

UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON

FACULTAD DE AGRONOMIA



ESTUDIOS DE CALIDAD Y COSTOS DE
DIFERENTES TIPOS DE TUBERIA PARA
DRENAJE AGRICOLA

TESIS

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE
INGENIERO AGRONOMO FITOTECNISTA

PRESENTA

JESUS M. ARENAS FIGUEROA

MONTERREY, N. L.

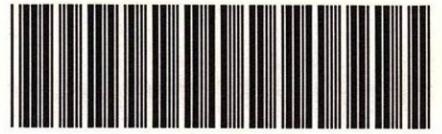
OCTUBRE DE 1981

T

S621

A7

c.1



1080060767

UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON
FACULTAD DE AGRONOMIA



ESTUDIOS DE CALIDAD Y COSTOS DE DIFERENTES
TIPOS DE TUBERIA PARA DRENAJE AGRICOLA

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE
INGENIERO AGRONOMO FITOTECNISTA

PRESENTA

JESUS M. ARENAS FIGUEROA

MONTERREY, N. L.

OCTUBRE DE 1981

T
/S621
/A7


Biblioteca Central
Magna Solidaridad
F. Tesis


BU Raúl Rangel
UANL
FONDO
TESIS LICENCIATURA
40.631
FAI
1981

DEDICATORIA

AGRADEZCO SINCERAMENTE A TODAS LAS
PERSONAS QUE DE UNA U OTRA FORMA CON-
TRIBUYERON PARA CULMINAR EXITOSAMENTE
MI CARRERA PROFESIONAL.

I N D I C E

	PAG.
1: Introducción	1
2: Revisión de Literatura	4
2:1. Drenaje	4
2:2. Drenes abiertos	5
2:3. Drenes subterráneos	9
2:4. Drenes perforados	12
2:5. Drenes topo	13
2:6. Drenes de tubo de duración prolongada	15
2:7. Tubos de hormigón y arcilla	16
2:8. Clases de tubería de drenaje	17
2:9. Tubos de drenaje	19
2:10. Tubos de arcilla	21
2:11. Resistencia a la congelación	23
2:12. Ensayo de resistencia a las heladas	24
2:13. Absorción con relación a la congelación	25
2:14. Acción de los suelos con sulfatos	27
2:15. Tubos de concreto	31
2:16. Tubos de hormigón o concreto	34
2:17. Acción de los sulfatos sobre hormigón	37
2:18. Tubos dren resistentes a los ácidos	39
2:19. Tubos de plástico	45

	PAG.	
2:20.	Tubos de fibra bituminada	50
2:21.	Otros materiales	51
3:	Materiales y métodos	52
3:1.	Método de los tres apoyos	53
3:2.	Prueba de absorción de agua en arcilla y hormigón	56
3:3.	Determinación de absorción de agua en PVC	57
3:4.	Densidad relativa y absoluta en plásticos	60
3:5.	Determinación de densidad por desplazamien <u>to</u> (Plásticos)	61
3:6.	Determinación de densidad por igualación - de densidades (Plásticos)	66
3:7.	Resistencia de plásticos a reactivos quí-- micos	74
3:8.	Prueba de combustibilidad de plásticos --- rígidos	91
4:	RESULTADOS Y DISCUSION	96
5:	RECOMENDACIONES	101
6:	RESUMEN	103
7:	BIBLIOGRAFIA CITADA	105

INDICE DE TABLAS

		PAG.
I	Prescripciones del ensayo físico para diferentes clases de tubería de drenaje.	18
II	Resistencia a la ruptura	19
III	Dimensiones de los tubos de barro vidriado según las normas de la Dirección General de Normas de la Secretaría de Industria y Comercio	29
IV	Requisitos que deben llenar los tubos de barro vidriado, según la Dirección de Normas de la Secretaría de Industria y Comercio	30
V	Tabla de resistencias tubos de concreto	34
VI	Dimensiones del tubo de concreto para albañal y con juntas de campana	41
VII	Variaciones permitidas en las dimensiones de los tubos de concreto sin reforzar para albañal y previstos de juntas de campana	42
VIII	Resistencia y dimensiones del tubo de enchufe y cordón de hormigón sin armar	43
IX	Resistencia y dimensiones del tubo de gres normal	44

	PAG.	
X	Tabla de resultados de prueba de deter <u>minación</u> de la densidad por igualación de densidades	71
XI	Resultados obtenidos en el estudio	97

INDICE DE FIGURAS

	PAG.
Fig. No. 1.- Sección transversal de zanja - abierta.	• 6
Fig. No. 2.- Apoyo de tres aristas	55
Fig. No. 3.- Gráfica para la determinación de la densidad por el método - de igualación de densidades	73
Fig. No. 4.- Diagrama para prueba de combus <u>t</u> tión en material P.V.C.	95

INTRODUCCION

El agua es indispensable para la vida de las plantas, también podemos afirmar que el agua en exceso - en el suelo es perjudicial para casi todos los cultivos.

El agua de lluvia y el agua de riego, pueden causar grandes problemas por su acumulación en el suelo, estos problemas consisten en nula aereación de los suelos por el desplazamiento del aire de los espacios porosos y el afloramiento de sales tóxicas para los cultivos generalmente sucede en suelos donde la capa impermeable se encuentra a poca profundidad y los riegos son pesados o las precipitaciones pluviales son muy intensas.

En los suelos comunmente llamados profundos - permeables no se presenta este problema, tenemos como -- ejemplo los suelos del Norte del País, específicamente - la zona de la Laguna en Coahuila, Durango o bien los de Tula, Hidalgo, donde el agua de lluvia o el agua de riegos muy pesados penetran a grandes profundidades.

Pero también en el Norte tenemos casos de man^utos freáticos altos, específicamente la zona de Río Bravo y Matamoros Tamaulipas, Sonora y Sinaloa, en donde el problema de exceso de agua en el suelo es de magnitudes

alarmantes; para solucionar estos problemas se pensó en la forma práctica y rápida de poder desalojar con éxito el agua excedente de los suelos, a este método se le denomina "DRENAJE AGRICOLA". Esto puede ser de dos formas: drenes de tipo abierto y drenes de tipo entubado o subterráneo.

Para el adecuado drenaje de los terrenos de cultivo es preciso hacer descender las capas freáticas de agua poco profundas. La experiencia ha demostrado de un modo terminante la necesidad del drenaje de los terrenos de regadío, en algunas cuencas, las tierras altas nunca necesitan drenaje, siendo frecuente el de las partes bajas de las mismas, como consecuencia del riego de las zonas altas. Del 20 al 30 por ciento de las tierras de regadío de las regiones áridas necesitan el drenaje para perpetuar la productividad. El saneamiento de los suelos salinos o alcalinos tienen muchas fases importantes, pero de todas ellas la principal consiste en hacer descender la capa freática mediante un buen drenaje.

El objetivo de este trabajo es conocer los materiales existentes para drenaje agrícola, los materiales que presentan un potencial considerable para su

uso en el drenaje, su calidad y costos respectivos, así como las normas oficiales que actualmente se aplican para determinar la calidad de los mismos.

2: REVISION DE LITERATURA.

2:1.- DRENAJE.- Drenaje es el estudio, dise--
ño, proyecto, presupuesto y construcción de las obras --
necesarias para lograr la remoción del agua libre del --
suelo, en su superficie e interiormente.

Realmente la definición de que el drenaje --
del suelo es la eliminación del exceso de agua y sales -
de la zona del suelo ocupada por las raíces de las plan-
tas, es incompleta, pues debe decirse que es la elimina-
ción del exceso de sales y agua de la zona que ocupan --
las raíces de las plantas y hasta dónde la fuerza de la
capilaridad trabaja, es decir, hasta 1.5 metros para la
primera y hasta tres o más metros para la segunda, apro-
ximadamente. (6)

En las regiones húmedas el drenaje constitu-
ye una necesidad aún mayor que en las áridas. Las lluvias
en exceso producen encharcamiento en las zonas llanas --
y bajas. El drenaje suele seguir al riego en las regio--
nes áridas, mientras que en las húmedas debe preceder -
al desarrollo agrícola y en algunos casos es un requisit-
o previo de habitabilidad. Se da el caso de que los te
rrenos drenados son los más productivos.

Un drenaje adecuado mejora la estructura del
suelo, aumenta y hace permanente su productividad. El --

drenaje es el elemento más importante del saneamiento de los suelos alcalinos y salinos saturados de agua. (4)

Probablemente la práctica del drenaje es tan antigua como la agricultura. Los primeros hechos registrados al respecto ocurrieron durante los primeros tiempos del Imperio Romano aunque muchos pueblos usaron el drenaje antes de esa época. (5)

Existen varias formas de drenes:

2:2. DRENES ABIERTOS.

2:2.1. Requisitos del sistema.

La capacidad de una zanja abierta deber ser adecuada para eliminar el agua superficial y sub'superficial con una velocidad que no cause serios daños a los cultivos. Las zanj^{as} abiertas normalmente no se diseñan para llevar un escurrimiento máximo debido a que se requiere proporcionar secciones transversales grandes en las pendientes planas y no sería factible su construcción económicamente. Durante los períodos de inundación el escurrimiento es almacenado temporalmente en depresiones del terreno y se deja que se acumule en la superficie.

2:2.2. La capacidad de diseño de las zanjias abiertas está determinada por:

- a) La precipitación pluvial.
- b) El tamaño del área contribuyente.
- c) La topografía.
- d) Las características del suelo.
- e) La vegetación.
- f) El grado de protección garantizada.
- g) La frecuencia y altura de las mareas y las aguas de inundación provenientes de ríos, arroyos, lagos y otras salidas de agua.
- h) En las zonas de riego, la necesidad de lixiviación o lavado de los suelos.

El grado de protección garantizada es uno de los factores más difíciles de evaluar.

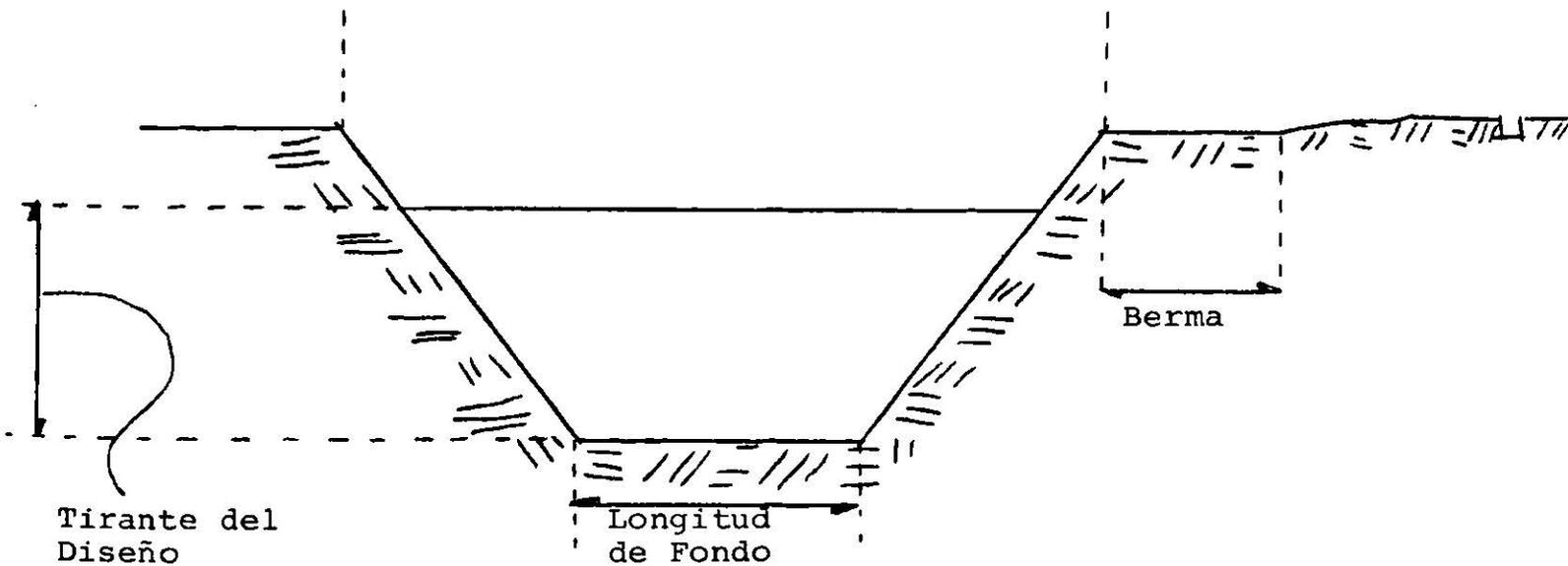


Fig: 1 Sección Transversal de Zanja Abierta.

2:2.3. Diseño de conductos abiertos o cauces de escurrimiento. (ver Fig. 1)

Una zanja diseñada apropiadamente debe tener:

- a) Velocidad de escurrimiento con un valor -- tal que no se produzcan ni serios deslaves ni azolves.
- b) Suficiente capacidad para conducir el es-- currimiento del diseño.
- c) Profundidad adecuada para drenar la tierra.
- d) Taludes estables que no sufran socavaciones o deslizamientos al interior de la zanja.

2:2.4. Localización del trazo.

La localización de las zanjas abiertas requieren experiencia y buen criterio, combinado con el estu-- dio cuidadoso de las condiciones locales dondequiera que sea posible, las zanjas deben hacerse rectas, pero se -- deben proporcionar curvas graduales para evitar la ero-- sión excesiva del bordo donde sea necesario hacer cambios de dirección.

2:2.5. Estructuras auxiliares:

En las zanjias abiertas, los dos tipos principales de estructuras son los que se usan para que el drenaje controlado pueda mantener el agua en las zanjias al nivel requerido y las estructuras que producen gradientes estables para evitar deslaves.

2:2.6. Construcción.

En el diseño de una zanja deben tomarse en cuenta la capacidad y limitaciones del equipo empleado para el movimiento de tierra.

2:2.7. Mantenimiento.

a) El mantenimiento oportuno es importante para la operaci3n continua y satisfactoria de las zanjias de drenajes.

b) Las zanjias mal conservadas no solo reducen el drenaje, sino que cuando se deben limpiar, el costo es generalmente varias veces el costo original de construcci3n.

c) Las causas principales para la falla de zanjias abiertas son el azolve del cauce, el crecimiento excesivo de la vegetación y la erosión del cauce y de sus márgenes.

