

UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

DIVISION DE INGANIERIA

DEPARTAMENTO DE RIEGO Y DRENAJE



Medición de Gasto en Canal de Conducción de los Tajos Zapata y Seco, en el
Municipio de Parras de la Fuente, Coahuila.

Por.

Luis Eduardo Gómez Díaz

TESIS

Presentada Como Requisito Parcial Para Obtener el Título de:

INGENIERO AGRÓNOMO EN IRRIGACION

Saltillo, Coahuila, México

2023

IV

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

DIVISIÓN DE INGENIERÍA

DEPARTAMENTO DE RIEGO Y DRENAJE

**Medición de Gasto en Canal de Conducción de los Tajos Zapata y Seco, en el
Municipio de Parras de la Fuente, Coahuila.**

POR:

Luis Eduardo Gómez Díaz

TESIS

Presentada como Requisito Parcial Para Obtener el Título de:

INGENIERO AGRÓNOMO EN IRRIGACIÓN

Aprobada por el comité de asesoría:



M.C. Aarón I. Melendres Alvarez

ASESOR PRINCIPAL



Dr. Luis Samaniego Moreno

ASESOR



Ing. Gil Fredy Clemente Solís

ASESOR



M.C. Sergio Sánchez Martínez

COORDINADOR DE LA DIVISIÓN DE INGENIERÍA

Buenavista, Saltillo, Coahuila, México.

Diciembre 2023

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

DIVISIÓN DE INGENIERÍA

DEPARTAMENTO DE RIEGO Y DRENAJE

**Medición de Gasto en Canal de Conducción de los Tajos Zapata y Seco, en el
Municipio de Parras de la Fuente, Coahuila.**

POR:

Luis Eduardo Gómez Díaz

TESIS

Presentada como Requisito Parcial Para Obtener el Título de:

INGENIERO AGRÓNOMO EN IRRIGACIÓN

Aprobada por el comité de asesoría:



M.C. Aarón I. Melendres Alvarez

ASESOR PRINCIPAL



Dr. Luis Samaniego Moreno

ASESOR



Ing. Gil Fredy Clemente Solís

ASESOR



M.C. Sergio Sánchez Martínez

COORDINADOR DE LA DIVISIÓN DE INGENIERÍA

Buenavista, Saltillo, Coahuila, México.

Diciembre 2023

DECLARACION DE NO PLAGIO.

El autor quien es responsable directo, jura bajo protesta decir la verdad, que no se incurrió en plagio o conducta académica incorrecta en los siguientes aspectos:

Reducción de fragmentos o textos sin citar la fuente o autor original (copiado y pegado); reproducir un texto propio publicado anteriormente sin hacer referencia al documento original (auto plagio); comprar, robar o pedir prestados datos o la tesis para presentarla como copia; omitir referencias bibliográficas o citar textualmente sin comillas; utilizar material digital como imágenes, videos, ilustraciones, graficas, mapas o datos sin citar al autor original y/o fuente. En este sentido, lo anterior puede ser confirmado por el lector, estando consciente de que, en caso de comprobarse plagio del texto, no respetar los derechos de autor, edición o modificación, será sancionado por las autoridades correspondientes. Por lo anterior me responsabilizo de las consecuencias generadas en caso de existir cualquier tipo de plagio y declaro que este trabajo es original.

Autor principal



Luis Eduardo Gómez Díaz

AGRADECIMIENTOS

Le doy mi eterno agradecimiento a Dios, por estar siempre presente en cada instante de mi vida, por darme mi vida, salud, fortaleza y esperanza, a pesar de haber sido años difíciles hizo posible éste logro.

A la **Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro**, por haberme brindado muchas oportunidades para realizar mi licenciatura en una de las instituciones más grandiosas.

A todos mis profesores que me han venido formando, dándome el conocimiento y consejos necesarios para llegar hasta aquí.

Al **departamento de Riego y Drenaje** por comprometerse por darme una excelente formación como ingeniero agronomo en irrigación.

