

23
2ej.



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

FACULTAD DE INGENIERIA

***CRITERIOS DE SELECCION Y DISEÑO PARA
FUENTES DE ABASTECIMIENTO Y OBRAS
DE CAPTACION DE AGUA POTABLE***

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



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.

CONTENIDO

PAGINA

| | | |
|-----|---|----|
| I | INTRODUCCIÓN | 1 |
| II | ASPECTOS GENERALES ACERCA DE FUENTES DE ABASTECIMIENTO Y OBRAS DE CAPTACIÓN DE AGUA POTABLE | 4 |
| | II.1 AGUA POTABLE | 5 |
| | II.2 CICLO Y DISTRIBUCIÓN DEL AGUA | 5 |
| | II.3 FUENTES POTENCIALES Y REALES -- PARA ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE | 12 |
| | II.4 ASPECTO GENERAL DE LAS DIFERENTES FUENTES DE ABASTECIMIENTO | 13 |
| | II.5 ASPECTO GENERAL DE LAS DIFERENTES OBRAS DE CAPTACIÓN | 17 |
| | II.6 GASTOS DE DISEÑO | 25 |
| III | FUENTES DE ABASTECIMIENTO DE AGUA -- POTABLE | 28 |
| | III.1 AGUA PLUVIAL | 29 |
| | III.2 AGUA SUPERFICIAL | 31 |
| | III.3 AGUA SUBTERRÁNEA | 33 |
| | III.4 AGUA RESIDUAL | 36 |
| | III.5 CRITERIOS DE SELECCIÓN | 37 |
| IV | RESTRICCIONES EN LA UTILIZACIÓN DE -- FUENTES DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE | 42 |
| | IV.1 GLOSARIO DE TÉRMINOS | 43 |
| | IV.2 NORMAS DE CALIDAD | 45 |
| | IV.3 CONTAMINACIÓN DEL AGUA | 47 |
| | IV.4 AFECTACIÓN DEL AMBIENTE Y GAS-- | |

| CONTENIDO | PAGINA |
|--|--------|
| TOS DE PROYECTO | 48 |
| IV.5 ALGUNOS CASOS PARTICULARES DE - LAS DISTINTAS FUENTES DE ABASTE CIMIENTO Y OBRAS DE CAPTACIÓN | 49 |
| V SELECCIÓN Y DISEÑO DE OBRAS DE CAPTA CIÓN PARA SISTEMAS DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE | 54 |
| V.1 CAPTACIÓN DE LAS AGUAS METEÓRI-- CAS | 55 |
| V.2 CAPTACIÓN DE LAS AGUAS SUPERFI-- CIALES | 58 |
| V.3 CAPTACIÓN DE LAS AGUAS PROVENIEN TES DE MANANTIALES | 93 |
| V.4 EXTRACCIÓN DE LAS AGUAS SUBTERRÁ NEAS | 98 |
| VI CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES | 127 |
| BIBLIOGRAFÍA. | 134 |

CAPITULO I

INTRODUCCIÓN

EL AGUA POTABLE ES UN ELEMENTO VITAL PARA EL GÉNERO HUMANO. LA PARADÓJICA ABUNDANCIA Y ESCASEZ DEL LÍQUIDO, ESTÁ EN FUNCIÓN DE - SU DISPONIBILIDAD, LA CUAL ORIGINA QUE DÍA CON DÍA SE PROCURE UN MEJOR APROVECHAMIENTO DE LA MISMA.

EN ESTA TAREA, SIN LUGAR A DUDAS, DOS FACTORES DE GRAN RELEVANCIA SON EL SELECCIONAR Y DISEÑAR LAS FUENTES DE ABASTECIMIENTO Y LAS OBRAS DE CAPTACIÓN ADECUADAS PARA LOS SISTEMAS DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE.

CON RELACIÓN A LA LITERATURA QUE HACE REFERENCIA A DICHAS ACTIVIDADES, ES NOTORIA LA EXISTENCIA DE UNA GRAN VARIEDAD DE PUBLICACIONES REFERENTES A LOS SISTEMAS DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE, EN LOS CUALES SE EXPLICA O POR LO MENOS SE MENCIONAN LOS "CRITERIOS DE SELECCIÓN Y DISEÑO PARA FUENTES DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE". SIN EMBARGO, DADA LA MANERA EN QUE SE TRATAN, - SI ALGUIEN NECESITA CONOCER ALGÚN CRITERIO EN PARTICULAR O COMPARAR SUS VENTAJAS Y DESVENTAJAS QUE CADA UNO DE ELLOS OFRECE EN DETERMINADA SITUACIÓN, TENDRÍA QUE HACER USO DE UNA CANTIDAD DE LIBROS MUY EXTENSA.

ES POR ÉSTO, QUE EL PROPÓSITO DE ESTA TESIS ES REALIZAR UNA RECOPILOCIÓN BIBLIOGRÁFICA ACERCA DE DICHS TEMAS, PARA OBTENER COMO RESULTADO:

- a) UNA BASE PARA LA COMPARACIÓN ENTRE LOS DISTINTOS CRITERIOS EXISTENTES.
 - b) UNA SECUENCIA A SEGUIR PARA LA SELECCIÓN Y DISEÑO DE FUENTES DE ABASTECIMIENTO Y OBRAS DE CAPTACIÓN DE AGUA POTABLE.
- LOGRÁNDOSE LO ANTERIOR, PODRÁ SER UTILIZADA EN PRIMER TÉRMINO, COMO MATERIAL DIDÁCTICO EN LA MATERIA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE, IMPARTIDA EN LA FACULTAD DE INGENIERÍA. Y MÁS AMBICIOSAMENTE, COMO MATERIAL DE APOYO, EN LA PROBLEMÁTICA DE SELECCIONAR

Y DISEÑAR FUENTES DE ABASTECIMIENTO Y OBRAS DE CAPTACIÓN DE AGUA POTABLE.

PARA CUMPLIR ESTOS OBJETIVOS Y LOGRAR UNA EXPOSICIÓN ADECUADA SE PRESENTAN CUATRO CAPÍTULOS:

EN EL CAPÍTULO DOS, SE EXPONE DENTRO DE UN CONTEXTO GENERAL, LO QUE ES UNA FUENTE DE ABASTECIMIENTO Y UNA OBRA DE CAPTACIÓN DE AGUA POTABLE. EN EL CAPÍTULO TRES, SE DESCRIBEN DETALLADAMENTE LAS DIFERENTES FUENTES DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE, ASÍ COMO LOS CRITERIOS Y LOS PASOS A SEGUIR PARA SU SELECCIÓN. EN EL CAPÍTULO CUATRO, SE EXPLICAN CUALES SON LOS IMPEDIMENTOS O BARRERAS QUE FRECUENTEMENTE SE PRESENTAN EN LA EXPLOTACIÓN DE AGUA PARA SISTEMAS DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE. EN EL CAPÍTULO CINCO, SE DESCRIBEN DETALLADAMENTE LAS OBRAS DE CAPTACIÓN PARA UN SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE, SU FUNCIONAMIENTO Y LOS CRITERIOS EXISTENTES PARA EL DISEÑO DE LAS MISMAS. Y SE EXPONE UNA METODOLOGÍA DE EVALUACIÓN PARA EFECTUAR LA SELECCIÓN DE LA OBRA DE CAPTACIÓN, CON BASE EN LA FUENTE DE ABASTECIMIENTO PREVIAMENTE SELECCIONADA.

FINALMENTE, SE PRESENTAN LAS CONCLUSIONES FINALES Y LAS RECOMENDACIONES GLOBALES.

CAPITULO II
ASPECTOS GENERALES ACERCA DE FUEN
TES DE ABASTECIMIENTO Y OBRAS DE --
CAPTACIÓN DE AGUA POTABLE.

EN ESTE CAPÍTULO SE PRESENTAN LOS ASPECTOS GENERALES RELATIVOS - A LAS FUENTES DE PROVISIÓN DE SISTEMAS DE ABASTECIMIENTO DE AGUA - POTABLE, ASÍ COMO LAS CARACTERÍSTICAS GENERALES DE LAS OBRAS REQUERIDAS PARA EFECTUAR LA CAPTACIÓN DEL AGUA.

11.1) AGUA POTABLE.

EL AGUA POTABLE SE DEFINE COMO AQUELLA QUE SE PUEDE BEBER, DE TAL FORMA QUE AL HACER USO DE ELLA NO PRODUCE EFECTOS NOCIVOS A LA SALUD.

PARA EFECTOS LEGALES, ES EL AGUA QUE SATISFACE LAS NORMAS DE CALIDAD ESTABLECIDAS POR EL REGLAMENTO FEDERAL SOBRE OBRAS DE PROVISIÓN DE AGUA POTABLE DE LA SECRETARÍA DE SALUD.

EN UNA FORMA MAS GENERAL, REFERENTE A LAS FUENTES DE ABASTECIMIENTO (SITIOS SUSCEPTIBLES DE APROVECHAMIENTO DE AGUA) Y DE ACUERDO AL ESTADO ORIGINAL DE ÉSTA, EL CUADRO 11.1 DA A CONOCER LA INFORMACIÓN QUE DEBE OBSERVARSE PARA USARLAS DIRECTAMENTE O A TRAVÉS DE UN PROCESO DE POTABILIZACIÓN.

EL AGUA POTABLE ES UN ELEMENTO INDISPENSABLE PARA LA VIDA HUMANA, POR ESTA RAZÓN ES, EN IMPORTANCIA, EL PRIMER SERVICIO QUE REQUIERE UN GRUPO DE PERSONAS, CONSIDERÁNDOLO COMO TAL O A NIVEL INDIVIDUAL DE LOS HABITANTES. TIENE COMO USO PRINCIPAL EL MUNICIPAL, DENOMINÁNDOSE ASÍ, AL CONJUNTO DE APLICACIONES QUE TIENE EN UNA COMUNIDAD.

11.2) CICLO Y DISTRIBUCIÓN DEL AGUA.

CICLO HIDROLÓGICO

TEÓRICAMENTE, EL VOLUMEN DE AGUA (EN SUS TRES ESTADOS: SÓLIDO, LÍQUIDO Y GASEOSO) QUE EXISTE EN NUESTRO PLANETA, ES EL MISMO DESDE LOS PRIMEROS TIEMPOS, SIN EMBARGO, COMO CONSECUENCIA DEL AUMEN-

CUADRO 11-1

CALIDAD RECOMENDABLE DEL AGUA CRUDA PARA USO DOMESTICO

| | ECSELENTE SOLO RE QUIERE DESINFECCION | BUENA REQUIERE FILTRACION Y DESINF. | POBRE REGR.TRATAN. ESPECIAL Y DESINFECCION |
|---|--|--|---|
| DBO. (mg/l) | | | |
| Promedio mensual | 0.75 - 1.5 | 1.5 - 2.5 | más de 2.5 |
| Máxima diaria ó por muestra | 1.0 - 3.0 | 3.0 - 4.0 | más de 4.0 |
| Coliforme (NMP/100ml) | | | |
| Promedio mensual | 50 - 100 | 50 - 5000 | más de 5000 |
| Máxima diaria ó por muestra | menos de 5% sobre 100 | menos de 20% sobre 5000 | menos de 5% sobre 20000 |
| Oxígeno disuelto promedio (mg/l) | 4.0 - 7.5 | 4.0 - 6.5 | 4.0 |
| % de saturación | 75 ó más | 60 ó más | ----- |
| PH | | | |
| Promedio | 6 - 8.5 | 5.0 - 9.0 | 3.0 - 10.5 |
| Cloruros | 50 ó menos | 50 - 250 | más de 250 |
| Fluoruros | menos de 1.5 | 1.5 - 3.0 | más de 3.0 |
| Compuestos fenólicos (mg/l) | nada | 0.005 | más de 0.005 |
| Color (unidades) | 0.20 | 20 - 150 | más de 150 |
| Turbiedad (unidades) | 0.10 | 10 - 250 | más de 250 |

Fuente: Ernesto Murguía Vaca, Evaluación, efectos y sal. de la cont. del agua (1983).

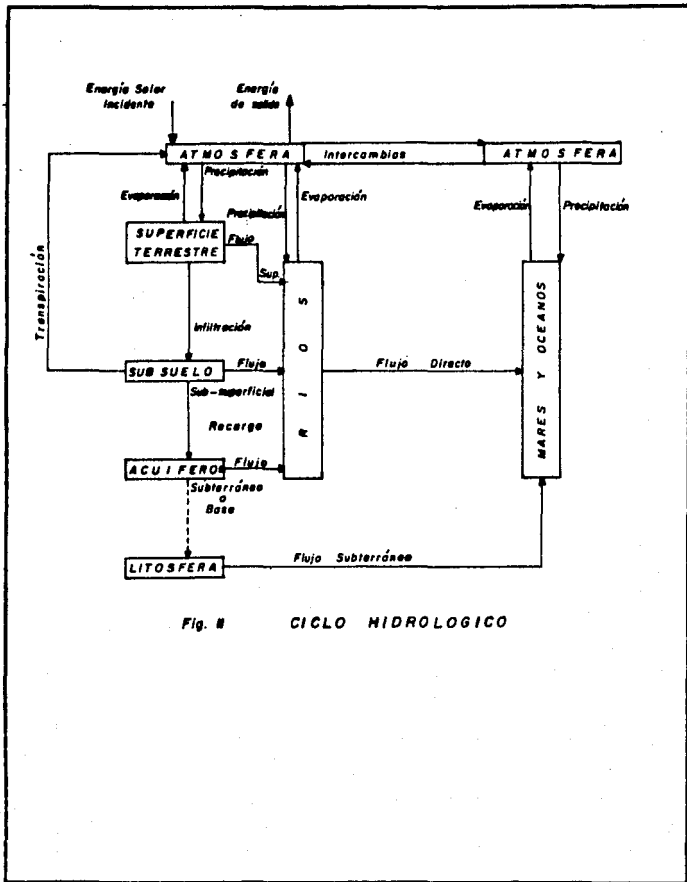


Fig. II CICLO HIDROLOGICO

TO DE LA POBLACIÓN Y DE LA CRECIENTE INDUSTRIALIZACIÓN DE LOS PUEBLOS, CADA DÍA CRECE LA DEMANDA DE AGUA POTABLE Y EL GRADO DE CONTAMINACIÓN DE LAS FUENTES DE APROVECHAMIENTO, REDUCIÉNDOSE CADA VEZ MÁS EL VOLUMEN DE AGUA DE BUENA CALIDAD, ECONÓMICAMENTE APROVECHABLE.

POR OTRA PARTE, EL AGUA EN LA NATURALEZA, SIEMPRE SE ENCUENTRA EN CONSTANTE MOVIMIENTO, PASANDO POR LA ATMÓSFERA, SUPERFICIE TERRESTRE, VEGETALES Y SUBSUELO. ÉSTE FENÓMENO SE REPITE UNA Y OTRA VEZ, Y SE LE HA DENOMINADO CICLO HIDROLÓGICO, EL CUAL PARA SU DESCRIPCIÓN SE PUEDE DIVIDIR EN DOS ETAPAS, QUE SON LA ATMOSFÉRICA Y LA TERRESTRE.

A CONTINUACIÓN SE COMENTA LOS ASPECTOS MÁS IMPORTANTES DE LA FASE ATMOSFÉRICA DEL CICLO HIDROLÓGICO.

A) LA ENERGÍA QUE MANTIENE AL CICLO ES LA RADIACIÓN SOLAR, LA CUAL SE DISTRIBUYE POR LA SUPERFICIE DE LA TIERRA Y LA ATMÓSFERA. PARTE DE DICHA RADIACIÓN ES REDRESADA AL ESPACIO POR LA TIERRA (REFLEXIÓN).

B) LA RADIACIÓN SOLAR EN LA ATMÓSFERA Y EN LA SUPERFICIE DE LA TIERRA PRODUCE CAMBIOS EN LA TEMPERATURA, CONTENIDO DE VAPOR DE AGUA EN EL AIRE, PRESIONES Y VIENTOS CON RESPECTO AL TIEMPO.

C) EL PROCESO DE EVAPORACIÓN QUE PROPORCIONA HUMEDAD A LA CAPA DE AIRE QUE CUBRE LA TIERRA, ES UNA CONSECUENCIA DE LA RECEPCIÓN DE ENERGÍA Y DEL CAMBIO DE ESTADO DE AGUA LÍQUIDA A GASEOSA Y ES POSIBLE ESTIMARLA PARA CONDICIONES DADAS.

D) EL PROCESO DE PRECIPITACIÓN ES LA CONVERSIÓN DEL VAPOR DE AGUA AL ESTADO LÍQUIDO O SÓLIDO. ES POSIBLE, PARTIENDO DE LOS FENÓMENOS FÍSICOS INVOLUCRADOS, ESTIMULAR INTENSIDADES DE PRECIPITACIÓN PARA CONDICIONES DADAS.

AHORA BIEN, LOS PROCESOS HIDROLÓGICOS EN LA SUPERFICIE TERRESTRE PUEDEN CONSIDERARSE COMO ENTRADAS DE PRECIPITACIÓN A UNA ZONA (CUENCA HIDROLÓGICA, SI SE PARTICULARIZA), QUE SE DISTRIBUYE EN VARIOS ALMACENAMIENTOS MEDIANTE UNA SERIE DE TRANSFERENCIAS, QUE LLEVAN FINALMENTE A SALIDAS DE ESTA ZONA, EN FORMA DE ESCURRIMIENTO, EVAPORACIÓN, TRANSPIRACIÓN E INFILTRACIÓN; ESTAS FASES SE DESCRIBEN A CONTINUACIÓN:

LA PRECIPITACIÓN CAE SOBRE LA VEGETACIÓN, ROCA, SUELO, CUERPOS - DE AGUA Y CORRIENTES. EL AGUA PUEDE QUEDAR ATRAPADA EN: HOJAS Y TALLOS DE LA VEGETACIÓN, INCREMENTANDO EL ALMACENAMIENTO DE INTERCEPCIÓN, QUE SE EVAPORA O LLEGA A LA TIERRA GOTEANDO Y ESCURRIENDO -- POR LOS TALLOS. EL AGUA QUE DRENA DE LA VEGETACIÓN, JUNTO CON LA PRECIPITACIÓN QUE CAE DIRECTAMENTE ENCIMA DEL TERRENO Y DEL AGUA - QUE SE ENCUENTRA EN LA SUPERFICIE, CONTRIBUYE AL ALMACENAMIENTO SUPERFICIAL; QUE SE EVAPORA, FLUYE SUPERFICIALMENTE HASTA LLEGAR A - LOS RÍOS, O SE INFILTRA PARA AUMENTAR EL ALMACENAMIENTO DE HUMEDAD EN EL SUELO.

EL ALMACENAMIENTO EN LA ZONA DE AERACIÓN (LIMITADA POR LA BASE - DEL SUELO Y LA SUPERFICIE DEL NIVEL DE AGUAS FREÁTICAS) ESTÁ CONSTITUIDO POR EL AGUA QUE SE ENCUENTRA EN LOS POROS Y FISURAS DE LA - ROCA. ESTE ALMACENAMIENTO SE VACÍA POR INTERFLUJO Y POR PERCOLACIÓN PROFUNDA QUE RECARGA A LOS ACUÍFEROS. SI SE TIENEN PERÍODOS - SECOS PROLONGADOS ES POSIBLE QUE OCURRA EVAPORACIÓN Y TRANSPIRACIÓN (EVAPOTRANSPIRACIÓN) EN ESTA ZONA DE AERACIÓN.

LA PERCOLACIÓN PROFUNDA ENTRA AL ALMACENAMIENTO DE AGUA SUBTERRÁNEA, DE DONDE EL AGUA PUEDE ESCURRIR A LOS RÍOS O PENETRAR LENTAMENTE EN ALMACENAMIENTOS PROFUNDOS. ESTAS ÚLTIMAS LLEGAN A SALIR - AL MAR O AL OCEANO LEJOS DEL LUGAR EN QUE OCURRIÓ LA PRECIPITACIÓN, O PUEDEN AUMENTAR EL ALMACENAMIENTO DEL AGUA SUBTERRÁNEA DE UNA ZONA O CUENCA VECINA.

DENTRO DE ESTE MARCO DE REFERENCIA, SE PUEDEN HACER BALANCES HIDROLÓGICOS Y LEVANTAR INVENTARIOS DE RECURSOS HIDRÁULICOS PARA SU APROVECHAMIENTO, ESTIMAR LAS PROBABILIDADES DE OCURRENCIA DE EVENTOS EXTREMOS TALES COMO AVENIDAS Y SEQUÍAS, UTILIZAR INFORMACIÓN - HIDROLÓGICA PARA ADMINISTRAR LOS RECURSOS DEL AGUA MÁS EFICIENTEMENTE SABIENDO CUÁNDO Y CÓMO CONVIENE INTERVENIR LOCALMENTE EN EL CICLO HIDROLÓGICO.

DISTRIBUCIÓN DE LOS RECURSOS HIDRÁULICOS

EL CUADRO II.2 PRESENTA UNA ESTIMACIÓN DE LA DISTRIBUCIÓN DEL AGUA EN EL MUNDO. A SU VEZ LOS CUADROS II.3 y II.4 PRESENTAN LA MISMA INFORMACIÓN PERO REFERIDA A LOS ESCURRIMIENTOS Y AGUA SUBTERRÁNEA EN LA REPÚBLICA MEXICANA.

CUADROS 11-2 y 11-3

| DISTRIBUCION Y VOLUMEN MUNDIAL DE AGUA | |
|--|------------------------------|
| FUENTE | VOLUMEN (Km ³) |
| AGUA DE MARES Y OCEANOS | 1,370' 000, 000 |
| HIELO POLAR Y NIEVE | 24' 000, 000 |
| LAGOS DE AGUA DULCE | 150, 000 |
| LAGOS DE AGUA SALADA | 130, 000 |
| AGUA EN CORRIENTES | 1, 200 |
| AGUA CONSTITUTIVA DEL | |
| SUELO | 80, 000 |
| VAPOR ATMOSFERICO | 14, 000 |
| AGUA SUBTERRANEA* | 60' 000, 000 |
| TOTAL | 1,454 375,200 |
| AGUAS SUBTERRANEAS EN LA REP. MEXICANA | |
| TOTAL EXPLOTABLE | 255 Km ³ /Añuales |
| APROVECHABLES | 28 Km ³ /Añuales |

* La zona de activa producción se estima en 4'000 000 Km³.

Fuente: Ernesto Murguía Vaca. Evaluación efectos y sol. de la cont del agua (1983).

CUADRO II - 4

ESCURRIMIENTO EN LA REPUBLICA MEXICANA

| VERTIENTE DEL GOLFO | ESCURRIMIENTO $\times 10^6 \text{ m}^3$ |
|---|---|
| BR AVO | 5,810 |
| PANUCO | 17,300 |
| TECOLUTLA | 7,592 |
| PAPALOAPAN | 30,175 |
| COATZACOALCOS | 22,395 |
| SISTEMA GRIJALVA-USUMACINTA | 105,200 |
| TONALA | 5,875 |
| OTRAS MENORES | 41,417 |
| SUB-TOTAL | 235,701 |
| VERTIENTE DEL PACIFICO | ESCURRIMIENTO $\times 10^6 \text{ m}^3$ |
| COLORADO | 1,850 |
| YAQUI | 2,790 |
| FUERTE | 5,933 |
| CULIACAN | 3,357 |
| LERMA-SANTIAGO | 11,457 |
| AMECA | 3,599 |
| BALSAS | 13,863 |
| PAPAGAYO | 5,634 |
| OMETEPEC | 4,459 |
| VERDE | 6,173 |
| OTRAS MENORES | 67,450 |
| SUB-TOTAL | 126,965 |
| VERTIENTE INTERNA | |
| | 1,302 |
| OTRAS MENORES (INCLUYENDO LAGOS, LAGUNAS) | 2,384 |
| SUB-TOTAL | 3,686 |
| TOTAL EN EL PAIS | 365,932 |

Fuente: Ernesto Murguía Vaca. Evaluación, efectos y sol. de la cont del agua (1983).

LA ESTIMACIÓN DE AGUA SUBTERRÁNEA ES APROXIMADA, SOBRE TODO LA APROVECHABLE, YA QUE SU CANTIDAD DEPENDE DE LA ZONA Y PROFUNDIDAD-PROMEDIO DE LOS POZOS DE EXPLOTACIÓN. ADEMÁS DEBE CONSIDERARSE QUE NO EN TODOS LOS SITIOS SE PUEDE EXTRAER ESTA CLASE DE AGUA.

11.3) FUENTES POTENCIALES Y REALES PARA ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE.

LA CALIDAD DEL AGUA NO ES EL ÚNICO FACTOR QUE DEBE CUMPLIR UNA FUENTE PARA PODER SER UTILIZADA COMO TAL, OTRA DE LAS CARACTERÍSTICAS QUE HA DE PRESENTAR ES LA CANTIDAD.

LA FUENTE O FUENTES QUE PROVEEN A UN SISTEMA DE ABASTECIMIENTO, DEBERÁN PROPORCIONAR EN CONJUNTO Y EN TODO MOMENTO UNA CIERTA CANTIDAD DE AGUA, QUE EN ESTE CASO, ES EL GASTO DE PROYECTO; SIN QUE ÉSTAS PRESENTEN PELIGRO DE REDUCCIÓN POR SEQUÍA O POR CUALQUIER OTRA CAUSA. EN ESTE ASPECTO, SE TOMA EN CUENTA LAS RESTRICCIONES -- QUE SE IMPONEN AL MANTENER EL EQUILIBRIO ENTRE LA RECARGA O ALIMENTACIÓN DEL SITIO DE PROVISIÓN, Y LA EXPLOTACIÓN Y DESCARGAS NATURALES DEL MISMO, DE TAL FORMA QUE SE DEBEN APROVECHAR COMO MÁXIMO LA CANTIDAD DE AGUA QUE PUEDA PREVENIR UNA SOBRE EXPLOTACIÓN QUE PRODUJERA RESULTADOS A VECES CATASTRÓFICOS.

AL ANALIZAR LAS FASES DEL CICLO HIDROLÓGICO CON BASE EN LOS PUNTOS ANTES DESCritos Y TOMANDO EN CUENTA LA TECNOLOGÍA ACTUAL, SE HAN IDENTIFICADO LAS POSIBLES ZONAS O LUGARES EN QUE SE PUEDE LOCALIZAR UNA PROBABLE FUENTE DE ABASTECIMIENTO. A CONTINUACIÓN SE DESCRIBEN ÉSTAS, AL MISMO TIEMPO QUE SE HACE UN BREVE COMENTARIO ACERCA DE SU EXPLOTACIÓN.

EL AGUA (LÍQUIDA EN FORMA DE GOTAS DE LLUVIA, O SÓLIDA COMO NIEVE O GRANIZO) EN SU DESCENSO HACIA LA SUPERFICIE TERRESTRE, PUEDE SER INTERCEPTADA Y ASÍ SER APROVECHADA COMO FUENTE DE PROVISIÓN PARA SISTEMAS DE ABASTECIMIENTO.

PARA EL CASO DE ZONAS URBANAS ES POCO FRECUENTE QUE CON EL AGUA-PLUVIAL SE PUEDA ABASTECER TOTALMENTE DE ESTE LÍQUIDO A LA POBLACIÓN DEBIDO A LAS GRANDES CANTIDADES QUE SON NECESARIAS, REQUIRIÉNDOSE PARA ESTO EXTENSAS ÁREAS DE CAPTACIÓN Y GRANDES OBRAS DE ALMACENAMIENTO; SIN EMBARGO, SE UTILIZA PARA SUMINISTROS INDIVIDUALES.

GENERALMENTE ESTE TIPO DE FUENTE SE UTILIZA PARA ABASTECER RANCHERÍAS Y ZONAS DONDE NO EXISTE OTRO TIPO DE FUENTES DE PROVISIÓN.

POR OTRA PARTE, LA CANTIDAD TAN GRANDE DE AGUA EN MARES Y OCÉANOS UNIDA A LA DE HIELO POLAR Y NIEVE, ES PRÁCTICAMENTE INACCESIBLE, LA TECNOLOGÍA ACTUAL HA HECHO POSIBLE EL USO DE ÉSTAS PARA ABASTECER A GRANDES CONGLOMERADOS HUMANOS AUNQUE A COSTOS SUPERIORES A LOS OBTENIDOS A TRAVÉS DEL APROVECHAMIENTO DE OTRAS FUENTES.

EL AGUA DULCE DE LOS LAGOS PODRÍA EMPLEARSE EN PARTE; EN CAMBIO EL AGUA SALADA DE ÉSTOS POR SU CONDICIÓN QUEDA FUERA DE USO NORMAL, Y EN LA MISMA SITUACIÓN DE APROVECHAMIENTO QUE LA DESCRITA EN EL PÁRRAFO ANTERIOR.

EL AGUA CORRIENTE QUE REPRESENTA UN MÍNIMO DEL TOTAL, POR SUS CARACTERÍSTICAS, ES UNA DE LAS QUE MÁS SE UTILIZA COMO FUENTE DE PROVISIÓN.

OTRA FUENTE MUY IMPORTANTE ES EL AGUA QUE SE ENCUENTRA DEBAJO DE LA SUPERFICIE TERRESTRE. ÉSTA CONSTITUYE, GENERALMENTE, LA MAYOR FUENTE DE AGUA POTABLE DE MENOS DIFÍCIL APROVECHAMIENTO.

POR OTRO LADO, EL CICLO NATURAL DEL AGUA ES INTERRUPTIDO POR EL HOMBRE AL APARTARLA TEMPORALMENTE PARA HACER USO DE ELLA, Y POSTERIORMENTE REGRESARLA A LA NATURALEZA CON UNA CALIDAD MUY INFERIOR A LA QUE PRESENTA ORIGINALMENTE. SIN EMBARGO, LOS AVANCES CIENTÍFICOS Y TECNOLÓGICOS, PERMITEN QUE LAS AGUAS RESIDUALES HOY EN DÍA SEAN CONSIDERADAS COMO UNA POSIBLE FUENTE DE ABASTECIMIENTO, AUNQUE ESTO IMPLICA UN COSTO MUY ELEVADO EN COMPARACIÓN CON LOS OBTENIDOS A TRAVÉS DE FUENTES TRADICIONALES.

11.4) ASPECTO GENERAL DE LAS DIFERENTES FUENTES DE ABASTECIMIENTO.

DE LOS PÁRRAFOS ANTERIORES, PODEMOS VER QUE SE TIENEN CUATRO TIPOS DE FUENTES PARA SISTEMAS DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE, -- QUE SON:

- A) AGUA METEÓRICA O DE LLUVIA
- B) AGUA SUPERFICIAL
- C) AGUA SUBTERRÁNEA
- D) AGUA RESIDUAL

11.4.1) AGUA METEÓRICA O DE LLUVIA

LAS AGUAS METEÓRICAS GENERALMENTE RESULTAN SER DE BUENA CALIDAD (AUNQUE CARECEN DE SALES) SOBRE TODO SI ÉSTAS NO HAN TOCADO LA SUPERFICIE, YA QUE CUANDO ESTÁ EN FORMA DE VAPOR EN LA ATMÓSFERA, SE ENCUENTRA EN SU MAYOR ESTADO DE PUREZA Y AL PRECIPITARSE EN FORMA DE LLUVIA, NORMALMENTE NO SUFRE ALTERACIÓN APRECIABLE EN ESTE ASPECTO. DE TAL MANERA QUE GENERALMENTE, ANTES DE SU CONTACTO CON LA SUPERFICIE TERRESTRE, ESTÁ LIBRE DE BACTERIAS, CONTENIENDO SOLAMENTE ALGO DE POLVO Y COMPUESTOS QUÍMICOS PROVENIENTES DE LOS GASES Y VAPORES QUE ATRAVIESA EN SU CAÍDA.

EN CONTRASTE CON LA SITUACIÓN DESCRITA EN EL PÁRRAFO ANTERIOR, - PROBABLEMENTE LA CONDICIÓN QUE MAYORES PROBLEMAS PUEDE PRESENTAR, - ES LA CANTIDAD SUFICIENTE, YA QUE DEPENDE DIRECTAMENTE DE LA ALTURA DE PRECIPITACIÓN PLUVIAL DEL LUGAR Y DE LA SUPERFICIE RECEPTORA.

ADEMÁS, ALGUNAS CONDICIONES TALES COMO EL VIENTO Y LA EVAPORACIÓN, EL AGUA QUE SE PIERDE HUMEDECIENDO LA SUPERFICIE Y LA QUE LLENA LAS DEPRESIONES INAPROPIADAS (O CANALES INCLINADOS), ASÍ COMO EL DESPERDICIO DE LOS VOLÚMENES LLOVIDOS INICIALMENTE (POR MOTIVOS DE HIGIENE), INFLUYEN DESFAVORABLEMENTE EN LA CANTIDAD DE AGUA QUE SE PUEDE APROVECHAR, Y ALGUNAS VECES LA PÉRDIDA TOTAL ORIGINADA POR DICHAS CONDICIONES PUEDE SER ALTA.

11.4.2) AGUA SUPERFICIAL

ES LA CONSTITUIDA POR LAGOS, LAGUNAS, MARES, OCÉANOS, EMBALSES Y CORRIENTES SOBRE LA SUPERFICIE TERRESTRE.

LAS CANTIDADES DE AGUA QUE PUEDEN CAPTARSE EN ESTA FASE, VARIAN DE ACUERDO CON LAS CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DE LA SUPERFICIE COLECTORA O CUENCA HIDROLÓGICA, COMO SON: EL ÁREA, FORMA, PENDIENTE, DRENAJE, ETC., ASÍ COMO CON LA DIFERENCIA ENTRE LAS CANTIDADES QUE CAEN SOBRE ELLA Y LA QUE SE PIERDE POR EVAPORACIÓN Y TRANSPIRACIÓN. NO PODEMOS PASAR POR ALTO EL MENCIONAR QUE LA CUENCA DE DRENAJE DE LAS AGUAS SUPERFICIALES NO SIEMPRE COINCIDE CON LA CUENCA DE DRENAJE DE LAS AGUAS SUBTERRÁNEAS, YA QUE ÉSTA DEPENDE DE LAS CARACTERÍSTICAS GEOLÓGICAS QUE EXISTAN EN EL SUBSUELO. LA NO COINCIDENCIA, PUEDE PRODUCIR QUE INGRESE ALGO DE AGUA SUBTERRÁNEA DESDE ÁREAS --

CERCANAS DE CAPTACIÓN O BIEN, ESCAPAR HACIA ELLAS.

GENERALMENTE ESTE TIPO DE AGUA SE ENCUENTRA CONTAMINADA; LAS CAUSAS QUE ORIGINAN ESTA SITUACIÓN, PRESENTAN DOS ASPECTOS IMPORTANTES: 1) EL NATURAL Y 2) EL ARTIFICIAL, LOS CUALES SIEMPRE DEBEN DIFERENCIARSE, CONSIDERANDO AL NATURAL COMO EL PROVOCADO POR AQUELLAS SUBSTANCIAS Y MATERIAS ARRASTRADAS Y DISUELTAS EN EL AGUA QUE LA HACEN NOCIVA PARA SU USO; Y AL ARTIFICIAL, COMO AQUEL QUE SE PRESENTA CUANDO LAS SUBSTANCIAS Y MATERIALES SON AÑADIDOS POR EL HOMBRE, Y ESTOS HACEN CAMBIAR RADICALMENTE EL ESTADO ORIGINAL DE LA FUENTE. RESPECTO A MARES Y OCÉANOS, TAMBIÉN PUEDEN ESTAR CONTAMINADOS EN ALGUNAS PARTES DE SU EXTENSIÓN.

(1.4.3) AGUA SUBTERRÁNEA

SU ORIGEN (AL IGUAL QUE SU ALIMENTACIÓN O RECARGA) SE PRODUCE POR LA INFILTRACIÓN DEL AGUA DE LLUVIA Y SUPERFICIAL EN EL SUELO. LA PROFUNDIDAD A QUE EL AGUA PENETRA DENTRO DE ÉSTE, DEPENDE A LA VEZ, DE LA NATURALEZA DEL MISMO Y DE LA CANTIDAD LLOVIDA, ASÍ COMO DE LA VEGETACIÓN Y PENDIENTES SUPERFICIALES. LAS AGUAS SUBTERRÁNEAS EN SU RECORRIDO DENTRO DEL SUBSUELO FORMAN CORRIENTES Y ALMACENAMIENTOS SUBTERRÁNEOS.

EL RENDIMIENTO (GENERALMENTE ADECUADO PARA SU EXPLOTACIÓN) MÁXIMO DEL AGUA SUBTERRÁNEA ES DIRECTAMENTE PROPORCIONAL AL TAMAÑO DEL ÁREA DE TOMA Y DE LA DIFERENCIA ENTRE LA PRECIPITACIÓN Y LA SUMA DE LA EVAPOTRANSPIRACIÓN Y EL ESCURRIMIENTO DE LAS TORMENTAS.

ESTE TIPO DE AGUA TIENE UN BAJO CONTENIDO DE CONTAMINANTES DE TIPO BACTERIOLÓGICO. EL CONTENIDO DE SALES VARÍA SENSIBLEMENTE DE ACUERDO A LA GEOLOGÍA DEL SITIO DE EXPLOTACIÓN, PUDIENDO CONTENER BIÓXIDO DE CARBONO EN DONDE SE DISUELVEN VARIAS SUBSTANCIAS. LOS MANANTIALES SON LAS AGUAS SUBTERRÁNEAS QUE AFLORAN A LA SUPERFICIE EN FORMA NATURAL Y COMO TALES, TIENEN SU ORIGEN EN LA INFILTRACIÓN DEL AGUA SUPERFICIAL O DE LLUVIA; SON DE CALIDAD MUY BUENA PERO FACTIBLES DE CONTAMINACIÓN DE TIPO ORGÁNICO AL CONTACTO CON EL AIRE Y EL SUELO. EL AGUA QUE SE EXTRAE DEL SUBSUELO (EN FORMA ARTIFICIAL) ES, POR LO GENERAL, DE BUENA CALIDAD SI SE TIENE CUIDADO DE QUE AL HACERLO NO SE PROVOQUE SU CONTAMINACIÓN.

11.4.4) AGUA RESIDUAL

ADEMÁS DE LA CALIDAD (POTABLE) Y CANTIDAD (SUFICIENTE), EL SUMINISTRO DE AGUA A UNA COMUNIDAD DEBE SER CON LA PRESIÓN ADECUADA (QUE SE TRADUCE EN COMODIDAD DE USO), RELATIVAMENTE ECONÓMICO Y - DE FÁCIL EVACUACIÓN DESPUES DE SER UTILIZADA. LA OBRA NECESARIA - PARA SATISFACER ESTE ÚLTIMO OBJETIVO, ES UN SISTEMA DE EVACUACIÓN DE AGUAS RESIDUALES O SISTEMA DE ALCANTARILLADO.

UN SISTEMA DE ALCANTARILLADO, ES EL CONJUNTO DE TUBERÍAS Y DE OBRAS ACCESORIAS (INSTALADA SUBTERRÁNEAMENTE) QUE TIENEN POR FINALIDAD RECOGER LAS AGUAS RESIDUALES Y/O LAS PLUVIALES, PARA CONDU CIRLAS HASTA UN LUGAR DENOMINADO SITIO DE VERTIDO, O BIEN A UNA PLANTA DE TRATAMIENTO, DONDE NO CAUSEN DAÑOS NI MOLESTIAS A LA POBLACIÓN NI AL MEDIO.

LA OBRA DE VERTIDO, O LA PLANTA DE TRATAMIENTO FORMAN PARTE DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO.

EN GENERAL, SE TIENEN DOS TIPOS DE SISTEMAS; 1) EL SEPARADO Y 2) - EL COMBINADO.

EL SISTEMA SEPARADO, CONSTA DE DOS REDES INDEPENDIENTES BIEN DEFINIDAS, UNA DE LAS CUALES CAPTA Y CONDUCE LAS AGUAS RESIDUALES Y LA OTRA LAS AGUAS DE LLUVIA.

EN EL SISTEMA COMBINADO, CON UNA SOLA RED SE CAPTA Y CONDUCE EN CONJUNTO LAS AGUAS RESIDUALES Y LAS PLUVIALES.

LAS DOS FINALIDADES PRINCIPALES, TRADICIONALES DE UN SISTEMA DE ALCANTARILLADO SON: 1) RECOGER LAS AGUAS DE DESECHO Y CONDU CIRLAS EN FORMA RÁPIDA Y SEGURA LO MÁS ALEJADO POSIBLE DE LUGARES HABITADOS POR EL HOMBRE Y 2) EVITAR TODO DAÑO Y MOLESTIA, TANTO A LA CALIDAD SANEADA COMO AL MEDIO.

SIN EMBARGO, LA CONTAMINACIÓN POR DESECHOS INDUSTRIALES Y DOMÉSTICOS HA SIDO TAN GRANDE EN LOS ÚLTIMOS AÑOS, QUE HA AFECTADO A LAS AGUAS SUPERFICIALES Y SUBTERRÁNEAS. ESTO TRAE CONSIGO, APARTE DEL ATAQUE A LA SALUD PÚBLICA, UNA PÉRDIDA EN LOS PROPIOS RECURSOS HIDRÁULICOS, POR LO QUE SE HACE NECESARIO MANTENER EL AGUA EN BUENAS CONDICIONES Y RESGUARDAR LA CONTAMINACIÓN A LA QUE TODAVÍA ESTÁ LIBRE DE ELLA; Y OBLIGA A UN CAMBIO RADICAL EN LAS POLÍTICAS SEGUIDAS HASTA AHORA PARA EL MANEJO Y TRATAMIENTO DE LAS AGUAS RE

SIDUALES: SOMETERLA A ESTE ÚLTIMO PROCESO, CON EL FIN DE UTILIZAR LA NUEVAMENTE, EN ACTIVIDADES EN DONDE SE PUEDA EVITAR EL USO DE AGUA POTABLE, ANTES DE PERDERLA COMO DESECHO.

COMO YA SE MENCIONÓ ANTERIORMENTE, ESTA REUTILIZACIÓN, DEBIDO A LOS ADELANTOS CIENTÍFICOS Y TECNOLÓGICOS, NO SE LIMITA HOY EN DÍA AL USO ANTES DESCRITO, SINO QUE YA ES CONSIDERADA COMO FUENTE DE PROVISIÓN PARA SISTEMAS DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE (AUNQUE ESTO REPRESENTA UNA INVERSIÓN MUY ELEVADA Y GRAVES PROBLEMAS SOCIALES DEBIDO AL NATURAL RECHAZO POR PARTE DE LA POBLACIÓN A SERVIR).

AHORA BIEN, EL TRATAMIENTO QUE DEBERÁN RECIBIR LAS AGUAS RESIDUALES, SERÁ DIFERENTE PARA CADA CASO EN PARTICULAR (DOMÉSTICO, INDUSTRIAL, ETC.). PUESTO QUE DICHO TRATAMIENTO ESTÁ EN FUNCIÓN DEL GRADO DE CONTAMINACIÓN DE ÉSTAS Y DE LA CALIDAD FINAL DESEADA (PARA NUESTRO CASO: POTABLE).

POR OTRA PARTE, SI DEL 70 AL 85% DEL AGUA TOTAL ENTREGADA A UNA POBLACIÓN, SE COLECTA COMO AGUA RESICUAL, Y TOMAMOS EN CUENTA LAS INFILTRACIONES DE AGUAS SUBTERRÁNEAS HACIA LAS ATARJEAS DE CALLES Y EDIFICIOS A TRAVÉS DE LAS FUGAS EXISTENTES EN LAS UNIONES Y POZOS DE VISITA DE SISTEMAS "VIEJOS" O "ANTÍGUOS", ASÍ COMO POR LAS GRIETAS DE LAS TUBERÍAS. PODEMOS DECIR, QUE ESTE TIPO DE AGUA, -- POR SU CANTIDAD, ES UNA IMPORTANTE POSIBLE FUENTE DE PROVISIÓN PARA SISTEMAS DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE.

11.5) ASPECTO GENERAL DE LAS DIFERENTES OBRAS DE CAPTACIÓN.

LA OBRA MEDIANTE LA CUAL SE CAPTARÁ EL AGUA PARA ABASTECER A UNA POBLACIÓN, SE SELECCIONA CON BASE EN LA FUENTE POR EXPLOTAR.

ÉSTA OBRA, ADEMÁS DE SER CAPÁZ DE EXTRAER O CAPTAR EL GASTO QUE PROYEERÁ LA FUENTE, DEBERÁ CUMPLIR NORMAS Y CARACTERÍSTICAS PARA LOGRAR UN FUNCIONAMIENTO EFICIENTE.

DADO QUE LA NATURALEZA DE ESTAS OBRAS ESTÁ DETERMINADA POR LA FUENTE DE ABASTECIMIENTO, LAS OBRAS DE CAPTACIÓN SON PARA:

A) AGUA DE LLUVIA O METEÓRICA.

PARA EL CASO DE ZONAS URBANAS ES DIFÍCIL PENSAR QUE CON LAS A--

GUAS DE LLUVIA SE PUEDA ABASTECER, TOTALMENTE, DE ESTE LÍQUIDO A LA POBLACIÓN, DEBIDO A LA GRAN CANTIDAD DE AGUA NECESARIA, REQUIRIÉNDOSE PARA ÉSTO, EXTENSAS ÁREAS DE CAPTACIÓN, EN LAS QUE SE INCLUYEN LOS TECHOS DE LAS EDIFICACIONES, VIALIDADES Y SUPERFICIES IMPERMEABLES; ASÍ COMO VERTIENTES O COLECTORES SITUADOS EN ESTAS ÚLTIMAS.