2:3. DRENES SUBTERRANEOS.

2:3.1. Tipos de sistema de drenaje.

El tendido de sistema de drenaje depende de la magnitud del problema de eliminación, esto es, si el sistema se extiende sobre una área grande o si está localizado, tal como en el caso de un cauce o vía pluvial anegado.

Para drenaje uniforme de superficies grandes, el sistema de parrilla y el de esqueleto de pescado son comunes, pero con frecuencia se requieren las combinaciones de dos o más de estos sistemas. Cuando el drenaje está localizado, los tubos se colocan donde se necesitan, sin tomar en cuenta su distribución o sistema especial.

2:3.2. Salidas.

Los dos tipos principales de salidas para drenes de tubos de barro, son las salidas de desagüe por gravedad y por bombeo. Las salidas de desagüe por gravedad incluyen zanjas con secciones construidas, corrientes naturales, lagos y drenes verticales.

2:3.3. Necesidad o demanda de drenaje.

El coeficiente de drenaje para drenes con tuberías depende de la cantidad de agua que se ha de eliminar (lluvia o agua de riego), la profundidad y espaciamiento de los drenes y la permeabilidad del suelo. Este coeficiente se debe seleccionar de tal manera que se elimine el exceso de agua del suelo a una velocidad que pueda evitar daños al cultivo. Después de determinar el coeficiente de drenaje y el área que se ha de drenar se deben seleccionar tubos de drenaje adecuados para conducir el gasto del escurrimiento con las pendientes del diseño. Basados en pruebas extensivas Yarnell y Woodward concluyeron que la fórmula de Maning para la velocidad con un coeficiente de rugosidad de .0108 para tubos de concreto y de barro era adecuada.

2:3.4. Aberturas en los drenes de tubo.

Los tubos dren pueden ser fabricados en un -- gran número de formas para permitir la entrada del agua, ya sea entre tramos cortos del tubo o una combinación de ranuras y perforaciones. Los tubos de concreto y de barro de 6" o menos de diámetro, generalmente se hacen con longitudes de un pie y el espaciamiento de las ranuras está gobernado por la colocación del tubo y la forma.

2:3.5. Cargas sobre drenes de tubo.

Las cargas sobre drenes de tubo incluyen las causadas por el peso del suelo y las cargas concentradas que resultan del peso del equipo y vehículos, a pequeñas profundidades las cargas concentradas determinan los requisitos de resistencia del tubo mientras que a profundidades mayores la carga del suelo es más importante.

2:3.6. Mantenimiento de los drenes de tubo:

En comparación con las zanjas abiertas, los drenes de tubo requieren relativamente poco mantenimiento. Si un sistema de drenes de tubo se diseña e instala apropiadamente y se consiguen tubos de buena cali-

dad su mantenimiento se puede realizar a un costo mínimo. (5)

2:4. DRENES PERFORADOS.

Los materiales más empleados son: arcilla, concreto, cloruro de polivinilo (P.V.C.), polietileno y poliestireno.

En diámetros de:

Arcilla	4"	y	6"
Concreto	4"	y	6"
P.V.C.	4"	y	6"
Polietileno	4"	y	6"
Poliestireno	4"	y	6"

Ranurados y no ranurados.

Las ranuras pueden ser longitudinales o transversales, siendo más frecuentes las primeras, con una anchura de 0.5 mm. y longitud de 2 a 4 cm. El número de ranuras por metro de tubo es de 40 a 60, según diámetros, representando una superficie útil de entrada del agua de 0.35%. Las transversales suelen tener una anchura de 1 mm. y la longitud correspondiente a 120° de la sección del dren. Las uniones entre cada dos tubos se realizan -

por medio de ensanchamientos practicados al final de cada una, encajando a presión.

También se fabrican tubos de plástico en los que el agua penetra por las uniones entre cada dos drenes, mediante aberturas convenientemente realizadas, - - siendo entonces la longitud de un metro.

Debido al peso mucho menor que los de hormigón, el transporte se hace más barato.

Los diámetros más empleados son 5-6, 3-7, 5-9, 11-14 y 16 cm., con un espesor de unos 2mm. y un peso -- por unidad de 0,40 a 2,8 Kg/m.1., según diámetro. (1)

2:5 DRENES TOPO

El drenaje topo es una práctica antigua que -- existe desde antes de la fabricación de tubos. En el mejor de los casos, este tipo de drenaje es un método temporal. Cuando estos drenes son prácticos, funcionan eficientemente durante los primeros años y luego gradualmente se deterioran. La duración máxima de estos drenes es de 10 a 15 años.

2:5:1. Durabilidad del conducto topo:

- a).- Estabilidad estructural del subsuelo.
- b).- Contenido de humedad del suelo en el momento de la instalación.
- c).- Cantidad e intensidad de la lluvia.
- d).- Variaciones estacionales de temperatura.
- e).- Profundidad.
- f).- Diámetro del conducto topo.
- g).- Equipo y métodos de instalación.

Los suelos que presentan mayor facilidad para abrir drenes topo son los arcillosos.

2:5:2. Criterio para el diseño.

Se debe nivelar el terreno, se puede abrir en pendientes de 2.5 a 3.3%, estas pendientes son generalmente aceptables.

2:5:3. Construcción.

Cuando el drenaje mediante la formación de topes es práctico, cada topo se forma a partir de una-

zanja abierta. La pendiente del conducto al aproximarse a la zanja de salida debe vigilarse muy cuidadosamente para evitar contrapendiente en la línea. (5)

2:5.4. Los drenes topo se abren por medio de un cilindro terminado en punta, adosado a un tractor por una cuchilla de acero. El cilindro lleva unida una cadena con una esfera de hierro, de diámetro ligeramente mayor, que tiene por objeto refinar y consolidar el dren abierto, no siendo necesario, por lo tanto abrir zanja previamente en el terreno. Al pasar la cuchilla por el suelo vá abriendo una serie de grietas que facilitan la entrada posterior del agua hacia el dren, la cual se verifica en condiciones ideales a través del agua hacia el dren, a su vez se verifica en condiciones ideales a través de todo el perímetro mojado, cosa que no ocurre en los demás casos; sin embargo, la duración es mucho menor, dándose como cifra media de 5 a 12 años, si bien muy variable con los tipos de suelos, clima, etc. (1)

2:6. DRENES DE TUBO DE DURACION PROLONGADA.

Los drenes de tubo de uso común son productos de arcilla o concreto. Los drenes de tubo de arcilla se pueden hacer de pizarras, barro para cerámica o ar--

cilla superficial, solos o en toda clase de combinaciones procesados adecuadamente cocidos. Los tubos dren de concreto son hechos a máquina, utilizando concreto de cemento portland. (5)

2:7. TUBOS DE HORMIGON Y ARCILLA

Se emplean frecuentemente drenes de hormigón poroso o de arcilla cocida, teniendo una longitud de 50 cm., y un diámetro interior que oscila entre los 10 y 15 cms. El espesor de las paredes de los tubos es aproximadamente de 1/12 del diámetro interior. En los suelos turbosos se emplean longitudes mayores, generalmente de 1 m. dadas las condiciones del movimiento del agua en el suelo hacia los drenes, ésta penetra en el interior de los mismos a través de los espacios que se dejan entre cada dos juntas, espacio que influye notablemente en el caudal que pueden evacuar.

Estos tubos pueden también ser perforados, siendo entonces hermético el acoplamiento entre cada dos; sin embargo, su empleo es menos frecuente. (1)

2:8 CLASES DE TUBERIAS DE DRENAJE: ARCILLA
Y HORMIGON.

Las nuevas especificaciones abarcan ahora dos clases de tuberías de drenaje como sigue:

2:8.1. Tubería de drenaje normal.- Destinadas al avenamiento de terreno originario dónde la tubería se instala en zanjas de profundidades y anchura moderadas.

2:8.2. Tubería de drenaje de calidad extra.- Destinada al drenaje del terreno en que las tuberías se instalan en zanjas de considerables profundidades o anchuras, o ambas a la vez y dónde se desea una excelente calidad.

Los requerimientos físicos para estas dos clases están registradas en la tabla I. (7)

T A B L A I

Prescripciones del ensayo físico para diferentes clases de tubería de drenaje.

	Tubería corriente de drenaje				Tubería de drenaje de Calidad Superior			
	Resistencia media mínima al aplastamiento kg/m lineal. Método de Ensayo de agua neal.		Absorción media máxima por el método de ebullición 5 horas (%)		Resistencia media mínima al aplastamiento kg/m lineal. Método de ensayo de aguante.		Absorción media máxima por el método de ebullición de 5 horas (%)	
	Tres Aristas	Arena	Arcilla	Hormigón	Tres Aristas	Arena	Arcilla	Hormigón
4	1190	1787	13	10	1636	2380	11	8
5	1190	1785	13	10	1636	2380	11	8
6	1190	1785	13	10	1636	2380	11	8
8	1190	1785	13	10	1636	2380	11	8
10	1190	1785	13	10	1636	2380	11	8
12	1190	1785	13	10	1636	2380	11	8
15	1294	1934	13	10	1636	2380	11	8
18	1383	2083	13	10	1785	2678	11	8
21	1488	2306	13	10	2083	3124	11	8
24	1681	2529	13	10	2380	3571	11	8
27	1830	2752	13	10	2678	4017	11	8
30	1979	2976	13	10	2976	4464	11	8
33	2127	3199	13	10	3273	4910	11	8
36	2276	3422	13	10	3571	5356	11	8

2:9. TUBOS DE DRENAJE.- Se han usado tubos de concreto y tubos de barro. Como un sistema de drenaje es una obra cara, aún en las condiciones mas favorables, por ningún motivo sería recomendable o permisible usar tubos de inferior calidad en cuanto a su durabilidad y buen servicio.

La Dirección General de Normas de la Secretaría de Industria y Comercio, da las siguientes normas de calidad para tubos de concreto sin reforzar para albañal: (Según tabla II).

TABLA II
RESISTENCIA A LA RUPTURA

DIAMETRO INTERIOR	PROMEDIO EN KILOGRAMOS POR METROS LINEALES	
	Resistencia media mínima	
Centímetros	Método de 3 apoyos (a)	Método de apoyo de arena (b)
10	1 488	2 232
15	1 637	2 455
20	1 935	2 902
25	2 083	3 125
30	2 232	3 348
38	2 604	3 899
45	2 976	4 464
53	3 274	4 911
61	3 572	5 357

Como en nuestros Distritos de Riego en México, los tubos de los drenes estarán colocados a profundidades de 1.8 a 2.5 metros, y aún a tres metros en casos extremos y bajo presiones de suelos saturados por los riegos, necesitaremos que los tubos que se usen tengan la resistencia necesaria para estas condiciones desfavorables de trabajo.

Es decir, que soporten de 1,100 a 1,600 libras por pie lineal (1,600 a 2,400 Kg. por metro lineal), a la prueba de los 3 puntos, o a la de apoyo de arena en 90° opuestos. También una prueba de absorción de agua no mayor de 8%.

También deben ser resistentes a la acción de los ácidos en los suelos con pH menor de 6, y a los sulfatos en los suelos alcalinos.

En suelos alcalinos o salinos debe procurarse que los tubos sean impermeables y resistentes, para que sean menos atacados por los sulfatos y los ácidos.

También es conveniente usar, en la fabricación de los tubos, cementos aluminosos y no cementos Portland

ordinarios. Es decir, 40% de alúmina (Al_2O_3) en lugar de 5 a 10%.

Los tubos de barro de muy buena calidad son -- resistentes a las sales de los suelos alcalinos y a los ácidos en los suelos ácidos o salinos. Pero es muy dificil encontrar en los mercados del país estos tubos de -- excelente calidad, por lo que es aconsejable no usarlos.

(6)

2:10. TUBOS DE ARCILLA

Fabricación de tubos de arcilla:

El barro se toma de los yacimientos adecuados y se hace pasar por una serie de trituradores y mezcladoras, añadiendo la cantidad necesaria de agua hasta que -- alcanza el grado de consistencia y plasticidad exigido. Pasa después a las prensas, donde se hace salir a pre--- sión por troqueles anulares como tubos continuos de ar-- cilla plástica, éste se corta a las lonqitudes necesa--- rias a medida que sale y las distintas secciones se api-- lan cuidadosamente de canto para su secado y endureci--- miento én bandejas especiales o en estanterías antes de

pasar a los hornos para su cocción.

Calidad de la tubería:

Para fabricar drenes tubulares de primera calidad son precisos un cuidado y una habilidad especiales. En muchos países la calidad queda regulada por -- una especificación normal aceptada que establece los requisitos mínimos de calidad del material, la forma y -- las dimensiones. Para ensayar en el campo la calidad -- de los materiales, un procedimiento útil es golpear un tubo contra otro, si produce un sonido claro en lugar -- de un golpe sordo, puede suponerse que el tubo está bien cocido y libre de grietas. Deben evitarse los tubos -- cocidos en exceso, ya que tienden a la fragilidad y -- pueden quebrarse si se golpean contra una piedra al ser colocados en la zanja.

Algunas arcillas utilizadas en la fabricación de drenes tubulares tienen un elevado contenido de cal, y durante la fabricación, ésta -- cal se deshidrata. El -- hinchamiento que seguirá a la mojadura de los tubos puede debilitar sus paredes por el desprendimiento de ca--pas delgadas o bien causar la destrucción total de és--tos si el contenido de cal es excesivo o si las partí--culas sueltas de ésta son demasiado grandes. Aparte --

las burbujas de aire, una mezcla inadecuada de la arcilla puede provocar el desprendimiento laminar de las paredes y debilitar así los drenes.

También son defecto los extremos de los tubos mal terminados o no perpendiculares al eje.

Una curvatura en el eje del tubo puede también ser perjudicial para las uniones.

Las excesivas variaciones de las dimensiones nominales y la falta de derecha son siempre perjudiciales. (13)

2:11.- RESISTENCIA A LA CONGELACION.

