

UNIVERSIDAD DEL ZULIA
FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL
DEPARTAMENTO DE VIAS DE COMUNICACION

COMPORTAMIENTO DE MEZCLAS DE
AGREGADOS DE LA LOCALIDAD
(EDO. ZULIA) CON EMULSIONES ASFALTICAS
TIPO TEROLAS

ING. ARMANDO HERNANDEZ HENRIQUEZ

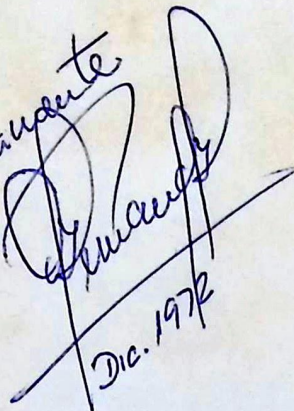
TA
1972
H43

MARACAIBO, JULIO DE 1972

UNIVERSIDAD DEL ZULIA
FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL
DEPARTAMENTO DE VIAS DE COMUNICACION

Al Ing. Tomas Salas Acosta
gran amigo y estimado
colega

Afectuosamente


Dic. 1972

"COMPORTAMIENTO DE MEZCLAS DE AGREGADOS DE LA LOCALIDAD (EDO. ZULIA)
CON EMULSIONES ASFALTICAS, TIPO TEROLAS"

Ing° Armando Hernández Henríquez

Trabajo Especial presentado ante el Ilustre Consejo de la Facultad de Ingeniería para optar al ascenso a Profesor Agregado en el escalafón del Personal Docente y de Investigación de la Universidad del Zulia.

Maracaibo, Julio de 1972.

AGRADECIMIENTO

A todas aquellas personas que de una u otra forma colaboraron en la ejecución de este trabajo. En especial al Auxiliar Docente Gustavo Oviendo por su valioso aporte en la realización del mismo.

INDICE

	Página
1. INTRODUCCION	1
2. GENERALIDADES.	2
3. MATERIALES	6
3.1. Asfaltos líquidos.	6
3.2. Agregados.	7
4. PROCEDIMIENTO DE ENSAYOS	8
5. RESULTADOS	15
6. CONCLUSIONES	51

BIBLIOGRAFIA

1. INTRODUCCION.

En vista de los serios problemas que se presentan por la presencia del agua en las mezclas de arenas con asfaltos líquidos se ha tratado de estudiar el comportamiento de mezclas de algunos agregados de la localidad (Estado Zulia), con emulsiones asfálticas, con miras a su posible utilización en las carreteras de esta zona y de aquellas otras zonas del país que posean características similares.

Por todos nosotros es conocido que la emulsión trabaja mejor cuando la arena presenta un cierto contenido de humedad, lógicamente hasta cierto límite, por el contrario, las mezclas de buena calidad de arena con RC-2 exigen que el contenido de humedad de la arena sea mucho menor en comparación con el anterior.

Esto representa un ahorro en tiempo de trabajo en la pavimentación, ya que no hay que esperar que los agregados, para preparar las mezclas, tengan un porcentaje de humedad mínimo como sucedería para la aplicación del RC-2. Es decir, como uno de los integrantes de la emulsión es agua, el resultado de la mezcla no es afectado notablemente por que el agregado tenga en su estado natural cierta humedad, sino que algunas veces estas humedades naturales pueden actuar como lubricante permitiendo una mejor distribución del otro integrante como es el asfalto. Esto nos permite pensar sobre la facilidad que representaría el uso de este tipo de ligante con materiales humedecidos por efecto de lluvias o extraídos de una fuente de ambiente acuífero. Y por esa razón es que pretendemos con este trabajo ratificar o rectificar tales conceptos.

2. GENERALIDADES.

Una emulsión asfáltica puede describirse simplemente como una suspensión en agua de glóbulos de asfalto finamente divididos. En el proceso de fabricación se agrega una pequeña cantidad de agente emulsificante que impide que los glóbulos de asfalto se unan antes de hacer uso de la emulsión.

La ventaja principal de utilizar una emulsión es la de que puede aplicarse a temperatura ambiente; de este modo se eliminan la necesidad de equipo de calentamiento y el costo del calentamiento propiamente dicho.

TIPOS DE EMULSIONES.

Hablando en términos generales, las emulsiones pueden dividirse en tres grupos: de rotura rápida, semiestables y estables.

Las emulsiones de rotura rápida se caracterizan por su inmediata reacción después de su aplicación, y son apropiadas para tratamientos superficiales y macadams a penetración. Normalmente son inadecuadas para ser mezcladas con un agregado. El Colas es una emulsión de este tipo, y puede suministrarse con un contenido de asfalto entre 55% y 62%.

Las emulsiones semiestables son lo suficientemente firmes como para permitir su mezcla con agregados gruesos antes de que se produzca su rotura. El Colas-Mix es una emulsión de este tipo que generalmente tiene un contenido asfáltico de 55%.

Las emulsiones estables tienen una estabilidad mecánica y química suficiente para todos los fines que comprenden la mezcla con agregados, incluyendo los

que contienen proporciones relativamente grandes de finos o de materiales químicamente activos, tales como el cemento y la cal hidratada. El Terolas es una emulsión de este tipo, y por lo general tiene un contenido bituminoso de 55%.

En los Estados Unidos y en algunos otros países, las emulsiones son agrupadas así: de rotura rápida (RS), de rotura media (MS) y de rotura lenta (SS). Para fines de comparación, puede decirse que el Colas corresponde a los tipos RS, el Colas-Mix a los tipos MS y el Terolas a los tipos SS. Las emulsiones asfálticas se aplican a la temperatura ambiente; después de su aplicación llevada a cabo, bien por riego o por mezcla, la emulsión se rompe - el agua se evapora y los glóbulos bituminosos se unen para formar una película continua de asfalto. La rotura se manifiesta por el cambio de color de la emulsión, de marrón a negro.

La velocidad de rotura de una emulsión depende de los siguientes factores:

1. La rapidez de evaporación del agua. Esto depende de la temperatura ambiente, de la humedad relativa, de las condiciones del viento que prevalezcan, de la cantidad distribuida y del método de aplicación.
2. La porosidad de la superficie a la cual se aplica, y la remoción resultante del agua por medio de la capilaridad.
3. La influencia química y física del agregado con el que se pone en contacto la emulsión.
4. La perturbación mecánica del sistema emulsión - agregado durante la operación de mezclado, compactación y por la acción del tránsito.
5. Los componentes de la emulsión, especialmente el tipo y la cantidad de

agente emulsificante empleado y el contenido asfáltico.

En la preparación de emulsiones de betún asfáltico o alquitrán refinado es necesario utilizar pequeñas proporciones de emulsificante, tanto para facilitar la formación de las dispersiones como para mantener los glóbulos de aglomerante en suspensión permanente. Si no existe emulsificante, la dispersión de pequeñas gotas de aceite en agua, que se consigue por agitación, se separa rápidamente en dos capas. En presencia de emulgente se forma alrededor de cada glóbulo de la emulsión una película adsorbida de emulsificante que protege a la partícula y produce una considerable resistencia a la unión de los glóbulos.

De los emulgentes que se utilizan en carreteras los principales son:

I. Emulgentes aniónicos.

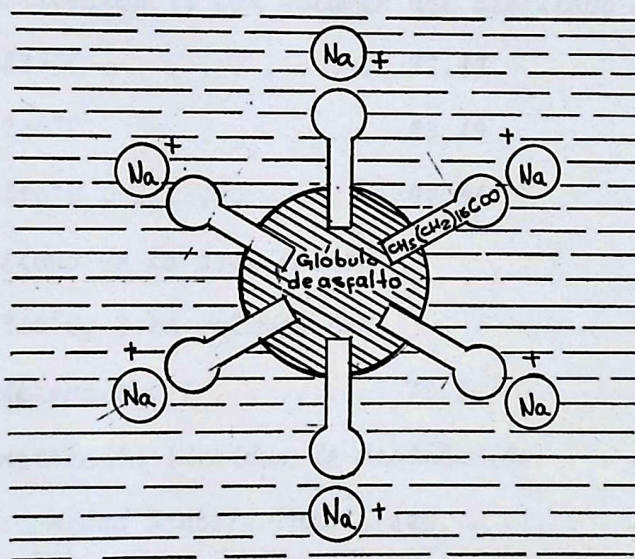
II. Emulgentes catiónicos.

I. EMULGENTES ANIONICOS. Se caracterizan por contener un gran anión orgánico que forma una sal con un álcali (esto es, se forman jabones). Un ejemplo característico es el estearato de sodio $\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{16}\text{COONa}$. Cuando se disuelve en el agua se disocia en el anión (negativo) estearato $\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{16}\text{COO}^-$ y el catión (positivo) de sodio Na^+ . El anión estearato, formado por un ácido graso de cadena larga, es soluble en asfalto, siendo el grupo carboxilo (COO^-) que lleva la carga negativa la parte menos soluble. Por ello, cuando el estearato de sodio está presente en un sistema de glóbulos de asfalto en agua se presenta una condición que puede representarse por el diagrama de la figura 1. Cada glóbulo de asfalto es rodeado por una película de iones de estearato con una carga negativa en la superficie y se hace mucho más difícil la unión de los glóbulos, porque todos tienen su superficie ta

pizada de cargas negativas y, por lo tanto, tienden a repelerse mutuamente.

II. EMULGENTES CATIONICOS. Hay compuestos en lo que es el catión el que representa la fracción orgánica de la molécula, soluble en el asfalto. Los agentes tensoactivos de tipo amina de cadena larga o sal de amonio cuaternario son ejemplo característicos de este grupo de emulgentes.

Se ha hecho especial referencia a los emulgentes aniónicos por haber utilizado en este trabajo las emulsiones aniónicas.



EMULSION ANIONICA

FIG. 1

3. MATERIALES

3.1. Asfaltos líquidos

3.11. RC-2

Se utilizó un Cut-backs tipo RC-2 suministrado por la Compañía Chevron de Venezuela, y al cual se le realizaron ensayos físicos, obteniéndose los siguientes resultados:

Gravedad específica = 0.96

Destilación (% por volumen del destilado total a 360°C)

a 225°C 72.47

260°C 83.49

316°C 92.66

Residuo de la destilación

a 360°C, % en volumen por

diferencia 72.8

Penetración (Residuo de destilación) . . . 120

Viscosidad Saybolt-Furol, seg. 153

3.12. Emulsión asfáltica.

Se utilizó una emulsión asfáltica estable tipo SS (Terola), aniónica, suministrada por la Compañía Shell de Venezuela.

Se determinó el porcentaje de C.A. y agua por el método de pérdida por calentamiento, obteniéndose el siguiente resultado:

C.A. 57%

Agua 43%

Peso específico C.A. . . . 1.04

3.2. Agregados.

Con relación a los agregados de la localidad se visitaron una serie de saques de importancia, seleccionándose los siguientes:

a) Las Quinientas, ubicado en la Circunvalación N° 2 (Ver croquis de ubicación).

Arena fina limosa (sin plasticidad) de granos redondeados y angulares, con presencia de material vegetal. Color marrón amarillento.

b) Arena lavada del Lago de Maracaibo (Dámeca), ubicado en Punta de Palma, Distrito Urdaneta.

Arena limpia, de tamaño variable y matriz cuarzosa, granos angulares. Color blanco.

c) Saque Universidad, ubicado en la zona del antiguo Aeropuerto de Grano de Oro en la avenida Universidad.

Arena fina limosa, con finos no plásticos, de granos angulares y redondeados. Color amarillo rojizo.

d) Cujicito, ubicado en la carretera vía El Moján (Ver croquis de ubicación).

Las características similares al saque Las Quinientas, con presencia de cenizas.

Las granulometrías correspondientes se pueden observar en las curvas

de las figuras 2, 3, 4 y 5.

Para la selección de los saques se trató de utilizar aquellos que es ten siendo usados en mezclas para pavimentación o hayan sido utiliza dos; además tratar de seleccionar materiales de características dife rentes, dentro del rango utilizable en la zona, para obtener resultados más representativos.

En la figura 6, se puede observar la ubicación de dichos saques.

4. PROCEDIMIENTO DE ENSAYOS.

4.1. Para mezcla con RC-2.

Fue utilizado el método Hubbard-Field para proyecto de mezclas asfálticas en frío.

4.2. Para mezcla con Emulsiones (Terolas).

Los agregados seleccionados fueron secados al horno a temperatura de 100°C durante 24 horas. Luego se separó en porciones de 1200 gramos, este procedimiento se hizo por cuanteo.

Los agregados fueron mezclados con agua, esta operación se efectuó to da con cuchara y los movimientos eran de vaivén, este proceso, tenía una duración entre 2 y 5 minutos. Cuando se notaba total homogeneidad en la mezcla, se le colocaba la emulsión y se mezclaba nuevamente en la misma forma indicada anteriormente pero en un lapso entre 8 y 10 minutos (generalmente el tiempo de mezclado nunca fue menor de 10 minutos, los cuales eran cronometrados).

CURVA DE GRANULOMETRIA

OBRA: SAQUE LAS QUINIENTAS

TANIZ :

MUESTRA N° :

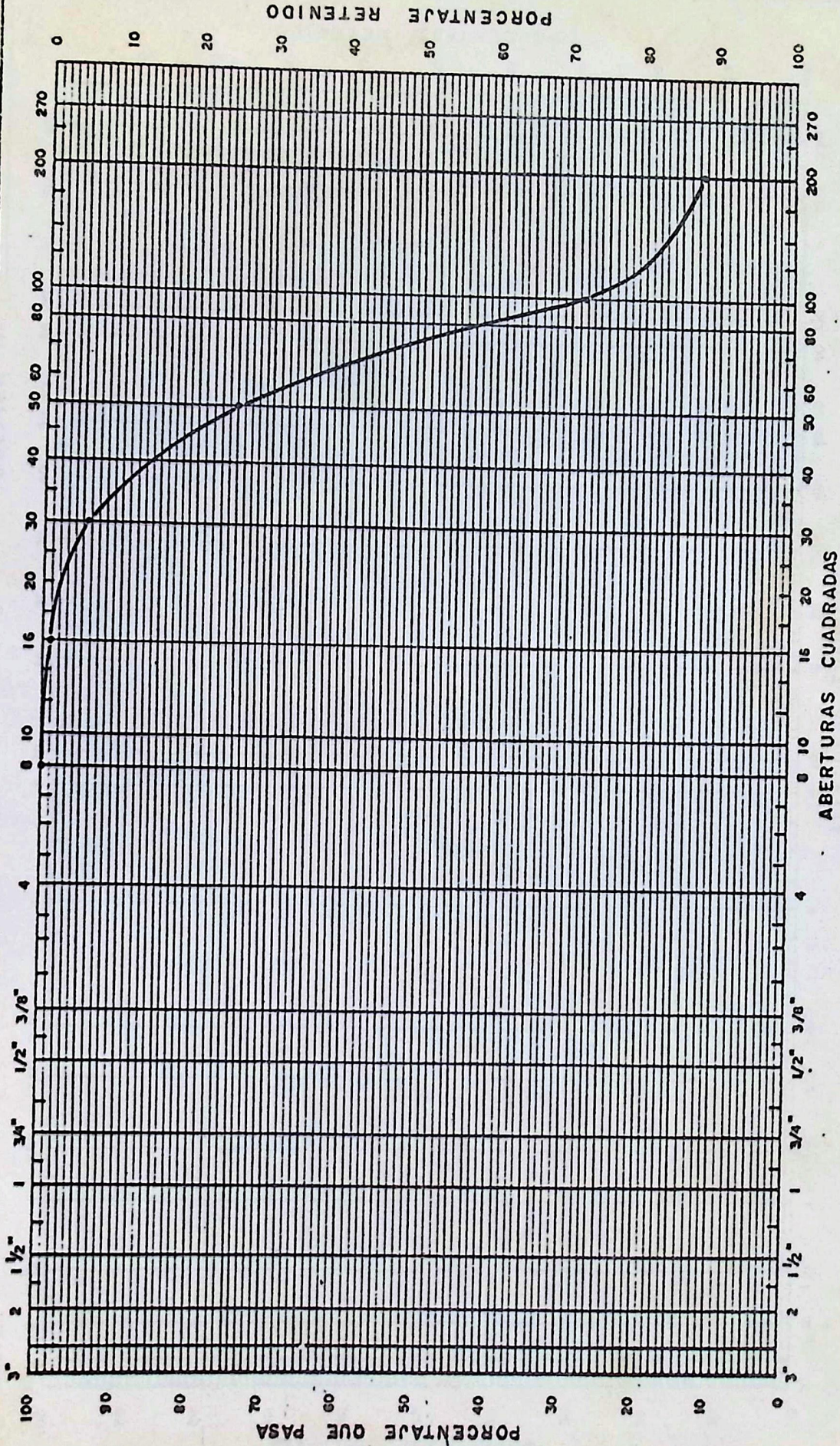


FIG. 2

CURVA DE GRANULOMETRIA

OBRA: SAQUE ARENA LAVADA DEL LAGO
DE MARACAIBO (DAMCCA)

TAMIZ :

MUESTRA N° :

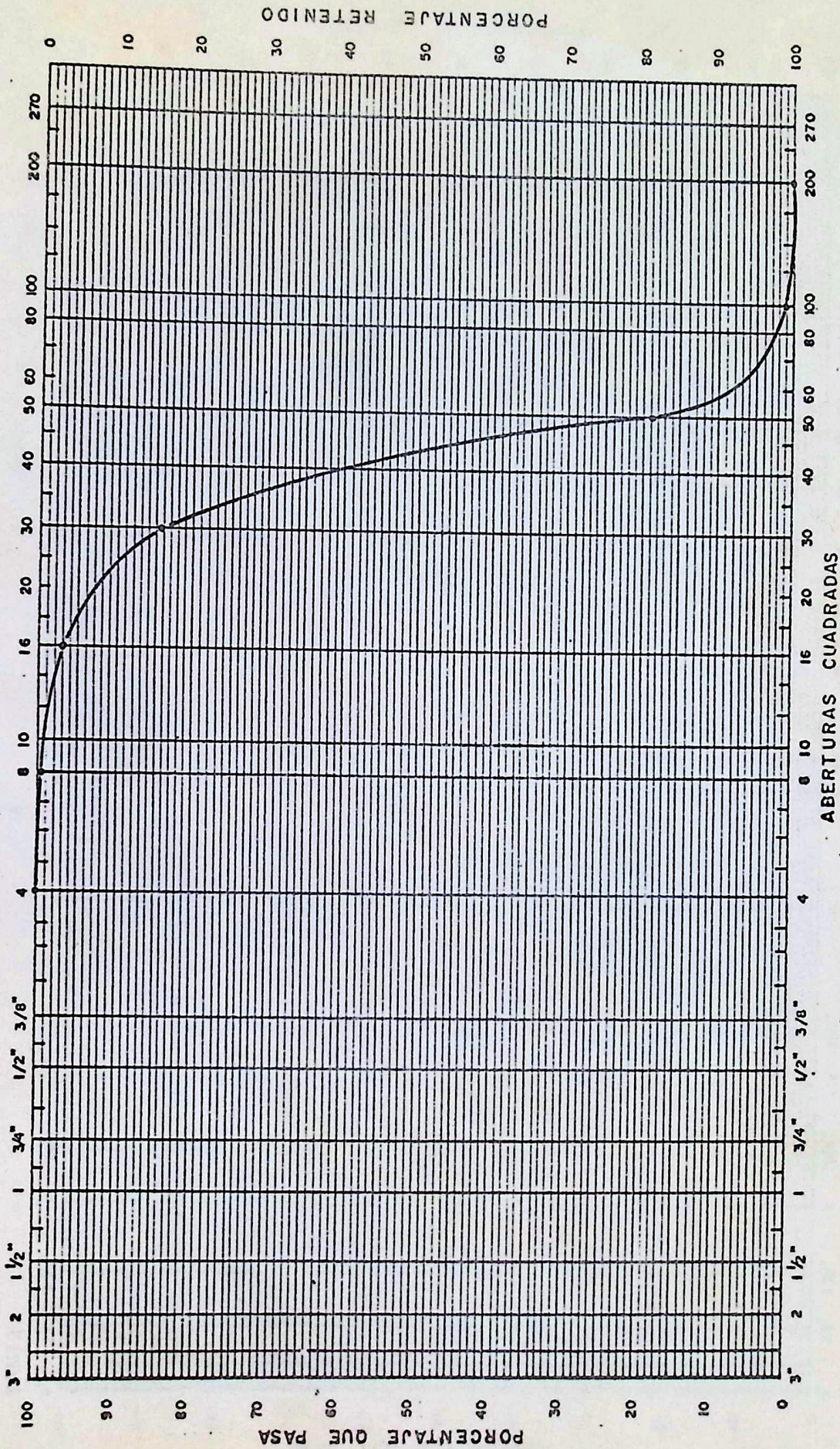


FIG. 3

UNIVERSIDAD DEL ZULIA
 FACULTAD DE INGENIERIA
 LABORATORIO DE PAVIMENTOS

CURVA DE GRANULOMETRIA

OBRA: SAQUE UNIVERSIDAD

TAMIZ :

MUESTRA N° :