Al M.C. Aarón I. Melendres Álvarez le agradezco por su dedicación y paciencia, sin sus palabras y correcciones precisas no hubiese podido lograr llegar a esta instancia tan anhelada. Gracias por su guía y todos sus consejos.

Al **DR. Luis Samaniego Moreno** por sus enseñanzas como maestro, y por apoyo con la revisión de este Proyecto

Al **ing. Gil Fredy Clemete Solis** por su disposición y ayuda para la presentación de mi tesis.

Al **Ing. Pedro Morales** por permitir realizar las prácticas profesionales en su empresa, por el inmenso apoyo y por su grandiose Amistad.

DEDICATORIAS.

A **Dios**. Por brindarme vida, salud y las fortalezas necesarias para lograr unas de mis metas en la vida, además de infinita bondad y amor para iluminar cada pasó de mi vida.

A mis padres:

Diego Gómez Pérez, por darme el apoyo, y enseñarme el valor del trabajo, por transmitirme el amor al campo, y por el sacrificio diario para sacar adelante a mi familia, muchas gracias por tu apoyo.

María del Carmen Diaz Pérez, por regalarme la valiosa vida, por cuidarme y haberme apoyado en todo momento, impulsarme constantemente para lograr mis metas.

A mis hermanos.

María Isabel, José Rafael, José Francisco, Juan Diego y Leonardo Daniel, por haber fomentado en mí el deseo de superación y el anhelo de triunfo en la vida y también expreso el gran amor que tengo por todos ustedes, por apoyarme y darme confianza para seguir superándome.

A Mi abuela.

Dominga Pérez Quiribin, que en paz descanse, muchas gracias por tu apoyo y tus consejos, gracias a ti es que nunca me doy por vencido, porque siempre así lo quisiste, y sé que donde quiera que te encuentres estas orgulloso de mi.

A mis amigos de la Universidad.

David Alvarado García, Fernando Ramírez Aldaran, Luis Mario Heredia Domínguez, Gerardo Arroyo Acosta, Armando Aparicio Curiel y a mis demás compañeros de generación por su gran Amistad y por los buenos momentos vividos.

INDICE DE CONTENIDO

CONTENIDO

DECLARACION DE NO PLAGIO.....	¡Error! Marcador no definido.
AGRADECIMIENTOS.....	VIII
DEDICATORIAS.....	IX
INDICE DE CONTENIDO	X
INDICE DE ILUSTRACIONES.....	XII
INDICE DE TABLAS	XIII
RESUMEN.....	XIV
ABSTRACT	XV
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. OBJETIVO.....	2
III. HIPOTESIS.....	2
IV. REVISION DE LITERATURA.....	3
4.2 Historia De Parras De La Fuente.....	4
4.3 La Población De Parras De La Fuente (Coahuila De Zaragoza) Es 34,798 Habitantes..	5
4.4. - El Riego En Parras, Coahuila.....	5
4.5 Tipos De Captación Y Extracción De Agua.....	7
4.5.1. Pozos	7
4.5.2. Norias.....	8
2.5.3. manantiales.....	8
4.6 Clima.....	9
4.7 Hidrografía.....	11
4.8. – Orografía.....	13
4.9 Edafología.....	14
4.10. Vegetación.....	17
4.11.- Metodología De Aforo.....	18
4.11.8.- Importancia Y Motivos De Los Aforos De Canales.....	23
4.11.9. Medición Del Flujo En Estaciones De Aforo.....	23
4.11.10 Estaciones De Aforo	23

