

2ej
104
Universidad Nacional Autónoma de México

FACULTAD DE INGENIERIA



**DISEÑO DE UN SISTEMA DE
RIEGO POR ASPERSION**

**T E S I S
QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:
INGENIERO CIVIL
P R E S E N T A N**

**MIGUEL ANGEL LUNA CAMACHO
ANDRES APODACA CRUZ**

MEXICO, D. F.

1982



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.



UNIVERSIDAD NACIONAL
AUTÓNOMA

FACULTAD DE INGENIERIA
DIRECCION
60-1-173

Señores MIGUEL ANGEL LUNA CAMACHO y
ANDRES APODACA CRUZ,
P r e s e n t e s .

En atención a su solicitud, me es grato hacer de su conocimiento el tema que aprobado por esta Dirección, propuso el Profr.-Ing. Héctor García Gutiérrez, para que lo desarrollen como tesis para su Examen Profesional de la carrera de Ingeniero CIVIL.

"DISEÑO DE UN SISTEMA DE RIEGO POR ASPERSION"

- I. Tipos de sistemas, ventajas y desventajas.
- II. Partes del sistema.
- III. Factores que influyen en el funcionamiento de los aspersores.
- IV. Lámina de riego.
- V. Factores generales.
- VI. Ejemplo de aplicación.

Ruego a ustedes se sirvan tomar debida nota de que en cumplimiento de lo especificado por la Ley de Profesiones, deberán prestar Servicio Social durante un tiempo mínimo de seis meses como requisito indispensable para sustentar Examen Profesional; así como de la disposición de la Coordinación de la Administración Escolar en el sentido de que se imprima en lugar visible de los ejemplares de la tesis, el título del trabajo realizado.

A t e n t a m e n t e
"COMO EL KAZA HABLARA EL ESPINELLI"
Cd. Universitaria, 20 de Octubre 1960
EL DIRECTOR

I N D I C E
I N T R O D U C C I O N
G E N E R A L I D A D E S

		HOJA	
CAPITULO	I	TIPOS DE SISTEMAS, VENTAJAS Y DESVENTAJAS	1
	1.1	VENTAJAS GENERALES DEL SISTEMA DE RIEGO POR ASPERSIÓN	1
	1.2	SISTEMAS PORTÁTILES	4
	1.3	SISTEMAS SEMI-PORTÁTILES	7
	1.4	SISTEMAS FIJOS	9
	1.5	SISTEMAS MECANIZADOS	11
CAPITULO	II	PARTES DEL SISTEMAS	19
	2.1	ASPERSORES	19
	2.2	TUBERÍAS Y CONEXIONES	24
	2.3	PLANTAS DE BOMBEO	24
	2.4	EQUIPOS PARA ELIMINAR SEDIMENTOS O MATERIAL EN SUSPENSIÓN	25

CAPITULO	III	FACTORES QUE INFLUYEN EN EL FUNCIONAMIENTO DE LOS ASPERSORES.	27
	3.1	PRESIÓN	27
	3.2	SUPERPOSICIÓN Y ESPACIAMIENTO DE LOS ASPERSORES	28
	3.3	ALCANCE	29
	3.4	ANGULO DEL CHORRO	30
	3.5	VIENTO	30
	3.6	GRADO DE APLICACIÓN E INTENSIDAD DE RIEGO	31
	3.7	ALTURA DE ELEVADORES	32
	3.8	ROTACIÓN DE LOS ASPERSORES	33
CAPITULO	IV	LAMINA DE RIEGO	37
	4.1	CARACTERÍSTICA FÍSICA DEL SUELO	37
	4.2	DENSIDAD APARENTE	39
	4.3	CAPACIDAD DE CAMPO	42
	4.4	PUNTO DE MARCHITAMIENTO PERMANENTE	47
	4.5	MODELOS DE EXTRACCIÓN DE HUMEDAD	49

CAPITULO	V	FACTORES GENERALES	52
	5.1	USO CONSUNTIVO	52
	5.2	FRECUENCIA DE RIEGO	56
	5.3	EFICIENCIA DEL SISTEMA	56
	5.4	INTENSIDAD DE RIEGO	57
	5.5	GASTO POR ASPERSOR	58
CAPITULO	VI	EJEMPLO DE APLICACION	59
		A N E X O S	80
		B I B L I O G R A F I A	95

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

SIENDO EL RIEGO UN FACTOR DE GRAN VALOR EN LA AGRICULTURA Y TOMANDO EN CONSIDERACIÓN QUE; TANTO EL EXPLOSIVO CRECIMIENTO DE LA POBLACIÓN COMO LAS CRECIENTES NECESIDADES DE LA INDUSTRIA, DEMANDAN CADA DÍA UNA MAYOR PRODUCCIÓN AGRÍCOLA, ÉSTE ADQUIERE POR LO TANTO MAYOR IMPORTANCIA, DE AHÍ QUE CADA VEZ SE DEDIQUEN MAYORES RECURSOS ECONÓMICOS Y ESFUERZOS A LA INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO DE NUEVOS MÉTODOS Y EQUIPOS DE RIEGO.

DESGRACIADAMENTE EN NUESTRO MEDIO SE SIGUEN UTILIZANDO LOS MÉTODOS DE RIEGO TRADICIONALES QUE JUNTO CON LAS TÉCNICAS DE CULTIVO ANTICUADAS, DESPERDICIAN NUESTROS ESCASOS Y MAL DISTRIBUIDOS RECURSOS HIDRÁULICOS, ASÍ COMO LOS ESCASOS SUELOS.

DURANTE MUCHO TIEMPO SE HA REGADO EN FORMA EMPÍRICA EN LA MAYORÍA DE NUESTRAS ZONAS DE RIEGO, EL AGRICULTOR PROPORCIONA LA LÁMINA DE AGUA SEGÚN SU COSTUMBRE Y CRITERIO, CON LA TENDENCIA DE PROPORCIONAR LA MÁXIMA POSIBLE, BASADO EN LA CREENCIA DE QUE EN ESA FORMA OBTIENEN MAYORES RENDIMIENTOS.

LAS CONSECUENCIAS DE ESTE MODO DE REGAR SON DESPERDICIOS DE AGUA - DEBIDOS A SOBRE RIEGO, CUYOS EFECTOS PERJUDICIALES DE MAYOR IMPORTANCIA, SON LOS SIGUIENTES :

- 1.- DISMINUCIÓN DE LA SUPERFICIE TOTAL BAJO - -
RIEGO, YA QUE EL AGUA DESPERDICIA DA GENERAL -
MENTE VA A LOS DRÉNES, SIN POSIBILIDAD DE -
SER APROVECHADA.
- 2.- LA SALINIZACIÓN PROGRESIVA DE LOS SUELOS
- 3.- LA ELEVACIÓN DEL NIVEL FREÁTICO
- 4.- LA EROSIÓN
- 5.- MODIFICACIÓN DE LA REACCIÓN PH
- 6.- SOLUBILIZACIÓN Y ARRASTRE DE LOS ELEMENTOS
NUTRITIVOS DE LOS SUELOS

LOS MÉTODOS DE RIEGO POR SUPERFICIE, SON LOS QUE MÁ S PROPICIAN EL DESPERDICIO DEL AGUA, FACTOR QUE ES AMPLIAMENTE CONOCIDO Y APARENTEMENTE TOLERADO POR QUIENES INTERVIENEN EN LA PLANEACIÓN Y OPERACIÓN DE LAS OBRAS DE RIEGO, SIN EMBARGO, CON EL INCREMENTO QUE SE TIENE EN LA DEMANDA, DEBEN FIJARSE SERIOS LINEAMIENTOS EN LA POLÍTICA DE EXPLOTACIÓN DE NUESTROS APROVECHAMIENTOS, COMO UN MEDIO - PARA REDUCIR LOS DESPERDICIOS QUE SE REGISTRAN EN EL USO DEL AGUA PARA LA AGRICULTURA, O SEA QUE DEBE TENDERSE A UN AUMENTO EN LA EFICIENCIA DEL APROVECHAMIENTO DE ESTE ELEMENTO,

EN MÉXICO ESTA EFICIENCIA VARÍA ENTRE EL 40 Y 59% EN LA GENERALIDAD DE LOS CASOS, REGISTRÁNDOSE UNA MINORÍA, EFICIENCIAS ENTRE 60 Y 70%.

LA SELECCIÓN DE UN MÉTODO DE RIEGO APROPIADO ES VITAL PARA LA PLANEACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS DE OPERACIÓN DE LOS SISTEMAS DE RIEGO EN RELACIÓN CON FACTORES COMO : PROPIEDADES DEL SUELO, POSIBILIDADES DE NIVELACIÓN, CONDICIONES DE DRENAJE Y SALINIDAD, DISPONIBILIDAD DE AGUA, DIMENSIONES DEL LOTE O PARCELA, REQUERIMIENTOS O NECESIDADES DE LOS CULTIVOS Y PRÁCTICAS AGRÍCOLAS DE LOS USUARIOS.

EL MÉTODO SELECCIONADO DEBE SER CAPAZ DE SATISFACER LAS NECESIDADES DE LOS CULTIVOS, CON UN POTENCIAL MÍNIMO DE CREAR PROBLEMAS DE DRENAJE O SALINIDAD, POR LO QUE EL GRADO DE CONTROL SOBRE LA UNIFORMIDAD Y CANTIDAD DE AGUA APLICADA, DEBE SER UN FACTOR DECISIVO EN LA SELECCIÓN.

NO DEBEN SER OLVIDADOS LOS FACTORES ECONÓMICOS AL HACER LA SELECCIÓN DE UN MÉTODO DE RIEGO. AQUEL QUE REDUCE LA INVERSIÓN INICIAL DEBE SER JUSTIFICADO, NO SOLO EN TÉRMINOS DE CANTIDAD DE AGUA QUE SE AHORRE, DE FACILIDAD DE OPERACIÓN CON RESPECTO A OTROS MÉTODOS QUE EXIJAN UN MAYOR COSTO DE INSTALACIÓN, SINO TAMBIÉN DE MANTENER UN BALANCE FAVORABLE EN LOS ASPECTOS DE DRENAJE Y SALINIDAD A TRÁVES DE UN PERÍODO CONSIDERABLE.

HAY OCASIONES EN QUE SISTEMAS DE RIEGO, CON UNA INVERSIÓN INICIAL MAYOR DEBEN SER PROPUESTOS, PARA CUMPLIR CON LOS REQUERIMIENTOS ANTERIORES, RESCATÁNDOSE ESTA INVERSIÓN A TRÁVES DE ELLOS MISMOS AL OBTENER UNA ALTA PRODUCCIÓN Y BAJOS COSTOS DE OPERACIÓN.

GENERALIDADES

EL MÉTODO DE RIEGO POR ASPERSIÓN, ES LA APLICACIÓN DEL AGUA SOBRE LA SUPERFICIE DEL SUELO DE UNA FORMA PARECIDA A LA LLUVIA.

LA ASPERSIÓN SE OBTIENE AL IMPULSAR AGUA A PRESIÓN, A TRÁVES DE -- PEQUEÑOS ORIFICIOS O BOQUILLAS.

EL AGUA PUEDE APLICARSE UNIFORMEMENTE A UN GASTO CALCULADO, SEGÚN LA CAPACIDAD DE ABSORCIÓN DEL SUELO, SI SE TIENE CUIDADO EN LA SELECCIÓN DEL TAMAÑO DE LAS BOQUILLAS, LA PRESIÓN REQUERIDA, LA -- ALTURA NECESARIA Y EL ESPACIAMIENTO DE LOS ASPERSORES, ELIMINANDO DE ESTA MANERA EL ESCURRIMIENTO Y EL DAÑO RESULTANTE DEL MISMO AL TERRENO Y A LAS PLANTAS.

ESTE MÉTODO SE ADAPTA A LA MAYORÍA DE LOS CULTIVOS, CON UNA EXCEPCIÓN, EL ARROZ. ES TAMBIÉN ADAPTABLE A LA MAYORÍA DE LOS SUELOS SUSCEPTIBLES DE RIEGO, DEBIDO A QUE EXISTEN EN EL MERCADO ASPERSORES CON UNA AMPLIA ESCALA DE GASTOS DE APLICACIÓN Y DIFERENTES -- PROPIEDADES.

LA ADAPTABILIDAD DE LOS EQUIPOS ACTUALES PARA ASPERSIÓN Y EL CON-- TROL EFICIENTE EN SU APLICACIÓN HACEN QUE ESTE MÉTODO SEA EL INDICADO PARA LA MAYORÍA DE LAS CONDICIONES TOPOGRÁFICAS, SIN UNA PREPARACIÓN INTENSIVA DEL TERRENO.

TAMBIÉN PUEDE ADAPTARSE A LA MAYORÍA DE LAS CONDICIONES CLIMÁTICAS
DONDE LA AGRICULTURA DE RIEGO ES POSIBLE.

CAPITULO I.- TIPOS DE SISTEMAS, VENTAJAS Y DESVENTAJAS.

1.1 VENTAJAS GENERALES DEL SISTEMA DE RIEGO POR ASPERSIÓN.

LOS SISTEMAS DE RIEGO POR ASPERSIÓN BIEN DISEÑADOS, INSTALADOS Y -
OPERADOS, TIENEN VARIAS VENTAJAS.

- 1.- LA EROSIÓN PUEDE SER CONTROLADA
- 2.- UN RIEGO EFICIENTE ES POSIBLE EN TIERRAS
EROSIONADAS EN EL RIEGO POR ASPERSIÓN,
- 3.- UNA APLICACIÓN UNIFORME ES POSIBLE EN
TODA CLASE DE SUELOS.
- 4.- EN SUELOS ARENOSOS QUE TIENEN ALTO RANGO
DE INFILTRACIÓN. EL RIEGO POR ASPERSIÓN
DISTRIBUYE EL AGUA MÁS UNIFORME QUE POR
GRAVEDAD.
- 5.- EL AGUA PUEDE SER ECONOMIZADA, MAS TIERRA
PUEDE REGARSE CON UNA DETERMINADA CANTI--
DAD DE AGUA Y LOS PROBLEMAS DE DRENAJE --
PUEDEN SER REDUCIDOS.
- 6.- LA CANTIDAD DE AGUA APLICADA PUEDE SER --

CONTROLADA HASTA ENCONTRAR LA NECESARIA PARA EL CULTIVO.

- 7.- UNA APLICACIÓN LIGERA PUEDE SER HECHA PARA LA GERMINACIÓN DE PLANTAS JOVENES O PARA APLICACIONES DE FERTILIZANTE O HERBICIDA.
- 8.- LOS SUELOS DEBEN NIVELARSE BIEN PARA PODER REGARSE POR GRAVEDAD, NO ASÍ CON EL DE ASPERSIÓN; Y EN SUELOS PROFUNDOS PUEDE ELIMINARSE O REDUCIRSE LA NIVELACIÓN.
- 9.- MÁS TIERRA ES APROVECHADA PARA EL CULTIVO, NO ES NECESARIO HACER ZANJAS, BORDOS, ETC.
- 10.- CON EL RIEGO POR ASPERSIÓN, LOS PEQUEÑOS CAUDALES PUEDEN SER UTILIZADOS.
- 11.- EL TIEMPO Y CANTIDAD DE APLICACIÓN DE FERTILIZANTES PUEDE SER CONTROLADA, ENCONTRANDO LA NECESARIA PARA LA PLANTA.
- 12.- PUEDEN SER APLICADOS FERTILIZANTES SOLUBLES EN AGUA A TRAVÉS DE LOS ASPERSORES.

13.- EL DAÑO A LOS CULTIVOS POR HELADAS O CALOR, PUEDE SER REDUCIDO O ELIMINADO POR EL USO DE UN DISEÑO ESPECIAL DEL SISTEMA POR ASPERSIÓN.

14.- LA ACUMULACIÓN DE SAL EN LA SUPERFICIE DEL SUELO ES REDUCIDA, TAL ES EL PELIGRO EN LA GERMINACIÓN DE LA SEMILLA Y EL CRECIMIENTO DE LA PLANTA POR LA ACUMULACIÓN DE SALES.

DESVENTAJAS DEL SISTEMA DE RIEGO POR ASPERSIÓN.

- 1.- NO SE DEBEN USAR AGUAS CON ALTO CONTENIDO DE SALES DE SODIO O CLORO.
- 2.- SU COSTO INICIAL DE ADQUISICIÓN ES -- ELEVADO.
- 3.- SE APLICA LA LÁMINA DE AGUA TANTO SOBRE EL CULTIVO COMO SOBRE LA DEMÁS SUPERFICIE FAVORECIENDO EL DESARROLLO DE MALAS HIERBAS.
- 4.- PUEDE PROVOCAR ENFERMEDADES CRIPTOQUÍMICAS
- 5.- SU APLICACIÓN EN ÉPOCA DE FLORACIÓN, RE-- QUIERE MUCHO CUIDADO.

6.- SU COSTO DE OPERACIÓN ES ELEVADO EN
COMPARACIÓN CON ALGUNOS OTROS SISTE
MAS DE RIEGO.

1.2 SISTEMAS PORTATILES

EN ESTOS SISTEMAS TODOS SUS ELEMENTOS FORMADOS POR BOMBA, TUBERÍAS
PRINCIPALES, SECUNDARIAS Y LATERALES, ASÍ COMO SUS ASPERSORES Y --
PIEZAS ESPECIALES PUEDEN SER TRANSPORTADOS DE UN LUGAR A OTRO SE--
GÚN LAS NECESIDADES.

LAS FUENTES DE ABASTECIMIENTO SON UN RÍO O UN CANAL.

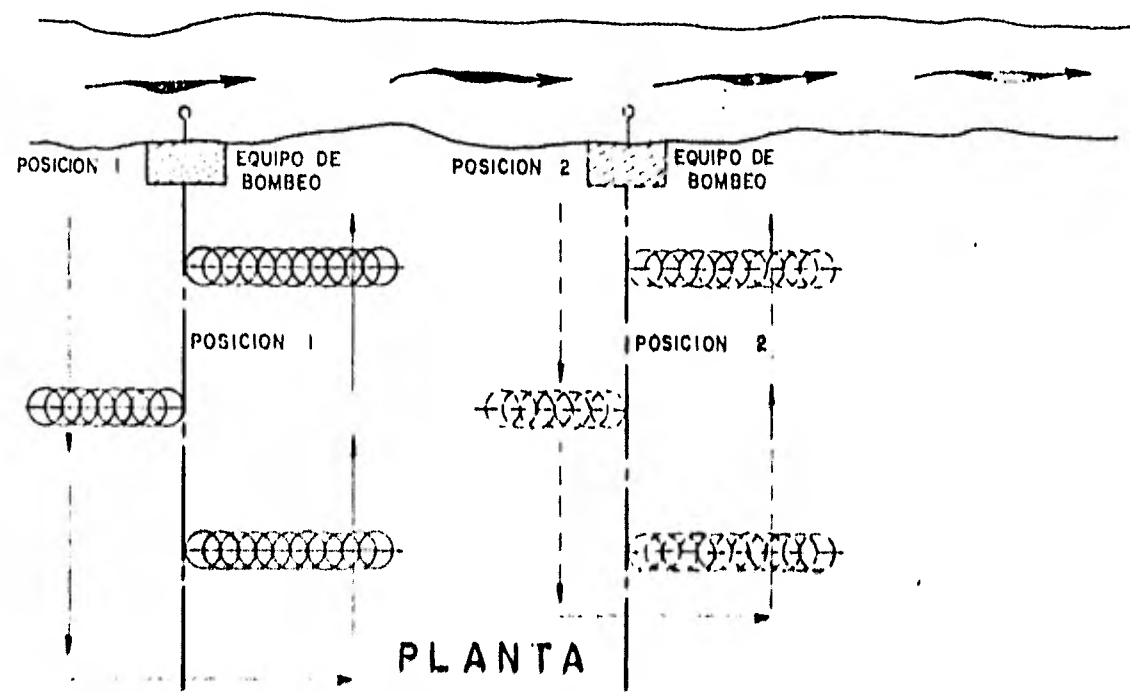
V E N T A J A S

- 1.- INVERSIÓN INICIAL RELATIVAMENTE BAJA POR
UNIDAD DE ÁREA.
- 2.- FÁCILMENTE TRANSPORTABLES
- 3.- AJUSTABLES A LAS CONDICIONES EXISTENTES,
COMO FUENTES DE ABASTO Y CONDICIONES TO-
POGRÁFICAS.
- 4.- GASTOS DE MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN BAJOS

TIPOS DE SISTEMAS

SISTEMA PORTATIL

3



D E S V E N T A J A S

- 1.- ALTOS GASTOS ANUALES EN LA EXPLOTACIÓN (ENERGÍA, SALARIO Y MANTENIMIENTO).
- 2.- MENOR APROVECHAMIENTO DEL TERRITORIO,- DEBIDO A LOS CANALES Y SUS CAMINOS DE OPERACIÓN, DONDE SE UTILIZAN LOS EQUIPOS MÓVILES PARA REGAR GRANDES ÁREAS.
- 3.- MAYOR DEMANDA DE FUERZA DE TRABAJO EN COMPARACIÓN CON LA REQUERIDA EN LOS SISTEMAS SEMIPERMANENTES.
- 4.- ÚBSTACULIZA LA MECANIZACIÓN DE LAS DIFERENTES LABORES DE CAMPO, CUANDO LA RED DE CANALES ES DENSA.

EXISTE UNA VARIANTE DE ESTE SISTEMA PORTÁTIL Y ES CUANDO TODO EL EQUIPO DE RIEGO ES PORTÁTIL, EXCEPTO EL EQUIPO DE BOMBEO. UN SISTEMA DE TAL NATURALEZA, NO PUEDE TRASLADARSE DE UNA PARCELA A OTRA, SIN EMBARGO, PUEDE USARSE EN MÁS DE UN TERRENO, SI SE TOMA EN CUENTA QUE NO SEA EXCESIVA LA LONGITUD DE LA TUBERÍA DE CONDUCCIÓN, GENERALMENTE LA FUENTE DE ABASTECIMIENTO ES UN POZO, UN RÍO, UN LAGO O UNA PRESA.

ESTE SISTEMA SE UTILIZA ESPECIALMENTE PARA RIEGOS DE AUXILIO O EN

ZONAS DONDE SE PUEDE AGOTAR LA FUENTE DE ABASTECIMIENTO Y PODER -- RESCATAR EL EQUIPO, AL IGUAL QUE EL ANTERIOR LAS TUBERÍAS SE FABRICAN DE ALUMINIO Y CON MECANISMOS DE ACOPLE RÁPIDO.