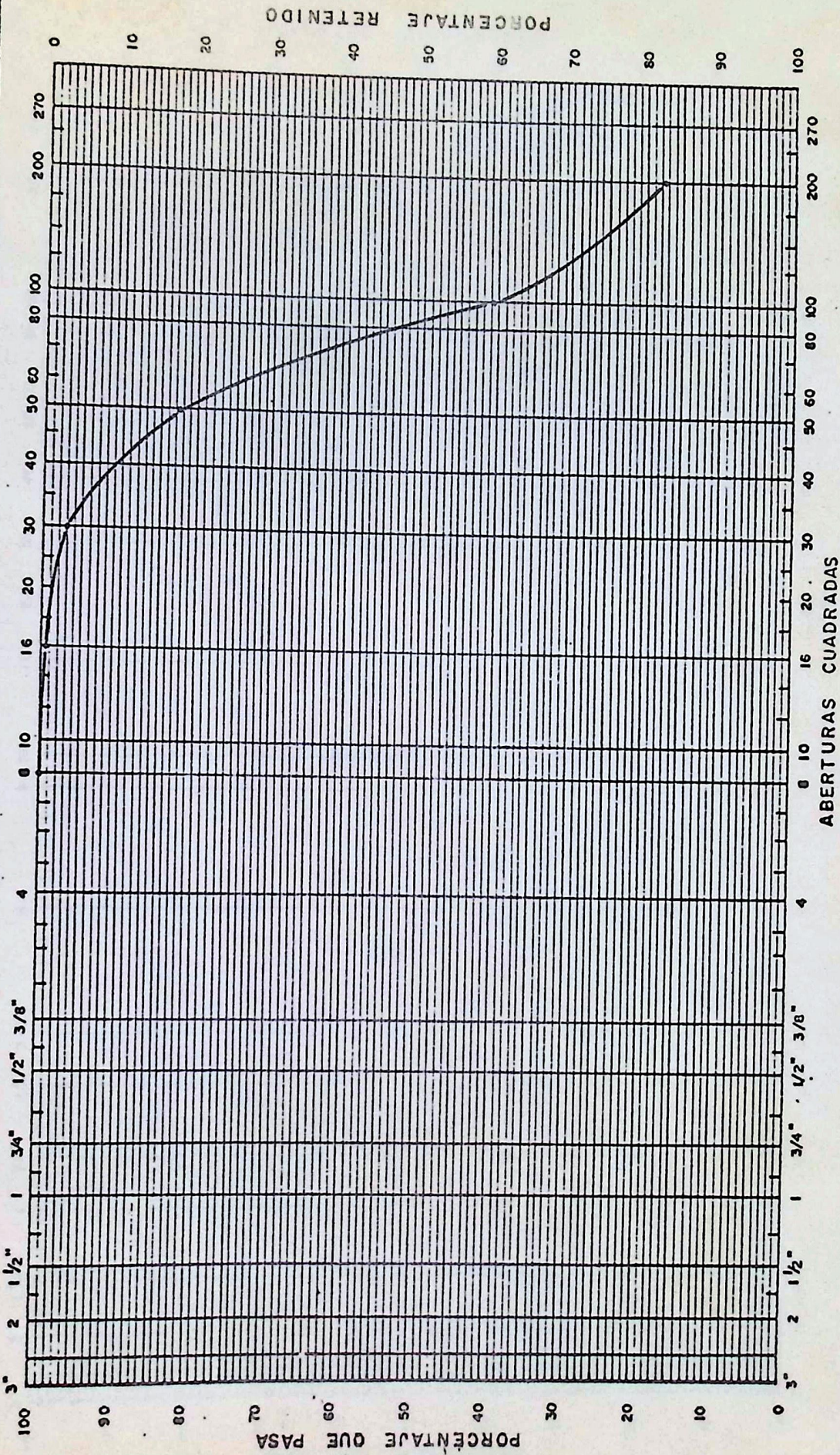


FIG. 4

CURVA DE GRANULOMETRIA

OBRA: SAQUE CUJICITO

TAMIZ :

MUESTRA N° :

4

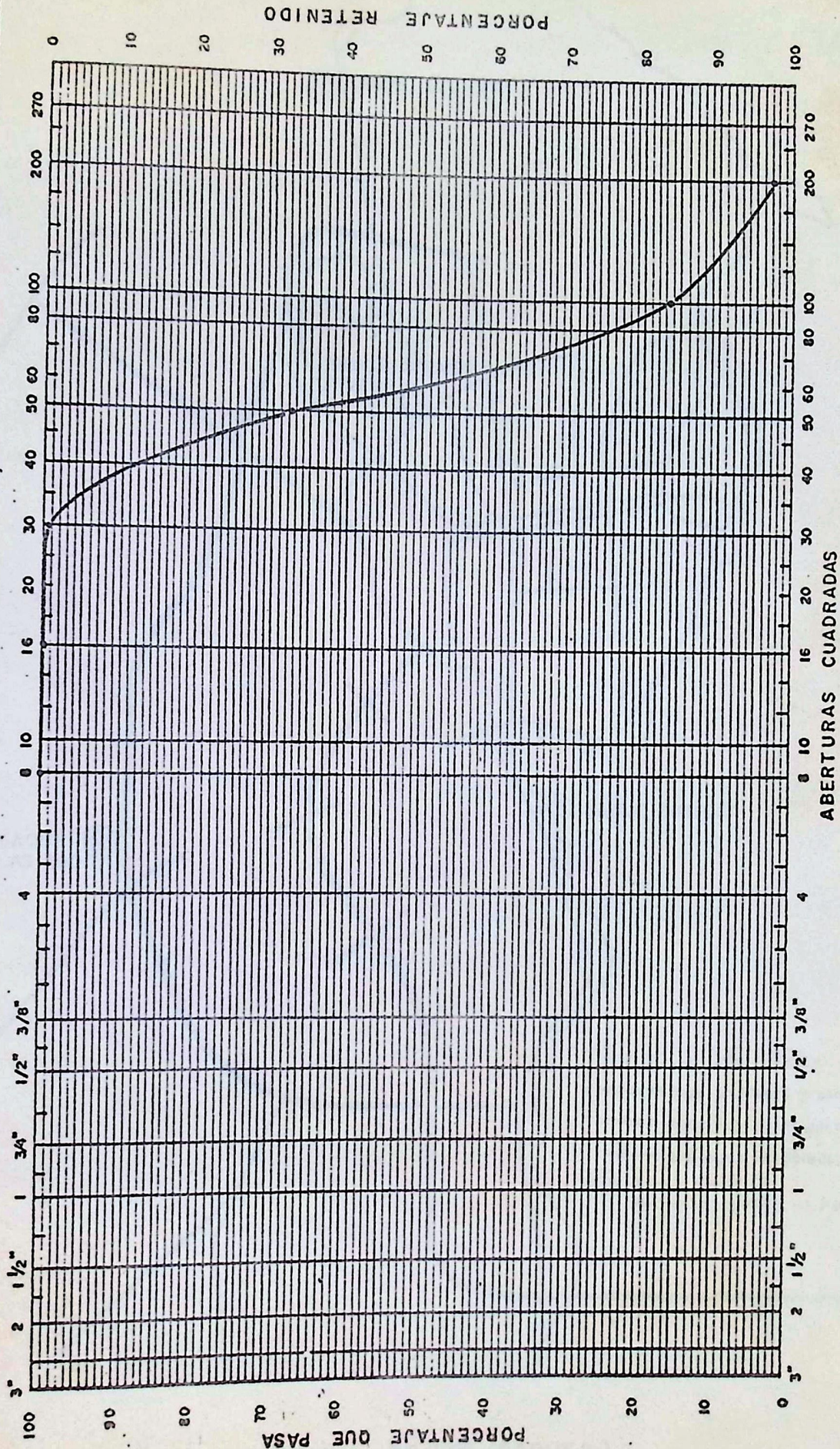


FIG. 5

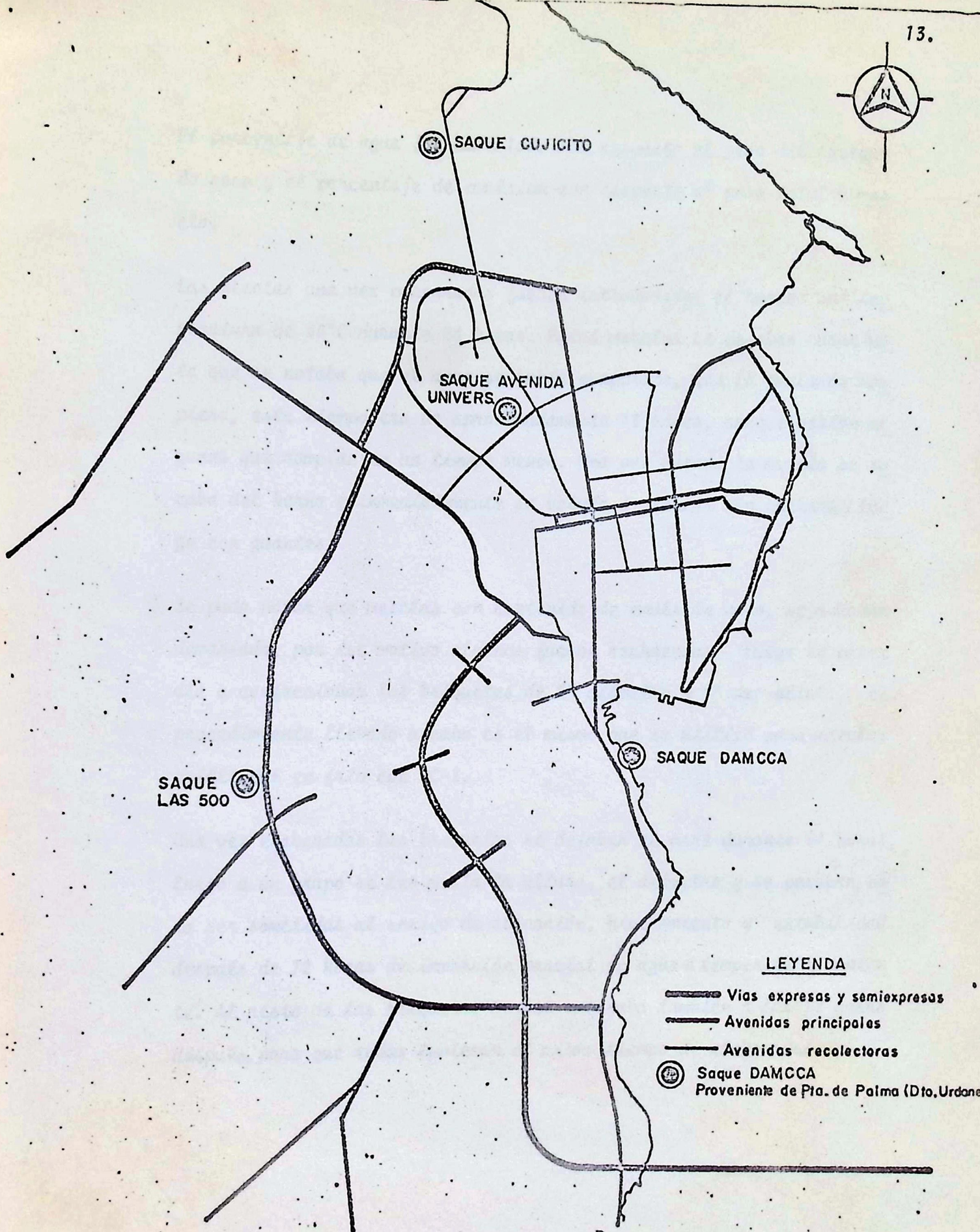
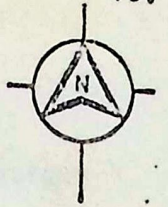


FIG. 6 - UBICACION DE LOS SAQUES

El porcentaje de agua fue calculado con respecto al peso del agregado seco y el porcentaje de emulsión con respecto al peso total de mezcla.

Las mezclas una vez preparadas fueron introducidas al horno a una temperatura de 60°C durante 24 horas. Estas mezclas se dejaban curar hasta que se notaba que el agua se había evaporado, que la emulsión rompiera, este tiempo era de aproximadamente 18 horas, aunque habían algunas que rompían en un tiempo menor. Una vez curada la mezcla se sacaba del horno e inmediatamente se volvía a mezclar con cuchara y luego con guantes.

Se pudo notar que mezclas con contenido de emulsión bajo, se secaban demasiado, por ese motivo algunas fueron rechazadas. Luego se procedía a confeccionar las briquetas de 2" diámetro y 1" de altura, el procedimiento llevado a cabo es el mismo que se utiliza para mezclas asfálticas en frío con RC-2.

Una vez elaboradas las briquetas se dejaban al aire durante 24 horas, luego a un grupo se les medía la altura, el diámetro y se pesaban, para ser sometidas al ensayo de absorción, hinchamiento y estabilidad después de 72 horas de inmersión parcial en agua a temperatura ambiente. Al resto de las briquetas se las ensayaba también a las 72 horas después, para que todas tuvieran el mismo tiempo de elaboradas.

5. RESULTADOS.

5.1. Diseño de mezclas.

5.11. Con RC-2.

Se elaboraron diseños de mezcla con los agregados correspondientes a los cuatro saques seleccionados: Cujicito, Universidad, Las Quinientas y Arena Lavada del Lago de Maracaibo (Damcca).

Las figuras 7, 8, 9 y 10 muestran estos diseños. En ellos se obtuvieron los porcentajes óptimos de RC-2, se partió de estos para establecer los porcentajes de emulsión con los cuales se iba a trabajar en el laboratorio. Para ello nos basamos en el porcentaje de cemento asfáltico obtenido por el método de pérdida por calentamiento, al ensayarse la emulsión utilizada, el cual fue de 57%; y el RC-2 contiene aproximadamente un 80% de cemento asfáltico. Se utilizó la relación:

$$\% \text{ Emulsión} = \frac{80}{57} \times \% \text{ RC-2}$$

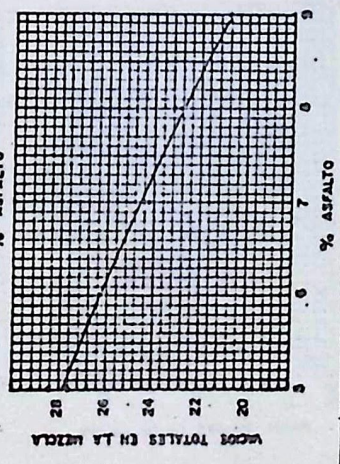
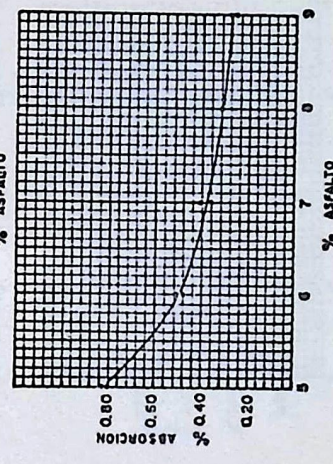
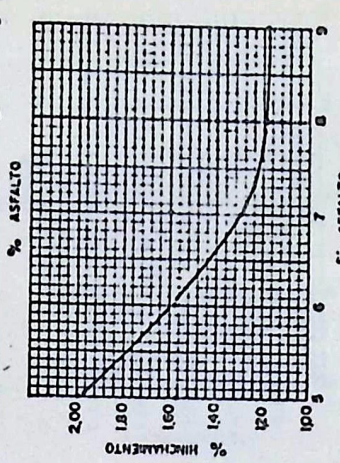
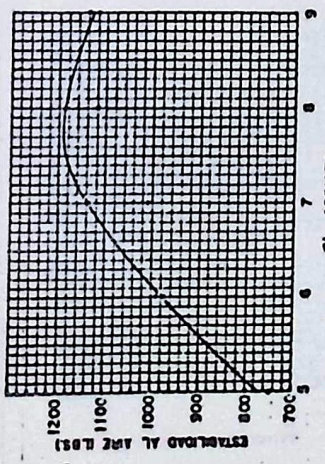
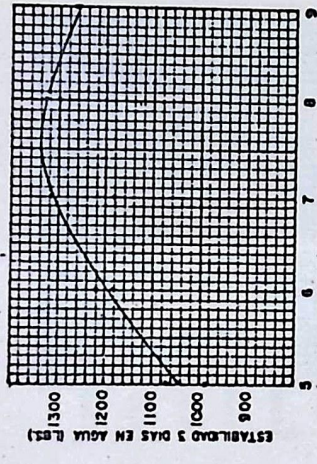
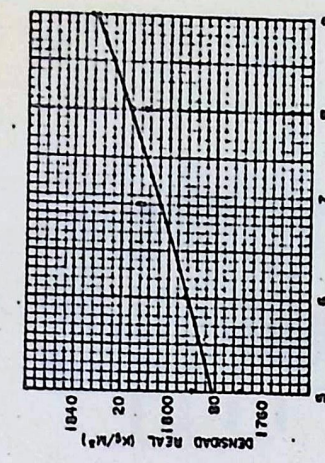
5.12. Con Emulsión.

Se elaboraron diseños de mezcla con los agregados correspondientes a los cuatro saques seleccionados: Cujicito, Universidad, Las Quinientas y Arena Lavada del Lago de Maracaibo (Damcca).

De la figura 11 a la 18 se muestran los resultados obtenidos en el laboratorio con el saque Cujicito.

PC	ADHERENCIA	M.A.L.A.	TAMIZ	% QUE PASA	ESPECIFIC	ESTABILIDAD				DENSIDAD		% VACIOS	ESPECIFIC
						3 DIAS EN AGUA	AL AIRE	1 HORA AL AIRE	1 HORA EN AGUA	REAL	TEORICA		
5.0	0.82	1.99	1040	770	81	—	—	—	1782	2473	72.2	27.8	
6.0	0.50	1.58	1195	975	114	114	114	114	1792	2432	73.7	26.3	
7.0	0.38	1.30	1316	1138	130	160	160	160	1804	2392	75.5	24.5	
8.0	0.32	1.18	1333	1189	114	147	147	147	1817	2354	77.2	22.8	
9.0	0.28	1.18	1265	1130	114	146	146	146	1831	2316	79.1	20.9	

PC 2.70
ADHERENCIA
M.A.L.A.



REPUBLICA DE VENEZUELA
MINISTERIO DE OBRAS PUBLICAS
DIRECCION DE VIABILIDAD

UNIDAD DE ESTUDIOS
PROYECTOS

UNIVERSIDAD DEL ZULIA
FACULTAD DE INGENIERIA
DEPARTAMENTO DE PAVIMENTOS
DE CARRETERAS

FRANCO
ESTUDIO
DE CARRETERAS

COPIA: 2011
FOLIO N°

ENCARGADO:
REF:

APROB.

REVISADO POR:

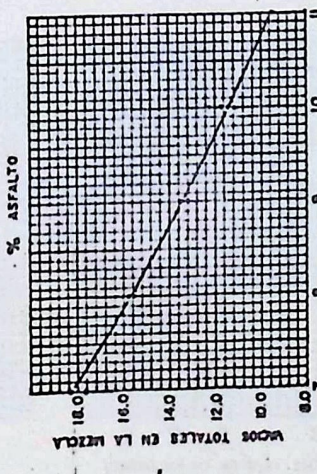
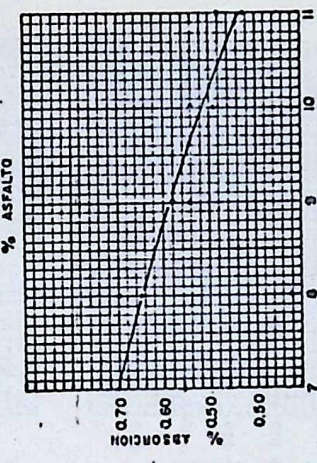
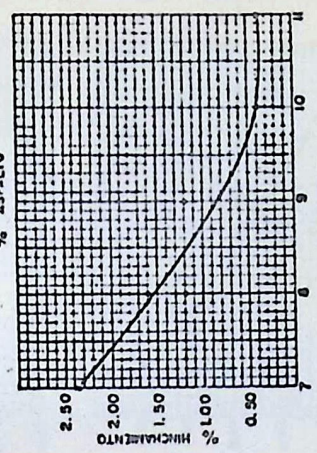
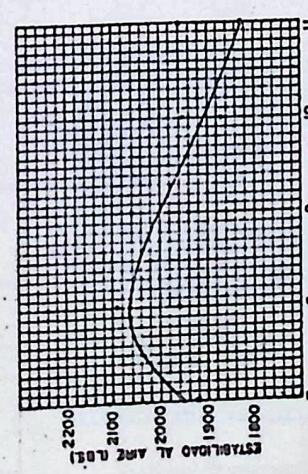
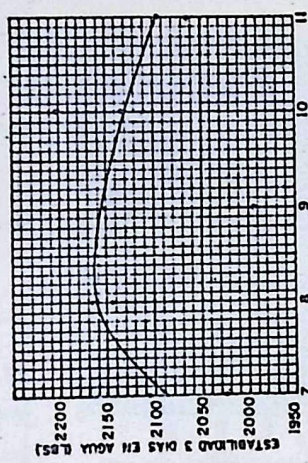
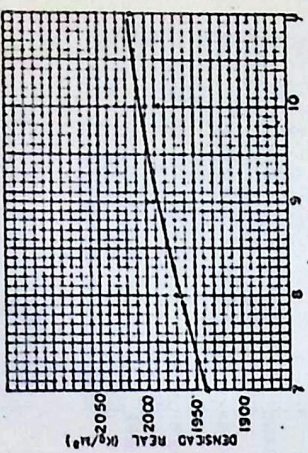
OBSERVACIONES SAQUE CUIJICITO

MECNO POR:

FIG. 7

%	RC-2	% ABSORCION	% HINCHAMIENTO	ESTABILIDAD			DENSIDAD		% COMPACTACION	% VACIOS	ESPECIFIC
				3 DIAS EN AGUA TEMP. AMBI.	AL AIRE TEMP. AMBI.	1 HORA AL AIRE TEMP. AMBI.	REAL	TEORICA			
7		0.70	2.38	2090	1950	470	1937	2370	81.7	18.3	
8		0.65	1.55	2162	2065	500	1965	2333	84.2	15.8	
9		0.58	0.84	2155	200	445	1985	2296	86.5	13.5	
10		0.51	0.40	2130	1908	364	2003	2261	88.6	11.4	
11		0.44	0.39	2095	1830	334	2016	2227	90.5	9.5	

PE 2.67
ADHERENCIA
MALA



OBSERVACIONES SAQUE UNIVERSIDAD

REVISADO POR:

REPUBLICA DE VENEZUELA
MINISTERIO DE OBRAS PUBLICAS
DIRECCION DE VIALIDAD

DISEÑO DE MEZCLAS DE ARENA-ASFALTO

UNIVERSIDAD SAQUE UNIVERSIDAD

HECHO POR:

INSTITUTO NACIONAL DE VIALIDAD

FRANCO: SLO - 21

FECHA: _____

SABIE TOTAL: _____

ESCALA: _____

TOTAL BROW: _____

COMP. _____

REF. _____

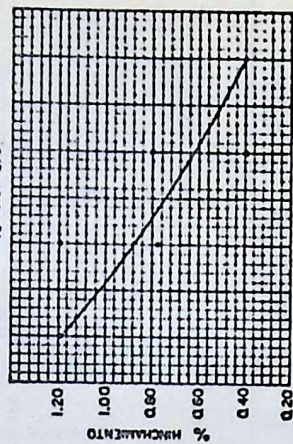
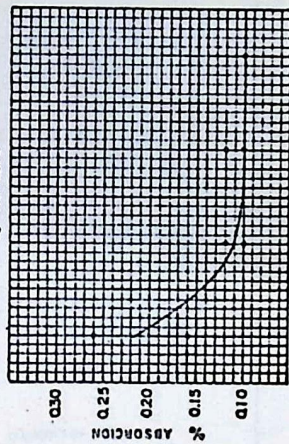
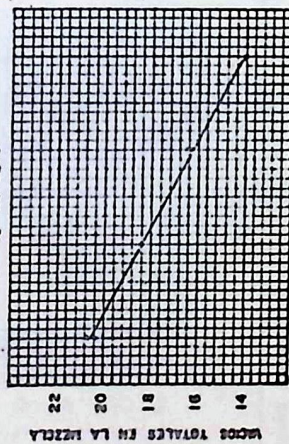
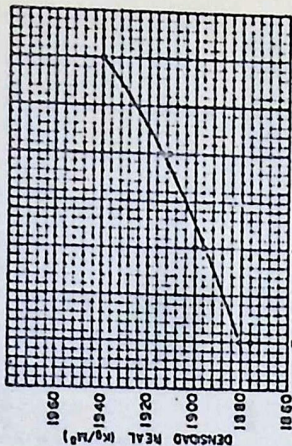
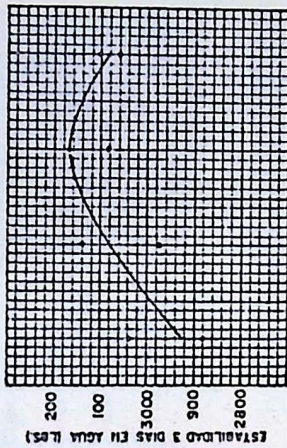
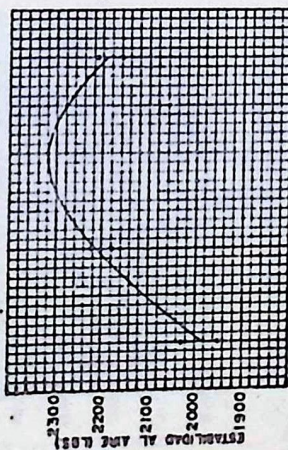
APROB. _____

FIG. 8

%	RC-2	% ABSORCION	% HINCHAMIENTO	ESTABILIDAD				DENSIDAD		% COMPACTACION	% VACIOS	ESPECIFIC.
				3 DIAS EN AGUA TEMP. AMB.	AL AIRE TEMP. AMB.	1 HORA AL AIRE 90° C	1 HORA EN AGUA 90° C	REAL	TEORICA			
7.0		0.23	1.19	2925	1986	211	520	1880	2363	79.4	20.6	
8.0		0.12	0.88	3080	2215	211	536	1896	2326	81.6	18.4	
9.0		0.12	0.63	3170	2320	211	545	1914	2290	83.7	16.3	
10.0		0.12	0.40	3080	2190	211	561	1940	2255	86.0	14.0	

PE 2.66
ADHERENCIA:
MALA

TAMIZ	% QUE PASA	ESPECIFIC
Ø 8	100	
Ø 16	99.3	
Ø 30	94.5	
Ø 50	75.0	
Ø 100	20.8	
Ø 200	12.5	



OBSERVACIONES: SAGUE LAS 500

RECIBO POR:

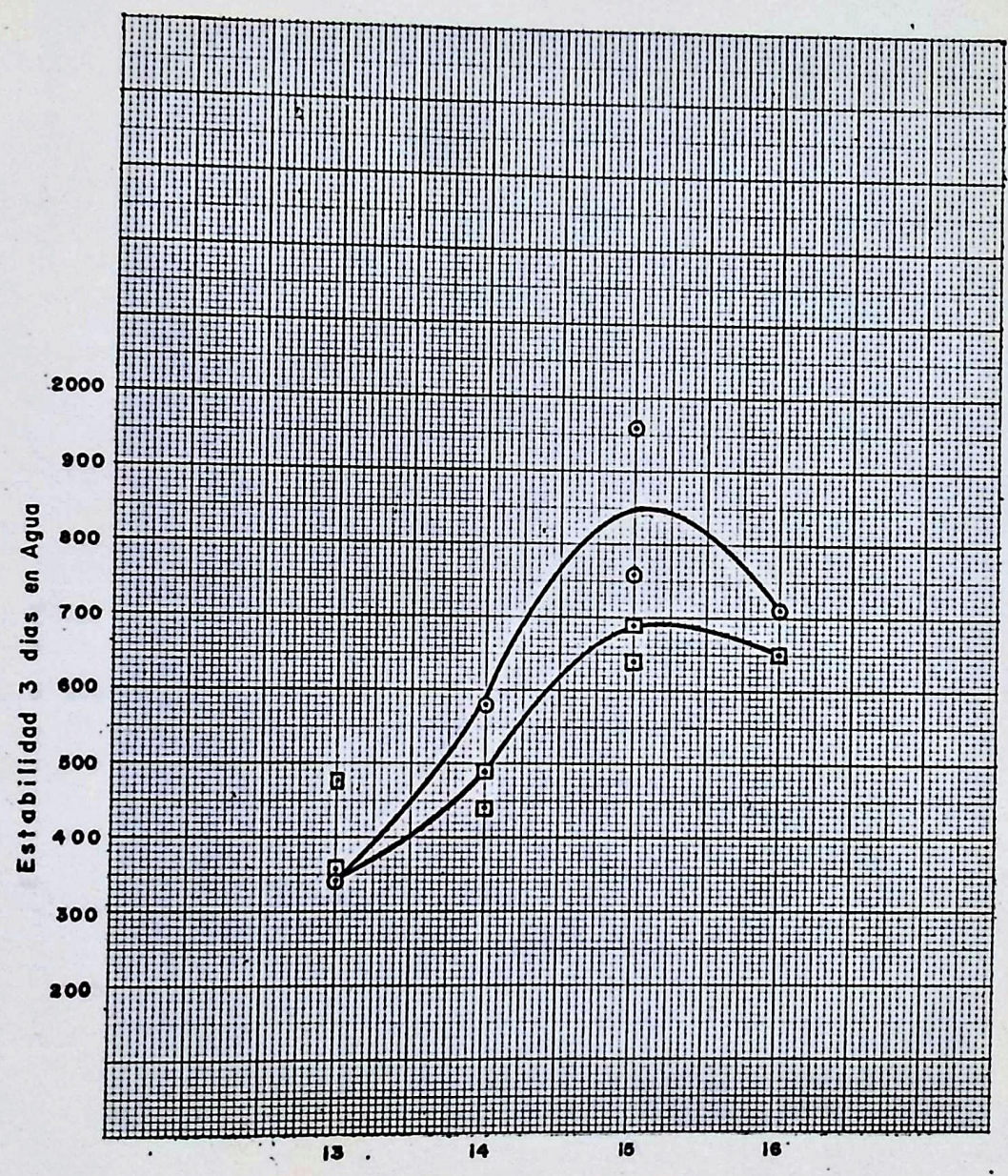
REVISADO POR:

REPUBLICA DE VENEZUELA
 MINISTERIO DE OBRAS PUBLICAS
 DIRECCION DE VIALIDAD
 DIVISION DE ESTUDIOS Y PROYECTOS -
 DISEÑO DE MEZCLAS DE ARMA-ASFALTO
 INSTITUCION AL QUE SE RINDE: ESTUDIO
 ALIENACION: AL
 FECHA: TOTAL HOJAS:
 CONV. LOCALIDAD:
 APROB.

FIG. 9

L.U.Z.

FACULTAD DE INGENIERIA DPTO. VIAS DE COMUNICACION
LABORATORIO DE PAVIMENTOS



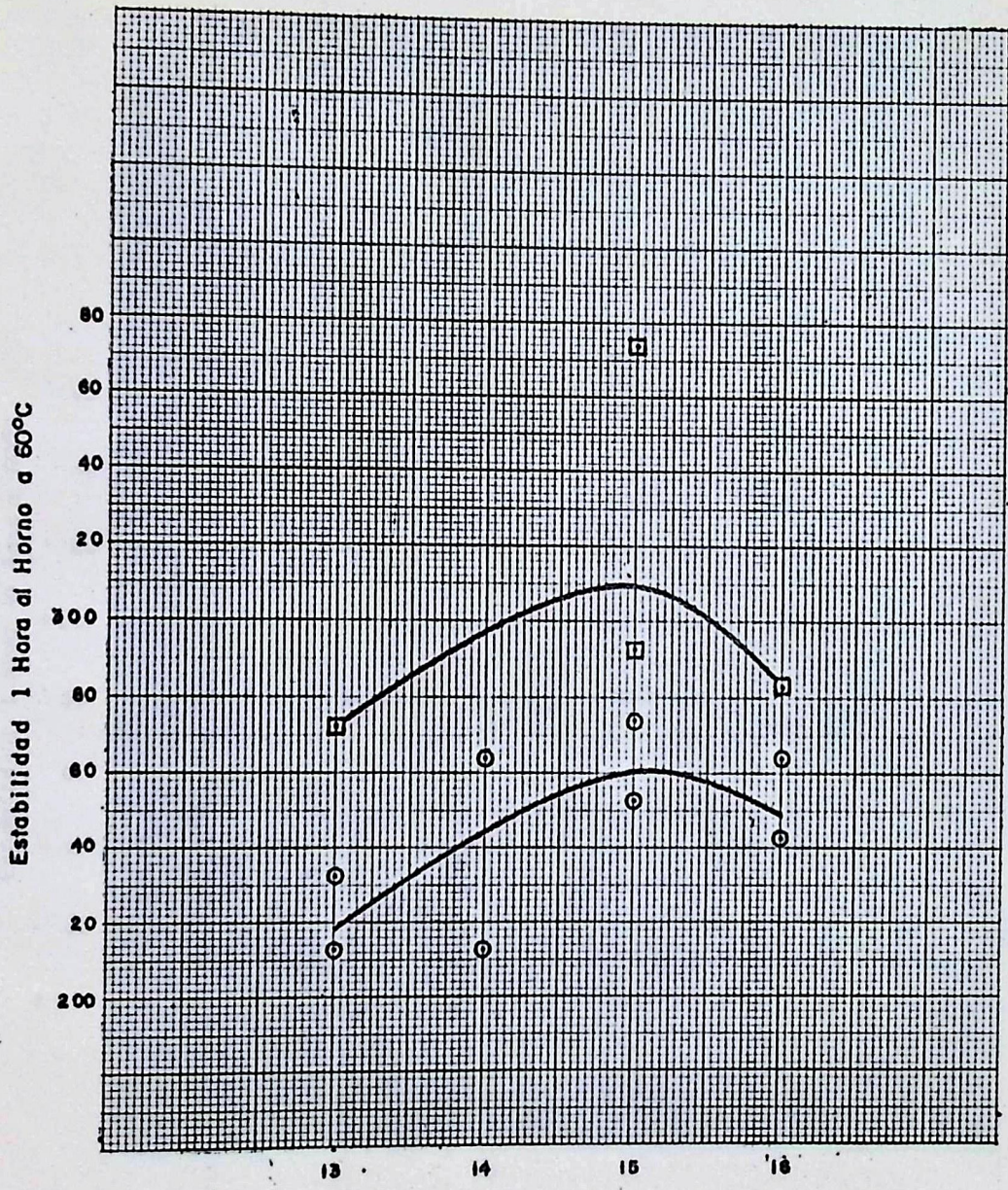
○ 2 % de Agua
□ 4 % de Agua

% de Emulsión-SS-1

FIG. 11

L.U.Z.

FACULTAD DE INGENIERIA DPTO. VIAS DE COMUNICACION
LABORATORIO DE PAVIMENTOS



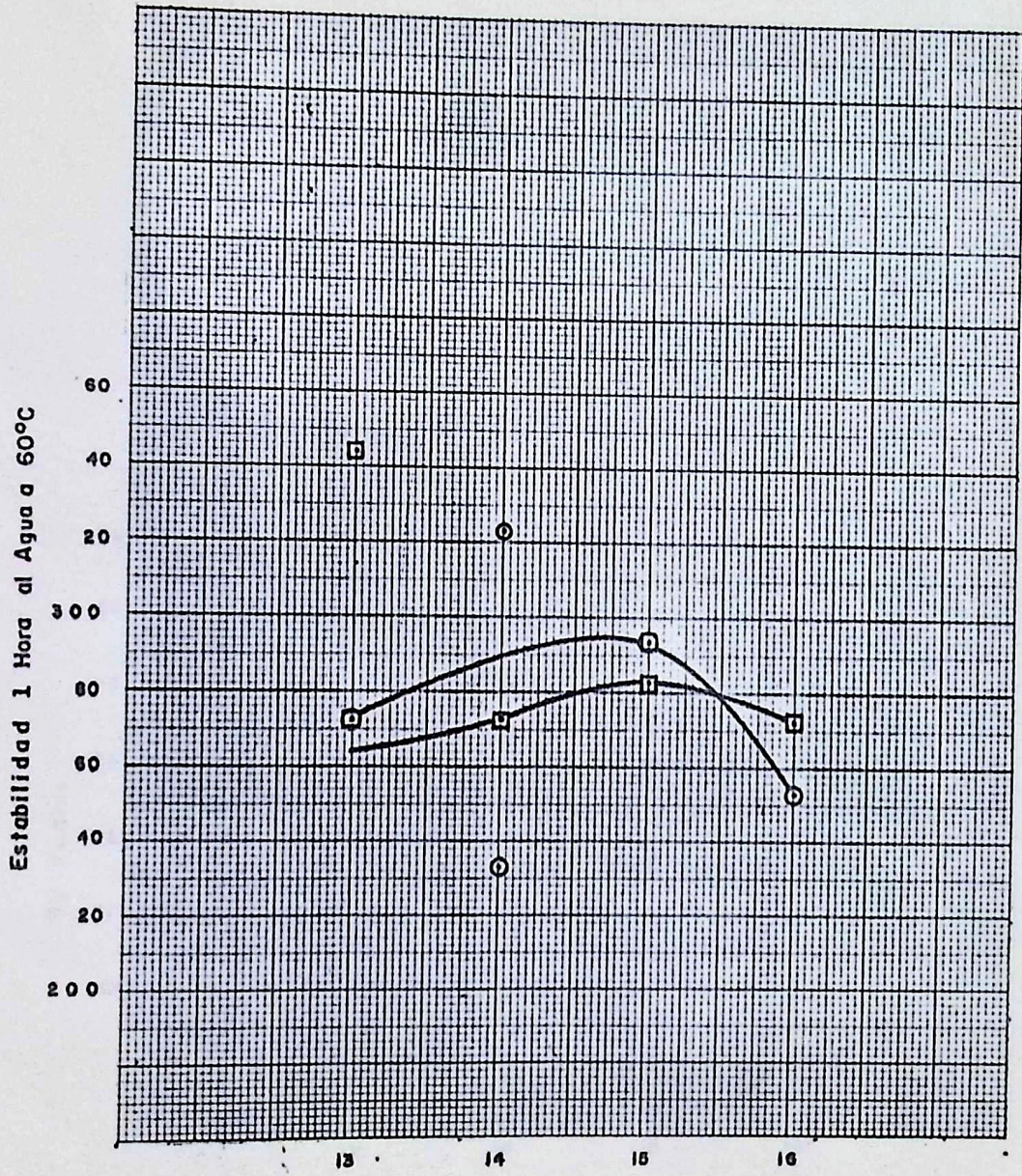
2 % de Agua
4 % de Agua

% de Emulsión-SS-1

FIG. 13

L.U.Z.

FACULTAD DE INGENIERIA DPTO. VIAS DE COMUNICACION
LABORATORIO DE PAVIMENTOS



○ 2 % de Agua

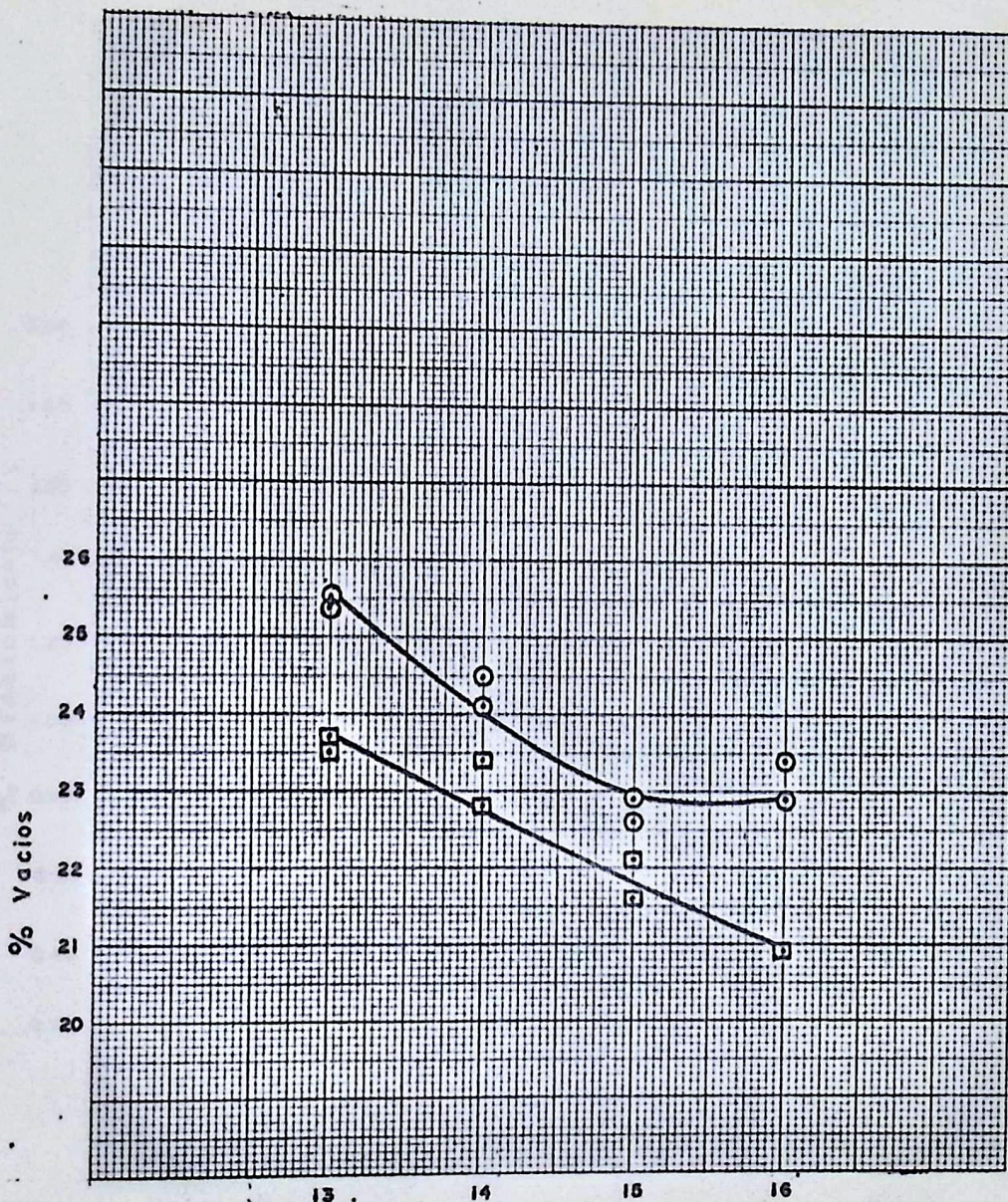
□ 4 % de Agua

% de Emulsion-SS-1

FIG. 14

L.U.Z.

