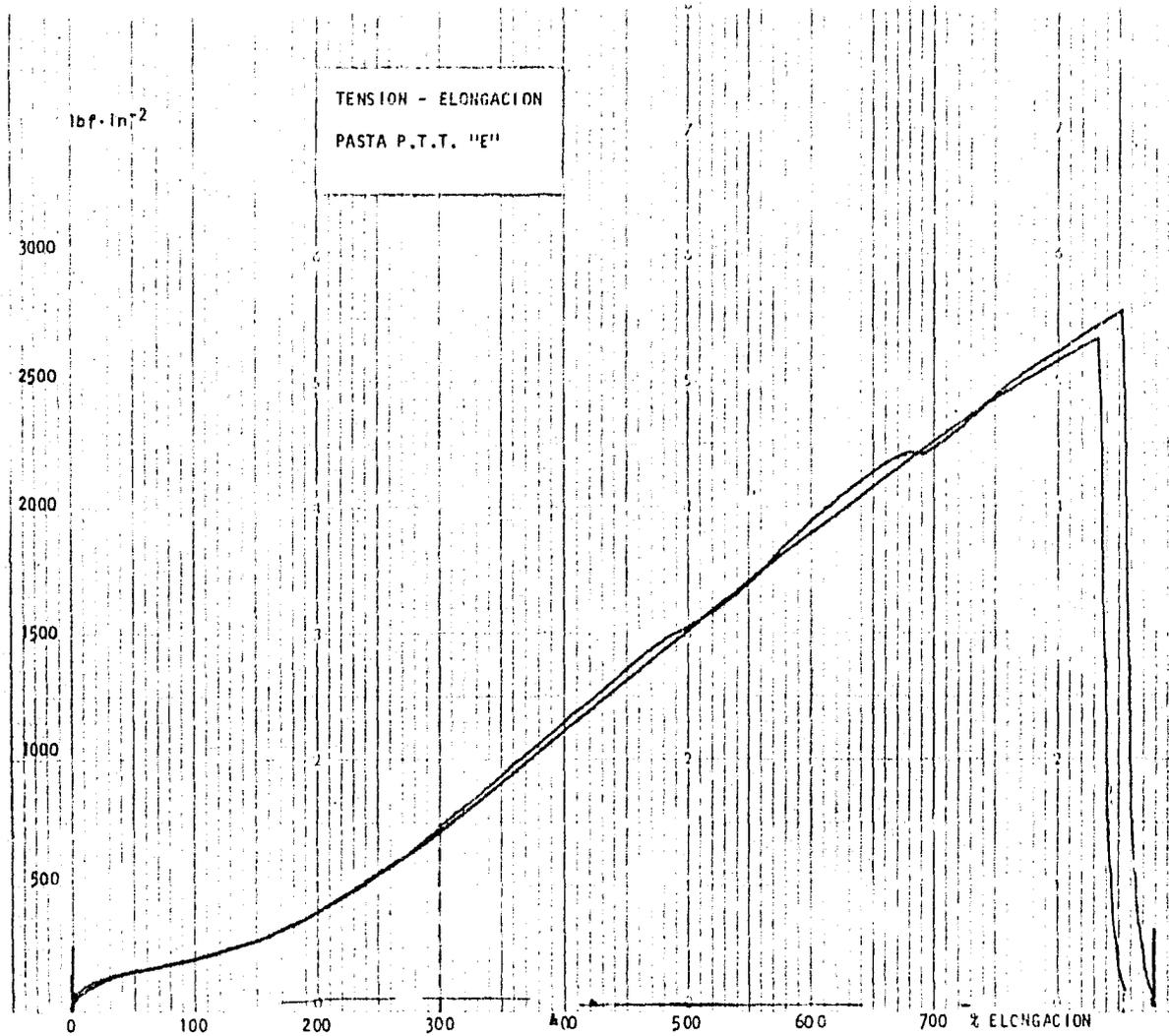
METODO DE PRUEBA: ASTM D-412		C O M P U E S T O				
TIPO DE MATERIAL: P.T.T.		A	B	C	D	E
FECHA	XI/6/82					
CONDICIONES DE CURADO						
TEMPERATURA °C	161.00					
PRESION SOBRE EL AREA DEL PLATO, TONS	40.00					
CICLO, MIN	15.00					
MOLDE: ASTM D-15	FIG.1					
TIPO DE MAQUINA:						
TENSOMETRO CON EXTENSOMETRO						
RANGO: 0.00 - 5000.00						
VELOCIDAD DE CRUZETA, IN . MIN ⁻¹	20.00					
TIPO DE SUAJE: DADO "C"						
TENSION A LA RUPTURA, lb . in ⁻²	2700.00	2700.00	2625.00	2525.00	2775.00	
ULTIMA ELONGACION, %	640.00	660.00	560.00	465.00	850.00	
MODULO AL 300%, lb . in ⁻²	1050.00	1050.00	1250.00	1450.00	725.00	











REPORTE DE TENSION

METODO DE PRUEBA: ASTM D-412	C	O	M	P	U	E	S	T	O
TIPO DE MATERIAL: P.T.T.	A	B	C	D	E				
FECHA	XI/6/82								
CONDICIONES DE CURADO									
TEMPERATURA °C	179 . 00								
PRESION SOBRE EL AREA DEL PLATO, TONS.	40 . 00								
CICLO, MIN.	5 . 75								
MOLDE: ASTM D-412	FIG.2								
TIPO DE MAQUINA:									
DINAMOMETRO									
TENSION AL 300%, kg . cm ⁻²	22 . 60	24 . 40	25 . 20	27 . 00	19 . 40				

REPORTE DE DUREZA SHORE A

METODO DE PRUEBA: ASTM D-2240

TIPO DE MATERIAL: P.T.T.

C O M P U E S T O

FECHA

XI/6/82

A

B

C

D

E

CONDICIONES DE CURADO

TEMPERATURA °C 161 . 00

PRESION SOBRE EL AREA DEL PLATO, TONS. 40 . 00

CICLO, MIN 15 . 00

TEMPERATURA DE PRUEBA, °C 23 . 00

TIPO DE DUROMETRO: SHORE A -2

NUMERO DE ESPECIMENES PROBADOS EN CADA CASO 5 . 00

INTERVALO DE TIEMPO A LA TOMA DE LA LECTURA, seg. 1 . 00

DUREZA PROMEDIO, GDOS. SHORE

A/63/1

A/61/1

A/64/1

A/65/1

A/60/1

REPORTE DE RESISTENCIA AL DESGARRE

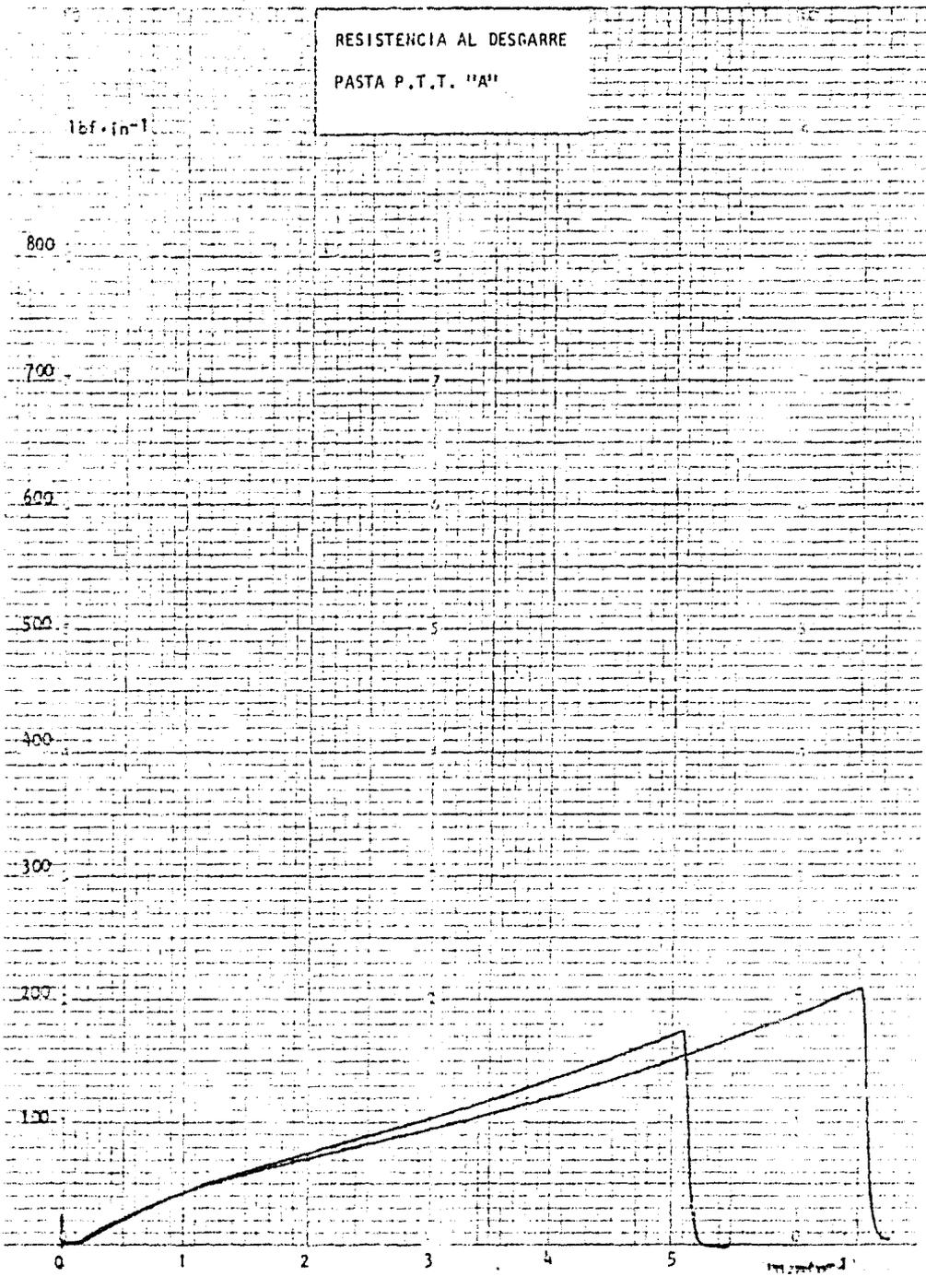
METODO DE PRUEBA: ASTM D-624		C O M P U E S T O				
TIPO DE MATERIAL: P.T.T.		A	B	C	D	E
FECHA	XI/6/82					
CONDICIONES DE CURADO						
TEMPERATURA °C	161 . 00					
PRESION SOBRE EL AREA DEL PLATO, TONS.	40 . 00					
CICLO, MIN.	15 . 00					
MOLDE: ASTM D-15	FIG. 1					
TIPO DE MAQUINA:						
TENSOMETRO CON EXTENSOMETRO						
RANGO: 0.00 - 1000.00						
VELOCIDAD DE CRUZETA, IN . MIN ⁻¹	20 00					
TIPO DE SUAJE: ASTM D-624	DADO "C"					
ESPEJOR PROMEDIO, MM		1 . 92	1 . 89	1 . 68	1 . 63	1 . 79
ESPEJOR PROMEDIO, in		0 . 08	0 . 07	0 . 07	0 . 06	0 . 07
RESISTENCIA AL DESGARRE, lb . in ⁻¹		210 . 00	185 . 00	265 . 00	165 . 00	195 . 00

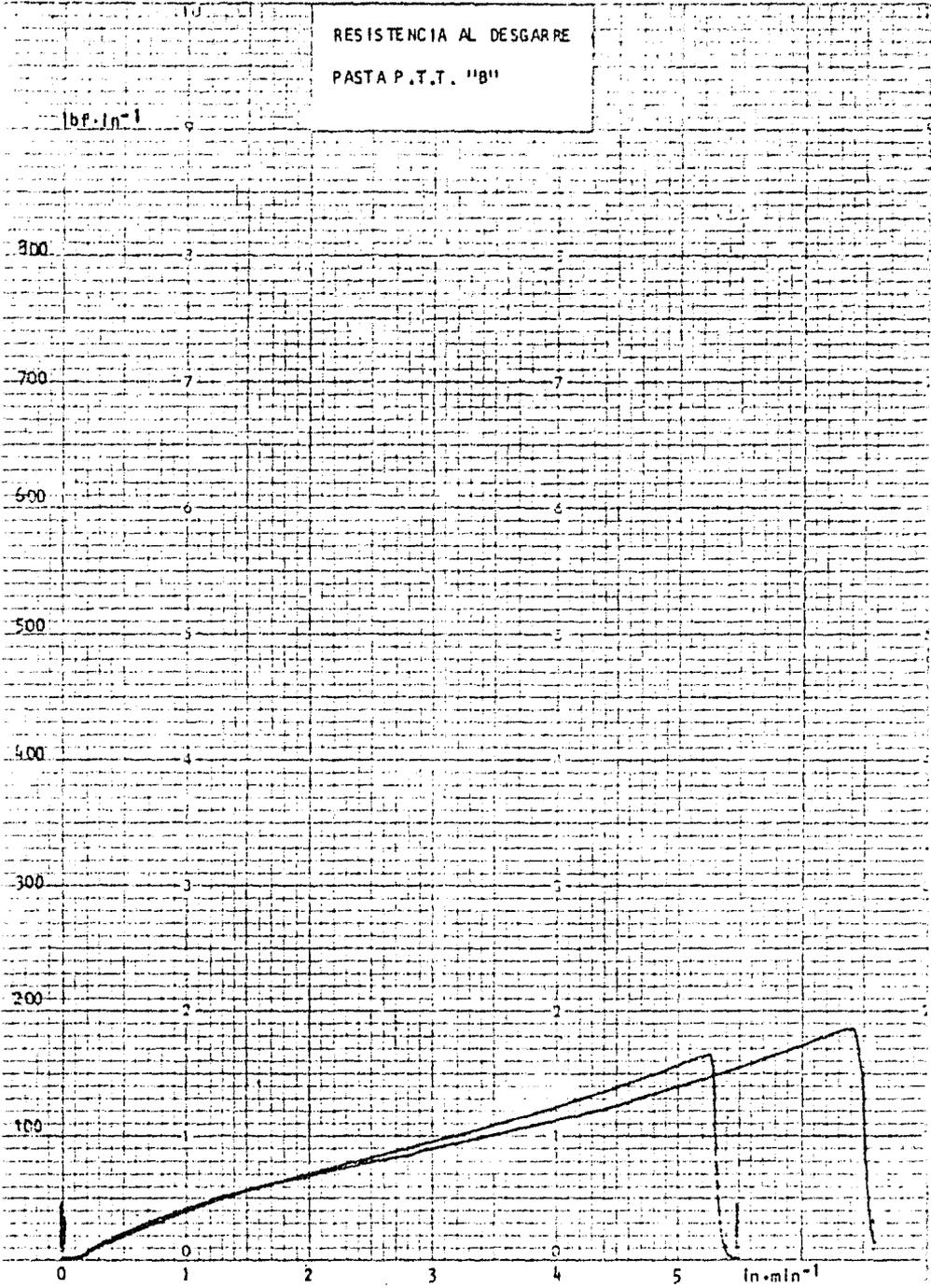
RESISTENCIA AL DESGARRE
PASTA P.T.T. "A"