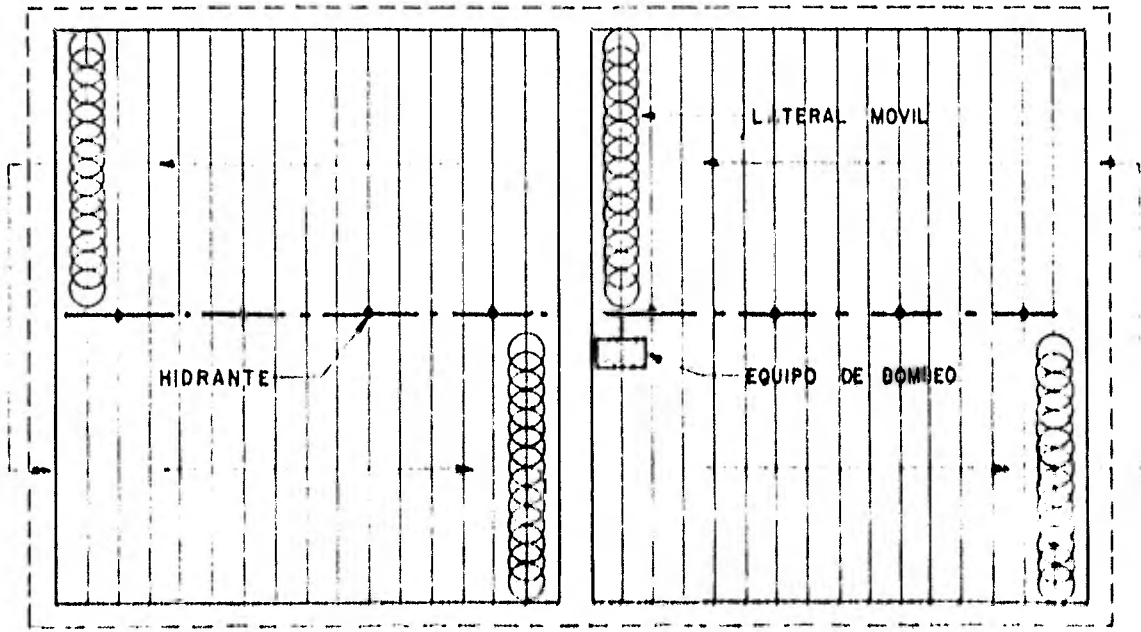
1.3 SISTEMAS SEMI-PORTATILES

SON LOS QUE TIENEN LOS EQUIPOS DE BOMBEO FIJOS Y LAS LÍNEAS DE CONDUCCIÓN Y PRINCIPALES ENTERRADAS, A LO LARGO DE ESTA ÚLTIMA TUBERÍA SE INSTALAN COPLES TEE DE FIERRO FUNDIDO QUE CONECTAN A NIPLES DE FIERRO GALVANIZADO PARA DEJAR HIDRANTES A INTERVALOS REGULARES, PARA CONECTAR CON ACOPLAMIENTO RÁPIDO LAS LÍNEAS SECUNDARIAS Y LATERALES DE ALUMINIO.

V E N T A J A S

- 1.- MENOR CANTIDAD DE FUERZA DE TRABAJO
- 2.- MENOR MANTENIMIENTO EN LO QUE SE REFIERE A TUBERÍAS PRINCIPALES, ADEMÁS MAYOR VIDA ÚTIL DE ÉSTE.
- 3.- MAYOR EFICIENCIA EN EL SISTEMA, CUANDO SE COMPARA CON EL SISTEMA MÓVIL, YA QUE NO SE PRODUCEN PÉRDIDAS POR EVAPORACIÓN O FILTRACIÓN EN LA CONDUCCIÓN Y MEJOR APROVECHAMIENTO DEL ÁREA DE CULTIVO, YA QUE NO EXISTEN CANALES,

SISTEMA SEMI-PORTATIL



P L A N T A

4.- MAYOR CONTROL EN LA EXPLOTACIÓN DE ACUIFEROS CON PROBLEMAS DE EXPLOTACIÓN.

5.- NO OBSTACULIZA LAS LABORES AGRÍCOLAS

1.4 SISTEMAS FIJOS

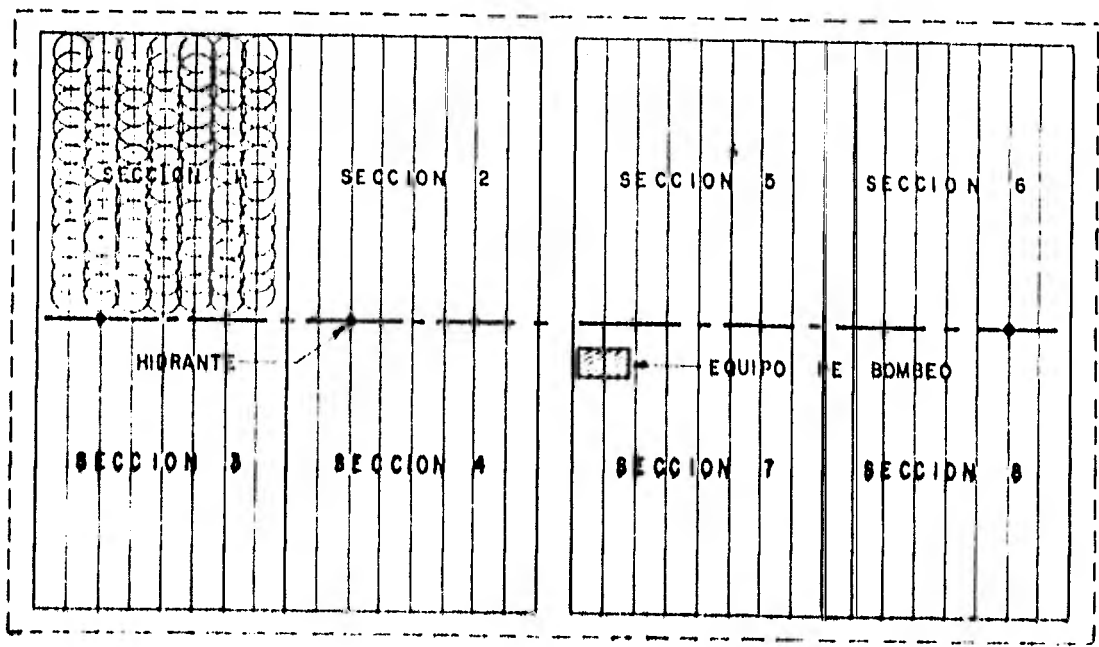
ESTOS SISTEMAS TIENEN FIJOS TODOS LOS ELEMENTOS, INCLUSIVE LOS LATERALES; ÚNICAMENTE LOS ASPERSORES TIENEN LA POSIBILIDAD DE MOVERSE O NO, SE UTILIZAN PARA CULTIVOS ALTAMENTE REMUNERATIVOS, COMO HORTALIZAS, ÁRBOLES FRUTALES, PLANTAS ORNAMENTALES O PASTOS DE -- PARQUES O JARDINES. EL PROPÓSITO DE TALES SISTEMAS, ES REDUCIR EL COSTO DE MANO DE OBRA EN SU OPERACIÓN, SE UTILIZA TAMBIÉN, PARA FORMAR MICRO-CLIMAS Y PARA CONTROL DE HELADAS. LOS SISTEMAS PERMANENTES EN VIÑEDOS, SON DEL TIPO AÉREO, LOS TUBOS ELEVADORES SE INSTALAN EN HILERAS PRÓXIMAS A LAS CEPAS Y SOBRESALEN POR ENCIMA DE LAS VIDES.

V E N T A J A S

1.- ALTA EFICIENCIA DEL TRABAJO DEL REGADOR, ESTANDO EN DEPENDENCIA DEL GRADO DE AUTOMATIZACIÓN APLICADA Y LAS INVERSIONES -- REALIZADAS.

5

SISTEMA FIJO



PLANTA

2.- POSIBILIDADES DE AUTOMATIZACIÓN DEL SISTEMA DE RIEGO.

3.- ALTA EFICIENCIA DEL SISTEMA

D E S V E N T A J A S

1.- ALTAS INVERSIONES INICIALES

2.- CREA CIERTAS DIFICULTADES EN LAS LABORES AGRÍCOLAS.

1.5 SISTEMAS MECANIZADOS

EL INCREMENTO DE PROBLEMAS DEL ALTO COSTO Y LA ESCASEZ DE MANO DE OBRA HECHOS CON SEGURIDAD, HAN MOTIVADO UN DESARROLLO DE VARIOS SISTEMAS PARA MOVERLOS MECÁNICAMENTE.

ESTOS SISTEMAS VARÍAN EN EL MÉTODO BÁSICO DE OPERACIÓN, GRADO DE TRABAJOS ECONOMIZADOS, COSTO POR HECTÁREA Y ADAPTABILIDAD A CIERTOS CULTIVOS, SUELOS, TERRENOS Y CONDICIONES CLIMÁTICAS.

LOS DIVERSOS SISTEMAS AHORA UTILIZADOS PUEDEN SER CLASIFICADOS - EN TRES GRANDES CATEGORÍAS.

1.5.1. SISTEMA DE LATERAL CON RUEDAS

1.5.2. SISTEMA DE PIVOTE CENTRAL

1.5.3. ASPERSORES VIAJEROS

1.5.1. SISTEMA LATERAL CON RUEDAS

ES BÁSICAMENTE UNA LÍNEA LATERAL DE ASPERSORES SUSPENDIDA DE UNA -
SERIE DE RUEDAS, LA UNIDAD ESTACIONARÍA DURANTE LA OPERACIÓN DE -
LOS ASPERSORES, ES CERRADA MIENTRAS SE ESTÁ MOVIENDO EN ÁNGULO REC -
TO AL EJE DEL LATERAL, A CADA POSICIÓN DE RIEGO CONSECUTIVO,

LA UNIDAD ES MECÁNICAMENTE MOVIDA, POR UNA MÁQUINA MONTADA EN EL -
CENTRO DE LA LÍNEA O UNA POTENCIA EXTERIOR AL MANANTIAL AL FINAL -
DE LA LÍNEA,

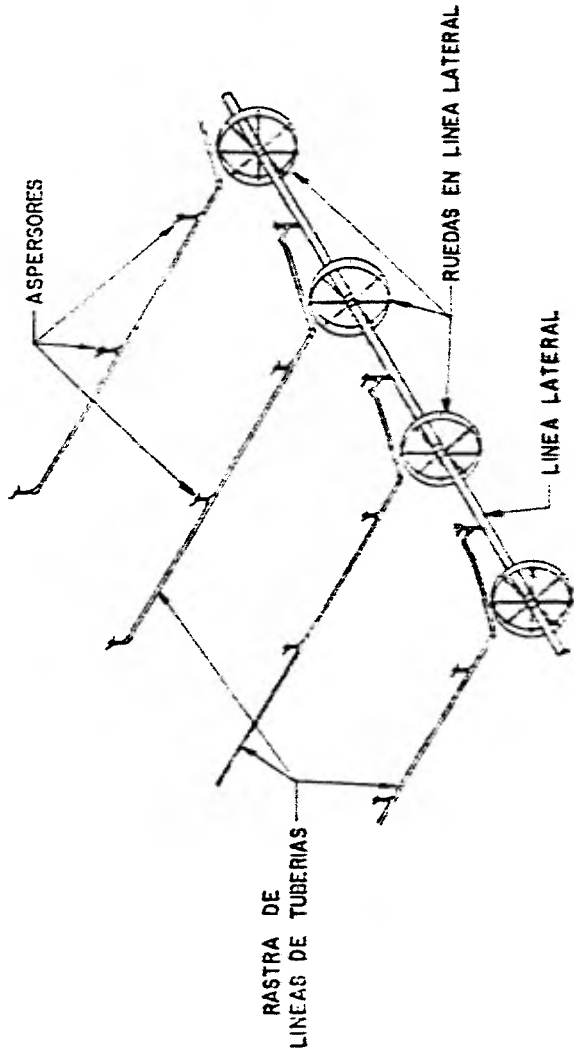
EN UNA VARIACIÓN DEL MOVIMIENTO DE LA RUEDA, LOS TUBOS ARRASTRADOS
CON LOS ASPERSORES MONTADOS A ELLOS, SON AGREGADOS,

LOS ASPERSORES EN LOS TUBOS ARRASTRADOS HACEN POSIBLE TENER ÁREAS
MÁS GRANDES QUE SEAN REGADAS CON CADA POSICIÓN Y DISMINUIR EL NÚME
RO DE MOVIMIENTOS,

LA LÍNEA ARRASTRADA PUEDE SER CONECTADA A LA PRINCIPAL,

⑥

SISTEMA MECANIZADO SISTEMA DE LATERAL CON RUEDAS



1.5.2. SISTEMA DE PIVOTE CENTRAL

CONSISTE EN UNA TUBERÍA CON VARIOS TAMAÑOS DE ASPERSORES ESPACIADOS EN ELLA. ESTÁ SUSPENDIDA ARRIBA DEL SUELO EN UNIDADES FUERTES DE ARRASTRE.

EL SISTEMA ES AUTOPROPULSADO Y DE GIRO CONTINUO ALREDEDOR DEL PUNTO PIVOTE EN EL CENTRO DEL CAMPO

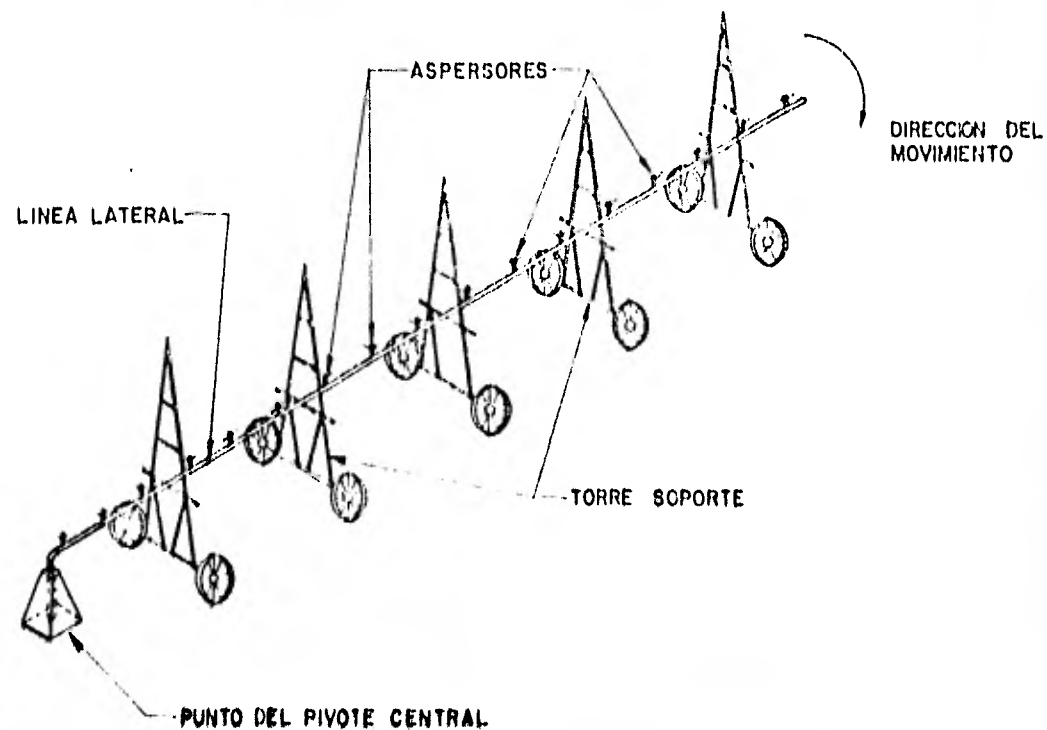
EL ÁREA DE INFLUENCIA TIENE FORMA CIRCULAR Y LOS EXTREMOS DIAGONALES DE UNA PARCELA RECTANGULAR, O BIEN NO RIEGAN, O BIEN TIENEN QUE SER REGADOS CON EQUIPO PORTÁTIL; EVENTUALMENTE CON OTROS TIPOS; LA DISTRIBUCIÓN DEL AGUA DE RIEGO GENERALMENTE RESULTÓ MENOS UNIFORME QUE CON OTROS SISTEMAS DE ASPERSIÓN.

DEBIDO A LA CIRCUNSTANCIA DE QUE EL SISTEMA RADIAL NO PUEDE REGAR EL 100% DE UNA PARCELA, SU USO HASTA CIERTO GRADO HA SIDO LIMITADO A LAS ZONAS DE BAJO VALOR PREDIAL. ADEMÁS APLICAN EL AGUA A GASTOS TAN ALTOS, QUE LOS SUELOS PESADOS NO PUEDEN ABSORVERLA CON LA VELOCIDAD DE INFILTRACIÓN CORRESPONDIENTE Y COMO CONSECUENCIA SE PRESENTAN PROBLEMAS DE ESCURRIMIENTO Y SUBSECUENTEMENTE LOS DE EROSIÓN.

EN CALIFORNIA (E.E.U.U.) LOS TIPOS DE ASPERSIÓN CON BASE EN EL SISTEMA RADIAL, HAN RENDIDO ESCASOS RESULTADOS SATISFACTORIOS.

7

SISTEMA DE PIVOTE CENTRAL



1.5.3. ASPERSORES VIAJEROS

CONSISTE DE UN SOLO ASPERSOR GIGANTE MONTADO EN UNA UNIDAD PORTÁTIL CON RUEDAS.

LA UNIDAD ES INICIALMENTE COLOCADA AL FINAL DE UN RECORRIDO DE 200 M. CONECTADA CON UNA MANGUERA FLEXIBLE. ES AUTOPROPULSADA 400 M. ANTES DE SER DETENIDA Y DEPOSITADA EN EL RECORRIDO ADYACENTE.

EL MOVIMIENTO CONTINUO DE TODOS LOS SISTEMAS AUTOPROPULSADOS, CONTRIBUYEN A UNA BUENA UNIFORMIDAD DE APLICACIÓN. ELLO TAMBIÉN MAXIMIZA EL NÚMERO DE HORAS QUE PUEDEN SER UTILIZADAS, REDUCIENDO O -- ELIMINANDO LOS TIEMPOS PÉRDIDOS PARA HACER LOS MOVIMIENTOS.

TODOS LOS SISTEMAS MOVIDOS MECÁNICAMENTE FAVORECEN LAS LABORES O TRABAJOS, EN COMPARACIÓN CON LOS SISTEMAS PORTÁTILES DE ASPERSIÓN, POR CAMBIOS DE TIPO DE TRABAJO O REDUCIENDO LA CANTIDAD DE TRABAJOS REQUERIDOS.

EL COSTO INICIAL USUALMENTE SE INCREMENTA EN PROPORCIÓN A LA CANTIDAD DE TRABAJOS ELIMINADOS, POR LO QUE SE INCLUIRÁ UNA EVALUACIÓN Y COMPARACIÓN EN LOS COSTOS DE OPERACIÓN INICIAL Y ANUAL.

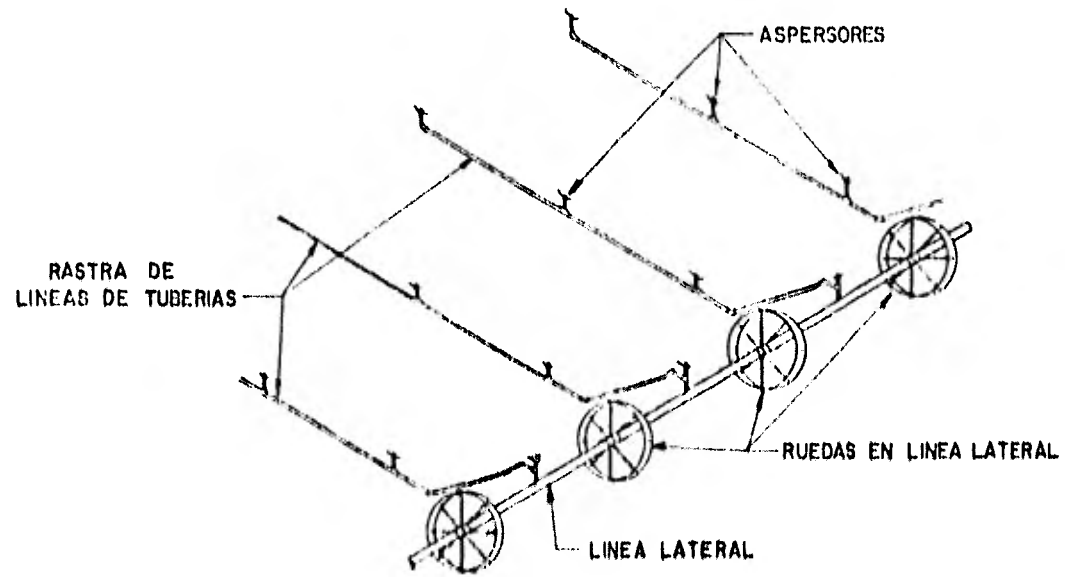
LAS CARACTERÍSTICAS Y VENTAJAS DE CADA SISTEMA, SERÁN CONSIDERADAS CUANDO UNO DE ELLOS ES SELECCIONADO PARA CADA APLICACIÓN EN ESPECIAL.

EL FUTURO DESARROLLO DE SISTEMAS NUEVOS Y REFINAMIENTO DE SISTEMAS EXISTENTES, PUEDEN SER ESPERADOS; YA QUE LA DEMANDA DE MÉTODOS DE AHORRO DE TRABAJO Y DE ASPECTOS ECONÓMICOS, CONTINÚAN EN AUMENTO.

SISTEMA MECANIZADO

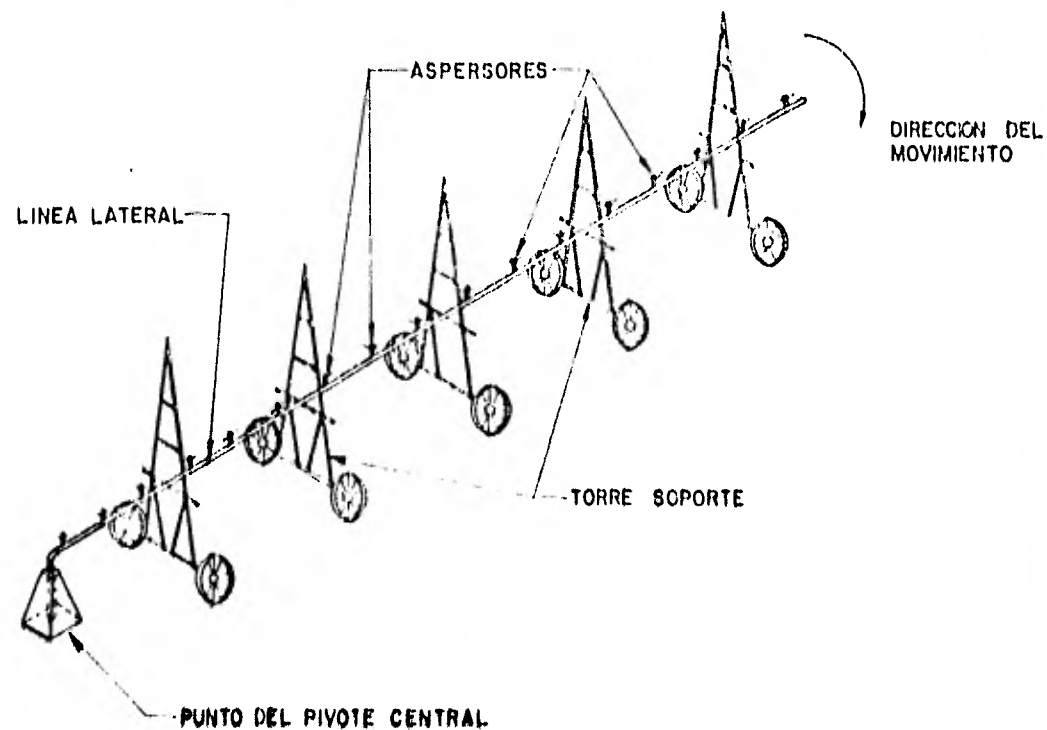
SISTEMA DE LATERAL CON RUEDAS

⑥



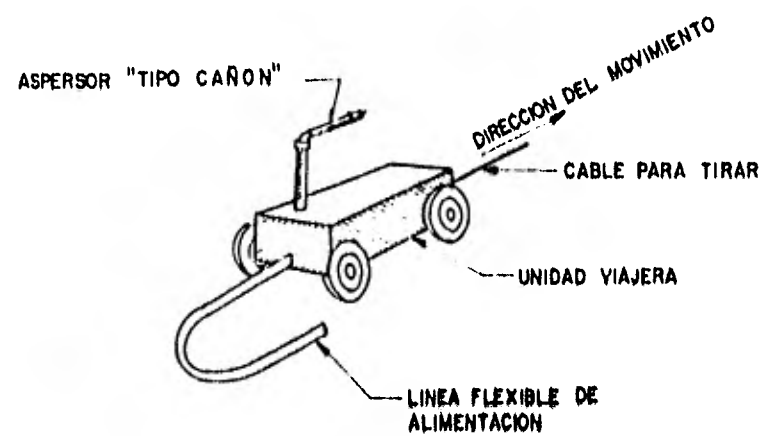
7

SISTEMA DE PIVOTE CENTRAL



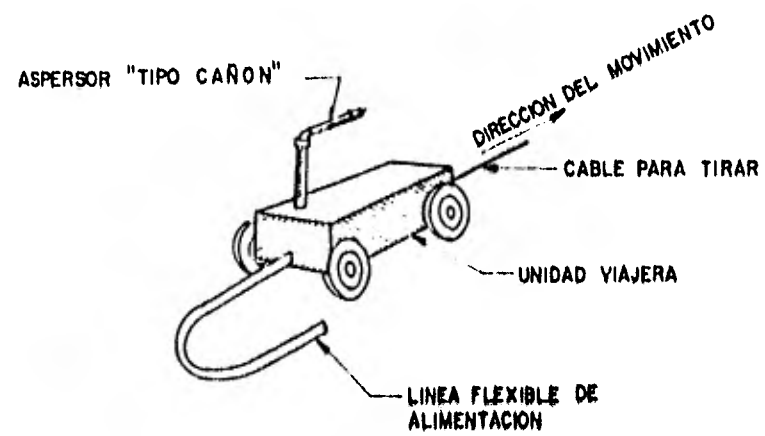
8

SISTEMA DE ASPERSOR VIAJERO



8

SISTEMA DE ASPERSOR VIAJERO



C A P I T U L O I I

PARTES DEL SISTEMA

UN SISTEMA DE ASPERSIÓN ESTA FORMADO USUALMENTE POR CUATRO PARTES: ASPERSORES, TUBERÍAS, PLANTAS DE BOMBEO Y EQUIPO PARA ELIMINAR SEDIMENTOS.

