

73



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

FACULTAD DE INGENIERIA

ZES

**"ESTUDIO DE FUENTES SUPERFICIALES PARA
SUMINISTRO DE AGUA POTABLE A LA CIUDAD
DE CHIHUAHUA, CHIH."**

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:

INGENIERO CIVIL

P R E S E N T A:

DAFNI GONZALEZ BUGARIN



Ciudad Universitaria

1995

FALLA DE ORIGEN

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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



UNIVERSIDAD NACIONAL
AUTÓNOMA DE
MÉXICO

FACULTAD DE INGENIERIA
DIRECCION
60-1-100/94

Señor
DAFNI GONZALEZ BUGARIN
Presente.

En atención a su solicitud me es grato hacer de su conocimiento el tema que propuso el profesor M.I. MA. ROSIO RUIZ URBANO, que aprobó esta Dirección, para que lo desarrolle usted como tesis de su examen profesional de INGENIERO CIVIL.

**'ESTUDIO DE FUENTES SUPERFICIALES PARA SUMINISTRO DE AGUA
POTABLE A LA CIUDAD DE CHIHUAHUA, CHIH.'**

- I. INTRODUCCION
- II. ANTECEDENTES
- III. RECOPIACION Y ANALISIS DE LA INFORMACION BASICA
- IV. IDENTIFICACION DE SITIOS DE APROVECHAMIENTO Y CONDUCCIONES
- V. ANALISIS HIDROLOGICO
- VI. DEFINICION DEL MEJOR ESQUEMA DE APROVECHAMIENTO
- VII. CONCLUSIONES

Ruego a usted cumplir con la disposición de la Dirección General de la Administración Escolar en el sentido de que se imprima en lugar visible de cada ejemplar de la tesis el título de ésta.

Asimismo le recuerdo que la Ley de Profesiones estipula que deberá prestar servicio social durante un tiempo mínimo de seis meses como requisito para sustentar Examen Profesional.

Atentamente
"POR MI RAZA HABLARA EL ESPIRITU"
Cd. Universitaria, a 2 de junio de 1994.
EL DIRECTOR

ING. JOSE MANUEL COVARRUBIAS SOLIS

JMCS/RCR*nlj

DEDICO ESTA TESIS CON MUCHO CARÍO:

A MIS PADRES Y HERMANOS.

A MONY.

A MIS AMIGOS Y COMPAÑEROS DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA.

A LAS PERSONAS QUE LEAN ESTA TESIS.

A DIOS...

ATENTAMENTE:

DAFNI GONZÁLEZ BUGARÍN

INDICE

Capítulo I	
1. Introducción	1.1
1.1 Objetivo.	1.1
Capítulo II	
2. Antecedentes.	2.1
2.1. Marco de Referencia.	2.1
2.1.1. Localización Geográfica.	2.1
2.1.2. Area y Límites.	2.1
2.1.3. Orografía.	2.1
2.1.4. Hidrografía.	2.2
2.1.5. Centros de Población.	2.2
2.1.6. Clima y Lluvia Media Anual.	2.3
2.2. Demanda de Agua.	2.3
2.2.1. Demanda Actual de Agua Potable.	2.3
2.2.2. Proyección de la Demanda de Agua Potable.	2.3
2.3. Descripción de las Fuentes Actuales de Suministro e Infraestructura.	2.4
2.3.1. Acuífero Valle del Saúz.	2.4
2.3.2. Acuífero Valles Chihuahua-Sacramento.	2.4
2.3.3. Acuífero Valles Tabaloapan-Aldama.	2.5
2.3.4. Presa Chihuahua.	2.5
2.4. Oferta actual de Agua Potable.	2.6
Capítulo III.	
3. Recopilación y Análisis de la información Básica.	3.1
3.1. Información Hidrométrica.	3.1
3.2. Información Climatológica.	3.3
Capítulo IV.	
4. Identificación de Sitios de Aprovechamiento y Conducciones.	4.1
4.1. Objetivo de Descripción General.	4.1
4.2. Preevaluación.	4.4

Capítulo V.	
5. Análisis Hidrológico	5.1
5.1.- Simulación del Funcionamiento de Vaso	5.1
5.1.1.- Curva Elevación-Areas-Capacidades (E-A-C)	5.2
5.1.2.- Evaporación Neta	5.3
5.2. Descripción de los sitios seleccionados.	5.3
5.2.1 Presa Francisco I. Madero (Las Vírgenes).	5.3
5.2.2 Presa Ing. Luis L. León (El Granero).	5.4
5.2.3 Chuviscar II (Sitio propuesto).	5.4
5.3 Relación con los aprovechamientos actuales.	5.5
5.4. Adecuación de los escurrimientos para cada Sitio.	5.5
5.4.1 Alternativa N° 1. Presa Francisco I. Madero (Las Vírgenes).	5.6
5.4.2 Alternativa N° 2. Presa Luis L. León (El Granero).	5.6
5.4.3 Alternativa N° 3. Sitio Chuviscar II.	5.6
5.5.- Demandas de Riego y Otros Usos	5.7
5.5.1 Presa Francisco I. Madero.	5.7
5.5.2 Presa Luis L. León	5.8
5.5.3 Sitio Chuviscar II	5.9
5.6. Determinación de Curva Elevación-Areas-Capacidades.	5.9
5.6.1. Presa Francisco I. Madero.	5.9
5.6.2. Presa Luis L. León	5.9
5.6.3. Sitio Chuviscar II.	5.9
5.7. Adecuación de las Evaporaciones Netas	5.10
5.7.1. Presa Francisco I. Madero.	5.10
5.7.2. Presa Luis L. León.	5.10
5.7.3. Sitio Chuviscar II	5.10
5.8 Definición del potencial hidrológico en cada sitio.	5.10
Capítulo VI.	
6 Definición del mejor esquema de aprovechamiento.	6.1
6.1 Determinación del costo de cada alternativa.	6.1
6.2 Evaluación económica.	6.2
Capítulo VII.	
7. Conclusiones.	7.1

Anexo I

I.- Programa para Correlaciones y Regresiones.	A-I.1
Programa de Correlación	A-I.3
Programa de Regresión	A-I.9

Anexo II

II.- Análisis Hidrológico	
II. 1.- Objetivo	A-II.1
II. 2.- Obtención de Escurrimientos	A-II.1
II. 2.1.- Transporte por Area y Lluvia	A-II.2
II. 2.2.- Modelo Lluvia-Escurrimiento	A-II.3

Anexo III

III.- Consideraciones y Costos Índice utilizados en la Evaluación Económica.	A-III.1
III.1.- Conducción	A-III.1
III.1.1.- Tubería	A-III.1
III.1.2.- Excavación	A-III.2
III.1.2.1.- Nivel de Preevaluación	A-III.2
III.1.2.2.- Nivel de Evaluación	A-III.3
III.2.- Plantas de Bombeo	A-III.3
III.3.- Infraestructura civil y obra de contención	A-III.4
III.4.- Costo Total de Obras	A-III.4
III.5.- Imprevistos	A-III.4
III.6.- Indemnizaciones	A-III.4
III.6.1.- Nivel de Preevaluación	A-III.5
III.6.2.- Nivel de Evaluación	A-III.5
III.7.- Sobreequipamiento	A-III.5
III.8.- Operación con bombeo	A-III.5
III.9.- Mantenimiento electromecánico	A-III.5
III.10.- Operación eléctrica	A-III.6
III.11.- Planta potabilizadora	A-III.6
III.12 Mantenimiento civil	A-III.6
III.13.- Tratamiento	A-III.6
III.13.1.- Nivel de Preevaluación	A-III.6
III.13.2.- Nivel de Evaluación	A-III.6
III.14.- Costo total de operación	A-III.7
III.15.- Inversión total	A-III.7
III.16.- Costo nivelado del metro cúbico	A-III.7

Anexo IV**IV.- Chuviscar II**

Resumen del Análisis Hidrológico.	A-IV.1
Registro Histórico de Almacenamiento.	A-IV.3
Registro Histórico de Extracciones.	A-IV.6
Evaporación Neta	A-IV.7
Registro Histórico de Precipitaciones.	A-IV.8
Registro Histórico de Evaporaciones.	A-IV.9
Puntos de la Curva Elevación Areas Capacidades.	A-IV.10

Anexo V**V.- Luis L. León**

Resumen del Análisis Hidrológico.	A-V.1
Registro Histórico de Almacenamiento.	A-V.3
Registro Histórico de Extracciones.	A-V.4
Evaporación Neta	A-V.5
Registro Histórico de Precipitaciones.	A-V.6
Registro Histórico de Evaporaciones.	A-V.7
Puntos de la Curva Elevación Areas Capacidades.	A-V.8

Anexo VI**VI.- Francisco I. Madero.**

Resumen del Análisis Hidrológico.	A-VI.1
Registro Histórico de Almacenamiento.	A-VI.3
Registro Histórico de Extracciones.	A-VI.5
Evaporación Neta	A-VI.7
Registro Histórico de Precipitaciones.	A-VI.8
Registro Histórico de Evaporaciones.	A-VI.9
Puntos de la Curva Elevación Areas Capacidades.	A-VI.10

Bibliografía**B.1**

CAPÍTULO 1

Introducción

CAPITULO I

INTRODUCCION

1.1 Objetivo

En el presente trabajo se estudia la posibilidad de aprovechar nuevas fuentes de abastecimiento superficial en zonas relativamente cercanas a la ciudad, en etapas intermedias, al suministro de agua potable.

El desarrollo de la tesis se realizó bajo en el contenido de los siguientes capítulos

Capítulo II.

En este capítulo se trata de dar un aspecto muy general de lo que es el estado de Chihuahua, aportando datos hidrológicos, orográficos, climatológicos, límites, colindancias, su importancia como productora de materias primas y la población que radica en el estado, y en particular la establecida en la ciudad; aplicando dos métodos para determinar la población a futuro, que tienen la característica, uno de ser muy conservador (método de interés compuesto) y otro ser muy optimista (método aritmético), que de alguna manera se puede decir que la población estará entre estos dos criterios. Tomando una dotación superior a la que actualmente se da que es de 227 lts/hab/día.

Capítulo III

En este capítulo se menciona la recopilación y validación de información. Consistió en obtener datos de estaciones hidrométricas y climatológicas, la cual estuvo dividida en dos, en la primera etapa se le llamo Preevaluación y consistió en calcular los gastos medios anuales y la segunda etapa se denominó evaluación, en la que se recopiló los gastos, evaporaciones y precipitaciones mensuales, así como las demandas para cada sitio.

Capítulo IV

En este capítulo se identificaron cuencas y sitios de probable aprovechamiento para el suministro de agua dentro del estado de Chihuahua.

Primero a escala 1:250,000, trazándose cuencas y acueductos. Calculándose un gasto medio anual y proponiéndose alturas y ancho de cortinas.

Después se analizó más detalladamente a escala 1:50,000 tanto las alturas y ancho de cortinas, así como las cargas de bombeo y gravedad.

Por último se conjuntaron todos estos datos en la tabla de Preevaluación. Se realizó un análisis económico dando por resultado, el precio por m^3 , el cual fue un parámetro de comparación para evaluar más a detalle los sitios que cumplen con un buen gasto, con un costo relativamente bajo.

Dado los sitios seleccionados se evaluaron con más detalle las estaciones hidrométricas y climatológicas que se encuentran cercanas a los sitios de estudio.

Capítulo V

En general este capítulo es el más importante de la tesis, porque aquí se analizan con más profundidad todos los puntos que en otros capítulos solamente se tocaron someramente.

En este capítulo se realiza la investigación de todo lo concerniente a los sitios; analizándose los siguientes puntos:

- ⇨ Registro de escurrimientos mensuales con un período de 1960 a 1993.
 - ⇨ Precipitaciones y evaporaciones mensuales con un mínimo de 10 años, de la estación más cercana al vaso de almacenamiento.
 - ⇨ Se investigan los aprovechamiento actuales de cada sitio, para respetar las demandas.
 - ⇨ Se determina la curva elevaciones-áreas-capacidades para cada sitio.
 - ⇨ Se emplea un programa para simular el funcionamiento de vaso, respetando las demandas actuales y agregando la demanda de agua para la ciudad de Chihuahua.
 - ⇨ Se realizó de manera interactiva hasta obtener un déficit aceptable.
 - ⇨ Se estructuró una tabla con el potencial hidrológico para cada sitio.
-

Capítulo VI

Dado el potencial hidrológico de cada sitio se realizó la tabla de evaluación, tomando con más detalle lo visto en la tabla de Preevaluación y obteniendo por resultado un costo por m³, el cual determina la mejor alternativa a mediano o largo plazo.

El resultado final de esta tesis servirá para el desarrollo del anteproyecto y el proyecto ejecutivo de la obra que se realice.

Si bien, no se elabora en un futuro cercano, si nos da un precedente de que podemos obtener agua de fuentes superficiales a mediano y largo plazo.

Capítulo VII

En este capítulo se presentan las conclusiones a las cuales se llegó después de todo el desarrollo de la tesis.

CAPÍTULO 2

Antecedentes

CAPITULO 2

2. ANTECEDENTES

2.1 Marco de Referencia.

2.1.1. Localización Geográfica

El Estado de Chihuahua que fué constituido en 1824 después de la separación de Durango en 1823, se localiza en el centro norte del País, forma parte de los estados limítrofes con Estados Unidos de América y está comprendido entre los meridianos $102^{\circ}24'30''$ y $109^{\circ}24'00''$ de longitud Oeste y los paralelos $25^{\circ}33'15''$ y $31^{\circ}46'45''$ de latitud Norte.

2.1.2. Area y Límites

Chihuahua, por su enorme área de 247,087 km², ocupa el primer lugar de todos los Estados de la República y está limitado al norte y noroeste por el lindero internacional con Estados Unidos de América, del cual el río Bravo forma parte en una longitud de más de 466 km; al oriente por Coahuila; al sur por los Estados de Durango y Sinaloa y al poniente por Sonora.

2.1.3. Orografía

El accidente orográfico más importante en Chihuahua es la Sierra Madre Occidental; la cual se interna de norte a sur por el rincón noroccidental y se ensancha gradualmente hacia el sureste hasta llegar a un inmenso laberinto de picos y depresiones dando lugar a dos zonas completamente distintas: formada por las elevadas mesetas y montañas que constituyen la Sierra Tarahumara, con alturas hasta de 3,307 m.s.n.m., y la otra formada por lomeríos y estivaciones que descienden hacia el oriente del Estado hasta llegar a la Altiplanicie Mexicana del Norte que ocupa en Chihuahua más de 160,000 km², cubiertos de pastizales y desiertos con serranías que tienen apenas 300 m de altura sobre el altiplano. El desierto apenas si se manifiesta a veces tendiendo a llanura como es el caso de la zona norteña de Samalayuca. Es, francamente desierta la zona llamada Bolsón de Mapimi, situada en el rincón sureste del Estado.

El área agrícola del Estado es del orden de 600, 000 ha., de las cuales solamente unas 100,000 ha. reciben beneficio de riego para cultivo de algodón, trigo, maíz, frijol, alfalfa, avena y cacahuate y frutales como manzana y la uva.

Las 16'000,000 ha. de pastizales determinan que Chihuahua sea un emporio ganadero.

2.1.4. Hidrografía.

El sistema hidrográfico más importante de Chihuahua es el río Conchos, afluente del río Bravo ya que su cuenca de drenaje ocupa más de 61,820 km², ó sea el 25% del Estado. En la vertiente del Pacífico de la Sierra Madre Occidental tiene su origen numerosos arroyos y barrancas que descienden en forma brusca hacia la planicie costera de los Estados de Sinaloa y Sonora, dándole lugar a la formación de los ríos Yaqui, Mayo, Fuerte, Sinaloa y Humaya. Existen numerosas cuencas cerradas como son las lagunas de Guzmán, Sta. María, Río Casas Grandes, Laguna Bustillos y Laguna de los Mexicanos.

2.1.5 Centros de Población.

En 1990 de acuerdo con el XI Censo General de Población y Vivienda, el estado de Chihuahua contaba con 2'441,873 habitantes, comparando con la población registrada en el censo de 1980 ésta fue de 2'005,477 habitantes, lo que representa un crecimiento con una tasa anual de 2.00%.

Con respecto a la distribución de la población por municipio se puede observar que existe una fuerte concentración de ésta, ya que en sólo dos municipios se ubica el 54.4 % de la población total del estado, los cuales son los siguientes:

Municipio	DIST. (%)	Población
Juárez	32.7	798,499
Chihuahua	21.7	530,783
Cuauhtemoc	4.6	112,589
Delicias	4.3	104,014
Resto	36.7	895,988

En el municipio de Chihuahua, se ha tenido la siguiente evolución de la población: en 1970 había 277,099 habitantes, en 1980 fue de 406,830 y 530,783 en 1990, lo que significa que para el periodo de 1970 a 1980 la población tuvo un crecimiento con una tasa anual de 3.9 % y para el periodo de 1980 a 1990 el crecimiento demográfico fue con una tasa anual de 2.8 %.

Por otro lado, con base en la información obtenida en el Consejo Nacional de Población (CONAPO), de los 530,783 habitantes de este municipio en 1990, sólo 516,153 (97.3 %) se encuentran en la ciudad de Chihuahua.

2.1.6. Clima y Lluvia media Anual.

El Clima varía desde el frío húmedo en algunas partes de la Sierra Tarahumara, con bosques de coníferas, al frío seco en las zonas desérticas del noroeste del Estado; con clima desértico en la zona del Bolsón de Mapimí y con lluvias mínimas que llegan a 165 mm anuales en la zona de Ojinaga. Las zonas de lluvias superiores a 1,000 mm, se encuentran al poniente del parteaguas continental, en la vertiente del pacífico de la Sierra Madre Occidental. La lluvia media anual en todo el Estado, en el periodo 1931-1970, es de 423 mm.

2.2 Demandas de Agua

2.2.1 Demanda actual de Agua potable.

Actualmente la Ciudad de Chihuahua cuenta con aproximadamente 580,602* habitantes, con una dotación estimada de 260 l/hab/día, lo que provoca un consumo de 1.75 m³/s.

2.2.2 Proyección de la demanda de agua potable.

Para el cálculo de la población futura y su gasto futuro, se emplearon el método de interés compuesto, el método aritmético y el promedio de los dos métodos.

Para el método de interés compuesto se consideró un crecimiento uniforme de la población de 4% anual, que se estima acorde con la política de población establecida en el país, y con una dotación de 260 l/hab/día, los resultados se presentan en la tabla 2.1 y las figuras 2.1 y 2.2. Para el desarrollo de esta tesis se tomo en consideracion solo el método de interés compuesto que es el que más se apega al desarrollo que se espera para la región del país; con esto podemos dar un margen para que se pueda satisfacer la demanda de poblaciones que se están incorporando a la ciudad de Chihuahua., tal es el caso de Avalos y Juárez, no contempladas inicialmente.

Datos obtenidos del Consejo Nacional de Población (CONAPO)

2.3 Descripción de las fuentes actuales de suministro e infraestructura.

Esta oferta es satisfecha principalmente por fuentes de abastecimiento subterráneo, producto de tres acuíferos cercanos a la ciudad: Valle del Saúz, Valles Chihuahua-Sacramento, Valles Tabaloapan-Aldama, y la aportación de la presa Chihuahua.

2.3.1. Acuífero Valle del Saúz.

Es el más vigoroso, se encuentra a 30 km al norte de la Ciudad, en la región Hidrológica de Cuencas Cerradas del Norte, cuenta con batería de 11 pozos profundos, que forman la zona de captación del acueducto valle del Saúz, Chihuahua con una área de 1,290 km² con 377 aprovechamientos y recarga 194 Mm³/año

Tipos de Usos del Agua

Usos	Extracción Mm ³ /año
Agrícola	95.91
Ganadero	1.64
Municipal	19.42
Domestico	0.89

2.3.2. Acuífero Valles Chihuahua-Sacramento.

Es el valle del río Sacramento comunicado con el Saúz-Encinillas y el Tabaloapa-Aldama; sobre explotado, aquí se asienta la ciudad, el acuífero cuenta con una área de 235 km² con 491 aprovechamientos y recarga de 55 Mm³/año

Tipos de Usos del Agua

Usos	Extracción Mm ³ /año
Agrícola	26.00
Ganadero	0.20
Municipal	68.50
Domestico	6.50

2.3.3. Acuífero Valles Tabaloapa-Aldama.

Sobre su cuenca se descargan las aguas residuales de la ciudad de Chihuahua, lo cual hace que la calidad del agua sea mala, tiene una área de 235 km² con 131 aprovechamientos y una recarga 55 Mm³/año

Tipos de Usos del Agua

Uso	Demanda Mm ³ /año
Agrícola	32.0
Ganadero	0.01
Municipal	26.8
Domestico	0.50

2.3.4. Presa Chihuahua.

Area de Cuenca: 393 km²
Longitud de cortina: 817 m
Corona: 10 m
Altura máxima: 46 m
Materiales Graduados.
Dique de 280 m de longitud y 9 m de alto
Capacidad a Cresta: 32.3 Mm³
Capacidad de Avenidas: 20.1 Mm³
Capacidad útil: 10.2 Mm³
Capacidad de Azolves: 2.0 Mm³
Capacidad de Obra de Toma: 250 lps

Conducción de agua potable de la Presa Chihuahua-Potabilizadora

Q_{dis}=400 l.p.s.
L=11.56 km
Diam= 24"
Material Asbesto Cemento

2.4 Oferta actual de agua potable

Visto lo anterior y considerando que la oferta actual solo cubre del orden del 86%, aunque las pérdidas físicas son bastante grandes (aprox. 25%) y, tomando la demanda antes indicada para un horizonte de 25 años, la ciudad requerirá ofertar del orden de 4,660 lps. esto significa que la oferta debe incrementarse 3,500 lps con respecto a la demanda actual.

DEMANDAS DE AGUA ACTUALES Y FUTURAS PARA LA CIUDAD DE CHIHUAHUA CHIH.

AÑO	n	INTERÉS COMPUERTO (%)	DEMANDA DOT. 200 (Módulo (m ³ /d))	ARITMÉTICO	DEMANDA DOT. 200 (Módulo (m ³ /d))	PROMEDIO	DEMANDA DOT. 200 (Módulo (m ³ /d))
1990	0	516,153	1.55	516,153	1.55	516,153	1.55
1991	1	536,799	1.62	528,207	1.59	532,503	1.60
1992	2	558,271	1.68	540,260	1.63	549,266	1.65
1993	3	580,602	1.75	552,314	1.66	566,458	1.70
1994	4	603,826	1.82	564,367	1.70	584,097	1.76
1995	5	627,979	1.89	576,421	1.73	602,200	1.81
1996	6	653,098	1.97	588,475	1.77	620,786	1.87
1997	7	679,222	2.04	600,528	1.81	639,875	1.93
1998	8	706,391	2.13	612,582	1.84	659,486	1.98
1999	9	734,647	2.21	624,635	1.88	679,641	2.05
2000	10	764,033	2.30	636,689	1.92	700,361	2.11
2001	11	794,594	2.39	648,743	1.95	721,668	2.17
2002	12	826,378	2.49	660,796	1.99	743,587	2.24
2003	13	859,433	2.59	672,850	2.02	766,141	2.31
2004	14	893,810	2.69	684,903	2.06	789,357	2.38
2005	15	929,562	2.80	696,957	2.10	813,260	2.45
2006	16	966,745	2.91	709,011	2.13	837,878	2.52
2007	17	1,005,415	3.03	721,064	2.17	863,239	2.60
2008	18	1,045,631	3.15	733,118	2.21	889,375	2.68
2009	19	1,087,457	3.27	745,171	2.24	916,314	2.76
2010	20	1,130,955	3.40	757,225	2.28	944,090	2.84
2011	21	1,176,193	3.54	769,279	2.31	972,736	2.93
2012	22	1,223,241	3.68	781,332	2.35	1,002,286	3.02
2013	23	1,272,170	3.83	793,386	2.39	1,032,778	3.11
2014	24	1,323,057	3.98	805,439	2.42	1,064,248	3.20
2015	25	1,375,979	4.14	817,493	2.46	1,096,736	3.30
2016	26	1,431,019	4.31	829,547	2.50	1,130,283	3.40
2017	27	1,488,259	4.48	841,600	2.53	1,164,930	3.51
2018	28	1,547,780	4.66	853,654	2.57	1,200,722	3.61
2019	29	1,609,701	4.84	865,707	2.61	1,237,704	3.72

□ HORIZONTE DE PLANEACIÓN

TABLA 2.1

DEMANDAS ACTUALES Y FUTURAS DE AGUA POTABLE PARA LA CIUDAD DE CHIHUAHUA, CHIH.

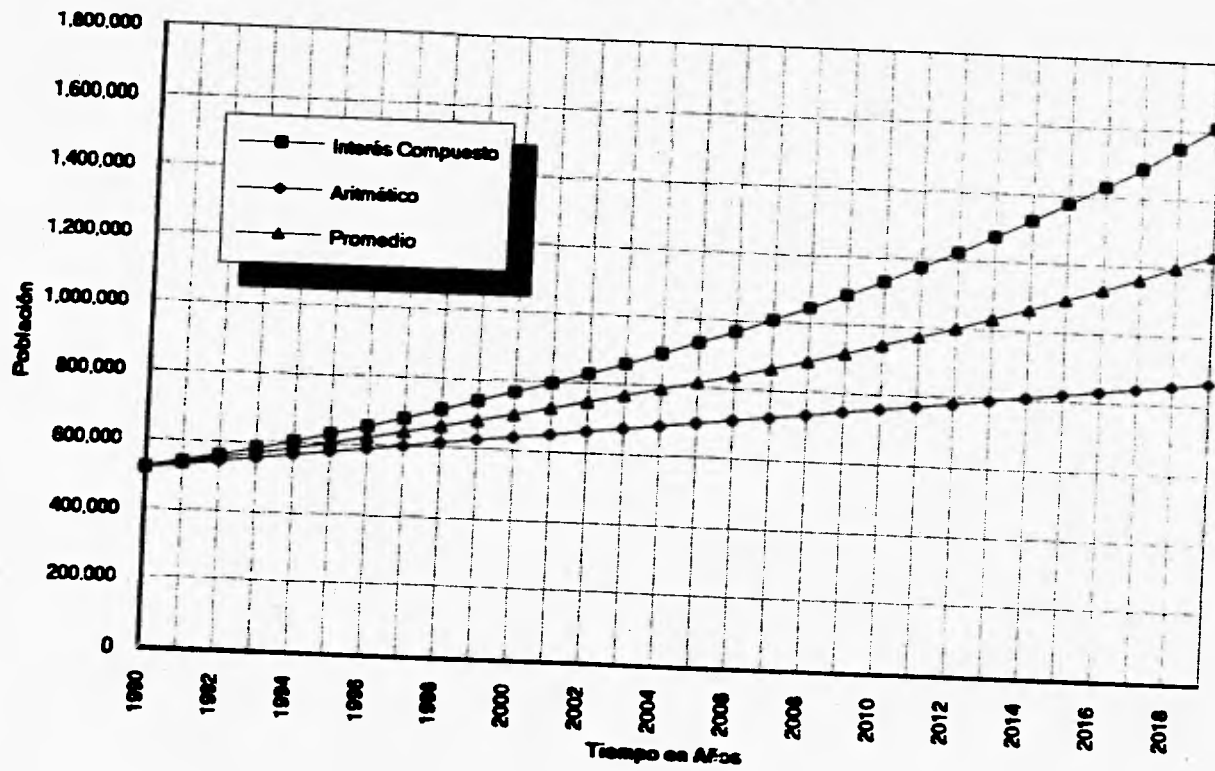


Figura 2.1

DEMANDAS ACTUALES Y FUTURAS DE AGUA POTABLE PARA LA CIUDAD DE CHIHUAHUA, CHIH.

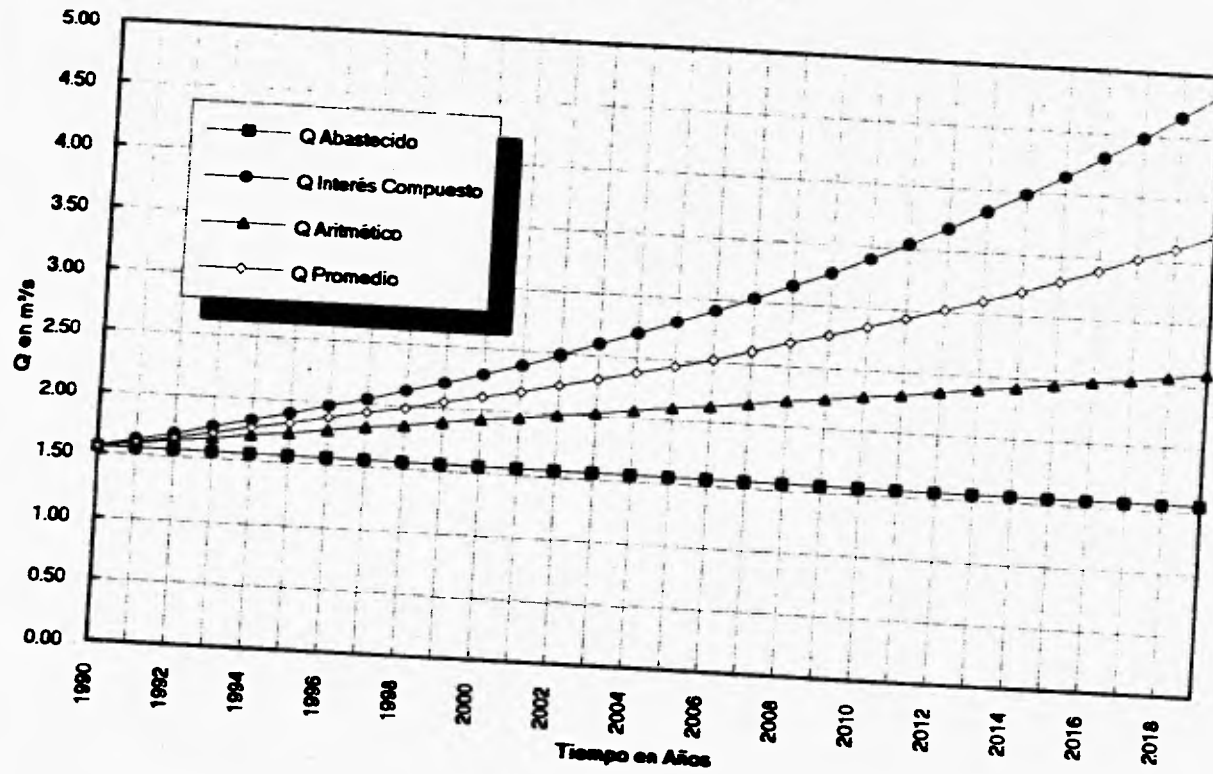


Figura 2.2

CAPÍTULO 3

**Recopilación y Análisis
de la Información
Básica**

CAPITULO 3

3. RECOPIACIÓN Y ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN BÁSICA.

Esta actividad consistió en recopilar la información cartográfica, hidrométrica, climatológica, de usos de agua y de funcionamientos de vasos de la zona en estudio, la que comprende básicamente las cuencas de los ríos Conchos, Papigochic y Chuvistar en el mismo Estado (Plano 1).

En el caso de la información numérica, se recopila, captura y analiza estadísticamente, completándose los datos faltantes validándose con las propias fuentes y revisando la congruencia y lógica de los datos.

3.1 Información Hidrométrica.

Las fuentes de información que se consultaron para poder realizar esta tesis, son: Boletines Hidrológicos Nos. 29 y 40 de la Secretaría de Recursos Hidráulicos (S.R.H.); la Comisión Nacional del Agua (C.N.A.); en varias dependencias de oficinas nacionales y la Gerencia Estatal de Chihuahua.

En general los Boletines Hidrológicos sólo cuentan con información hasta los años 1974 ó 1979, por lo que el complemento (1975 a 1992), se obtuvo principalmente en la C.N.A. en oficinas nacionales y Gerencia Estatal.

Se tiene casos en los cuales la información no existe, ya sea por que se perdió o porque está en proceso de cálculo (sobretudo de 1985 en adelante), por lo que se completaron los valores faltantes mediante los programas realizados en BASIC de regresiones o correlaciones, que se muestran en el Anexo I, con estaciones aledañas y afines, revisando que se tuviera una buena correlación y congruencia con el resto de la muestra y estaciones.

Después de hacer el análisis económico de los sitios propuestos, las mejores alternativas fueron las que dieron un costo nivelado por metro cúbico menor, y un gasto que fuera lo suficientemente grande para poder suministrarse en una etapa intermedia a la ciudad, en función de esto se escogieron los sitios para su evaluación y las estaciones hidrométricas finalmente utilizadas con las que se formó el registro necesario en el periodo disponible se indican en la tabla 3.1. y su ubicación se ilustra en la figura 3.4.

En los casos en que se trate de presas existentes, la información recopilada es básicamente el funcionamiento histórico del embalse, en la tabla 3.1. se hace la indicación si se refiere a una presa y donde también se siguió el proceso arriba señalado, con la excepción de que algunos funcionamientos se completaron con los gastos de las estaciones hidrométricas por un factor de transporte al sitio seleccionado, y que junto con las demandas históricas se realiza el funcionamiento del vaso.

Cabe destacar que se tienen cuatro formatos de éstos editados por la S.R.H. y la C.N.A. y que se estudiaron en detalle para el mejor aprovechamiento de la información que contienen.

El factor de transporte lo podemos definir como el gasto medido en la estación entre su área de cuenca.

$$F_i = \frac{Q_{\text{ESCURRIDO}}}{A_{\text{CUENCA}}}$$

Los métodos del análisis hidrológico se muestran más detallados en el Anexo II

Se recopiló información de un número de estaciones que sirvieron en la etapa de Preevaluación, a continuación se indican en la tabla 3.1 las correspondientes a dicha etapa. Finalmente se analizaron en el nivel de Evaluación las estaciones que se muestran en la tabla 3.2

1	Abraham González	3.75	1963-1993
2	Luis L. León	30.93	1960-1993
3	Francisco I. Madero	12.35	1949-1993
4	El Rejón	0.04	1961-1974
5	Presa Chihuahua	0.04	1963-1974
6	Las Burras	28.88	1949-1993
7	Las Vírgenes	12.00	1938-1939
8	El Granero	28.00	1964-1974
9	Chuviscar	0.18	1963-1974
10	Ojinaga	29.00	1960-1993
11	Las Juntas	4.98	1939-1974
12	Villalba	11.56	1938-1974

Tabla 3.1

Cuenca del Río San Pedro

		PERIODO DE REGISTRO
1	FRANCISCO I. MADERO (Funcionamiento)	1949-1993

Cuenca del Río Conchos

2	LUIS L. LEON (Funcionamiento)	1968-1993
3	LAS BURRAS	1949-1993
4	EL GRANERO	1949-1993

Tabla 3.2

3.2 Información Climatológica

Dentro de este concepto, la información se requiere para lo siguiente:

- Determinar las evaporaciones netas para los sitios propuestos, por lo que se utilizó la estación más cercana que tuviera un registro adecuado de precipitación y evaporación en un periodo común.
- En el caso de no contar con registros hidrométricos sobre la corriente en estudio, o si están muy distantes al sitio por analizar, se empleo un modelo simple de lluvia escurrimiento (Anexo II), que considera las características fisiográficas de la cuenca de aportación (usos de suelo, pendiente y cobertura vegetal), y la precipitación sobre la misma.
- En el proceso de Preevaluación, en una primera aproximación se emplearon valores medios anuales para utilizar un factor de transporte combinado de área y de lluvia.
- Las isoyetas medias anuales, se emplean para calcular, en una primera aproximación el volumen llovido en alguna cuenca específica y para poder ponderar el factor de transporte de escurrimiento de una estación hidrométrica al sitio de interés, sobre el mismo cauce, y no solo considerar las áreas de cuenca.
- La información recopilada corresponde a las láminas de precipitación y evaporación mensual y las fuentes consultadas son el servicio Meteorológico Nacional, oficinas nacionales y la Gerencia Estatal de la C.N.A. de Chihuahua.
- También en este caso los registros de las estaciones no presentaban un periodo común

o faltaban datos, por lo que fue necesario usar el programa en BASIC de correlaciones con estaciones adyacentes para complementar los registros. El período común propuesto fue de 1960-1993. (34 años).