SIN EMBARGO, SE PUEDEN DISEÑAR CAPTACIONES A NIVEL INDIVIDUAL; QUE GENERALMENTE SE UTILIZAN EN EL MEDIO RURAL (O EN ZONAS DONDE SE DISPONE DE POCOS RECURSOS ECONÓMICOS), EN REGIONES DONDE ES FRECUENTE LA ESCASES, O EN LUGARES CARENTES DE AGUAS SATISFATORIAS (PARA FUENTE DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE) SUBTERRÁNEAS O SUPERFICIALES.

EN CASAS HABITACIÓN, EL AGUA DE LLUVIA QUE ESCURRE DE LOS TECHOS, SE CONDUCE A TRAVÉS DE CANALES, Y DUCTOS DE BAJADA, A CISTERNAS DE ALMACENAMIENTO.

ES CLARO QUE LA FUENTE DE ABSTECIMIENTO EN ESTE CASO, NO ES CONSTANTE, POR LO CUAL EL AGUA DEBE CAPTARSE EN ÉPOCA DE LLUVIA. PUDIÉNDOSE PRESENTAR EL CASO DE UN LARGO PERÍODO DE SEQUÍA; QUE LLEGARÁ A PRODUCIR UN DÉFICIT EN EL SERVICIO.

ES DECIR, EL ALMACENAMIENTO PROPORCIONADO POR LAS CISTERNAS DEPENDE DE LA DISTRIBUCIÓN DE LAS LLUVIAS, VARÍA CON LA DURACIÓN DE LOS PERÍODOS SECOS; Y SE APROXIMA GENERALMENTE A UN VALOR COMPROMETIDO ENTRE $1/3$ Ó $1/2$ DEL CONSUMO ANUAL.

EL ÁREA DE CAPTACIÓN AL RECIBIR LAS PRIMERAS GOTAS DE LLUVIA TENDRÁ IMPUREZAS COMO POLVO, DESECHOS DE PÁJAROS Y OTRAS SUBSTANCIAS INDESEABLES; MOTIVO POR EL CUAL SE DEBE DESPERDICIA LA PRIMERA CORRIENTE DE AGUA.

B) AGUA SUPERFICIAL.

LAS OBRAS A TRAVÉS DE LAS CUALES SE CAPTA EL AGUA DE RÍOS; LAGUNOS, LAGUNAS Y EMBALSES; MARES Y OCEANOS, INCLUYEN ORDINARIAMENTE; 1) UNA REJILLA, CASA DE COMPUERTAS O TORRE DE TOMA; 2) UN DUCTO DE TOMA; Y 3) EN MUCHOS LUGARES, UNA ESTACIÓN DE BOMBEO. ÉSTA ÚLTIMA, SE DEBE A QUE GENERALMENTE, EL AGUA HA DE ELEVARSE DESDE LA

TOMA HASTA LA PLANTA DE PURIFICACIÓN, Y DE AHÍ AL SISTEMA DE DISTRIBUCIÓN.

1) OBRAS DE CAPTACIÓN EN RÍOS.

PARA REALIZAR EL ESTUDIO DE LOS MÉTODOS DE CAPTACIÓN DE LAS AGUAS DE CURSOS SUPERFICIALES, ES NECESARIO DESGLOSAR EL TÉRMINO GENERAL DE "OBRAS DE CAPTACIÓN" EN LOS DISPOSITIVOS DE CAPTACIÓN PROPIAMENTE DICHO Y LAS ESTRUCTURAS COMPLEMENTARIAS QUE HACEN POSIBLE UN BUEN FUNCIONAMIENTO.

UN DIQUE POR EJEMPLO, ES UNA ESTRUCTURA COMPLEMENTARIA, YA QUE SU FUNCIONAMIENTO ES REPRESAR LAS AGUAS DE UN RÍO, CON EL FIN DE ASEGURAR UNA CARGA HIDRÁULICA SUFICIENTE PARA LA ENTRADA DE UNA CANTIDAD PREDETERMINADA DE AGUA EN EL SISTEMA, A TRAVÉS DEL DISPOSITIVO DE CAPTACIÓN. DICHO DISPOSITIVO PUEDE CONSISTIR EN UN SIMPLE TUBO, LA PICMANCHA DE UNA BOMBA, UNA CAJA (LLAMADA TAMBIÉN TANQUILLA O DEPÓSITO), UN CANAL, UNA GALERÍA FILTRANTE, ETC., Y REPRESENTA AQUELLA PARTE VITAL DE LAS OBRAS DE TOMA, QUE ASEGURAN BAJO CUALQUIER CONDICIÓN DE RÉGIMEN, LA CAPTACIÓN DE LAS AGUAS EN LA CANTIDAD Y CALIDAD PREVISTAS. MIENTRAS LOS REQUISITOS PRIMORDIALES DE UN DIQUE SON LA ESTABILIDAD Y DURABILIDAD, EL MÉRITO PRINCIPAL DE LOS DISPOSITIVOS DE CAPTACIÓN RADICA EN SU BUEN FUNCIONAMIENTO.

LAS TOMAS EN RÍOS, SE CONSTRUYEN EN SITIOS COLOCADOS BASTANTE ARRIBA DE LOS PUNTOS DE DESCARGA DE AGUAS RESIDUALES. LA LOCALIZACIÓN OPTATIVA TOMA EN CUENTA EL AGUA PROFUNDA, UN FONDO ESTABLE Y CALIDAD FAVORABLE DE AGUA, TODO CON UNA REFERENCIA APROPIADA A LA PROTECCIÓN CONTRA GRECIENTES, ESCOMBROS Y TRÁNSITO EN EL RÍO.

LAS CORRIENTES PEQUEÑAS, ASÍ COMO LA AUSENCIA DE ESTANQUES Y LAGOS NATURALES; GENERALMENTE, PROPICIAN EL REQUERIMIENTO DE LA CONSTRUCCIÓN DE DEPÓSITOS DE ALMACENAMIENTO, PARA MANTENER LOS DISPOSITIVOS DE TOMA SUMERGIDOS Y EVITAR EL ARRASTRE DE AIRE, QUE HIDRÁULICAMENTE, ORIGINA MUCHOS PROBLEMAS. EL DEPÓSITO RESULTANTE PARA LA TOMA, TAMBIÉN TRABAJARÁ ÚTILMENTE COMO UN TANQUE DE ASENTAMIENTO PARA EL LIMO GRUESO.

LOS MÉTODOS DE CAPTACIÓN PARA AGUA DE CORRIENTES SUPERFICIALES SON:

-CAPTACIÓN DIRECTA. YA SEA POR GRAVEDAD O POR BOMBEO. EN ESTE CASO EL DISPOSITIVO DE CAPTACIÓN CONSISTE SIMPLEMENTE EN UN TUBO, EN UNA CAJA DE TOMA SUMERGIDA; O LA "PICHANCHA" DE LA TUBERÍA DE SUCCIÓN DE UNA BOMBA INSTALADA EN TIERRA FIRME O SOBRE UNA PLATAFORMA MÓVIL.

-CAPTACIÓN POR MEDIO DE CAJA LATERAL. LAS AGUAS REPRESADAS POR UN DIQUE ENTRAN EN EL SISTEMA A TRAVÉS DE UN VERTEDOR COLOCADO PARALELAMENTE A LA DIRECCIÓN DE LA CORRIENTE.

-CAPTACIÓN POR MEDIO DE UNA CAJA CENTRAL. UBICADA POR DEBAJO DEL VERTEDOR DE REBOSE DEL DIQUE, EN SENTIDO PERPENDICULAR A LA DIRECCIÓN DE LA CORRIENTE.

-CAPTACIÓN POR MEDIO DE UNA TORRE-TOMA. POR MEDIO DE ESTRUCTURAS MUY ELABORADAS, EN FORMA DE TORRES, QUE SE ELEVAN SOBRE LA SUPERFICIE DEL AGUA Y PUEDE ALOJAR A LAS COMPUERTAS DE TOMA; ABERTURAS CONTROLADAS MEDIANTE TABLADOS REMOVIBLES; REJILLAS Y COLADORES, INCLUYENDO REJILLAS MECÁNICAS, BOMBAS Y COMPRESORES; CLORADORES Y DOSIFICADORES DE COMPUESTOS QUÍMICOS; MEDIDORES DE GASTO Y OTROS DISPOSITIVOS; Y AÚN VIVIENDAS Y TALLERES PARA EL PERSONAL DE OPERACIÓN.

- CAPTACIÓN POR MEDIO DE CANALES DE DERIVACIÓN CON O SIN DESARENADOR.

-CAPTACIÓN INDIRECTA POR MEDIO DE POZOS Y GALERÍAS FILTRANTES. MEDIANTE UN ESTRATO PERMEABLE QUE CONECTE EL DISPOSITIVO DE CAPTACIÓN CON EL CUERPO DE AGUA. EL CUAL PUEDE SER NATURAL EN FORMA DE MATERIAL GRANULAR, DE TRANSMISIBILIDAD SUFICIENTE PARA PERMITIR EL FLUJO SUBTERRÁNEO; O PUEDE SER ARTIFICIAL, MEDIANTE LA CONSTRUCCIÓN DE UNA GALERÍA O LECHO FILTRANTE.

LA MAYORÍA DE LAS CORRIENTES GRANDES SUFREN CONTAMINACIÓN PROCEDENTE DE LAS CIUDADES E INDUSTRIAS SITUADAS AGUAS ARRIBA. LA PURIFICACIÓN DE SUS AGUAS SE CONVIERTE ENTONCES EN UNA NECESIDAD.

2) OBRAS DE CAPTACIÓN EN LAGOS Y DEPÓSITOS.

ESTAS SON HOMÓLOGAS CON ALGUNAS DE LAS OBRAS PARA CAPTAR AGUA DE CURSOS SUPERFICIALES, Y SON LAS CAPTACIONES: DIRECTA, POR MEDIO DE UNA TORRE-TOMA; E INDIRECTA POR MEDIO DE POZOS Y GALERÍAS FILTRANTES.

LAS TOMAS EN LAGOS ESTÁN SITUADAS CON LA DEBIDA REFERENCIA A -- LAS FUENTES DE CONTAMINACIÓN, LOS VIENTOS QUE PREVALEGEN, CORRIENTES SUPERFICIALES Y SUB-SUPERFICIALES Y VÍAS DE TRÁFICO.

LAS TOMAS EN LOS DEPÓSITOS SE ASEMEJAN A LA VEZ, A LAS DE LOS - LAGOS, PERO GENERALMENTE SE ENCUENTRAN MÁS CERCANAS A LA ORILLA, - EN LA PARTE MÁS PROFUNDA DEL ALMACENAMIENTO. FRECUENTEMENTE SE LES INCORPORA A LA ESTRUCTURA MISMA DE ALMACENAMIENTO. CUANDO UN DEPÓSITO SIRVE PARA DIVERSOS FINES, LA ESTRUCTURA DE TOMA ESTÁ EQUIPADA CON COMPUERTAS, CONDUCTOS Y MAQUINARIA, NO SOLO PARA EL SUMINISTRO DE AGUA, SINO TAMBIÉN PARA LA REGULACIÓN DE FLUJOS BAJOS, - GENERACIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA, APORTACIÓN DE AGUAS PARA IRRIGACIÓN Y CONTROL DE GRECIENTES. LAS COMPUERTAS PARA NAVEGACIÓN, RAMPAS PARA PECES O ELEVADORES, COMPLETAN LA LISTA DE OBRAS POSIBLES DE CONTROL.

LAS CIUDADES A ORILLAS DE LAGOS GRANDES PROTEGEN NORMALMENTE -- SUS ABASTECIMIENTOS CONTRA LAS AGUAS RESIDUALES PROPIAS Y LAS VECINALES, ALEJANDO LAS BOCATOMAS DE LA RIBERA, POTABILIZANDO SUS - AGUAS DE TOMA Y TRATANDO LAS RESIDUALES.

3) OBRAS DE CAPTACIÓN EN MARES Y OCEANOS.

COMO SE HA VISTO ANTERIORMENTE, EL SOL REALIZA EL TRABAJO DE LLEVAR DEL MAR Y OCEANO LAS MOLÉCULAS DE AGUA, EN FORMA DE VAPOR, - Y EL SISTEMA DE CIRCULACIÓN ATMOSFÉRICA DE LA TIERRA, TAMBIÉN ACCIONADO POR LA ENERGÍA DEL SOL, LLEVA ÉSTA AGUA DULCE A LA TIERRA EN FORMA DE LLUVIA.

EL OBJETIVO DE LAS OBRAS DE CAPTACIÓN, CONJUNTAMENTE CON LOS MÉTODOS DE DESALACIÓN, ES REPRODUCIR EL PROCESO DE LA NATURALEZA EN UN LUGAR DETERMINADO, UTILIZANDO DISPOSITIVOS ARTIFICIALES TRANSFORMADORES DE ENERGÍA. LA ACTIVIDAD CONSISTE EN LA OBTENCIÓN DE AGUA DE BAJA SALINIDAD (COMO MÁXIMO DE 300 A 500 PARTES POR MILLÓN DE SÓLIDOS DISUELTOS), ADECUADA PARA BEBER, PARA LA INDUSTRIA O - LA AGRICULTURA, A PARTIR DE AGUA TAN SALINA QUE NO SIRVE PARA ESTOS FINES. HAY QUE RECORDAR QUE NO ÚNICAMENTE EL AGUA DE MARES Y OCEANOS TIENE UN ALTO CONTENIDO DE SALES, SINO TAMBIÉN ALGUNAS EN CONTRADAS EN LOS ACUÍFEROS DE TIERRA FIRME, LOS RESULTANTES DE LA SALADURA INDUSTRIAL Y MUNICIPAL, ASÍ COMO LOS LAGOS DE AGUA SALADA.

ACTUALMENTE EXISTEN DIFERENTES PROCESOS PARA LA DESALACIÓN DEL AGUA DE MAR, TALES COMO: EVAPORACIÓN SOLAR, EVAPORACIÓN SÚBITA EN MÚLTIPLES ETAPAS, COMPRESIÓN DE VAPOR, ÓSMOSIS INVERSA, ELECTRO--DIÁLISIS, CONGELACIÓN, CRISTALIZACIÓN.

LA CAPTACIÓN DEL AGUA NECESARIA PARA EL ABASTECIMIENTO DE LA -- PLANTA DESALADORA, SE EFECTÚA POR DIFERENTES MÉTODOS, LOS CUALES -- VARÍAN SEGÚN LA LOCALIZACIÓN DE LA TOMA Y PUEDEN CLASIFICARSE EN: 1) TOMA DIRECTA Y 2) TOMA INDIRECTA; SIMILARES A LAS DESCRITAS -- CON ESTOS NOMBRES, PARA LA CAPTACIÓN DE AGUA EN CURSOS SUPERFICIA -- LES.

COMO YA SE DIJO ANTERIORMENTE, EL HECHO DE QUE LA DESALACIÓN -- DEL AGUA DE MAR SEA POSIBLE TÉCNICAMENTE NO HACE QUE, AUTOMÁTICA -- MENTE, SEA ÉSTA LA SOLUCIÓN PARA LOS PROBLEMAS DEL AGUA EN UNA CO -- MUNIDAD. HAY QUE TENER EN CUENTA EL COSTO DEL AGUA OBTENIDA, ESPE -- CIALMENTE CON RELACIÓN A OTRAS FUENTES, POSIBLEMENTE NO TRADICIONA -- LES.

UNA DE LAS POSIBLES FUENTES NO TRADICIONALES, COMO ALTERNATIVA -- A LA DESALACIÓN, ES EL APROVECHAR EL HIELO ALMACENADO ALREDEDOR -- DE LOS GRANDES CASQUETES GLACIALES DEL MUNDO; LOS CUALES ESTÁN RE -- LATIVAMENTE LIBRES DE INCLUSIONES DE SAL MARINA, PORQUE LA MAYOR -- PARTE DE SU FORMACIÓN ES EN TIERRA, PROCEDENTES DE LA NIEVE, MÁS -- QUE POR CONGELACIÓN DEL AGUA DE MAR.

SIN EMBARGO ESTE RECURSO AL IGUAL QUE DESALACIÓN, ES SUMAMENTE -- COSTOSO. DEBIDO A LA TRANSPORTACIÓN DE LOS ICEBERGS, DESDE SU LU -- GAR DE FORMACIÓN, HASTA LA ZONA MÁS PRÓXIMA O APROPIADA PARA COLO -- CARLO Y CAPTAR EL AGUA QUE PRODUCE; PARA CONDUCIRLA POSTERIORMEN -- TE A UNA PLANTA POTABILIZADORA.

C) AGUA SUBTERRÁNEA.

EL TIPO DE OBRA A ELEGIR EN LA CAPTACIÓN PARA UN APROVECHAMIENT -- O, CUANDO SE TRATA DE AGUA SUBTERRÁNEA QUEDA SUPEDITADO A LA PRO -- FUNDIDAD A QUE ÉSTAS SE ENCUENTRAN. CON BASE EN ESTO PUEDEN SER:

1) ESTRUCTURAS PARA LA CAPTACIÓN DE AGUA DE MANANTIALES.

LO PRIMERO QUE HAY QUE TOMAR EN CUENTA, ES QUE EL AGUA PROVENIEN -- TE DE LOS MANANTIALES ES SUBTERRÁNEA; PERO UNA VEZ QUE AFLORA A -- LA SUPERFICIE, TENDRÁ QUE SER CAPTADA COMO TAL. LOS DISPOSITIVOS--

MEDIANTE LOS CUALES SE LOGRA ESTE FIN, SE CLASIFICAN DE ACUERDO -
CON SU FUNCIONAMIENTO Y FINALIDAD. PODEMOS DISTINGUIR DOS CATEGORÍAS GENERALES: A) DISPOSITIVOS DE CAPTACIÓN DIRECTA, O SEA AQUELLOS QUE RECOGEN LAS AGUAS DE MANANTIALES EN EL MISMO PUNTO DE NACIMIENTO Y B) LAS OBRAS DE CAPTACIÓN INDIRECTA, O SEA AQUELLAS --
QUE PERMITEN EL LIBRE ESCURRIMIENTO DE LAS AGUAS POR LA SUPERFICIE, Y LAS CAPTAN A CIERTA DISTANCIA DE LA ZONA DE AFLORAMIENTO.

LAS CARACTERÍSTICAS DE LAS OBRAS DE CAPTACIÓN VARIAN EVIDENTEMENTE, DE ACUERDO CON LA FORMA DE AFLORAMIENTO DEL MANANTIAL. EL PRIMER TIPO DE LOS DISPOSITIVOS DESCRITOS, ES EL IDEAL, DADO QUE CON ÉL SE EVITA MÁS FÁCILMENTE LA CONTAMINACIÓN. SIN EMBARGO, HAY CIERTAS CIRCUNSTANCIAS QUE IMPIDEN EN ALGUNAS OCASIONES LA CAPTACIÓN DIRECTA DE LAS AGUAS.

EN GENERAL ESTAS OBRAS CONSISTEN, YA SEA EN UNA CAJA CONSTRUÍDA DE CONCRETO O MAMPOSTERÍA QUE RODEA AL PUNTO DONDE BROTA EL AGUA DEL MANANTIAL, O BIEN, ÉSTA SE CAPTA POR MEDIO DE TRINCHERAS O GALERÍAS QUE LA RECOJEN Y CONDUCEAN HASTA LA CAJA.

BAJO CIRCUNSTANCIAS FAVORABLES, SU RENDIMIENTO PUEDE AUMENTARSE MEDIANTE LA INTRODUCCIÓN DE TUBOS COLECTORES O GALERÍAS, SITUADAS MÁS O MENOS HORIZONTALMENTE, DENTRO DE LAS FORMACIONES FREÁTICAS QUE LOS ALIMENTAN.

LA CONTAMINACIÓN (QUE HAY QUE PREVENIR), GENERALMENTE, SE ORIGINA CERCA DEL PUNTO DE CAPTACIÓN.

2) POZOS

DEPENDIENDO DE LAS FORMACIONES GEOLÓGICAS A TRAVÉS DE LAS QUE PASAN Y DE SU PROFUNDIDAD, LOS POZOS SON EXCAVADOS, CLAVADOS, PERFORADOS O BARRENADOS EN EL SUELO; EL MÉTODO EMPLEADO PARA SU CONSTRUCCIÓN, ES EL NOMBRE MEDIANTE EL CUAL SE DISTINGUEN. LOS POZOS EXCAVADOS Y CLAVADOS ESTÁN RESTRINGIDOS COMÚNMENTE A SUELO SUAVE, ARENA Y GRAVA, A PROFUNDIDADES NORMALMENTE MENORES DE 30M. (POZOS POCO PROFUNDOS), LOS CUALES POR LO GENERAL, PENETRAN SOLO HASTA EL MANTO FREÁTICO. LOS SUELOS DUROS Y LA ROCA REQUIEREN GENERALMENTE POZOS PERFORADOS O BARRENADOS HASTA PROFUNDIDADES DE MILES DE METROS (LOS POZOS QUE TIENEN PROFUNDIDADES MAYORES A 30M. SE LES CONOCE COMO PROFUNDOS), COMÚNMENTE ATRAVIESAN EL MANTO FREÁ--

TICO.

CUANDO EL NIVEL DE AGUAS FREÁTICAS SE ENCUENTRA CERCA DEL NIVEL DEL TERRENO, PARA SU APROVECHAMIENTO, NORMALMENTE SE REALIZAN EXCAVACIONES A CIELO ABIERTO DE DIMENSIONES TALES, QUE PERMITAN EL TRABAJO O DE UNO O DOS HOMBRES EN SU INTERIOR; QUE RECIBEN EL NOMBRE DE NORIAS.

EL POZO DENOMINADO ARTESIANO, PENETRA UNA CAPA FREÁTICA EN LA QUE EL AGUA ESTÁ BAJO PRESIÓN ENTRE ESTRATOS IMPERMEABLES. LA PRESIÓN PUEDE SER SUFICIENTE PARA MOTIVAR QUE EL AGUA FLUYA DEL POZO, O ÉSTA SIMPLEMENTE SUBIRÁ ALGUNA DISTANCIA SOBRE EL NIVEL FREÁTICO.

EXCEPTO EN ROCA DURA, PARTICULARMENTE PIEDRA CALIZA, SIN CUBIERTA DE ARENA O GRAVA, LOS POZOS, GENERALMENTE, NO SUFREN CONTAMINACIÓN POR INFILTRACIÓN LATERAL, SINO POR ENTRADA VERTICAL DE LOS CONTAMINANTES EN LA SUPERFICIE DEL SUELO O CERCA DE ELLA, ÉSTA SE EVITA MEDIANTE REVESTIMIENTOS HERMÉTICOS.

3) GALERÍAS FILTRANTES Y TRINCHERAS.

LAS AGUAS SUBTERRÁNEAS QUE SE DESPLAZAN HACIA LAS CORRIENTES O LAGOS, PROCEDENTES DE TIERRAS ALTAS VECINAS, PUEDEN SER INTERCEPTADAS MEDIANTE GALERÍAS FILTRANTES, TENDIDAS MÁS O MENOS, A ÁNGULOS RECTOS A LA DIRECCIÓN DEL FLUJO, Y QUE CONDUJEN AL AGUA ENFRANTE A LAS ESTACIONES DE BOMBEO. EN EL CASO DE CORRIENTES, EL AGUA SE LLEVA A CONDUCTOS MÁS O MENOS HORIZONTALES, SITUADOS A AMBOS LADOS; A VECES SE CIERRA EL LADO QUE DA AL RÍO, PARA EXCLUIR EL AGUA, QUE SE INFILTRA DEL RÍO MISMO Y QUE RESULTA A MENUDO, MENOS SATISFACTORIA.

LAS GALERÍAS FILTRANTES SON PARTICULARMENTE ÚTILES PARA EXPLOTAR ACUÍFEROS DE ESPESOR REDUCIDO O DONDE DEBEN EXCLUIRSE AGUAS SALINAS PROFUNDAS.

LOS DEPÓSITOS Y ZANJAS FILTRANTES O TRINCHERAS, SON SIMILARES EN SU CONCEPCIÓN. SON SIMPLES ZANJAS EXCAVADAS EN LUGARES EN DONDE EL NIVEL FREÁTICO SE ENCUENTRA CERCA DEL NIVEL DEL TERRENO, QUE RECOGEN LOS ESCURRIMIENTOS DEL MISMO, REUNIÉNDOLOS CON CÁMARAS COLECTORAS. PRESENTAN COMO SERIO INCONVENIENTE EL EXCESIVO CRECIMIENTO DE LA VEGETACIÓN DEBIDO A LA BAJA VELOCIDAD DEL AGUA.

Y LAS GRANDES OPORTUNIDADES DE CONTAMINACIÓN.

LAS CRIBAS FILTRANTES CONSTRUÍDAS DENTRO DE DEPÓSITOS ALUVIALES DE LOS RÍOS INTERCEPTAN EL FLUJO SUBTERRÁNEO.

TAMBIÉN PUEDE CAPTARSE AGUA SUBTERRÁNEA DE LOS TÚNELES Y ESCALONAMIENTOS DE MINAS, EN LADERAS DE ALGUNAS MONTAÑAS Ó EN MINAS ABANDONADAS.

LOS CAUDALES EN POZOS, GALERÍAS Y MANANTIALES SE PUEDEN AUMENTAR CON AGUAS PROVENIENTES DE OTRAS FUENTES: 1) ESPARCIDAS SOBRE LA SUPERFICIE DEL TERRENO COLECTOR, 2) CONDUCIDAS A DEPÓSITOS O DIQUES DE CARGA, Ó 3) ALIMENTADAS A GALERÍAS O POZOS DE DIFUSIÓN.

LAS OBRAS DE CAPTACIÓN DE AGUAS SUBTERRÁNEAS INCLUYEN NORMALMENTE BOMBAS. SE UTILIZAN UNIDADES INDIVIDUALES DE BOMBEO ALTERNATIVAMENTE, EN ESPECIAL, CUANDO EL NIVEL FREÁTICO SE ENCUENTRA A PROFUNDIDADES CONSIDERABLES.

D) AGUA RESIDUAL.

LA CAPTACIÓN DE LAS AGUAS RESIDUALES DE UNA COMUNIDAD SE REALIZAN A TRAVÉS DE LAS INSTALACIONES SANITARIAS DE TODOS Y CADA UNO DE LOS ESTABLECIMIENTOS INDUSTRIALES Y COMERCIALES, ASÍ COMO DE LAS CASAS HABITACIÓN, Y DE LOS SERVICIOS PÚBLICOS DE LA MISMA.

LOS ELEMENTOS QUE SE UTILIZAN PARA REALIZAR EL TRANSPORTE DEL AGUA RESIDUAL, SON PRECISAMENTE, LOS QUE LLEVAN A CABO LA CAPTACIÓN DE LA MISMA, Y A TRAVÉS DE ESTOS SE VIERTE A LA RED DE ALCANTARILLADO DE LA COMUNIDAD, LA QUE CONVERGE A UN COLECTOR, POR MEDIO DEL CUAL SON TRANSPORTADAS AL SITIO DE VERTIDO (EN ESTE CASO, UNA PLANTA POTABILIZADORA) EL QUE TENDRÁ CAPACIDAD SUFICIENTE PARA CAPTARLAS.

11.6) GASTOS DE DISEÑO.

EL CONSUMO DE AGUA POTABLE SE VE AFECTADO POR DIFERENTES FACTORES, TALES COMO: LA CANTIDAD DE AGUA DISPONIBLE, TAMAÑO Y CARACTERÍSTICAS DE LA POBLACIÓN, CLIMA, NIVEL ECONÓMICO, EXISTENCIA DE ALCANTARILLADO, CLASE DE ABASTECIMIENTO, CALIDAD DE AGUA, PRESIÓN EN LA RED, CONTROL DEL CONSUMO, COSTO DEL AGUA, EDAD DE LA RED, ETC., LOS CUALES ORIGINAN QUE VARÍE DE UNA POBLACIÓN A OTRA.

POR LA SITUACIÓN DESCRITA EN EL PÁRRAFO ANTERIOR, SE HAN REALI-

ZADO ESTUDIOS DE CONSUMO DE LAS DISTINTAS REGIONES, LA MAYORÍA -- DE LAS VECES, EN FUNCIÓN DE LOS FACTORES ANTES MENCIONADOS. ES-- TOS ESTUDIOS, EL CONOCIMIENTO DE LA REGIÓN Y LAS CARACTERÍSTICAS-- DEL PROYECTO, ENTRE OTROS ASPECTOS, FRECUENTEMENTE CONSTITUYEN LA BASE PARA ESTABLECER LA DOTACIÓN.

LA DOTACIÓN ES LA CANTIDAD DE AGUA DIARIA QUE SE ASIGNA A CADA-- HABITANTE PARA FINES DE CÁLCULO Y QUE COMPRENDE TODOS LOS CONSU-- MOS DE LOS SERVICIOS QUE HACE EN UN DÍA MEDIO ANUAL, COMO SON LAS BEBIDAS, ALIMENTOS, SERVICIO MUNICIPAL, ETC., GENERALMENTE SE EX-- PRESA EN LITROS POR HABITANTE Y POR DÍA (LTS./HAB./DÍA).

EN EL PÁRRAFO ANTERIOR, SE HACE MENCIÓN AL CONSUMO DE UN DÍA ME-- DIO ANUAL, ESTO ES DADO QUE EL CONSUMO Y POR ENDE LA DOTACIÓN RE-- PRESENTATIVA DE UNA POBLACIÓN SE TOMA COMO EL PROMEDIO ANUAL DE -- ÉSTE, YA QUE NO SE REALIZA DE UNA MANERA UNIFORME DURANTE EL DÍA-- NI DURANTE TODOS LOS DÍAS DEL AÑO, SINO CON UNA VARIACIÓN MENSUAL, DIARIA Y HORARIA.

DE TAL FORMA QUE:

EL CONSUMO MEDIO ANUAL (QMA) DE AGUA DE UNA POBLACIÓN, ES EL -- QUE SE OBTIENE MULTIPLICANDO LA DOTACIÓN POR EL NÚMERO DE HABITAN-- TES Y POR LOS 365 DÍAS DEL AÑO.

$$QMA = \frac{D \times H \times 365}{1000}$$

DONDE:

QMA= VALOR MEDIO ANUAL DE AGUA EN METROS CÚ-- BICOS.

D= DOTACIÓN (LTS./HAB.)

H= NÚMERO DE HABITANTES.

POR LO TANTO EL CONSUMO MEDIO DIARIO EN LTS./SEG. (QMD) SERÁ

$$QMD = \frac{D \times H}{86,400}$$

LAS VARIACIONES DIARIAS (QUE SE DEBEN CONSIDERAR, SOBRE TODO LAS MÁXIMAS, PARA ASÍ EVITAR ESCASEZ EN LOS DÍAS DE MAYOR CONSUMO) SE EXPRESAN COMO UN COEFICIENTE DEL GASTO MEDIO Y DEPENDE DE LA TEM-- PERATURA Y DISTRIBUCIÓN DE LAS LLUVIAS EN LA REGIÓN. SE EMPLEAN --

LOS SIGUIENTES VALORES:

- CLIMA UNIFORME EN LAS CUALES LOS DÍAS DE LA SEMANA SE GASTA LA MISMA CANTIDAD DE AGUA Cd=1.20
- CLIMA VARIABLE PERO NO EXTREMOSO Cd=1.35
- CLIMA EXTREMOSO Y SECO Cd=1.50
- CLIMA MUY EXTREMOSO (REGIONES DESÉRTICAS). Cd=1.75

ASÍ PARA CALCULAR EL GASTO MÁXIMO DIARIO QMD SE MULTIPLICA EL QMD POR EL COEFICIENTE DE VARIACIÓN DIARIA Cd

$$QMD = QMD \times Cd \quad (\text{LTS./SEG.})$$

LAS VARIACIONES HORARIAS SE ABSORBEN MEDIANTE EL COEFICIENTE DE VARIACIÓN HORARIA (Ch), CUYO VALOR FLUCTÚA ENTRE 1.3 Y 1.8, - DEPENDIENDO DE LAS CONDICIONES CLIMATOLÓGICAS EN LA REGIÓN.

DE TAL MANERA QUE EL GASTO MÁXIMO HORARIO QMH, SE CALCULA EN FORMA SIMILAR QUE EL QMD SOLO QUE APLICANDO EL COEFICIENTE DE VARIACIÓN HORARIA.

$$QMH = QMD \times Ch \quad (\text{LTS./SEG.})$$

PARA CONOCER EL GASTO MÁXIMO HORARIO EN EL DÍA DE MÁXIMO CONSUMO (QMM) SE MULTIPLICA EL QMD POR EL Cd Y Ch

$$QMM = QMD \times Cd \times Ch \quad (\text{LTS./SEG.})$$

UN SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE, CONSTA ADEMÁS DE LA FUENTE DE ABASTECIMIENTO, OBRA DE CAPTACIÓN, PLANTA POTABILIZADORA (SI ES NECESARIA) Y LA RED DE DISTRIBUCIÓN, DE UNA OBRA DE REGULARIZACIÓN Y/O ALMACENAMIENTO.

UN TANQUE DE REGULARIZACIÓN Y/O ALMACENAMIENTO, TIENE COMO OBJETIVO, ENTRE OTROS: EQUILIBRAR LOS SUMINISTROS CON LAS DEMANDAS DE AGUA, DE TAL MANERA QUE SIEMPRE HAYA SUFICIENTE AGUA A UNA PRENSIÓN ADECUADA EN TODOS LOS PUNTOS DEL SISTEMA. ASÍ COMO PROPORCIONAR AGUA PARA NECESIDADES URGENTES TALES COMO USO CONTRA INCENDIOS.

ESTA OBRA DADO SU FUNCIONAMIENTO, HACE POSIBLE QUE EL GASTO DE DISEÑO TANTO DE LA FUENTE DE ABASTECIMIENTO COMO EL DE LA OBRA DE CAPTACIÓN SEA EL GASTO MÁXIMO DIARIO (QMD).

CAPITULO III

FUENTES DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE.

ANTES DE APROVECHAR O INICIAR LA CONSTRUCCIÓN DE UNA OBRA PARA EL ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE, ES NECESARIO CONOCER LAS CARACTERÍSTICAS HIDROLÓGICAS, TOPOGRÁFICAS, GEOLÓGICAS Y URBANÍSTICAS DE LA ZONA DE PROYECTO, ASÍ COMO EL ESTADO EN QUE SE ENCUENTRAN LAS DISTINTAS FUENTES EXISTENTES; DE TAL FORMA QUE SE PUEDAN DETERMINAR LOS PARÁMETROS QUE SIRVEN DE BASE PARA LA SELECCIÓN ADECUADA DEL SISTEMA DE APROVECHAMIENTO, ASÍ COMO PARA EL DISEÑO DEL MISMO.

EN ESTE CAPÍTULO SE DESCRIBEN ALGUNOS PARÁMETROS DE IMPORTANCIA, ASÍ COMO LAS CARACTERÍSTICAS QUE PRESENTAN COMÚNMENTE LAS DISTINTAS FUENTES DE ABASTECIMIENTO, QUE DEBEN TOMARSE EN CUENTA, PARA REALIZAR LA SELECCIÓN DE LA FUENTE ADECUADA SEGÚN LAS NECESIDADES QUE SE TENGAN.

111.1) AGUA PLUVIAL.

DENTRO DE LOS PARÁMETROS PRINCIPALES QUE SE DEBERÁN DETERMINAR, ESTÁ EL VOLUMEN DE AGUA MÁXIMO QUE SE PODRÁ CAPTAR, EL CUAL DEPENDE DE LA RELACIÓN DE IMPERMEABILIDAD O LA RELATIVA ABSORCIÓN DE LA SUPERFICIE, DE LA INTENSIDAD Y DURACIÓN DE LA PRECIPITACIÓN, DEL CARÁCTER DE LA LLUVIA, DE LA PENDIENTE DEL TERRENO, DEL ÁREA A DRENAR Y OTRAS CONSIDERACIONES MÁS.

LA PRECIPITACIÓN QUE OCURRA EN UN ÁREA TRIBUTARIA ES IMPOSIBLE DETERMINARLA EXACTAMENTE, PUESTO QUE LOS DATOS POR LO GENERAL SE RECABAN EN PUNTOS AISLADOS. AUNQUE EN OCASIONES ALGUNAS ESTACIONES DE OBSERVACIÓN SE LOCALIZAN DENTRO DE LA ZONA DE ESTUDIO, CASO EN EL CUAL SE PUEDE USAR EL PROMEDIO DE LOS DATOS OBTENIDOS PARA ESTIMAR LA PRECIPITACIÓN PLUVIAL; ÉSTO RARA VEZ SE PRESENTA, Y LA MAYORÍA DE LAS ESTIMACIONES SE BASAN EN LOS DATOS RECABADOS EN UNA SOLA ESTACIÓN DE OBSERVACIÓN O EN LOS OBTENIDOS EN ALGUNAS ES-

TACIONES ALEDAÑAS A LA ZONA EN CUESTIÓN.

OTRA CARACTERÍSTICA IMPORTANTE ES EL COEFICIENTE DE ESCURRIMIENTO, DE AFLUENCIA O DE IMPERMEABILIDAD EL CUAL SE DEBE CONSIDERAR, Y QUE REPRESENTA LA RELACIÓN DEL VOLUMEN LLOVIDO CON RESPECTO AL QUE ESCURRE, VARÍA EN ZONAS URBANAS, GENERALMENTE, DEL 30 AL 60 -- POR CIENTO, PERO PUEDE CAER FUERA DE DICHSO LÍMITES EN CIERTAS LOCALIDADES.

CON RESPECTO AL ÁREA DE INFLUENCIA, TRIBUTARIA O DE DRENADO; -- PARA SU DETERMINACIÓN, ES IMPORTANTE CONTAR CON LA TOPOGRAFÍA DE LA MISMA. LA DETERMINACIÓN DE LA SUPERFICIE SE PUEDE HACER EN PLANOS O BIEN EN FORMA DIRECTA EN EL TERRENO.

POR OTRA PARTE, YA SE MENCIONÓ QUE LAS AGUAS PLUVIALES ANTES -- DEL CONTACTO CON LA SUPERFICIE TERRESTRE, ARRASTRAN DURANTE SU DESCENSO CANTIDADES ÍNFIMAS DE CONTAMINANTES; HAY QUE TENER ESPECIAL CUIDADO AL EFECTUAR LOS ESTUDIOS DE LAS AGUAS PLUVIALES, SOBRE TODO EN ZONAS DONDE SE PRESENTA EL FENÓMENO DE LLUVIA ÁCIDA, PARA -- DARLE UN TRATAMIENTO ADECUADO O EN SU DEFECTO, DESECHAR LA POSIBILIDAD DE SU APROVECHAMIENTO POR CALIDAD.

HABRÁ QUE TOMAR EN CUENTA, ADEMÁS DE LOS CONTAMINANTES ANTES -- MENCIONADOS, TODOS AQUELLOS QUE SE ADQUIEREN DURANTE EL ESCURRIMIENTO DE DICHAS AGUAS HASTA LA OBRA DE ALMACENAMIENTO, LOS CUALES POR LO GENERAL SON EL ACARREO DE PARTÍCULAS SÓLIDAS, GRASAS Y ACELLES, DESECHOS SÓLIDOS Y ALGO DE MATERIA ORGÁNICA. TOMANDO EN CUENTA QUE LA CALIDAD REQUERIDA, ES LA CORRESPONDIENTE AL AGUA POTABLE, SERÁ NECESARIO SU TRATAMIENTO Y UN CONTROL ADECUADO DE SU MANEJO, -- ADEMÁS DE PRUEBAS DE LABORATORIO CONSTANTES PARA VERIFICAR SUS CARACTERÍSTICAS. TAMBIÉN ES RECOMENDABLE DESECHAR LAS PRIMERAS AGUAS CAPTADAS, SOBRE TODO AL INICIO DEL PERÍODO DE LLUVIAS, DEBIDO A -- QUE ÉSTAS SON LAS QUE ACARREAN MAYOR CANTIDAD DE IMPUREZAS A LO -- LARGO DE SU RECORRIDO.

UNA VEZ DETERMINADAS TODAS LAS CARACTERÍSTICAS DESCRITAS EN ESTE PUNTO, SE PUEDE PROCEDER A DISEÑAR EL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE. SIN EMBARGO SE HACE ÉNFASIS EN QUE DADAS LAS DIMENSIONES QUE LLEGAN A TENER LAS PARTES DEL SISTEMA, PARA SATISFACER LAS NECESIDADES DE CANTIDAD, EN LAS ZONAS URBANAS NO RESULTA --

ECONÓMICO CREAR OBRAS DE APROVECHAMIENTO DE AGUAS PLUVIALES PARA USOS POTABLES, PERO SÍ ES FACTIBLE DARLES ESTE USO A NIVEL INDIVIDUAL EN ZONAS RURALES Y PEQUEÑAS COMUNIDADES.

111.2) AGUA SUPERFICIAL.

AÚN CUANDO LAS AGUAS SUPERFICIALES SE DERIVAN DE LA -- PRECIPITACIÓN, LAS RELACIONES ENTRE ÉSTA, ESCURRIMIENTO, INFIL-- TRACIÓN, EVAPORACIÓN Y TRANSPIRACIÓN SON TAN COMPLEJAS, QUE LOS - ESTUDIOS SOBRE SUMINISTROS DE AGUA HAN DE BASARSE, SIEMPRE QUE -- SE PUEDA, SOBRE MEDICIONES DIRECTAS. POR EJEMPLO, REGISTROS DE -- ESCURRIMIENTOS; SIN EMBARGO SE DEBEN CONSIDERAR HASTA DONDE SEA - POSIBLE, LAS RELACIONES DE ÉSTOS Y LAS PRECIPITACIONES PLUVIALES.

LA IMPORTANCIA DE LOS ESTUDIOS SOBRE EL RENDIMIENTO DE AGUAS, - ES TAL, QUE SON LA BASE DEL APROVECHAMIENTO ECONÓMICO Y SEGURO DE LOS ABASTECIMIENTOS A BASE DE AGUA SUPERFICIAL. ÉSTO HACE QUE NUN-- GÚN PROYECTO DE ABASTECIMIENTO CON ESTE TIPO DE AGUA, PUEDA PRO-- GRESAR HACIA LA ETAPA DE DISEÑO SIN UNA COMPLETA EVALUACIÓN DE -- LOS ESCURRIMIENTOS PERTINENTES, SU MAGNITUD Y VARIABILIDAD.

POR OTRO LADO, EN LA NATURALEZA EL ESCURRIMIENTO DE LAS ÁREAS DE DRENADO O CUENCAS HIDROLÓGICAS ES RETENIDO EN GRADO VARIABLE - POR LAGOS Y ESTANQUES, ASÍ COMO POR LOS CANALES, REMANSOS Y BAN-- COS DE LOS RÍOS Y OTROS CAUCES ACUÁTICOS.

DE LOS PRINCIPALES ESTUDIOS POR REALIZAR PARA EL APROVECHAMIE-- NTU DE UN ALMACENAMIENTO (ASÍ COMO PARA EL DE LAS CORRIENTES), SON EL DE LAS INTENSIDADES DE LA PRECIPITACIÓN PLUVIAL Y EL DEL ESCU-- RRIMIENTO, LOS CUALES SUMINISTRAN INFORMACIÓN SOBRE:

1.- LAS DIMENSIONES APROPIADAS SOBRE VERTEDORES Y DUCTOS DERI-- VADORES PARA PRESAS Y ESTRUCTURAS SIMPLES.

2.- LA LOCALIZACIÓN Y PROTECCIÓN DE LAS OBRAS PARA LA EXPLO-- TACIÓN DE LA FUENTE, DENTRO DEL PLANO DE INUNDACIÓN DE LAS CORRIEN-- TES.

EN LA AUSENCIA DE ALMACENAMIENTOS NATURALES ADECUADOS, ÉSTOS SE CONSTRUYEN ARTIFICIALMENTE. CUALQUIERA QUE SEA EL CASO; PARA - SU APROVECHAMIENTO, DEBERÁN DARSE TOLERANCIAS PARA COMPENSAR LA -

EVAPORACIÓN DE LAS SUPERFICIES DE AGUA CREADAS POR EL ALMACENAMIENTO, Y A MENUDO TAMBIÉN PARA CONSIDERAR LAS DESCARGAS DEL MISMO, ADEMÁS DEBERÁ TOMARSE EN CUENTA EL AUMENTO DE DEPÓSITOS DE AZOLVE Y LA DISMINUCIÓN GRADUAL DE LOS VOLUMENES ALMACENADOS POR ESTA CAUSA.

LOS FACTORES ENUNCIADOS ANTERIORMENTE, ELEVAN LOS REQUERIMIENTOS DE LOS ALMACENAMIENTOS, Y SUS EFECTOS INDIVIDUALES NO PRESENTAN LÍMITES DEFINIDOS DEBIDO A LA INTERDEPENDENCIA ENTRE ELLOS.