lb·in⁻¹

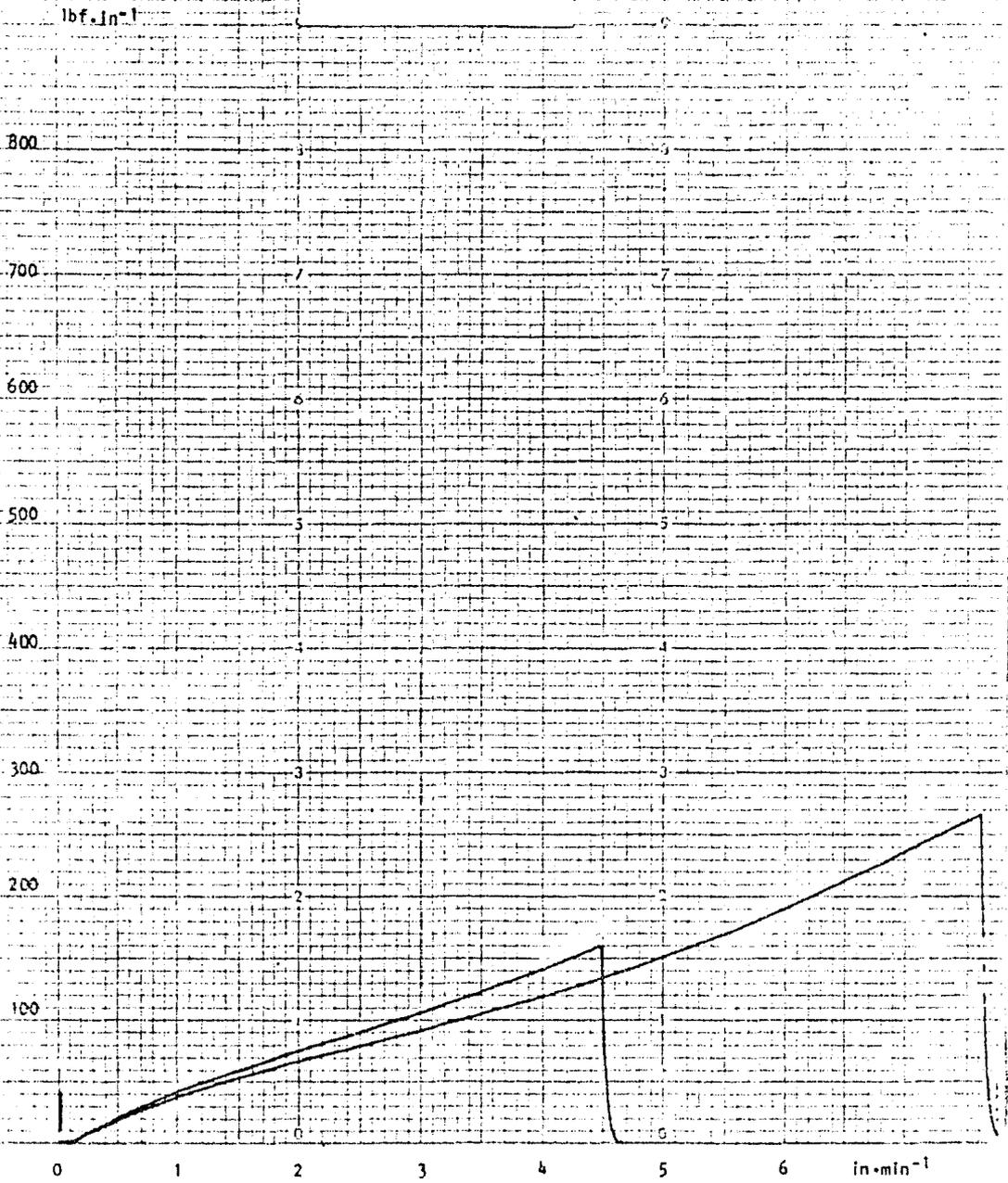
800
700
600
500
400
300
200
100

0 1 2 3 4 5





RESISTENCIA AL DESGARRE
PASTA P.T.T. "C"



RESISTENCIA AL DESGAPRE

PASTA P.T.T. "D"

lbf. [n⁻¹]

800

700

600

500

400

300

200

100

0

1

2

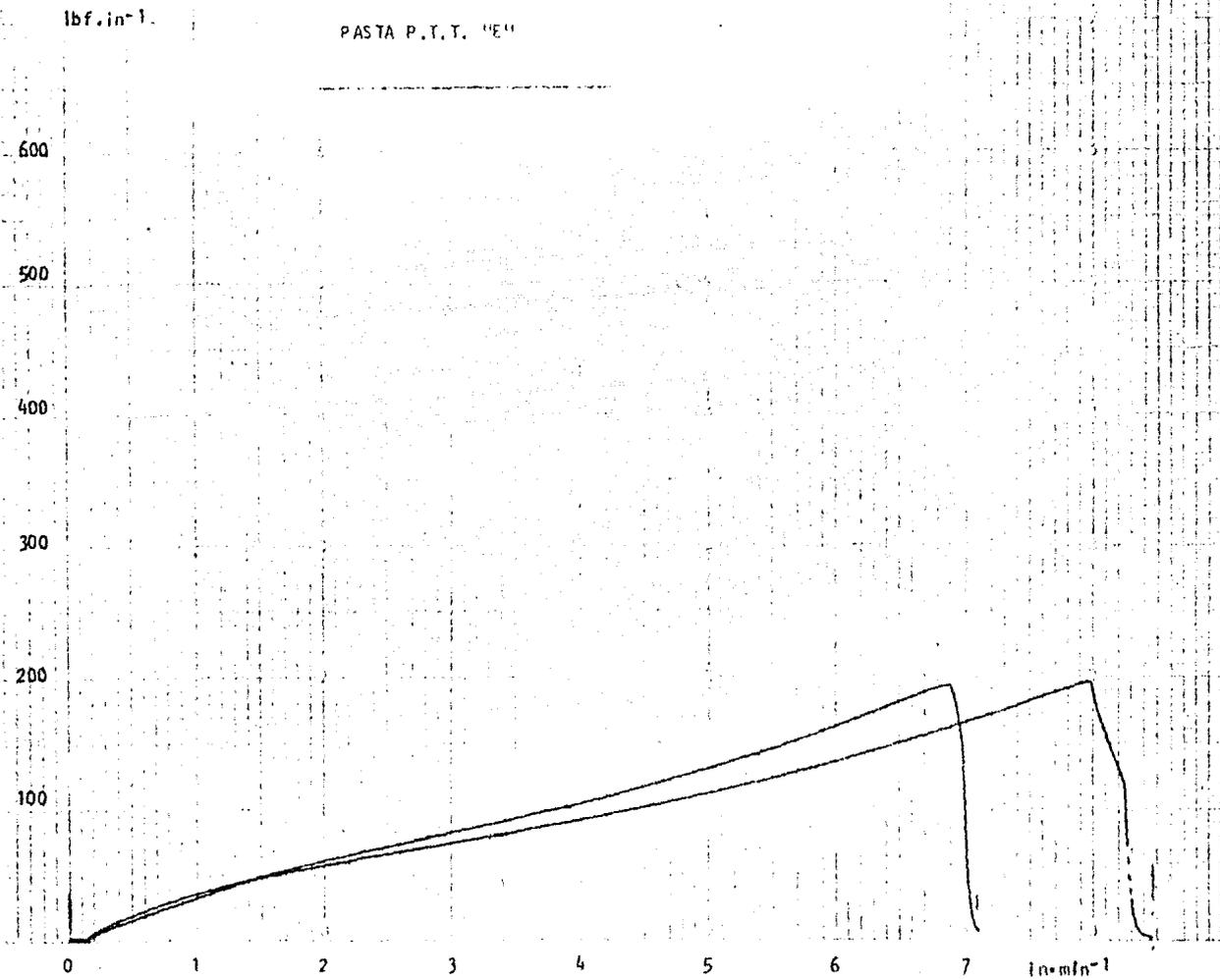
3

4

in·min⁻¹

RESISTENCIA AL DESGARRE

PASTA P.T.T. "E"



REPORTE DE ABRASION PICO

METODO DE PRUEBA: ASTM D-2228		C O M P U E S T O				
TIPO DE MATERIAL: P.T.T.		A	B	C	D	E
FECHA	XI/7/82					
CONDICIONES DE CURADO						
TEMPERATURA °C	160. 00					
PRESION SOBRE EL AREA DEL PLATO, TONS.	10. 00					
CICLO, MIN.	15. 00					
CONDICIONES DE PRUEBA						
PESO ESTANDAR, Kg	4. 50					
VELOCIDAD, r.p.m.	60. 00					
GRAVEDAD ESPECIFICA		1 . 1352	1 . 1368	1 . 1365	1 . 1357	1 . 1361
PESO INICIAL, gr		12 . 8555	12 . 3545	12 . 9555	12 . 7728	12 . 3179
PESO FINAL, gr		12 . 8307	12 . 3294	12 . 9300	12 . 7494	12 . 2908
PERDIDA DE PESO, gr		0 . 0248	0 . 0251	0 . 0255	0 . 0234	0 . 0271
PERDIDA DE VOLUMEN, cm ³		0 . 0218	0 . 0221	0 . 0224	0 . 0206	0 . 0239
INDICE DE ABRASION (inciso 11.3)		117 . 39	115 . 80	114 . 25	124 . 23	107 . 08

REPORTE DE RESILIENCIA

METODO DE PRUEBA: ASIM D-1054		C O M P U E S T O				
TIPO DE MATERIAL: P.T.T.		A	B	C	D	E
FECHA	XI/7/82					
CONDICIONES DE CURADO						
TEMPERATURA °C	160.00					
PRESION SOBRE EL AREA DEL PLATO, TONS.	10.00					
CICLO, MIN	15.00					
TEMPERATURA DE PRUEBA °C	23.00					
NUMERO DE LECTURAS EN CADA CASO	8.00					
RESILIENCIA PROMEDIO		30.75	30.19	30.75	28.88	29.13

REPORTE DE GRAVEDAD ESPECIFICA

METODO DE PRUEBA: ASTM D-297		C O M P U E S T O				
TIPO DE MATERIAL: P.T.T.		A	B	C	D	E
FECHA	XI/7/82					
CONDICIONES DE CURADO						
TEMPERATURA, °C	160.00					
PRESION SOBRE EL AREA DEL PLATO, TONS.	10.00					
CICLO, MIN.	15.00					
TEMPERATURA DE PRUEBA, °C	23.00					
PESO EN AIRE, gr		0.5021	0.5076	0.5578	0.5824	0.5543
PESO EN AGUA, gr		0.0598	0.0606	0.0670	0.0696	0.0664
GRAVEDAD ESPECIFICA		1.1352	1.1368	1.1365	1.1357	1.1361

REPORTE DE GRADO DE DISPERSION

METODO DE PRUEBA: ASTM D-2663		C O M P U E S T O				
TIPO DE MATERIAL: P.T.T.		A	B	C	D	E
FECHA	XI/8/82					
AUMENTO DE MICROGRAFIAS	20 X					
GRADO DE DISPERSION		B 2	C 2	B 2	C 3	D 4
GRADO VISUAL DE DISPERSION		5 . 00	4 . 00	4 . 00	4 . 00	3 . 00
FORMULACION:						
CANTIDAD NEGRO N-330, %		34 . 05	33 . 88	33 . 86	33 . 97	34 . 08
CANTIDAD MEZCLA SBR-BR, %		43 . 44	43 . 22	43 . 20	43 . 33	43 . 47
CANTIDAD ACEITES EXTENDEDORES, %		16 . 73	16 . 64	16 . 63	16 . 68	16 . 74
PROCEDIMIENTO DE MEZCLADO Y TIPO DE EQUIPO		*	*	*	*	*

* DE ACUERDO A LO ESPECIFICADO EN EL METODO ASTM D-3182-73

GRADO DE DISPERSION DE LOS MATERIALES P.T.T.