2.1 ASPERSORES

LOS ASPERSORES PUEDEN GIRAR O PERMANECER FIJOS, AQUELLOS QUE GIRAN PUEDEN ADAPTARSE A UN AMPLIO RANGO DE ESPACIAMIENTO Y RAZONES DE APLICACIÓN, SON EFECTIVOS CON PRESIONES DE 15 P.S.I. A MÁS DE 100 P.S.I. (1.03 A 7.07 Kg/cm²), PRESIONES DE 25 A 60 P.S.I. (1.75 A 4.25 Kg/cm²), SON CONSIDERADOS LOS MÁS USUALES.

2.1.1. ASPERSORES DE GIRO LENTO

LA MAYOR PARTE DE LOS ASPERSORES AGRÍCOLAS SON DE TIPO GIRO LENTO, PUEDEN VARIAR ENTRE ASPERSORES PEQUEÑOS DE BOQUILLA SENCILLA Y PULVERIZADORES GIGANTES DE BOQUILLAS GRANDES Y MÚLTIPLES, QUE FUNCIONAN A ALTA PRESIÓN. LA COMBINACIÓN DE PRESIÓN Y LENTA ROTACIÓN CONDUCE A UN LANZAMIENTO DEL CHORRO DE AGUA A CONSIDERABLE DISTANCIA, PARA ÉSTO ES NECESARIO QUE LOS ASPERSORES QUEDEN ESPACIADOS--

ADECUADAMENTE PARA QUE EL VOLUMEN REAL DE APLICACIÓN SE DISTRIBUYA UNIFORMEMENTE DE ACUERDO A LA VELOCIDAD DE INFILTRACIÓN DEL SUELO.

EL GIRO LENTO SE CONSIGUE CASI SIEMPRE MEDIANTE GOLPES LEVES Y RÍTMICOS IMPRIMIDOS A UN BRAZO DE PALANCA QUE POR OSCILACIÓN ENTRA Y SALE DE LA TRAYECTORIA DEL CHORRO DE AGUA, ESTA ACTIVACIÓN LOGRA - MEDIANTE UN RESORTE, O POR EFECTO DE LA GRAVEDAD Y EL IMPACTO CAUSA UNA LIGERA ROTACIÓN DEL ASPERSOR, EN CASO DE VARIACIONES DE PRESIÓN SE COLOCARÁ UN DEFLECTOR CONCAVO AL EXTREMO DEL BRAZO O UNA CUÑA OSCILANTE CUANDO PUEDEN ESPERARSE APRECIABLES VARIACIONES DE PRESIÓN, PERMITIENDO QUE EL CHORRO HAGA RETROCEDER EL BRAZO DE PALANCA,

ALGUNOS ASPERSORES GIRAN MEDIANTE DISPOSITIVOS DE ENGRANES ACCIONADOS POR EL AGUA, SOBRE TODO LOS DEL TIPO GIGANTE Y DE ALTA PRESIÓN-

PUEDEN OBTENERSE ASPERSORES DE GIRO LENTO, PARA REGAR SOLAMENTE -- PARTE DE UN CÍRCULO, LOS CUALES TAMBIÉN PUEDEN TENER VARIAS INCLINACIONES, Y SU UTILIDAD MÁXIMA ES EN LINDEROS Y ESQUINAS DE LOS -- CAMPOS,

2.1.2. ASPERSORES DE GIRO POR REACCION

LOS ASPERSORES DE GIRO POR REACCIÓN TIENEN LA BOQUILLA O BOQUILLAS

ORIENTADAS EN TAL FORMA QUE LA REACCIÓN DEL CHORRO LOS HACE GIRAR, LA SUPERFICIE CUBIERTA NO ES GRANDE DEBIDO A LA ROTACIÓN RÁPIDA, PERO SON DE UTILIDAD PARA PARCELAS PEQUEÑAS Y SISTEMAS DE ASPERSIÓN BAJO ÁRBOLES, CUANDO LA ZONA ES NOTABLEMENTE REDUCIDA PARA SER CUBIERTA POR UN SOLO ASPERSOR. PARA MANTENER BAJO EL VOLUMEN DE -- APLICACIÓN, SE UTILIZAN BOQUILLAS PEQUEÑAS (PRODUCIENDO EN OCA-- SIONES PROBLEMAS DE TAPONAMIENTO), POR LO QUE VAN PROVISTOS DE -- FILTROS PARA ELIMINAR LAS IMPUREZAS DEL AGUA,

2.1.3. ASPERSORES DE BOQUILLA FIJA

ESTE TIPO DE ASPERSORES SE UTILIZA AMPLIAMENTE PARA RIEGO DE PRADOS Y JARDINES; TAMBIÉN SE UTILIZA MUCHO PARA RIEGO DE HUERTOS JOVENES, CUANDO LOS ÁRBOLES NO TIENEN TODAVÍA UN SISTEMA RADICULAR EXTENSO; LOS INCONVENIENTES DE ESTE TIPO SON:

- 1.- EL DIÁMETRO DE LA ZONA CUBIERTA ES MUY PEQUEÑA
- 2.- CASI EN TODOS LOS TIPOS, UNA PROPORCIÓN EXCESIVA DE LAS GOTAS DE AGUA SE DEPÓSITA CERCA DEL ASPERSOR Y -- UNA PROPORCIÓN INSUFICIENTE, CAE -- HACIA LA PERIFERIA,

HAY CENTENARES DE ASPERSORES DE VARIOS TIPOS Y FUNDAMENTALMENTE TODOS SE SIRVEN DE UNO O MÁS DE LOS MÉTODOS SIGUIENTES, PARA CUBRIR CON AGUA PULVERIZADA UNA CIERTA EXTENSIÓN DE TERRENO.

1°.- PUEDE HABER UNA SERIE DE PEQUEÑAS BOQUILLAS U ORIFICIOS CON DIFERENTES ÁNGULOS PARA CONSEGUIR EL RECUBRIMIENTO.

2°.- EL PULVERIZADOR O CIERTAS PARTES DEL MISMO PUEDEN GIRAR.

3°.- EL ASPERSOR PUEDE DESPLAZARSE POR TERRENOS RAZONABLEMENTE PLANOS, YA SEA UTILIZANDO UNA FUENTE DE ENERGÍA QUE SE SIRVA DE LA FUERZA DEL AGUA O UNA FUENTE DE ENERGÍA EXTERNA.

4°.- LOS ORIFICIOS DISPUESTOS EN ÁNGULO PUEDEN FORZAR EL AGUA PARA QUE PENETRE EN UNA PEQUEÑA CÁMARA CIRCULAR A QUE FORME REMOLINOS, SALIENDO DEL ORIFICIO POR ENCIMA DE LA CÁMARA EN FORMA DE CHORRO CÓNICO. ESTE ES EL PRINCIPIO DEL FUNCIONAMIENTO DEL ASPERSOR COMÚN DE BOTÓN, PARA PRADO EN CÍRCULO COMPLETO.

5°.- UN DEFLECTOR COMPUESTO EN ÁNGULO FRENTE AL CHORRO, PUEDE HACER QUE EL AGUA ENERJA EN FORMA DE ABANICO; SE GENERA ENTONCES UN PRINCIPIO UTILIZADO PARA LOS ASPERSORES DE BOTÓN PARA PRADOS, LOS QUE SÓLO DESCRIBEN UN ARCO DE CÍRCULO. ALGUNOS ASPERSORES DE DEFLECTOR FIJO CUBREN UN CÍRCULO COMPLETO.

6°.- PUEDE OBTENERSE UNA RUPTURA PARCIAL DEL CHORRO, SOBRE TODO CON LOS ASPERSORES DIRIGIDOS, HACIENDO EL ORIFICIO O BOQUILLA DE FORMA IRREGULAR, O EMPLEANDO UNA AGUJA U OTRO ELEMENTO

SOBRE EL CHORRO. A VECES SE HACEN DOS ORIFICIOS DISPUESTOS EN ÁNGULO, PARA QUE LOS CHORROS AL SALIR CHOQUEN ENTRE SÍ FORMANDO UN ABANICO, O BIEN PUEDEN HACERSE UN ORIFICIO ÚNICO DE FORMA ALGO ELÍPTICA Y CON EL EJE MAYOR SESGADO, PARA OBTENER UN EFECTO SIMILAR.

7°.- CON FRECUENCIA SE ADOPTA UNA COMBINACIÓN DE DOS O MÁS DE LOS SISTEMAS ANTERIORES.

CUANDO LAS LÍNEAS ENTERRADAS SON DE CARACTER PERMANENTE, SOBRE TODO EN LOS JARDINES, SUELEN USARSE ASPERSORES DE BRINCO QUE PERMANECEN OCULTOS EN EL PRADO MIENTRAS NO SE UTILICEN, ELIMINANDO ASÍ TODA OBSTRUCCIÓN EN LA SUPERFICIE DEL TERRENO, EXCEPTO CUANDO EL ASPERSOR FUNCIONA.

SI SE ABRE EL PASO DEL AGUA, LA PRESIÓN FORZA A LOS ASPERSORES -- QUE ESTÁN MONTADOS EN TUBOS VERTICALES CORTOS A SALIR A LA SUPERFICIE, PARA QUE LA PULVERIZACIÓN NO QUEDE DIFICULTADA POR LA HIERBA. LOS PULVERIZADORES DE GIRO LENTO Y LOS DE TIPO DE BOTÓN, CON FRECUENCIA SE CONSTRUYEN EN ESA FORMA.

LATERALES DE TUBERÍA PERFORADA SE UTILIZAN ALGUNAS VECES COMO ASPERSORES, ESTAS REQUIEREN MENOS PRESIÓN QUE LOS ASPERSORES ROTATORIOS Y ENTREGAN MÁS AGUA POR UNIDAD DE TIEMPO QUE ÉSTOS; SU USO -- POR LO TANTO DEBERÁ RESTRINGIRSE A SUELOS QUE TENGAN INFILTRACIONES ALTAS.

2.2. TUBERIAS Y CONEXIONES

LAS TUBERÍAS SE CLASIFICAN EN DOS TIPOS: PRINCIPALES Y LATERALES, LAS TUBERÍAS PRINCIPALES CONDUCE EL AGUA DE LA FUENTE (PLANTA DE BOMBEO, ETC.) A LOS DIVERSOS PUNTOS DEL CAMPO A REGAR. ÉNTONCES LOS LATERALES TOMANDO EL AGUA DE LA TUBERÍA PRINCIPAL, LA ENTREGAN A LOS ASPERSORES. LOS ASPERSORES EN UN LATERAL PUEDEN VARIAR EN NÚMERO EN MÁS DE 30.

AMBOS TIPOS DE TUBERÍA PUEDEN SER PERMANENTES O PORTÁTIL.

LAS TUBERÍAS PERMANENTES SE FABRICAN DE ACERO, ASBESTO-CEMENTO Y-P.V.C., ESTAS COMUNENTE SE ENTIERRAN PARA QUE NO INTERFIERAN LAS LABORES CULTURALES.

LAS TUBERÍAS PORTÁTILES SE FABRICAN DE ALUMINIO Y SE EQUIPAN GENERALMENTE CON MECANISMOS DE ACOPLE RÁPIDO.

2.3. PLANTAS DE BOMBEO

ALGUNAS VECES LA PENDIENTE DEL TERRENO ES SUFICIENTE PARA PROVEER POR GRAVEDAD LA PRESIÓN REQUERIDA, OTRAS SE UTILIZA UNA PLANTA CENTRAL DE BOMBEO, PARA UN NÚMERO DE SISTEMAS DE ASPERSIÓN.

SIN EMBARGO, GENERALMENTE LA PRESIÓN DEBE PROVEERSE POR MEDIO DE UNA PLANTA DE BOMBEO PARA CADA SISTEMA.

LA PLANTA DE BOMBEO COMUNMENTE CONSISTE EN UNA BOMBA CENTRÍFUGA - HORIZONTAL O TIPO VERTICAL, UNA UNIDAD MOTRÍZ, UNA LÍNEA DE SUC-- CIÓN Y UNA VÁLVULA DE PIE. SE UTILIZA GENERALMENTE UNA BOMBA -- CENTRIFUGA HORIZONTAL, DONDE LA DISTANCIA DE LA ENTRADA A LA BOM- BA, A LA SUPERFICIE LIBRE DEL AGUA ES MENOR DE 4,50 METROS. PUE DE COMUNMENTE EMPLEAR ESTE EQUIPO DE BOMBEO PARA OBTENER EL AGUA DE CANALES, REGADERAS, DRÉNES, LAGOS, PRESONES, RÍOS O POZOS SOME ROS,

SI LA DISTANCIA A LA SUPERFICIE LIBRE DEL AGUA ES MAYOR DE 4,50 - METROS Y SI EL NIVEL DEL AGUA FLUCTÚA GRANDEMENTE, SE RECOMIENDA EL EMPLEO DE BOMBAS DE TIPO VERTICAL.

LA UNIDAD MOTRÍZ PUEDE SER UN MOTOR ELÉCTRICO O UN MOTOR DE COM-- BUSTIÓN INTERNA QUE QUEME GASOLINA, DIESEL, ACEITE, GAS NATURAL O GAS BUTANO.

2.4. EQUIPO PARA ELIMINAR SEDIMENTOS

ESTE EQUIPO ES NECESARIO PARA CASI TODOS AQUELLOS SISTEMAS QUE OB- TIENEN EL AGUA DE CORRIENTES, PRESAS, CANALES U OTRA FUENTE SUPER- FICIAL, CUANDO EL AGUA SE OBTIENE DE POZOS, ESTE EQUIPO GENERALMEN TE NO ES NECESARIO.

ES IMPORTANTE MANTENER EL SISTEMA LIBRE DE ARENAS, SEMILLAS DE HIERBAS, HOJAS, RAMAS, LAMA Y OTROS TIPOS DE SUCIEDAD QUE PUEDAN TAPONAR LOS ASPERSORES.

C A P I T U L O I I I

FACTORES QUE INFLUYEN EN EL FUNCIONAMIENTO DE LOS ASPERSORES

3.1. PRESION

LA DESCARGA DEL ASPERSOR ES UNA FUNCIÓN DEL DIÁMETRO DEL CANUTO Y LA PRESIÓN. LOS ASPERSORES DEBEN FUNCIONAR DENTRO DE LOS LÍMITES ESPECIFICADOS DE PRESIÓN, CON EL OBJETO DE ASEGURAR UN MÓDELO ÓPTIMO DE DISTRIBUCIÓN.

UNA PRESIÓN EXCESIVA CAUSARÁ UN RÁPIDO DESGASTE DE LOS ASPERSORES BAJAS PRESIONES DETERMINARÁN UNA INADECUADA DIVISIÓN DEL CHORRO Y POR CONSIGUIENTE DOS CIRCULOS DE DISTINTAS PRECIPITACIONES. PRESIONES EXCESIVAS CAUSARÁN PULVERIZACIÓN DEL CHORRO, DISMINUCIÓN DEL ALCANCE Y UN EXCESO DE AGUA EN LAS PROXIMIDADES DEL ASPERSOR.

LOS ASPERSORES DE BAJA PRESIÓN FUNCIONAN ENTRE 1 Y 2 ATMÓSFERAS - LOS DE PRESIÓN MEDIA ENTRE 4 Y 7 ATMÓSFERAS.

AUNQUE NO ES PRÁCTICO NI ECONÓMICO MANTENER UNA PRESIÓN IDENTICA A LO LARGO DE LA LÍNEA LATERAL, DEBE TRATARSE DE DISMINUIR EN LO POSIBLE LAS CAÍDAS DE PRESIÓN. COMO REGLA GENERAL, DICHAS CAÍDAS NO DEBEN EXCEDER EL 20% DE LA PRESIÓN MEDIA, CON EL OBJETO -

DE QUE LA DIFERENCIA DE DESCARGA ENTRE EL PRIMERO Y EL ÚLTIMO ASPERSOR, NO SEA MAYOR DE UN 10% APROXIMADAMENTE.

3.2 SUPERPOSICIÓN Y ESPACIAMIENTO DE LOS ASPERSORES.

EN VIRTUD DE SU MOVIMIENTO GIRATORIO, LOS ASPERSORES DISTRIBUYEN EL AGUA EN MODELOS CIRCULARES.

TENIENDO EN CUENTA ÉSTO, Y CON EL OBJETO DE ASEGURAR UNIFORMIDAD DE APLICACIÓN DE AGUA EN EL ÁREA REGADA, DEBE UBICARSE LOS ASPERSORES DE TAL FORMA QUE EXISTA UNA SUPERPOSICIÓN DE LOS CIRCULOS REGADOS, TANTO A LO LARGO DE LA LÍNEA DE ASPERSORES COMO ENTRE LÍNEAS LATERALES.

MÁXIMO ESPACIAMIENTO ENTRE ASPERSORES, EN BASE AL DIÁMETRO DE COBERTURA DEL ASPERSOR UTILIZADO. EN FUNCIÓN DEL VIENTO.

VELOCIDAD DEL VIENTO	SEPARACIÓN
0 A 11.0 KM/HORA	40% ENTRE ASPERSORES 65% ENTRE LATERALES
11.0 A 16.0 KM/HORA	40% ENTRE ASPERSORES 60% ENTRE LATERALES
16.0 A 25.0 KM/HORA	30% ENTRE ASPERSORES 50% ENTRE LATERALES

DEBE ASEGURARSE QUE LAS LÍNEAS DE ASPERSORES SEAN COLOCADAS EN FORMA PARALLELA Y QUE LA DISTANCIA ENTRE LOS ASPERSORES SEA UNIFORME.

CON EL OBJETO DE OBTENER UN ADECUADO CUBRIMIENTO AL PRINCIPIO Y - AL FINAL DE LA LÍNEA LATERAL, PUEDE USARSE ASPERSORES DE ROTACIÓN PARCIAL QUE IMPEDIRÁN EL HUMEDECIMIENTO DE PARCELAS VECINAS O CAMINOS.

ESTOS ASPERSORES DEBEN SER ELEGIDOS DE TAL FORMA QUE SE ADAPTAN - AL MODELO DE APLICACIÓN Y QUE TENGAN UNA DESCARGA APROXIMADAMENTE 50% CON RESPECTO A LA DE LOS OTROS ASPERSORES DE LA LÍNEA,

MÁS AÚN, LA COLOCACIÓN DE LA PRIMERA Y LA ÚLTIMA LÍNEA LATERAL DE BE SER TAL QUE LA CANTIDAD DE AGUA APLICADA AL ÁREA MARGINAL - - (ENTRE LA LÍNEA Y EL LÍMITE DE LA PARCELA) SEA IGUAL A LA OBTENIDA POR SUPERPOSICIÓN DE LAS LÍNEAS LATERALES EN EL RESTO DE LA PARCELA Y ASEGURE AL MISMO TIEMPO, UNIFORMIDAD DE APLICACIÓN,

ÉSTAS MEDIDAS DEBEN SER TOMADAS, CON EL OBJETO DE DISMINUIR EN LO POSIBLE EL DESPERDICIO DE AGUA Y ASEGURAR UNA PRODUCCIÓN ALTA EN LA ZONA MARGINAL,

3.3. ALCANCE

EL DIÁMETRO CUBIERTO POR UN ASPERSOR DE PRESIÓN MEDIA ES DE 20 A 35 M. ASPERSORES DE ALTA PRESIÓN, TIENEN UN ALCANCE DE 60 A 80 M.

EL ALCANCE DE CADA ASPERSOR ESPECÍFICO CRECE CON UN INCREMENTO DE LA PRESIÓN HASTA UN PUNTO ÓPTIMO, TANTO POR ENCIMA COMO POR DEBAJO DE DICHA PRESIÓN, EL ALCANCE DISMINUYE,

3.4. ANGULO DEL CHORRO

EL ÁNGULO DEL CHORRO DE LA MAYORÍA DE LOS ASPERSORES EMPLEADOS EN LA AGRICULTURA ES DE 30°. TAMBIÉN SE DISEÑAN ASPERSORES QUE PROYECTAN EL AGUA EN UNA TRAYECTORIA BAJA Y CASI PLANA, Y SE USA EN HUERTAS, CON EL OBJETO DE EVITAR LA MOJADURA DEL FOLLAJE Y POR CONSIGUIENTE LA VARIACIÓN DEL MODELO DE APLICACIÓN DE LOS ASPERSORES.

ESTOS POSEEN UN ÁNGULO DE CHORRO DE 10-14° APROXIMADAMENTE AUNQUE LOS FABRICANTES LES DAN DESIGNACIONES NOMINALES DE 4 A 7°.

3.5. VIENTO

ESTE ES EL ENEMIGO NÚMERO UNO DEL OPERADOR DE ASPERSORES,

EL VIENTO DESVÍA EL CHORRO QUE EMERGE DEL ORIFICIO DEL ASPERSOR, ARRUINA EL MODELO DE APLICACIÓN, ORIGINA ESCURRIMIENTO DE AGUA Y APLICA AGUA FUERA DEL ÁREA DE RIEGO.

EN GENERAL ES ACONSEJABLE REGAR DURANTE LAS HORAS DEL DÍA EN QUE NO HAY VIENTO. COMO ETAPA PRELIMINAR A LA PLANIFICACIÓN DE PROYECTOS DE RIEGO POR MEDIO DE ASPERORES, DEBEN EJECUTARSE OBSERVACIONES ACERCA DE LAS VELOCIDADES Y DIRECCIONES DE VIENTO PREDOMINANTES.

LA ACCIÓN DEL VIENTO PUEDE SER EN CIERTO MODO CONTRARRESTADA MEDIANTE LA ADOPCIÓN DE ESPACIAMIENTOS MENORES A LO LARGO DE LA LÍNEA LATERAL O ENTRE DOS LÍNEAS LATERALES. EMPERO, DISTANCIAS PRÓXIMAS PUEDE DETERMINAR ALTOS GRADOS DE APLICACIÓN E INTENSIDAD DE RIEGO SUPERIORES A LA CAPACIDAD DE FILTRACIÓN DEL SUELO. ÉSTO DEBE SER EVITADO PARTICULARMENTE EN SUELOS DESCUBIERTOS.