OTRO FACTOR AÚN MÁS DIFÍCIL DE PREVER Y DE SERIAS REPERCUSIONES, ES LA SEQUÍA. QUE EN MUCHAS OCASIONES IMPONE UNA DEMANDA CRÍTICA SOBRE LAS OBRAS DISEÑADAS PARA SUMINISTRAR UNA CANTIDAD GRANDE Y CONTÍNUA DE AGUA.

CON BASE EN LO EXPUESTO HASTA AHORA EN ESTE PUNTO, SE PUEDE DECIR QUE EN GENERAL, LAS COMUNIDADES SITUADAS A LOS LADOS DE CORRIENTES, ESTANQUES O LAGOS, O EN SUS CERCANÍAS, PUEDEN ABASTECERSE DE ELLOS MEDIANTE CONSUMO CONTINUO, SIEMPRE QUE EL FLUJO DE LA CORRIENTE O LA CAPACIDAD DEL ESTANQUE O LAGO SEAN LO SUFICIENTEMENTE GRANDES DURANTE TODAS LAS ESTACIONES DEL AÑO PARA SUMINISTRAR LOS VOLUMENES REQUERIDOS.

A MENUDO NO SE USAN LAS CORRIENTES DE FLUJO PEQUEÑO, LAS CUALES PUEDEN UTILIZARSE EN OTROS USOS. EN ESTOS CASOS, SOLAMENTE SE DESVÍAN AGUAS DE CALIDAD ADECUADA HACIA DEPÓSITOS CONSTRUÍDOS SOBRE ZONAS ADYACENTES A LA CORRIENTE O CONVENIENTEMENTE SITUADAS. EL AGUA ASÍ ALMACENADA DEBE ABASTECER LAS DEMANDAS DURANTE LAS TEMPORADAS EN LAS QUE NO ES POSIBLE OBTENER FLUJO DE LA CORRIENTE.

EN ESTE CASO, DEBEN CONSIDERARSE LAS CONSECUENCIAS QUE ORIGINA UN ALMACENAMIENTO PROLONGADO SOBRE LA CALIDAD DEL AGUA.

AHORA BIEN, LOS RECURSOS DE AGUA SUPERFICIAL NO SE LIMITAN A CORRIENTES Y ALMACENAMIENTOS, SINO QUE TAMBIÉN SE CUENTA CON EL AGUA DE MARES Y OCÉANOS. SI SE LLEGA A CONSIDERAR UN SISTEMA DE DESALACIÓN COMO UNO DE LOS RECURSOS POSIBLES DE SUMINISTRO DE AGUA, DEBEN CONSIDERARSE VARIOS FACTORES PARA SU INSTALACIÓN Y OPERACIÓN. UNO DE LOS MÁS PROBLEMÁTICOS, PROBABLEMENTE ES EL RELACIONADO CON LAS CARACTERÍSTICAS DEL AGUA DE ALIMENTACIÓN (CUYO ACONDICIONAMIENTO ES SUMAMENTE COSTOSO), TALES COMO: SALES, SU COMPO-

SICIÓN Y TEMPERATURA, INFLUYE ADEMÁS, EN FORMA DECISIVA, LA DIFICULTAD EXISTENTE PARA CONTAR CON LA MANO DE OBRA CALIFICADA NECESARIA PARA OPERAR ESTOS SISTEMAS.

111.3) AGUA SUBTERRÁNEA.

ANTES DE DESCRIBIR LOS FACTORES QUE INFLUYEN EN EL RENDIMIENTO DE UNA FUENTE DE ABASTECIMIENTO DE AGUA SUBTERRÁNEA, SE DEBE HACER LA DISTINCIÓN ENTRE DOS PARÁMETROS QUE TIENEN UNA -- MARCADA INFLUENCIA SOBRE ÉL, QUE SON, LA PERMEABILIDAD Y LA POROSIDAD.

111.3.1) PERMEABILIDAD Y POROSIDAD.

EL VOLUMEN DE AGUA DENTRO DE UNA FORMACIÓN ROCOSA O -- DE SUELO SATURADO ES IGUAL A SU ESPACIO DE POROS. ÉSTO SE GENERALIZA EN TÉRMINOS DE LA POROSIDAD, O RELACIÓN "F" DE LOS POROS DE VOLUMEN DE SÓLIDO, $E=F/(1-F)$. POR LO QUE, LA POROSIDAD ES UNA -- CUALIDAD ESTÁTICA DE LAS ROCAS Y SUELOS.

POR OTRO LADO, UN ACUÍFERO QUE OFRECE ESCASA RESISTENCIA AL -- FLUJO ES LLAMADO PERMEABLE; INVERSAMENTE, UNO QUE OFRECE MUCHA RESISTENCIA, ES LLAMADO IMPERMEABLE. LA PERMEABILIDAD ES UNA CARACTERÍSTICA DINÁMICA, QUE AL IGUAL QUE OTRAS, ÚNICAMENTE TIENEN SIGNIFICADO EN PRESENCIA DE FLUJO.

CON BASE EN LO EXPUESTO EN LOS DOS PÁRRAFOS ANTERIORES, SE PUEDE AFIRMAR QUE; LA NATURALEZA DEL SISTEMA DE POROS, MÁS QUE SU VOLUMEN RELATIVO, DETERMINA LA RESISTENCIA AL FLUJO A VELOCIDADES DADAS. POR ENDE, PERMEABILIDAD Y POROSIDAD NO SON TÉRMINOS SINÓNIMOS.

POR OTRA PARTE, DE UNA MANERA GENERAL (Y SIN TRATAR DE EXPLICAR EL FENÓMENO DE LA CAPILARIDAD) DEBE COMPRENDERSE QUE EL AGUA SE MANTIENE SOBRE EL NIVEL FREÁTICO VERDADERO POR ACCIÓN CAPILAR Y FORMA UNA FRANJA DEL MISMO TIPO (CAPILAR), VER FIGURA 111.1. SI LOS INTERSTICIOS SON PEQUEÑOS, LA CANTIDAD DE AGUA EN ESTA CAPA -- DE SUELO PARCIALMENTE SATURADA PUEDE SER SIGNIFICATIVAMENTE GRAN-

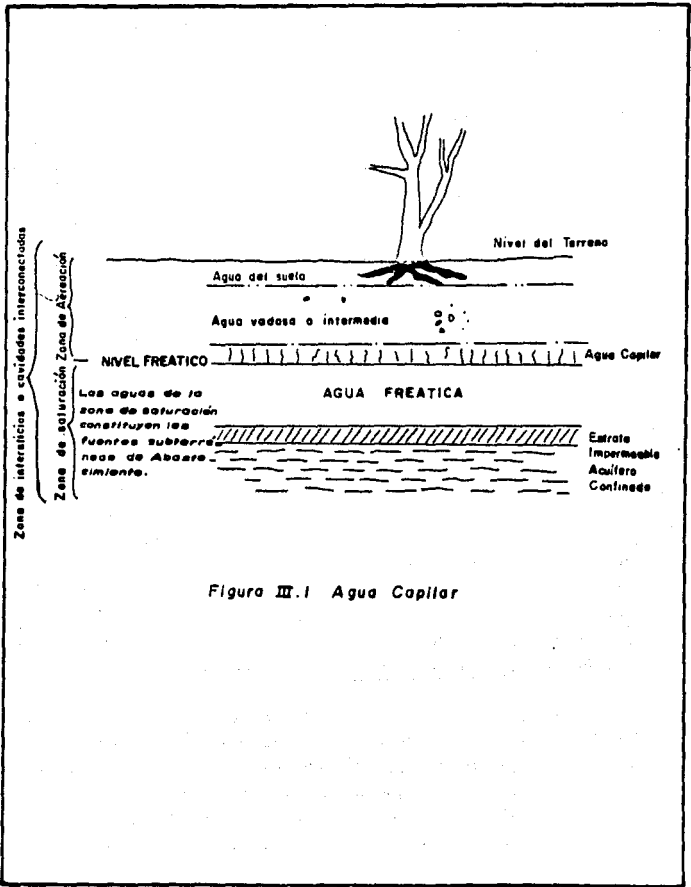


Figura III.1 Agua Capilar

DE.

111.3.2) CARACTERÍSTICAS Y PARÁMETROS.

EN EL ESTUDIO DE UNA FUENTE DE AGUA SUBTERRÁNEA, DEBEN IDENTIFICARSE, ENTRE OTROS, LOS CONDUCTOS Y DEPÓSITOS SUBTERRÁNEOS ASÍ COMO LAS ÁREAS COLECTORAS SUPERFICIALES. PARA DETERMINAR EL RENDIMIENTO DE LA MISMA, SE DEBEN CONOCER TANTO LA GEOLOGÍA COMO LA HIDROLOGÍA E HIDRÁULICA DEL SISTEMA. SE PUEDE TOMAR EN CUENTA EL COMPORTAMIENTO DE SUMINISTROS EN ÁREAS CERCANAS, PERO EL JUICIO DEFINITIVO DEBE, GENERALMENTE, BASARSE EN EL COMPORTAMIENTO DE POZOS DE PRUEBA.

PARA LA ESTIMACIÓN DE UN RENDIMIENTO SEGURO, SE REQUIERE LA EVALUACIÓN DE LOS SIGUIENTES FACTORES, QUE EN CONJUNTO FORMAN LO QUE ES LA CARGA Y DESCARGA NATURAL DE UN ACUÍFERO:

1) LAS CANTIDADES DE AGUA AGREGADAS A LA FORMACIÓN POR INFILTRACIÓN DE LLUVIA Y AGUAS SUPERFICIALES.

2) LA VELOCIDAD A QUE SE MUEVE EL AGUA A TRAVÉS DEL SUELO Y PUEDE SER EXTRAÍDA DE ÉL, LA CUAL ES UNA FUNCIÓN DE SU PERMEABILIDAD Y DE LOS GRADIENTES HIDRÁULICOS DISPONIBLES.

3) LA CANTIDAD DE AGUA PERDIDA DESDE EL SUELO POR EVAPOTRANSPIRACIÓN, POR TRANSMINACIÓN DEL EFLUENTE HACIA CORRIENTES Y OTRAS MASAS SUPERFICIALES DE AGUA, POR FLUJO DE LOS MANANTIALES Y POR RUTAS DE ESCAPE SUBTERRÁNEAS.

CABE MENCIONAR QUE EL FLUJO SUBTERRÁNEO Y LAS FUGAS PUEDEN RECHARGAR O DESCARGAR UN DEPÓSITO, O BIEN, LLEVAR A CABO AMBAS COSAS.

EL AGUA EXTRAÍDA DEL SUBSUELO, MEDIANTE BOMBEO U OTROS MEDIOS, DEBEN TOMARSE EN CONSIDERACIÓN NO ÚNICAMENTE COMO UNA DESCARGA, SINO COMO UN FACTOR QUE ROMPE EL BALANCE HIDRÁULICO E HIDROLÓGICO NATURAL.

EL INVENTARIO HIDROLÓGICO DE UN ÁREA PRODUCTORA DE AGUA INCLUYE, EN ADICIÓN A LA EVALUACIÓN DE LA CARGA Y DESCARGA, EL VOLUMEN DE AGUA ALMACENADO DENTRO DEL SISTEMA (MEDIDO CONFORME A LA POROSIDAD, ESPESOR Y EXTENSIÓN DEL ÁREA DEL SUELO O DE LA FORMACIÓN ROCOSA ACUÍFERA), Y UNA CONSIDERACIÓN DE LA PRECIPITACIÓN PLUVIAL

Y EL ESCURRIMIENTO SUPERFICIAL.

EL ANÁLISIS O ESTUDIO DE LOS CAMBIOS EN EL ALMACENAMIENTO ESTÁN BASADOS EN LOS REGISTROS DE LOS NIVELES DE AGUA REALIZADOS EN POZOS DE OBSERVACIÓN, LOS VOLUMENES SE CALCULAN A PARTIR DE LOS CONTORNOS DEL NIVEL FREÁTICO O DE LA SUPERFICIE PIEZOMÉTRICA.

EL ALMACENAMIENTO DE LA TIERRA ES RELATIVAMENTE GRANDE, SIN EMBARGO, ESTOS ALMACENAMIENTOS DEBEN SER COMPENSADOS MEDIANTE RECARGA, SI SE DESEA QUE EL ABASTECIMIENTO NO SE AGOTE.

EL ALMACENAMIENTO JUNTO CON LA RECARGA Y LA DESCARGA SE VEN OBLIGADOS A BUSCAR UN NUEVO EQUILIBRIO, CUANDO SE EXTRAE AGUA DEL SUBSUELO. POR OTRA PARTE, SI BIEN ES CIERTO QUE CON EL BOMBEO, EL NIVEL FREÁTICO PUEDE DISMINUIR Y AUN SUSPENDER LA DESCARGA NATURAL; TAMBIÉN PUEDE AUMENTAR LA RECARGA, ESPECIALMENTE EN SUELOS QUE RODEAN A CORRIENTES SUPERFICIALES.

SE TIENE ENTONCES QUE LA CANTIDAD DE AGUA QUE PUEDE EXPLOTARSE ECONÓMICAMENTE MEDIANTE EL DECREMENTO DEL NIVEL FREÁTICO POR BOMBEO, DEPENDE DEL COSTO DE ELEVACIÓN DEL AGUA DESDE PROFUNDIDADES CRECIENTES Y DE LOS RENDIMIENTOS REALMENTE OBTENIBLES. SI EL NIVEL FREÁTICO O EL NIVEL PIEZOMÉTRICO (SI SE TRATA DE UN FLUJO NO CONFINADO O CONFINADO RESPECTIVAMENTE) HA DE PERMANECER A UN NIVEL DETERMINADO, LAS RELACIONES PROMEDIO DE SUCCIÓN Y RECARGA DEBEN SER SIMILARES BAJO LAS CONDICIONES GENERADAS.

DADAS ESTAS CARACTERÍSTICAS Y AUNADAS A LAS DE SU CALIDAD, GENERALMENTE, ESTE TIPO DE FUENTE SE PREFIERE SOBRE CUALQUIER OTRO.

III.4) AGUA RESIDUAL.

EL OBTENER AGUA POTABLE DE AGUA RESIDUAL A TRAVÉS DE UN PROCESO DE POTABILIZACIÓN Y HACER USO DE ELLA ES UN MEDIO IMPORTANTE, MEDIANTE EL CUAL GRANDES VOLUMENES DE AGUA SON ECONOMIZADOS DEBIDO AL USO REPETITIVO DEL AGUA DENTRO DE UN MISMO SISTEMA.

ES DECIR, LA PRÁCTICA DE REÚSO Y RECIRCULACIÓN DE AGUAS RESIDUALES, LIBERA VOLUMENES DE AGUA NECESARIOS PARA CUBRIR PRINCIPALMENTE LOS REQUERIMIENTOS DE UNA POBLACIÓN, REDUCE LA SOBREEXPLOTACIÓN DE LOS MANTOS ACUÍFEROS, Y CONSERVA LOS RECURSOS HIDRÁULICOS DEL -

PAÍS.

CABE REAFIRMAR, QUE EL REÚSO DE AGUA NO ES NECESARIO EN TODAS - LAS LOCALIDADES Y ADEMÁS, ESTÁ LIMITADO A LAS QUE CUMPLAN CON LOS CRITERIOS DE SELECCIÓN.

EL REÚSO NO SE PRESENTA COMO UNA ALTERNATIVA ATRACTIVA PARA LAS LOCALIDADES DONDE EXISTA ABUNDANCIA DE AGUA DE CALIDAD ADECUADA - Y PUEDA SER OBTENIDA A COSTOS RAZONABLES. MÁS AÚN, DEBE SER CONSIDERADA COMO UNA ÚLTIMA POSIBILIDAD EN LA SELECCIÓN DE FUENTES DE ABASTECIMIENTO, DADO EL ELEVADO COSTO DE SU EMPLEO CON FINES DE - CONSUMO HUMANO.

A CONTINUACIÓN SE DESCRIBIRÁN BREVEMENTE LAS CARACTERÍSTICAS ESSENCIALES DEL AGUA RESIDUAL CRUDA:

- AGUA A TRATAR.

SON DOS FACTORES A CONSIDERAR EN EL AGUA-A TRATAR: LA CANTIDAD (EXPUESTA EN EL CAPÍTULO II) Y LA CALIDAD.

- CALIDAD.

LA CALIDAD DEL AGUA CRUDA VARÍA AL IGUAL QUE LA CANTIDAD ENTRE LÍMITES MUY AMPLIOS, DEPENDIENTES EN ESTE CASO DE VARIABLES MUY - DIFÍCILES DE ESTIMAR.

PARA APRECIAR LA CALIDAD DE UN AGUA RESIDUAL SE SUELE RECURRIR PREFERENTEMENTE ENTRE OTROS, A DOS ASPECTOS:

1) CONTENIDO DE SÓLIDOS EN SUSPENSIÓN

2) DBO₅.

- AGUA OBTENIDA

LA CALIDAD DE ÉSTA, DEBE SER PARA ESTE CASO, POTABLE.

III.5) CRITERIOS DE SELECCIÓN.

LOS CRITERIOS QUE RIGEN LA SELECCIÓN DE UNA FUENTE DE PROVISIÓN PARA SISTEMAS DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE, SE BASAN EN LAS PROPIEDADES DE CADA TIPO DE FUENTE, Y SON LOS SIGUIENTES:

A) AGUA PLUVIAL

PARA UTILIZAR EL AGUA PLUVIAL COMO FUENTE DE ABASTECIMIENTO, - SE REQUIERE DE OBRAS CIVILES IMPORTANTES PARA RECOLECTARLAS Y AL-

ALMACENARLAS EN LAS CANTIDADES REQUERIDAS PARA ABASTECER A LA COMUNIDAD.

EXISTEN DIVERSOS MATERIALES PARA LA CONSTRUCCIÓN DE ESTOS SISTEMAS DE APROVECHAMIENTO, LOS CUALES SE DEBERÁN COMBINAR CON LAS CARACTERÍSTICAS FISIOGRAFICAS, HIDROLÓGICAS Y SOCIALES DE LA ZONA DE PROYECTO PARA OBTENER UNA OBRA ECONÓMICA Y FUNCIONAL.

TIENE EL INCONVENIENTE DE CONTAMINARSE EN SU PASO POR LA ATMÓSFERA. SUS PROPIEDADES FÍSICAS COMO SON TURBIEDAD, COLOR, OLOR, SABOR Y TEMPERATURA SON ACEPTABLES Y NO REQUIEREN MODIFICACIÓN, - SUS PROPIEDADES BIOLÓGICAS TAMPOCO, PERO SUS PROPIEDADES QUÍMICAS COMO SON PH, CORROSIVIDAD, Y CONTENIDO DE BIÓXIDO DE CARBONO, DEBERÁN MODIFICARSE; SU APROVECHAMIENTO REQUERIRÁ DE POTABILIZACIÓN PREVIA.

ADEMÁS, DADO QUE EL AGUA PLUVIAL SE CAPTARÁ Y ALMACENARÁ EN TIEMPO DE LLUVIA Y SE UTILIZARÁ EN ÉPOCA DE ESTIAJE; ESTAS AGUAS ESTARÁN ALMACENADAS POR UN PERÍODO EXTENSO, POR LO QUE ES NECESARIA LA AERACIÓN CONSTANTE DE ELLAS PARA EVITAR QUE LA MATERIA ORGÁNICA PRESENTE EN ELLA, ENTRE EN DESCOMPOSICIÓN ANAERÓBICA.

SIN EMBARGO, LAS OBRAS QUE COMPONEN UN SISTEMA DE TRATAMIENTO DE AGUAS PLUVIALES PUEDEN SER MENOS COMPLEJAS QUE PARA ALGÚN OTRO SISTEMA DE APROVECHAMIENTO DE AGUA, POR LO QUE SU COSTO DE CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN TAMBIÉN PUEDE SER MENOR.

POR OTRA PARTE, EN LUGARES DONDE LAS INUNDACIONES Y ESCASEZ DEL AGUA POTABLE, CONSTITUYEN UN PROBLEMA PARA LA COMUNIDAD, ÉSTOS SE PUEDEN MINIMIZAR, MEDIANTE LA SOLUCIÓN QUE CONSISTE EN CONTROLAR LOS ESCURRIMIENTOS DE AGUA DE LLUVIA PARA SU APROVECHAMIENTO (EL INCONVENIENTE DE ÉSTO ES LA GRAN CANTIDAD DE ÁREA REQUERIDA, POR LO QUE GENERALMENTE SE LIMITA EL APROVECHAMIENTO DE ESTA FUENTE A LOCALIDADES MUY PEQUEÑAS).

B) AGUA SUPERFICIAL.

LAS AGUAS SUPERFICIALES SE ENCUENTRAN EN CANTIDADES SUFICIENTES PARA SER APROVECHADAS POR COMUNIDADES; TIENEN EL INCONVENIENTE DE VARIAR TODAS SUS PROPIEDADES DEBIDO A LAS TEMPORADAS DE LLUVIA Y ESTIAJE; ADEMÁS DE SUFRIR CONTAMINACIÓN POR AGUAS RESIDUALES, GENERALMENTE AGUAS ARRIBA DEL LUGAR DONDE SERÁ CAPTADA. PARA

USARSE COMO ABASTECIMIENTO DE UNA COMUNIDAD, DEBERÁ POTABILIZARSE, Y LA ÉPOCA DE LLUVIA GENERALMENTE DETERMINA LOS PARÁMETROS DE DISEÑO DE LA PLANTA POTABILIZADORA.

EL DESARROLLO ECONÓMICO DE UNA FUENTE, DEPENDE DEL VALOR DEL AGUA EN LA REGIÓN, PERO ES TAMBIÉN UNA FUNCIÓN DEL ESCURRIMIENTO Y DE SU VARIACIÓN, DE LA ACCESIBILIDAD DE LA CUENCA, DE LA INTERFERENCIA CON DERECHOS EXISTENTES SOBRE AGUAS Y DE LOS COSTOS DE CONSTRUCCIÓN.

DEBE TENERSE EN CUENTA QUE LA LOCALIZACIÓN DE LA FUENTE CON RESPECTO A LA POBLACIÓN SERVIDA, DETERMINA EL TAMAÑO DE LA OBRA DE CONDUCCIÓN Y SI ÉSTA TRABAJA POR GRAVEDAD O POR BOMBEO. ASPECTOS QUE INFLUYEN DETERMINANTEMENTE EN EL COSTO GLOBAL DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO.

POR OTRA PARTE, SI SE TIENE LA POSIBILIDAD O NECESIDAD DE ELEGIR UN SISTEMA DE DESALACIÓN PARA EL SUMINISTRO DE AGUA, DEBEN CONSIDERARSE VARIOS FACTORES PARA SU INSTALACIÓN. ENTRE LOS MÚLTIPLES PROBLEMAS QUE SE TIENEN QUE SUPERAR, SE ENCUENTRAN LOS RELACIONADOS CON LAS CARACTERÍSTICAS DEL AGUA DE ALIMENTACIÓN, SIENDO ÉSTAS LAS SIGUIENTES: LA CONCENTRACIÓN DE SALES, SU COMPOSICIÓN Y TEMPERATURA.

ÉSTA SITUACIÓN OBLIGA A REALIZAR UN ANÁLISIS FÍSICO-QUÍMICO DEL AGUA, UNA VEZ QUE SE TIENE EL RESULTADO DE ÉSTE, SE ELIGE EL TRATAMIENTO QUE SE LE VA A DAR AL AGUA, PARA EVITAR ASÍ QUE LAS SALES DISUELTAS SE CRISTALICEN Y SE PRECIPITEN FORMANDO INCRUSTACIONES EN EL EQUIPO; LO QUE AUMENTA LA EFICIENCIA DEL PROCESO.

C) AGUA SUBTERRÁNEA

LOS FACTORES QUE GOBIERNAN LA DISPONIBILIDAD DE AGUA SUBTERRÁNEA, AÚN CUANDO DIFÍCILES DE EVALUAR, NO SON MENOS REALES Y MENSURABLES QUE LOS OTROS FACTORES QUE DETERMINAN EL RENDIMIENTO DE OTRAS FUENTES DE ABASTECIMIENTO. SIN EMBARGO, LA INFORMACIÓN CUANTITATIVA DISPONIBLE ES GENERALMENTE ESCASA Y FRACCIONARIA. DEBE RECURRIRSE A LA EVIDENCIA INDIRECTA, PRINCIPALMENTE DE NATURALEZA GEOLÓGICA, PARA LLEGAR A CONCLUSIONES PRÓXIMAS A LA REALIDAD. PARA DESARROLLOS DE IMPORTANCIA, SON ESENCIALES ESTUDIOS GEOFÍSICOS. EN AUSENCIA DE REGISTROS EXTENSOS SOBRE EL COMPORTAMIENTO DE RE--

CURSOS DE AGUA SUBTERRÁNEA, LAS DECISIONES SE DEBEN BASAR EN EXPERIENCIAS ANTERIORES CON SUMINISTROS SIMILARES Y EN EL COMPORTAMIENTO DE POZOS DE PRUEBA.

A CAMBIO DE LAS DIFICULTADES, EL SUELO PUEDE OFRECER UN SUMINISTRO NATURALMENTE MÁS PURO, ECONÓMICO Y SATISFACTORIO DE AGUA DEL QUE PUEDE ABASTECER CUALQUIER OTRA FUENTE. SUS PROPIEDADES FÍSICAS AL IGUAL QUE LAS QUÍMICAS SON VARIABLES, ESTAS ÚLTIMAS EN FUNCIÓN DE LA GEOLOGÍA DEL ACUÍFERO Y LOS MINERALES QUE PUEDE DISOLVER, SUS PROPIEDADES BIOLÓGICAS PUEDEN VERSE DETERIORADAS POR LA INFILTRACIÓN DE AGUAS RESIDUALES SI SE ENCUENTRA EL ACUÍFERO EN CALIZAS O EN ROCA FRACTURADA.

EL TRATAMIENTO, EN CASO DE SER NECESARIO EL ACONDICIONAMIENTO DE LAS AGUAS SUBTERRÁNEAS, NO REPRESENTA GENERALMENTE, DIFICULTADES NI TÉCNICAS NI ECONÓMICAS.

SI SE CONSERVAN LAS AGUAS DISPONIBLES Y, SI ES NECESARIO, SE SUPLEMENTAN MEDIANTE UNA RECARGA ADECUADA PROCEDENTE DE RECURSOS SUPERFICIALES, PUEDE SERVIR BIEN Y POR EXTENSOS PERÍODOS. SI NO SE ADMINISTRAN CON CUIDADO Y PRECAUCIÓN, FALLARÁN EN CANTIDAD Y SE DETERIORARÁN EN CALIDAD. EN ALGUNOS LUGARES TENDRÁN QUE SER ABANDONADAS.

ADENÁS SE TIENE EL INCONVENIENTE DE VARIACIÓN EN CANTIDAD POSIBLE DE EXTRACCIÓN, QUE DEPENDERÁ DE LA GEOHIDROLOGÍA DEL SITIO ELEGIDO.

D) AGUA RESIDUAL

LOS CRITERIOS PARA SELECCIONAR LAS LOCALIDADES DONDE ES POSIBLE EL REÚSO Y RECIRCULACIÓN DE AGUA SON LOS SIGUIENTES:

- LA ESCASA DISPONIBILIDAD DE AGUA.
- EXISTE ALTA DISPONIBILIDAD DE AGUA, PERO SE ENCUENTRA LIMITADA POR SU CALIDAD.
- SE TIENE QUE RECURRIR A FUENTES DE ABASTECIMIENTO CADA VEZ MÁS LEJANAS Y A MAYORES COSTOS.
- EXISTEN USUARIOS DISPUESTOS A UTILIZAR AGUA DE TAL PROCEDENCIA, Y CUYA POTABILIZACIÓN ELEVARÁ SENSIBLEMENTE SU COSTO.
- EXISTE INFRAESTRUCTURA DE SERVICIO DE DRENAJE.
- SE CUENTA CON INSTALACIONES DE TRATAMIENTO Y POTABILIZACIÓN.

COMO SE PUEDE OBSERVAR, EN LA SELECCIÓN DE UNA FUENTE DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE, TEÓRICAMENTE SE TIENDE A ELEGIR EN PRIMER TÉRMINO AGUA DE ORIGEN SUBTERRÁNEO, POSTERIORMENTE SUPERFICIAL, Y SIGUIENDO EN ÓRDEN DECRECIENTE O DE MENOS ACEPTACIÓN, CONTINÚAN EL AGUA DE LLUVIA, MARES Y OCÉANOS, Y COMO ÚLTIMA POSIBILIDAD EL AGUA RESIDUAL.

SIN EMBARGO, PARA LA SELECCIÓN DE LA FUENTE ADECUADA, INTERVIENEN MUCHOS FACTORES, QUE EN DETERMINADO MOMENTO PUEDEN INVERTIR DICHO ÓRDEN. ESTOS FACTORES SON VALUADOS BAJO UN MISMO PATRÓN QUE ES EL ECONÓMICO, SIN DESCUIDAR LOS ASPECTOS LEGALES, SOCIALES Y AMBIENTALES.

EN EL SIGUIENTE CAPÍTULO SE TRATAN DICHS FACTORES.

CAPITULO IV
RESTRICCIONES EN LA UTILIZACIÓN -
DE FUENTES DE ABASTECIMIENTO DE AGUA
POTABLE.

SI BIEN ES CIERTO QUE TODOS LOS SITIOS SUSCEPTIBLES PARA EL APROVECHAMIENTO DE AGUA DESCRITOS HASTA AHORA; DESDE UN PUNTO DE VISTA TECNICO, PUEDEN SER UTILIZADOS COMO FUENTES DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE, TAMBIÉN AL CONSIDERAR CONDICIONES ECONÓMICAS Y ECOLÓGICAS, ESTA SITUACIÓN CAMBIA, DADO QUE EXISTEN RESTRICCIONES PARA LA UTILIZACIÓN DE LAS MISMAS.

LAS RESTRICCIONES, OBSTÁCULOS O DIFICULTADES QUE PRESENTA UNA FUENTE, SON ESPECÍFICAS DE LA MISMA Y DEL MEDIO EN QUE SE ENCUENTRA.

ADEMÁS EXISTEN RESTRICCIONES O IMPEDIMENTOS EN LA UTILIZACIÓN DE LA FUENTE, QUE SON DE CARÁCTER GENERAL, ESTO ES, QUE COMUNMENTE TODO TIPO DE FUENTE LAS PRESENTA; O BIEN SON SITUACIONES ESTABLECIDAS QUE SE DEBEN SATISFACER, POR EJEMPLO: EL REGLAMENTO FEDERAL SOBRE OBRAS DE PROVISIÓN DE AGUA POTABLE, GASTOS DE PROYECTO, ETC.

FACTORES QUE, COMO YA SE MENCIONÓ, TÉCNICAMENTE SE PUEDEN SOLUCIONAR, PERO QUE ECONOMICAMENTE DELIMITAN LA UTILIZACIÓN DE ALGUNAS FUENTES Y LA PREFERENCIA DE OTRAS.

EN ESTE CAPÍTULO SE MENCIONARÁN ALGUNAS DE LAS RESTRICCIONES QUE SE PRESENTAN FRECUENTEMENTE EN LA UTILIZACIÓN DE LAS FUENTES DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE.

IV.1) GLOSARIO DE TÉRMINOS

CON EL PROPÓSITO DE QUE SE ENTIENDA LA TERMINOLOGÍA EMPLEADA, SE PRESENTA A CONTINUACIÓN UN GLOSARIO DE TÉRMINOS.

DBO.- DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXÍGENO. ES LA CANTIDAD DE OXÍGENO REQUERIDA POR LA MATERIA ORGÁNICA DISUELTA PARA SU DESCOMPOSICIÓN BIOLÓGICA EN CONDICIONES AEROBIAS EN UN TIEMPO Y A UNA TEMPERATURA DETERMINADA. SI SE TRATA DE DBO₅, SON 20°C DE TEMPERATURA A LA QUE SE MANTIENE LA MUESTRA; DURANTE UN TIEMPO DE 5 DÍAS. SE UTILIZA PARA MEDIR INDIRECTAMENTE LA CANTIDAD DE MATERIA ORGÁNICA BIODEGRADABLE PRESENTE EN UN AGUA RESIDUAL.

SÓLIDOS EN SUSPENSIÓN. EL RESIDUO QUE SE RETIENE AL PASO DE UN FILTRO SE DENOMINA NO FILTRABLE Y AL QUE PASA FILTRABLE; SE CONOCEN TAMBIÉN COMO SUSPENDIDO Y DISUELTO RESPECTIVAMENTE.

STD.- SÓLIDOS TOTALES DISUELTOS. SON LOS RESIDUOS QUE SE OBTIENEN POR EVAPORACIÓN Y SECADO A UNA TEMPERATURA DEFINIDA DE UNA PORCIÓN DE AGUA PREVIAMENTE FILTRADA.

TURBIEDAD.- ESTE TÉRMINO SE APLICA A LAS AGUAS QUE CONTIENEN MATERIA SUSPENDIDA QUE INTERFIERE CON EL PASO DE LA LUZ A TRAVÉS DE ELLAS, O EN LAS CUALES LA PROFUNDIDAD VISUAL ES RESTRINGIDA.

COLOR.- ES UNA CARACTERÍSTICA DE LAS AGUAS ORIGINADA POR MATERIA EN SUSPENSIÓN (COLOR APARENTE), O COMO RESULTADO DE LA DISOLUCIÓN DE SUSTANCIAS COLORANTES PRODUCTOS DE LA DESCOMPOSICIÓN VEGETAL Y OTROS MATERIALES (COLOR VERDADERO). PUEDE OBSERVARSE DESDE EL CRISTALINO HASTA EL GRIS-NEGRO. LA VARIEDAD EN EL COLOR CAUSA SOSPECHA DE CONTAMINACIÓN, SOBRE TODO CUANDO SE OBSERVA QUE ES DIFERENTE AL NATURAL.

OD.- OXÍGENO DISUELTO. ES EL OXÍGENO QUE PROVIENIENDO DE LA ATMÓSFERA, SE ENCUENTRA DISUELTO EN EL AGUA.

OLOR.- EN GENERAL EL OLOR SE DEBE A LA PRESENCIA DE MATERIA ORGÁNICA EN DESCOMPOSICIÓN O A COMPUESTOS QUÍMICOS COMO SON LOS FENÓLICOS; SI ADEMÁS EL AGUA CONTIENE CLORO, LA INTENSIDAD DEL OLOR AUMENTA. HAY OLORES ESPECÍFICOS EN LAGOS, RÍOS, MARES, CANALES, ETC. QUE SE DIFERENCIAN DEL OLOR PRODUCIDO POR CONTAMINACIÓN, SIENDO FACTIBLE NO SOLAMENTE DIFERENCIARLO SINO MEDIRLO.

PH.- ESTE TÉRMINO ES UNIVERSALMENTE UTILIZADO PARA EXPRESAR LA INTENSIDAD DE LA CONDICIÓN ALCALINA O ÁCIDA DE UNA SOLUCIÓN Y ES UNA FORMA DE EXPRESAR LA CONCENTRACIÓN DE IONES HIDRÓGENO. INTERVIENE EN EL CÁLCULO DE CARBONATOS, BICARBONATOS Y CO_2 .

EL VALOR QUE CORRESPONDE AL AGUA PURA Y QUE PRESENTA EL PUNTO NEUTRO ES PH=7. EN LA ESCLA DE PH, DE 0 A 7 SE AGRUPAN LOS ÁCIDOS Y DE 7 A 14 LAS BASES.

DUREZA.- ES UNA MEDIDA DE LA CONCENTRACIÓN DE IONES DE CALCIO Y MAGNESIO EN EL AGUA. LAS AGUAS DURAS SON AQUELLAS QUE REQUIEREN CANTIDADES CONSIDERABLES DE JABÓN PARA FORMAR ESPUMA Y FORMAN INCrustACIONES TANTO EN LAS TUBERÍAS DE AGUA CALIENTE COMO EN CALEN-

TADORES Y CALDERAS.

ALCALINIDAD.- ES LA MEDIDA DE LA CAPACIDAD DEL AGUA PARA REACIONAR CON LOS IONES HIDRÓGENO. PRODUCE EN EL AGUA, DUREZA TEMPORAL, Y UNA GRAN CANTIDAD DE BICARBONATOS PRODUCE EFECTO LAXANTE.

BACTERIAS COLIFORMES.- CON EL EXÁMEN BACTERIOLÓGICO DE AGUAS PARA PROVECHO DIRECTO HUMANO, SE OBTIENE UNA DETERMINACIÓN APROXIMADA DEL NÚMERO TOTAL DE BACTERIAS.

LO QUE SE INVESTIGA EN REALIDAD ES LA PRESENCIA DE CIERTOS MICROORGANISMOS CARACTERÍSTICOS EN LOS EXCREMENTOS DE ANIMALES DE SANGRE CALIENTE, INCLUSO EL HOMBRE Y QUE POR CONSIGUIENTE SIRVEN DE INDICADORES DE LA CONTAMINACIÓN CON AGUAS RESIDUALES. ENTRE LOS ORGANISMOS SELECCIONADOS PARA ESTE OBJETO, ESTÁ EL GRUPO DE BACTERIAS COLIFORMES (AL QUE SIRVE DE TIPO LA *ESCHERICHIA COLI*) QUE TIENEN SU DESARROLLO NATURAL EN EL CONDUCTO INTESTINAL DE LOS HOMBRES.

OTRO PARÁMETRO IMPORTANTE ES EL NÚMERO TOTAL DE COLONIAS BACTERIANAS POR ML DE MUESTRA.

IV.2) NORMAS DE CALIDAD

LAS AGUAS QUE SON UTILIZADAS PARA CONSUMO HUMANO, NECESITAN CUMPLIR CON CIERTOS REQUISITOS CON RESPECTO A SU CONTENIDO DE ELEMENTOS QUÍMICOS EN SOLUCIÓN, PROPIEDADES FÍSICAS Y A LA PRESENCIA DE MATERIA ORGÁNICA.

EN CUANTO A NORMAS DE CALIDAD SE REFIERE, LA ORGANIZACIÓN MUNDIAL DE LA SALUD (O.M.S.) ES LA MÁXIMA AUTORIDAD, PERO TAMBIÉN LA MAYORÍA DE LOS PAÍSES TIENEN SUS PROPIAS NORMAS, GENERALMENTE MUY SIMILARES A LAS DE LA O.M.S.

EN MÉXICO, LA INSTITUCIÓN ENCARGADA DE NORMATIVAR LOS REQUISITOS DE CALIDAD QUE DEBE CUMPLIR EL AGUA, DE ACUERDO A SU USO, ES LA SECRETARÍA DE SALUD (S.S.). LAS NORMAS DE CALIDAD DEL AGUA POTABLE FUERON PUBLICADAS EN EL DIARIO OFICIAL EL 2 DE JULIO DE 1953 (VER CUADRO IV.1). POSTERIORMENTE EN 1982 HIZO UNA REVISIÓN DE LAS MISMAS LA SECRETARÍA DE DESARROLLO URBANO Y ECOLOGÍA (SEDUE) Y COMO RESULTADO, ESE MISMO AÑO PUBLICÓ SUS PROPIAS NORMAS, CON--

CUADRO IV.1

NORMAS DE CALIDAD DE AGUA POTABLE S.S.

| CARACTERÍSTICAS FÍSICAS | LÍMITE MÁXIMO PERMISIBLE | OBSERVACIONES |
|-------------------------|----------------------------|--|
| Turbiedad | 10 (Esc. de Sílice). | De no cumplir con estos requisitos, se admitirán aquellos que sean tolerables para los usuarios. |
| Color | 20 (Esc. Platino-Cobalto). | |
| Sabor | Inspido | |
| Olor | Inodoro | |

| CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS | LÍMITE MÁXIMO PERMISIBLE (p.p.m) |
|----------------------------------|----------------------------------|
| Nitrógeno Amoniacal | 0 . 50 |
| Nitrógeno Proteico | 0 . 10 |
| Nitrógeno de Nitritos | 0 . 05 |
| Nitritos (Nitrógeno de) | 5 . 00 |
| Potencial Hidrógeno | 8 . 00 |
| Oxígeno Consumido | 3 . 00 |
| Sólidos Totales Disueltos | 1000 . 00 |
| Alcalinidad Total | 400 . 00 |
| Dureza Total | 300 . 00 |
| Cloruros | 250 . 00 |
| Sulfatos | 250 . 00 |
| Magnesio | 125 . 00 |
| Zinc | 15 . 00 |
| Cobre | 3 . 00 |
| Plomo | 1 . 00 a 1 . 50 |
| Hierro y Manganeso | 0 . 50 |
| Artenico | 0 . 05 |
| Selenio | 0 . 05 |
| Cromo | 0 . 05 |
| Compuestos Fosfóricos | 0 . 001 |
| Plomo | 0 . 10 |
| Cloro libre en aguas cloradas | más de 0 . 20 |
| Cloro libre en aguas descloradas | 1 . 00 |

CARACTERÍSTICAS BIOLÓGICAS

- a) Menos de veinte (20) Organismos de los grupos coliformos por litro de muestra de, midiéndose como organismos de estos grupos, todos los bacilos esparagénos Gram negativos, que fermentan el caldo lactoso con formación de gas.
- b) Menos de diez centos bacterias bacterianas por cm³ de muestra en la placa de agar incubada a 37°C x 24 Hr.
- c) Ausencia de colonias bacterianas levaduras de la gelatina, cromógenas o fúridas, en la cámara de 1 cm³ de muestra en gelatina incubada a 20°C x 48 Hrs.

Fuente: Ernesto Murrujo Vaca. Evaluación, efectos y sol. de la Cont. del agua (1983).

JUNTANDO LOS CRITERIOS DE LA S.S. Y LA O.M.S.

COMO PUEDE VERSE EN EL CUADRO IV.1, EN MÉXICO, SE DEFINE COMO - LÍMITE ÚNICO, EL MÁXIMO PERMISIBLE (NO SE ESTABLECE EL CONVENIENTE U ÓPTIMO), QUEDANDO ÉSTE EN GENERAL DENTRO DE LOS LÍMITES DEFINIDOS POR LA O.M.S., EXCEPTO PARA EL LÍMITE DEL COBRE, EN EL CUAL SE ACEPTA EL DOBLE DEL ESTIPULADO COMO MÁXIMO EN LAS NORMAS DE LA O.M.S.

LA CALIDAD RECOMENDADA PARA LAS FUENTES SE ILUSTR EN EL CUADRO II.1

IV.3) CONTAMINACIÓN DEL AGUA

LA MAYORÍA DE LAS FUENTES DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE, NO LA PROVEEN COMO TAL, SINO QUE REQUIEREN GENERALMENTE DE TRATAMIENTO, SEA CUAL FUERE EL TIPO DE FUENTE. EL PROCESO DE POTABILIZACIÓN PUEDE SER MUY SIMPLE O DEMASIADO SOFISTICADO, SIN EMBARGO, CUANDO ÉSTE SEA NECESARIO ÚNICAMENTE POR LAS CONDICIONES NATURALES QUE PRESENTA EL AGUA, COMÚNMENTE ES SIMPLE Y POR LO TANTO NO MUY COSTOSO.

EL PROCESO DE POTABILIZACIÓN RESULTA SER UN OBSTÁCULO ECONÓMICA MENTE IMPORTANTE, CUANDO LA FUENTE SE ENCUENTRA CONTAMINADA (SE CONSIDERA QUE UN CUERPO DE AGUA HA SIDO CONTAMINADO POR EL HOMBRE, CUANDO ÉSTE CONTINE ELEMENTOS FÍSICOS, QUÍMICOS Y/O BIOLÓGICOS DE TAL FORMA, QUE PRESENTA MÁS DIFICULTAD PARA SU USO, QUE LAS QUE PRESENTARÍA EN CASO DE QUE ESTUVIESE EN ESTADO NATURAL).

TOMANDO EN CUENTA QUE LA CAPACIDAD DEL TRATAMIENTO PUEDE NO SERVIR, SI LA FUENTE ESTÁ MUY CONTAMINADA, O EN SU DEFECTO, RESULTA INCOSTEABLE, LA CONTAMINACIÓN CONSTITUYE UNO DE LOS MÁS GRANDES INCONVENIENTES PARA LA UTILIZACIÓN DE UNA FUENTE Y EN SU CASO ELEVA CONSIDERABLEMENTE LOS COSTOS PARA LA OBTENCIÓN DE UN AGUA CON CARÁCTER DE POTABLE.

POR LO ANTERIOR, ES IMPORTANTE QUE AL ANALIZAR LAS AGUAS CONTAMINADAS SE DETERMINEN LOS CONSTITUYENTES QUE PUEDAN DIFICULTAR SU TRATAMIENTO ASÍ COMO LOS QUE FACILITEN LA ELECCIÓN DEL PROCESO MÁS CONVENIENTE. SE DEBEN HACER ANÁLISIS DE MUESTRAS DEL AGUA EN ESTU-

DIO, PARA COMPROBAR EL GRADO DE CONTAMINACIÓN Y POSTERIORMENTE ANÁLISIS PARA VER EL PROGRESO, YA SEA DE CONTAMINACIÓN O DE DEPURACIÓN, BIEN ESTA ÚLTIMA SEA NATURAL O A BASE DE UN PROCESO ACCELERADO (TRATAMIENTO, MEDIANTE UNA PLANTA POTABILIZADORA).