MUESTRAS

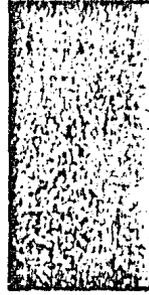
"A"



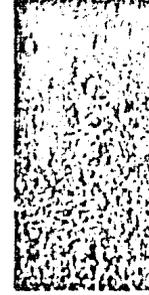
"B"



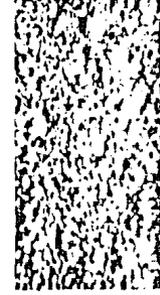
"C"



"D"



"E"



GRADO

B-2

C-2

B-2

C-3

D-4

INDICE
ABRASION

117.39

115.80

114.25

124.23

107.08

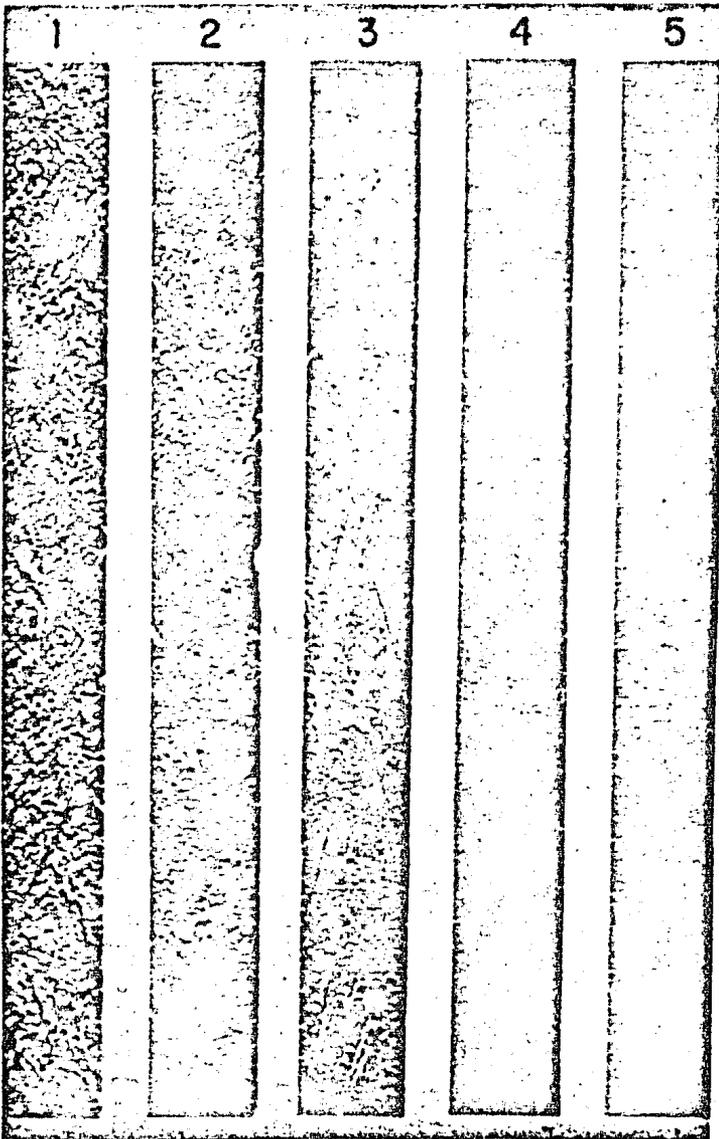


FIG. 1 Carbon Black Dispersion Standards—Visual Analysis of Torn Vulcanizates.

TABLE 1 Ranges of Dispersion Ratings

Range	A	B	C	D	E	F	G	H
Range boundaries, percent	100 to 98.6	98.6 to 96.0	96.0 to 91.8	91.8 to 84.4	84.4 to 71.6	71.6 to 48.4	48.4 to 0	(0)
Average rating, percent	99.3	97.3	93.9	88.1	78.0	60.0	30.0	(0)
Range width, percent	1.4	2.6	4.2	7.4	12.8	23.2	48.4	(0)

TABLE 2 Categories of Agglomerate Size

Category	1	2	3	4	5	6
Average area, 10- μ m squares	2.8	8.4	25.3	76	228	684
Average diameter, μ m	19	33	57	98	170	295
Boundaries, 10- μ m squares	0.5 to 4.9	4.9 to 14.7	14.7 to 43.9	43.9 to 128.4	128.4 to 395.5	395.5 to ∞

REPORTE DE RESISTENCIA AL OZONO

METODO DE PRUEBA: ASTM D-1149		C	O	M	P	U	E	S	T	O
TIPO DE MATERIAL: P.T.T.		A	B	C	D	E				
FECHA	XI/8/82									
CONCENTRACION DE OZONO, ppm	50 ± 5									
TEMPERATURA DE BULBO SECO °C	25 . 00									
TEMPERATURA DE BUBO HUMEDO °C	20 . 00									
HUMEDAD RELATIVA, %	65 . 00									
TIEMPO DE PRUEBA, HR.	70 . 00									
METODO DE MONTAJE DE LOS ESPECIMENES		*	*	*	*	*	*	*	*	*
GRADO DE AGRIETAMIENTO POR OZONO		4,00	3,00	4,00	3,00	2,00				

* DE ACUERDO A LO ESPECIFICADO EN EL METODO ASTM D-518-61 PROCEDIMIENTO "B"

GRADO DE RESISTENCIA AL AGRIETAMIENTO POR OZONO DE LOS MATERIALES P.T.T.

MUESTRAS



GRADO DE
AGRIETAMIENTO

4

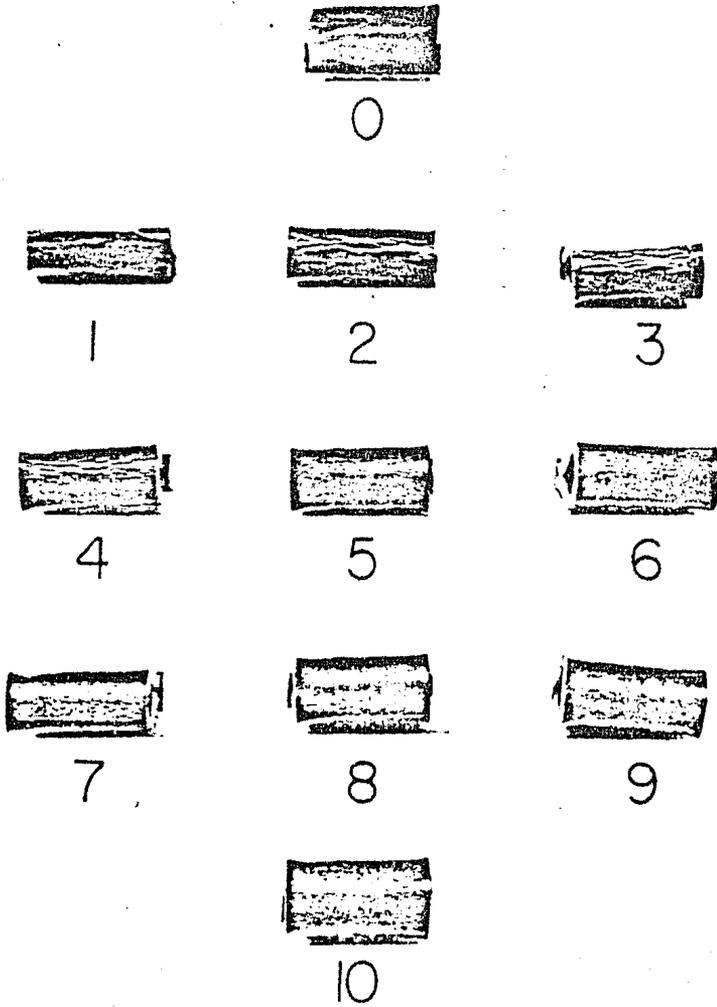
3

4

3

2

STANDARDS OF COMPARISON



Degree of Cracking

REPORTE DE FATIGA POR COMPRESION

METODO DE PRUEBA: ASTM D-623 - 67
FLEXOMETRO GOODRICH

C O M P U E S T O

TIPO DE MATERIAL: P.T.T.

A B C D E

FECHA XI/ 10/82

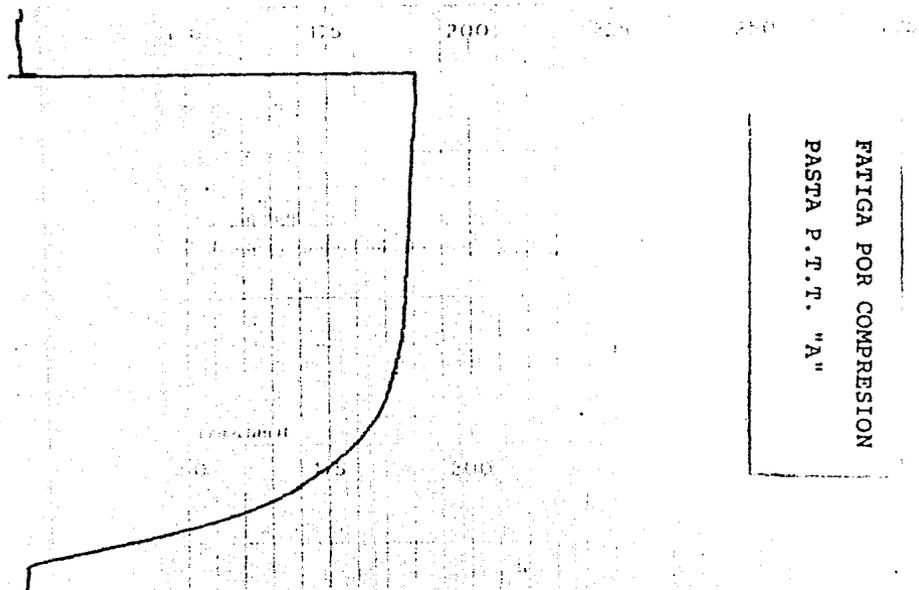
TEMPERATURA AMBIENTE, °C	21 . 00				
TEMPERATURA BASE DEL TERMOCOPLE , °F	121 . 00				
EXCENTRICO, in	0 . 175				
CARGA ESTATICA, lb.	55 . 00				
TIEMPO DE PRUEBA, hr.	3 . 33	3 . 33	3 . 33	3 . 33	3 . 00
TEMPERATURA DEL HORNO, °F	122 . 00				
LONGITUD INICIAL DEL ESPECIMEN, in	0 . 994	0 . 991	0 . 997	1 . 003	1 . 000
COMPRESION ESTATICA, %	5 . 53	14 . 05	5 . 34	7 . 82	13 . 07
COMPRESION DINAMICA INICIAL, in	0 . 233	0 . 270	0 . 219	0 . 206	0 . 315
COMPRESION DINAMICA FINAL, in	0 . 253	0 . 320	0 . 238	0 . 227	0 . 413
INCREMENTO DE TEMPERATURA, °F	69 . 50	77 . 00	61 . 50	59 . 00	102 . 50
LONGITUD FINAL DEL ESPECIMEN, in	0 . 911	0 . 820	0 . 923	0 . 927	0 . 664
DEFORMACION PERMANENTE, %	8 . 35	17 . 26	7 . 42	7 . 58	34 . 00
DUREZA SHORE A, GDOS. SHORE	A/63/1	A/61/1	A/64/1	A/65/1	A/60/1

4 AM

3 AM

2 AM

1 AM



FATIGA POR COMPRESION
PASTA P.T.T. "A"

2 PM

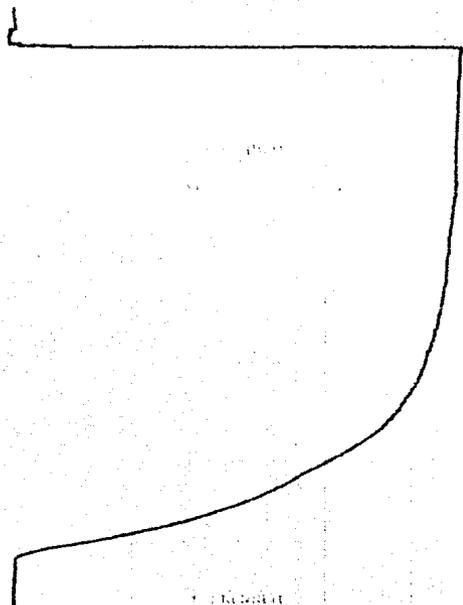
1 PM

8 AM

7 AM

6 AM

5 AM



FATIGA POR COMPRESION
PASTA P.T.T. "B"