- Las estaciones climatológicas utilizadas se indican en la Tabla 3.3 y su ubicación se ilustra en la figura 3.1 al igual que las estaciones hidrométricas, solo se incluyen las que se emplearon para la Evaluación, aunque se recopiló mayor número de ellas.

Cuenca del Río San Pedro

1	Las Vírgenes	1931-1990	1960-1989
---	--------------	-----------	-----------

Cuenca del Río Conchos

2	Las Burras	1950-1983	1950-1983
3	El Granero	1965-1983	1965-1983

Tabla 3.3

Figura 3.1 Integración de lluvia media anual 1930-1970 Región Hidrológica 24 y 34.

Figura 3.2 Integración de lluvia media anual 1930-1970 Región Hidrológica 9

Figura 3.3 Integración de lluvia media anual 1930-1970 Estado de Chihuahua.

Figura 3.4 Detalle de la zona de estudio y estaciones hidrométricas y climatológicas utilizadas en la etapa de Evaluación.

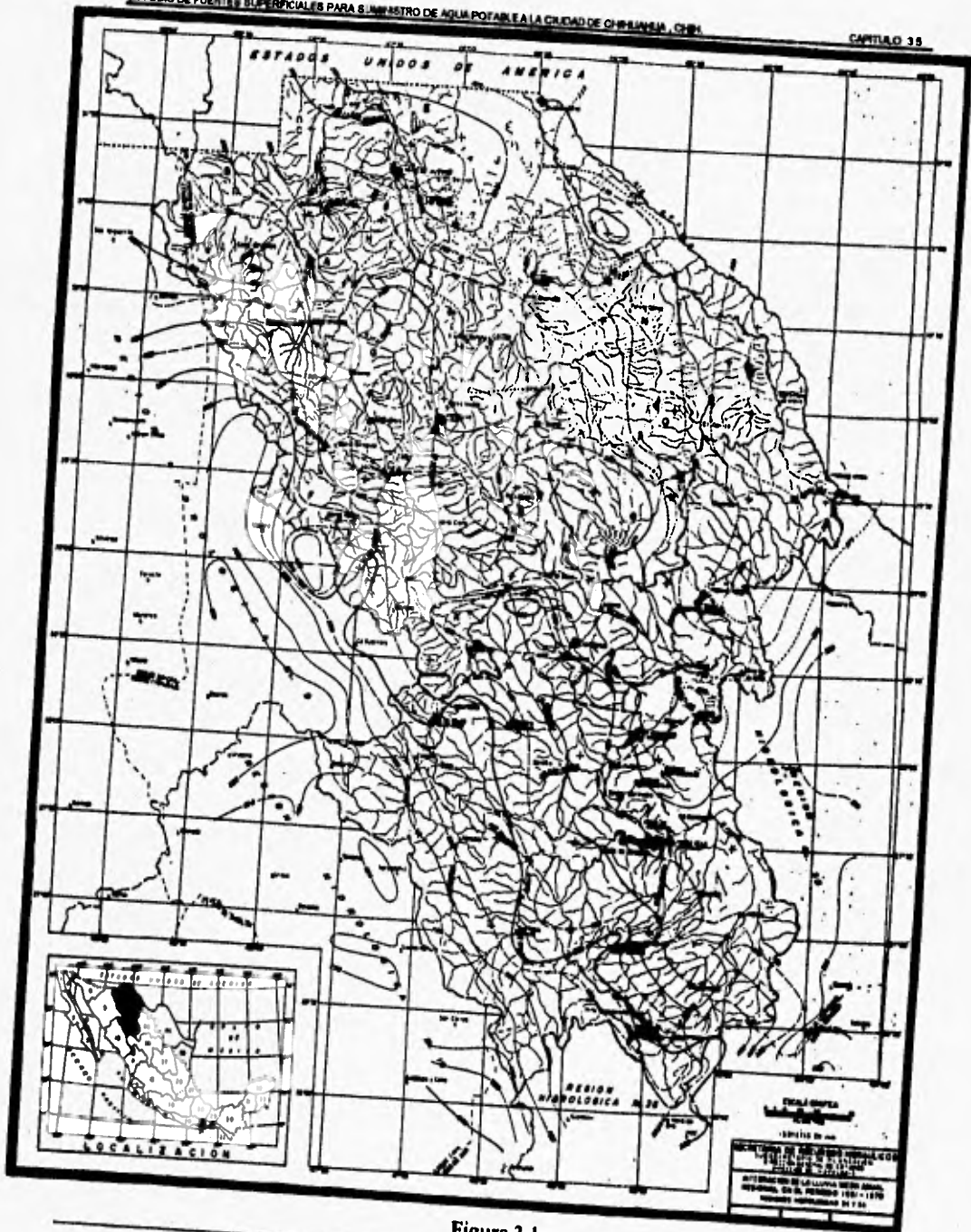


Figura 3.1

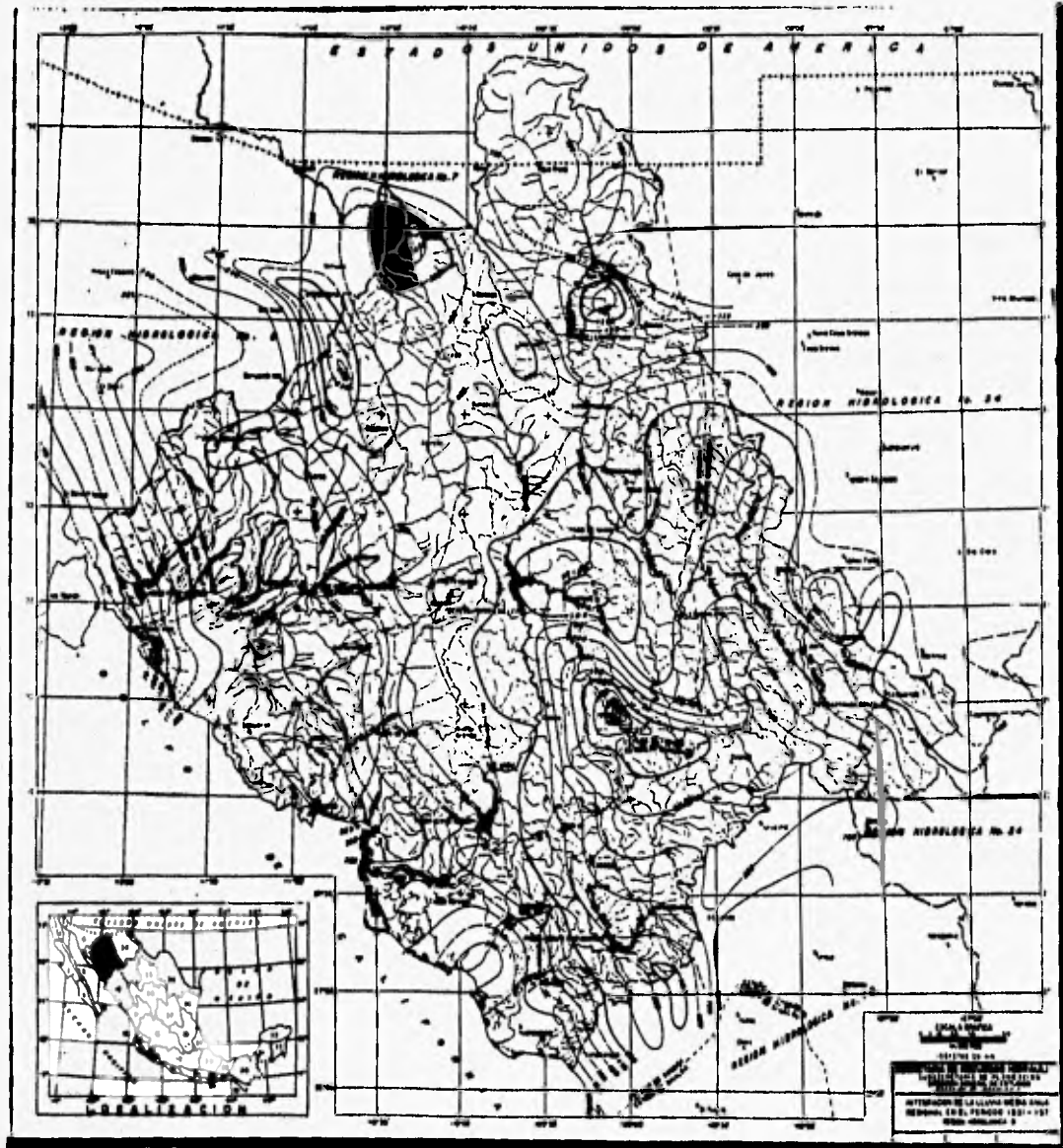


Figura 3.2

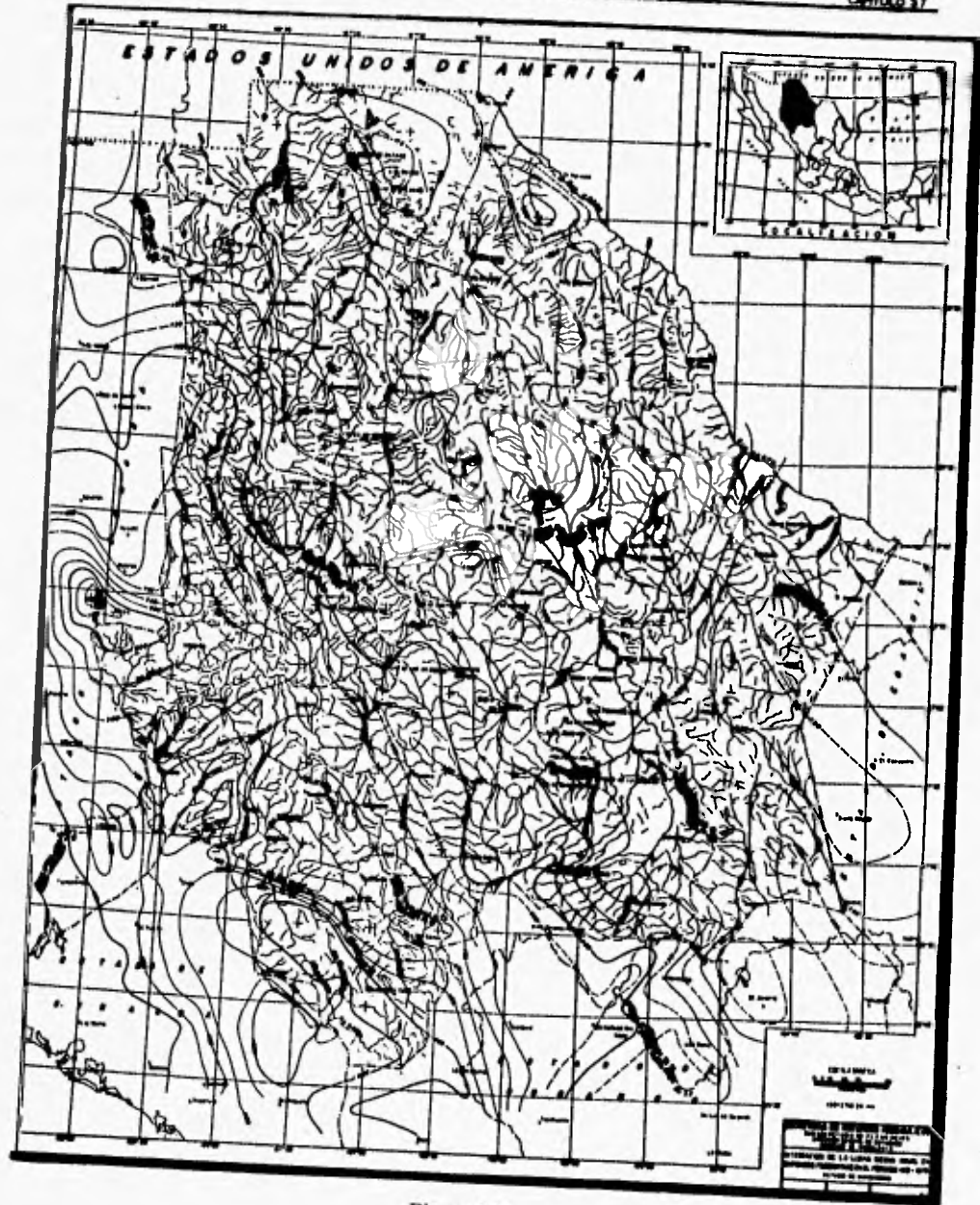


Figura 3.3

CAPÍTULO 4

**Identificación de
Sitios de Aprovechamiento
y Conducciones**

CAPITULO 4

4. IDENTIFICACIÓN DE SITIOS DE APROVECHAMIENTO Y CONDUCCIONES

4.1 Objetivo y Descripción General.

En esta primera etapa del estudio de identificación y evaluación de las alternativas de aprovechamiento para abastecer de agua potable a la ciudad de Chihuahua, Chih., se identificaron diversos sitios de captación de los escurrimientos superficiales de las aguas existentes de cuencas ubicadas dentro del estado de Chihuahua, con base en el análisis de la información recopilada que se describe en el capítulo anterior.

Consiste en seleccionar de manera sencilla, pero con bases firmes y definitivas, el mayor número de sitios posibles de aprovechamiento, considerando como parámetros básicos, el sitio como tal (por ejemplo presas ya construidas), el escurrimiento y la conducción (gravedad, bombeo o ambos) y evaluar, mediante precios índice, estas opciones para seleccionar las más adecuadas tanto técnicas como económicas y llevarlas a un nivel más detallado del estudio; este proceso de discriminación se llamó Preevaluación.

La identificación de sitios se hizo en cartas topográficas de INEGI, primero a escala 1 : 250,000 y después a 1 : 50,000. En estas últimas se analizaron con mayor detalle las diferentes rutas de las Conducciones, así como los vasos de regularización, las cuencas de captación hasta los sitios de presas y de las estaciones hidrométricas existentes. De esta manera se estudió el área donde se identificaron los sitios posibles de vaso de regularización a lo largo de los ríos y sus afluentes, cuyas características principales se anotan adelante.

Para la identificación de los sitios, estos se agruparon por cuencas; no importando si estaban ubicadas dentro o fuera de la entidad.

Es importante señalar que los sitios de presas así como los vasos y las alturas se seleccionaron cuidando de afectar lo menos posible las tierras de cultivo de temporal, los poblados localizados en las márgenes del río y vías de primer orden.

**PREEVALUACION DE SITIOS PARA
LA CIUDAD DE CHIHUAHUA, CHIH.
ELEVACION PUNTO DE ENTREGA 1460 m.s.n.m
Población 2018: 1'547,798 Hab.**

No. DE PRESA	NOMBRE PRESA	CORRIENTE	R.H.	NOME m.s.n.m.	ALTURA SITIO (CAUCE)	ALTURA PRESA (m)
1	EL REJON	A. REJON	24	1470	1450	23
2	CHUVISCAR	CHUVISCAR	24	1460	1460	23
3	FCO. I MADERO	RIO SAN PEDRO	24	1242	1190	55
4	CHUVISCAR II	RIO CONCHOS	24	1100	1061	42
6	LUIS L. LEON	RIO CONCHOS	24	1051	1007	47
7	SANTA ISABEL	RIO SANTA ISABEL	24	1600	1585	18
8	LA BOQUILLA	RIO CONCHOS	24	1319	1248	74
9	GUERACHIC	GUERACHIC	24	1880	1840	43
9	GUERACHIC	GUERACHIC	24	1880	1840	43
10	ABRAHAM GLEZ.	RIO PAPIGOCHIC	9	2048	2023	29
11	TEQUICHI	RIO SAN PEDRO	24	1650	1600	53
12	CHUVISQUILLA	CHUVISCAR	24	1560	1542	21
13	CERRO COLORADO	SANTA ROSA	24	1860	1840	43
13	CERRO COLORADO	SANTA ROSA	24	1860	1840	43
14	QUERACHIC	RIO SANTA ISABEL	24	1800	1750	53
16	P. CHIHUAHUA	RIO CHUVISCAR	24	1542	1512	33
16	EL LLANO	LA HACIENDA	24	1580	1555	28
17	NOGALES	VELA LAGUNA	24	1540	1530	13
18	SANTA ELENA	SIN NOMBRE	24	1520	1500	23

R.H. Región Hidrológica

Tabla 4.1

CARACTERISTICAS DE LAS CONDUCCIONES

N°	SITIOS DE APROVECHAMIENTO	BOMBEO			GRAVEDAD			LONGITUD TOTAL DE ACUEDUCTO km
		LONGITUD DE TUBERIA km	CARGA DINAMICA. m	DIAMETRO BOMBEO m	LONGITUD DE TUBERIA km	CARGA DISPONIBLE. m	DIAMETRO GRAVEDAD m	
1	EL REJON	0.0	0.0	0.00	1.0	12	0.20	1.0
2	CHUVISCAR	0.0	0.0	0.00	1.0	21	0.20	1.0
3	FCO. I MADERO	3.6	313.6	1.40	65.6	50	1.52	69.2
4*	CHUVISCAR II	9.8	413.1	1.83	50.4	20	2.44	60.1
5*	LUIS L. LEDN	12.9	494.3	1.83	82.4	30	2.44	95.3
6	SANTA ISABEL	6.0	161.9	0.75	31.0	270	0.60	37.0
7	SISTEMA ABRAHAM GONZALEZ-SANTA ISABEL							170.4
8	LA BOQUILLA	5.0	354.8	1.40	141.2	150	1.40	146.2
9	QUERACHIC	5.7	451.8	0.60	35.7	855	0.40	41.4
10	ABRAHAM GLEZ	16.0	296.5	1.07	146.1	840	0.90	162.0
11	TEQUICH	6.0	210.3	0.75	93.0	350	0.75	99.0
12	CHUMSQUILLA	0.0	0.0	0.00	11.8	103	0.25	11.8
13	C. COLORADO	15.6	468.7	0.60	35.7	855	0.40	51.3
14	QUERACHIC	0.0	0.0	0.00	60.8	300	0.60	60.8
15	P. CHIHUAHUA	0.0	0.0	0.00	8.7	80	0.20	8.7
16	EL LLANO	0.0	0.0	0.00	9.1	118	0.20	9.1
17	NOGALES	0.0	0.0	0.00	9.2	55	0.15	9.2
18	SANTA ELENA	0.0	0.0	0.00	1.6	27	0.10	1.6
*SISTEMA ABRAHAM GONZALEZ-SANTA ISABEL:								
7	SANTA ISABEL	6.0	161.9	0.75	0.0	0	0.00	6.0
7	ABRAHAM GLEZ	16.0	296.5	1.07	107.9	570	0.90	123.8
7	SISTEMA	0.0	0.0	0.00	40.6	270	0.90	40.6
7	TOTAL							170.4

TABLA 4.2

4.2 Preevaluación

Con el objeto de conducir los escurrimientos aprovechables de los vasos mencionados hacia la ciudad de Chihuahua, se identificaron rutas generales de conducción desde cada sitio analizado.

Estas rutas consistieron en ubicar la conducción de manera que su recorrido se pudiera efectuar por gravedad donde fuera posible, también que sea la ruta más corta, que no se aleje mucho de las vías de comunicación para evitar el sobre costo de los caminos de acceso para la instalación de los materiales y el transporte de los equipos, y buscando los puertos de montaña más bajos para evitar las altas cargas de bombeo, todo esto redundará en una línea económica.

Primero se identificaron el mayor número de sitios, considerando de acuerdo a la cartografía disponible la ubicación de las boquillas y el posible embalse, así como la ruta de conducción a la ciudad.

Posteriormente se determinaron los volúmenes aprovechables (gastos) a cada sitio con diferentes procedimientos dependiendo de cada situación que se presentará, en general fueron: con base en las estaciones hidrométricas más cercanas, en cuencas similares, transportando la información (en su caso) al sitio de interés por área y/o lluvia y con precipitación y características fisiográficas de la cuenca.

Para determinar el volumen aprovechable en cada sitio, fue suficiente la recopilación de los gastos medios anuales en el periodo histórico disponible, ya sea de funcionamientos de vaso en presas ya existentes, de estaciones hidrométricas, de estaciones climatológicas, y la combinación de cualquiera de estas. Las fuentes de información que se consultaron para realizar este trabajo son los Boletines Hidrológicos Nos 29 y 40 de la Secretaría de Recursos Hidráulicos (S.R.H.) y el Servicio Meteorológico Nacional de la Comisión Nacional del Agua (C.N.A.). La relación de presas, estaciones hidrométricas y estaciones climatológicas utilizadas se indicaron en el capítulo III.

Se utilizaron precios índice para determinar el costo de las obras, cortina, derivadora, obra de toma; además, del relieve, la posibilidad de túneles, las afectaciones, posibilidad de tratamiento, imprevistos, sobre equipamiento de las plantas de bombeo y costos de operación y mantenimiento. Esto se explica con más detalle en el Anexo III.

Considerando todos estos parámetros, se evaluó el costo nivelado del metro cúbico para un horizonte de 40 años y una tasa de descuento del 12 %, lo que permite definir las opciones más atractivas económicamente para llevarlas, junto con la posibilidad técnica, a un nivel más detallado.

En el plano 1. se presentan los sitios y las Conducciones de las alternativas seleccionadas y en la tabla 4.3, se muestra el resumen, de manera jerarquizada por su costo nivelado, de todas las opciones analizadas, destacándose los sitios seleccionados para estudiarse en la etapa de Evaluación.

En la tabla 4.3. puede verse que los sitios El rejón y Chuviscar son los de menor costo nivelado y que este se incrementa demasiado a partir del sistema Abraham González-Santa Isabel, que como se mencionó, la distancia a la ciudad y el gasto conducido influyen en este resultado. El sitio Francisco I. Madero, se seleccionó, aunque no cumplen con el gasto, debido a su bajo costo y que puede incidir en la planeación del abastecimiento de agua potable como una etapa intermedia antes de llegar al horizonte de planeación.

**PRE EVALUACION SITIOS ESTUDIADOS
COSTO DE LAS ALTERNATIVAS PARA ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE
A LA CIUDAD DE CHIHUAHUA, CHIH.**

Costo = 3.50 m³/m³

N°	MUNICIPIO	COSTO			COSTO			COSTO			COSTO			COSTO			COSTO			COSTO			COSTO TOTAL	COSTO UNITARIO										
		CONSTRUCCION	OPERACION	MANTENIMIENTO	CONSTRUCCION	OPERACION	MANTENIMIENTO	CONSTRUCCION	OPERACION	MANTENIMIENTO	CONSTRUCCION	OPERACION	MANTENIMIENTO	CONSTRUCCION	OPERACION	MANTENIMIENTO	CONSTRUCCION	OPERACION	MANTENIMIENTO															
1	EL REYAN	0.1	0.07	0.05	0.0	0.0	0.0	0.0	1.0	0.0	1.0	0.0	0.1	1.5	6.0	7	0	7	3	0.8	0.1	0.0	0.0	0.0	0.7	0.2	4	1.17						
2	CHIHUAHUA	0.1	0.07	0.05	0.0	0.0	0.0	0.0	1.0	0.0	1.0	0.0	0.1	1.5	6.0	7	0	7	3	0.8	0.1	0.0	0.0	0.0	0.7	0.2	4	1.17						
3	FOY TONTO	12.4	2.0	5.8	3.6	0.0	31.8	1.0	0.0	0.0	5.0	1.5	3.6	0.0	0.0	2.5	33	7	200	58.1	0.7	12.8	14.7	0.9	15.1	2.2	15.8	33.0	370	1.20				
4	CHIHUAHUA	22.9	3.5	8.7	9.8	0.0	41.1	1.83	0.0	0.0	10	2.00	0.0	0.0	0.0	2.0	75	05	305	00.7	2.2	25.0	32.7	2.0	34.7	3.1	77.6	65.4	501	1.24				
5	LUIS L. LEON	20.9	3.5	8.7	12.9	0.0	00.3	1.83	0.0	0.0	30	2.44	12.9	0.0	0.0	2.0	75	05	305	111.3	1.8	28.9	30.7	2.4	41.5	3.8	27.6	73.0	623	1.46				
6	SANTA ISABEL	1.6	0.5	0.5	6.0	0.0	161.9	0.75	0.0	0.0	270	0.60	6.0	31.0	37.0	0.3	0.8	1.5	6.0	05	4	7	95	21.4	0.5	1.4	1.8	0.1	1.9	0.8	18	121	1.46	
7	SISTEMA ABRAHAM GONZALEZ - SANTA ISABEL																						25.2	567	225									
8	LA BORDA	25.7	1.5	26.4	5.0	0.0	25.8	1.46	147.2	0.0	150	1.40	5.0	147.2	146.2	1.5	1.5	1.5	6.0	436	20	3	407	113.9	1.5	9.2	12.1	0.7	12.0	4.4	11.8	25.0	531	2.29
9	CUERPO	0.5	0.25	0.00	5.7	0.0	45.8	0.60	35.7	0.0	0.0	0.40	5.7	35.7	41.4	0.8	0.3	1.5	6.0	77	6	49	137	32.4	1.6	2.0	2.6	0.2	7.7	1.3	2.0	6.0	158	2.93
10	ABRAHAM GONZALEZ	3.8	1.0	1.7	16.0	0.0	796.5	1.07	146.1	0.0	0.0	0.90	16.0	146.1	152.0	1.1	1.8	1.5	6.0	400	15	7	417	102.8	1.7	5.1	6.7	0.4	7.1	4.0	7.9	19.0	527	2.97
11	REQUENA	1.5	0.5	0.5	6.0	0.0	770.3	0.75	93.0	0.0	350	0.75	6.0	93.0	99.0	0.9	0.9	1.5	6.0	234	5	05	304	75.5	2.5	1.8	2.4	0.1	2.5	3.0	5.9	9.5	391	3.86
12	CHAMPALLA	0.1	0.05	0.00	0.0	0.0	0.00	11.8	0.0	103	0.25	0.0	11.8	11.8	0.0	0.1	1.5	6.0	18	0	11	29	7.4	0.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.3	0.4	0.6	37	3.9	
13	C. CUERPO	0.5	0.25	0.00	15.8	0.0	408.7	0.60	35.7	0.0	0.0	0.40	15.8	35.7	51.3	0.8	0.3	1.5	6.0	99	6	47	147	36.2	1.6	2.0	2.7	0.2	2.8	1.4	2.0	6.2	187	3.56
14	CUERPO	1.0	0.3	0.3	0.8	0.0	0.00	60.8	0.0	300	0.60	0.0	60.8	60.8	0.0	0.8	1.5	6.0	138	0	05	203	50.7	2.2	0.0	0.0	0.0	0.0	2.0	2.4	4.4	256	4.05	
15	FOY TONTO	0.3	0.07	0.20	0.0	0.0	0.00	8.7	0.0	80	0.20	0.8	8.7	8.7	0.0	0.1	1.5	6.0	13	0	1	15	3.7	0.4	0.0	0.6	0.0	0.0	0.1	0.2	0.3	14	4.51	
16	EL LLANO	0.1	0.05	0.00	0.8	0.0	0.00	9.1	0.0	118	0.20	0.0	9.1	9.1	0.0	0.1	1.5	6.0	14	0	31	45	11.2	0.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.4	0.8	0.8	57	5.35	
17	MOJILES	0.07	0.01	0.00	0.0	0.0	0.00	0.7	0.0	53	0.15	0.0	0.7	0.7	0.0	0.1	1.5	6.0	14	0	8	21	5.4	0.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.2	0.1	0.3	27	13.25	
18	SANTA ELENA	0.01	0.005	0.000	0.0	0.0	0.00	1.6	0.0	77	0.10	0.0	1.6	1.6	0.0	0.1	1.5	6.0	7	0	19	21	5.2	0.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.2	0.0	0.2	27	25.25	

***SISTEMA ABRAHAM GONZALEZ-SANTA ISABEL:**

7	SANTA ISABEL	1.6	0.5	0.5	6.0	0.0	161.9	0.75	0.0	0.0	0.00	6.0	0.0	6.0	0.9	0.0	1.5	6.0	14	4	7	25	5.8	0.2	1.4	1.8	0.1	1.5	0.2	3.9	61	33	
7	ABRAHAM GONZALEZ	3.8	1.0	1.7	16.0	0.0	796.5	1.07	146.1	0.0	5.40	0.90	16.0	146.1	152.0	1.1	1.8	1.5	6.0	306	15	7	323	79.3	1.3	5.1	6.7	0.4	7.1	3.1	7.9	181	439
7	SANTA ISABEL	1.5	1.5	1.5	0.0	0.0	0.00	40.6	0.0	270	0.90	0.0	40.6	40.6	0.0	1.0	1.5	6.0	100	0	0	100	25.0	0.4	0.0	0.0	0.0	0.0	1.0	0.0	1.0	125	
7	TOTAL																																

SITIOS SELECCIONADOS PARA PASAR A EVALUACION
NOTA: SOLAMENTE LOS SITIOS CON * DAN EL GASTO REQUERIDO

TABLA 4.3

CAPÍTULO 5

Análisis Hidrológico

CAPITULO 5

5.- Análisis Hidrológico.

Para cada presa definida en la etapa de preevaluación para pasar a evaluación, se realizó la simulación del funcionamiento de vaso, para lo cual se utilizó un programa de simulación hidrológica que puede considerar varias presas a la vez con un máximo de cuatro demandas y con distintas interconexiones entre sí y distintos intervalos de análisis, es decir, puede analizar presas con funcionamiento mensual (de almacenamiento) o diario (derivadoras) en las misma simulación.

Para la simulación de cada presa se requiere de los escurrimientos de ingreso, de la curva de Elevaciones-Area-Capacidades (E-A-C), de la evaporación neta mensual, de la capacidad útil e inicial y de las demandas, en nuestro caso para agua potable, riego y compromisos internacionales.

Cabe mencionar que en este tipo de estudios siempre se deben respetar los usos actuales del agua e incluso mejorarlos en lo posible con la regulación. Por una parte la necesidad de las poblaciones cercanas justifica este hecho y por otra los aspectos, de carácter legal (acuerdos y tratados) son también condicionantes de suma importancia, lo que limita a obtener sólo volúmenes excedentes y por lo tanto menores al demandado. Podemos considerar como pequeños los gastos aprovechables para agua potable a las poblaciones, en comparación con los gastos que se usan para riego cerca de los sitios de aprovechamiento.

5.1.- Simulación del Funcionamiento de Vaso

Para cada presa seleccionada se realizó la simulación del funcionamiento del embalse, el que es un proceso a través del cual es posible determinar los volúmenes disponibles para agua potable considerando los usos actuales, partiendo de los volúmenes de llegada y las demandas requeridas. Para lo cual se utilizó un programa de computadora que puede considerar varias presas a la vez con un máximo de cuatro demandas y con distintas conexiones entre sí.

El uso del agua está sujeto a cumplir un orden de prioridades y un máximo de déficit en el aprovechamiento de la misma, los cuales son fijados en acuerdo con la CNA. En este sentido, por ley, el agua potable tiene prioridad 1, el riego agrícola 2, la generación hidroeléctrica 3 y otros usos tienen la prioridad 4. Siendo el déficit máximo aceptable del 1% para agua potable y 5% para riego y otros usos.

El proceso de simulación se realizó a través de un programa de computación, el cual contiene 3 módulos interconectados entre sí. Este proceso comienza con el armado del sistema por simular (numeración, definición del nombre de cada presa); posteriormente se introduce el archivo de ingresos a los sitios por simular y las características de las presas como niveles (NAMO, NAMIN, nivel inicial), la curva de Elevaciones-Areas-Capacidades y los datos mensuales de usos en general.

Una vez proporcionada toda la información de las presas al programa se inicia propiamente el proceso de simulación, para lo cual se define el esquema del sistema y las condiciones de operación de cada presa, esto es conexiones entre los sitios considerados, lo cual se define como el Esquema de Simulación.

Después de haber definido el Esquema de Simulación, se corre el programa y de los resultados se hace una relación de los más significativos, que definen la bondad del aprovechamiento; entre los que se encuentran los déficits y derrames, con el objeto de determinar el gasto disponible para el nuevo uso.

La determinación del volumen disponible para agua potable se hace mediante iteraciones del proceso de simulación, buscando respetar las prioridades y los déficits antes mencionados. Estas iteraciones comienzan con una simulación considerando sólo los usos existentes para definir los déficits actuales. Posteriormente se define el volumen de agua potable requerida como un nuevo uso con prioridad 1, el cual se va variando hasta lograr los déficits adecuados en todos los usos.

5.1.1.- Curva Elevación-Areas-Capacidades (E-A-C)

La curva Elevaciones-Areas-Capacidades que se emplea en la simulación de la presa, se obtuvo de los Boletines Hidrológicos de la S.R.H., el Servicio Meteorológico Nacional o en la Gerencia de Aguas Superficiales e Ingeniería de Ríos en el caso de las presas existentes. En los sitios donde no existen presas, éstas se obtuvieron de las cartas topográficas de INEGI 1:50,000, en algunos casos con las adecuaciones necesarias para obtener la máxima exactitud; esto es, aún siendo una escala relativamente grande se amplió al doble la zona del vaso, pues las curvas de nivel no aparecen, en algunos casos, lo suficientemente definidas para que la medición de las áreas sea más precisa, además en varios sitios se trazaron curvas de nivel auxiliares, dado que la pendiente entre las curvas de nivel existentes era muy pequeña.

Las áreas se midieron para cada curva de nivel por medio de un planímetro. Una vez obtenidas éstas, se obtuvieron las capacidades correspondientes entre curvas.

5.1.2.- Evaporación Neta

Se buscó la estación climatológica con registros de lluvia y de evaporación simultáneos en el periodo más amplio (mínimo 10 años), pero que estuviera lo más cerca del embalse.

El cálculo de la evaporación neta, se realizó restando los valores medios mensuales de precipitación al 70% de los correspondientes de evaporación.

Para cada sitio estudiado se tomó como limitante para la cota máxima, la altura de cortina o el volumen útil, procurando inundar lo menos posible terrenos de cultivo y poblados para tener los menores conflictos sociales para la ejecución de las obras.

Finalmente, con base en la información disponible en la zona de estudio, se definió como período común de análisis (para hacer los resultados comparables) los años de 1960-1993.

5.2. Descripción de los sitios seleccionados.

A continuación se mencionan las características por las cuales se seleccionaron en la etapa de preevaluación, para ser evaluados en la siguiente etapa del estudio.

5.2.1 Presa Francisco I. Madero (Las Vírgenes).

La presa Francisco I. Madero (Las Vírgenes) está ubicada sobre el río San Pedro, afluente del Conchos, en el municipio de Rosales; tiene por objetivo regularizar el régimen del río San Pedro para aprovechar sus aguas en el riego de los terrenos al norte de dicha corriente completando el desarrollo agrícola del distrito de riego de la Ciudad Delicias. El gasto escurrido a la presa es de 12.35 m³/s, de los cuales sólo se estima utilizarse 2 m³/s dado que ya hay otras demandas.

El acueducto se trazó con un tramo de bombeo de 3.6 km y otro de gravedad de 65.6 km con diámetros de 1.40 m y 1.52 respectivamente y una carga dinámica de bombeo de 313.60 m.