3.6. GRADO DE APLICACION E INTENSIDAD DE RIEGO.

ASPERORES CUYO DISEÑO ES DEFECTUOSO DEBEN SER RETIRADOS DEL SERVICIO, CUANDO DAN AÚN UNA DEFECTUOSA UNIFORMIDAD DE APLICACIÓN.

TANTO EL GRADO DE APLICACIÓN COMO LA INTENSIDAD DE RIEGO, DEBEN RESPONDER A LAS EXIGENCIAS PRÁCTICAS COMO SON : NO DAR LUGAR A ESCURRIMIENTOS SUPERFICIALES O LODAZALES DURANTE EL RIEGO DE SUELOS DESCUBIERTOS O TERRENOS INCLINADOS Y EVITAR PERTURBACIONES DE LA CAPA SUPERIOR DE LA TIERRA.

EL ELEVADOR SIRVE PARA UNIR EL LATERAL CON EL ASPERSOR. CUANDO -- EL GASTO DEL ASPERSOR SE DESVÍA DEL FLUJO DEL LATERAL, SE PRODUCEN TURBULENCIAS QUE NECESITAN SER ABSORBIDAS Y ELIMINADAS POR EL ELEVADOR, PUES DE LO CONTRARIO, NO SE LOGRA UN RÉGIMEN UNIFORME DE -- TRABAJO EN EL ASPERSOR.

CON RESPECTO A ÉSTO, SE PROPORCIONA LA SIGUIENTE TABLA SOBRE ALTURA DE LOS ELEVADORES EN FUNCIÓN DEL GASTO DEL ASPERSOR.

GASTO DEL ASPERSOR L.P.S.	ALTURA MÍNIMA DEL ELEVADOR EN CM.
0.25 A 0.75	15
0.75 A 1.70	25
1.70 A 3.40	30
3.40 A 8.50	45

LOS ASPERSORES GIGANTES TIENEN UN DISEÑO AERODINÁMICO TAL, QUE LA TURBULENCIA ES REDUCIDA, NO REQUIRIENDO ELEVADORES TAN ALTOS COMO PODRÍA SUPONERSE, SIGUIENDO LA TABLA ANTERIOR.

3.7, ALTURA DE ELEVADORES

LA ALTURA DE LOS ELEVADORES TIENE UNA CONSIDERABLE INFLUENCIA SOBRE LA UNIFORMIDAD DE APLICACIÓN, ESPECIALMENTE EN PRESENCIA DE VIENTOS,

LOS ELEVADORES DEBEN POSEER UNA ALTURA UNIFORME Y ASEGURAR EL LIBRE PASO DEL CHORRO POR ENCIMA O DEBAJO DEL FOLLAJE.

EL ASPERSOR DEBE GIRAR ALREDEDOR DE UNA LÍNEA PERPENDICULAR AL SUELO PUES AÚN UN LIGERO ÁNGULO, PUEDE AFECTAR LA UNIFORMIDAD DE APLICACIÓN.

ES RECOMENDADO EL USO DE SOPORTES DE ELEVADORES O BASES DE MADERA APLICADAS A LAS UNIONES. LA ALTURA MÍNIMA DE LOS ELEVADORES PARA EL RIEGO DE CULTIVOS DE CAMPO, DEBE SER DE 60 CM. PARA CULTIVO DE TOMATES, ALGODÓN Y MAÍZ, LA ALTURA DEBE SER MAYOR PARA EVITAR QUE EL CHORRO SEA OBSTRUIDO POR EL FORRAJE.

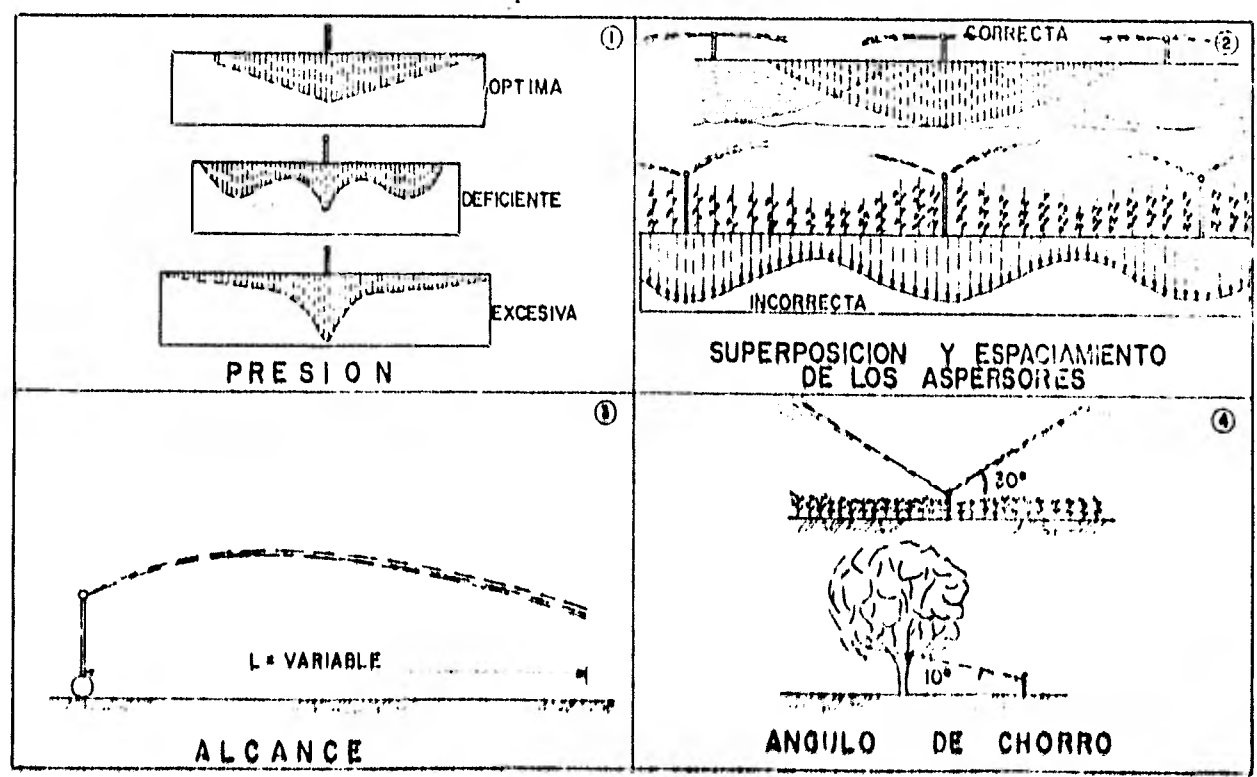
3.8. ROTACION DE LOS ASPERSORES.

LA VELOCIDAD DE ROTACIÓN DE LOS ASPERSORES DEPENDE DEL MECANISMO, LA CONSTRUCCIÓN DE LOS COJINETES, LAS EMPAQUETADURAS USADAS, EL DIÁMETRO DE LA BOQUILLA Y LA PRESIÓN,

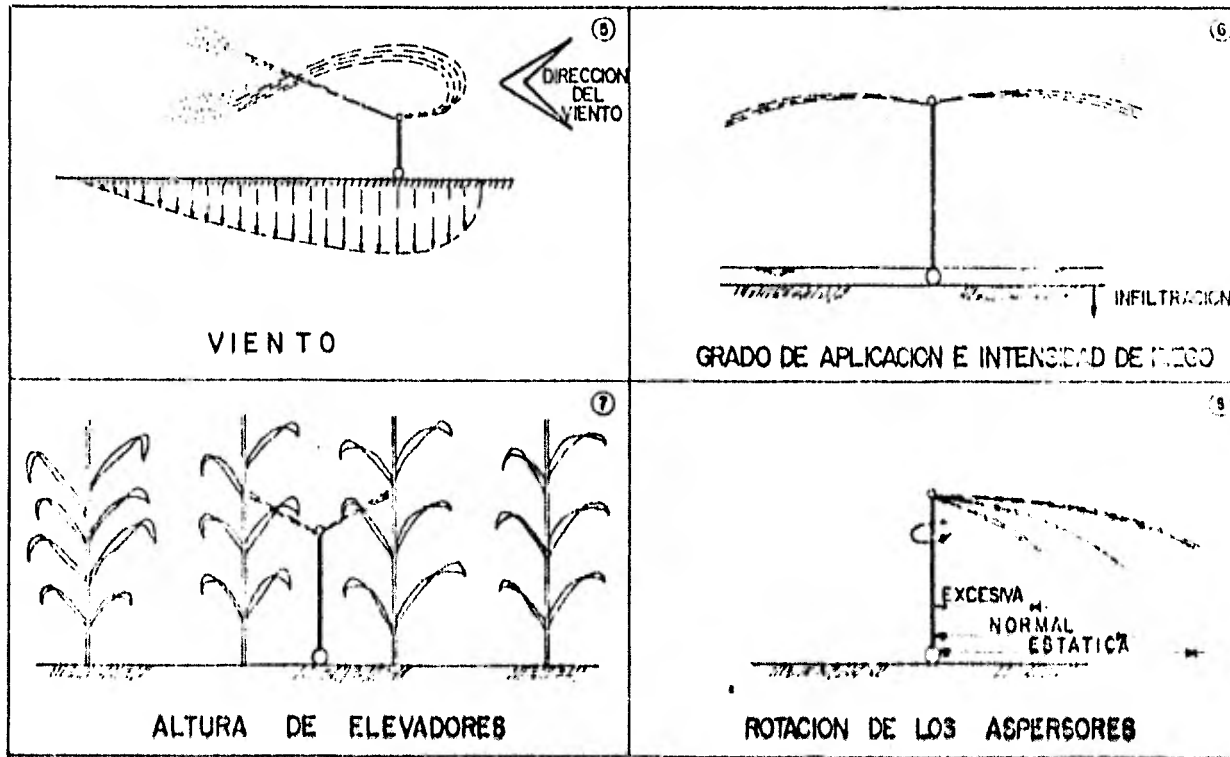
DEBE PONERSE MUCHA ATENCIÓN EN LA UNIFORMIDAD DE LA VELOCIDAD DE ROTACIÓN. ASPERSORES CUYOS COJINETES ESTÁN GASTADOS, E INCLUSIVE ASPERSORES NUEVOS, PUEDEN POSEER VELOCIDAD DE ROTACIÓN VARIABLE DEBIDO A LAS VARIACIONES DEL ROZAMIENTO EN EL COJINETE. ÉSTO TRAERÁ COMO CONSECUENCIA UNA DEFECTUOSA UNIFORMIDAD DE APLICACIÓN.

PUEDE SEÑALARSE QUE EL ALCANCE DE UN ASPERSOR ESTÁTICO ES MAYOR -
QUE EN ESTADO DE ROTACIÓN Y EL DIÁMETRO DEL ÁREA REGADA ES MENOR
CUANDO MAYOR SEA LA VELOCIDAD DE ROTACIÓN DEL ASPERSOR.

FACTORES QUE INFLUYEN EN EL FUNCIONAMIENTO DE LOS ASPERSORES



10



(9) FACTOR HUMANO

CAPITULO IV

LAMINA DE RIEGO

4.1. CARACTERISTICAS FISICAS DE LOS SUELOS

CON OBJETO DE LOGRAR UNA MAYOR COMPRESIÓN DE LA RELACIÓN AGUA--SUELO, A CONTINUACIÓN DAREMOS DEFINICIONES SOBRE ALGUNOS TÉRMI--NOS RELACIONADOS CON LAS CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DE LOS SUELOS - Y EN SU CASO, LAS FÓRMULAS PARA EXPRESARLAS.

1.- TEXTURA.- LA TEXTURA ES LA RELACIÓN ENTRE LOS - DIFERENTES TAMAÑOS DE PARTÍCULAS QUE COMPONEN UN SUELO DETERMINA DO; PARA EXPRESARLA SE PUEDE UTILIZAR LA CLASIFICACIÓN DEL DEPAR TAMENTO DE AGRICULTURA DE LOS ESTADOS UNIDOS, SEGÚN EL TRIÁNGULO DE TEXTURA ANEXO, EN EL QUE SE TOMAN EN CONSIDERACIÓN LOS PORCEN TAJES DE ARCILLAS, LIMOS Y ARENAS.

EXISTEN VARIAS MANERAS DE ESTIMAR Y DETERMINAR LA TEXTURA, LAS - MAS COMUNES SON LAS SIGUIENTES:

ESTIMACIÓN DE LA TEXTURA AL TACTO.- POR ESTE PROCEDIMIENTO SE -- PUEDEN ESTIMAR RÁPIDAMENTE EN EL CAMPO LA TEXTURA DE UN SUELO; - MAYOR APROXIMACIÓN SE LOGRA DESDE LUEGO CUANDO SE TIENE EXPERIEN

CIA AL RESPECTO. EL PROCEDIMIENTO CONOCIDO ES HUMEDECER UNA PEQUEÑA CANTIDAD DE SUELO Y AMASARLO CON LOS DEDOS ESTIMANDO AL TACTO Y EN FORMA CUALITATIVA LA TEXTURA.

PARA DETERMINAR LA TEXTURA SE UTILIZAN DOS PROCEDIMIENTOS QUE SON :

EL MÉTODO DE LA PIPETA O INTERNACIONAL Y EL DEL HIDRÓMETRO DE BOUYOUCOS, AMBOS BASADOS EN LA LEY A QUE OBEDECE LA VELOCIDAD DE CAÍDA DE UNA ESFERA DENTRO DE UN FLUÍDO, EN FUNCIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS DE ÉSTE, LLAMADA LEY DE STOKES.

ESTOS PROCEDIMIENTOS SON CUALITATIVOS Y CUANTITATIVOS, POR LO QUE SE USAN PARA DETERMINACIONES MAS EXÁCTAS.

RESPECTO A LOS MÉTODOS ANTERIORES EXISTE UNA GRAN CANTIDAD DE LITERATURA EN LA QUE SE DESCRIBEN AMPLIAMENTE.

2.- ESTRUCTURA.- LA ESTRUCTURA DE UN SUELO SE EXPRESA POR LA FORMA DE AGRUPARSE DE SUS PARTÍCULAS, EJEMPLO:

ESTRUCTURA GRANULAR, CUANDO SE AGRUPAN FORMANDO GRÁNULOS; ESTRUCTURA COLUMNAR, CUANDO TIENDE A LA FORMACIÓN DE COLUMNAS; ADEMÁS ES POSIBLE ENCONTRAR SUELOS AMORFOS, ES DECIR SIN NINGUNA ESTRUCTURA, COMO POR EJEMPLO EN LOS SUELOS COLOIDALES --

DEFLOCULADOS.

3.- EL COLOR DE LOS SUELOS.- EL COLOR DE LOS SUELOS SE DETERMINA EN UNA SUSPENSIÓN EN AGUA POR COMPARACIÓN CON UNA -- ESCALA DE COLORES, INDICANDO PRIMERO EL COLOR PREDOMINANTE Y EN -- SEGUIDA EL TONO O MATÍZ DE OTRO COLOR, EJEMPLO : CAFÉ GRISÁCEO.

ESTA CARACTERÍSTICA FÍSICA ES IMPORTANTE, DEBIDO A QUE CON BASE EN EL COLOR DE UN SUELO, ES FÁCIL HACER INDICACIONES A LOS AGRI-- CULTORES RELATIVAS A TODAS LAS DEMÁS CARACTERÍSTICAS.

4.2 DENSIDAD APARENTE.

SE LLAMA DENSIDAD APARENTE DE UN SUELO A LA RELACIÓN QUE EXISTE - ENTRE EL PESO DEL SUELO SECO Y EL VOLUMEN TOTAL (INCLUYENDO POROS)

POR TANTO SI:

DA = DENSIDAD APARENTE

V_T = VOLUMEN TOTAL

POR LO QUE :

$$DA = \frac{PSS}{V_T}$$

LA DENSIDAD REAL SE DETERMINA PRINCIPALMENTE POR EL MÉTODO DEL PIONÓMETRO.

COMO VALOR MAS FRECUENTE DE LA DENSIDAD REAL DE LOS SUELOS SE ESTIMA EL DE 2.65; SIN EMBARGO, EN FUNCIÓN DE SUS COMPONENTES PRINCIPALES, PUEDE VARIAR ENTRE 1.5 EN LOS SUELOS ORGÁNICOS A 5.0 EN LOS SUELOS QUE TIENEN UNA DOMINACIÓN DE MAGNETITA O HEMATITA (COMPUESTOS FERROSOS).

EN LOS SUELOS CON ABUNDANCIA DE MATERIA ÓRGANICA Y EN LOS TEPETALES ES DIFÍCIL DETERMINAR LA DENSIDAD REAL.

PARA LOS CÁLCULOS SE UTILIZARÁ EL VALOR MEDIO MÁS FRECUENTE DE -- 2.65.

PARA DETERMINAR LA DENSIDAD APARENTE EXISTEN VARIOS MÉTODOS, UNOS SOBRE MUESTRAS ALTERADAS Y OTROS SOBRE MUESTRAS INALTERADAS.

MENCIONAREMOS LOS NOMBRES DE ALGUNOS, PERO SOLO NOS REFERIREMOS A LOS MAS SIMPLES.

TENEMOS EL MÉTODO DE LA PARAFINA (ENVOLVIENDO UN TERRÓN EN PARAFINA), EL DE BARRENAS DE VOLUMEN CONOCIDO (EJEMPLO BARRENA VEIH MAYER); UTILIZANDO LA BARRENA DE UHLAND (MUESTRA INALTERADA) Y LOS PROCEDIMIENTOS MAS SENCILLOS UTILIZANDO UNA HOJA DE PLÁSTICO-

Y AGUA O ARENA,

POR SER BASTANTE SIMPLE SE DESCRIBE ESTE PROCEDIMIENTO A CONTINUACIÓN :

EN EL TERRENO SE HACE UN HOYO DE APROXIMADAMENTE 20 x 20 x 15 - - CM. , GUARDANDO LA TIERRA QUE SE EXTRAE EN UN RECIPIENTE CON TAPA PARA EVITAR PÉRDIDAS DE HUMEDAD, LUEGO SE CUBRE EL HOYO CON UNA -- HOJA DE PLÁSTICO (EJEMPLO POLIETILENO), PROCURANDO QUE ÉSTE ADQUIERA LAS IRREGULARIDADES DE LA CAVIDAD, AGREGÁNDOSE DESPUÉS - - AGUA CON UNA PROBETA GRADUADA O ALGÚN OTRO RECIPIENTE PARA MEDIRLA, HASTA LLENAR EL HOYO, DETERMINANDO EN ESTA FORMA EL VOLUMEN - OCUPADO POR LA TIERRA DESOCUPADA.

LA TIERRA SE PESA DETERMINANDO SU CONTENIDO DE HUMEDAD Y REDUCIENDO EL PESO OBTENIDO AL PESO DEL SUELO SECO EN FUNCIÓN DE SU POR--CENTAJE DE HUMEDAD; EN ESTA FORMA CONOCIENDO EL VOLUMEN Y EL PESO SECO SE PUEDE DETERMINAR FÁCILMENTE LA DENSIDAD APARENTE.

LOS VALORES DE LA DENSIDAD APARENTE VARÍAN EN FUNCIÓN DE LAS CA--RACTERÍSTICAS DE LOS SUELOS, PRINCIPALMENTE CON SU TEXTURA Y SU -CONTENIDO DE MATERIA ORGÁNICA; SIN EMBARGO, COMO VALORES MEDIOS -TENEMOS ;

ARENAS	1.6
FRANCOS	1.3
ARCILLAS	1.0
SUELOS ORGÁNICOS - MENOS DE	1.0

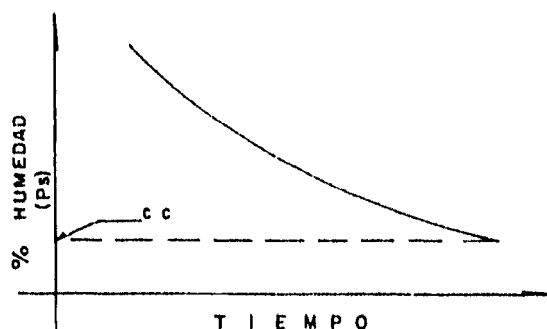
4.3 CAPACIDAD DE CAMPO.

LA CAPACIDAD DE CAMPO ES EL CONTENIDO DE HUMEDAD DE UN SUELO EXPRESADO EN PORCIENTO (P.S.), DESPUES DE UN RIEGO PESADO UNA VEZ - QUE SE HA ELIMINADO EL EXCESO DE AGUA POR ACCIÓN DE LA FUERZA DE GRAVEDAD. ESTA CONDICIÓN SE OBTIENE ENTRE LOS DOS Y CINCO DÍAS DESPUÉS DEL RIEGO Y ES UNA CONSTANTE CARACTERÍSTICA PARA CADA SUELO Y DEPENDE FUNDAMENTALMENTE DE LA TEXTURA, ESTRUCTURA Y GRADO DE COMPACTACIÓN.

PROCEDIMIENTO PARA DETERMINAR O ESTIMAR LA CAPACIDAD DE CAMPO.

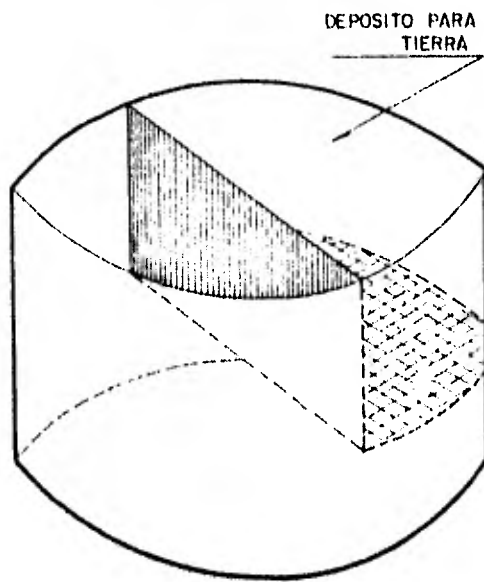
EN EL CAMPO SE PUEDE DETERMINAR LA C.C. DESPUÉS DE UN RIEGO, TOMANDO MUESTRAS DIARIAS Y DETERMINANDO SU PORCENTAJE (P.S.), - HASTA QUE MAS O MENOS PERMANEZCA CONSTANTE, ES DECIR EXPRESÁNDONOS EN TÉRMINOS MATEMÁTICOS, CUANDO $\frac{d P_s}{dt} \rightarrow 0$, PARA LO CUAL SE PUEDE UNO VALER DE UN SISTEMA COORDENADO EN EL CUAL SE LLEVAN

COMO ABSCISAS AL TIEMPO Y COMO ORDENADAS LOS VALORES DEL Ps OBTENIDOS, CUANDO LA CURVA TIENDA A LA HORIZONTAL SE TENDRÁ EL VALOR DEL Ps A CAPACIDAD DE CAMPO (C.C.), VER FIGURA.



PARA EL MUESTREO SE PUEDEN UTILIZAR LAS BARRENAS ESPECIALES COMO LA DE VEIHMAYER O LA DE UHLAND; PERO EN CASO DE CARECER DE ÉSTAS, SE HACEN LOS MUESTREOS CON UNA BARRENA DE LAS UTILIZADAS EN LOS ESTUDIOS AGROLÓGICOS, DESPUÉS DE TOMADA LA MUESTRA SE INTRODUCE EN UN BOTE CON TAPA HERMÉTICA PARA QUE NO PIERDA HUMEDAD Y SE LLEVA AL LABORATORIO EN DONDE SE SECA EN LA ESTUFA (DESPUÉS DE PESAR LA MUESTRA HUMEDA), HASTA PESO CONSTANTE PARA QUE POR DIFERENCIA DE PESO SE PUEDA DETERMINAR EL CONTENIDO DE AGUA Y LUEGO Ps.