La tubería de arcilla debe ser de calidad satisfactoria para resistir la congelación y el deshiele. La resistencia a las heladas de la tubería de arcilla depende en gran parte de la calidad y de la manipulación de la arcilla y esquisto en bruto antes y después de la cocción. Para resistir a la acción de las heladas, la tubería debe ser bien cocida porque haciéndolo así se aumenta la densidad de las materias primas, resultando un producto acabado de elevada resistencia,

baja absorción y excelente resistencia a las heladas. Muchas fábricas de tubería de arcilla son de materias brutas de un orden tan elevado que toda la producción es casi inmune a la acción de las heladas. Otras fábricas pueden producir tubería resistente a las heladas - solamente cociendo a temperaturas más elevadas que la arcilla, puede resistir sin excesiva deformación. - - Otras fábricas con arcillas malas no pueden en absoluto producir tuberías resistentes a las heladas. Por lo -- tanto es evidente que existen limitaciones definidas en el grado de resistencia a las heladas que pueden esperarse de las tuberías de arcilla de muchas fábricas de tuberías. (7)

2:12.- ENSAYOS DE RESISTENCIA A LAS HELADAS

Los únicos ensayos de confianza para la resistencia a las heladas de las tuberías de drenaje son las congelaciones y deshielos reales efectuados según las especificaciones prescritas en la Designación C4-50T de la ASTM.

Los ensayos de este tipo son laboriosos y requieren varios días para completarse. Como consecuencia se han realizado numerosos esfuerzos, por diferen--

tes laboratorios, para correlacionar la absorción de -- agua de la tubería de arcilla con la resistencia a las heladas. La opinión general parece ser que los resultados de los ensayos de absorción de la tubería de arcilla de una instalación, comparada con resultados similares de tuberías de otras instalaciones, tienen poco valor práctico. Por otra parte, las comparaciones -- de absorciones de una tubería individual de cualquier -- instalación dada son razonablemente satisfactorias como indicadores de la resistencia relativa a las heladas de la tubería de aquella instalación particular. (7)

2:13.- ABSORCION EN RELACION CON LA RESISTENCIA
A LA CONGELACION.

Las absorciones máximas permisibles indicadas para las tuberías de arcilla en la tabla I son del 13% para la tubería de drenaje normal y el 11% para la tubería de drenaje de buena calidad. Estas están basadas en ensayos de tuberías de arcilla y de esquistos de muchas instalaciones y se ha visto que son límites superiores razonablemente seguros para la resistencia a las heladas. (7)

Se tuvo empeño en 1948 y 1949 para obtener -- información respecto a las propiedades de resistencia -- a las heladas de las tuberías de drenaje de arcilla en los sistemas de drenaje agrícola instalados en el valle superior del Mississippi. Se excavaron tuberías de 19 - sistemas que habían estado en servicio de 18 a 40 años, con un término medio ligeramente inferior a 33 años. -- Las tuberías de 10 de los 19 sistemas estaban presumi-- blemente construídas de esquistos y 9 de arcillas super_ ficiales. Este trabajo fué explicado detalladamente - en febrero de 1959 por Miller y Mason. Basados en en-- sayos dados en éste informe sobre 244 tuberías, tres -- puntos sobresalen en particular: 1) la elevada resisten_ cia de acción de las heladas de las tuberías de esquis- tos examinadas aún cuando la profundidad del recubri--- miento no fuese de más de 1,7 pies (51 cm.); 2) el ren- dimiento generalmente mediocre de las tuberías de arci- lla superficial, y 3) el servicio más satisfactorio de las tuberías de drenaje con absorciones bastante eleva- das, excepto en las bocas de salida, que podían prede-- cirse de los ensayos efectuados en el laboratorio. Es_ tas averiguaciones llevaron a la conclusión de que son necesarios datos exactos. (7)

2:14.- ACCION DE LOS SUELOS CON SULFATOS.

2:14.1.- LAS TUBERIAS DE ARCILLA.

Las tuberías de drenaje de arcilla que cumplen con las prescripciones de la Sociedad Norteamericana - - para Ensayos de Materiales (American Society for Testinn Materials) para tuberías normales de drenaje o mejores, son casi inmunes a la acción de los sulfatos del suelo. No obstante, la tubería de drenaje de arcilla, con ab- - sorción muy superior a los límites del 13% fijados para las tuberías de drenaje, pueden descantillarse hasta el punto de desintegrarse si se deja sobre la superficie - del suelo con un gran contenido de sales, independien- - temente de la naturaleza de las sales. Así mismo - - la tubería de arcilla de absorción elevada puede descantillarse desastrosamente si se la somete a la acción de las sales y de las heladas, por separado o en combina-- ción expuestas en las bocas de salida. Por lo tanto, es aventurado emplear tubería de drenaje de arcilla de calidad excesivamente baja en suelos de contenido relativamente elevado de sales alcalinas en la errónea suposi- ción de que no existen posibilidades de deterioro, ya -- que en este caso no llegará a manifestarse la acción.

(7).

2:14:2.- ESPECIFICACIONES SOBRE TUBERIA DE -
ARCILLA.

Los tubos de barro de 10 y 15 centímetros de -
diámetro, son mas livianos y más fáciles de manejar (ta-
blas III y IV) y aún más baratos en algunas regiones, pe-
ro son atacables por el salitre, y por este motivo no de-
ben usarse en los drenajes de las tierras de riego afec-
tadas por sales que ataquen estos materiales.

Sin embargo, muchos sistemas de drenaje se han
hecho con tubos de barro, simples o vitrificados.

En todos nuestros distritos de riego donde hay
tierras ensalitradas, podemos observar como deteriora el
salitre los ladrillos o tabiques de cualquier calidad --
que sean.

De acuerdo con los estudios, pruebas y experien-
cias que sobre este problema registran libros y boleti--
nes de especialistas en esta materia, podemos llegar a -
las siguientes conclusiones:

1a. Preferir los tubos de concreto, resisten--
tes, durables y de cemento aluminosos.

2a. En general, no usar tubos de barro en --
las tierras ensalitradas. (6)

T A B L A I I I

DIAMETRO INTERIOR	LONGITUD COLOCADO	DIAMETRO INTERIOR DE CAMPANA.	FONDO DE CAMPANA	CONICIDAD MINIMA DE CAMPANA	ESPESOR DE LAS PAREDES	ESPESOR DE LA CAMPANA
(D) Cms.	(L) Cms.	(Ds) mm.	(Ls) mm.	H (Ls)	(T) mm.	(Ts)
10	60-75-100	146	44	1.20	12.7	EL GRO-
15	60-75-100	210	57	1.20	15.9	DE LA --
20	60-75-100	267	63	1.20	19.0	CAMPANA
25	60-75-100	324	63	1.20	22.2	A 1.27 -
30	60-75-100	384	70	1.20	25.4	Cms.DEL
40	60-75-100	476	70	1.20	25.4	EXTREMO
45	60-75-100	565	76	1.20	38.1	NO SERA
						MENOR DE
						3/4 DE
						LA MEDI-
						DA ESPE-
						CIFICADA
						PARA EL
						CUERPO
						DEL TUBO.

(6)

NOTA: LOS TUBOS PARA DRENAJE DE TIERRA DE RIEGO DEBEN
SER SIN CAMPANA.

TABLA IV

REQUISITOS QUE DEBEN LLENAR LOS TUBOS
DE BARRO VIDRIADO, SEGUN LA DIRECCION
DE NORMAS DE LA SECRETARIA
DE INDUSTRIA Y COMERCIO.

DIAMETRO INTERIOR	PROMEDIO EN KILOGRAMOS POR METRO LINEAL
CMS.	(RESISTENCIA MINIMA) METODO DE LOS 3 APOYOS
10	1 488
15	1 488
20	1 488
25	1 637
30	1 786
40	2 039
45	2 478

NOTA: Cuando se exija la prueba por el método -
de apoyos de arena, se aumentará la resistencia especi-
ficada en el método de los 3 apoyos en un 30%. (6)

2:15. TUBOS DE CONCRETO.

2:15.1. DEFINICION Y GENERALIDADES.

a) Definición.- Se entiende por tubos de concreto sin reforzar para albañal, aquellos conductos contruídos de concreto y provistos de un sistema de junteo adecuado para formar en condiciones satisfactorias una tubería continúa.

b) Aplicaciones.- Los tubos a que la tabla V se refiere se emplean en la conducción de aguas negras y pluviales.

Clasificación y especificaciones.

c) Clasificación.- Por lo que se refiere a resistencia a la compresión, permeabilidad y absorción, los tubos de concreto a que la tabla V se refiere corresponden a un solo grado de calidad que es el que se fija, en las cláusulas relativas a las tres cualidades mencionadas. Por lo que toca al revestimiento protector que dichos tubos pueden tener, se fija en la siguiente clasificación. (8)

Tipo "A".- Con revestimiento asfáltico interior, de espesor mínimo de 2 mm.

Tipo "B".- Con revestimiento cuyo espesor sea menor de 2 mm. y

Tipo "C".- Sin revestimiento alguno.

d) Especificaciones.- Las especificaciones físicas y características de los tubos de concreto sin reforzar para albañal, son las que se especifican a --- continuación.

1.- Resistencia a la ruptura.- La resistencia a la ruptura determinada por los métodos de los 3 apoyos y de apoyos de arena, no será menor que la indicada en la tabla V.

2.- Impermeabilidad.- El tubo deberá pasar satisfactoriamente sin fugas.

3.- Absorción de agua.- Cuando se haga la determinación de la cantidad de agua absorbida, en las condiciones de prueba que más adelante se indican, ésta no deberá pasar de 8%.

4.- Dimensiones.- Las dimensiones de los tubos con campana serán las indicadas en la tabla II.

5.- Tolerancia.- Las tolerancias de los mismos, se expresan en más o menos en la tabla VII.

6.- Acabado.- Los tubos deberán estar sustancialmente libres de rupturas y grietas grandes o profundas. Se podrá admitir en la extremidad del tubo, grietas o roturas que no lleguen a un tercio del largo de los collares de conducción para los de la Tabla V.

El comprador podrá exigir que se le repongan los tubos con desperfectos, siempre que el número de éstos sea mayor del 5 % de la remisión total. (8)

T A B L A V

RESISTENCIAS TUBOS DE CONCRETO

Diámetro Interior en cms.	Promedio en kilogramos por metro lineal (Resistencia media mínima)	
	Método de 3 apoyos (a)	Metodo de apoyo de arena (b)
10	1 488	2 232
15	1 637	2 455
20	1 935	2 902
25	2 083	3 125
30	2 232	3 348
38	2 604	3 899
45	2 976	4 464
53	3 274	4 911
61	3 572	5 357

(8)

2:16.- TUBOS DE HORMIGON O CONCRETO.

Los tubos de hormiçón se utilizan en aquellas zonas -- en que los de barro son difíciles de conseguir. Pueden fabricarse con mayor precisión que los de arcilla pero existe una limitación en su empleo, en los suelos ácidos o turbosos los sulfatos atacan el cemento y provocan la desintegración de los tubos. Esta dificultad puede vencerse en cierto grado, utilizando cemento resisten

te a los sulfatos y hormigón denso de primera calidad.

Fabricación.- Los tubos de hormigón se hacen en máquinas especiales. El agua, el cemento y el agregado, (escoria, grava, arena o materiales análogos) se mezclan en las cantidades correctas se introducen en la máquina que moldea y vibra la mezcla, consolidándola en tubos, estos últimos se dejan para que fraguen y endurezcan en un lugar donde pueda controlarse la humedad y la temperatura. (8)

2:16.1.- DIMENSIONES, ESPECIFICACIONES Y FORMAS ESPECIALES DE TUBOS DE CONCRETO.

a) Tanto las dimensiones, como las especificaciones y las formas de los tubos, pueden variar, pero siempre se procurarán las condiciones de resistencia, durabilidad, resistencia a los ácidos y sulfatos del suelo, manejabilidad por el hombre que lo va colocando a medida que avanza la excavadora.

b) Una forma octagonal de tubo recomendable, sobre todo para su transporte, almacenamiento y colocación, es el diseñado por el Ing. Pablo Tamez González, aunque se le podría aumentar la longitud de acuerdo con

el diámetro, hasta sesenta centímetros.

c) Respecto a la porosidad de los tubos, aunque ya se dijo que mientras mas porosos son mas facilmente atacables por los ácidos y sulfatos, usando cementos aluminosos o de características resistentes, se pueden hacer tubos permeables.

Consultando el Departamento de Ingeniería Experimental de la Secretaría de Recursos Hidráulicos, nos proporcionó el informe siguiente:

"Proporcionamiento tentativo promedio de concreto poroso, para tubos de drenaje de tierra, de 5 centímetros de espesor y concreto de 250 Kg/cm.², de resistencia a la compresión a la edad de 28 días.

"La grava que se emplee deberá tener como tamaño máximo 19 mm (3/4") y la arena como tamaño mínimo, el retenido en el tamiz número 30.

"Para obtener los agregados requeridos, hay que desperdiciar alrededor de un 20% del total de la arena y un 70% de grava del contenido total de bancos naturales. (5)

2:17. ACCION DE LOS SULFATOS DEL SUELO

2:17.1. SOBRE EL HORMIGON

Desde el descubrimiento del cemento Portland, hacia 1824, muchos estudios han sido encaminados a resolver el problema de la deterioración del hormigón en contacto con aguas sulfatadas. Algunos de éstos estudios fueron incluso realizados antes, tanto por franceses como por ingleses; puesto que Vicat reconoció la existencia del problema, ya desde 1812, en conexión con un trabajo reseñado en 1818 sobre las cales y cementos naturales y muchos años antes Smeaton hizo experimentos para obtener un mortero que pudiese resistir la acción del agua del mar cuando se construyó el faro de Eddyston en 1756-1759. Desde principios del Siglo XX los esfuerzos combinados de muchos investigadores y el perfeccionamiento continuo en las técnicas de la química del cemento han extendido marcadamente el conocimiento primitivo de la naturaleza compleja del cemento Portland. Como resultado podemos actualmente hablar con seguridad respecto a algunos de los factores que mejoran la resistencia del cemento a los sulfatos del suelo donde previamente solo era posible teorizar.

Shelton halló que las soluciones de sulfato de sodio y de magnesio añadidas al aluminato tricálcico, a breviado comunmente daba por resultado la formación de ciertos compuestos sulfalumínicos que cuando se forman en cemento hidratado causan un marcado incremento en -- volúmen y son la razón principal para la ruptura físic-- ca del hormigón y de los morteros hechos de agregados - sanos expuestos a la acción de los sulfatos.