El resultado de la Preevaluación dio un costo nivelado de N\$ 1.20 /m³

5.2.2 Presa Ing. Luis L. León (El Granero).

La presa Ing. Luis L. León (El Granero), se localiza en el río Conchos. Afluente del Bravo, a uno 90 kilómetros al noreste de la ciudad de Chihuahua y a 160 kilómetros aguas arriba de la confluencia con el río Bravo; tiene como objetivo principal el control de las avenidas ordinarias del río Conchos para proteger terrenos agrícolas ribereños y poblados, entre ellos Ojinaga, el riego de 18,000 hectáreas localizadas en ambas márgenes, desde el valle de Falomir hasta Ojinaga y la generación de energía hidroeléctrica secundaria a las estaciones para riego, por 26 millones de kilo watts-hora anuales.

El gasto escurrido hasta el sitio se estimó con base en el funcionamiento de vaso de la presa Ing. Luis L. León, el cual es del orden de 30.9 m³/s, pudiéndose aprovechar tentativamente sólo 3.5 m³/s.

El acueducto se trazó con un tramo de bombeo de 12.9 km y otro de gravedad de 82.4 km con unos diámetros de 1.83 m y 2.44 m respectivamente y con una carga dinámica de bombeo de 494.30 m.

El resultado de la Preevaluación dio un costo nivelado de N\$ 1.46 /m³

5.2.3 Chuvistar II (Sitio propuesto).

El sitio de Chuvistar II se encuentra localizado a 60 km al este de la ciudad de Chihuahua, sobre el río Conchos aguas abajo de la confluencia de estación el río Chuvistar, su principal uso será el suministro de agua a la ciudad de Chihuahua.

El gasto escurrido fue calculado transportando el gasto de la estación hidrométrica Las Burras, que se encuentra localizada aguas arriba de la boquilla propuesta con un escurrimiento mensual de 26 m³/s, de los cuales se aprovechará sólo 3.5 m³/s.

El acueducto se trazó con un tramo de bombeo de 9.8 km y otro de gravedad de 50.4 km con diámetros de 1.83 m y 2.44 m respectivamente y con una carga dinámica de bombeo de 413.10 m.

El resultado de la Preevaluación dio un costo nivelado de N\$ 1.24 /m³

5.3 Relación con los aprovechamientos actuales.

En este inciso se analizan las demandas de agua de todos los usuarios de las cuencas en estudio, siendo el rublo más importante el hidroagrícola, seguido del abastecimiento de agua potable y, en el caso de la Luis L. León, la hidroelectricidad.

Este análisis debe incluir la interrelación entre todos los usuarios, tanto de tomas directas, como mediante derivadoras y en presas existentes, considerando la distribución espacial de sus demandas, así como sus retornos.

Con estos análisis se pretende tener un conocimiento lo más cercano a la realidad posible del funcionamiento de las cuencas en estudio y de la infraestructura existente, así como de la problemática general del manejo del agua, lo cual se toma en cuenta para la obtención de los escurrimientos en cada sitio y para la identificación de sus demandas para la simulación.

5.4. Adecuación de los escurrimientos para cada Sitio.

En lo que respecta a la adecuación de los escurrimientos por los usos del agua, se sabe que prácticamente todas las concesiones son anteriores al período estudiado, por lo que no se afectó la totalidad del registro. En algunos casos sólo se consideraron volúmenes históricamente extraídos como la demanda al momento de realizar la simulación del vaso, y en otros se restaron mes a mes de los ingresos totales por ríos.

En este cálculo se toman en cuenta todos los usuarios ubicados aguas arriba y aguas abajo del sitio en análisis, la posición de la estación hidrométrica es vital, porque en función de ella se contabilizan las extracciones en el registro y por lo tanto varían las entradas totales a cada sitio.

Para definir los escurrimientos en los sitios de aprovechamiento, en algunos casos hubo necesidad de trasladarlos desde la estación de aforo más cercana, en otros, dada la existencia de vasos o estaciones hidrométricas en los sitios, los escurrimientos se obtuvieron de los funcionamientos o registros históricos; finalmente en algunos casos, por falta de estaciones de aforo, los escurrimientos se obtuvieron en función de láminas de precipitación. En todos los casos fue necesario realizar ajustes, por esta razón se describen en forma particular cada uno de los sitios. (Anexo II).

5.4.1 Alternativa N° 1.

Presa Francisco I. Madero (Las Virgenes).

La presa tiene un funcionamiento de vaso a partir de 1949, de esos datos solo se tomaron en cuenta los ingresos totales a partir de 1960, que es el período común que se analizó para todas las presas.

Del período de 1960 a 1974 se consideran los ingresos netos del funcionamiento de vaso del boletín hidrológico N° 29 tomos I, II y III, región hidrológica 24, de la Secretaria de Agricultura y Recursos Hidráulicos. De 1975 a 1985 se contó con la información proporcionada por el Servicio Meteorológico Nacional, Departamento de Funcionamiento de Presas. En el período de 1986 a 1993, se tomo en consideración la información proporcionada por el Servicio Meteorológico Nacional, Departamento de Pronóstico y Reglas de Operación de Presas.

5.4.2 Alternativa N° 2.

Presa Luis L. León (El Granero).

La presa cuenta con un funcionamiento de vaso a partir de 1968, el período faltante de 1960 a 1967 se obtuvo del Servicio Meteorológico Nacional, departamento de Pronóstico y Reglas de Operación de Presas; en este departamento se correlacionó con la estación El Granero, que cuenta con registros desde el período 1949 a Enero de 1968. Posterior a esta fecha su finalidad es la de medir las extracciones, derrames y desfuegos de la presa Luis L. León. Como el período común inicia en 1960 solo se tomo esa parte. De 1968 a 1974 se obtuvo del boletín Hidrológico N° 29 tomos I, II y III, región hidrológica 24, de la Secretaria de Agricultura y Recursos Hidráulicos. De 1975 a 1985, se utilizó la información proporcionada por el Servicio Meteorológico Nacional, departamento de Funcionamiento de Presas. En el período de 1986 a 1993, se cuenta con información proporcionada por el Servicio Meteorológico Nacional, Departamento de Pronóstico y Reglas de Operación de Presas.

5.4.3 Alternativa N° 3.

Sitio Chuviscar II.

En el sitio de Chuviscar II se empleo el siguiente método:

De la estación hidrométrica Las Burras, se tiene el período de 1950 a

1974 en el boletín hidrológico N° 29 tomos I, II y III, Región Hidrológica 24, de la Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos; de los cuales se tomo a partir del año de 1960 a 1974. Del período de 1975 a 1985 se obtuvo la información del Servicio Meteorológico Nacional, Departamento de Funcionamiento de Presas. En el periodo faltante de 1986 a 1993, se solicitó a la Gerencia Estatal de la Comisión Nacional del Agua en Chihuahua. Ya teniendo el período común completo (1960-1993), se realizó el transporte de área de la estación Las Burras al sitio en estudio.

5.5.- Demandas de Riego y Otros Usos

Por otra parte de manera general, además es necesario tener conocimiento de las demandas de agua que inciden en el sitio elegido, estas demandas son por lo general las destinadas a riego, agua potable y la industria. Si bien puede que estas demandas tengan un registro largo considerando la evolución de la misma, se consideró conveniente emplear sólo los últimos 10 o 15 años y así de esta manera mantenerse del lado conservador para la proyección que se hace para el futuro.

Por medio de estas demandas se ve cuanta agua se esta demandando al sitio y dejar escurrir el agua suficiente para que los requerimientos de aguas abajo no sean afectados.

En general, a reserva de detallar en cada caso, las demandas de riego y de otros usos, se estimaron con base en la información obtenida en los funcionamientos de vaso de las presas existentes y/o en la información proporcionada por la Subgerencia de Distritos de Riego de la C.N.A. y las correspondientes oficinas en las Gerencias Estatales.

El estado de Chihuahua cuenta con varios distrito de Riego, los que influyen determinantemente en esta tesis son el distrito de riego 005 Delicia y el distrito de riego 090 Ojinaga.

5.5.1 Presa Francisco I. Madero.

Demanda de Agua Potable.

Las demandas de agua potable para la ciudad de Chihuahua se propusieron iterativamente hasta obtener un déficit dentro de lo admisible (menor o igual al 1%).

Demandas de Riego.

Como demandas para riego las extracciones por obra de toma se consideraron de la siguiente manera:

Se cuenta con datos de extracciones por obra de toma desde 1949, de los cuales se tomaron en consideración desde 1960 a 1993. En el período de 1960 a 1974 se tomaron de funcionamientos (oficiales) de vaso del boletín hidrométrico. De 1975 a 1985 se consideraron las extracciones por obra de toma de los funcionamientos (oficiales) registrados en los formatos digitales realizados por la C.N.A. En el período de 1985 a 1993 se consideraron las extracciones por obra de toma de los funcionamientos (aproximados) proporcionados por la C.N.A. El período total resulta de 1960 a 1993 (34 años).

En el registro así calculado, se observó un cambio en el uso de agua, incrementándose y manteniéndose en el mismo orden en los últimos catorce años. Por esto como período representativo se consideró 1980 a 1993, tomando como demanda para la simulación las extracciones medias mensuales en este período.

5.5.2 Presa Luis L. León

Demanda de Agua Potable.

Las demandas de agua potable para la ciudad de Chihuahua se propusieron iterativamente hasta obtener un déficit dentro de lo admisible (menor o igual al 1%).

Demandas de Riego.

Como demandas para riego las extracciones por obra de toma se consideraron de la siguiente manera:

En el período de 1968 a 1974 se tomaron de funcionamientos (oficiales) de vaso del boletín hidrométrico. De 1975 a 1977 no se contó con información de datos de obra de toma de funcionamientos. En el período de 1978 a 1993 se consideraron las extracciones por obra de toma de los funcionamientos (aproximados) proporcionados por la C.N.A. El período total resulta de 1968 a 1993 (26 años).

En el registro así calculado, se observó que la mayoría de los datos no tienen la suficiente consistencia dado que dependiendo de las situaciones que se presente utilizan la obra de toma, el vertedor o los desfuegos para cumplir con la demanda al distrito de riego y con el compromiso de aguas internacionales.

Se investigó también en el distrito de riego, una información de la distribución del uso consultivo para los períodos de 1992-1993 y 1993-1994. También confirmaron la información de que se tiene un compromiso de 340 millones de m³/s anuales

5.5.3 Sitio Chuviscar II

Demanda de Agua Potable.

Las demandas de agua potable para la ciudad de Chihuahua se propusieron iterativamente hasta obtener un déficit dentro de lo admisible (menor o igual al 1%).

Demandas de Riego.

Las demandas de riego para este sitio se consideran las mismas que para la Presa Luis L. León dado que se encuentra sobre el mismo cauce, y al momento de embalsar, repercutirá en forma directa a dicha presa.

5.6. Determinación de Curva Elevación-Areas-Capacidades.

5.6.1. Presa Francisco I. Madero.

La Curva Elevación Area Capacidades y sus niveles característicos, se obtuvieron del boletín Hidrológico N° 29 tomo I, pero fue de forma gráfica. En una información la C.N.A. publica la curva elevación áreas capacidades a cada cm., pero no muestra los niveles característicos, de esta publicación se tomaron los 10 puntos que como máximo requiere el programa para la simulación.

5.6.2. Presa Luis L. León

La Curva Elevación Area Capacidades y sus niveles característicos, se obtuvieron del boletín Hidrológico N° 29 tomo I, pero fue de forma gráfica. En una información la C.N.A. publica la curva elevación áreas capacidades a cada cm., pero no muestra los niveles característicos, de esta publicación se tomaron los 10 puntos que como máximo requiere el programa para la simulación.

5.6.3. Sitio Chuviscar II.

La Curva Elevación Area Capacidades, fue obtenida a partir de las cartas topográficas editadas por INEGI, a una escala de 1:50,000, en donde se marcó el área de embalse y se amplió al doble (escala 1:25,000) y con ayuda de un planimetro se determinaron las áreas del embalse, para posteriormente calcular los volumen correspondientes de almacenamiento para las distintas elevaciones.

5.7. Adecuación de las Evaporaciones Netas

5.7.1. Presa Francisco I. Madero.

Para el cálculo de las evaporaciones netas se utilizó la estación climatológica Las Vírgenes, la cual tiene un período de registro de 1960 a 1986 y el año de 1989 en lo que corresponde a precipitaciones y evaporaciones.

5.7.2. Presa Luis L. León.

Para el cálculo de las evaporaciones netas se utilizó la estación climatológica El Granero, la cual tiene un período de registro de 1965 a 1984 en lo que corresponde a precipitaciones y evaporaciones.

5.7.3. Sitio Chuviscar II

Para el cálculo de las evaporaciones netas se utilizó la estación climatológica Las Burras, la cual tiene un período de registro de 1949 a 1984 en lo que corresponde a precipitaciones y evaporaciones.

En los anexos de cada presa se incluyen las tablas de ingresos mensuales evaporación y precipitación mensual, tabla de evaporaciones netas, las gráficas de sus valores medios y totales anuales

5.8 Definición del potencial hidrológico en cada sitio.

Con el modelo de simulación descrito anteriormente y con los escurrimientos, demandas y evaporaciones netas, determinadas según los puntos anteriores, así como las curvas Elevación-Areas-Capacidades correspondientes, se realizó la simulación del funcionamiento de vaso de cada alternativa para definir su potencial hidrológico.

Se consideró en cada presa un volumen inicial del vaso igual al 75% de la capacidad NAMO, la política deficitaria adoptada para los análisis fue de 1% para agua potable y 5% para riego. La simulación se efectuó a nivel mensual.

Bajo estas consideraciones se realizaron numerosas simulaciones de todos los vasos. Individualmente en caso de presas definidas se determinó la capacidad útil más adecuada y con el ello el NAMO.

En la tabla 5.1 se presentan los valores medios del período de análisis de ingresos, capacidades, demandas extracciones, déficit, volumen de evaporaciones y derrames de las condiciones optimas de operación de cada alternativa, obtenidas mediante la simulación y atendiendo a las demandas y a la política deficitaria

adoptada.

En los casos de Presas funcionando independientemente, se considera con capacidad constante, un poco mayor al gasto firme por suministrar llevando hasta el punto de entrega.

Para la Presa Luis L. León, y el sitio Chuviscar se consideró un incremento al volumen escurrido de 77.3 Mm³ anuales porque se considera un retorno del 70% de las aguas de la al río Chuviscar, afluente del Conchos.

Se toma en cuenta que el agua residual retornada al río Chuviscar se realiza previo tratamiento, el factor de tratamiento aumenta para darle la calidad optima.

**POENCIAL HIDROLOGICO PARA LOS SIROS EN ESTUDIO PARA
ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE PARA LA CIUDAD DE CHIQUAHUA, CHH.**

Nº	Punto o Sitio	Superficie de Contribución			Caudal de Contribución				Caudal de Afluencia	Caudal de Afluencia	Caudal de Afluencia	Caudal de Afluencia	Caudal de Afluencia	Caudal de Afluencia	Caudal de Afluencia	Caudal de Afluencia	Caudal de Afluencia	Caudal de Afluencia	Caudal de Afluencia
		Superficie (km²)	Superficie (ha)	Superficie (m²)	Caudal (l/s)	Caudal (m³/d)	Caudal (m³/a)	Caudal (m³/a)											
1	Chumicar II	421	27	315	110.376	3.800	617.580	19.583	964.930	1032.190	353.760	29.990	287.200	110.376	0.000	0.000	601.510	15.740	2.560
2	Luis L. León	350	90	263	110.376	3.800	617.580	19.583	975.580	1062.840	353.660	33.740	313.120	110.376	0.000	0.000	593.060	24.200	3.920
3	Francisco I. Madariaga	436	30	326	44.939	1.426	266.830	8.429	410.590	410.590	307.220	33.960	87.260	44.490	0.460	1.000	252.440	13.250	4.990

TABLA 5.1

CAPÍTULO 6

**Definición del Mejor
Esquema de
Aprovechamiento**

CAPITULO 6

6 Definición del mejor esquema de aprovechamiento.

6.1 Determinación del costo de cada alternativa.

Con base en los gastos aprovechables en cada presa y sus opciones de trazo en conducciones, se definieron las siguientes alternativas para evaluación del costo.

Para evaluar y comparar las diferentes alternativas, a fin de poder seleccionar la más conveniente, se cuantificaron todos los componentes de cada una, tales como longitud de conducción subdividida en sus diferentes tramos de canal, túnel, rampa; desnivel, carga y gasto. En la tabla 6.1 se presenta estos datos para cada alternativa.

Asimismo, se consideraron las secciones de corte para alojar la tubería y el camino a lo largo de la línea de conducción, así como los precios unitarios de excavación y tubería de concreto y acero; los costos índice de las presas (con base en su volumen), plantas de bombeo (en función de la potencia instalada), costos de operación y mantenimiento.

Los precios unitarios de excavación y tubería fueron proporcionados por la Comisión Nacional del Agua (C.N.A.); los costos índice fueron propuestos con base en proyectos similares.

Se considero un sobre costo en la instalación de la tubería en rampas, equivalente al 10%.

Para obtener el costo de las plantas de bombeo se consideró un valor de N\$ 3,358.00 por H.P. que incluye obra civil y electromecánica.

Los imprevistos se calcularon en base de un 25% del costo de las obras civiles (acueductos y presas), más un 15% del costo de las obras electromecánicas (planta de bombeo).

Las indemnizaciones se calcularon como la suma de los costos de afectaciones del área necesaria para el paso de los acueductos y las inundación de los vasos de las presas.

El área afectada por los acueductos se calculó en función del ancho de la franja ocupada en la longitud de cada conducción y la inundación de los vasos de las presas se determinó de las cartas de INEGI, escala 1:50,000.

Para estas superficies se consideró una indemnización a razón de N\$ 6,950.00 por hectárea. Este valor es el promedio obtenido, para tierras con distintos usos de suelo, en estudios de más detalle realizados en el estado de Jalisco.

Se consideró la población afectada por la inundación de cada vaso, tomando en cuenta el número de habitantes registrados en cada localidad por el censo de población del año de 1990 de INEGI, para el estado de Chihuahua.

La indemnización por este concepto se calculó a razón de N\$ 10,000.00 por habitante.

La suma de las afectaciones de área y habitantes por las inundaciones de los vasos y la afectación de los acueductos se consigna como indemnización para cada alternativa.

Otro concepto considerado en la evaluación de las alternativas analizadas se refiere al sobre equipamiento de las plantas de bombeo (para mantenimiento y reparaciones), el cual se calculó como el 33.3% del costo de plantas de Bombeo.

El costo de operación se obtuvo en función del costo de bombeo, calculado a razón de N\$ 0.20 el KWh, y del costo de mantenimiento electromecánico a razón de N\$ 0.012 por KWh, así como el costo de potabilización para aguas de calidad estándar en N\$0.25 por metro cúbico incluyendo obras.

Todos los conceptos antes mencionados se consignan en la tabla 6.1 denominada "Tabla de evaluación de sitios o alternativas para abastecimiento de agua potable a la ciudad de Chihuahua, Chih."

De esta tabla se destaca para cada alternativa la inversión total y el costo anual de operación, como resultado final de la evaluación de las alternativas, expresados en millones de . Todos los conceptos antes mencionados se muestran más a detalle en el Anexo III.

6.2 Evaluación económica.

Adicionalmente al costo de las alternativas, se calcularon los costos nivelados por metro cúbico de agua entregada con cada una de ellas, para lo cual se elaboraron los flujos de inversiones y de los costos anuales de operación.

**TABLA DE EVALUACION DE SITOS O ALTERNATIVAS
PARA ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE A LA CIUDAD DE CHIHUAHUA**

ADQUERVO	COSTO		CARACTERÍSTICAS DE LA CONSTRUCCIÓN																LONGITUD TOTAL			PRECIOS UNITARIOS DEL ABASTECIMIENTO				LÍNEAS TUBERÍAS DE				COSTO DE OBRAS				COSTO TOTAL							
	MOS	POR	CO	BOMBEO								GRANDEZA								GRUP	CNA	ACTE	TUBERÍAS	ENTUBAMIENTO				COSTO	COSTO	COSTO											
				CARGA	LONG. SEC. 1	LONG. SEC. 2	LONG. SEC. 3	LONG. SEC. 4	LONG. SEC. 5	LONG. SEC. 6	LONG. SEC. 7	LONG. SEC. 8	LONG. SEC. 9	LONG. SEC. 10	LONG. SEC. 11	LONG. SEC. 12	LONG. SEC. 13	LONG. SEC. 14	LONG. SEC. 15					LONG. SEC. 16	LONG. SEC. 17	LONG. SEC. 18	LONG. SEC. 19				LONG. SEC. 20	LONG. SEC. 21	LONG. SEC. 22	LONG. SEC. 23	LONG. SEC. 24	LONG. SEC. 25	LONG. SEC. 26	LONG. SEC. 27	LONG. SEC. 28	LONG. SEC. 29	LONG. SEC. 30
1 SITIO CHUVISACAR II.																																									
UNICO	30.28	MM	MM	1.83	411.03	0.33	0.00	1.18	0.43	0.00	2.44	20.00	45.76	0.00	3.45	1.35	0.00	9.93	50.58	60.50	2.00	2.74	1.41	2.12	1.76	2.64	6.00	74.78	9.78	0.00	4.63	0.00	90.75	18.95	0.93	134.00	4.07	249.58	74.73	65.00	369
2 PRESA LUIS L. LEON.																																									
UNICO	33.21	MM	MM	1.83	491.98	5.05	1.53	5.00	0.70	0.00	1.83	60.00	76.65	5.00	2.45	1.15	0.00	13.15	85.75	98.40	2.00	2.00	1.41	2.12	1.76	2.64	6.00	115.20	17.85	11.40	5.00	0.00	149.21	21.65	5.05	157.00	13.50	547.21	88.45	3.53	440
3 PRESA FRANCISCO I. MADERO.																																									
UNICO	13.12	MM	0.43	1.40	351.50	1.65	0.90	0.95	0.45	0.00	1.77	100.00	5.55	0.50	68.40	3.15	0.00	3.85	75.00	78.45	1.54	1.34	1.41	2.12	1.76	2.64	6.00	10.15	142.21	2.44	0.50	0.00	164.35	3.84	2.78	98.70	5.37	272.84	26.07	3.42	301

TABLA 6.1

**EVALUACION DE SITOS O ALTERNATIVAS
DE AGUA POTABLE A LA CIUDAD DE CHIHUAHUA, CHIH.**

ALTERNATIVA	COSTO DE OBRAS DE TUBERIAS					COSTO DE OBRAS DE BOMBEO					COSTO DE OBRAS DE PLANTAS					COSTO DE OBRAS DE ALMACENAMIENTO					COSTO DE OBRAS DE DISTRIBUCION					TOTAL	COSTO UNITARIO		
	SECCION 1	SECCION 2	SECCION 3	SECCION 4	SECCION 5	TOTAL	SECCION 1	SECCION 2	SECCION 3	SECCION 4	SECCION 5	TOTAL	SECCION 1	SECCION 2	SECCION 3	SECCION 4	SECCION 5	TOTAL	SECCION 1	SECCION 2	SECCION 3	SECCION 4	SECCION 5	TOTAL	SECCION 1			SECCION 2	SECCION 3
1	6.00	76.70	9.70	0.00	4.69	0.00	90.75	18.95	0.93	154.80	4.07	249.58	74.75	45.00	369.31	121.00	5.20	1000	84.85	27.84	74.80	35.63	1.75	111.99	2.95	25.33	63.65	616.95	1.37
2	6.00	115.20	17.95	11.40	5.00	0.00	149.21	21.65	5.00	157.80	13.50	347.21	89.45	3.53	440.19	190.80	0.00	0	101.10	0.90	79.52	42.65	2.80	111.00	3.51	23.33	71.50	692.80	1.52
3	6.00	10.15	142.23	2.40	0.50	0.00	164.35	3.84	2.28	96.70	5.37	272.04	26.02	3.42	301.48	158.90	0.00	0	72.77	0.79	8.50	12.41	0.61	45.23	2.75	2.71	18.40	426.87	1.76

TABLA 6.1

ESTUDIO DE OBRAS DE AGUA POTABLE

CAPITULO 4

CAPÍTULO 7

Conclusiones

CAPITULO 7

7 CONCLUSIONES

7.1 Existen soluciones a mediano y largo plazo que permiten garantizar el suministro de agua a la ciudad de Chihuahua, Chih; estas soluciones se basan en el aprovechamiento de escurrimientos superficiales, lo que permitirá:

- Satisfacer el crecimiento de la demanda.
- Complementar con la explotación subterránea el suministro total.
- No aumentar, e incluso disminuir la sobre explotación de los acuíferos del estado.

7.2 La mejor alternativa es el sitio Chuviscar II, pero solo podrá satisfacer la demanda hasta el año 2018, pudiéndose completar la demanda con nuevos acuíferos o construir la alternativa Francisco I. Madero y satisfacer con ello la demanda hasta el año 2025.

7.3 Las soluciones propuestas plantean el respeto a los usos de agua ya comprometidos.

7.4 El mejor esquema de aprovechamiento esta constituido por obras a realizar totalmente en el ámbito del estado de Chihuahua.

7.5 La tendencia de reaprovechamiento de las aguas residuales va a subir hasta llegar aun 90%. Primero podemos sustituir aguas tratadas por agua de pozos en los distritos de riego, dando tiempo a la construcción de plantas tratadoras y plantas potabilizadoras, que permitan reutilizar el agua para abastecimiento de agua potable, por lo tanto la tecnología empleada en el tratamiento y potabilización de aguas residuales tendrá que ir mejorando y actualizando cada vez más rápido.

7.6 Una forma de lograr que el suministro de agua potable para la ciudad de Chihuahua sea adecuado en un corto plazo, no será la creación de nuevas fuentes si no la reducción de las pérdidas físicas que se tiene en la red de distribución.

7.7 Se puede pensar que los acueductos para la ciudad de Chihuahua, son muy largos, pero ciudades que tienen problemas con el suministro de agua, ya sea por la cantidad que requieren y/o por la zona que se encuentran, tienen acueductos de semejantes o mayores longitudes, como son las ciudades de Guadalajara, Monterrey y León.

7.8 Si bien, en un momento relativamente rápido no se puede construir las alternativas anteriormente expuestas, se tiene un precedente en el cual se puede obtener $3.5 \text{ m}^3/\text{s}$.

ANEXO I

**Programas Para
Correlaciones y Regresiones**

Anexo I

I.- Programas para Correlaciones y Regresiones.

Para complementar los datos de los períodos faltantes se utilizó un programa de correlación y otro de regresión para las estaciones que se encuentran cercanas con períodos más grandes, de tal manera que resulten homogéneas.

La forma de utilizar los programas son la siguiente:

1. Se capturan datos en hoja de cálculo sin años y sin meses, solo datos de Enero a Diciembre, en orden.
2. Se exportan a un archivo de textos.
3. Se revisan en cualquier editor de texto que no deje caracteres propios y se salva.
4. Se recomienda que el archivo(s) que va(n) ser correlacionados o regresionados estén en el mismo directorio del programa.
5. Se carga el programa ya sea en GWBASIC o en QBASIC y se corre el programa.

Para el programa de correlación hará las siguientes preguntas:

- 1.- **NOMBRE DEL ARCHIVO DE LA ESTACIÓN BASE.....?**
Se refiere a la estación que tiene el mayor período y que esta cerca de la estación que vamos a ocupar. Se escribe la unidad y el directorio en donde se encuentra y el archivo con extensión.
 - 2.- **AÑO INICIAL DEL PERÍODO (ESTACIÓN BASE).....?**
Se refiere al año donde inicia los datos con los que se cuentan.
 - 3.- **AÑO FINAL DEL PERÍODO (ESTACIÓN BASE).....?**
Se refiere al año donde terminan los datos con los que se cuentan.
 - 4.- **NOMBRE DEL ARCHIVO (ESTACIÓN INCOMPLETA).....?**
Se refiere a la estación que va a ser correlacionada con la de mayor período. Se escribe la unidad y el directorio en donde se encuentra y el archivo con extensión.
 - 5.- **AÑO INICIAL DEL PERÍODO (ESTACIÓN INCOMPLETA).....?**
Se refiere al año donde inicia los datos con los que se cuentan.
 - 6.- **AÑO FINAL DEL PERÍODO (ESTACIÓN INCOMPLETA).....?**
Se refiere al año donde terminan los datos con los que se cuentan.
 - 7.- **NUMERO DE PERÍODOS POR COMPLETAR.....?**
Se teclea 1 si se refiere a que se desea completar antes o después de el período incompleto.
-

7.A- AÑO INICIAL DEL ÚNICO PERÍODO POR COMPLETAR.....?

Como limitantes tenemos la estación base, no puede pasar del periodo de dicha estación, tanto por la parte inferior como superior.

7.B- AÑO FINAL DEL ÚNICO PERÍODO POR COMPLETAR.....?**7.- NUMERO DE PERÍODOS POR COMPLETAR.....?**

Se tecllea 2 cuando queremos completar periodos anteriores y posteriores a la estación incompleta

7.1- AÑO INICIAL PERÍODO ANTERIOR DEL REGISTRO.....?**7.2- AÑO FINAL PERÍODO ANTERIOR DEL REGISTRO.....?****7.3- AÑO INICIAL PERÍODO POSTERIOR DEL REGISTRO.....?****7.2- AÑO FINAL PERÍODO POSTERIOR DEL REGISTRO.....?**

Para el programa de regresión hará las siguientes preguntas:

1.- AÑO INICIAL DEL PERÍODO HISTÓRICO.....?

Se refiere al año donde inicia la recopilación de datos de la estación.

2.- AÑO FINAL DEL PERÍODO HISTÓRICO.....?

Se refiere al año final de la recopilación de datos de la estación.

3.- NOMBRE DEL ARCHIVO COMPLETO.....?

El nombre del archivo debe de incluir la localización en la unidad, el subdirectorio en el que se encuentre y su extensión.

4.- NOMBRE DEL ARCHIVO DE RESULTADOS.....?

Es el nombre del archivo al cual se van a recopilar los resultados que el programa genere, también debe de incluirse los datos de la unidad, subdirectorio, nombre que se le asignara y una extensión.

5A.- EL NUMERO DE PERÍODOS POR COMPLETAR.....?

Si se requiere completar un periodo anterior o posterior al registro que se tiene se tecllea 1, y se sigue el siguiente procedimiento.

6a.- AÑO INICIAL DEL ÚNICO PERÍODO POR COMPLETAR.....?

Se refiere al año en que se inicia el periodo que se busca.

7a.- AÑO FINAL DEL ÚNICO PERÍODO POR COMPLETAR.....?

Se refiere al año en que se termina el periodo que se busca.

5b.- NUMERO DE PERÍODOS POR COMPLETAR.....?

Se tecllea 2 cuando queremos completar periodos anteriores y posteriores a la estación incompleta

6.b- AÑO INICIAL PERÍODO ANTERIOR DEL REGISTRO.....?**7.b- AÑO FINAL PERÍODO ANTERIOR DEL REGISTRO.....?****8.b- AÑO INICIAL PERÍODO POSTERIOR DEL REGISTRO.....?****9.b- AÑO FINAL PERÍODO POSTERIOR DEL REGISTRO.....?**

10.- PARA CORRER LO PROGRAMA SE REQUIERE TENER CONECTADA UNA IMPRESORA, PARA VER EL RESULTADO DE LAS MEJORES, REGRESIONES O CORRELACIONES.