4.12. Características De La Sección De Aforo	24
4.13 Método De Área-Velocidad	25
4.15 Tipos De Molinetes.....	27
4.16. Medidor De Caudal Tipo Molinete Global Water Modelo Fp111	30
4.16.1. Características Del Medidor De Caudal Global Water Fp111	30
4.16.2.- Aplicaciones Del Medidor De Caudal Global Water Fp111	31
4.16.3. Especificaciones Del Medidor De Caudal Global Water Fp111	31
V MATERIALES Y METODOS	32
5.1 Metodología.....	32
5.2 Recorrido, Selección Y Acondicionamiento De Los Puntos De Aforo	33
5.3 Instrumentación	33
5.4. Metodología.....	33
5.5 Selección De La Sección De Aforo.	34
VI Resultados	36
6.1 Distribución De Caudales	36
VII. CONCLUSIÓN	38
VIII. RECOMENDACIONES.....	39
IX. BIBLIOGRAFIA.....	40

INDICE DE ILUSTRACIONES

ilustración 1. Fotografía En La Entrada Del Municipio De Parras (2019)	¡Error!
Marcador no definido.	
Ilustración 2. . Municipio De Parras En Coahuila (Encarta 2009).....	¡Error! Marcador no definido.
Ilustración 3. Tipos De Clima En El Municipio De Parras (Seplade-Coahuila 2002a).....	9
Ilustración 4. Mapa De La República Mexicana Con La División De Mesorregiones Y De Las Regiones Hidrológicas Administrativas (Cna 2008:15.....	11
Ilustración 6. . Distribución De Los Principales Tipos De Suelo En El Municipio De Parras (Seplade-Coahuila 2002a	14
Ilustración 7. . Distribución Del Tipo De Vegetación En El Municipio De Parras De La Fuente (Seplade-Coahuila 2019 A).....	17
Ilustración 8. Aforo Volumétrico	21
Ilustración 9. Molinete De Cazoletas.....	28
Ilustración 10. Molinete De Hélice.....	28
Ilustración 11. Instrumento De Alta Precisión Para Medir La Velocidad Del Agua.....	30
Ilustración 12. Vista General De La Zona De Estudio.	32
Ilustración 13. Estación Total Sokkia.....	34
Ilustración 14. Aforo Del Canal Principal.	35
Ilustración 15. Sección De Aforo Del Canal Principal, Entrada Al Rosario Y Antes Del Compartidor.	35
Ilustración 16.. Sección De Aforo Del Arroyo.	35

INDICE DE TABLAS

Tabla 1. Tabla De La Poblacion De Parras	5
Tabla 2. Condición De Los Acuíferos En La Región	12
Tabla 3. Para Medir La Velocidad De Una Corriente	29
Tabla 4 . De Resultados.....	¡Error! Marcador no definido.

RESUMEN

La disminución de la precipitación espacial y temporal afecta la recarga de acuíferos y la escorrentía superficial. Aunado a eso, la deficiente administración y uso irracional del agua por parte de los usuarios son los principales problemas que en la actualidad afectan a las comunidades y sector productivo; este hecho se evidencia con la disminución del caudal de los afloramientos de agua de los tajos y lumbreras, así como una baja eficiencia de distribución y uso del recurso hídrico, asociado a que en algunas regiones del país no cuentan con una legislación sobre el recurso hídrico, esto provoca conflictos en el sector social. De ahí surge la necesidad de la medición de los caudales que permitan monitorear espacial y temporalmente los afluentes, en lugares estratégicos en los cuales se estime la cantidad de agua que circula en los distintos puntos de la conducción y se construya una base de datos que ayude a tomar decisiones sobre el manejo integral del agua con los diferentes usuarios del agua.

Palabras claves:

Aforo, canal. Medidor de flujo, estación total, agua.

ABSTRACT

The decrease in spatial and temporal precipitation affects aquifer recharge and surface runoff. In addition to that, the poor administration and irrational use of water by users are the main problems that currently affect communities and the productive sector; This fact is evidenced by the decrease in the flow of water outcrops from pits and vents, as well as a low efficiency of distribution and use of water resources, associated with the fact that in some regions of the country they do not have legislation on water resources. , this causes conflicts in the social sector. Hence arises the need to measure the flows that allow spatial and temporal monitoring of the tributaries, in strategic places in which the amount of water circulating at the different points of the pipeline is estimated and a database is built to help to make decisions about comprehensive water management with different water users.

