

6
2ej

**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA
DE MEXICO**

ARAGON-INGENIERIA

**COMPARACION DE METODOS HIDRAULICOS
PARA EL PROYECTO DEL DRENAJE
SUPERFICIAL EN CAMINOS**

T E S I S

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

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**

MEXICO D.F.

MARZO, 1988



Universidad Nacional
Autónoma de México



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 está protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

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

I N D I C E

	PÁG.
CAPÍTULO I : INTRODUCCION	
1.1	2
1.1.1	2
1.1.1.1	3
1.1.1.1.1	3
1.1.1.2	7
1.1.1.2.1	8
1.1.1.2.2	11
1.1.1.2.3	12
1.1.2	15
1.1.2.1	17
CAPÍTULO II : EL DRENAJE EN LAS TRES ETAPAS DEL PROYECTO DE UN CAMINO	
2.1	19
2.1.1	21
2.2	23
2.2.1	23
2.2.2	25
2.2.3	25
2.3	27
2.3.1	27
2.3.2	28
2.3.3	29
CAPÍTULO III : METODOS HIDROLOGICOS PARA EL CALCULO DEL DRENAJE SUPERFICIAL EN CAMINOS	
3.A)	34
3.B)	35
3.C)	36
3.C)	46
3.D)	48

3.1	ALCANTARILLAS CON SALIDA LIBRE	55
3.2	ALCANTARILLAS CON DESCARGA SUMERGIDA	56
3.3	ESPACIO LIBRE	57
3.4	SOBRE-ELEVACIÓN	57

**CAPÍTULO IV : APLICACIONES COMPARATIVAS EN
LA PRACTICA**

4.1	APLICACIÓN 1	59
4.2	APLICACIÓN 2	70

CAPÍTULO V : CONCLUSION 80

BIBLIOGRAFIA

I: INTRODUCCION

GENERALIDADES

LA CONSTRUCCIÓN DE LOS PRIMEROS CAMINOS, SE LOGRABA POR LO GENERAL LLEVANDO EL TRAZO POR LOS VALLES O SIGUIENDO LAS CURVAS DEL MISMO NIVEL, SE EMPLEABAN LOS CRUCES DE LOS RÍOS Y LOS PASOS ENTRE LAS MONTAÑAS (PUERTOS) COMO PUNTOS DE REFERENCIA. SE TRATABA DE COMUNICAR TODAS LAS POBLACIONES QUE FUERAN POSIBLES, ESTO OCASIONABA LONGITUD Y UN TIEMPO MAYOR DE RECORRIDO.

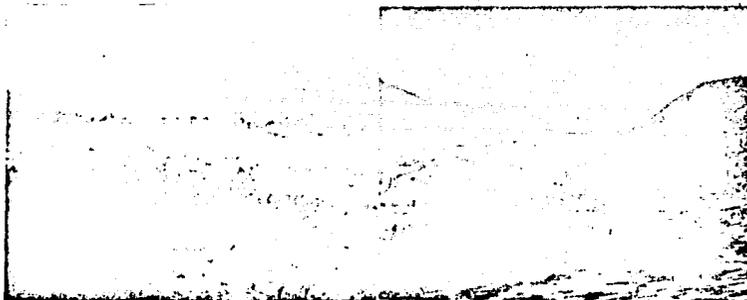
CON EL DESARROLLO Y AUMENTO DE TRÁNSITO, SE VIO LA NECESIDAD DE HACER RUTAS MÁS DIRECTAS, POR LO QUE SE TUVO QUE SUAVIZAR LA PENDIENTE Y ENSANCHAR LA SUBRASANTE, LO QUE REQUERÍA ABARCAR ZONAS - CADA VEZ MÁS EXTENSAS Y DEBIDO A LA POCA UNIFORMIDAD DE LAS CONDICIONES TOPOGRÁFICAS NO PUEDE EVITARSE QUE LOS CAMINOS ATRAVIESEN TODO TIPO DE SUELOS (PERMEABLES, IMPERMEABLES, PANTANOS, ETC.), FIG. 1.

ESTA ZONA POR DONDE PASE EL CAMINO SE VERÁ ALTERADA EN LAS CONDICIONES DE ESCURRIMIENTO Y CARACTERÍSTICAS DE LA CUENCA, PROPICIÁNDOLE MODIFICACIONES, TANTO AL USO DE SUELO COMO A LA RAPIDEZ DE CONCENTRACIÓN DEL AGUA, PROVOCANDO EROSIÓN Y ACUMULACIÓN DE AZOLVES.

EL AGUA ES EL ELEMENTO QUE MÁS PERJUDICA A UN CAMINO Y PUEDE LLEGAR DE DIVERSA FORMAS A ÉL; PROCEDENTE DE LA PRECIPITACIÓN, DE -- FILTRACIONES O QUE ESCURRA POR LA SUPERFICIE DEL TERRENO. LAS QUE ESCURREN SUPERFICIALMENTE PROVOCAN EROSIONES EN CORTES Y TERRAPLENES, LAS QUE SE INFILTRAN TIENDEN A BROSTAR EN LAS PAREDES Y EN LA CORONA DE LOS CORTES, DAÑANDO LA ESTABILIDAD DEL TERRENO Y EL BUEN FUNCIONAMIENTO DEL CAMINO.

POR LO QUE ES MUY IMPORTANTE RECOGER, CANALIZAR Y ELIMINAR EL AGUA QUE PUEDA LLEGAR AL MISMO LO MÁS PRONTO POSIBLE RESOLVIENDO EL DRENAJE. EL DRENAJE ES UNA DE LAS FASES MÁS IMPORTANTES EN EL PROYECTO DE UN CAMINO, POR LO QUE DEBE PROCURARSE QUE SEA LO MEJOR POSIBLE.

ESTE SE DEBERÁ PREVEER Y ESTUDIAR DESDE LA LOCALIZACIÓN MISMA, YA QUE EL DRENAJE IMPERFECTO ES EL MÁXIMO DEFECTO EN LA CONSTRUCCIÓN DE LOS CAMINOS MODERNOS.



a) Carretera Chinahuapan-Acuaco, Tlax. b) Carretera Benito Juárez, Oax.

FIG. 1: CARRETERAS EN DIFERENTES TIPOS DE TERRENO.

1.1 CLASIFICACIÓN DEL DRENAJE

1.1.1 DRENAJE SUPERFICIAL

EN EL DRENAJE SUPERFICIAL EL AGUA ESCURRE O PERMANECE EN LA SUPERFICIE DEL TERRENO DRENÁNDOSE, EVAPORÁNDOSE O FILTRÁNDOSE. LAS OBRAS DEL DRENAJE SUPERFICIAL SE COMPONE DE OBRAS LONGITUDINALES Y OBRAS TRANSVERSALES DE ACUERDO A LA POSICIÓN QUE ESTAS GUARDEN RESPECTO AL EJE DEL CAMINO.

1.1.1.1 DRENAJE LONGITUDINAL

SUELE DENOMINARSE COMO OBRAS DE CAPTACIÓN Y DEFENSA: POR LO GENERAL VA PARALELO AL EJE DEL CAMINO CON EL OBJETO DE INTERCEPTAR LOS ESCURRIMIENOS ANTES DE QUE LLEGUEN AL CAMINO EVITANDO QUE PERMANEZCAN EN EL Y LE CAUCE DESPERFECTOS.

1.1.1.1.1 OBRAS DE DRENAJE LONGITUDINAL

CUNETAS
CONTACUNETAS
BORDILLOS
LAVADEROS
CAJAS DE ENTRADA

CUNETAS

ES UN CANAL QUE SE CONSTRUYE EN LOS TRAMOS EN CORTE EN UNO O AMBOS LADOS DE LA CORONA, CONTIGUO A LA LÍNEA DE HOMBROS CON EL OBJETO DE DRENAR EL AGUA QUE ESCURRE POR LA CORONA DEL CAMINO O POR LOS TALUDES DE CORTE.

NORMALMENTE LA CUNETA ES DE SECCIÓN TRIANGULAR CON UN ANCHO DE UN METRO MEDIDO HORIZONTALMENTE ENTRE EL HOMBRO DE LA CORONA Y EL FONDO DE LA MISMA. EL TALUD INTERNO SERÁ DE 3:1 Y EL EXTERNO EL CORRESPONDIENTE AL DEL CORTE. LA CAPACIDAD HIDRÁULICA PUEDE CALCULARSE CON LOS MÉTODOS ESTABLECIDOS Y DEBE DE ESTAR DE ACUERDO CON LA PRECIPITACIÓN PLUVIAL Y EL ÁREA DRENADA DE LA ZONA. LA PENDIENTE LONGITUDINAL GENERALMENTE ES LA MISMA QUE LA DEL CAMINO PERO PUEDE AUMENTARSE O DISMINUIRSE SI LAS CONDICIONES DEL DRENAJE ASÍ LO REQUIEREN.

LA LONGITUD DE UNA CUNETA ESTA LIMITADA POR SU CAPACIDAD HIDRÁULICA ES DECIR, QUE NO DEBERÁ PERMITIRSE QUE EL AGUA REBASE SU SECCIÓN NI QUE SE EXTIENDA POR EL ACOTAMIENTO, POR LO QUE ESTA SE DEBERÁ LIMITAR COLOCANDO ALCANTARILLAS DE ALIVIO Y PROYEC-

TANDO LAS CANALIZACIONES CONVENIENTES O AUMENTANDO SU SECCIÓN --
TRANSVERSAL.

CUANDO LA VELOCIDAD DEL AGUA SEA FUERTE, HABRÁ QUE DISMINUIRLA O
PROTEGER LA CUNETETA (ZAMPEADO) PARA EVITAR QUE SEA EROSIONADA.

CONTRANUNETAS

ES UN CANAL QUE SE UBICA ARRIBA DE LA LÍNEA DE CEROS DE LOS COR-
TES PARA INTERCEPTAR LOS ESCURRIMIENTOS SUPERFICIALES DEL TERRENO
NATURAL. GENERALMENTE SON DE FORMA TRAPEZOIDAL Y ESTÁN DEFINIDAS
POR EL ANCHO DE SU PLANTILLA, SU PROFUNDIDAD Y SU TALUD. SE CONS-
TRUYEN PERPENDICULARES A LA PENDIENTE MÁXIMA DEL TERRENO CON EL
FIN DE LOGRAR INTERCEPTAR EFICIENTEMENTE EL ESCURRIMIENTO. SU --
PROYECTO EN DIMENSIONES Y LOCALIZACIÓN ESTARÁ SUJETO A LOS ESTU-
DIOS DE DRENAJE Y A LAS CONDICIONES GEOTÉCNICAS.

LAS CONTRACUNETAS PUEDEN SER PERJUDICIALES SI A TRAVÉS DE SUS -
PAREDES O SU FONDO OCURREN FILTRACIONES QUE REDUNDEN EN LA INESTA-
BILIDAD DE LOS TALUDES DE CORTE, EN ESTOS CASOS DEBE ESTUDIARSE -
LA CONVENIENCIA DE IMPERMEABILIZARLAS O BUSCAR OTRO TIPO DE SOLU-
CIONES.

CANALES AUXILIARES

EN TERRENOS SENSIBLEMENTE PLANOS EN DONDE EL ESCURRIMIENTO ES DE
TIPO TORRENCIAL Y NO EXISTAN CAUCES DEFINIDOS, SERÁ NECESARIO --
CONSTRUIR CANALES QUE INTERCEPTEN EL AGUA ANTES DE QUE LLEGUEN AL
CAMINO Y LA CONDUZCAN A SITIOS PREVIAMENTE ELEGIDOS PARA LA CONS-
TRUCCION DE UNA OBRA DE CRUCE. LA PENDIENTE DE ESTE DEBERÁ PRO-
YECTARSE TOMANDO EN CUENTA ENTRE OTROS FACTORES; QUE LA DESCARGA
SE EFECTUE EN EL SITIO PREESTABLECIDO Y EVITAR LA CONSTRUCCION DE
CANALES DE GRAN LONGITUD.

BORDILLOS

SON ELEMENTOS QUE SE CONSTRUYEN SOBRE LOS ACOTAMIENTOS JUNTO A LOS HOMBROS DE LOS TERRAPLENES PARA ENCAUZAR EL AGUA QUE ESCURRE POR LA CORONA. EL CAUDAL RECOGIDO SERA DESCARGADO EN OBRAS CONSTRUIDAS SOBRE EL TALUD DEL TERRAPLÉN (LAVADEROS), CON EL FIN DE EVITAR LA EROSIÓN EN LOS TALUDES, ANTES DE PROYECTAR UN BORDILLO DEBERÁ DE ESTUDIARSE LA EROSIONABILIDAD DEL TALUD PARA LA PRECIPITACIÓN PLUVIAL QUE SE TENGA EN LA ZONA.

EN TRAMOS CON PENDIENTE LONGITUDINAL MENOR DEL 1% NO SE ACONSEJA - LOS BORDILLOS, YA QUE EL AGUA QUE RECOJA ESCURRIRA UNICAMENTE POR TIRANTE HIDRÁULICO Y PUEDE PROVOCAR ACUMULACIONES DE AGUA. SI LA PENDIENTE ES MAYOR, EL BOMBEO Y EL ESPESOR DE LA CARPETA LIMITAN - LA ALTURA MÁXIMA DEL BORDILLO PUESTO QUE NO ES ADMISIBLE QUE EL AGUA RECOGIDA INVADA LA CALZADA. EN ALGUNAS OCACIONES SU FUNCIÓN ES REEMPLAZADA POR ESPECIES VEGETALES (PASTO) QUE CRECEN EN LOS TALUDES DEL TERRAPLÉN.

LAVADEROS

ES UNA OBRA COMPLEMENTARIA DE DRENAJE QUE SE CONSTRUYE SOBRE EL -- TALUD, SU OBJETIVO ES GUIAR EL AGUA QUE RECIBE DE LOS BORDILLOS HASTA EL PIE DEL TERRAPLÉN PARA EVITAR SU EROSIÓN, CANALIZANDOSE - HACIA LAS PARTES BAJAS ALEJADAS DEL CAMINO O HACIA LAS CORRIENTES NATURALES.

LAS DIMENSIONES DEL UMBRAL SE DETERMINA PARA QUE DESFOGUE SÓLO DEL 85 AL 90% DEL AGUA INTERCEPTADA DE LA ZONA QUE ESTE SIRVIENDO, DEJANDO QUE LA OTRA PARTE DEL FLUJO SIGA HACIA EL SIGUIENTE LAVADERO VARIANDO SU SEPARACIÓN. ESTE UMBRAL DEBERÁ DOTARSE DE UN PEQUEÑO DENTELLÓN CONSTRUIDO MONOLITICAMENTE CON LA RAMPA PARA EVITAR QUE EL EFECTO EROSIVO PROVOCADO POR EL AGUA LO DESTRUYA. LA -- RAMPA DEL LAVADERO DEBE PROYECTARSE PARA CONDUCIR EL AGUA CAPTADA SIN QUE SEAN REBASADOS SUS BORDOS; PARA DETERMINAR SU ALTURA DEBE TOMARSE EN CUENTA QUE EL TIRANTE ES EL CRÍTICO POR SER UN CAMBIO DE

PENDIENTE SUAVE A FUERTE DISMINUYENDO HACIA EL FINAL DE LA RAMPA.

BOMBEO DEL CAMINO

CONSISTE EN PROPORCIONAR A LA CORONA DEL CAMINO EN LAS TANGENTES DEL TRAZO HORIZONTAL, UNA PENDIENTE TRANSVERSAL DEL CENTRO HACIA LOS HOMBROS, SU FUNCIÓN ES LA DE PERMITIR QUE EL AGUA ESCURRA SOBRE LA CORONA EVITANDO EN LO POSIBLE QUE PENETRE EN LAS TERRACERÍAS O QUE PROVOQUE ENCHARCAMIENTOS QUE PUEDAN SER NOCIVOS.

EN LAS CURVAS HORIZONTALES LA SOBRE-ELEVACIÓN QUE SE LE PROPORCIONA SIRVE PARA DAR SALIDA AL AGUA QUE CAE EN ESTA PARTE HACIA EL HOMBRO INTERIOR; DEPENDIENDO DEL TIPO DE CAMINO SERA EL BOMBEO.

CAJAS DE ENTRADA

ES UN DISPOSITIVO EN DONDE CAE EL AGUA QUE CORRE POR LA CUNETETA, SU FUNCIÓN ES ENCAUZARLA HACIA LAS ALCANTARILLAS; LA APLICACIÓN MAS FRECUENTE DE ESTAS ESTRUCTURAS ES EN LAS LADERAS DE LAS LOMAS DONDE EL AGUA QUE SE REUNE EN LA CUNETETA SE PUEDE ELIMINAR A INTERVALOS POR MEDIO DE UNA ALCANTARILLA DE ALIVIO.

SU LOCALIZACIÓN Y DISEÑO SON DE ESPECIAL IMPORTANCIA, ES TAN FRECUENTE EL ERROR DE OMITIRLAS COMO EL DE COLOCARLAS EN LUGARES -- INADECUADOS, SU DISEÑO ESTA RELACIONADO CON LA CAPACIDAD DE LAS CUNETAS. EN PENDIENTES MUY FUERTES EN GENERAL ES BUENO PROYECTARLAS CON UN DENTELLÓN OBSTRUCTOR EN LA PARTE DE AGUAS ABAJO, CON EL FIN DE QUE TODA EL AGUA QUE ESCURRA HASTA ESE PUNTO SEA DETENIDA Y TENGA SALIDA POR LA ALCANTARILLA.

DESARENADOR

ES UNA OBRA QUE SE COMPONE DE UNA CAJA DE ENTRADA Y UN DISPOSITIVO DESTINADO A RETENER LOS SEDIMENTOS (LODO, HOJAS, ECT.) QUE -- LLEVE EL AGUA POR LA CUNETETA E IMPEDIR QUE ESTOS SE INTRODUZCAN A LAS ESTRUCTURAS DEL DRENAJE SUBTERRÁNEO O A LAS ALCANTARILLAS,

ESTOS SE EMPLEAN SÓLO CUANDO SEA EstrictAMENTE NECESARIO.

1.1.1.2 DRENAJE TRANSVERSAL

SUELEN DENOMINARSE OBRAS DE CRUCE; TIENEN POR OBJETO DAR PASO LO MÁS PRONTO POSIBLE AL AGUA QUE POR NO PODER DESVIARSE EN OTRA -- FORMA TENGA QUE CRUZAR EL CAMINO. A ESTE TIPO DE ESTRUCTURAS SE -- LES CONOCE COMO OBRAS DE ARTE Y COMPRENDE A LOS PUENTES Y LAS AL- ANTARILLAS; A LOS PUENTES NO SE LES TRATARA EN ESTE TRABAJO PUES- TO QUE REQUIEREN UN ESTUDIO ESPECIAL APARTE.

PUENTES

SON ESTRUCTURAS CON CLARO MAYOR DE 6 METROS, VAN COLOCADOS EN -- FORMA PARALELA AL EJE DEL CAMINO, ES DECIR SALVAN TRANSVERSALMEN- TE UNA CORRIENTE NATURAL O ARTIFICIAL SIN QUE LA ESTRUCTURA ENTRE EN CONTACTO CON ELLA, NO LLEVAN COLCHÓN DE TIERRA, FIG. 2.

PARA EL PROYECTO DE LOS PUENTES SE REALIZAN ESTUDIOS TOPOGRÁFICOS HIDRÁULICOS Y DE SUELOS PARA CADA CASO PARTICULAR.

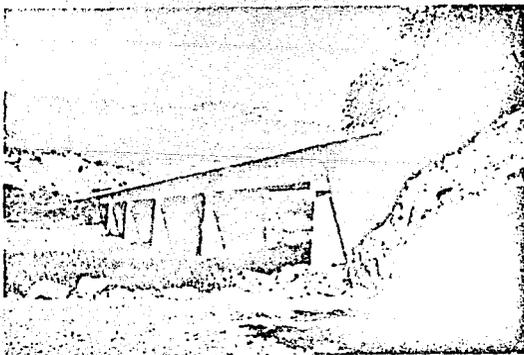


FIG. 2: PUENTE SOBRE EL RIO GRANDE.
(Cuicatlán, Oax.)

ALCANTARILLAS

SON ESTRUCTURAS CUYA LONGITUD ES MENO DE 6 METROS, SE COLOCAN -- TRANSVERSALMENTE AL EJE DEL CAMINO SOBRE EL CAUCE DE LA CORRIENTE SIRVEN PARA CAPTAR, CONFINAR Y CONDUCIR EL AGUA DE LOS ESCURRIDEROS A TRAVÉS DEL TERRAPLÉN O CORTE PERMITIENDO QUE SOBRE ELLA PASE EL CAMINO.

ESTAS ESTRUCTURAS SE COMPONEN DE DOS PARTES PRINCIPALMENTE, LA -- CENTRAL QUE FORMA EL "CAÑÓN" Y LOS EXTREMOS QUE PUEDEN LLEVAR MUROS DE CABEZA SI LA ALCANTARILLA ES TUBULAR O ALEROS SI ES DE OTRO TIPO. TANTO LOS MUROS DE CABEZA COMO LOS ALEROS SIRVEN PARA EVITAR LA EROSIÓN ALREDEDOR DEL CAÑÓN E IMPEDIR QUE EL TERRAPLÉN INVADA PARTE DEL CAUCE.

LAS ALCANTARILLAS SE DISEÑAN PARA RESISTIR LA PRESIÓN HIDROSTÁTICA E HIDRAULICAMENTE SE CONSIDERAN COMO TUBOS CORTOS SI SU LONGITUD ES MENOR A 50 Ø Y TUBOS LARGOS SI ES MAYOR A 50 Ø.

1.1.1.2.1 TIPOS DE ALCANTARILLAS

ALCANTARILLA DE ALIVIO

SON ESTRUCTURAS QUE SE COLOCAN PARA ALIVIA A LAS CUNETAS CUANDO - ESTAS SON DE GRAN LONGITUD Y ASÍ EVITAR QUE EL AGUA LAS REBASE E INVADA EL ACOTAMIENTO Y PARTE DE LA CALZADA.

ALCANTARILLA DE TUBO

SON ESTRUCTURAS DE SECCIÓN CIRCULAR QUE REQUIEREN SIEMPRE DE UN -- COLCHÓN MÍNIMO DE 0.60 METROS PARA UN MEJOR FUNCIONAMIENTO ESTRUCTURAL.