4 PM

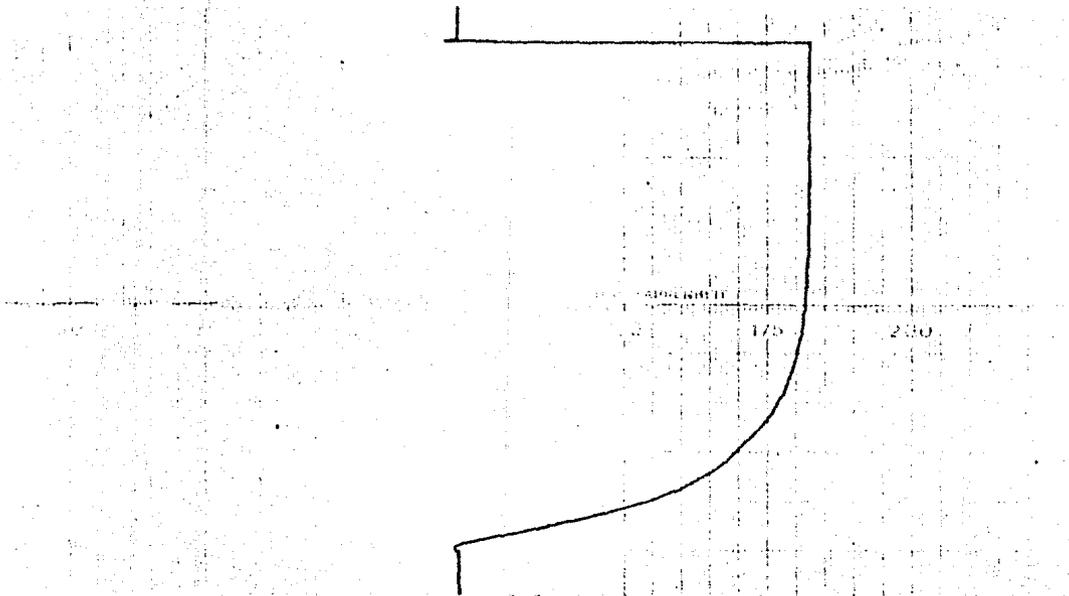
3 PM

12 D

11 AM

10 AM

9 AM



FATIGA POR COMPRESION
PASTA P.F.T. "C"

6 PM

5 PM

8 PM

7 PM

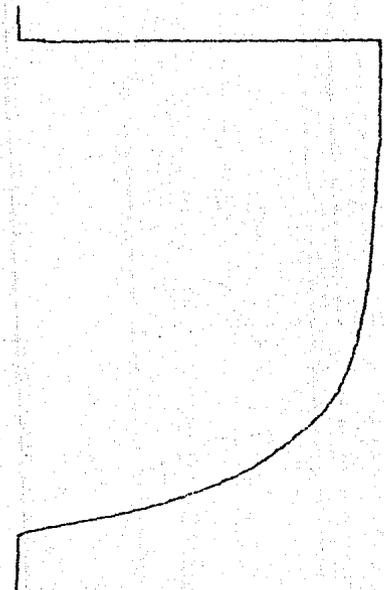
FATIGA POR COMPRESION
PASTA P.T.T. "D"

4 PM

3 PM

2 PM

1 PM

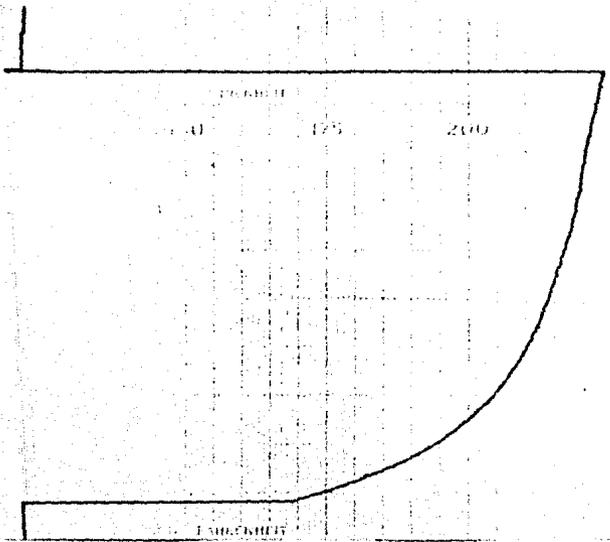


8 PM

7 PM

6 PM

5 PM



FATIGA POR COMPRESION
PASTA P.T.T. "E"

10 PM

9 PM

TABLA 5.2
RESUMEN DE RESULTADOS DE LABORATORIO

A.S.T.M.	COMPUESTO	A	B	C	D	E
	S.B.R. 1712	110.00	110.00	110.00	110.00	110.00
	B.R.	20.00	20.00	20.00	20.00	20.00
	ACEITE AROMATICO LIBRE	7.50	7.50	7.50	7.50	7.50
	ACIDO SULFORADO	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
	N-330	78.39	78.39	78.39	78.39	78.39
	ACIDO ESTEARICO	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00
	OXIDO DE ZINC	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00
	ANTIOXIDANTE	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
	ANTIOZORANTE	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
	CERA MICROCRISTALINA	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00
	AZUFRE INSOLUBLE	1.80	2.50	2.00	2.40	2.45
	N.O.B. 2,5	1.50	0.90	1.50	1.50	0.50
	D.D.B.	-	0.10	-	-	-
	N.D.A.	-	1.00	1.00	-	-
	M.T.T.	-	-	0.10	-	-
	D.P.G.	-	-	-	-	0.20
	P.H.R. TOTALES	230.19	231.39	231.49	230.79	230.04
D-1646	CARACTERISTICAS DE CURADO					
	VISCOSIDAD MOONEY INICIAL	48.00	49.00	48.00	48.00	49.00
	VISCOSIDAD MOONEY MINIMA	36.00	36.00	35.00	36.00	37.00
	TIEMPO DE SCORCH MINIMO + 20 MIN.	11.50	12.75	12.17	10.50	11.17
	TIEMPO DE SCORCH MINIMO + 2 MIN.	9.17	9.17	9.50	8.00	7.50
	INDICE DE CURADO T ₁	2.33	3.58	2.67	2.50	3.67
D-2084	RHEOMETRIA (191°C)					
	TORQUE MINIMO, lb . in	8.50	8.50	8.50	8.50	9.00
	TORQUE INICIAL, lb . in	10.00	9.50	9.50	10.00	10.00
	TORQUE MAXIMO, lb . in	41.50	44.00	45.00	48.00	38.50
	TORQUE 90%, lb . in	38.20	40.45	41.35	44.05	35.55
	TORQUE 98% REVERSION, lb . in	40.84	43.29	44.27	47.21	37.91
	TIEMPO DE SCORCH MINIMO + 2 MIN.	1.20	1.25	1.35	1.20	1.25
	TIEMPO 90% MIN.	2.45	3.00	2.45	2.45	3.35
	INDICE DE CURADO	80.00	57.14	90.91	80.00	47.62
D-2084	RHEOMETRIA (138°C)					
	TORQUE MINIMO, lb . in	12.50	12.50	12.00	12.00	12.00
	TORQUE INICIAL, lb . in	16.50	17.00	17.00	17.50	17.50
	TORQUE MAXIMO, lb . in	56.50	56.50	60.50	61.50	48.50
	TORQUE 90%, lb . in	52.10	52.10	55.65	56.55	44.85
	TORQUE 98% REVERSION, lb . in	-	-	-	-	-
	TIEMPO DE SCORCH MINIMO + 2 MIN	11.25	12.25	12.00	10.50	10.50
	TIEMPO 90%, MIN	30.00	42.50	29.25	29.50	45.50
	INDICE DE CURADO	5.33	3.31	5.80	5.26	2.86
D-412	TENSION-ELONGACION					
	TENSION A LA RUPTURA, lb . in ⁻²	2700.00	2700.00	2625.00	2525.00	2775.00
	ULTIMA ELONGACION %	640.00	660.00	560.00	465.00	850.00
	MODULO AL 300%, lb . in ⁻²	1050.00	1050.00	1250.00	1450.00	725.00
D-412	TENSION (DINAMOMETRO)					
	TENSION AL 300%, kg . cm ⁻²	22.60	24.40	25.20	27.00	19.40
D-2240	DUREZA SHORE A	1/61/1	1/61/1	1/64/1	1/65/1	1/60/1
D-624	RESISTENCIA AL DESGARRE, lb . in ⁻¹	210.00	185.00	265.00	165.00	195.00
D-2228	ABRASION PICO					
	INDICE DE ABRASION	117.39	115.80	114.25	124.23	107.08
D-1054	RESILIENCIA	30.75	30.19	30.75	28.88	29.13
D-297	GRAVEDAD ESPECIFICA	1.1342	1.1368	1.1365	1.1357	1.1361
D-2663	GRUPO DE DISPERSION	B 2	C 2	B 2	C 3	D 4
D-1149	RESISTENCIA AL OZONO	4	3	4	3	2
D-623	FATIGA POR COMPRESION					
	COMPRESION ESTATICA, %	5.53	14.05	5.34	7.82	13.07
	COMPRESION DINAMICA INICIAL, in	0.233	0.270	0.219	0.206	0.315
	COMPRESION DINAMICA FINAL	0.253	0.320	0.238	0.227	0.413
	HISTERISIS, AT (°F)	69.50	77.00	61.50	59.00	102.50
	DEFORMACION POR COMPRESION, %	8.35	17.26	7.42	7.58	34.00

6. DISCUSION DE LOS RESULTADOS

Los compuestos de hule de piso, descritos en la sección anterior, fueron diseñados o "construidos" con materiales conocidos que modifican y mejoran sus características de manejo y aumentan sus propiedades como producto final. Se puede observar que los agentes vulcanizantes, participan en un porcentaje que va desde 1.37 hasta 1.99 y sin embargo son los que en realidad imparten y modifican dichas propiedades, pequeñas variaciones en las concentraciones alteran en gran medida las características de Scorch, Histerisis, desgarré, módulo, etc., para un mismo Master Batch Base.

Por consiguiente y en forma general, en el diseño de un compuesto de hule, se debe considerar que existen tantas variables como número de ingredientes y variaciones en las concentraciones de los mismos se tengan. Un factor indispensable para la selección del compuesto óptimo es el costo del producto, el cual deberá ser el razonable para poder mantener la producción y proporcionar al consumidor los mayores beneficios.

Los costos que a continuación se presentan, son calculados unicamente por los precios de las materias primas involucradas en cada compuesto, debido a que los costos de fabricación para las 5 formulaciones no se ven afectados por las alteraciones en los sistemas de vulcanización.

COSTO POR FORMULACION

CLAVE	FECHA	DENSIDAD CALCULADA			T E C N I C O	
P.T.T. A	XI/5/82	1.1378			C.CANDANOSA	
U S O	C O L O R	DENSIDAD REAL			DUREZA	
PISO PARA LLANTA DE AUTOMOVIL	NEGRO	1.1352			A/63/1	
INGREDIENTES	P H R	DENSIDAD	V H R	%	C. UNITA RIO.	C. TOTAL
1 SBR - 1712	110.00	0.9400	117.02	47.80	81.48	38.95
2 B R	20.00	0.8960	22.32	8.32	109.68	9.53
3 ACEITE AROMATICO	7.50	1.0095	7.43	3.26	19.00	0.62
4 ACEITE SULFONADO	1.00	0.8700	1.15	0.43	75.00	0.32
5 NEGRO N-330	78.39	1.7700	44.29	34.06	26.12	8.90
6 AC. ESTEARICO	2.00	0.8400	2.38	0.87	101.00	0.88
7 OXIDO DE ZINC	3.00	5.6000	0.54	1.30	62.80	0.82
8 ANTIOXIDANTE	1.00	1.2140	0.82	0.43	401.58	1.73
9 ANTIOZONANTE	1.00	0.9930	1.01	0.43	621.00	2.67
10 CERA MICROCRISTALINA	3.00	0.9000	3.33	1.30	58.00	0.75
SUB'TOTAL	226.89	1.1328	200.29	98.57		65.17
11 AZUFRE INSOLUBLE	1.80	2.0000	0.90	0.78	127.40	0.99
12 N-0.B.2.S.	1.50	1.3400	1.12	0.65	472.39	3.07
T O T A L	230.19	1.1378	202.31	100.00		69.23

CLAVE	FECHA	DENSIDAD CALCULADA	T E C N I C O			
P.T.T. B	XI/5/82	1.1393	C.CANDANOSA			
U S O	C O L O R	DENSIDAD REAL	DUREZA			
PISO PARA LLANTA DE AUTOMOVIL	NEGRO	1.1368	A/61/1			
INGREDIENTES	P H R	DENSIDAD	V H R	%	C. UNITA-	C.TOTAL
					RIO.	
1 S B R - 1712	110.00	0.9400	117.02	47.55	81.48	38.74
2 B R	20.00	0.8960	22.32	8.64	109.68	9.48
3 ACEITE AROMATICO	7.50	1.0095	7.43	3.24	19.00	0.62
4 ACEITE SULFONADO	1.00	0.8700	1.15	0.43	75.00	0.32
5 NEGRO N-330	78.39	1.7700	44.29	33.88	26.12	8.85
6 Ac. ESTEARICO	2.00	0.8400	2.38	0.86	101.00	8.67
7 OXIDO DE ZINC	3.00	5.6000	0.54	1.30	62.80	0.82
8 ANTIOXIDANTE	1.00	1.2140	0.82	0.43	401.58	1.73
9 ANTIOXONANTE	1.00	0.9930	1.01	0.43	621.00	2.67
10 CERA MICROCRISTALINA	3.00	0.9000	3.33	1.30	58.00	0.75
SUB'TOTAL	226.89	1.1328	200.29	98.06		64.85
11 AZUFRE INSOLUBLE	2.50	2.0000	1.25	1.08	137.40	1.38
12 N-O.B.2.S.	0.90	1.3400	0.67	0.39	472.39	1.84
13 D.D.B.	0.10	1.5100	0.07	0.04	329.77	0.13
14 N.D.A.	1.00	1.2300	0.81	0.43	83.00	0.36
T O T A L	231.39	1.1393	203.09	100.00		68.56