CON RELACIÓN A LO ANTERIOR, A FIN DE CONOCER EL ESTADO QUE GUARDA EL AGUA RESPECTO A SU CALIDAD, SE HACE USO DE CIERTOS PARÁMETROS CARACTERÍSTICOS QUE RIGUROSAMENTE PUDIERAN LLEGAR A SER DEL ORDEN DE CIENTOS; SIN EMBARGO, NO TODOS SON COMUNES Y SE REDUCEN PARA LOS CASOS PRÁCTICOS, A SOLO UNOS 15, ENTRE LOS QUE SE HALLAN OD, DBD, PH, TEMPERATURA, TURBIEDAD, DETERGENTES Y SUBSTANCIAS TÓXICAS.

IV.4) AFECTACIÓN DEL AMBIENTE Y GASTOS DE PROYECTO.

AFECTACIÓN DEL AMBIENTE

EL IMPACTO AMBIENTAL ORIGINADO POR EL APROVECHAMIENTO DE UNA FUENTE DE PROVISIÓN DE AGUA, ES UN FACTOR QUE SE DEBE ESTUDIAR Y CONSIDERAR EN LA SELECCIÓN DE LA MISMA. Y DADO EL CASO, QUE RESULTARA NEGATIVO, SERÁ CONSIDERADO COMO UN FACTOR RELEVANTE, EL CUAL IMPLICA UNA NEGATIVA A LA CAPTACIÓN DEL AGUA DE LA FUENTE EN ESTUDIO.

LOS CAMBIOS QUE SE PROVOCAN EN EL MEDIO POR APROVECHAR UNA FUENTE DE ABASTECIMIENTO DE AGUA, SON CLAROS CUANDO YA OCURREN Y ES FÁCIL LLEGAR DE ESA MANERA A CUANTIFICAR LO QUE PROVOCAN DESDE LOS PUNTOS DE VISTA ECOLÓGICO, ESTÉTICOS, ECONÓMICOS, SOCIALES, CULTURALES, Y A LOS ASPECTOS MÁS ESPECÍFICOS COMO PISCICULTURA, AGRICULTURA, MINERÍA.

SIN EMBARGO POR LA IMPORTANCIA DE ESTE ESTUDIO, EL REALIZARLO UNA VEZ QUE SE ESTÁ APROVECHANDO LA FUENTE, CARECE DE SENTIDO PARA AQUELLOS FINES DE EVALUACIÓN. POR LO QUE HAY QUE LLEVARLO A CABO, CUANDO EL ESTUDIO DEL APROVECHAMIENTO ESTÉ EN LA ETAPA DE PROYECTO.

GASTOS DE DISEÑO

ES EL PARÁMETRO QUE MÁS INFLUYE DIRECTA Y DECISIVAMENTE, JUNTO CON LA CALIDAD, EN LA SELECCIÓN DE UNA FUENTE. EL RENDIMIENTO DE UNA FUENTE ES BÁSICO PARA SER ACEPTADA COMO TAL, PARA DECIDIR SI -

LA CANTIDAD DE AGUA EXTRAÍDA EN UN SITIO SE COMPLEMENTA CON LA DE OTRO PARA SATISFACER LAS NECESIDADES DE LA POBLACIÓN SERVIDA, PARA PLANEAR SU EXPLOTACIÓN Y RECARGA, ETC.; CARACTERÍSTICAS QUE AL SER TOMADAS EN CUENTA INFLUYEN EN EL COSTO Y DE SER DESFAVORABLES LO AUMENTAN CONSIDERABLEMENTE. SU DETERMINACIÓN YA SE TRATÓ EN EL CAPÍTULO II EN LA SECCIÓN CORRESPONDIENTE.

IV.5) ALGUNOS CASOS PARTICULARES DE LAS DISTINTAS FUENTES DE ABASTECIMIENTO Y OBRAS DE CAPTACIÓN.

IV.5.1) AGUA DE LLUVIA.

LA RESTRICCIÓN PRINCIPAL EN LA UTILIZACIÓN DEL AGUA DE LLUVIA, SE HA VENIDO MENCIONANDO EN LOS CAPÍTULOS ANTERIORES Y SE EXPONE AQUÍ A MANERA DE RESUMEN: DEBIDO A LA CANTIDAD DE AGUA QUE SE REQUIERE PARA SATISFACER LAS NECESIDADES DE UNA POBLACIÓN, EN CUANTO A AGUA POTABLE SE REFIERE. Y ADemás, A LA FORMA EN QUE SE PUEDE APROVECHAR (DADOS LOS PERÍODOS DE LLUVIA Y ESTIAJE), LAS MENCIONES DE LAS OBRAS DE CAPTACIÓN Y ALMACENAMIENTO SON MUY GRANDES E INCOSTEABLES, LO QUE OBLIGA A QUE ESTE TIPO DE FUENTE SEA APROVECHADO ÚNICAMENTE EN ZONAS RURALES O A NIVEL INDIVIDUAL.

IV.5.2) AGUA SUPERFICIAL.

CON EL FIN DE COMPRENDER MEJOR LOS PROBLEMAS QUE SE CONFRONTAN AL DISEÑAR Y SELECCIONAR TANTO LA OBRA DE CAPTACIÓN COMO LA FUENTE DE ABASTECIMIENTO, ÉSTOS SE DIVIDEN SEGÚN LA FUENTE U OBRA EN QUE SE MANIFIESTAN:

a) DIRECTAMENTE CAPTADA DE LOS RÍOS.

- EXISTE EL FACTOR LIMITANTE DE UN CAUDAL CONTINUO DURANTE TODO EL AÑO Y SUPERIOR AL REQUERIDO.

POR LO QUE SE TIENE LA NECESIDAD DE UN ESTUDIO GEOMORFOLÓGICO QUE DEFINA LOS SITIOS EN QUE SEA POSIBLE OBTENER EL GASTO DE LA MAGNITUD REQUERIDA PARA SATISFACER EL CONSUMO EN FORMA CONTINUA.

- EXISTE LA FORZOSA NECESIDAD DE POTABILIZAR EL AGUA, CON LO CUAL SE TENDRÁ UN COSTO ADICIONAL A CONSIDERAR EN LOS ESTUDIOS TARRIFARIOS.

- LOS ARROYOS Y RÍOS QUE POR SU VELOCIDAD DE ESCURRIMIENTO TIENEN PODER DE ARRASTRE, TRANSPORTANDO MATERIA ORGÁNICA, ARCILLAS Y MINERALES DEPENDIENDO DEL TIPO DE SUELO POR DONDE PASAN, SIEMPRE ESTÁN EXPUESTAS A UNA DEGRADACIÓN EN SU CALIDAD, ADEMÁS DE LA CONTAMINACIÓN, Y ES ASÍ COMO SE HALLAN NORMALMENTE.

- SI LA CORRIENTE SUPERFICIAL, RECORRE REGIONES POBLADAS, LA CONTAMINACIÓN POR AGUAS RESIDUALES Y DESECHOS INDUSTRIALES PUEDE SUCEDER, Y ASÍ PRESENTAR GÉRMINES PATÓGENOS Y SUBSTANCIAS TÓXICAS, RESPECTIVAMENTE AGREGADAS POR ESTAS FUENTES CONTAMINANTES.

B) CAPTADA A TRAVÉS DE EMBALSES, NATURALES O ARTIFICIALES.

- SEGÚN LAS CONDICIONES CLIMATOLÓGICAS, SE PUEDEN GENERAR PROBLEMAS DE ÓRDEN BIOLÓGICO, QUE COMPLICAN EL TRATAMIENTO.

- SI UN EMBALSE SE ENCUENTRA CONTAMINADO, Y ENTRE LOS DESECHOS CONTAMINANTES ADICIONADOS SE ENCUENTRAN NUTRIENTES TALES COMO FOSFATOS Y NITRATOS; SE PRESENTA EL FENÓMENO DE EUTROFICACIÓN QUE CONSISTE EN UNA SOBREPDUCCIÓN DE PLANTAS ACUÁTICAS, PRINCIPALMENTE DEL FITOPLANCTON, QUE ORIGINA SERIOS CAMBIOS FÍSICOS, QUÍMICOS Y BIOLÓGICOS EN EL AGUA.

- LA APARICIÓN EN CIERTOS LAGOS Y PRESAS DEL LIRIO ACUÁTICO EN FORMA EXUBERANTE, IMPIDE LA PENETRACIÓN DE LOS RAYOS SOLARES, LO CUAL INDIRECTAMENTE, INCREMENTA LA DBO Y POR TANTO LA ACELERADA DISMINUCIÓN DE OD.

ASÍ, SE PODRÍA LLEGAR A PROVOCAR UNA ANAEROBIOSIS, DANDO LUGAR A PROCESOS SÉPTICOS.

- EN UN EMBALSE, LA MATERIA ORGÁNICA QUE QUEDA SEPULTADA POR EL AGUA, (YA SEA POR LA OCURRENCIA DE UNA GRAN AVENIDA O EN EL LLENADO INICIAL DEL VASO) POSTERIORMENTE ENTRA EN DESCOMPOSICIÓN, QUE EN GENERAL TRAE COMO CONSECUENCIA UNA DISMINUCIÓN DEL OXÍGENO DISPONIBLE EN EL AGUA, ASÍ COMO COLORES Y OLORES QUE DIFICULTAN SU POTABILIZACIÓN POSTERIOR.

DEBIDO A LO ANTERIOR LOS ESTUDIOS HIDROLÓGICOS DEBERÁN AMPLIAR

SE HASTA LLEGAR A DEFINIR LOS SITIOS ADECUADOS PARA LA CONSTRUCCIÓN DE VASOS DE ALMACENAMIENTO, ASÍ COMO PRESENTAR EL FUNCIONAMIENTO EN RELACIÓN A SU ALIMENTACIÓN Y EXTRACCIÓN, CONSIDERANDO AL MISMO TIEMPO EL ESTUDIO DEL EFECTO QUE PUDIERA PRODUCIR EN EL AMBIENTE UNA OBRA DE TAL NATURALEZA.

DEBE COMPRENDERSE, QUE EN ESTE CASO, EL REALIZAR DICHO ESTUDIO NO PRESENTA TANTA DIFICULTAD EN SÍ, COMO LO ES EL SOLUCIONAR LA PROBLEMÁTICA QUE SE PRESENTE.

c) CAPTADA DEL OCÉANO O DEL MAR.

- EL COSTO DE UNA PLANTA DE DESALINIZACIÓN DE AGUA, SU INSTALACIÓN, OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO ES MUY ELEVADO; DADO LOS ELEMENTOS PARA EL PROCESO Y EL PERSONAL CAPACITADO QUE SE REQUIERE.

- LAS AGUAS MARINAS ESTÁN CONTAMINADAS EN ALGUNAS PARTES DE SU EXTENSIÓN Y ZONAS COSTERAS DE GRAN ACTIVIDAD TURÍSTICA O INDUSTRIAL, SITUACIÓN QUE DIFICULTA LA POTABILIZACIÓN Y AUMENTA AÚN MÁS EL COSTO DE LA MISMA.

IV.5.3) AGUA SUBTERRÁNEA.

- SE REQUIERE DE UN EQUIPO DE BOMBEO QUE TRAERÁ COMO CONSECUENCIA MAYOR VIGILANCIA PARA LA OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO.

- LAS ARENAS Y OTROS SUELOS DE GRANO FINO O DE ROCAS, PUEDEN SU MINISTRAR, A LAS AGUAS SUBTERRÁNEAS, CONTAMINACIÓN DE TIPO QUÍMICO AL DISOLVERLOS.

LAS AGUAS SUBTERRÁNEAS PUEDEN POR TANTO, CONTENER METANO, ÁCIDO SULFÚDRICO Y GRANDES CANTIDADES DE BIÓXIDO DE CARBONO PROVENIENTES DE LA DESCOMPOSICIÓN DE LAS PLANTAS EN EL SUELO; DEL RASTROJO DE LAS COSECHAS, LAS HOJAS QUE CAEN Y LAS SUBSTANCIAS ORGÁNICAS DE DESECHO, QUE SON DESTRUIDAS POR BACTERIAS, HONGOS Y OTROS MICROORGANISMOS DEL SUELO; ESTA MATERIA EN CONJUNTO PUEDE PASAR A LAS CAPAS SUPERFICIALES DEL AGUA SUBTERRÁNEA PROVOCANDO AL MISMO TIEMPO QUE CEDAN PARTE DE SU OXÍGENO DISUELTO A LOS SAPROFITOS.

- EXTRACCIONES EN EXCESO CERCANAS AL MAR PERMITIRÁN LA INTRODUCCIÓN DEL AGUA SALADA AL ACUÍFERO.

POR LO ANTERIOR, LA UBICACIÓN DEL CAMPO O ÁREA DE CAPTACIÓN -

SERÁ DEFINIDO CON BASE EN UN ESTUDIO GEOMORFOLÓGICO QUE DEMOSTRARÁ LA POTENCIALIDAD DEL ACUÍFERO Y LA SEGURIDAD DE QUE POR LA EXTRACCIÓN NO SE PROVOCARÁ INTRUSIÓN SALINA EN CASO DE HALLARSE EN ZONA COSTERA.

- TODOS LOS DETERGENTES TIENEN LA FACULTAD DE BAJAR LA TENSION SUPERFICIAL DEL AGUA, ASÍ COMO DE DISMINUIR SU VISCOSIDAD.

ESTO OCASIONA UNA PENETRACIÓN MÁS FÁCIL DE LAS AGUAS AL SUBSUELO, PUDIENDO ARRASTRAR PRODUCTOS CONTAMINANTES (ADEMÁS DE LOS DETERGENTES) A LOS ACUÍFEROS SOMEROS.

- LA VARIEDAD DE ORGANISMOS VIVIENTES QUE SE ALIMENTA DE LAS SUBSTANCIAS CONTAMINANTES, SE ENCUENTRA SUMAMENTE RESTRINGIDA Y DEPENDE DEL CONFINAMIENTO Y OSCURIDAD, ASÍ COMO DEL ESPACIO ENTRE LOS POROS DEL SUELO. ESTA POSIBILIDAD DE CONTAMINACIÓN BIOLÓGICA, AÚN CUANDO REMOTA, OBLIGA A PASAR EL AGUA ANTES DE SU CONSUMO, POR UN PROCESO DE DESINFECCIÓN.

- LA CALIDAD DEL AGUA PROVENIENTE DE UNA GALERÍA FILTRANTE DEPENDE EN GRAN PARTE DEL DISEÑO Y SU CONSTRUCCIÓN, YA QUE EL AGUA QUE SE CAPTA ES PRÁCTICAMENTE O EN SU MAYORÍA, DE ORIGEN SUPERFICIAL RECIENTE; Y COMO AGUA SUPERFICIAL, ESTÁ SUJETA A INNUMERABLES CAUSAS DE CONTAMINACIÓN.

EN LOS MANANTIALES LA CONTAMINACIÓN SE ORIGINA CERCA DEL PUNTO DE CAPTACIÓN (Y SE PUEDE PREVENIR RESGUARDANDO EL MANANTIAL).

IV.5.4) AGUA RESIDUAL

LA RESTRICCIÓN PRINCIPAL QUE SE MANIFIESTA EN LA UTILIZACIÓN DEL AGUA RESIDUAL COMO FUENTE DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE, INDIRECTAMENTE ES EL MISMO QUE EN LAS OTRAS, EL ECONÓMICO. LO QUE CAMBIA ES EL FACTOR QUE HACE INCOSTEABLE DICHO APROVECHAMIENTO: EL PROCESO DE POTABILIZACIÓN DE LAS AGUAS RESIDUALES ES MUY CARO, DEBIDO AL ELEVADO COSTO DE LAS INSTALACIONES Y EQUIPO NECESARIO PARA ÉSTO; Y SE TORNA PROHIBITIVO DADO EL SISTEMA DE RECOLECCIÓN DE DICHAS AGUAS (EL CUAL NO TIENE UNA INFRAESTRUCTURA APROPIADA, PARA UNA RECIRCULACIÓN MENOS COSTOSA).

PARA EL CASO PARTICULAR DE LA CIUDAD DE MÉXICO (DADOS LOS PRE-
SIOS TAN ELEVADOS E IMPACTOS AMBIENTALES NEGATIVOS QUE ESTÁ ORIGI-
NANDO EL TRAER AGUA DE ZONAS CADA MÁS LEJANAS), SE DEBERÁ HACER -
UN ESTUDIO DE COSTO-BENEFICIO, PARA ANALIZAR LA POSIBILIDAD DE ---
CONSTRUIR UN SISTEMA DE RECOLECCIÓN Y RECIRCULACIÓN DE AGUAS RESI-
DUALES ADECUADO. PARA QUE UNA PARTE DE ELLA SEA REUTILIZADA COMO -
AGUA POTABLE Y LA OTRA EN ACTIVIDADES QUE SE REQUIERA AGUA DE CALI-
DAD INFERIOR A ÉSTA.

CAPITULO V
SELECCIÓN Y DISEÑO DE OBRAS DE -
CAPTACIÓN PARA SISTEMAS DE ABASTECI-
MIENTO DE AGUA POTABLE.

UNA VEZ QUE SE HAN EXAMINADO LAS CONDICIONES QUE HAN DE CUMPLIR LAS AGUAS METEÓRICAS, SUPERFICIALES, SUBTERRÁNEAS Y RESIDUALES; SE TIENE LA PAUTA PARA REALIZAR LA SELECCIÓN DE UNA FUENTE DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE. LA FUENTE ESCOGIDA, A SU VEZ, ES EL FACTOR PRINCIPAL QUE RIGE EL ESTUDIO DE LOS DIFERENTES MÉTODOS PARA SU APROVECHAMIENTO; PARA POSTERIORMENTE CON BASE EN OTROS FACTORES SELECCIONAR EL MÁS ADECUADO.

LOS TEMAS DE SELECCIÓN Y DISEÑO DE LAS OBRAS DE CAPTACIÓN EN SISTEMAS DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE, SON TRATADOS EN ESTE CAPÍTULO.

V.1) CAPTACIÓN DE LAS AGUAS METEÓRICAS.

UN PROCEDIMIENTO SIMPLE Y RUDIMENTARIO CONSISTE EN DIRIGIR LAS AGUAS PLUVIALES HACIA UNA DEPRESIÓN NATURAL O NO, FORMANDO "UN LAGO". ES NECESARIO ESCOGER UN TERRENO IMPERMEABLE, O EN SU DEFECTO PRODUCIRLE ESTA CARACTERÍSTICA, POR EJEMPLO, MEDIANTE UN REVESTIMIENTO DE ARCILLA.

A PESAR DEL FENÓMENO DE AUTODEPURACIÓN QUE PUEDE TENER UN CIERTO PAPEL, LAS AGUAS ESTANCADAS DE LOS LAGOS SE CORROMPEN RÁPIDAMENTE Y SE CUBREN DE VEGETACIÓN. SU CAPTACIÓN DEBE HACERSE EN AQUELLA ZONA DONDE LOS RIEZGOS DE CONTAMINACIÓN SON MENORES, ES DECIR, A UNA CIERTA DISTANCIA DE LOS MÁRGENES Y A UNA PROFUNDIDAD MEDIA.

LAS AGUAS DE LLUVIA PUEDEN APROVECHARSE IGUALMENTE CON CISTERNAS, PREVIAMENTE CAPTADA POR TECHOS O PISOS IMPERMEABLES Y POSTERIORMENTE CONDUCIDAS HASTA AQUELLAS.

LAS CISTERNAS SON DEPÓSITOS IMPERMEABLES Y CERRADOS. LA INSTALACIÓN SE COMPLETA CON UNA TUBERÍA DE EXTRACCIÓN UNIDA A UNA BOMBA (FIGURA V.1). LAS AGUAS DE LAS CISTERNAS ESTÁN ESTANCADAS, Y UNA PERMANENCIA PROLONGADA EN ESTAS OBRAS PUEDE HACERLAS IMPROPIAS PA-

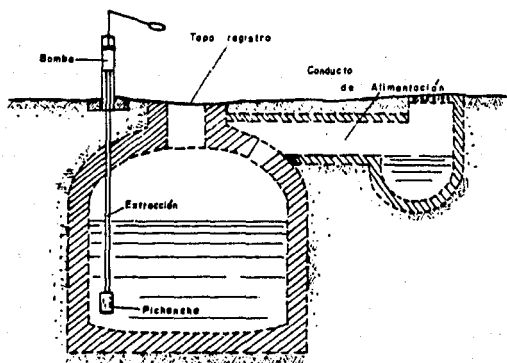


Fig. V-1 CISTERNA

RA EL CONSUMO HUMANO SI NO SE TOMAN LAS SIGUIENTES PRECAUCIONES:

- EL TUBO DE EXTRACCIÓN DEBE LLEVAR SIEMPRE EN SU EXTREMIDAD - UNA PICHANCHA SUFICIENTEMENTE ALEJADA DEL FONDO;

- EL AGUA DE RESERVA DEBE MANTENERSE EN LA SEGURIDAD A FIN DE EVITAR TODO DESARROLLO DE VIDA ANIMAL Y VEGETAL;

- LA OBRA DEBE SER LIMPIADA CON FRECUENCIA, Y DE UN MODO COMPLETO, AL MENOS DOS VEGES POR AÑO;

- PROCURAR QUE EL AGUA LLEGUE A LA CISTERNA LO MAS LIMPIA POSIBLE, PARA ÉSTO, HAY QUE HACERLA PASAR ANTES POR UN FILTRO SENCILLO CONSTITUÍDO POR CAPAS DE ARENA Y GRAVA GRADUADAS.

ADEMÁS, LA OBRA QUE JUEGA EL PAPEL DE DEPÓSITO, DEBE POSEER - TODAS LAS CUALIDADES PROPIAS DE ESTE TIPO DE CONSTRUCCIONES. EN PARTICULAR, DEBE SER IMPERMEABLE Y ESTAR PROTEGIDA CONTRA TODA - CONTAMINACIÓN, ESTARÁ PROVISTA DE VENTILACIÓN PARA PERMITIR LOS CAMBIOS DE NIVEL SIN ALTERAR LA PRESIÓN DENTRO DE ELLA.

LA CAPACIDAD DE LA CISTERNA SE CALCULA TOMANDO EN CUENTA EL - TIEMPO QUE DURA LA TEMPORADA DE LLUVIAS, LA PRECIPITACIÓN MEDIA ANUAL, ÁREA DE CAPTACIÓN Y EL CONSUMO QUE SE VA A HACER DURANTE EL AÑO.

LA CAPACIDAD SE CONSIDERA COMO EL VOLUMEN NECESARIO PARA LA - ÉPOCA DE SECAS, AFECTADO POR UN COEFICIENTE MAYOR QUE LA UNIDAD PARA QUE SE ABSORBAN LAS VARIACIONES ANUALES, LAS PÉRDIDAS PROBABLES Y PARA ASEGURAR UN MEJOR EQUILIBRIO CON RESPECTO AL CONSUMO. EL VOLUMEN PUEDE CALCULARSE ENTONCES ASÍ:

$$V_s = D \times 30 \times (12 - T) \times C_s \times H$$

$$V_c = \frac{P \times A}{1000}$$

DONDE:

V_s = VOLUMEN NECESARIO PARA EL CONSUMO EN ÉPOCAS DE SECA (LT)

D = CANTIDAD QUE CONSUME AL DÍA UN HABITANTE (LT /HAB/ DÍA)

30 = DÍAS DEL MES

12-T = NÚMERO DE MESES SECOS, T ES EL NÚMERO DE MESES QUE LLUEVE.

C_s = COEFICIENTE DE SEGURIDAD

H = NÚMERO DE HABITANTES SERVIDOS

V_C = VOLUMEN CAPTADO (M^3)
 P = PRECIPITACIÓN MEDIA ANUAL ($M M$)
 1000 = FACTOR DE CONVERSIÓN DE UNIDADES
 A = ÁREA DE CAPTACIÓN (M^2)

SI $V_S < V_C$ NO EXISTIRÁ PROBLEMA, PERO SI $V_S > V_C$, FALTARÁ AGUA Y EL VOLUMEN DEL ALMACENAMIENTO QUEDARÁ FIJADO POR V_C ; PODRÍA EQUILIBRARSE O SEA $V_S = V_C$ AMPLIANDO EL ÁREA DE CAPTACIÓN CUANDO ÉSTO FUERA POSIBLE.

V.2) CAPTACIÓN DE LAS AGUAS SUPERFICIALES.

PARA APROVECHAR LAS AGUAS DE UN RÍO EN USOS MUNICIPALES, DEBEN TENERSE LOS AFOROS DE VARIOS AÑOS, CON EL OBJETO DE CONOCER LOS VOLÚMENES MEDIO ANUAL, MÍNIMO Y MÁXIMO. DE ESTOS ESTUDIOS SE DEBERÍA CE SI SE PODRÁ UTILIZAR EL AGUA TOMADA DIRECTAMENTE DE SU CAUCE O HABRÁ NECESIDAD DE CONSTRUIR UNA CORTINA PARA EMBALSARLA EN UNA PRESA DE ALMACENAMIENTO.

EN EL PRIMER CASO SE TENDRÁN VARIAS POSIBILIDADES, LAS CUALES SE DESCRIBEN A CONTINUACIÓN.

V.2.1) CAPTACIÓN DIRECTA Y EXTRACCIÓN POR GRAVEDAD.

CUANDO LAS AGUAS DE UN CURSO SUPERFICIAL SON RELATIVAMENTE LIBRES DE MATERIALES DE ARRASTRE EN TODA ÉPOCA DEL AÑO, EL DISPOSITIVO MÁS SENCILLO ES UN TUBO SUMERGIDO. ES CONVENIENTE ORIENTAR LA ENTRADA AL TUBO EN FORMA TAL QUE NO QUEDA ENFRENTA DE LA DIRECCIÓN DE LA CORRIENTE, Y PROTEGERLA CON MALLA METÁLICA CONTRA EL PASO DE OBJETOS FLOTANTES (FIGURA V.2). LA PROFUNDIDAD DEL DISPOSITIVO DEBE SER SUFICIENTE PARA ASEGURAR LA ENTRADA DEL GASTO PREVISTO EN EL SISTEMA.

PARA SATISFACER ESTE ÚLTIMO ASPECTO, LA CARGA SOBRE LA TOMA SE RÁ, POR LO MENOS, IGUAL A TRES VECES SU DIÁMETRO, ÉSTO ADEMÁS DE GARANTIZAR EL FUNCIONAMIENTO DE LA OBRA, ELIMINA LA ENTRADA DE AL RE Y EL IMPACTO DE CUERPOS FLOTANTES.

POR OTRA PARTE, LA VELOCIDAD DE ENTRADA DEBERÁ SER ENTRE 0.45 Y 0.60 M/S., PARA EL DIÁMETRO Y GASTOS DADOS.

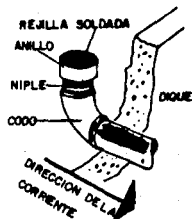
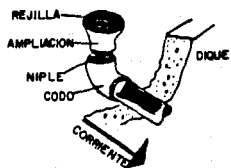
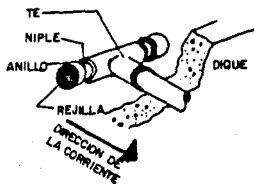


Fig. V-2 ESQUEMA DE LOS METODOS DE PROTECCION DE LA ENTRADA AL TUBO DE EXTRACCION

SI LA EXTRACCIÓN ES POR GRAVEDAD, NORMALMENTE ES NECESARIO RE--
PRESAR LAS AGUAS DEL RÍO POR MEDIO DE UN DIQUE, A FIN DE INSTALAR
LA TUBERÍA DE EXTRACCIÓN POR ENCIMA DEL NIVEL DE LA MÁXIMA CRECI--
DA. HAY QUE TOMAR EN CUENTA QUE LA INSTALACIÓN DE LA TUBERÍA POR
EL FONDO DEL RÍO, O POR DEBAJO DEL NIVEL DE LAS MÁXIMAS AVENIDAS,
RESULTA CASI INVARIABLEMENTE PELIGROSA Y COSTOSA. POR TAL MOTIVO -
ES CONVENIENTE QUE LA LÍNEA DE EXTRACCIÓN, ABANDONE EL CAUCE DEL -
RÍO LO ANTES POSIBLE, COSA QUE RESULTA EN OCASIONES EXCESIVAMENTE
COSTOSA. EN ESTOS CASOS Y EN AQUELLOS EN LOS CUALES LA EXTRACCIÓN
POR GRAVEDAD NO ES FACTIBLE, DEBIDO A LA TOPOGRAFÍA DEL TERRENO, -
EL MÉTODO DE CAPTACIÓN RECOMENDABLE ES POR BOMBAS.

V.2.2) CAPTACIÓN DIRECTA Y EXTRACCIÓN POR BOMBEO.

DEBIDO A LAS CARACTERÍSTICAS QUE PRESENTA LA BOMBA CENTRÍFUGA -
HORIZONTAL, CON RESPECTO A LAS DE OTRO TIPO, SE PUEDE AFIRMAR QUE
CUANDO SE TRATA DE LA CAPTACIÓN DIRECTA DE LAS AGUAS SUPERFICIALES,
EL TIPO DE BOMBA MÁS COMÚNMENTE EMPLEADO ES PRECISAMENTE ÉSTE.

TIENE LA VENTAJA DE QUE LA UBICACIÓN DEL EQUIPO DE BOMBEO Y EL
PUNTO DE CAPTACIÓN PUEDEN SER DISTINTOS, O SEA LA ESTACIÓN DE BOM--
BEO PUEDE CONSTRUIRSE EN EL SITIO MÁS FAVORABLE DESDE EL PUNTO DE
VISTA DE INSTALACIÓN, ACCESO, PROTECCIÓN CONTRA INUNDACIONES, ETC.
SI BIEN LA EFICIENCIA DE LAS BOMBAS NO ES ÓPTIMA (DE 60% A 70%)
EL COSTO INICIAL DEL EQUIPO ES BAJO Y PRESENTA POCOS PROBLEMAS DE
OPERACIÓN, A NO SER DE LA NECESIDAD DEL CEBADO. SU DESVENTAJA PRIM--
CIPAL ES QUE LA ALTURA DE SUCCIÓN QUEDA LIMITADA, Y EL DESNIVEL MÁ--
XIMO PERMISIBLE ENTRE LA BOMBA Y EL NIVEL DE BOMBEO, ES RELATIVA--
MENTE PEQUEÑO.

DEPENDIENDO DE LA MÁXIMA ALTURA DE SUCCIÓN, EL EQUIPO DE BOMBEO
PUEDE INSTALARSE FIJO; EN UNA ESTRUCTURA MÓVIL QUE SE DESPLAZA SO--
BRE UNA PLATAFORMA INCLINADA, SIGUIENDO LA VARIACIÓN HORIZONTAL Y
VERTICAL DEL RÍO; O BIEN SOBRE ESTRUCTURAS FLOTANTES.

A) ESTACIÓN DE BOMBEO FIJA.

EN CASO DE QUE LA ALTURA DE SUCCIÓN NO SOBREPASE LOS 4 A 6 M., -
(EN SITIOS DE ALTURAS MODERADAS SOBRE EL NIVEL DEL MAR) LA EST--
CIÓN DE BOMBEO SE UBICA EN TERRENO FIRME, EN UN SITIO ACCESIBLE Y

PROTEGIDO CONTRA INUNDACIONES. SI SE TRATA DE RÍOS PEQUEÑOS, LAS AGUAS NORMALMENTE SE REPRESAN POR MEDIO DE UN DIQUE A FIN DE ASEGURAR LA PROFUNDIDAD MÍNIMA NECESARIA PARA LA CAPTACIÓN DEL GASTO REQUERIDO. SI EL CURSO DE AGUA ES SUFICIENTEMENTE PROFUNDO, LA PLANCHCHA DE SUCCIÓN SIMPLEMENTE SE PROYECTA POR DEBAJO DEL NIVEL - MÍNIMO, CON LA PROFUNDIDAD NECESARIA.

EN ALGUNOS RÍOS BRANDES HAY UNA MARCADA DIFERENCIA EN LA CALIDAD DEL AGUA A DISTINTOS NIVELES, SOBRETUDO DURANTE LAS CRECIDAS. EN ESTOS CASOS CONVIENE PROVEER AL DISPOSITIVO DE CAPTACIÓN, DE UN MEDIO ADECUADO PARA LA SELECCIÓN DE LA PROFUNDIDAD DE CAPTACIÓN. LA FORMA MAS SENCILLA SERÍA INSTALANDO UNA TUBERÍA FLEXIBLE PARA LA EXTRACCIÓN, COLOANDO LA PICHANCHA DE SUCCIÓN DE UNA PEQUEÑA Balsa (FIGURA V.3). A VECES SE PRESENTAN SIN EMBARGO, PROBLEMAS CON EL ANCLAJE DE LA Balsa Y HABRÁ QUE RECURRIR A ESTRUCTURAS FIJAS Y ACCESIBLES DESDE TIERRA FIRME. UN DISPOSITIVO SENCILLO, CONSISTE EN UNA TUBERÍA DE GRAN DIÁMETRO, PROVISTA DE COMPUERTAS A DIFERENTES ALTURAS, (SEÑALADA EN FORMA ESQUEMÁTICA EN LA FIGURA V.4). DICHA TUBERÍA SE INSTALA SOBRE SOPORTES, SIGUIENDO LA INCLINACIÓN DE LA ORILLA Y SE LE INTRODUCE EL TUBO DE EXTRACCIÓN PROVISTO DE PICHANCHA Y VÁLVULA DE RETENCIÓN. LAS COMPUERTAS, ACCIONADAS DESDE TIERRA FIRME, PERMITEN LA ENTRADA DEL AGUA EN LA TUBERÍA A LA PROFUNDIDAD SELECCIONADA, DE DONDE SE EXTRAE POR LAS BOMBAS A TRAVÉS DE LA PICHANCHA. UN TAPÓN EN EL EXTREMO INFERIOR DE LA TUBERÍA DE FORRO, FACILITA LA LIMPIEZA EVENTUAL DE LA MISMA. EL TUBO DE EXTRACCIÓN PUEDE REMOVERSE HACIA ARRIBA, PARA FINES DE REPARACIÓN DE LA PICHANCHA O DE LA VÁLVULA DE RETENCIÓN.

B) ESTACIÓN DE BOMBEO FLOTANTE.

CUANDO LA VARIACIÓN ENTRE EL NIVEL MÁXIMO Y MÍNIMO DE UN RÍO - ES MAYOR QUE LA ALTURA MÁXIMA DE SUCCIÓN, LAS AGUAS DEL MISMO NO PUEDEN SER CAPTADAS POR UNA BOMBA CENTRÍFUGA HORIZONTAL, INSTALADA A UNA COTA FIJA. Y A MENOS QUE LA CONSTRUCCIÓN DE ESTRUCTURAS DE SOPORTE COSTOSAS (PARA LA UTILIZACIÓN DE OTRO TIPO DE BOMBAS) QUEDE PLENAMENTE JUSTIFICADA POR LA IMPORTANCIA Y MAGNITUD DE LAS OBRAS; EL MÉTODO INDICADO PARA LA CAPTACIÓN DE LAS AGUAS ES POR MEDIO DE BOMBAS CENTRÍFUGAS HORIZONTALES, INSTALADAS SOBRE PLATA-

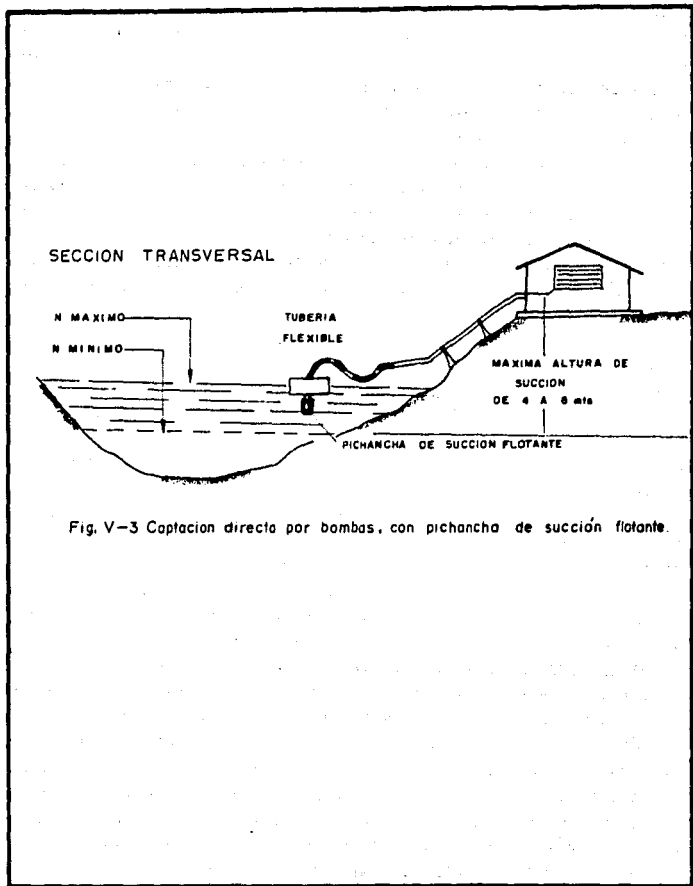
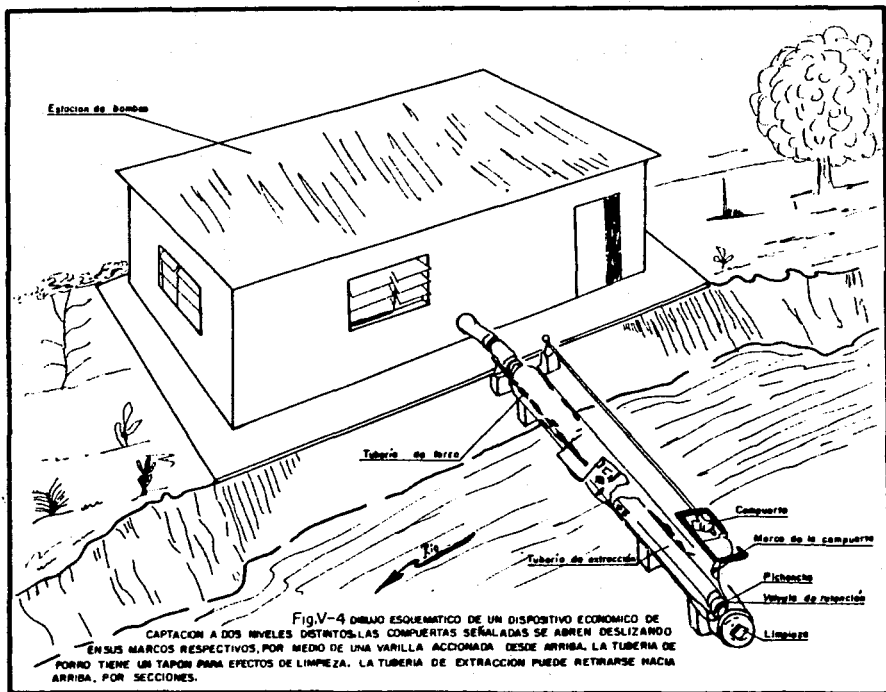


Fig. V-3 Captacion directa por bombas, con pichanCHA de succi3n flotante.



FORMA FLOTANTE O BOLSA.

c) ESTACIÓN DE BOMBEO SOBRE PLATAFORMA MÓVIL.

EN ALGUNOS CASOS LA CONSTRUCCIÓN DE UNA ESTACIÓN DE BOMBEO FLO--TANTE PRESENTA PROBLEMAS, DEBIDO A CORRIENTES FUERTES QUE LA PONEN EN PELIGRO, FONDO INESTABLE QUE DIFICULTA EL ANCLAJE FIRME, ORILLA DEL RÍO VERTICAL CON ACCESO DIFÍCIL DURANTE EL NIVEL DE ESTIAJE, - TRÁFICO FLUVIAL INTENSO, ETC.

CONSIDERANDO LA UTILIZACIÓN DEL MISMO TIPO DE BOMBA QUE HASTA - AHORA SE HA TRATADO (CONTRIFUGA HORIZONTAL), PUEDE IDEARSE UN ME--DIO ADECUADO PARA SEGUIR LAS VARIACIONES DEL NIVEL DEL RÍO, CON EL EQUIPO DE BOMBEO INSTALADO EN TIERRA FIRME, PERO SOBRE UNA PLATA--FORMA MÓVIL. LA FIGURA V.5 MUESTRA, ESQUEMÁTICAMENTE, UNA ESTACIÓN DE BOMBEO MÓVIL, INSTALADA EN UNA PLATAFORMA DESPLAZABLE SOBRE RIE--LES.

EL EQUIPO DE BOMBEO, CONSISTE EN UNA BOMBA CENTRÍFUGA Y MOTOR - DIESEL, SE INSTALA SOBRE UNA PLATAFORMA MÓVIL QUE RUEDA SOBRE LOS RIELES A POSICIONES PREDETERMINADAS, EN LAS CUALES PUEDE FIJARSE A DICHS RIELES POR MEDIO DE TORNILLOS. UN MALACATE (GRÚA, CABRES--TANTE) DE TRANSMISIÓN FACILITA EL CAMBIO DE POSICIÓN DE LA PLATA--FORMA.

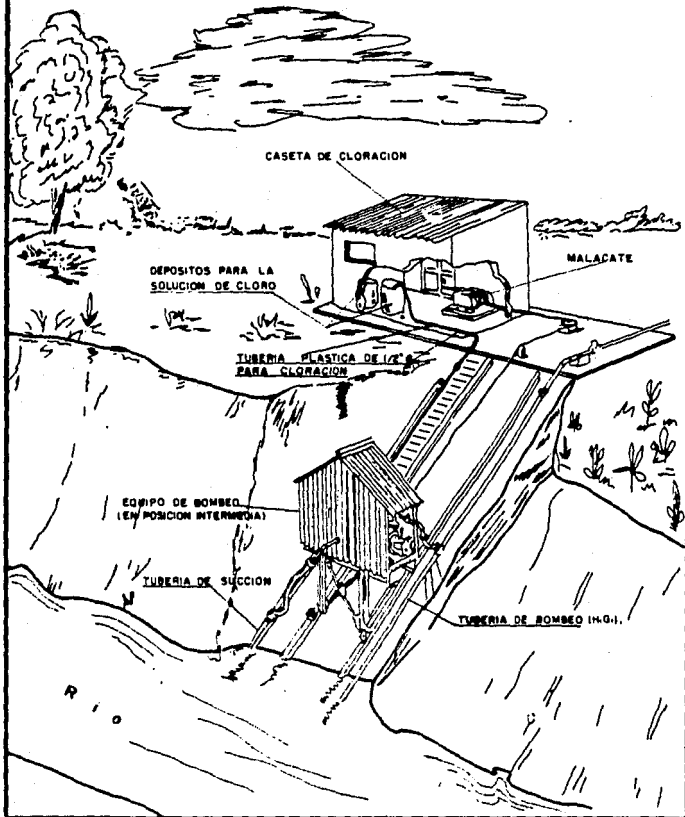
ES DE NOTAR QUE PARA EMPLEAR ESTA SOLUCIÓN, ES INDISPENSABLE - DISPONER DE UN TERRENO APROPIADO PARA LA COLOCACIÓN DE LA ESTA--CIÓN DE LAS BOMBAS, ADEMÁS DE ORILLAS ESTABILIZADAS.

V.2.3) CAPTACIÓN POR MEDIO DE VERTEDORES LATERALES.

CUANDO EL DISPOSITIVO DE CAPTACIÓN EN UN CURSO SUPERFICIAL DE - AGUA ESTÁ EXPUESTO A IMPACTOS DE CONSIDERACIÓN DEBIDO A CANTOS RO--DADOS, TRONCOS DE ÁRBOLES, ETC., ARRASTRADOS POR LAS CRECIDAS, EL MÉTODO DE CAPTACIÓN DIRECTA RESULTA INADECUADO, POR LO FRÁGIL QUE ES UN TUBO PROYECTADO EN EL PASO DE LA CORRIENTE. EN ESTOS CASOS - PUEDE RECURRIRSE AL EMPLEO DE UN TANQUE O EL DE UN CANAL DE CONCRE--TO ARMADO, AMBOS CASOS PROVISTOS DE UN VERTEADOR LATERAL.

IGUALMENTE, SI EL GASTO QUE SE QUIERE CAPTAR ES DE CIERTA CON--SIDERACIÓN, LA PROFUNDIDAD REQUERIDA PARA ALGUNOS TIPOS DE DISPO--SITIVOS DE CAPTACIÓN PUEDE RESULTAR EXCESIVA, YA LA SOLUCIÓN ALTER

Fig.V-5 Dibujo esquemático de una estación de bombeo móvil, instalada en una plataforma desplazable sobre rieles.



NATIVA ES UN CANAL LATERAL O DE DERIVACIÓN CON SU VERTEDEDOR CORRESPONDIENTE. ESTO ES ESPECIALMENTE VÁLIDO EN EL CASO DE ALGUNOS RÍOS QUE TRAEN MUCHA ARENA DURANTE LAS CRECIDAS VIOLENTAS, Y EL MATERIAL DEPOSITADO PUEDE CUBRIR EL DISPOSITIVO DE CAPTACIÓN EN CORTO TIEMPO.