Keywords:

Capacity, channel. Flow meter, total station, water.

I. INTRODUCCIÓN.

El agua es el fundamento de la vida: un recurso crucial para la humanidad y para el resto de los seres vivos, así como para la agricultura.

La localidad de Parras de la Fuente está situada en el Municipio de Parras, el cual se localiza en la parte centro del sur del estado de Coahuila, un área compuesta por abundantes mantos freáticos y a una altura de 1,520 metros sobre el nivel del mar. Su distancia aproximada de la capital del estado es de 157 kilómetros.

Se divide en 175 localidades, cuenta con una superficie de 9,271.7 kilómetros cuadrados, lo que representan el 6.12% del total de la superficie del estado. Limita al norte con el municipio de Cuatro ciénegas; al noreste con el de San Pedro; al sur con el estado de Zacatecas; al este con los municipios de General Cepeda y Saltillo; y al oeste con el municipio de Viesca.

La localidad se encuentra en el Acuífero 505 General Cepeda- Saucedo en un acuífero subexplotado, su recarga media anual es de 113.40 hm³/año y su descarga natural comprometida es de 30.50 hm³/año la extracción del agua de manera subterránea es de 152.17hm³/año su disponibilidad media anual positiva es de 0hm³/año y negativa es de -69.27 hm³/ año datos recabados de SINA3.0 de CONAGUA.

La distribución del uso del agua en Parras se encuentra de la siguiente manera uso doméstico 1.4% pecuario 2.5% industrial 1.1% y agrícola 95.0% según datos de la INEGI.

II. OBJETIVO

Determinar el gasto en el canal de conducción de los tajos zapata y seco de Parras de la Fuente, Coahuila.

III. HIPOTESIS

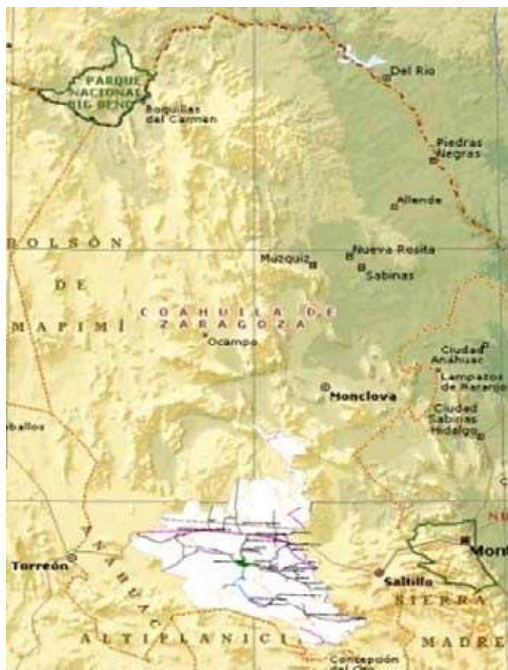
El gasto en el compartidero será menor al aforado en el Arroyo

IV. REVISION DE LITERATURA

4.1 Ubicación Geográfica de Parras



Ilustración 1 Fotografía de la Entrada de Parras.



El Municipio de Parras representa el 6.9% de la superficie total del estado de Coahuila de Zaragoza y se ubica al sur del mismo (ver la zona blanca de la Fig. 1).

Su topografía se distribuye entre los 1090 msnm (metros sobre el nivel del mar) en la parte más baja de la Laguna de Mayrán y la Laguna de Viesca y los 2710 msnm en su parte más alta en el llamado Cerro del Quemado en la Sierra de Parras (Barraza 2002:12).