CLAVE	FECHA	DENSIDAD CALCULADA		T E C N I C O		
P.T.T. C	XI/5/82	1.1387		C. CANDANOSA		
USO	C O L O R	DENSIDAD REAL		DUREZA		
PISO PARA LLANTA DE AUTOMOVIL	NEGRO	1.1365		A/64/1		
INGREDIENTES	P H R	DENSIDAD	V H R	%	C. UNITA RIO.	C. TO TAL.
1 S B R - 1712	110.00	0.9400	117.02	47.52	81.48	38.72
2 B R	20.00	0.8960	22.32	8.64	109.68	9.48
3 ACEITE AROMATICO	7.50	1.0095	7.43	3.24	19.00	0.62
4 ACEITE SULFONADO	1.00	0.8700	1.15	0.43	75.00	0.32
5 NEGRO N-330	78.39	1.7700	44.29	33.87	26.12	8.85
6 Ac. ESTEARICO	2.00	0.8400	2.38	0.86	101.00	0.87
7 OXIDO DE ZINC	3.00	5.6000	0.54	1.30	62.80	0.82
8 ANTIOXIDANTE	1.00	1.2140	0.82	0.43	401.58	1.73
9 ANTIOZONANTE	1.00	0.9930	1.01	0.43	621.00	2.67
10 CERA MICROCRISTALINA	3.00	0.9000	3.33	1.30	58.00	0.75
SUB'TOTAL	226.89	1.1328	200.29	98.02		64.83
11 AZUFRE INSOLUBLE	2.00	2.0000	1.00	0.86	127.40	1.10
12 N-O.B.2.S.	1.50	1.3400	1.12	0.65	472.39	3.07
13 M.T.T.	0.10	1.3700	0.07	0.04	261.90	0.10
14 N.D.A.	1.00	1.2300	0.81	0.43	83.00	0.36
T O T A L	231.49	1.1387	203.29	100.00		69.46

CLAVE P.T.T.	D	FECHA XI/5/82	DENSIDAD CALCULADA 1.1391			T E C N I C O C. CANDANOSA	
U S O PISO PARA LLANTA DE AUTOMOVIL		C O L O R NEGRO	DENSIDAD REAL 1.1357		DUREZA A/65/1		
INGREDIENTES		P H R	DENSIDAD	V H R	%	C. UNITA RIO.	C.TO- TOTAL.
1	SBR-1712	110.00	0.9400	117.02	47.66	81.48	38.83
2	BR	20.00	0.8960	22.32	8.67	109.68	9.51
3	ACEITE AROMATICO	7.50	1.0095	7.43	3.25	19.00	0.62
4	ACEITE SULFONADO	1.00	0.8700	1.15	0.43	75.00	0.32
5	NEGRO N-330	78.39	1.7700	44.29	33.97	26.12	8.87
6	AC. ESTEARICO	2.00	0.8400	2.38	0.87	101.00	0.88
7	OXIDO DE ZINC	3.00	5.6000	0.54	1.30	62.80	0.82
8	ANTIOXIDANTE	1.00	1.2140	0.82	0.43	401.58	1.73
9	ANTIOZONANTE	1.00	0.9930	1.01	0.43	621.00	2.67
10	CERA MICROCRISTALINA	3.00	0.9000	3.33	1.30	58.00	0.75
SUB'TOTAL		226.89	1.1328	200.29	98.31		65.00
11	AZUFRE INSOLUBLE	2.40	2.0000	1.20	1.04	127.40	1.32
12	N-O.B.2.S.	1.50	1.3400	1.12	0.65	472.39	3.07
T O T A L		230.79	1.1391	202.61	100.00		69.39

CLAVE P.T.T. E	FECHA XI/5/82	DENSIDAD CALCULADA 1.1384			TECNICO C. CANDANOSA	
U S O PISO PARA LLANTA DE AUTOMOVIL	C O L O R NEGRO	DENSIDAD REAL 1.1361			D U R E Z A A/60/1	
INGREDIENTES	P H R	DENSIDAD	V H R	€	C. UNI- TARIO.	C. TO- TAL.
1 S B R - 1712	110.00	0.9400	117.02	47.82	81.48	38.94
2 B R	20.00	0.8960	22.32	8.70	109.69	9.54
3 ACEITE AROMATICO	7.50	1.0095	7.43	3.26	19.00	0.62
4 ACEITE SULFONADO	1.00	0.8700	1.15	0.43	75.00	0.32
5 NEGRO N-330	78.39	1.7700	44.29	34.08	26.12	8.90
6 AC. ESTEARICO	2.00	0.8400	2.38	0.87	101.00	0.88
7 OXIDO DE ZINC	3.00	5.6000	0.54	1.30	62.80	0.82
8 ANTIOXIDANTE	1.00	1.2140	0.82	0.43	401.58	1.71
9 ANTIOZONANTE	1.00	0.9930	1.01	0.43	621.00	2.67
10 CERA MICROCRISTALINA	3.00	0.9000	3.33	1.30	58.00	0.75
SUB'TOTAL	226.89	1.1328	200.20	98.63		65.19
11 AZUFRE INSOLUBLE	2.45	2.0000	1.23	1.06	127.40	1.36
12 N-O.B.2.S.	0.50	1.3400	0.37	0.22	472.39	1.04
13 D.P.G.	0.20	1.1300	0.18	0.09	440.00	0.40
T O T A L	230.04	1.1384	202.07	100.00		67.99

El criterio calidad en un producto de hule, es intuitivamente asociado a excelencia, a precio o valor; no obstante, habrá que distinguir estos atributos dentro de un marco de referencia adecuado para poder precisar su verdadera significación.

Si partieramos de una comparación de productos del mismo tipo o destinados al mismo uso, podremos distinguir las distintas "calidades" cuyos parámetros más obvios serán la asignación de valor, precio, apariencia, etc., sin embargo en última instancia la calidad deberá referirse a la adecuación que tiene el producto respecto a su uso. Tal vez en este caso sea mucho más necesario describir la calidad del producto según el enunciado arriba citado, ya que difícilmente la podemos medir o expresar si no es en función del uso al que destinamos al producto.

En múltiples ocasiones, la selección de un producto se determina por medio de estudios económicos que involucran puntos de equilibrio los cuales contienen infinidad de factores que influyen directamente sobre la decisión de viabilidad del producto. En este caso no es correcto realizar este tipo de estudio debido a que cada propiedad presenta un comportamiento matemático distinto, aún de que varias de ellas se obtienen de una misma prueba, aunado al hecho de que el costo no es una propiedad directa o inversamente proporcional a las P.H.R. totales sino una función de las concentraciones y efectos que produce cada ingrediente. Para demostrar lo anterior se presenta un estudio de puntos de intersección realizado por regresiones matemáticas en el cual se puede observar el comportamiento de las principales propiedades con respecto al costo y su punto de intersección con la ecuación costo Vs. P.H.R.

Ecuación costo Vs. P.H.R.

$$y = 201.81 + 0.42 x \quad ; \quad r^2 = 0.35$$

donde : $x = \$ / \text{Kg.}$

$y = \text{P.H.R.}$

TABLA 6.1.

COMPORTAMIENTO MATEMATICO DE PROPIEDAD Y SUS PUNTOS DE INTERSECCION.

PROPIEDAD	ECUACION	r ²	PTO. DE INTERSECCION		GRAFICA #
	<u>COSTO Vs. PROPIEDAD</u>		\$.Kg ⁻¹	P.H.R.	
TENSION	$y=58340.97 e^{-0.04x}$	1.01	135.46	258.70	6.1
% ELONGACION	$y=14730.49-204.50x$	0.82	70.90	231.59	6.2
MODULO	$y=1.05x10^{-8}e^{0.37x}$	0.81	64.34	228.83	6.3
DUREZA	$y=1.97 e^{0.05x}$	0.94	96.24	242.23	6.4
ABRASION	$y=8.80x10^{-7}x^{4.42}$	0.71	80.68	235.69	6.5
RESILIENCIA	$y=0.17x^{1.22}$	0.86	684.43	489.27	6.6
COMPRESION ESTATICA	$y=405.39 - 5.75x$	0.77	33.00	215.67	6.7
HISTERISIS	$y=9.78x10^{11}e^{-0.34x}$	0.94	65.22	229.20	6.8
DEFORMACION POR COMPRESION	$y=4.07x10^{32}e^{-1.05x}$	0.99	66.33	229.67	6.9
TORQUE a 90%, 138 °C	$y=0.01 e^{0.13x}$	0.85	77.40	234.32	6.10
TIEMPO a 90%, 138 °C	$y=1.01x10^{44}x^{-23.10}$	0.96	63.51	228.48	6.11

GRAPH 6.1

P.H.P.

TENSION

lb/in²

300

300

258.70

200

200

130

133.46

140 S/sg

GRAPH 0.2

F.H.R.

FUNCTION

300

300

231.59

200

200

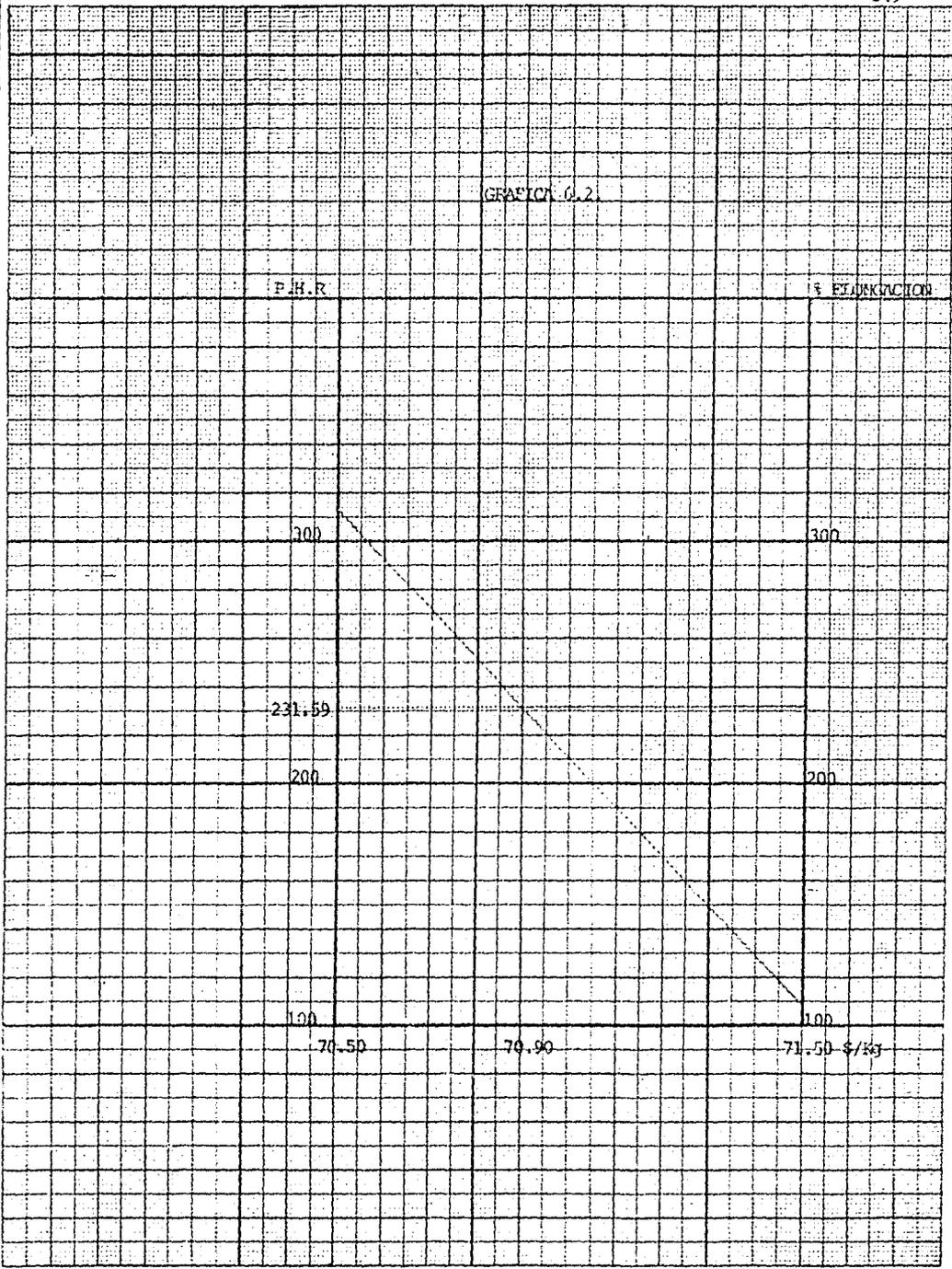
100

70.50

70.90

100

71.50 \$/kg



GRAFICA 6.3.

P.M.B.