FACULTAD DE INGENIERIA DPTO. VIAS DE COMUNICACION
LABORATORIO DE PAVIMENTOS



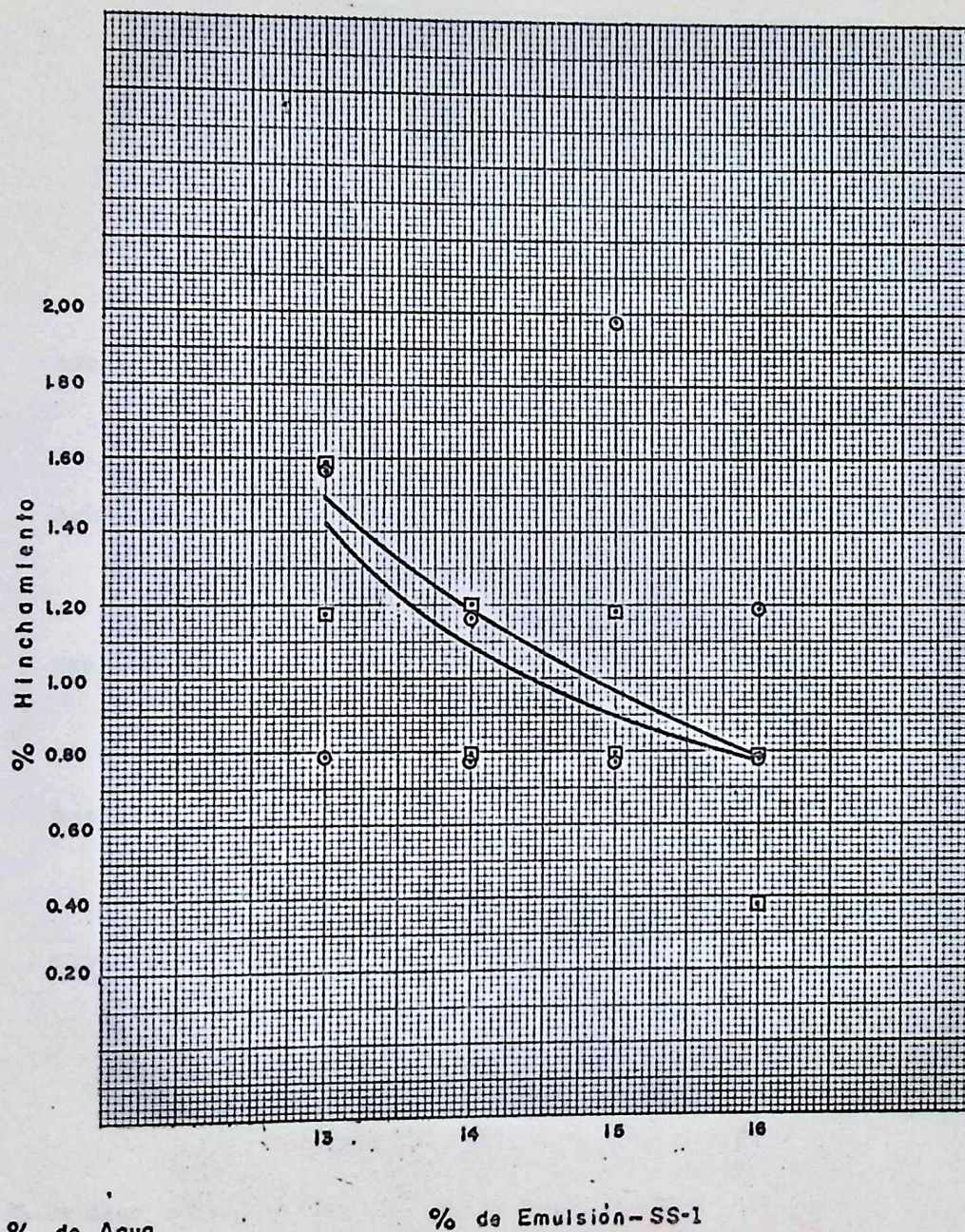
○ 2 % de Agua
□ 4 % de Agua

% de Emulsion-SS-1

FIG. 15

L.U.Z.

FACULTAD DE INGENIERIA DPTO. VIAS DE COMUNICACION
LABORATORIO DE PAVIMENTOS



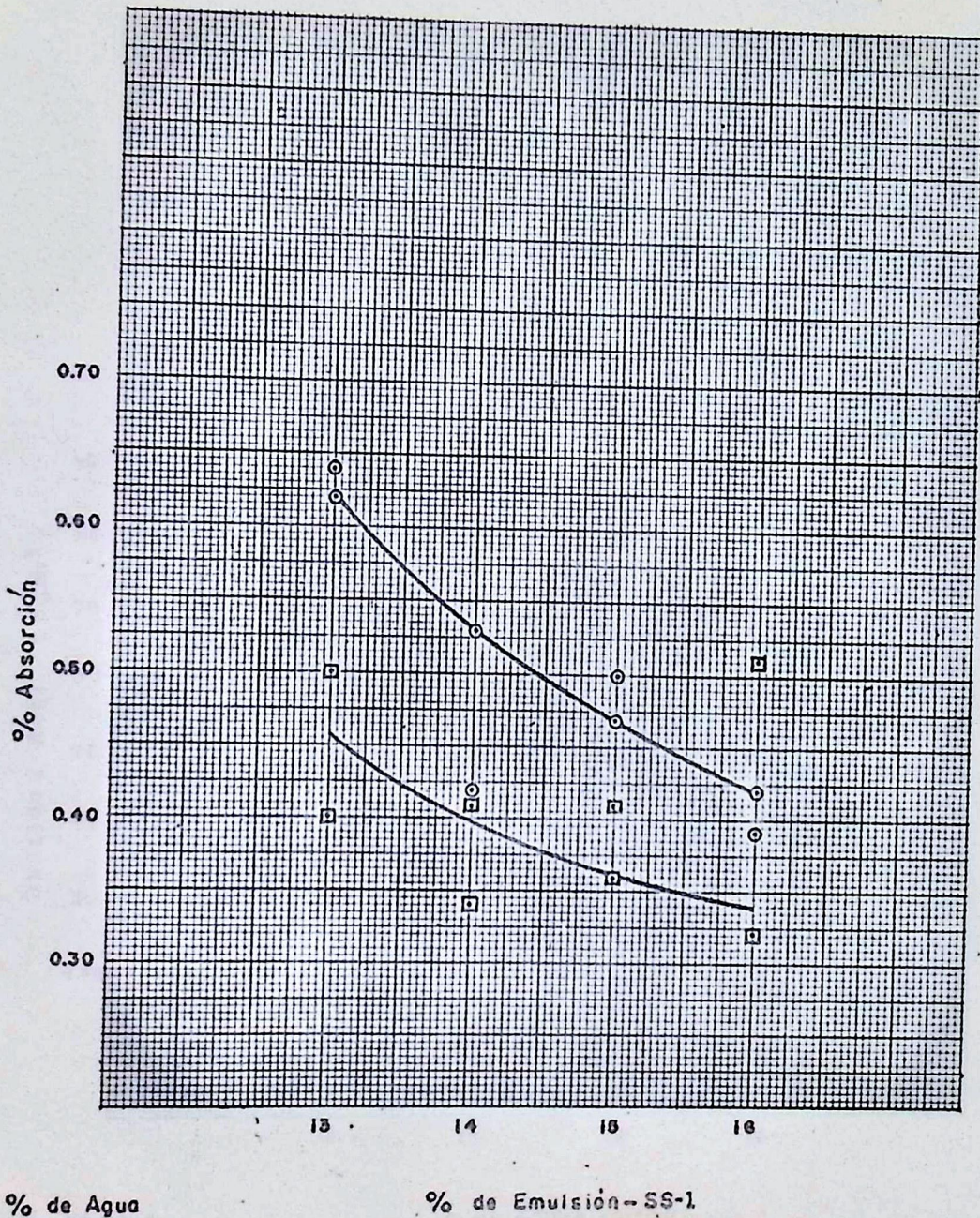
○ 2 % de Agua

□ 4 % de Agua

FIG. 16

L.U.Z.

FACULTAD DE INGENIERIA DPTO. VIAS DE COMUNICACION
LABORATORIO DE PAVIMENTOS



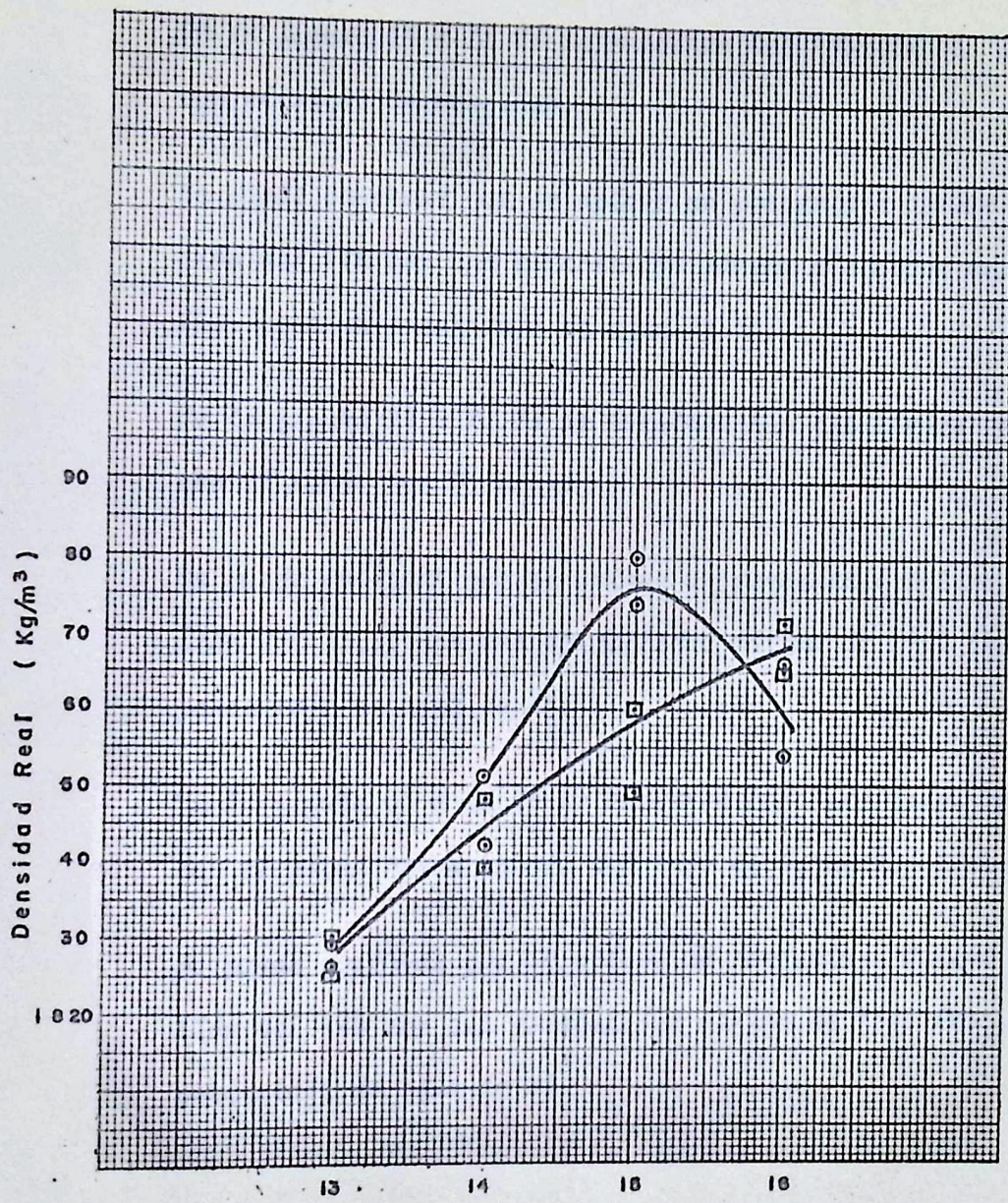
○ 2 % de Agua

□ 4 % de Agua

FIG. 17

L.U.Z.

FACULTAD DE INGENIERIA DPTO. VIAS DE COMUNICACION
LABORATORIO DE PAVIMENTOS



2 % de Agua
4 % de Agua

% de Emulsión-SS-1

FIG. 18

Se puede observar que se obtuvo un porcentaje óptimo de emulsión del 15% con una estabilidad máxima de 1850 lbs. para un porcentaje de agua de 2%.

De la figura 19 a la 26 se muestran los resultados obtenidos con el saque Universidad.

Se puede observar que se obtuvo un porcentaje óptimo de emulsión del 14% con una estabilidad máxima alrededor de las 3.000 lbs. para un porcentaje de agua de 5%.

De la figura 27 a la 34 se muestran los resultados obtenidos con el saque Las Quinientas.

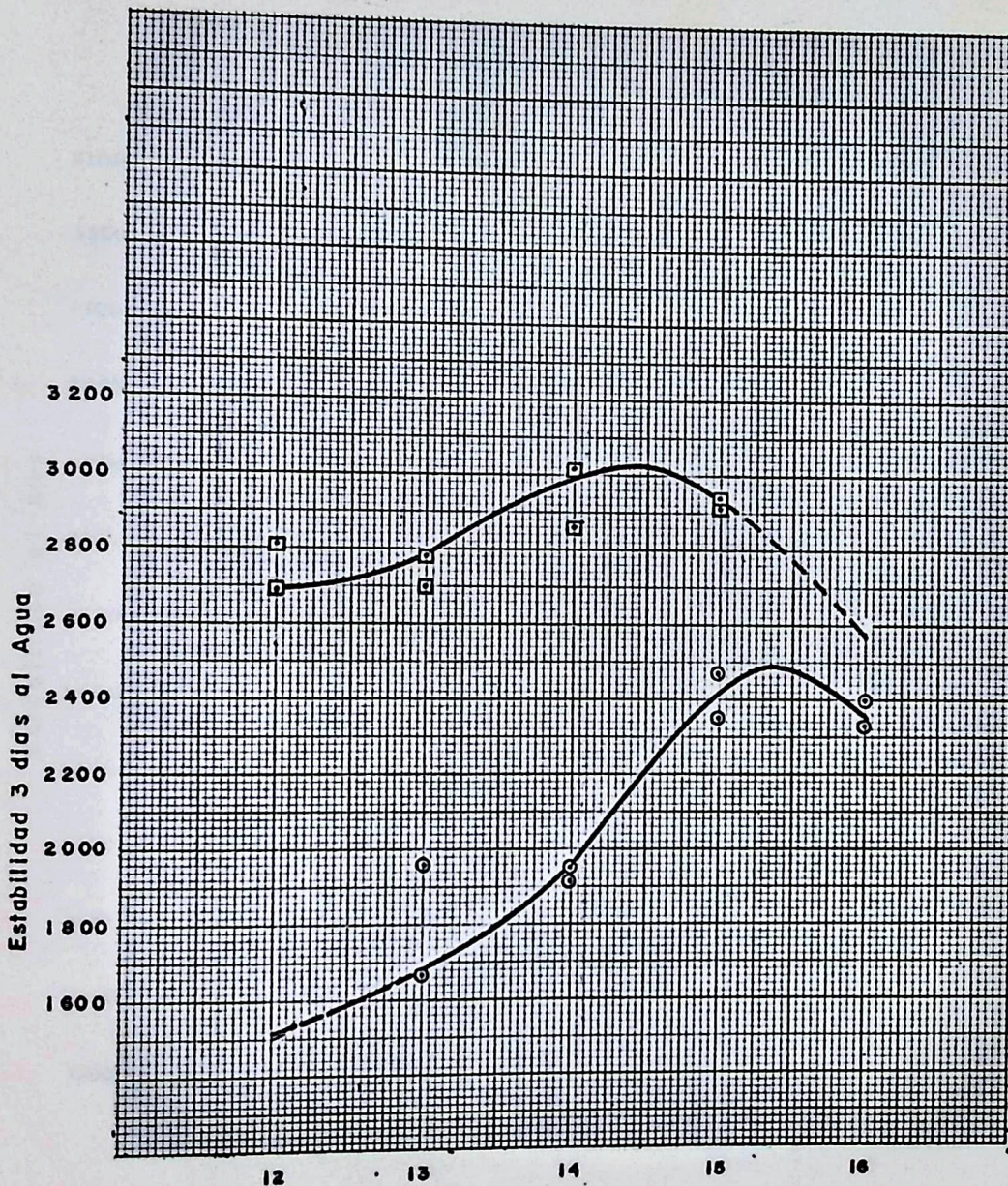
Se puede observar que se obtuvo un porcentaje óptimo de emulsión del 15,5% con una estabilidad máxima de 2900 lbs. para un porcentaje de agua de 4%.

De la figura 35 a la 40 se muestran los resultados obtenidos con el saque Arena Lavada del Lago de Maracaibo (Damcca).

Se puede observar que se obtuvo un porcentaje óptimo de emulsión del 14% con una estabilidad máxima de 1340 lbs. para un porcentaje de agua de 4%.

L.U.Z.

FACULTAD DE INGENIERIA DPTO. VIAS DE COMUNICACION
 LABORATORIO DE PAVIMENTOS



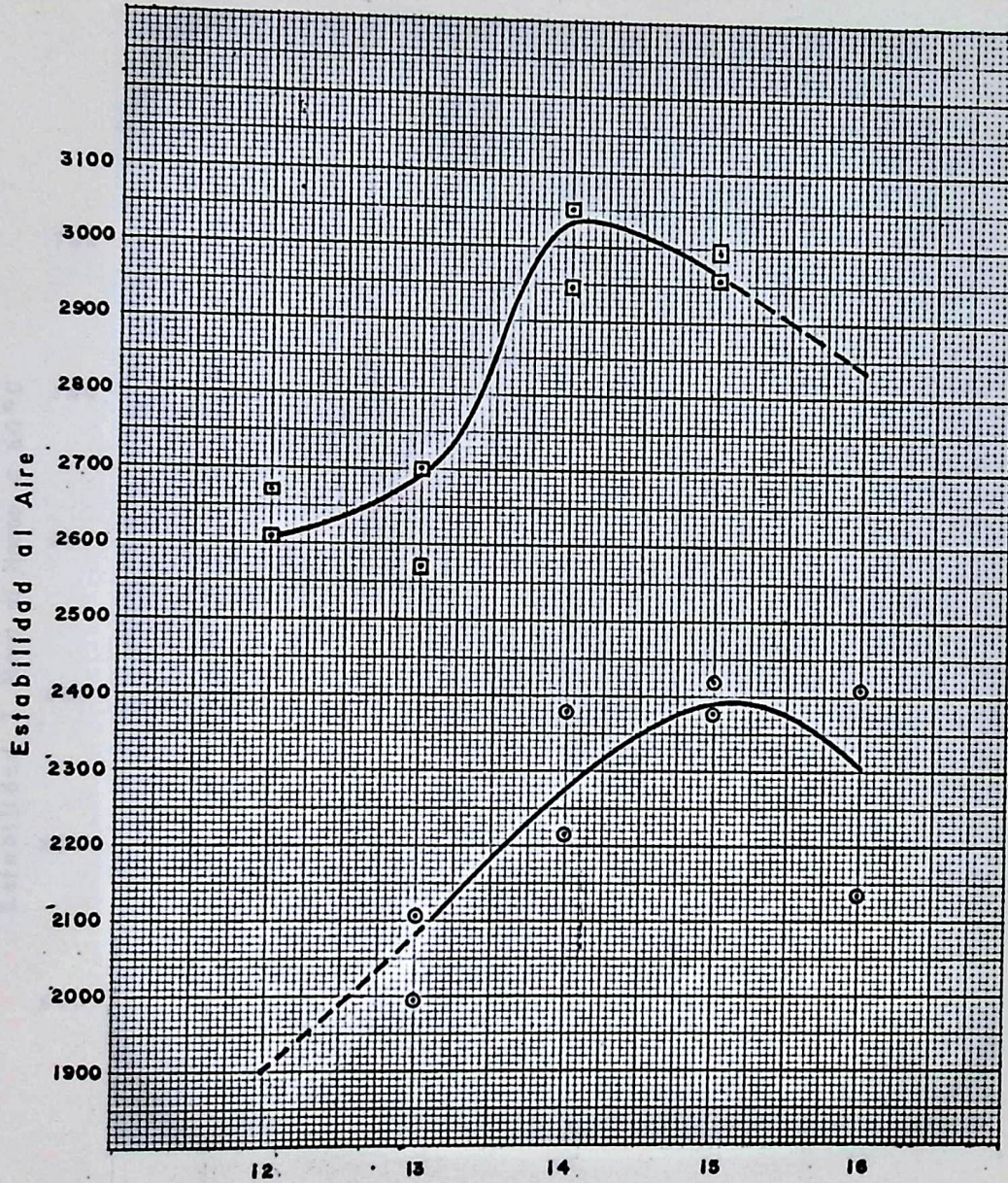
- 4 % de Agua
- 5 % de Agua

% de Emulsión-SS-1

FIG. 19

L.U.Z.