Como se indicará más tarde, todo este proble-- ma es un estudio experimental en la manufactura y en el empleo del tubo de hormigón, especialmente de tubería - de drenaje de hormigón y de tubos de irrigación.

Tubería de drenaje de hormigón y resistencia a las heladas.- Las tuberías de drenaje de hormigón - que satisfacen a las prescripciones de la Sociedad Nor-- teamericana para los Ensayos de Materiales referentes - a las tuberías de drenaje normales puede esperarse or-- dinariamente que tendrán resistencia satisfactoria a -- las heladas.

Modo de hacer resistentes al ácido las tube-- rías de hormigón de pequeño diámetro.- Son cinco los - requerimientos básicos que hay que cumplir en la manufacu

tura de tubería de drenaje de pequeños diámetros (construídas con máquinas de inyectar de uso común) si la producción ha de ser de alta calidad indicada por ensayos de resistencia de sustentación. Estos son 1) agregados bien graduados racionales y limpios; 2) mezclas ricas; 3) cantidad adecuada de agua de mezcla; 4) adecuada compacidad de los materiales en las máquinas para construir tuberías; y 5) fraguado adecuado. (7)

2:18. TUBOS DREN RESISTENTES A LOS ACIDOS

Tubos dren de concreto y su resistencia a los ácidos.

Químicamente cualquier cemento Portland es una base, y ciertos constituyentes del cemento pueden reaccionar con los ácidos presentes en algunos suelos, el grado de acción puede depender principalmente del grado de acidez del suelo y de la permeabilidad de las paredes del tubo por lo tanto los tubos de concreto instalados en suelos fuertemente ácidos, deben ser "extra" o mejores.

Es evidente que las determinaciones del pH no son infalibles como indicadores de la acción corro-

sivas de las turbas en los tubos de concreto de cemento Portland. Además se puede decir que la acción corrosiva en el concreto instalado en turbas se puede esperar que aumente en severidad con la disminución de los valores del pH abajo de 6. Las turbas con valores de pH en el lado básico, probablemente no son corrosivos para el concreto, a menos de que esté presente el sulfuro de fierro en forma de piritas o marcasita. El gas sulfuro de hidrógeno en las turbas también podría ser un factor por considerar como una posibilidad un tanto remota de corrosión que podría ser revelada por la lectura del pH.

Las investigaciones mostraron definitivamente que para la mayor durabilidad de los tubos de dren instalados en suelos ácidos deben cuando menos llenar los requisitos para calidad extra de las especificaciones - normales ASTM. (5)

TABLA VI

DIMENSIONES DEL TUBO DE CONCRETO SIN REFORZAR PARA ALBAÑAL Y CON JUNTAS DE CAMPANA						
DIAMETRO INTERIOR	LONGITUD COLOCADO	DIAMETRO INTERIOR BOCA DE CAMPANA	FONDO DE LA CAMPANA	CONICIDAD MÍNIMA DE CAMPANA	ESPESOR DE LAS PAREDES	ESPESOR DE LA CAMPANA
(D)	(L)	(Ds)	(Ls)	(H)	(T)	(T)
cms.	cms.	mm.	mm.	mm.	mm.	Será de
10	61,76,91	152	38	1:20	14	6 mm. -
15	61,76,91	210	51	1:20	16	en el -
20	61,76,91,122	273	57	1:20	19	extremo
25	61,76,91,122	330	64	1:20	22	y no me
30	61,76,91,122	387	64	1:20	25	nor de
38	61,76,91,122	476	64	1:20	32	3/4 del
45	61,76,91,122	565	70	1:20	38	cuerpo
53	61,76,91,122	660	70	1:20	44	del tu-
61	61,76,91,122	749	76	1:20	54	bo. (8)

TABLA VII

VARIACIONES PERMITIDAS EN LAS DIMENSIONES DE LOS TUBOS DE CONCRETO SIN REFORZAR PARA ALBAÑAL Y - PROVISTOS DE JUNTAS DE CAMPANA					
TAMAÑO NOMINAL INTERNO DIAMETRO	LIMITES PERMITIBLES DE VARIACION				
	LONGITUD	DIAMETRO INTERNO		PROFUNDIDAD - DE LA - CAMPANA	ESPESOR DEL CAÑON
		Tubo Macho	Campana		
	(-)	(+)	(+)	(-)	(-)
cm.	mm.	mm.	mm.	mm.	mm.
10	6.4	3.2	3.2	3.2	1.6
15	6.4	4.7	4.7	6.4	1.6
20	6.4	6.4	6.4	6.4	1.6
25	6.4	6.4	6.4	6.4	1.6
30	6.4	6.4	6.4	6.4	1.6
38	6.4	6.4	6.4	6.4	2.4
45	6.4	6.4	6.4	6.4	2.4
53	6.4	7.9	7.9	6.4	3.2
61	9.5	7.9	7.9	6.4	3.2

TABLA VIII

Resistencias y Dimensiones del tubo de enchufe y cordón de Hormigón sin armar

Diámetro Interior Pulgadas	Resistencia media libras por pie lineal.		Absorción - máxima (%)	Longitud mínima pies	Diámetro interior Ds de la boca del manguito pulg. ³	Longitud Ls del manguito Pulg.	Conicidad mínima del manguito H Ls	Grueso de la pared del cilindro Pulg.	Grueso Ts de la pared del manguito	Límites admisibles de Variación					
	Método Triple Apoyo	Método Soporte Arena								Longitud - pulg por pie (-) ²	Long. entre dos lados opuestos Pulg.	Diámetro Interior Pulgadas Enchufe (+) ²	manguito (+) ²	Longitud del manguito Pulg (-) ²	Grueso de la pared del cilindro Pulg. (-) ²
4	1000	1500	8	2 1/2	6	1 1/2	1:20	9/16	El espesor del	1/4	1/4	1/8	1/8	1/8	1/16
6	1100	1650	8	2 1/2	8 1/4	2	1:20	5/8	Manguito a 1/4"	1/4	1/4	3/16	3/16	1/4	1/16
8	1300	1950	8	2 1/2	10 3/4	2 1/4	1:20	3/4	de su extremo	1/4	5/16	1/4	1/4	1/4	1/16
10	1400	2100	8	3	13	2 1/2	1:20	7/8	libre no debe	1/4	3/8	1/4	1/4	1/4	1/16
12	1500	2250	8	3	15 1/4	2 1/2	1:20	1	de ser inf.	1/4	3/8	1/4	1/4	1/4	1/16
15	1750	2620	8	3	18 3/4	2 1/2	1:20	1 1/4	a los 3/4 de	1/4	7/16	1/4	1/4	1/4	1/32
18	2000	3000	8	3	22 1/4	2 3/4	1:20	1 1/2	espesor del	1/4	1/2	1/4	1/4	1/4	1/32
21	2200	3300	8	3	26	2 3/4	1:20	1 3/4	cilindro	1/4	9/16	5/16	5/16	1/4	1/8
24	2400	3600	8	3	29 1/2	3	1:20	2 1/8		3/8	9/16	5/16	5/16	1/4	1/8

TABLA IX

Resistencias y Dimensiones del tubo de Gres Normal

Tamaño Pulgadas D	Resistencia media mínima por Pie- Lieneal.		Longitud L		Diferencia máxima de longitud entre dos lados o -- puestos pulgadas	Diámetro exterior del ci-- lindro pulgadas		Diámetro interior del man- guito a 1/2" de la base pulgadas De	Longitud del manguito pul- gadas l		Grueso de la pared del cilindro pul- gadas s		Grueso de la pared del man- guito a 1/2" del extremo - pulgadas Ts		
	Método triple apoyo	Método Soporte Arena	Mínimo pies	Límite de varia- ción en menos, pulgadas por pie de longi- tud.		Mínima	Máxima		Mínima	Mínima	Máxima	Mínima	Máxima	Mínima	Máxima
4	1000	1500	2	1/4	5/16	4 7/8	5 1/8	5 3/4	1 3/4	1 1/2	1/2	7/16	7/16	3/8	
6	1100	1650	2	1/4	3/8	7 1/16	7 7/16	8 3/16	2 1/4	2	5/8	9/16	1/2	7/16	
8	1300	1950	2	1/4	7/16	9 1/4	9 3/4	10 1/2	2 1/4	2 1/4	3/4	11/16	9/16	1/2	
10	1400	2100	2	1/4	7/16	11 1/2	12	12 3/4	2 5/8	2 3/8	7/8	13/16	5/8	9/16	
12	1500	2250	2	1/4	1/2	13 3/4	14 5/16	15 1/8	2 3/4	2 1/2	1	15/16	3/4	11/16	
15	1750	2625	3	1/4	1/2	17 3/16	17 3/16	18 5/8	2 7/8	2 5/8	1 1/4	1 1/8	15/16	7/8	
18	2000	3000	3	1/4	9/16	20 5/8	21 7/16	22 1/4	3	2 3/4	1 1/2	1 3/8	1 1/8	1 1/16	

2:19.- TUBOS DE PLASTICO.

El interés ampliamente difundido por el uso de tubería de plástico para drenaje puede ser explicado por las siguientes ventajas: (2)

2:19.1.- VENTAJAS DE LOS TUBOS DE PLASTICO.

a) Poco peso mayor longitud, que conduce a -- facilidad de manejo, transporte e instalación y menor -- requerimiento de trabajo con la maquinaria; los tubos -- para unos cientos de metros pueden ser transportados -- en la maquinaria zanjadora.

b) Mejor alineamiento y juntas estrechas debido a la utilización de tubos mas largos y las conecciones por medio de embones acampados o espigados, menor -- riesgo de desplazamiento en suelos sueltos en los cuales la tubería de arcilla a veces debe descansar sobre material de soporte.

c) La última ventaja se aplica particularmente en un tipo especial de tubos de plástico como es el corrugado flexible, estos tubos pueden ser enroscados, --

de ésta manera no es necesario hacer conecciones. La resistencia a la ruptura es mayor que la de tipos comunes de tubería plástica.

d) Abertura de entrada: más uniforme y regularmente distribuída en toda la superficie. Las perforaciones pueden ser manufacturadas con presión de acuerdo a especificaciones y no dependen (como en el caso de los tubos de arcilla), de la pericia y cuidado del personal de instalación.

e) El plástico permite mejores posibilidades para el desarrollo de nuevas técnicas (mayor velocidad en la maquinaria, uso de materiales para recubrimiento, técnicas de apertura de zanjas), algunos investigadores mencionan la ventaja de menor riesgo de taponamiento de los drenes con compuestos de hierro debido a la mayor suavidad de las paredes, sin embargo otros informan la experiencia opuesta.

Estos últimos creen que el material plástico puede teóricamente acumular mayor carga de electricidad estática lo cual nos lleva a una fijación de compuestos ferrosos en el interior de los tubos. (2)

Los plásticos no son afectados por suelos de condiciones agresivas (ácidos inorgánicos, sulfatos).

2:19.2. DESVENTAJAS DE LOS TUBOS DE PLASTICO

a) Mayor costo, en comparación con los tubos de arcilla para el mismo diámetro.

b) Baja resistencia a la ruptura y a la deformación elástica. Los tubos de arcilla no poseen deformación elástica.

En algunas áreas de bajas temperaturas ha sido una desventaja la resistencia al impacto que tienen los plásticos (P.V.C.).

Los tubos plásticos tienen para el diámetro interior correspondiente menor circunferencia que los tubos de arcilla. Esto lleva a una mas alta resistencia de entrada, lo cual puede ser una razón para que -- en algunas ocasiones se prefiera los tubos de arcilla - o se requiera material filtrante de mejores características. (2)

Especificaciones:

En algunos países hay especificaciones para tubos de plástico (Inglaterra, Alemania, Holanda), estas especificaciones reglamentan el esfuerzo de impacto y la resistencia mínima a la ruptura. Ambos dependen de mucho del espesor de la pared y el número de perforaciones. Por ésto se pueden especificar los tubos por perforaciones y el espesor de la pared. La resistencia de la fuerza de impacto depende en mayor grado de la calidad de las perforaciones (cortes de sierra) que de las propiedades del material plástico propiamente.

Esta calidad está todavía en materia de investigación para producir aberturas limpias, libre de microrrajaduras, las cuales son la causa principal de la ruptura.

Mientras tanto se han formado los estándares provisionales que deben tener los tubos al entregarlos, esto permite al comprador juzgar la calidad del tubo por pocas características visuales, los estándares están principalmente relacionados con el mínimo espesor de la pared y la apariencia, longitud, espaciamiento y

amplitud de perforaciones.

Perforaciones:

Los tubos plásticos en Holanda tienen 40 perforaciones por metro (4 líneas con 10 perforaciones en cada una), cada perforación es de 25 mm. de longitud -- y de .6 a .8 mm. de ancho.

En el primer período la amplitud fué considerada tan importante que una buena investigación de laboratorio estudió la relación entre la resistencia de entrada del agua y la entrada de partículas de suelo.

Sin embargo, en los experimentos de campo en diferentes tipos de suelo, fué encontrado que el cambio de amplitud total del área de perforación no es el medio más efectivo ni práctico para mantener baja la resistencia de entrada ni el movimiento de limo hacia el interior del tubo. (2)

Espesor mínimo de las paredes:

El espesor mínimo de las paredes ha sido un -

punto de mucha discusión. En Holanda muchas observaciones han sido hechas con un artefacto mecánico (ratón mecánico) para medir el diámetro interior de los drenes (in situ), hasta ahora no han sido encontradas deformaciones en los tubos que se ciñan a las especificaciones estándares excepto algunas fallas accidentales debido a un mal manejo en el tendido.

Los valores mínimos fijados para tubos de 4 y 5 centímetros de diámetro son de 1 mm. de espesor de pared. (2)

2:20. TUBOS DE FIBRA BITUMINADA.

Tienen la ventaja de ser más ligeros, menos quebradizos que los tubos de arcilla u hormigón.

Su resistencia a las cargas verticales se acrecienta colocando soportes laterales de material de relleno.

Estos tubos se fabrican en tamaños usuales, para usos agrícolas se fabrican en secciones largas perforadas o ranuradas para permitir el paso del agua. (13)

2:21. OTROS MATERIALES.

Hormigón depositado in situ, alquitrán y ---
arena.

La estabilización del suelo con cemento, todo
ello ha quedado superado en gran medida por los plásti-
cos. (13)

3: MATERIALES Y METODOS.