PROGRAMA DE CORRELACIÓN

```

1000 CLS: WIDTH "LPT1:", 130
1010 REM *****
1020 REM * PROGRAMA PARA CORRELACIONES Y REGRESIONES DE REGISTROS MENSUALES *
1030 REM * VERSION 1.0 AUTOR DAFNI GONZALEZ BUGARRIN, JULIO DE 1990 *
1040 REM * FACULTAD DE INGENIERIA, U. N. A. M *
1050 REM * NOMBRE DE PROGRAMA CORRELA.BAS *
1055 REM *****
1070 REM ***** DIMENSIONAMIENTO DE VARIABLES *****
1080 DIM E(256, 12), E4(36, 12), E4C(36, 12), SUMA(12), SUMM(12), SUMLOGXY(12)
1090 DIM B(36, 12), B4(12), ANO(36, 12), ANO4(36, 12), ANO2(36, 12), SUMC(12)
1100 DIM B4C(12), B4C2(12), B4C4(12), SUMM(12), SUMA(12), XY(12), Q(12), A(12), R(12)
1110 DIM B4(12), B4C(12), A2(12), A3(12), R2(12), B4(12), A4(12), R3(12)
1120 DIM MESS(12), A4(36, 4)
1130 DIM LAMBDA(36, 12), B6(12), A5(12), R4(12), R5(12), ANO4(36)
1140 DIM LOG10(36, 12), SUMK(12), LOG102(36, 12), SUML(12), ANO4(36, 12), SLOG10X(12)
1150 DIM SLOG10Y(12), ANO10(36, 12), LOG10XY(36, 12), LOG10XY(12)
1160 DIM COMPLET(36, 12), ANTE1(36, 12), TOT(36, 12), TOT(12, 45), ECUA(12)
1170 DIM COMPLET(12), ECUA(36, 12), ANO4(36)
1180 DIM ANTE(36, 12), TOT(36, 12), ECUA(46, 12)
1185 FOR I = 1 TO 2: PRINT: NEXT I
1200 PRINT TAB(10); "CORRELACIONES Y REGRESIONES MENSUALES"
1210 REM ***** LECTURA DE DATOS BASICOS *****
1220 FOR I = 1 TO 1: PRINT: NEXT I
1230 PRINT TAB(10); "NOMBRE DEL ARCHIVO DE LA ESTACION BASE .....": INPUT BASE$
1240 REM FOR I = 1 TO 1: PRINT: NEXT I
1250 PRINT TAB(10); "AÑO INICIAL DEL PERIODO (ESTACION BASE) .....": INPUT ANIC2
1260 REM FOR I = 1 TO 1: PRINT: NEXT I
1270 PRINT TAB(10); "AÑO FINAL DEL PERIODO (ESTACION BASE) .....": INPUT ANFIN2
1280 FOR I = 1 TO 1: PRINT: NEXT I
1290 PRINT TAB(10); "NOMBRE DEL ARCHIVO (ESTACION INCOMPLETA) .....": INPUT ARCH1$
1300 REM FOR I = 1 TO 1: PRINT: NEXT I
1310 PRINT TAB(10); "AÑO INICIAL DEL PERIODO (ESTACION INCOMPLETA) .....": INPUT ANIC
1320 REM FOR I = 1 TO 1: PRINT: NEXT I
1330 PRINT TAB(10); "AÑO FINAL DEL PERIODO (ESTACION INCOMPLETA) .....": INPUT ANFIN
1340 REM ***** LECTURA DE LOS PERIODOS POR COMPLETAR *****
1350 FOR I = 1 TO 1: PRINT: NEXT I
1360 PRINT TAB(10); "NÚMERO DE PERIODOS POR COMPLETAR .....": INPUT NPERI
1370 IF NPERI <= 1 THEN 1460
1380 FOR I = 1 TO 1: PRINT: NEXT I
1390 PRINT TAB(10); "AÑO INICIAL DEL ÚNICO PERIODO POR COMPLETAR .....": INPUT ANIC1
1400 REM FOR I = 1 TO 1: PRINT: NEXT I
1410 PRINT TAB(10); "AÑO FINAL DEL ÚNICO PERIODO POR COMPLETAR .....": INPUT ANFIN1
1420 GOTO 1510
1430 FOR I = 1 TO 1: PRINT: NEXT I
1440 IF NPERI <= 2 THEN 1380
1450 FOR I = 1 TO 1: PRINT: NEXT I
1460 PRINT TAB(10); "AÑO INICIAL PERIODO ANTERIOR DEL REGISTRO .....": INPUT ANIC1
1470 PRINT TAB(10); "AÑO FINAL PERIODO ANTERIOR DEL REGISTRO .....": INPUT ANFIN1
1480 PRINT TAB(10); "AÑO INICIAL PERIODO POSTERIOR DEL REGISTRO .....": INPUT ANIC3
1490 PRINT TAB(10); "AÑO FINAL PERIODO POSTERIOR DEL REGISTRO .....": INPUT ANFIN3
1500 GOTO 1680
1510 PRINT TAB(1); "AÑOS POR COMPLETAR ÚNICO PERIODO": PRINT ANIC1; PRINT " "; PRINT ANFIN1
1520 FOR I = 1 TO (ANFIN1 - ANIC1 + 1)
1530 ANO4(I) = ANIC1 + (I - 1); PRINT ANO4(I);
1540 NEXT I
1550 GOTO 1680
1560 PRINT TAB(1); "AÑOS POR COMPLETAR PERIODO ANTERIOR": PRINT ANIC1; PRINT " "; PRINT ANFIN1
1570 FOR I = 1 TO (ANFIN1 - ANIC1 + 1)
1580 ANO4(I) = ANIC1 + (I - 1); PRINT ANO4(I);
1590 NEXT I
1600 PRINT TAB(1); "AÑOS POR COMPLETAR PERIODO POSTERIOR": PRINT ANIC3; PRINT " "; PRINT ANFIN3
1610 FOR I = 1 TO (ANFIN3 - ANIC3 + 1)
1620 ANO4(I) = ANIC3 + (I - 1); PRINT ANO4(I);
1630 NEXT I
1640 PRINT TAB(1); "PERIODO COMPLETO": PRINT ANIC1; PRINT " "; PRINT ANFIN3
1650 FOR I = 1 TO (ANFIN3 - ANIC1 + 1)
1660 PRINT ANIC1 + (I - 1);
1670 NEXT I
1680 GOTO 1630
1690 PRINT TAB(1); "PERIODO COMPLETO"
1700 IF ANIC1 < ANIC THEN 1770
1710 PERI = "P": PRINT PERI$
1720 PRINT ANIC; PRINT " "; PRINT ANFIN1
1730 FOR I = 1 TO (ANFIN1 - ANIC + 1)
1740 PRINT ANIC2 + (I - 1);
1750 NEXT I
1760 GOTO 1630
1770 PRINT ANIC; PRINT " "; PRINT ANFIN2
1780 PERI = "A": PRINT PERI$
1790 FOR I = 1 TO (ANFIN2 - ANIC1 + 1)
1800 PRINT ANIC1 + (I - 1);
1810 NEXT I
1820 GOTO 1630

```

```

1830 REM ***** INICIA LECTURA DE DATOS HISTORICOS DE LA ESTACION BASE *****
1840 IF NPERI = 1 AND PERB = 'P' THEN 1880
1850 IF NPERI = 1 AND PERB = 'A' THEN 2080
1860 IF NPERI = 2 THEN 2180
1870 PRINT TAB(13); "EN NUMERO DE PERIODOS NO ES CORRECTO "; END
1880 OPEN "F. #1, BASEB"
1890 FOR I = 1 TO (ANFN - ANIC2) + 1
1900 FOR J = 1 TO 12
1910 INPUT #1, COMUN(I, J)
1920 IF COMUN(I, J) <= 0 THEN COMUN(I, J) = 000001: GOTO 1980
1930 NEXT J
1940 NEXT I
1950 FOR I = 1 TO (ANFN2 - ANIC1) + 1
1960 FOR J = 1 TO 12
1970 INPUT #1, EBCU(I, J)
1980 NEXT J
1990 NEXT I
2000 CLOSE #1
2010 GOTO 2340
2020 OPEN "F. #1, BASEB"
2030 FOR I = 1 TO (ANFN1 - ANIC2) + 1
2040 FOR J = 1 TO 12
2050 INPUT #1, EBCU(I, J)
2060 NEXT J
2070 NEXT I
2080 FOR I = 1 TO (ANFN2 - ANIC) + 1
2090 FOR J = 1 TO 12
2100 INPUT #1, COMUN(I, J)
2110 IF COMUN(I, J) <= 0 THEN COMUN(I, J) = 000001: GOTO 2130
2120 NEXT J
2130 NEXT I
2140 CLOSE #1
2150 GOTO 2340
2160 OPEN "F. #1, BASEB"
2170 FOR I = 1 TO (ANFN1 - ANIC1) + 1
2180 FOR J = 1 TO 12
2190 INPUT #1, ANTE(I, J)
2200 NEXT J
2210 NEXT I
2220 FOR I = 1 TO (ANFN - ANIC) + 1
2230 FOR J = 1 TO 12
2240 INPUT #1, COMUN(I, J)
2250 IF COMUN(I, J) <= 0 THEN COMUN(I, J) = 000001: GOTO 2280
2260 NEXT J
2270 NEXT I
2280 FOR I = 1 TO (ANFN3 - ANIC3) + 1
2290 FOR J = 1 TO 12
2300 INPUT #1, TOR(I, J)
2310 NEXT J
2320 NEXT I
2330 CLOSE #1
2340 REM ***** INICIA LECTURA DE DATOS HISTORICOS DE ESTACION INCOMPLETA *****
2350 OPEN "F. #1, ARCH18"
2360 FOR I = 1 TO (ANFN - ANIC) + 1
2370 FOR J = 1 TO 12
2380 INPUT #1, EBCU2(I, J)
2390 NEXT J
2400 NEXT I
2410 CLOSE #1
2420 REM ***** INICIA EL CALCULO DE SUMATORIAS *****
2430 REM ***** SUMATORIAS PARA DATOS DE ESTACION INCOMPLETA *****
2440 FOR J = 1 TO 12
2450 SUM1 = 0: SUM2 = 0: SUM3 = 0: SUM4 = 0: SUMLOG = 0: SUMLOG2 = 0
2460 FOR I = 1 TO (ANFN - ANIC) + 1
2470 IF EBCU2(I, J) <= 0 THEN EBCU2(I, J) = 000000: GOTO 2480
2480 E20(I, J) = EBCU2(I, J) ^ 2
2490 E30(I, J) = LOG(EBCU2(I, J))
2500 LOG10(I, J) = (E30(I, J) * 43429)
2510 LOG102(I, J) = ((LOG10(I, J)) ^ 2)
2520 E40(I, J) = E30(I, J) ^ 2
2530 SUM1 = SUM1 + EBCU2(I, J)
2540 SUM2 = SUM2 + E20(I, J)
2550 SUM3 = SUM3 + E30(I, J)
2560 SUM4 = SUM4 + E40(I, J)
2570 SUMLOG = SUMLOG + LOG10(I, J)
2580 SUMLOG2 = SUMLOG2 + LOG102(I, J)
2590 NEXT I
2600 SUMA(J) = SUM1: SUM2(J) = SUM2: SUM3(J) = SUM3
2610 SUMP(J) = SUM4: SUML(J) = SUMLOG: SUML2(J) = SUMLOG2
2620 PRINT SUMA(J); SUM2(J); SUM3(J); SUMP(J); SUML(J);
2630 PRINT SUML2(J)
2640 NEXT J
2650 REM ***** SUMATORIAS PARA DATOS DE ESTACION BASE *****
2660 IF NPERI = 1 AND PERB = 'P' THEN TOT = (ANFN - ANIC2) + 1: GOTO 2680
2670 IF NPERI = 1 AND PERB = 'A' THEN TOT = (ANFN2 - ANIC) + 1: GOTO 2680
2680 IF NPERI = 2 THEN TOT = (ANFN - ANIC) + 1: GOTO 2680
2690 FOR J = 1 TO 12
2700 SUM3 = 0: SUM4 = 0: XLN1 = 0: LNK = 0: LNK2 = 0: LNKY = 0: LNKLN1 = 0
2710 SUMLOG10X = 0: SUMLOG10X2 = 0: LOG10XY = 0
2720 PRINT TOT

```



```

2730 FOR I = 1 TO TOT
2740 ANO3(I, J) = LOG(COBLUM(I, J))
2750 ANO3(I, J) = (LOG(COBLUM(I, J))) * 43428
2760 LOG10XY(I, J) = (ANO3(I, J) * LOG10(I, J))
2770 LOG10XY = LOG10XY + LOG10XY(I, J)
2780 ANO10(I, J) = (ANO3(I, J) ^ 2)
2790 ANO4(I, J) = (ANO3(I, J) ^ 2)
2800 LNBLNY(I, J) = (E3(I, J) * ANO3(I, J))
2810 LNBLNY = LNBLNY + LNBLNY(I, J)
2820 LNK2 = LNK2 + ANO4(I, J)
2830 LNK = LNK + ANO3(I, J)
2840 LNXY = LNXY + (COBLUM(I, J) * E3(I, J))
2850 LNXY = LNXY + (ANO3(I, J) * ESCU2(I, J))
2860 ANO5(I, J) = (COBLUM(I, J) ^ 2)
2870 SUB5 = SUB5 + COBLUM(I, J)
2880 SUB4 = SUB4 + ANO5(I, J)
2890 SUBLOG10X = SUBLOG10X + ANO5(I, J)
2900 SUBLOG10X2 = SUBLOG10X2 + ANO10(I, J)
2910 NEXT I
2920 SUBC(J) = SUB5 / SUBD(J)
2930 SUBC(J) = LNXY / SUBLOG10X
2940 SUBC(J) = LNBLNY / (SUBLOG10X * SUBLOG10X2)
2950 SUBC(J) = LNXY / LOG10XY
2960 PRINT SUBC(J); SUBD(J); SUBLOG10X(J); SUBLOG10X2(J); LOG10XY(J)
2970 NEXT J
2980 FOR J = 1 TO 12
2990 XY = 0
3000 FOR I = 1 TO TOT
3010 XY = XY + (COBLUM(I, J) * ESCU2(I, J))
3020 NEXT I
3030 XY(J) = XY
3040 PRINT XY(J)
3050 NEXT J
3060 N = TOT
3070 REM ***** AJUSTE LINEAL *****
3080 REM **** CALCULO DE PARAMETROS DE AJUSTE a, b Y r ****
3090 REM a= CONSTANTE DE REGRESION
3100 REM b= COEFICIENTE DE REGRESION
3110 REM r= COEFICIENTE DE CORRELACION
3120 REM PRINT "LINEAL"
3130 FOR J = 1 TO 12
3140 B(J) = ((N * XY(J)) - (SUMA(J) * SUBC(J))) / ((N * SUBD(J)) - ((SUMC(J) ^ 2) / N))
3150 A(J) = ((SUMA(J)) - (B(J) * (SUMC(J) / N))) / N
3160 R(J) = ((N * XY(J)) - (SUMA(J) * SUBC(J))) / (((N * SUBD(J)) - ((SUMC(J) ^ 2) / N) * ((N * SUBC(J)) - ((SUMA(J) ^ 2) / N))) ^ .5)
3170 PRINT A(J), B(J), R(J)
3180 NEXT J
3190 REM ***** AJUSTE EXPONENCIAL *****
3200 REM **** CALCULO DE PARAMETROS DE AJUSTE a, b Y r ****
3210 REM PRINT "EXPONENCIAL"
3220 FOR J = 1 TO 12
3230 B2(J) = ((N * SUBD(J)) - (SUMC(J) * SUBE(J))) / (((N * SUBD(J)) - ((SUMC(J) ^ 2) / N))
3240 REM B2(J)=EXP(B2(J))
3250 A2(J) = (SUMA(J) - (B2(J) * SUBC(J))) / N
3260 REM A2(J)=EXP(A2(J))
3270 R2(J) = ((N * SUBD(J)) - (SUMC(J) * SUBE(J))) / (((N * SUBD(J)) - ((SUMC(J) ^ 2) / N) * ((N * SUBC(J)) - ((SUME(J) ^ 2) / N))) ^ .5)
3280 PRINT A2(J), B2(J), R2(J)
3290 NEXT J
3300 REM ***** AJUSTE LOGARITMICO *****
3310 REM **** CALCULO DE PARAMETROS DE AJUSTE a, b Y r ****
3320 REM PRINT "LOGARITMICO"
3330 FOR J = 1 TO 12
3340 B4(J) = ((N * SUBD(J)) - (SUMH(J) * SUMA(J))) / ((N * SUBD(J)) - ((SUMH(J) ^ 2) / N))
3350 A4(J) = (SUMA(J) - (B4(J) * SUMH(J))) / N
3360 R4(J) = ((N * SUBD(J)) - (SUMH(J) * SUMA(J))) / (((N * SUBD(J)) - ((SUMH(J) ^ 2) / N) * ((N * SUBC(J)) - ((SUMA(J) ^ 2) / N))) ^ .5)
3370 PRINT A4(J), B4(J), R4(J)
3380 NEXT J
3390 REM ***** AJUSTE POTENCIAL *****
3400 REM **** CALCULO DE PARAMETROS DE AJUSTE a, b Y r ****
3410 REM PRINT "POTENCIAL"
3420 FOR J = 1 TO 12
3430 B6(J) = ((N * LOG10XY(J)) - (BLOG10X(J) * SUBM(J))) / (((N * BLOG10X2(J)) - ((BLOG10X(J) ^ 2) / N))
3440 A6(J) = (SUMH(J) - (B6(J) * BLOG10X(J))) / N
3450 R6(J) = ((N * SUBLOG10X(J)) - (SUBM(J) * SUME(J))) / (((N * SUBM(J)) - ((SUMH(J) ^ 2) / N) * ((N * SUBC(J)) - ((SUME(J) ^ 2) / N))) ^ .5)
3460 REM R6(J)=((LOG10XY(J)-((BLOG10X(J)*SUBM(J))))/(((BLOG10X2(J))-((BLOG10X(J)^2)/N)*((SUMC(J))-((SUMH(J)*SUBM(J))^2))))^ .5)
3470 PRINT A6(J), B6(J), R6(J)
3480 NEXT J
3490 REM ***** INICA IMPRESION DE PARAMETROS Y ECUACIONES DE AJUSTE *****
3500 FOR J = 1 TO 12
3510 READ MESS(J)
3520 NEXT J
3530 FOR I = 1 TO 4
3540 READ AJUS(I)
3550 NEXT I
3560 FOR I = 1 TO 1: LPRINT : NEXT I
3570 LPRINT TAB(10); "PARAMETROS Y ECUACIONES DE AJUSTE"
3580 LPRINT TAB(10); "-----"
3590 LPRINT TAB(10); "TIPO DE COEF. DE CTE. DE COEF. DE ECUACION DE"
3600 LPRINT TAB(10); "AJUSTE CORR. r REG. a REG. b AJUSTE"
3610 LPRINT TAB(10); "-----"
3620 FOR J = 1 TO 12

```

```

3630 LPRINT TAB(10); MESS(J)
3640 LPRINT TAB(10); AJUSS(1); LPRINT " "; LPRINT USING " @.0000 "; R(J); LPRINT USING " @.00000000.0000 "; A(J); B(J);
3650 LPRINT "Y = ("; LPRINT USING " @.0000 @P"; A(J); LPRINT " * "; LPRINT USING " @.0000 @P"; B(A); LPRINT " * X "
3660 LPRINT TAB(10); AJUSS(2); LPRINT " "; LPRINT USING " @.0000 "; R2(J); LPRINT USING " @.00000000.0000 "; A2(J); B2(J);
3670 LPRINT "Y = (A"; LPRINT USING " @.0000 @P"; A2(J); LPRINT " * "; LPRINT USING " @.0000 @P"; B2(J); LPRINT " * X) "
3680 LPRINT TAB(10); AJUSS(3); LPRINT " "; LPRINT USING " @.0000 "; R3(J); LPRINT USING " @.00000000.0000 "; A3(J); B3(J);
3690 LPRINT "Y = ("; LPRINT USING " @.0000 @P"; A3(J); LPRINT " * "; LPRINT USING " @.0000 @P"; B3(J); LPRINT " * X) "
3700 LPRINT TAB(10); AJUSS(4); LPRINT " "; LPRINT USING " @.0000 "; R4(J); LPRINT USING " @.00000000.0000 "; A4(J); B4(J);
3710 LPRINT "Y = ("; LPRINT USING " @.0000 @P"; A4(J); LPRINT " * "; LPRINT USING " @.0000 @P"; B4(J); LPRINT " * X) "
3720 NEXT J
3730 LPRINT TAB(10); "-----"
3740 DATA ENERO,FEBRERO,MARZO,ABRIL,MAYO,JUNIO,JULIO,AGOSTO,SEPTIEMBRE
3750 DATA OCTUBRE,NOVIEMBRE,DECIEMBRE
3760 DATA LINEAL,EXPONENCIAL,LOGARITMICA,POTENCIAL
3770 REM ***** INICIA EL CALCULO DE LOS DATOS FALTANTES *****
3780 REM ***** SELECCION DEL MEJOR COEFICIENTE DE CORRELACION *****
3790 FOR J = 1 TO 12
3800 IF R(J) > R2(J) THEN R3(J) = R(J): GOTO 3830
3810 R3(J) = R2(J)
3820 IF R3(J) > R2(J) THEN 3840
3830 R3(J) = R3(J)
3840 IF R3(J) > R4(J) THEN 3860
3850 R3(J) = R4(J)
3860 PRINT USING " @.0000 @P"; R3(J)
3870 NEXT J
3880 REM ***** SELECCION DE LA MEJOR CURVA DE AJUSTE *****
3890 REM ***** Y CALCULO DE LOS DATOS FALTANTES (REGRESIONES) *****
3900 FOR J = 1 TO 12
3910 IF R3(J) = R4(J) THEN 4030
3920 IF R3(J) = R2(J) THEN 4040
3930 IF R3(J) = R2(J) THEN 4240
3940 IF R3(J) <> R(J) THEN PRINT "REVISE EL COEFICIENTE / SELECCIONADO": END
3950 REM ***** REGRESION LINEAL *****
3960 ECUAS(J) = "LINEAL"
3970 PRINT ECUAS(J)
3980 PRINT ECUAS(J)
3990 IF NPERI = 2 THEN 4100
4000 IF NPERI = 1 AND PERI = "P" THEN FALTA = (ANFINI - ANIC1) + 1: GOTO 4030
4010 IF NPERI = 1 AND PERI = "A" THEN FALTA = (ANFIN1 - ANIC2) + 1: GOTO 4030
4020 PRINT " EL NUMERO DE PERIODOS NO ES CORRECTO ": END
4030 M = J
4040 FOR L = M TO M
4050 FOR I = 1 TO FALTA
4060 COMPLE(I, L) = (A(L) + (B(L) * ECUA(I, J)))
4070 NEXT I
4080 NEXT L
4090 GOTO 5000
4100 REM ***** COMPLETA PERIODO ANTERIOR *****
4110 M = J
4120 FOR L = M TO M
4130 FOR I = 1 TO (ANFIN1 - ANIC1) + 1
4140 ANTE(I, L) = (A(L) + (B(L) * ANTE(I, J)))
4150 NEXT I
4160 NEXT L
4170 REM ***** COMPLETA PERIODO POSTERIOR *****
4180 FOR L = M TO M
4190 FOR I = 1 TO (ANFINI - ANIC3) + 1
4200 TOBE(I, L) = (A(L) + (B(L) * TOB(I, J)))
4210 NEXT I
4220 NEXT L
4230 GOTO 5000
4240 REM ***** REGRESION EXPONENCIAL *****
4250 ECUAS(J) = "EXPONENCIAL"
4260 PRINT ECUAS(J)
4270 IF NPERI = 2 THEN 4360
4280 IF NPERI = 1 AND PERI = "P" THEN FALTA = (ANFIN2 - ANIC1) + 1: GOTO 4310
4290 IF NPERI = 1 AND PERI = "A" THEN FALTA = (ANFIN1 - ANIC2) + 1: GOTO 4310
4300 PRINT " EL NUMERO DE PERIODOS NO ES CORRECTO ": END
4310 M = J
4320 E = 2.718281828
4330 FOR L = M TO M
4340 FOR I = 1 TO FALTA
4350 COMPLE(I, L) = ((E) ^ (A2(L))) * ((E) ^ (B2(L) * ECUA(I, J)))
4360 NEXT I
4370 NEXT L
4380 GOTO 5000
4390 REM ***** COMPLETA PERIODO ANTERIOR *****
4400 M = J
4410 E = 2.718281828
4420 FOR L = M TO M
4430 FOR I = 1 TO (ANFIN1 - ANIC1) + 1
4440 ANTE(I, L) = ((E) ^ (A2(L))) * ((E) ^ (B2(L) * ANTE(I, J)))
4450 NEXT I
4460 NEXT L
4470 REM ***** COMPLETA PERIODO POSTERIOR *****
4480 FOR L = M TO M
4490 FOR I = 1 TO (ANFINI - ANIC3) + 1
4500 TOBE(I, L) = ((E) ^ (A2(L))) * ((E) ^ (B2(L) * TOB(I, J)))
4510 NEXT I
4520 NEXT L

```

```

4530 GOTO 5050
4540 REM ***** REGRESION LOGARITMICA *****
4550 EQUAR(J) = "LOGARITMICO"
4560 PRINT EQUAR(J)
4570 IF NPERI = 2 THEN 4650
4580 IF NPERI = 1 AND PERI = "P" THEN FALTA = (ANFIN2 - ANIC1) + 1: GOTO 4610
4590 IF NPERI = 1 AND PERI = "A" THEN FALTA = (ANFIN1 - ANIC2) + 1: GOTO 4610
4600 PRINT " EL NUMERO DE PERIODOS NO ES CORRECTO ": END
4610 M = J
4620 FOR L = M TO M
4630 FOR I = 1 TO FALTA
4640 COMPLE(I, L) = (AAL) + (BAL) * (LOG(ESCUA, J))
4650 NEXT I
4660 NEXT L
4670 GOTO 5050
4680 REM ***** COMPLETA PERIODO ANTERIOR *****
4690 M = J
4700 FOR L = M TO M
4710 FOR I = 1 TO (ANFIN1 - ANIC1) + 1
4720 ANTE(I, L) = (AAL) + (BAL) * (LOG(ANTE(I, J)))
4730 NEXT I
4740 NEXT L
4750 REM ***** COMPLETA PERIODO POSTERIOR *****
4760 FOR L = M TO M
4770 FOR I = 1 TO (ANFIN3 - ANIC3) + 1
4780 TOBTE(I, L) = (AAL) + (BAL) * (LOG(TOB(I, J)))
4790 NEXT I
4800 NEXT L
4810 GOTO 5050
4820 REM ***** REGRESION POTENCIAL *****
4830 EQUAR(J) = "POTENCIAL"
4840 PRINT EQUAR(J)
4850 IF NPERI = 2 THEN 4950
4860 IF NPERI = 1 AND PERI = "P" THEN FALTA = (ANFIN3 - ANIC1) + 1: GOTO 4900
4870 IF NPERI = 1 AND PERI = "A" THEN FALTA = (ANFIN1 - ANIC2) + 1: GOTO 4900
4880 PRINT " EL NUMERO DE PERIODOS NO ES CORRECTO ": END
4890 M = J
4900 FOR L = M TO M
4910 FOR I = 1 TO FALTA
4920 COMPLE(I, L) = ((10 ^ (AAL))) * (ESCUA, J) ^ (BAL))
4930 NEXT I
4940 NEXT L
4950 GOTO 5050
4960 REM ***** COMPLETA PERIODO ANTERIOR *****
4970 M = J
4980 FOR L = M TO M
4990 FOR I = 1 TO (ANFIN1 - ANIC1) + 1
5000 ANTE(I, L) = ((10 ^ (AAL))) * (ANTE(I, J) ^ (BAL))
5010 NEXT I
5020 NEXT L
5030 REM ***** COMPLETA PERIODO POSTERIOR *****
5040 FOR L = M TO M
5050 FOR I = 1 TO (ANFIN3 - ANIC3) + 1
5060 TOBTE(I, L) = ((10 ^ (AAL))) * (TOB(I, J) ^ (BAL))
5070 NEXT I
5080 NEXT L
5090 NEXT J
5100 FOR L = 1 TO 2: PRINT: NEXT L
5110 PRINT TAB(12); "***** TERMINO CON LAS REGRESIONES *****"
5120 REM ***** SUPLENIR DATOS FALTANTES *****
5130 REM ***** Y DATOS HISTORICOS (REGISTRO COMPLETO) *****
5140 CLS: FOR I = 1 TO 10: PRINT: NEXT I
5150 PRINT TAB(14); "NOMBRE DEL ARCHIVO DE RESULTADOS .....": INPUT ARCH25
5160 OPEN "O", #1, ARCH25
5170 FOR J = 1 TO 12
5180 IF NPERI = 2 THEN 5220
5190 IF NPERI = 1 AND PERI = "P" THEN 5330
5200 IF NPERI = 1 AND PERI = "A" THEN 5410
5210 PRINT TAB(14); "SITUACION NO CONTEMPLADA EN EL ANALISIS": END
5220 FOR I = 1 TO (ANFIN1 - ANIC1) + 1
5230 PRINT #1, USING "#####.##"; ANTE(I, J);
5240 NEXT I
5250 FOR I = 1 TO (ANFIN - ANIC) + 1
5260 PRINT #1, USING "#####.##"; ESCU2(I, J);
5270 NEXT I
5280 FOR I = 1 TO (ANFIN3 - ANIC3) + 1
5290 PRINT #1, USING "#####.##"; TOBTE(I, J);
5300 NEXT I
5310 PRINT #1;
5320 GOTO 5480
5330 FOR I = 1 TO (ANFIN - ANIC) + 1
5340 PRINT #1, USING "#####.##"; ESCU2(I, J);
5350 NEXT I
5360 FOR I = 1 TO (ANFIN1 - ANIC1) + 1
5370 PRINT #1, USING "#####.##"; COMPLE(I, J);
5380 NEXT I
5390 PRINT #1;
5400 GOTO 5480
5410 FOR I = 1 TO (ANFIN1 - ANIC1) + 1
5420 PRINT #1, USING "#####.##"; COMPLE(I, J);

```

```
5430 NEXT I
5440 FOR I = 1 TO (ANFN - ANSC) + 1
5450 PRINT #1, USING "#####.##"; ESCU(I, J);
5460 NEXT I
5470 PRINT #1,
5480 NEXT J
5490 CLOSE #1
5500 OPEN "I", #1, ARCH25
5510 IF NPERI = 2 THEN PERA = (ANFNG - ANCI) + 1: GOTO 5550
5520 IF NPERI = 1 AND PERI = "P" THEN PERA = (ANFN1 - ANSC) + 1: GOTO 5550
5530 IF NPERI = 1 AND PERI = "A" THEN PERA = (ANFN - ANSC) + 1: GOTO 5550
5540 PRINT TAB(4); "SITUACION NO CONTEMPLADA EN EL ANALISIS": END
5550 FOR I = 1 TO 12
5560 FOR J = 1 TO PERA
5570 INPUT #1, TOT(I, J)
5580 NEXT J
5590 NEXT I
5600 CLOSE #1
5610 OPEN "O", #1, ARCH26
5620 FOR J = 1 TO PERA
5630 FOR I = 1 TO 12
5640 PRINT #1, USING "#####.##"; TOT(I, J);
5650 NEXT I
5660 NEXT J
5670 CLOSE #1
5680 WIDTH 1: LPT1 = 130
5700 FOR I = 1 TO 3: LPRINT: NEXT I
5710 LPRINT TAB(22); "
5720 LPRINT TAB(22); " AJUSTES UTILIZADOS COEFICIENTE DE
5730 LPRINT TAB(22); " PARA CADA MES CORRELACION R"
5740 LPRINT TAB(22); "
5750 FOR J = 1 TO 12
5760 LPRINT TAB(24); "EL MEJOR AJUSTE PARA EL MES DE ";; LPRINT USING " T: MESS(I); LPRINT " ES EL ";; LPRINT USING " F: SCALING(I);
LPRINT USING " ##.#####"; R(I, J)
5770 NEXT J
5780 LPRINT TAB(22); "
5790 END
5800 REM FIN DEL PROGRAMA
```

PROGRAMA DE REGRESIÓN

```

1000 REM *****
1010 REM * PROGRAMA PARA ANALISIS DE REGRESION DE REGISTROS MENSUALES *
1020 REM * VERSION 1.0 AUTOR DAFNI GONZALEZ BUGARIN, JULIO 1984 *
1030 REM * FACULTAD DE INGENIERIA, UNAM *
1040 REM *****
1050 REM ***** DIMENSIONAMIENTO DE VARIABLES *****
1060 DIM E(48, 12), E2(48, 12), E3(48, 12), E4(48, 12), SUMA(12), SUMB(12), SUMLOGXY(12)
1070 DIM SUMC(12), SUMF(12), ANO(48), ANO2(48), ANO3(48), ANO4(48), ANO5(48), ANO6(48), ANO7(48), ANO8(48), ANO9(48), ANO10(48), ANO11(48), ANO12(48), ANO13(48), ANO14(48), ANO15(48), ANO16(48), ANO17(48), ANO18(48), ANO19(48), ANO20(48), ANO21(48), ANO22(48), ANO23(48), ANO24(48), ANO25(48), ANO26(48), ANO27(48), ANO28(48), ANO29(48), ANO30(48), ANO31(48), ANO32(48), ANO33(48), ANO34(48), ANO35(48), ANO36(48), ANO37(48), ANO38(48), ANO39(48), ANO40(48), ANO41(48), ANO42(48), ANO43(48), ANO44(48), ANO45(48), ANO46(48), ANO47(48), ANO48(48)
1080 DIM SUMX(48), SUMY(48), SUMX2(48), SUMY2(48), SUMXY(48), SUMX3(48), SUMY3(48), SUMX4(48), SUMY4(48), SUMX5(48), SUMY5(48), SUMX6(48), SUMY6(48), SUMX7(48), SUMY7(48), SUMX8(48), SUMY8(48), SUMX9(48), SUMY9(48), SUMX10(48), SUMY10(48), SUMX11(48), SUMY11(48), SUMX12(48), SUMY12(48)
1090 DIM R(12), R2(12), R3(12), R4(12), R5(12), R6(12), R7(12), R8(12), R9(12), R10(12), R11(12), R12(12)
1100 DIM REGCO(48), ANO7(48), ANO8(48), REGCO(48), ANO9(48), ANO10(48), ANO11(48), ANO12(48), ANO13(48), ANO14(48), ANO15(48), ANO16(48), ANO17(48), ANO18(48), ANO19(48), ANO20(48), ANO21(48), ANO22(48), ANO23(48), ANO24(48), ANO25(48), ANO26(48), ANO27(48), ANO28(48), ANO29(48), ANO30(48), ANO31(48), ANO32(48), ANO33(48), ANO34(48), ANO35(48), ANO36(48), ANO37(48), ANO38(48), ANO39(48), ANO40(48), ANO41(48), ANO42(48), ANO43(48), ANO44(48), ANO45(48), ANO46(48), ANO47(48), ANO48(48)
1110 DIM LNANLY(48, 12), LN(12), AN(12), RA(12), RB(12)
1120 DIM LOG10(48, 12), SUMX(12), LOG10X(48, 12), SUMY(12), ANO(48), SLOG10X(12)
1130 DIM SLOG10Y(12), ANO1(48), LOG10XY(48, 12), LOG10Y(12), ANO1(48), ANO1(48)
1140 DIM A1(37, 12), P(37, 12), ANO2(37, 12), Y(37, 12), TOT(80, 80), ECUA(12)
1150 DIM RB(12), R2(12), R3(12), R4(12), R5(12)
1160 CLS : WIDTH "LPT1": 130
1170 FOR I = 1 TO 3: PRINT : NEXT I
1180 PRINT TAB(18); "REGRESIONES MENSUALES"
1190 FOR I = 1 TO 3: PRINT : NEXT I
1200 PRINT TAB(28); "PERIODO HISTORICO REGISTRADO"
1210 FOR I = 1 TO 1: PRINT : NEXT I
1220 PRINT TAB(14); "AÑO INICIAL DEL PERIODO HISTORICO .....": INPUT ANIC2
1230 FOR I = 1 TO 1: PRINT : NEXT I
1240 PRINT TAB(14); "AÑO FINAL DEL PERIODO HISTORICO .....": INPUT ANFN2
1250 REM ***** LECTURA DE DATOS BASICOS *****
1260 FOR I = 1 TO 1: PRINT : NEXT I
1270 PRINT TAB(14); "NOMBRE DEL ARCHIVO INCOMPLETO .....": INPUT ARCH18
1280 FOR I = 1 TO 1: PRINT : NEXT I
1290 PRINT TAB(14); "NOMBRE DEL ARCHIVO DE RESULTADOS .....": INPUT ARCH28
1300 CLS
1310 FOR I = 1 TO 10: PRINT : NEXT I
1320 PRINT TAB(28); "TRABAJANDO"
1330 OPEN "Y. 81. ARCH18"
1340 N = ANFN2 - ANIC2 + 1
1350 FOR I = 1 TO (ANFN2 - ANIC2 + 1)
1360 FOR J = 1 TO 12
1370 INPUT S1, E(, J)
1380 REM PRINT E(, J);
1390 NEXT J
1400 REM PRINT
1410 NEXT I
1420 CLOSE S1
1430 REM ***** CALCULO DE SUMATORIAS *****
1440 FOR J = 1 TO 12
1450 REM **** CALCULO DE SUMA DE Y y DE SUMA DE Y^2 ****
1460 SUM1 = 0: SUM2 = 0: SUM3 = 0: SUM4 = 0: SUMLOG = 0: SUMLOG2 = 0
1470 FOR I = 1 TO (ANFN2 - ANIC2 + 1)
1480 IF E(I, J) <= 0 THEN S(I, J) = 000000: GOTO 1480
1490 E2(I, J) = E(I, J)^2
1500 E3(I, J) = LOG(E(I, J))
1510 LOG10(E(I, J)) = (E3(I, J) * 43429)
1520 LOG10(E(I, J)) = (LOG10(E(I, J)) * 2)
1530 E4(I, J) = E3(I, J)^2
1540 SUM1 = SUM1 + E(I, J)
1550 SUM2 = SUM2 + E2(I, J)
1560 SUM3 = SUM3 + E3(I, J)
1570 SUM4 = SUM4 + E4(I, J)
1580 SUMLOG = SUMLOG + LOG10(E(I, J))
1590 SUMLOG2 = SUMLOG2 + LOG10(E(I, J))
1600 NEXT J
1610 SUMA(J) = SUM1: SUMB(J) = SUM2: SUMC(J) = SUM3: SUMF(J) = SUM4
1620 SUMLOG(J) = SUMLOG: SUML(J) = SUMLOG2
1630 REM PRINT SUMA(J), SUMB(J), SUMC(J), SUMF(J), SUMLOG(J), SUML(J);
1640 REM PRINT SUML(J)
1650 NEXT J
1660 REM **** CALCULO DE SUMA DE X y DE SUMA DE X^2 ****
1670 FOR J = 1 TO 12
1680 SUMX = 0: SUMX2 = 0: LNX = 0: LNX2 = 0: LNY = 0: LNXY = 0: SUMLOG10X = 0: SUMLOG10X2 = 0
1690 LOG10XY = 0
1700 FOR I = 1 TO (ANFN2 - ANIC2 + 1)
1710 ANO(I) = ((ANIC2 + (I - 1)) - 1900)
1720 REM ANO(I) =
1730 ANO2(I) = LOG(ANO(I))
1740 ANO3(I) = ((LOG(ANO(I))) * 43429)
1750 LOG10XY(I, J) = (ANO(I) * (LOG10(E(I, J))))
1760 LOG10XY = LOG10XY + LOG10XY(I, J)
1770 ANO1(I) = (ANO(I)^2)
1780 ANO4(I) = ANO3(I)^2
1790 LNANLY(I, J) = E3(I, J) * ANO3(I)
1800 LNANLY = LNANLY + LNANLY(I, J)
1810 LNX2 = LNX2 + ANO(I)
1820 LNX = LNX + ANO(I)