FACULTAD DE INGENIERIA DPTO. VIAS DE COMUNICACION
 LABORATORIO DE PAVIMENTOS



⊙ 4 % de Agua

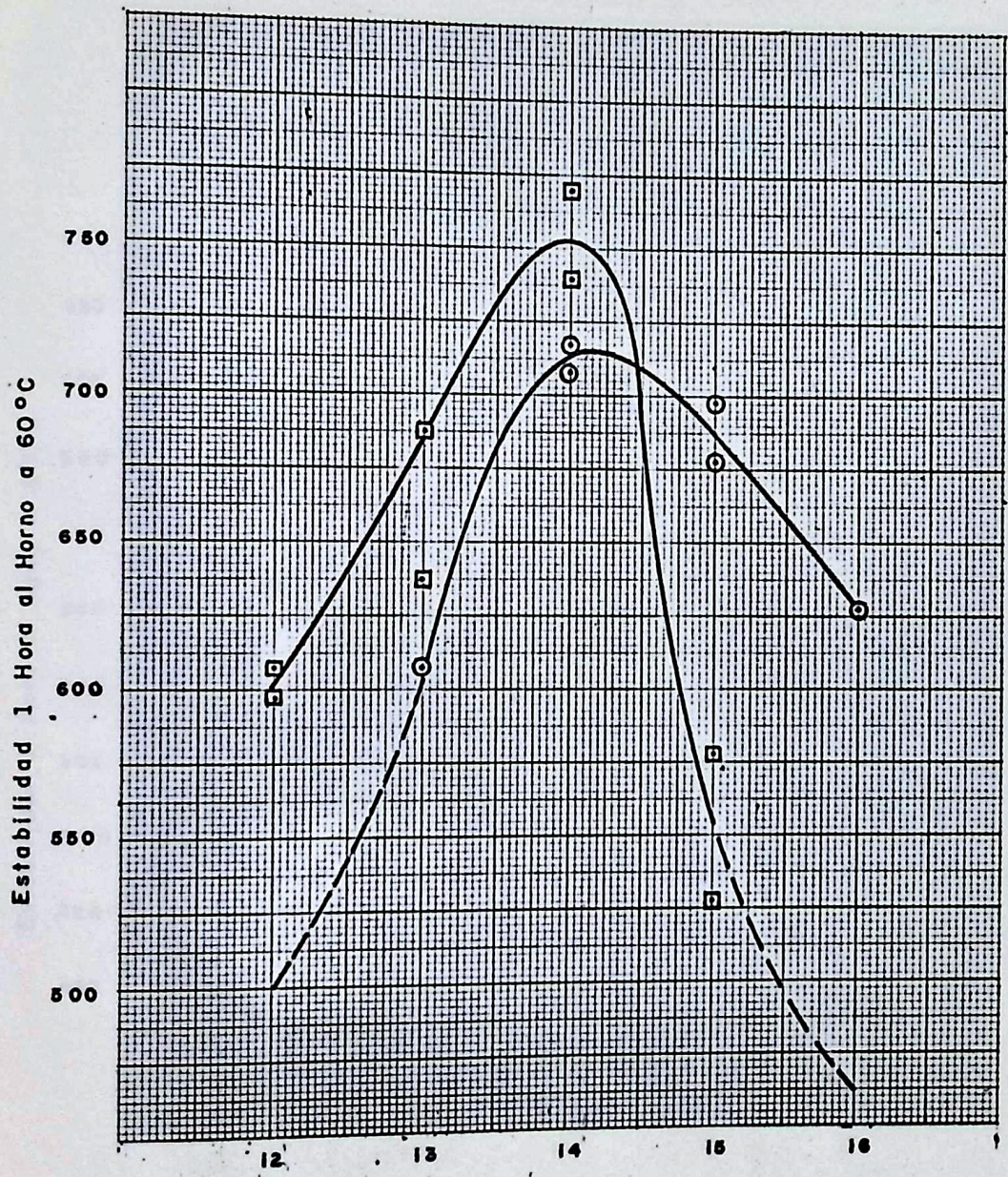
% de Emulsion-SS-1

⊠ 5 % de Agua

FIG. 20

L.U.Z.

FACULTAD DE INGENIERIA DPTO. VIAS DE COMUNICACION
LABORATORIO DE PAVIMENTOS



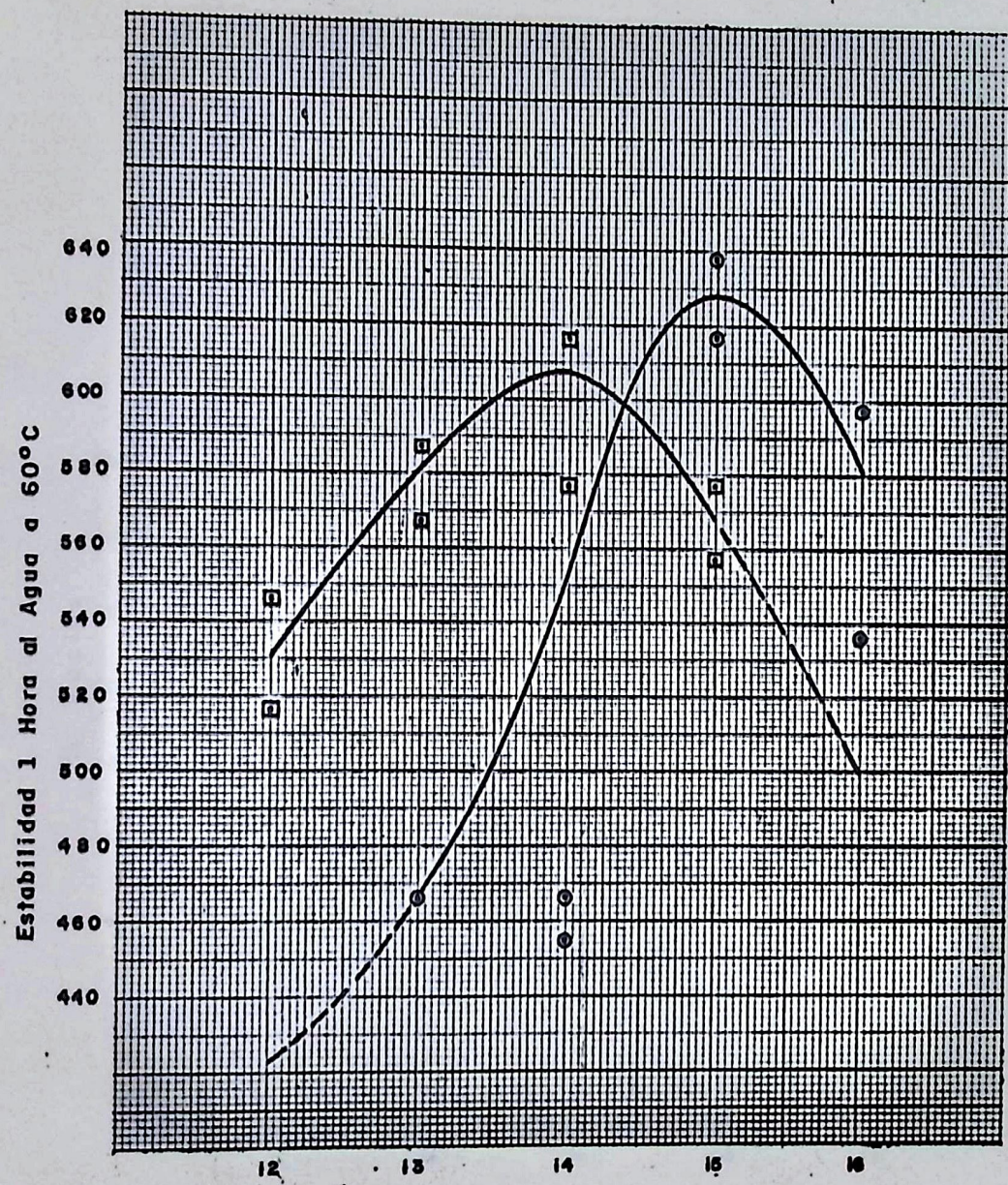
- ⊙ 4 % de Agua
- ⊠ 5 % de Agua

% de Emulsión-SS-1

FIG. 21

L.U.Z.

FACULTAD DE INGENIERIA DPTO. VIAS DE COMUNICACION
LABORATORIO DE PAVIMENTOS



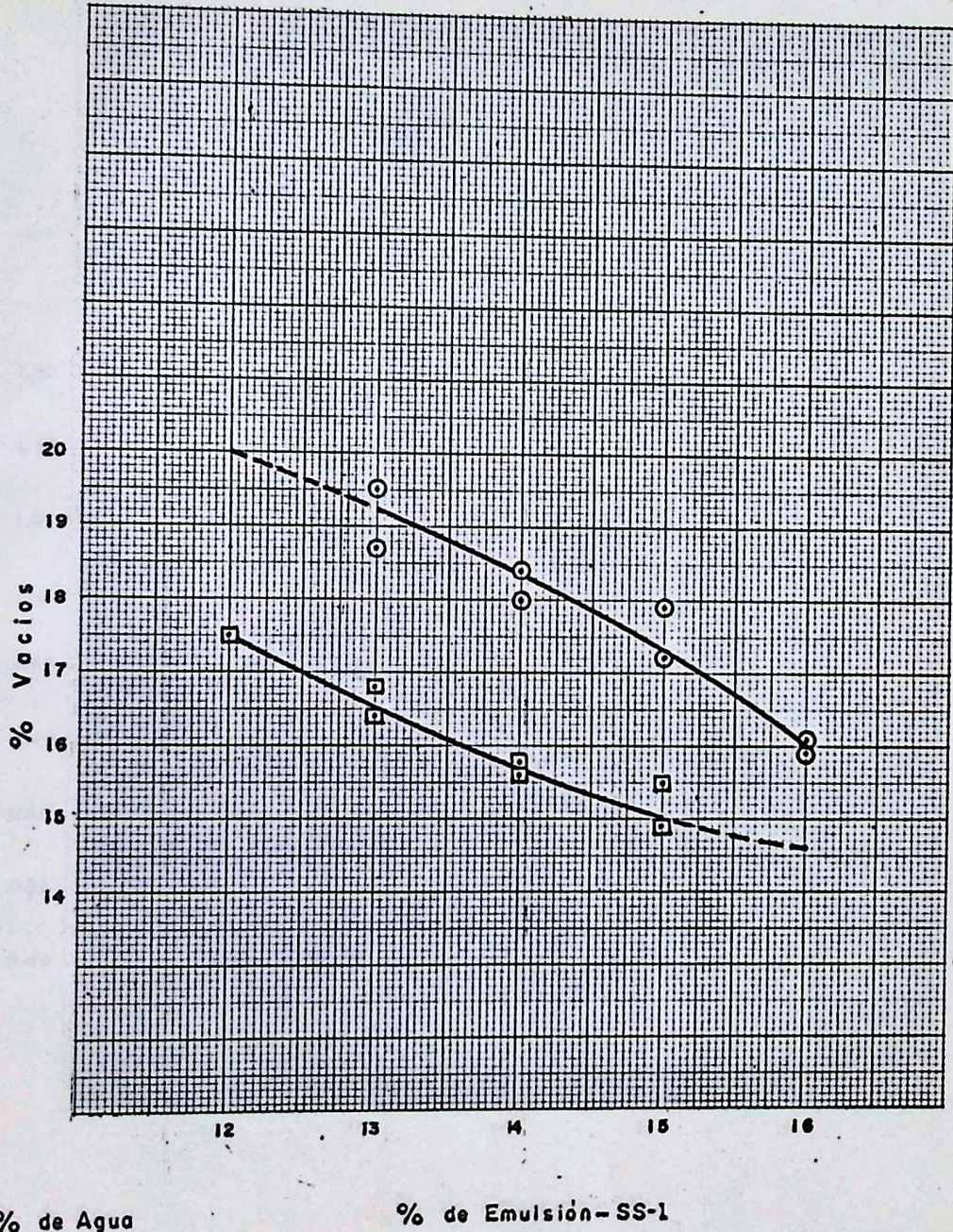
- 4 % de Agua
- 5 % de Agua

% de Emulsion-SS-1

FIG. 22

L.U.Z.

FACULTAD DE INGENIERIA DPTO. VIAS DE COMUNICACION
LABORATORIO DE PAVIMENTOS

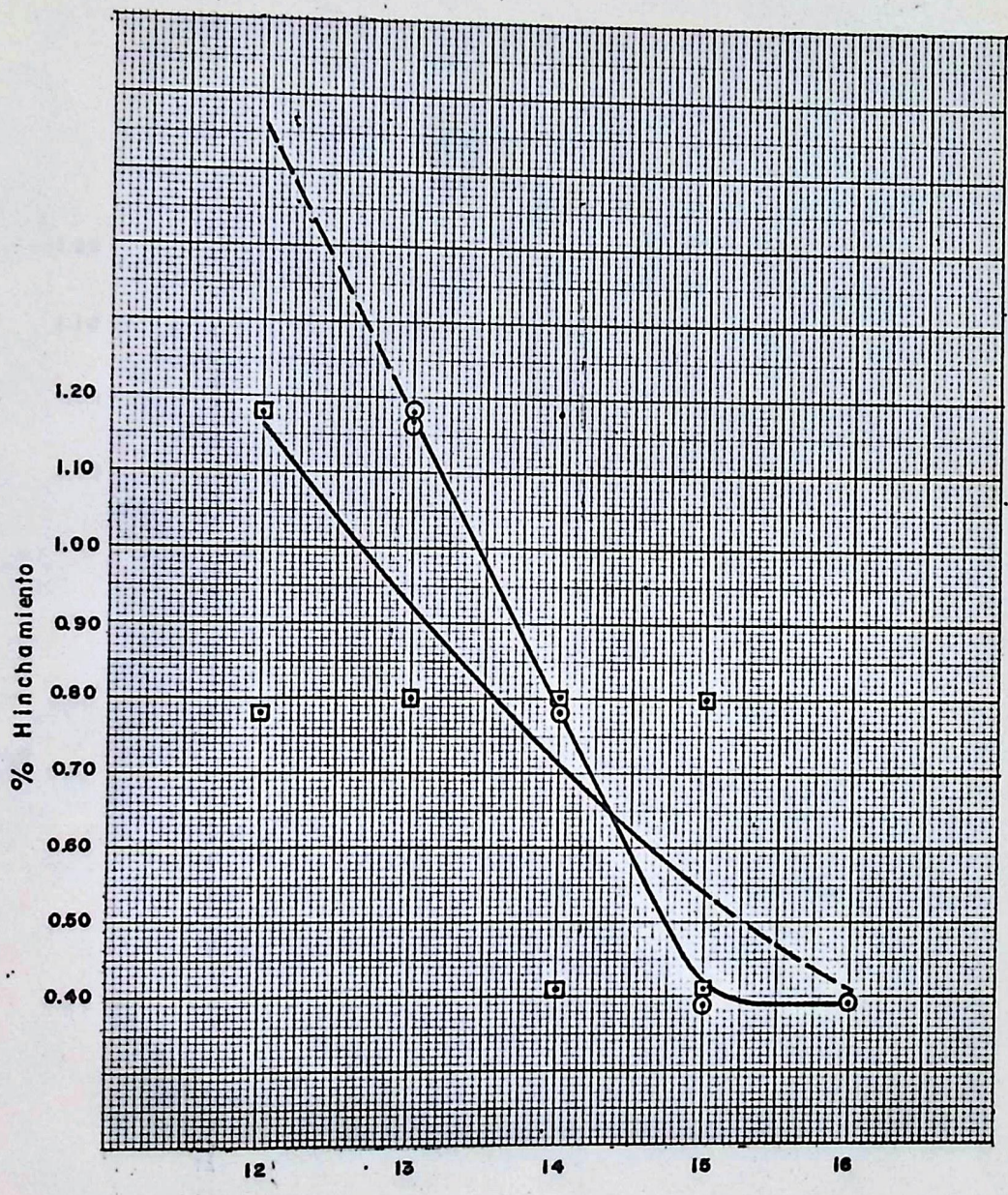


○ 4 % de Agua

□ 5 % de Agua

% de Emulsion-SS-1

FIG. 23



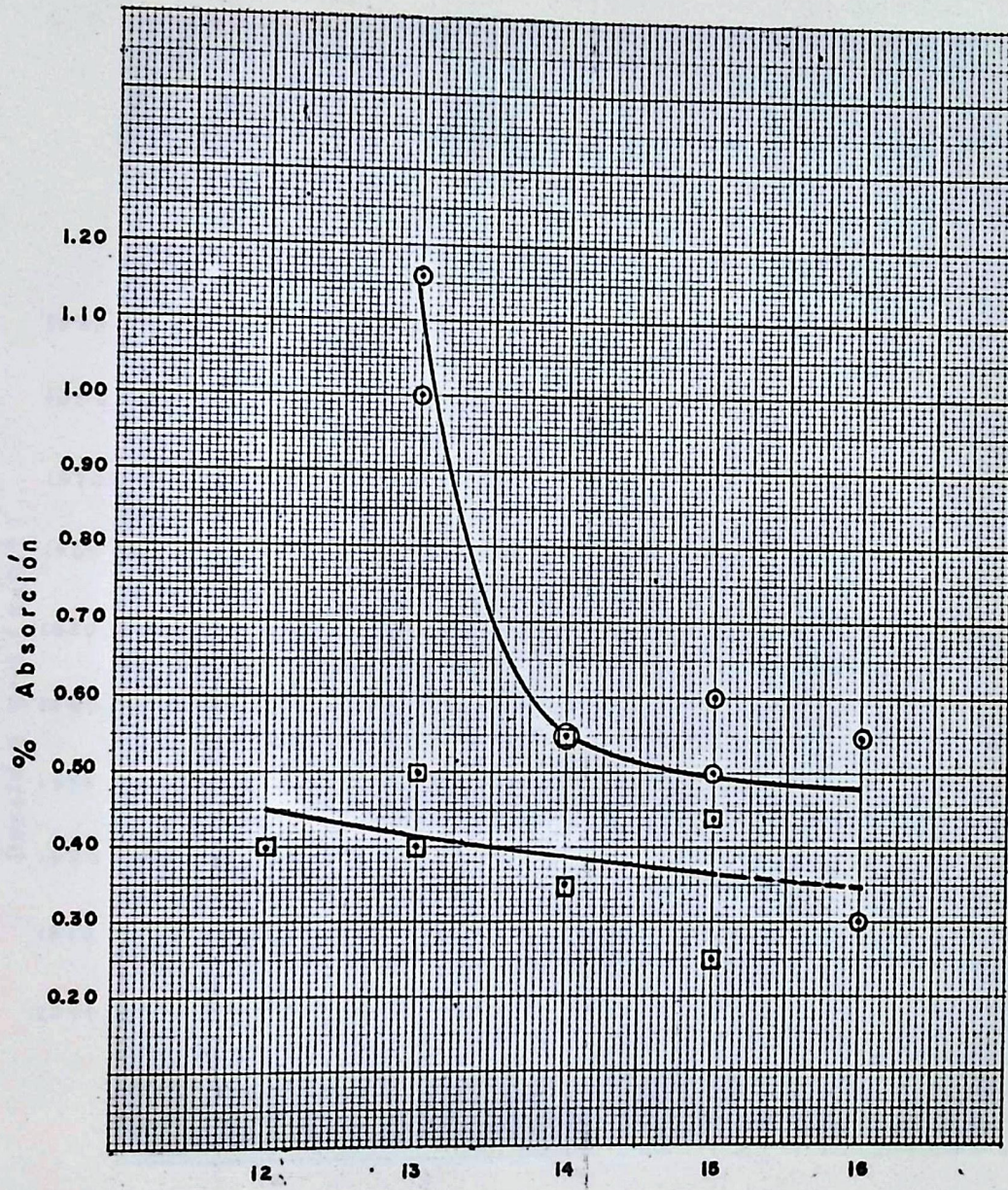
○ 4 % de Agua
□ 5 % de Agua

% de Emulsion-SS-1

FIG. 24

L.U.Z.

FACULTAD DE INGENIERIA DPTO. VIAS DE COMUNICACION
LABORATORIO DE PAVIMENTOS



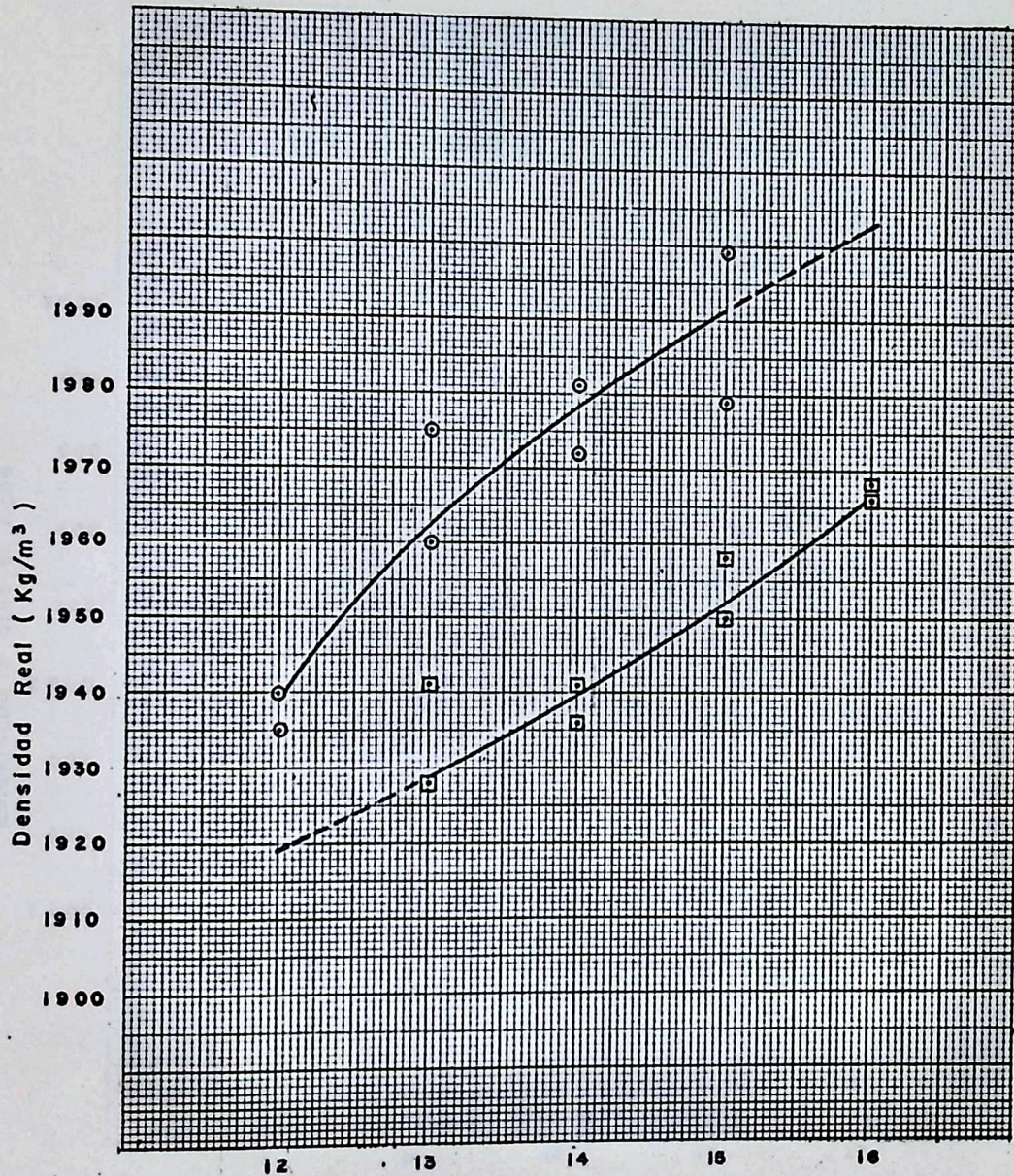
⊙ 4 % de Agua
⊠ 5 % de Agua

% de Emulsión-SS-1

FIG. 25

L.U.Z.