Este trabajo se llevó a efecto en base a investigación exhaustiva de existencia y factibilidad de acceso a los diferentes materiales de uso actual y potencial para el drenaje agrícola.

A los materiales que se consiguieron se les efectuó pruebas diferentes para determinar su resistencia a la ruptura y absorción.

Los materiales que se necesitaron para determinar algunas características de la tubería recabada -- fueron los siguientes:

Balanza

Estufa

Prensa Hidráulica

Bloques de madera

Tubos de concreto y arcilla (de 4"
y 6" en ambos materiales)

Cinta métrica.

Aqua

A continuación se darán a conocer los métodos mediante los cuales se llegó a los resultados obtenidos.

3:1. METODO DE LOS 3 APOYOS.

Cuando el método de los 3 apoyos es usado, las extremidades de cada muestra del tubo deberán ser marcadas cuidadosamente en mitades de las circunferencias -- antes de la prueba. Los apoyos inferiores consistirán en 2 tiras de madera cuyos lados verticales superiores tendrán sus esquinas interiores arredondadas, con un -- radio aproximado de 12 mm. (1/2 pulgada), las tiras de-- berán ser rectas y serán fijadas con firmeza en un --- block rígido cuando menos de 15 X 15 cm. (6 pulgadas) - de sección transversal. Los lados interiores vertica-- les de las tiras, serán paralelos y espaciados entre -- sí 2.5 cm. (1 pulgada), por cada 30.5 cm. (1 pie) del - diámetro del tubo, pero en ningún caso menor de 2.5 cm. (1 pulgada). Si lo desea el manufacturero o el compra dor antes de la prueba y de que sea colocado el tubo, - se pondrá un relleno de yeso y de arena lo suficiente-- mente grueso para compensar las desigualdades del cuer-- po del tubo. Esta capa descansará sobre la superficie de los apoyos interiores.

El tubo se colocará sobre el relleno mientras el yeso permanezca plástico, puede dejar de usarse si así lo acuerdan el manufacturero y el comprador. El apoyo superior será un block rígido de madera cuando menos de 15 X 15 cm. (6 X 6 pulgadas) de sección transversal, y con la misma forma y dimensiones de punta a punta. Un relleno de yeso lo suficientemente grueso para compensar las desigualdades del tubo será colocado en su parte superior. El apoyo superior deberá colocarse mientras el yeso permanezca plástico. Los apoyos superior e interior deberán estar a todo lo largo del tubo exceptuando la campana. (Fig. 2)

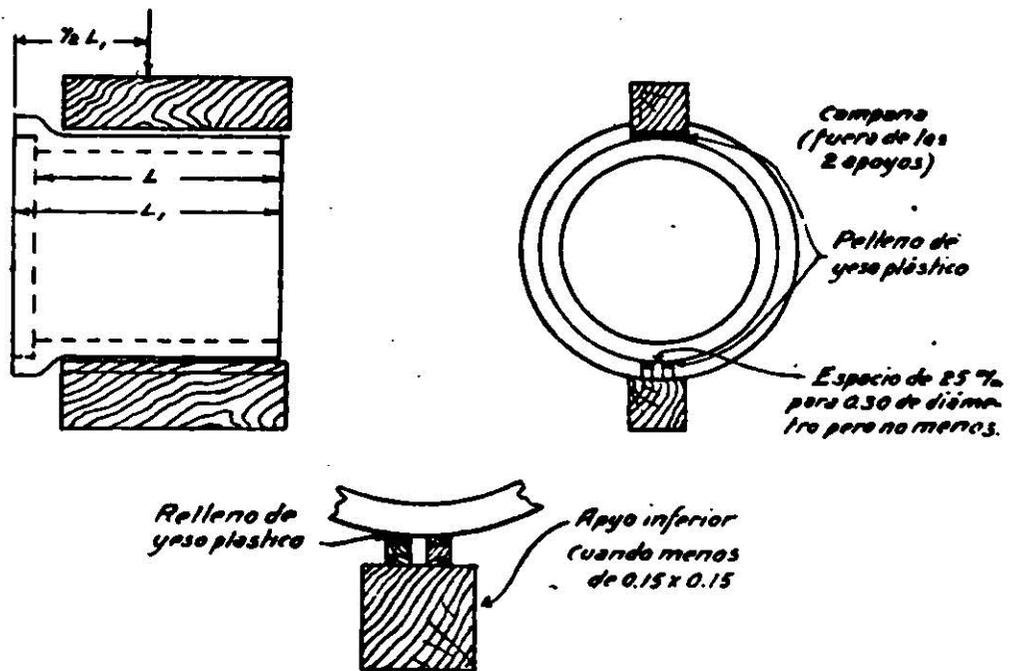


Fig. 2. Apoyo de Tres Aristas

3:2. PRUEBA DE ABSORCION DE AGUA EN ARCILLA
Y HORMIGON.

1) Aparatos.- Balanza con una precisión de -
0.5 g.

2) Procedimiento.- Las muestras que se usen -
para las pruebas de absorción serán fragmentos de tubos
rotos procedentes de la prueba a la compresión, de 100
a 150 cm.² de superficie aproximadamente, en forma cua-
drada y deberán estar libres de grietas, rajaduras, ---
descascaraduras o bordes astillados. Serán marcadas -
con la misma marca del tubo de que proceden, esta será
pequeña y no cubrirá mas del 1% de la superficie total
de la muestra.

Las muestras se secarán a peso constante en u
na estufa a una temperatura de 110^o C. Se colocarán -
en un recipiente de alambre apretadas, para evitar cho-
ques o frotamiento, se cubrirán con agua destilada o de
lluvia y serán calentadas hasta la ebullición y hervida
por 5 horas, entonces se enfriará el agua hasta la tem-
peratura ambiente y se escurrirán por un minuto, se se-
cará la humedad superficial con una toalla o con un pa-
pel secante y se procederá inmediatamente a pesarlos --
de nuevo.

La absorción deberá ser calculada como porcentaje del peso inicial en seco. Se anotarán separadamente los resultados de cada muestra individual, y se tomará el promedio de los resultados de las muestras probadas del lote de prueba.

3:3. NORMA OFICIAL MEXICANA. "DETERMINACION DE LA ABSORCION DEL AGUA, DE ESPUMA DE POLI-PROPILENO EXPANDIBLE" DGN-E-74-1973.

A L C A N C E

La presente Norma establece el método de prueba para la determinación de la absorción del agua, de espuma de polipropileno expandible.

F U N D A M E N T O

Esta prueba se basa en el peso agregado a la espuma de polipropileno expandible al absorber el agua en un tiempo determinado.

APARATOS Y EQUIPO

Balanza analítica.

Jaula de alambre.

Recipiente con agua.

PREPARACION DEL ESPECIMEN

Los especímenes a probarse deben ser cuatro - cubos moldeados de 50 mm. por lado, de una densidad i-- gual a la del producto que se va a probar.

PROCEDIMIENTO

Se pesan los especímenes en una balanza analí-- tica, se colocan dentro de un recipiente con agua de -- tal manera que los especímenes y las paredes del reci-- piente no entren en contacto, quedando los especímenes -- completamente rodeados de agua y sumergidos por lo menos a 40 mm. de la superficie.

La temperatura del agua al efectuar la prueba debe mantenerse a $20^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ al nivel del mar o su e--- quivalente a la presión del lugar de prueba. El reci-

piente de agua debe taparse para evitar la evaporación.

Los especímenes se extraen, se les quita el exceso de agua con un papel secante y se pesan en la balanza analítica; el primer espécimen después de una hora, el segundo después de 24 horas, el tercero después de 7 días y el cuarto después de 8 meses.

INTERPRETACION DE RESULTADOS

La absorción de agua se calcula mediante la siguiente fórmula:

$$A = \frac{P_o}{P}$$

donde:

A = Absorción de agua.

P_o = Peso del espécimen antes de efectuar la prueba, en gramos.

P = Peso del espécimen después de correr la prueba, en gramos.

3:4. NORMAL OFICIAL MEXICANA

" PLASTICOS - DENSIDAD RELATIVA Y
ABSOLUTA - DETERMINACION".

OBJETIVO.

Esta norma Oficial establece dos métodos para determinar la densidad relativa y absoluta de los plásticos en estado sólido; por desplazamiento y por igualación de densidades.

CAMPO DE APLICACION.

El método por desplazamiento.- Es aplicable - en la determinación de la densidad por polietileno, polícloruro de vinilo y todo tipo de plástico en forma de tubos, varillas o piezas.

El método por igualación de densidades.- Es aplicable en la determinación de la densidad del polietileno.

3:5. METODO PARA LA DETERMINACION DE LA DENSIDAD POR DESPLAZAMIENTO.

PRINCIPIO.

Se determina la masa de un volúmen dado de la muestra pesándola en el aire y la masa del volúmen de agua equivalente al de la muestra; ésta se determina por la diferencia de pesos que existe entre el peso de la muestra al aire y el peso de la muestra sumergida en agua.

REACTIVOS.

- Agua destilada.
- 0.1 g/l de agente humectante.- Se usa en aquellos casos en que el agua no moja a la probeta o muestra.

APARATOS Y EQUIPO'

- Balanza analítica con sensibilidad de 0.1 mg.
- Alambre resistente a la corrosión con un diámetro de 0.3 mm. aproximadamente.
- Lastre.- Pieza metálica de forma regular, superficial lisa resistente a la corrosión,

un poco más pesada que la probeta, con una densidad relativa no menor de 7 y con un -- orificio para fijarla a la probeta y alambre.

NOTA: El lastre se usa para hundir aquellas - probetas cuya densidad es menor que la del agua.

- Soporte para recipientes.
- Recipiente de boca ancha.
- Termómetro en grados Celsius con graduación de 1°C (1 K).
- Baño de agua, con regulador de temperatura de $23^{\circ}\text{C} \pm 0.2^{\circ}\text{C}$ ($296.16 \text{ K} \pm 0.2 \text{ K}$).
- Agitador.
- Bureta de 50 cm^3 .
- Probetas de vidrio, con capacidad mínima de 250 cm^3 .
- Material común de laboratorio.

PREPARACION DE LAS PROBETAS.

Se preparan tres probetas de forma regular, - libres de hendiduras o poros con un volumen mínimo de - un cm^3 . y con espesor de por lo menos 1 mm. por cada -- gramo de masa.

La masa para cada probeta se recomienda entre 1 g. y 5 g. aunque puede ser hasta 50 g.

Acondicionamiento.- La probeta se coloca en un ambiente a $23^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ ($296.16 \text{ K} \pm 2\text{K}$), con circulación de aire y humedad relativa del $50\% \pm 5\%$ por lo menos durante 20 horas.

PROCEDIMIENTO.

Se pesa la probeta en el aire con una aproximación de $\pm 0.1 \text{ mg}$.

Por medio del alambre se fija la probeta, y un lastre cuando sea necesario, a un extremo del brazo de una balanza analítica de precisión, de manera que el extremo inferior de la probeta quede aproximadamente 2.5 cm. arriba de la base del soporte.

Se introduce la probeta suspendida del alambre dentro del recipiente con agua. Cuando se forman burbujas alrededor de la probeta del alambre y/o del lastre, éstas se eliminan frotándolas con un alambre; cuando no se pueden eliminar por este método y se for-

men nuevas burbujas, se recomienda el uso del vacío.

Se pesa rápidamente la probeta totalmente ---
sumergida, en agua a una temperatura de $23^{\circ}\text{C} \pm 0.2^{\circ}\text{C}$ --
($296.16 \text{ K} \pm 0.2 \text{ K}$), con una aproximación de $\pm 0.1 \text{ mg}$.,
anotando la masa de la probeta y del lastre (si se usa
éste) y la del alambre, parcialmente sumergido.

Se marca el nivel de inmersión del alambre en
el agua; mientras mas fino sea el alambre menos importana
cia tiene el ajustar el nivel de inmersión entre pesa--
das sucesivas.

Se retira la probeta y se pesa el alambre y -
el lastre (si se usa) sumergido en agua hasta el nivel
de inmersión marcado anteriormente a $23^{\circ}\text{C} \pm 0.2^{\circ}\text{C}$.- -
(296.16) con una aproximación de 0.1 mg . anotando la --
masa.

CALCULO Y EXPRESION DE LOS RESULTADOS.

La densidad relativa de las probetas a 23°C -
(296.16 K) se calcula de acuerdo a las siguientes fórmu
las:

Cuando no se usa lastre:

$$\text{Densidad relativa a } 23^{\circ}\text{C}/23^{\circ}\text{C} \frac{(296.16\text{K})}{296.16\text{K}} = \frac{m}{m-m_a}$$

Cuando se usa lastre:

$$\text{Densidad relativa a } 23^{\circ}\text{C}/23^{\circ}\text{C} \frac{(296.16\text{K})}{(296.16\text{K})} = \frac{m}{m + m_c - m_b}$$

En donde:

m = Masa de la probeta en el aire, sin alambre ni lastre, en g.

m_a = Masa aparente de la probeta sumergida en el agua, en g.

m_b = Masa aparente de la probeta y del lastre totalmente sumergidos en el agua, y del alambre parcialmente sumergido, en g.

m_c = Masa aparente del lastre totalmente sumergida en el agua y del alambre parcialmente sumergido, en g.

La densidad absoluta de las probetas a 23°C (296.16K) en g/cm³, se calcula de acuerdo a la siguiente fórmula.

$$d_{23^{\circ}\text{C}} (296.16\text{K}) = \text{Densidad relativa a } 23^{\circ}\text{C}/23^{\circ}\text{C} \frac{(296.16\text{K}) \times 0.99757}{(296.16\text{K})}$$

En donde:

0.99757 = Factor de corrección, equivalente a la densidad absoluta del agua a 23°C (296.16K) en g/cm³.

Se obtiene el valor de la densidad relativa y absoluta de los plásticos como el valor promedio de las densidades de las 3 probetas ensayadas.

3:6. METODO PARA LA DETERMINACION DE LA DENSIDAD POR IGUALACION DE DENSIDADES.

PRINCIPIO.

El método consiste en ir modificando la densidad por medio de adiciones de agua destilada a un volumen dado de etanol-agua de densidad inicial conocida, -

dentro del cual se encuentra sumergida la probeta, hasta que sea igual o equivalente a ésta, y se detecta cuando la probeta asciende hasta la mitad de la altura de la masa líquida en el recipiente y se lee en una gráfica que previamente ha sido preparada utilizando los parámetros de densidad de la probeta en g/cm^3 contra volumen de agua destilada agregada.