LOS TUBOS PUEDEN SER DE DIFERENTE MATERIAL: CONCRETO REFORZADO, - LÁMINA CORRUGADA, HIERRO COLADO, BARRO, ETC. TODOS SON ADECUADOS PARA CIMENTACIONES FIRMES, LOS MAS USUALES SON LOS DE CONCRETO RE-

FORZADO Y LÁMINA CORRUGADA.

ESTE TIPO DE ALCANTARILLAS POR LO GENERAL SE USAN EN TERRENOS DONDE SE TIENEN ESCURRIDEROS DEFINIDOS, FIG. 3.



FIG. 3: ALCANTARILLA DE TUBO DE LAMINA
(Carretera B. Juárez, Oax.)

ALCANTARILLA DE CAJÓN

SON ESTRUCTURAS DE SECCIÓN RECTANGULAR FORMADO POR DOS PAREDES, -- TECHO Y PISO DE CONCRETO REFORZADO; ESTOS ELEMENTOS TRABAJAN EN -- CONJUNTO COMO UN MARCO RÍGIDO QUE ABSORBE EL PESO Y EL EMPUJE DEL TERRAPLÉN, LA CARGA VIVA Y REACCIÓN DEL TERRENO. ESTE TIPO DE ALCANTARILLAS TIENEN UNA AMPLIA BASE DE SUSTENTACIÓN, LARGA VIDA Y GRAN ADAPTABILIDAD SOBRE TODO EN TERRENOS PANTANOSOS DONDE LA CAPACIDAD DE CARGA ES BAJA, SE CONSTRUYEN CON UN COLCHÓN MÍNIMO DE 0.20 METROS.

ALCANTARILLA DE BÓVEDA

SON ESTRUCTURAS CUYA SECCIÓN TRANSVERSAL INTERNA ESTÁ FORMADO POR TRES PARTES PRINCIPALMENTE: DOS PAREDES VERTICALES QUE FORMAN LAS

CARAS INTERIORES DE LOS ESTRIBOS Y SOBRE ESTAS UN ARCO CIRCULAR. REQUIEREN PARA SU MEJOR FUNCIONAMIENTO UN COLCHON MÍNIMO DE 1.00 METROS SOBRE LA CLAVE DEL ARCO CIRCULAR, SU EMPLEO GENERALMENTE ES SOBRE LAS BARRANCAS Y CAÑADAS PROFUNDAS, FIG. 4.



FIG. 4: ALCANTARILLA DE BOVEDA
(Carretera B. Juárez, Oax.)

ALCANTARILLA DE LOSA

SON ESTRUCTURAS FORMADAS POR DOS MUROS YA SEA DE MANPOSTERIA, DE CONCRETO O DE AMBOS SOBRE LOS CUALES SE APOYA UNA LOSA QUE PUEDE COLOCARSE EN RASANTE, EN SUBRASANTE O CON UN COLCHÓN DE HASTA - 4.00 METROS, SE USAN CUANDO LA SECCIÓN DEL CAUCE ES AMPLIA Y NO BIEN DEFINIDA, SOBRE TODO EN TERRENOS PLANOS. PUEDEN COLOCARSE EN PENDIENTES DE CERO A 12%, FIG. 5.

LOS SIFONES SE EMPLEAN CUANDO SE DA EL CASO DE QUE LA RASANTE DEL CAMINO POR CIRCUNSTANCIAS TALES QUE IMPIDAN ELEVARLA TODO LO QUE REQUERIRÍA UNA ALCANTARILLA COMÚN, EN ESTOS CASOS HAY QUE DAR PASO AL AGUA MEDIANTE UNA ESTRUCTURA HERMÉTICA. ESTA SITUACIÓN POR LO GENERAL SE PRESENTA EN TERRENOS PLANOS PARA DAR PASO A ALGÚN CANAL DE RIEGO.

(EN RELACIÓN A LOS SIFONES PUEDE CONSULTARSE LOS TRATADOS DE IRRIGACIÓN).

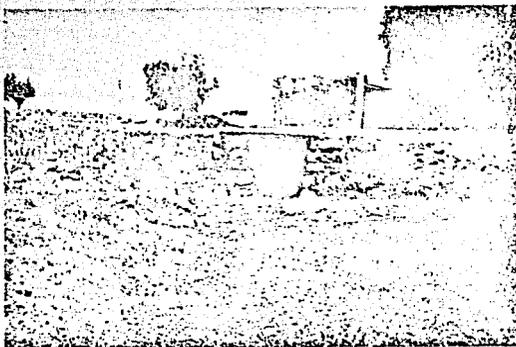


FIG. 5: ALCANTARILLA DE LOSA
(Carretera.B. Juárez, Oax.)

VADOS

EN CAMINOS DE POCO TRÁNSITO Y EN LAS ZONAS DONDE LA PRECIPITACIÓN Y POR ENDE EL ESCURRIMIENTO ES ESCASO, ES POSIBLE EVITAR LA CONSTRUCCIÓN DE ALCANTARILLAS, PERMITIENDO QUE EL AGUA PASE DIRECTAMENTE SOBRE UNA DEPRESIÓN DEL CAMINO. PARA IMPEDIR QUE EL CAMINO SE DESLAVE, ESTOS DEBEN PROTEGERSE LATERALMENTE YA SEA CON TABLESTAS O CON MUROS DE RETENCIÓN.

1.1.1.2.2 FORMAS DE CRUCES

EN LA DIRECCIÓN GENERAL DE CARRETERAS FEDERALES, EL TÉRMINO "CRUCE" SE EMPLEA PARA DESIGNAR EL PUNTO DE INTERSECCIÓN DEL EJE DE -- UNA VÍA TERRESTRE, CARRETERA O FERROCARRIL CON EL EJE DE UNA CORRIENTE DE AGUA NATURAL O ARTIFICIAL INCLUYENDO LAS LAGUNAS Y LOS PANTANOS.

CRUCE NORMAL

SE CONSIDERA CRUCE NORMAL CUANDO EL EJE DE LA OBRA SEA PERPENDICULAR AL EJE DEL CAMINO O MENOR E IGUAL A 5° .

CRUCE ESVAJADO

ES CUANDO EL ÁNGULO ENTRE EL EJE DE LA OBRA Y EL EJE DEL CAMINO SEA DIFERENTE A 90° , SIENDO ESVAIAJE EL COMPLEMENTO AL MENOR ÁNGULO DE DEFLEXIÓN QUE HACE EL EJE DEL CAMINO TOMANDO EN CUENTA EL SENTIDO DE CADENAMIENTO CON EL EJE DE LA OBRA, SU SENTIDO SERA CONTRARIO AL DE LA DEFLEXIÓN.

PUEDA SER ESVAIAJE DERECHO O IZQUIERDO DEPENDIENDO DEL SENTIDO DE CADENAMIENTO Y DEL ESCURRIMIENTO. EN ESTOS CASOS ES CONVENIENTE ALINEAR LA ALCANTARILLA CON EL FONDO DEL CAUCE AUNQUE SE TENGA QUE HACER UNA ESTRUCTURA DE MAYOR LONGITUD.

CRUCE RADIAL

ESTOS SE FORMAN EN LAS CURVAS HORIZONTALES CUANDO EL ÁNGULO DE DEFLEXIÓN DEL EJE DE LA OBRA ES DE 90° RESPECTO A LA TANGENTE QUE PASA POR EL PUNTO DE LA CURVA EN QUE SE INTERSEPTA CON EL EJE DE TRAZO DEL CAMINO.

1.1.1.2.3 PROYECTO PARA LAS ALCANTARILLAS

PROCEDIMIENTO:

A) LOCALIZACIÓN

LAS ALCANTARILLAS DEBEN LOCALIZARSE Y UBICARSE DE TAL MANERA QUE ENTRE Y SALGA EN UNA MISMA LÍNEA, EVITANDO CAMBIOS BRUSCOS DE DIRECCIÓN QUE RETARDARÍA LA ENTRADA DEL AGUA OBLIGANDO A EMPLEAR CONDUCTOS DE MAYOR SECCIÓN. ASÍ MISMO NO DEBE ALTERARSE SU CURSO -- CERCA DE LOS EXTREMOS, YA QUE PUEDE VOLVERSE INADECUADO CAUSANDO

DESlaves y remansos que aumentarían los gastos de conservación.

La pendiente ideal de las alcantarillas es la que que no ocasione transporte de sedimentos ni velocidad excesiva, es la que exige menor longitud y facilita el reemplazo del conducto si fuese necesario, lo normal es hacer coincidir la pendiente de la alcantarilla con la del lecho de la corriente.

La longitud va a depender del ancho de la corona, de la forma de los extremos, de la altura del terraplén, del talud, del esviaje y de la pendiente. Debe ser lo suficientemente larga para que sus extremos no queden obstruidos por sedimentos o por la expansión del terraplén.

B) DISEÑO HIDRÁULICO

La sección de las alcantarillas se proporciona de acuerdo al tamaño de la cuenca; para cuencas grandes se da en base al escurrimiento para cuencas pequeñas es por conveniencia y facilidad de limpieza.

INFORMACIÓN NECESARIA PARA EL DISEÑO HIDRÁULICO

- CARACTERÍSTICAS DE LA CUENCA EN CUANTO A PRECIPITACIÓN Y ESCURRIMIENTO;
- ÁREA DE LA CUENCA;
- PERFIL DEL CAUCE A LA ENTRADA Y A LA SALIDA;
- SECCIÓN TRANSVERSAL DEL CAUCE A LA SALIDA;
- SECCIÓN TRANSVERSAL DEL TERRAPLÉN DONDE SE COLOCARÁ LA ESTRUCTURA;
- COTAS DE NIVEL A LA ENTRADA DE LA CUENCA HASTA EL PUNTO MÁS ALTO PARA DETERMINAR LA CAPACIDAD DEL EMBALSE;
- ELEVACIÓN MÁXIMA DEL AGUA, AGUAS ABAJO DE LA ALCANTARILLA;
- ESTUDIO SOBRE LA RESISTENCIA A LA EROSIÓN DEL LECHO DE LOS CANALES;
- POSIBILIDAD DE CAMBIO DE DIRECCIÓN DE LA CORRIENTE.

ES IMPORTANTE QUE LAS CARACTERÍSTICAS HIDRÁULICAS SEAN COMPATIBLES CON LAS CARACTERÍSTICAS GEOMÉTRICAS.

CUANDO SE APLIQUEN ALCANTARILLAS DE TUBO; ES CONVENIENTE QUE NO TRABAJEN FORZADOS (LLENOS), YA QUE ESTO PROVOCA UNA ELEVACIÓN DEL NIVEL DE AGUA A LA ENTRADA LO QUE PRODUCIRÍA INUNDACIONES EN LOS TERRAPLENES ADYACENTES Y MAYORES PRESIONES EN EL CAÑÓN DE LA OBRA.

C) ELECCIÓN DEL TIPO DE OBRA

DEBERÁ ELEJIRSE UNA ESTRUCTURA QUE TENGA UNA ADECUADA FUNCIONALIDAD HIDRÁULICA Y ESTRUCTURAL, ES DECIR QUE PERMITA PASAR EL ESCURRIMIENTO SIN PROVOCAR ELEVACIÓN EXCESIVA DEL NIVEL AGUAS ARRIBA Y NO OCASIONAR SOCAVACIÓN A LA SALIDA.

EN CUANTO A LO ECONÓMICO, LA ELECCIÓN SE VERA CONDICIONADA A LA ALTURA DEL TERRAPLÉN, FORMA DE LA SECCIÓN EN EL CRUCE, CAPACIDAD DE SUSTENTACIÓN DEL TERRENO, MATERIALES DISPONIBLES EN LA ZONA, TIPIFICACIÓN DE LAS OBRAS Y DIMENSIONES DE LA MISMA.

D) DISEÑO GEOMÉTRICO

LAS DIMENSIONES FÍSICAS DE LA ALCANTARILLA DEBERÁ DISEÑARSE DE ACUERDO A LA SECCIÓN O SECCIONES TRANSVERSALES ENTRE LOS CUALES SE ENCUENTRA LOCALIZADO EL SITIO DONDE SE COLOCARÁ LA ALCANTARILLA Y LA POSICIÓN QUE GUARDE CON RESPECTO AL EJE DEL CAMINO.

LA ALCANTARILLA DEBE SER ADAPTADA GEOMETRICAMENTE A LAS CARACTERÍSTICAS DEL CAMINO.

E) CÁLCULO ESTRUCTURAL

DESDE EL PUNTO DE VISTA ESTRUCTURAL CADA ELEMENTO QUE CONSTITUYA LA ALCANTARILLA DEBE DISEÑARSE DE TAL MANERA QUE NO SOBREPASE LOS ESFUERZOS LÍMITE PERMISIBLES AL APLICAR LAS CARGAS NI QUE LAS DEFORMACIONES MÁXIMAS EXCEDAN A LAS ESPECIFICADAS.*

F) MODELO DE FUNCIONAMIENTO

SE REALIZA CUANDO ES NECESARIO OBSERVAR EL FUNCIONAMIENTO HIDRÁULICO, GEOMÉTRICO Y ESTRUCTURAL EN CONJUNTO DE LA ALCANTARILLA Y - VERIFICAR POSIBLES FALLAS.

1.1.2 DRENAJE SUBTERRÁNEO

ESTE SE FORMA CON EL AGUA QUE LOGRA INFILTRARSE A TRAVÉS DE LAS CAPAS SUPERFICIALES PARA RECARGAR LAS CORRIENTES SUBTERRÁNEAS, - EN DONDE SE LE PUEDE ENCONTRAR EN TRES FORMAS DIFERENTE: AGUA GRAVITACIONAL, AGUA CAPILAR Y AGUA HIGROSCÓPICA.

AGUA GRAVITACIONAL

ES AQUELLA QUE TIENE LIBERTAD PARA MOVERSE BAJO LA INFLUENCIA DE LA GRAVEDAD, ES DECIR QUE SE MUEVE BAJO LA ACCIÓN DE SU PROPIO PESO, ESTA ES LA ÚNICA QUE PUEDE EXTRAERSE POR DRENAJE. LA CANTIDAD EXISTENTE DEPENDE DE LA PERMEABILIDAD DEL SUELO, DE LA PRESENCIA DE MANANTIALES Y DEL TIEMPO TRANSCURRIDO DE UNA PRECIPITACIÓN A OTRA

AGUA CAPILAR

ES LA QUE SE ADHIERE A LAS PARTÍCULAS DEL SUELO POR TENSIÓN SUPERFICIAL, LLEGA AL TERRENO CUANDO PASA A TRAVÉS DE LAS CAPAS O POR LA ACCIÓN CAPILAR DESDE UNA ZONA MOJADA HACIA OTRA SECA.

NO ES AFECTADA POR LA GRAVEDAD, Y SE MUEVE CON IGUAL FACILIDAD EN CUALQUIER DIRECCIÓN, SU ALTURA PUEDE SER MODIFICADA BAJANDO EL - NIVEL FREÁTICO.

* (De pág. anterior)

En la Of. de Alcantarillado se cuenta con una colección de obras tipo ya proyectadas.

AGUA HIGROSCÓPICA

ES EL AGUA QUE LOGRA CONDENSARSE EN LA ATMÓSFERA SOBRE LAS PARTÍCULAS DEL SUELO O LIGARSE A EL (ROCIO, SERENO, ETC.), NO PUEDE EXTRAERSE SINO MEDIANTE ALTAS TEMPERATURAS O EXCESIVAMENTE BAJAS, LA CANTIDAD ES INSIGNIFICANTE QUE NO CAUSA PROBLEMAS POR LO QUE NO SE LE DA MUCHA IMPORTANCIA

LA CANTIDAD Y PROPORCIÓN DE AGUA LIBRE O CAPILAR QUE PUEDA EXISTIR EN UN SUELO DEPENDE EN PARTE DEL TAMAÑO DE HUECOS Y ESTOS A SU VEZ DE LA TEXTURA, LA PERMEABILIDAD DEL SUELO DEPENDE DE LA POROSIDAD Y DE COMO ESTAN LOS HUECOS CONECTADOS ENTRE SÍ.

EL DRENAJE SUBTERRÁNEO ARTIFICIAL ES EL SISTEMA HIDRÁULICO FORMADO POR DRENES PARA CONTROLAR O ABATIR EL NIVEL FREÁTICO ELIMINANDO LOS ESCURRIMIENTOS DEL SUBSUELO E IMPEDIR QUE EL AGUA ENTRE A LA BASE DEL CAMINO.

SUBDRENAJE CAPILAR

SU FUNCIÓN ES CONSERVAR EL MANTO CAPILAR SUFICIENTEMENTE PROFUNDO PARA IMPEDIR SUS EFECTOS NOCIVOS AL CAMINO, PARA DETERMINAR EL SITIO ADECUADO DONDE SE COLOCARÁ LA OBRA, DEBERÁ REALIZARSE UN ESTUDIO DE CAMPO DE LAS CONDICIONES DE DRENAJE SUPERFICIAL Y SUBTERRÁNEO.

SUBDRENAJE DE INTERSECCIÓN Y DESALOJAMIENTO

SU OBJETIVO ES INTERCEPTAR, RECOLECTAR Y DESALOJAR EL AGUA QUE LLEGA AL CAMINO LATERALMENTE.

1.1.2.1 OBRAS DE SUBDRENAJE

ZANJAS ABIERTAS

ESTAS SE USAN FRECUENTEMENTE EN ZONAS BAJAS Y PLANAS, AUNQUE SU EMPLEO NATURAL ES PARA DRENAJE SUPERFICIAL, SE LOCALIZA FUERA DEL CAMINO Y LATERALMENTE A EL. UNO DE LOS PRINCIPALES ARGUMENTOS EN PRO DE LAS ZANJAS ES QUE CONSERVAN EL NIVEL FREÁTICO POR ABAJO DE LA SUPERFICIE DEL CAMINO.

PARA QUE SEAN EFECTIVOS COMO SUBDRENES, DEBEN SER SUFICIENTEMENTE PROFUNDOS PARA LLEGAR MÁS ABAJO DE LA MÁXIMA ALTURA DESEABLE DEL NIVEL FREÁTICO. DEBEN LOCALIZARSE CUIDADOSAMENTE Y QUE EFECTIVAMENTE CUMPLA LA FUNCIÓN PARA LA QUE SE LE DESTINA.

DRENES CIEGOS

ESTOS SON ZANJAS QUE SE RELLENAN CON PIEDRA QUEBRADA O GRAVA, PUEDEN COLOCARSE TRANSVERSAL O PARALELO AL CAMINO DEPENDIENDO DE LA FUNCIÓN QUE TENGAN QUE DESEMPEÑAR; SI SE USA EN FORMA PARALELA DEBERÁN COLOCARSE UNO A CADA LADO DE EL Y PARA QUE TENGA UN BUEN FUNCIONAMIENTO DEBEN TENER UNA PENDIENTE UNIFORME E IR A VACIAR A UNA SALIDA ADECUADA.

DREN DE TUBO O DREN FRANCÉS

LA LOCALIZACIÓN DE ESTOS DRENES GENERALMENTE ES BAJO LAS CUNETAS - A UNA PROFUNDIDAD DE 0.90 A 1.20 METROS. LOS DRENES CON TUBO DE BARRO O DE CONCRETO SON MUY SUPERIORES A LAS ZANJAS ABIERTAS Y A LOS DRENES CIEGOS.

ES MUY CONVENIENTE PROTEGER LA SALIDA DE ESTOS DRENES CON MUROS - DE CABEZA PARA IMPEDIR QUE SEA SOCAVADO Y DESTRUIDO, ADEMÁS SOSTIENE LA TIERRA QUE LO RODEA.

DREN TRANSVERSAL DE TALUD

CONSISTE EN INTRODUCIR TUBOS DE ACERO DE 0.05 METROS DE Ø, PERFO-

RADO LATERALMENTE A TRAVÉS DE LOS TALUDES CON UNA PENDIENTE DE 5 A 20 GRADOS HACIA EL CAMINO. PREVIAMENTE A LA INTRODUCCIÓN SE HACE UNA PERFORACIÓN DE 0.10 METROS CON EQUIPO, LA LONGITUD DE ESTOS TUBOS DEBE SER TAL QUE CRUCE LAS PROBABLES SUPERFICIES DE FALLA, SU FINALIDAD ES LA DE REDUCIR LA HUMEDAD LOCAL PARA DAR AL TERRENO MAYOR CAPACIDAD DE CARGA.

II: EL DRENAJE EN LAS TRES ETAPAS DEL PROYECTO DE UN CAMINO

UNA VEZ QUE EN LA ETAPA DE PLANEACIÓN SE HAYA DEFINIDO Y AUTORIZADO EL ESTUDIO PARA LLEVAR A CABO LA CONSTRUCCIÓN DE UN CAMINO ENTRE DOS CIUDADES O PUNTOS IMPORTANTES, EL PROYECTO PODRA LLEVARSE A CABO MEDIANTE DOS MÉTODOS: EL FOTOGRAMÉTRICO ELECTRÓNICO Y EL CONVENCIONAL. EL SISTEMA FOTOGRAMÉTRICO ES UN MÉTODO SENCILLO, -- LÓGICO Y FLEXIBLE QUE SE HA VENIDO AFINANDO PAULATIVAMENTE, APROVECHANDO LOS NUEVOS RECURSOS TECNOLÓGICOS Y LAS PROPIAS EXPERIENCIAS, EL CONVENCIONAL SE EMPLEA CUANDO SE TIENE DIFICULTAD TANTO TOPOGRÁFICA, GEOLÓGICA, USO DE SUELO Y COBERTURA VEGETAL QUE IMPIDAN OBTENER PLANOS FOTOGRAMÉTRICOS, POR LO QUE EN OCACIONES SE HACE NECESARIO EMPLEAR AMBOS MÉTODOS PARA UN MISMO PROYECTO. LOS ESTUDIOS EN LA PRIMERA ETAPA SON LOS MISMOS VARIANDO EN LAS DOS SIGUIENTES.

2.1 ELECCION DE RUTA

AUTORIZADO EL ESTUDIO, SE REALIZA UNA SERIE DE TRABAJOS PRELIMINARES QUE BASICAMENTE COMPRENDE EL ESTUDIO COMPARATIVO DE TODAS LAS RUTAS POSIBLES Y MAS CONVENIENTES.