```

```

1830 XLNY = XLNY + (E3(I, J) * ANO(I))
1840 LNXY = LNXY + (ANO3(I) * E(I, J))
1850 REM ANO2(I) = (ANIC2 * (I - 1)) * 2
1860 ANO2(I) = (ANO(I)) * 2
1870 SUM3 = SUM3 + ANO(I)
1880 SUM4 = SUM4 + ANO2(I)
1890 SUMLOG10X = SUMLOG10X + ANO3(I)
1900 SUMLOG10X2 = SUMLOG10X2 + ANO(I)
1910 NEXT I
1920 SUMC(J) = SUM3; SUMD(J) = SUM4; SUMG(J) = XLNY; SUMH(J) = LNXY; SUMI(J) = LNXY2
1930 SUMA(J) = LNXY; SUMLOGXY(J) = LNXLNY; SLOG10X(J) = SUMLOG10X; SLOG10X2(J) = SUMLOG10X2
1940 LOG10XY1(J) = LOG10XY
1950 REM PRINT SUMC(J), SUMD(J), SUMG(J), SUMH(J);
1960 REM PRINT SUMA(J), SUMI(J), SUMLOGXY(J), SLOG10X(J), SLOG10X2(J), LOG10XY1(J)
1970 NEXT J
1980 REM ***** CALCULO DE LA SUMATORIA DEL PRODUCTO DE X * Y *****
1990 FOR J = 1 TO 12
2000 XY = 0
2010 FOR I = 1 TO (ANFN2 - ANIC2 + 1)
2020 XY = XY + (ANX(I) * E(I, J))
2030 NEXT I
2040 XY(J) = XY
2050 REM PRINT XY(J)
2060 NEXT J
2070 REM ***** AJUSTE LINEAL *****
2080 REM ***** CALCULO DE PARAMETROS DE AJUSTE a, b Y r *****
2090 REM a = CONSTANTE DE REGRESION
2100 REM b = COEFICIENTE DE REGRESION
2110 REM r = COEFICIENTE DE CORRELACION
2120 REM PRINT "LINEAL"
2130 FOR J = 1 TO 12
2140 B(J) = ((N * XY(J)) - (SUMA(J) * SUMC(J))) / ((N * SUMD(J)) - ((SUMC(J) * 2))
2150 A(J) = ((SUMA(J) - (B(J) * (SUMC(J) / N)
2160 R(J) = ((N * XY(J)) - (SUMC(J) * SUMA(J))) / (((N * SUMD(J)) - ((SUMC(J) * 2)) * ((N * SUMF(J)) - ((SUMA(J) * 2))) * 5)
2170 REM PRINT A(J), B(J), R(J)
2180 NEXT J
2190 REM ***** AJUSTE EXPONENCIAL *****
2200 REM ***** CALCULO DE PARAMETROS DE AJUSTE a, b Y r *****
2210 REM PRINT "EXPONENCIAL"
2220 FOR J = 1 TO 12
2230 B(J) = ((N * SUMG(J)) - (SUMC(J) * SUME(J))) / ((N * SUMD(J)) - ((SUMC(J) * 2))
2240 REM B(J) = EXP(B(J))
2250 A(J) = (SUME(J) - (B(J) * SUMC(J))) / N
2260 REM A(J) = EXP(A(J))
2270 R(J) = ((N * SUMG(J)) - (SUMC(J) * SUME(J))) / (((N * SUMD(J)) - ((SUMC(J) * 2)) * ((N * SUMF(J)) - ((SUME(J) * 2))) * 5)
2280 REM PRINT A(J), B(J), R(J)
2290 NEXT J
2300 REM ***** AJUSTE LOGARITMICO *****
2310 REM ***** CALCULO DE PARAMETROS DE AJUSTE a, b Y r *****
2320 REM PRINT "LOGARITMICO"
2330 FOR J = 1 TO 12
2340 B(J) = ((N * SUMH(J)) - (SUMH(J) * SUMA(J))) / ((N * SUMI(J)) - ((SUMH(J) * 2))
2350 A(J) = (SUMA(J) - (B(J) * (SUMI(J) / N)
2360 R(J) = ((N * SUMH(J)) - (SUMH(J) * SUMA(J))) / (((N * SUMI(J)) - ((SUMH(J) * 2)) * ((N * SUMF(J)) - ((SUMA(J) * 2))) * 5)
2370 REM PRINT A(J), B(J), R(J)
2380 NEXT J
2390 REM ***** AJUSTE POTENCIAL *****
2400 REM ***** CALCULO DE PARAMETROS DE AJUSTE a, b Y r *****
2410 REM PRINT "POTENCIAL"
2420 FOR J = 1 TO 12
2430 B(J) = ((N * LOG10XY1(J)) - (SLOG10X(J) * SUMK(J))) / (((N * SLOG10X2(J)) - ((SLOG10X(J) * 2))
2440 A(J) = (SUMK(J) - (B(J) * SLOG10X(J))) / N
2450 REM R(J) = ((N * SLOG10XY1(J)) - (SLOG10X(J) * SUMK(J))) / (((N * SLOG10X2(J)) - ((SLOG10X(J) * 2)) * ((N * SUMF(J)) - ((SUMK(J) * 2))) * 5)
2460 R(J) = ((LOG10XY1(J)) - ((SLOG10X(J) / N) * (SUMK(J) / N))) / (((SLOG10X2(J)) - ((SLOG10X(J) / N) * SLOG10X(J)) * 5) * (((SUMI(J)) - ((SUMK(J) / N) *
2470 REM PRINT A(J), B(J), R(J)
2480 NEXT J
2490 REM ***** LECTURA DE LOS PERIODOS POR COMPLETAR *****
2500 CLS
2510 FOR I = 1 TO 6: PRINT: NEXT I
2520 PRINT TAB(4); "NUMERO DE PERIODOS POR COMPLETAR .....": INPUT NPERI
2530 IF NPERI <> 1 THEN 2600
2540 FOR I = 1 TO 1: PRINT: NEXT I
2550 PRINT TAB(4); "AÑO INICIAL DEL UNICO PERIODO POR COMPLETAR.....": INPUT ANIC1
2560 FOR I = 1 TO 1: PRINT: NEXT I
2570 PRINT TAB(4); "AÑO FINAL DEL UNICO PERIODO POR COMPLETAR.....": INPUT ANFN1
2580 GOTO 2670
2590 FOR I = 1 TO 1: PRINT: NEXT I
2600 IF NPERI <> 2 THEN 2620
2610 FOR I = 1 TO 1: PRINT: NEXT I
2620 PRINT TAB(4); "AÑO INICIAL PERIODO ANTERIOR DEL REGISTRO .....": INPUT ANIC1
2630 PRINT TAB(4); "AÑO FINAL PERIODO ANTERIOR DEL REGISTRO .....": INPUT ANFN1
2640 PRINT TAB(4); "AÑO INICIAL PERIODO POSTERIOR DEL REGISTRO .....": INPUT ANIC2
2650 PRINT TAB(4); "AÑO FINAL PERIODO POSTERIOR DEL REGISTRO .....": INPUT ANFN2
2660 GOTO 2720
2670 PRINT TAB(1); "AÑOS POR COMPLETAR UNICO PERIODO": PRINT ANIC1; PRINT "-": PRINT ANFN1
2680 FOR I = 1 TO (ANFN1 - ANIC1 + 1)
2690 ANO(I) = ANIC1 + (I - 1): PRINT ANO(I);
2700 NEXT I
2710 GOTO 2860

```

```

2720 PRINT TAB(1); "ANOS POR COMPLETAR PERIODO ANTERIOR"; PRINT ANIC1; PRINT " "; PRINT ANFIN1
2730 FOR I = 1 TO (ANFIN1 - ANIC1 + 1)
2740 ANOF(I) = ANIC1 + (I - 1); PRINT ANOF(I);
2750 NEXT I
2760 PRINT TAB(1); "ANOS POR COMPLETAR PERIODO POSTERIOR"; PRINT ANIC3; PRINT " "; PRINT ANFIN3
2770 FOR I = 1 TO (ANFIN3 - ANIC3 + 1)
2780 ANOF(I) = ANIC3 + (I - 1); PRINT ANOF(I);
2790 NEXT I
2800 PRINT TAB(1); "PERIODO COMPLETO"; PRINT ANIC1; PRINT " "; PRINT ANFIN3
2810 FOR I = 1 TO (ANFIN3 - ANIC1 + 1)
2820 PRINT ANIC1 + (I - 1);
2830 NEXT I
2840 GOTO 2870
2850 PRINT TAB(1); "PERIODO COMPLETO";
2860 IF ANIC1 < ANIC3 THEN 2930
2870 PRINT ANIC2; PRINT " "; PRINT ANFIN1
2880 FOR I = 1 TO (ANFIN1 - ANIC2 + 1)
2890 PRINT ANIC2 + (I - 1);
2900 NEXT I
2910 GOTO 2870
2920 PRINT ANIC1; PRINT " "; PRINT ANFIN2
2930 FOR I = 1 TO (ANFIN2 - ANIC1 + 1)
2940 PRINT ANIC1 + (I - 1);
2950 NEXT I
2960 GOTO 2870
2970 REM ***** INICIA IMPRESION DE PARAMETROS Y ECUACIONES DE AJUSTE *****
2980 FOR J = 1 TO 12
2990 READ ME8K(J)
3000 NEXT J
3010 FOR I = 1 TO 4
3020 READ AJUS(I)
3030 NEXT I
3040 FOR I = 1 TO 1; LPRINT: NEXT I
3050 LPRINT TAB(10); "          PARAMETROS Y ECUACIONES DE AJUSTE"
3060 LPRINT TAB(10); "-----"
3070 LPRINT TAB(10); "TIPO DE      COEF. DE   CTE. DE   COEF. DE   ECUACION DE "
3080 LPRINT TAB(10); "AJUSTE      CORR. r   REG. a   REG. b   AJUSTE "
3090 LPRINT TAB(10); "-----"
3100 FOR J = 1 TO 12
3110 LPRINT TAB(10); ME8K(J)
3120 LPRINT TAB(10); AJUS(1); LPRINT " "; LPRINT USING " @.### " R(J); LPRINT USING " @###.### " A(J); B(J);
3130 LPRINT " = C"; LPRINT USING " @###.##" A(J); LPRINT " +"; LPRINT USING " @###.##" B(J); LPRINT " * X"
3140 LPRINT TAB(10); AJUS(2); LPRINT " "; LPRINT USING " @.### " R2(J); LPRINT USING " @###.### " A2(J); B2(J);
3150 LPRINT " = (a^C)"; LPRINT USING " @###.##" A2(J); LPRINT " * (a^C)"; LPRINT USING " @###.##" B2(J); LPRINT " * X"
3160 LPRINT TAB(10); AJUS(3); LPRINT " "; LPRINT USING " @.### " R3(J); LPRINT USING " @###.### " A4(J); B4(J);
3170 LPRINT " = C"; LPRINT USING " @###.##" A4(J); LPRINT " +"; LPRINT USING " @###.##" B4(J); LPRINT " * LN X"
3180 LPRINT TAB(10); AJUS(4); LPRINT " "; LPRINT USING " @.### " R4(J); LPRINT USING " @###.### " A5(J); B5(J);
3190 LPRINT " = (10^C)"; LPRINT USING " @###.##" A5(J); LPRINT " * X^C"; LPRINT USING " @###.##" B5(J); LPRINT " * Y"
3200 NEXT J
3210 LPRINT TAB(10); "-----"
3220 DATA ENERO FEBRERO MARZO ABRIL MAYO JUNIO JULIO AGOSTO SEPTIEMBRE
3230 DATA OCTUBRE NOVIEMBRE DICIEMBRE
3240 DATA LINEAL EXPONENCIAL LOGARITMICA POTENCIAL
3250 REM ***** INICIA EL CALCULO DE LOS DATOS FALTANTES *****
3260 REM ***** SELECCION DEL MEJOR COEFICIENTE DE CORRELACION *****
3270 FOR J = 1 TO 12
3280 IF R(J) > R2(J) THEN R3(J) = R(J); GOTO 3300
3290 R3(J) = R2(J)
3300 IF R3(J) > R3(J) THEN 3320
3310 R3(J) = R3(J)
3320 IF R3(J) > R4(J) THEN 3340
3330 R4(J) = R3(J)
3340 PRINT USING " @.#####" R3(J)
3350 NEXT J
3360 REM ***** SELECCION DE LA MEJOR CURVA DE AJUSTE *****
3370 REM ***** Y CALCULO DE LOS DATOS FALTANTES (REGRESIONES) *****
3380 FOR J = 1 TO 12
3390 IF R3(J) = R4(J) THEN 4350
3400 IF R3(J) = R3(J) THEN 4080
3410 IF R3(J) = R2(J) THEN 3730
3420 IF R3(J) <= R(J) THEN PRINT "REVISE EL COEFICIENTE Y SELECCIONADO"; STOP
3430 REM ***** REGRESION LINEAL *****
3440 EQUAN(J) = "LINEAL"
3450 PRINT EQUAN(J)
3460 IF NPER(J) < 1 THEN 3570
3470 IF ANIC1 < ANIC3 THEN FALTA = (ANFIN1 - ANIC1 + 1); GOTO 3480
3480 FALTA = (ANFIN1 - ANIC1 + 1)
3490 M = J
3500 FOR L = M TO M
3510 FOR I = 1 TO FALTA
3520 ANOF2(I) = ANOF(I) - (900
3530 Y(I, L) = (A(L) + (B(L) * ANOF2(I)))
3540 NEXT I
3550 NEXT L
3560 GOTO 4840
3570 REM ***** COMPLETA PERIODO ANTERIOR *****
3580 M = J
3590 FOR L = M TO M
3600 FOR I = 1 TO (ANFIN1 - ANIC1 + 1)
3610 ANOF2(I) = ANOF(I) - 1800

```

```

3620 A1(I, L) = (A(L) + (B(L) * ANOF2(I)))
3630 NEXT I
3640 NEXT L
3650 REM ***** COMPLETA PERIODO POSTERIOR *****
3660 FOR L = M TO M
3670 FOR I = 1 TO (ANFIN3 - ANIC3 + 1)
3680 ANOF3(I) = ANOF1(I) - 1900
3690 P(I, L) = (A(L) + (B(L) * ANOF3(I)))
3700 NEXT I
3710 NEXT L
3720 GOTO 4640
3730 REM ***** REGRESION EXPONENCIAL *****
3740 ECUAS(J) = "EXPONENCIAL"
3750 PRINT ECUAS(J)
3760 IF NPERI <> 1 THEN 3860
3770 IF ANIC1 < ANIC2 THEN FALTA = (ANFIN1 - ANIC1 + 1): GOTO 3780
3780 FALTA = (ANFIN1 - ANIC1 + 1)
3790 M = J
3800 E = 2.7182818289
3810 FOR L = M TO M
3820 FOR I = 1 TO FALTA
3830 ANOF2(I) = ANOF1(I) - 1900
3840 Y(I, L) = ((E) ^ (A2(L))) * ((E) ^ (B2(L) * ANOF2(I)))
3850 NEXT I
3860 NEXT L
3870 GOTO 4640
3880 REM ***** COMPLETA PERIODO ANTERIOR *****
3890 M = J
3900 E = 2.7182818289
3910 FOR L = M TO M
3920 FOR I = 1 TO (ANFIN1 - ANIC1 + 1)
3930 ANOF2(I) = ANOF1(I) - 1900
3940 A1(I, L) = ((E) ^ (A2(L))) * ((E) ^ (B2(L) * ANOF2(I)))
3950 NEXT I
3960 NEXT L
3970 REM ***** COMPLETA PERIODO POSTERIOR *****
3980 FOR L = M TO M
3990 FOR I = 1 TO (ANFIN3 - ANIC3 + 1)
4000 ANOF3(I) = ANOF1(I) - 1900
4010 P(I, L) = ((E) ^ (A2(L))) * ((E) ^ (B2(L) * ANOF3(I)))
4020 NEXT I
4030 NEXT L
4040 GOTO 4640
4050 REM ***** REGRESION LOGARITMICA *****
4060 ECUAS(J) = "LOGARITMICA"
4070 PRINT ECUAS(J)
4080 IF NPERI <> 1 THEN 4180
4090 IF ANIC1 < ANIC2 THEN FALTA = (ANFIN1 - ANIC1 + 1): GOTO 4100
4100 FALTA = (ANFIN1 - ANIC1 + 1)
4110 M = J
4120 FOR L = M TO M
4130 FOR I = 1 TO FALTA
4140 ANOF2(I) = ANOF1(I) - 1900
4150 Y(I, L) = (A4(L) + (B4(L) * (LOG(ANOF2(I)))))
4160 NEXT I
4170 NEXT L
4180 GOTO 4640
4190 REM ***** COMPLETA PERIODO ANTERIOR *****
4200 M = J
4210 FOR L = M TO M
4220 FOR I = 1 TO (ANFIN1 - ANIC1 + 1)
4230 ANOF2(I) = ANOF1(I) - 1900
4240 A1(I, L) = (A4(L) + (B4(L) * (LOG(ANOF2(I)))))
4250 NEXT I
4260 NEXT L
4270 REM ***** COMPLETA PERIODO POSTERIOR *****
4280 FOR L = M TO M
4290 FOR I = 1 TO (ANFIN3 - ANIC3 + 1)
4300 ANOF3(I) = ANOF1(I) - 1900
4310 P(I, L) = (A4(L) + (B4(L) * (LOG(ANOF3(I)))))
4320 NEXT I
4330 NEXT L
4340 GOTO 4640
4350 REM ***** REGRESION POTENCIAL *****
4360 ECUAS(J) = "POTENCIAL"
4370 PRINT ECUAS(J)
4380 IF NPERI <> 1 THEN 4480
4390 IF ANIC1 < ANIC2 THEN FALTA = (ANFIN1 - ANIC1 + 1): GOTO 4410
4400 FALTA = (ANFIN1 - ANIC1 + 1)
4410 M = J
4420 FOR L = M TO M
4430 FOR I = 1 TO FALTA
4440 ANOF2(I) = ANOF1(I) - 1900
4450 Y(I, L) = ((10) ^ (A6(L))) * (ANOF2(I) ^ (B6(L)))
4460 NEXT I
4470 NEXT L
4480 GOTO 4640
4490 REM ***** COMPLETA PERIODO ANTERIOR *****
4500 M = J
4510 FOR L = M TO M

```



```

4620 FOR I = 1 TO (ANFN1 - ANIC1 + 1)
4630 ANOF2(I) = ANOF(I) - 1980
4640 A1(I, L) = ((10 * (A5(L))) * (ANOF2(I) * (B5(L))))
4650 NEXT I
4660 NEXT L
4670 REM ***** COMPLETA PERIODO POSTERIOR *****
4680 FOR L = M TO N
4690 FOR I = 1 TO (ANFN3 - ANIC3 + 1)
4700 ANOF3(I) = ANOF(I) - 1980
4710 P(I, L) = ((10 * (A5(L))) * (ANOF3(I) * (B5(L))))
4720 NEXT I
4730 NEXT L
4740 FOR L = 1 TO 2: PRINT: NEXT L
4750 PRINT TAB(12); ***** TERMINO CON LAS REGRESIONES *****
4760 REM ***** IMPRIME DATOS FALTANTES *****
4770 REM ***** Y DATOS HISTORICOS (REGISTRO COMPLETO) *****
4780 OPEN "O", #1, ARCH2$
4790 FOR J = 1 TO 12
4800 IF NPERA <= 1 THEN 4860
4810 IF ANIC1 < ANIC2 THEN 4810
4820 FOR I = 1 TO (ANFN2 - ANIC2 + 1)
4830 PRINT #1, USING "####.##"; E(I, J);
4840 NEXT I
4850 FOR I = 1 TO (ANFN1 - ANIC1 + 1)
4860 PRINT #1, USING "####.##"; Y(I, J);
4870 NEXT I
4880 PRINT #1,
4890 GOTO 4960
4900 FOR I = 1 TO (ANFN1 - ANIC1 + 1)
4910 PRINT #1, USING "####.##"; Y(I, J);
4920 NEXT I
4930 FOR I = 1 TO (ANFN2 - ANIC2 + 1)
4940 PRINT #1, USING "####.##"; E(I, J);
4950 NEXT I
4960 PRINT #1,
4970 GOTO 4960
4980 FOR I = 1 TO (ANFN1 - ANIC1 + 1)
4990 PRINT #1, USING "####.##"; A1(I, J);
5000 NEXT I
5010 FOR I = 1 TO (ANFN2 - ANIC2 + 1)
5020 PRINT #1, USING "####.##"; E(I, J);
5030 NEXT I
5040 FOR I = 1 TO (ANFN3 - ANIC3 + 1)
5050 PRINT #1, USING "####.##"; P(I, J);
5060 NEXT I
5070 PRINT #1,
5080 NEXT J
5090 CLOSE #1
5100 OPEN "T", #1, ARCH2$
5110 IF NPERA <= 1 THEN PERA = (ANFN3 - ANIC1 + 1); GOTO 5080
5120 IF ANIC1 < ANIC2 THEN PERA = (ANFN2 - ANIC1 + 1); GOTO 5080
5130 PERA = (ANFN1 - ANIC2 + 1)
5140 FOR I = 1 TO 12
5150 FOR J = 1 TO PERA
5160 INPUT #1, TOT(I, J)
5170 NEXT J
5180 NEXT I
5190 CLOSE #1
5200 WIDTH "LPT1"; 130
5210 FOR I = 1 TO 3: LPRINT: NEXT I
5220 LPRINT TAB(22); "-----"
5230 LPRINT TAB(22); "      AJUSTES UTILIZADOS      COEFICIENTE DE"
5240 LPRINT TAB(22); "      PARA CADA MES          CORRELACION R"
5250 LPRINT TAB(22); "-----"
5260 FOR J = 1 TO 12
5270 LPRINT TAB(24); "EL MEJOR AJUSTE PARA EL MES DE "; LPRINT USING "  "; MESS(J); LPRINT " ES EL "; LPRINT USING "  "; ECUA8(J);
5280 LPRINT USING "  ##.####"; RS(J)
5290 NEXT J
5300 LPRINT TAB(22); "-----"
5310 END: REM FIN DEL PROGRAMA
    
```

ANEXO II

Análisis Hidrológico

Anexo II

II.- Análisis Hidrológico

II. 1.- Objetivo

El objetivo de este anexo es presentar los métodos y procedimientos necesarios para evaluar los volúmenes escurridos y aprovechables que se emplean para las etapas de Preevaluación y Evaluación de las probables fuentes de abastecimiento.

Para la etapa de Preevaluación, dada la precisión requerida en el estudio, se estimaron los gastos escurridos y aprovechables, con base en los valores medios anuales de la información hidrométrica y climatológica disponible. En cambio en la etapa de Evaluación, se emplearon los registros históricos de los volúmenes medios mensuales para el caso de las estaciones hidrométricas, los funcionamientos de vaso y los registros históricos de precipitaciones mensuales en el caso de las estaciones climatológicas.

En el análisis hidrológico en la etapa de Evaluación, dado que se trabajan con registros históricos de las estaciones hidrométricas y climatológicas, hubo casos en los que faltaban datos ya sea por que no se midió, se perdió o por que está en proceso de cálculo (este último caso suele darse en los periodos de 1985 en adelante), por lo que estos se completaron mediante regresiones y correlaciones con estaciones aledañas y afines, revisando que se tuviera una buena correlación y congruencia con el resto de la muestra, así como con los otros datos hidrométricos o climatológicos cercanos al sitio.

A continuación se presenta el desarrollo de algunos conceptos, procedimientos y/o metodologías aplicadas en los diferentes sitios, según la información hidrométrica y climatológica disponible.

II. 2.- Obtención de Escurrimientos

Los escurrimientos en los sitios de estudio se determinaron en primera instancia con base en los registros disponibles en estaciones hidrométricas ubicadas en o cerca del sitio y con los funcionamientos de vaso en las presas existentes.

En caso de no disponer de estaciones hidrométricas en el lugar, se emplearon estaciones aledañas según los métodos que se explican a continuación.

El volumen de agua aprovechable para la etapa de Preevaluación, se obtuvo como un porcentaje del volumen escurrido, dependiendo del lugar, tipo de suelo y climatología del sitio, se consideró entre el 50 y 75% del volumen escurrido.

II. 2.1.- Transporte por Area y Lluvia

Este método se emplea cuando no existe estación hidrométrica en el sitio de interés donde se plantea la presa, pero sí aguas arriba, aguas abajo de la misma o en su defecto en una cuenca aledaña de condiciones similares.

El criterio se fundamenta en la similitud climática y fisiográfica entre cuencas, para estudiar los volúmenes escurridos anuales de una cuenca a partir de la información registrada en otra; pudiéndose tener los siguientes casos:

A) El caso más simple se tiene cuando el lugar donde se requiere la información está próxima a una estación de aforos que se ubica sobre la misma corriente. En este caso se utiliza la siguiente expresión:

$$V_s = \left[\frac{A_{EH}}{A_s} \right] V_{EH} = F_1 (V_{EH})$$

$$F_1 = \frac{A_{EH}}{A_s}$$

a continuación se presenta:

- V_s = Volumen anual por estimar al sitio.
- A_s = Área de la cuenca del sitio en km^2 .
- A_{EH} = Área de cuenca de la estación hidrométrica.
- V_{EH} = Escurrimiento de la estación hidrométrica.
- F_1 = Factor de transporte por área (adimensional).

Recomendación: Que A_s (área de la cuenca del sitio) no difiera del área de la cuenca de la estación de aforos (A_{EH}) en más de un 20%.

B) Cuando la estación de aforos no se ubica en la misma corriente pero esta dentro de la misma cuenca hidrográfica o bien estas son adyacentes, se considera que la expresión anterior puede conducir a resultados confiables; pero si se tiene una variación apreciable de precipitación en la cuenca se propone tomar en cuenta la lluvia media anual para realizar el transporte de la información hidrométrica de la siguiente manera:

$$V_s = (F_1 \cdot F_2) \cdot V_{EH}$$

$$F_2 = \frac{P_s}{P_{EH}}$$

Donde:

- V_s** = Volumen anual por estimar al sitio.
- P_s** = Precipitación anual asociada a la cuenca del sitio en mm.
- P_{EH}** = Precipitación anual asociada a la cuenca de la estación de aforos, en mm.
- F₁** = Factor de transporte por área.
- F₂** = Factor de transporte por lluvia.
- V_{EH}** = Volumen escurrido en la estación hidrométrica.

II. 2.2.- Modelo Lluvia-Escorrimento

En caso de no disponer de estación hidrométrica alguna se empleó un modelo lluvia-escorrimento que considera la precipitación a nivel anual y/o mensual, las condiciones fisiográficas y la cobertura y uso del suelo.

En cuanto a la lluvia, ésta se estimó ubicando un número adecuado de estaciones, que cubrieran la cuenca en estudio y tuvieran, de ser posible un período común amplio, después mediante el método de los Polígonos de Thiessen, trazados en la carta de INEGI 1:250,000 se determinó la precipitación media para toda la cuenca.

Posteriormente se evalúa el parámetro que relaciona las variables de la lluvia y el escurrimiento, el coeficiente de escurrimiento (Ce), para cuya determinación se utilizó la información disponible de uso de suelo, las características climatológicas y del escurrimiento de la zona, los criterios para su determinación se presentan a continuación.

Coefficiente de Escorrimento

Criterio del U.S.B.R.(United States Bureau of Reclamation)

Este criterio, depende fundamentalmente de tres factores para la estimación de los volúmenes escurridos en la cuenca:

- a) Precipitación
 - b) Tipo y
 - c) uso de suelo
-

Estos parámetros se consideran para el empleo de este método de la siguiente manera.

Precipitación

Se determina la precipitación media anual en milímetros a partir de las estaciones climatológicas que influyan en la cuenca ya sea por isoyetas o por polígonos de Thiessen.

Tipo y uso del suelo

Los tipos de suelo que interesan en cuanto a su permeabilidad se clasifican en tres tipos:

A.- Suelos muy permeables, tales como las arenas profundas y los poco compactos.

B.- Suelos medianamente permeables, tales como arenas de mediana profundidad y los algo más compactos que los del tipo A.

C.- Suelos casi impermeables tales como arenas o loes muy delgados sobre una capa

Las fórmulas para calcular el coeficiente de escurrimiento mediante este método son las siguientes:

$$\text{Para } k \leq 0.15 \quad C_e = k \left[\frac{P - 250}{2000} \right]$$

$$\text{Para } k > 0.15 \quad C_e = k \left[\frac{P - 250}{2000} \right] + \left[\frac{k - 0.15}{1.5} \right]$$

Los valores de k se pueden obtener de la siguiente tabla:

Valores de k

	A	B	C
Barbecho, áreas incultas y desmudas	0.26	0.28	0.30
Cultivos:			
en hilera	0.24	0.27	0.30
legumbres o rotación de pradera	0.24	0.27	0.30
granos pequeños	0.24	0.27	0.30
Pantales:			
% del suelo cubierto o pastoreo			
más del 75% -poco-	0.14	0.20	0.28
del 50 al 75% -regular-	0.20	0.24	0.30
menos del 50% -excesivo-	0.24	0.28	0.30
Boques:			
cubierto más del 75%	0.07	0.16	0.24
cubierto del 50 al 75%	0.12	0.22	0.26
cubierto del 25 al 50%	0.17	0.26	0.28
cubierto menos del 25%	0.22	0.28	0.30
Casos y zonas con edificaciones	0.26	0.29	0.32
Caminos, incluyendo derecho de vía	0.27	0.30	0.33
Pradera permanente	0.18	0.24	0.30

Debido a que se requiere de coeficientes de escurrimiento mensuales para trabajar los registros históricos de lluvia, lo cual es más congruente que el empleo de un coeficiente para todo el año, se discretizó el coeficiente de escurrimiento anual obteniendo tres coeficientes, uno para cada régimen de escurrimiento: estiaje, avenidas y transitorios, los cuales se determinan observando numéricamente el comportamiento mensual de la lluvia.

Estos coeficientes de escurrimiento se determinan mediante el mismo criterio con el cual se obtiene el anual; sólo que en lugar de emplear la lámina de lluvia anual, se emplea la lámina llovida en los meses que forman el régimen, multiplicada por la relación del número (n) de meses del período entre los del año (n/12).

Por lo que se tiene:

$$\text{Para } k \leq 0.15 \quad C_{el} = k \left[\frac{Ll \left[\frac{12}{n} \right] - 250}{2000} \right]$$

$$\text{Para } k > 0.15 \quad C_{e1} = k \left[\frac{L1 \left[\frac{12}{n1} \right] - 250}{2000} \right] + \left[\frac{k - 0.15}{1.5} \right]$$

donde

- Ce1** = Coeficiente de escurrimiento en época de estiaje.
V1 = Volumen llovido en época de estiaje.
Ce2 = Coeficiente de escurrimiento en época de transitorio.
V2 = Volumen llovido en época de transitorio.
Ce3 = Coeficiente de escurrimiento en época de avenida.
V3 = Volumen llovido en época de avenida.

El cálculo se hace mediante iteraciones del índice que designa el tipo de suelo (k), buscando que los coeficientes y los escurrimiento sean congruentes, es decir que la suma de los volúmenes escurridos sea igual al volumen escurrido anual esto es respetando la siguiente expresión:

$$C_e * V = C_{e1} * v_1 + C_{e2} * v_2 + C_{e3} * v_3$$

En la siguiente tabla se esquematiza, mediante los parámetros antes mencionados, el empleo de esta modificación del criterio.

	n1	n2	n3	I2	
No. de meses					n1+n2+n3 = 12
Vol. llovido	v1	v2	v3	V	v1+v2+v3 = V
Lam. media (mm)	I.1	I.2	I.3	Pp	I.1+I.2+I.3 = Pp
		kp		k	
	Ce1	Ce2	Ce3	Ce	

ANEXO III

**Consideraciones y Costos
Índice Utilizados en la
Evaluación Económica**

Anexo III

III.- Consideraciones y Costos Índice utilizados en la Evaluación Económica.

Para evaluar y comparar los diferentes sitios y alternativas, a fin de poder seleccionar la más conveniente, se cuantificaron todos los componentes de cada una, tales como diámetro óptimo y longitud de conducciones subdividida en sus diferentes tramos de canal, túnel y/o rampa.

Asimismo se consideraron las secciones de corte para alojar la tubería y el camino a lo largo de la línea de conducción, así como los precios unitarios de excavación y de las tuberías de concreto y acero; los costos índice de presas (con base en su volumen), plantas de bombeo (en función de la potencia instalada) y costos de operación y mantenimiento.

Los precios unitarios de excavación y tubería y los de operación y mantenimiento además de los costos índice fueron proporcionados por la Comisión Nacional del Agua (CNA).

Las consideraciones generales, así como la manera en que se realizó el cálculo de los costos de las obras, se mencionan por el orden en que estos aparecen en la tabla denominada Evaluación Económica de Alternativas.

Para el caso de la etapa de **Evaluación**, donde en algunos conceptos se tiene mayor precisión, se indica la modificación realizada a este nivel.

III.1.- Conducción

El costo total del acueducto se calculó sumando los montos correspondientes de suministro e instalación de tubería más los de excavación, los cuales se presentan a continuación.

III.1.1.- Tubería

Una vez conocida la longitud total del trazo o ruta de la conducción del sitio al punto de entrega, así como de sus respectivos diámetros, se procede a calcular el costo de tubería necesaria para construir el acueducto, los precios índice aplicados en **Preevaluación** se presentan a continuación, mismos que están dados en millones de nuevos pesos por kilómetro e incluyen el suministro, transporte e instalación.

Diámetro A CIELO	P.U. MILLONES/MS	Diámetro A CIELO	P.U. MILLONES/KM
0.25	0.12	1.07	1.118
0.30	0.17	1.22	1.337
0.35	0.27	1.40	1.535
0.40	0.34	1.52	1.666
0.45	0.41	1.83	1.995
0.50	0.50	2.13	2.302
0.60	0.82	2.44	2.740
0.75	0.91	2.75	3.260
0.90	1.009		

El costo total del acueducto se obtiene multiplicando la longitud total de cada diámetro por su precio unitario correspondiente.

Para el caso de la etapa de **Evaluación**, se empleó el "Catálogo General de Precios Unitarios para la Construcción de Sistemas de Agua Potable y Alcantarillado" elaborado por la CNA en 1994, donde se incluyen los conceptos de manera unitaria, mencionados anteriormente.

III.1.2.- Excavación

En este caso se consideran dos criterios uno para la etapa de **Preevaluación** y otro para **Evaluación**, los cuales se explican a continuación.

III.1.2.1.- Nivel de Preevaluación

Para este nivel se utilizan dos tipos de excavación con su costo asociado; el primero es a cielo abierto, en cepa con profundidad y ancho suficientes para el tendido y nivelado de la tubería, para ésta el costo estimado es de 1.5 millones de nuevos pesos por kilómetro de excavación; el otro tipo es en túnel, el cual se ha estimado en 6 millones de nuevos pesos por kilómetro.

Estos costos consideran toda la excavación necesaria para la adecuada instalación y construcción del acueducto.

III.1.2.2.- Nivel de Evaluación

Aquí se realiza un análisis más detallado en donde se consideran las características topográficas que presenta el terreno a lo largo del trazo de la conducción. Esto es, que se considera la pendiente del terreno para incluir un sobre costo debido al incremento de la dificultad en la instalación de la tubería.

Por otro lado se han considerado tres secciones típicas de excavación, la primera (sección 1) es una excavación en cajón, es decir, se considera únicamente la preparación en cepa o zanja con ancho y profundidad adecuado para la colocación de la tubería. La otra sección (2) es compensada en terraplén, pero en ladera, lo que incrementa su dificultad y costo.

Y la tercera sigue siendo, al igual que en Preevaluación el costo del túnel.