FACULTAD DE INGENIERIA DPTO. VIAS DE COMUNICACION
 LABORATORIO DE PAVIMENTOS



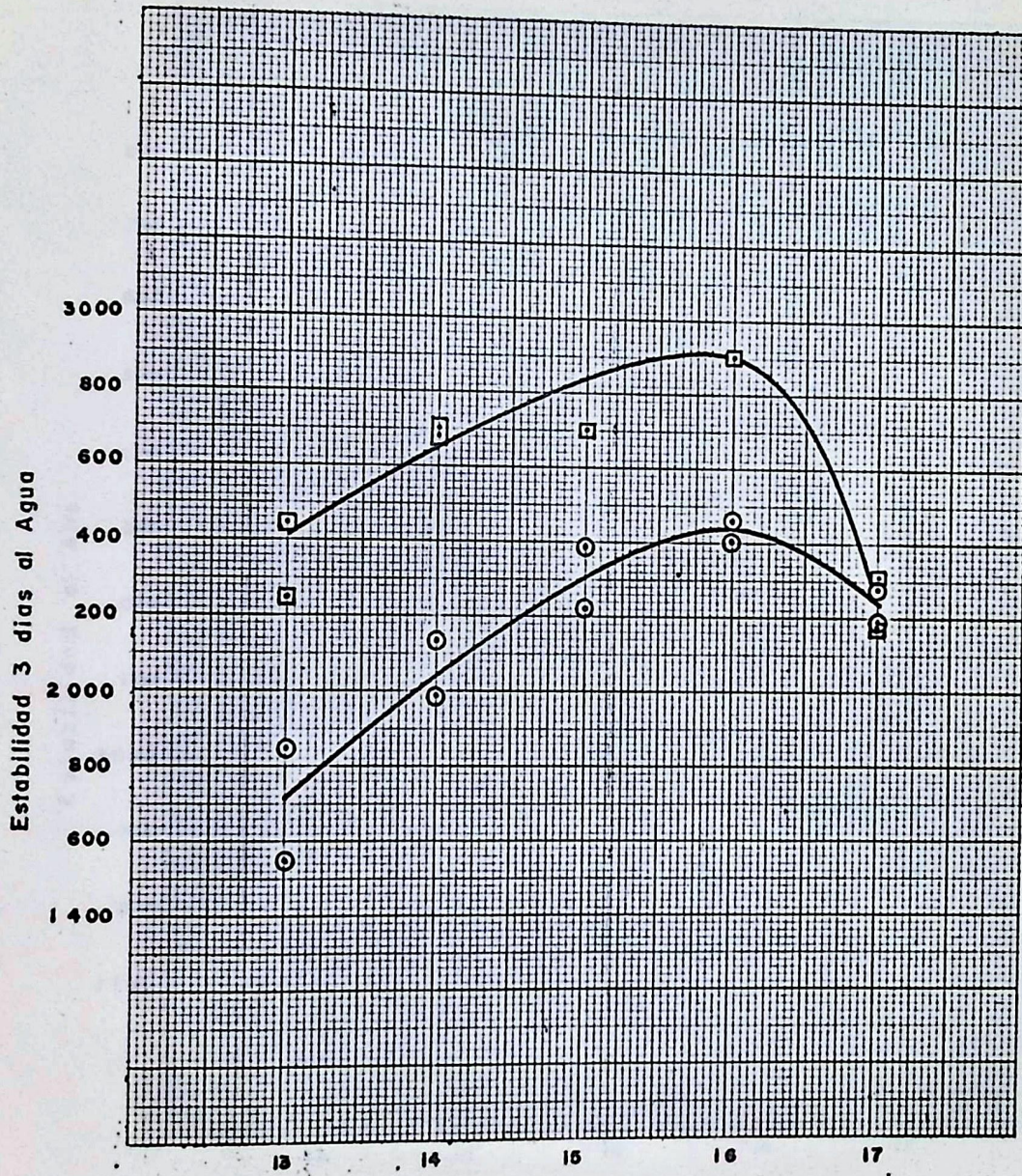
○ 4 % de Agua
 □ 5 % de Agua

% de Emulsión-SS-1

FIG. 26

L.U.Z.

FACULTAD DE INGENIERIA DPTO. VIAS DE COMUNICACION
 LABORATORIO DE PAVIMENTOS



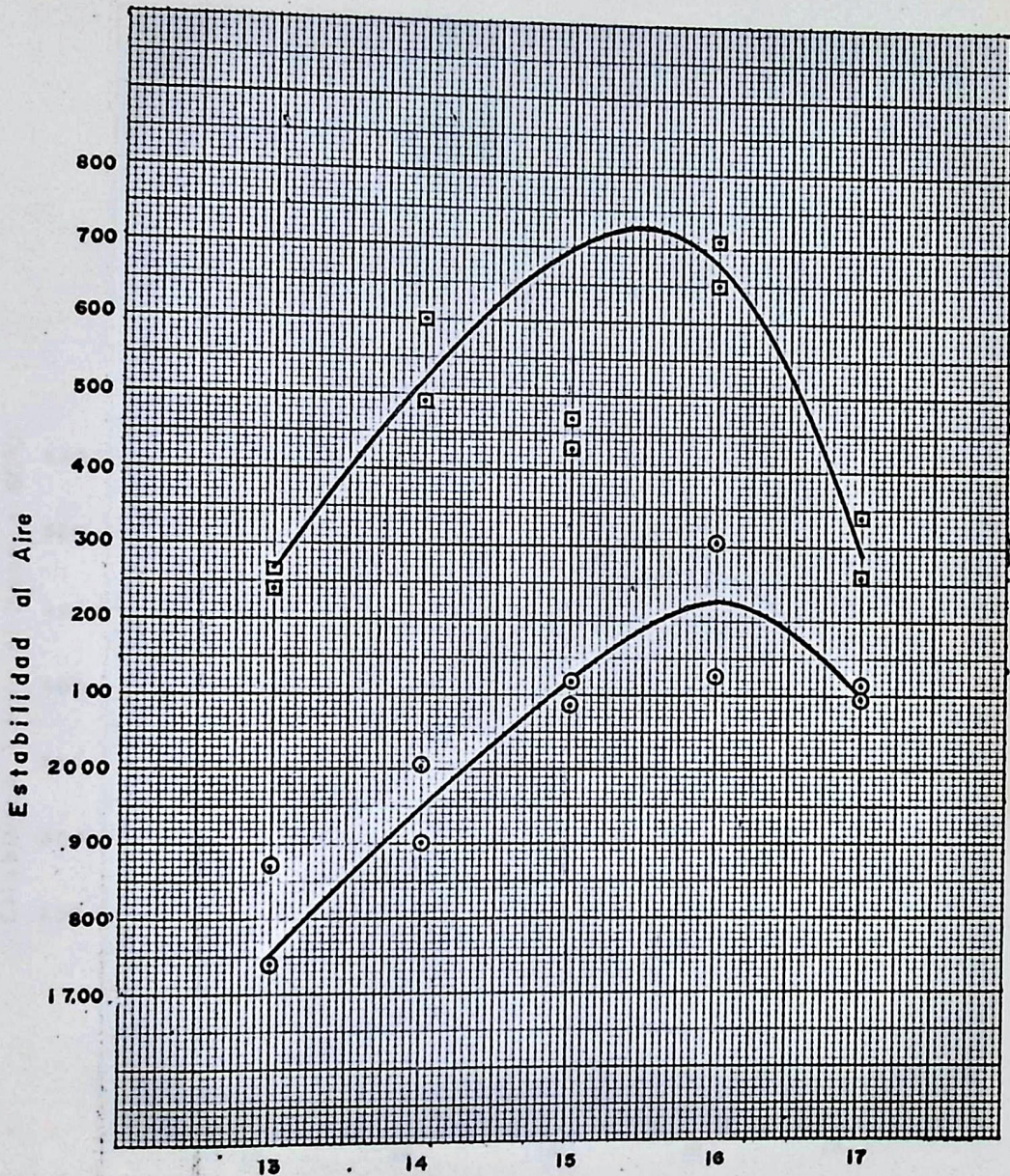
- 2 % de Agua
- 4 % de Agua

% de Emulsión-SS-1

FIG. 27

L.U.Z.

FACULTAD DE INGENIERIA DPTO. VIAS DE COMUNICACION
LABORATORIO DE PAVIMENTOS



○ 2 % de Agua

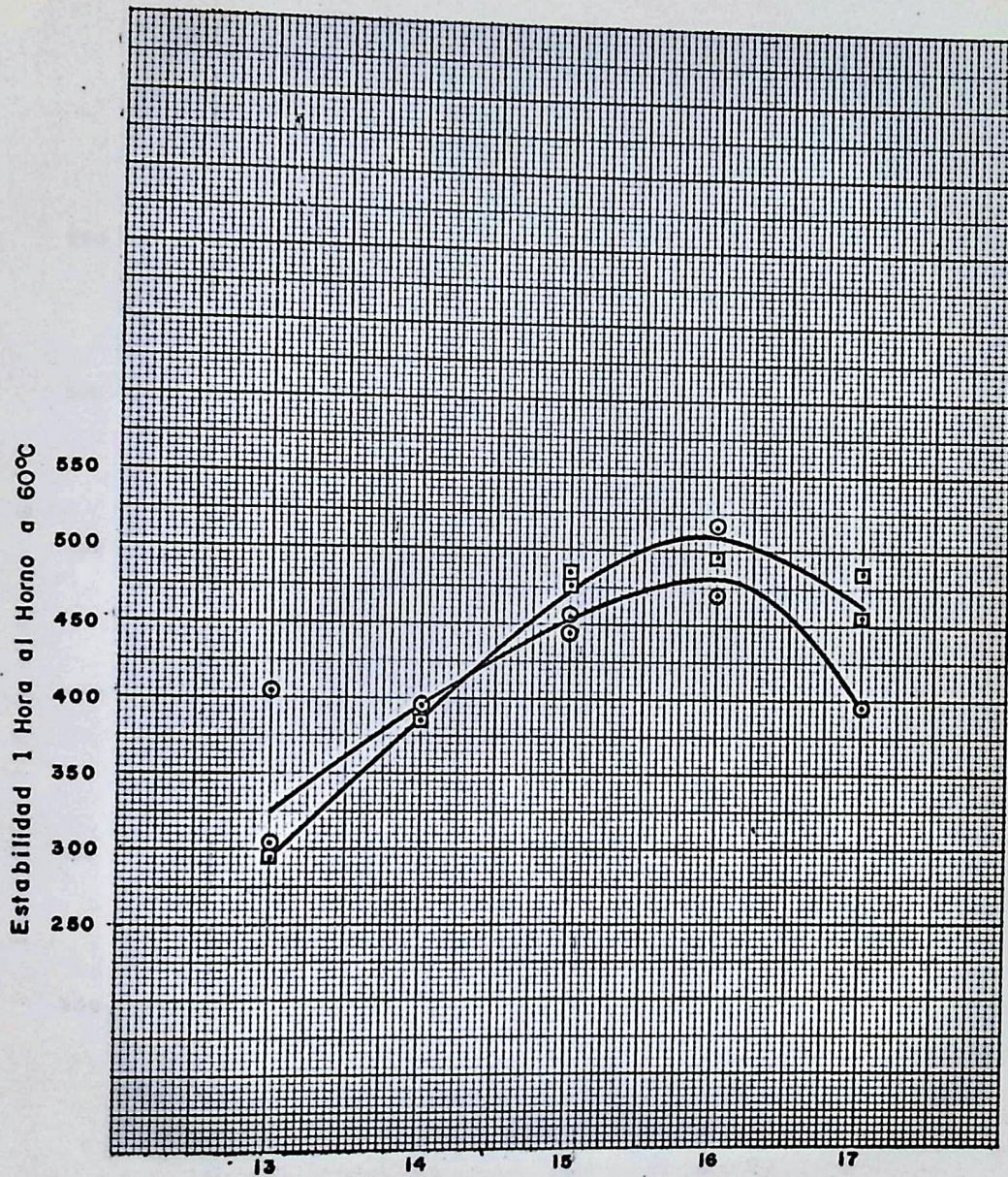
□ 4 % de Agua

% de Emulsion-SS-1

FIG. 28

L.U.Z.

FACULTAD DE INGENIERIA DPTO. VIAS DE COMUNICACION
LABORATORIO DE PAVIMENTOS



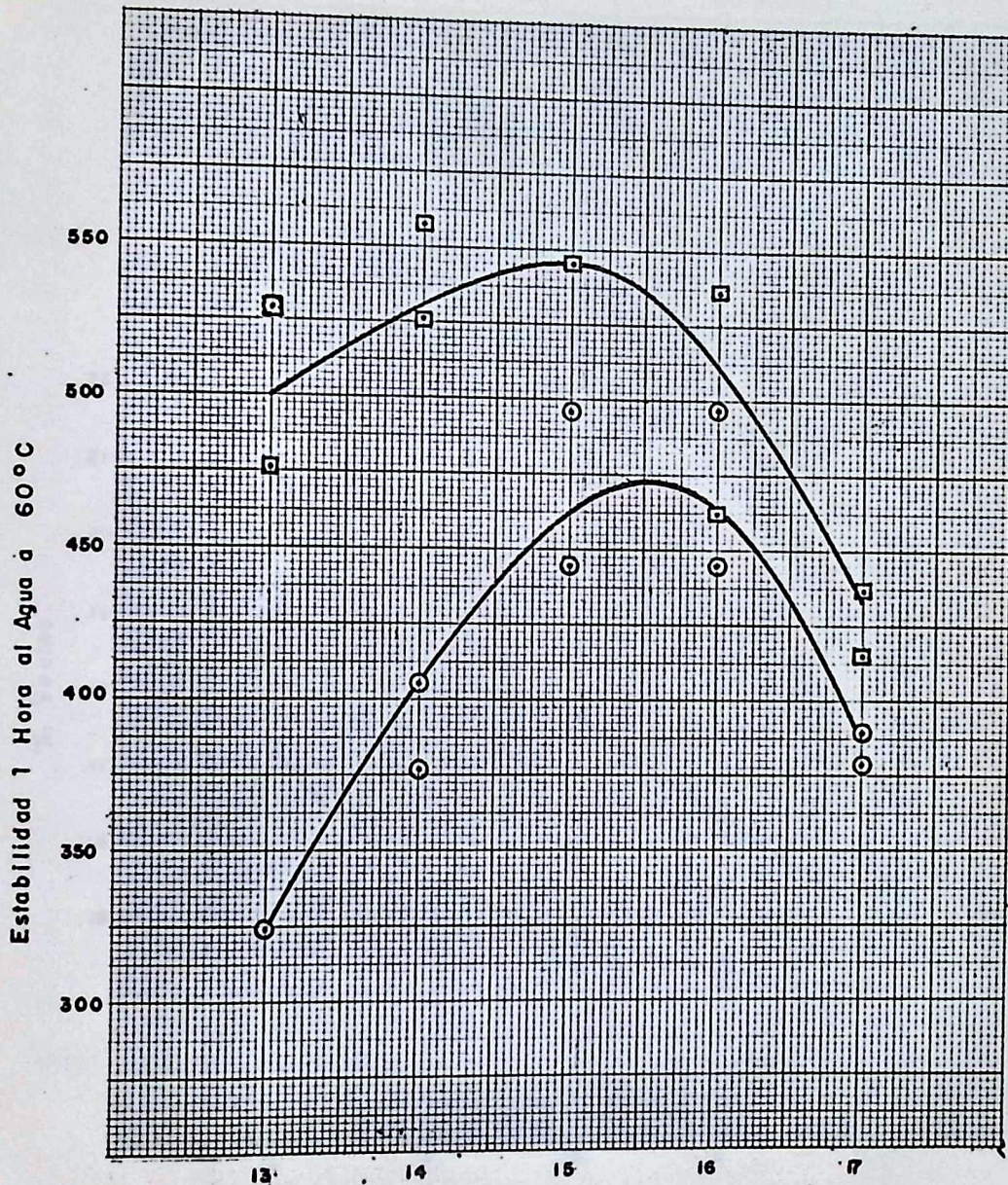
○ 2 % de Agua
□ 4 % de Agua

% de Emulsion-SS-1

FIG. 29

L.U.Z.