SE ENTIENDE POR RUTA LA FRANJA DE TERRENO DE ANCHO VARIABLE ENTRE DOS PUNTOS OBLIGADOS DENTRO DE LA CUAL SEA FACTIBLE LOCALIZAR UN CAMINO; CUANTO MÁS SE AVANZA, EL ANCHO DE LA FRANJA DE ESTUDIO DISMINUYE, MIENTRAS QUE EL DETALLE Y LA PRECISIÓN DE LAS MEDICIONES AUMENTA. PARA DEFINIRLA SE RECOPILA TODA LA INFORMACIÓN NECESARIA FOTOGRAFÍAS AÉREAS, CARTAS GEOLÓGICAS, CARTAS GEOGRÁFICAS, ETC.* -

* INEGI: Instituto Nacional de Estadística, Geográfica e Informática.
S.D.N. Secretaría de la Defensa Nacional.
AEROFOTO, S.A.

DONDE LA TOPOGRAFÍA, LA GEOLOGÍA, LA HIDROLOGÍA, EL DRENAJE, USO DE LA TIERRA, DATOS DE TRÁNSITO, OBRAS EXISTENTES Y FUTURAS CONSTITUYEN LA INFORMACIÓN BÁSICA PARA EL PROYECTO DE UN CAMINO.

PRIMER RECONOCIMIENTO: AQUI SE SELECCIONAN LAS DISTINTAS RUTAS - QUE SE CONSIDEREN COMO POSIBLES ALTERNATIVAS, EN EL INTERVIENEN - TÉCNICOS EN PLANEACIÓN, GEÓLOGOS CON CONOCIMIENTOS DE HIDROLOGÍA Y LOCALIZACIÓN DE VÍAS TERRESTRES. EL OBJETO DE ESTE RECONOCIMIENTO ES PARA DETERMINAR LA ZONA QUE DEBERÁ FOTOGRAFIARSE A ESC. 1:50,000. ESTA ESCALA REPRESENTA UNA GRAN VENTAJA DEBIDO A SU AMPLITUD PARA EL ESTUDIO DE RUTAS COMO PARA LA INTERPRETACIÓN GEOLÓGICA, HIDROLÓGICA Y DE USO DE SUELO.

ESTEREOSCOPÍA: CONSISTE EN OBSERVAR CON LA AYUDA DEL ESTEREOSCOPIO FOTOGRAFÍAS AÉREAS (PARES FOTOGRAFICOS) ESCALA 1:50,000 DONDE SE MARCAN LAS RUTAS POSIBLES Y SE OBSERVAN LOS ASPECTOS GEOTÉCNICOS, DE DRENAJE Y SOCIOECONÓMICOS A FIN DE CONOCER LAS VENTAJAS Y DESVENTAJAS DE CADA UNA DE ELLAS. COMO SE CUENTA CON VARIAS ALTERNATIVAS, SE TOMAN AQUELLAS QUE CUENTEN CON UN MENOR COSTO, UNA MENOR LONGITUD Y UNA PENDIENTE MENOR. EN ESTA ETAPA ES DIFÍCIL DE CUANTIFICAR ALGUNOS DE ESTOS CONCEPTOS, POR LO QUE SE TOMAN LAS - QUE A JUICIO DEL LOCALIZADOR SEAN SEMEJANTES.

FOTOINTERPRETACIÓN

ASPECTO GEOLÓGICO: LAS CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES QUE SE CONSIDERAN EN LA FOTOINTERPRETACIÓN PARA DEFINIR LA GEOLOGÍA DEL TERRENO SON: TIPO DE VEGETACIÓN, FORMAS DEL DRENAJE NATURAL, EROSIÓN DE LOS SUELOS Y LAS DIFERENTES TONALIDADES ENTRE EL BLANCO Y EL OSCURO. EN CUANTO A LA GEOLOGÍA NOS PROPORCIONA INFORMACIÓN SOBRE LA MORFOLOGÍA DEL TERRENO, LA EXISTENCIA DE FALLAS, ZONAS SUSCEPTIBLES DE DESLIZAMIENTO, LOS TIPO DE ROCAS Y DE SUELOS.

ASPECTO SOCIOECONÓMICO: EN LAS FOTOGRAFÍAS SE LOCALIZAN LOS NIVELES DE POBLACIÓN, LOS RECURSOS FORESTALES Y MINERALES EN EXPLOTACIÓN;

USO ACTUAL Y POTENCIAL DE LA TIERRA; LA POSIBILIDAD DE CONSTRUIR - OBRAS HIDRÁULICAS Y OTRAS VÍAS DE COMUNICACIÓN, ADEMÁS DE TODO AQUELLO QUE REPRESENTA FACTIBILIDAD DE PRODUCCIÓN O RECURSO PARA EL DESARROLLO ECONÓMICO Y SOCIAL DE LA ZONA; SE ESTIMAN LAS NECESIDADES DE TRANSPORTE TANTO PARA NÚCLEOS DE POBLACIÓN COMO PARA ZONAS DE ACTIVIDAD ECONÓMICA. DE ACUERDO A ESTE ESTUDIO SE DECIDE SI -- CONTINUA EL PASO DEL CAMINO POR LAS POBLACIONES Y PUNTOS QUE SE -- HABÍAN PREVISTO INICIALMENTE O HACER LAS MODIFICACIONES PERTINENTES.

SEGUNDO RECONOCIMIENTO: EN ESTE RECONOCIMIENTO SE COMPROBABA LA INFORMACIÓN OBTENIDA EN LAS AEROFOTOS Y SE OBTIENEN DATOS MAS DETALLADOS DE ALGUNOS - PUNTOS QUE A JUICIO DE LOS TÉCNICOS REQUIEREN MAYOR ATENCIÓN. SE DETERMINA CUALES DE LAS RUTAS SON MAS CONVENIENTES Y SE DELIMITA - LA ZONA QUE DEBERÁ FOTOGRAFIARSE A ESCALA 1:25,000.

LAS FOTOGRAFÍAS OBTENIDAS SE OBSERVAN EN EL BALPLEX, EL CUAL REALIZA UNA PROYECCIÓN ESTEREOSCOPICA A UNA ESCALA 1:2,000. DE AQUÍ SE OBTIENEN LOS PLANOS DE RESTITUCIÓN Y DE CADA UNA DE LAS RUTAS - LOS PERFILES, ESTIMANDO LOS VOLÚMENES DE MATERIAL PARA MOVER.

AL COMPARAR LAS VENTAJAS QUE OFREZCAN LAS RUTAS POSIBLES, DEBE ELABORARSE LOS ANTEPRESUPUESTOS DE OBRA (COSTO DE CONSTRUCCIÓN, OPERACIÓN Y CONSERVACIÓN) Y LOS ESTUDIOS DE ÍNDICE DE RENTABILIDAD CORRESPONDIENTE. UNA VEZ ESTABLECIDAS LAS RUTAS PROBABLES SE COMPARAN SUS COSTOS Y SE DEFINE CUAL O CUALES DEBEN CONTINUAR SU ESTUDIO.

2.1.1 DRENAJE

EL DRENAJE NATURAL ESTÁ DADO POR LA PENDIENTE DEL TERRENO, POR LAS FRACTURAS, POR LAS FALLAS Y POR LAS CARACTERÍSTICAS DE RESISTENCIA A LA EROSIÓN DE LOS MATERIALES SUPERFICIALES Y SUBYACENTES DE LA ZONA. EN CUANTO A LA GEOLOGÍA Y MORFOLOGÍA EL DRENAJE CONSTITUYE UNA DE LAS MEJORES GUÍAS INDICANDO LAS LÍNEAS DE MENOR RESISTENCIA.

FORMAS DEL DRENAJE NATURAL, (FIG. 1.)

- RECTANGULAR: ESTA CONTROLADO POR FALLAS Y PLEGAMIENTOS,
 RADIAL : ESTE SE PRODUCE DESDE UN CONO MONTAÑOSO O HACIA EL CENTRO DE UNA DEPRESIÓN O CUENCA,
 CONCÉNTRICO: INDICA LA PRESENCIA DE UNA SUPERFICIE EN FORMA DE DOMO,
 DENDRÍTICO : GENERALMENTE SE PRESENTA EN UNA ÁREA DE ROCAS BAS-TANTE HOMOGÉNEAS,
 PARALELO : SUELE FORMARSE POR UN CONTROL DE ESTRATOS DE DIFE-RENTES RESISTENCIAS A LA EROSIÓN,
 EMPARRADO : ES CARACTERÍSTICO EN ROCAS SEDIMENTARIAS FUERTEMENTE PLEGADAS,

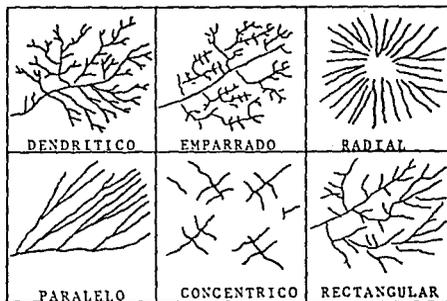


FIG. 1: DRENAJE NATURAL

EN ESTA ETAPA EN LO REFERENTE AL DRENAJE, EL GEÓLOGO CON CONOCIMIENTOS EN HIDROLOGÍA OBSERVA LAS AEROFOTOS (ESC. 1:50,000 Y - 1:25,000) CON LA AYUDA DEL BALPLEX LAS DIFERENTES ALTERNATIVAS QUE SE PLANTEAN, PROFUNDIZANDO EN LA HIDROLOGÍA DE LA ZONA APRE-

CIANDO TAMAÑOS Y TIPOS DE CUENCAS PARA PREVEER LAS DIFICULTADES -- QUE PUEDAN PRESENTARSE EN EL CRUCE DE LA CORRIENTE CON EL CAMINO. DELIMITA LAS CUENCAS POR DRENAR ELIGIENDO EN LO QUE SEA POSIBLE LAS ZONAS QUE PROVOQUEN MENOS PROBLEMAS DE ESCURRIMIENTO, YA SEA UTILIZANDO LAS PENDIENTES MÁXIMAS PERMISIBLES O LOS PARTEAGUAS, DONDE LOS REQUERIMIENTOS DE OBRAS DE DRENAJE SON CASI NULAS. DE ACUERDO AL TIPO DE CAMINO, CLIMA, RÉGIMEN DE LLUVIA, TIPO DE VEGETACIÓN, MORFOLOGÍA DEL TERRENO, CARACTERÍSTICAS DE ABSORCIÓN Y EVAPORACIÓN SE PODRÁ APLICAR UN COEFICIENTE DE ESCURRIMIENTO APROPIADO EN CADA CASO.

EN EL SEGUNDO RECONOCIMIENTO EL GEÓLOGO ESTUDIA EL COMPORTAMIENTO DE LOS RÍOS, Y DE ACUERDO CON EL TÉCNICO EN LOCALIZACIÓN FIJAN LOS SITIOS MÁS SUSCEPTIBLES PARA LOS CRUCES.

SE AFINAN LOS CONOCIMIENTOS, Y PARA CADA UNA DE LAS ALTERNATIVAS SE ELABORA UN ANTEPRESUPUESTO DEL DRENAJE MENOR QUE CONSISTE EN LA OBTENCIÓN DE PERFILES LONGITUDINALES DEL TERRENO, LA FIJACIÓN -- UNA SUBRASANTE Y CON LAS SECCIONES TÍPICAS DE UNA CARRETERA SE ESTIMA LA LONGITUD, SE PROPONEN TIPOS DE OBRAS A NIVEL PRELIMINAR, -- SE CALCULA CANTIDADES DE OBRA DE DRENAJE Y SE OBTIENE EL NÚMERO APROXIMADO DE OBRAS POR KILÓMETRO DE CAMINO, CON ESTO SE ESTÁ EN POSIBILIDADES DE ELEGIR LA RUTA MÁS CONVENIENTE.

2.2 ANTEPROYECTO

2.2.1 MÉTODO FOTOGRAMÉTRICO ELECTRÓNICO

EL ANTEPROYECTO ES EL RESULTADO DEL CONJUNTO DE ESTUDIOS Y LEVANTAMIENTOS TOPOGRÁFICOS QUE SE LLEVARÓN A CABO CON BASE A LA INFORMACIÓN OBTENIDA PREVIAMENTE.

EL OBJETO DE ESTA ETAPA ES DEFINIR LA RUTA QUE MEJOR SATISFAGA LOS

REQUERIMIENTOS DE BENEFICIO Y COSTO BAJO UNA EVALUACIÓN RAZONABLE-
MENTE EXACTA DE LA GEOMETRÍA DE CADA UNA DE LAS POSIBILIDADES.

PROYECTO DE APOYO TERRESTRE: ESTE SE REALIZA UNA VEZ QUE SE HA
LLEVADO A CABO LOS ESTUDIOS PRELIMINARES, GENERALMENTE SOBRE FOTO-
GRAFÍAS EXISTENTES DE LA ZONA DONDE SE MARCAN LOS SITIOS MÁS CON-
VENIENTES PARA LOS PUNTOS DE CONTROL APOYANDOSE EN EL ESTEREOSCO-
PIO. EL PROYECTO CONSISTE EN FIGURAS EN TRIANGULACIÓN O POLIGONA-
LES ABIERTAS Y AEROTRIANGULACIONES SITUADAS EN CADA EXTREMO DE LA
LÍNEA, AISLADAS PLANÍMETRICAMENTE PERO LIGADAS ALTIMÉTRICAMENTE.

EN MUCHAS OCACIONES ALGUNOS FACTORES PUEDEN LLEVAR A FORZAR UNA
LÍNEA, COMO SON LOS REQUERIMIENTOS DE DERECHO DE VÍA, LA DIVISIÓN
DE PROPIEDADES, EL EFECTO DEL CAMINO PROYECTADO SOBRE OTROS EXIS-
TENTES, LOS CRUCES DE LOS RÍOS, LA NATURALEZA GEOLÓGICA DEL TERRE-
NO Y LAS PREVISIONES PARA LOGRAR UN BUEN DRENAJE.

LAS AEROTRIANGULACIONES SE REALIZAN EN BALPLEX O AUTOGRAFO* CON
FOTOGRAFÍAS A ESCALA 1:25,000, LOS VÉRTICES DEL APOYO SE SITUAN
ALTERNATIVAMENTE A AMBOS LADOS DE LA LÍNEA DE ANTEPROYECTO, FUERA
DE LOS CEROS Y DISTANTES ENTRE SI CON LO CUAL SE OBTIENEN FOTOGRA-
FÍAS A ESCALA 1:10,000 Y 1:5,000.

LA TOPOGRAFÍA DE DETALLE SE HACE POR MEDIO DE LA RESTITUCIÓN DEL
ANCHO DE LA FAJA DE TERRENO, ESTE SE REALIZA EN AUTOGRAFO GENERAL-
MENTE A ESCALA 1:2,000 Y SON SUFICIENTES PARA EL PROYECTO DEL TRAZO
200 METROS A CADA LADO DE LA LÍNEA. SE ENSAYAN TRAZOS DEDU-
CIENDO PERFILES, PROPONIENDO SUBRASANTES, ESTIMANDO CANTIDADES DE
OBRA, ETC. HASTA OBTENER EL MEJOR PROYECTO.

* Aparatos de restitución de 2do. orden (de acuerdo a su grado de precisión).

2.2.2 MÉTODO CONVENCIONAL

EL ANTEPROYECTO SE LLEVA A CABO UNA VEZ DETERMINADA LA RUTA MAS CONVENIENTE A SEGUIR, CONSISTE ESENCIALMENTE EN LA OBTENCIÓN DE PLANOS TOPOGRÁFICOS A ESCALA 1:2,000 CON CURVAS DE NIVEL A CADA DOS METROS SOBRE LOS CUALES SE PUEDEN HACER TODOS LOS ANTEPROYECTOS QUE SEAN POSIBLES, SELECCIONANDO AQUEL QUE DÉ EL MENOR DESARROLLO, MENOR COSTO Y CON LAS MEJORES CARACTERÍSTICAS DENTRO DE LAS ESPECIFICACIONES DE PROYECTO.

BRIGADAS DE LOCALIZACIÓN: ESTAS REALIZAN LEVANTAMIENTOS DIRECTOS - SOBRE EL TERRENO PARA OBTENER LOS PLANOS TOPOGRÁFICOS, LOCALIZANDO FÍSICAMENTE LA RUTA SELECCIONADA. CONTARÁ CON PLANOS A ESCALA -- 1:10,000 QUE SE HAYAN ELABORADO PARA QUE LE SIRVA DE GUÍA EN EL TRAZO Y NIVELACIÓN DE UNA POLIGONAL DENOMINADA "LÍNEA PRELIMINAR", LA QUE SERVIRÁ DE BASE PARA EL LEVANTAMIENTO DE SECCIONES TRANSVERSALES CON CURVAS DE NIVEL A CADA DOS METROS.

UNA VEZ TRAZADA LA LÍNEA PRELIMINAR SE OBTIENEN LOS PLANOS DE PLANTA Y PERFIL DEDUCIDO PARA PROCEDER AL ESTUDIO DE LOS DISTINTOS ANTEPROYECTOS; TENIENDO EN CUENTA LOS DATOS GEOLÓGICOS, DE SUELOS Y LOS PUNTOS OBLIGADOS DE CRUCE CON LOS RÍOS INDICANDO TENTATIVAMENTE LA SUBRASANTE.

2.2.3 DRENAJE

EN ESTA ETAPA SE OBTIENE UNA RELACIÓN PRELIMINAR DE LAS OBRAS DE DRENAJE NECESARIAS PARA LA LÍNEA, SE INCLUYEN ALCANTARILLAS, PUENTES Y PASOS A DESNIVEL. UNA VEZ ELEGIDA LA RUTA, SE TOMA EL PERFIL DEDUCIDO Y SE MARCA EN ÉL LOS PUNTOS MÁS BAJOS QUE EQUIVALEN EN EL TERRENO A LOS ESCURRIMIENTOS, LAS PARTES MÁS ALTAS VIENEN A SER LOS INICIOS DE LOS PARTEAGUAS; CON ESTO SE ESTA EN POSIBILIDADES DE ELABORAR EL FUNCIONAMIENTO DEL DRENAJE PRELIMINAR. CON EL AUXILIO DE LOS PLANOS DE RESTITUCIÓN A ESCALA 1:1,000 Ó 1:2,000 SE

VAN FORMANDO PARTES DE LA CUENCA DEBIDO A QUE LA FAJA DE RESTITUCIÓN ESTA LIMITADA A 400.00 METROS, COMO DESDE LA ETAPA DE ELECCIÓN DE RUTA SE CUENTA CON LAS CUENCAS DELIMITADAS, SE PROCEDE A DIBUJAR LA LÍNEA DE ANTEPROYECTO EN LAS FOTOGRAFÍAS A ESCALA -- 1:25,000 Y 1:50,000,

DIBUJADA LA LÍNEA CON CADENAMIENTO SE DA EL KILOMETRAJE APROXIMADO A CADA UNO DE LOS ESCURRIDEROS, LA OFICINA DE ALCANTARILLADO Y ESTRUCTURAS MENORES ESTRUCTURO UNA FORMA DONDE SE ANOTAN LOS DATOS ANTERIORES PENSANDO EN LA APLICACIÓN DE LA FÓRMULA DE TALBOT PARA DRENAJE PRELIMINAR DEBIDO A SU SENCILLEZ,

CON EL EMPLEO DEL BALPLEX O EL ESTEREOSCOPIO, SE OBSERVAN LAS CUENCAS POR DRENAR Y SE DETECTAN LAS FORMAS DE LOS ESCURRIMIENTOS PRINCIPALES Y LA DE LOS TRIBUTARIOS; LA DENSIDAD DE LA VEGETACIÓN Y SI ES POSIBLE LA PROPORCIÓN DE LA MISMA; LA TEXTURA DEL TERRENO, SI ES DEMASIADA AGRIETADA O POROSA Y POR CONSIGUIENTE PERMEABLE SI SE TRATA DE MATERIAL COMPACTO QUE NO PERMITA LAS FILTRACIONES; CON ESTO SE PUEDE DAR UNA IDEA DE LA CANTIDAD DE AGUA QUE PUEDE PERDERSE POR FILTRACIÓN, POR EVAPORACIÓN, SI LA ZONA ESTA CUBIERTA POR MALEZA Y SI ES DE ALTAS TEMPERATURAS AMBIENTALES, TAMBIEN PUEDE OBSERVARSE SI EXISTEN MATERIALES PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LAS ALCANTARILLAS.

EN TERRENO MONTAÑOSO ES MÁS FACIL DELIMITAR LAS CUENCAS POR DRENAR QUE EN LOS TERRENOS PLANOS, YA QUE LA ESTEREOSCOPIA SE FACILITA MÁS EN LA PRIMERA QUE EN LA SEGUNDA.

EN ESTA SEGUNDA ETAPA SE OBTIENE EL ÁREA HIDRÁULICA NECESARIA Y/O EL GASTO * PARA CADA UNO DE LOS ESCURRIDEROS CON LA AYUDA DEL PERFIL DEDUCIDO, LA SUBRASANTE DE ANTEPROYECTO Y LA PLANTA DE RESTITUCIÓN ESCALA 1:1,000; SE PROCEDE A DETERMINAR EL TIPO DE OBRA EN

* CAPITULO III.

EN CADA ESCURRIMIENTO CON EL OBJETO DE VER LA PENDIENTE DE DESPLANTE APROXIMADO QUE LLEVARÁN LAS ALCANTARILLAS.

2.3 PROYECTO DEFINITIVO

2.3.1 MÉTODO FOTOGRAMÉTRICO

LA ETAPA DEL PROYECTO DEFINITIVO SE INICIA CON LA IMPLANTACIÓN DE LA LÍNEA DEFINITIVA DE TAL MANERA QUE PERMITA DEFINIR LAS CARACTERÍSTICAS GEOMÉTRICAS DEL CAMINO, LAS PROPIEDADES DE LOS MATERIALES QUE LO FORMARÁN Y LAS CONDICIONES DE LAS CORRIENTES QUE LA CRUZAN.

UNA VEZ QUE SE TENGAN LAS ESPECIFICACIONES QUE REGIRÁN EL PROYECTO GEOMÉTRICO, SE BUSCA UNA COMBINACIÓN DE ALINEAMIENTOS QUE SE ADAPTE AL TERRENO PLANÍMETRICA Y ALTÍMETRICAMENTE CUMPLIENDO CON LOS REQUISITOS ESTABLECIDOS.