Los precios índice de las dos secciones indicadas son los siguientes:

Poca pendiente o nula	Pendiente pronunciada	Poca pendiente o nula	Pendiente pronunciada
Millones de NS/Km			
1.4	1.8	2.1	2.5

NOTA: Se considera un tramo con pendiente pronunciada cuando esta es mayor o igual al 20%, también debe tomarse en cuenta lo accidentado del terreno.

III.2.- Plantas de Bombeo

Este costo evidentemente es aplicable únicamente a aquellas conducciones que requieren bombear el agua para llevarla hasta el punto de entrega establecido.

Considerando la carga dinámica de bombeo y el gasto por conducir, se calcula la potencia necesaria, en caballos de fuerza (HP), del equipo electromecánico, siendo la expresión para el cálculo de ésta la siguiente:

$$Pot (HP) = \left(\frac{15.47 * Q * H * 3358}{1'000,000} \right)$$

simplificando:

$$Pot (HP) = 0.0519 * Q * H$$

donde:

Q = Gasto en m^3/s y H = Carga dinámica en m

El costo se obtiene multiplicando la potencia requerida por el precio índice del HP que es de 3,358 N\$/HP.

III.3.- Infraestructura civil y obra de contención

Para obtener el costo de la obra civil y la obra de contención, es necesario primero conocer las dimensiones y geometría de esta última para cubicar su volumen total.

Una vez obtenido lo anterior, se aplica el costo por unidad de volumen (N\$/ m^3), éste incluye el suministro de materiales, así como la construcción de todas las obras necesarias tales como, el vertedor, la obra de toma, la obra de desvío, ataguías, etc., los precios índice considerados son los siguientes:

Volumen < 1 Mm ³	50
Volumen > 1 Mm ³	40

III.4.- Costo Total de Obras

El costo total de las obras se obtiene sumando los siguientes conceptos:

- El costo total del acueducto.
- El costo total de plantas de bombeo.
- El costo total de la obra de contención e infraestructura civil.

III.5.- Imprevistos

Como costo por imprevistos, se considera un 25% del costo de la obra civil más un 15% de la obra electromecánica.

III.6.- Indemnizaciones

En este punto y debido a la diferencia, por objetivos, entre las etapas de **Preevaluación** y **Evaluación**, para cada uno de estos se consideraron costos de distinta manera.

III.6.1.- Nivel de Preevaluación

Las áreas o zonas de afectación debidas a la construcción del acueducto se calculan multiplicando la longitud total del acueducto por un ancho de derecho de vía propuesto de 20 m. El precio índice por afectación es de N\$5,000 por hectárea.

Al monto resultante se le adiciona el costo de las afectaciones por la construcción de la presa, considerándose éste del 2.5% del monto total de la misma.

III.6.2.- Nivel de Evaluación

Para las afectaciones debidas a la construcción del acueducto, estas se calculan de igual manera que en la etapa de **Preevaluación**.

En el caso de las afectaciones por la construcción de la cortina se consideran dos aspectos, uno es la superficie inundada por el embalse a la elevación del NAME, como área de afectación; y otro es el número de habitantes en la misma área afectada que tendrán que ser reubicados debido a la inundación de su lugar de residencia. El costo por superficie afectada es de N\$5,000 por hectárea y el habitante afectado es de N\$10,000/habitante, determinando el número de habitantes con base en el censo de población de 1990 del INEGI para cada una de las localidades afectadas.

III.7.- Sobreequipamiento

Como costo de sobreequipamiento se considera el 33% del monto total de las plantas de bombeo.

III.8.- Operación con bombeo

Una vez calculada la potencia requerida del equipo electromecánico, ésta se multiplica por el número de horas de operación al año, conservadoramente se estimaron 8,760 h, para así conocer la energía anual necesaria, la cual tiene un costo de 0.245 N\$/kWh. obteniéndose de esta manera el costo de operación por bombeo.

III.9.- Mantenimiento electromecánico

Al igual que en el inciso anterior con base en la potencia (en kWh) requerida para el bombeo, ésta se multiplica por el costo índice de mantenimiento, el cual es de 0.012 N\$ por kWh consumido.

III.10.- Operación eléctrica

Es la suma de los costos anuales de operación, mantenimiento en equipo electromecánico y bombeo.

III.11.- Planta potabilizadora

El costo asociado a este concepto sólo se utiliza a nivel de **Evaluación**, en donde ya con mayor detalle se conoce el gasto por tratar. El monto total de una planta potabilizadora para tratamiento de agua se estima en 31.74 millones de N\$/m³ de agua tratada.

III.12 Mantenimiento civil

Se considera como mantenimiento civil anual el 1% de la suma del costo total del acueducto más el costo total de la presa.

III.13.- Tratamiento

Con objeto de incluir la muy probable posibilidad de requerir tratamiento del agua de las fuentes seleccionadas, se consideró un costo por este concepto en conjunto con un factor que atiende a la calidad del agua, mayor para aguas que están más contaminadas.

III.13.1.- Nivel de Preevaluación

El costo del tratamiento está en función del gasto que será tratado, en este caso es el gasto medio aprovechable, mismo al que se le aplica el precio índice de 0.25 N\$/m³, el cual toma en cuenta la inversión y operación de la planta de tratamiento.

Posteriormente se le aplica un factor de tratamiento, que multiplica al costo anterior, esto con el fin de incrementarlo o disminuirlo en función del grado de contaminación del río en estudio, a juicio del ingeniero, sobretodo en caso de tener antecedentes de mala calidad debido a descargas de aguas residuales de zonas industriales o poblaciones aguas arriba del sitio de aprovechamiento.

III.13.2.- Nivel de Evaluación

En este caso se estima un costo global del 6% del costo de la planta potabilizadora.

III.14.- Costo total de operación

Este se obtiene mediante la suma de los siguientes conceptos, los cuales se explicaron anteriormente.

- Costo anual de operación eléctrica.
- Costo anual de mantenimiento civil.
- Costo anual de tratamiento.

III.15.- Inversión total

Esta involucra la suma de los siguientes costos ya mencionados:

- Costo total de obras.
- Imprevistos.
- Indemnizaciones.
- Sobreequipamiento.

III.16.- Costo nivelado del metro cúbico

Con objeto de comparar las diferentes alternativas desde un punto de vista económico se evalúa el costo (NS/m³) del suministro de agua mediante el cálculo del costo nivelado de la misma.

Se considera que el costo nivelado es el precio unitario a valor presente neto del volumen de agua aprovechada en bloque, estimando que las obras se construirán en un período de tres o cuatro años de acuerdo al costo de la inversión total realizada y los costos de operación y mantenimiento para un período de 40 años con una tasa de descuento anual del 12%.

ANEXO IV

Sitio Chuviscar II

Nombre simplificado de la presa para la simulación .. chuv
 Tipo de regulación mensual

CAPACIDADES DE CONTROL DEL VASO (en millones de m3)

AL MAXIMO: 421.000
 AL MINIMO: 27.000
 INICIAL: 315.000

INFORMACION DE LOS USOS DEL AGUA EN LA PRESA

No. Prio.	Uso	Demanda mensual promedio del uso (en millones de m3)											
		ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
1	A. P. AMM	9.37	8.47	9.37	9.07	9.37	9.07	9.37	9.37	9.07	9.37	9.07	9.37
2	Riego	32.76	37.23	56.30	59.38	53.06	52.88	65.41	73.60	89.76	54.96	23.41	18.51

RESULTADOS MENSUALES PROMEDIO

Aportes por cuenca propia al vaso (millones de metros cúbicos)

	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	Anual
chuv	55.29	54.95	52.07	47.41	53.66	57.37	89.06	135.57	242.80	127.18	63.12	53.70	1032.19

Entradas totales al vaso (millones de metros cúbicos)

	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	Anual
chuv	55.29	54.95	52.07	47.41	53.66	57.37	89.06	135.57	242.80	127.18	63.12	53.70	1032.19

Almacenamiento medio del vaso (millones de metros cúbicos)

	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	Anual
chuv	352.90	352.97	343.57	323.13	305.20	294.86	294.60	305.20	322.20	336.15	344.26	351.98	353.76

RESULTADOS MENSUALES PROMEDIO

Evaporación Neta (millones de metros cúbicos)

	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	Anual
chuv	1.37	2.05	3.38	3.89	4.31	3.93	2.49	2.02	1.66	2.08	1.59	1.23	29.99

D e r r a m e s (millones de metros cúbicos)

	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	Anual
chuv	10.38	8.48	1.22	.70	2.08	.96	6.88	38.92	124.76	54.62	20.27	17.93	287.20

R E S U L T A D O S M E N S U A L E S P R O M E D I O

Salidas Reales Prioritaria 1 (millones de metros cúbicos)

	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	Anual
chuv	9.37	8.47	9.37	9.07	9.37	9.07	9.37	9.37	9.07	9.37	9.07	9.37	110.38

Déficits de agua Prioritaria 1 (millones de metros cúbicos)

	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	Anual
chuv	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00

Déficits de agua Prioritaria 1 (en % de la demanda)

	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	Anual
chuv	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00

R E S U L T A D O S M E N S U A L E S P R O M E D I O

Salidas Reales Prioritaria 2 (millones de metros cúbicos)

	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	Anual
chuv	32.76	37.23	55.64	57.09	50.42	51.56	62.67	71.72	86.85	53.67	23.41	18.51	601.51

Déficits de agua Prioritaria 2 (millones de metros cúbicos)

	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	Anual
chuv	.00	.00	.66	2.29	2.64	1.32	2.74	1.89	2.91	1.29	.00	.00	15.74

Déficits de agua Prioritaria 2 (en % de la demanda)

	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	Anual
chuv	.00	.00	1.18	3.86	4.97	2.50	4.19	2.56	3.25	2.35	.00	.00	2.55

**REGISTRO HISTORICO DE LA ESTACION HIDROMETRICA
LAS BARRAS
(MILLONES DE METROS CUBICOS)**

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ANUAL
1960	79.07	104.11	62.52	35.51	27.77	29.52	113.02	216.74	102.32	42.44	62.21	77.80	963.03
1961	68.95	51.70	43.88	29.94	36.27	54.57	56.07	59.30	48.83	55.85	38.51	43.32	587.98
1962	40.40	28.79	36.77	21.61	25.35	29.50	70.30	29.51	66.40	66.88	44.88	40.27	488.76
1963	38.22	24.41	24.24	24.87	22.92	29.78	55.10	52.12	70.50	40.71	36.58	37.13	498.54
1964	26.70	39.45	32.60	21.67	27.54	54.49	34.58	42.70	48.55	39.41	40.43	40.08	448.12
1965	42.52	40.63	38.44	25.08	25.78	32.12	29.91	38.87	36.48	38.91	43.81	33.64	428.18
1966	28.01	23.62	18.14	15.23	18.64	29.65	35.39	238.06	330.30	55.20	37.84	30.82	868.78
1967	37.42	24.48	28.71	22.59	31.32	47.97	53.88	46.84	147.19	59.08	51.96	33.42	584.81
1968	35.02	41.65	36.81	35.45	38.16	40.48	184.50	171.16	971.93	151.38	62.22	65.78	1834.30
1969	59.58	41.88	38.23	32.21	39.77	36.77	56.54	36.34	46.27	42.14	43.17	36.11	513.01
1970	34.01	38.18	39.38	25.89	28.95	38.11	51.29	44.47	84.23	106.31	48.58	34.84	580.91
1971	35.81	38.12	36.32	34.30	35.88	29.83	44.18	90.23	55.78	146.80	50.44	38.29	635.75
1972	32.21	38.85	37.31	35.35	43.32	53.61	87.04	77.02	256.50	58.50	50.90	42.38	792.88
1973	38.34	49.35	41.27	39.51	48.29	48.54	88.38	288.48	156.23	62.70	51.14	42.78	983.03
1974	42.70	48.15	46.00	38.60	48.35	43.43	63.70	58.65	425.58	123.38	73.41	51.81	1083.88
1975	32.84	37.00	36.94	35.83	44.45	43.77	82.22	81.13	246.74	104.08	58.01	39.39	832.18
1976	51.10	55.02	47.18	50.10	61.12	50.43	152.03	63.82	119.88	78.07	68.70	45.72	832.28
1977	34.57	40.19	39.32	40.88	50.88	48.52	77.88	87.87	238.88	106.22	68.79	40.27	882.42
1978	32.99	28.03	22.28	14.35	17.58	18.89	41.88	184.48	708.91	282.78	88.58	81.13	1422.31
1979	31.04	28.47	27.84	28.89	40.28	53.89	47.83	77.87	58.28	54.82	38.08	34.32	519.29
1980	32.12	35.44	33.84	35.41	48.25	44.14	88.44	100.38	280.24	121.07	58.52	40.33	874.98
1981	48.92	32.29	34.60	52.47	37.73	41.33	54.20	87.75	282.88	521.21	68.24	50.80	1297.62
1982	42.07	38.35	47.15	42.48	50.29	40.28	87.84	62.43	52.70	57.64	43.82	42.13	587.18
1983	36.55	30.05	36.53	29.28	31.09	37.38	44.97	63.44	48.61	74.17	82.18	36.84	538.08
1984	36.47	38.88	39.41	31.51	44.38	117.54	88.00	191.07	87.48	73.08	38.84	39.18	804.64
1985	40.42	41.54	50.65	48.86	55.28	63.35	83.58	88.48	97.83	62.02	38.21	32.31	873.38
1986	24.47	29.70	36.35	31.27	50.88	46.90	95.38	71.38	311.47	73.88	43.78	42.28	887.44
1987	43.31	49.77	52.28	75.12	70.12	58.79	91.47	87.17	108.58	81.04	84.15	42.81	830.38
1988	38.30	52.89	47.64	54.06	58.51	82.23	117.75	138.87	84.84	88.50	43.54	36.02	787.04
1989	41.08	54.60	62.23	52.81	54.18	60.24	78.75	88.22	82.78	77.93	38.00	34.20	700.75
1990	29.20	32.50	35.51	32.44	40.08	31.81	108.49	408.88	345.45	425.12	48.81	38.18	1576.55
1991	36.10	54.94	58.91	55.19	48.74	45.69	138.67	450.57	1242.41	234.31	81.08	78.38	2624.92
1992	208.97	158.22	84.00	73.55	105.93	83.56	77.70	82.19	88.88	83.38	82.38	41.82	1138.35
1993	34.58	52.24	68.21	53.44	58.20	50.89	80.51	88.98	101.47	75.24	57.98	48.18	734.48
MAX	208.97	158.22	84.00	75.12	105.93	117.54	184.50	450.57	1242.41	521.21	82.22	78.38	2524.92
MED	44.43	44.88	41.50	37.44	42.95	48.52	75.23	117.84	218.61	108.88	51.77	42.88	870.74
Qmed.	18.59	18.30	15.49	14.45	18.03	17.85	28.08	43.82	63.18	41.07	18.87	16.05	27.61
MIN	24.47	23.62	18.14	14.35	17.58	18.89	29.91	29.51	38.48	38.91	38.00	30.92	428.18
MED %	5.10	5.13	4.77	4.30	4.93	5.34	8.64	13.61	24.78	12.83	5.86	4.94	100.00

INFORMACION OBTENIDA DE :

- 1966-1968 SMN-Dirección de Aguas Superficiales
- 1968-1983 C.N.A. Gerencia Estatal Chihuahua, Chih.
- 1978, 1977 y 1988 Regresiones
- 1983. Correlación con los ingresos de la Presa Luis. L. León.

**REGISTRO HISTORICO DE VOLUMEN ESCURRIDO EN EL SITIO
CHUVISCAR II
(MILLONES DE METROS CUBICOS)**

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ANUAL
1960	66.71	114.17	68.56	38.95	30.45	32.37	123.94	237.68	112.21	46.54	68.22	85.32	1045.11
1961	75.81	56.69	47.90	32.84	39.77	59.84	61.48	85.03	53.54	61.25	43.33	47.50	644.80
1962	44.31	29.37	40.33	23.69	27.80	32.35	77.09	32.37	71.72	75.65	49.22	44.16	548.04
1963	41.91	26.77	26.50	27.28	25.13	32.65	60.42	57.18	77.31	44.85	42.27	40.72	502.85
1964	29.26	43.26	35.75	23.78	30.20	59.75	37.88	48.82	54.34	43.21	44.33	43.82	482.51
1965	46.62	44.55	42.15	27.50	28.28	35.23	32.80	42.82	40.01	42.87	48.04	38.88	467.36
1966	30.71	25.91	19.89	18.70	20.44	32.51	36.81	258.86	362.22	60.53	41.27	33.91	941.76
1967	41.03	26.85	31.48	24.77	34.34	52.60	59.07	51.37	161.41	64.77	56.97	38.65	641.31
1968	38.40	45.88	40.15	38.88	41.85	44.39	180.39	187.70	1088.63	185.99	90.16	72.12	2011.51
1969	65.34	45.93	41.83	35.32	43.61	40.32	84.20	38.75	54.03	48.22	47.34	39.60	562.57
1970	37.30	41.88	43.18	28.39	31.74	39.80	66.24	48.77	103.34	115.48	53.25	37.87	637.04
1971	39.04	41.80	38.82	37.61	38.35	32.72	48.43	98.95	61.17	160.98	55.31	41.99	697.18
1972	35.32	42.38	40.81	38.77	47.50	59.00	73.51	84.46	281.28	64.15	55.82	48.48	889.89
1973	42.04	54.12	48.26	43.33	50.76	53.23	96.92	325.14	173.52	68.76	56.08	48.83	1058.07
1974	46.83	50.60	52.83	42.33	53.02	47.62	89.88	64.32	466.71	135.29	80.50	56.93	1168.64
1975	38.79	40.57	40.51	39.29	48.74	48.00	68.23	99.93	270.58	114.11	83.81	43.20	912.58
1976	58.03	60.34	51.73	54.94	67.02	55.30	186.71	70.10	130.37	83.42	66.58	50.13	912.87
1977	37.91	44.03	43.12	44.59	58.80	51.01	85.08	98.14	281.87	115.39	88.65	44.16	945.74
1978	36.18	30.74	24.41	15.73	19.28	20.49	45.58	180.34	777.40	277.21	78.28	58.07	1559.72
1979	34.03	32.32	30.53	29.28	44.15	58.88	52.58	85.39	61.72	60.12	42.87	37.64	569.48
1980	35.22	38.88	38.88	38.83	50.72	48.40	72.86	110.09	285.38	132.77	85.27	44.23	959.83
1981	51.48	35.41	38.18	57.53	41.37	45.32	59.43	107.20	288.28	571.57	71.55	55.70	1422.99
1982	46.14	42.06	51.70	48.58	55.15	44.14	74.39	68.46	57.80	83.29	48.08	48.20	643.88
1983	40.08	32.88	40.06	32.11	34.08	40.97	49.31	91.50	61.12	61.34	57.19	40.40	591.13
1984	40.00	42.72	43.21	34.55	48.64	128.89	94.31	209.53	73.98	80.14	43.47	42.84	882.38
1985	44.33	45.55	55.54	53.38	60.82	69.47	91.88	76.21	98.32	88.01	41.90	35.43	738.41
1986	26.83	32.57	38.88	34.29	55.80	51.43	104.57	78.25	341.56	80.78	47.98	46.34	940.28
1987	47.49	54.58	57.33	82.37	76.90	82.28	100.30	106.56	118.85	99.83	59.38	46.73	910.61
1988	42.00	58.11	52.24	59.28	81.97	88.25	129.12	150.09	70.89	94.85	47.75	39.50	874.04
1989	45.07	58.88	68.24	57.82	59.42	55.09	84.17	107.71	68.65	85.13	38.48	37.50	788.45
1990	32.02	38.84	38.94	35.58	43.95	34.88	120.07	449.85	378.83	468.20	50.23	42.97	1728.87
1991	38.49	60.25	64.50	60.53	53.45	50.11	152.06	494.10	1382.45	258.94	88.93	87.05	2768.88
1992	229.16	171.31	92.11	80.85	116.16	91.83	85.20	90.03	95.02	91.45	57.44	45.97	1246.14
1993	37.82	57.29	81.84	58.61	83.83	55.80	88.28	75.18	111.28	82.31	83.59	49.52	805.44
MAX	229.16	171.31	92.11	82.37	116.16	128.89	180.39	494.10	1382.45	571.57	90.16	87.05	2768.88
MED	48.72	48.97	45.51	41.08	47.10	51.02	82.50	129.01	236.45	120.62	56.77	47.14	954.87
Qmed.	16.16	20.88	18.88	15.84	17.58	19.68	30.80	46.17	91.22	45.03	21.90	17.80	30.28
MIN	26.83	25.81	19.88	15.73	19.28	20.49	32.80	32.37	40.01	42.87	39.48	33.91	467.36
MED %	5.10	5.13	4.77	4.30	4.93	5.34	6.84	13.51	24.78	12.83	5.95	4.94	100.00

INFORMACION OBTENIDA DE :

Transporte de Área de la Estación Hidrométrica Las Burras.

**REGISTRO HISTORICO DE LA ESTACION HIDROMETRICA
CHUVISCAR II
(MILLONES DE METROS CUBICOS)**

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ANUAL
1960	93.27	120.15	75.13	45.30	37.01	38.72	130.50	244.24	118.56	93.10	74.57	91.86	1122.43
1961	82.17	82.87	54.46	39.19	48.34	56.19	68.04	71.59	59.88	67.81	49.88	54.07	722.11
1962	50.87	35.35	48.89	30.04	34.38	38.70	83.85	38.93	78.07	82.21	55.57	50.72	625.35
1963	48.47	32.75	33.14	33.63	31.89	39.00	68.98	63.72	83.88	51.21	48.82	47.28	580.18
1964	35.84	49.24	42.31	30.11	36.76	66.10	44.44	53.38	60.89	48.78	50.88	50.49	569.82
1965	53.18	50.53	48.72	33.85	34.84	41.58	39.38	49.18	48.38	49.23	54.38	43.45	544.87
1966	37.27	31.89	26.45	23.05	27.00	38.86	45.37	285.42	368.57	87.10	47.82	40.47	1019.08
1967	47.60	32.83	38.04	31.12	40.90	58.95	65.83	57.93	187.78	71.33	63.32	43.21	718.83
1968	44.86	51.66	46.71	45.23	48.41	50.74	186.95	194.26	1072.18	172.55	98.52	78.68	2088.83
1969	71.90	51.91	48.49	41.67	50.17	46.67	70.76	45.31	60.38	52.78	53.88	46.18	839.88
1970	43.86	47.84	49.75	34.75	36.30	45.95	82.61	55.33	109.89	122.04	58.88	44.44	714.35
1971	45.61	47.78	46.39	43.96	45.91	39.07	54.99	105.51	87.52	187.55	81.68	48.55	774.49
1972	41.88	48.37	47.47	45.12	54.06	65.35	80.08	91.02	287.83	70.71	62.17	53.05	946.91
1973	48.60	60.10	51.82	49.68	57.32	59.58	103.48	331.70	178.87	75.32	62.43	53.49	1133.39
1974	53.39	56.58	59.19	48.68	59.58	53.97	78.42	70.88	473.08	141.88	88.85	63.49	1243.98
1975	42.38	48.85	47.07	45.84	55.31	54.35	74.79	108.50	278.83	120.68	88.88	48.76	989.80
1976	62.59	66.32	58.30	61.29	73.59	61.65	173.27	78.88	136.72	89.98	72.91	56.69	989.99
1977	44.47	50.01	49.68	50.94	62.36	57.36	91.84	102.70	268.22	121.98	73.00	50.72	1023.08
1978	42.74	38.72	30.97	22.08	28.84	26.85	52.14	186.90	783.75	283.77	82.83	82.64	1837.04
1979	40.60	38.30	37.10	35.81	50.72	65.23	59.12	91.95	68.07	66.68	49.22	44.20	646.78
1980	41.79	44.84	43.45	45.18	57.28	54.75	78.42	118.85	291.73	139.33	71.82	50.79	1036.84
1981	58.02	41.39	44.72	63.88	47.94	51.87	65.99	113.76	294.63	578.13	77.88	62.27	1500.31
1982	52.70	48.03	58.28	52.94	61.71	50.48	80.98	75.03	64.15	88.77	54.40	52.78	721.20
1983	48.84	38.93	46.82	38.46	40.88	47.32	56.87	88.08	57.47	87.90	63.64	46.97	688.44
1984	48.58	48.70	49.78	40.90	85.20	135.26	100.87	216.09	80.33	88.70	48.82	48.80	959.70
1985	50.88	51.53	62.10	59.71	67.18	75.83	98.22	82.77	102.87	74.57	48.26	42.00	815.72
1986	33.40	38.55	48.42	40.84	62.36	57.78	111.14	84.82	347.91	87.34	54.34	52.90	1017.80
1987	54.08	60.66	63.90	68.72	83.46	68.63	106.87	113.12	123.20	106.40	65.73	63.29	987.83
1988	48.58	64.00	58.80	65.63	68.53	74.80	135.88	158.85	77.24	101.42	54.10	48.08	951.38
1989	51.63	85.88	74.80	84.27	65.98	81.44	90.73	114.28	75.20	91.88	45.83	44.08	845.77
1990	38.89	41.82	45.50	41.83	50.52	41.23	128.83	456.12	385.18	472.78	58.58	49.54	1808.18
1991	45.08	66.23	71.08	88.88	80.01	56.46	158.83	500.88	1388.80	283.51	95.29	93.82	2846.17
1992	235.72	177.29	98.68	87.00	122.72	97.98	91.77	98.58	101.38	98.01	83.79	52.93	1323.48
1993	44.48	63.27	68.21	64.98	70.39	62.18	94.85	81.74	117.83	89.07	68.84	68.08	882.75
MAX	235.72	177.29	98.68	87.72	122.72	135.26	186.96	500.88	1388.80	578.13	98.52	63.82	2846.17
MED	55.28	54.96	52.07	47.41	53.88	57.37	89.08	135.57	242.80	127.19	83.12	53.70	1032.18
Qmed.	20.84	22.81	18.44	18.29	20.03	22.13	33.25	50.82	93.87	47.48	24.38	20.96	32.73
MIN	33.40	31.89	26.45	22.08	25.64	26.85	39.38	38.93	48.38	48.23	45.83	40.47	544.87
MED %	5.36	5.32	5.04	4.59	5.20	5.56	8.63	13.13	23.52	12.32	8.12	5.20	100.00

INFORMACION OBTENIDA DE :

Transporte de Área de la Estación Hidrométrica Las Burras.

**REGISTRO HISTORICO DE VASO DE ALMACENAMIENTO
PARA EL SITIO CHUVISCAR II
(MILLONES DE METROS CUBICOS - TOMAS)**

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ANUAL
1966	0.00	0.98	13.73	17.94	19.30	17.83	42.71	28.32	0.00	0.00	0.00	0.00	137.81
1968	146.90	147.80	163.00	25.82	43.28	43.08	60.83	52.71	59.27	58.80	42.37	43.85	688.88
1970	48.42	29.41	27.84	24.07	23.88	28.21	27.87	11.81	0.00	0.00	87.37	53.01	338.87
1971	30.18	30.88	32.90	24.81	28.10	28.72	35.78	95.80	54.01	9.87	0.00	0.00	368.57
1978	21.28	20.08	20.42	111.07	88.74	48.59	48.90	29.70	15.49	0.00	0.00	0.00	400.28
1978	0.00	0.00	0.00	8.10	0.00	0.00	15.80	54.88	27.88	22.20	12.87	18.05	154.88
1980	22.14	22.08	82.28	83.80	104.98	15.82	47.90	15.88	114.48	19.28	23.27	23.05	533.77
1981	2.08	0.00	130.83	87.48	52.81	24.72	0.00	7.54	7.07	9.78	0.00	0.00	322.21
1982	38.98	51.11	93.50	128.03	138.74	104.13	57.81	82.01	51.38	17.14	14.21	0.00	755.02
1983	27.88	25.88	37.25	54.33	104.83	45.37	37.41	98.04	44.98	53.55	40.08	20.82	581.32
1984	44.77	83.33	40.88	38.78	53.25	83.59	98.98	242.80	68.81	81.19	28.00	28.70	838.58
1985	38.59	47.88	49.53	57.48	58.82	53.33	53.77	78.48	86.18	76.98	32.18	14.54	648.53
1986	34.98	33.78	30.33	30.71	30.87	38.52	71.33	78.35	77.78	41.51	28.87	8.10	801.88
1987	13.87	48.04	117.15	81.88	12.12	84.29	88.34	87.71	75.48	0.00	18.08	28.93	839.07
1988	27.72	23.82	28.88	142.70	43.42	88.00	133.32	244.07	87.74	80.37	88.81	41.88	1,018.48
1988	37.54	38.74	43.28	43.28	48.14	58.20	82.88	88.88	99.32	88.13	28.38	23.13	838.88
1989	18.83	58.20	80.84	40.84	41.88	37.85	43.81	4.00	308.73	304.44	0.00	13.31	828.43
1991	88.88	83.48	88.88	107.87	74.33	80.78	83.54	83.54	453.91	145.31	0.00	0.00	1,208.12
1993	17.00	17.48	28.11	34.43	41.47	178.51	234.10	55.54	88.88	58.84	48.10	40.88	818.48
MAX	148.88	147.80	163.00	142.70	138.74	178.51	234.10	244.07	453.91	304.44	87.37	53.01	1,208.12
MED	32.78	37.87	58.31	58.38	53.08	52.88	85.40	73.58	89.78	54.98	23.40	18.52	817.58
Qmed.	12.23	15.38	21.02	22.81	18.81	20.40	24.42	27.48	34.83	20.52	9.03	8.91	19.58
MIN	0.00	0.00	0.00	8.10	0.00	0.00	0.00	4.00	0.00	0.00	0.00	0.00	137.81
MED %	8.31	8.08	9.12	8.81	8.58	8.58	10.88	11.92	14.53	8.80	3.78	3.00	100.00

INFORMACION OBTENIDA DE :

1968 - 1974 Boletín Hidrológico No. 28 tomo III
1978 - 1983 S.M.N. Y C.N.A. del estado de Chihuahua.

**EVAPORACIONES NETAS EN mm PARA LA PRESA
CHUMISCAR II**

MES	EVAPORACION EN mm	PRECIPITACION EN mm	EVAPORACIONES NETAS EN mm
ENE	94.20	8.02	57.92
FEB	130.01	4.20	86.81
MAR	211.99	2.97	145.42
ABR	258.48	5.48	174.06
MAY	301.35	10.60	200.35
JUN	312.57	31.98	186.64
JUL	268.57	68.88	119.12
AGO	232.33	68.04	94.59
SEP	194.15	60.87	75.04
OCT	159.34	19.79	91.75
NOV	108.53	7.24	88.73
DIC	87.67	9.27	52.10
ANUAL	2,357.17	297.30	1,352.72

ESTACION CLIMATOLOGICA LAS BARRAS**PERIODO DE REGISTRO DE 1940 A 1994**

TESIS SIN PAGINACION

COMPLETA LA INFORMACION

**REGISTRO HISTORICO DE PRECIPITACIONES PARA LA ESTACION
LAS BURRAS
(mm)**

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ANUAL
1949	20.48	2.19	0.00	4.93	6.28	12.29	81.91	53.47	74.79	19.79	0.00	20.31	298.44
1950	6.39	0.30	3.00	0.00	2.10	20.30	128.40	35.70	98.60	0.30	0.00	0.00	293.00
1951	0.10	5.20	17.80	0.20	1.00	20.30	70.50	18.50	9.40	1.00	0.00	8.40	182.40
1952	0.00	1.50	0.00	9.10	3.90	80.20	78.70	30.90	31.60	0.00	7.60	6.00	252.60
1953	0.00	0.20	5.30	0.40	33.00	5.10	57.60	31.60	20.60	5.30	0.00	6.00	189.20
1954	0.00	1.00	0.00	9.20	10.50	39.90	18.50	135.80	18.70	25.20	0.00	0.40	297.10
1955	8.80	0.00	0.00	0.00	7.10	6.10	120.10	65.00	11.50	15.40	11.00	0.00	248.00
1956	9.30	0.70	0.00	0.00	6.50	18.90	24.60	30.50	34.10	0.00	0.50	1.10	128.50
1957	3.00	5.70	4.00	0.50	27.00	0.60	16.30	104.80	23.40	41.90	4.00	2.50	233.60
1958	36.40	14.80	0.50	0.70	1.20	13.20	50.70	48.80	274.00	44.80	4.70	20.80	507.50
1959	0.40	8.00	0.00	44.00	1.20	18.80	36.30	88.80	10.20	11.30	9.00	19.80	241.70
1960	18.80	0.80	4.00	0.00	0.70	13.80	93.80	88.10	7.00	0.20	40.00	27.40	271.60
1961	29.20	0.90	0.00	0.50	6.20	55.70	57.60	37.80	31.60	29.40	2.90	0.50	253.60
1962	3.50	4.50	0.00	0.00	0.00	1.90	81.70	31.30	84.20	34.70	4.30	8.80	284.60
1963	2.40	3.70	0.40	5.80	8.80	62.10	62.00	117.10	74.30	6.00	18.50	0.20	380.70
1964	0.00	0.80	0.00	1.50	11.40	58.80	58.70	43.20	43.10	8.50	0.00	37.80	283.60
1965	4.80	9.10	0.00	0.00	12.20	11.80	38.00	50.80	50.80	0.00	2.80	38.30	218.40
1966	0.00	0.50	0.00	0.00	12.20	78.40	20.20	95.40	48.10	12.80	2.30	2.80	288.50
1967	0.30	4.80	16.30	0.00	0.50	80.20	21.00	95.50	41.80	1.70	0.30	4.80	282.00
1968	4.50	18.10	9.10	26.20	0.30	1.50	182.80	84.80	38.20	8.80	3.40	7.20	363.60
1969	1.80	3.70	0.00	0.80	9.80	17.30	25.70	48.70	45.30	8.40	7.80	2.50	187.20
1970	2.50	3.40	15.50	0.80	2.80	18.10	37.50	38.70	138.20	45.80	0.80	3.80	288.40
1971	0.00	0.80	0.80	5.10	12.80	20.00	58.10	89.10	48.30	123.20	0.80	8.10	344.80
1972	3.30	0.00	9.00	0.00	45.00	18.10	177.10	83.30	88.40	8.80	23.20	0.30	438.70
1973	5.40	48.10	1.30	2.80	14.20	5.80	122.00	118.20	3.80	4.80	0.80	0.80	318.60
1974	0.00	0.80	5.10	2.80	3.80	8.50	72.80	87.50	248.80	21.80	16.10	15.80	472.60
1975	5.70	6.30	0.40	0.80	1.70	7.10	82.30	38.00	87.50	1.40	0.00	4.50	212.80
1976	2.80	0.00	8.00	1.50	36.80	68.80	107.80	83.80	83.50	9.50	19.30	16.70	421.20
1977	4.70	0.00	0.00	2.20	5.70	86.20	114.80	33.80	8.40	54.80	0.50	0.00	288.10
1978	4.40	0.10	9.20	0.80	11.20	14.10	88.80	98.40	148.40	87.80	10.50	8.80	438.60
1979	8.80	3.50	2.80	4.70	47.40	62.50	58.10	81.50	38.30	9.80	3.80	3.80	282.30
1980	2.00	1.30	0.50	0.30	8.00	21.30	37.40	137.10	187.70	9.70	38.10	2.30	424.70
1981	47.40	9.50	12.50	51.50	13.00	71.80	53.80	78.80	48.20	62.20	0.00	6.80	438.50
1982	20.00	8.00	0.00	13.00	0.20	3.80	88.80	45.10	3.20	0.00	1.00	22.80	184.70
1983	7.80	4.30	8.40	3.10	7.10	24.10	15.80	100.20	50.40	23.80	21.80	0.00	284.70
1984	28.80	1.20	0.00	0.00	10.70	186.50	88.40	74.40	18.80	8.80	8.00	32.80	418.30
MAX	47.40	48.10	18.30	51.50	47.40	186.50	182.80	137.10	274.00	123.20	40.00	38.30	507.50
MED	8.92	4.20	2.87	5.48	10.60	31.98	68.88	68.04	80.87	18.78	7.24	9.27	297.38
MIN	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.50	15.80	18.50	3.20	0.00	0.00	0.00	128.50
MED %	2.70	1.41	1.00	1.84	3.57	10.78	23.17	22.89	20.47	9.88	2.43	3.12	100.00

INFORMACION OBTENIDA DE:

1946-1984 Departamento de Hidrometría, Oficina de Climatología.