Ilustración 2. Municipio de parras en Coahuila (2009)

4.2 Historia De Parras De La Fuente

- Parras de la Fuente, llamado también el Oasis del Suroeste de Coahuila, fue la cuna de Francisco I. Madero. La Hacienda de San Lázaro, dónde se encuentran las primeras bodegas de vino establecidas en América, fundadas por Lázaro García a fines del Siglo XVI.
- 1578: El poblamiento de la zona de Parras se inició cuando Martín López de Ibarra hizo una merced de tierra en el Valle del Pirineo o Valle de Parras.
- 1598: El Capitán Antonio Martín Zapata funda Santa María de las Parras. Años después se llevaron colonos Tlaxcaltecas y la población prosperó al grado de ser considerada por uno de los obispos de la Nueva Vizcaya como el Distrito más rico de la provincia.
- 1785: Parras perteneció a la jurisdicción de la Nueva Vizcaya, hasta que por Real Cédula se agregó a la Provincia de Coahuila, cuya capital era Monclova.
- 1777: Visita el lugar el caballero Teodoro de Croix, comandante general de las provincias internas.
- 1789: Parras y Saltillo son agregados a la provincia de Coahuila, dejando de pertenecer a la jurisdicción de la Nueva Vizcaya.
- 1815: Se instala en el lugar la fábrica textil La Estrella, la más antigua en México.
- 1821: Las autoridades del lugar firman la Independencia de México.
- 1846: Parras es ocupada por las fuerzas de intervención norteamericana, al mando del General John Wool.
- 1866: Las fuerzas mexicanas derrotan a los ejércitos franceses, iniciándose así el triunfo de la República sobre el Imperio.
- 1868: Parras es elevada a la categoría de Ciudad.
- 1911: Las fuerzas maderistas al mando del General Adame Macías, toman la Ciudad de Parras.

- 1868: La Legislatura Coahuilense otorga a Parras el nombre original Parras de la Fuente en honor del político e intelectual saltillense Don Juan Antonio de la Fuente.
- 1873: Nace Francisco Ignacio Madero en la Hacienda del Rosario.
- 1894: Los jesuitas ausentes de la villa desde 1767, regresan a su colegio y desde entonces permanecen al frente de la Parroquia de Santa María.

4.3 La Población De Parras De La Fuente (Coahuila De Zaragoza) Es 34,798 Habitantes.

Tabla 1. Tabla de Población en Parras.

Datos de población en Parras de la Fuente (Parras, Coahuila de Zaragoza)			
Año	Habitantes Mujeres	Habitantes hombres	Total habitantes
2020	17459	17339	34798
2010	16958	16859	33817
2005	16678	16437	33115

4.4. - El Riego En Parras, Coahuila

Parras se encuentra enclavada en una zona con clima semidesértico, la temporada de lluvias es escasa y la mayor parte del año hay sequía. A pesar de estas condiciones,

Parras contaba con escurrimientos de temporal y manantiales que aseguraban el recurso del agua durante todo el año si se le daba un manejo adecuado. Cuando se dio la expansión al Norte de la Nueva España los grupos que

La realizaron debieron adaptarse a estas condiciones y aprender a manejar ambiente hostil, no solo del medio ambiente sino también de los grupos que habitaban el área. Esta tarea requiere del conocimiento necesario para la implementación de sistemas agrícolas que permitan mantener una producción necesaria para la supervivencia; pero además de los conocimientos, requiere de una organización y de instituciones con el poder y la capacidad económica para la realización de la infraestructura hidráulica.

Uno de los puntos medulares a tratar en este trabajo lo representa la pequeña irrigación, que demanda trabajo cooperativo, una organización en función de un recurso natural escaso como el agua y de otro tipo de recursos de uso común como lo son los sistemas de riego. Las obras necesarias construidas para el regadío en Parras son concebibles sólo a través del trabajo organizado, y en esta lógica resulta indispensable contar con un instrumento político que proporcione ese control alrededor del recurso. La organización según Ostrom (1990), va en función de la escasez de agua o de algún recurso natural o de uso comunal sobre el cual exista la necesidad de organizar, para distribuir el recurso en cuestión de manera satisfactoria para todos sus usuarios. La forma en que se lleven a cabo estas actividades va a determinar el funcionamiento y mantenimiento de los recursos de uso común hay que tomar en cuenta que, aunque la comunidad se encuentre frente a una obra técnica eficiente, esta puede fallar en su funcionamiento debido al tipo de Organización social que tiene la comunidad que la usa; de igual manera, las obras técnicas ineficientes con una buena organización pueden mantenerse y producir, por lo tanto, la eficiencia real técnica depende de la organización social.