REACTIVOS.

- Agua destilada.
- Solución de etanol-agua de densidad conocida. Generalmente se usa una solución con una densidad entre 0.905 g/cm^3 y 0.910 g/cm^3 .
- 0.1 g/l de agente humectante. Se usa en aquellos casos en que el agua no moja a la probeta.

APARATOS Y EQUIPO.

- Balanza analítica con sensibilidad de 0.1 mg .
- Soporte para recipiente.
- Recipiente de boca ancha.
- Termómetro en grados Celsius con graduación

de 1°C (1K).

- Baño de agua, con regulador de temperatura de $23^{\circ}\text{C} \pm 0.2^{\circ}\text{C}$ ($296.16 \text{ K} \pm 0.2 \text{ K}$).
- Agitador.
- Bureta de 50 cm^3 .
- Probetas de vidrio, con capacidad mínima -- de 250 cm^3 .
- Material común de laboratorio.

PREPARACION DE LAS PROBETAS.

Se preparan tres probetas consistiendo cada una de 3 a 5 trozos o laminitas de material a ensayar.

El polietileno se sumerge dentro de un matraz Erlenmeyer con agua destilada y se somete a ebullición durante una hora con el objeto de eliminar grasas o aceites que pudiera contener. Al matraz Erlenmeyer se le adapta un refrigerante que proporcione reflujo para mantener el nivel de agua constante.

ACONDICIONAMIENTO.

La probeta se coloca en un ambiente de 23°C -

$\pm 2^{\circ}\text{C}$ ($296.16\text{K} \pm 2\text{K}$) con circulación de aire y humedad relativa de $50\% \pm 5\%$ por lo menos durante 20 horas.

PROCEDIMIENTO.

En un recipiente colocado en un baño a temperatura constante a 23°C (296.16K) se preparan 200 cm^3 y 0.919 g/cm^3 , estas se logran a una concentración entre 53% y 50% (m/m) de alcohol en agua.

Se llena una probeta de vidrio con 100 cm^3 de la solución anterior, manteniéndola a 23°C (296.16K) en el baño a temperatura constante y se introduce la muestra dentro de ella la cual debe irse al fondo o casi al fondo del recipiente.

Luego con una bureta se agrega cada vez 1 cm^3 de agua destilada con agitación constante para evitar que se formen burbujas de aire alrededor de la superficie de la probeta y que la densidad de toda masa de la solución se iguale.

Al principio la muestra se encuentra en el fondo de la probeta, pero después de agregar cierta can

tividad de agua tiende a subir, en ese momento se agregan 0.2 cm^3 de agua destilada cada vez, cuando la muestra -- suba hasta encontrarse en el centro del volúmen de la solución se deja de agregar agua y se anotan los centímetros cúbicos gastados.

El mismo procedimiento se sigue para las dos muestras restantes, el volúmen de agua destilada agregada en cada prueba no debe diferir en mas de 0.5 cm^3 .

CALCULO Y EXPRESION DE LOS RESULTADOS.

La densidad del polietileno a 23°C (296.16K), en g/cm^3 , siguiendo el presente método y partiendo de 100 cm^3 de solución de etanol-agua cuya densidad ha sido previamente determinada por pionometría, se determina por medio de la gráfica que se adjunta.

La gráfica para el cálculo de la densidad que se adjunta y que se menciona en el párrafo anterior --- ver Fig. 3.

T A B L A X

ETANOL	DENSIDAD DE LA - SOLUCION A 23°C (296.16K) EN g/cm ³ .	ETANOL	DENSIDAD DE LA SO- LUCION A 23°C (296.16K) EN g/cm ³
30	0.95193	43	0.92668
31	0.95018	44	0.92455
32	0.94841	45	0.92240
33	0.94659	46	0.92024
34	0.94474	47	0.91806
35	0.94285	48	0.91587
36	0.94094	49	0.91366
37	0.93899	50	0.91145
38	0.93701	51	0.90920
39	0.93500	52	0.90695
40	0.93296	53	0.90469
41	0.93090	54	0.90241
42	0.92880	55	0.90013

Con los datos anteriores y tomando como base que se parte de 100 cm³ de solución etanol-agua se construyeron las curvas que aparecen en la gráfica. Fig.3 cuando la solución inicial tiene concentraciones de 4%

cuya densidad es de 0.91366 g/cm^3 .

La densidad absoluta de las probetas en g/cm^3 se calcula de acuerdo a la siguiente fórmula:

$$d_{23^{\circ}\text{C}}(296.16\text{K}) = \text{Densidad relativa a } 23^{\circ}\text{C}/23^{\circ}\text{C} \frac{(296.16\text{K}) \times 0.99757}{(296.16\text{K})}$$

INFORME

En éste debe indicarse:

Identificación completa del material o producto de prueba.

Densidad promedio para todas las probetas reportadas como densidad relativa a $23^{\circ}\text{C}/23^{\circ}\text{C}$ ($296.16\text{K}/296.16\text{K}$) ó como densidad absoluta a 23°C (296.16K) en g/cm^3 .

Cualquier evidencia de porosidad del material que no haya sido posible eliminarla.

Historia térmica y de obtención de material.

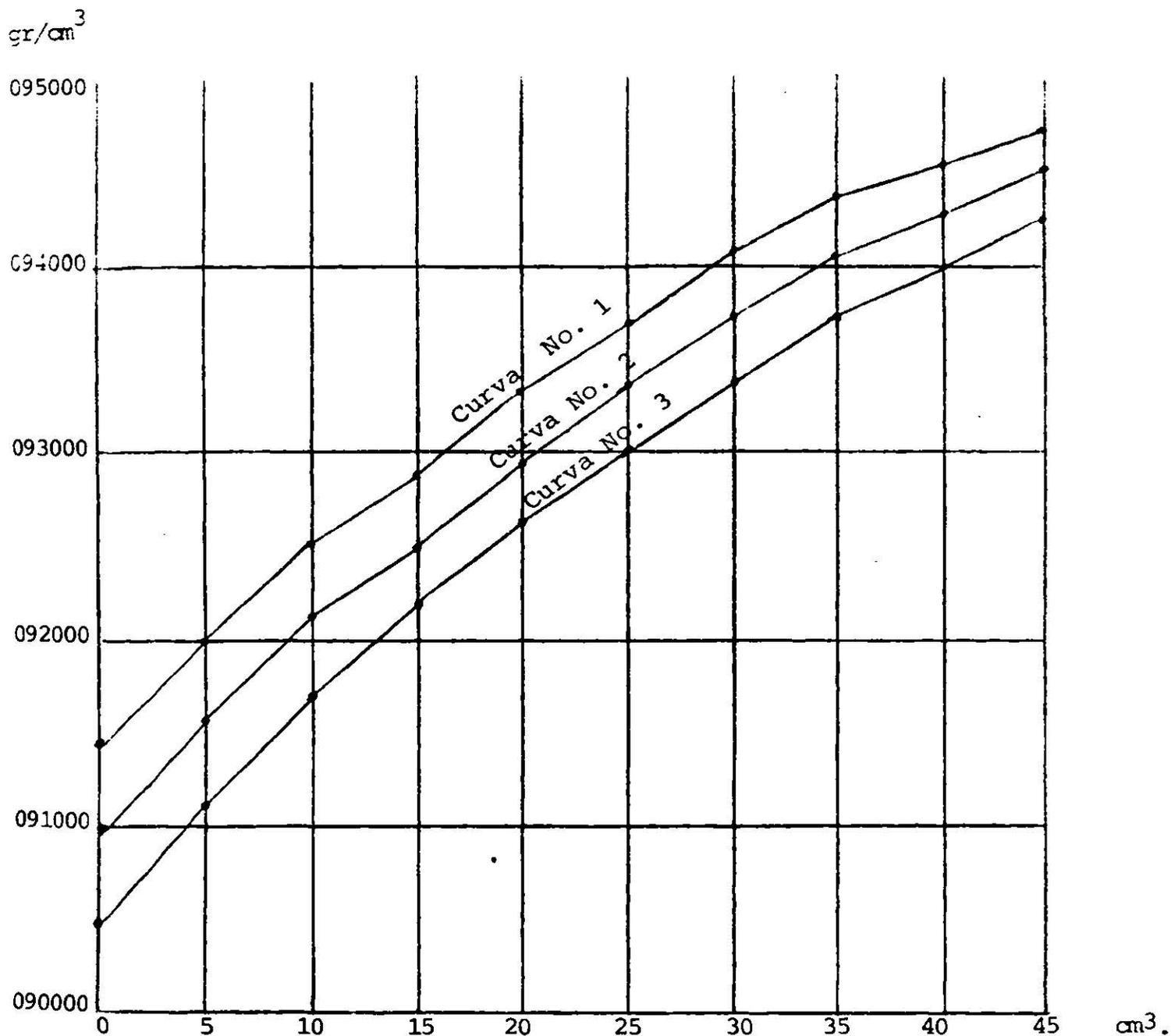


Fig: 3. Gráfica para la determinación de la densidad por el método de Igualación de Densidades.

Agua agregada

Curva No. 1 Se parte de una solución al 49% d 296 K = 0.91366 gr/cm^3

Curva No. 2 Se parte de una solución al 51% d 296 K = 0.90920 gr/cm^3

Curva No. 3 Se parte de una solución al 53% d 296 K = 0.90469 gr/cm^3

290 K = 23°C

3:7. NORMA OFICIAL DE METODO DE PRUEBA
PARA LA DETERMINACION DE RESISTENU
CIA DE LOS PLASTICOS A LOS REACTII
VOS QUIMICOS.

La norma cambi6 de clave a

N O M E - 32-1969.

LGN - K - 200 - 1967.

ALCANCE.

Este m6todo describe las pruebas de resisten-
cia de los materiales pl6sticos, frente a agentes quimii
cos sin tomar en cuenta el proceso de fabricaci6n.

APARATOS.

- Balanza anal6tica.
- Micr6metros capaces de medir dimensiones --
hasta de 0.025 mm.
- Recipientes adecuados para la inmersi6n ---
de muestras en reactivos qu6micos. En casos en que los
reactivos sean vol6tiles y se trabaje a elevadas tempe-
raturas, 6stos deber6n tener un escape.

Estufa o baño de temperatura constante, con -
variación no mayor de 2°C.

Aparatos de prueba adecuados para determinar
las propiedades prescritas en cada caso particular.

REACTIVOS.

Los reactivos usados en éstas pruebas debe---
rán ser grado técnico o químicamente puros. Todas las
soluciones deberán ser preparadas con agua recientemen-
te destilada. Las concentraciones se dan en porcien--
to en peso o basadas en el peso específico. La canti--
dad de ingredientes está calculada para dar la concentraci
ción en 1000 ml. de solución.

- Acido acético glacial (p.e.-1.05).
- Acido acético al 5%.- Se agregan 48 ml. --
(50.5 g) de ácido acético glacial (p.e. 1.05)
a 955 ml. de agua.
- Acetona.
- Hidróxido de amonio al 10%.- Se agregan 375
(336 g.) de NH_4OH (p.e. 0.90) a 622 ml. de a
gua.

- Hidróxido de amonio concentrado (NH_4OH) ---
(p.e.= 0.90).
- Anilina
- Benceno
- Tetracloruro de carbono.
- Acido crómico al 40%. - Se disuelven 549 de
anhídrido crómico (CrO_3) en 822 ml. de a---
gua.
- Acido cítrico al 10%. - Se disuelven 104 g.
de cristales de ácido cítrico en 935 ml. de
agua.
- Aceite de semillas de algodón grado comes--
tible.
- Solución detergente, grado industrial al --
0.25%. Disolver 0.05 g. de sulfonato de --
alquil arilo y 0.20 g. de fosfato trisódico
en 1000 ml. de agua.
- Eter etílico.
- Dimetil formamida.
- AGua destilada recientemente.
- Acetato de etilo.
- Alcohol etílico al 95%. - Alcohol etílico des--
naturalizado.
- Alcohol etílico al 50%. - Agregar 598 ml. --
482 g) de 95% de alcohol desnaturalizado a
435 ml. de agua.

- Dicloro etileno.
- 2-etil-Hexil-Sebaceato.
- Heptano, grado comercial, punto de ebullición 90 a 100°C.
- Acido clorhídrico concentrado (p.e. 1.19)
- Acido clorhídrico al 10%. - Se agregan 259 ml. (283g) de H Cl (p.e.=1.19) a 764 ml. de agua.
- Acido fluorhídrico al 40%. - Lentamente se agregan 748 ml. (866 g) de ácido fluorhídrico (50-55% HF) a 293 ml. de agua.
- Solución de peróxido de hidrógeno al 28% -- 100 volúmenes.
- Solución de peróxido de hidrógeno al 3% --- (100 volúmenes). Agregar 98 ml. (108 g.) -- de peróxido de hidrógeno comercial (H_2O_2) - de 28% a 901 ml. de agua.
- Isoctano (2,2,4- Trimetil-pentano).
- Kerosina. Viscosidad Saybolt 125 a 135 segundos a 37°C.
- Alcohol metílico.
- Vaselina blanca grado farmacéutico (p.e. -- =0.830 a 0.860) viscosidad Saybolt 125 a 135 Segundos.

- Acido nítrico concentrado (p.e.=1.42).
- Acido nítrico al 40%. Se agregan 500 ml. -- (710 g.) de HNO_3 (p.e.=1.42) a 535 ml. de agua.
- Acido nítrico al 10%. - Se agregan 108 ml. - (153g) de HNO_3 (p.e.=1.42) a 901 ml. de agua.
- Acido oleico Q.P.
- Aceite de Oliva, grado comestible.
- Solución fenólica al 5% . Se disuelven 47 g. de cristales de Fenol en 950 ml. de agua.
- Solución de jabón al 1%. Se disuelven hojuelas de jabón puro deshidratado (secado 1 hora a 105°C), en agua.
- Solución de carbonato de sodio al 20%. Se agrgan 660 g. de carbonato de sodio ($\text{Na}_2 \cdot \text{CO}_3 \cdot 10 \text{H}_2\text{O}$) a 555 ml. de agua.
- Solución de carbonato de sodio al 2%. Se a-gregan 55 g. de ($\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10 \text{H}_2\text{O}$) a 964 ml. de agua.
- Solución de cloruro de sodio al 10%. - Se a-gregan 107 g. de cloruro de sodio (NaCl) a 964 ml. de agua.
- Solución de Hidróxido de sodio al 60%. - Lentamente se disuelven 971 g. de hidróxido de

sodio (NaOH) en 949 ml. de agua.