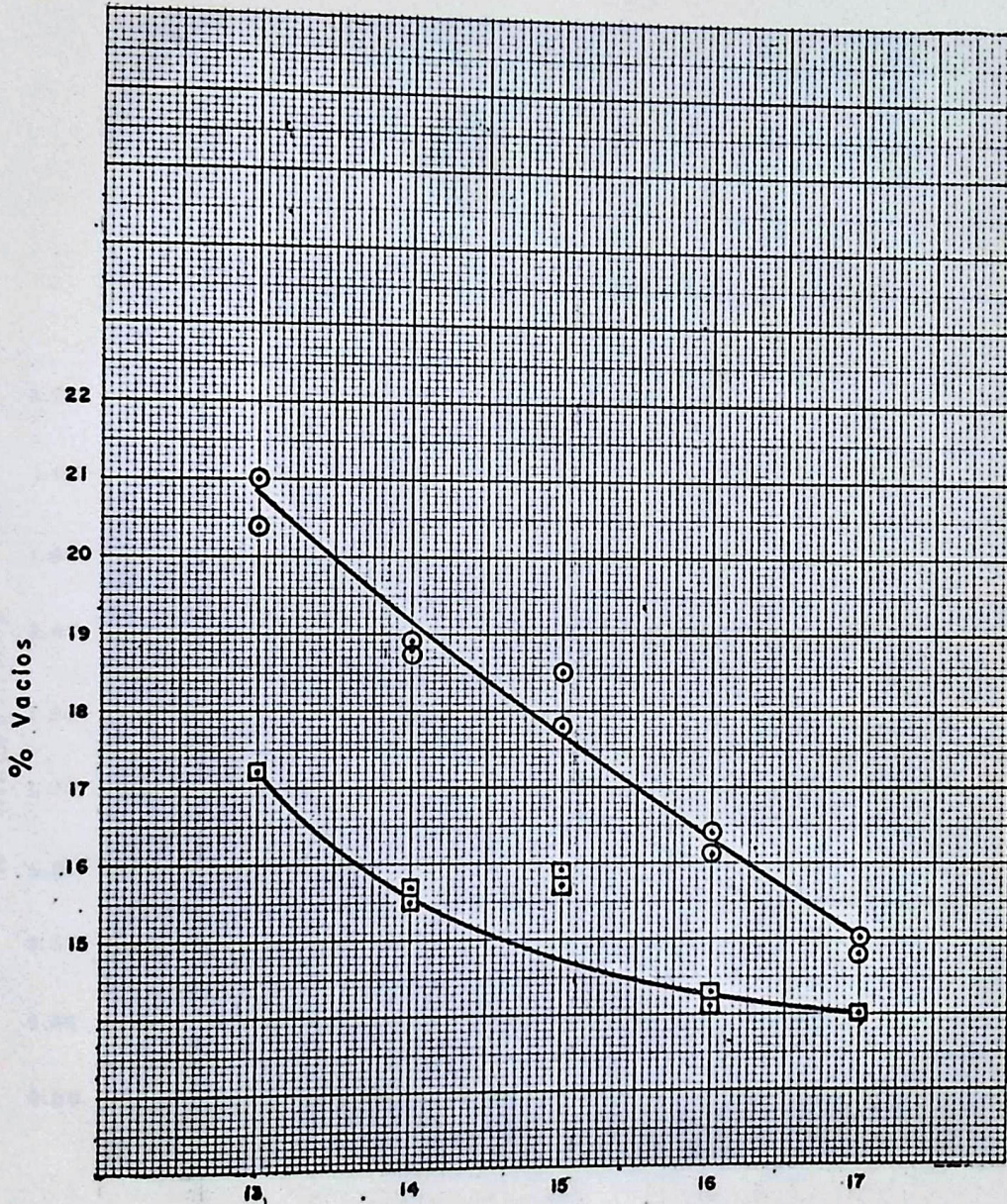
FACULTAD DE INGENIERIA DPTO. VIAS DE COMUNICACION
 LABORATORIO DE PAVIMENTOS



○ 2 % de Agua
 □ 4 % de Agua

% de Emulsión-SS-1

FIG. 30



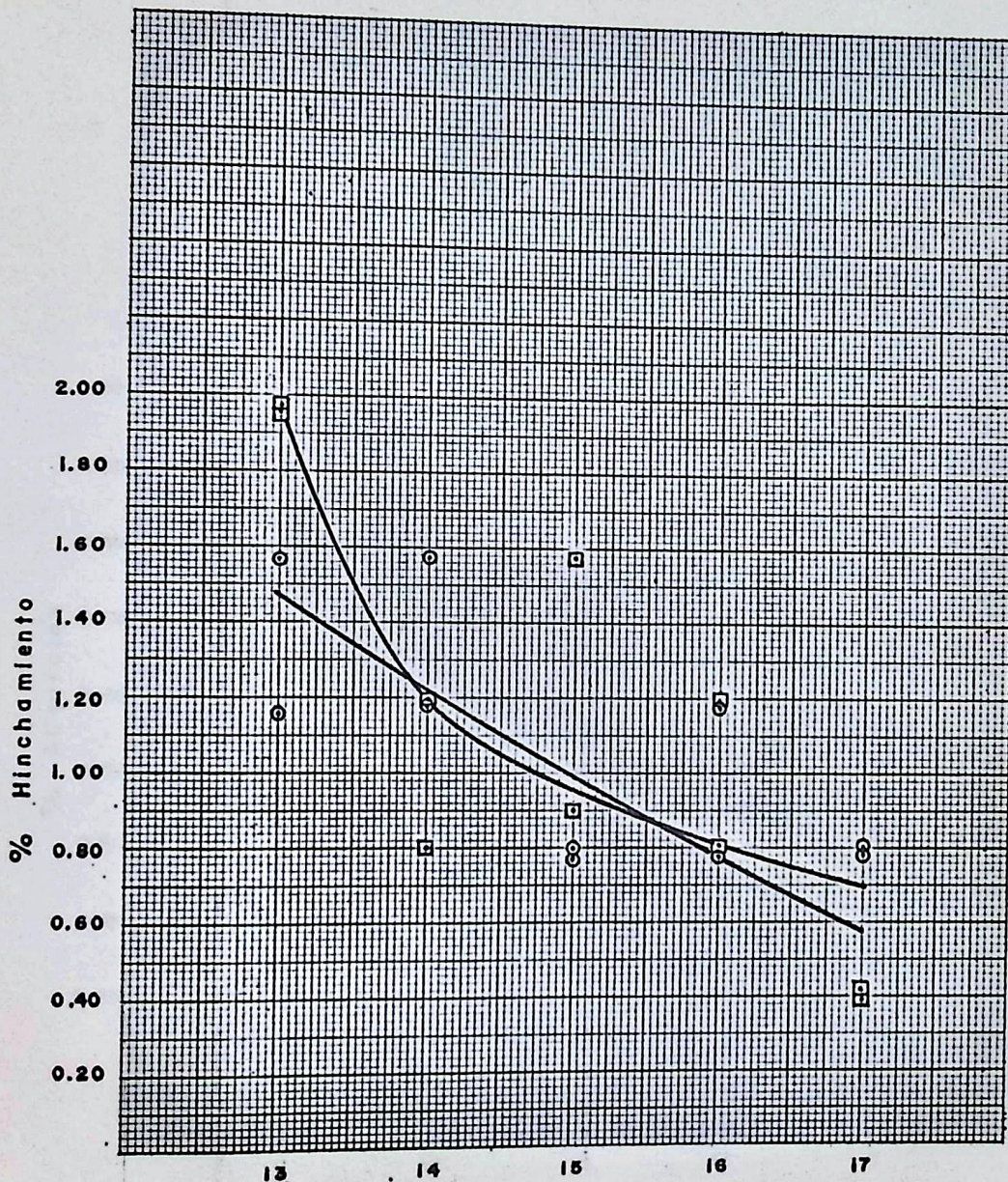
○ 2% de Agua
□ 4% de Agua

% de Emulsion-SS-1

FIG. 31

L.U.Z.

FACULTAD DE INGENIERIA DPTO. VIAS DE COMUNICACION
LABORATORIO DE PAVIMENTOS



○ 2 % de Agua

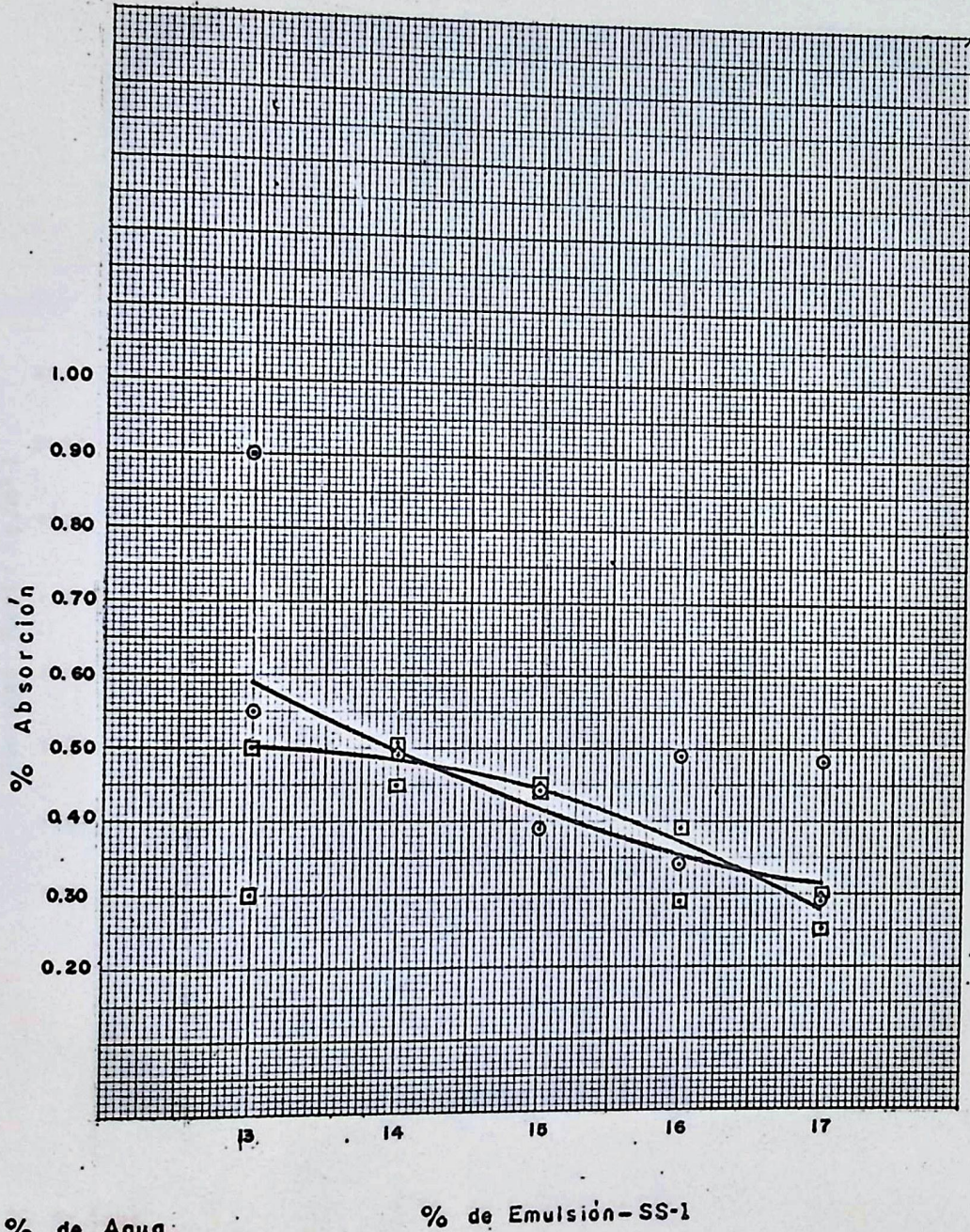
□ 4 % de Agua

% de Emulsion-SS-1

FIG. 32

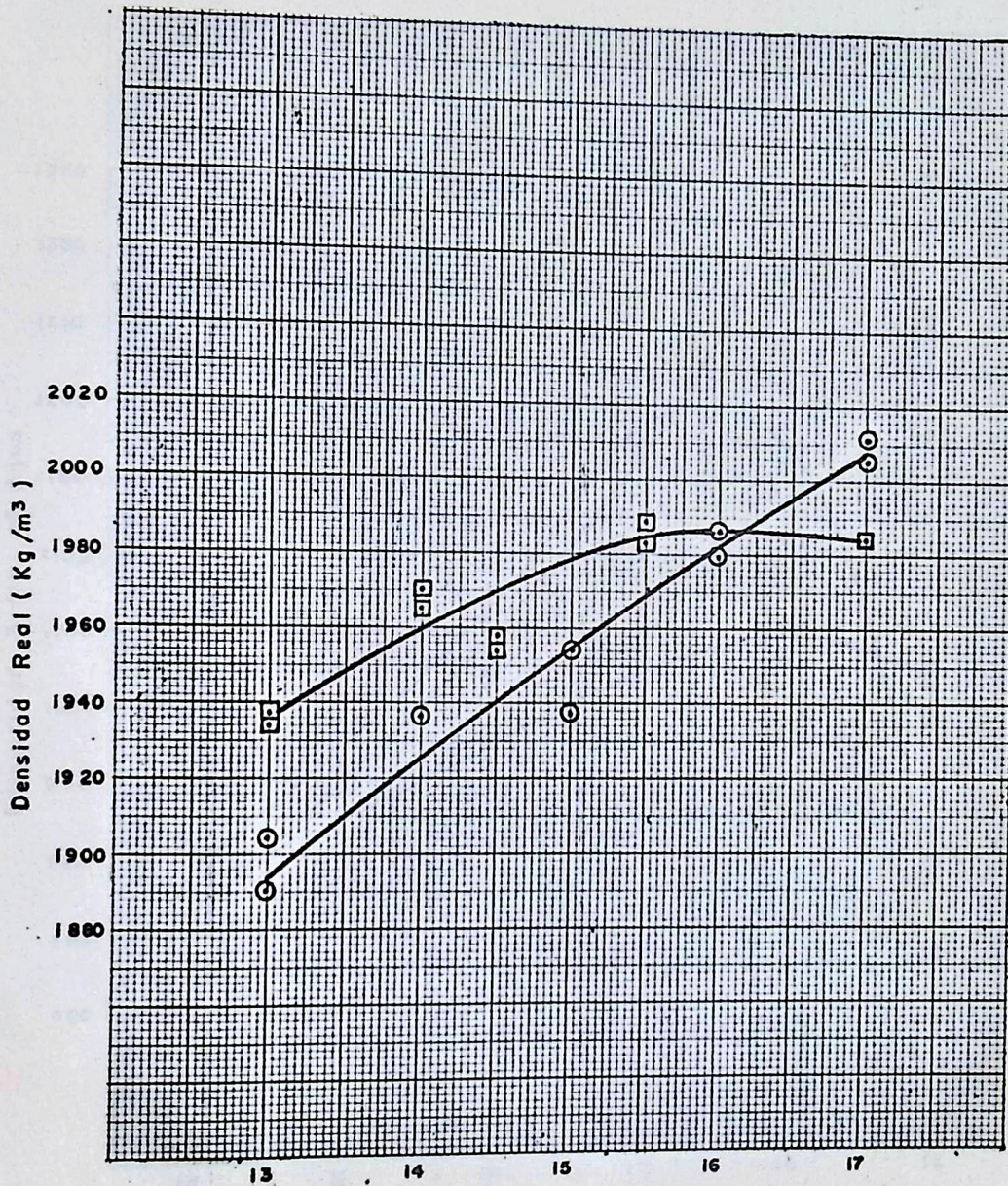
L.U.Z.

FACULTAD DE INGENIERIA DPTO. VIAS DE COMUNICACION
LABORATORIO DE PAVIMENTOS



○ 2 % de Agua
□ 4 % de Agua

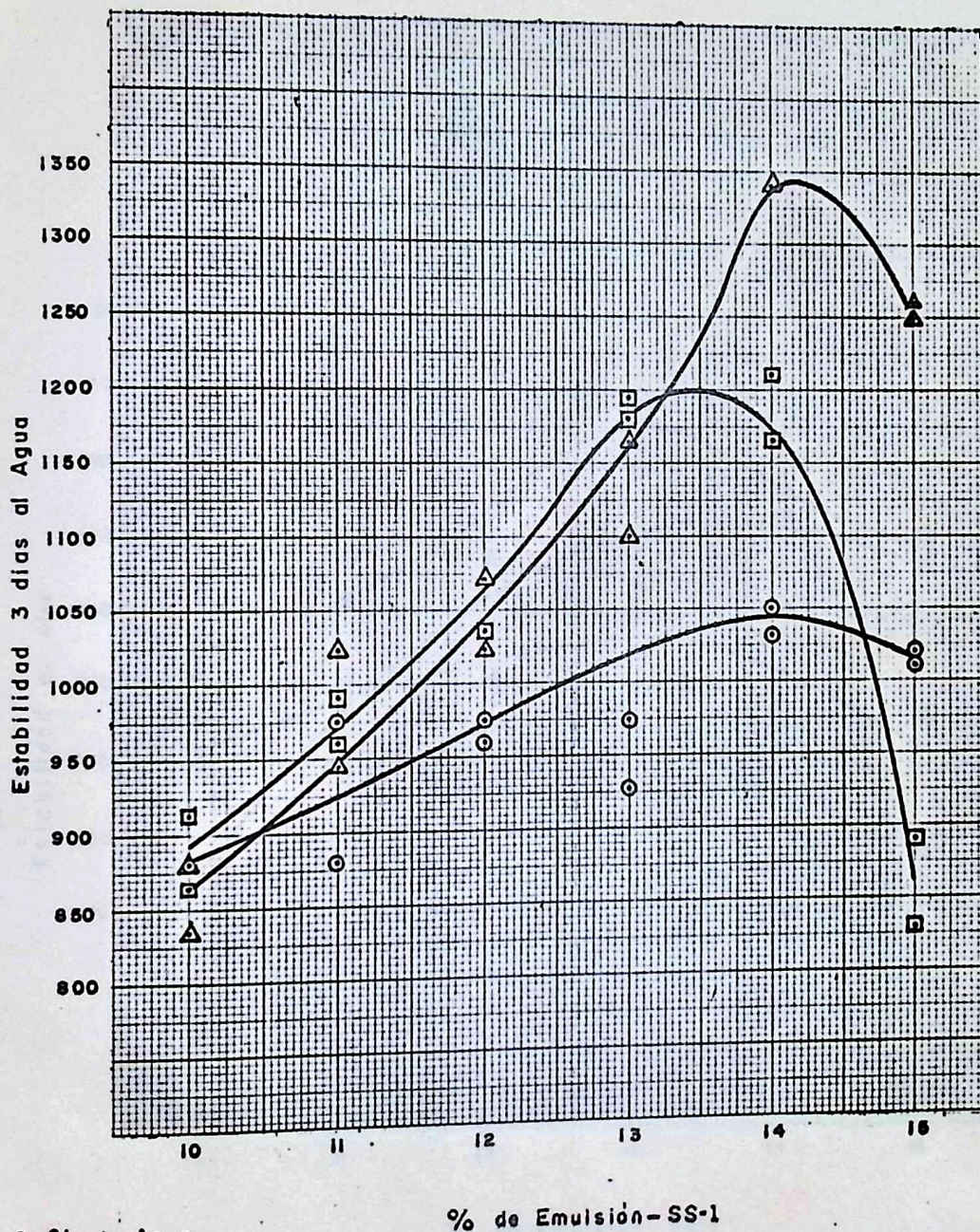
FIG. 33



⊙ 2 % de Agua
⊠ 4 % de Agua

% de Emulsion-SS-1

FIG. 34

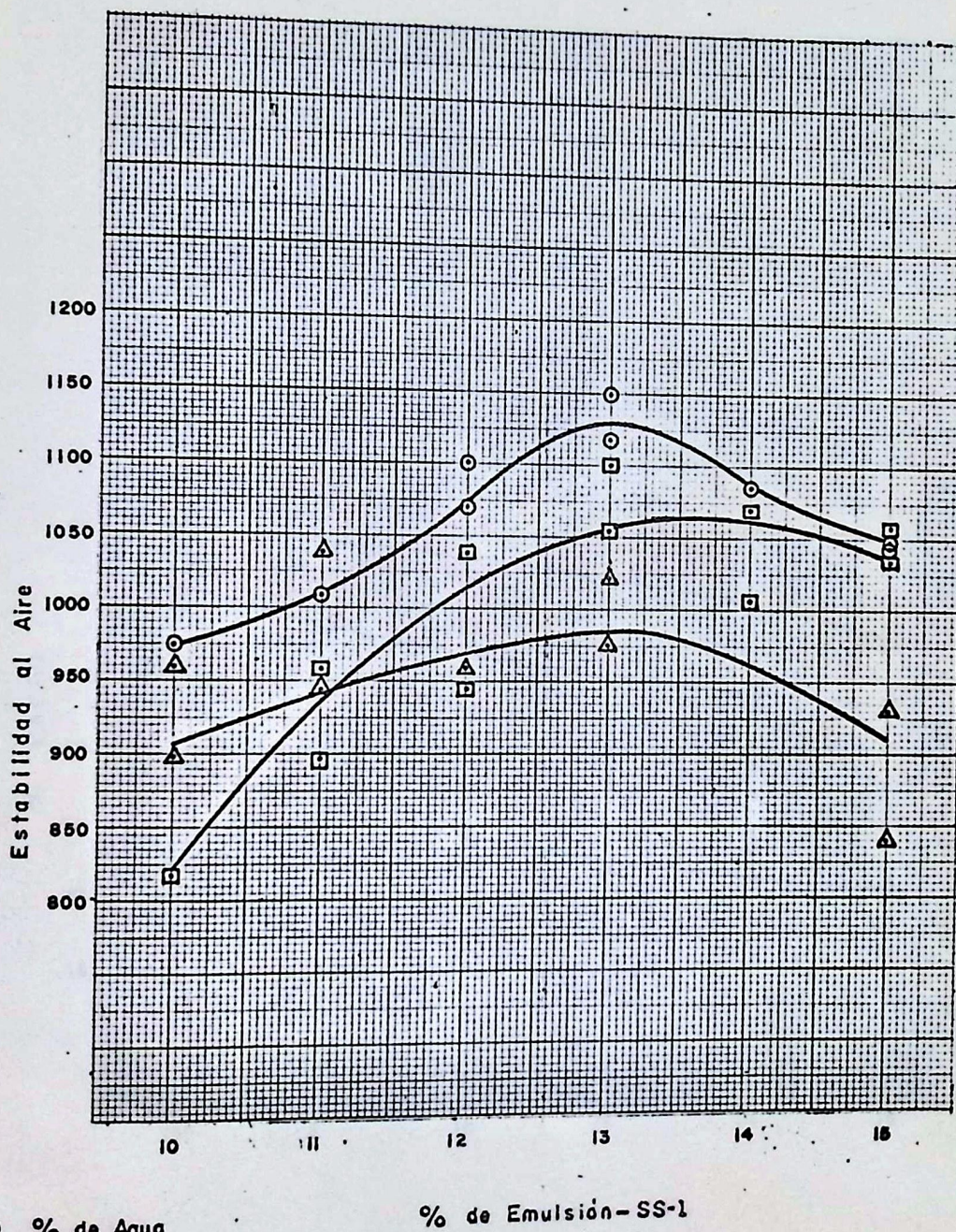


- 0 % de Agua
- 2 % de Agua
- △ 4 % de Agua

FIG. 35

L.U.Z.