ESTE MÉTODO, TIENE EL INCONVENIENTE DE SER LENTO Y CARO, ADEMÁS SE NECESITA UNA ESTUFA ADECUADA, POR LO QUE SE PUEDE RECOMENDAR UN PROCEDIMIENTO MAS EXPÉDITO PARA DETERMINAR RÁPIDAMENTE Y EN EL CAMPO LOS VALORES DEL Ps; ESTÁ BASADO EN EL MÉTODO PROPUESTO POR BOUYOUCOS, QUE CONSISTE EN SECAR LA MUESTRA CON ALCOHOL.



PARA ÉSTO PUEDE FABRICARSE UN RECIPIENTE COMO EL DE LA FIGURA EN EL QUE SE PONE LA TIERRA SOBRE LA MALLA DE ALAMBRE (UNOS 20 A 30 GR.), CON UN PUNZÓN SE DESBARATAN LOS TERRÓNES PROCURANDO EXTENDER LA TIERRA LO MEJOR POSIBLE Y LUEGO SE LE AGREGAN UNOS 15 GR. DE ALCOHOL, PROCURANDO QUE PASE A TRAVÉS DE LA TIERRA, ENSEGUIDA SE LE PRENDE FUEGO Y SE DEJA ARDER HASTA QUE SE CONSUMA TODO EL ALCOHOL, GENERALMENTE CUANDO ESTO SUCEDE LA TIERRA ESTÁ COMPLETAMENTE SECA, PARA FACILITAR LAS OBSERVACIONES Y CON OBJETO DE GANAR TIEMPO, SE PUEDE PONER EL RECIPIENTE SOBRE LA BALANZA GRANATARIA Y AGREGAR EL ALCOHOL POR PARTES, OBSERVANDO DIRECTAMENTE COMO VA PERDIENDO PESO LA TIERRA HUMEDA Y SE NOTA CUANDO SE TIENE PESO CONSTANTE,

METODO DE LABORATORIO

EL MEJOR MÉTODO ES EL DE LAS COLUMNAS DE SUELO, ESTABLECIDO POR COLMAN Y MEJORADO POR OTROS AUTORES,

A CONTINUACIÓN EXPLICAREMOS EL MÉTODO MEJORADO Y PERFECCIONADO EN LA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE CHAPINGO,

LAS MUESTRAS DEL SUELO A LAS QUE SE VA A DETERMINAR EL VALOR DE LA C.C., SE SECAN /L AIRE, SE TAMIZAN POR UNA MALLA DE 2 M.M. Y CON EL SUELO TAMIZADO SE LLENAN UNOS TUBOS DE PLÁSTICO TRANSPAREN

TE DE 30 CM. DE LARGO POR 2.5 CM. DE DIÁMETRO, PARA EVITAR QUE LA MUESTRA SALGA POR UN EXTREMO, SE LE COLOCA UN TAPÓN DE PAPEL FILTRO Y MALLA DE ALAMBRE. GENERALMENTE ESTOS TUBOS SE COLOCAN EN GRADILLAS Y PUEDEN TRABAJARSE MUCHAS MUESTRAS A LA VEZ.

CON OBJETO DE LOGRAR UNA COMPACTACIÓN SIMILAR A LA DE CAMPO, AL LLENAR EL TUBO, SE TIENE CUIDADO DE PICAR EL SUELO CON UN PUNZÓN, ACOMODADO Y VACIANDO PEQUEÑAS CANTIDADES DE TIERRA CADA VEZ.

CUANDO SE HA LLENADO EL TUBO HASTA UNOS 25 CM. SE LE AGREGA AGUA Y SE DEJA REPOSAR POR UN DÍA PARA QUE EL AGUA SE INFILTRE LIBREMENTE (POR ESO SE HA TENIDO CUIDADO DE NO TAPAR EL OTRO EXTREMO HERMÉTICAMENTE, PUES IMPEDIRIA LA SALIDA DEL AIRE).

LA CANTIDAD DE AGUA QUE SE AGREGUE A CADA TUBO SERÁ IGUAL A :

$$\text{CM}^3 \text{ DE AGUA} = S \times \text{C.C.}, \text{ DONDE :}$$

S = GRAMOS DE SUELOS AGREGADOS AL TUBO

C.C. = CAPACIDAD DE CAMPO EXPRESADO EN % Y DETERMINADO POR ALGUN PROCEDIMIENTO EXPÉDITO.

TEXTURA	% A CAPACIDAD DE CAMPO
ARENA	DE 5 A 15
MIGAJÓN ARENOSO	DE 10 A 20
SUELOS FRANCO	DE 15 A 30

MIGAJONES ARCILLOSOS	DE 25 A 35
ARCILLA	DE 30 A 70

4.4 PUNTO DE MARCHITAMIENTO PERMANENTE

EN VIRTUD QUE POR DEFINICIÓN SE ENTIENDE EL PORCENTAJE DE MARCHITAMIENTO PERMANENTE COMO EL CONTENIDO DE HUMEDAD DE UN SUELO EN EL QUE SE MARCHITAN LAS PLANTAS QUE EN ÉL CRECEN, ENTONCES CUANDO EN EL CAMPO SE NOTEN SÍNTOMAS DE MARCHITEZ PERMANENTE DE LAS PLANTAS, SE DETERMINA SU POR CIENTO Y ÉSE ES EL VALOR DEL PUNTO DE MARCHITAMIENTO PERMANENTE (P.M.P.).

METODO DEL GIRASOL

CON ESTE MÉTODO DE INVERNADERO, SE DETERMINA EXACTAMENTE EL VALOR DEL P.M.P.

PROCEDIMIENTO, SE LLENAN UNOS BOTES DE LÁMINA CON 500 GR. APROXIMADAMENTE DE TIERRA, SE FERTILIZA PARA LOGRAR UN MEJOR DESARROLLO DE LA PLANTA Y SE SIEMBRAN SEMILLAS DE GIRASOL ENANO (INDICADORES), UNA VEZ QUE LA PLANTA SE HA DESARROLLADO HASTA TENER UNA HOJA, SE DEJA SECAR EL SUELO, DETERMINANDO SU PORCIENTO CUANDO SE NOTAN SÍNTOMAS DE MARCHITAMIENTO PERMANENTE, ES DECIR, CUANDO LA

PLANTA NO SE RECUPERA LLEVÁNDOLA A UNA ATMÓSFERA SATURADA.

BRESEALE Y Mc. GEORGE PROPONEN OTRO MÉTODO UTILIZANDO UNA PLANTA DE JITOMATE, A LA CUAL SE LE COLOCA EN UNA DE SUS RAMAS UN CARTUCHO CON TIERRA, TAPADO HERMÉTICAMENTE, DE TAL MANERA QUE EL SUELO ENTRE EN CONTACTO DIRECTO CON LA PLANTA, SI DICHO SUELO ESTÁ HÚMEDO, SECARÁ HASTA EL P.M.P., SI ESTÁ SECO ENTONCES SE HUMEDECERÁ HASTA EL P.M.P.

EXISTEN OTROS MÉTODOS DE LABORATORIOS E INDIRECTOS PARA ESTIMAR EL PORCENTAJE DE MARCHITAMIENTO PERMANENTE; SIN EMBARGO, ADOLESCEN DE LAS MISMAS DESVENTAJAS QUE LOS UTILIZADOS PARA ESTIMAR LA CAPACIDAD DE CAMPO.

MÉTODOS INDIRECTOS. SE PUEDE ESTIMAR EL P.M.P. EN FUNCIÓN DEL COEFICIENTE DE MARCHITAMIENTO QUE VALE :

VEIHMAYER, WADSWORTH, DUNCAN Y OTROS HAN DEMOSTRADO QUE EN OCASIONES ESTA ESTIMACIÓN DA RESULTADO MUY DISPARADOS DE LA REALIDAD; SIN EMBARGO, PARA UN CONOCIMIENTO APROXIMADO DEL VALOR DEL P.M.P. BASTA CON CONSIDERARLO COMO UN 50% DEL VALOR DE LA CAPACIDAD DE CAMPO, O ESTIMARLO EN FUNCIÓN DE LA TEXTURA DE ACUERDO CON LA TABLA QUE A CONTINUACIÓN SE PRESENTA.

TEXTURA	% DEL PUNTO DE MARCHITAMIENTO PERMANENTE
ARENAS	DE 3 A 8
MIGAJONES ARENOSOS	DE 6 A 12
SUELOS FRANCO	DE 8 A 17
MIGAJONES ARCILLOSOS	DE 13 A 20
ARCILLAS	DE 17 A 40

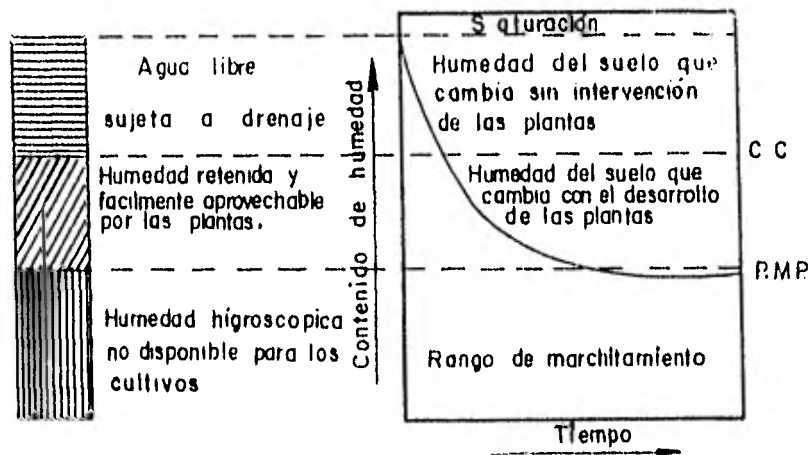
4,5, MODELOS DE EXTRACCION DE HUMEDAD

LOS MODELOS DE EXTRACCIÓN DE HUMEDAD NOS INDICAN EL PORCENTAJE DE APROVECHAMIENTO DEL AGUA A LAS DIFERENTES PROFUNDIDADES DE LAS RAICES DE LOS CULTIVOS, (VER ANEXOS),

CON TODOS LOS CONCEPTOS ANTES MENCIONADOS, PODEMOS PROCEDER AL CÁLCULO DE LA LÁMINA DE RIEGO QUE SE EXPRESA SEGÚN LA FORMULA:

$$LR = (C, C, - P, M, P,) DA \times PR$$

FÓRMULA QUE NOS INDICA LA CANTIDAD DE AGUA QUE PUEDE SOPORTAR EL SUELO DEBIDO A SU CAPACIDAD DE RETENCIÓN, SI SE APLICA UNA CANTIDAD DE AGUA MAYOR A LA INDICADA, SERÁ AGUA DESPERDICIA DA.



ESFUERZO DE HUMEDAD DEL SUELO. CUANDO EL SUELO ESTÁ A LA C.C., ENTRE LAS PARTÍCULAS DEL SUELO QUEDA RETENIDA EL AGUA, DEBIDO -- PRINCIPALMENTE A DOS FUERZAS; DE TENSIÓN SUPERFICIAL Y LA RESULTANTE DE LAS FUERZAS DE ABSORCIÓN, ÉSTE ÚLTIMO FENÓMENO FÍSICO -- CUYAS FUERZAS SON DE NATURALEZA ELÉCTRICA; A LA SUMA DE ESTAS -- DOS FUERZAS SE LE LLAMA TENSIÓN DE HUMEDAD DEL SUELO.

LAS FUERZAS DE TENSIÓN SE Oponen A LAS DE ABSORCIÓN DE LAS RAÍ-- CES DE LAS PLANTAS, ÉSTAS A SU VEZ TIENEN QUE VENCER OTRA FUERZA QUE ES LA DE PRESIÓN OSMÓTICA POR TANTO, PARA ABSORVER EL AGUA -- DEL SUELO, LA RAÍZ TIENE QUE VENCER LAS FUERZAS DE TENSIÓN Y LAS DE ÓSMOSIS,

A LA SUMA DE ÉSTOS SE LLAMA " ESFUERZO DE HUMEDAD DEL SUELO ".

ÉSTE ESFUERZO VARÍA CON LA TEXTURA Y CONTENIDO DE HUMEDAD DEL -- SUELO, SE HA OBSERVADO QUE EN LAS CERCANÍAS DE EL P.M.P., LA --

ENERGÍA CON QUE ES RETENIDA EL AGUA POR EL SUELO, AUMENTA RÁPIDAMENTE Y POR TANTO NO ES CONVENIENTE DEJAR QUE EL SUELO SE SEQUE -- HASTA CERCA DEL P.M.P. PUES LA DEMANDA TAN ALTA DE ENERGÍA PERJUDICA A LA PLANTA.

DE ACUERDO CON LO ANTERIOR, LA LÁMINA QUE DEBE APLICARSE A UN SUELO, DEBE AFECTARSE POR UN FACTOR MENOR QUE 1 QUE DEPENDE DEL MODELO DE EXTRACCIÓN DEL CULTIVO Y SU NIVEL DE HUMEDAD ÓPTIMA, POR LO TANTO LA LÁMINA SERÁ :

$$LR = C(c.c. - P.M.P.) \times DA \times PR.$$

PRÁCTICAMENTE PUEDE CONSIDERARSE ALREDEDOR DEL 20% DE LA HUMEDAD APROBECABLE; ES DECIR LA LÁMINA DE AGUA QUE SE DEBE APLICAR A UN CULTIVO AL REGAR., VALDRÁ SEGÚN LA NOMENCLATURA.

$$L = 0,8 (c.c. - P.M.P.) DA \times PR.$$

C.C. = CAPACIDAD DE CAMPO

P.M.P. = PUNTO DE MARCHITAMIENTO PERMANENTE

DA = DENSIDAD APARENTE

PR = PROFUNDIDAD RADICULAR DEL CULTIVO (VER ANEXO)

CAPITULO V

FACTORES GENERALES

5.1. USO CONSUNTIVO

SE HA VISTO COMO CALCULAR LA LÁMINA DE RIEGO PARA UN SUELO CON UN CULTIVO DETERMINADO; SIN EMBARGO, ES NECESARIO CONOCER EL MOMENTO DE APLICAR ESTAS LÁMINAS.

POR MEDIO DE LOS APARATOS MEDIDORES DE HUMEDAD SE PODRÍA DETERMINAR EL MOMENTO DE REGAR, SEGÚN YA SE HA INDICADO; SIN EMBARGO, PARA SUPERFICIES GRANDES CON VARIEDAD DE CULTIVOS NO SERÍA PRÁCTICO, PUES SE NECESITARÍA INSTALAR GRAN NÚMERO DE MEDIDORES DE ACUERDO CON LAS VARIACIONES DEL SUELO Y DE CULTIVOS.

SE DEFINE COMO USO DE AGUA POR LAS PLANTAS O USO CONSUNTIVO DEL AGUA, A LA CANTIDAD DE AGUA USADA POR AQUELLAS EN LA CONSTRUCCIÓN DE SUS TEJIDOS, LA TRANSPIRACIÓN Y EVAPORACIÓN EN LA SUPERFICIE DEL SUELO, SOBRE LA QUE SE DESARROLLA.

USO DE AGUA POR LA PLANTA = AGUA USADA EN LA CONSTRUCCIÓN DE SUS TEJIDOS + TRANSPIRACIÓN + EVAPORACIÓN.

TAMBIÉN SE UTILIZA EL TÉRMINO DE EVAPOTRANSPIRACIÓN PARA DETERMINAR LOS DOS ÚLTIMOS CONCEPTOS, CONSIDERANDO QUE SON LOS MÁS IMPORTANTES YA QUE EL 99% DEL CONSUMO DEL AGUA POR LA PLANTA SE DEBE A ELLOS,

INCLUSO CON UN ÍNDICE DEL USO DE AGUA O USO CONSUNTIVO DEL AGUA.

ULTIMAMENTE VARIOS INVESTIGADORES SE HAN ABOCADO A LA EXPERIMENTACIÓN PARA OBTENER FÓRMULAS, LA MAYOR PARTE EMPÍRICAS.

HARRY F. BLANEY Y W.D. CRIDDLE HAN OBTENIDO UNA FÓRMULA QUE RELACIONA LA TEMPERATURA Y LA LUMINOCIDAD CON EL USO CONSUNTIVO, ADEMÁS INTRODUCE UN FACTOR DE CORRECCIÓN QUE DEPENDE DE LA ÉPOCA DE DESARROLLO DE LA PLANTA Y DEL CULTIVO CONSIDERADO.

LA FÓRMULA DE BLANEY - CRIDDLE ES LA SIGUIENTE:

$$U.C. = K F$$

DONDE :

U.C. = USO CONSUNTIVO O EVAPOTRANSPIRACIÓN TOTAL
EN CM.

K = COEFICIENTE GLOBAL DE USO CONSUNTIVO POR CULTIVO

F = FACTOR DE TEMPERATURA Y LUMINOSIDAD.

CALCULÁNDOSE F COMO :

$$F = \sum F$$

DONDE :

F = FACTOR DE TEMPERATURA-LUMINOSIDAD CORRESPONDIENTE A CADA MES DEL CICLO DE DESARROLLO DE LA PLANTA, CALCULÁNDOSE COMO :

$$F = P \frac{T + 17,8}{21,8}$$

DONDE :

T = TEMPERATURA MEDIA PARA EL PERÍODO CONSIDERADO EN GRADOS CENTÍGRADOS.

P = PORCENTAJE DE HORAS LUZ PARA EL PERÍODO RESPECTO AL TOTAL ANUAL (VER ANEXO)

INVESTIGACIONES MAS RECIENTES, HAN ENCONTRADO QUE PARA ZONAS ÁRIDAS Y SEMIÁRIDAS CON LLUVIAS EN VERANO, ES NECESARIO CORREGIR EL FACTOR TEMPERATURA PARA AJUSTAR CONVENIENTEMENTE LA RELACIÓN TEMPERATURA-EVAPOTRANSPIRACIÓN. ÉSTA CORRECCIÓN SE LOGRA INTRODUCIENDO UN NUEVO COEFICIENTE (K_T) CUYO VALOR ESTA DADO POR LA SIGUIENTE EXPRESIÓN :

$$K_T = 0,03114 T + 0,2396 \quad (\text{VER ANEXO})$$

LA EXPRESIÓN DEL USO CONSUNTIVO PARA CADA INTERVALO QUEDA :

$$U.C. = F \frac{T + 17.8}{21.8} K_T K_c.$$

DONDE :

K_c = COEFICIENTE DE DESARROLLO DE CADA INTERVALO
CONSIDERADO DENTRO DEL CICLO VEGETATIVO DEL
CULTIVO (VER ANEXOS)

SUMANDO LOS USOS CONSUNTIVOS DE CADA INTERVALO SE OBTIENE EL USO
CONSUNTIVO TOTAL EN EL CICLO DE DESARROLLO DE LA PLANTA.

POR ÚLTIMO, ES NECESARIO HACER UN AJUSTE AL USO CONSUNTIVO, ESTE
SE LOGRA CON UN COEFICIENTE DE CORRECCIÓN.

$$U.C.A. = (U.C.) C.$$

$$C = \frac{(\sum F) K}{\sum U.C.}$$

DONDE

$U.C.A.$ = USO CONSUNTIVO AJUSTADO

C = COEFICIENTE DE CORRECCIÓN.

5.2. FRECUENCIA DE RIEGO

LA FRECUENCIA DE RIEGO ES EL INTERVALO DE TIEMPO QUE NOS INDICA EL NÚMERO DE DÍAS QUE LA PLANTA SOPORTARÁ CON UN RIEGO DE ACUERDO A SU USO CONSUNTIVO Y LA LÁMINA DE RIEGO CALCULADA, DEBIENDOSE DAR UN NUEVO RIEGO CUANDO ESTA FRECUENCIA SE CUMPLA.

LA EXPRESIÓN DE LA FRECUENCIA PARA CADA INTERVALO QUEDA :

$$M = \frac{LR}{U.C.}$$

DONDE:

M = FRECUENCIA

LR = LÁMINA DE RIEGO

U.C. USO CONSUNTIVO DIARIO

5.3.- EFICIENCIA DEL SISTEMA

CON BASE A LA VELOCIDAD DEL VIENTO PROMEDIO, ASÍ COMO LA LÁMINA DE RIEGO Y EL USO CONSUNTIVO DIARIO, OBTENEMOS LA EFICIENCIA DEL SISTEMA PARA EL PERÍODO DE MÁXIMA DEMANDA (VER ANEXO DE EFICIENCIA DE APLICACIÓN DEL AGUA EN RIEGO POR ASPERSIÓN),

5.4.- INTENSIDAD DE RIEGO

LA INTENSIDAD DE RIEGO ES LA VELOCIDAD CON LA QUE SALE EL CHORRO - DEL AGUA DEL ASPERSOR Y NO ES RECOMENDABLE QUE SEA MAYOR QUE LA VELOCIDAD DE INFILTRACIÓN BÁSICA DEL SUELO YA QUE ÉSTO PROVOCA ENCHARCAMIENTO.

EN CASO DE QUE SE TENGAN PENDIENTES MAYORES AL 3% YA EXISTEN RIESGOS DE EROSIÓN. ADEMÁS UN SISTEMA POR ASPERSIÓN QUE ENCHARCA DEBIDO A LAS PÉRDIDAS DE AGUA, ES UN SISTEMA MAL DISEÑADO.

LA FÓRMULA QUE DA LA INTENSIDAD DE RIEGO ES :

$$I.R = \frac{M D}{T E}$$

DONDE :

I.R = INTENSIDAD DE RIEGO (MM/HR.)

M = FRECUENCIA (DÍAS)

D = USO CONSUNTIVO (MM/DÍA)

T = TIEMPO DE RIEGO POR POSICIÓN DEL LATERAL
(HR)

E = EFICIENCIA DEL SISTEMA (EN PORCIENTO)

5.5.- GASTO POR ASPERSOR

ES EL VOLUMEN DE AGUA QUE SE REQUIERE APLICAR EN EL ÁREA DOMINADA POR EL ASPERSOR PARA SATISFACER LAS NECESIDADES DE LA PLANTA EN UNA FRECUENCIA DETERMINADA Y EN UN TIEMPO FIJADO.

DICHO GASTO ESTÁ EN FUNCIÓN DE LA VELOCIDAD, DIRECCIÓN DEL VIENTO Y DEL DIÁMETRO DE COBERTURA DEL ASPERSOR

LA EXPRESIÓN QUE NOS DA EL GASTO POR ASPERSOR ES:

$$Q \text{ ASP} = \frac{I R \times A B}{96,3}$$

DONDE :

Q ASP = GASTO DEL ASPERSOR (G.P.M.)

I R = INTENSIDAD DE RIEGO (FULG/HR.)

A = SEPARACIÓN ENTRE ASPERSORES (PIES)

B = SEPARACIÓN ENTRE LATERALES (PIES)

96,3 = CONSTANTE.

C A P I T U L O VI

EJEMPLO DE APLICACION

PROYECTO: SAN ANDRÉS DEL CIELO MUNICIPIO: RAMIS ESTADO: ZACATECAS

PLAN DE CULTIVOS													
CULTIVOS	% DE SUP. SEMBRADA	CICLO VEGETATIVO											
		ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT.	NOV	DIC
Alfalfa	10	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Trigo	5	■	■									■	■
Trébol	(10)				■	■	■	■	■				
Avena	5	■	■									■	■
Chic	(10)	■			■	■	■	■	■				
Leguminosa	5	■	■									■	■

NOTAS: _____

PROYECTISTA : _____

DATOS DE EVAPORACION

ESTACION SAN ANTONIO DEL CIPRES

LAT. _____ N.

LONG. _____ W. O.