POR OTRA PARTE, EN AQUELLOS CASOS, EN LOS CUALES LA FUENTE DE ABASTECIMIENTO DE AGUA ESTÁ CONSTITUIDA POR CURSOS SUPERFICIALES, ES NECESARIO PROVEER, CASI INVARIABLEMENTE, DE UN MEDIO ADECUADO PARA REMOVER LA ARENA ARRASTRADA POR LAS AGUAS, ESPECIALMENTE DURANTE LAS CRECIDAS.

AHORA BIEN, LA GRAN MAYORÍA DE LOS DESARENADORES EN SISTEMAS DE ABASTECIMIENTO DE AGUA, SON UBICADOS LO MÁS CERCA POSIBLE A LAS OBRAS DE CAPTACIÓN, MAS NO FORJAN PARTE DE ELLA. SIN EMBARGO, EN EL CASO DE VERTEDORES DE DERIVACIÓN, EN ALGUNAS OCASIONES SE LE PREVEE DE ESTE DISPOSITIVO, DEBIDO A LA GRAN CANTIDAD DE ARENA Y GRAVA ARRASTRADA POR LA CORRIENTE. LO CUAL ORIGINARÍA EL DESGASTE MECÁNICO DE LOS CONDUCTOS, DESTRUCCIÓN DE LLAVES, VÁLVULAS Y MECANISMOS, PROBLEMAS EN PLANTAS DE TRATAMIENTO, ETC., SITUACIÓN QUE HACE INDISPENSABLE LA ELIMINACIÓN DE LA ARENA HASTA DONDE SEA ECONÓMICAMENTE FACTIBLE.

V.2.3.1) TEORÍA DE VERTEDORES.

DE ACUERDO CON LA DEFINICIÓN QUE SE EMPLEA EN LA HIDRÁULICA, EL VERTEDEDOR LATERAL ES UN DISPOSITIVO QUE PERMITE EL PASO DEL AGUA POR ENCIMA DE LA CRESTA, ORIENTADA EN SENTIDO PARALELO A LA DIRECCIÓN PRINCIPAL DE LA CORRIENTE. SU FUNCIONAMIENTO, EN GENERAL, ES EL SIGUIENTE:

MEDIANTE LA UBICACIÓN DE LA CRESTA POR DEBAJO DEL NIVEL NORMAL DE LAS AGUAS, SE PRODUCE UN GRADIENTE HIDRÁULICO HACIA LA MISMA, Y PARTE DEL FLUJO CAMBIA SU DIRECCIÓN ORIGINAL EN SENTIDO APROXIMADAMENTE ORTOGONAL. MIENTRAS MAYOR SEA EL GRADIENTE HIDRÁULICO Y LA LONGITUD DE LA CRESTA, MAYOR SERÁ LA DESCARGA A TRAVÉS DEL VERTEDEDOR. POR OTRA PARTE, MIENTRAS MAYOR SEA LA VELOCIDAD ORIGINAL DE LA CORRIENTE, O SEA LA PARALELA A LA CRESTA, MENOR SERÁ LA DESCARGA. HAY POR CONSIGUIENTE CUATRO VARIABLES SIGNIFICATIVAS QUE DEFINEN

NEN EL FUNCIONAMIENTO DE UN VERTEDEDOR LATERAL, QUE SON: LA DESCARGA O GASTO; EL GRADIENTE HIDRÁULICO HACIA LA CRESTA DEL VERTEDEDOR; LA VELOCIDAD DE CORRIENTE; LA LONGITUD DE LA CRESTA. ES DE NOTAR SIN EMBARGO QUE LOS CÁLCULOS TENDIENTES A OBTENER SOLUCIONES EXACTAS SON SUMAMENTE LABORIOSOS, ADENÁS DE COMPLICADOS, Y EN LA MAYORÍA - DE LOS CASOS SE EMPLEAN SOLUCIONES APROXIMADAS Y MÁRGENES AMPLIOS DE SEGURIDAD.

AUNQUE EXISTE UNA SERIE DE FÓRMULAS DE TIPO PRÁCTICO PARA ESTIMAR LA DESCARGA A TRAVÉS DE UN VERTEDEDOR LATERAL, ÉSTAS HAN SIDO ESTUDIADAS Y PROPUESTAS PARA CASOS ESPECÍFICOS, Y DETERMINADOS REGÍMENES DE FLUJO. Y EN VISTA DE QUE PARA EL CASO DE CURSOS SUPERFICIALES, LAS CONDICIONES REALES DE FUNCIONAMIENTO SON SUMAMENTE VARIABLES, DICHAS FÓRMULAS TIENEN UNA SERIE DE LIMITACIONES; POR CONSIGUIENTE NO SON DE MUCHA AYUDA PARA EL CASO QUE SE DISCUTE EN ESTE TRABAJO.

SI LAS OBRAS DE CAPTACIÓN SON DE CONSIDERABLE MAGNITUD, HABRÁ QUE RECURRIR A ESTUDIOS SOBRE MODELOS HIDRÁULICOS. SI EL GASTO POR CAPTAR ES MODERADO, EL PROBLEMA PUEDE SIMPLIFICARSE MUCHO.

ES DECIR, SE PUEDEN HACER LOS CÁLCULOS EN FORMA APROXIMADA, MEDIANTE MÉTODOS MUCHO MÁS SENCILLOS Y MENOS LABORIOSOS QUE LA TEORÍA DE VERTEDEDORES LATERALES. ÉSTO ES, HACER EL DISEÑO PARA UN VERTEDEDOR PERPENDICULAR A LA CORRIENTE Y CONSIDERAR UN AMPLIO MARGEN DE SEGURIDAD.

CABE MENCIONAR QUE EN EL CASO DE OBRAS DE CAPTACIÓN, GENERALMENTE SE UTILIZAN VERTEDEDORES RECTANGULARES, MOTIVO POR EL CUAL SON ESTUDIADOS A CONTINUACIÓN.

V.2.3.2) APLICACIÓN PRÁCTICA DE LOS VERTEDEDORES LATERALES.

MEDIANTE EL ANÁLISIS DIMENSIONAL, ENTRE OTROS, SE COMPRUEBA QUE LA ECUACIÓN QUE SATISFACE EL COMPORTAMIENTO DE UN VERTEDEDOR RECTANGULAR ES:

$$Q = C_D L H^{3/2}$$

DONDE: H ES LA CARGA HIDRÁULICA SOBRE LA CRESTA VERTEDEDORA; L ES LA LONGITUD DE LA CRESTA VERTEDEDORA; Q ES EL GASTO VERTIDO BAJO LAS CONDICIONES ESPECÍFICAS DE H Y L.

C_D SE LE CONOCE COMO COEFICIENTE DE DESCARGA Y ESTÁ CALCULADO PARA DIFERENTES TIPOS DE VERTEDORES. EN EL CUADRO V.1 SE TABULAN SUS VALORES.

DE LA FÓRMULA PRESENTADA ANTERIORMENTE, SE PUEDE APRECIAR, QUE EL PROBLEMA DE DISEÑO SE REDUCE A DETERMINAR LA CARGA NECESARIA SOBRE UNA CRESTA DE LONGITUD DADA, O LA LONGITUD REQUERIDA DE CRESTA PARA UNA CARGA FIJA. LOGRÁNDOSE ASÍ EL OBJETIVO QUE SE MENCIONÓ ANTERIORMENTE: CALCULAR ESTAS INCÓGNITAS DE MANERA APROXIMADA, MEDIANTE MÉTODOS MUCHO MÁS SENCILLOS QUE LA TEORÍA DE VERTEDORES LATERALES, Y SI LA INTRODUCCIÓN DE AMPLIOS FACTORES DE SEGURIDAD NO REPRESENTA UN AUMENTO EXCESIVO EN EL COSTO DE LAS OBRAS, LO CUAL SUCDE EN LA MAYORÍA DE LOS CASOS, LAS SOLUCIONES APROXIMADAS SON PERFECTAMENTE ACEPTABLES.

POR EJEMPLO, EN EL CASO PRÁCTICO DE UN CURSO SUPERFICIAL DE AGUA, CON CAUDAL MEDIO MODERADO. SE CONSTRUYE UN DIQUE PARA ASEGURAR UNA ALTURA MÍNIMA DE AGUA SOBRE EL DISPOSITIVO DE CAPTACIÓN.

EL GASTO Q REQUERIDO SE CAPTA POR MEDIO DE UN TANQUE LATERAL, MIENTRAS QUE EL EXCESO SIGUE SU CURSO NORMAL A TRAVÉS DEL VERTEADOR DE REBOSE DEL DIQUE (FIGURA V.6).

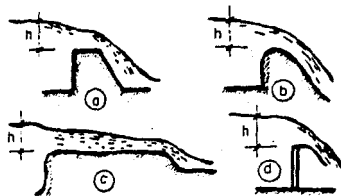
EL AUMENTO DE LA SECCIÓN TRANSVERSAL DEBIDO AL REPRESAMIENTO CAUSADO POR EL DIQUE, RESULTA EN LA REDUCCIÓN CONSIDERABLE DE LA VELOCIDAD DEL FLUJO. SI BIEN DICHA VELOCIDAD AUMENTA EN LA CERCANÍA DEL VERTEADOR DE REBOSE, SU VALOR ES MÍNIMO EN LAS ZONAS CERCANAS AL ANCLAJE DEL DIQUE EN LA ORILLA. UN TANQUE LATERAL CON SU VERTEADOR CORRESPONDIENTE, UBICADO EN ESAS ZONAS, CAUSARÁ UN FLUJO DE DIRECCIÓN CASI PERPENDICULAR A LA CRESTA DEL VERTEADOR.

POR OTRO LADO, DEL CUADRO V.1 SE VE QUE PARA EL VERTEADOR TIPO "A", SI SE TIENE UNA CARGA DE 3 CM. Ó DE 10 CM. LES CORRESPONDE UN COEFICIENTE DE 1.42 Y 1.5 RESPECTIVAMENTE. ADEMÁS, DE ACUERDO CON LA ECUACIÓN DE DESCARGA DE UN VERTEADOR, EL GASTO POR METRO DE CRESTA ES $C_D H^{3/2}$; DE TAL FORMA QUE SE TIENEN GASTOS UNITARIOS DE 7.4 Y 47.4 L/s. RESPECTIVAMENTE.

EN OTRAS PALABRAS SI EN LUGAR DE 3 CM. DE CARGA, NECESARIAS PARA UN GASTO DE 7.4 L/S., SE ASEGURA UNA CARGA DE 10 CM., SE TIENE

| H(cm) Tipo de Vertedor | 1 | 5 | 10 | 20 | 30 | 40 |
|------------------------------|------|------|------|------|------|------|
| a | 1.40 | 1.45 | 1.50 | 1.60 | 1.70 | 1.80 |
| b | 1.87 | 1.90 | 1.92 | 2.00 | 2.15 | 2.25 |
| c | 1.70 | 1.69 | 1.68 | 1.68 | 1.68 | 1.68 |
| e | 1.84 | 1.85 | 1.85 | 1.88 | 1.92 | 2.00 |

CUADRO V-1 Valores del coeficiente de descarga " C_d "



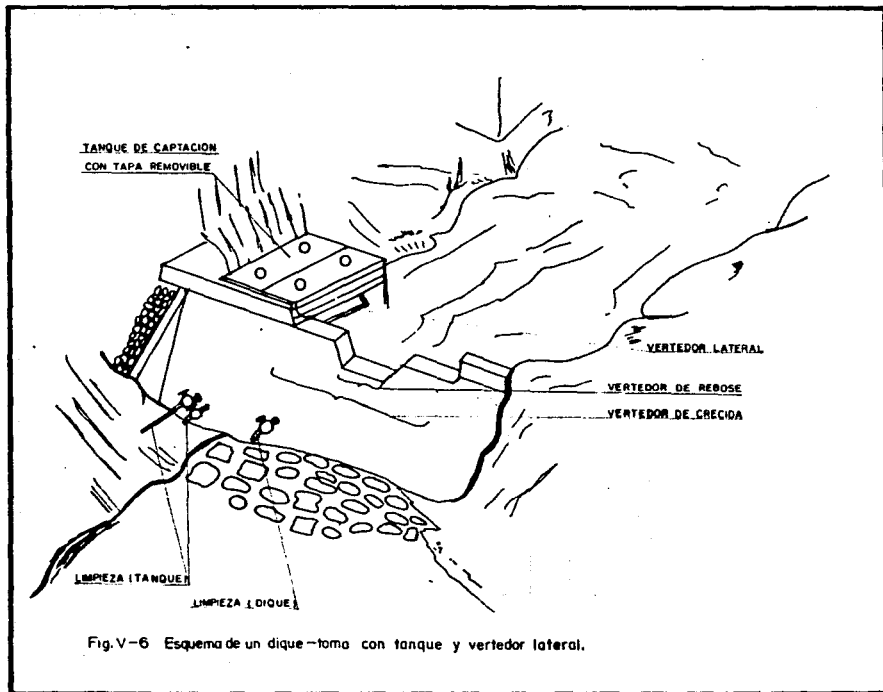


Fig.V-6 Esquema de un dique-toma con tanque y vertedor lateral.

UN FACTOR DE $47.4/7.4 = 6.4$ EN EL GASTO. ES EVIDENTE QUE EL ASEGURAR ESA CARGA ADICIONAL SOBRE LA CRESTA NO REPRESENTA EXCESO DE COSTO PARA LOS GASTOS DE CAPTACIÓN INDICADOS. POR CONSIGUIENTE, LA MANERA MÁS SENCILLA PARA DISEÑAR LOS VERTEDORES LATERALES EN CASO DE GASTOS PEQUEÑOS, ES SUPONIENDO UNA DIRECCIÓN DE FLUJO PERPENDICULAR A LA CRESTA Y CALCULANDO EL DISPOSITIVO CON AMPLIO MARGEN DE SEGURIDAD.

EN EL CASO EXTREMO EN QUE EL VERTEDOR DE REBOSE DEL DIQUE OCUPE TODO EL ANCHO DEL RÍO, DEBE TOMARSE EN CUENTA LA INFLUENCIA DE LA VELOCIDAD DE LA CORRIENTE, EN LA DESCARGA A TRAVÉS DEL VERTEDOR LATERAL. POR OTRO LADO, EN AQUELLOS CASOS EN LOS CUALES EL RÍO TRAE MATERIAL FLOTANTE, TALES COMO HOJAS, RAMAS, ETC., SERÁ NECESARIO PROTEGER LA ENTRADA AL TANQUE POR MEDIO DE UNA REJILLA. SI BIEN ESA REJILLA MODIFICA NOTABLEMENTE LA DESCARGA POR EL VERTEDOR LATERAL, SU EFECTO PUEDE ESTIMARSE, TOMANDO EN CUENTA PRIMERO LA REDUCCIÓN DEL ÁREA DE PENETRACIÓN, Y LUEGO LA CONTRACCIÓN DEL FLUJO CAUSADO POR LAS BARRAS DE LA REJILLA.

EL COEFICIENTE DE CONTRACCIÓN DE UNA REJILLA SERÁ FUNCIÓN DE LA FORMA Y DIMENSIONES DE SUS BARRAS, ALTURA DE AGUA POR ENCIMA DE LA CRESTA, Y VELOCIDAD DE PENETRACIÓN DEL AGUA A TRAVÉS DE LAS ABERTURAS.

PARA EL CASO DE CAPTACIÓN POR MEDIO DE TANQUE Y VERTEDOR LATERAL, LOS DOS ÚLTIMOS FACTORES NORMALMENTE PUEDEN DESPRECIARSE, YA QUE EL EFECTO DE LA ALTURA DEL AGUA SOBRE LA CRESTA SE MANIFIESTA PRINCIPALMENTE CUANDO ÉSTA ES MUY PEQUEÑA, Y DE LA VELOCIDAD, CUANDO LA MISMA ES MUY GRANDE. POR CONSIGUIENTE, TRATÁNDOSE DE CÁLCULOS APROXIMADOS, ES ACEPTABLE SUPONER EL COEFICIENTE DE CONTRACCIÓN CONSTANTE.

CUANDO NO EXISTEN ENSAYOS DE LABORATORIO PARA EL TIPO DE REJILLA EMPLEADA, PUEDE ASEMEJARSE EL CASO A LA DESCARGA A TRAVÉS DE MÚLTIPLES ORIFICIOS RECTANGULARES.

ES NECESARIO MENCIONAR QUE LA SECCIÓN TRANSVERSAL IDEAL PARA LAS BARRAS DE LA REJILLA ES EL TRIÁNGULO CON VÉRTICE HACIA EL TANQUE, YA QUE OFRECE UN SOLO PUNTO DE CONTACTO PARA LOS OBJETOS CU-

YO TAMAÑO COINCIDE CON EL ESPACIADO DE DICHAS BARRAS.

EN ESTA FORMA, CUALQUIER OBJETO, O QUEDA RETENIDO, O BIEN PASA AL TANQUE, PERO TEÓRICAMENTE NO QUEDARÁ ATRAPADO ENTRE DOS BARRAS.

V.2.3.3) CANALES DE DERIVACIÓN CON O SIN DESARENADOR.

PARA EL DISEÑO DEL VERTEDOR LATERAL QUE SERVIRÁ DE TOMA A UN CANAL DERIVADOR, SE SIGUE EL MISMO CRITERIO QUE EL USADO PARA UN TANQUE. EL CANAL SE PREFIERE CUANDO EL GASTO REQUERIDO ES DE IMPORTANCIA.

SI EL RÍO ARRASTRA GRAN CANTIDAD DE ARENA Y SE CAPTA UNA GRAN CANTIDAD DEL LÍQUIDO, CONSECUENTEMENTE SE CAPTARÁ UNA GRAN CANTIDAD DE ARENA; POR LO QUE SERÁ NECESARIO REMOVERLA CON UN DESARENADOR.

LA OBRA DE CAPTACIÓN CON CANAL DE DERIVACIÓN TENGA O NO DESARENADOR, SE COMPONE DE: UNA CORTINA O DIQUE QUE REPRESA A LA CORRIENTE, EQUIPADA COMUNMENTE CON UNA O VARIAS COMPUERTAS DE SEGURIDAD. UNA INCISIÓN EN EL MARGEN DEL RÍO. EL CANAL EN SÍ, QUE PARTIENDO DE LA INCISIÓN, LLEVA EN SU ORIGEN EL VERTEDOR LATERAL QUE ADEMÁS DE SER LA TOMA DIRECTA PERMITE EL REENVÍO DEL AGUA SOBROBANTE AL RÍO. UNA COMPUERTA QUE PERMITE CERRAR COMPLETAMENTE EL CANAL. INVARIABLEMENTE ANTES DEL VERTEDOR SE COLOCA UNA CORTINA, PREVISTA DE COMPUERTAS LAS CUALES PERMITEN LA CAPTACIÓN DEL AGUA NECESARIA.

EXISTE UNA DIVERSIDAD DE MÉTODOS PARA EL DISEÑO DE DESARENADORES, EN LOS SISTEMAS DE ABASTECIMIENTO DE AGUA. EN LA LITERATURA CORRESPONDIENTE PUEDEN ENCONTRARSE RECOMENDACIONES SOBRE PERÍODOS DE RETENCIÓN, VELOCIDADES DE TRANSLACIÓN HORIZONTAL, ETC., QUE PERMITEN DETERMINAR LAS DIMENSIONES DEL DESARENADOR.

POR LO GENERAL, LA BASE DE ESTOS MÉTODOS ES LA TEORÍA DE LA SEDIMENTACIÓN, APLICADA PARA EL CASO ESPECÍFICO DE LAS PARTÍCULAS O GRANOS DE ARENA, Y COMPLEMENTADA CON UNA SERIE DE CONSIDERACIONES DE TIPO EXPERIMENTAL O PRÁCTICO. CADA UNO DE LOS MÉTODOS TIENE SUS MÉRITOS Y DEFECTOS, PERO LA MAYORÍA DE ELLOS REQUIERE CÁLCULOS A VECES LABORIOSOS, Y NO SE PRESTAN PARA TABULAR LOS RESULTA-

DOS PARA LA SELECCIÓN DIRECTA DE LAS DIMENSIONES DEL DESARENADOR, A BASE DE LOS DATOS DE DISEÑO, QUE SON EL GASTO, TEMPERATURA DE AGUA Y EL TAMAÑO DE LAS PARTÍCULAS POR REMOVER.

SIN EMBARGO, EN LA MAYORÍA DE LOS CASOS, SI SE ESTABLECE LA IMPORTANCIA RELATIVA DE LAS LIMITACIONES IMPUESTAS POR LA TEORÍA Y SE TOMAN EN CUENTA LOS FACTORES QUE EN LA PRÁCTICA INFLUENCIAN -- LOS RESULTADOS OBTENIDOS, ES POSIBLE ELABORAR UN MÉTODO DE CÁLCULO SENCILLO QUE SIRVA PARA DETERMINAR LAS DIMENSIONES DE UN DESARENADOR.

V.2.4) CAPTACIÓN POR MEDIO DE TANQUE UBICADO POR DEBAJO DEL VERTEDOR DE REBOSE.

EN LAS PARTES ANTERIORES DE ESTE CAPÍTULO, SE HAN DISCUTIDO VARIOS MÉTODOS QUE, DENTRO DE SU CAMPO DE APLICACIÓN, DAN RESULTADOS SATISFATORIOS. SE PRESENTAN SIN EMBARGO CON MUCHA FRECUENCIA CASOS, EN LOS CUALES NINGUNO DE ESOS MÉTODOS RESULTA ACEPTABLE, -- DEBIDO A LAS CARACTERÍSTICAS DEL CURSO SUPERFICIAL, CUYAS AGUAS SE QUIERE CAPTAR.

POR EJEMPLO, SI EL RÍO QUE SERVIRÁ DE FUENTE DE ABASTECIMIENTO DE AGUA PARA UNA LOCALIDAD, TRAE MUCHA ARENA Y MATERIAL DE ARRASTRE SIMILAR A ÉSTA, DURANTE LAS AVENIDAS VIOLENTAS: COMO SE HA VISTO ANTERIORMENTE, DICHO RÍO EN ESTAS CONDICIONES, PUEDE LLENAR POR COMPLETO DE SEDIMENTOS EL PEQUEÑO EMBALSE FORMADO POR EL DIQUE EN CORTO TIEMPO. POR ENDE, CUALQUIER DISPOSITIVO DE CAPTACIÓN QUE QUEDE POR DEBAJO DEL NIVEL DEL VERTEDOR DE REBOSE DEL DIQUE, -- ESTARÁ SUJETO A OBSTRUÍRSE O A SER CUBIERTO DE SEDIMENTOS.

SI LAS OBRAS DE CAPTACIÓN NO DEBEN SER DE UNA MAGNITUD TAL QUE SE REQUIERA CONSTRUIR CANALES DE DERIVACIÓN, ES DECIR, EL GASTO -- POR CAPTAR ES MODERADO. Y ADEMÁS, ESTARÁN UBICADAS A UNA DISTANCIA CONSIDERABLE DE LUGARES HABITADOS, O EN SITIOS DE DIFÍCIL ACCESO, LA PRONTA LIMPIEZA DEL DIQUE ES UN TRABAJO DIFÍCIL. AÚN EN LUGARES CERCANOS, LA LIMPIEZA INMEDIATA PUEDE IMPOSIBILITARSE POR LA MAGNITUD O VIOLENCIA DE LAS AVENIDAS. EN TALES CONDICIONES SE REQUIERE UN DISPOSITIVO DE CAPTACIÓN CUYO FUNCIONAMIENTO NO SEA --

AFECTADO POR LA CANTIDAD DE SEDIMENTOS DEPOSITADOS POR EL RÍO, - ÉSTO ES QUE CUMPLA CON SUS PROPÓSITOS AÚN EN EL CASO EXTREMO EN EL CUAL EL PEQUEÑO EMBALSE FORMADO POR EL DIQUE SE LLENE POR COMPLETO DE MATERIAL DE ARRASTRE.

LOS REQUISITOS PARA TAL DISPOSITIVO, ADEMÁS DE ASEGURAR LA CAPTACIÓN DEL GASTO PREVISTO BAJO CUALQUIER CONDICIÓN, SON EN PRINCIPIO LOS SIGUIENTES:

A) EL NIVEL DE ENTRADA DE LAS AGUAS EN EL DISPOSITIVO DEBE QUE DAR A LA MISMA ALTURA DE LA CRESTA DEL VERTEDOR DEL DIQUE, YA QUE ÉSTA ES LA MÁXIMA ALTURA TEÓRICA HASTA DONDE PUEDE ACUMULARSE EL MATERIAL SEDIMENTADO.

B) LA ENTRADA DEL DISPOSITIVO DEBE PROTEGERSE CONVENIENTEMENTE CONTRA EL PASO DE MATERIAL GRUESO DE ARRASTRE DURANTE LAS CRECIDAS, Y DE MATERIAL FLOTANTE EN LA ÉPOCA DE ESTIAJE.

C) LA VELOCIDAD DE LA CORRIENTE EN LA CERCANÍA DEL DISPOSITIVO DE CAPTACIÓN DEBE SER SUFICIENTEMENTE GRANDE, PARA IMPEDIR LA SEDIMENTACIÓN DE PARTÍCULAS EN SUSPENSIÓN BAJO CUALQUIER RÉGIMEN DE FLUJO, ASÍ COMO TAMBIÉN PARA ARRASTRAR CUALQUIER MATERIAL FLOTANTE QUE PUEDA ACUMULARSE DURANTE LA ÉPOCA DE PASO CAUDAL.

AHORA BIEN, LA VELOCIDAD MÁXIMA DE FLUJO, EN CASO DE DIQUES, - OCURRE SOBRE EL VERTEDOR DE REBOSE. CUALQUIERA QUE SEA LA CANTIDAD DE SEDIMENTOS DEPOSITADOS AGUAS ARRIBA DEL DIQUE, SIEMPRE QUE DARÁ "UN CANAL" LIBRE HACIA DICHO VERTEDOR, YA QUE LA VELOCIDAD - DE CORRIENTE IMPEDIRÁ LA DECANTACIÓN DE PARTÍCULAS EN SUSPENSIÓN EN ESA ZONA.

CON BASE EN LO ANTERIOR, EL SITIO IDEAL PARA EL DISPOSITIVO DE CAPTACIÓN ES DIRECTAMENTE POR DEBAJO DEL VERTEDOR DE REBOSE DEL DIQUE.

EL DISPOSITIVO EMPLEADO EN ESTOS CASOS, CONSISTE EN UN TANQUE, UBICADO EN EL MISMO CUERPO DEL DIQUE-TOMA, POR DEBAJO DEL VERTEDOR DE REBOSE DEL MISMO, OCUPANDO TODO EL ANCHO DE DICHO VERTEDOR. EN LA FIGURA V.7 SE MUESTRA ESQUEMÁTICAMENTE UN DIQUE-TOMA CON TANQUE DE CAPTACIÓN POR DEBAJO DEL VERTEDOR DE REBOSE.

AHORA BIEN, EL VOLUMEN DE SÓLIDOS EN SUSPENSIÓN, PRINCIPALMENTE

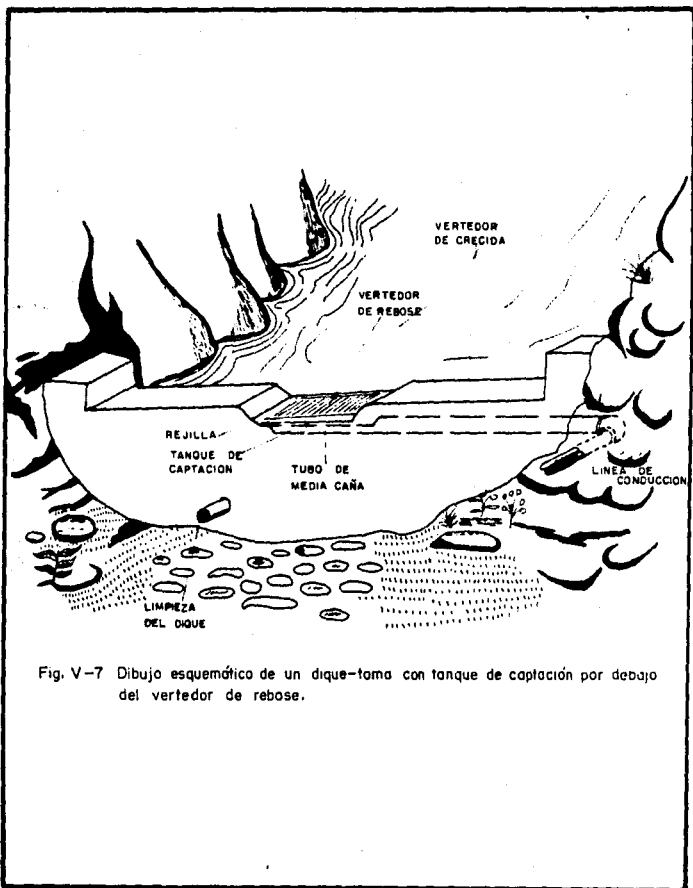


Fig. V-7 Dibujo esquemático de un dique-toma con tanque de captación por debajo del vertedor de rebose.

ARENA O MATERIAL SIMILAR QUE PENETRA EN EL SISTEMA, ES MUY PEQUEÑO EN COMPARACIÓN CON LA CANTIDAD DE SEDIMENTOS QUE EL RÍO PUEDE DEPOSITAR AGUAS ARRIBA DEL DIQUE. DICHO VOLUMEN PUEDE SER REMOVIDO POR UN DESARENADOR, UBICADO CERCA A LAS OBRAS DE CAPTACIÓN.

DURANTE LA ÉPOCA DE CAUDAL MÍNIMO, HABRÁ CIERTA TENDENCIA DE DEPOSITARSE O ATASCARSE MATERIAL FLOTANTE (HOJAS, RAMAS, ETC.) SOBRE LA REJILLA. MIENTRAS MAYOR CANTIDAD DE DEPÓSITOS TIENDA A OBSTRUIR EL PASO LIBRE DEL EXCEDENTE DE GASTO A TRAVÉS DEL VERTEDERO DE REBOSE, MAYOR SERÁ LA VELOCIDAD Y TURBULENCIA DEL FLUJO EN ESA ZONA, LLEGANDO HASTA CIERTO VALOR, PARA EL CUAL LA MISMA FUERZA DE LA CORRIENTE ARRASTRARÁ EL MATERIAL DEPOSITADO. A FIN DE PROMOVER ESA TENDENCIA, DE "AUTO-LIMPIEZA", LA REJILLA SE INCLINA LIGERAMENTE HACIA AGUAS ABAJO (FIGURA V.8).

ES MUY IMPORTANTE VISUALIZAR QUE ESTE TIPO DE ESTRUCTURAS, DADA SU DISPOSICIÓN, GENERAN PROBLEMAS EN LA LÍNEA DE CONDUCCIÓN, - POR EL EXCESO DE AIRE EN EL AGUA, LLEGANDO EN OCASIONES A REDUCIR LA CAPACIDAD DE ÉSTA HASTA EN UN 50%.

POR LO QUE EN EL DISEÑO DE ESTAS ESTRUCTURAS, DEBE CONSIDERARSE Y REDUCIRSE HASTA DONDE SEA CONVENIENTE DICHO EFECTO (POR EJEMPLO MEDIANTE LA INSTALACIÓN DE VÁLVULAS EXPULSORAS DE AIRE).

LA EXPERIENCIA Y CRITERIO DEL PROYECTISTA, HACEN QUE ÉSTE TENGA O ESCOJA UNA METODOLOGÍA O TÉCNICA PARA EL DISEÑO DE UNA OBRA DE CAPTACIÓN DE ESTE TIPO.

SIN EMBARGO, DADAS LAS CARACTERÍSTICAS EMPÍRICAS DE LAS FÓRMULAS PARA ESTOS DISPOSITIVOS DE CAPTACIÓN, EXISTEN PARÁMETROS Y DIMENSIONES ESTANDARIZADAS PARA LOS DIFERENTES TANQUES DE CAPTACIÓN.

CABE RECOMENDAR, QUE CON LA FINALIDAD DE EVITAR ACUMULACIÓN DE ARENA EN EL TANQUE CONVIENE DARLE AL FONDO, ASÍ COMO A SU TUBO CORRESPONDIENTE UNA PENDIENTE MÍNIMA DEL 2%.

V.2.5) CAPTACIÓN POR MEDIO DE TORRE-TOMA.

ESTE DISPOSITIVO Y SU FORMA DE OPERAR, FUERON DESCRITOS EN EL CAPÍTULO II, EN LA SECCIÓN CORRESPONDIENTE A OBRAS DE CAPTACIÓN EN CURSOS SUPERFICIALES.

LA FIGURA V.9 ILUSTRAS ESQUEMÁTICAMENTE DICHO DISPOSITIVO, REF

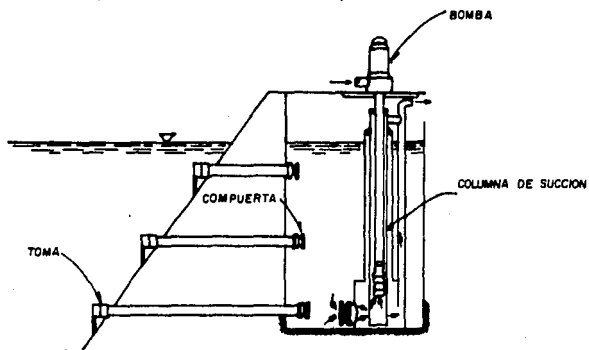
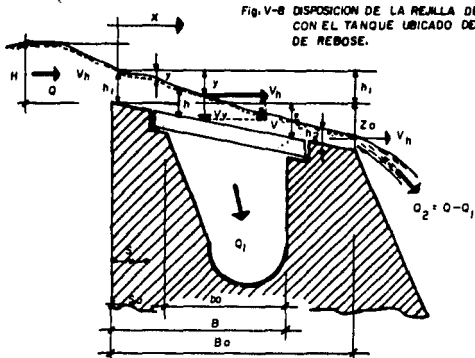


Fig. V-9 TORRE DE TOMA CON COMPUERTAS A DISTINTOS NIVELES.

RIDO A SU INSTALACIÓN EN UN EMBALSE. AUNQUE COMO YA SE EXPLICÓ, + TAMBIÉN PUEDE SER UTILIZADO EN LAS CORRIENTES SUPERFICIALES. SI - ÉSTE ÚLTIMO ES EL CASO, ES OBVIO QUE DEBIDO A LAS FUERZAS E IMPACTOS A QUE ESTARÁ SOMETIDO; TANTO EL LUGAR SELECCIONADO PARA SU -- CONSTRUCCIÓN, COMO EL DISEÑO ESTRUCTURAL DE LA TORRE, DEBERÁN SER OBJETO DE UN RIGUROSO CÁLCULO, MUCHO MÁS DETALLADO QUE PARA EL -- PRIMER CASO.

V.2.6) CAPTACIÓN INDIRECTA DE LAS AGUAS DE UN RÍO.

EN MUCHAS OCASIONES SUCEDE QUE, SI BIEN LAS CARACTERÍSTICAS -- FÍSICO-QUÍMICAS DE LAS AGUAS DE UN RÍO SON ACEPTABLES, NO REÚNEN LAS CONDICIONES DE POTABILIDAD DEBIDO A LA CONTAMINACIÓN REAL O - POTENCIAL DE LAS MISMAS. EN OTROS CASOS SE TIENE UN MARCADO AUMENTO DE TURBIEDAD DURANTE LAS HORAS DE CRECIDAS VIOLENTAS, CUYA ELIMINACIÓN IMPLICARÍA LA CONSTRUCCIÓN DE UNA PLANTA DE TRATAMIENTO COSTOSA, QUE QUEDARÍA SIN UTILIDAD DURANTE LA MAYOR PARTE DEL AÑO.

BAJO ESTAS CONDICIONES, PUEDE RECURRIRSE AL EMPLEO DE MÉTODOS - DE CAPTACIÓN INDIRECTA, APROVECHANDO LA FILTRACIÓN NATURAL A TRAVÉS DEL MATERIAL DEL LECHO Y LAS ORILLAS. DICHA FILTRACIÓN REDUCE NOTABLEMENTE TANTO LA TURBIEDAD, COMO LOS PELIGROS DE CONTAMINACIÓN, DEJANDO NORMALMENTE LAS DEMÁS CARACTERÍSTICAS ORIGINALES -- DEL AGUA INTACTAS.

LA CONDICIÓN BÁSICA PARA EL EMPLEO DE ESOS MÉTODOS ES QUE HAYA UN ESTRATO PERMEABLE QUE CONECTE EL DISPOSITIVO DE CAPTACIÓN CON EL CUERPO DE AGUA. DICHO ESTRATO PUEDE SER NATURAL EN FORMA DE MATERIAL GRANULAR DE TRANSMISIBILIDAD SUFICIENTE PARA PERMITIR EL - FLUJO SUBTERRÁNEO, O PUEDE SER ARTIFICIAL, MEDIANTE LA CONSTRUCCIÓN DE UNA GALERÍA O LECHO FILTRANTE.

CABE SUBRAYAR QUE LOS MÉTODOS EMPLEADOS, SE UTILIZAN TAMBIÉN - PARA LA CAPTACIÓN DE AGUAS SUBTERRÁNEAS, YA SEAN POCO PROFUNDAS O PROFUNDAS. POR LO QUE LA DESCRIPCIÓN DE LOS DISPOSITIVOS NO SE LIMITA AL CASO TRATADO HASTA AHORA.

V.2.6.1) CAPTACIÓN INDIRECTA DE AGUAS SUPERFICIALES POR MEDIO DE GALERÍAS DE INFILTRACIÓN.

ESTA TESIS NO DEBE SALIR DE LA BIBLIOTECA

LA GALERÍA DE INFILTRACIÓN CONSISTE EN UN TUBO PERFORADO O RANURADO, RODEADO DE UNA CAPA DE MATERIALES GRADUADOS, INSTALADO EN EL ACUÍFERO SUPERFICIAL, O EN EL CASO DE CAPTACIÓN INDIRECTA DE AGUAS SUPERFICIALES, EN EL ESTRATO PERMEABLE QUE SE COMUNICA CON DICHAS AGUAS. (EN LOS EXTREMOS AGUAS ARRIBA DE LA GALERÍA Y A LONGITUDES APROXIMADAS DE 50M., NORMALMENTE SE COLOCA UN POZO DE VISITA). EN EL EXTREMO, AGUAS ABAJO, SE CONSTRUYE UN TANQUE O POZO RECOLECTOR, - DE DONDE SE CONDUCE LAS AGUAS POR GRAVEDAD O POR BOMBEO HACIA EL SISTEMA DE DISTRIBUCIÓN. (FIGURA V.10).

EL TUBO DE RECOLECCIÓN ES NORMALMENTE DE CONCRETO O DE ASBESTO-CEMENTO. SU DIÁMETRO ES FUNCIÓN DEL GASTO DE CAPTACIÓN, SIENDO EL MÍNIMO RECOMENDABLE DEL ÓRDEN DE 8" A 10 ".

LA GALERÍA DE INFILTRACIÓN SE ORIENTA DE ACUERDO CON LA DIRECCIÓN PREDOMINANTE DEL FLUJO SUBTERRÁNEO.

CUANDO LA VELOCIDAD DE UN RÍO ES PEQUEÑA Y EXISTEN ESTRATOS DE ALTA PERMEABILIDAD QUE SE CONECTAN CON EL RÍO, LA GALERÍA DE INFILTRACIÓN NORMALMENTE SE INSTALA PARALELA AL EJE DEL MISMO. EN ESTE CASO LA DIRECCIÓN DEL FLUJO SUBTERRÁNEO ES PRINCIPALMENTE DESDE EL RÍO HACIA LA GALERÍA, AUNQUE DESDE EL LADO OPUESTO DE LA MISMA TAMBIÉN PENETRARÁ EL AGUA, YA QUE TODO EL ACUÍFERO SE ENCUENTRA SATURADO (FIGURA V.11 (A)). EN CASO DE ACUÍFEROS DE GRAN EXTENSIÓN - QUE ALIMENTAN EL RÍO, EL FLUJO PREDOMINANTE ES NORMALMENTE DESDE EL ACUÍFERO HACIA EL RÍO Y LA INSTALACIÓN DE LA GALERÍA SERÁ ANÁLOGA. (FIGURA V.11 (B)).

EN CASO DE CURSOS RÁPIDOS Y ESTRATOS DE BAJA PERMEABILIDAD, SERÁ NECESARIO INVESTIGAR LA DIRECCIÓN DEL FLUJO SUBTERRÁNEO, A FIN DE INTERCEPTAR EL PASO DEL MISMO CON LA GALERÍA DE INFILTRACIÓN. - NORMALMENTE UNOS RAMALES PERPENDICULARES AL EJE DEL RÍO DAN LOS -- RESULTADOS DESEADOS. (FIGURA V.11 (C)).

CUANDO, CON LA EXCEPCIÓN DE UNOS BANCOS DE ARENA O GRAVA DEPOSITADOS POR EL RÍO EN UN LECHO LIMITADO, NO EXISTEN ESTRATOS PERMEABLES, LA GALERÍA SE INSTALA POR DEBAJO DEL RÍO, NORMAL A SU EJE. - LA MISMA SOLUCIÓN SE EMPLEA CUANDO EL ACUÍFERO ES DE MUY BAJA PERMEABILIDAD (FIGURA V.11 (D)).

A FIN DE DETERMINAR LAS CARACTERÍSTICAS DE DISEÑO DE LAS GALE-

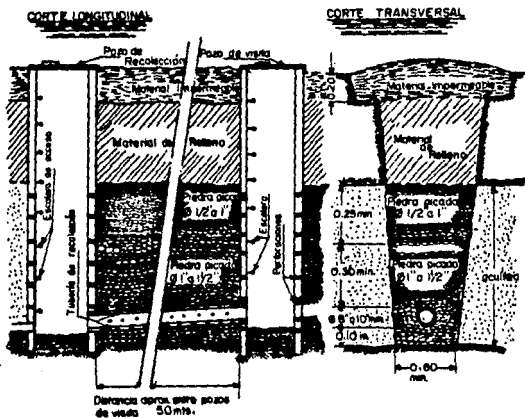
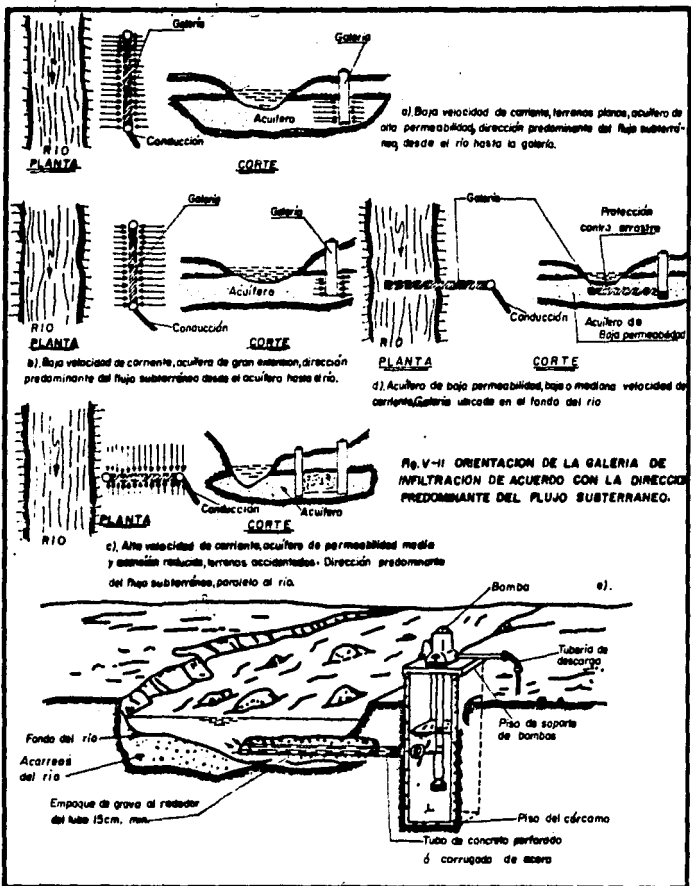


Fig. V-10. DETALLES DE UNA GALERIA DE INFILTRACION.



RÍAS, ES NECESARIO HACER EXCAVACIONES O PERFORACIONES DE PRUEBA - EN CADA CASO ESPECÍFICO. EN VISTA DE QUE LAS GALERÍAS SON OBRAS - COSTOSAS, CONVIENE DETERMINAR: 1) LA PERMEABILIDAD MEDIA DEL ACUÍFERO, PARA ESTIMAR LA PRODUCCIÓN POR METRO LINEAL DE GALERÍA Y 2) LA GRANULOMETRIA DEL TERRENO PARA DETERMINAR LAS CARACTERÍSTICAS DE LA GRAVA DE ENVOLTURA.