La permanencia de los sistemas de riego y de su uso, dependen además del apego que la comunidad tiene a las prácticas tradicionales. De cierta manera la comunidad de Parras cuenta con mecanismos propios que le han servido para mantener constante su organización en torno al manejo del agua, y al mismo tiempo, adaptándose a los cambios ejercidos por la dinámica del poder social, político y económico del entorno nacional y mundial.

4.5 Tipos De Captación Y Extracción De Agua

De acuerdo al estudio presentado por CNA (2004) en el acuífero General Cepeda-Sauceda (que es en el que se encuentra Parras) hay un total de 1110 obras de alumbramiento “de las cuales por tipo y porcentaje, 968 son pozos (87%) y de estos 176 se encuentran azolvados (fuera de operación), 79 a norias (7%), 51 a manantiales (5%) y 12 a tajos y galerías filtrantes (1%)”.

4.5.1. Pozos

Como mencioné anteriormente, el agua subterránea se concentra en las áreas conocidas como acuíferos. Los acuíferos se clasifican, según la estructura geológica, en: 1) Libres (zona impermeable que sirve de base a una zona permeable saturada de agua, sobre la que existe una capa permeable sin saturar); 2) Confinados (presentan permeabilidad mínima o nula, por lo tanto el agua no se mueve, comienza a acumularse y a estar sometida a fuertes presiones que pueden liberar el agua a través de manantiales y/o pozos); y 3) Semiconfinados (cuando reciben cantidades de agua por filtración durante largos periodos de tiempo).

La práctica de pozo, como técnica de extracción de agua es mencionada por Rojas (2002) en donde dice que ya en la época prehispánica se practicaba la perforación de pozos verticales como un proceso común de abastecimiento de agua para las poblaciones y pone el ejemplo de los cenotes (perforaciones hechas hasta alcanzar los ríos subterráneos, que están abiertas o conservan la bóveda casi completa). Fuera de la parte técnica, la construcción de pozos

implica un conocimiento de la ubicación del agua, también implica un proceso de organización en cuanto a la tenencia de terreno en donde se va a realizar (ejidal o privado) y esto a su vez tiene que ver con los procesos a seguir en cuanto al mantenimiento de la obra, la explotación y administración del recurso (Serrano 2000:67).

Los pozos en el acuífero General Cepeda-Sauceda se ubican por lo general en las inmediaciones de las sierras o sobre estas y alcanzan profundidades que van de 50 y hasta 200 m. Pero hay también los que se utilizan para abastecer la ciudad de Saltillo y de Parras que se encuentran a una profundidad de 600 y 700 m. Según el Censo de Obras (CNA 1999), en Parras hay 353 pozos registrados cuyas aguas se emplean para la agricultura, uso doméstico, agua potable y abrevadero.

4.5.2. NORIAS

Según el Censo de Obras (CNA 1999), en Parras hay 72 norias que tienen un registro y que se encuentran en uso. El agua de ellas es empleada como agua potable, uso doméstico y para la agricultura. Estas son una especie de pozo pero de menores dimensiones, por encontrarse el manto freático cerca de la superficie. Según el estudio presentado por CNA (2004) las norias predominan en el valle de Parras y su profundidad es del orden de 20 m.

2.5.3. MANANTIALES.

Hay referencias de manantiales en el área de Parras desde las descripciones de los colonizadores en el siglo XVI. Actualmente el Censo de Obras en Parras indica que hay 35 manantiales registrados (CNA 1999) y que son empleados para proveer de agua potable, para el uso doméstico y para la agricultura. Pero no hacen una definición de lo que es un manantial porque entre los que se encuentran registrados consideran al Tajo de Ramos.