ALT. _____

ESTADO _____

AÑOS	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DIEMBRE	ANUAL
1970	166.5	122.0	211.7	260.6	237.4	173.9	177.4	177.4	177.4	188.4	196.0	143.1	
1971	184.8	179.7	200.0	216.0	200.0	163.1	177.7	177.7	177.7	188.4	191.0	156.3	
1972	108.8	136.0	238.9	277.1	245.0	207.5	227.24	227.24	227.24	234.3	123.9	133.5	
1973	112.9	120.9	334.5	275.7	270.1	259.1	183.8	183.8	183.8	171.0	116.9	129.8	
1974	174.4	154.1	133.2	223.1	128.0	226.2	178.4	178.4	190.1	170.9	135.8	115.3	
1975	128.9	197.8	194.1	236.8	169.3	211.6	182.2	182.2	181.9	163.3	168.9	168.1	
1976	135.1	165.4	278.3	198.1	201.7	171.4	183.7	183.7	177.7	154.1	130.3	157.7	
1977	107.5	134.2	212.8	190.6	277.3	191.4	183.3	183.3	187.3	168.3	111.8	131.7	
1978	160.6	156.3	193.7	280.2	310.9	227.6	189.1	189.1	182.1	108.4	114.1	130.7	
1979	130.4	156.0	203.2	156.8	284.8	280.1	220.1	220.1	180.8	203.4	111.4	142.1	
1980	113.9	124.1	236.7	209.2	320.9	294.8	220.2	220.2	220.2	211.1	125.1	118.7	
SUMA	1529.0	1606.5	2297.6	2137.4	2018.7	2298.3	2118.5	2118.5	2011.4	1811.1	1516.4	1006.5	
PROMEDIO	111.9	114.7	163.8	152.7	144.2	164.2	151.3	151.3	143.6	132.2	111.1	72.6	

NOTAS

PROYECTO: SAN ANTONIO DEL CIPRES

**CALCULO DEL USO CONSUNTIVO
POR BLANEY Y CRIDDLE**

1	2	3	4	5 = 3 x 4	6	7 = 5 x 6	8	9	10 = 7 x 9	11 = 10 x C
MES	°	$\frac{°C+17.8}{21.8}$	p	$f = \frac{p(°C+17.8)}{21.8}$	$K_T = 0.0311°C + 0.2396$	$1K_T$	K_G	K_C	U.C.T.	U.C.A. (cm)
ENERO										
FEBRERO										
MARZO										
ABRIL	20.2	1.743	8.57	14.930	0.860	12.966	0.70	0.60	7.780	6.909
MAYO	21.2	1.789	9.24	16.530	0.899	14.860	0.70	0.92	13.671	12.140
JUNIO	21.3	1.794	9.12	16.361	0.903	14.774	0.70	1.12	16.547	14.694
JULIO	20.2	1.743	9.35	16.297	0.868	14.146	0.70	1.05	14.853	13.189
AGOSTO	19.6	1.716	9.02	15.478	0.850	13.156	0.70	0.75	9.867	8.762
SEPTIEMBRE										
OCTUBRE										
NOVIEMBRE										
DICIEMBRE										
S U M A :				79.604					62.718	

$F = \sum_{n=1}^n f = 79.604$
 $K' = \frac{\sum UCT}{F} = \frac{62.718}{79.604} = 0.788$
 $C = \frac{K_G}{K'} = \frac{0.70}{0.788} = 0.889$

p = Porcentaje de horas luz en el día para cada mes del año en relación al número total en el año
 f = Factor de temperatura y luminosidad
 K_T = Factor térmico
 K_G = Coeficiente global
 K_C = Coeficiente de desarrollo
 UCT = Uso consuntivo teórico
 UCA = Uso consuntivo ajustado
 C = Coeficiente de ajuste
 F = Suma total del factor temperatura y luminosidad
 K' = Relación de la suma del uso consuntivo teórico a la suma del factor de temperatura y luminosidad

LATITUD 7.2181
 ALTITUD 1111

PROYECTO: SAN ANTONIO DEL CIPRES

CALCULO DEL USO CONSUNTIVO
POR BLANEY Y CRIDDLE

1	2	3	4	5 = 3 x 4	6	7 = 5 x 6	8	9	10 = 7 x 9	11 = 10 x C
MES	°C	$\frac{°C+17.8}{21.8}$	p	$f = \frac{p(°C+17.8)}{21.8}$	$K_T = 0.0311°C + 0.2396$	K_T	K_G	K_C	UCT	UCA (cm)
ENERO	13.5	1.436	7.62	10.942	0.440	7.222	0.85	1.630	11.772	14.091
FEBRERO	13.9	1.454	7.19	10.844	0.442	7.025	0.85	1.030	7.736	8.661
MARZO										
ABRIL										
MAYO						1.0110	1.0010	1.0100	8.50	8.710
JUNIO										
JULIO										
AGOSTO										
SEPTIEMBRE										
OCTUBRE										
NOVIEMBRE	14.9	1.568	7.42	11.005	0.708	7.877	0.81	1.400	11.251	12.772
DICIEMBRE	13.8	1.453	7.53	10.875	0.441	7.025	0.81	1.220	8.730	10.455
S U M A				43.476					36.889	43.476

$$F = \sum_{n=1}^n f = 43.476$$

$$K' = \frac{\sum_{n=1}^n UCT}{F} = \frac{36.889}{43.476} = 0.848$$

$$C = \frac{K_G}{K'} = \frac{0.85}{0.848} = 1.001$$

- p = Porcentaje de horas luz en el día para cada mes del año en relación al número total en el año
- f = Factor de temperatura y luminosidad
- K_T = Factor térmico
- K_G = Coeficiente global
- K_C = Coeficiente de desarrollo
- UCT = Uso consuntivo teórico
- UCA = Uso consuntivo ajustado
- C = Coeficiente de ajuste
- F = Suma total del factor temperatura y luminosidad
- K' = Relación de la suma del uso consuntivo teórico a la suma del factor de temperatura y luminosidad

LATITUD 12° 58'

CULTIVO 100% PLANTAS AVERGON

PROYECTO: SAN ANTONIO DEL CIPRES

CALCULO DEL USO CONSUNTIVO
POR BLANEY Y CRIDDLE

1	2	3	4	5 = 3x4	6	7 = 5x6	8	9	10 = 7x9	11 = 10x C
MES	°C	$\frac{°C+17.8}{21.8}$	p	$f = \frac{p(°C+17.8)}{21.8}$	$K_T = 0.0311°C + 0.2396$	IK_T	K_G	K_C	U.C.T	U.C.A (cm)
ENERO	13.5	1.436	7.62	10.942	0.660	7.222	0.85	0.640	4.622	5.043
FEBRENO	13.9	1.454	7.19	10.454	0.672	7.625	0.85	0.740	5.199	5.622
MARZO	17.9	1.638	8.40	13.759	0.797	10.966	0.85	0.880	9.650	10.528
ABRIL	20.2	1.743	8.57	14.938	0.868	12.966	0.85	1.000	12.966	14.146
MAYO	21.2	1.789	9.21	16.530	0.899	14.860	0.85	1.100	16.346	17.833
JUNIO	21.3	1.794	9.12	16.361	0.903	14.774	0.85	1.140	16.842	18.375
JULIO	20.2	1.743	9.39	16.297	0.868	14.146	0.85	1.120	15.844	17.286
AGOSTO	19.6	1.716	9.02	15.478	0.850	13.156	0.85	1.080	14.208	15.501
SEPTIEMBRE	19.4	1.706	8.30	14.160	0.843	11.937	0.85	1.000	11.937	13.023
OCTUBRE	17.7	1.628	8.11	13.203	0.791	10.444	0.85	0.900	9.400	10.255
NOVIEMBRE	14.9	1.500	7.47	11.205	0.703	7.877	0.85	0.780	6.144	6.703
DICIEMBRE	13.8	1.450	7.50	10.876	0.669	7.275	0.85	0.660	4.802	5.239
S U M A				164.202					127.960	

$$F = \sum_{i=1}^n \frac{U.C.T_i}{n} = \frac{127.960}{12} = 10.663$$

$$K' = \frac{\sum_{i=1}^n U.C.T_i}{F} = \frac{127.960}{10.663} = 11.999$$

$$C = \frac{K_G}{K'} = \frac{0.85}{11.999} = 0.0708$$

- p = Porcentaje de horas luz en el día para cada mes del año en relación al número total en el año
 - f = Factor de temperatura y luminosidad $U.C.M.A = 18.375 = 0.013 \frac{cm}{día} = 1.13 \frac{mm}{día}$
 - K_T = Factor térmico
 - K_G = Coeficiente global
 - K_C = Coeficiente de desarrollo
 - U.C.T = Uso consuntivo teórico
 - U.C.A = Uso consuntivo ajustado
 - C = Coeficiente de ajuste
 - F = Suma total del factor temperatura y luminosidad
 - K' = Relación de la suma del uso consuntivo teórico a la suma del factor de temperatura y luminosidad
- LATITUD 22° 56'
- USO CONSUNTIVO Alfalfa

PROYECTO: SAN ANTONIO DEL CIPRES

CALCULO DE LA LAMINA DE RIEGO

Serie 1

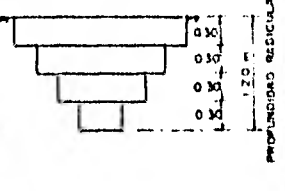
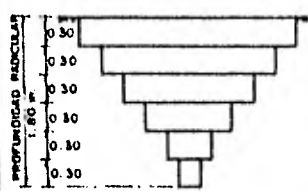
Cultivo: Maíz

Profundidad del suelo cultivable: _____

Profundidad radicular del cultivo: _____

COEFICIENTE "C" DE EFECTIVIDAD PARA CADA UNO DE LOS ESTRATOS

ALFALFA	TRIGO	SORGO	ALGODON	PAPA	AVENA	ALFALFA SUELO MESTIZADO	MAIZ	OTROS
0.80	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80
0.26	0.41	0.60	0.60	0.32	0.20	0.73	0.54	0.60
0.26	0.26	0.51	0.40	0.18	0.15	0.05	0.36	0.40
0.20	0.18	0.46	0.20	0.10	0.10	0.01	0.20	0.20
0.14	0.13	0.29						
0.08	0.10	0.20						



FORMULA:

$L_R = C (CC - PMP) D_o P_R$

$L_{R1} = 0.8 (0.238 - 0.145) 1.35 70 \text{ cm} = 2.91$

$L_{R2} = 0.8 (0.187 - 0.114) 1.38 10 \text{ cm} = 0.81$

$L_{R3} = 0.54 (0.187 - 0.114) 1.38 30 \text{ cm} = 1.63$

$L_{R4} = 0.36 (0.307 - 0.187) 1.36 30 \text{ cm} = 1.76$

$L_{R5} = 0.20 (0.307 - 0.187) 1.36 10 \text{ cm} = 0.33$

$L_{R6} = 0.20 (0.271 - 0.147) 1.45 20 \text{ cm} = 0.61$

Lámina de riego (L_R) = 6.85 cm

CARACTERISTICAS FISICAS DE LOS SUELOS
(Usese solo como guía)

TEXTURA	DENSIDAD APARENTE (D _a)	CAPACIDAD DE CAMPO (CC)	PORCENTAJE DE MARCHITEZ PERMANENTE (PMP)
ARENA	1.5 a 1.65	5 a 15	3 a 8
FRANCO ARENOSO	1.4 a 1.60	10 a 20	6 a 12
FRANCO	1.35 a 1.50	15 a 30	8 a 17
FRANCO ARCILLOSO	1.30 a 1.40	25 a 35	13 a 20
ARCILLOSO	1.20 a 1.30	30 a 70	17 a 40

CALCULO DE LA FRECUENCIA DE RIEGO

FORMULA $m = \frac{L_R}{UC}$

Frecuencia en días (m) = 12

Lámina de riego (L_R) = 6.85 cm

Uso consuntivo (UC) = 0.584 cm/día

PROYECTO: SAN ANTONIO DEL CIPRES

CALCULO DEL GASTO REQUERIDO POR ASPERSOR

FORMULA: Gasto del aspersor (Q_{asp}) _____ l.p.s.
 Uso consuntivo (U.C.) _____ 5.84 mm/día
 Frecuencia (m.) _____ 12 días
 Separación entre aspersores (SA) _____ 12.20 m
 Separación entre laterales (SL) _____ 15.30 m
 Tiempo de riego por posición (t) _____ 11 horas
 Eficiencia del sistema de riego (γ) _____ 0.65

$$Q_{asp} = \frac{UC \times m \times SA \times SL}{t \times 3600 \times \gamma}$$

$$Q_{asp} = \frac{5.84 \text{ mm/día} \times 12 \text{ días} \times 12.20 \text{ m} \times 15.30 \text{ m}}{11 \text{ hr.} \times 3600 \times 0.65} = 0.608 \text{ l.p.s.}$$

Gasto en litros por segundo o galones por minuto = $\frac{0.608 \text{ l.p.s.}}{0.0631} = 9.64 \text{ g.p.m.}$

ASPERSOR SELECCIONADO

Marca RAIN BIRD modelo 40 BWH diámetro de boquilla 7/32"
 presión 50 PSI gasto 9.88 g.p.m. diámetro de cobertura 110'
 gasto 0.623 l.p.s. diámetro de entrada 3/4" = 19 mm.

TRASLAPE DEL ASPERSOR SELECCIONADO

FORMULA: Traslape (T) _____
 Diámetro de cobertura (Dc) _____ 33.55 m.
 Separación entre laterales (SL) _____ 15.30 m.

$$T = \left(\frac{Dc}{SL} - 1 \right) 0.9 \geq 0.60$$

Mayor del 60% correcto
 Menor del 60% incorrecto

PROYECTO: SAN ANTONIO DEL CIPPEG

PRECIPITACION HORARIA O INTENSIDAD DE RIEGO

FORMULA: Precipitación horaria ó intensidad de riego (P_{HOR}) 10.04 mm/hr.

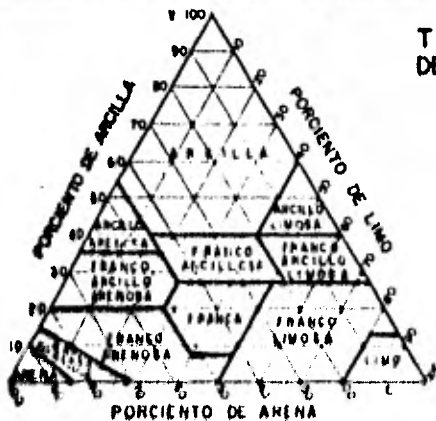
$P_{HOR} = \frac{Q_{ASP} \times 3600}{A_{ASP}}$ Gasto del aspersor (Q_{ASP}) 0.608 l.p.s.

$A_{ASP} = SA \times SL$ Separación entre aspersores (SA) 12.20 m

$A_{ASP} = 12.20 \text{ m} \times 18.30 \text{ m} = 223.26 \text{ m}^2$ Separación entre laterales (SL) 18.30 m.

$P_{HOR} = \frac{0.623 \text{ l.p.s.} \times 3600}{223.26 \text{ m}^2} = 10.04 \text{ mm/hr}$ Area de riego del aspersor (A_{ASP}) 223.26 m²

La precipitación horaria que resulte con este aspersor debe ser menor que la velocidad de infiltración del suelo para que no encharque.



TEXTURA DEL SUELO

PERMEABILIDAD MAX. mm/hr (USESE SOLO COMO GUIA)

Arena	19.0
Franco arenosa	10.9
Franco	8.9
Franco arcilloso	6.4
Arcilla	3.8

LAS TEXTURAS GRUESAS SON Arena, Arena francosa y Franco arenosa.

LAS TEXTURAS MEDIANAS SON Franca, Franca arcillo arenosa, Franca arcillo limosa, Franca limosa y Limo.

LAS TEXTURAS FINAS SON Arcilla, Arcilla limosa, Arcilla arenosa, y Franca arcillosa.

PROYECTO: SAN ANTONIO DEL CIPRES 1976-19

RESUMEN DE PRESION REQUERIDA

Desnivel topográfico	_____	m
Pérdida por fricción en la tubería principal	13.02	m
Pérdida por fricción en la tubería lateral (regante)	1.78	m
Pérdida por fricción en la tubería secundaria	1.10	m
Presión de operación del aspersor	35.15	m
Altura del elevador	1.0	m
Pérdidas de carga localizadas	1.0	m
PRESION A LA DESCARGA DEL EQUIPO DE BOMBEO	52.95	m

POTENCIA DEL EQUIPO DE BOMBEO

FORMULA:

MOTOR Eléctrico
 Combustión interna

$$HP = \frac{Q \cdot H}{76 \cdot \eta}$$

Gasto del sistema de riego (Q) = 64 lps

Carga total requerida (H) = 122.15 m

Eficiencia de la bomba (η) 75% = 0.75 Bomba vertical.
0.65 Bomba horizontal

H = Presión a la descarga del equipo de bombeo + nivel dinámico ó nivel de succión + pérdida de carga en tozones si es pozo profunda (por pérdida en tozones se considera 3.00 m.)

$$H = 52.95 \text{ m.} + 68.20 \text{ m.} + 1.00 \text{ m.} = 122.15 \text{ m.}$$

$$HP = \frac{64 \cdot 122.15 \text{ m}}{76 \cdot 0.75} = 137 \text{ HP}$$

Si el motor es eléctrico la potencia que se escoge es la inmediata superior de las potencias comerciales que son en HP: 1/4, 1/2, 3/4, 1, 2, 5, 10, 15, 20, 25, 30, 40, 50, 60, 75, 100, 125, 150 y 200

El banco de transformación que se utilice en Kilovolts-ampere (KVA), es el mismo valor de la potencia cuando coincide y si no también se utilice el inmediato superior ya que los comerciales son en (KVA): 5, 7.5, 15, 30, 45, 75, 112.5, 150 y 225

Potencia, motor seleccionado 150 HP Banco de transformación 150 KVA

Si el motor es de combustión interna a la potencia que resulte de la fórmula, aumentarla un 25% por pérdida de eficiencia por altura sobre el nivel del mar, temperatura, ventilador etc

$$HP \text{ motor combustión interna} = HP \text{ (fórmula)} \cdot 1.25 = \text{HP}$$

Y escoger la velocidad, se recomienda que oscure a 1760 revoluciones por minuto (RPM)

PROYECTO: SAN ANTONIO DEL CIPRES INZO 70

RESUMEN DE PRESION REQUERIDA

Desnivel topográfico.....	.....	m.
Pérdido por fricción en la tubería principal.....	13.07	m.
Pérdido por fricción en la tubería lateral (regante).....	1.78	m.
Pérdido por fricción en la tubería secundaria.....	1.10	m.
Presión de operación del aspersor.....	35.15	m.
Altura del elevador.....	1.0	m.
Pérdidas de carga localizados.....	1.0	m.
PRESION A LA DESCARGA DEL EQUIPO DE BOMBEO.....	52.95	m.

POTENCIA DEL EQUIPO DE BOMBEO

FORMULA:

MOTOR Eléctrica
 Combustión interna

$$HP = \frac{QH}{76 \eta}$$

Gasto del sistema de riego (Q) = 64 lps

Carga total requerida (H) = 114.25 m.

Eficiencia de la bomba (η) 75% = 0.75 Bomba vertical.
0.65 Bomba horizontal.

H= Presión a la descarga del equipo de bombeo + nivel dinámico ó nivel de succión + pérdida de carga en lazo; si es pozo profundo (por pérdida en lazo se considera 3.00 m)

$$H = 52.95 \text{ m.} + 60.30 \text{ m.} + 1.0 \text{ m.} = 114.25 \text{ m.}$$

$$HP = \frac{64 \text{ lps} \times 114.25 \text{ m.}}{76 \times 0.75} = 128 \text{ HP}$$

Si el motor es eléctrico la potencia que se escoge es la inmediata superior de las potencias comerciales que son en HP 1/4, 1/2, 3/4, 1, 2, 5, 10, 15, 20, 25, 30, 40, 50, 60, 75, 100, 125, 150 y 200

El banco de transformación que se utiliza en Kilovoltios-ampere (KVA), es el mismo valor de la potencia cuando coincide y si no también se utiliza el inmediato superior ya que los comerciales son en (KVA): 5, 7.5, 15, 30, 45, 75, 112.5, 150 y 225

Potencia, motor seleccionado 150 HP Banco de transformación 150 KVA

Si el motor es de combustión interna a la potencia que resulte de la fórmula, aumentarla un 25% por pérdida de eficiencia por altura sobre el nivel del mar, temperatura, ventilador etc

$$HP \text{ motor combustión interna} = HP \text{ (fórmula)} \times 1.25 = \text{HP}$$

Y escoger la velocidad, se recomienda que opere a 1760 revoluciones por minuto (RPM)

RESUMEN DE PRESION REQUERIDA

Desnivel topográfico.....	.....	m
Pérdida por fricción en la tubería principal.....	10.72	m
Pérdida por fricción en la tubería lateral (regante).....	2.52	m
Pérdida por fricción en la tubería secundaria.....	1.61	m
Presión de operación del aspersor.....	21.15	m
Altura del elevador.....	1.0	m
Pérdidas de carga localizados.....	1.0	m
PRESION A LA DESCARGA DEL EQUIPO DE BOMBEO.....	53.76	m

POTENCIA DEL EQUIPO DE BOMBEO

FORMULA:

MOTOR Eléctrico

Combustión interna

$$HP = \frac{Q \cdot H}{76 \cdot \eta}$$

Gasto del sistema de riego (Q) = 64 lps

Carga total requerida (H) = 114.36 m

Eficiencia de la bomba (η) = 0.75 = 0.75 Bomba vertical.
0.65 Bomba horizontal.