ADEMÁS DE LA EXCAVACIÓN DE PRUEBA, SERÁ NECESARIO PERFORAR O - EXCAVAR UNO O VARIOS POZOS DE OBSERVACIÓN, MEDIANTE LOS CUALES SE PUEDE CALCULAR EL GASTO QUE SE PUEDE EXTRAER POR MEDIO DE LA GALERÍA FILTRANTE UTILIZANDO LEYES O MÉTODOS COMO: EL MÉTODO DE EQUILIBRIO DE DUPUIT, EL MÉTODO DE NO EQUILIBRIO DE THEIS, EL MÉTODO DE PORCHET, LA LEY DE DARCY. ESTA ÚLTIMA, POR EJEMPLO, ESTABLECE QUE: DE ACUERDO CON LA FIGURA V.12

$$q = Ky \frac{dy}{dx}$$

INTEGRANDO:

$$qx = \frac{1}{2} Ky^2 + C$$

SI SE ESTABLECEN LAS SIGUIENTES LEYES DE FRONTERA PARA CALCULAR C: $y = H$, $x = L$; $y = h$, $x = 0$. SE OBTIENE QUE:

$$q = \frac{1}{2} K \frac{(H^2 - h^2)}{L}$$

ESTE GASTO ES UNITARIO Y SÓLO POR UN LADO, ES DECIR, POR METRO DE LONGITUD DE GALERÍA Y POR LADO. LAS UNIDADES DEL GASTO ESTÁN DADAS EN METROS CÚBICOS POR DÍA Y DEPENDEN DE LAS UNIDADES DE K QUE ESTÁN DADAS EN METROS POR DÍA. K ES EL COEFICIENTE DE PERMEABILIDAD Y SU VALOR VARÍA SEGÚN EL DIÁMETRO EFECTIVO DEL MATERIAL ADYACENTE.

ES DE OBSERVARSE QUE EL NIVEL DEL RÍO, ASÍ COMO TAMBIÉN EL NIVEL ESTÁTICO DE LAS AGUAS SUBTERRÁNEAS, VARIARÁN SEGÚN LA ÉPOCA - DEL AÑO. EVIDENTEMENTE HABRÁ QUE DISEÑAR LA GALERÍA, TOMANDO COMO

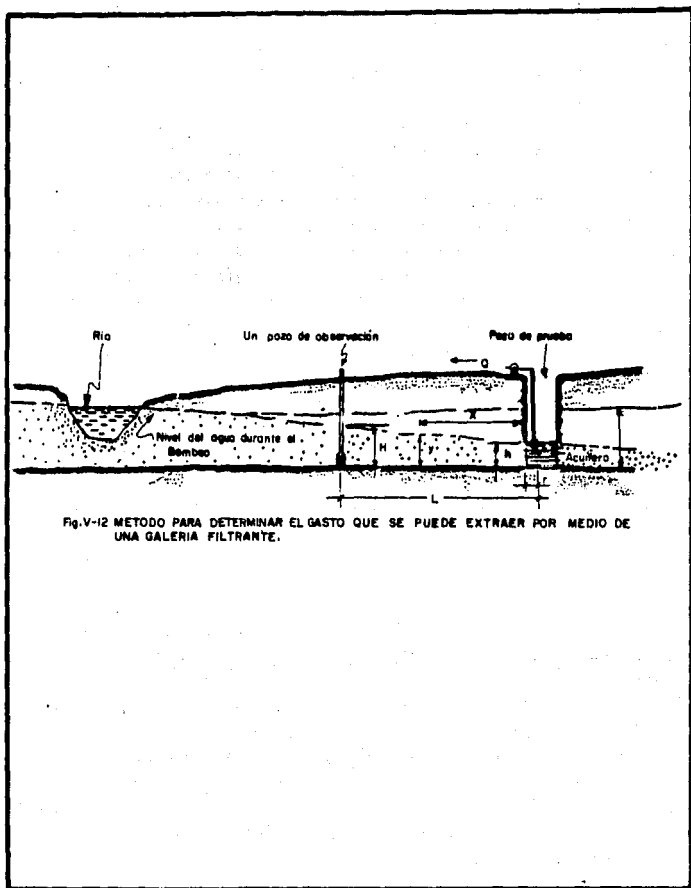


Fig.V-12 METODO PARA DETERMINAR EL GASTO QUE SE PUEDE EXTRAER POR MEDIO DE UNA GALERIA FILTRANTE.

BASE EL NIVEL MÍNIMO ESTIMADO. ADEMÁS SI SE DESPRECIA EL FLUJO -- SUBTERRÁNEO HACIA LA GALERÍA, DESDE EL LADO DE MENOR PENETRACIÓN O FLUJO, SE TIENE UN COEFICIENTE DE SEGURIDAD HASTA DE DOS EN ALGUNAS OCASIONES.

EL DIÁMETRO Y SEPARACIÓN DE LAS PERFORACIONES DE LA TUBERÍA DE RECOLECCIÓN SE CALCULAN PARA OBTENER UNA VELOCIDAD DE ENTRADA TAL, QUE SE EVITE EL ARRASTRE DE PARTÍCULAS FINAS DESDE EL ACUÍFERO -- HASTA DICHA TUBERÍA. ÉSTA VELOCIDAD PUEDE FIJARSE DE 5 A 10 CM/S, LOGRÁNDOSE ESTE VALOR SIN DIFICULTAD ALGUNA EN LA MAYORÍA DE LOS CASOS. LA GRAVA DE ENVOLTURA SERÁ FUNCIÓN DE LA GRANULOMETRÍA DEL ACUÍFERO Y DE LAS PERFORACIONES DE LA TUBERÍA DE RECOLECCIÓN, EMPLEÁNDOSE NORMALMENTE GRAVA DE $\frac{1}{2}$ A 1" DE DIÁMETRO NOMINAL CERCA DEL ACUÍFERO Y TAMAÑOS LIGERAMENTE MAYORES CERCA DEL TUBO. NÓTESE QUE DEBIDO A LA BAJA VELOCIDAD DE ACERCAMIENTO DEL AGUA, EL ARRAS-- TRE DE ARENA HACIA EL TUBO DE RECOLECCIÓN ES POCO PROBABLE. LA -- CONSTRUCCIÓN DE UN FILTRO PARA ÉSTA ES SUMAMENTE DIFÍCIL, ADEMÁS DE CONTRAPRODUENTE DEBIDO A LA IMPOSIBILIDAD DE LAVADOS PERIÓD-- COS Y EFECTIVOS.

ÉS DE NOTAR QUE LA PROFUNDIDAD ÓPTIMA DE UNA TUBERÍA DE RECO-- LECCIÓN QUEDA DETERMINADA POR EL COSTO DE EXCAVACIÓN; POR LA PRO-- DUCCIÓN DEL ACUÍFERO; Y POR FACTORES DE TIPO SANITARIO YA QUE SE REQUIERE DE CIERTA PROFUNDIDAD MÍNIMA PARA LA PROTECCIÓN ADECUADA CONTRA LA INFILTRACIÓN DIRECTA DE AGUAS SUPERFICIALES CONTAMINA-- DAS.

CUANDO SE TRATA DE LONGITUDES O PROFUNDIDADES QUE IMPLIQUEN -- COSTOS CONSIDERABLES, CONVIENE CONSTRUIR LA GALERÍA POR TRAMOS, A FORANDO LA PRODUCCIÓN CONTINUAMENTE, CON EL OBJETO DE RECTIFICAR LA LONGITUD PROYECTADA DE ACUERDO CON LA PRODUCCIÓN OBTENIDA.

POR OTRA PARTE, CUANDO NO SE CONOCE CON SEGURIDAD LA DIRECCIÓN PREDOMINANTE DEL FLUJO SUBTERRÁNEO, CONVIENE PERFORAR O HINCAR -- TRES O CUATRO POZOS DE OBSERVACIÓN ALREDEDOR DEL POZO DE PRUEBA. EN ESTA FORMA SE OBTENDRAN TRES O CUATRO VALORES DE H. SI DICHS VALORES SON IGUALES, SE TRATA DE UN ACUÍFERO HOMOGÉNEO DE GRAN -- EXTENSIÓN. SI LOS VALORES DE H SON DISTINTOS, SE RECOMIENDA CALCULAR UNA PERMEABILIDAD MEDIA.

V.2.6.2.) CAPTACIÓN INDIRECTA DE LAS AGUAS SUPERFICIALES POR --
MEDIO DE POZOS.

ANTES DE DESCRIBIR LA APLICACIÓN, VENTAJAS Y DESVENTAJAS DE LOS POZOS EN LA EXPLOTACIÓN DE ESTE TIPO DE FUENTE, ES CONVENIENTE ACLARAR QUE, LA TEORÍA DE LOS MISMOS SE EXPLICA POSTERIORMENTE EN LA PARTE QUE CORRESPONDE A LA EXPLOTACIÓN DEL AGUA SUBTERRÁNEA.

LOS POZOS SE EMPLEAN PARA LA CAPTACIÓN INDIRECTA DE AGUAS SUPERFICIALES POR LAS MISMAS CAUSAS Y FINALIDADES QUE LAS GALERÍAS DE INFILTRACIÓN: CALIDAD BACTERIOLÓGICA DE LAS AGUAS DEL RÍO INACEPTABLE, GRAN TURBIEDAD DURANTE LAS CRECIDAS VIOLENTAS Y POR FALTA DE SITIOS ADECUADOS PARA LA CONSTRUCCIÓN DE UN DIQUE-TOMA.

LOS POZOS NORMALMENTE DAN BUENOS RESULTADOS, CUANDO EL GASTO REQUERIDO ES PEQUEÑO Y CUANDO EL ACUÍFERO QUE SE CONECTA CON EL CUERPO SUPERFICIAL DE AGUA ES HOMOGÉNEO Y DE GRAN EXTENSIÓN, O SEA EL FLUJO SUBTERRÁNEO HACIA EL POZO ES SENSIBLEMENTE IGUAL DESDE TODAS LAS DIRECCIONES.

EN CASO DE GASTOS PEQUEÑOS Y BAJO CONDICIONES IDÉNTICAS DE PERMEABILIDAD DEL ACUÍFERO, EL COSTO DE UN POZO ES CONSIDERABLEMENTE MENOR QUE EL DE LA LONGITUD EQUIVALENTE DE GALERÍA, YA QUE ÉSTA, - ADÉMÁS DE LA TUBERÍA DE RECOLECCIÓN, REQUIERE POZOS DE VISITA Y DE RECOLECCIÓN. SIN EMBARGO, EN CASO DE GASTOS MAYORES O TRATÁNDOSE DE ACUÍFEROS DE POCA PERMEABILIDAD, EL NÚMERO NECESARIO DE POZOS PARA OBTENER LA PRODUCCIÓN REQUERIDA PUEDE RESULTAR EXCESIVO, SIENDO ENTONCES LA SOLUCIÓN INDICADA LA GALERÍA DE INFILTRACIÓN. TAMBIÉN PUEDE EMPLEARSE LA SOLUCIÓN INTERMEDIA: POZOS, INTERCONECTADOS CON GALERÍAS DE INFILTRACIÓN.

PARA DETERMINAR LAS CARACTERÍSTICAS DE DISEÑO DE UN POZO DESTINADO A LA CAPTACIÓN INDIRECTA DE AGUAS SUPERFICIALES, NO ES INDISPENSABLE DETERMINAR LA PERMEABILIDAD MEDIA DEL ACUÍFERO. BASTA EXCAVAR UN POZO DE PRUEBA HASTA CIERTA PROFUNDIDAD POR DEBAJO DEL NIVEL DE LAS AGUAS EN EL RÍO; LUEGO BOMBLEAR (A UN POZO O EXCAVACIÓN) HASTA LA ESTABILIZACIÓN DEL NIVEL EN EL POZO DE PRUEBA. EL GASTO OBTENIDO INDICARÁ DIRECTAMENTE LA PRODUCCIÓN DEL POZO PARA EL DES-

CENSO DEL NIVEL DE AGUA OBSERVADO EN EL MISMO.

EL BOMBEO, PUEDE AUMENTARSE HASTA DONDE LA PROFUNDIDAD DEL POZO PERMITA EL DESCENSO DEL NIVEL DEL AGUA Y EN CASO NECESARIO, PUEDE SEGUIR EXCAVÁNDOSE EL POZO HASTA UNA PROFUNDIDAD MAYOR. EL LÍMITE MÁXIMO DE PRODUCCIÓN, DEFINIDO POR LA PERMEABILIDAD DEL ACUÍFERO, ES AQUEL GASTO DE BOMBEO, PARA EL CUAL EL NIVEL DEL AGUA EN EL POZO DE PRUEBA NO SE ESTABILIZA, SINO SIGUE BAJANDO CONSTANTEMENTE. PARA TAL GASTO EL RECARGAMIENTO NATURAL DEL ACUÍFERO NO PUEDE IGUALAR AL GASTO EXTRAÍDO.

ES DE NOTAR QUE SALVO EN ACUÍFEROS POCO PERMEABLES, LA INFLUENCIA DEL DIÁMETRO DEL POZO SOBRE LA PRODUCCIÓN DEL MISMO ES PEQUEÑA. EN EL CASO DE ACUÍFEROS POCO PERMEABLES, LA INFLUENCIA DEL DIÁMETRO ES MAYOR, YA QUE LA VARIACIÓN DE LA SUPERFICIE LIBRE DEL AGUA O COTA PIEZOMÉTRICA, ES MÁS PRONUNCIADA EN LAS INMEDIACIONES DEL POZO. (FIGURA V.13).

EN ESTE CASO CONVIENE AUMENTAR LA PERMEABILIDAD NATURAL DEL ACUÍFERO MEDIANTE UNA ENVOLTURA DE GRAVA ALREDEDOR DEL POZO.

DESDE EL PUNTO DE VISTA ECONÓMICO, RESULTA DE GRAN UTILIDAD EL APROVECHAR EL POZO DE PRUEBA, PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL POZO QUE CONSTRUIRÁ LA OBRA DE CAPTACIÓN.

CON RESPECTO AL EQUIPO DE BOMBEO Y SU INSTALACIÓN, CONVIENE MENCIONAR, QUE CUANDO SE TRATA DE PROFUNDIDADES DE BOMBEO QUE ESTÉN DENTRO DE LOS LÍMITES DE SUCCIÓN DE UNA BOMBA CENTRÍFUGA, NORMALMENTE EL EQUIPO SE INSTALA FUERA DEL ÁREA DONDE SE ENCUENTRA UBICADO EL POZO, A FIN DE EVITAR LOS EFECTOS DE PESO SOBRE EL MISMO.

CUANDO LA PROFUNDIDAD DE BOMBEO ES MAYOR QUE EL LÍMITE DE SUCCIÓN O, CUANDO LOS GASTOS GRANDES JUSTIFIQUEN LA INSTALACIÓN DE BOMBAS TIPO POZO PROFUNDO POR SU MAYOR EFICIENCIA CONVIENE CONSTRUIR LOS APOYOS PARA LA INSTALACIÓN DEL EQUIPO EN FORMA INDEPENDIENTE DEL POZO, A MENOS QUE SE ESTÉ SEGURO DE QUE LOS EFECTOS DINÁMICOS DEL MISMO, NO PERJUDIQUEN AL CONJUNTO.

V.2.6.3) VENTAJAS Y DESVENTAJAS DE LOS DISPOSITIVOS EMPLEADOS PARA LA CAPTACIÓN INDIRECTA DE CURSOS SUPERFICIALES.

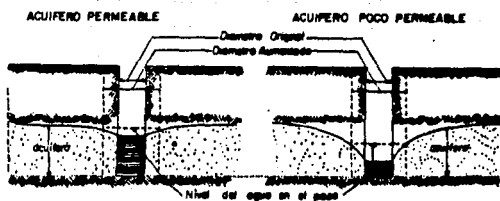


Fig. V-13 INFLUENCIA DEL DIAMETRO DEL POZO SOBRE SU PRODUCCION.

A) GALERÍAS DE INFILTRACIÓN.

LA VENTAJA DE MEJORAR LA CALIDAD DEL AGUA CAPTADA, ES CONTRA--
RRESTRADA Y EN OCASIONES SUPERADA POR LAS SIGUIENTES DESVENTAJAS:

- ALTO COSTO INICIAL DE SU CONSTRUCCIÓN.
- DIFICULTAD EN LA CONSTRUCCIÓN.
- VIDA ÚTIL LIMITADA, DEBIDO A QUE LOS POBOS DEL ACUÍFERO Y DE LA GRAVA DE ENVOLTURA SE OBSTRUYEN CON EL TIEMPO, SIENDO LA LIMPIEZA SUMAMENTE DIFÍCIL Y EN ALGUNOS CASOS PRÁCTICAMENTE IMPOSIBLE.
- EN CASOS DE GALERÍAS INSTALADAS POR DEBAJO DEL LECHO DEL RÍO, A LOS PROBLEMAS ANTES MENCIONADOS, SE UNE LA DIFICULTAD DE PROTE--
GER LA GRAVA DE ENVOLTURA CONTRA EL ARRASTRE. POR CONSIGUIENTE, ES TA SOLUCIÓN DEBE EMPLEARSE ÚNICAMENTE, CUANDO LOS OTROS MÉTODOS DE CAPTACIÓN NO OFRECEN RESULTADOS SATISFACTORIOS. EN TODO CASO, LAS VELOCIDADES DE CORRIENTE DEBEN SER BAJAS.

B) POZOS EXCAVADOS.

SI BIEN PARA GASTOS PEQUEÑOS RESULTAN MÁ S ECONÓMICOS QUE LA LONGITUD EQUIVALENTE DE GALERÍA, TAMBIÉN REPRESENTAN UNA SOLUCIÓN RELATIVAMENTE COSTOSA. ES ESPECIALMENTE VÁLIDO ÉSTO, EN AQUELLOS CASOS, EN LOS CUALES SE ENCUENTRAN CANTOS RODADOS DE CIERTA MAGNITUD, LLEGANDO HASTA EL EXTREMO DE TENER QUE ABANDONAR LA EXCAVACIÓN POR CAUSA DE LOS MISMOS. SIN EMBARGO, CUANDO LA MANO DE OBRA ES BARATA Y LAS PROFUNDIDADES NO SON EXCESIVAS, LOS POZOS EXCAVADOS REPRESENTAN UNA SOLUCIÓN ADECUADA.

EL INCONVENIENTE DE LOS POZOS EXCAVADOS ADICIONAL A SU COSTO RELATIVAMENTE ALTO, ES QUE CUANDO POR CUALQUIER CAUSA SU PRODUCCIÓN DISMINUYE, NO SE PRESTAN PARA LIMPIEZA Y DESARROLLO.

EXISTE SIN EMBARGO UN MÉTODO SENCILLO, PARA AUMENTAR LA PRODUCCIÓN DE LAS GALERÍAS Y POZOS EXCAVADOS, QUE CONSISTE EN INTRODUCIR AL ACUÍFERO, COLECTORES HORIZONTALES, PARTIENDO DE LOS POZOS DE VISITA Y TANQUE DE RECOLECCIÓN DE LA GALERÍA, O DESDE LOS POZOS EXCAVADOS.

LA INTRODUCCIÓN DE ESOS COLECTORES PUEDE HACERSE SIN NECESIDAD DE EXCAVACIÓN, POR MEDIO DE UN GATO HIDRÁULICO, FORZANDO SECCIONES SUCESIVAS DE TUBOS CORTOS RANURADOS O PERFORADOS, O BIEN PRECEDI--

DOS POR CÓLADORES, EN FORMA SIMULTÁNEA EN SENTIDOS OPUESTOS. (FIGURA V.14).

UNA VEZ INTRODUCIDA LA LONGITUD NECESARIA DE TUBOS, EL ACUÍFERO ALREDEDOR DE LOS MISMOS, PUEDE "DESARROLLARSE" AL IGUAL QUE UN POZO PROFUNDO.

EL MÉTODO DE COLECTORES HORIZONTALES DE DIÁMETRO REDUCIDO, PROVISTOS DE COLADORES, SUGIERE UN SUSTITUTO SENCILLO Y ECONÓMICO PARA LAS GALERÍAS INSTALADAS POR DEBAJO DEL LECHO DE UN RÍO, SIEMPRE Y CUANDO LA CALIDAD BACTERIOLÓGICA DE LAS AGUAS ES TAL, QUE NO REQUIERE UNA FILTRACIÓN EFECTIVA. LA FIGURA V.15 MUESTRA ESQUEMÁTICAMENTE DICHO DISPOSITIVO.

C) POZO PERFORADO POR EL MÉTODO DE CHORRO.

EL MÉTODO DE PERFORACIÓN CON CHORRO, NORMALMENTE NO PUEDE COMPETIR CON LOS EQUIPOS CONVENCIONALES EN CASO DE TERRENOS Duros, O PROFUNDIDADES Y DIÁMETROS GRANDES. SIN EMBARGO OFRECE UNA ALTERNATIVA EXCELENTE PARA SUSTITUIR POZOS EXCAVADOS Y GALERÍAS DE INFILTRACIÓN, PARA LOS CUALES LAS PROFUNDIDADES NO PASAN DE 5 A 10M.

UNA DE SUS GRANDES VENTAJAS ES QUE PUEDE PERFORARSE UN GRUPO DE VARIOS POZOS SIN PROBLEMA, DEBIDO AL BAJO COSTO DE LOS MISMOS. ÉSTO ES DE UTILIDAD CUANDO EL GASTO ES DE CIERTA CONSIDERACIÓN.

ADÉMÁS, LA CONSTRUCCIÓN DE UN GRUPO DE POZOS ES INDISPENSABLE CUANDO POR DEBAJO DE UNA CAPA DELGADA DE AGUA DE BUENA CALIDAD, EL ACUÍFERO CONTIENE AGUAS ALTAMENTE MINERALIZADAS O SALOBRES. LA DEPRESIÓN DEL NIVEL FREÁTICO O SUPERFICIE PIEZOMÉTRICA CAUSADA POR UN GASTO ELEVADO DE BOMBEO EN UN POZO ÚNICO, IMPOSIBILITARÍA LA CAPTACIÓN EXCLUSIVA DE LAS AGUAS QUE SE QUIEREN OBTENER. EN ESTOS CASOS, LA SOLUCIÓN IDEAL ES UN GRUPO DE POZOS UBICADOS A CORTAS DISTANCIAS ENTRE SÍ. EL GASTO REDUCIDO DE BOMBEO DE CADA UNO DE LOS POZOS, GARANTIZARÁ UNA DEPRESIÓN MÍNIMA. (FIGURA V.16).

OTRA VENTAJA, ES QUE LA MERMA EVENTUAL DE LA PRODUCCIÓN PUEDE CONTRARRESTARSE EN FORMA ECONÓMICA, MEDIANTE LA LIMPIEZA Y NUEVO DESARROLLO DE LOS POZOS; LA PERFORACIÓN DE POZOS ADICIONALES ES ECONÓMICA.

SI LOS POZOS PERFORADOS A CHORRO SE COMPARAN CON POZOS POCO PROFUNDOS, PERFORADOS POR MÉTODOS CONVENCIONALES, EL RESULTADO TAM---

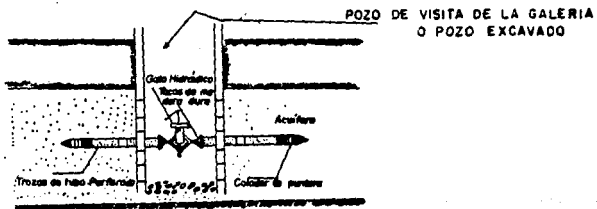


Fig. V-14

METODO PARA ALIMENTAR LA PRODUCCION DE POZOS
O GALERIAS FILTRANTES.

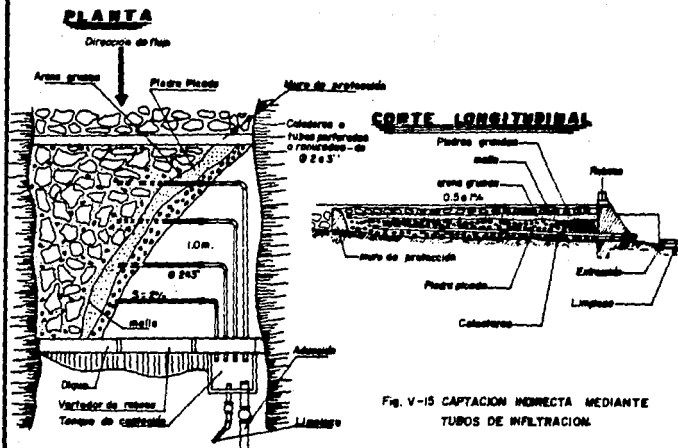
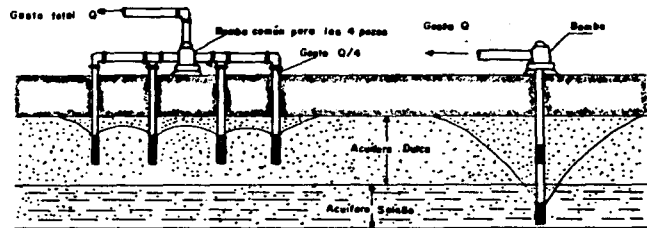


Fig. V-15 CAPTACION INDIRECTA MEDIANTE
TUBOS DE INFILTRACION.



a DEPRESION DE LA MESA DE AGUA DURANTE
 EL BOMBEO SIMULTANEO DE VARIOS POZOS
 DE PRODUCCION REDUCIDA ($q = Q/4$).

b DEPRESION DE LA MESA DE AGUA
 EN CASO DE UN POZO UNICO
 (PRODUCCION = Q).

Fig. V-16 Dibujo esquemático de dos tipos de abatimiento

BIÉN ES FAVORABLE PARA LOS PRIMEROS. LA SENCILLEZ Y MOVILIDAD DEL EQUIPO DE CHORRO, ASÍ COMO TAMBIÉN LA FACILIDAD DE ENTRENAMIENTO DEL PERSONAL QUE LO OPERA Y EL BAJO COSTO DE MANTENIMIENTO, SE REFLEJAN NOTABLEMENTE EN LOS COSTOS UNITARIOS, APRECIABLEMENTE BAJOS EN COMPARACIÓN CON LOS CORRESPONDIENTES PARA POZOS PERFORADOS BAJO IGUALDAD DE CONDICIONES.

CUANDO LA LÍNEA DE CONDUCCIÓN FUNCIONARÁ POR GRAVEDAD, LAS VENTAJAS DE LOS POZOS PERFORADOS A CHORRO PUEDEN CANCELARSE, DEBIDO AL AUMENTO DEL COSTO DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DE LA ESTACIÓN DE BOMBEO.

LA DESVENTAJA DEL MÉTODO RADICA EXCLUSIVAMENTE EN LAS LIMITACIONES DE SU CAMPO DE ACCIÓN. EN CASO DE TERRENOS Duros; SUBSUELOS -- CON CANTOS RODADOS; GRANDES PROFUNDIDADES Y DIÁMETROS CONSIDERABLES, LA SOLUCIÓN DE POZOS PERFORADOS A CHORRO QUEDA ELIMINADA.

V.2.7) EXTRACCIÓN DE LAS AGUAS SUPERFICIALES EMBALSADAS.

A) TOMAS EN AGUAS ESTANCADAS.

PARA OBTENER UN AGUA DE LAS MEJORES CARACTERÍSTICAS POSIBLES, LA TOMA DE AGUA EN UN LAGO DEBE EFECTUARSE LEJOS DE LOS BORDES Y A UNA PROFUNDIDAD MEDIA EN UNA ZONA QUE NO ESTÉ PERTURBADA POR LAS CORRIENTES. LAS DISPOSICIONES DE LA TOMA DE AGUA SON ANÁLOGAS A LAS UTILIZADAS EN LOS RÍOS.

B) TOMAS DE AGUA CON LA AYUDA DE PRESAS DE EMBALSE.

CUANDO SE TRATA DE UN CURSO DE AGUA QUE EN LA ÉPOCA DE ESTIAJE SUMINISTRA UN CAUDAL INSUFICIENTE, (ES MENOR QUE EL REQUERIDO PARA EL ABASTECIMIENTO) ES NECESARIO ESTABLECER YA SEA UNA PRESA DE EMBALSE O BIEN UN LAGO ARTIFICIAL, ALIMENTADO POR EL CURSO DE AGUA DURANTE LOS PERÍODOS DE LAS CRECIDAS. ESTE ALMACENAMIENTO, ES ÚTIL PARA REGULARIZAR EL CURSO SUPERFICIAL Y PARA ATENUAR EL EFECTO DE LAS EXTRACCIONES DE AGUA DURANTE EL PERÍODO DE ESTIAJE.

SIN EMBARGO, LA CONSTRUCCIÓN DE ESTE TIPO DE OBRAS, DADO SU PRECIO ELEVADO, SE EXAMINA ÚNICAMENTE PARA SATISFACER LAS NECESIDADES DE UNA CIUDAD BASTANTE IMPORTANTE.

LOS LAGOS ARTIFICIALES SE HAN DE PROVEER DE LO MISMO QUE LAS -- PRESAS, QUE DE UNA FORMA GENERAL ES: UNA TOMA DE AGUA, UNA BOCA DE LIMPIEZA, UN VERTEDOR PLUVIAL O DE DEMASÍAS. LA TOMA DE AGUA PUEDE

ASEGURARSE YA SEA POR UN TÚNEL UNIDO AL LAGO (CANAL DE DERIVACIÓN), O BIEN POR UNA TORRE DE TOMA (IGUAL A LA DE UN LAGO NATURAL). SE EVITARÁ EL AZOLVAMIENTO, DE LAS PENDIENTES MEDIANTE COMPUERTAS DE LIMPIA Y BESAGÜES, HACIENDO UNA SOLERA DE MAMPOSTERÍA EN EL SUELO.

SE PODRÁ COMPLETAR EL LAGO ARTIFICIAL CON UNA CUNETA DE CIRCUNVALACIÓN QUE DESCARGUE LAS AGUAS DE ESCURRIMIENTO INSUFICIENTEMENTE DECANTADAS.

V.3) CAPTACIÓN DE LAS AGUAS PROVENIENTES DE MANANTIALES.

LA CAPTACIÓN DE UN MANANTIAL DEBE SATISFACER LAS DOS CONDICIONES SIGUIENTES:

1.- EL AGUA DEBE SER TOMADA EN SU MISMA CAPA GEOLÓGICA, MÁS ALLÁ DE LOS ALUVIONES O ACARREOS NATURALES.

2.- LAS OBRAS DE CAPTACIÓN DEBEN ESTAR PROTEGIDAS CONTRA TODA CAUSA DE CONTAMINACIÓN EXTERIOR.

LOS TRABAJOS VARIAN SEGÚN LOS CASOS, Y EN GENERAL, NO ESTÁN SUJETOS A UNA REGLA. DEPENDEN DE LA NATURALEZA DEL SUELO Y SUBSUELO, DE LA POTENCIA DE LA CAPA ACUÍFERA, Y DE LAS CONDICIONES TOPOGRÁFICAS.

A) OBRAS DE CAPTACIÓN DIRECTA.

DESDE EL PUNTO DE VISTA SANITARIO, LAS OBRAS IDÓNEAS DE CAPTACIÓN, SON AQUELLAS QUE CONDUCEN A UN MÍNIMO LOS PELIGROS DE CONTAMINACIÓN DE LAS AGUAS. EN ESTA FORMA LOS DISPOSITIVOS DE CAPTACIÓN DIRECTA DE MANANTIALES, REPRESENTAN UNA SOLUCIÓN IDEAL, YA QUE CONSTRUÍDAS Y PROTEGIDAS DEBIDAMENTE, CONSERVAN LAS AGUAS EN SU ESTADO NATURAL.

LOS REQUISITOS INDISPENSABLES PARA ESA CLASE DE OBRAS SON:

1.- CONSERVACIÓN HASTA DONDE SEA POSIBLE, DE LAS CONDICIONES NATURALES DEL AFLORAMIENTO, EVITANDO EXCAVACIONES, MOVIMIENTO DE TIERRA O RELLENO QUE PUDIERAN AFECTAR EL FLUJO NATURAL Y ORIGINAL DEL AGUA.

2.- CONSERVACIÓN DE LA DESCARGA LIBRE A LA ATMÓSFERA, EVITANDO CARGAS HIDROSTÁTICAS SOBRE EL PUNTO DE AFLORAMIENTO.

3.- PROTECCIÓN SANITARIA MEDIANTE CANALES DE DESAGÜE, CERCAS Y CUNETAS.

4.- FUNCIONAMIENTO HIDRÁULICO CORRECTO Y CONSISTENCIA ESTRUCTURAL, TOMANDO EN CUENTA EL COSTO DE CONSTRUCCIÓN Y MANTENIMIENTO.

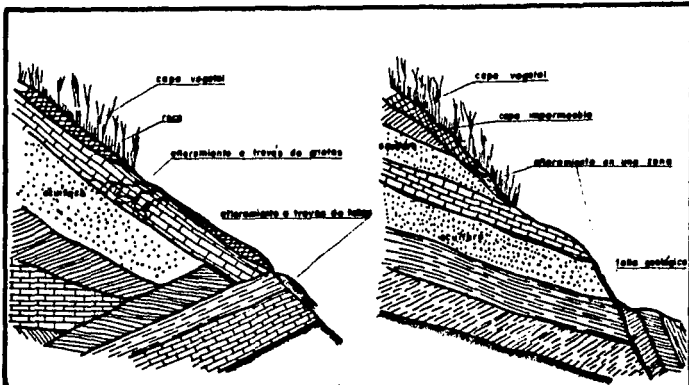
EL MÉTODO DE CAPTACIÓN DIRECTA PUEDE EMPLEARSE, YA SEA EN CASO DE AFLORAMIENTO VERTICAL O BIEN HORIZONTAL, SIEMPRE Y CUANDO EL NACIMIENTO ESTÉ CONFINADO A UNA ZONA REDUCIDA (VER FIGURA V.17 A Y C.)

POR LO GENERAL SE UTILIZAN LOS VARIANTES DE LA FIGURA V.18 EN CASO DE AFLORAMIENTOS HORIZONTALES, Y DE LA FIGURA V.19 EN CASO DE AFLORAMIENTOS VERTICALES.

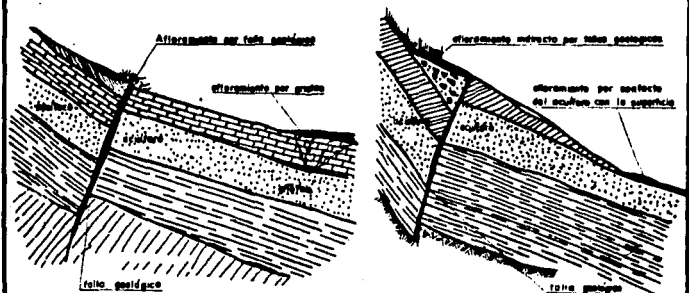
LA FIGURA V.18 MUESTRA EL AFLORAMIENTO HORIZONTAL DE UN MANANTIAL A TRAVÉS DEL CONTACTO DEL ACUÍFERO CON LA SUPERFICIE. LAS OBRAS DE CAPTACIÓN CONSISTEN EN UN TANQUE DE CONCRETO ARMADO, CUYA PARED HACIA EL AFLORAMIENTO ESTÁ PROVISTA DE ORIFICIOS. LOS ACCESORIOS MÍNIMOS DE ÉSTE SON: EL POZO DE VISITA; ESCALERA DE ACCESO -- (DE SER NECESARIA); TUBO DE VENTILACIÓN Y LIMPIEZA; TUBO DE EXTRACCIÓN PARA LA OBRA DE CONDUCCIÓN; Y REBOSE, UBICADO A UNA ALTURA -- TAL QUE SE EVITE UNA CARGA HIDROSTÁTICA POSITIVA SOBRE EL CONTACTO ORIGINAL DEL ACUÍFERO CON LA SUPERFICIE. TODA LA OBRA SE RODEA DE CUNETAS Y CONTRACUNETAS PARA EVITAR LA INFILTRACIÓN DIRECTA DEL AGUA SUPERFICIAL EN ÉPOCAS DE LLUVIA.

LA CONSTRUCCIÓN DE ESTE TIPO DE OBRAS PUEDE HACERSE REDUCIENDO AL MÍNIMO LA PERTURBACIÓN DE LAS CONDICIONES NATURALES DE AFLORAMIENTO: EL FLUJO PROVENIENTE DEL MANANTIAL SE DESVÍA Y SE HACEN -- LAS EXCAVACIONES NECESARIAS A CORTA DISTANCIA DEL NACIMIENTO. SE -- CONSTRUYE EL TANQUE CON TODOS SUS ACCESORIOS Y SE LLENA EL ESPACIO COMPRENDIDO ENTRE EL MISMO Y EL AFLORAMIENTO CON PIEDRA GRADUADA -- QUE SIRVA DE SOSTÉN AL ACUÍFERO. A VECES CONVIENE PROVEER AL TANQUE DE ALAS INCLINADAS QUE IMPIDEN EL ESCURRIMIENTO ALREDEDOR DEL -- MISMO. LA PARTE SUPERIOR DE LA CAPA DE PIEDRA GRADUADA, SE PROTEGE CON MATERIAL IMPERMEABLE, QUE IMPIDE LA INFILTRACIÓN DE AGUAS SUPERFICIALES.

EN CASO DE AFLORAMIENTOS HORIZONTALES A TRAVÉS DE GRIETAS O FALLAS, LAS OBRAS DE CAPTACIÓN SON SIMILARES, PERO EL TANQUE PUEDE UBICARSE MÁS CERCA O DIRECTAMENTE AL LADO DEL NACIMIENTO. EN ESTOS



a) Afloramientos horizontales de manantiales en uno o en varios puntos definidos. b) Afloramientos horizontales o semi-inclinados de manantiales en una zona extensa.



c) Afloramientos verticales de manantiales en puntos definidos. d) Afloramientos verticales en una zona extensa.

Fig.V-17 Dibujos esquemáticos de los diferentes tipos de afloramientos

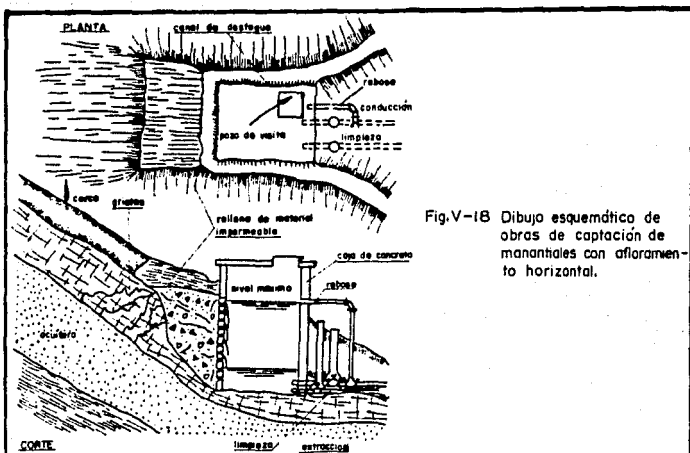
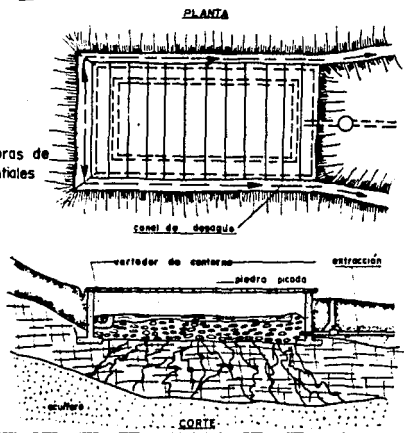


Fig.V-18 Dibujo esquemático de obras de captación de manantiales con afloramiento horizontal.

Fig.V-19 Dibujo esquemático de obras de captación directa de manantiales con afloramiento vertical.



CASOS LAS EVENTUALES CARGAS HIDROSTÁTICAS POSITIVAS SOBRE EL AFLORAMIENTO TIENEN MAYOR IMPORTANCIA, YA QUE LA FUERZA RESULTANTE SOBRE LAS PAREDES CON GRIETAS DE GRAN EXTENSIÓN, PUEDEN PROVOCAR OTRAS RAJADURAS, A TRAVÉS DE LAS CUALES SE PRODUCEN FLUJOS QUE PUEDE DEN O HASTA HACEN DESAPARECER LA PRODUCCIÓN ORIGINAL DEL MANANTIAL.

EN CASO DE CAPTACIÓN DIRECTA DE MANANTIALES CON AFLORAMIENTO VERTICAL, ES MÁS DIFÍCIL EVITAR LA CARGA HIDRÁULICA POSITIVA SOBRE LA ZONA DE AFLORAMIENTO, CUANDO EL TERRENO ES BLANDO O SEMI DURO, - NORMALMENTE SE EMPLEA UNA ESTRUCTURA SIMILAR A LA INDICADA EN LA FIGURA V.19: SE EXCAVA HASTA UNA PROFUNDIDAD EQUIVALENTE A LA CARGA POSITIVA QUE CAUSARÁ LA ESTRUCTURA. SE CONSTRUYE LUEGO UN TANQUE DE DIMENSIONES ADECUADAS, PROVISTO DE VERTEDOR EN TODO EL CONTOURNO. SE COLOCAN CAPAS SUCESIVAS DE PIEDRA GRADUADA DE FINO A GRUESO, DESDE ABAJO HACIA ARRIBA. EL VERTEDOR SE CONECTA DIRECTAMENTE A LA TUBERÍA DE EXTRACCIÓN, SI LA CONDUCCIÓN ES POR GRAVEDAD, O A UN TANQUE SI LA EXTRACCIÓN ES POR BOMBEO.

CUANDO EL AFLORAMIENTO VERTICAL DEL MANANTIAL OCURRE EN TERRENOS PLANOS, DUROS O EN ROCA, NORMALMENTE NO SE PUEDE EMPLEAR OBRAS UBICADAS DIRECTAMENTE SOBRE LA ZONA DE AFLORAMIENTO, A MENOS QUE SE ESTÉ SEGURO QUE EL AUMENTO DE LA CARGA HIDROSTÁTICA QUE REPRESENTA EL REPRESAMIENTO DE LAS AGUAS, NO AFECTARÁ LA PRODUCCIÓN DEL MANANTIAL.

B) CAPTACIÓN INDIRECTA DE MANANTIALES.

HAY CIERTAS CIRCUNSTANCIAS QUE IMPIEDEN EN ALGUNAS OCASIONES LA CAPTACIÓN DIRECTA DE LAS AGUAS. UNA DE ELLAS SE PRESENTA CUANDO EL AFLORAMIENTO OCURRE EN UNA ZONA MÁS O MENOS EXTENSA QUE OBLIGA A ALEJAR LAS OBRAS DE CAPTACIÓN, A FIN DE REUNIR EL MAYOR GASTO POSIBLE. ÉSTE ES EL CASO, DE LOS MANANTIALES LLAMADOS DE DESBORDAMIENTO.

IGUAL COSA SUCEDE EN EL CASO EN QUE LA SATURACIÓN DEL TERRENO AL YACENTE AL NACIMIENTO, O LA CALIDAD DEL SUBSUELO NO PERMITE CONSTRUIR UNA ESTRUCTURA ESTABLE. TAMBIÉN PUEDE PRESENTARSE EL CASO QUE, DEBIDO A LAS CONDICIONES TOPOGRÁFICAS DEL TERRENO, HAY QUE BUS

CAR SITIOS MÁS BAJOS QUE EL PUNTO DE AFLORAMIENTO, A FIN DE EVITAR UNA CARGA HIDROSTÁTICA POSITIVA SOBRE EL MISMO, YA QUE DICHA CARGA PODRÍA, BAJO CIERTAS CONDICIONES, HACER DEAPARECER EL MANANTIAL.

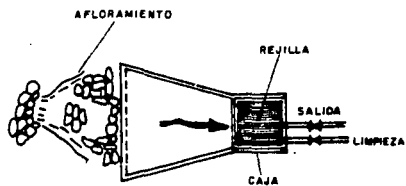
EN CASO DE QUE LAS AGUAS CONTENGAN CIERTOS GASES, TALES COMO: - EL CO_2 Y H_2S , CONVIENE APROVECHAR LA AERACIÓN NATURAL A QUE ESTÁN SOMETIDOS LOS CURSOS SUPERFICIALES, DEJANDO CORRER DICHAS AGUAS SOBRE LA SUPERFICIE POR CIERTA DISTANCIA. EL MISMO RAZONAMIENTO ES APLICABLE CUANDO LAS AGUAS TIENEN TEMPERATURAS MAYORES QUE LAS NORMALMENTE CAPTADAS PARA EL CONSUMO HUMANO.

LAS OBRAS DE CAPTACIÓN, EN ESTOS CASOS, TIENEN TODAS LAS CARACTERÍSTICAS DE LAS DISCUTIDAS EN LOS PUNTOS ANTERIORES PARA CURSOS SUPERFICIALES (INCLUYENDO LOS MÉTODOS INDIRECTOS). HAY CIRCUNSTANCIAS SIN EMBARGO, BAJO LAS CUALES CONVIENE DISEÑAR OBRAS DE CAPTACIÓN ESPECIALES QUE DIFIEREN NOTABLEMENTE DEL FUNCIONAMIENTO DE DIQUES-TOMA PROVISTOS DE UNO U OTRO TIPO DE DISPOSITIVOS DE CAPTACIÓN. OCURRE ESO PRINCIPALMENTE CUANDO EL AFLORAMIENTO DEL MANANTIAL SE PRODUCE EN FORMA DE "HILOS DE AGUA" A LO LARGO DE UNA ZONA MÁS O MENOS EXTENSA, PERDIÉNDOSE EL AGUA POSTERIORMENTE MEDIANTE INFILTRACIONES EN LA CAPA VEGETAL, ANTES DE QUE PUEDA FORMARSE UN CURSO SUPERFICIAL DEFINIDO. EN ESTOS CASOS, CONVIENE UTILIZAR ESTRUCTURAS QUE REQUIEREN UN MÍNIMO DE EXCAVACIÓN PARA SU INSTALACIÓN Y QUE QUEDEN ESTABLES AÚN SOBRE TERRENOS SEMISATURADOS. UNA SOLUCIÓN CONVENIENTE SE MUESTRA EN LA FIGURA V.20. SE CONSTRUYE UN TANQUE DE DIMENSIONES REDUCIDAS, PROVISTO DE UNA REJILLA INCLINADA, EN LA ZONA EN LA CUAL LA MAYOR PARTE DE LOS "HILOS DE AGUA" HAN AFLORADO. LUEGO SE CONSTRUYE UNA PLACA INCLINADA DE CONCRETO, QUE CONDUCE LAS AGUAS HACIA EL TANQUE. LA INCLINACIÓN DE LA REJILLA PRODUCE EFECTOS DE "AUTO-LIMPIEZA" QUE YA HAN SIDO DESCRITOS.