- Solución de hidróxido de sodio al 10%. Se disuelven 111 g. de NaOH en 958 ml. de agua.
- Solución de hidróxido de sodio al 1%. - Se disuelven 10.1 g. de NaOH en 999 ml. de agua.
- Solución de Hipoclorito de sodio del 4 al 6%
La concentración de esta solución puede ser determinada de la siguiente forma:

Se pesa en un frasco de vidrio cerca de 3 ml. de solución y se diluye con 50 ml. de agua. Se agregan 2 g. de ioduro de potasio (KI) y 10 ml. de ácido acético se titula el iodo liberado con solución de 0.1 N de Tiosulfato de sodio ($\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$). Se agrega solución de almidón como indicador. Cada ml. de solución 0.1 N de Tiosulfato de sodio es equivalente a 3.722 mg. de Hipoclorito de sodio.

- Acido sulfúrico concentrado (p.e.=1.8).
- Acido sulfúrico al 30%. - Lentamente se agregan 199 ml. (366 g) de H_2SO_4 (p.e.= a 853 ml. de agua.
- Acido sulfúrico al 3%. - Lentamente se agregan 16.6 ml. (30.6 g) de H_2SO_4 (p.e.=1.84) a 988 ml. de agua.
- Tolueno.

- Aceite de transformador.
- Aguarrás.

PREPARACION DE LA MUESTRA

Las dimensiones de las muestras dependen de la forma del material y de las pruebas que se les tengan que efectuar después de este tratamiento. Se deben preparar cuando menos tres muestras para cada material y reactivo.

COMPUESTOS PARA MOLDES Y EXTRUSION

Las muestras deben ser moldeadas o cortadas en forma de placas, a los lados cortados de las muestras se les deberá eliminar el filo con una sierra o bien con una lija de grano fino número cero. El moldeo deberá ser hecho de acuerdo con las indicaciones del fabricante del material. La forma y dimensiones de la muestra dependerán de la naturaleza de las pruebas y deberán ajustarse a lo siguiente:

Cambio de peso y dimensiones.- Los especímenes deben ser discos de 5.0 cm. de diámetro y 0.32 cm. de espesor moldeados o bien cortados de placas moldeadas.

Cambio de propiedades mecánicas.- Los especímenes deben tener las dimensiones requeridas en los métodos de resistencias mecánicas correspondientes.

MATERIALES LAMINADOS

Los especímenes para materiales laminados deberán ser cortados del material de acuerdo a los requerimientos de las pruebas a desarrollar y el espesor de las láminas.

Cambio de peso y dimensiones.- Los especímenes deben ser de forma de barras de las siguientes dimensiones: 7.62 cm. de longitud x 2.54 cm. de ancho x el espesor del material.

Cambio de propiedades mecánicas.- Los especímenes deben tener las dimensiones requeridas en los métodos de resistencias mecánicas correspondientes.

ACONDICIONAMIENTO

El acondicionamiento de las muestras deben ser por lo menos de 48 horas a temperatura y humedad ambiente y en casos de controversia se acondicionarán a -

$23^{\circ} \pm 1^{\circ}\text{C}$ y $50\% \pm 5\%$ sw humedad relativa.

PROCEDIMIENTO

PROCEDIMIENTO 1 (CAMBIO EN PESO Y DIMENSIONES).

Se pesa cada muestra previamente acondicionada y se mide su espesor en la parte central, su longitud y ancho, o bien los diámetros a 90° uno respecto del otro. En el caso de láminas en las que pudiera haber hinchamiento de los lados respecto del centro, habrá que medir el espesor en ambas partes y reportar el porcentaje de cambio respecto a cada posición.

Se coloca la muestra en un recipiente adecuado con el reactivo especificado y se sumerge completamente en ésta durante siete días en condiciones ambiente del laboratorio, se cuelga la muestra de tal forma que se evite todo contacto con las paredes o fondo del recipiente. Para muestras de películas delgadas o de un compuesto de baja densidad, puede ser necesario colocar pequeños pesos como alambre de cromo-niquel a fin de evitar que la muestra flote en el reactivo y no sea bien bañada por éste. Se pueden sumergir varias muestras dentro de un mismo baño, siempre y cuando se cuide de que haya suficiente reactivo y espacio para que las

muestras no se toquen unas con otras. La cantidad de reactivos para muestras insolubles será aproximadamente de 1.5 ml. x cm.² de área de contacto de muestra. Para muestras que tiendan a disolverse o que en su composición contenga plastificantes que puedan ser extraídos, la cantidad de reactivos deberá ser de 6.2 ml. x cm.² de área, en los casos de duda usar una mayor proporción. Es importante que el reactivo esté a temperaturas elevadas, antes de que la muestra se sumerja en él.

Se agitan los reactivos cada 24 horas, ya sea por medio de rotación manual o cualquier otro método -- adecuado.

Después de siete días, o algún otro período de tiempo convenido, se saca cada muestra del reactivo, se lavan las muestras con agua corriente para agitar la solución de ácidos, alcali o alguna otra solución acuosa, se secan con un trapo limpio y seco o papel toalla e inmediatamente se pesan y se verifican nuevamente sus dimensiones. Algunos reactivos tales como el ácido sulfúrico concentrado son higroscópicos y pueden permanecer adsorbidos sobre la superficie de la muestra aún -- después de secarla, por lo tanto en éstos casos se de--

berá tener especial cuidado en el manejo de la muestra antes y en el momento de pesarla, para evitar la absorción de agua. Las muestras sumergidas en aquellos reactivos solubles en agua y no volátiles que no degraden tal compuesto deberán lavarse y secarse para pesarlos y aquellas que hubiesen estado en reactivos volátiles como acetona, alcohol, etc., no necesitan ser enjuagadas antes de secarse. Algunas muestras al ser atacadas por el reactivo, pueden presentar una superficie pegajosa; se toman las debidas precauciones para no dañar la superficie o contaminar la muestra en el momento de secarla.

Se observa la apariencia de cada muestra después de cada exposición al reactivo químico y se reporta ésta sobre la base, pérdida de brillo, textura desarrollada, descomposición, decoloración, hinchamiento, ablandamiento, abolsamiento, vejigas, solubilidad, etc.

PROCEDIMIENTO 2 (CAMBIO EN LAS PROPIEDADES MECANICAS)

Se sumerge y maneja la muestra para pruebas mecánicas de acuerdo a las instrucciones dadas en el procedimiento 1.

Se determinan las propiedades mecánicas de la muestra en idéntica forma con o sin tratamiento en reactivos químicos según los métodos normales para pruebas de tensión descritos en las especificaciones de los materiales a probar. Se hacen las pruebas de propiedades mecánicas de las muestras tratadas y sin tratar con reactivos en muestras preparadas bajo las mismas condiciones. En los casos de muestras que deben prepararse a elevadas temperaturas, éstas deberán posteriormente reacondicionarse a las condiciones normales de temperatura de laboratorio, colocándose dentro de otro recipiente con el mismo reactivo, cuando menos una hora antes de probar sus propiedades mecánicas.

REPORTE

El reporte incluirá lo siguiente:

Procedimiento 1.-

- 1.- Identificación del material probado, con tipo, origen, clave del fabricante, forma e historia previa.

- 2.- Métodos de preparación de la muestra.
- 3.- Procedimiento de acondicionamiento usado.
- 4.- Temperaturas de pruebas.
- 5.- Reactivos químicos.
- 6.- Tiempo de inmersión.
- 7.- Dimensiones originales con aproximación de .025 milímetros.
- 8.- Peso inicial de la muestra \pm 0.01 mg.
- 9.- Dimensiones después de la inmersión.
- 10.- Peso después de la inmersión.
- 11.- Diferencia promedio en dimensiones reportadas, en por ciento; considerar las dimensiones de la muestra acondicionada -- con 100%.

- 12.- Diferencia (ganancia o pérdida en peso reportada como porcentaje), considerando el peso de la muestra acondicionada como el 100%.
- 13.- Apariencia en general de la muestra después de la inmersión.

Procedimiento 2.-

- 1.- Los incisos 1 al 6 como se indicó en el procedimiento 1.
- 2.- Tipo y dimensiones de la muestra.
- 3.- Métodos de prueba.
- 4.- Condiciones de prueba.
- 5.- Propiedades mecánicas de las muestras con y sin tratamiento de reactivo.
- 6.- Porcentajes promedio de aumento o disminución de propiedades mecánicas tomando -

las propiedades de la muestra acondicionada sin reactivo como el 100%.

A P A R B I C A .

La relación existente entre los resultados -- de una prueba y el comportamiento o servicio de un plástico, dependerá necesariamente de la similitud existente entre el método de prueba y las condiciones de uso -- de éste. Los datos obtenidos en pruebas a corto plazo, servirán exclusivamente para eliminar los materiales -- inadecuados o bien para establecer un orden de resistencia a los reactivos.

Se puede determinar el efecto de reactivos -- químicos sobre otras propiedades del material, haciendo mediciones sobre especímenes para tales pruebas antes y después de la inmersión en los reactivos especificados.

El espesor de una muestra influye notablemente en el cambio de dimensiones y propiedades mecánicas; por lo tanto, una muestra moldeada de una placa laminada, -- dará diferentes resultados a otra cortada de una placa laminada, para obtener resultados comparativos se nece-

sita partir de muestras obtenidas en idénticas condiciones.

Las condiciones de moldeo pueden afectar la resistencia de los plásticos a los reactivos químicos -- por ésto los moldeados deben prepararse en tal forma -- que dispersen los lubricantes externos y se obtenga una fusión completa del material.

El moldeo por inyección debe llevarse a cabo en forma que se obtenga la mínima orientación molecular o diferencias de flujo térmico.

La absorción de reactivo en algunos materiales después de siete días de inmersión puede compensarse -- con la disolución de algunos ingredientes solubles. La solubilidad de los ingredientes de un material puede ser apreciada por un peso menor que el inicial de una prueba sin embargo solo en combinaciones particulares de -- reactivo y muestra se podría considerar estrictamente -- como tal.

Al hacer pruebas de inmersión en tiempos menores o mayores de siete días es conveniente hacerlas -

a uno o tres días y cuatro semanas respectivamente. ---
Los recipientes deberán agitarse una vez por día duran-
te la primer semana y una vez por semana después.

Aún cuando las pruebas de tensión generalmente son las características para los cambios en propiedades mecánicas debidas a efectos de agentes químicos, en algunos casos se pueden efectuar otras mas representati--vas. Consecuentemente con el uso de este método para - establecer grados de resistencia química de un material o producto, debería escogerse las propiedades mecánicas mas representativas.

Para identificar los efectos de ciertos reac-
tivos sobre las propiedades mecánicas de algún plásti--
co, será necesario probar los efectos que el agua sola origina en él y compararlo posteriormente. El mismo -- sistema se sigue al pretender conocer la influencia de la temperatura como tal.

3:8. NORMA OFICIAL DE METODO DE PRUEBA DE
COMBUSTIBILIDAD DE PLASTICOS RIGIDOS.

E - 25 - 1968.

La norma cambió de Clave a
NOM E-25-1968.

ALCANCE

Este método cubre el procedimiento para la --
determinación de la combustibilidad relativa, de los --
plásticos rígidos en forma de hojas o barras moldeadas
con espesores de 1 a 6 mm.

EQUIPO.

- Campana de extracción con ventana de cris--
tal resistente a las temperaturas, equipada
con un ventilador para extraer los gases de
combustión, el cual debe estar apagado du--
rante la prueba y prenderse inmediatamente
después de ella.

- Mechero Bunsen.

- Soporte con dos abrazaderas ajustables, con tuercas, para cualquier ángulo.
- Rejilla de asbesto de 10 cm. por lado.
- Cronómetro.

ESPECIMEN DE PRUEBA.

Se utilizan por lo menos tres especímenes de prueba de 15 cm. de largo por 1.3 cm. de ancho y el espesor que tenga el material por probar entre 1 y 6 mm. que puede ser cortado de hojas o moldeado. Se recomienda usar barras inyectadas de 13 X 1.3 X 0.6 cm. o barras moldeadas por compresión de 13 X 1.3 X 1.3 cm.

El espécimen de prueba se marca con dos líneas una a 2.5 cm. y otra a 10 cm. de un mismo extremo. Las orillas del espécimen deben ser lisas.

PROCEDIMIENTO.

Se sujeta el espécimen por uno de sus extremos con sus ejes longitudinales horizontales y sus ejes transversales inclinados a 45° de la horizontal.

Debajo del espécimen y a una distancia no menor de 1 cm., se coloca la tela de alambre procurando - que quede de 1 a 1.5 cm. más corta que el espécimen.

Se ajusta el mechero bunsen con las entradas para aire abiertas para producir una flama azul de 2.5 m. de alto.

En cada intento de prender el espécimen se debe colocar el mechero de tal manera que la punta de la flama toque el extremo del espécimen. Después de 30 - segundos se retira la flama a una distancia no menor de 50 cm. esto es con el objeto de reducir los efectos de corrientes de aire en la campana mientras se quema el - espécimen.

Cuando el plástico no continúa quemándose --- después del primer intento, se vuelve a poner la flama en contacto con el extremo libre por 30 segundos mas e inmediatamente después que ha dejado de quemarse el espécimen. Se apaga la flama después de la segunda aplicación, se cierra la puerta de la cámara y se observa:

Si el espécimen no prende en dos intentos -- el resultado se juzga como "no inflamable por esta prueba".

Si el especimen continúa ardiendo después del primero o segundo intento, se espera que la flama alcance la primera marca o sea de 2.5 cm. y se comienza a -- contar el tiempo hasta que la flama alcance la marca de 10 cm. Un especimen que se quema hasta este punto, se juzga como "inflamable por esta prueba", y se especifica la velocidad de combustión en centímetros por minuto. - Si pasa la marca de 10 cm. se juzga como "totalmente inflamable".

Si la flama no alcanza a quemar la marca de - 11 cm. después del primero o segundo intento se juzga - como "autoextinguible en esta prueba".