MÓDULO 1000

lb/in²

250

250

238.83

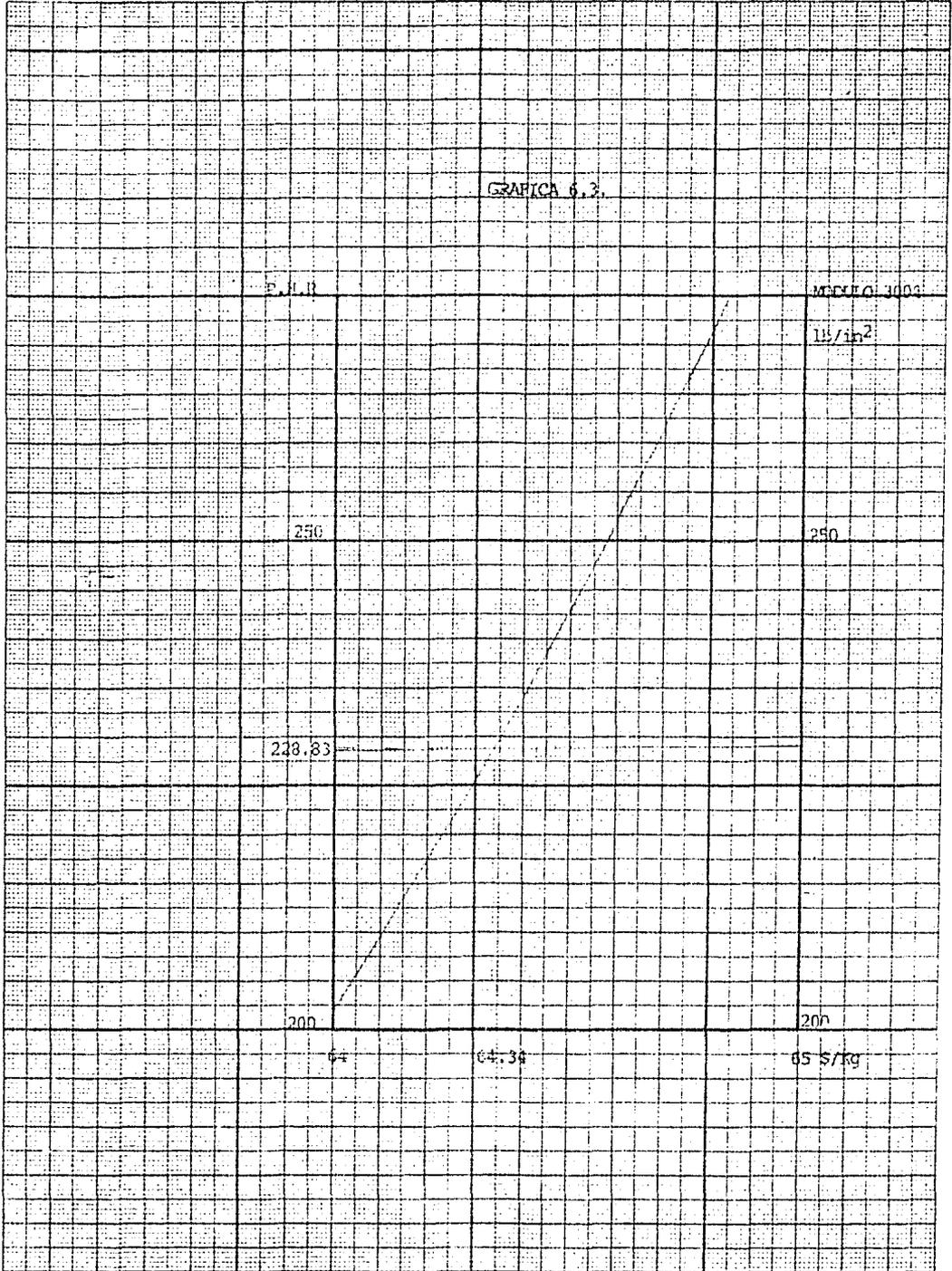
200

200

64

64.34

65 S/kg



GRAFICA 0.4

P. H. R.

PIZZA
SLOPE "A"

250

250

242.21

240

240

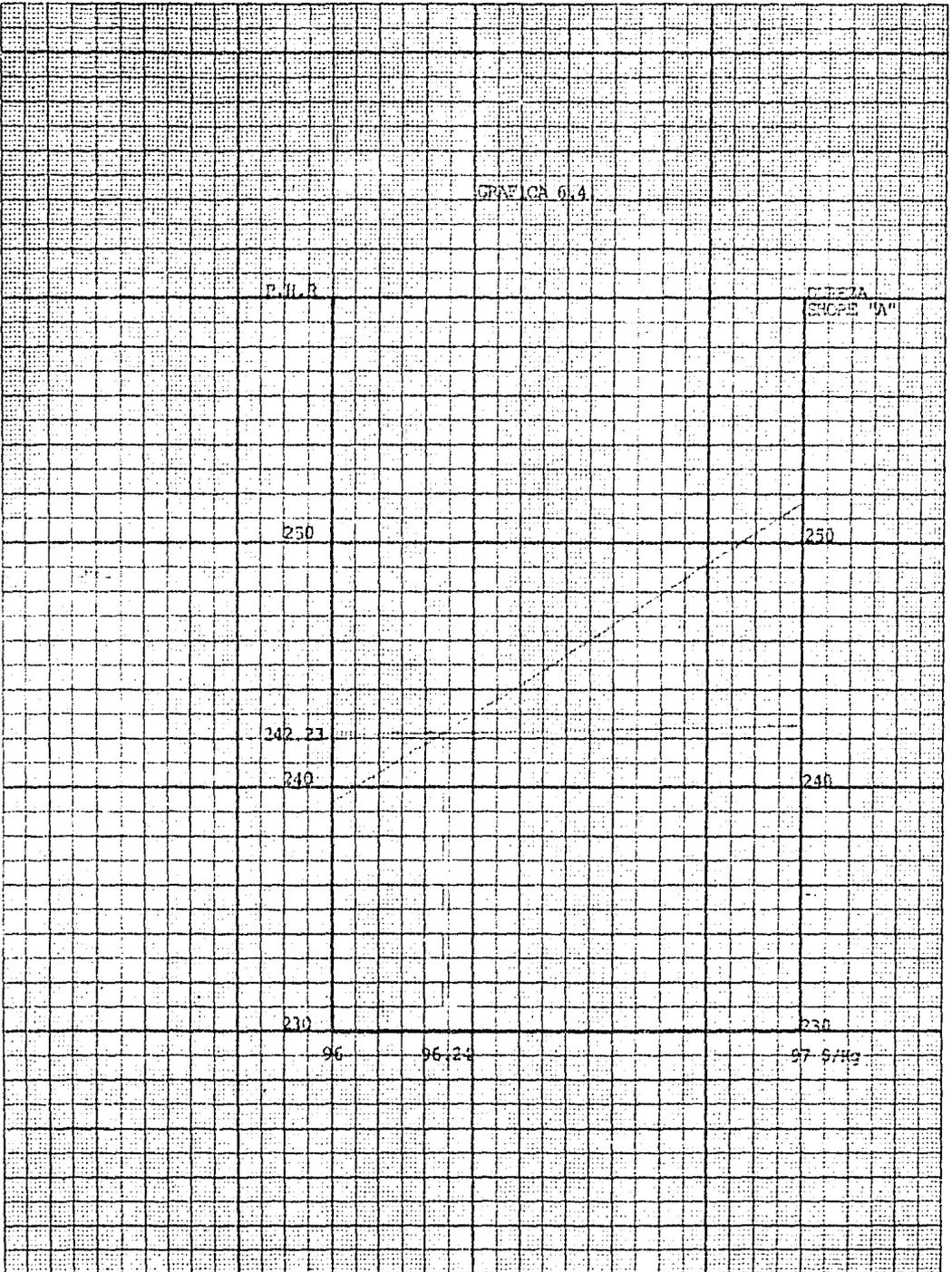
230

96

96.24

230

97.5/Hg



GRATICA G.5.

P.H.R.

INDICE DE
ABRASION

250

250

215.69

200

200

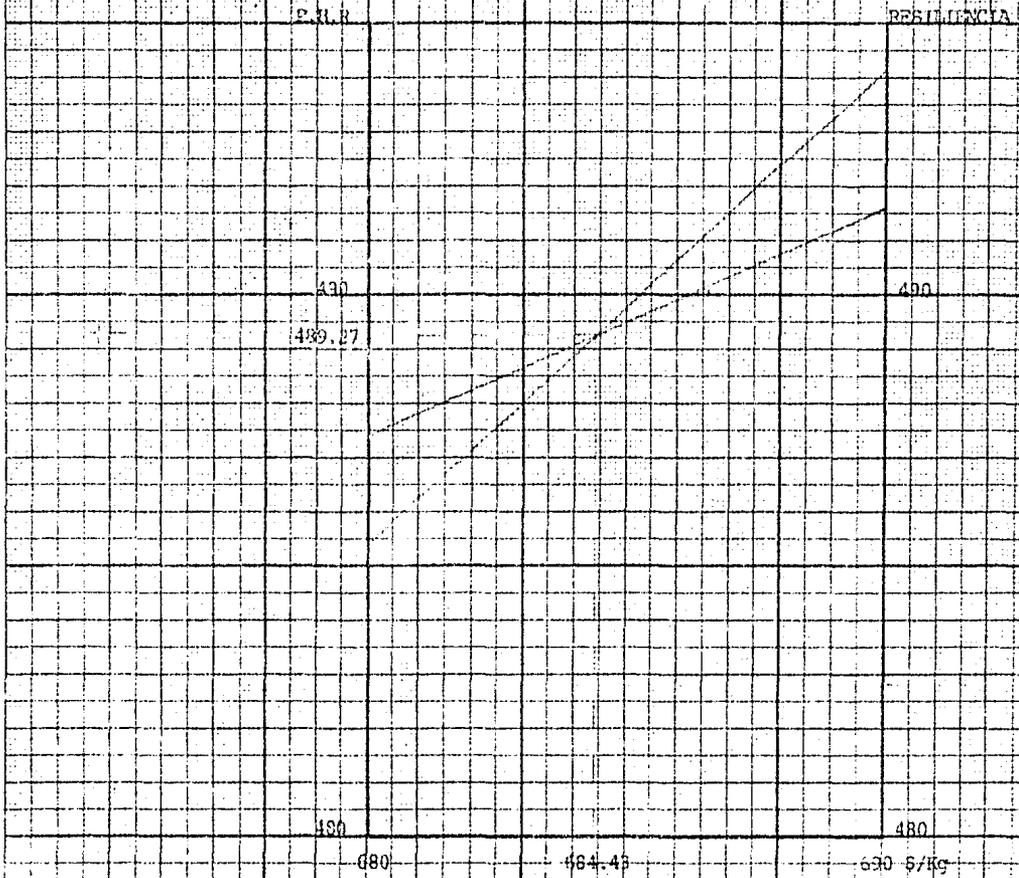
78

80:69

63-5/Ka



GRAFICA G.6



GRAFICA 6.7.

P.H.L.P.

3 COMPRESION
ESTATICA

250

250

215.67

200

200

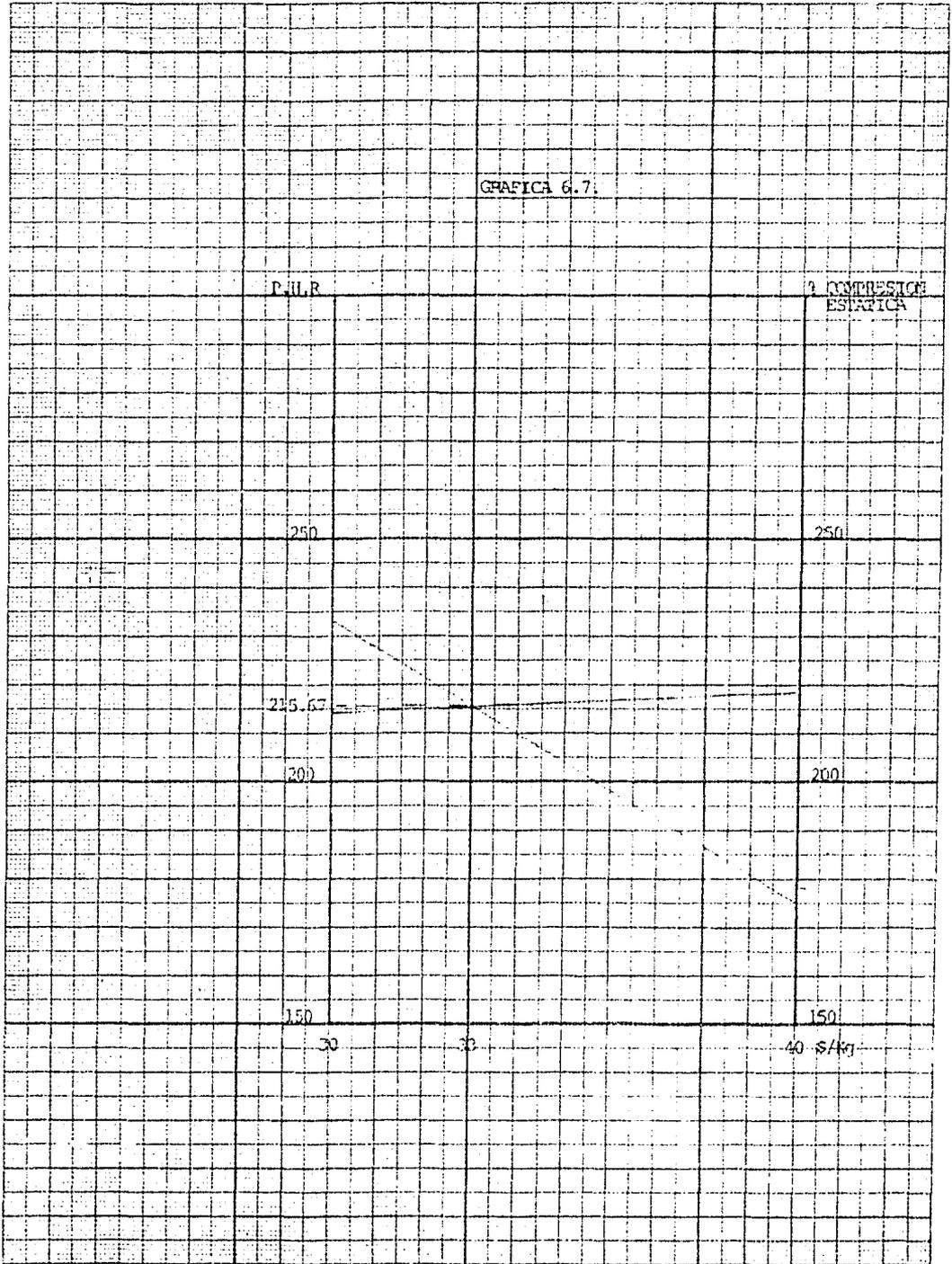
150

150

30

30

40 S/TON



GRAPHICAL

P.H.P.