H= Fricción a la descarga del equipo de bombeo + nivel dinámico ó nivel de succión + pérdida de carga en tazones si es pozo profundo (por pérdida en tazones se considera 3.00 m).

$$H = 13.26 \text{ m} + 60.10 \text{ m} + 1.0 \text{ m} = 114.36 \text{ m}$$

$$HP = \frac{64 \text{ lps} \times 114.36 \text{ m}}{76 \times 0.75} = 128 \text{ HP}$$

Si el motor es eléctrico la potencia que se escoge es la inmediata superior de las potencias comerciales que son en HP ¼, ½, ¾, 1, 2, 5, 10, 15, 20, 25, 30, 40, 50, 60, 75, 100, 125, 150 y 200

El banco de transformación que se utilice en Kilovoltios-ampereos (KYA), es el mismo valor de la potencia cuando coincida y si no también se utiliza el inmediato superior ya que los comerciales son en (KYA) 5, 7.5, 15, 30, 45, 75, 112.5, 150 y 225

Potencia, motor seleccionado 128 HP Banco de transformación 150 KYA

Si el motor es de combustión interna a la potencia que resulte de la fórmula, aumentarla un 25% por pérdida de eficiencia por altura sobre el nivel del mar, temperatura, ventilador etc

$$HP \text{ motor combustión interna} = HP (\text{fórmula}) \times 1.25 = \text{HP}$$

Y escoger la velocidad, se recomienda que operen a 1760 revoluciones por minuto (RPM)

PRESUPUESTO Y CANTIDAD DE MATERIALES

D E S C R I P C I O N	CANTIDAD	UNIDAD	PRECIO UNITARIO	IMPORTE
PIEZAS ESPECIALES DE FIERRO FUNDIDO				
Te de 250 x 150 mm (10" x 6") \varnothing	1	pza	6955.00	6,955.00
Te de 200 x 200 mm (8" x 8") \varnothing	2	pza	4859.91	9,719.82
Te de 150 x 150 mm (6" x 6") \varnothing	1	pza	3040.29	3,040.29
Cruz de 200 x 150 mm (8" x 6") \varnothing	1	pza	5195.52	5,195.52
Válvula de mariposa de:				
200 mm (8") \varnothing	1	pza	21037.50	21,037.50
150 mm (6") \varnothing	5	pza	20226.80	101,134.00
Válvula de retención Duo Chek Marca Mission o similar de:				
250 mm (10") \varnothing	1	pza	49316.30	49,316.30
200 mm (8") \varnothing	2	pza	34124.20	68,248.40
Codo a 90° de 150 mm (6") \varnothing	3	pza	2025.54	6,076.62
Codo a 45° de:				
250 mm (10") \varnothing	2	pza	4390.92	8,781.84
200 mm (8") \varnothing	4	pza	2825.4	11,301.60
Codo a 22°30' de 150 mm (6") \varnothing	2	pza	1752.9	3,505.80
Reducción de:				
250 x 150 mm (10" x 6") \varnothing	1	pza	3176.20	3,176.20

PROYECTO: SAN ANTONIO DEL CIPRES

Hoja No. 2 de 5

PRESUPUESTO Y CANTIDAD DE MATERIALES

DESCRIPCION	CANTIDAD	UNIDAD	PRECIO UNITARIO	IMPORTE
200 x 150 mm (8" x 6") Ø	4	pza	2425.50	9,702.00
150 x 100 mm (6" x 4") Ø	7	pza	1565.19	10,956.33
100 x 75 mm (4" x 3") Ø	4	pza	818.73	3,274.92
Junta GPB universal para tubería de A-C Clase A-7 de:				
250 mm (10") Ø	2	pza	2579.82	5,159.64
200 mm (8") Ø	2	pza	2198.79	4,397.58
150 mm (6") Ø	29	pza	1341.45	38,902.05
100 mm (4") Ø	11	pza	816.75	8,984.25
75 mm (3") Ø	4	pza	595.98	2,383.92
Cople te de:				
150 x 75 mm (6" x 3") Ø	64	pza	1492.91	95,546.24
100 x 75 mm (4" x 3") Ø	18	pza	970.12	17,462.16
75 x 75 mm (3" x 3") Ø	8	pza	797.65	6,381.20
Cople te con tapa de:				
150 x 75 mm (6" x 3") Ø	2	pza	2221.30	4,442.60
100 x 75 mm (4" x 3") Ø	3	pza	1220.16	3,660.45
75 x 75 mm (3" x 3") Ø	4	pza	1009.31	4,037.24
Junta Dresser de:				
250 mm (10") Ø	1	pza	8159.80	8,159.80

PROYECTO: SAN ANTONIO DEL CIPRES

Hoja No. 3 de 5

PRESUPUESTO Y CANTIDAD DE MATERIALES

DESCRIPCION	CANTIDAD	UNIDAD	PRECIO UNITARIO	IMPORTE
200 mm (8") \varnothing Medidor de gasto de 250 mm (10") \varnothing para un gasto de 64 l.p.s. Modelo MLFST o similar y una presión de 7 kg/cm ² .	2	pza	6254.60	12,509.20
Medidor de gasto de 200 mm (8") \varnothing para un gasto de 64 l.p.s. Modelo MLFST o similar y una presión de 7 kg/cm ²	1	pza	60280.00	60,280.00
Extremidad de:	2	pza	51920.00	103,840.00
250 mm (10") \varnothing	2	pza	3343.23	6,686.46
200 mm (8") \varnothing	4	pza	2277.99	9,111.96
Tubería de acero al carbón, cédula 40 con extremos bridados para una presión de 7 kg/cm ² de:				
250 mm (10") \varnothing y longitud de 2.20 m.	1	pza	6614.59	6,614.59
250 mm (10") \varnothing y longitud de 1.50 m.	2	pza	4509.95	9,019.90
200 mm (8") \varnothing y longitud de 2.20 m.	2	pza	5186.50	10,373.00
200 mm (8") \varnothing y longitud de 1.50 m.	4	pza	3536.25	14,145.00
Empaque de plomo de:				
250 mm (10") \varnothing	9	pza	273.50	2,462.04
200 mm (8") \varnothing	23	pza	191.07	4,394.61
150 mm (6") \varnothing	5	pza	93.00	465.00

PROYECTO: SAN ANTONIO DEL CIPRESHoja No. 4 de 5

PRESUPUESTO Y CANTIDAD DE MATERIALES

DESCRIPCION	CANTIDAD	UNIDAD	PRECIO UNITARIO	IMPORTE
Tornillos para máquina con cabeza y tuerca hexagonal de:				
22.2 x 102 mm (7/8" x 4")	108	pza	70.77	7,643.16
19.1 x 89 mm (3/4" x 3 1/2")	224	pza	45.56	10,205.44
TOTAL DE PIEZAS ESP. DE FIERRO FUNDIDO				\$ 778,690.29
TUBERIA Y PIEZAS ESPECIALES DE ALUMINIO PARA UNA PRESION DE 7 kg/cm ²				
Tubería de 6.10 m. (20') de longitud de 75 mm (3") Ø con delantal y con salida	304	pza	2667.50	810,920.00
Tubería de 6.10 m. (20') de longitud de 75 mm (3") Ø con delantal y sin salida	444	pza	2667.50	1,184,370.00
Tapón de 75 mm (3") Ø	34	pza	308.00	10,472.00
Codo a 90° de 75 mm (3") Ø	34	pza	1045.00	35,530.00
Válvula hidrante con cople roscado de 75 mm (3") Ø	100	pza	1452.00	145,200.00
Hidrante sencillo de 75 x 75 mm (3" x 3") Ø	23	pza	1452.00	33,396.00
Hidrante doble de 75 x 75 mm (3" x 3") Ø	6	pza	1950.00	11,700.00
Tubo elevador de aluminio de 25 mm (1") Ø y longitud de 1.0 m. con rosca hembra de 3/4" Ø para entrada del aspersor	304	pza	374.00	113,696.00
Aspersor Modelo 40 BWII, P = 50 psi, Q = 9.88 GPM, Db = 7/32" - Dc = 110'	304	pza	1682.00	502,208.00
Pie para tubería de 75 mm (3") Ø	304	pza	185.67	56,443.68

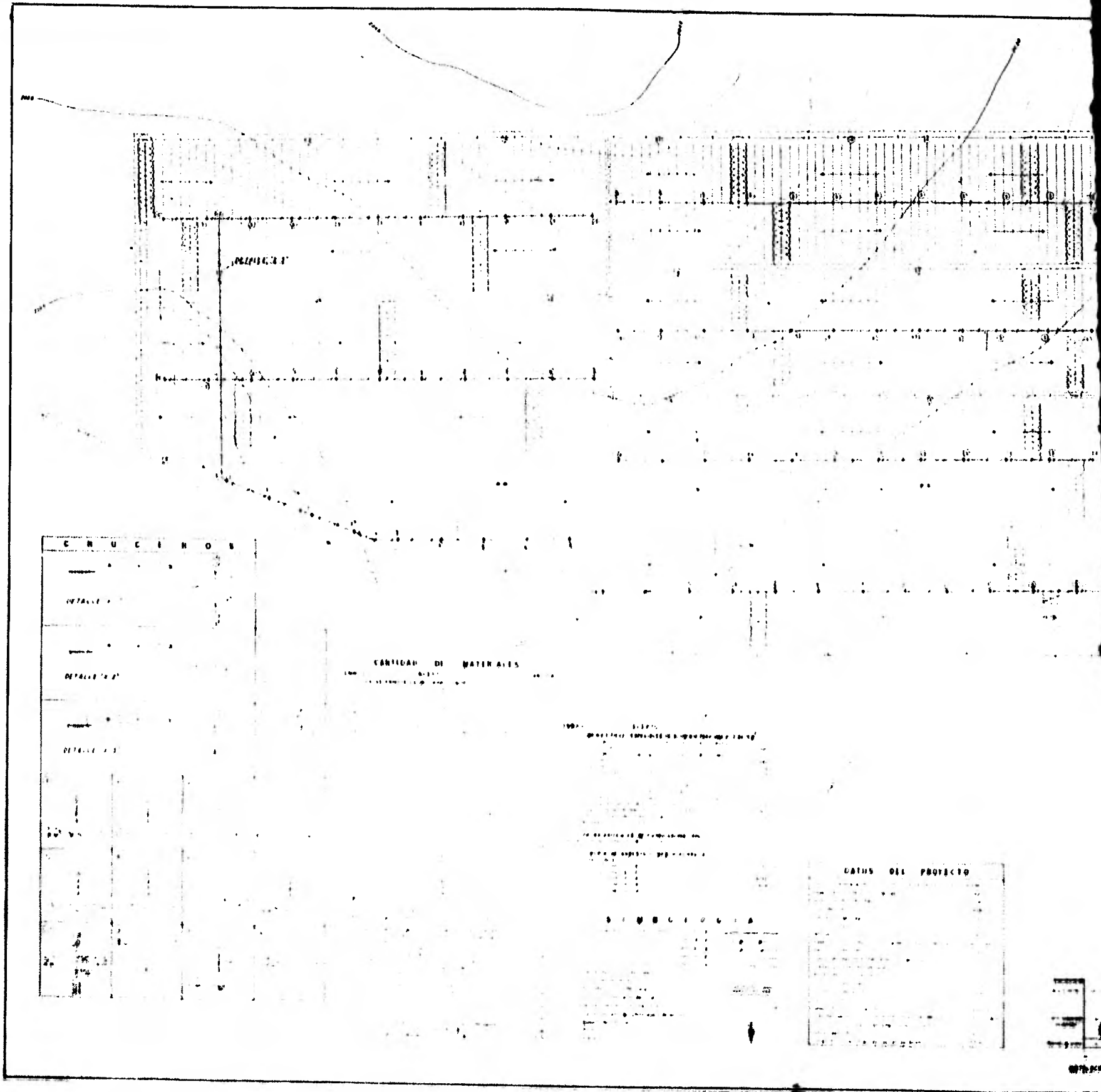
PROYECTO: SAN ANTONIO DEL CIPRES

Hoja No. 5 de 5

PRESUPUESTO Y CANTIDAD DE MATERIALES

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	UNIDAD	PRECIO UNITARIO	IMPORTE
Manómetro con carátula de 9.0 cm. para una presión de 7 kg/cm ² con tubo				
pltot	30	pza	1100.00	33,000.00
TOTAL DE TUBERIA Y PIEZAS ESP. DE ALUMINIO				2'936,935.68
PIEZAS ESPECIALES DE FIERRO GALVANIZADO				
Niple de 75 mm (3") Ø y longitud de 1.0 m.	100	pza	671.12	67,112.00
TOTAL DE PIEZAS ESP. DE FIERRO GALVANIZADO				67,112.00
TUBERIA DE ASBESTO-CEMENTO CLASE A-7				
250 mm (10") Ø	30	m.	610.94	18,328.20
200 mm (8") Ø	215	m.	416.35	89,515.25
150 mm (6") Ø	6542	m.	293.10	1'917,460.20
100 mm (4") Ø	1928	m.	171.00	329,688.00
75 mm (3") Ø	1102	m.	156.37	172,319.74
TOTAL DE TUBERIA DE ASBESTO CEMENTO				2'527,311.39
TOTAL DE PIEZAS DE FIERRO FUNDIDO		778,690.29		
TOTAL DE PIEZAS DE ALUMINIO		2'936,935.68		
TOTAL DE PIEZAS DE GALVANIZADO		67,112.00		
TOTAL DE TUBERIA ASBESTO CEMENTO		2'527,311.39		
TOTAL		6'310,049.36		

COSTO POR HA. = $\frac{6'310,049.36}{241}$ = 26,192.00 \$/Ha.



ALZADO

C R U C I E N O S	
1	2
3	4
5	6
7	8
9	10
11	12
13	14
15	16
17	18
19	20
21	22
23	24
25	26
27	28
29	30
31	32
33	34
35	36
37	38
39	40
41	42
43	44
45	46
47	48
49	50
51	52
53	54
55	56
57	58
59	60
61	62
63	64
65	66
67	68
69	70
71	72
73	74
75	76
77	78
79	80
81	82
83	84
85	86
87	88
89	90
91	92
93	94
95	96
97	98
99	100

CANTIDAD DE MATERIALES

1900

1901

1902

1903

1904

1905

1906

1907

1908

1909

1910

1911

1912

1913

1914

1915

1916

1917

1918

1919

1920

1921

1922

1923

1924

1925

1926

1927

1928

1929

1930

1931

1932

1933

1934

1935

1936

1937

1938

1939

1940

1941

1942

1943

1944

1945

1946

1947

1948

1949

1950

1951

1952

1953

1954

1955

1956

1957

1958

1959

1960

1961

1962

1963

1964

1965

1966

1967

1968

1969

1970

1971

1972

1973

1974

1975

1976

1977

1978

1979

1980

1981

1982

1983

1984

1985

1986

1987

1988

1989

1990

1991

1992

1993

1994

1995

1996

1997

1998

1999

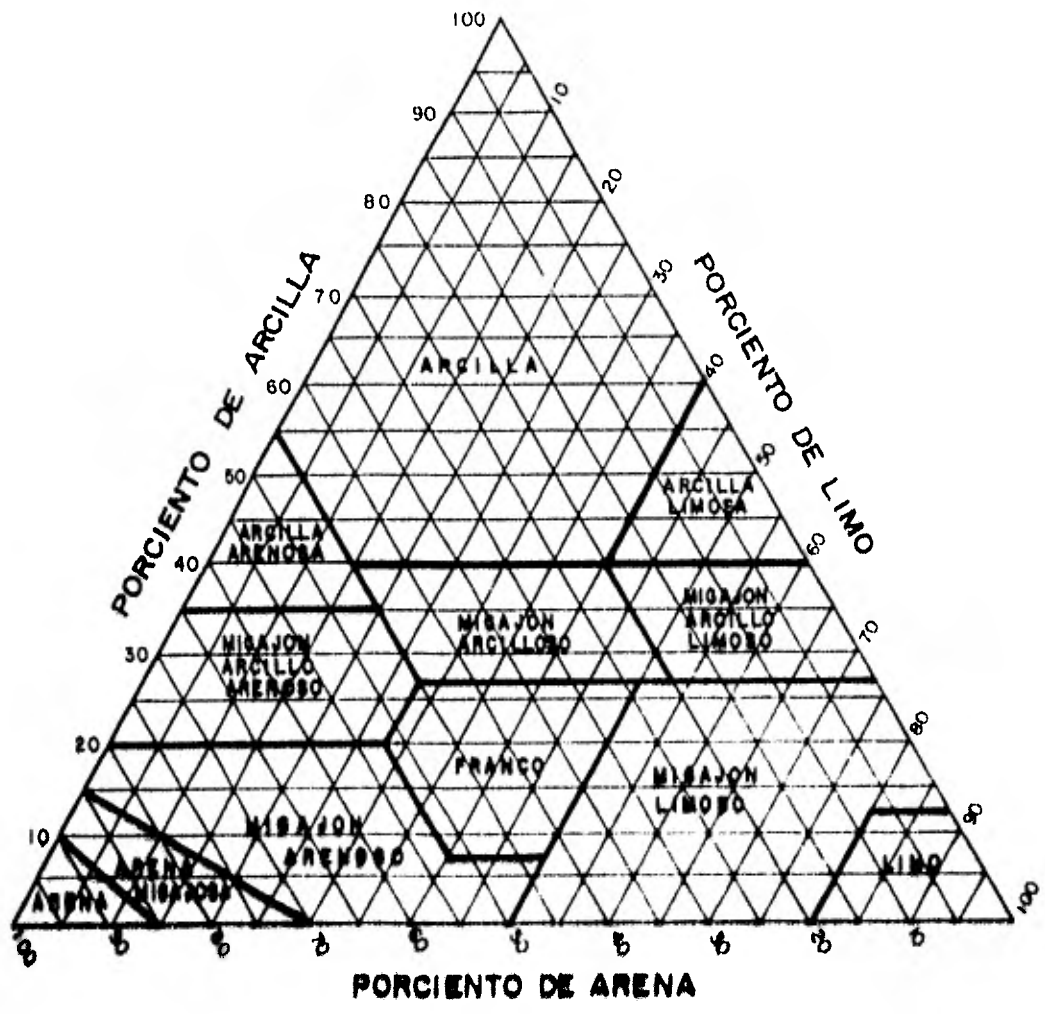
2000

S I M B O L O S

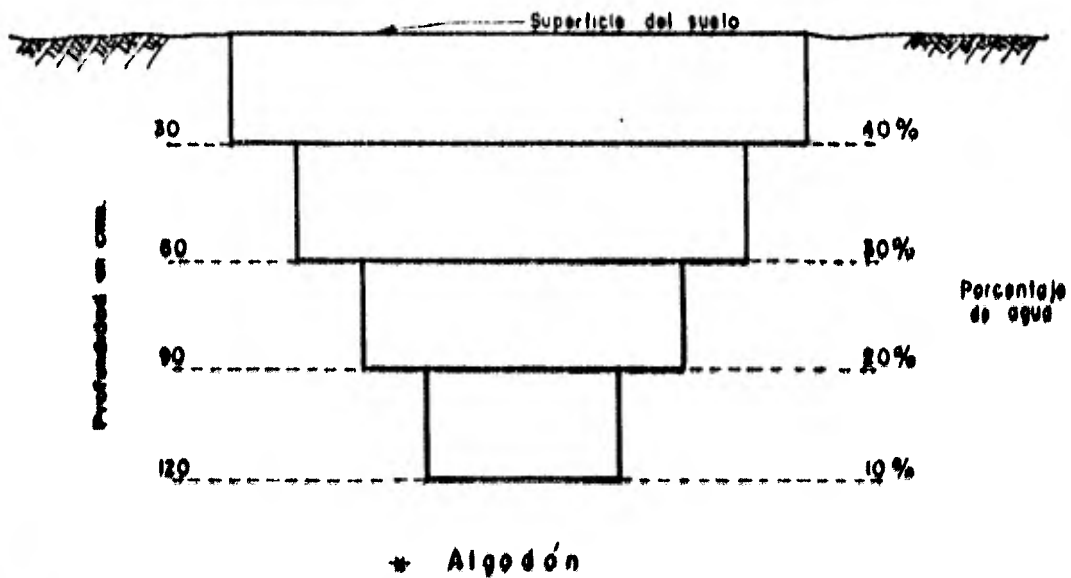
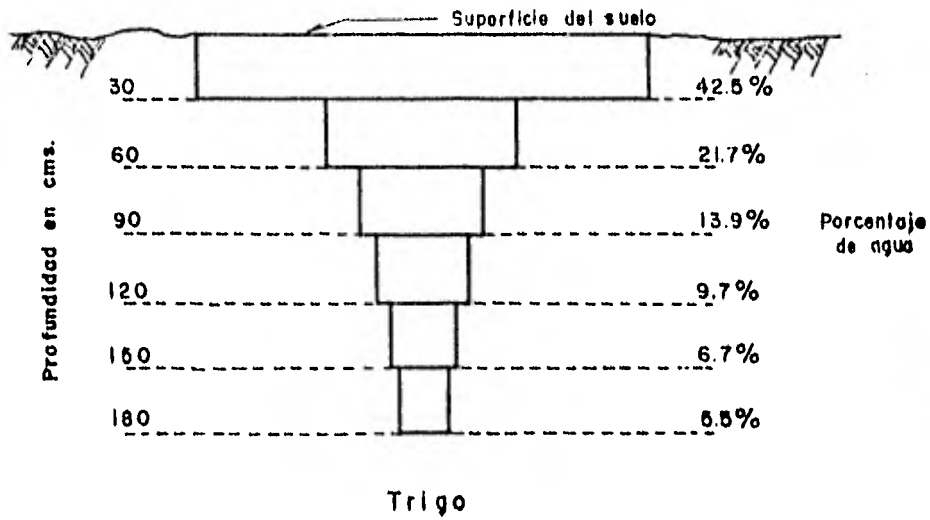
DATOS DEL PROYECTO	
1	2
3	4
5	6
7	8
9	10
11	12
13	14
15	16
17	18
19	20
21	22
23	24
25	26
27	28
29	30
31	32
33	34
35	36
37	38
39	40
41	42
43	44
45	46
47	48
49	50
51	52
53	54
55	56
57	58
59	60
61	62
63	64
65	66
67	68
69	70
71	72
73	74
75	76
77	78
79	80
81	82
83	84
85	86
87	88
89	90
91	92
93	94
95	96
97	98
99	100



A N E X O S

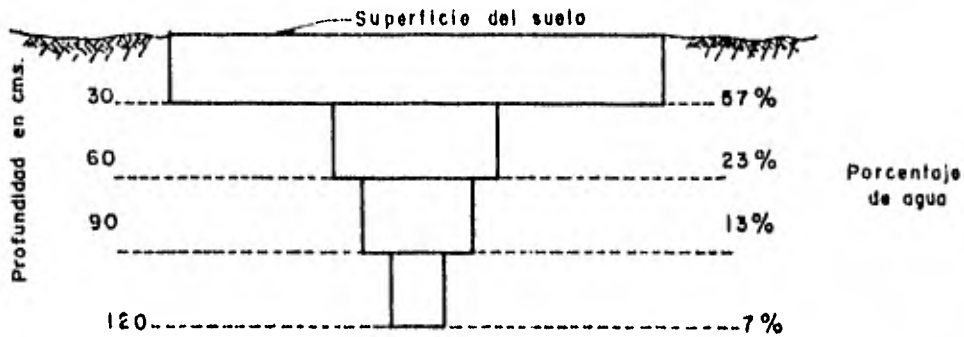


MODELOS DE EXTRACCION DE HUMEDAD

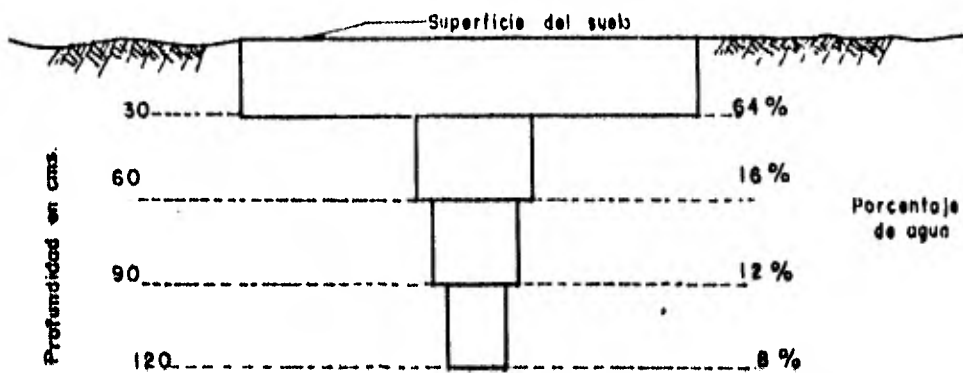


* Cuando no se conoce el modelo de extracción de humedad de un cultivo, tomar esto con base a la profundidad radicular de cultivo por regar