ALINEAMIENTO HORIZONTAL: ES LA PROYECCIÓN DEL EJE DE PROYECTO DEL CAMINO SOBRE UN PLANO HORIZONTAL (LONG. MÁXIMA Y MÍNIMA DE LAS TANGENTES, CURVAS CIRCULARES, ESPIRALES, ETC.),

ALINEAMIENTO VERTICAL: ES LA PROYECCIÓN DE DESARROLLO DE UN CAMINO DEL EJE DE PROYECTO SOBRE UN PLANO. EN EL PERFIL LONGITUDINAL DE UN CAMINO, LA SUBRASANTE ES LA LÍNEA DE REFERENCIA QUE DEFINE EL ALINEAMIENTO VERTICAL (PENDIENTE MÁXIMA Y MÍNIMA, CURVAS VERTICALES, VISIBILIDAD, ETC.),

TANTO EL ALINEAMIENTO HORIZONTAL COMO EL VERTICAL DEPENDEN MUTUAMENTE ENTRE SÍ, POR LO QUE DEBEN GUARDAR UNA RELACIÓN QUE PERMITA LA CONSTRUCCIÓN CON EL MENOR MOVIMIENTO DE TIERRA POSIBLE Y CON EL MEJOR BALANCE ENTRE LOS VOLUMENES QUE SE PRODUZCAN DE EXCAVACIÓN Y TERRAPLÉN.

SE PROCEDE AL CÁLCULO DE LOS MOVIMIENTOS DE TERRACERÍAS POR MEDIO

DEL DIAGRAMA DE CURVA MASA, SE DIBUJAN LAS PLANTAS DEFINITIVAS Y SE DAN LOS PROCEDIMIENTOS QUE DEBE SEGUIRSE DURANTE LA CONSTRUCCIÓN.

2.3.2 MÉTODO CONVENCIONAL

EN EL PROYECTO DEFINITIVO SE REALIZAN LOS ESTUDIOS NECESARIOS PARA LA OBTENCIÓN DE LOS PLANOS DEFINITIVOS, PROCEDIMIENTOS DE CONSTRUCCIÓN Y ANTEPRESUPUESTO DEL PROYECTO DEL CAMINO.

REPLANTEO: OBTENIDA LA LÍNEA SE PROCEDE A SU "REPLANTEO" SOBRE EL TERRENO, CONSISTE EN EL CÁLCULO DE TODOS LOS ELEMENTOS DEL CENTRO DE LÍNEA (DEFLEXIONES, RUMBOS, PI, ETC.); DE LOS ELEMENTOS DEL ALINEAMIENTO HORIZONTAL Y VERTICAL (CURVAS CIRCULARES Y ESPIRALES, TANGENTES, ETC.); NIVELACIÓN DEL EJE DE TRAZO CADA 20.00 METROS Y DE TODOS AQUELLOS PUNTOS DE ACCIDENTES TOPOGRÁFICOS NOTABLES; LEVANTAMIENTOS DE SECCIONES TRANSVERSALES EN CADA ESTACIÓN A AMBOS LADOS DEL EJE.

LA BRIGADA DE LOCALIZACIÓN DIBUJARÁ LA PLANTA TOPOGRÁFICA, EL PERFIL DEL TERRENO CON EL EJE DE TRAZO INDICANDO EN FORMA APROXIMADA LA POSICIÓN DE LA SUBRASANTE; LA CUAL DEBE CUMPLIR CON EL REQUISITO DE ECONOMÍA TENIENDO EN CUENTA DE QUE YA NO SE TRATA DE UNA SUBRASANTE QUE DÉ EL MENOR COSTO, YA QUE ESTA PUEDE SER ANTIECONÓMICA, PRINCIPALMENTE EN LO QUE SE REFIERE A LA VIDA ÚTIL DEL CAMINO.

LA SUBRASANTE ECONÓMICA ESTA EN FUNCIÓN DE :

- A) CONDICIONES TOPOGRÁFICAS Y GEOLÓGICAS DEL TERRENO,
- B) QUE SEA MÍNIMA,
- C) LOS MOVIMIENTOS DE TERRACERÍAS SEAN LOS ECONÓMICOS.

SUBRASANTE MÍNIMA: SU POSICIÓN QUEDA SUPEDITADA A EL DRENAJE, A LA CLASIFICACIÓN DE LOS MATERIALES, A LA CAPACIDAD DE CARGA DE LOS SUELOS, A LA PENDIENTE TRANSVERSAL DEL TERRENO Y A LAS INTERSECCIONES.

SE REALIZA EL PROYECTO Y CÁLCULO DE LAS SECCIONES DE CONSTRUCCIÓN Y EL DIAGRAMA DE CURVA MASA, INDICANDO LA POSICIÓN DE LA SUBRASANTE DEFINITIVA.

2.3.3 DRENAJE

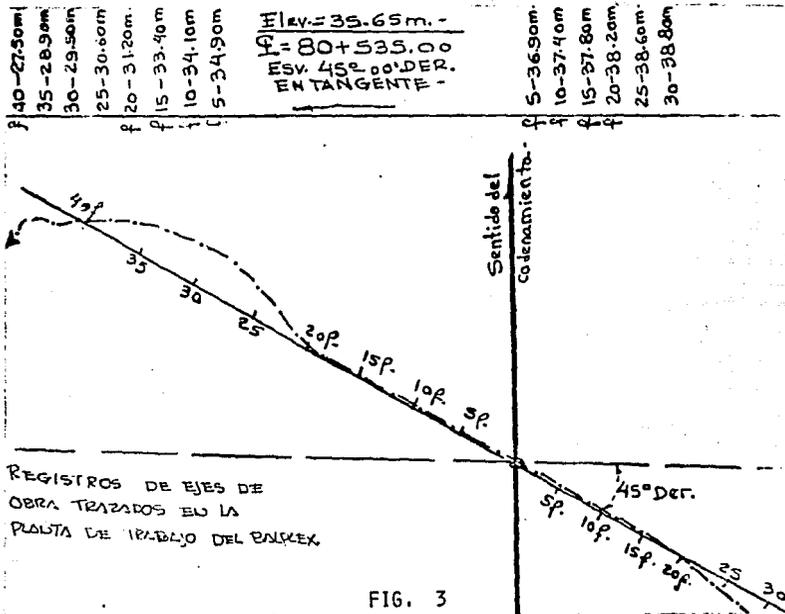
ESTUDIO DEFINITIVO DEL DRENAJE: ES NECESARIO CONTAR CON LOS DATOS Y RESULTADOS DEL ESTUDIO PRELIMINAR, CON EL VUELO FOTOGRÁFICO A ESCALA 1:5,000, CON LOS PLANOS A ESCALA 1:1,000 UTILIZADOS EN EL SECCIONAMIENTO Y CON LOS RESULTADOS DEL PROCESO DE CURVA MASA (MATEMATIZACIÓN).

CON LA AYUDA DE LA GEOMETRÍA DEL SECCIONAMIENTO SE DIBUJA LOS CEROS DE LAS TERRACERÍAS EN LA PLANTA EN CRONAFLEX PARA BALPLEX Y AUTOGRAFO, ESTOS CEROS DE LAS TERRACERÍAS SE DIBUJAN SÓLO EN LOS LUGARES DONDE EXISTEN ESCURRIMIENTOS CON EL FIN DE UBICAR EL EJE DE LAS OBRAS A SATISFACCIÓN CON LA CAPTACIÓN Y DESCARGA CONVENIENTE.

TRAZO DE LOS EJES DE LAS OBRAS: SE DEBERÁ CONTAR CON EL PERFIL DEFINITIVO Y SUS ELEVACIONES A CADA 20 METROS, UNA PLANTA CON LA LÍNEA DE PROYECTO; CON ESTOS DATOS SE PROCEDE AL TRAZO MARCANDO LOS FONDOS DE LOS ESCURRIDEROS CON SUS ELEVACIONES A CADA 5 METROS Y EN CADA ACCIDENTE DEL CAUCE EN LA PLANTA CRONAFLEX A ESCALA 1:1,000; UNA VEZ TRAZADO EL ESVAIJE Y EL KILOMETRAJE DEFINITIVO, LAS ELEVACIONES DEBERÁN CHECAR CON LAS DEL PERFIL DE PROYECTO, CON ESTO SE OBTIENE EL REGISTRO DE TRAZO Y NIVELACION DEL EJE DE LA OBRA. (Fig. 3).

LOS PERFILES DE LOS EJES DE LAS OBRAS SE DIBUJAN A ESCALA 1:1,000 TANTO VERTICAL COMO HORIZONTAL, LAS PLANTAS DE TRABAJO DEL BALPLEX SE DIBUJAN POR LO GENERAL A ESCALA 1:1,000.

UNA VEZ OBTENIDOS LOS DATOS DESCRITOS SE PROCEDE A ELABORAR EL PROYECTO DE PLANTILLA; LONGITUD DE LA ESTRUCTURA, DISEÑO GEOMÉTRICO, DISEÑO ESTRUCTURAL, TIPO DE OBRA Y DISEÑO GEOMÉTRICO.



SE ELABORA EL FUNCIONAMIENTO DEFINITIVO DEL DRENAJE POR TRAMOS DE 5 KILÓMETROS. (VER FUNCIONAMIENTO)

ELEMENTOS PARA LA FORMULACIÓN DEL FUNCIONAMIENTO DEL DRENAJE:

- PLANTA TOPOGRÁFICA ESCALA 1:2,000; DONDE SE ENCUENTRA DIBUJADAS LA LÍNEA DE TRAZO DENOMINADO ALINEAMIENTO HORIZONTAL, DATOS DE UBICACIÓN DE INSTALACIONES, CRUCE DE RÍOS, ARROYOS, CANALES, - OTRAS OBRAS VIALES Y LAS POBLACIONES.
- PERFIL DEL TERRENO OBTENIDO DE LA NIVELACIÓN DEL EJE DE TRAZO -

- DONDE APARECE EL ALINEAMIENTO HORIZONTAL, BANCOS DE NIVEL Y ELEVACIONES DEL TERRENO.
- C) PLANOS CON EL DIBUJO DE LAS SECCIONES TRANSVERSALES DEL TERRENO A ESCALA 1:100 TANTO HORIZONTAL COMO VERTICAL.
 - D) PLANTA TOPOGRÁFICA DE RESTITUCIÓN FOTOGRAMÉTRICA DE LA ZONA - ESCALAS EXISTENTES.
 - E) REGISTRO DE NIVEL Y PERFILES DE LOS EJES TRAZADOS PARA EL PROYECTO DE LAS OBRAS DE DRENAJE, ESCALA 1:100.
 - F) FOTOGRAFÍAS AÉREAS DE CONTACTO A ESCALA 1:10,000 Y 1:5,000.
 - G) CARTA GEOGRÁFICA DE LA REGIÓN.
 - H) HOJA DE DATOS GENERALES PARA EL PROYECTO DE ESTRUCTURAS MENORES.

ESTRUCTURA DEL FUNCIONAMIENTO

- I : DATOS DE IDENTIFICACIÓN DE LA OBRA VIAL; TRAMO, SUBTRAMO, -- KILOMETRAJE INICIAL Y FINAL DE QUE SE TRATE Y SU ORIGEN.
- II : RELACIÓN DE LOS CRUCES CON KILOMETRAJE EN LA INTERSECCIÓN DEL EJE DE LA OBRA CON EL EJE DE TRAZO DEL CAMINO,
- III: NOTAS QUE JUSTIFIQUEN EL PORQUE SE ACEPTARON O NO ALGUNAS OBRAS DEL FUNCIONAMIENTO RECIBIDO, UBICACIÓN DE BANCOS DE PRES-TAMOS DE MATERIAL PARA QUE NO INTERFIERA EL FUNCIONAMIENTO HIDRÁULICO DE LA OBRA Y SI ES NECESARIO DATOS DE CAPACIDAD DE CARGA.

FUNCIONAMIENTO DE DRENAJE NUM. F78/070.

México, D.F., a 7 de Abril de 1978.

C. ING. JAIME MONTELONGO SIERRA,
Jefe de la oficina de Proyecto Definitivo.
Oficinas.

I. CARRETERA.

CARRETERA : FRONTERIZA DEL NORTE
TRAMO : EL MILAGRO - OJINAGA
SUBTRAMO : EL MILAGRO - OJINAGA
ORIGEN : OJINAGA, CHIH.
DEL KM. : 120+000.00 AL KM. 125+000.00

II. PROYECTOS.

A continuación damos a usted una relación de las estaciones donde son necesarias alcantarillas:

ESTACION	A.DREN.	"C"	A.H.N. M ²	TIPO DE OBRA	C R U C E
120+117.00	440.00	0.5	8.79	L 6.0x2.0 m.	Esv. 28°28 Izq.
120+455.50	4.00	0.6	0.31	L 1.0x1.0 m.	Normal
120+714.00	3.00	0.6	0.25	L 1.0x1.0 m.	Esv. 44°10 Der.
121+144.00	8.00	0.6	0.52	L 1.0x1.0 m.	Normal
121+336.33	36.00	0.6	1.62	L 2.0x1.0 m.	Esv. 33°25 Izq.
121+566.34	25.00	0.6	1.23	L 1.5x1.0 m.	Normal
121+840.00	8.00	0.6	0.52	L 1.0x1.0 m.	Normal
122+188.50	5.00	0.6	0.25	T 0.90 m. β	Esv. 28°07 Izq.
123+013.14	9.00	0.6	0.57	T 0.90 m. β	Normal
123+247.58	9.00	0.6	0.57	T 0.90 m. β	Normal
123+460.00	8.00	0.6	0.52	T 0.90 m. β	Esv. 40°00 Der.
123+661.00	8.00	0.6	0.53	T 0.90 m. β	Esv. 20°46 Der.
123+727.50	3.00	0.6	0.25	L 1.0x1.0 β	Radial
123+892.50	20.00	0.6	1.04	2T 0.90 m.β	Normal

III: NOTAS.

En la planta, perfil y secciones de construcción Proceso Electrónico, se observo lo siguiente:

1. Las dimensiones de las obras se fijaron de acuerdo con las áreas hidráulicas necesarias correspondiente a sus cuencas por drenar las cuales se determinaron y midieron en las fotografías aéreas esc. 1:25,000 auxiliandose en la planta de restitución escala -- 1:2,000.
2. Los ejes de las obras se trazaron y nivelaron en el terreno, -- exceptuando el de la Est. 121+840.00 que se dedujo de las secciones de construcción.

3. En las estaciones 120+910.00 y 122+388.40 se cruzan arroyos - (sin nombre), los cuales, por las dimensiones de su cuenca y - cauce requieren obra con claro mayor a los 6.00 metros. El De- partamento de Puentes será el encargado de hacer los estudios - respectivos.
4. El claro horizontal en las losas esviada es normal a su eje.
5. Los escurrimientos que por tener cuencas muy pequeñas no re- quieren obra, se encauzarán (cunetas y contracunetas), como - sigue: Los de la est. 120+074.00 y 120+193.00 hacia la obra de est. 120+117.00; el de la est. 120+470.00 hacia la obra de la est.120+455.50:
6. En este tramo si se requieren contracunetas. Para el proyecto y construcción de las mismas, deberán hacerse los estudios Geoló- gicos y de suelos correspondientes.
7. Para este tramo, es necesario que la oficina de Geotecnia pro- porcione a la mayor brevedad los estudios de cimentación para - las obras menores.

.....

ATENTAMENTE

El Jefe de la Oficina

c.c.p. Dpto. de Proyectos.- Oficinas
Dpto. de Puentes.- Oficinas-su atención nota núm. 3
Of. de Est. Prel. y de Campo.- Oficinas
Of. de Geotecnia.- Oficinas - su atención nota núm. 3,6, y
7.

III: METODOS HIDROLOGICOS PARA EL CALCULO DEL DRENAJE SUPERFICIAL EN CAMINOS

EL PROYECTISTA EN MUCHAS OCACIONES, SE ENCUENTRA CON Poca o ninguna información de mediciones directas que permitan conocer la historia de los escurrimientos en los sitios de interes, por lo que tiene que recurrir a estimarlos de los datos de precipitación con base en modelos que permitan conocerlos, tomando en cuenta las características de las lluvias y de las cuencas.

PARA EL CÁLCULO DEL GASTO QUE PUEDE PASAR POR LAS ALCANTARILLAS -- QUE DRENAN PEQUEÑAS CUENCAS, ES CONVENIENTE USAR UNA ALTURA DE LLUVIA CORRESPONDIENTE A 10 MINUTOS DE DURACIÓN, PORQUE SON ESTOS PEQUEÑOS AGUACEROS LOS QUE DESARROLLAN LA MÁXIMA INTENSIDAD POR -- MINUTO, POR LO TANTO LOS QUE OCACIONAN UN MAYOR GASTO.

SIN EMBARGO, PARA TERRENOS MONTAÑOSOS PUEDE CONSIDERARSE UNA ALTURA DE LLUVIA DE 20 MINUTOS, PARA LAS CUENCAS GRANDES LOS CÁLCULOS DE GASTOS SE HACEN TOMANDO COMO BASE LLUVIAS DE 24 HORAS. EN LA PRÁCTICA, LAS ALCANTARILLAS SE PROYECTAN PARA PRECIPITACIONES DE 10 A 15 CM. EN 24 HORAS.

ÁHORA BIEN, NO ES MUY ECONÓMICO PROVEER UN SISTEMA DE DRENAJE QUE DE SERVICIO COMPLETO DURANTE LOS AGUACEROS MÁS INTENSOS, LOS CUALES OCURREN CON Poca FRECUENCIA, PERO SÍ ES NECESARIO PROYECTAR UN SISTEMA QUE EVITE DAÑOS PRODUCIDOS POR AGUACEROS COMUNES (5 A 10 AÑOS).

EL PROYECTO HIDRÁULICO DEL DRENAJE SUPERFICIAL DEBE SER PARA LA CANTIDAD DE AGUA QUE ESCURRE POR LA SUPERFICIE, QUE DEPENDE DE LA INTENSIDAD DE LLUVIA, DE LA PERMEABILIDAD DEL SUELO Y DE LA PENDIENTE DEL TERRENO. ESTE ESCURRIMIENTO ES AFECTADO POR LA TEMPERATURA,

POR LA HUMEDAD, POR EL ÁREA Y POR LAS CONDICIONES DEL SUELO.

PARA EL CASO DE LAS ALCANTARILLAS, SE PUEDE REALIZAR MEDIANTE LOS SIGUIENTES MÉTODOS:

- A) POR COMPARACIÓN
- B) MÉTODO EMPÍRICO
- C) MÉTODO DE SECCIÓN Y PENDIENTE
- D) MÉTODO RACIONAL

3.A MÉTODO POR COMPARACIÓN

ES EL MÉTODO MÁS PRÁCTICO PARA DETERMINAR EL TAMAÑO DE LA SECCIÓN HIDRÁULICA DE UNA ALCANTARILLA, CONSISTE EN INVESTIGAR LA EXISTENCIA DE ALGUNA ESTRUCTURA EN EL CURSO DE LA CORRIENTE TANTO AGUAS ARRIBA COMO AGUAS ABAJO DEL SITIO DE INTERES, DONDE SE OBSERVARÁ EL TAMAÑO, LA FORMA Y CONDICIONES DEL CANAL; ES DECIR QUE LA SECCIÓN COMO LA LONGITUD Y TIPO DE ALCANTARILLA HAN SIDO LAS ADECUADAS PARA DAR PASO AL ESCURRIMIENTO EN TIEMPO DE LAS CRECIENTES DURANTE UN PERÍODO DE 10 Ó MÁS AÑOS. EN CUANTO A LAS CONDICIONES DEL CANAL ES VER SI NO HA SUFRIDO CAMBIOS DE DIRECCIÓN QUE ESTUVERA AFECTANDO A LA ESTRUCTURA.

SI NO ES POSIBLE ENCONTRAR HUELLAS QUE PUEDAN PROPORCIONAR DATOS SOBRE LOS NIVELES MÁXIMOS DE LAS CRECIENTES Y DE LA CAPACIDAD DE LA ALCANTARILLA, LOS HABITANTES DE LA ZONA O EL PERSONAL ENCARGADO DE LA CONSERVACIÓN PUEDEN PROPORCIONAR INFORMACIÓN.

ESTE PROCEDIMIENTO ES EL QUE DA UNA MAYOR SEGURIDAD, EN LO QUE CABE, Y NOS DA UNA IDEA DE CUAL PUEDE SER EL ÁREA QUE DEBERÁ TENER LA NUEVA ALCANTARILLA PARA DAR PASO AL AGUA Y A LOS MATERIALES DE ARRASTRE Y SUSPENSIÓN, LOGRANDOSE DE TAL FORMA QUE NO PRODUZCA AZOLVES NI EROSIONES PELIGROSAS.

LOS DATOS PROPORCIONADOS POR LA ESTRUCTURA EXISTENTE DE SER POSIBLE DEBERÁN SER COMPROBADOS CON ALGUNA FÓRMULA DE ESCURRIMIENTO. SI NO ES POSIBLE OBTENER INFORMACIÓN DE ALGUNA ESTRUCTURA, LA SECCIÓN DE LA NUEVA ALCANTARILLA PODRÁ PROPORCIONARSE CON ALGUNO DE LOS SIGUIENTES MÉTODOS.

3.B MÉTODOS EMPÍRICOS

ESTOS MÉTODOS SE APLICAN CUANDO NO SE TENGA ESTRUCTURA PARA COMPARAR O NO SE CUENTE CON DATOS SOBRE PRECIPITACIÓN Y ESCURRIMIENTO. ADEMÁS PROPORCIONAN DIRECTAMENTE LA SECCIÓN HIDRÁULICA PARA DESPUES DETERMINAR TIPO Y FORMA DE LA ALCANTARILLA, ESTAN EN FUNCIÓN DE LA SUPERFICIE DEL TERRENO Y DE LAS CARACTERÍSTICAS FISOGRÁFICAS DEL MISMO.

3.B.1 FÓRMULA DE TALBOT

ESTA FÓRMULA FUE DEDUCIDA PARA RESOLVER PROBLEMAS DE DRENAJE DE LOS FERROCARRILES EN EL ORIENTE DE LOS ESTADOS UNIDOS, REALIZANDO UN GRAN NÚMERO DE OBSERVACIONES, PRINCIPALMENTE EN EL VALLE DEL RÍO - MISISIPÍ. SE BASA EN LA PRECIPITACIÓN MEDIA DE UNA ZONA DETERMINADA, POR LO QUE LA HACE POCO GENERAL Y EXACTA, NO TOMA EN CUENTA LA INTENSIDAD DE PRECIPITACIÓN NI LA VELOCIDAD DE ESCURRIMIENTO Y NINGÚN OTRO FACTOR RACIONAL. FUE DEDUCIDA PARA UNA SUPERFICIE DE 20 000 HA. POR LO QUE NO ES MUY ACONSEJABLE EMPLEARLA PARA ÁREAS MAYORES.