INSTRUMENTS

°F

150

150

250

250

222.20

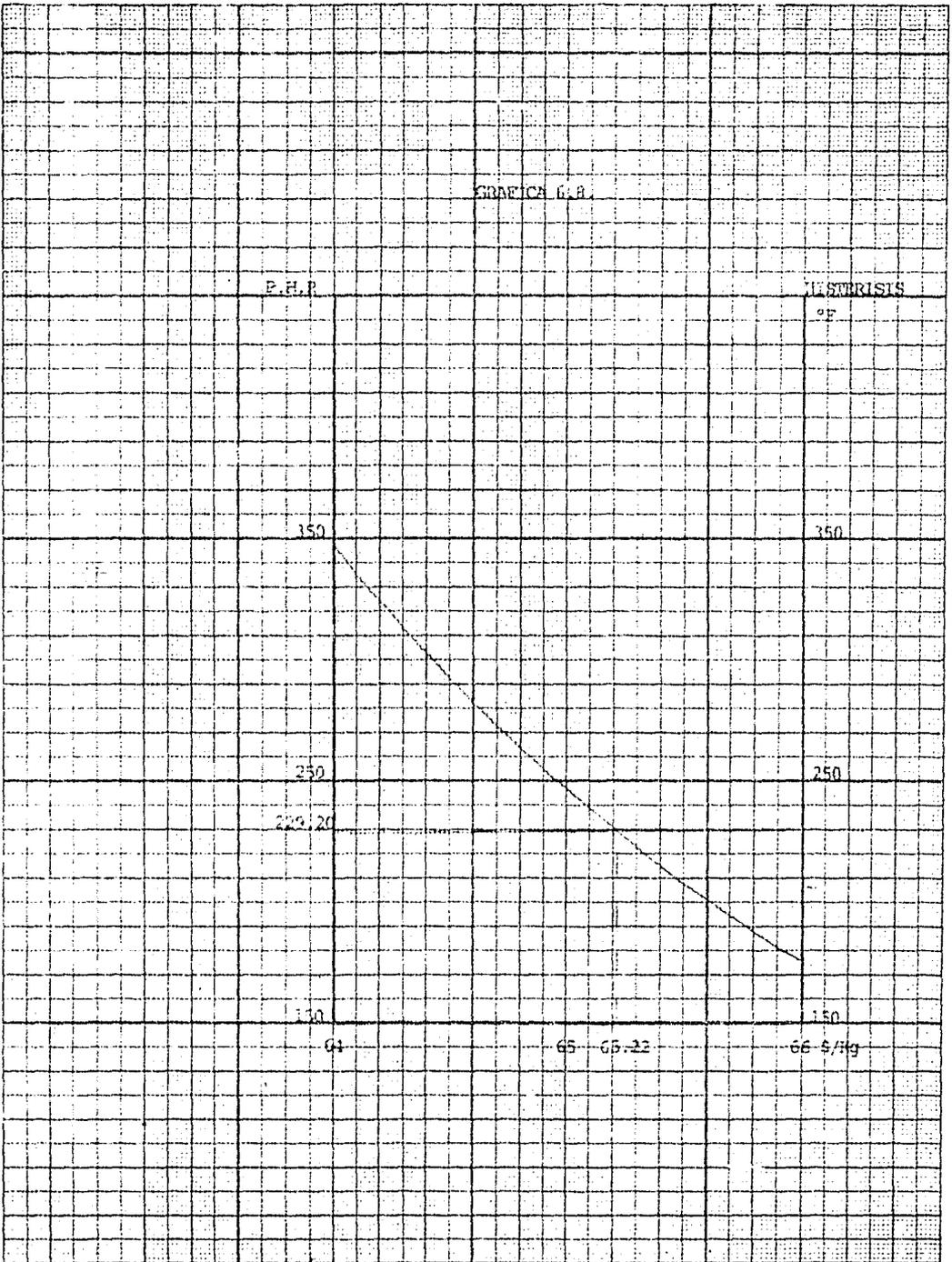
150

150

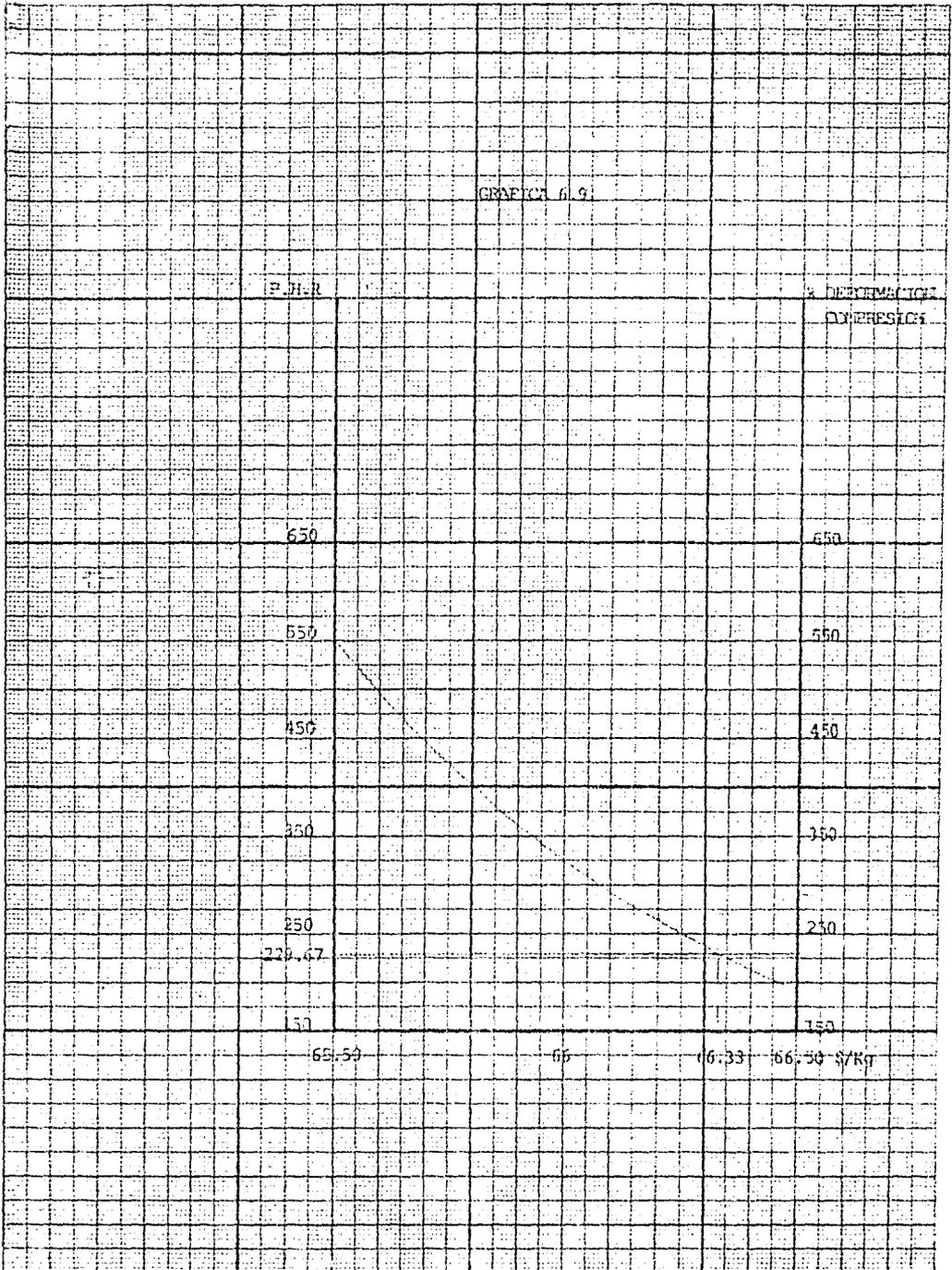
04

65-05-22

66-5-19



GRAPH 6.9



GRAFICA 6.10.