OBSERVACIONES.

La velocidad de combustión varía con el espesor del especimen, por tal motivo es conveniente comparar los resultados de las pruebas con materiales de espesores iguales.

Los materiales en hojas que hayan sido alargados durante el proceso, es necesario calentarlos antes de la prueba hasta una temperatura arriba de su temperatura de distorción.

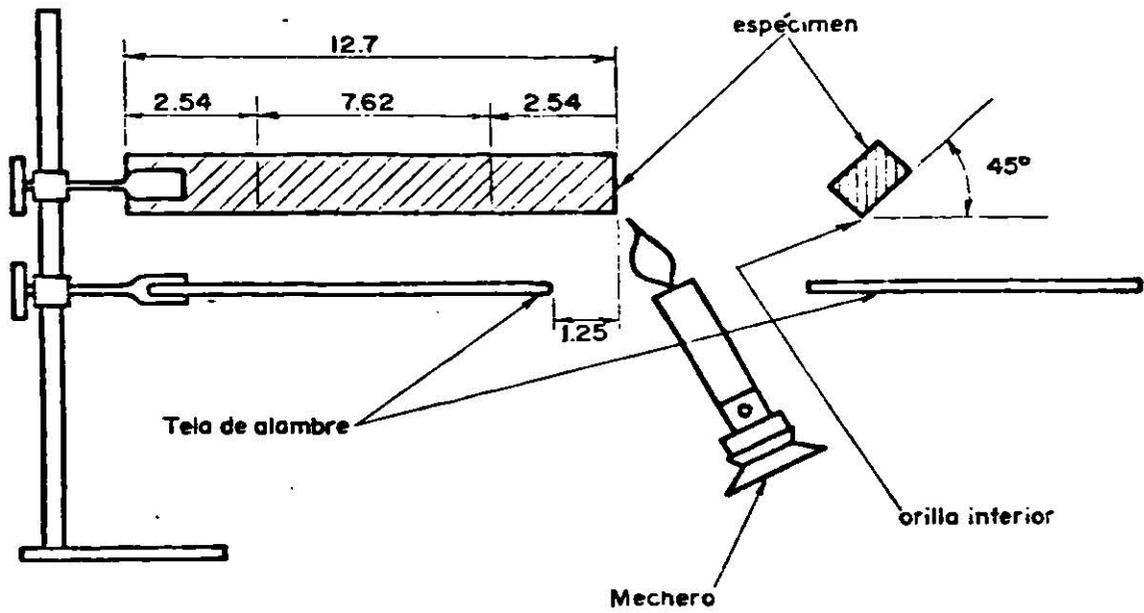


Fig: 4 Diagrama para prueba de combustibilidad P.V.C.

4.- RESULTADOS Y DISCUSION.

El objetivo de éste trabajo fué el de encontrar o tratar de poder determinar los materiales existentes y potenciales para su uso en el drenaje agrícola, así como también de acuerdo a su calidad y costo determinar su utilidad y alta eficiencia en sistemas de drenaje agrícola.

Los resultados obtenidos se muestran en la tabla IV dónde objetivamente se puede determinar de acuerdo a las necesidades el material adecuado ya que en dicha tabla puede observarse claramente calidad, dimensiones, material y costo de los diferentes materiales existentes para drenaje.

Dichas características deben de ser la base para elegir el mejor material para construir un sistema de drenaje agrícola entubado y se debe de escoger un material que sea longevo y que permita seguridad en cuanto a su duración aguante y manejo tanto antes de que se instale como después de instalado, de la calidad del material depende mucho o en gran parte su eficiencia en el campo, aunque los costos al inicio aparezcan altos a través del tiempo se compensan.

TABLA XI

Resultados obtenidos en el estudio

Material	Peso kg.	Longitud cm.	Diámetro Interno	Dimensión de pared mm.	Resistencia a la ruptura kg/m	Resistencia a la absorción %	Resistencia a los acidos	Resistencia a las sales	Resistencia a las heladas	Combustibilidad.	Lugar de fabricación.	Factibilidad de obtención	Uso Normal	Uso potencial	Diámetro de campana cm.	No. de perforaciones	Costo por unidad a 1981
Arcilla	8	60	4"	12	3,621	2.6	media	baja	media	nula	Monterrey	alta	D. Sanit.	D. Agric.	17.5		38.30
Arcilla	8	60	4"	12		2.6	media	baja	media	nula	Monterrey	alta	D. Agric.	D. Agric.	17.5	36	51.90
Arcilla	12	60	6"	12	4,615	1.13	media	baja	media	nula	Monterrey	alta	D. Sanit.	D. Agric.	17.8		67.70
Arcilla	12	60	6"	12		1.13	media	baja	media	nula	Monterrey	alta	D. Agric.	D. Agric.	17.8	48	80.80
Concreto	18	70	4"	19	1,489	7.8	baja	baja	media	nula	Monterrey	baja	D. Sanit.	D. Agric.	15.2		32.50
Concreto			4"	19		7.8	baja	baja	media	nula	Monterrey	baja	D. Agric.	D. Agric.	15.2		
Concreto	50	100	6"	19	1,640	7.6	baja	baja	media	nula	Monterrey	media	D. Sanit.	D. Agric.	21.0		55.00
Concreto			6"	19		7.6	baja	baja	media	nula	Monterrey	media	D. Agric.	D. Agric.	21.0		
P.V.C.	2.461	200	4"	2.6	Alta		alta	alta	alta	media	Monterrey	alta	D. Sanit.	D. Agric.	11.03	Opcional	343.75
P.V.C.	3.691	300	4"	2.6	Alta		alta	alta	alta	media	Monterrey	alta	D. Sanit.	D. Agric.	11.03	"	502.00
P.V.C.	3.892	150	6"	3.6	Alta		alta	alta	alta	media	Monterrey	alta	D. Sanit.	D. Agric.	15.96	"	551.80
P.V.C.	7.785	300	6"	3.6	Alta		alta	alta	alta	media	Monterrey	alta	D. Sanit.	D. Agric.	16.04	"	1,042.00

Según los resultados obtenidos en esta investigación se puede discutir lo siguiente: la tubería de barro presenta buenas características para utilizarse en sistemas de drenaje agrícola siempre y cuando los suelos en que se utilice no sean demasiado agresivos en sales que dañen éstos tubos. Una de las limitantes que presenta la tubería de barro es su manejo y su transportación, que se hace difícil dadas las características de peso, longitud, etc. Otra limitante sería en todo caso la disponibilidad del producto ya que no es fácil encontrar tuberías de barro de buena calidad en cualquier parte de la República, la mano de obra requerida para su instalación es considerable.

Los tubos de concreto que pueden ser utilizados en sistemas de drenaje agrícola deben tener alto grado de calidad en lo que se refiere a baja absorción, resistencia contra alcalis y resistencia contra ácidos.

Existen otros materiales que se pueden catalogar como potenciales como el PVC ya que según los análisis efectuados por la Dirección General de Normas son por demás claros y halagadores y este, presenta muchas ventajas tales como poco peso por unidad, mayor resistencia a los ácidos, mayor resistencia a las sa---

les, mas fácil manejo y menos costo de instalación. ---
En cuando a su costo aparentemente es mas caro este ma-
terial que la arcilla pero si obtenemos el costo de ---
acuerdo a los centímetros, costo de instalación y lon--
gevidad, refleja realmente su potencial como material -
óptimo para el drenaje agrícola.

DESVENTAJAS DE LA TUBERIA DE CONCRETO.

Esta tubería presenta menos garantía de lon--
gevidad que la tubería de barro.

El costo de la tubería de concreto suele ser
mas alto que la tubería de barro.

Se puede tener problemas para adquirir tubería
de concreto, perforada y de diámetro pequeño como es --
requerido en el drenaje agrícola.

Su manejo no deja de ser difícil por el peso
y longitud de los tubos.

Implica alta inversión en el transporte, pro-
blema creado por su propio peso.

La mano de obra para su instalación es alta.

VENTAJAS DE LA TUBERIA DE CONCRETO.

Aparentemente es menos costoso que el P.V.C.

VENTAJAS DEL POLICLORURO DE VINILO.

Son de costo accesible.

No son corrosibles ni por alcalis ni por ácidos.

Son de más fácil transporte.

Menos costo de instalación, por mano de obra.

Alta longevidad.

El material que presenta amplio espectro de utilidades es el P.V.C., ya que dicho material puede dar tuberías de características inigualables para los fines deseados en el drenaje agrícola.

La tuberías de éste material pueden ser:

- Ranuradas,
- Sin ranurar,
- Corrugadas,
- Lisas,
- Diámetros pequeños o grandes.

5: R E C O M E N D A C I O N E S.

Según los resultados y discusión de éste estudio es conveniente contemplar sobre todo la efectividad y longevidad de los materiales que se destinen para integrar un sistema de drenaje agrícola entubado, ya que dadas las circunstancias muchas veces se escatima en -- costos teniendo como resultado el pronto desgaste de -- la tubería y por ende el mal funcionamiento del sistema trayendo estos costos mayores por su reparación.

El material que más se puede recomendar por sus características propias y ventajas de manejo, transportación e instalación, no son corrosibles ni por ácidos, ni alcalis, alta longevidad, es el cloruro de polivinilo en tubos ranurados que potencialmente se pueden fabricar facilmente en Monterrey, N.L., Guadalajara, -- Jalisco y México, D.F.

Haciendo uso de la tabla XI para efectuar comparaciones de costos por metro lineal entre los tubos - que por sus características más se prestan para usarlos en el drenaje agrícola llegamos a los resultados siguientes.

Costo de metro lineal en tuberías de:

Policloruro de vinilo	4" = \$167.00
Arcilla	4" = \$ 60.00

Aparentemente es más costoso el policloruro de vinilo pero como antes se mencionó esta diferencia en -- costo por metro lineal de tubería se atenúa dada la faci lidad de transporte, esto se refleja directamente en el costo de los fletes ya que se puede acarrear más longi-- tud de tubería de P.V.C. por tonelada.

También los costos de mano de obra se ven aba-- tidos ya que por ejemplo, para colocar 100 metros de tu-- bería P.V.C. se lleva menos horas hombre que para colo-- car 100 mts de tubería de arcilla.

En segundo término se recomendaría utilizar tu bería de barro cocido de buena calidad o tubería de con-- creto de muy buena calidad.

6: R E S U M E N

Este trabajo se efectuó con la finalidad de conocer los materiales existentes y potenciales para el uso del drenaje agrícola entubado. Así como también conocer las características de cada uno de ellos (calidad) y sus costos respectivos. Para con base en eso dar algunas recomendaciones fundamentales.

La mayor parte de esta investigación se realizó en Monterrey, Nuevo León, en las diferentes fábricas de tubería, contándose con la colaboración del Departamento de la Dirección General de Normas de la Ciudad de México.

Se obtuvieron muestras de las diferentes fábricas de tubería de barro cocido, concreto y plástico así como muestras de tubería de barro elaborado a mano.

Estas muestras se enviaron a los laboratorios de Ingeniería Civil de la U.A.N.L., donde se sometieron a pruebas de resistencia a la ruptura y absorción.

Los métodos mencionados para las pruebas de - resistencia a alcalis y ácidos, absorción, densidad relativa, combustibilidad, fueron proporcionados por la - Dirección General de Normas de México.

Las conclusiones a que se llegó son que debe seleccionarse el material para el drenaje agrícola de - acuerdo a su calidad y garantía de longevidad y funcionalidad del material amortiza cualquier costo inicial.

7: B I B L I O G R A F I A

- 1.- Paco López Sánchez.- Drenaje Agrícola.- Teoría Bases de Cálculo.- Serie Monográfica #20, pag.70,71.
- 2.- Dirección General de Aguas.- Curso de Drenaje de -- Tierras Agrícolas Latinoamericano.- Abril 3 - Junio 5 de 1974.- Lima Perú.- Tomo II Pag. -- 6.1/1, 7.3/7, 7.3/11, 7.3/12, 7.3/13, 7.3/15, 7.3/16.
- 3.- Dirección General de Aguas.- Curso de Drenaje de -- tierras Agrícolas.- 3 de Abril-5 de Junio de 1974.- Lima, Perú.- Pag.
- 4.- Israelsen y Hansen.- Principios y aplicaciones del Riego. Segunda Edición.- Editorial Reverte.- Barcelona-Buenos Aires-México.-Pag. 339.
- 5.- Luthin.- Drenaje de Tierras Agrícolas.- la. Edición Editorial Limusa Wiley, S.A. México 1967.- -- Pag. 7, 8, 9, 317, 318, 324, 326, 327, 328, - 355, 356, 357, 358, 359, 360.
- 6.- Pedrero J.J.- Costo de un drenaje Agrícola Entubado Páginas 2, 14 y 15.
- 7.- Roe y Ayres.- Drenaje Agrícola para Ingenieros. Ediciones Omega, S.A. Pag. 330, 338, 339, 337, - 355.

- 8.- Secretaría de Economía y Dirección General de Normas
Norma Oficial para Tubos de Concreto sin Re--
forzar para Albañal.- México 1958.- Págs. 1,
2, 4.
- 9.- Secretaría de Recursos Hidráulicos.- Subsecretaría
de Operación.- Dirección General de Distritos
de Riego.- Metodología establecida para la de
terminación y solución de problemas de drena-
je en los Distritos de Riego de la República
Mexicana.- Enero de 1979.- Memorándum técnico
número 341, Pág. 2.
- 10.- Secretaría de Recursos Hidráulicos.- Uso del agua -
en los campos de arroz inundados y mejora que
se puede lograr por el drenaje.- Memorándum -
Técnico 210.- 1o. de Junio de 1964.
- 11.- Secretaría de Recursos Hidráulicos.- Condiciones en
el drenaje Interno en el Distrito de Riego --
del Río Yaqui Sonora. Memorándum Técnico núm.
305, México, D.F. 1o. de Mayo de 1972. Págs.
3 y 4.
- 12.- Steel W. Ernest.- Abastecimiento de Agua y Alcanta-
rillado.- 3a. Edición, Editorial Gustavo Cili,
S.A. Págs.357, 368, 370.
- 13.- Theobald G.H.- Métodos y Máquinas para el drenaje -
por tubos.- F A O .- 1964. Págs. 30, 31 y 32.