**REGISTRO HISTORICO DE LA ESTACION CLIMATOLÓGICA
LAS BARRAS
EVAPORACIONES
(mm)**

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ANUAL
1949	90.00	130.00	210.00	260.00	300.00	310.00	280.80	248.80	192.70	173.10	118.30	97.90	2,387.60
1950	119.80	139.60	247.20	308.30	341.00	360.50	287.50	280.50	204.00	179.60	126.20	100.70	2,674.90
1951	127.60	145.30	233.30	288.70	364.20	371.00	330.60	305.40	251.20	198.20	127.40	115.50	2,858.40
1952	131.10	149.20	226.40	250.40	321.00	318.20	263.70	292.20	259.40	175.80	120.10	84.60	2,594.10
1953	115.60	155.70	219.20	294.40	329.10	351.30	298.80	257.90	226.40	189.20	119.10	97.00	2,653.70
1954	128.30	147.10	231.70	258.20	330.50	339.80	288.00	241.00	230.10	173.80	125.70	102.60	2,596.80
1955	94.70	138.60	216.60	293.00	327.10	361.10	263.60	197.00	210.90	171.30	128.70	90.30	2,492.90
1956	90.30	146.30	231.10	275.10	342.50	332.00	290.80	277.30	209.20	204.70	120.10	91.90	2,611.30
1957	108.40	137.90	199.50	269.00	298.70	342.00	304.30	238.10	223.90	148.90	111.00	81.50	2,459.20
1958	68.40	123.90	189.50	258.70	282.20	324.20	311.70	262.00	166.00	90.60	87.70	62.60	2,227.50
1959	96.40	125.00	204.00	204.00	301.50	318.30	280.30	221.60	211.20	156.30	104.00	78.90	2,281.50
1960	84.00	139.80	213.00	263.00	284.70	336.80	255.80	209.80	208.00	177.20	131.00	66.40	2,369.50
1961	81.20	137.50	229.00	255.50	312.20	262.70	248.60	233.60	185.80	170.40	88.90	98.50	2,281.90
1962	92.50	152.50	186.00	249.00	302.00	298.80	234.70	273.30	198.20	155.70	103.30	69.60	2,315.60
1963	83.40	124.70	230.40	231.00	249.00	268.10	249.00	190.10	184.30	151.00	104.50	73.20	2,136.70
1964	87.00	130.00	219.00	237.50	276.10	242.60	256.70	208.20	174.10	138.50	120.00	76.60	2,164.30
1965	80.00	98.10	178.10	285.60	325.20	337.10	308.90	248.00	204.20	161.40	113.60	75.30	2,415.50
1966	94.20	118.70	214.20	250.50	280.60	301.00	264.80	198.80	163.10	146.80	119.20	80.50	2,232.40
1967	91.40	122.60	198.50	272.20	319.20	265.10	257.00	199.10	152.00	157.10	86.20	100.90	2,221.30
1968	68.40	104.10	164.10	207.10	278.50	317.10	213.80	222.40	184.70	166.10	98.40	97.70	2,102.20
1969	85.50	113.00	198.60	243.50	295.70	323.10	248.90	258.70	198.90	162.60	82.70	80.60	2,292.00
1970	88.00	101.30	191.00	231.90	297.20	288.60	272.70	233.50	180.40	135.70	104.70	89.30	2,212.30
1971	97.30	131.90	210.20	267.30	287.50	279.40	281.80	191.60	189.20	124.10	108.60	93.30	2,240.40
1972	88.80	138.90	220.30	262.40	255.00	252.10	240.10	186.50	180.20	174.60	104.20	103.30	2,215.40
1973	96.40	96.00	223.30	262.70	274.80	320.80	251.60	198.00	203.10	175.60	135.90	105.00	2,343.20
1974	125.00	147.00	208.00	265.60	313.70	335.80	255.00	236.50	163.60	149.60	88.10	69.90	2,357.80
1975	91.70	128.00	235.40	260.00	314.70	325.00	217.80	244.00	192.00	160.00	133.40	91.50	2,413.50
1976	80.70	155.00	225.00	243.50	281.60	268.90	211.60	248.00	166.20	136.50	69.30	56.70	2,123.00
1977	84.70	124.00	218.00	244.20	310.70	277.20	257.50	251.90	224.90	167.50	118.50	93.00	2,372.10
1978	89.40	120.70	208.20	255.80	316.20	328.10	302.90	196.90	124.40	109.30	94.20	90.00	2,235.10
1979	97.00	125.50	198.60	250.80	277.70	269.50	287.10	204.50	190.30	192.00	120.80	88.90	2,298.70
1980	102.00	140.30	217.60	243.30	284.00	326.30	303.40	219.10	139.70	112.70	79.10	90.00	2,257.40
1981	68.80	120.20	172.40	191.30	292.30	288.90	278.80	208.90	177.50	127.60	114.40	91.90	2,129.00
1982	119.10	120.80	229.70	237.30	294.50	355.40	277.00	251.20	234.60	203.60	95.70	66.40	2,485.10
1983	78.20	130.00	201.40	253.80	309.80	348.80	307.00	189.40	215.00	138.60	98.00	118.20	2,397.20
1984	85.80	121.50	233.40	307.80	300.00	310.00	270.00	230.00	190.00	160.00	110.00	90.00	2,408.50
MAX	131.10	155.70	247.20	308.30	364.20	371.00	330.60	305.40	259.40	204.70	135.90	118.20	2,858.40
MED	94.20	130.01	211.99	256.46	301.35	312.57	268.57	232.33	194.15	159.34	106.53	87.67	2,357.17
MIN	61.20	98.00	164.10	191.30	249.00	242.60	211.60	190.10	124.40	90.60	69.30	56.70	2,102.20
MED %	4.00	5.52	8.99	10.88	12.78	13.28	11.39	9.88	8.24	6.76	4.60	3.72	100.00

INFORMACION OBTENIDA DE :

1949-1984 Departamento de Hidrometría, Oficina de Climatología

Sitio Chuviscar II
Curva Elevaciones Areas Capacidades.

Elevación (m.s.n.m.)	Area (ha)	Capacidad litros
1061.00	0.000	0.000
1070.00	245.455	11.045
1080.00	663.766	63.908
1090.00	2035.714	239.143
1100.00	3527.922	664.744

ANEXO V

**Presa Luis L. León
(El Granero)**

Nombre simplificado de la presa para la simulación .. LUIS
 Tipo de regulación mensual

CAPACIDADES DE CONTROL DEL VASO (en millones de m³)

AL MAXIMO: 350.000
 AL MINIMO: 90.000
 INICIAL: 263.000

INFORMACION DE LOS USOS DEL AGUA EN LA PRESA

No. Prio.	Uso	Demanda mensual promedio del uso (en millones de m ³)											
		ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
1	A. P. AMB	9.37	8.47	9.37	9.07	9.37	9.07	9.37	9.37	9.07	9.37	9.07	9.37
2	Riego	32.76	37.23	56.30	59.38	53.06	52.88	65.41	73.60	89.76	54.96	23.41	18.51

R E S U L T A D O S M E N S U A L E S P R O M E D I O

Aportes por cuenca propia al vaso (millones de metros cúbicos)

	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	Anual
LUIS	53.94	53.69	53.20	46.61	52.15	60.51	92.89	138.64	264.46	126.55	59.20	51.03	1052.86

Entradas totales al vaso (millones de metros cúbicos)

	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	Anual
LUIS	53.94	53.69	53.20	46.61	52.15	60.51	92.89	138.64	264.46	126.55	59.20	51.03	1052.86

Almacenamiento medio del vaso (millones de metros cúbicos)

	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	Anual
LUIS	305.43	303.90	293.94	274.76	257.79	249.65	253.00	269.77	282.86	289.22	297.85	304.86	306.66

R E S U L T A D O S M E N S U A L E S P R O M E D I O

Evaporación Neta (millones de metros cúbicos)

	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	Anual
LUIS	1.89	2.24	3.27	3.87	4.26	3.89	3.15	2.29	2.00	2.65	2.26	1.99	33.76

D e s p e r d i o s (millones de metros cúbicos)

	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	Anual
LUIS	9.83	8.97	2.69	.69	1.93	1.02	7.59	34.11	162.97	51.71	16.61	15.00	313.12

R E S U L T A D O S M E N S U A L E S P R O M E D I O

Salidas Reales Prioritaria 1 (millones de metros cúbicos)

	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	Anual
LUIS	9.37	8.47	9.37	9.07	9.37	9.07	9.37	9.37	9.07	9.37	9.07	9.37	110.38

Déficits de agua Prioritaria 1 (millones de metros cúbicos)

	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	Anual
LUIS	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00

Déficits de agua Prioritaria 1 (en % de la demanda)

	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	Anual
LUIS	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00

R E S U L T A D O S M E N S U A L E S P R O M E D I O

Salidas Reales Prioritaria 2 (millones de metros cúbicos)

	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	Anual
LUIS	32.76	37.17	54.63	54.58	48.94	50.45	62.14	69.97	87.11	53.40	23.41	18.51	593.05

Déficits de agua Prioritaria 2 (millones de metros cúbicos)

	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	Anual
LUIS	.00	.06	1.67	4.80	4.12	2.43	3.27	3.63	2.65	1.56	.00	.00	24.20

Déficits de agua Prioritaria 2 (en % de la demanda)

	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	Anual
LUIS	.00	.17	2.96	8.09	7.76	4.59	5.00	4.94	2.95	2.85	.00	.00	3.92

**REGISTRO HISTORICO DE FUNCIONAMIENTO DE VASO
PRESA LUIS L. LEON
(MILLONES DE METROS CUBICOS - ENTRADAS TOTALES)**

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ANUAL
1960	79.07	104.11	82.52	35.51	27.78	29.52	113.02	218.74	102.32	42.44	62.21	77.80	853.02
1961	88.86	51.70	43.84	28.94	38.27	54.37	58.07	59.30	48.83	55.85	39.81	43.32	587.89
1962	40.41	28.79	36.77	21.81	28.38	29.25	70.29	29.81	65.40	88.98	44.88	40.28	498.50
1963	38.22	24.41	24.33	24.87	22.82	29.78	58.10	82.12	70.44	40.71	38.55	37.13	488.58
1964	30.98	38.32	34.84	22.48	27.08	65.98	39.67	52.12	54.81	42.92	38.94	37.24	488.15
1965	40.80	40.84	38.47	24.56	24.53	33.24	29.28	52.91	100.82	33.28	40.88	32.77	488.84
1966	27.37	24.32	18.48	18.17	18.18	48.15	38.83	324.13	482.71	59.51	43.08	33.24	1,110.19
1967	33.48	22.28	28.42	20.85	30.22	58.05	59.48	59.80	181.32	59.90	54.17	38.72	823.71
1968	42.37	38.11	34.73	35.58	37.75	39.70	211.79	187.78	1,189.45	142.29	82.88	43.93	2,048.15
1969	70.05	58.98	68.31	61.01	82.33	47.42	81.19	47.08	62.88	51.98	48.48	48.48	888.01
1970	80.77	44.75	44.73	28.52	29.13	48.84	80.10	58.74	110.40	152.80	64.19	41.52	728.08
1971	34.38	38.80	38.82	30.85	38.11	32.30	48.82	115.30	84.25	188.20	47.88	45.88	710.97
1972	48.98	33.27	43.88	30.92	39.85	68.84	82.77	110.40	317.40	71.81	50.31	42.81	937.33
1973	43.38	85.82	87.28	48.38	48.33	88.08	134.30	389.30	215.30	88.90	58.88	47.88	1,211.78
1974	48.72	48.48	53.24	48.15	88.91	59.98	83.82	88.23	608.00	188.20	70.79	48.82	1,384.93
1975	43.88	77.82	118.83	72.88	58.10	58.38	81.47	84.17	85.38	84.47	52.18	41.80	848.73
1976	48.11	45.27	38.38	38.58	58.51	88.88	178.57	148.74	281.88	79.17	59.78	48.14	1,084.88
1977	98.18	78.47	80.83	40.15	42.08	78.38	101.21	57.85	72.37	117.87	78.58	53.88	822.48
1978	28.88	25.00	21.80	23.70	28.70	20.50	40.20	223.40	1,104.30	427.80	88.30	88.20	2,100.50
1979	37.30	34.70	48.90	54.90	51.20	85.20	80.40	94.18	82.88	97.90	40.83	35.40	884.40
1980	32.88	34.28	42.27	31.84	40.41	41.77	27.50	110.10	188.04	158.37	50.83	44.83	798.70
1981	88.82	44.88	48.88	82.14	48.30	57.88	58.82	138.28	384.22	498.28	78.41	84.48	1,502.31
1982	37.01	38.31	84.83	82.03	84.84	48.88	70.83	84.72	81.42	85.84	40.28	37.44	813.42
1983	38.70	33.75	41.82	32.82	38.38	37.35	42.24	104.70	53.87	80.37	80.34	33.88	587.37
1984	33.18	38.87	38.84	28.03	42.10	128.88	88.37	274.28	88.00	70.00	35.40	40.87	883.40
1985	37.18	38.90	48.12	43.70	82.48	81.25	88.32	84.21	85.88	77.28	41.83	33.47	874.30
1986	30.78	31.10	32.80	30.28	37.88	78.30	82.89	71.85	338.70	98.85	48.88	38.85	817.28
1987	31.12	45.44	48.81	57.04	85.82	58.80	110.40	89.07	113.20	93.10	45.21	38.38	783.78
1988	32.80	41.80	38.22	42.80	44.80	54.80	120.83	188.90	92.40	87.80	48.90	42.80	808.85
1989	41.80	51.80	80.70	45.00	42.80	48.80	72.85	111.77	70.55	77.18	40.45	38.78	700.13
1990	28.80	31.40	38.82	43.00	40.80	40.30	108.80	348.51	348.20	377.28	82.10	38.38	1,487.74
1991	48.48	52.18	54.83	81.08	80.85	40.58	214.08	371.70	1,890.08	273.40	78.80	70.73	2,930.41
1992	217.87	177.74	88.57	83.88	120.52	98.07	88.40	83.41	88.58	94.88	58.88	48.87	1,271.88
1993	41.73	47.28	52.58	80.08	48.42	84.83	117.42	71.38	110.28	85.91	82.33	38.38	782.88
MAX	217.87	177.74	118.83	83.88	120.52	128.88	214.08	371.70	1,890.08	488.28	88.30	77.80	2,930.41
MED	47.38	47.71	48.84	40.28	45.58	54.18	88.33	132.08	258.11	118.88	52.88	44.47	878.88
Qmed.	17.88	18.58	17.41	18.83	17.02	20.88	32.23	48.31	98.58	44.80	20.38	18.80	30.83
MN	27.37	22.28	18.48	18.17	18.18	20.50	27.80	28.51	48.83	33.28	35.40	32.77	488.88
MED %	4.88	4.88	4.78	4.13	4.87	5.58	8.85	13.84	28.48	12.38	5.42	4.88	100.00

INFORMACION OBTENIDA DE :

1969-1974
1988-1989/1975-1993

Boletín Hidrológico No. 28 tomo III
SMN-Subgerencia de Hidrología Operativa

**REGISTRO HISTORICO DE VASO DE ALMACENAMIENTO
PRESA LUIS L. LEON
(MILLONES DE METROS CUBICOS - TOMAS)**

ANO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ANUAL
1968	0.00	0.00	13.73	17.94	18.30	17.83	42.71	28.32	0.00	0.00	0.00	0.00	137.81
1969	149.50	147.00	183.00	25.92	43.28	43.08	80.83	52.71	50.27	50.80	42.37	43.88	889.88
1970	48.42	29.41	27.84	24.07	23.88	28.21	27.87	11.81	0.00	0.00	87.37	83.01	338.97
1971	30.18	30.88	32.80	24.91	29.10	28.72	35.70	85.88	84.81	8.87	0.00	0.00	388.57
1972	21.28	20.08	20.42	111.07	86.74	46.58	48.80	28.70	15.48	0.00	0.00	0.00	488.28
1973	0.00	0.00	0.00	8.10	0.00	0.00	15.80	54.88	27.88	22.28	12.87	18.08	184.88
1980	22.14	22.08	82.28	83.80	104.95	15.92	47.80	15.88	114.48	18.28	23.27	23.08	533.77
1981	2.08	0.00	130.83	87.49	82.91	24.72	0.00	7.84	7.87	8.78	0.00	0.00	322.21
1982	38.88	51.11	93.50	128.03	138.74	184.13	87.81	82.81	81.38	17.14	14.21	0.00	788.02
1983	27.88	28.88	37.28	84.33	104.93	48.37	37.41	88.04	44.88	83.88	40.88	20.82	591.32
1984	44.77	83.33	40.88	38.78	53.28	83.58	84.98	242.88	88.81	81.18	28.00	28.70	838.88
1985	38.88	47.88	49.83	57.48	88.82	53.33	83.77	78.48	88.18	78.88	32.18	14.54	848.53
1986	34.88	33.78	30.33	30.71	30.87	38.82	71.33	78.35	77.78	41.81	28.87	8.10	801.88
1987	13.87	48.04	117.15	81.08	12.12	04.28	88.34	87.71	78.48	0.00	18.88	28.83	838.07
1988	27.72	23.82	28.88	142.70	43.42	88.00	133.32	244.07	87.74	88.37	88.81	41.88	1,018.48
1989	37.84	38.74	43.28	43.28	48.14	88.20	82.88	88.88	88.32	88.13	28.38	23.13	838.88
1990	18.03	88.20	80.84	40.84	41.88	37.88	43.81	4.00	308.73	304.44	0.00	13.31	828.43
1991	58.88	83.48	88.98	107.57	74.33	80.78	83.84	83.84	483.81	145.31	0.00	0.00	1,288.12
1993	17.00	17.48	28.11	34.43	41.47	178.51	234.10	88.54	88.85	88.84	48.10	48.88	818.48
MAX	148.50	147.80	183.00	142.70	138.74	178.81	234.10	244.07	483.81	304.44	87.37	83.01	1,288.12
MED	32.78	37.87	58.31	58.38	83.88	82.88	88.48	73.88	88.78	84.88	23.40	18.82	817.88
Qmed.	12.23	18.38	21.02	22.81	18.81	20.40	24.42	27.48	34.83	20.32	8.03	8.81	18.88
MIN	0.00	0.00	0.00	8.10	0.00	0.00	0.00	4.00	0.00	0.00	0.00	0.00	137.81
MED %	5.31	8.08	8.12	8.81	8.88	8.88	10.88	11.82	14.83	8.88	3.78	3.00	100.00

INFORMACION OBTENIDA DE :

1948 - 1974 Boletín Hidrológico No. 28 tomo III

**EVAPORACIONES NETAS EN mm PARA LA PRESA
LUIS L LEON**

MES	EVAPORACION EN mm	PRECIPITACION EN mm	EVAPORACIONES NETAS EN mm
ENE	128.88	8.53	83.87
FEB	147.37	3.86	99.30
MAR	217.15	3.38	148.65
ABR	271.33	8.48	183.45
MAY	319.94	13.94	210.02
JUN	330.29	35.89	195.51
JUL	302.98	55.19	156.90
AGO	268.60	78.70	109.92
SEP	225.77	65.02	93.02
OCT	203.03	20.17	121.95
NOV	158.29	8.89	101.91
DIC	133.97	5.68	88.10
ANUAL	2,705.58	301.51	1,592.40

ESTACION CLIMATOLOGICA EL GRANERO**PERIODO DE REGISTRO DE 1965 A 1984**

**REGISTRO HISTÓRICO DE PRECIPITACIONES PARA LA ESTACION
EL GRANERO**

(mm)

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ANUAL
1965	4.00	9.00	0.10	0.00	6.50	31.90	11.10	38.70	104.00	0.00	2.00	10.50	219.40
1966	0.00	1.00	0.00	14.50	7.60	98.60	4.30	73.40	80.00	10.60	0.00	0.00	290.00
1967	0.00	4.70	18.50	0.00	0.00	45.60	40.30	94.50	33.70	19.70	0.00	2.10	258.10
1968	7.00	10.40	3.50	27.70	0.00	0.00	101.50	68.30	15.50	1.00	16.30	0.00	251.20
1969	1.00	0.30	0.00	4.50	0.00	15.00	57.40	9.20	52.90	15.10	7.30	2.70	165.40
1970	0.90	8.50	10.30	0.00	0.00	15.60	57.30	28.40	101.60	26.20	0.00	3.00	251.00
1971	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	8.40	36.30	75.10	62.70	70.50	0.00	3.90	255.00
1972	0.00	0.40	0.00	0.00	21.50	61.90	39.70	109.00	42.40	2.00	10.40	0.00	368.10
1973	6.31	4.25	0.00	0.30	34.90	0.10	233.30	30.60	3.00	0.00	0.00	0.00	312.76
1974	0.00	0.00	5.50	6.90	0.00	0.00	47.20	101.40	190.60	19.30	24.00	5.50	400.40
1975	0.20	1.00	0.00	0.00	0.00	1.00	9.30	9.40	21.50	0.00	0.00	1.00	43.40
1976	1.39	0.00	0.00	1.64	46.79	64.49	92.26	38.23	88.68	19.83	21.53	16.06	390.00
1977	0.00	0.00	0.50	10.00	0.00	77.00	140.30	67.00	24.00	37.00	0.00	8.00	363.00
1978	1.00	2.00	10.00	0.00	64.00	57.40	38.00	195.00	153.00	63.50	10.00	0.00	601.90
1979	5.50	4.00	0.00	3.00	14.70	43.40	24.00	57.40	38.00	0.00	4.50	3.10	198.70
1980	2.00	0.60	0.00	0.30	2.20	14.10	7.50	109.00	122.20	5.00	30.00	1.00	375.50
1981	26.50	0.70	11.60	30.30	20.10	88.40	36.30	118.70	88.70	62.20	0.00	0.00	471.50
1982	35.00	12.00	0.00	0.30	16.90	9.40	46.20	24.00	2.70	0.00	5.50	33.70	193.50
1983	9.20	17.50	7.20	4.00	12.70	17.90	19.00	47.30	26.20	24.40	38.30	0.00	224.50
1984	30.68	0.89	0.00	1.21	22.93	93.62	62.77	77.00	39.22	27.12	7.07	23.19	385.70
MAX	35.00	17.50	10.50	30.30	64.00	98.60	233.30	196.00	188.60	70.50	38.30	33.70	681.90
MED	6.53	3.86	3.36	6.40	13.94	36.69	55.19	76.70	65.02	20.17	8.09	5.60	381.53
MIN	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	4.30	9.20	2.70	0.00	0.00	0.00	43.40
MED %	2.17	1.20	1.11	2.15	4.82	11.84	18.30	25.44	21.56	6.60	2.95	1.80	100.00
Qm3/s	2.44	1.60	1.25	2.50	5.20	13.77	20.61	28.64	25.00	7.53	3.43	2.12	9.56

INFORMACION OBTENIDA DE:

1985-1984 Servicio Meteorológico Nacional

**REGISTRO HISTORICO DE LA ESTACION CLIMATOLOGICA
EL GRANERO
EVAPORACIONES
(MM)**

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ANUAL
1965	103.10	121.70	230.70	327.10	364.70	353.10	363.30	275.40	250.10	192.50	133.10	94.40	2,809.20
1966	105.40	150.00	220.00	270.00	315.60	325.70	340.40	206.10	185.70	184.00	124.40	93.00	2,520.30
1967	103.60	128.70	226.10	295.30	366.90	284.70	292.90	276.70	230.00	200.00	160.00	90.10	2,655.00
1968	76.10	140.00	155.30	236.60	298.30	391.60	230.10	249.30	217.70	238.50	154.10	119.10	2,504.70
1969	108.00	147.60	234.10	292.60	374.60	389.90	299.30	328.90	275.30	215.40	124.50	109.40	2,899.80
1970	126.80	130.80	193.50	215.30	281.50	286.90	289.30	278.30	230.60	243.40	267.70	267.60	2,811.70
1971	269.80	230.90	270.70	280.90	387.30	341.30	369.90	301.50	277.70	276.50	301.10	284.50	3,592.20
1972	280.50	167.90	230.50	298.20	299.20	338.90	303.60	290.00	239.00	179.50	176.30	195.60	2,999.20
1973	149.30	105.90	210.60	286.30	293.60	303.40	278.40	297.40	271.10	263.90	245.40	263.90	2,969.20
1974	268.20	268.00	303.80	314.30	322.50	323.10	300.00	270.00	174.50	173.10	88.20	75.70	2,881.40
1975	81.20	120.90	220.20	272.70	311.70	308.10	285.50	275.50	256.50	276.70	282.00	259.20	2,930.20
1976	267.00	268.90	288.60	275.60	297.10	282.60	248.50	281.70	250.30	267.20	249.90	101.30	3,078.70
1977	87.00	130.10	201.40	246.00	327.50	311.80	287.20	279.50	246.30	191.30	128.00	101.90	2,538.00
1978	76.80	108.70	175.10	268.00	285.00	334.50	306.10	189.20	132.80	120.40	72.20	80.50	2,149.30
1979	88.70	115.50	185.70	259.50	294.70	300.90	306.90	219.30	218.80	200.90	121.30	82.00	2,392.80
1980	95.60	148.20	190.50	268.60	349.80	434.30	372.30	298.30	157.90	117.90	89.40	69.60	2,590.40
1981	55.70	109.50	183.60	180.10	327.20	282.30	282.90	227.40	181.20	138.70	115.90	100.80	2,185.30
1982	94.10	108.00	206.80	246.80	243.40	345.60	268.80	270.20	255.40	216.30	93.20	69.70	2,418.90
1983	87.70	120.80	192.80	269.70	340.00	337.10	334.30	247.30	234.40	164.30	98.50	91.00	2,497.10
1984	74.50	128.50	223.70	323.00	320.00	330.00	300.00	270.00	230.00	200.00	180.00	130.00	2,687.70
MAX	280.50	268.90	303.80	327.10	387.30	434.30	372.30	328.90	277.70	276.70	301.10	284.60	3,592.20
MED	128.86	147.37	217.15	271.33	319.94	330.29	302.96	266.60	225.77	203.03	158.29	133.97	2,705.66
MIN	55.70	105.90	155.30	180.10	243.40	282.30	230.10	189.20	132.80	117.90	72.20	69.60	2,149.30
MED %	4.76	5.46	8.03	10.03	11.83	12.21	11.20	9.65	8.34	7.50	5.86	4.95	100.00

INFORMACION OBTENIDA DE :

1965-1984 SMN-SPH-Departamento de Hidrometria

Presa Luis L. León
Curva Elevaciones Areas Capacidades.

Elevación (m.s.n.m.)	Area (m²)	Capacidad (m³)
995.00	0.250	0.000
1000.00	23.000	0.561
1005.00	92.800	3.471
1010.00	234.000	11.840
1015.00	631.000	33.280
1020.00	1123.000	77.115
1025.00	1543.000	143.753
1030.00	1984.000	231.173
1035.00	2433.000	340.843
1040.00	3047.000	477.846
1045.00	3711.000	648.734
1050.00	4578.000	853.984
1053.00	5210.000	987.000

ANEXO VI

**Presa Francisco I. Madero
(Las Vírgenes)**

Nombre simplificado de la presa para la simulación .. FRAN
 Tipo de regulación mensual

CAPACIDADES DE CONTROL DEL VASO (en millones de m³)

AL MANDO: 435.000
 AL MANIEN: 30.000
 INICIAL: 326.000

INFORMACION DE LOS USOS DEL AGUA EN LA PRESA

No. Prio.	Uso	Demanda mensual promedio del uso (en millones de m ³)											
		ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
1	A. P. AMM	3.82	3.45	3.82	3.69	3.82	3.69	3.82	3.82	3.69	3.82	3.69	3.82
2	Riego	6.96	14.73	27.85	37.25	31.52	25.89	24.43	46.01	43.34	7.66	.03	.00

R E S U L T A D O S M E N S U A L E S P R O M E D I O

Aportes por cuenta propia al vaso (millones de metros cúbicos)

	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	Anual
FRAN	7.08	5.86	6.49	7.97	6.57	17.99	64.65	119.85	136.79	25.39	6.30	5.66	410.59

Entradas totales al vaso (millones de metros cúbicos)

	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	Anual
FRAN	7.08	5.86	6.49	7.97	6.57	17.99	64.65	119.85	136.79	25.39	6.30	5.66	410.59

Almacenamiento medio del vaso (millones de metros cúbicos)

	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	Anual
FRAN	308.12	297.97	276.92	245.92	213.70	192.53	202.48	245.76	286.18	302.03	304.33	303.73	307.22

R E S U L T A D O S M E N S U A L E S P R O M E D I O

Evaporación Neta (millones de metros cúbicos)

	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	Anual
FRAN	1.93	2.62	4.15	4.56	4.75	3.72	2.37	1.97	1.38	2.52	2.23	1.79	33.96

D e r r e a m e s (millones de metros cúbicos)

	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	Anual
FRAN	.21	.00	.00	.00	.00	.00	3.67	13.68	61.92	6.15	1.00	.62	87.25

**REGISTRO HISTORICO DE VASO DE ALMACENAMIENTO
PRESA FRANCISCO I. MADERO, CHIH.
(MILLONES DE METROS CUBICOS - ENTRADAS TOTALES)**

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ANUAL
1949	6.47	4.41	2.46	1.76	2.35	5.26	74.18	67.88	223.00	24.51	7.10	6.34	425.70
1950	5.44	3.89	4.07	4.41	3.00	11.99	67.21	34.37	56.92	21.10	5.22	6.36	222.97
1951	6.33	4.88	4.22	5.36	7.54	5.32	14.30	14.95	11.29	4.03	2.03	3.59	83.83
1952	4.63	2.57	2.59	6.45	4.38	30.47	236.50	17.64	17.07	3.54	2.23	3.72	330.76
1953	4.04	3.25	3.74	2.50	3.38	4.57	78.29	54.62	33.95	4.91	3.33	3.26	188.73
1954	4.26	3.31	3.10	4.49	2.13	14.06	41.86	175.70	59.78	51.83	5.83	4.37	370.48
1955	4.72	3.94	4.89	1.78	3.75	4.74	79.93	151.80	75.52	127.90	7.77	4.88	471.53
1956	5.21	6.09	6.11	5.51	3.99	11.78	5.14	14.83	37.54	3.21	2.71	4.15	106.38
1957	3.94	3.36	3.02	2.53	3.11	1.95	28.43	52.36	32.10	8.97	3.23	3.90	146.80
1958	5.51	4.31	3.71	2.81	1.91	4.13	26.82	78.16	448.30	238.40	17.32	10.48	838.87
1959	8.57	7.13	6.95	10.80	6.19	18.00	23.72	230.90	37.59	6.08	5.28	7.06	388.28
1960	12.44	5.59	6.05	5.47	5.65	2.77	149.50	265.90	53.15	9.45	8.28	5.94	530.21
1961	7.56	7.04	4.58	17.79	18.20	13.27	53.13	62.07	54.90	7.78	4.70	4.60	256.81
1962	4.96	4.74	4.25	8.85	2.45	2.44	48.56	17.22	77.48	37.64	6.00	4.70	219.14
1963	4.76	4.57	5.95	4.83	3.67	15.42	37.97	76.03	110.80	35.87	9.81	7.88	317.48
1964	6.41	4.55	7.95	11.53	14.81	12.11	18.59	41.01	38.93	6.05	3.03	6.73	170.28
1965	5.18	4.05	3.67	7.99	7.43	13.71	13.02	78.79	83.28	7.17	4.81	6.24	235.14
1966	5.17	4.29	5.08	7.15	13.94	192.40	62.90	353.90	218.20	19.42	14.27	12.25	908.93
1967	10.80	7.41	12.25	12.90	12.55	21.52	28.24	62.91	125.80	20.88	7.20	5.13	317.28
1968	10.31	7.84	10.32	17.43	9.56	5.58	324.60	175.30	309.40	16.58	15.06	12.25	916.74
1969	12.03	15.18	11.52	20.25	15.88	9.17	65.60	19.83	17.27	9.12	4.91	5.73	206.67
1970	4.58	5.77	6.71	6.36	2.58	9.34	47.40	89.57	104.40	62.78	7.21	6.88	323.57
1971	5.78	5.45	11.65	13.53	8.81	4.53	45.36	114.80	44.44	143.30	12.46	7.63	417.57
1972	10.07	8.35	11.51	12.87	6.66	38.82	54.22	225.00	188.30	18.04	11.88	11.31	565.04
1973	8.94	9.90	13.53	18.05	9.45	3.29	44.38	153.00	54.74	10.04	6.44	6.13	338.87
1974	8.98	4.98	8.92	6.79	7.34	3.92	35.22	88.56	585.80	39.25	14.06	9.24	825.05
1975	7.82	5.65	6.10	3.60	2.32	3.88	140.30	83.50	95.44	10.74	8.80	8.95	362.10
1976	5.95	3.92	3.79	3.08	3.01	5.24	82.01	44.24	214.95	12.32	9.35	6.77	384.81
1977	6.28	5.03	4.43	3.00	1.80	17.83	58.93	9.16	7.54	47.30	3.93	4.70	188.93
1978	5.38	3.52	1.67	0.70	1.17	29.29	18.59	182.51	469.00	33.36	4.04	2.95	732.18
1979	1.79	7.80	2.93	3.51	4.99	14.18	63.63	193.71	18.81	12.38	3.94	5.80	332.92
1980	3.76	6.27	2.78	3.13	3.03	5.74	2.42	75.11	291.18	19.15	2.83	1.95	417.05
1981	3.37	10.38	9.43	9.80	7.37	13.95	23.08	227.14	207.11	30.50	2.71	1.95	546.88
1982	6.34	10.17	5.51	8.89	7.89	3.97	5.64	13.89	6.89	3.24	4.21	6.91	83.50
1983	6.78	5.72	9.89	2.33	2.19	4.10	2.11	97.63	16.78	11.84	7.63	4.85	172.11
1984	5.80	4.28	2.07	0.40	3.21	127.80	77.81	239.72	24.38	7.43	4.63	5.94	503.05
1985	8.70	6.44	4.25	11.53	6.01	7.07	22.84	16.38	72.27	10.87	1.29	2.43	189.19
1986	4.20	2.45	4.89	4.71	4.33	11.05	173.97	146.08	159.75	16.89	4.34	5.23	540.87
1987	8.98	6.10	4.14	12.30	10.17	7.13	51.62	88.10	34.03	9.47	1.61	2.05	234.90
1988	3.38	1.90	2.26	2.80	3.99	4.40	47.95	110.10	41.80	11.92	1.02	2.58	234.13
1989	5.20	4.00	4.87	5.00	2.80	1.12	8.70	111.30	82.40	4.05	2.80	3.38	235.88
1990	3.44	1.12	4.14	7.12	3.91	1.50	113.89	378.20	382.34	148.84	11.64	0.32	1,024.28
1991	4.48	9.16	7.75	5.74	2.56	2.20	205.73	207.30	415.14	15.10	1.90	2.32	879.40
1992	26.80	3.90	14.00	9.42	12.97	2.12	10.89	52.92	14.35	12.90	3.50	6.40	171.61
1993	5.56	3.22	3.28	1.12	0.85	0.84	62.84	15.20	52.53	7.50	5.49	5.00	163.61
MAX	26.80	15.18	14.00	20.25	18.20	192.40	324.60	378.20	585.80	238.40	17.32	12.25	1,024.28
MED	6.88	5.47	5.90	7.10	5.89	16.08	83.83	110.38	125.29	30.17	6.14	5.97	389.46
Med	2.49	2.24	2.20	2.74	2.20	6.21	23.83	41.20	48.72	11.27	2.37	2.08	12.35
MIN	1.75	1.12	1.67	0.40	0.85	0.84	2.11	9.16	6.89	3.21	1.02	0.32	83.50
MED %	1.71	1.40	1.51	1.82	1.51	4.13	18.38	28.34	32.43	7.75	1.58	1.43	100.00