EL COEFICIENTE DE ESCURRIMIENTO NO SÓLO DEPENDE DE LA TOPOGRAFÍA DEL TERRENO, SINO TAMBIEN DE LA FORMA DE LA CUENCA; TALBOT SE LIMITA A LAS ZONAS ALARGADAS CONSIDERANDOLAS COMO MAS REPRESENTATIVAS PARA UNA APROXIMACIÓN MAYOR.

LA ADECUADA ELECCIÓN DEL COEFICIENTE DEMUESTRA QUE LA FÓRMULA TIENE

UN VALOR MAS COMO GUÍA DE CRITERIO QUE COMO UNA NORMA DE TRABAJO. ES UNA DE LAS FÓRMULAS QUE MAS TRACENDIO A MÉXICO, LA QUE SE JUSTIFICABA POR LOS LIMITADOS CONOCIMIENTOS DE HIDROLOGÍA Y DE LOS PRINCIPIOS DE HIDRÁULICA QUE SE TENÍAN EN ALCANTARILLADO,

NO SE CONOCE A CIENCIA CIERTA LA INTENSIDAD MÁXIMA OBSERVADA, PERO SE SUPONE QUE FUE DE 100 MM/H CON UNA VELOCIDAD DE ESCURRIMIENTO - DE APROXIMADAMENTE 3 M/SEG.

3.b.1

$$a = 0.183 C \sqrt[3]{A}$$

A - superficie drenada en Ha.

a - área de entrada de la sección en m².

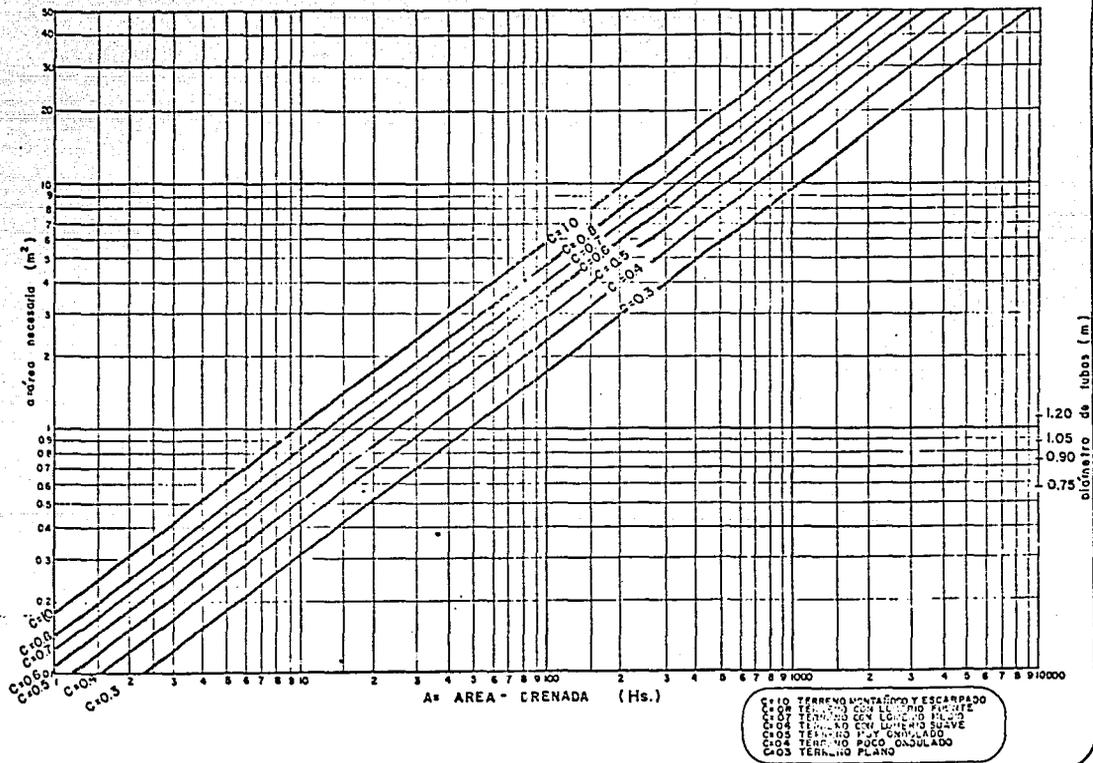
C - coeficiente de escurrimiento.

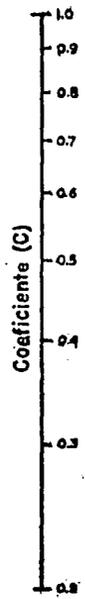
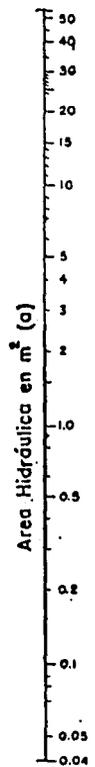
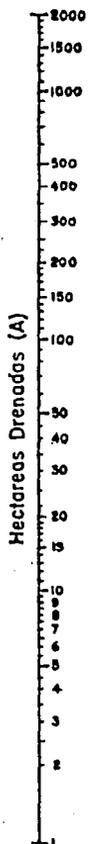
T:1 VALORES DEL COEFICIENTE C DE TALBOT	
C	TIPO DE TERRENO
1.00	montañoso y escarpado
0.80	quebrado, pendientes moderadas
0.60	con lomerio
0.50	ondulado
0.40	poco ondulado
0.30	casi plano

NOTA: Para condiciones más favorables o terrenos con drenaje subterráneo, disminuir C en un 50%; para pendientes muy fuertes aumentar C.

SE CUENTA CON NOMOGRAMAS PARA RESOLVER LA FÓRMULA DE TALBOT.
(PÁG. 38 Y 39).

$$a = 0.1832 C \sqrt{A^3}$$



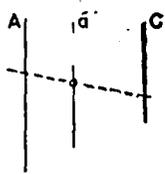


Formúla de Talbott,

$$a = 0.1832 C \sqrt{A^3}$$

- a = Area hidráulica que deberá tener la alcantarilla en metros ².
- A = Superficie por drenar, en Ha.
- C = Coeficiente de acuerdo con la naturaleza del terreno:
- 1.0 = terreno montañoso y escarpado
- 0.8 = terreno con mucho lomerío
- 0.6 = terreno con lomerío
- 0.5 = terreno muy ondulado
- 0.4 = terreno poco ondulado
- 0.3 = terreno casi plano
- 0.2 = terreno plano
- $\phi = 1.128 \sqrt{a}$

MODO DE USARSE:



S C O P

Sección de Cimentaciones

NOMOGRAMA PARA RESOLVER LA FORMULA DE TALBOTT.

Calculó y Formó: *[Handwritten signature]*

Dibujó: *[Handwritten signature]*

3.B.2 FÓRMULA DE MYER

MYER AL IGUAL QUE TALBOT, DEDUJO UNA FÓRMULA PARA RESOLVER PROBLEMAS DE DRENAJE EN EL ORIENTE DE LOS ESTADOS UNIDOS, NO INCLUYE DATOS DE PRECIPITACIÓN Y ESCURRIMIENTO, EL COEFICIENTE 'C' SE OBTUVO DE EXPERIENCIAS PRACTICADAS EN DISTINTAS CUENCAS DE CARACTERÍSTICAS TOPOGRÁFICAS Y DIMENSIONES DIFERENTES.

TOMANDO UN VALOR ADECUADO DEL COEFICIENTE SE PODRÁ OBTENER RESULTADOS SEMEJANTES A LOS DE TALBOT, POR LO QUE DEBE TENERSE CUIDADO AL TOMAR ESTE VALOR, EL CUAL SE ENCUENTRA EN FUNCIÓN DE LA EXPERIENCIA Y EL BUEN CRITERIO DEL PROYECTISTA.

3.b.2

$$a = 0.126 \sqrt{CA}$$

A - superficie drenada en Ha.

a - área de la sección en m².

C - coeficiente de escurrimiento.

T:2 VALORES DEL COEFICIENTE C DE MYER	
C	TIPO DE TERRENO
4	montañoso y rocoso
3	con pendientes fuertes
2	con lomerío
1	plano

3.B.3 FÓRMULA DE MYER MODIFICADA

CON ESTA NUEVA FÓRMULA MYER DETERMINA EL GASTO MÁXIMO QUE SE PUEDE ESPERAR EN LAS CRECIENTES, PARA POSTERIORMENTE CALCULAR LA SECCIÓN DE LA ALCANTARILLA. EL COEFICIENTE 'P' VARIA DE ACUERDO A -- DISTINTAS REGIONES DE LOS ESTADOS UNIDOS Y SE HAN OBTENIDO POR --

OBSERVACIONES DE LOS CAUDALES DE LAS CRECIENTES.

ESTA FÓRMULA SE APLICA A CUENCAS MAYORES DE 10 KM² Y MENORES DE 65 KM² DEBIDO A LAS MUCHAS LIMITACIONES EN RELACIÓN A LAS SUPERFICIES DRENADAS.

3.b.3

$$Q = 176 P\sqrt{A}$$

A - superficie drenada en Km².

Q - gasto en m³/seg.

P - coeficiente de escurrimiento.

T:3 VALORES DEL COEFICIENTE P DE MYER	
P	REGION
0.20	los Grandes Lagos
0.70	costa Noreste
1.50-0.50	costa Este
1.80	estado de Texas (meridional)

3.B.4 FÓRMULA DE CREAGER

ESTA FÓRMULA SE OBTUVO BASANDOSE EN DATOS PARTICULARES DE ALGUNA - REGIÓN, POR LO QUE SU APLICACIÓN MUCHAS VECES SE RESTRINGE A ELLA SIN EMBARGO NOS ES DE GRAN UTILIDAD CUANDO NO SE TIENE INFORMACIÓN DE GASTOS Y SÓLO SE CONOCEN CARACTERÍSTICAS FÍSICAS PROMEDIO DE LA CUENCA Y REGISTROS DE PRECIPITACIÓN.

CREAGER DESARROLLO UNA GRÁFICA BASANDOSE EN DATOS SOBRE AVENIDAS - MÁXIMAS REGISTRADAS EN DIFERENTES CUENCAS DEL MUNDO, DONDE RELACIONO EL ÁREA DE LA CUENCA 'A' CON EL GASTO POR UNIDAD DE ÁREA q, EN LA GRÁFICA TRAZO UNA ENVOLVENTE CUYA ECUACIÓN RESULTO:

$$3.b.4 \quad Q = 1.303 [C (0.386 A)^{\frac{2}{3}}] A^{-1}$$

$$3.b.4.1 \quad E = \frac{0.936}{A^{0.048}}$$

A - área de la cuenca en Km².

Q - gasto máximo en m³/seg.

C - coeficiente de escurrimiento

CREAGER ENCONTRO UN VALOR DEL COEFICIENTE C = 100, QUE SE LE CONOCE COMO ENVOLVENTE MUNDIAL DE CREAGER. LA S.A.R.H. CALCULO VALORES DE C PARA DISTINTAS REGIONES DE LA REPUBLICA MEXICANA. (T:4).

ESTA FÓRMULA PUEDE INVOLUCRAR GRANDES ERRORES, YA QUE EL PROCEDIMIENTO DE ESCURRIMIENTO ES MAS COMPLEJO COMO PARA RESUMIRLO EN UNA FÓRMULA DE TIPO DIRECTO; POR LO GENERAL SE EMPLEA EN CORRIENTES -- IMPORTANTES (PUENTES).

3.B.5 FÓRMULA DE DICKENS

DICKENS DESARROLLA UNA FÓRMULA QUE GUARDA CIERTO PARECIDO CON LA DE TALBOT, CON LA DIFERENCIA DE QUE TALBOT OBTIENE DIRECTAMENTE EL ÁREA DE LA SECCIÓN DE LA ALCANTARILLA Y DICKENS DEDUCE EL GASTO PARA LA MISMA.

PARA OBTENER EL VALOR DEL COEFICIENTE 'C' DICKENS INVOLUCRA ALTURAS DE PRECIPITACIÓN DE 100 Y 150 MM EN 24 HORAS DE DURACIÓN EN UNA ÁREA TRIBUTARIA GRANDE (0.25 A 250 KM²). AL CONSIDERAR ALTURAS DE PRECIPITACIÓN "NO SIGUE LAS REGLAS DE LOS MÉTODOS RACIONALES", SIN EMBARGO YA INTRODUCE DATOS PLUVIOMÉTRICOS AUNQUE DE MANERA INCIPIENTE, PERMITIENDO UN CÁLCULO DEL GASTO BAJO UN PUNTO DE VISTA EXPERIMENTAL.

T:4 VALORES DEL COEFICIENTE C DE CREAGER PARA
LAS REGIONES DE LA REPUBLICA MEXICANA

REGION	COEFICIENTE DE CREAGER
1. Baja California Norte	30
2. Baja California Sur	72
3. Río Colorado	14
4. Noroeste	
a) Zona Norte	35
b) Zona Sur	64
5. Sistema Lerma-Chapala-Santiago	
a) Lerma-Chapala	16
b) Santiago	19
6. Pacífico Centro	100
7. Cuenca Río Balsas	
a) Alto Balsas	18
b) Bajo Balsas	32
8. Pacífico Sur	62
9. Cuenca Río Bravo	
a) Zona Conchos	23
b) Zona Salado y San Juan	91
10. Golfo Norte	61
11. Cuenca Río Pánuco	
a) Alto Pánuco	14
b) Bajo Pánuco	67
12. Golfo Centro	59
13. Cuenca Río Papaloapan	36
14. Golfo Sur	36
15. Sistema Grijalva-Usumacinta	50
16. Península de Yucatán	3.7
17. Cuencas cerradas del Norte	
Zona Norte	4
Zona Sur	26
18. El Salado, Zona Sur	45
19. Durango	8.4
20. Cuencas de Cuitzeo y Pátzcuaro	6.8
21. Valle de México	19
22. Cuenca del Río Metztlán	37

LA PRECIPITACIÓN PLUVIAL EN 24 HORAS QUE INCLUYE EN EL COEFICIENTE DE ESCURRIMIENTO DE LA FÓRMULA, NO DEJA DE SER UN DATO MUY IMPORTANTE PERO POCO CONFIABLE POR TENER UNA AMPLIA VARIEDAD DE INTENSIDADES.

3.b.5

$$Q = C (0.0139) \sqrt[4]{A^3}$$

A - superficie drenada en Km².

Q - gasto en m³/seg.

C - coeficiente de escurrimiento.

T:5 VALORES DEL COEFICIENTE C DE DICKENS		
TIPO DE TERRENO	PRECIPITACION PLUVIAL EN 24 HRS.	
	100 mm	150 mm
plano	200	300
suave	250	325
mucho lomerio	300	350

3.B.6 FÓRMULA DE CALIFORNIA

EL OBJETIVO DE ESTA FÓRMULA FUE EL DE ENCONTRAR LAS INTENSIDADES DE LA PRECIPITACIÓN PLUVIAL EN FUNCIÓN DE LAS ALTURAS DE LLUVIA CON DURACIÓN DE UNA HORA. POR LO QUE INGENIEROS DEL ESTADO DE CALIFORNIA, U.S.A., LLEVARÓN A CABO LOS ESTUDIOS RESPECTIVOS DE INTENSIDADES, PROPUSIERÓN UNA ECUACIÓN DE TIPO HIPERBÓLICO PARA OBTENER LA INTENSIDAD POR HORA DE LAS PRECIPITACIONES.

COMO COMPLEMENTO A DICHA FÓRMULA ES NECESARIO CALCULAR EL TIEMPO DE CONCENTRACIÓN DEL ESCURRIMIENTO, QUE ES EL TIEMPO QUE TARDA EL AGUA EN TRASLADARSE DESDE EL PUNTO MÁS ALEJADO DE LA CUENCA HASTA LA SALIDA DE LA MISMA, TEORICAMENTE DEFINE EL TIEMPO QUE SE REQUIERE

PARA QUE SI SE PRESENTA UNA TORMENTA DE INTENSIDAD CONSTANTE, EL GASTO A LA SALIDA DE LA CUENCA ALCANCE UN VALOR DE EQUILIBRIO, ESTE TIEMPO DEPENDE FUNDAMENTALMENTE DE LA PENDIENTE DE LA CUENCA Y POR CONSIGUIENTE DE LA VELOCIDAD DE ESCURRIMIENTO EN EL CAUCE PRINCIPAL.

$$3.b.6 \quad I = 462.28 [6.02 T_c]^{0.171 \log_e \left(\frac{P_{60}}{462.28} \right)}$$

I - intensidad de lluvia en mm/h.

T_c - tiempo de concentración en min.

P₆₀ - altura en mm de lluvia, duración una hora y frecuencia 50 años.

PARA OBTENER EL TIEMPO DE CONCENTRACIÓN (T_c) SE TIENE:

FÓRMULA DE PICHERING:

$$3.b.6.1 \quad T_c = \left[\frac{0.87 L^3}{H} \right]^{0.385}$$

T_c - tiempo de concentración en horas.

L - longitud del canal de la cuenca en Km.

H - diferencia del nivel del canal a la alcantarilla en m.

FÓRMULA DE KIRPICH:

$$3.b.6.2 \quad T_c = 0.0195 \left[\frac{L^{3/2}}{H^{1/2}} \right]^{0.77}$$

T_c - tiempo de concentración en minutos

L - longitud del cauce principal de la cuenca en m.

H - diferencia de nivel del cauce a la alcantarilla en m.

T:6 VALORES DEL COEFICIENTE PROPUESTO POR IGENIEROS DE CALIF.	
TIPO DE TERRENO	COEFICIENTE
superficie impermeable	0.90 - 0.95
terrenos aridos y pendientes pronunciadas	0.80 - 0.90
terrenos aridos ondulados	0.60 - 0.80
terrenos aridos planos	0.50 - 0.70
terrenos aridos con pastizal	0.40 - 0.65
terrenos arbolados caducos	0.35 - 0.60
terrenos arbolados con coniferas	0.25 - 0.50
huertos	0.15 - 0.40
granjas altas	0.15 - 0.40
granjas en valles	0.10 - 0.30

Con el valor de C y conociendo I, se podra emplear la fórmula racional o en su caso alguna otra.

3.C MÉTODO DE SECCIÓN Y PENDIENTE

ESTE MÉTODO SE EMPLEA CUANDO SE TIENEN ARROYOS CON CAUCE BIEN DEFINIDOS Y EN DONDE PUEDAN ENCONTRARSE HUELLAS DEJADAS POR LAS CORRIENTES EN LAS CRECIENTES MÁXIMAS. PARA SU APLICACIÓN DEBERÁ ELEGIRSE TRAMOS DEL ARROYO QUE PRESENTEN LAS SIGUIENTES CARACTERÍSTICAS:

- A) CAUCE LO MENOS SINUOSO POSIBLE,
- B) QUE NO TENGA ZONAS LATERALES DE INUNDACIÓN,
- C) PENDIENTE LONGITUDINAL MAS O MENOS UNIFORME.

ESTUDIOS QUE DEBEN LLEVARSE A CABO:

1. LEVANTAMIENTO DEL PERFIL A CADA 20.00 METROS DEL FONDO DEL ARROYO O DE LA SUPERFICIE DEL AGUA,
2. LEVANTAMIENTO DE SECCIONES HIDRÁULICAS;
DENTRO DEL TRAMO ELEGIDO SE TRAZAN Y NIVELAN TRES SECCIONES TRANSVERSALES AL EJE DE LA CORRIENTE; EN EL CRUCE CON EL CAMINO,

AGUAS ARRIBA Y AGUAS ABAJO A UNA DISTANCIA DE 300 A 500 METROS.

3. LOCALIZACIÓN DEL NIVEL DE AGUAS MÁXIMAS EXTRAORDINARIAS (NAME); SE OBTIENE POR OBSERVACIÓN DIRECTA DE LAS HUELLAS DEJADAS POR - LAS AVENIDAS EN LAS MARGENES DEL ARROYO O POR INFORMACIÓN DEL - PERSONAL DE ALGUNA DEPENDENCIA QUE TENGA DATOS DE LA CORRIENTE. SE NIVELAN LAS HUELLAS Y LOS PUNTOS OBTENIDOS POR INFORMACIÓN - DE AMBAS MARGENES A LO LARGO DE LA ZONA EN ESTUDIO, SE ELIGE LA ELEVACIÓN CORRESPONDIENTE AL NAME DE CADA SECCIÓN.

4. TRABAJOS DE GABINETE:
SE DIBUJA EL PERFIL DEL FONDO DEL ARROYO Y LAS TRES SECCIONES - LEVANTADAS COLOCANDO LA LÍNEA DEL NAME, SE CALCULA ÁREA HIDRÁULICA, PERÍMETRO MOJADO Y RADIO HIDRÁULICO.

EL GASTO MÁXIMO SE OBTIENE CON LA FÓRMULA:

3.c.1 $Q = AV$

Q - gasto de la corriente en $m^3/\text{seg.}$

A - sección transversal en m^2 .

V - velocidad de la corriente en $m/\text{seg.}$

LA VELOCIDAD SE OBTIENE CON LA FÓRMULA DE MANNING, QUIEN DE ACUERDO A EXPERIENCIAS Y OBSERVACIONES VALORIZO EL COEFICIENTE DE CHEZY EL CUAL QUEDO EXPRESADO EN FUNCIÓN DEL RADIO HIDRÁULICO Y UN FACTOR QUE DEPENDE DE LA RUGOSIDAD DE LA SUPERFICIE MOJADA.

3.c.2
$$V = \frac{R^{2/3} S^{1/2}}{n}$$

V - velocidad de la corriente en $m/\text{seg.}$

R - radio hidráulico: $R = \frac{\text{área hidráulica}}{\text{perímetro mojado}}$

S - pendiente hidráulica.

(T:7) n - coeficiente de rugosidad.