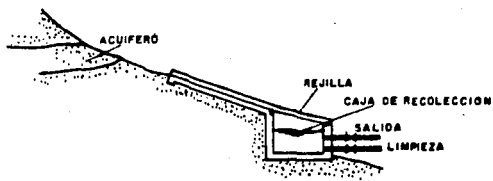
EN CUANTO A LOS AFOROS DE MANANTIALES, PARA PODERLOS USAR COMO FUENTE DE ABASTECIMIENTO, SE NECESITA CONOCER TANTO EL GASTO MEDIO ANUAL COMO SUS VARIACIONES ESTACIONALES. MIENTRAS MÁS CONSTANTE SEA SU FLUJO, MEJOR SERÁ SU APROVECHAMIENTO.

V.4) EXTRACCIÓN DE LAS AGUAS SUBTERRÁNEAS.

LA CAPTACIÓN DE LAS CAPAS ACUÍFERAS SUBTERRÁNEAS, PUEDE HACER-



PLANTA



CORTE

Fig. V-20 Estructuras para captación de aguas provenientes de manantiales en una zona extensa.

SE POR MEDIO DE GALERÍAS FILTRANTES O DRENANTES O BIEN CON LA AYUDA DE POZOS.

LA ELECCIÓN ENTRE LOS DOS SISTEMAS DEPENDE DE LOS CASOS ESPECÍFICOS QUE PUEDAN PRESENTARSE. EN LOS TERRENOS FISURADOS LA GALERÍA ES LO MÁS INDICADO, PUES PERMITE INTERCEPTAR UN GRAN NÚMERO DE FISURAS Y POR CONSIGUIENTE CORRIENTES LÍQUIDAS. EL POZO, POR EL CONTRARIO, CORRE EL PELIGRO DE PENETRAR EN UNA ZONA DE ROCA COMPACTA DE MANERA QUE SU CAUDAL SEA INSUFICIENTE. SIN EMBARGO, SE OBTIENEN BUENOS RESULTADOS, COMO YA SE EXPLICÓ, HACIENDO PARTIR DEL FONDO DEL POZO, GALERÍAS QUE TRAEN UN GASTO QUE EL POZO POR SÍ MISMO NO PODRÍA RECOGER. ÉSTAS GALERÍAS, A SU VEZ, PUEDEN COMPLETARSE EN SUS EXTREMOS MEDIANTE GALERÍAS DE CRUCE DISPUESTAS AGUAS ARRIBA DEL POZO.

EN LOS TERRENOS PERMEABLES, EN DONDE LA CAPA ACUÍFERA ES CONTINUA, SE PUEDE PROCEDER YA SEA POR POZOS O BIEN POR GALERÍAS. VARIOS POZOS SITUADOS A CIERTA DISTANCIA PERMITEN RECOGER EL GASTO DE LA CAPA ACUÍFERA DE IGUAL MANERA QUE SI SE UTILIZA UNA GALERÍA. ÉSTA ÚLTIMA NO ES CONVENIENTE A NO SER QUE PERMITA RECOGER LAS AGUAS -- POR GRAVEDAD EVITANDO EL EMPLEO DE BOMBAS.

GALERÍAS DRENANTES. - ÉSTAS GALERÍAS SE CONSTRUYEN AL IGUAL QUE LOS TÚNELES SITUADOS A GRAN PROFUNDIDAD.

LAS GALERÍAS (FIGURA V.21) SON OBRAS DE MAMPOSTERÍA O DE CONCRETO. LLEVAN UNA BÓVEDA; MUY RARA VEZ SE UTILIZA LA COBERTURA MEDIANTE LOSAS. SI EL GASTO ES MUY IMPORTANTE DEBEN PERMITIR EL PASO DE UN HOMBRE. LAS OBRAS ESTÁN PROTEGIDAS DEL LADO EXTERIOR CON UNA CAPA DE ARCILLA, CON CAPAS DE CONCRETO Y ARENA INTERCALADAS. INTERIORMENTE SU PROTECCIÓN SE REALIZA POR MEDIO DE UNA LECHADA DE CEMENTO O UNA LECHADA DE ESMALTE A BASE DE BREA.

EN LUGAR DE "DRENAR" LA CAPA ACUÍFERA SUBTERRÁNEA SE PUEDE ALCANZAR DIRECTAMENTE POR POZOS.

V.4.1) POZOS SOMEROS.

A) NORIAS (O POZOS ORDINARIOS DE DIÁMETRO PEQUEÑO).

LAS NORIAS COMO POZOS SOMEROS, SON DISPOSITIVOS QUE PERMITEN LA EXTRACCIÓN DEL AGUA FREÁTICA Y/O SUBALVEA.

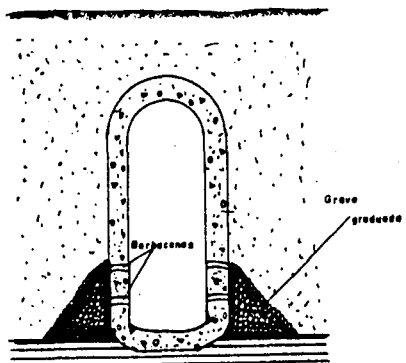


Fig. V-21 GALERIA

SU DIÁMETRO DEBE SER SUFICIENTE PARA PERMITIR EL TRABAJO DE UN HOMBRE (DEL ÓRDEN DE 1,50M.). ESTE POZO DE SECCIÓN CIRCULAR O RECTANGULAR PUEDE EJECUTARSE POR REGLA GENERAL, SIN NINGUNA DIFICULTAD A PROFUNDIDADES DE 4 HASTA 10 M.; Y SE EXCAVA CORRIENTEMENTE A MANO.

EL APUNTALAMIENTO DE LOS POZOS SIEMPRE ES NECESARIO. DEBE REFORZARSE AL ATRAVESAR CAPAS DE PEQUEÑA CONSISTENCIA.

ES CONVENIENTE CONSTRUIR LOS POZOS DURANTE LAS ESTACIONES EN QUE EL NIVEL DE LA CAPA FREÁTICA ES MÍNIMO.

LOS TRABAJOS DE EXCAVACIÓN SE COMPLEMENTAN CON UN REVESTIMIENTO DE MAMPOSTERÍA. ÉSTA PUEDE SER COLOCADA DIRECTAMENTE SOBRE EL FONDO, EN EL CASO DE UN SUELO DE PEQUEÑA CONSISTENCIA, SE APOYA SOBRE UN ELEMENTO DE MADERA O DE METAL LLAMADO CORONA. AL ATRAVESAR LA CAPA FREÁTICA, LA MAMPOSTERÍA DEBE LLEVAR ORIFICIOS QUE PERMITAN EL PASO DE LAS CORRIENTES LÍQUIDAS.

POR ENCIMA, LA NORIA DEBE ESTAR CUBIERTA PARA EVITAR LA ENTRADA DE POLVO Y CUERPOS EXTRAÑOS QUE LA PUEDAN CONTAMINAR. Y PROTEGIDA CONTRA LAS INFILTRACIONES SUPERFICIALES, LO CUAL SE LOGRA, IMPERMEABILIZANDO SUS PAREDES HASTA UNA PROFUNDIDAD MÍNIMA DE 3M. ESTO ÚLTIMO ES DEBIDO A QUE EXPERIMENTALMENTE, SE HA OBSERVADO QUE A PROFUNDIDADES MAYORES QUE ESA, YA NO EXISTEN BACTERIAS NI EN EL TERRENO NI EN EL AGUA EXTRAÍDA DE ESAS CAPAS. (FIGURA V.22).

CON EL OBJETO DE QUE LA FUENTE DE ABASTECIMIENTO ESTÉ PROTEGIDA CONTRA TODA CONTAMINACIÓN, SE DEBEN VIGILAR, PRINCIPALMENTE TRES ASPECTOS:

1.- QUE DE SER POSIBLE, LAS NORIAS, SE HALLEN A 30M. DISTANTES DE CUALQUIER FOCO DE CONTAMINACIÓN.

2.- LOCALIZARLAS EN LAS PARTES ALTAS DEL TERRENO PARA QUE LOS ESCURRIMIENTOS SUPERFICIALES PASEN POR ELLAS ANTES DE ARRASTRAR MAYORES IMPUREZAS.

3.- EXCAVARLAS EN TERRENOS NO ROCOSOS, PARA ASEGURAR MAYOR EFICIENCIA EN LA FILTRACIÓN NATURAL DEL TERRENO.

POR OTRA PARTE, PARA EVITAR EL APUNTALAMIENTO DE LA EXCAVACIÓN SE PUEDE UTILIZAR EL PROCEDIMIENTO "MERCADO DEL POZO" QUE ES MÁS-

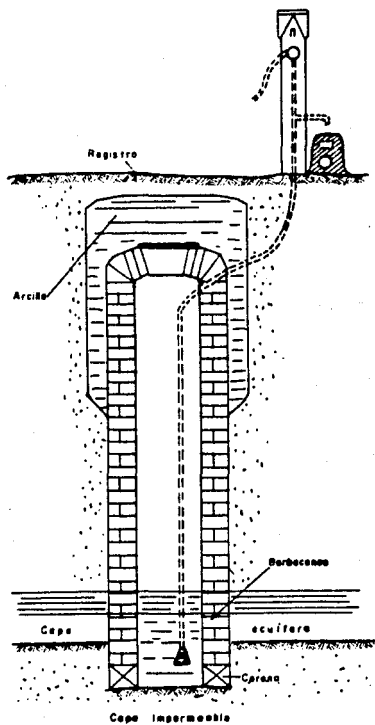


Fig. V-22 NORIA

RÁPIDO Y MÁS ECONÓMICO. CONSISTE EN DEPOSITAR SOBRE EL SUELO UNA CORONA METÁLICA PROVISTA EN SU PERÍMETRO DE UNA HOJA VERTICAL DE METAL; SOBRE ESTE CONJUNTO LLAMADO "HAZ CORTANTE" SE CONSTRUYE EL REVESTIMIENTO DE ANILLOS METÁLICOS, MAMPOSTERÍA O CONCRETO. LA TIGRRA SE EXCAVA DESDE EL INTERIOR DEL CILINDRO SACANDO PROGRESIVAMENTE LA QUE QUEDA BAJO EL ELEMENTO CORTANTE. BAJO EL EFECTO DE SU PROPIO PESO Y DE LA SOBRECARGA PRODUCIDA POR EL REVESTIMIENTO, EL ANILLO DESCENDE A MEDIDA QUE SE REALIZA LA EXCAVACIÓN. EL REVESTIMIENTO SE COLOCA DESDE EL NIVEL DEL SUELO.

DADO EL CASO, SE AUMENTA LA RAPIDEZ DE LA EXCAVACIÓN SOBRECARGANDO LA CORONA.

PARA OBTENER AGUA DE LA MEJOR CALIDAD POSIBLE, ES NECESARIO CERRAR LA BOCA DEL POZO Y EXTRAER EL AGUA POR BOMBEO.

HACIENDO REFERENCIA A LA CANTIDAD DE AGUA POR APROVECHAR, CUANDO EL GASTO ESPECÍFICO DE LA CAPA ACUÍFERA ES RELATIVAMENTE PEQUEÑO, PUEDE SER ATRACTIVO CONSTRUIR UN POZO DE GRAN DIÁMETRO PARA MANTENER UNA RESERVA DE AGUA APRECIABLE QUE FACILITARÁ EL BOMBEO.

ESTAS OBRAS SON DE CONSTRUCCIÓN DELICADA Y SU ESTABILIDAD DEBE ESTUDIARSE CON MUCHO CUIDADO.

B) POZOS HINCADOS. (TAMBIÉN DENOMINADOS POZOS INSTANTANEOS).

CUANDO SE PRETENDE EXPLOTAR EL AGUA FREÁTICA EN TERRENOS ARENOSOS, SE PUEDE HACER USO DE LOS POZOS HINCADOS. SON POZOS SOMEROS - EJECUTADOS HINCANDO EN EL SUELO UN TUBO DE HIERRO (GENERALMENTE DE 5 A 6 CM. DE DIÁMETRO) AGUJEREADO EN SU PARTE INFERIOR.

SE FACILITA EL HINCADO DEL TUBO TERMINÁNDOLO CON UN TOPE EN PUNTA (FIGURA V.23). LA HINCA SE HACE POR PERCUSIÓN: POR MEDIO DE UN MARTINETE QUE CORRE ALREDEDOR DEL TUBO CHOCANDO CONTRA UN MANGUILLLO ENROSCADO EN LA CABEZA DEL MISMO. EL CHOQUE DEL MARTILLO SOBRE EL MANGUILLLO PROVOCA EL HINCADO.

EL TUBO, A PROFUNDIDADES MAYORES DE 8M, ES MUY DIFÍCIL DE HINCAR. PASADA ESTA PROFUNDIDAD LOS FROTAMIENTOS SON MUY IMPORTANTES Y EL CHOQUE DEL MARTILLO NO PRODUCE NINGÚN EFECTO. SE PUEDE FACILITAR EL DESCENSO DEL TUBO INYECTANDO AGUA QUE DISGREGE EL SUELO. PARA LOS TERRENOS DUROS SE HA DE RECURRIR AL USO DE TREPANDS, DE -

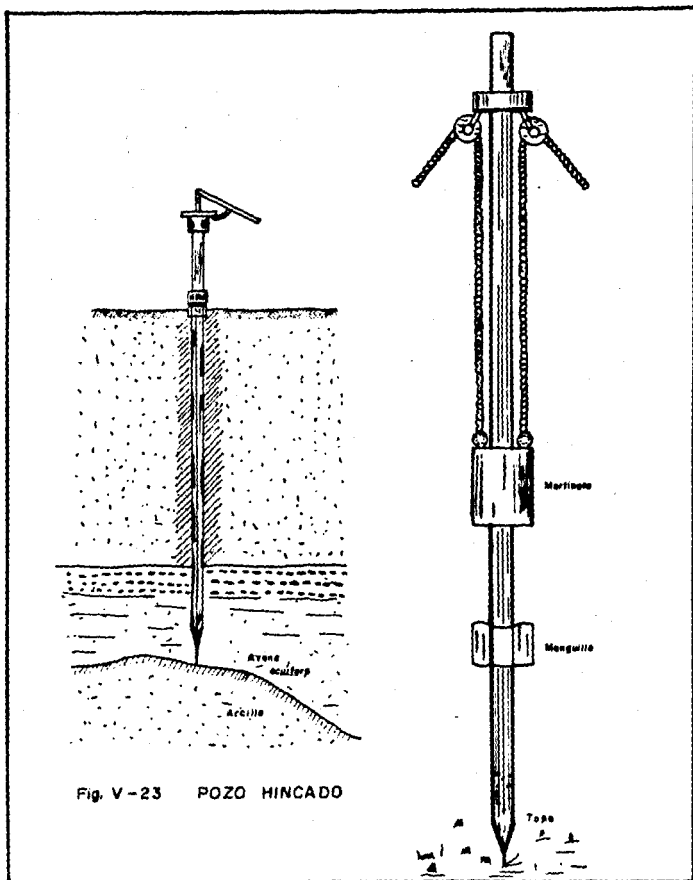


Fig. V-23 POZO HINCADO

LOS CUALES EXISTEN NUMEROSOS TIPOS.

DE LO EXPUESTO ANTERIORMENTE, SE PUEDE VER QUE GENERALMENTE SÓLO PUEDEN USARSE EN TERRENOS RELATIVAMENTE BLANDOS O SUAVES Y CUANDO LOS MANTOS ACUÍFEROS SON TAMBIÉN RELATIVAMENTE SOMEROS.

POR OTRA PARTE, DENTRO DE SUS CARACTERÍSTICAS POSITIVAS, PODEMOS MENCIONAR QUE, PRESENTAN MAYOR SEGURIDAD QUE LAS NORIAS EN CUANTO A LA CALIDAD DEL AGUA OBTENIDA.

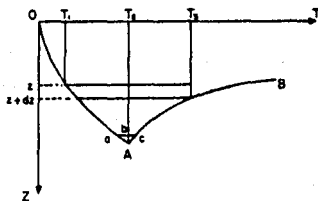
ADEMÁS, CUANDO CON UN SÓLO POZO DE ESTE TIPO NO SEA SUFICIENTE SATISFACER LAS NECESIDADES DE AGUA, SE PUEDEN INTERCONECTAR DOS O MÁS PARA INCREMENTAR EL GASTO EXTRAÍDO.

V. 4. 2) POZOS PROFUNDOS.

PARA EL ESTUDIO DE LOS POZOS PROFUNDOS, LAS INVESTIGACIONES GEOLÓGICAS SON A MENUDO INSUFICIENTES. ES ENTONCES INDISPENSABLE EJECUTAR PERFORACIONES QUE PERMITAN DETERMINAR EL EMPLAZAMIENTO FAVORABLE. EL CONOCIMIENTO TOPOGRÁFICO DEL TERRENO PERMITIRÁ, SIN EMBARGO, ELIMINAR AUTOMÁTICAMENTE LAS CAPAS ACUÍFERAS CUYA AGUA NO SEA POTABLE. ASÍ, EN UNA CAPA ACUÍFERA ALIMENTADA POR TERRENOS DE ALUVIONES, EL ESTRATO SUPERIOR DEBERÁ SER IMPERMEABLE; EN UNA CAPA ACUÍFERA ALIMENTADA POR AGUA DE LLUVIA, EL ESTRATO SUPERIOR DEBERÁ SER PERMEABLE. LA GEOFÍSICA PERMITE, A SU VEZ, REDUCIR EL NÚMERO DE ENSAYOS HACIENDO DESCUBRIR LOS ACCIDENTES DEL TERRENO (FALLAS, ETC.) QUE LA GEOLOGÍA NO HA INDICADO.

V. 4. 2. 1) ENSAYOS DE GASTO.

LOS ENSAYOS DEL GASTO DEBEN HACERSE MINUCIOSAMENTE. SI LA CAPA ACUÍFERA ES ARTESIANA NO HAY NINGUNA DIFICULTAD; PERO SI LA CAPA NO AFLORA SE DISPONE DE UNA BOMBA DE GASTO IGUAL AL SOLICITADO Y SE LE HACE FUNCIONAR VARIAS HORAS POR DÍA. SI EL NIVEL NO BAJA, EL CAUDAL DE LA CAPA ACUÍFERA ES SUFICIENTE. EN CASO DE QUE EL NIVEL BAJE, SE SUGIERE UTILIZAR EL MÉTODO PORCHET, QUE CONSISTE EN REALIZAR LAS CURVAS LIMNIGRÁFICAS DE DESCENSO Y ASCENSO DEL AGUA; SON LAS CURVAS OA Y AB INDICADAS EN LA FIGURA SIGUIENTE:



UN APARATO REGISTRADOR TRAZA ESTAS DOS CURVAS. OA CORRESPONDE - AL DESCENSO DEL NIVEL DE AGUA EN EL POZO BAJO EL EFECTO DE UN BOMBEO DE GASTO CONSTANTE Q. EN EL INSTANTE T_2 SE DETIENE EL BOMBEO Y EL NIVEL DEL AGUA SUBE, LO QUE DA LA CURVA AB.

ENTRE LAS COTAS Z Y $Z + dz$ CORRESPONDIENTES A LOS INSTANTES T_1 Y $T_1 + dt_1$, EL VOLUMEN DE AGUA DEL POZO HA DISMINUIDO EN Sdz Y SE TIENE:

$$Sdz = Qdt_1 - QDT_1 \dots (1)$$

SIENDO S LA SECCIÓN HORIZONTAL DEL POZO Y Q SU CAUDAL DE ALIMENTACIÓN POR LA CAPA ACUÍFERA.

PARA QUE DURANTE LA SUBIDA DEL AGUA EL NIVEL DEL POZO PASE DE LA COTA $Z + dz$ A LA COTA Z, ES NECESARIO UN TIEMPO DT_3 TAL QUE:

$$Sdz = QDT_3 \dots (2)$$

SUSTITUYENDO LA ECUACIÓN (2) EN LA ECUACIÓN (1) SE TIENE QUE:

$$QDT_3 = QDT_1 - QDT_1$$

DESPEJANDO Q SE OBTIENE:

$$Q = \frac{QDT_1}{DT_1 + DT_3}$$

PRÁCTICAMENTE, EN LA PROXIMIDAD DE A, AA Y AC SON RECTILÍNEAS, TENIÉNDOSE ENTONCES:

$$Q = q \frac{AB}{AC}$$

SE MIDE SOBRE EL GRÁFICO AB Y AC Y CONOCIENDO Q SE OBTIENE Q. - LA APROXIMACIÓN PUEDE SER DEL 10%. LA MEDIDA DEL GASTO DE UN POZO SE EFECTÚA POR EL MÉTODO LLAMADO DE EQUILIBRIO DE DUPUIT Y EL MÉTO DO DE NO EQUILIBRIO DE THEIS.

V.4.2.2) PERFORACIÓN.

A) MÉTODO DE PERFORACIÓN.- EXISTEN DIVERSOS MÉTODOS O SISTEMAS UTILIZADOS EN LA PERFORACIÓN DE POZOS PARA LA EXTRACCIÓN DE AGUA - SUBTERRÁNEA. EL DE PERCUSIÓN, TAMBIÉN LLAMADO DE CABLE O PULSETA. EL ROTATORIO, DE TIPO CONVENCIONAL O DE CIRCULACIÓN DIRECTA. EL RO TATORIO, CON EL SISTEMA DE CIRCULACIÓN INVERSA. EL NEUMÁTICO. (CON AIRE).

B) EQUIPO DE PERFORACIÓN.

- EQUIPO DE PERFORACIÓN POR PERCUSIÓN.- CONSTA ESENCIALMENTE DE UN MÁSTIL O TORRE TELESCÓPICA, COMPUESTA DE DOS PARTES IZABLES QUE DESCANSAN SOBRE LA MÁQUINA AL SER TRANSPORTADA; DOBLE LINEA DE ELE VACIÓN, UNA PARA LA OPERACIÓN DE LAS HERRAMIENTAS DE PERFORACIÓN O PESCA Y LA OTRA PARA CUCHAREO; UN SISTEMA DE BALANCIÓN CON BIELA -- PITMAN CON ACCIONAMIENTO DE CABLE Y UNA FUENTE DE PODER. LA MÁQUI NA SE OPERA A TRAVÉS DE CONTROLES LOCALIZADOS GENERALMENTE EN LA - PARTE POSTERIOR DERECHA DE LA UNIDAD Y PARA SU TRANSPORTE RÁPIDO - PUEDE MONTARSE SOBRE UNA ESTRUCTURA DE CAMIÓN O UN TRAILER.

- EQUIPO DE PERFORACIÓN TIPO ROTATORIO.- UNA MÁQUINA DE TIPO RO TATORIO PARA LA PERFORACIÓN DE POZOS PROFUNDOS CONSTA DE LAS SI--- GUIENTES PARTES, ASÍ COMO DE UN EQUIPO COMPLEMENTARIO.

TORRE O MÁSTIL DE PERFORACIÓN, UNA VESA ROTATORIA Y UNA PLATA-- FORMA DONDE SE INSTALAN MALACATES CON TAMBORES PARA TRABAJO Y CU-- CHAREO, UNA BOMBA DE LODOS Y UNA CAJA DE TRANSMISIÓN DE POTENCIA.

LA UNIDAD DEBERÁ TENER TOMAS DE FUERZA PARA TRANSMITIR LA POTEN CIA DEL O DE LOS MOTORES A LA BOMBA DE LODOS, A LOS TAMBORES, A LA VESA ROTATORIA Y AL SISTEMA DE ALIMENTACIÓN DE LA PRESIÓN DESCEN-- JENTE, PUDIENDO REEMPLAZAR ÉSTE POR EL SISTEMA DE BARRAS DE PESO; QUE A DIFERENCIA DEL PRIMERO, EN EL QUE SE EJERCE LA PRESIÓN EN LA

Fig. V-24

ESQUEMA DE UN EQUIPO DE PERCUSION

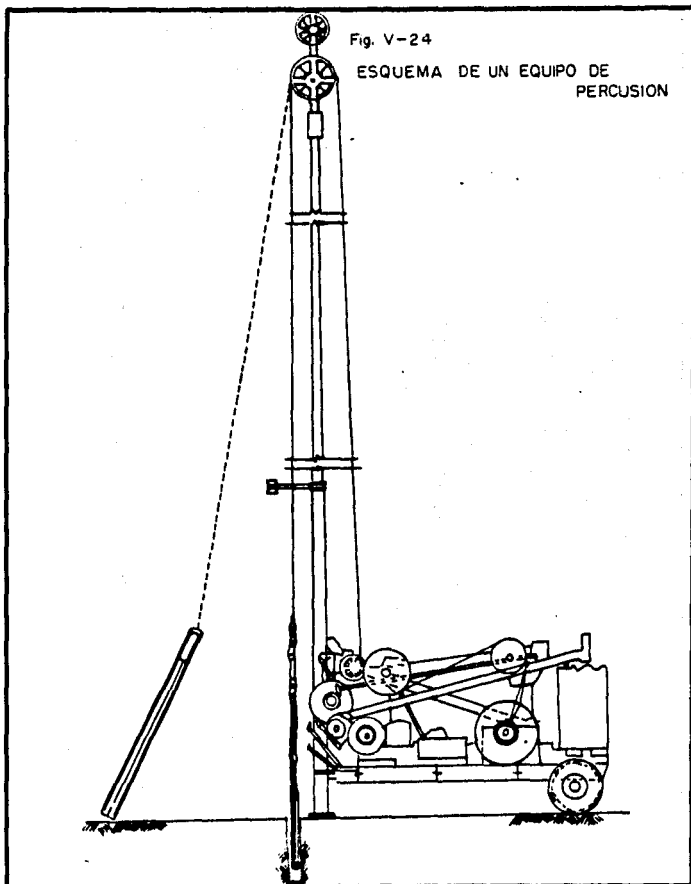
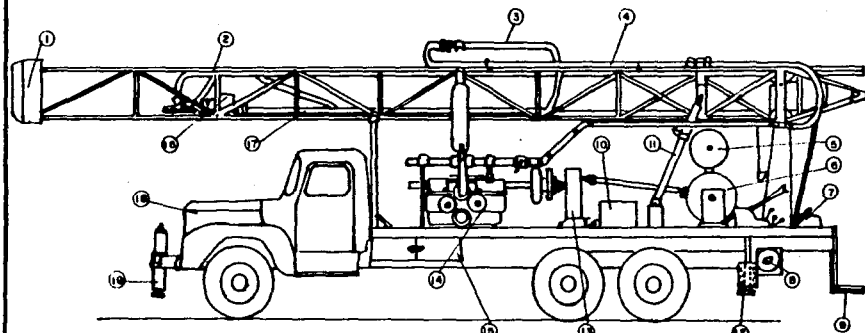


Fig.V-25 Equipo rotatorio auto-transportado



1.-CORONA

2.-MASTE

3.-MANGUERA DE PRESION

4.- TUBO IZABLE

5.-TAMBOR DE CUCHAROS

6.- TAMBOR DE PERFORACION

7.- MESA ROTATORIA

8.-MECANISMO PARA EJERCER PRESION DESCENDENTE EN LA HERRAMIENTA DE PERFORAR.

9.- PLATAFORMA

10.-TRANSMISION HIDRAULICA

11.- CILINDRO HIDRAULICO

12 y 13.- GATOS NIVELADORES

13.-CAJA DE TRANSMISION

14.-BOMBA DE Lodos

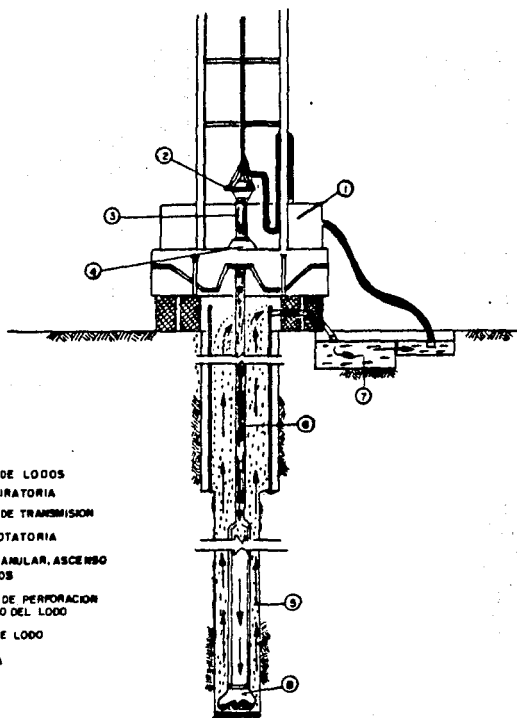
15.-CAJA DE HERRAMIENTAS

16.-UNION GIMTORIA

17.-FLECHA DE TRANSMISION

18.-UNIDAD DE POTENCIA

Fig. V-26 Sistema de lodos equipo rotatorio convencional



- 1.- BOMBA DE LODOS
- 2.- UNION GIRATORIA
- 3.- FLECHA DE TRANSMISION
- 4.- MESA ROTATORIA
- 5.- ESPACIO ANULAR, ASCENSO DE LODOS
- 6.- TUBERIA DE PERFORACION DESCENSO DEL LODO
- 7.- FOSAS DE LODO
- 8.- BARRENA

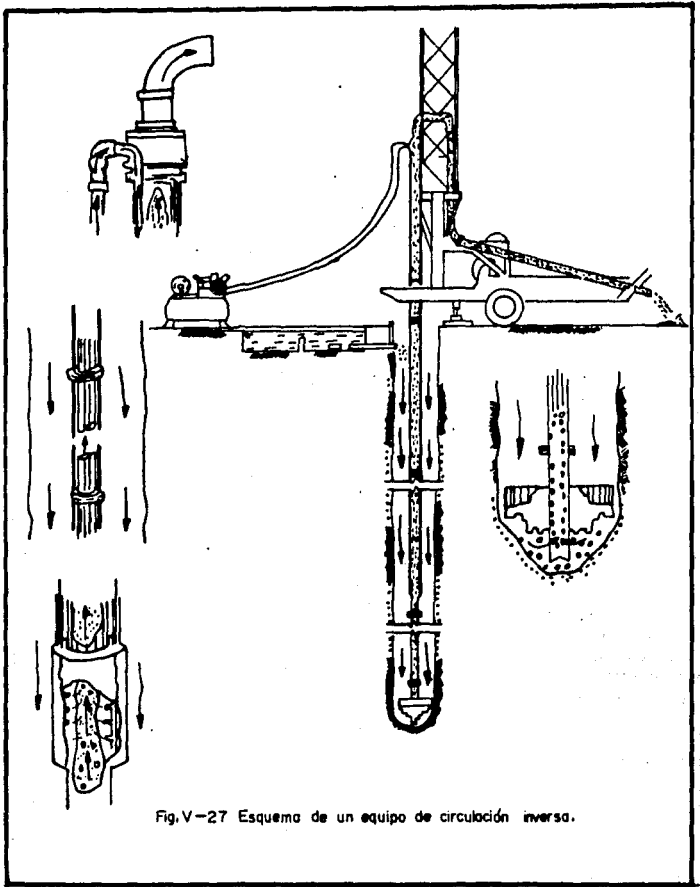


Fig.V-27 Esquema de un equipo de circulación inversa.

PARTE SUPERIOR DE LA SARTA DE PERFORACIÓN (AL CONJUNTO DE HERRAMIENTAS PARA LA PERFORACIÓN O PESCA SE LE DENOMINA SARTA), ÉSTOS VAN INMEDIATAMENTE DESPUÉS DE LA BARRENA, ORIGINANDO CON ÉSTO QUE NO HALLA MOVIMIENTOS DE LA SARTA DE PERFORACIÓN.

EN LA ACTUALIDAD, EL SISTEMA ROTATORIO, EMPLEA EL TIPO CONVENCIONAL O DE CIRCULACIÓN DIRECTA QUE UTILIZA COMO FLÚIDO DE PERFORACIÓN LA BENTONITA, PRINCIPALMENTE. ES COMÚN EL SISTEMA DE CIRCULACIÓN INVERSA EN LA PERFORACIÓN DE ALUVIONES O MATERIALES GRADUADOS,

- EQUIPO DE PERFORACIÓN CON AIRE (NEUMÁTICO).- LA PERFORACIÓN CON AIRE PRESENTA COMO VENTAJA PRINCIPAL EL OBTENER POZOS LIMPIOS, YA QUE EL ACUÍFERO NUNCA ES DAÑADO EN SUS CARACTERÍSTICAS FÍSICAS (POROSIDAD, PERMEABILIDAD, ETC.) COMO PUEDE SUCEDER CUANDO SE EMPLEAN LODOS DE PERFORACIÓN.

ESTE SISTEMA ES BÁSICAMENTE IGUAL A LOS UTILIZADOS EN LA PERFORACIÓN CON LODOS, EXCEPTO QUE LA BOMBA DE LODOS SE REEMPLAZA POR UN COMPRESOR. ES DECIR, BÁSICAMENTE SON EQUIPOS SIMILARES A LOS UTILIZADOS PARA CIRCULACIÓN DIRECTA O INVERSA A LOS QUE SE HAN ADICIONADO, UNO O VARIOS COMPRESORES PARA LA EXTRACCIÓN DE LOS RECORTES O RIPIOS. PARA PERFORAR, SE EMPLEAN BARRENAS TRICÓNICAS O MARTILLOS NEUMÁTICOS CON BARRENAS DE BOTONES DE INSERTOS DE CARBURO DE TUNGSTENO.

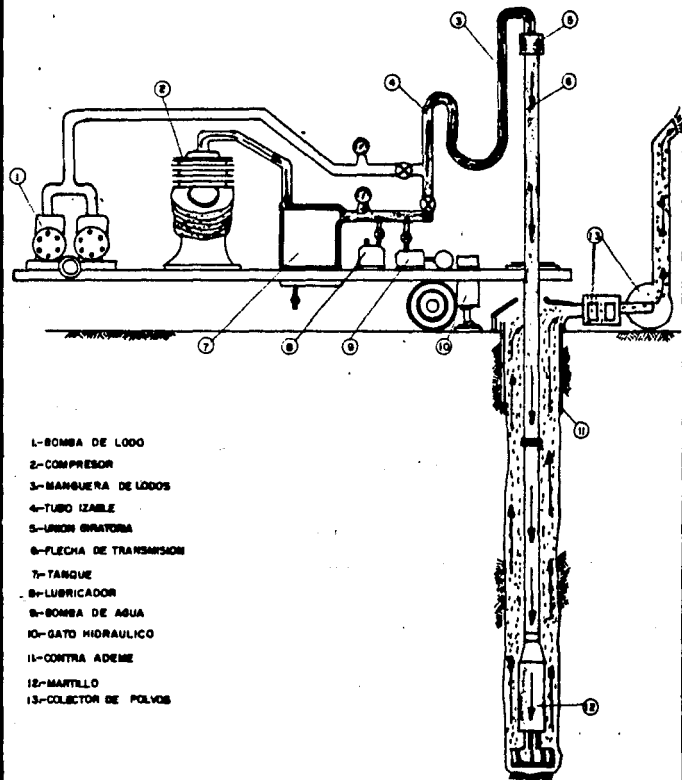
EL COMPRESOR DESCARGA A UNA LÍNEA CONECTADA A LA UNIÓN GIRATORIA Y A TRAVÉS DE LA FLECHA DE TRANSMISIÓN Y DE LA TUBERÍA DE PERFORACIÓN, EL AIRE ES FORZADO A PASAR HASTA LA BARRENA. EL AIRE, COMO CUALQUIER FLÚIDO, SIRVE PARA LEVANTAR HASTA LA SUPERFICIE LOS CORTES DE LOS MATERIALES ATRAVESADOS Y ENFRIAR LA BARRENA; SE RECOMIENDA SU APLICACIÓN CUANDO SE PERFORAN ROCAS Y FORMACIONES COMPACTAS YA QUE UNA VEZ QUE SE DEJA DE EJERCER LA PRESIÓN DEL AIRE, LAS FORMACIONES SUELTAS Y CAVERNOSAS PUEDEN PROVOCAR DERRUMBES. ÉSTO ÚLTIMO NO SUCEDE CUANDO SE EMPLEAN LODOS DE PERFORACIÓN.

V. 4. 2. 3) DESCRIPCIÓN DE LOS COMPONENTES DE LOS POZOS.

1.- ADEME SUPERFICIAL O CONTRA-ADEME.

SÓN TUBERÍAS LISAS QUE SE EMPLEAN EN LOS TRABAJOS DE PERFORA---

Fig.V-28 Esquema de un equipo rotatorio neumático



CIÓN PARA IMPEDIR LOS DERRUMBES DE LAS FORMACIONES QUE CONSTITUYEN LAS PAREDES DE LOS AGUJEROS O PARA EL CONFINAMIENTO DE ACUÍFEROS O FORMACIONES QUE SE REQUIERAN AISLAR POR MEDIO DE CEMENTACIONES (- SELLOS IMPERMEABLES).

EN EL PRIMER CASO PUEDEN TENER CARÁCTER PROVISIONAL O DEFINITIVO, DEPENDIENDO DE LAS POSIBILIDADES Y CONVENIENCIA DE SU RESCATE; ADEMÁS PUEDE O NO UTILIZARSE DEPENDIENDO DE LAS CONDICIONES LOCALES Y LAS PRÁCTICAS ESTABLECIDAS DE PERFORACIÓN, POR LO QUE SE INSTALARÁ CUANDO LA SUPERFICIE DEL TERRENO NATURAL ESTÉ CONSTITUIDA POR MATERIALES INESTABLES, NO CONSOLIDADOS O FRACTURADOS. NO ASÍ EN EL SEGUNDO, QUE DE ANTEMANO ESTÁ PROGRAMADA SU INSTALACIÓN DEFINITIVA EN EL POZO.

OTROS PROPÓSITOS DE ESTE ADEME SON:

A) FACILITAR LA PERFORACIÓN DEL POZO, YA QUE SOPORTARÁ MATERIALES INESTABLES, EVITANDO UNDIMIENTOS Y CAÍDA DE ESTE MATERIAL EN EL AGUJERO DE PERFORACIÓN.

B) MINIMIZAR EL LAVADO Y LA EROSIÓN DE LAS PAREDES DEL AGUJERO DE PERFORACIÓN OCASIONADOS POR LAS HERRAMIENTAS Y POR LOS FLUÍDOS DE PERFORACIÓN.

C) REDUCIR LA PÉRDIDA DE LOS FLUÍDOS DE PERFORACIÓN.

D) FACILITAR LA COLOCACIÓN DE LOS SELLOS SANITARIOS.

E) FACILITAR LA INSTALACIÓN O EL RETIRO DE OTRO TIPO DE ADEMES.

F) SERVIR COMO DEPÓSITO PARA EL EMPAQUE CON GRAVA.

EN CUANTO A NORMAS DE FABRICACIÓN SE REFIERE, LAS CARACTERÍSTICAS DE LOS CONTRA-ADEMES SON IGUALES A LAS DE LA TUBERÍA LISA PARA ADEME, QUEDANDO A JUICIO, LOS DIÁMETROS, ESPESORES Y LONGITUDES -- POR EMPLEARSE. PARA EL DISEÑO SE RECOMIENDA UTILIZAR EL CUADRO V.2.
2.- ADEME DEL POZO O ADEME.

LOS POZOS EN EXPLOTACIÓN PRESENTAN A LO LARGO DEL TIEMPO VARIACIONES Y DESCENSOS EN SUS NIVELES DE BOMBEO EN VIRTUD DEL ORIGEN Y CONSTITUCIÓN GEOLÓGICA DE LOS ACUÍFEROS, ASÍ COMO LA FORMA DE EXPLOTACIÓN DE LOS MISMOS CREANDO LA NECESIDAD DE PREVEER ESOS FUTUROS ABATIMIENTOS. DISEÑÁNDOSE EL POZO CON UNA "CAMARA DE BOMBEO" ADECUADA A ESAS FLUCTUACIONES.

SU LONGITUD SERÁ MAYOR QUE LA SUMA DEL NIVEL DE BOMBEO Y LOS FU

CUADRO V-2

RECOMENDACIONES PARA DISEÑO DE ADEME SUPERFICIAL

| GASTO l.p.s. | Diámetro nominal de ademe mm. | Diámetro del ademe superficial mm. | | Diámetro de la perforación del agujero para ademe con juntas soldadas. | Ademe superficial permanente | |
|-----------------|--|-------------------------------------|--------------------|--|---------------------------------|--------------------------------|
| | | Pozos naturalmente desarrollados | Pozos empacados | | Cédula ASA N° | Máxima profundidad en m. |
| Hasta 8 | 150 ⁺ | 200 - 250 | 455 | 250 | 20 | 1.30 |
| 3 - 10 | 200 ⁺⁺ | 250 - 305 | 510 | 300 | 20 | 1.30 |
| 6 - 30 | 250 ⁺⁺ | 305 - 355 | 560 | 355 | 20 | 7.0 |
| 20 - 95 | 305 ⁺⁺ | 405 - 455 | 610 | 410 | 20 | 4.0 |
| 30 - 125 | 405 ⁺⁺ | 405 - 455 | 660 | 480 | 20 | 2.0 |
| 85 - 190 | 405 ⁺⁺ | 455 - 510 | 710 | 460 | 20 | 2.0 |
| 125 - 315 | 510 ⁺⁺⁺ | 510 - 560 | 760 | 555 | 20 | 3.8 |
| 190 - 315 | 510 ⁺⁺⁺ | 510 - 560 | 660 | 555 | 20 | 2.0 |
| 290 - 505 | 710 ⁺⁺⁺ | 660 - 710 | 810 | 755 | 20 | 3.0 |

+ @ 3800 r.p.m.

++ @ 1800 r.p.m.

+++ @ 1200 r.p.m.

TUROS ABATIMIENTOS CON EL FIN DE QUE AL ESTAR EN OPERACIÓN LOS TAZONES DE LA BOMBA, ÉSTOS NO QUEDEN FRENTE AL ACUÍFERO EVITANDO LA SUCCIÓN DIRECTA Y EL ARENAMIENTO CONSIGUIENTE, Y SU DIÁMETRO ESTÁ EN FUNCIÓN DEL GASTO POR EXTRAER.

A PARTIR DE ESTE NIVEL HASTA EL FONDO DEL POZO SE INSTALA EL CEDAZO, PUDIENDO SER DE IGUAL O MENOR DIÁMETRO QUE LA TUBERÍA LISA.

EL ADEME DEL POZO ES UNA PARTE ESENCIAL DEL MISMO. EN POZOS DE DIÁMETRO UNIFORME ES EL ÚNICO ADEME ARRIBA DEL CEDAZO, EN OTRO TIPO DE POZOS ES EL ADEME DENTRO DEL CUAL SE LOCALIZAN LOS TAZONES DE LA BOMBA.

ESTE COMPONENTE PROPORCIONA UNA CONECCIÓN DIRECTA ENTRE LA SUPERFICIE Y EL ACUÍFERO Y CUANDO NO SE USA ADEME SUPERFICIAL, ÉSTE TIENE QUE SELLAR EL POZO DE LAS AGUAS INDESEABLES SUPERFICIALES O POCO PROFUNDAS Y TIENE QUE SOPORTAR LAS PAREDES DEL AGUJERO DE PERFORACIÓN.

CABE MENCIONAR, QUE EL ADEME Y CONTRA-ADEME DESCRITOS ANTERIORMENTE, SON TUBERÍAS LISAS (SIN RANURAS O PERFORACIONES), POR LO QUE SE LES DENOMINA "ADEME CIEGO".

3.- CEDAZO O ADEME RANURADO.

LOS PROPÓSITOS DEL CEDAZO SON:

- A) ESTABILIZAR LAS PAREDES DE LA PERFORACIÓN.
- B) MANTENER LA ARENA FUERA DEL POZO.
- C) FACILITAR LA ENTRADA DEL AGUA AL INTERIOR DEL POZO.

LOS POZOS QUE USAN COMO CEDAZO TUBO PERFORADO DE CUALQUIER CLASE SON MÁS DIFÍCILES DE DESARROLLAR QUE LOS POZOS CON CEDAZO DE ABERTURA CONTINUA O TIPO "LOUVRE" Y SI LAS PERFORACIONES NO SON DE LA DIMENSIÓN PRECISA PARA EL ACUÍFERO, LOS POZOS BOMBLEARÁN ARENA.