INFORMACION OBTENIDA DE:

1949 - 1974 Boletín Hidrológico No. 24 tomo III
1975 - 1993 BMM - Subgerencia de Hidrología Operativa

**REGISTRO HISTORICO DE VASO DE ALMACENAMIENTO
PRESA FRANCISCO I. MADERO, CHIH.
(MILLONES DE METROS CUBICOS - ENTRADAS TOTALES)**

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ANUAL
1960	12.44	5.59	8.06	5.47	5.85	2.77	149.50	285.90	53.16	9.45	8.28	5.94	530.21
1961	7.56	7.04	4.58	17.79	18.20	13.27	53.13	62.07	54.90	7.76	4.70	4.60	255.61
1962	4.99	4.74	4.28	8.85	2.45	2.44	48.56	17.22	77.49	37.64	6.00	4.70	219.14
1963	4.76	4.57	5.85	4.83	3.67	15.42	37.87	78.03	110.80	35.67	9.81	7.88	317.46
1964	5.41	4.55	7.55	11.53	14.81	12.11	16.59	41.01	39.93	6.05	3.03	5.73	170.29
1965	5.16	4.05	3.67	7.99	7.43	13.71	13.02	78.79	83.29	7.17	4.81	6.24	235.14
1966	5.17	4.26	9.08	7.15	13.94	192.40	62.90	353.90	216.20	19.42	14.27	12.25	906.93
1967	10.50	7.41	12.25	12.90	12.55	21.52	28.24	52.91	125.80	20.88	7.20	5.13	317.29
1968	10.31	7.84	10.32	17.43	9.55	6.58	324.80	175.30	309.40	18.58	15.08	12.25	916.24
1969	12.03	15.16	11.52	20.25	15.88	9.17	65.80	19.83	17.27	9.12	4.91	5.73	208.67
1970	4.68	5.77	6.71	6.35	2.58	9.34	47.40	69.57	104.40	52.79	7.21	8.89	323.57
1971	9.78	5.45	11.65	13.53	8.61	4.53	45.36	114.80	44.44	143.30	12.48	7.83	417.57
1972	10.07	8.35	11.51	12.87	6.66	38.82	54.22	225.00	186.30	18.04	11.88	11.31	595.04
1973	6.94	9.90	13.53	19.05	9.45	3.29	44.36	153.00	54.74	10.04	6.44	6.13	338.87
1974	6.98	4.98	8.92	8.79	7.34	3.82	35.22	88.58	595.80	39.26	14.08	8.24	825.06
1975	7.82	8.65	5.10	3.80	2.32	3.88	140.30	93.50	96.44	10.74	6.80	6.96	382.10
1976	5.96	3.92	3.79	3.06	3.01	5.24	82.01	44.24	214.96	12.32	6.36	6.77	394.61
1977	6.28	5.03	4.43	3.00	1.80	17.83	55.93	9.18	7.54	47.30	3.93	4.70	168.93
1978	6.38	3.52	1.87	0.70	1.17	29.29	18.59	182.51	488.00	33.36	4.04	2.95	732.18
1979	1.75	7.80	2.83	3.51	4.98	14.18	83.83	193.71	18.61	12.38	3.94	6.60	332.92
1980	3.78	8.27	2.78	3.13	3.03	5.74	2.42	75.11	291.18	19.15	2.83	1.65	417.05
1981	3.37	10.38	6.43	9.90	7.37	13.95	23.06	227.14	207.11	30.50	2.71	1.98	546.88
1982	6.34	10.17	5.51	6.88	7.88	3.97	5.64	13.88	8.85	3.24	4.21	8.91	63.50
1983	6.78	5.72	9.88	2.33	2.19	4.10	2.11	97.63	18.78	11.84	7.93	4.85	172.11
1984	5.80	4.28	2.07	0.40	3.21	127.60	77.61	239.72	24.36	7.43	4.83	5.94	503.05
1985	8.70	5.44	4.26	11.53	8.01	7.07	22.54	16.38	72.27	10.97	1.29	2.43	169.18
1986	4.20	2.45	4.89	4.71	4.33	11.05	173.97	146.06	159.75	18.89	4.34	6.23	540.67
1987	6.98	6.10	4.14	12.30	10.17	7.13	51.82	89.10	34.03	9.47	1.81	2.05	234.90
1988	3.36	1.90	2.20	2.80	3.96	4.40	47.95	110.10	41.90	11.92	1.02	2.56	234.13
1989	5.20	4.00	4.67	5.00	2.80	1.12	6.70	111.30	82.49	4.05	2.80	3.35	235.68
1990	3.44	1.12	4.14	7.12	3.91	1.50	113.89	378.20	352.34	148.84	11.84	0.32	1,024.26
1991	4.45	9.18	7.76	5.74	2.56	2.20	205.73	207.30	415.14	15.10	1.90	2.32	878.40
1992	28.80	3.50	14.00	8.42	12.97	2.12	10.66	52.82	14.39	12.90	3.50	6.40	171.61
1993	5.58	3.22	3.28	1.12	0.95	0.94	62.84	15.20	52.53	7.50	5.48	5.00	163.61
MAX	28.80	15.16	14.00	20.25	18.20	192.40	324.80	378.20	595.80	148.84	15.08	12.25	1,024.26
MED	7.08	5.98	8.49	7.97	9.57	17.99	64.65	119.85	136.79	25.39	8.30	5.88	410.59
Qmed	2.64	2.40	2.42	3.07	2.45	6.94	24.14	44.75	52.77	9.48	2.43	2.11	13.02
MIN	1.75	1.12	1.67	0.40	0.95	0.94	2.11	9.18	6.88	3.24	1.02	0.32	63.50
MED %	1.72	1.43	1.58	1.94	1.80	4.38	15.75	29.19	33.32	8.19	1.53	1.38	100.00

INFORMACION OBTENIDA DE :

1960 - 1974 Boletín Hidrológico No. 24 tomo III
1975 - 1993 SEMN - Subgerencia de Hidrología Operativa

**REGISTRO HISTORICO DE EXTRACCIONES POR OBRA DE TOMA
DE LA PRESA FRANCISCO I. MADERO "LAS VIRGENES"
(MILLONES DE METROS CUBICOS)**

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ANUAL
1980	18.23	29.86	51.18	58.40	35.97	21.72	17.97	6.99	0.00	0.14	0.00	0.00	237.24
1981	1.98	29.92	27.89	33.84	52.28	43.24	48.88	41.97	84.31	8.75	0.40	0.00	373.21
1982	18.28	52.00	61.89	62.03	22.39	25.50	24.30	38.18	12.70	1.04	0.00	0.05	314.32
1983	0.00	0.00	0.00	1.11	17.35	8.47	11.53	5.90	43.08	3.40	0.00	0.00	80.81
1984	1.78	0.22	3.55	11.70	21.90	8.14	35.70	102.58	48.84	0.00	0.00	0.00	233.39
1985	1.87	0.70	32.13	43.90	48.73	29.39	30.22	40.30	1.72	0.81	0.00	0.00	227.37
1986	1.94	0.57	7.94	44.91	25.98	9.17	15.48	48.90	110.37	11.24	0.00	0.00	278.50
1987	11.25	9.00	19.83	22.52	36.76	34.15	37.52	64.73	51.60	18.28	0.00	0.00	305.84
1988	0.00	0.00	17.10	40.83	48.60	0.85	13.28	27.88	48.75	2.88	0.00	0.00	187.77
1989	7.15	12.30	38.88	58.30	20.99	3.89	18.58	20.93	41.54	1.40	0.00	0.00	222.08
1990	4.37	0.00	3.48	32.74	23.20	48.83	15.43	61.89	86.73	38.29	0.00	0.00	314.74
1991	25.84	56.18	73.08	33.58	25.38	35.70	5.82	100.24	6.92	9.12	0.00	0.00	371.84
1992	0.00	2.87	28.25	42.91	34.27	69.92	41.95	41.02	25.84	4.27	0.00	0.00	291.10
MAX	25.84	56.18	73.08	62.03	52.28	69.92	48.88	102.58	110.37	38.29	0.40	0.05	373.21
MED	6.88	14.86	27.88	37.26	31.52	25.81	24.42	46.02	43.34	7.88	0.03	0.00	285.83
MIN	0.00	0.00	0.00	1.11	17.35	0.65	5.82	5.90	0.00	0.00	0.00	0.00	80.81
Qmed	2.60	6.09	10.40	14.37	11.77	9.99	9.12	17.18	16.72	2.88	0.01	0.00	8.43
MED %	2.62	5.59	10.48	14.02	11.88	9.75	9.19	17.31	18.30	2.88	0.01	0.00	100.00

**ESTA TESIS NO DEBE
SALIR DE LA BIBLIOTECA**

**REGISTRO HISTORICO DE EXTRACCIONES POR OBRA DE TOMA
DE LA PRESA FRANCISCO I. MADERO "LAS VIRGENES"
(MILLONES DE METROS CUBICOS)**

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ANUAL
1948	5.20	3.40	17.70	39.50	31.00	31.10	35.40	21.79	5.39	1.01	0.00	0.00	191.48
1949	0.13	0.22	0.78	3.09	2.21	2.76	7.77	16.97	14.90	0.00	0.00	2.21	53.01
1950	1.15	1.21	11.13	22.22	17.77	20.55	30.70	33.51	13.40	3.99	1.71	7.28	164.60
1951	5.80	0.44	7.90	29.25	29.40	35.49	49.25	56.47	25.21	6.12	2.24	1.25	248.82
1952	0.37	0.00	0.23	8.35	7.59	12.40	10.06	45.08	30.16	1.64	0.44	3.24	119.56
1953	1.51	0.00	5.42	33.84	23.85	35.42	32.60	41.79	16.82	3.67	0.27	1.47	196.66
1954	0.00	1.17	2.50	15.03	17.15	38.98	33.55	26.64	18.45	0.70	0.00	0.08	154.24
1955	0.00	0.00	0.00	41.49	30.86	39.33	31.82	24.98	29.54	4.27	1.84	0.00	203.93
1956	3.70	1.51	4.20	45.67	33.34	44.23	62.05	56.95	32.15	8.18	2.08	6.21	300.27
1957	3.09	3.35	0.00	25.45	8.81	27.75	33.35	20.85	21.95	1.79	2.12	1.09	149.59
1958	0.00	1.80	8.29	11.45	0.45	31.14	24.74	27.84	11.00	0.00	12.42	7.08	136.21
1959	12.70	10.30	12.69	19.95	21.11	30.05	40.44	23.49	29.62	17.45	5.84	5.58	229.23
1960	5.84	5.35	17.33	36.17	26.58	36.87	23.85	18.95	59.75	22.98	4.88	5.16	265.26
1961	5.81	5.17	8.44	67.95	50.10	27.07	63.20	66.53	64.26	4.76	0.00	0.00	363.31
1962	0.00	0.00	0.00	27.03	8.95	16.26	6.98	66.38	3.15	0.00	0.00	0.00	132.76
1963	0.00	0.00	3.95	30.87	11.02	30.43	45.01	19.95	0.00	0.00	0.00	0.00	141.03
1964	0.34	1.55	5.33	48.87	40.85	9.79	52.75	41.47	39.83	5.23	0.00	0.00	246.00
1965	0.00	0.00	2.73	55.19	54.11	23.31	46.09	21.24	32.40	2.15	0.00	0.00	237.22
1966	3.20	0.00	5.60	6.43	19.83	30.29	40.54	31.13	5.11	17.60	14.32	9.11	183.16
1967	15.80	2.08	53.61	75.31	50.71	38.48	56.82	67.05	12.94	11.24	0.00	0.00	384.04
1968	17.48	5.44	23.05	65.58	52.53	45.33	36.97	114.90	0.00	0.00	12.45	11.57	367.26
1969	23.94	25.51	37.69	63.23	65.20	49.52	40.72	67.41	1.76	0.00	0.00	0.00	415.18
1970	0.00	0.00	12.56	35.18	40.93	6.40	20.15	26.65	13.88	0.00	0.00	0.00	157.77
1971	0.98	5.20	24.12	44.84	44.99	29.30	36.93	11.04	36.71	1.40	0.00	0.00	234.51
1972	8.57	6.53	48.89	65.79	41.71	28.44	36.58	37.50	26.88	17.14	0.00	0.00	320.04
1973	13.89	8.98	46.78	69.05	54.92	57.93	29.14	38.56	48.63	4.88	0.00	0.00	372.74
1974	10.99	2.56	36.92	58.38	53.50	59.91	24.54	26.59	14.53	0.00	0.43	0.04	292.38
1975	0.00	0.00	0.00	20.01	27.09	12.45	29.06	23.46	5.75	1.43	0.00	0.00	119.25
1976	15.89	20.41	43.50	59.30	49.21	36.86	53.04	31.59	42.30	10.64	0.00	0.00	362.74
1977	18.23	29.66	51.18	56.40	35.97	21.72	17.97	5.99	0.00	0.14	0.00	0.00	237.24
1978	1.99	29.92	27.89	33.64	52.25	43.24	48.85	41.97	84.31	6.75	0.40	0.00	373.21
1979	16.26	52.00	61.69	52.03	22.39	25.50	24.30	36.16	12.70	1.04	0.00	0.05	314.32
1980	0.00	0.00	0.00	1.11	17.35	8.47	11.53	5.90	43.05	3.40	0.00	0.00	90.61
1981	1.76	0.22	3.55	11.70	21.90	6.14	35.70	102.58	49.84	0.00	0.00	0.00	233.39
1982	1.87	0.70	32.13	43.90	46.73	29.39	30.22	40.30	1.72	0.61	0.00	0.00	227.37
1983	1.94	0.87	7.94	44.91	25.98	9.17	15.48	48.90	110.37	11.24	0.00	0.00	276.60
1984	11.25	9.00	19.83	22.52	36.76	34.15	37.52	64.73	51.60	18.26	0.00	0.00	306.64
1985	0.00	0.00	17.10	40.63	46.60	0.85	13.28	27.68	48.75	2.88	0.00	0.00	187.77
1986	7.15	12.30	35.98	58.30	20.99	3.89	18.56	20.93	41.54	1.40	0.00	0.00	222.06
1987	4.37	0.00	3.46	32.74	23.20	48.63	15.43	61.89	86.73	38.29	0.00	0.00	314.74
1988	25.84	56.18	73.06	33.58	25.38	36.70	5.82	100.24	6.92	9.12	0.00	0.00	371.64
1989	0.00	2.67	28.25	42.91	34.27	68.92	41.95	41.02	25.84	4.27	0.00	0.00	291.10
MAX	28.64	56.16	73.06	83.23	65.20	68.92	63.20	114.90	110.37	38.29	14.32	11.57	415.16
MED	5.87	7.27	19.19	38.82	31.51	29.20	32.29	41.26	29.04	5.90	1.46	1.46	243.29
MIN	0.00	0.00	0.00	1.11	0.45	0.85	5.82	5.90	0.00	0.00	0.00	0.00	53.01
Qmed	2.19	2.98	7.16	14.98	11.77	11.27	12.06	15.41	11.21	2.20	0.56	0.55	7.71
MED %	2.41	2.99	7.89	15.95	12.95	12.00	13.27	16.95	11.94	2.42	0.60	0.60	100.00

**EVAPORACIONES NETAS EN mm PARA LA PRESA
FRANCISCO I. MADERO**

MES	EVAPORACION EN mm	PRECIPITACION EN mm	EVAPORACIONES NETAS EN mm
ENE	105.48	7.36	66.47
FEB	138.57	4.43	92.57
MAR	225.90	3.17	154.96
ABR	274.95	6.85	185.62
MAY	320.67	9.69	214.78
JUN	306.19	34.58	179.75
JUL	259.38	71.93	109.64
AGO	221.90	75.84	79.49
SEP	177.20	73.90	50.14
OCT	160.33	23.75	88.48
NOV	122.14	7.82	77.68
DIC	103.06	9.57	62.56
ANUAL	2,415.77	328.69	1,362.15

ESTACION CLIMATOLOGICA LAS VIRGENES**PERIODO DE REGISTRO 1980 A 1988 Y 1990**

**REGISTRO HISTORICO DE PRECIPITACIONES PARA LA ESTACION
LAS VIRGENES
(mm)**

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DEC	ANUAL
1960	15.20	1.00	0.00	0.00	0.00	7.00	68.30	126.70	3.20	14.50	37.60	12.10	285.60
1961	19.80	5.50	0.00	2.50	12.00	71.80	51.50	39.80	18.40	27.00	2.10	0.00	250.40
1962	1.60	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	108.20	14.30	68.50	60.90	0.50	6.20	259.20
1963	0.50	0.00	0.00	8.80	11.70	26.60	74.60	69.50	39.50	21.50	16.00	0.00	268.70
1964	0.00	0.00	0.00	3.50	50.20	42.40	13.50	97.10	128.20	3.50	0.00	29.90	368.30
1965	4.00	14.50	0.50	0.00	9.70	16.20	4.90	42.50	54.50	0.50	0.50	27.70	175.50
1966	0.00	0.70	0.00	21.00	10.50	50.80	13.70	125.20	57.90	16.50	11.50	0.00	307.80
1967	0.40	1.00	2.00	0.00	0.00	94.70	28.30	51.20	76.90	5.90	1.70	4.90	267.00
1968	4.10	17.10	7.30	42.50	0.60	19.70	250.70	183.10	89.90	8.00	1.40	13.00	637.40
1969	1.50	3.30	0.00	0.00	1.50	7.30	75.80	43.80	38.80	38.20	1.20	5.20	216.60
1970	1.00	14.10	8.00	6.90	2.30	62.00	53.50	24.50	134.00	1.00	0.00	1.70	309.00
1971	0.00	0.00	0.00	3.00	24.00	19.70	31.50	93.20	30.70	97.50	0.00	8.40	308.00
1972	7.00	0.00	1.50	0.00	33.50	32.30	20.10	107.80	164.00	8.00	27.00	0.00	401.20
1973	7.37	28.00	0.00	0.90	9.00	0.00	172.00	137.00	5.70	5.00	0.00	0.00	364.97
1974	0.00	0.00	1.00	0.00	3.50	2.50	80.50	62.00	261.50	18.50	38.00	9.50	477.00
1975	2.50	7.00	0.00	0.00	0.00	5.50	135.20	23.30	39.50	6.00	0.00	3.00	222.00
1976	1.00	0.00	0.00	0.00	28.50	34.00	146.40	57.50	82.00	18.00	10.40	19.10	394.90
1977	6.00	0.00	0.00	4.00	3.00	88.10	88.00	27.50	35.50	67.20	0.00	0.00	319.30
1978	3.30	0.00	2.30	1.90	4.20	50.60	56.80	138.20	167.30	40.00	0.00	4.20	468.80
1979	13.00	1.00	4.00	10.00	28.00	37.70	24.80	115.20	36.30	0.00	0.80	2.90	273.70
1980	0.00	0.50	1.00	0.20	0.00	16.30	20.50	120.40	194.00	20.50	22.00	1.00	396.40
1981	39.00	5.30	17.80	62.20	5.50	53.40	47.00	79.80	87.90	89.00	0.00	0.00	486.90
1982	15.20	1.90	0.00	11.40	0.00	23.40	43.60	39.50	7.10	0.40	1.70	44.20	188.40
1983	3.80	0.00	30.00	1.30	8.00	28.50	9.70	74.40	64.00	30.00	31.00	0.00	278.70
1984	21.00	0.80	0.00	0.00	7.00	66.50	55.00	61.60	47.00	11.00	6.00	39.50	315.40
1985	28.50	9.30	5.00	6.20	0.70	54.50	123.80	29.50	68.50	14.00	1.50	0.00	343.50
1986	4.30	6.00	8.30	3.50	18.00	57.80	172.70	65.00	63.50	37.50	6.00	25.50	470.10
1989	6.00	7.00	0.00	0.00	0.00	0.00	45.50	74.00	5.00	7.00	0.00	10.00	154.50
MAX	39.00	28.00	30.00	62.20	50.20	94.70	250.70	183.10	261.50	97.50	38.00	44.20	637.40
MED	7.36	4.43	3.17	6.85	9.69	34.58	71.93	75.84	73.90	23.75	7.82	9.57	326.90
MIN	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	4.90	14.30	3.20	0.00	0.00	0.00	154.50
MED %	2.24	1.35	0.98	2.08	2.95	10.51	21.67	23.08	22.47	7.22	2.38	2.91	100.00

1960-1986 Departamento de Hidrometría, Oficina de Climatología
1989 Departamento de Hidrometría, Oficina de Climatología

**REGISTRO HISTORICO DE LA ESTACION CLIMATOLOGICA
LAS VIRGENES
(mm)**

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ANUAL
1960	88.80	182.00	274.00	329.00	413.00	375.00	197.70	92.30	233.80	200.50	86.40	60.90	2,533.40
1961	50.20	157.50	306.00	343.50	400.00	237.20	216.50	214.20	210.60	179.00	125.90	137.00	2,577.60
1960	128.40	209.00	268.00	331.00	467.00	367.00	208.80	304.70	181.50	113.10	135.50	85.80	2,777.80
1961	126.50	184.00	296.00	347.20	369.30	275.40	239.40	217.50	153.50	155.50	157.00	107.00	2,628.30
1962	130.00	209.00	268.00	327.50	418.80	325.60	299.50	221.90	101.80	170.50	136.00	62.10	2,668.70
1964	123.00	169.50	295.50	356.00	371.30	285.80	309.10	244.50	138.50	178.50	172.50	79.30	2,721.50
1965	125.00	139.30	256.00	322.00	411.50	319.20	331.30	152.80	183.10	199.50	141.50	90.00	2,651.20
1966	89.60	108.00	200.00	262.00	249.00	164.30	183.70	124.80	100.30	146.10	124.30	90.10	1,842.20
1967	112.90	130.90	260.70	298.50	372.40	280.30	35.30	36.90	85.10	167.00	125.60	109.00	2,014.60
1968	90.50	132.70	178.00	266.00	371.50	353.70	146.20	182.20	107.20	134.80	115.80	101.80	2,160.40
1969	119.00	157.90	211.00	292.10	326.70	318.00	245.50	250.50	69.00	177.00	108.00	100.30	2,373.00
1970	112.00	125.00	227.00	305.00	312.00	327.30	221.50	156.80	136.30	60.50	130.00	114.60	2,228.00
1971	108.00	155.00	244.50	319.00	257.50	248.70	236.90	95.20	22.00	137.00	97.00	112.00	2,033.80
1972	93.63	72.00	257.00	291.10	316.00	334.00	81.00	37.00	189.30	189.00	166.00	117.00	2,143.03
1974	146.00	160.00	241.00	298.00	336.50	338.50	195.50	187.00	-103.50	136.50	67.00	81.50	2,084.00
1975	99.50	134.00	266.00	301.00	344.00	296.50	88.80	190.70	142.50	181.00	162.00	96.00	2,302.00
1976	83.00	160.00	249.00	254.00	253.50	219.00	48.60	173.50	67.00	115.00	70.60	50.90	1,744.10
1977	99.00	140.00	242.00	255.00	355.00	182.90	161.00	231.50	187.50	104.80	135.00	118.00	2,211.70
1978	102.70	141.00	193.70	300.10	349.80	287.40	226.20	55.60	-45.30	69.00	103.00	101.80	1,885.20
1979	90.00	127.00	209.00	265.00	272.00	222.30	276.20	78.80	145.70	211.00	124.20	83.10	2,102.30
1980	118.00	141.50	232.00	278.80	363.00	313.70	296.50	114.60	-57.00	103.50	73.00	81.00	2,056.60
1981	22.00	117.70	181.20	139.80	296.50	224.80	223.00	119.20	78.10	26.00	113.00	97.00	1,618.10
1982	103.80	129.10	235.00	258.60	286.00	293.60	237.40	192.50	211.80	177.60	101.30	43.80	2,270.60
1983	79.20	165.00	182.00	301.70	348.00	345.50	331.30	160.80	151.00	154.00	117.00	178.00	2,513.30
1984	65.00	120.20	272.00	257.00	283.00	239.50	190.00	162.40	133.00	178.00	122.00	60.50	2,080.60
1985	59.50	110.70	194.00	208.80	337.30	272.50	121.20	226.50	121.50	152.00	138.50	134.00	2,074.50
1986	103.70	141.00	228.70	308.50	338.00	223.20	62.30	170.00	100.50	100.50	133.00	44.50	1,963.90
1989	158.00	145.00	172.00	99.50	139.00	162.00	88.50	124.50	122.70	129.00	90.00	67.00	1,497.20
MAX	158.00	165.00	272.00	319.00	372.40	353.70	331.30	250.50	211.80	211.00	186.00	178.00	2,513.30
MED	97.91	133.99	221.70	264.55	309.84	268.93	176.03	145.19	93.56	135.59	114.97	94.38	2,056.63
MIN	22.00	72.00	181.20	99.50	139.00	162.00	35.30	36.90	-103.50	26.00	67.00	43.80	1,497.20
MED %	4.76	6.51	10.78	12.88	15.07	13.08	8.56	7.08	4.55	6.59	5.58	4.59	100.00

INFORMACION OBTENIDA DE:

1960-1986 Y 1989 BOLETINES ANUALES DE LA COMISION INTERNACIONAL DE LIMITES Y AGUA (C.I.L.A.)

**Presa Francisco I. Madero.
Curva Elevaciones Area Capacidades.**

Elevación (m.s.n.m.)	Area (ha)	Capacidad litros
1200.00	0.000	0.000
1207.00	73.700	0.930
1210.00	141.000	4.172
1215.00	259.100	13.596
1220.00	532.500	33.045
1225.00	1327.800	90.555
1230.00	1885.500	153.682
1235.00	2776.900	272.907
1240.00	3755.000	435.300
1245.00	4880.000	551.200

Bibliografía

Estudio de Factibilidad Técnica Económica y Financiera para el Mejoramiento de los Servicios de Agua Potable y Alcantarillado de la Ciudad de Chihuahua, Chih.

Contrato SGIHUI-90-625-12

Anáhuac, Ingeniero Consultores y Supervisores.

Para la Comisión Nacional del Agua (C.N.A.).

Subdirección General de Infraestructura Hidráulica Urbana e Industrial.

Gerencia de Estudios y Proyectos.

Gerencia Regional Norte.

Subgerencia de Estados.

Enero de 1992.

Presas de México.

Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos (S.A.R.H.).

Comisión Nacional del Agua (C.N.A.).

Tomo III.

Através del Consultivo Técnico.

Gerencia de Informática y Participación Ciudadana.

Edición Marzo de 1993.

PRONAGUA Chihuahua. Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos (S.A.R.H.).

Programa Estatal del Agua.

Estado de Chihuahua.

Agosto de 1988.

Servicio Meteorológico Nacional.

Comisión Nacional del Agua (C.N.A.).

Departamento de Hidrometría.

Subdirección de Infraestructura Hidráulica.

Fundamentos de Hidrología Superficial.

Dr. Francisco J. Aparicio Mijares.

Ed. Limusa. 1989. Primera Edición.

Boletín Hidrológico.

Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos (S.A.R.H.).
Subsecretaría de Planeación.
Dirección General de Estudios.
Dirección de Hidrología.

Boletín Climatológico.

Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos (S.A.R.H.).
Subsecretaría de Planeación.
Dirección General de Estudios.
Dirección de Hidrología.

**Estudios de Fuentes Superficiales Para Suministro de Agua
Potable a la Ciudad de Querétaro, Qro.**

Gobierno del Estado de Querétaro.
Comisión Estatal del Agua.
Informe final ESPCOM, S.C.
Diciembre de 1993.

**PREEVALUACION DE LOS SITIOS ESTUDIADOS
PARA LA CIUDAD DE CHIHUAHA, CHIH.**

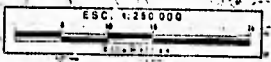
SITIOS DE N.º DE IDENTIFICACION	N.º M.E. m.s.a.m.	CASO APROXIMADO m ³ /s	BOMBO			CARGA DINAMICA			LONGITUD			LONGITUD TOTAL DE SISTEMA	
			LONGITUD DE TUBERIA km	CARGA DINAMICA m	DIAMETRO DE TUBERIA m	LONGITUD DE TUBERIA km	CARGA DINAMICA m	DIAMETRO DE TUBERIA m	LONGITUD DE TUBERIA km	CARGA DINAMICA m	DIAMETRO DE TUBERIA m		
1	EL REJON	1470.0	0.02	0.0	0.0	0.00	1.0	12	0.20	1.0			
2	CHUVISCAR	1480.0	0.02	0.0	0.0	0.00	1.0	21	0.20	1.0			
3	REC. T. MADRID	1242.0	1.43	3.8	313.6	1.40	65.6	50	1.52	69.2			
4	CHUVISCAR B	1100.0	3.50	9.8	113.1	1.83	50.4	20	2.44	60.1			
5	LUS I. LEON	1051.0	3.50	12.9	491.3	1.83	82.4	30	2.44	95.3			
6	SANTA ISABEL	1600.0	0.50	6.0	161.9	0.75	31.0	270	0.60	37.0			
7 SISTEMA ABRAHAM GONZALEZ - SANTA ISABEL											170.4		
8	LA ESPUNTA	1319.0	1.50	5.0	358.8	1.40	181.2	150	1.40	146.2			
9	GUERACHIC	1850.0	0.25	5.1	451.8	0.60	35.7	355	0.40	41.4			
10	ABRAHAM GONZALEZ	2049.0	1.00	16.0	296.5	1.07	116.1	840	0.90	162.0			
11	TEQUICHI	1650.0	0.50	6.0	210.3	0.75	93.0	350	0.75	99.0			
12	CHIVASCUNIA	1560.0	0.05	0.0	0.0	0.00	11.8	103	0.25	11.8			
13	C. COLORADO	1880.0	0.25	15.6	468.1	0.60	35.7	855	0.40	51.3			
14	GUERACHIC	1800.0	0.30	0.0	0.0	0.00	60.8	300	0.60	60.8			
15	P. CHIVASCUNIA	1542.0	0.02	0.0	0.0	0.00	8.7	80	0.20	8.7			
16	EL LLANO	1580.0	0.05	0.0	0.0	0.00	9.1	118	0.20	9.1			
17	MOCALES	1540.0	0.01	0.0	0.0	0.00	9.2	53	0.15	9.2			
18	SANTA ELENA	1250.0	0.005	0.0	0.0	0.00	1.6	27	0.10	1.6			
* SISTEMA ABRAHAM GONZALEZ - SANTA ISABEL:													
7	SANTA ISABEL	1600.0	0.50	6.0		0.75	0.0	0	0.00	6.0			
7	ABRAHAM GONZALEZ	2049.0	1.00	16.0		1.07	107.9	570	0.90	123.8			
7	SISTEMA		1.50	8.0	0.0	0.00	43.6	270	0.90	40.6			
7	TOTAL									170.4			

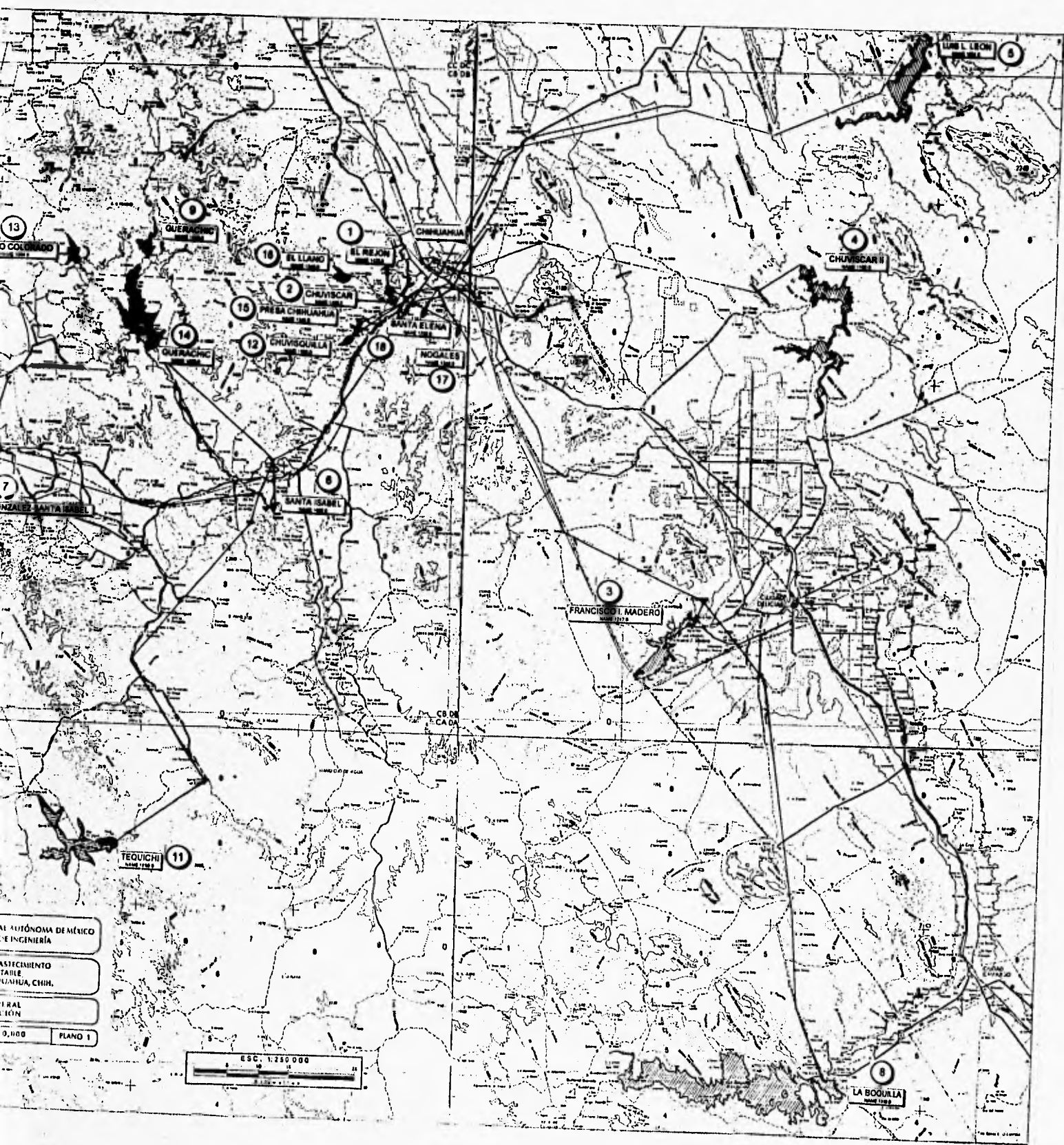
UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO
FACULTAD DE INGENIERÍA

ALTERNATIVAS DE ABASTECIMIENTO
DE AGUA POTABLE
A LA CIUDAD DE CHIHUAHA, CHIH.

PLANO GENERAL
PREEVALUACIÓN

1994 ESCALA 1:250,000 PLANO I





AL AUTÓNOMA DE MÉXICO
DE INGENIERÍA

ASISTENTE
TALLER
QUAHUA, CHIH.

TRAL
CIÓN

0,000 PLANO 1