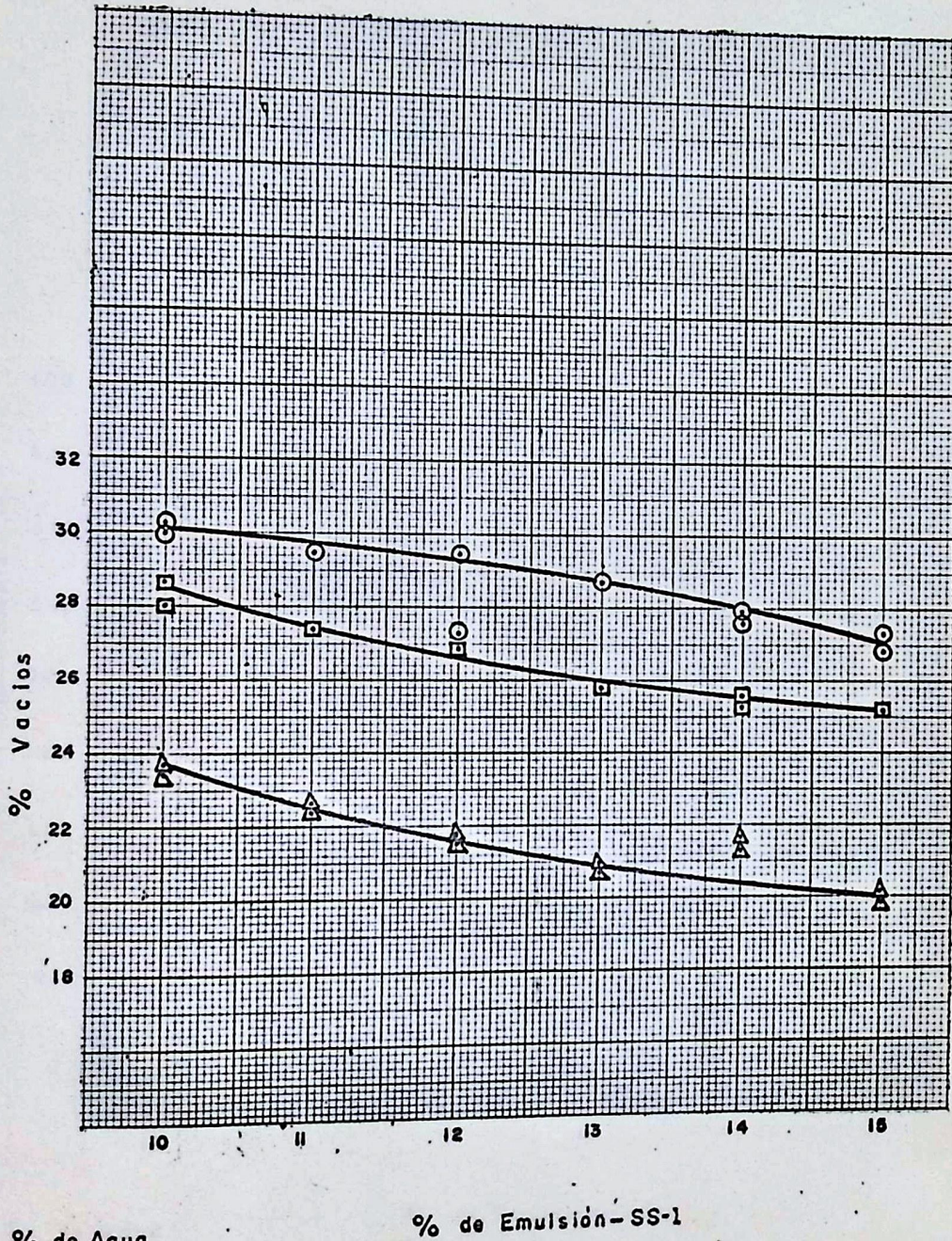
FACULTAD DE INGENIERIA DPTO. VIAS DE COMUNICACION
 LABORATORIO DE PAVIMENTOS



- 0 % de Agua
- 2 % de Agua
- △ 4 % de Agua

% de Emulsión-SS-1

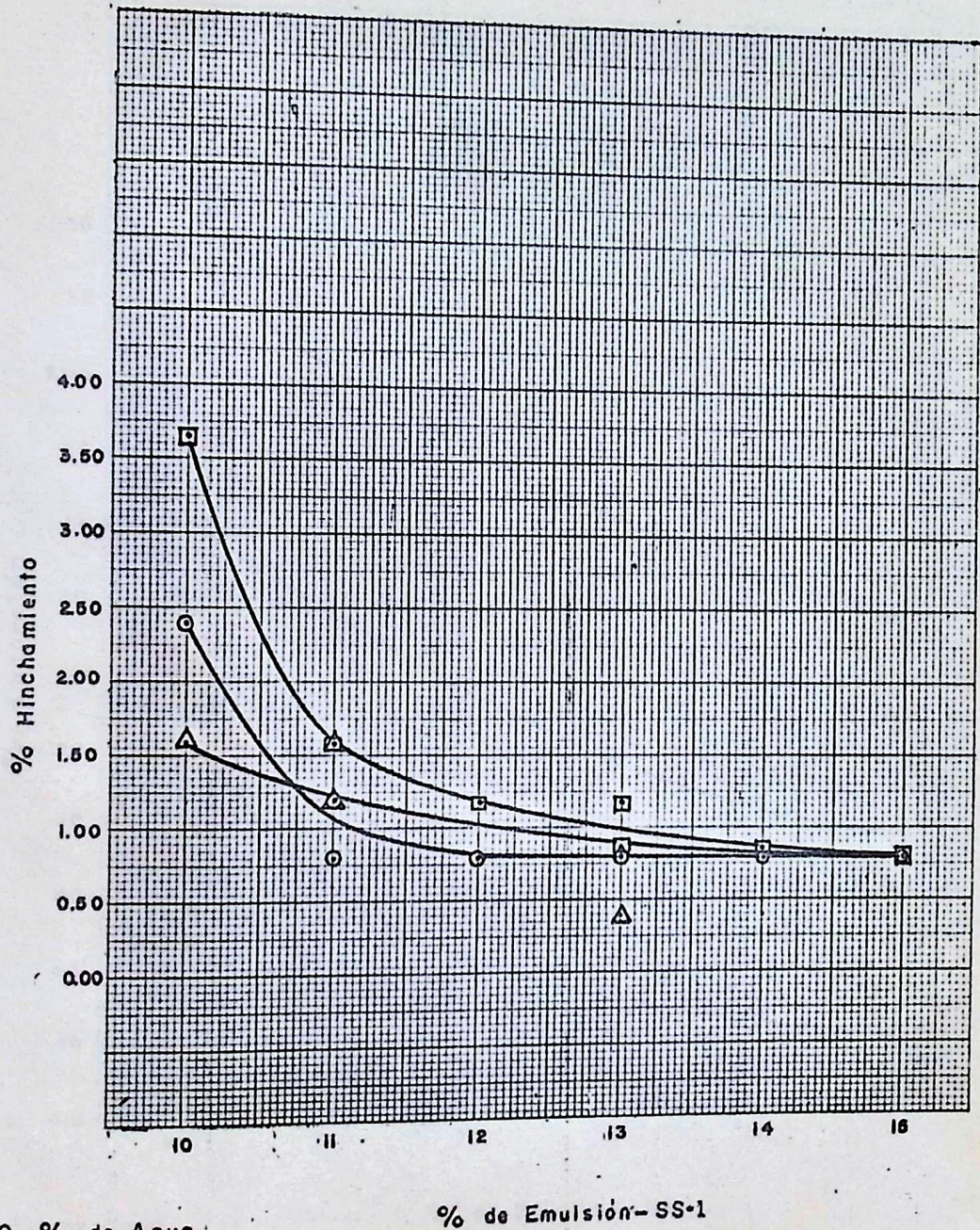
FIG. 36



- 0 % de Agua
- 2 % de Agua
- △ 4 % de Agua

% de Emulsion-SS-1

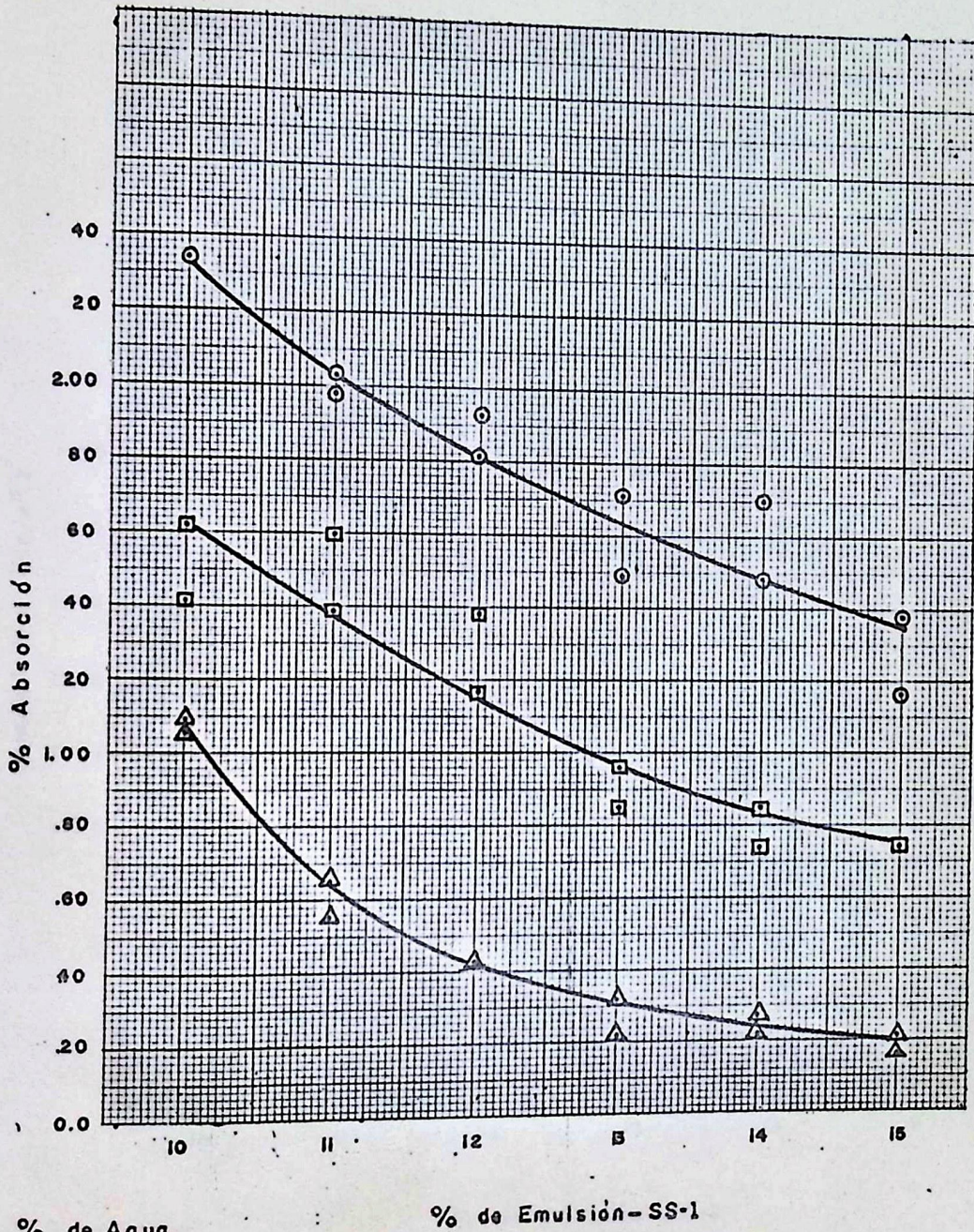
FIG. 37



- 0 % de Agua
- 2 % de Agua
- △ 4 % de Agua

% de Emulsión-SS-1

FIG. 38



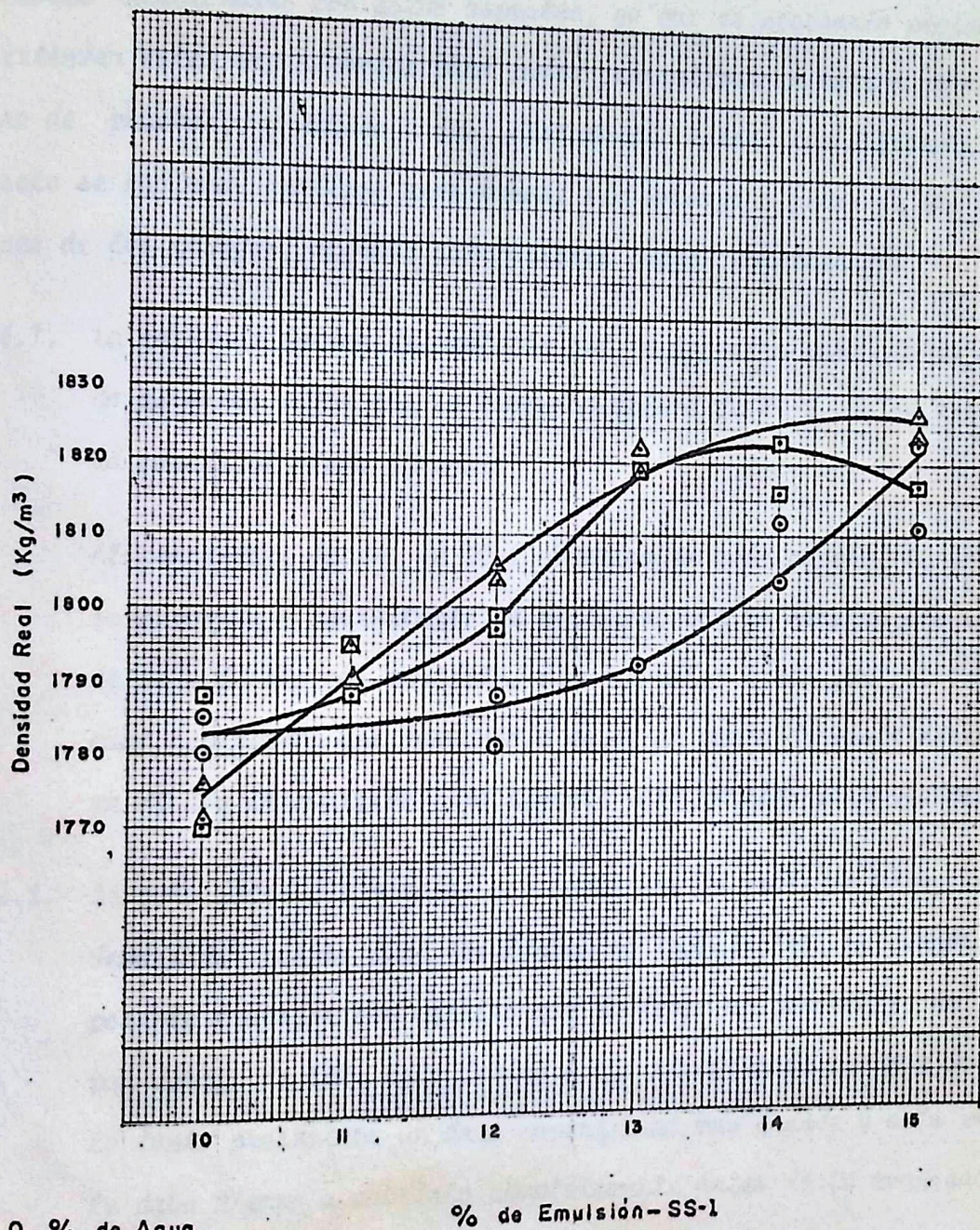
- 0 % de Agua
- 2 % de Agua
- △ 4 % de Agua

% de Emulsión-SS-1

FIG. 39

L.U.Z.

FACULTAD DE INGENIERIA DPTO. VIAS DE COMUNICACION
 LABORATORIO DE PAVIMENTOS



- 0 % de Agua
- 2 % de Agua
- △ 4 % de Agua

% de Emulsión-SS-1

FIG. 40

6. CONCLUSIONES.

Se considera que el trabajo realizado sirva de base para futuras investigaciones relacionadas con estos aspectos, ya que es necesario profundizar y extender estas experiencias para poder generalizar en base a un mayor número de pruebas, y debido a las distancias entre los diferentes saques solo se pudieron analizar unos pocos; sin embargo a pesar de las limitaciones de los ensayos, algunas conclusiones fueron establecidas.

- 6.1. La cantidad óptima de emulsión que se requiere para cubrir el agregado es mucho mayor que la cantidad óptima de RC-2 que se requiere para cubrir el mismo agregado.

Al porcentaje óptimo de RC-2 obtenido en cada diseño, se le determinó su porcentaje equivalente de emulsión, que no resultó ser el óptimo de cada diseño con emulsión, sino un valor menor que ese óptimo. Lo cual representa una desventaja desde el punto de vista económico para el uso de emulsión como ligante para mezclas para pavimentación.

- 6.2. Se pudo notar que mezclas con contenido de emulsión bajo, se secaban demasiado, por lo cual resultaban no trabajables. En ningún caso fue posible trabajar con mezclas que tuvieran un porcentaje de emulsión por debajo de 10%. Esto debido a que el agregado era muy fino y por lo tanto presentaba un área superficial muy grande y a la emulsión no le daba tiempo a cubrirlo completamente antes de la evaporación del agua.

En el trabajo del Prof. Alfonso Soto, titulado "Influencia del tiempo de curado en mezclas de arena con asfaltos líquidos", se puede ob

servar que el tiempo de curado para mezclas con RC-2 es mayor que el de rotura en mezclas con emulsiones, lo cual justifica los resultados obtenidos en el presente trabajo.

- 6.3. Comparando los porcentajes óptimos de diseño de mezcla con RC-2 y con emulsión, podemos observar que, el porcentaje de vacíos para mezclas con RC-2 es mayor que para mezclas con emulsión, lo cual representa una ventaja para el uso de emulsiones, ya que trae como consecuencia que, al obtenerse una compactación adecuada, estos tipos de materiales problemáticos en mezclas con asfaltos tipo Cut-backs pasarían a convertirse en materiales utilizables en mezclas para pavimentación.
- 6.4. En general se obtuvieron mayores valores de estabilidad para mezclas con emulsiones que para mezclas con RC-2.

Y menores valores de porcentajes de hinchamiento para mezclas con emulsiones que para mezclas con RC-2.

Estos resultados los consideramos normales, ya que el agua interviene como lubricante en la distribución de la emulsión con lo cual se logra mayor uniformidad en el mezclado y de allí mejores resultados.

Por otra parte los porcentajes de hinchamiento son menores porque al poseer la mezcla mayores porcentajes de cemento asfáltico residual, esta se hace más impermeable y por lo tanto la absorción y el hinchamiento tienden a disminuir.

BIBLIOGRAFIA

ROAD RESEARCH LABORATORY. "Materiales Bituminosos en Construcción de Carreteras".

PUBLICACIONES SHELL. "Asfaltos".

MARTIN Y WALLACE. "Pavimentos Asfálticos".

THE ASPHALT INSTITUTE. "The Asphalt Handbook".

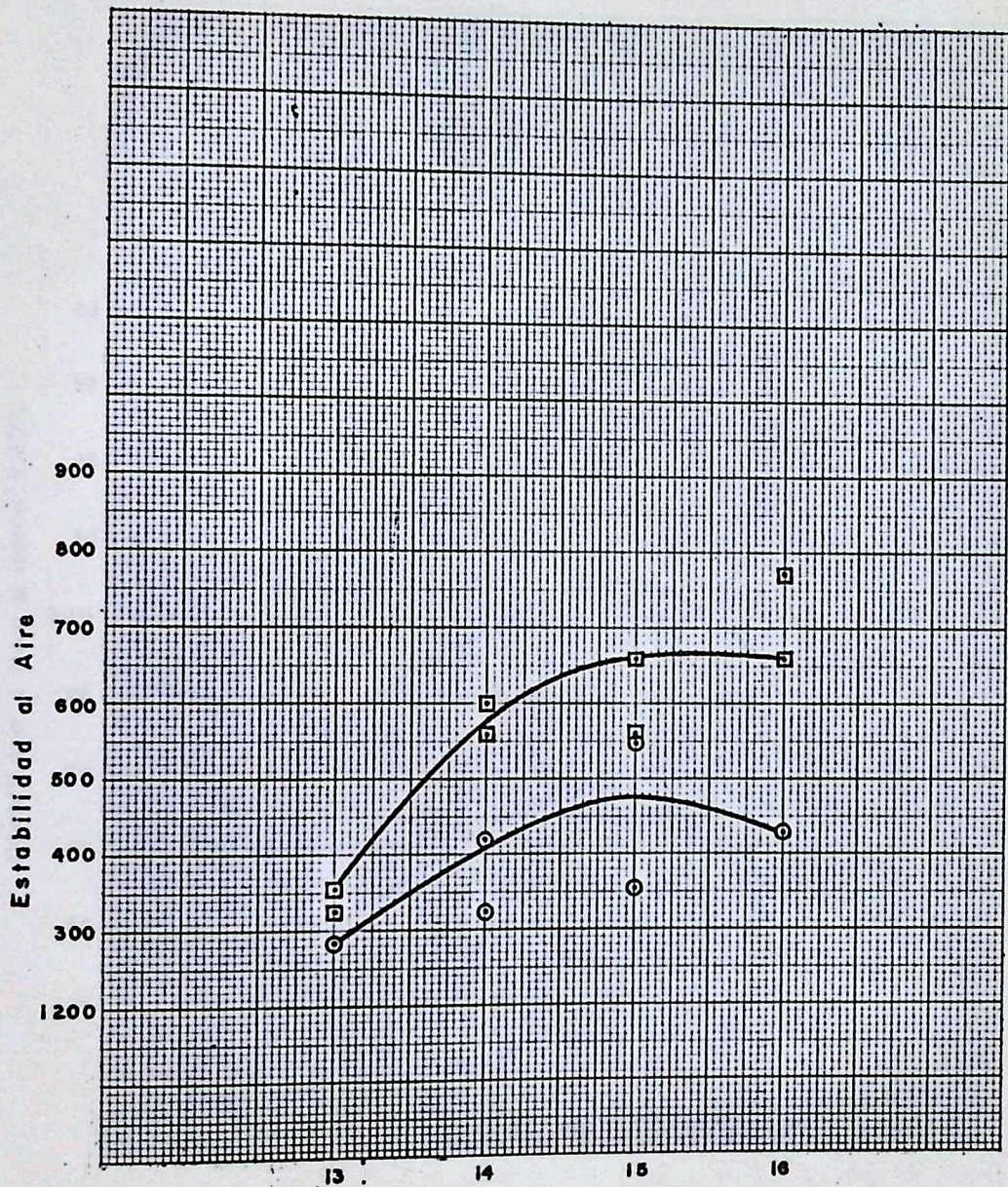
THE ASPHALT INSTITUTE. "Mix Design Methods For Asphalt Concrete".

ING. ARMANDO HERNANDEZ H. Y AUX. DOC. GUSTAVO OVIEDO. "Guías para Prácticas de Pavimentos".

ING. ALFONSO SOTO V. "Influencia del tiempo de Curado en mezclas de Arena con Asfaltos Líquidos".

L.U.Z.

FACULTAD DE INGENIERIA DPTO. VIAS DE COMUNICACION
LABORATORIO DE PAVIMENTOS



⊙ 2 % de Agua
⊠ 4 % de Agua

% de Emulsion-SS-1

FIG. 12