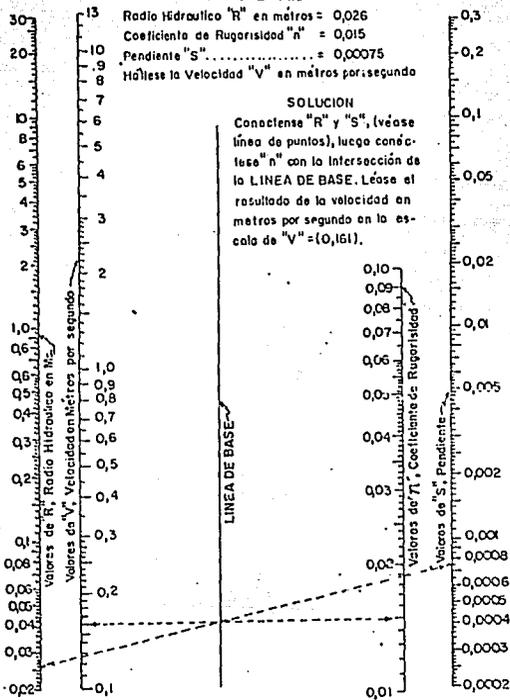
EL COEFICIENTE "n" PUEDE VARIAR A LO ANCHO DEL CAUCE, EN EL FONDO

EJEMPLO

Radio hidráulico "R" en metros = 0,026
 Coeficiente de Rugosidad "n" = 0,015
 Pendiente "S" = 0,00075
 Hállase la Velocidad "V" en metros por segundo

SOLUCION

Conectense "R" y "n", (véase línea de puntos), luego conéctese "n" con la intersección de la LINEA DE BASE. Léase el resultado de la velocidad en metros por segundo en la escala de "V" = (0,161).



NOTA: Conectense los 2 escalas exteriores a los 2 escalas interiores con el punto común en la LINEA DE BASE. Nunca se deben conectar cualquiera de las escalas exteriores a cualquiera de las escalas interiores.

GRAFICA PARA RESOLVER LA FORMULA DE MANNING EN EL SISTEMA METRICO

DEL ARROYO LA FRICCIÓN TIENE MAYOR INGERENCIA EN LA VELOCIDAD QUE EN LA SECCIÓN RESTANTE O LA CONSTITUCIÓN DEL FONDO PUEDE SER DIFERENTE.

LA VELOCIDAD MEDIA PUEDE OBTENERSE TAMBIEN CON MÉTODOS DIRECTOS EN DONDE SE EMPLEAN MOLINETES Y FLOTADORES.

ESTE PROCEDIMIENTO DA RESULTADOS MAS CERCANOS A LA REALIDAD SIEMPRE QUE LAS HUELLAS ENCONTRADAS SEAN CLARAS, PRECISAS, QUE CORRESPONDAN REALMENTE A LA CRECIENTE MÁXIMA Y, TOMANDO UN COEFICIENTE DE RUGOSIDAD ADECUADO A LAS CARACTERÍSTICAS DEL ARROYO.

T:7 VALORES MEDIOS DEL COEFICIENTE n DE MANNING	
CARACTERÍSTICAS DEL CONDUCTO	COEFICIENTE
madera cepillada	0.010
madera sin cepillar	0.011
concreto acabado	0.010
concreto en bruto	0.012
hierro fundido	0.012
ladrillo	0.013
acero remachado	0.015
lamina corrugada	0.018
manpostería	0.021
tierra	0.021
tierra con piedras y hierbas	0.029
grava	0.024

3.D MÉTODOS RACIONALES

ESTOS MÉTODOS HACEN USO DE DATOS DE PRECIPITACIÓN Y ESCURRIMIENTO PLUVIAL REGISTRADOS DURANTE LARGO TIEMPO, SE BASAN EN GASTOS MÁXIMOS ANUALES DE LAS CORRIENTES.

LAS FÓRMULAS NOS DAN LA CANTIDAD DE AGUA QUE LLEGA A UNA ALCANTARILLA Y MEDIANTE LA APLICACIÓN DE UNA SEGUNDA FÓRMULA SE DETERMINA EL TAMAÑO ADECUADO DE ESTAS PARA DESCARGAR ESE CAUDAL.

EN NUESTRO PAÍS EXISTEN POCAS ESTACIONES METEOROLÓGICAS QUE HAYAN REGISTRADO DURANTE UN NÚMERO SUFICIENTE DE AÑOS LA INFORMACIÓN NECESARIA. LOS ESTUDIOS QUE SE HAN REALIZADO EN SU MAYORÍA CORRESPONDEN A CORRIENTES MUY IMPORTANTES.

3.D.1 FÓRMULA RACIONAL

ESTE MÉTODO ESTÁ APOYADO EN UNA ECUACIÓN QUE INVOLUCRA DE UNA MANERA SENCILLA LOS ELEMENTOS NECESARIOS PARA DETERMINAR EL GASTO DE UNA CORRIENTE PLUVIAL. EL COEFICIENTE DE ESCURRIMIENTO DA UNA APROXIMACIÓN ACERTADA, EN LO QUE CABE, EN LA DETERMINACIÓN DEL GASTO PARA EL DISEÑO DE UNA ALCANTARILLA, SU VALOR FLUCTUA ENTRE 0.5 A 0.95. ESTE COEFICIENTE DEPENDE FUNDAMENTALMENTE DE LA INFILTRACIÓN, DE LA EVAPORACIÓN Y TRANSPIRACIÓN DE LAS ESPECIES VEGETALES; ASÍ COMO DE LA PENDIENTE DEL TERRENO DE LA CUENCA, TAMBIÉN SE ENCUENTRA LIGADO CON LA HUMEDAD Y LA VARIACIÓN DE LA INTENSIDAD DE LLUVIA; SÍ AUMENTA LA HUMEDAD DEL SUELO, EL COEFICIENTE AUMENTA EN TODA LA CUENCA; DE IGUAL MANERA SI DISMINUYE LA INTENSIDAD DE LLUVIA EL COEFICIENTE DISMINUYE, DE ESTO DEPENDE LA APROXIMACIÓN.

ESTA FÓRMULA ES LA BASE DE LA MAYORÍA DE LAS FÓRMULAS RACIONALES EXISTENTES.

3.d.1

$$Q = 2.778 ACI$$

A - superficie drenada en Ha.

Q - gasto del pico máximo en m³/seg.

I - intensidad máxima de precipitación en m/h.

(T:8), (T:6)

C - coeficiente de escurrimiento

EL VALOR DEL COEFICIENTE PUEDE OBTENERSE CON LA SIGUIENTE EXPRESIÓN SEGÚN HOOD Y Mc GEE O LOS VALORES DE LA T:8 Y T:6 SI SE EMPLEAN LOS DATOS DE LA FÓRMULA DE CALIFORNIA.

3.d.1.1 $C = \frac{t}{8 + t}$ superficie impermeable

3.d.1.2 $C = \frac{0.3 t}{20 + t}$ superficie cultivada

C - coeficiente de escurrimiento

t - duración de la lluvia en minutos

T:8 ALGUNOS VALORES DEL COEF. C DE LA FORMULA RACIONAL	
TIPO DE TERRENO	COEFICIENTE
arenosos planos (pendiente 0.02)	0.05 - 0.00
arenosos planos (pendiente 0.02-0.07)	0.10 - 0.15
arenosos escarpados (0.07 ó más)	0.15 - 0.20
arcillosos planos (0.02 ó menos)	0.13 - 0.17
arcillosos (0.02-0.07)	0.18 - 0.22
arcillosos escarpados (0.07 ó más)	0.25 - 0.35

3.D.2 FÓRMULA RACIONAL ARMCO

ESTA FÓRMULA NO PRESENTA NINGUNA NOVEDAD, ES IDENTICA A LA FORMULA RACIONAL CON LA DIFERENCIA DE QUE ARMCO PROPONE LA INTENSIDAD DE LLUVIA EN CM/H.

LOS GASTOS CALCULADOS CON ESTE MÉTODO PUEDEN SER CONSIDERADOS COMO RAZONABLES SI SE UTILIZA UN TIEMPO DE CONCENTRACIÓN SATISFACTORIO.

3.d.2 $Q = \frac{A I R}{36}$

- A - superficie drenada en Ha.
- Q - gasto en m³/seg.
- R - intensidad máxima de lluvia en cm/h.
- I - coeficiente de impermeabilidad relativa.

T:9 VALORES DEL COEFICIENTE I DE ARMCO	
TIPO DE TERRENO	COEFICIENTE
superficie impermeable de techos	0.75-0.95
pavimentos asfaltados	0.80-0.95
pavimentos de concreto	0.70-0.90
pavimentos de piedra o ladrillo con juntas	0.35-0.70
suelos impermeables	0.40-0.65
suelos impermeables con césped	0.30-0.55
ligeramente impermeables	0.15-0.40
ligeramente impermeables con césped	0.10-0.30
moderadamente impermeables	0.05-0.20
moderadamente impermeables con césped	0.00-0.10

NOTA: Los valores correspondientes a los tipos de suelos se aplicarán para pendientes de 1 a 2%.

3.D.3 FÓRMULA DE BURKIE-ZIEGLER

ESTA FÓRMULA SE BASA EN CÁLCULOS REALIZADOS POR BURKIE-ZIEGLER UTILIZANDO AFOROS EN ARROYOS DE LA REGIÓN DE ZÜRICH, SUIZA. SE OBTIENE EL GASTO MÁXIMO PRODUCIDO EN UNA ALCANTARILLA DEBIDO A UN AGUACERO INTENSO EN UNA ÁREA TRIBUTARIA PEQUEÑA (250 HA.).

DEBIDO A QUE EN NUESTRO PAÍS NO EXISTEN SUFICIENTES PLUVIOGRÁFOS - NO ES MUY CONVENIENTES EMPLEAR ESTA FÓRMULA, GENERALMENTE SE UTILIZA

PARA CALCULOS DE DRENAJE URBANO.

3.d.3 $Q = 0.002778 C I A^{3/4} S^{1/4}$

A - superficie drenada en Ha.

Q - gasto total en m³/seg.

I - intensidad de lluvia en mm/h.

S - pendiente en millares.

C - coeficiente de escurrimiento.

EN LA PÁGINA 53 SE TIENE UN NOMOGRAMA PARA LA RESOLUCIÓN DE LA --
FÓRMULA DE BURKLE-ZIEGLER.

T:10 VALORES DEL COEFICIENTE C DE BURKLE-ZIEGLER	
TIPO DE TERRENO	C
calles pavimentadas y distritos comerciales	0.75
calles ordinarias de una ciudad	0.63
poblaciones con parques y calles	0.30
terrenos de cultivo	0.25

3.D.4 MÉTODO PERFECCIONADO POR LA FHWA

EL MÉTODO SE BASA EN MEDICIONES ACUMULADAS EN ESTACIONES QUE SE --
ENCUENTRAN EN DIFERENTES CORRIENTES EN UN TIEMPO CONSIDERABLE. ES-
TOS DATOS SE REDUCEN A UNA GRÁFICA LA CUAL REvisa LA FRECUENCIA DE
RECURRENCIA DE AVENIDAD IGUALES O QUE EXCEDAN A LAS MAGNITUDES DA-
DAS. FUE PERFECCIONADO POR LA FHWA PARA INCREMENTAR LOS DATOS DE -
FLUJO DE AVENIDAS EN CUENCAS DE 80 A 160 Km² DONDE NO EXISTEN ES-
TACIONES DE MEDICIÓN.

SE DETERMINA EL VALOR DEL REGISTRO MÁXIMO PROBABLE PARA EL ÁREA CON
LA SIGUIENTE ECUACIÓN:

Formyla actual:

$$Q = 0.002778 I C A^{7/4} S$$

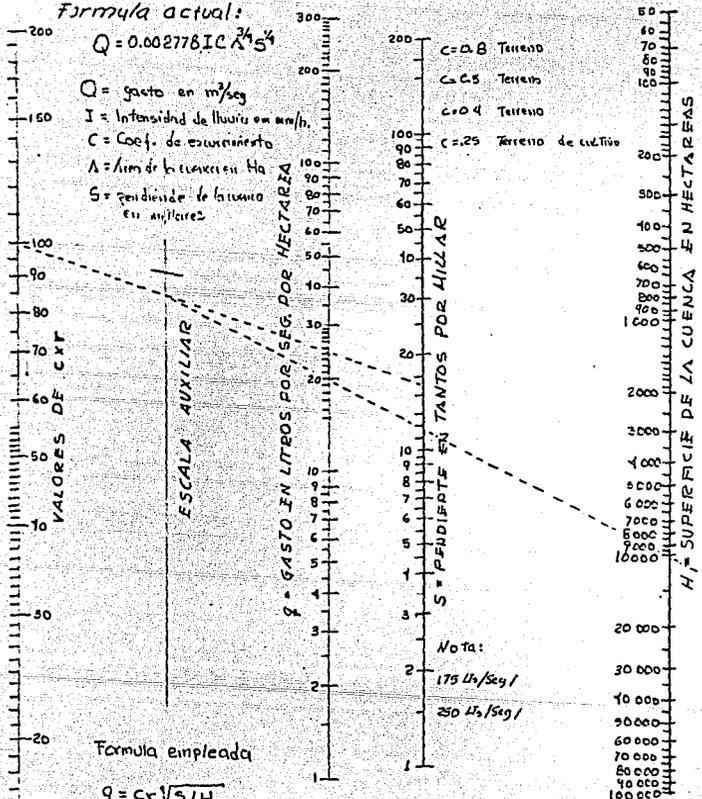
Q = gasto en m³/seg

I = Intensidad de lluvia en mm/h.

C = Coef. de escorrenteo

A = Area de la cuenca en Ha

S = pendiente de la cuenca en millores



- C = 0.8 Terreno
- C = 0.5 Terreno
- C = 0.4 Terreno
- C = 0.25 Terreno de cultivo

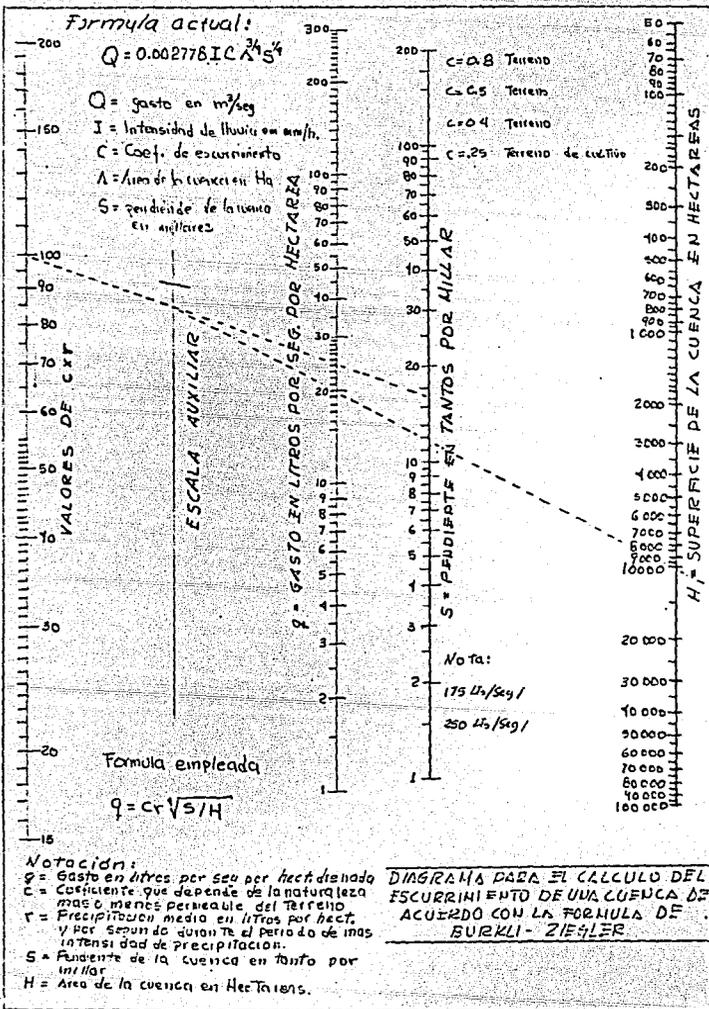
Formyla empleada

$$q = cr \sqrt{S/H}$$

Nota:
175 L_s/seg /
250 L_s/seg /

Notación:
 q = Gasto en litros por seg por hectárea
 c = Coeficiente que depende de la naturaleza mas o menos permeable del Terreno
 r = Precipitación media en litros por hect. y por segundo durante el periodo de mas intensidad de precipitación.
 S = Pendiente de la cuenca en tanto por milloar
 H = Area de la cuenca en Hectáreas.

DIAGRAMA PARA EL CALCULO DEL ESCURRIMIENTO DE UNA CUENCA DE ACUERDO CON LA FORMULA DE BURKLI - ZIEGLER



3.d.4

$$q_{10} = 0.02803 A^{0.56172} R^{0.94356} DH^{0.16987}$$

q_{10} - gasto estimado en 10 años en m^3 /seg.

A - área de la cuenca en Km^2 .

R - factor de erosión: en un tiempo máximo de 30 minutos que esta influenciado por la posición de la tierra, circulación del aire y las elevaciones.

DH - diferencia de elevación en m en el cauce principal -- medido desde el punto más lejano hasta el sitio de -- interes.

T:11 VALORES DEL COEFICIENTE DE LA FORMULA DE LA FHWA	
ZONA	R
Fairbanks, Alaska	10
Phonix, Arizona	40
Denver, Colorado	70
Portland, Maine	90
Washington, D.C.	150
ST. Louis, Missouri	185
New Orleans, Louisiana	700
Maui, Hawaii	3200

ESTA REPRESENTA UNA ENVOLVENTE QUE INCORPORA TODOS LOS PERIODOS DE - LOS DATOS INSTANTANEOS ASÍ COMO LOS PICOS MÁXIMOS DE AVENIDAS. ESTE MÉTODO DÁ UN ESTIMADO DE 10 AÑOS DEL VALOR MÁXIMO QUE PUDIERA - PRESENTARSE, ADEMÁS PROPORCIONA MULTIPLICADORES PARA CONVERTIR 10 AÑOS A OTROS PERIODOS DE RETORNO, TALES VALORES SON ANUALES:

$$\text{MEDIA ANUAL} = 0.4692 q_{10}$$

$$50 \text{ AÑOS} = 1.4596 q_{10}$$

$$100 \text{ AÑOS} = 1.6438 q_{10}$$

CON ESTAS RELACIONES ES POSIBLE SELECCIONAR Y DETERMINAR EL COSTO QUE IMPLICARÍA UNA ESTRUCTURA PARA VARIOS PERIODOS DE RETORNO. ESTE MÉTODO PROVEE PROCEDIMIENTOS PARA DETERMINAR LOS EFECTOS DE

CARGA, CIENEGAS U OTROS ESTANCAMIENTOS DE AGUA, EL MÉTODO DA MUCHOS VALORES PROBABLES.

3.3 ALCANTARILLAS DE SALIDA LIBRE Y AHOGADA

EL PROYECTO DE LAS OBRAS DE DRENAJE ES PROPORCIONAR EL ÁREA HIDRÁULICA NECESARIA DE LAS ALCANTARILLAS PARA DAR PASO AL GASTO APORTADO, ESTA ÁREA DEBE SER DE TAL MODO QUE DE PREFERENCIA NUNCA TRABAJEN COMO CONDUCTOS LLENOS.

3.3.1 ALCANTARILLAS DE SALIDA LIBRE

SON VARIOS LOS FACTORES QUE REGULAN LA DESCARGA DE UNA ALCANTARILLA; LA PENDIENTE DE LA ESTRUCTURA, LA DEL LECHO DE LA CORRIENTE, AGUAS ARRIBA Y AGUAS ABAJO; LA ALTURA DEL EMBALSE A LA ENTRADA, -- LAS DIFERENTES FORMAS DE ENTRADA, LA RUGOSIDAD DEL INTERIOR DE LA ALCANTARILLA Y LA ALTURA DEL REMANSO, (FIG. 1).

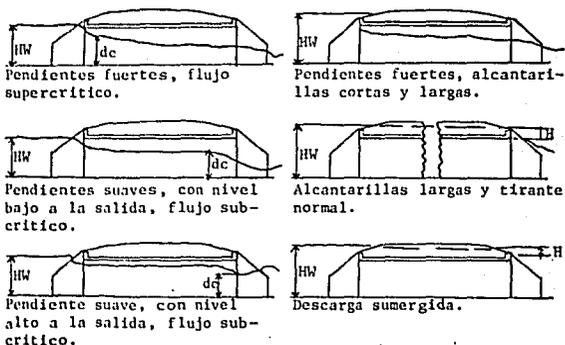


FIG. 1: FLUJOS TÍPICOS EN ALCANTARILLAS

SI LA ALCANTARILLA FUERA DEL MISMO TAMAÑO QUE EL CAUCE DE LA CORRIENTE, EL DISEÑO SERIA MUY SIMPLE, SIN EMBARGO, UNA OBRA A MENUDO RESTRINGUE EL CANAL Y EN EPOCAS DE INUNDACIÓN FORMA UN EMBALSE AGUAS ARRIBA DE LA ESTRUCTURA PROVOCANDO UN MAYOR TIEMPO DE CONTACTO ENTRE EL AGUA Y EL CAMINO.

LAS ALCANTARILLAS DE SALIDA LIBRE SON AQUELLAS QUE EN GENERAL NO TIENEN CARGA HIDRÁULICA, EL AGUA ESCURRE Y SALE DE LA ESTRUCTURA SIN SER RETARDADA. SI SE TIENE DESCARGA LIBRE Y SUFICIENTE PENDIENTE, HAY UNA CAIDA DE ALTURA DEL NIVEL DE AGUA A LA ENTRADA QUE AUMENTA LA VELOCIDAD, PERO EL CONDUCTO NO TRABAJA LLENO. LA PENDIENTE MÍNIMA DE UNA ALCANTARILLA QUE PERMITA LA DESCARGA MÁXIMA SE LLAMA "PENDIENTE CRÍTICA".

PARA PENDIENTES MENORES QUE LA CRÍTICA, LA DESCARGA PUEDE SER MENOR PARA UN NIVEL DE AGUA DADO A LA ENTRADA DEL CONDUCTO; LAS MAYORES QUE LA CRÍTICA NO CAUSARÁN DESCARGA MAYOR.

SI EL NIVEL DEL AGUA EN EL CANAL DE ENTRADA A LA ALCANTARILLA ESTÁ A LA ALTURA DE LA CLAVE DE LA MISMA, ES DECIR, QUE NO TRABAJA CON CARGA Y, SI LA PENDIENTE VA EN AUMENTO, LLEGA UN MOMENTO EN QUE EL GASTO ALCANZA UN VALOR MÁXIMO QUE YA NO CRECE AUNQUE SIGA AUMENTANDO LA PENDIENTE, POR LO CONSIGUIENTE SE LLEGA AL GASTO CRÍTICO, LA VELOCIDAD SE DENOMINA VELOCIDAD CRÍTICA. SI EN ESE MOMENTO AUMENTA LA PENDIENTE, CRECE LA VELOCIDAD PERO EL GASTO SE CONSERVA CONSTANTE.