LOS DIÁMETROS DE LOS CEDAZOS SE SELECCIONARÁN EN FUNCIÓN DEL GASTO DE EXPLOTACIÓN DEL POZO Y EL ESPESOR DEL ACUÍFERO, SEGÚN EL CUADRO V.3, SIN EMBARGO LA VELOCIDAD DE ENTRADA DEL AGUA POR EL CEDAZO REGIRÁ EL DIÁMETRO Y LA LONGITUD DEL MISMO.

LA VELOCIDAD DE ENTRADA PROMEDIO A TRVÉS DEL CEDAZO DESPRECIANDO LAS PÉRDIDAS DE CARGA DEL MEDIO POROSO DEL ACUÍFERO O DEL MATERIAL DE EMPAQUE, DEBERÁ SER DE 3CM/SEG. O MENOS. SI ESTA VELOCIDAD ES MAYOR DE 4.5CM/SEG. DEBERÁ AUMENTARSE EL DIÁMETRO O LA LONGITUD

CUADRO V-3

Diámetros mínimos recomendados
para cedazos.

| Gasto de explotación l.p.s | Diámetro nominal de cedazo mm. |
|-------------------------------|-----------------------------------|
| 3 | 50 |
| 3 - 8 | 100 |
| 8 - 22 | 150 |
| 22 - 50 | 200 |
| 50 - 88 | 250 |
| 88 - 150 | 300 |
| 150 - 220 | 350 |
| 220 - 315 | 400 |
| 315 - 442 | 450 |
| 442 - 568 | 510 |

DEL CEDAZO O AMBOS PARA LIMITARLA A 3CM/SEG.

OTROS FACTORES DE LOS CEDAZOS QUE SE DEBEN CONSIDERAR SON:

- EL SEDAZO DEL POZO ES PARTICULARMENTE SUSCEPTIBLE AL ATAQUE - CORROSIVO Y A LA INCRUSTACIÓN POR DEPÓSITO DE MINERALES, DEBIDO A LA GRAN CANTIDAD DE ÁREA EXPUESTA QUE PRESENTAN AL MEDIO POROSO -- DONDE SE LOCALIZA, COMPARADO CON UN TUBO DE IGUAL DIÁMETRO, ADemás DE QUE EL AGUA QUE LO ATRAVIEZA CONSTANTEMENTE TRAE UN SUMINISTRO DE SÓLIDOS DISUELTOS QUE PUEDEN REACCIONAR CON EL MATERIAL DEL CEDAZO O ENTRE SÍ.

LOS CEDAZOS SE FABRICAN CON TUBO DE METAL DIFERENTE CON PROTECCIÓN Y SIN ELLA, EN ALEACIONES DE PLÁSTICO, CONCRETO, ASBESTO-CE-- MENTO, FIBRA DE VIDRIO. LOS MÁS ECONÓMICOS Y MÁS COMUNMENTE USADOS SON LOS FABRICADOS EN TUBO DE ACERO CON BAJO CONTENIDO DE CARBÓN.

SE USARÁN LOS CEDAZOS DE METALES NO FERROSOS Y SUS ALEACIONES, - DE PLÁSTICO Y FIBRA DE VIDRIO, EN ACUÍFEROS CON AGUAS AGRESIVAS -- QUE PROPICIEN CORROSIÓN E INCRUSTACIÓN, CON EL FIN DE PROLONGAR LA VIDA DEL POZO Y SU EFICIENCIA; O DONDE CON AGUAS SIN CORROSIVIDAD O POSIBILIDAD DE INCRUSTACIÓN SE REQUIERA DE UN SERVICIO CONTINUO.

PARA ACUÍFEROS CONFINADOS SE RECOMIENDA UNA PENETRACIÓN TOTAL Y UN MÁXIMO PORCENTAJE DE ÁREA ABIERTA EN LAS RANURAS.

- PARA ACUÍFEROS PROFUNDOS Y DE ESPESOR IMPORTANTE, DEBERÁ EN-- CONTRARSE UNA COMBINACIÓN ECONÓMICA QUE RELACIONE LA PENETRACIÓN Y EL DIÁMETRO DE PERFORACIÓN.

PARA ACUÍFEROS NO CONFINADOS SE RECOMIENDA UNA PENETRACIÓN TO-- TAL Y UN 35 A 50% DEL DIÁMETRO DE LA PERFORACIÓN EN EL FONDO DEL - POZO DEPENDIENDO DEL ESPESOR, ESTRATIGRAFÍA, PRODUCTIVIDAD DEL A-- CUÍFERO Y LA ECONOMÍA DE LA CONSTRUCCIÓN.

- EL CEDAZO DEBERÁ COLOCARSE SIEMPRE EN EL FONDO DEL POZO Y SU LONGITUD DEBERÁ SER AL MENOS 35% DEL ESPESOR ESTIMADO DEL ACUÍFERO PENETRADO POR EL POZO.

- LA PERFORACIÓN DEBERÁ SER LO SUFICIENTEMENTE RECTA COMO PARA PERMITIR INSTALAR EL CEDAZO SIN TENER QUE FORZARLO A TRAVÉS DE --- ELLA. SI LA PERFORACIÓN NO ESTÁ "A PLOMO" EL CEDAZO SE ENCUENTRA - SUJETO A ESFUERZOS DE FLEXIÓN QUE PODRÁN CAUSAR ALARGAMIENTO EN -- LAS RANURAS Y COLAPSO DEL CEDAZO.

- LA VERTICALIDAD DEL CEDAZO DEBE SEGUIR EL MISMO CRITERIO QUE EL ADEME, EN NO DESVIARSE DE LA VERTICAL MÁS DE 2/3 DEL DIÁMETRO INTERIOR DEL CEDAZO POR 30M. DE LONGITUD DE ÉSTE, Y EL EJE DEL COPLER DEL CEDAZO DEBERÁ COINCIDIR CON EL EJE DEL ADEME EN SU UNIÓN.

ES IMPORTANTE MENCIONAR, QUE EL ADEME RANURADO PUEDE QUEDAR EN FORMA CONTINUA O DISCONTINUA; ÉSTE ÚLTIMO CASO CUANDO SE TRATA DE ELIMINAR EL AGUA PROVENIENTE DE UN ESTRATO INTERMEDIO. PARA ASEGURAR LA ELIMINACIÓN DE DERRUMBES Y LA INTERCOMUNICACIÓN DE LOS DISTINTOS ESTRATOS SE COLOCAN ENTRE LA PERFORACIÓN Y EL ADEME, EL FILTRO Y LOS SELLOS.

V.4.2.4) DISEÑO Y TERMINACIÓN DE UN POZO.

1.- DISEÑO DEL POZO.

GENERALMENTE, CON EL OBJETO DE ESTAR EN CONDICIONES DE CORRELACIONAR LOS RESULTADOS OBTENIDOS DEL SONDEO GEOELÉCTRICO, REGISTRO ELÉCTRICO Y CORTE LITOLÓGICO; SE ELABORA UNA GRÁFICA, LA CUAL SE MUESTRA ESQUEMÁTICAMENTE EN LA FIGURA V.29. QUE CONJUNTAMENTE CON LOS CÁLCULOS DEL DIÁMETRO DEL ADEME, DIÁMETRO DE LA PERFORACIÓN, ÁREA DE INFILTRACIÓN DEL ADEME RANURADO Y LA DISTRIBUCIÓN DE LA TUBERÍA DE ADEME; QUE EN PARTE SE RIGEN POR LOS PRIMEROS. SE REALIZA EL DISEÑO DE CONSTRUCCIÓN DEL POZO (FIGURA V.29).

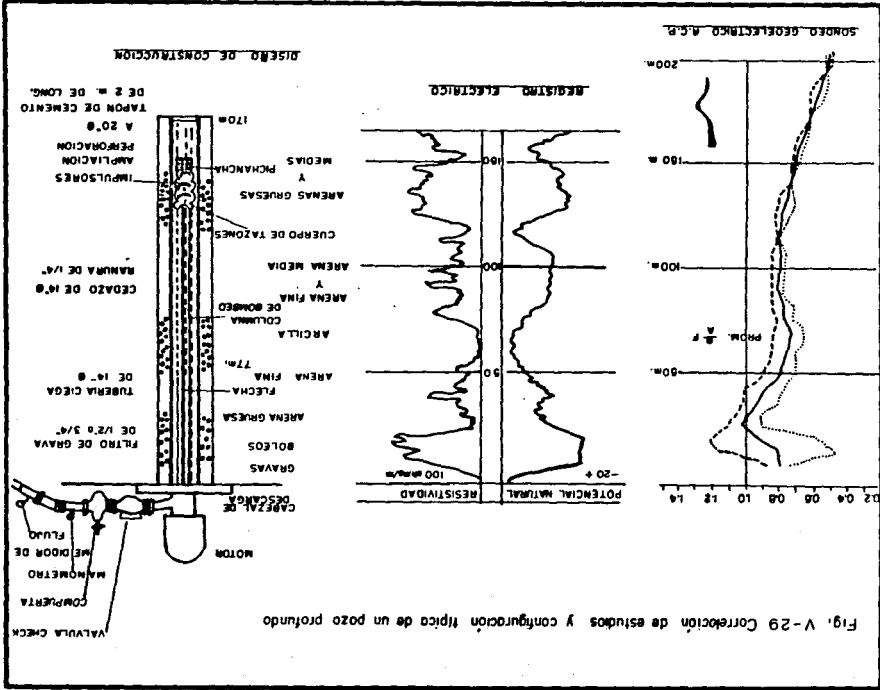
2.- TERMINACIÓN DEL POZO.

ENTRE LAS ETAPAS MÁS IMPORTANTES EN LA TERMINACIÓN DE UN POZO, SE ENCUENTRA LA CORRECTA COLOCACIÓN DE LA TUBERÍA DE ADEME; EL TAPÓN DE FONDO, EL FILTRO DE GRAVA Y EL LAVADO PRIMARIO Y AGITACIÓN MECÁNICA DEL MISMO.

A) TAPÓN DE FONDO.- PARA EVITAR LOS ARENAMIENTOS ORIGINADOS POR LA TURBULENCIA DEL BOMBEO POR EL EXTREMO INFERIOR DEL ADEME Y FORZAR LA ENTRADA DE LOS FINOS POR LAS RANURAS DEL CEDAZO DURANTE EL DESARROLLO, SE COLOCA LO QUE SE DENOMINA TAPÓN DE FONDO, EN LA POSICIÓN INFERIOR DEL ADEME, SE DEPOSITA UNA LECHADA AGUA-CEMENTO CUYO VOLUMEN OCUPARÁ DE 1.00 A 1.50M. DE DICHA TUBERÍA.

B) FILTRO DE GRAVA.- CUANDO LOS ACUÍFEROS POR EXPLOTAR TIENEN CARACTERÍSTICAS, TALES COMO:

- 1.- PRESENCIA DE FINOS Y ARENA UNIFORME.



2.- ESTÁ FORMADO POR ARENISCAS DESMENUZABLES O MATERIAL SIMILAR. AL REALIZAR EL DISEÑO DEL POZO DEBERÁ PROGRAMARSE UN ESPACIO -- ANULAR ENTRE LA TUBERÍA DE ADEME Y LAS PAREDES DEL AGUJERO, CAPÁS DE PERMITIR LA FORMACIÓN DE UN FILTRO DE GRAVA, CUYA FUNCIÓN ES:

A) IMPEDIR QUE LOS MATERIALES FINOS DE LA FORMACIÓN, SEAN ARRAS-- TRADOS AL INTERIOR DEL POZO DURANTE EL BOMBEO Y ASÍ MINIMIZAR EL - BOMBEO DE ARENA.

B) ESTABILIZAR EL ACUÍFERO.

C) PERMITIR EL USO DEL CEDAZO CON LA MAYOR ÁREA ABIERTA POSIBLE.

D) PROPORCIONAR UNA ZONA ANULAR DE ALTA PERMEABILIDAD, AUMENTAN-- DO EL RÁDIO EFECTIVO DEL POZO Y SU GASTO DE EXPLOTACIÓN.

ESTE ESPACIO ANULAR, DEBERÁ SER OCUPADO PERFECTAMENTE POR GRA-- VAS DE CUARZO, LAS QUE POR SU CONSTITUCIÓN NO SON FACILMENTE CEMEN-- TABLES; EN SU DEFECTO, SE UTILIZARÁN GRAVAS DE RÍOS Y ARROYOS, PE-- RO NUNCA PRODUCTOS DE TRITURACIÓN.

LA GRAVA DESTINADA PARA EL FILTRO ESTARÁ LAVADA, CERNIDA, DE -- CANTOS REDONDEADOS HASTA DONDE SEA POSIBLE Y DEL CALIBRE QUE ESPE-- CIFIQUE EL ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO O EL REGIDO POR LAS ABERTURAS -- DEL CEDAZO, RESISTENTE A LA ABRASIÓN, DENSA, CON MENOS DEL 5% DE - GRANOS PLANOS. EL FILTRO DEBERÁ CONTENER NO MÁS DE 5% DE TIERRA O MATERIALES SUAVES TALES COMO ARCILLA, PIZARRA O MATERIALES SOLU--- BLES, TALES COMO CALIZA O YESO.

LOS FILTROS DE GRAVA SE DISEÑARÁN PARA TENER UN PEQUEÑO COEFI-- CIENTE DE UNIFORMIDAD Y LOS DIÁMETROS DEL AGREGADO SE SELECCIONA-- RÁN CUIDADOSAMENTE PARA QUE SE COMPORTE COMO EL MATERIAL DEL QUE - ESTÁ FORMADO EL ACUÍFERO.

UNO DE LOS CRITERIOS DE SELECCIÓN PARA EL MATERIAL DEL FILTRO, - SE SITA A CONTINUACIÓN: PARA BANCOS CON GRANULOMETRÍA UNIFORME, SE PODRÁ UTILIZAR EL MATERIAL QUE PASANDO POR LA CRIBA DE 19.05MM. (-- 3/4") QUEDE RETENIDO EN LA DE 4.76MM. (3/16"). CUANDO EN LOS BANCOS DE AGREGADOS PREDOMINEN LOS TAMAÑOS GRANDES, EL FILTRO QUEDARÁ COM-- PUESTO POR EL 40% DE MATERIALES QUE PASEN POR LA CRIBA DE 19.05MM. (3/4") Y SEAN RETENIDOS EN LA DE 9.53MM. (3/8") Y EL 60% DEL MATERIAL QUE PASE POR LA CRIBA DE 9.53MM. (3/8") Y SEA RETENIDO EN LA DE 4.76 MM. (3/16").

OTRO CRITERIO ES EL DE CONSIDERAR EL COEFICIENTE DE UNIFORMIDAD DEL ACUÍFERO, Y CON BASE EN ÉSTE, SELECCIONAR LA GRAVA PARA EL FILTRO CON UN COEFICIENTE DE UNIFORMIDAD ENTRE UN DETERMINADO RANGO. ÉSTE COEFICIENTE DE UNIFORMIDAD SE EXPRESA COMO:

$$C_U = \frac{D_{40}}{D_{90}}$$

POR OTRA PARTE, DONDE NO SE INTENTA COLOCAR UN FILTRO DE GRAVA, DEBERÁ COLOCARSE UN ESTABILIZADOR DE FORMACIONES EN ESE ESPACIO.

ÉSTA ESTABILIZADOR NO NECESITA SER CUIDADOSAMENTE SELECCIONADO EN FUNCIÓN DE SU GRANULOMETRÍA, YA QUE LOS DIÁMETROS MENORES SON - MAYORES QUE EL TAMAÑO DE LAS RANURAS DEL CADAZO Y LOS DIÁMETROS MAYORES SON DE 10MM. O MENOS. EL PRÓSITO DE ESTE ESTABILIZADOR ES - SOPORTAR LA TUBERÍA CONTRA FUERZAS EN Desequilibrio, QUE PUEDEN AGTUAR DURANTE EL DESARROLLO DEL POZO Y LO PUEDEN AFECTAR EN ESTA ÉTAPA.

EN LO QUE SE REFIERE AL ESPESOR DEL FILTRO, EL MÍNIMO DE DISEÑO DEPENDERÁ DE LA HABILIDAD PARA COLOCARLO, PERO SE CONSIDERA UN ÉSPESOR TEÓRICO ADECUADO DE 15MM.

EL MÁXIMO ESPESOR DE DISEÑO NO DEBERÁ EXCEDER DE 200MM., DEBIDO A LA DIFICULTAD DE DESARROLLAR EL POZO A TRAVÉS DE UN EMPAQUE DE - ESPESOR GRANDE.

CABE HACER NOTAR QUE LOS SELLOS DE MATERIAL IMPERMEABLE O CEMENTANTE, VAN APOYADOS EN EL FILTRO.

UNA VEZ QUE EL ESPACIO ANULAR HA SIDO TOTALMENTE OCUPADO, PARA ELIMINAR "PUENTES" Y FORMAR CORRECTAMENTE EL FILTRO, ES INDISPENSABLE AGITAR EL POZO. ÉSTO PUEDE EJECUTARSE MEDIANTE EL EMPLEO DE UN PISTÓN O AIRE COMPRIMIDO.

b) LAVADO PRIMARIO Y AGITACIÓN MECÁNICA DEL POZO.- TERMINADA LA PERFORACIÓN, ADEME, ENGRAVADO Y CEMENTACIÓN, SI LA HUBIERA, SE DEBERÁ LIMPIAR PERFECTAMENTE EL INTERIOR DEL POZO, EXTRAYENDO TODOS LOS MATERIALES QUE HAYAN QUEDADO COMO PRODUCTO DE ESTOS TRABAJOS. A ÉSTA LABOR SE LE LLAMA "LAVADO PRIMARIO".

RECIBEN EL NOMBRE DE AGITACIÓN MECÁNICA, LAS LABORES NECESARIAS PARA PRODUCIR UNA ACCIÓN DINÁMICA EN EL INTERIOR DEL POZO Y FORMA-

CIONES CIRCUIVECINAS, NECESARIAS PARA EXTRAER TODOS LOS SEDIMENTOS Y SÓLIDOS DEPOSITADOS DURANTE LOS TRABAJOS DE PERFORACIÓN Y LOS -- PRODUCIDOS POR LA MISMA AGITACIÓN MECÁNICA.

ÉSTOS TRABAJOS DEBERÁN EFECTUARSE EN TRAMOS NO MAYORES DE 10M. INICIÁNDOSE EN EL FONDO DEL POZO Y TERMINÁNDOLOS A LA ALTURA DEL -- NIVEL ESTÁTICO O DEL EXTREMO INFERIOR DE LA TUBERÍA LISA. ENTRE -- TRAMO Y TRAMO DEBERÁN RETIRARSE LOS SEDIMENTOS ACUMULADOS POR MEDIO DE UNA BOMBA DE ARENA O CUCARAS DEL TIPO APROPIADO.

V.4.2.6) DESARROLLO Y AFORO.

DESARROLLO. - UNA DE LAS ETAPAS FINALES EN LA CONSTRUCCIÓN DE -- LOS POZOS PROFUNDOS ES LA QUE RECIBE EL NOMBRE DE "DESARROLLO". SU PRINCIPAL OBJETIVO ES REDUCIR LA TENSIÓN SUPERFICIAL DE LAS ARCILLAS DE ENJARRE Y DEL FILTRADO, LOGRAR EL REACOMODO DE LAS PARTÍCULAS DEL ACUÍFERO AUMENTANDO SU POROSIDAD Y PERMEABILIDAD. ÉSTE -- TRABAJO ES DE SUMA IMPORTANCIA YA QUE DE ÉL DEPENDE LA ESTABILIDAD Y VIDA DEL POZO.

EXISTEN VARIOS MÉTODOS PARA EFECTUAR EL DESARROLLO. DE ACUERDO CON LOS ELEMENTOS QUE INTERVIENEN EN ÉL SE HAN DIVIDIDO EN QUÍMICO, CUANDO LOS PRODUCTOS QUE SE EMPLEAN SON DE ESE ORIGEN O PRODUCEN REACCIONES ANÁLOGAS (DISPERSOR DE ARCILLAS, HIELO SECO, ÁCIDO -- CLORHÍDRICO); MECÁNICO, SI LAS HERRAMIENTAS O EQUIPOS QUE LO PRODUCEN SON DE ESE TIPO; Y NEUMÁTICO, CUANDO PARA LOGRAR SU COMETIDO SE UTILIZA AIRE COMPRIMIDO.

EN MUCHAS OCASIONES ES NECESARIO COMBINAR LOS TRATAMIENTOS PARA LOGRAR UN BUEN DESARROLLO.

AFORO. - PARA SELECCIONAR EL EQUIPO DE BOMBEO ADECUADO PARA OPERAR PERMANENTEMENTE A SU MÁXIMA EFICIENCIA, ES NECESARIO EFECTUAR -- UNA PRUEBA DE BOMBEO Y CONOCER SUS GASTOS Y NIVELES DE BOMBEO MÁXIMO Y DETERMINAR LOS DE EXPLOTACIÓN.

EL COMPORTAMIENTO DEFECTUOSO DE UN EQUIPO DE BOMBEO Y EL ALTO -- COSTO DE SU OPERACIÓN, FRECUENTE Y ERRÓNEAMENTE ES ATRIBUIDO AL POZO, SIENDO QUE UN AFORO PRECISO ANTES DE LA ADQUISICIÓN DEL EQUIPO DEFINITIVO, PUEDE PAGAR POR SÍ MISMO EL COSTO INICIAL DEL EQUIPO Y EL DE OPERACIÓN.

HAY VARIOS MÉTODOS PARA MEDIR LA PRODUCCIÓN DE UN POZO, Y SE EMPLEAN DE ACUERDO CON LA CAPACIDAD DEL ACUÍFERO. POR EJEMPLO, CUANDO SE TRATE DE ACUÍFEROS POBRES CUYA PRODUCCIÓN ESTIMADA SEA IGUAL O MENOR A 2L.P.S., EL GASTO PODRÁ MEDIRSE, UTILIZANDO PREVIA CALIBRACIÓN, UNA DE LAS CUCHARAS COMUNNEMENTE UTILIZADAS EN LOS TRABAJOS DE PERFORACIÓN. EN CAMBIO CUANDO LOS ACUÍFEROS PRODUCTORES SOBREPASAN DICHS GASTOS, ES ESENCIAL EFECTUAR ESTA PRUEBA EN FORMA PRECISA EMPLEANDO LOS MÉTODOS ESTANDAR DE MEDICIÓN.

A CONTINUACIÓN SE DESCRIBEN LOS PRINCIPALES TÉRMINOS EMPLEADOS EN EL AFORO DE POZOS.

NIVEL ESTÁTICO. ES LA DISTANCIA VERTICAL MEDIDA EN METROS, DESDE EL BROCAL DEL POZO HASTA EL NIVEL LIBRE DEL AGUA CUANDO NO ESTÁ SIENDO BOMBEADO; ES DECIR, ES EL NIVEL EN EL CUAL SE ESTABILIZA EL AGUA DENTRO DEL POZO.

NIVEL DINÁMICO O DE BOMBEO. ES LA DISTANCIA VERTICAL MEDIDA EN METROS, DESDE EL BROCAL DEL POZO HASTA EL NIVEL AL CUAL SE MANTIENE EL AGUA CUANDO ES BOMBEADO A CUALQUIER VELOCIDAD. ÉSTE NIVEL ES VARIABLE Y CAMBIA DE ACUERDO AL GASTO QUE ESTÁ SIENDO EXTRAÍDO.

ABATIMIENTO. ES LA DIFERENCIA EN METROS ENTRE EL NIVEL ESTÁTICO Y EL NIVEL DE BOMBEO; O SEA LA DISTANCIA VERTICAL MEDIDA EN METROS QUE DESCIEENDE EL NIVEL ESTÁTICO DE UN POZO BAJO LA INFLUENCIA DEL BOMBEO.

GASTO O CAUDAL. ES EL VOLUMEN DE AGUA QUE PRODUCE UN POZO EN LA UNIDAD DE TIEMPO; SE EXPRESA EN LITROS POR SEGUNDO (L.P.S.).

NIVEL DE RECUPERACIÓN. SON LAS DISTANCIAS VERTICALES MEDIDAS EN METROS DESDE EL BROCAL DEL POZO, HASTA LOS NIVELES LIBRES DEL AGUA A PARTIR DEL MOMENTO EN QUE FUE SUSPENDIDO EL BOMBEO Y ALCANCE SU ESTABILIZACIÓN.

RECUPERACIÓN. ES EL LAPSO MEDIO, QUE TARDA EN ESTABILIZARSE EL NIVEL DE RECUPERACIÓN.

CAPACIDAD ESPECÍFICA. ES LA RELACIÓN QUE EXISTE ENTRE LA PRODUCCIÓN DEL POZO, MEDIDA EN LITROS POR SEGUNDO Y SU CORRESPONDIENTE ABATIMIENTO POR METRO (L.P.S./M.).

LO EXPUESTO EN ESTE CAPÍTULO, DEBE SER CONSIDERADO COMO UNA SERIE DE RECOMENDACIONES GENERALES, DADO QUE LAS CONDICIONES EN QUE

SE HAN DESCRITO LAS FUENTES DE ABASTECIMIENTO SON DE ESTE TIPO, Y
ADEMÁS SE DESCRIBEN EN UN MEDIO AISLADO. DE TAL FORMA QUE LA DECI-
SIÓN PARA LA SELECCIÓN FINAL DE UN DISPOSITIVO DE CAPTACIÓN, ENTRE
VARIAS SOLUCIONES SUGERIDAS, SERÁ REGIDA POR LOS FACTORES QUE IN-
FLUYEN EN FORMA PARTICULAR A LOS DISTINTOS CASOS DESCRITOS.

CAPITULO VI
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

LAS CARACTERÍSTICAS GENERALES Y LOS CRITERIOS DE SELECCIÓN, DE LAS FUENTES DE ABASTECIMIENTO, HACEN INTUIR POR HIPÓTESIS GENERAL; QUE LA MEJOR OPCIÓN PARA SATISFACER LAS NECESIDADES DE AGUA POTABLE DE UNA POBLACIÓN, ES EL APROVECHAMIENTO DE AGUA SUBTERRÁNEA, SII--- GUIÉNDOLE COMO ALTERNATIVA LA UTILIZACIÓN DEL AGUA SUPERFICIAL, Y CONSECUTIVAMENTE EL AGUA DE LLUVIA, MARES Y OCEANOS, Y FINALMENTE - COMO ÚLTIMA POSIBILIDAD EL AGUA RESIDUAL.

EN ALGUNOS CASOS, LAS CARACTERÍSTICAS PARTICULARES DE LA FUENTE Y DEL LUGAR POR ABASTECER, TALES COMO LA AFECTACIÓN AMBIENTAL, SII--- TUACIÓN ECONÓMICA Y SOCIAL DE LA POBLACIÓN, PUEDEN INVERTIR LA JE--- RARQUÍA PREESTABLECIDA.

EN CUANTO A LA OBRA DE CAPTACIÓN, LA SITUACIÓN ES SIMILAR, UNA - PRESELECCIÓN DEL DISPOSITIVO A EMPLEAR, SE REALIZA DE ACUERDO A LA FUENTE DE ABASTECIMIENTO POR APROVECHAR; PARA POSTERIORMENTE, CONSI--- DERANDO LAS CONDICIONES PROPIAS O QUE AFECTAN A LA FUENTE, TALES CO--- MO LA TOPOGRAFÍA DE LA CUENCA POR EXPLOTAR, SU SITUACIÓN GEOGRÁFICA RESPECTO A LA POBLACIÓN POR ABASTECER Y EL GRADO DE CONTAMINACIÓN - DE LA MISMA; ELEGIR EL SISTEMA MÁS ADECUADO.

DADO QUE GENERALMENTE EL APROVECHAMIENTO DEL AGUA SE LIMITA A LA UTILIZACIÓN DEL AGUA SUBTERRÁNEA Y SUPERFICIAL, A CONTINUACIÓN SE - HACE REFERENCIA A UNA SERIE DE RECOMENDACIONES PARA REALIZAR LA SE- LECCIÓN DE LOS DISPOSITIVOS DE CAPTACIÓN EMPLEADOS EN LA EXPLOTA--- CIÓN DE LAS MISMAS.

RECOMENDACIONES PARA LA CAPTACIÓN DE AGUA SUPERFICIAL:

CUANDO LAS AGUAS DE UN CURSO SUPERFICIAL SON RELATIVAMENTE LI--- BRES DE MATERIAL DE ARRASTRE Y EL GASTO ES SUFICIENTE EN TODA LA É- POCA DEL AÑO, EL DISPOSITIVO MÁS SENCILLO ES UN TUBO SUMERGIDO.

SI LA EXTRACCIÓN ES POR GRAVEDAD, NORMALMENTE ES NECESARIO REPRE--- SAR LAS AGUAS DEL RÍO POR MEDIO DE UN DIQUE, A FIN DE INSTALAR LA - TUBERÍA DE EXTRACCIÓN POR ENCIMA DEL NIVEL DE MÁXIMA CRECIDA. HAY -

QUE TOMAR EN CUENTA QUE LA INSTALACIÓN DE LA TUBERÍA POR EL FONDO - DEL RÍO O POR DEBAJO DEL NIVEL DE LAS MÁXIMAS AVENIDAS, RESULTA CASI INVARIABLEMENTE PELIGROSA Y COSTOSA. POR TAL MOTIVO ES CONVENIENTE QUE LA LÍNEA DE EXTRACCIÓN, ABANDONE EL CAUCE DEL RÍO LO ANTES POSIBLE, COSA QUE RESULTA EN OCASIONES EXCESIVAMENTE COSTOSA. EN ESTOS CASOS Y EN LOS CUALES LA EXTRACCIÓN POR GRAVEDAD NO ES FACTIBLE DEBIDO A LA TOPOGRAFÍA DEL TERRENO, EL MÉTODO DE CAPTACIÓN RECOMENDABLE ES POR BOMBAS.

CUANDO LA CAPTACIÓN SE REALIZA EN FORMA DIRECTA Y LA EXTRACCIÓN ES POR BOMBEO, SE TIENE LA VENTAJA DE QUE LA UBICACIÓN DEL EQUIPO - DE BOMBEO Y EL PUNTO DE CAPTACIÓN PUEDEN SER DISTINTOS, POR LO QUE LA ESTACIÓN DE BOMBEO, PUEDE CONSTRUIRSE EN EL SITIO MÁS FAVORABLE.

EN CASO DE QUE LA ALTURA DE SUCCIÓN NO SOBREPASE LOS 6M. EN SITUOS DE ALTURAS MODERADAS SOBRE EL NIVEL DEL MAR, LA ESTACIÓN DE BOMBEO SE UBICA EN TERRENO FIRME, EN UN SITIO ACCESIBLE Y PROTEGIDO CONTRA INUNDACIONES. SI SE TRATA DE RÍOS PEQUEÑOS, NORMALMENTE LAS AGUAS SE REPESAN.

CUANDO LA VARIACIÓN ENTRE EL NIVEL MÁXIMO Y MÍNIMO DE UN RÍO ES MAYOR QUE LA ALTURA MÁXIMA DE SUCCIÓN; EL MÉTODO INDICADO PARA LA CAPTACIÓN DEL AGUA ES POR MEDIO DE BOMBAS INSTALADAS SOBRE UNA PLATAFORMA FLOTANTE.

EN ALGUNOS CASOS ESTA ÚLTIMA SOLUCIÓN PRESENTA PROBLEMAS, ORIGINADOS ENTRE OTROS FACTORES, POR CORRIENTES FUERTES QUE LA PONEN EN PELIGRO, O POR UN FONDO INESTABLE QUE DIFICULTA EL ANCLAJE FIRME. - PARA ESTE CASO EL EQUIPO DE BOMBEO PUEDE INSTALARSE EN TIERRA FIRME PERO SOBRE UNA PLATAFORMA MÓVIL, POR EJEMPLO, INSTALADO EN UNA PLATAFORMA DESPLAZABLE SOBRE RIELES.

CUANDO EL DISPOSITIVO DE CAPTACIÓN EN UN CURSO SUPERFICIAL DE AGUA ESTÁ EXPUESTO A IMPACTOS DE CONSIDERACIÓN, LOS MÉTODOS ANTERIORES RESULTAN INADECUADOS. EN ESTOS CASOS PUEDE RECURRIRSE AL EMPLEO DE UN TANQUE O AL DE UN CANAL DE CONCRETO ARMADO, AMBOS CASOS PROVISTOS DE UN VERTEDOR LATERAL. ÉSTE DISPOSITIVO SE UTILIZA TAMBIÉN, EN ALTERNATIVA A LOS ANTERIORES, SI EL GASTO QUE SE QUIERE CAPTAR ES DE CIERTA CONSIDERACIÓN, LO CUAL ORIGINA PARA ALGUNOS DISPOSITI-

VOS UNA PROFUNDIDAD EXCESIVA.

EL CANAL DE DERIVACIÓN SE PREFIERE SOBRE EL TANQUE DEL MISMO TIPO CUANDO EL GASTO REQUERIDO ES DE IMPORTANCIA.

SE PRESENTAN CON MUCHA FRECUENCIA CASOS, EN LOS CUALES NINGUNO DE LOS DISPOSITIVOS ANTERIORES RESULTA ACEPTABLE, DEBIDO A LAS CARACTERÍSTICAS DEL CURSO SUPERFICIAL. POR EJEMPLO, CUANDO DURANTE LAS AVENIDAS VIOLENTAS, EL RÍO TRAE MUCHA ARENA Y MATERIAL DE ARRASTRE SIMILAR A ÉSTA.

SI EL GASTO POR CAPTAR ES CONSIDERABLE, SE REQUERIRÁ CONSTRUIR UN CANAL DE DERIVACIÓN. EN CASO CONTRARIO, EL DISPOSITIVO A EMPLEAR, CONSISTE EN UN TANQUE CONSTRUÍDO EN EL MISMO CUERPO DEL DIQUE QUE REPRESENTA AL RÍO, UBICADO POR DEBAJO DEL VERTEDOR DE REBOSE, OCUPANDO TODO EL ANCHO DE DICHO VERTEDOR.

CUANDO SE QUIERE APROVECHAR EL AGUA DE RÍOS DE CAUDAL CONSIDERABLE O LA DE EMBALSES DE CIERTA IMPORTANCIA, LA CAPTACIÓN SE REALIZA POR MEDIO DE UNA TORRE DE TOMA, DISPOSITIVO MUY COSTOSO, EL CUAL PERMITE LA CAPTACIÓN DE GRANDES VOLÚMENES DE AGUA A DISTINTAS PROFUNDIDADES.

EN MUCHAS OCASIONES SUCEDE QUE, LA CALIDAD BACTERIOLÓGICA DE LAS AGUAS DEL RÍO ES INACEPTABLE, GENERALMENTE DEBIDO A LA CONTAMINACIÓN REAL O POTENCIAL DE LAS MISMAS; O BIEN AUMENTA CONSIDERABLEMENTE SU TURBIEDAD EN LAS AVENIDAS VIOLENTAS; O POR LA FALTA DE SITIOS ADECUADOS PARA LA CONSTRUCCIÓN DE UN DIQUE-TOMA. BAJO DICHAS CONDICIONES, PUEDE RECURRIRSE A METODOS DE CAPTACIÓN INDIRECTA, APROVECHANDO LA FILTRACIÓN NATURAL A TRAVÉS DEL MATERIAL DEL LECHO Y LAS ORILLAS.

CABE SUBRAYAR QUE LA CONDICIÓN BÁSICA PARA EL EMPLEO DE ESTE MÉTODO ES QUE HAYA UN ESTRATO PERMEABLE QUE CONECTE EL DISPOSITIVO DE CAPTACIÓN CON EL CUERPO DE AGUA. POR LO QUE SI NO EXISTE, SE PUEDE CONSTRUIR, COMO ALTERNATIVA, UNA GALERÍA O LECHO FILTRANTE.

LOS POZOS SE EMPLEAN PARA LA CAPTACIÓN INDIRECTA DE AGUAS SUPERFICIALES POR LAS MISMAS CAUSAS Y FINALIDADES QUE LAS GALERÍAS DE INFILTRACIÓN.

LOS POZOS NORMALMENTE DAN BUENOS RESULTADOS, CUANDO EL GASTO REQUERIDO ES PEQUEÑO Y CUANDO EL ACUÍFERO QUE SE CONECTA CON EL CUER-

PO SUPERFICIAL DE AGUA ES HOMOGÉNEO Y DE GRAN EXTENSIÓN. SIN EMBARGO, EN CASO DE GASTOS MAYORES O TRATÁNDOSE DE ACUÍFEROS DE Poca permeabilidad, el número necesario de pozos para obtener la producción requerida puede resultar excesivo, siendo entonces la solución indicada la galería de infiltración. También puede emplearse la solución intermedia (pozos, interconectados con galerías de infiltración).

Es claro que cuando se trata de un curso de agua que en la época de estiaje suministra un gasto insuficiente, será necesario establecer ya sea una presa de embalse o bien un lago artificial, alimentado por el curso de agua durante los períodos de avenidas, para lograr una regularización.

Por otra parte, haciendo referencia a la captación de manantiales, ésta puede ser directa (en el lugar de afloramiento del manantial) en caso de que el afloramiento esté confinado a una zona reducida, invariablemente que sea vertical u horizontal.

En ocasiones existen impedimentos para hacer una captación directa. Tal es el caso de los afloramientos que ocurren en una zona más extensa; en el caso en el que la saturación del terreno adyacente al nacimiento, o la calidad del subsuelo no permite construir una estructura estable; condiciones topográficas del terreno adversas; en el caso de que las aguas captadas contengan gases, tales como CO_2 y H_2S y cuando las aguas tienen temperaturas elevadas.

Las obras en estos casos, son similares a las de captación para los cursos superficiales; a éstos se les denomina indirectos (la captación no se realiza en el afloramiento), existen además estructuras exclusivas para la captación indirecta de manantiales.

RECOMENDACIONES PARA LA UTILIZACIÓN DE AGUA SUBTERRÁNEA.

Las galerías se deben utilizar preferentemente sobre los pozos, en los terrenos fisurados; y en los terrenos permeables cuando la recolección del agua se pueda realizar por gravedad.

Los pozos a su vez, se utilizarán cuando la instalación de una tubería sea improductiva o incosteable en comparación con éstos. Además, los pozos ofrecen una mayor seguridad en cuanto a la calidad del agua obtenida, esto en combinación con la calidad del acuí-

FERO DETERMINAN QUE SISTEMA DE CAPTACIÓN EMPLEAR.

LOS POZOS ORDINARIOS DE DIÁMETRO PEQUEÑO SE UTILIZARÁN CUANDO SE QUIERA APROVECHAR ÚNICAMENTE, EL AGUA FREÁTICA Y/O SUBÁLVEA. UNA ALTERNATIVA QUE PRESENTA MEJORES CARACTERÍSTICAS PARA EL APROVECHAMIENTO DE ÉSTAS EN TERRENOS ARENOSOS, SON LOS POZOS HINCADOS.

SE RECOMIENDA UTILIZAR LAS NORIAS, HASTA UNA PROFUNDIDAD DE 10M., DADO QUE POSTERIORMENTE, SE DIFICULTARÍA SU EXCAVACIÓN, PUESTO QUE SE REALIZA A MANO. LOS POZOS HINCADOS, POR SU PARTE, HASTA UNA PROFUNDIDAD DE 8M. PUESTO QUE A PROFUNDIDADES MAYORES, LA FRICCIÓN ES MUY IMPORTANTE, A TAL GRADO QUE LLEGA A ANULAR EL GOLPETEO DE HINCA.

CUANDO SE QUIERE UTILIZAR POZOS HINCADOS EN TERRENOS DUROS, SE DEBE RECURRIR AL EMPLEO DE TRÉPANOS.

POR OTRA PARTE, SI SE DESEA CAPTAR EL AGUA DE LOS ACUÍFEROS, EL APROVECHAMIENTO SE DEBE REALIZAR MEDIANTE LA CONSTRUCCIÓN DE POZOS PROFUNDOS.

SI BIEN, EN ESTE CASO LA SOLUCIÓN ES ÚNICA, ESTA OBRA DE CAPTACIÓN EXIGE POR SÍ MISMA UNA DIVERSIDAD DE ESTUDIOS COMPLEJOS, LOS CUALES SE DEBEN INTERPRETAR, Y CUYO RESULTADO DESIGNA QUE HACER O QUE ELEGIR DENTRO DE UNA GRAN VARIEDAD DE ALTERNATIVAS PARA TODAS Y CADA UNA DE LAS ETAPAS DE SU CONSTRUCCIÓN.

TODO LO ANTERIORMENTE EXPUESTO, SE DEBERÁ CONSIDERAR COMO UNA SERIE DE RECOMENDACIONES GENERALES, YA QUE NO SE HAN MENCIONADO LOS PROBLEMAS PARTICULARES QUE PRESENTAN LAS DISTINTAS ZONAS, ASÍ COMO LAS QUE SE ADQUIEREN E IMPONEN BAJO LAS CONDICIONES DE TRABAJO, TAL ES EL CASO DE LAS VENTAJAS O DESVENTAJAS QUE SE TIENEN SI ES UNA ZONA QUE SE CONOCE O DESCONOCE RESPECTIVAMENTE. SIENDO EN LA MAYORÍA DE LOS CASOS, LOS FACTORES CRITERIO Y EXPERIENCIA FUNDAMENTALES.

SE HACE HINCAPIÉ EN QUE LAS CUALIDADES O CARACTERÍSTICAS ESENCIALES QUE DEBE SATISFACER UNA FUENTE DE ABASTECIMIENTO SON: 1) CANTIDAD (GASTO SUFICIENTE PARA SATISFACER LAS NECESIDADES DE LA POBLACIÓN POR ABASTECER). 2) CALIDAD ADECUADA (EL AGUA DEBE ESTAR EN LAS MEJORES CONDICIONES DE CALIDAD, PUESTO QUE EN CUÁNTO SEAN MAYORES SUS IMPUREZAS, MAYOR SERÁ EL COSTO DE LA POTABILIZACIÓN. SIENDO EL CASO OPUESTO UN COSTO ADICIONAL NO SIGNIFICATIVO POR OBTENER SU POTABILIDAD. Y 3) PRESIÓN, DEPENDIENDO DE LA UBICACIÓN GEOGRÁFICA DE

LA FUENTE RESPECTO A LA POBLACIÓN POR ABASTECER, SE PUEDE ELIMINAR O NECESITAR BOMBLEAR EL AGUA, FACTOR QUE ECONOMIZA O AUMENTA CONSIDERABLEMENTE EL COSTO TOTAL DE LA OBRA DE CAPTACIÓN.

RESPECTO A LA OBRA DE CAPTACIÓN DEBE TOMARSE EN CUENTA QUE SE HA DE DISEÑAR PARA OBTENER EL AGUA SIN DEGRADAR SUS CONDICIONES FÍSICAS, QUÍMICAS Y BACTERIOLÓGICAS O EN SU DEFECTO, LA MODIFICACIÓN SEA MÍNIMA. RECORDANDO QUE DE NO PREVENIR LA CONTAMINACIÓN, SU ELIMINACIÓN ES SUMAMENTE COSTOSA Y EN OCASIONES IMPOSIBLE.

BIBLIOGRAFIA

ABASTECIMIENTO DE AGUAS Y REMOCIÓN DE AGUAS RESIDUALES.
FAIR, GEYER Y OKUN.
EDITORIAL LIMUSA - MÉXICO -

DESTILACIÓN POR COMPRESIÓN DE VAPOR, CARTILLA PARA EL OPERADOR.
DIRECCIÓN GENERAL DE APROVECHAMIENTO DE AGUAS SALINAS Y ENERGÍA
SOLAR.
SUBSECRETARÍA DE BIENES INMUEBLES Y OBRAS URBANAS. SAHOP.

EL HOMBRE Y EL OCEANO.
BRIAN J. SKINNER Y KARL K. TUREKIAN.
EDICIONES OMEGA - BARCELONA -

ESTABLECIMIENTO Y PUESTA EN MARCHA DE LOS PLANES DE SANEAMIENTO
AMBIENTAL DE LAS AGUAS RESIDUALES URBANAS: ESTUDIO PARA PODERES
PÚBLICOS Y MUNICIPIOS.

EVALUACIÓN, EFECTOS Y SOLUCIÓN DE LA CONTAMINACIÓN DEL AGUA.
ERNESTO MURGUÍA VACA
ED. AUTOR

MANUAL DE ESTUDIOS Y PROYECTOS PARA DESARROLLOS INDUSTRIALES.
SEGUNDA PARTE NORMAS TÉCNICAS
VOL. II.
SAHOP

INGENIERÍA SANITARIA
ERNESTO MURGUÍA VACA
ED. AUTOR

OBRAS DE CAPTACIÓN EN CURSOS SUPERFICIALES DE AGUA PARA CURSOS MODERADOS.

NICOLAS NYERGS V.

- CARACAS -

PLAN RECTOR PARA AGUAS RESIDUALES.

COORDINACIÓN DE PROYECTOS DE DESARROLLO.

ANEXO C.

PERFORACIÓN DE POZOS PROFUNDOS.

(PLAN NACIONAL DE OBRAS DE RIEGO PARA EL DESARROLLO RURAL).

SRH.

PURIFICACIÓN DE AGUAS Y TRATAMIENTO Y REMOCIÓN DE AGUAS RESIDUALES.

FAIR - GEYER.

EDITORIAL LIMUSA - MÉXICO -

APUNTES DE LA CLASE DE SISTEMAS DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE.

ING. LUIS A. GUTIÉRREZ MORALES.