P/S 2

P/S 2
12.1h, 130°C

1300

300

234.32

200

200

100

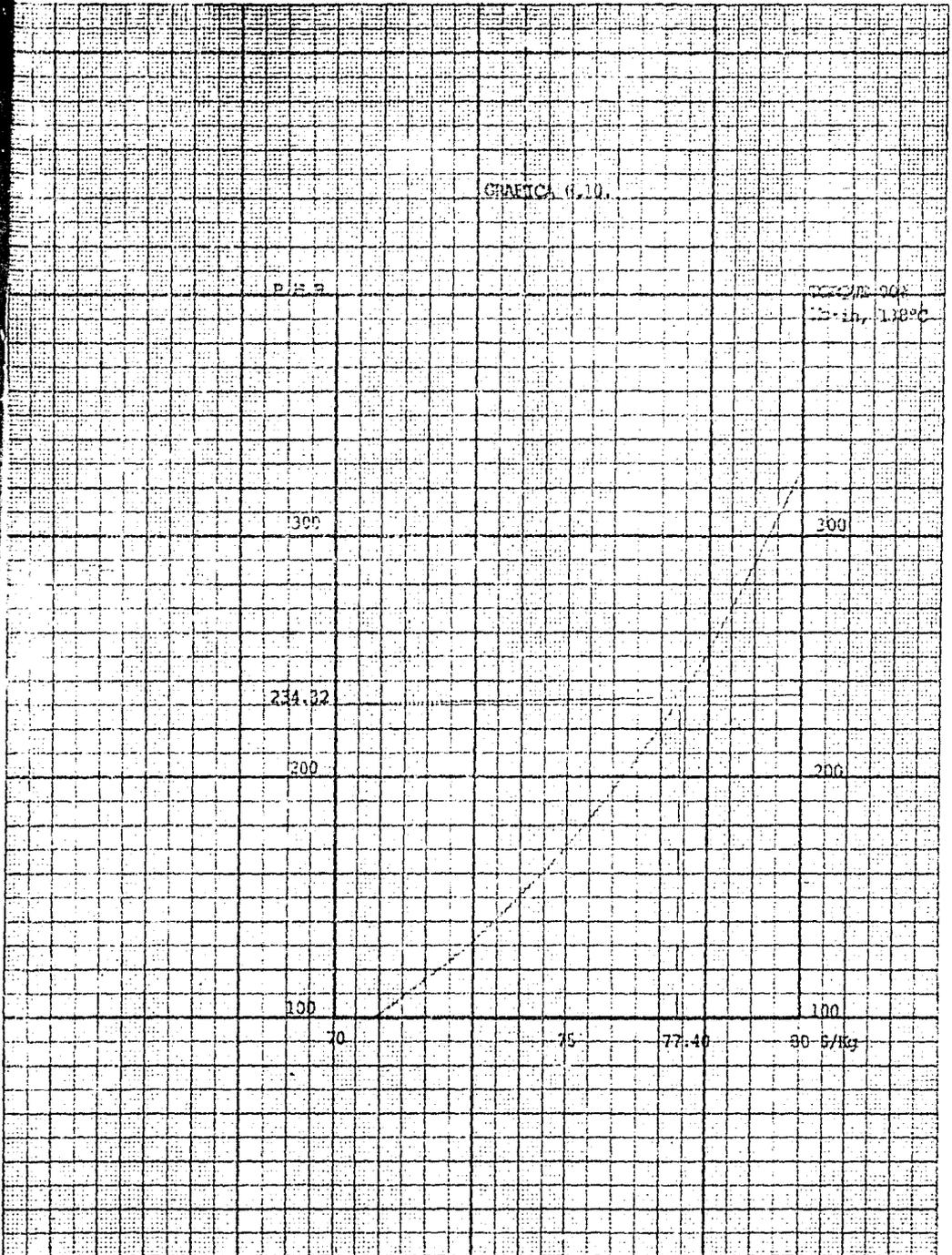
100

70

75

77.40

80 5/Kg



GRAFTON 6.11

P.H.R

HYPERO 2015
min. 130°C



P.F

300

300

223.48

200

200

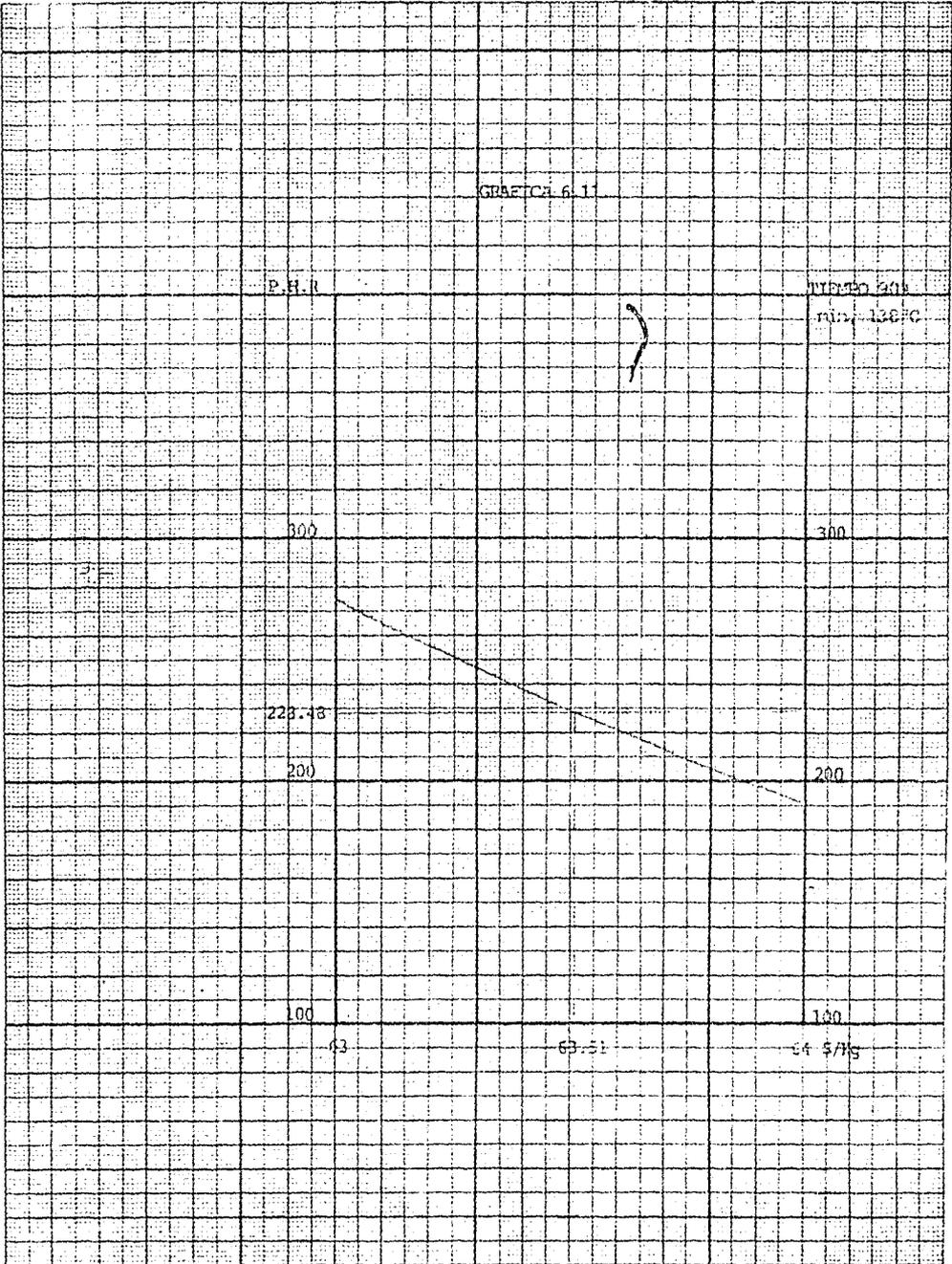
100

63

63.51

100

64.5/15



En la tabla 6.1 se encuentra, primero, que la interacción entre las propiedades y los $\$.Kg.^{-1}$ presentan una considerable interrelación la cual es fijada por el factor de determinación de cada ecuación, lo cual no ocurre con la ecuación - - $\$.Kg.^{-1}$ Vs. P.H.R. y segundo los puntos de intersección presentan entre sí una gran discrepancia lo que da por resultado una información falsa y de poca utilidad para poder tomar una decisión correcta de cual o cuales son los pisos adecuados.

Por lo tanto, es indispensable establecer otro mecanismo que proporcione los -- criterios de selección, para tal efecto se presenta una tabla de selección por -- valores, que aunque rudimentario, es bastante efectivo, ya que involucra todas -- las propiedades como entes independientes, incluyendo el costo.

Al término de la evaluación, se realizará un análisis del material seleccionado por propiedad enfocando la atención principalmente en aquellas cuyos valores no sean muy satisfactorios. La tabla de calificaciones involucra valores que van - desde 1 (excelente) hasta 5 (malo).

TABLA 6.2

<u>C A R A C T E R</u>	<u>CALIFICACION</u>
EXCELENTE	1
MUY BUENO	2
BUENO	3
REGULAR	4
MALO	5

TABLA 6.3

TABLA DE SELECCION POR VALORES DE LOS COMPUESTOS P.T.T.

PROPIEDAD	C O M P U E S T O				
	A	B	C	D	E
Ts min + 20	3	1	2	4	3
INDICE DE CURADO	1	3	2	2	4
T a 90%, 138 °C	3	4	1	2	5
INDICE DE CURADO	2	4	1	3	5
TENSION A LA RUPTURA	2	2	3	4	1
% ELONGACION	2	2	2	4	5
MODULO a 300%	3	3	2	4	2
DUREZA SHORE	3	2	3	4	3
RESISTENCIA AL DESGARRE	2	4	1	5	3
INDICE DE ABRASION	2	3	3	1	5
RESILLIENCIA	1	2	1	3	3
GRAVEDAD ESPECIFICA	1	1	1	1	1
GRADO DE DISPERSION	1	2	1	2	3
RESISTENCIA AL OZONO	2	3	2	3	4
COMPRESION ESTATICA	2	5	1	4	5
HISTERISIS	3	4	2	1	5
% DEFORMACION	3	4	1	2	5
# COMPONENTES	1	3	3	1	2
\$/Kg	3	2	5	4	1
T O T A L :	40	54	37	54	65

De los resultados obtenidos en la Tabla 6.3, se observa que el compuesto "C" es el óptimo. Las propiedades "más bajas" que presenta dicho compuesto son : Tensión a la ruptura, dureza Shore "A", índice de abrasión # componentes y costo.

Con relación a la tensión a la ruptura, la calificación que se asignó corresponde únicamente a la valoración designada por la tabla de valores, sin embargo cumple perfectamente con dicha propiedad y cuyo valor es de 2625 lb.in^{-2} siendo el mínimo permitido de 2500 lb.in^{-2} (v.g. Sección 5.1.2.b).

De igual forma ocurre con el parámetro dureza el cual queda contenido dentro de límites, siendo estos de 55 a 65 Shore "A" (V.g. Sección 5.1.2.b.). El índice de abrasión es una propiedad que se determinó en función de un factor de fricción promedio entre los 5 compuestos, tal y como se indica en el reporte de laboratorio correspondiente y cuyo valor se localiza aprox. en el medio entre el máximo y mínimo de la determinación. Dicha propiedad es meramente indicativa y para fines de laboratorio, ya que en realidad su duración depende directamente del uso y cuidados que le dé el usuario de la llanta recubierta con dicho piso.

El # de componentes se incluye en la valoración, ya que mientras mayor sea el número de estos mayor será la cantidad de variables por controlar, desde el control de materias primas, hasta las pruebas de aceptación del producto. Es evidente que errores de cualquier tipo no se pueden permitir, ya que una falla en uso del producto puede acarrear daños materiales e incluso daños irreversibles como sería la pérdida de vidas humanas. Por lo que el fabricante de Hules de Piso debe tener como premisa el compromiso de contar con el equipo de laboratorio y técnicos capacitados que certifiquen la calidad del producto lo cual le evitará posibles problemas potenciales.

El precio de un producto de hule de piso, es una función "directamente proporcional" a las concentraciones y efectos de cada ingrediente y por ende a las propiedades. Se pueden abaratar simplemente aumentando la concentración de carga y/o

aceite lo cual afectaría sus propiedades de tensión - elongación y geométricas entre otras o bien, aumentar su precio disminuyendo la concentración de cargas -- y/o aceites alterando nuevamente sus propiedades, sin embargo cabe aclarar que dichas modificaciones deben ser cuidadosamente estudiadas de tal forma que se obtenga al máximo posible los rendimientos deseados.

El compuesto P.T.T. "C" es el más caro, ya que sus propiedades son en su mayoría superiores a los compuestos restantes y con ello se tiene la plena seguridad de que no presentará ningún problema ni falla durante su aplicación o uso.

La práctica común en la adquisición de un hule de piso consiste en solicitar al fabricante información técnica referente a los productos que elabora, así como asistencia técnica con el objeto de reforzar los criterios de selección del o los pisos adecuados a cada carcasa.

La decisión final, como es obvio, la tomará el consumidor de hule de piso.

7.- CONCLUSIONES

Empleando una formulación de mezcla maestra S.B.R. - B.R. como vehículo de prueba se demostraron los cambios sustanciales que tienen lugar en las propiedades de los compuestos de piso, debido a las variaciones en los sistemas de vulcanización y se compararon dichas propiedades mediante el uso de técnicas estándar para caracterizar los diferentes tipos de comportamiento bajo condiciones de laboratorio.

En base a los resultados obtenidos se pueden establecer las siguientes conclusiones :

- 1 El desarrollo de un compuesto de hule de piso, implica en primera instancia - el conocimiento de las propiedades por alcanzar adecuadas a su uso.
- 2 La adecuación al uso, será el criterio con que se seleccionen los elastómeros para ser usados en el producto, como elementos principales.
- 3 Después de esta primera selección, tendrá que verse en forma minuciosa por su - importancia los demás ingredientes que intervienen en el compuesto, algunos de los cuales modifican en forma relevante las propiedades del elastómero mismo.
- 4 El proceso de desarrollo en laboratorio trae consigo un arduo trabajo de prueba y error.
- 5 Es imposible realizar una selección del ó los compuestos obtenidos por métodos convencionales debido al comportamiento individual de cada propiedad.
- 6 El mantener un producto de hule de piso, bajo una norma de calidad, requiere - elementos de control, desde la materia prima, el proceso de mezclado, la vulcanización ó curado, el terminado ó acondicionado y almacenaje.

7 Un formulista tiene a su disposición una formidable lista de materiales para desarrollar un compuesto de Hule; si alguno presenta problemas, necesita hacer uso de toda su habilidad y experiencia para reformular los compuestos y con ello mantener la producción y el cumplimiento de las especificaciones de los clientes.

8 Siempre el formulista debe tener en mente, que detrás de cada vehículo existe por lo menos una vida humana . Por consiguiente, debe desarrollar compuestos como si fueran para su uso propio, con buenas propiedades y a un costo razonable.

8. BIBLIOGRAFIA

1. RUBBER-TEST METHODS.
AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS PART. 37 [1974]
- 2 RUBBER-SPECIFICATIONS; CARBON BLACK; GASKETS; TIRES.
AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS PART 38 [1974]
- 3 PETROLEUM PRODUCTS AND LUBRICANTS [I]
AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS PART. 23 [1974]
- 4 PETROLEUM PRODUCTS AND LUBRICANTS [II]
AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS PART. 24 [1974]
- 5 GENERAL TEST METHODS [NONMETAL]; STATICAL METHODS;SPACE
SIMULATION; PARTICLE SIZE MEASUREMENT; DETERIORATION OF
NONMETALLIC MATERIALS AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND
MATERIALS PART. 41 [1974]
- 6 THE VANDERBILT RUBBER HANDBOOK
R.T. VANDERBILT COMPANY, INC. [1968]
- 7 MATERIALS, COMPOUNDING INGREDIENTS, AND MACHINERY FOR RUBBER
BILL COMMUNICATIONS, INC [1979]
- 8 RETREAD CURING.
R.M.A. RETREAD BULLETIN No. 14[1976]
- 9 MANUAL DE OPERACIONES DEL TALLER DE RECUBRIMIENTO DE LLANTAS
NATIONAL TIRE DEALERS AND RETREADERS ASSOCIATION, INC. [1967]
- 10 OSCILLATING-DISK RHEOMETER A PRODUCTION-CONTROL INSTRUMENT
MONSANTO RUBBER CHEMICALS [1974]
- 11 CONTROL DE CALIDAD EN HULES Y ELASTOMEROS
INSTITUTO MEXICANO DE CONTROL DE CALIDAD, A.C. [1980]
- 12 EL USO DE LOS POLIMEROS Y REFORZANTES PARA OBTENER RESULTADOS OPTIMOS
EN EL MEZCLADO.
CONFERENCIA DEL GRUPO HULERO MEXICANO A.C. [1976]
- 13 CARACTERIZACION DE LOS REFORZANTES PARA OPTIMIZAR EL NIVEL DE CARGA
EN LOS COMPUESTOS DE HULE.
CONFERENCIA DEL GRUPO HULERO MEXICANO A.C. [1981]
- 14 ACELERADORES PARA LA INDUSTRIA HULERA
CONFERENCIA DEL GRUPO HULERO MEXICANO A.C. [1982]
- 15 FORMULACION Y COMPORTAMIENTO DE LOS COMPUESTOS DE HULE PARA LA INDUSTRIA
AUTOMOTRIZ.
CONFERENCIA DEL GRUPO HULERO MEXICANO A.C. [1975]
- 16 EL MEZCLADO
CONFERENCIA DEL GRUPO HULERO MEXICANO, A.C. [1975]

- 17 TEST METHODS FOR STANDAR MALAYSIAN RUBBERS
RUBBER RESEARCH INSTITUTE OF MALAYA BULLETIN No. 7 [1970]
- 18 PREDICTION OF TREADWEAR PERFORMANCE BY PHOTOMICROGRAPHIC
DISPERSION RATING TECHNIQUE
PHILLIPS PETROLEUM 66 BULLETIN No. 110
- 19 LOS ELASTOMEROS EN LA INDUSTRIA AUTOMOTRIZ
CONFERENCIA DEL GRUPO HULERO MEXICANO A.C. [1979]
- 20 FORMULACION Y COMPORTAMIENTO DE LOS COMPUESTOS DE HULE PARA
LA INDUSTRIA AUTOMOTRIZ
SOCIETY OF AUTOMOTIVE ENGINEERS, INC. [1975]
- 21 PROGRAMA DE FOMENTO AL CONTROL DE LA CALIDAD EN LA INDUSTRIA HULERA
DEPARTAMENTO DE FOMENTO AL CONTROL DE LA CALIDAD.
- 22 TEST METHODS AND FACILITIES FOR ANTIOZONANT EVALUATIONS
TECHNICAL BULLETIN O/RC-1, MONSANTO COMPANY,