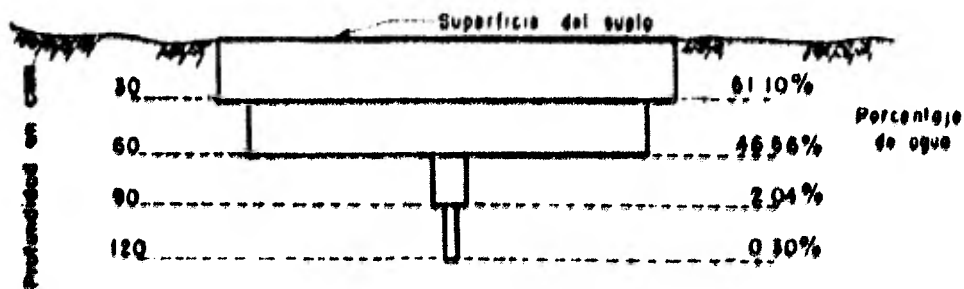
MODELOS DE EXTRACCION DE HUMEDAD



Papa

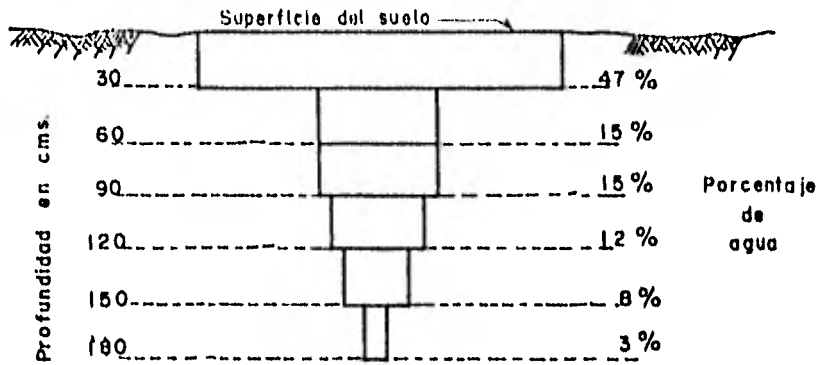


Avena

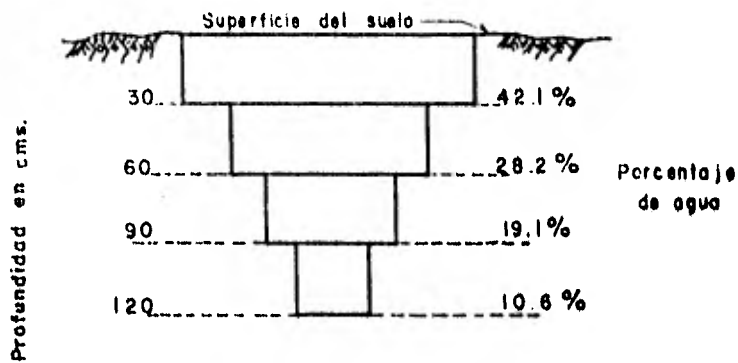


Alfalfa en suelo restringido

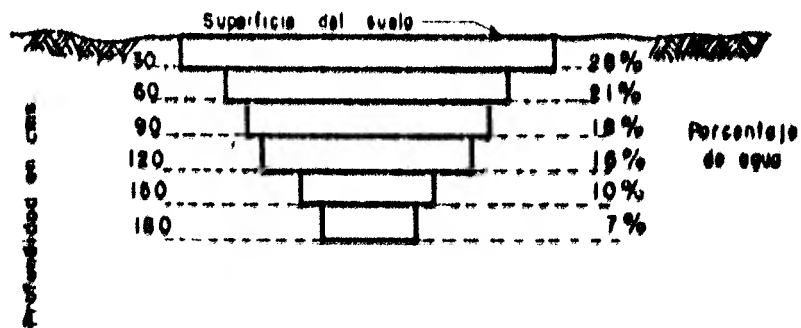
MODELOS DE EXTRACCION DE HUMEDAD



Alfalfa en suelo profundo



Maiz



Sorgo de grano

PROFUNDIDADES DE LAS RAÍCES
DE LOS PRINCIPALES CULTIVOS

. 85

CULTIVOS	PROFUNDIDAD DE LA ZONA RADICULAR METROS
Alfalfa	1.50 a 3.00
Alcachofa	1.20
Espárrago	1.80 a 3.00
Frijol	0.90
Remolacha azucarera	1.20 a 1.80
Betabel	0.60 a 0.90
Frambuesa y zarzamora	1.20 a 1.80
Brócoli	0.60
Col	0.60
Melón Cantaloupe	1.20 a 1.80
Zanahoria	0.60 a 0.90
Coliflor	0.60
Cítricos	1.20 a 1.80
Maz dulce	1.20 a 1.50
Caña de azúcar	1.00
Algodón	1.20 a 1.80
Pepinos	0.60 a 0.90
Frutales de hojas caedizas	1.80 a 2.40
Cereales de grano pequeño; (trigo, cebada, etc.)	1.20
Sorgo	1.20
Vid	1.50 a 3.00
Zacates forrajeros	0.90 a 1.20
Trébol " Ladino "	0.60
Lechuga	0.30 a 0.45
Melón ordinario	1.20 a 1.50
Nueces, avellano	1.20 a 1.80
Cebollas	0.45
Rutabaga	0.90
Cacahuete	0.60
Chicharos	0.90 a 1.20
Papas	0.90 a 1.20
Camote	1.20 a 1.80
Calabazas	1.80
Rábanos	0.30 a 0.45
Soya	0.90 a 1.20
Espinacas	0.60
Calabacita	0.90
Fresas	0.90 a 1.20
Tabaco	1.20
Jitomate	1.80 a 3.00
Nabo	0.90
Nuez de nogal	3.00
Sandías	1.80

VALORES DE LA EXPRESION $\frac{^{\circ}\text{C} + 17.8}{21.8}$ EN RELACION CON -

TEMPERATURAS MEDIAS EN $^{\circ}\text{C}$ PARA USARSE EN LA FORMULA DE BLANEY Y CRIDDLE.

$^{\circ}\text{C}$	.0	.1	.2	.3	.4	.5	.6	.7	.8	.9
3....	0.954	0.959	0.963	0.968	0.972	0.977	0.982	0.986	0.991	0.995
4....	1.000	1.005	1.009	1.014	1.018	1.023	1.028	1.032	1.037	1.041
5....	1.046	1.050	1.055	1.060	1.064	1.069	1.073	1.078	1.083	1.087
6....	1.092	1.096	1.101	1.106	1.110	1.115	1.119	1.124	1.128	1.133
7....	1.138	1.142	1.147	1.151	1.156	1.161	1.165	1.170	1.174	1.179
8....	1.183	1.188	1.193	1.197	1.202	1.206	1.211	1.216	1.220	1.225
9....	1.229	1.234	1.239	1.243	1.248	1.252	1.257	1.261	1.266	1.271
10....	1.275	1.279	1.284	1.289	1.294	1.298	1.304	1.307	1.312	1.317
11....	1.321	1.326	1.330	1.335	1.339	1.344	1.349	1.354	1.358	1.362
12....	1.367	1.372	1.376	1.381	1.385	1.390	1.394	1.400	1.404	1.408
13....	1.413	1.417	1.422	1.427	1.431	1.436	1.440	1.445	1.450	1.454
14....	1.459	1.463	1.468	1.472	1.477	1.482	1.486	1.491	1.495	1.500
15....	1.505	1.509	1.514	1.518	1.523	1.528	1.532	1.537	1.541	1.546
16....	1.550	1.555	1.560	1.564	1.569	1.573	1.578	1.583	1.587	1.592
17....	1.596	1.601	1.606	1.610	1.615	1.619	1.624	1.628	1.633	1.638
18....	1.642	1.647	1.651	1.656	1.661	1.665	1.670	1.674	1.679	1.683
19....	1.688	1.693	1.697	1.702	1.706	1.711	1.716	1.720	1.725	1.729
20....	1.734	1.739	1.743	1.748	1.752	1.757	1.761	1.766	1.771	1.775
21....	1.780	1.784	1.789	1.794	1.798	1.803	1.807	1.812	1.817	1.821
22....	1.826	1.830	1.835	1.839	1.844	1.849	1.853	1.858	1.862	1.867
23....	1.872	1.876	1.881	1.885	1.890	1.894	1.899	1.904	1.908	1.913
24....	1.917	1.922	1.927	1.931	1.936	1.940	1.945	1.950	1.954	1.959
25....	1.963	1.968	1.972	1.977	1.982	1.986	1.991	1.995	2.000	2.004
26....	2.009	2.014	2.018	2.023	2.028	2.032	2.037	2.041	2.046	2.050
27....	2.055	2.060	2.064	2.069	2.073	2.078	2.083	2.087	2.092	2.096
28....	2.101	2.106	2.110	2.115	2.119	2.124	2.128	2.133	2.138	2.142
29....	2.147	2.151	2.156	2.161	2.165	2.170	2.174	2.179	2.183	2.188
30....	2.193	2.197	2.202	2.206	2.211	2.216	2.220	2.225	2.229	2.234
31....	2.239	2.243	2.248	2.252	2.257	2.261	2.266	2.271	2.275	2.280
32....	2.284	2.289	2.294	2.298	2.303	2.307	2.312	2.317	2.321	2.326
33....	2.330	2.335	2.339	2.344	2.349	2.353	2.358	2.362	2.367	2.372
34....	2.376	2.381	2.385	2.390	2.394	2.399	2.404	2.408	2.413	2.417
35....	2.422	2.427	2.431	2.436	2.440	2.445	2.450	2.454	2.459	2.463

PORCENTAJES DE HORAS - LUZ EN EL DIA PARA CADA MES DEL AÑO EN RE-
LACION AL NUMERO TOTAL EN UN AÑO.

MESES

Lat, Nte,	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
15°	7.94	7.37	8.44	8.45	8.98	8.80	9.03	8.83	8.27	8.26	7.75	7.88
16°	7.93	7.35	8.44	8.46	9.01	8.83	9.07	8.85	8.27	8.24	7.72	7.83
17°	7.86	7.32	8.43	8.48	9.04	8.87	9.11	8.87	8.27	8.22	7.69	7.80
18°	7.83	7.30	8.42	8.50	9.09	8.92	8.16	8.90	8.27	8.21	7.66	7.74
19°	7.79	7.28	8.41	8.51	9.11	8.97	9.20	8.92	8.28	8.19	7.63	7.71
20°	7.74	7.26	8.41	8.53	9.14	9.00	9.23	8.95	8.29	8.17	7.59	7.66
21°	7.71	7.24	8.40	8.54	9.18	9.05	9.29	8.98	8.29	8.15	7.54	7.62
22°	7.66	7.21	8.40	8.56	9.22	9.09	9.33	9.00	8.30	8.13	7.50	7.55
23°	7.62	7.19	8.40	8.57	9.24	9.12	9.35	9.02	8.30	8.11	7.47	7.50
24°	7.58	7.17	8.40	8.60	9.30	9.20	9.41	9.05	8.31	8.09	7.43	7.46
25°	7.53	7.13	8.39	8.61	9.32	9.22	9.43	9.08	8.30	8.08	7.40	7.41
26°	7.49	7.12	8.40	8.64	9.38	9.30	9.49	9.10	8.31	8.06	7.36	7.35
27°	7.43	7.09	8.38	8.65	9.40	9.32	9.52	9.13	8.32	8.03	7.36	7.31
28°	7.40	7.07	8.39	8.68	9.46	9.38	9.58	9.16	8.32	8.02	7.22	7.27
29°	7.35	7.04	8.37	8.70	9.49	9.43	9.61	9.19	8.32	8.00	7.24	7.20
30°	7.30	7.03	8.38	8.72	9.53	9.49	9.67	9.22	8.34	7.99	7.19	7.14
31°	7.25	7.00	8.36	8.73	9.57	9.54	9.72	9.24	8.33	7.95	7.15	7.09
32°	7.20	6.97	8.37	8.75	9.63	9.60	9.77	9.28	8.34	7.95	7.11	7.05

Tomada de Blaney, H.F. y W.D. Criddle, SOS-TP-96, U.S.D.A. Soil Conserva-
tion Service.

TABLA PARA EL CALCULO DE K_t A PARTIR DE LA TEMPERATURA EN °C

$$K_t = 0,03114 \quad ^\circ\text{C} \quad + \quad 0,2396$$

t °C	.0	.1	.2	.3	.4	.5	.6	.7	.8	.9
0	0.239	0.243	0.246	0.249	0.252	0.255	0.258	0.261	0.265	0.268
1	0.271	0.274	0.277	0.280	0.283	0.286	0.289	0.293	0.296	0.299
2	0.302	0.305	0.308	0.311	0.314	0.317	0.321	0.324	0.327	0.330
3	0.333	0.336	0.339	0.342	0.345	0.349	0.352	0.355	0.358	0.361
4	0.364	0.367	0.370	0.373	0.377	0.380	0.383	0.386	0.389	0.392
5	0.395	0.398	0.402	0.405	0.408	0.411	0.414	0.417	0.420	0.423
6	0.426	0.430	0.433	0.436	0.439	0.442	0.445	0.448	0.451	0.454
7	0.458	0.461	0.464	0.467	0.470	0.473	0.476	0.479	0.482	0.486
8	0.489	0.492	0.495	0.498	0.501	0.504	0.507	0.511	0.514	0.517
9	0.520	0.523	0.526	0.529	0.532	0.535	0.539	0.542	0.545	0.548
10	0.551	0.554	0.557	0.560	0.563	0.567	0.570	0.573	0.576	0.579
11	0.582	0.585	0.588	0.591	0.595	0.597	0.601	0.604	0.607	0.610
12	0.613	0.616	0.619	0.623	0.626	0.629	0.632	0.635	0.638	0.641
13	0.644	0.647	0.651	0.654	0.657	0.660	0.663	0.666	0.669	0.672
14	0.675	0.679	0.682	0.685	0.688	0.691	0.694	0.697	0.700	0.703
15	0.707	0.710	0.713	0.716	0.719	0.722	0.725	0.728	0.731	0.735
16	0.738	0.741	0.744	0.747	0.750	0.753	0.756	0.759	0.763	0.766
17	0.769	0.772	0.775	0.778	0.781	0.784	0.787	0.791	0.794	0.797
18	0.800	0.803	0.806	0.809	0.812	0.815	0.819	0.822	0.825	0.828
19	0.831	0.834	0.837	0.840	0.843	0.847	0.850	0.853	0.856	0.859
20	0.862	0.865	0.868	0.871	0.875	0.878	0.881	0.884	0.887	0.890
21	0.893	0.896	0.899	0.903	0.906	0.909	0.912	0.915	0.918	0.921
22	0.924	0.927	0.931	0.934	0.937	0.940	0.943	0.946	0.949	0.952
23	0.955	0.959	0.962	0.965	0.968	0.971	0.974	0.977	0.980	0.983
24	0.987	0.990	0.993	0.996	0.999	1.002	1.005	0.008	1.011	1.015
25	1.018	1.021	1.024	1.027	1.030	1.033	1.036	1.039	1.043	1.046

t °C	.0	.1	.2	.3	.4	.5	.6	.7	.8	.9
26	1.049	1.052	1.055	1.059	1.062	1.065	1.068	1.071	1.074	1.077
27	1.080	1.083	1.087	1.090	1.093	1.096	1.099	1.102	1.105	1.108
28	1.111	1.115	1.118	1.121	1.124	1.127	1.130	1.133	1.136	1.139
29	1.143	1.146	1.149	1.151	1.154	1.158	1.161	1.165	1.167	1.171
30	1.174	1.177	1.180	1.183	1.186	1.189	1.192	1.195	1.198	1.201
31	1.205	1.208	1.211	1.214	1.217	1.220	1.223	1.227	1.230	1.233
32	1.236	1.239	1.242	1.245	1.248	1.251	1.255	1.258	1.261	1.264
33	1.267	1.270	1.273	1.276	1.279	1.283	1.286	1.289	1.292	1.295

CULTIVO	Kc	PERIODO VEGETATIVO (en meses)	COEFICIENTE DE DESARROLLO Kc											
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
AGUACATE	0.50 0.55	PERENNE	0.250	0.425	0.575	0.700	0.775	0.800	0.800	0.700	0.637	0.550	0.425	0.350
ALFALFA	0.80 0.85	PERENNE	0.640	0.740	0.880	1.000	1.100	1.140	1.120	0.980	0.800	0.900	0.780	0.660
ALGODON	0.60	6	0.243	0.405	0.832	1.025	0.877	0.607						
	0.65	7	0.225	0.351	0.630	0.945	1.000	0.832	0.630					
CALABAZA SANDIA MELON PEPINO	0.60	4	0.520	0.730	0.780	0.720								
		5	0.505	0.643	0.805	0.778	0.710							
		6	0.488	0.600	0.770	0.805	0.755	0.700						
CHAYOTE- CHILE HABA MOSTAZA LENTEJA EJOTE FRIJOL GARBANZO BERENJENA AJONJOLI	0.60	3	0.675	1.125	0.855									
	0.70	4	0.680	1.012	1.102	0.787								
HUERTOS DE CITRICOS	0.50 0.65	PERENNE	0.623	0.650	0.674	0.694	0.714	0.714	0.714	0.705	0.694	0.674	0.654	0.643
HUERTOS DE PLANTAS CADUCAS (cubierta)	0.6 0.7	PERENNE	0.635	0.754	0.873	0.992	1.091	1.131	1.111	1.055	1.00	0.893	0.770	0.635
HUERTOS DE PLANTAS CADUCAS (sin cubierta)	0.60 0.70	PERENNE	0.166	0.250	0.397	0.635	0.894	0.964	0.952	0.821	0.516	0.297	0.198	0.159
CACAHUATE	0.60 0.65	6	0.560	0.850	0.965	0.915	0.725							
		3	0.540	0.050	0.980									
	0.75	4	0.500	0.880	0.800	0.942								
		5	0.490	0.730	0.050	0.050	0.942							
	0.85	6	0.480	0.630	0.943	0.800	0.400	0.920						
		7	0.480	0.590	0.800	0.060	0.700	0.200	0.915					
		8	0.482	0.550	0.740	0.970	0.080	0.600	0.000	0.912				
MAIZ (grano)	0.60	4	0.496	0.740	0.050	0.020								
		5	0.480	0.445	0.958	0.060	0.020							
	0.70	6	0.480	0.580	0.835	0.050	0.060	0.000						
		7	0.470	0.560	0.700	0.940	0.060	0.050	0.000					
NOBAL	0.7	PERENNE	0.078	0.140	0.240	0.457	0.750	0.936	0.982	0.864	0.672	0.456	0.280	0.077

EFICIENCIA DE APLICACION DE AGUA PARA DISEÑO DE RIEGO POR ASPERSION

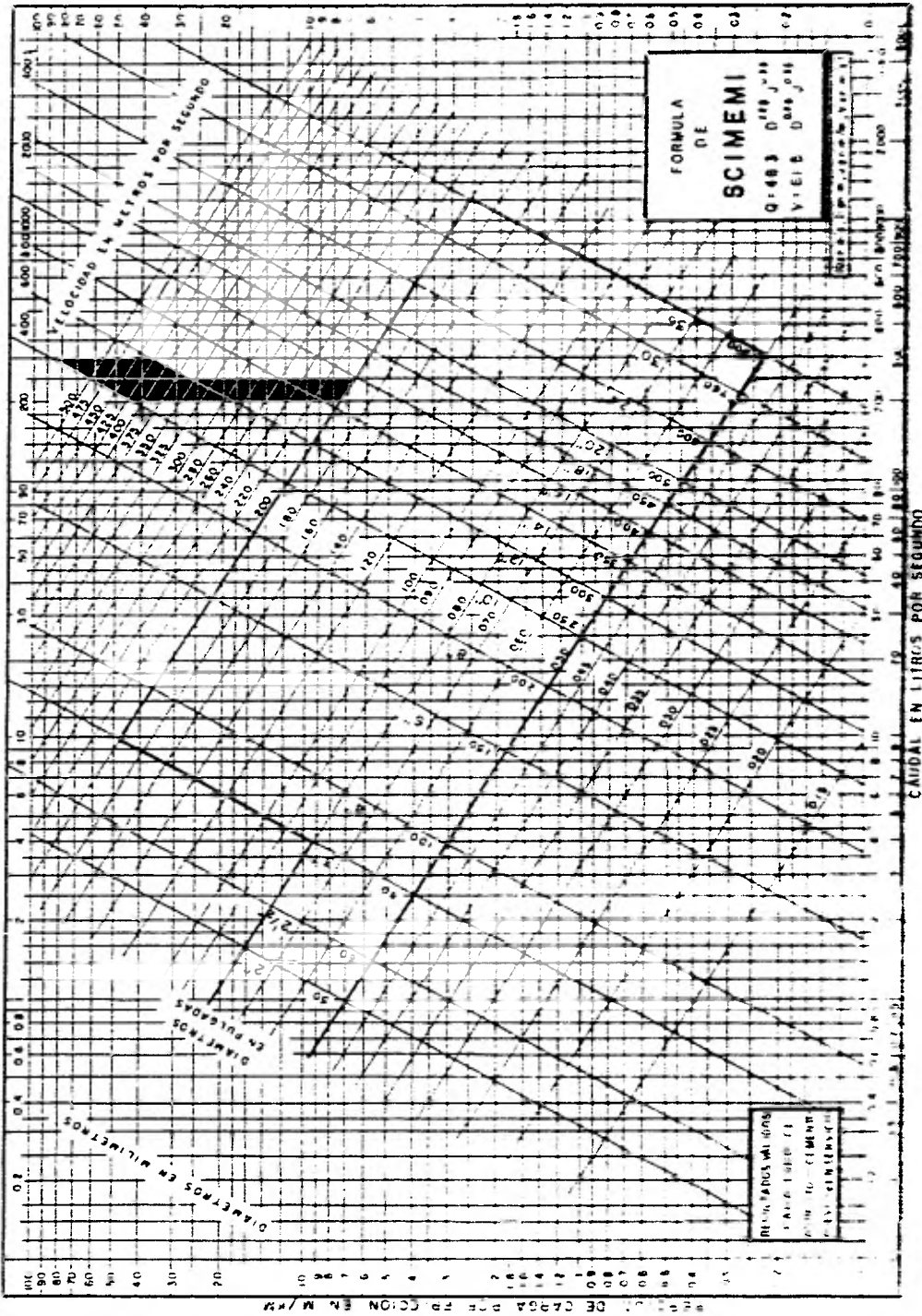
LAMINA DE RIEGO EN cm.	USO CONSUNTIVO EN mm/día		
	5.00 ó menos	5.00 a 7.60	7.60 ó más
Velocidad del viento menor de 6.4 Km/hora.			
2.50	68 %	65 %	62 %
5.00	70 %	68 %	65 %
10.00	75 %	70 %	68 %
15.00	80 %	75 %	70 %
Velocidad del viento de 6.4 a 16 Km/hora.			
2.50	65 %	62 %	60 %
5.00	68 %	65 %	62 %
10.00	70 %	68 %	65 %
15.00	75 %	70 %	68 %
Velocidad del viento de 16 a 24 Km/hora.			
2.50	62 %	60 %	58 %
5.00	65 %	62 %	60 %
10.00	68 %	65 %	62 %
15.00	70 %	68 %	65 %

TEXTURA DE SUELO	PERMEABILIDAD MÁXIMA mm/hora (Úsese solo como una guía)
ARENOSO	19.0
ARENOSO FRANCO	12.7
FRANCO ARENOSOS	10.9
FRANCO	8.9
FRANCO LIMOSOS	7.6
FRANCO ARCILLOSOS	6.4
ARCILLOSOS	3.8
REFERENCIA : "The Fertilizer Handbook"	

"Permeabilidad máxima", es la máxima cantidad de agua que puede absorber el suelo por unidad de tiempo

Ejemplo: Un suelo arcilloso que tiene 3 milímetros por hora de permeabilidad máxima se encharcará cuando reciba una lluvia o un riego superior a esa cantidad

DEPARTAMENTO DE RIEGO POR ASPERSION Y GOTEO



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

- | | |
|---|---|
| IRRIGACIÓN HANDBOOK | W. R. AMES COMPANY |
| RIEGO POR ASPERSIÓN. | SERVICIO DE CONSERVACIÓN DE SUELOS, DEPARTAMENTO DE AGRICULTURA DE E.U.A. |
| COMO, CUANDO Y DONDE REGAR | INGENIERÍA HIDRÁULICA (REVISTA) |
| EL EMPLEO DE RIEGO POR ASPERSIÓN | ARTHUR F. PILLSBURY Y ARIOSTO DEGAN |
| FUNDAMENTOS DEL RIEGO POR ASPERSIÓN | S. AJANINI |
| ELEMENTOS BÁSICOS DEL RIEGO POR ASPERSIÓN | ALLAM, W. MC.CULLOCH |
| SPRINKLER IRRIGACIÓN - HANDBOOK | RAIN BIRD COMPANY (ALFRED S. GREY). |
| ASPECTOS PRÁCTICOS DEL RIEGO POR ASPERSIÓN -- | ING. RUBEN RODRÍGUEZ R. (AMEX-TINSA, S. A.) |
| CATÁLOGOS DE EQUIPO | VARIOS. |