3.3.2 ALCANTARILLAS CON DESCARGA SUMERGIDA

EN TERRENOS PLANOS O EN LOS CASOS EN QUE EL AGUA A LA SALIDA NO CORRA CON SUFICIENTE RAPIDEZ, COMO SUCEDE DURANTE LAS INUNDACIONES LA BOCA DE SALIDA DE LA OBRA PUEDE ESTAR AHOGADA; EN ESTE CASO PUEDE OCURRIR QUE EL TUBO ESTÉ LLENO, TRABAJA FORZADO, EL GASTO SÓLO DEPENDE DE LA CARGA HIDRÁULICA Y NO DE LA PENDIENTE.

ENTRE LAS CAUSAS QUE OCACIONAN QUE UN CONDUCTO TRABAJE LLENO, CON CARGA, ES QUE TENGA UNA ÁREA HIDRÁULICA INSUFICIENTE LA CUAL REQUIERE UNA VELOCIDAD Y UNA CARGA MUY GRANDE A LA ENTRADA O QUE LA SALIDA NO SEA LIBRE, SINO AHOGADA.

3.3.3 ESPACIO LIBRE

EN TODAS LAS ALCANTARILLAS SOBRE ARROYOS EN LOS QUE EL AGUA LLEVA CUERPOS FLOTANTES, NO DEBE HACERSE TRABAJAR LA ALCANTARILLA COMO CONDUCTO LLENO, SINO QUE DEBE PROPORCIONARSE UN ESPACIO LIBRE ENTRE EL MÁXIMO NIVEL DEL AGUA EN LA ALCANTARILLA Y LA CLAVE DEL CONDUCTO; ESTE ESPACIO ES INDISPENSABLE PARA QUE PUEDAN PASAR CON FACILIDAD LOS CUERPOS FLOTANTES, ADEMÁS SI LA ALCANTARILLA TRABAJA A SU MÁXIMA CAPACIDAD, PRODUCE REMANSOS Y TURBULENCIAS AGUAS ARRIBA CON PREJUICIO DE LAS TERRACERÍAS.

CUANDO SE TRATE DE ALCANTARILLAS QUE DEN PASO A PEQUEÑAS CORRIENTES DE AGUA INCAPACES DE ARRASTRAR CUERPOS FLOTANTES, NO ES NECESARIO DEJAR ESPACIO LIBRE, COMO NO SEA MAS QUE PARA DAR UN MARGEN DE SEGURIDAD Y FACILITAR SU MANTENIMIENTO.

PARA UNA ALCANTARILLA DE LOSA EL ESPACIO LIBRE SE DETERMINA CON LA SIGUIENTE EXPRESIÓN:

$$\text{AREA} = \text{CLARO HORIZONTAL} \times \text{ESPACIO LIBRE}$$

$$A = \text{C.H.} \times \text{E.L.}$$

$$\text{E.L.} = \text{C.H.} / A$$

3.3.4 SOBRE-ELVACIÓN

EN LOS CAUCES NATURALES, LA CORRIENTE VA CON UNA CIERTA VELOCIDAD A LA CUAL SE DENOMINA, VELOCIDAD NATURAL DE LA CORRIENTE Y, CON UN TIRANTE HIDRÁULICO (D). EN EL CRUCE CON EL EJE DEL CAMINO DONDE DEBA CONSTRUIRSE UNA OBRA DE DRENAJE, ESTA NO SERA HOMOGENEA

CON EL CAUCE, ESTO PROVOCARA UN ESTRECHAMIENTO QUE HARA ELEVAR EL NIVEL DE AGUA A LA ENTRADA, VARIANDO LAS CARACTERÍSTICAS DE LA CORRIENTE.

LA MÁXIMA ELEVACIÓN PERMITIDA* ES DE 0,20 METROS, SI ESTA ELEVACIÓN RESULTA MAYOR SE PROPORCIONARA OTRA SECCIÓN.

$$S_e = \frac{V_1 - V_2}{2g} \leq 20 \text{ cm.}$$

V_1 - velocidad natural del cauce

V_2 - velocidad dentro de la obra

g - fuerza de gravedad

$$V_2 = Q/A = \text{GASTO}/\text{ÁREA}$$

$$V_1 = \frac{1}{n} R^{2/3} S^{1/2}$$

* En la oficina de Alcantarillado y Obras Menores
Dirección General de Carreteras Federales.

IV: APLICACIONES COMPARATIVAS EN LA PRACTICA

COMO SE VIÓ EN EL CAPÍTULO III, SE TIENEN VARIOS MÉTODOS PARA - OBTENER EL ÁREA HIDRÁULICA DE UNA OBRA DE DRENAJE (ALCANTARILLAS), O EL GASTO QUE LE LLEGA A LA MISMA DEPENDIENDO DEL MÉTODO QUE - SE APLIQUE, DE LOS DATOS CON QUE SE CUENTE O DEL GRADO DE APROXIMACIÓN QUE SE REQUIERA.

PARA LA APLICACIÓN COMPARATIVA SE TOMÓ EL SIGUIENTE PROYECTO: *

CAMINO : ALAMO - BENITO JUÁREZ
TRAMO : COLOTLÁN - BENITO JUÁREZ
DEL KM : 75 + 000.00 AL KM: 80 + 000.00
ORIGEN : ALAMO, VERACRUZ.

EL CAMINO SE ENCUENTRA DENTRO DE UNA ZONA CON PENDIENTES MODERADAS Y PRECIPITACIÓN ALTA, LAS ESTACIONES DE LOS CURSES SON :

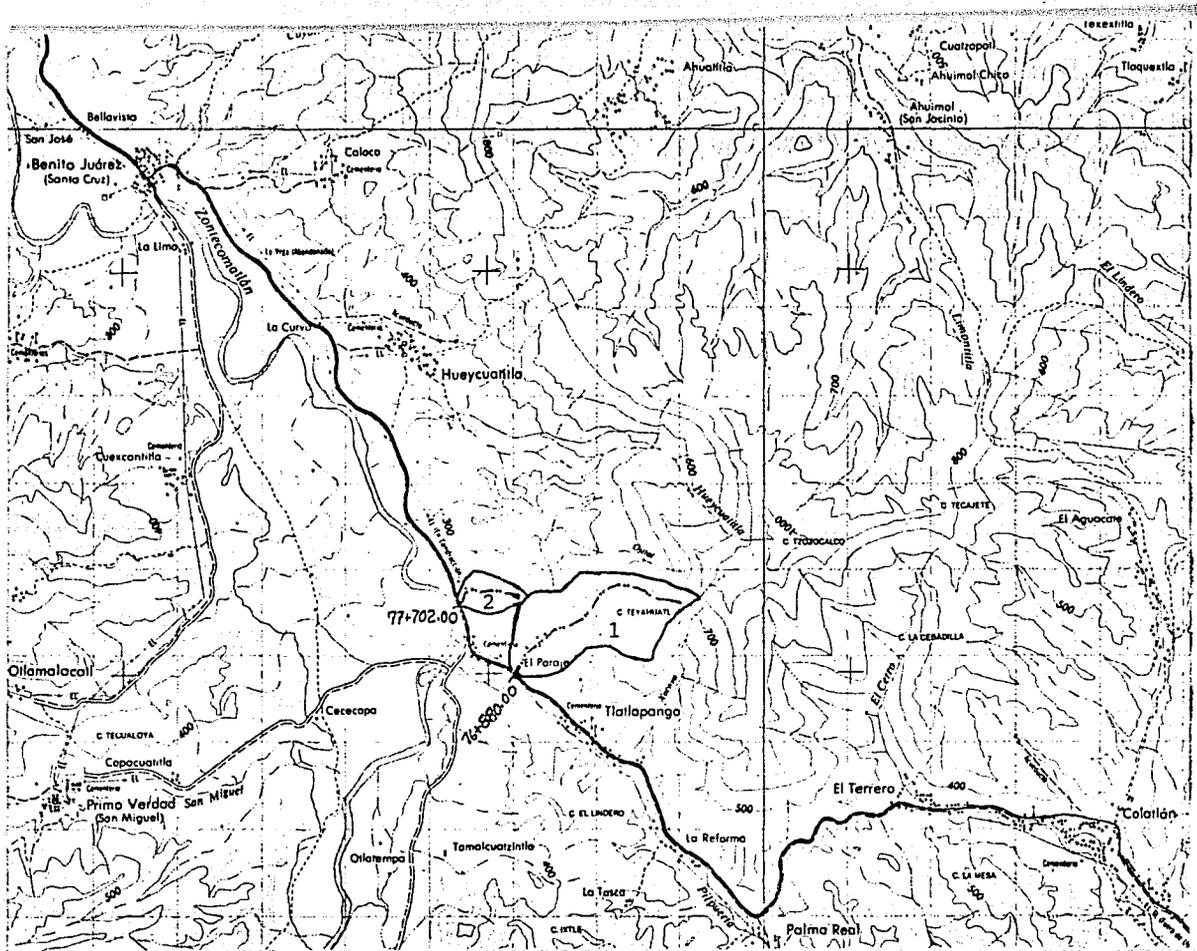
- 1) 76 + 880.00 CON UNA CUENCA DE 312 HA. (Datos generales de obras,
- 2) 77 + 702.00 CON UNA CUENCA DE 55 HA. F-14).

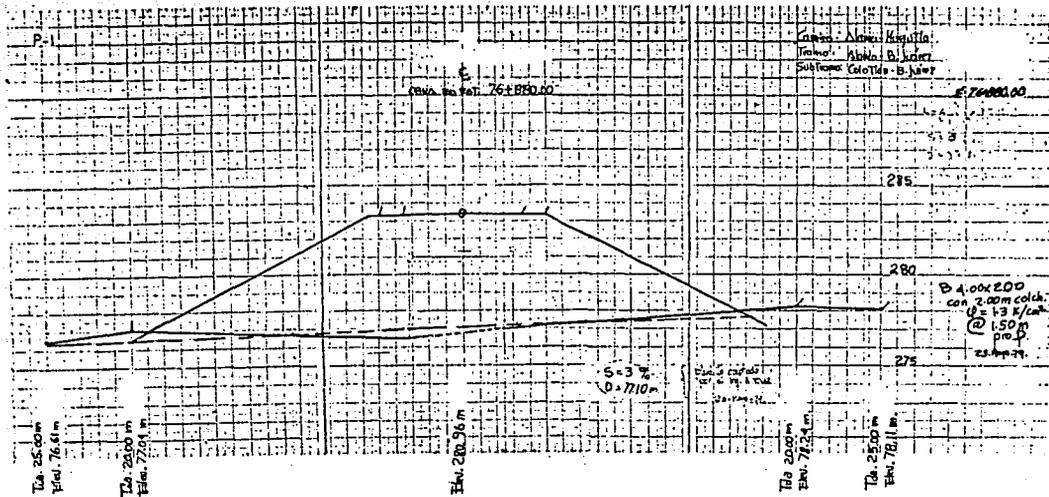
4.1 APLICACIÓN No. 1

ESTACIÓN DE CRUCE 76 + 880.00 (perfil 1)
CUENCA POR DRENAR 312 HA.

4.1.A MÉTODO POR COMPARACIÓN
NO SE TIENE ALGUNA OTRA OBRA EN EL CURSO DE LA CORRIENTE.

* Información obtenida en la Oficina de Obras Menores. (Dirección General de Carreteras Federales).





PERFIL 1

4.1.B MÉTODOS EMPÍRICOS.

4.1.b.1 FÓRMULA DE TALBOT

(3.b.1.) $a = 0.183 C \sqrt[4]{A^3}$

(T-1) $C = 0.8$

$$a = 0.183(0.8) \sqrt[4]{(312)^3}$$

$a = 10.87 \text{ m}^2$ -Con los monogramas de las páginas 38 y 39 se obtienen los mismos resultados.

4.1.b.2 FÓRMULA DE MYER

(3.b.2) $a = 0.146 C \sqrt{A}$

(T-2) $C = 4 ;$

$$a = 0.146(4) \sqrt{(312)}$$

$$a = 10.32 \text{ m}^2$$

4.1.b.3 FÓRMULA DE MYER MODIFICADA

(3.b.3.) $Q = 176 P \sqrt{A}$

(T-3) $P = 0.2$ -El valor de P se tomó de una zona semejante de los Estados Unidos.

$$Q = 176 (0.2) \sqrt{(3.12)}$$

$$Q = 62.18 \text{ m}^3/\text{seg}$$

EL ÁREA HIDRÁULICA SE OBTIEN CON LA EXPRESIÓN :

$$(3.c.1) \quad Q = AV \Rightarrow A = \frac{Q}{V}$$

$$(3.c.2) \quad V = 6,5 \text{ m/seg.}$$

$$A = \frac{62,18}{6,5}$$

$$A = 9,57 \text{ m}^2$$

4.1.b.4 FÓRMULA DE CREAGER

$$(3.b.4) \quad Q = 1,303 \{C (0,386 A)^{\xi}\} A^{-1}$$

$$(3.b.4.1.) \quad \xi = \frac{0,936}{A^{0,048}}$$

TOMAMOS:

a) $C = 100$ - Envolvente mundial de Creager, (T-4)

b) $C = 67$ - Valor obtenido por la SARH, para la zona.

$$\xi = \frac{0,936}{(3,12)^{0,048}}$$

$$\xi = 0,886$$

$$a) \quad Q = 1,303 [100 (0,386 \times 3,12)^{0,886}] (3,12)^{-1}$$

$$Q = 1,303 [100(1,179)](0,321)$$

$$Q = 49,32 \text{ m}^3/\text{seg.}$$

(3.c.2)

$$V = 6,5 \text{ m/seg.}$$

$$(3.c.1) \quad A = \frac{49,32}{6,5}$$

$$A = 7,58 \text{ m}^2$$

$$b) \quad Q = 1,303 [67(0,386 \times 3,12)^{0,886}] (3,12)^{-1}$$

$$Q = 1,303 [67(1,179)] (0,321)$$

$$Q = 33,04 \text{ m}^3/\text{seg.}$$

$$(3.c.1) \quad A = \frac{33,04}{6,5}$$

$$A = 5,8 \text{ m}^2$$

4.1.b.5

FÓRMULA DE DICKENS

$$(3.b.5) \quad Q = C (0,0139) \sqrt[3]{A^3}$$

$$(T-5) \quad C = 350$$

$$Q = 350(0,0319) \sqrt[3]{(3,12)^3}$$

$$Q = 11,42 \text{ m}^3/\text{seg.}$$

$$(3.c.2) \quad V = 6,5 \text{ m}/\text{seg.}$$

$$(3.c.1) \quad A = \frac{11,42}{6,5}$$

$$A = 1,76 \text{ m}^2$$

4.1.b.6

FÓRMULA DE CALIFORNIA

$$(3.b.6) \quad I = 462.28 [6.02 T_c]^{0.171 \log_e \left(\frac{P_{60}}{462.28} \right)}$$

$P_{60} = 55$ mm/h -precipitación promedio en la zona durante una hora.

$L = 2400$ m -Longitud del cauce principal de la cuenca.

$H = 380$ m -Desnivel entre el punto más alejado al sitio de la obra

TIEMPO DE CONCENTRACION (CAP. III):

$$(3.b.6.1) \quad T_c = \left[\frac{0.87 L^3}{H} \right]^{0.385}$$

$$T_c = \left[\frac{0.87(2.4)^3}{380} \right]^{0.385}$$

$$T_c = 0.265 \text{ h.}$$

$$T_c = 16 \text{ min.}$$

$$I = 462.28 [6.02(16)]^{0.171 \log_e \left(\frac{55}{462.28} \right)}$$

$$I = 426.28 [96.32]^{-0.362}$$

$$I = 88.5 \text{ mm/h.}$$

4.1.c.

MÉTODO DE SECCIÓN Y PENDIENTE

TRAMO	A m ²	Rh	R ^{2/3}	s	s ^{1/2}	n	1/n	V m/s	Q m ³ /s
1	12.166	1.17	1.12	0.03	0.173	0.030	33.33	6.5	78.5

DENTRO DE LOS DATOS NO SE CUENTA CON LAS SECCIONES TRANSVERSALES - DEL CAUCE DE AGUAS ARRIBA COMO DE AGUAS ABAJO, POR LO QUE NO ES POSIBLE OBTENER LA VELOCIDAD NATURAL DE LA CORRIENTE (V_1): DE LA PLAN- TILLA DE PROYECTO DE LA OBRA SE OBTIENE LA PENDIENTE S (PERFIL 1 PÁGINA 62), LA VELOCIDAD BAJO LA OBRA SE OBTIENE DE LA EXPRESIÓN :

$$(3.c.2.) \quad v = \frac{1}{n} R^{2/3} S^{1/2}$$

PROPONEMOS EL TIPO DE OBRA: PARA EL CASO, B 4.00 x 2.00 M, (FIG. 1).

$$*A_h = 2(2)(2) + 4.166$$

$$A_h = 12.166 \text{ m}^2$$

$$P_m = 2H + 2R + 2L + 2.33$$

$$P_m = 2(2) + 2(2) +$$

$$P_m = 10.33 \text{ m}$$

$$R_h = \frac{A_h}{P_m} = \frac{12.166}{10.33}$$

$$R_h = 1.17 \text{ m}$$

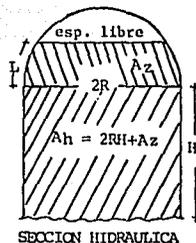


Fig. 1

$$S = 3 \%$$

(T-7)

$$n = 0.030$$

$$*H = \frac{A_h - A_z}{2R}$$

$$H = \frac{12.166 - 4.166}{4}$$

$$H = 2 \text{ m}$$

*Proyecto de alcantarillas de bóveda de la oficina de obras menores de la Dirección General de Carreteras Federales.

4.1.D MÉTODOS RACIONALES

4.1.d.1 FÓRMULA RACIONAL

(3.d.1) $Q = 2.778 A C I$

(3.d.1.1) $C = \frac{t}{8 + t}$

$$C = \frac{20}{8 + 20} = 0.71$$

(T-6) $C = 0.80$ -propuesto por ingenieros de California

a) $Q = 2.778 (0.71)(0.0885)(312)$

$$Q = 54.46 \text{ m}^3/\text{seg.}$$

(3.c.2) $V = 6.5 \text{ m}/\text{seg.}$

(3.c.1) $A = \frac{54.46}{6.5}$

$$A = 8.38 \text{ m}^2$$

b) $Q = 2.778 (0.80)(0.0885)(312)$

$$Q = 61.36$$

(3.c.1) $A = \frac{61.36}{6.5}$

$$A = 9.44 \text{ m}^2$$

4.1.d.2

FÓRMULA RACIONAL ARMCO

(3.d.2)

$$Q = \frac{A I R}{36}$$

(T-9)

$$R = 0,71$$

$$Q = \frac{(312)(8,85)(0,71)}{36}$$

$$Q = 54,46 \text{ m}^3/\text{seg}$$

(3.c.2)

$$V = 6,5 \text{ m/seg}$$

(3.c.1)

$$A = \frac{54,46}{6,5}$$

$$A = 8,38 \text{ m}^2$$

4.1.d.3

FÓRMULA DE BURKLIE-ZIEGLER

(3.d.3)

$$Q = 0,002778 C I \sqrt{A^3 S}$$

(T-10)

$$C = 0,85$$

$$Q = 0,002778 (0,85)(88,5) \sqrt{(312)^3 (30)}$$

$$Q = 36,31 \text{ m}^3/\text{seg}$$

(3.c.2)

$$V = 6,5 \text{ m/seg}$$

(3.c.1)

$$A = \frac{36,61}{6,5}$$

$$A = 5,58 \text{ m}^2 \text{ -Podrá utilizarse el nomograma de la página 53.}$$

4.1.d.4

FÓRMULA DE LA FHWA

(3.d.4)

$$q_{10} = 0.028 A^{0.562} R^{0.944} DH^{0.170}$$

(T-11)

$$R = 700$$

(Cap. III)

$$DH = 380 \text{ m}$$

$$q_{10} = 0.028(3.12)^{0.562} (700)^{0.944} (380)^{0.170}$$

$$q_{10} = 70.66 \text{ m}^3/\text{seg}$$

(3.c.2)

$$V = 6.5 \text{ m/seg}$$

(3.c.1)

$$A = \frac{70.66}{6.5}$$

$$A = 10.87 \text{ m}^2$$

4.2

APLICACION No. 2

ESTACIÓN DE CRUCE 77 + 702.00 ; (Perfil 2)

CUENCA POR DRENAR 55 HA.

4.2.A

MÉTODO POR COMPARACIÓN

NO SE TIENE ALGUNA OTRA OBRA EN EL CURSO DE LA
CORRIENTE.

4.2.B MÉTODOS EMPÍRICOS

4.2.b.1 FÓRMULA DE TALBOT

(3.b.1) $a = 0.183 C \sqrt[4]{A^3}$

(T-1) $C = 0.8$

$$a = 0.183 (0.8) \sqrt[4]{(55)^3}$$

$a = 2.96 \text{ m}^2$ - Con los nomogramas de las páginas 38 y 39 se obtienen los mismos resultados.

4.2.b.2 FÓRMULA DE MYER

(3.b.2) $a = 0.146 C \sqrt{A}$

(T-2) $C = 4$;

$$a = 0.146 (4) \sqrt{(55)}$$

$$a = 4.33 \text{ m}^2$$

4.2.b.3 FÓRMULA DE MYER MODIFICADA

(3.b.3) $Q = 176 P \sqrt{A}$

(T-3) $P = 0.2$;

$$Q = 176 (0.2) \sqrt{(0.55)}$$

$$Q = 26.11 \text{ m}^3/\text{seg.}$$

P-2

Camino: Alamo-Huejutla
Tramo: Alamo-B. Jaime
Subtramo: Saltillo-B. Jaime

OBRA en EST. 77+702.00

280

77+702.00

275

270

Por Boya caparol
de Goya...
Tubo: Ceratón de
1.98 m. Ø
Hno. 77

Ta. 50.27 m.
Elev. 72.34 m.

Ta. 15.30 m.
Elev. 72.27 m.

Elev. 72.27 m.

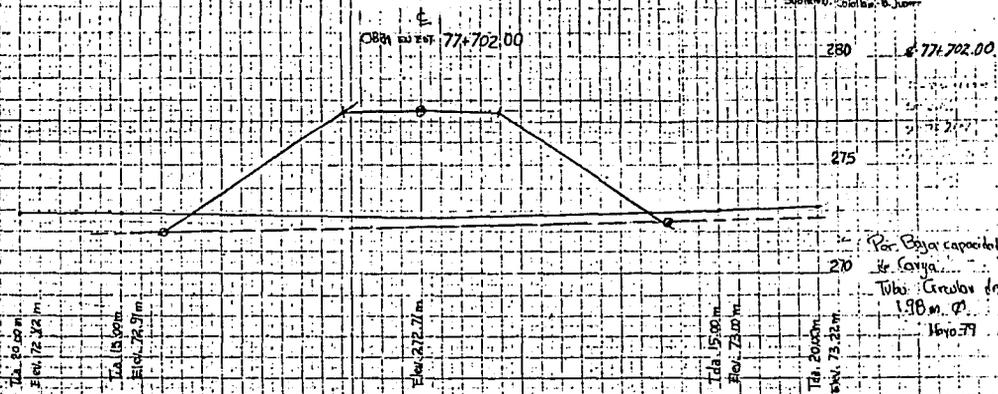
Ta. 15.00 m.
Elev. 73.10 m.

Ta. 20.50 m.
Elev. 73.22 m.

PERFIL 2

P-2

Caminos: Alamo - Hurgilla
Tramo: Alamo - B. Juárez
Sistema: Colchón: 6. Junio



PERFIL 2

EL ÁREA HIDRÁULICA SE OBTIENE CON LA EXPRESIÓN:

$$(3.c.1.) \quad Q = AV \Rightarrow A = \frac{Q}{V}$$

$$(3.c.2) \quad V = 4,9 \text{ m/seg.}$$

$$A = \frac{26,11}{4,9}$$

$$A = 5,33 \text{ m}^2$$

4.2.b.4. FÓRMULA DE CREAGER

$$(3.b.4.) \quad Q = 1,303 \left[C(0,086)^E \right] A^{-1}$$

$$(3.b.4.1) \quad E = \frac{0,936}{\lambda^{0,048}}$$

TOMAMOS :

a) $C = 100$ - envoltente mundial de Creager (T-4)

b) $C = 67$ - valor obtenido por la SARH para la zona.

$$E = \frac{0,936}{(0,55)^{0,048}}$$

$$E = 0,963$$

$$a) \quad Q = 1,303 \left[100(0,386 \times 0,55)^{0,936} \right] (0,55)^{-1}$$

$$Q = 1,303 \left[23,44 \right] (1,82)$$

$$Q = 55,58 \text{ m}^3/\text{seg}$$

$$(3.c.2) \quad V = 4,9 \text{ m/seg.}$$

$$(3.c.1) \quad A = \frac{55,58}{4,9}$$

$$A = 11,34 \text{ m}^2$$

$$b) Q = 1.303 [67(0.386 \times 0.55)^{0.963}] (0.55)^{-1}$$

$$Q = 1.303 [15.06] (1.82)$$

$$Q = 35.68 \text{ m}^3/\text{seg}$$

$$(3.c.1) \quad A = \frac{35.68}{4.9}$$

$$A = 7.28 \text{ m}^2$$

4.2.b.5

FÓRMULA DE DICKENS

$$(3.b.5) \quad Q = C (0.0139) \sqrt[4]{A^3}$$

$$(T-5) \quad C = 350$$

$$Q = 350(0.0139) \sqrt[4]{(0.55)^3}$$

$$Q = 3.11 \text{ m}^3/\text{seg}$$

$$(3.c.2) \quad V = 4.9 \text{ m/seg.}$$

$$(3.c.1) \quad A = \frac{3.11}{4.9}$$

$$A = 0.63 \text{ m}^2$$

4.2.b.6

FÓRMULA DE CALIFORNIA

$$I = 462.28 [6.02 T_c]^{0.17 \log_e \left(\frac{P_{60}}{462.28} \right)}$$

$P_{60} = 55$ mm/h -Precipitación promedio en la zona durante una hora.

$L = 800$ m -Longitud del cauce principal de la cuenca.

$H = 90$ m -Desnivel entre el punto más alejado al sitio de la obra

TIEMPO DE CONCENTRACION : (Cap. II)

$$(3.b.6.1) \quad T_c = \left[\frac{0.87 L^3}{H} \right]^{0.385}$$

$$T_c = \left[\frac{0.87(0.8)^3}{90} \right]^{0.385}$$

$$T_c = 0.13 \text{ h.}$$

$$T_c = 7.77 \text{ min.}$$

$$I = 462.28 \left[6.02(7.77) \right]^{0.171 \log_e \left(\frac{55}{462.28} \right)}$$

$$I = 462.28 \left[46.78 \right]^{-0.362}$$

$$I = 115 \text{ mm/h} \quad (\text{Este dato se empleara en las fórmulas racionales}).$$

4.2.C

MÉTODO DE SECCIÓN Y PENDIENTE

TRAMO	A m ²	Rh	R ^{2/3}	S	S ^{1/2}	n	1/n	v m/s	Q m ³ /s
1	3.08	0.495	0.626	0.02	0.1414	0.018	55.55	4.92	15.14

COMO EN EL CASO ANTERIOR NO SE CUENTA CON LAS SECCIONES TRANSVERSALES DEL CAUCE, LA PENDIENTE S SE OBTIENE DEL PERFIL (P-2), POR CONSIGUIENTE, LA VELOCIDAD BAJO LA OBRA SE OBTIENE DE LA EXPRESIÓN:

$$(3.c.2) \quad V = \frac{1}{n} R^{2/3} S^{1/2}$$

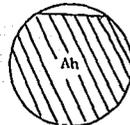
PROPONEMOS EL TIPO DE OBRA, PARA EL CASO, T 1.98 M Ø, FIG. 2.

$$A_h = 3.08 \text{ m}^2 \quad s = 2 \text{ ‰}$$

$$P_m = 6.22 \text{ m} \quad n = 0.018 \quad (T-7)$$

$$R_h = \frac{A_h}{P_m} = \frac{3.08}{6.22}$$

$$R_h = 0.50 \text{ m}$$



SECCION HIDRAULICA
Fig. 2

4.2.D MÉTODOS RACIONALES

4.2.d.1 FÓRMULA RACIONAL

$$(3.d.1.) \quad Q = 2,778 \text{ A C I}$$

$$(3.d.1.1) \quad C = \frac{t}{8 + t}$$

$$C = \frac{20}{8 + 20} = 0.71$$

$$(T-6) \quad C = 0,80 \quad \text{-propuesto por Ingenieros de California}$$

$$a) \quad Q = 2,778(55)(0.71)(0.115)$$

$$Q = 12.47 \text{ m}^3/\text{seg.}$$

* Proyecto de alcantarillas de tubo de la oficina de Obras Menores de la Dirección General de Carreteras Federales.

(3.c.2)

$$V = 4.9 \text{ m/seg}$$

(3.c.1)

$$A = \frac{12.47}{4.9}$$

$$A = 2.55 \text{ m}^2$$

b) $Q = 2,778(55)(0.80)(0.115)$

$$Q = 14.06 \text{ m}^3/\text{seg}$$

(3.c.1)

$$A = \frac{14.06}{4.9}$$

$$A = 2.87 \text{ m}^2$$

4.2.d.2

FÓRMULA RACIONAL ARMCO

(3.d.2)

$$Q = \frac{A I R}{36}$$

(T-9)

$$R = 0.71$$

$$Q = \frac{(55)(0.71)(11.5)}{36}$$

$$Q = 12.47 \text{ m}^3/\text{seg.}$$

(3.c.2)

$$V = 4.9 \text{ m/seg}$$

(3.c.1)

$$A = \frac{12.47}{4.9}$$

$$A = 2.55 \text{ m}^2$$

4.2.d.3 FÓRMULA DE BURKIE-ZIEGLER

$$(3.d.3) \quad Q = 0.002778 C I \sqrt{A^3 S}$$

$$(T-10) \quad C = 0.85$$

$$Q = 0.002778(0.85)(115) \sqrt{(55)^3(20)}$$

$$Q = 11.60 \text{ m}^3/\text{seg.}$$

$$(3.c.2) \quad V = 4.9 \text{ m/seg.}$$

$$(3.c.1) \quad A = \frac{11.60}{4.9}$$

$$A = 2.37 \text{ m}^2$$

-Podrá emplearse el nomograma
de la página 53.

4.2.d.4 FÓRMULA DE LA FHWA

$$(3.d.4) \quad q_{10} = 0.028 A^{0.562} R^{0.944} DH^{0.170}$$

$$(T-11) \quad R = 700$$

$$(Cap. III) \quad DH = 90 \text{ m}$$

$$q_{10} = 0.028(0.55)^{0.562}(700)^{0.944}(90)^{0.170}$$

$$q_{10} = 20.72 \text{ m}^3/\text{seg.}$$

$$(3.c.2) \quad V = 4.9 \text{ m/seg.}$$

$$(3.c.1) \quad A = \frac{20.72}{4.9}$$

$$A = 4.23 \text{ m}^2$$

V: CONCLUSION

EL AUQUE DE LOS PAISES SE DEBE EN GRAN PARTE AL DESARROLLO DE LAS VÍAS DE COMUNICACIÓN, DENTRO DE LAS CUALES DESTACAN LAS CARRETERAS, LAS QUE DEBEN SU AVANCE A LA NECESIDAD DE HACER LOS RECORRIDOS MAS DIRECTOS Y RAPIDOS POSIBLE.

UNO DE LOS PRINCIPALES PROBLEMAS EN EL PROYECTO DE LAS CARRETERAS, ES EL DRENAJE, PARA LO QUE DEBE BUSCARSE SOLUCIONES ADECUADAS PARA EVITAR, EN TODO LO QUE SEA POSIBLE, QUE EL AGUA DESTRUYA EL CAMINO. LAS SOLUCIONES QUE SE DEN VAN A DEPENDER DEL TIPO DE TERRENO QUE SE TENGA EN AL ZONA QUE SE CRUCE, YA QUE EL PROYECTO DE LAS OBRAS EN TERRENO ACCIDENTADO ES MAS SENCILLO QUE EN LOS TERRENOS PLANOS, AUNQUE EL NÚMERO DE OBRAS AUMENTA EN ZONAS MONTAÑOSAS.

AL LLEVAR A CABO EL PROYECTO DE UN CAMINO, EN MUCHAS OCACIONES AL DRENAJE SUBTERRÁNEO NO SE LE TOMA EN CUENTA O NO SE LE DA LA IMPORTANCIA DEBIDA; SIN EMBARGO ESTE ES TAN IMPORTANTE COMO EL DRENAJE SUPERFICIAL, EN LA MEDIDA QUE SE SOLUCIONE SE EVITARA LA INESTABILIDAD DEL TERRENO, LOS BACHES, LODAZALES, DESPRENDIMIENTOS DEL TERRENO, ETC., AUMENTANDO LA SEGURIDAD Y EL BUEN FUNCIONAMIENTO DE LOS CAMINOS.

SE CUENTA CON DOS MÉTODOS PARA REALIZAR EL PROYECTO DE UN CAMINO; EL FOTOGRAFÉMICO Y EL CONVENCIONAL, EL UTILIZARLOS DEPENDERA DE LA INFORMACIÓN QUE SE TENGA DE LA ZONA, DE LA COBERTURA VEGETAL Y DEL TIPO DE TERRENO; EN OCACIONES SE ES NECESARIO EMPLEAR AMBOS PARA EL MISMO PROYECTO.

PARA EL CÁLCULO DEL ÁREA HIDRÁULICA DE LAS OBRAS DE DRENAJE (ALCANTARILLAS), SE CUENTA CON CUATRO MÉTODOS (CAP, III); UNOS SE EMPLEAN PARA OBRAS MENORES (ALCANTARILLAS) Y OTROS PARA OBRAS MAYORES

(PUENTES). LOS RESULTADOS QUE SE OBTENGAN ESTARA EN FUNCIÓN DE LA INFORMACIÓN HIDROLÓGICA CON QUE SE CUENTE. EN EL DISEÑO DE LAS OBRAS ES FUNDAMENTAL CONOCER LA INTENSIDAD DE PRECIPITACIÓN Y LA CANTIDAD DE AGUA QUE ESCURRE, QUE VARIA EN FUNCIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS DE LA CUENCA.

EL EMPLEO DE LOS MÉTODOS EMPÍRICOS, EN GENERAL, SON SENCILLOS, ESTOS DEPENDEN DEL TAMAÑO DE LA CUENCA Y DEL VALOR DEL COEFICIENTE; PARA LOS MÉTODOS RACIONALES, ES INDISPENSABLES CONOCER LA GEOMETRÍA DEL CAUCE DONDE SE COLOCARA LA ESTRUCTURA, SU FUNCIONAMIENTO HIDRÁULICO Y LA PRECIPITACIÓN DE LA ZONA.

EN EL CUADRO COMPARATIVO SE OBSERVA QUE LOS RESULTADOS OBTENIDOS - CON LOS DIFERENTES MÉTODOS, EN GENERAL SON SIMILARES; PARA LAS -- FÓRMULAS DE TALBOT Y MYER LA VELOCIDAD NO INTERVIENE DIRECTAMENTE AUNQUE FUE CONSIDERADA; PARA LAS FÓRMULAS RACIONALES EL ÁREA HIDRÁULICA SE ENCUENTRA EN FUNCIÓN DE LA VELOCIDAD Y DE LA RUGOSIDAD DEL MATERIAL DE CONSTRUCCIÓN.

PARA CUENCAS GRANDES COMO PARA CUENCAS PEQUEÑAS, EL RESULTADO OBTENIDO CON LA FÓRMULA DE DICKENS, NO SE ASEMEJA A LAS DEMAS, ESTO - SE DEBE A LAS CARACTERÍSTICAS DE LA ZONA DONDE FUERÓN ECHAS LAS -- OBSERVACIONES Y LOS DATOS DE PRECIPITACIÓN DE 100 Y 150 MM.

EL OTRO CASO ES LA DE CREAGER, YA QUE ESTA ES MÁS ADECUADA PARA -- CUENCAS GRANDES Y CORRIENTES IMPORTANTES SIN INFORMACIÓN DE PRECIPITACIÓN Y ESCURRIMIENTO, RESTRINGUIENDOSE A LAS ZONAS DONDE SE -- HICIERÓN LOS ESTUDIOS, ACTUALMENTE SE CUENTA CON ALGUNOS VALORES - DEL COEFICIENTE PARA VARIAS ZONAS DE LA REPÚBLICA MEXICANA.

CON LA FÓRMULA DE CALIFORNIA SE DEDUCE LA INTENSIDAD DE LLUVIA EN CUALQUIER ZONA Y PROPONE UN COEFICIENTE DE ESCURRIMIENTO PARA CADA UNA DE ESTAS EN FUNCIÓN DE SUS CARACTERÍSTICAS, LOS DATOS QUE SE - OBTIENEN CON ELLA PUEDEN EMPLEARSE EN LAS FÓRMULAS RACIONALES.

CUADRO COMPARATIVO

	NOMBRE	CUENCA: 312 Ha V=6.5 m/seg.		CUENCA: 55 Ha. V=4.9 m/seg.	
		Q = (m ³ /seg.)	a = (m ²)	Q = (m ³ /seg.)	a = (m ²)
MÉTODOS EMPÍRICOS	TALBOT	---	10.87	---	2.96
	MYER	---	10.32	---	4.33
	MYER MODIFICADA	62.18	9.57	26.11	5.33
	Envolvente Mundial CREAGER	49.32	7.58	55.58	11.34
	Valor de la SARH	33.04	5.80	35.68	7.28
	DICKENS	11.42	1.76	3.11	0.63
	F. DE CALIFORNIA	---	---	---	---
MÉTODOS RACIONALES	MANNING	78.58	12.17	15.14	3.08
	Coef. F. Racional F. RACIONAL	54.46	8.38	12.47	2.55
	Coef. F. de Calif.	61.36	9.44	14.06	2.87
	F. R. ARMO	54.46	8.38	12.47	2.55
	BURKLE-ZIEGLER	36.31	5.58	11.60	2.37
	F.H.W.A.	70.66	10.87	20.76	4.23

LA APLICACIÓN DE LAS FÓRMULAS RACIONALES ES POR LO REGULAR, PARA EL PROYECTO DE OBRAS EN CORRIENTES IMPORTANTES QUE CUENTEN CON TODOS LOS ELEMENTOS NECESARIOS.

LA FÓRMULA DE BURKLE-ZIEGLER FUNCIONA PARA OBRAS DE DRENAJE URBANO, NO SIENDO MUY ADECUADA PARA DRENAJE DE CAMINOS DEBIDO A LOS VALORES DEL COEFICIENTE, AUNQUE ES POSIBLE INTERPOLAR Y OBTENER UN VALOR ADECUADO PARA EL TIPO DE SUPERFICIE.

PODEMOS DECIR QUE LA DIFERENCIA ENTRE UN MÉTODO Y OTRO, SE ENCUENTRA EN LAS CARACTERÍSTICAS DE LA CUENCA, EL TAMAÑO DE ESTA, LOS PARÁMETROS QUE DETERMINAN CADA UNO DE LOS COEFICIENTES Y EL TIPO

DE MATERIAL QUE SE EMPLEA EN LA CONSTRUCCIÓN DE LAS OBRAS.

EN RESUMEN, LAS FÓRMULAS DE MAYOR APLICACIÓN EN LA OFICINA DE OBRAS MENORES, EN LA DE PUENTES, EN LAS DE CONSERVACIÓN Y OTRAS DEPENDIENTES DE LA SECRETARÍA DE COMUNICACIONES Y TRANSPORTES (S.C.T.), SON LA DE TALBOT Y LA DE MANNING, POR QUE SON ESTAS LAS QUE HAN DADO RESULTADOS SATISFACTORIOS. EN LA ACTUALIDAD SE PUEDEN OBSERVAR MUCHAS OBRAS QUE FUERÓN CALCULADAS CON TALBOT Y MANNING Y QUE SE HAN COMPORTADO SATISFACTORIAMENTE. LAS OBRAS QUE HAN LLEGADO A FALLAR, NO HA SIDO POR FALTA DE CAPACIDAD HIDRÁULICA, SINO POR APLASTAMIENTO DEBIDO A LAS CARGAS O POR OBSTRUCCIÓN DEL CONDUCTO FALTA DE MANTENIMIENTO.

UNA DE LAS FÓRMULAS QUE PUDIERA EMPLEARSE CON BUENOS RESULTADOS ES LA DE LA F.H.W.A, LOS VALORES QUE SE OBTIENEN CON ELLA SON PARA DAR PASO A AVENIDAS QUE PUEDAN PRESENTARSE EN PERIODOS DE 10 AÑOS, ADEMÁS DE QUE CUENTA CON FACTORES DE RETORNO MUCHOS MÁS LARGOS. EL INCONVENIENTE ES OBTENER VALORES DEL COEFICIENTE (R) PARA CUENCAS DE LA REPÚBLICA MEXICANA Y CONTAR CON LA INFORMACIÓN NECESARIA DE LAS CORRIENTES. ESTA ES UNA FÓRMULA NUEVA QUE SE HA ESTADO APLICANDO EN LOS U.S.A. SI SE LOGRASE HACER UN ESTUDIO DETALLADO SE PODRA EMPLEAR EN OBRAS PARA NUESTRAS CARRETERAS.

ES POR TODO ESTO, QUE SEA LA FÓRMULA DE TALBOT Y, EN OTROS CASOS LA DE MANNING, LAS MAS EMPLEADAS DEBIDO A SU SENCILLEZ, A SU SIMILITUD CON LAS OTRAS FÓRMULAS EMPIRICAS Y RACIONALES, A LOS BUENOS RESULTADOS QUE SE HAN OBTENIDO EN OBRAS DE DRENAJE MENOR.

BIBLIOGRAFIA

MANUAL DE DRENAJE DE CAMINOS
"Salvador Mosqueira"
México D.F., 1952.

MANUAL DE DISEÑO DE OBRAS CIVILES
HIDROTECNIA: A.1.5. Relación entre
Precipitación y escurrimiento.
Instituto de Investigaciones Electricas
C.F.E.

MANUAL DE DRENAJE PARA CAMINOS RURALES
UNAM-ENEP ARAGON-INGENIERIA
"Ing. Fernando Olivera B."

NORMAS DE SERVICIOS TECNICOS
Proyecto Geométrico
2.01.01 Carreteras
S.C.T., 1984.

GUIA PARA EL ESTUDIO Y PROYECTO DEL
DRENAJE DE UNA OBRA VIAL TERRESTRE
"Of. de Alcantarillado y Estructuras Menores"
Dpto. de Proyecto Definitivo.
D.G.C.F. - S.C.T.

ESPECIFICACIONES PARA EL PROYECTO
DE OBRAS DE DRENAJE
Dirección Gral. de Proys, y Labs.
Dpto. devías Terrestres
Oficina de Obras Menores
S.O.P.

HIDRAULICA GENERAL
Vol. I Fundamentos
"Gilberto Sotelo Avila"
México, 1979

FOTOGAMETRIA Y FOTOINTERPRETACION EN
EL PROYECTO DEL DRENAJE PARA CARRETERAS
"Ing. Alberto Torres A."
México, D.F., 1980

COMO SE LLEVA A CABO EL PROYECTO DE UNA CARRETERA
O FERROCARRIL POR EL METODO CONVENCIONAL
S.O.P., México, D.F., 1969

INSTRUCTIVO PARA LAS TRES ETAPAS DEL PROYECTO
DE UN CAMINO. METODO CONVENCIONAL
Direc. Gral. de Proys. y Labs.
Dpto. de Vías Terrestres
México, D.F., 1965

PONENCIA DE LA DIRECCION GENERAL
DE PROYECTOS DE VIAS TERRESTRES
S.O.P., Enero, 1968

PROYECTO, DISEÑO Y CONSTRUCCION DE PUENTES
Estudios: Ubicación del Cruce
"Ing. Osain Dabian Rojas"
UNAM, 1982

LA HIDROLOGIA EN EL DISEÑO DE LAS ALCANTARILLAS
Direc. Gral. de Conservación de Obras Públicas
"Ing. Manuel Gómez Cantú"