Los manantiales también conocidos como ojos de agua son flujos naturales de agua que surgen por un área restringida del interior de la tierra. Pueden aparecer en tierra firme o ir a dar a cursos de agua, lagunas o lagos. Los manantiales pueden ser permanentes o intermitentes. Por su origen pueden ser atmosféricos que es cuando el agua de lluvia que se filtra en la tierra emana en otro lugar a menor altitud, justo donde el nivel freático se corta con la superficie; o ígneos, que es cuando el agua tiene contacto con rocas ígneas y calentadas por estas, dando origen a los manantiales de agua caliente o aguas termales o a los géiseres (Encarta 2003).

4.5.4. Tajos O Galerías Filtrantes.

Como los pozos y las norias, la manufactura de galerías es otra técnica de captar agua y conducirla hasta la superficie donde puede ser utilizada por los regantes. Consiste en la excavación de un túnel o galería horizontal que funciona como canal subterráneo y capta el agua por filtración del manto freático.

4.6 Clima

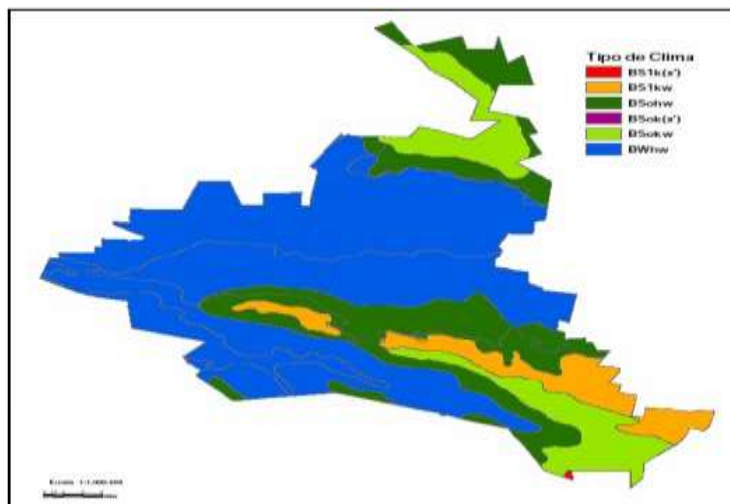


Ilustración 3. Tipos De Clima En El Municipio De Parras (Seplade-Coahuila 2002a).

En cuanto al clima, como se puede percibir en el mapa la mayor parte del municipio (58.83% del área) es seco con invierno fresco y lluvias en verano (BW_{hw}). El clima seco semicalido con lluvias en verano (Bso_{hw}) cubre una superficie del 20.89% en el norte y alrededor de la ciudad de Parras. El clima seco con verano cálido y lluvias en verano (BSO_{kw}) ocupa una superficie del 12.34% en el norte y sureste del municipio. Y el clima seco semiseco con lluvias y verano cálido (BS1_{kw}) se ubica principalmente en la sierra La Panocha y ocupa una superficie del 7.88%. En general, el clima es cálido seco en el área circundante, pero al entrar al área urbana de Parras se puede percibir tanto sensorial como visualmente un cambio en los niveles de humedad, proyectando el caprichoso contraste de un oasis en el desierto.

Las temperaturas promedio en el Municipio de Parras durante el Período 1987-1995 es de 20.1°C, bajando el año más frío a 18.2°C y el más caluroso a 20.6°C. Las variaciones (promedio de la última década, CONAGUA 2000) que se dan en el año son:

Municipio	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
Parras	13.8	15	18.3	21.3	25	25.2	25.2	24	22.1	19.5	17.1	13.8

En el Municipio de Parras las precipitaciones (Mm) se dan de la siguiente manera (promedio de la última década, CONAGUA 2000):

Municipio	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
Parras	16.4	10.0	16.7	11.3	26.6	44.3	72.3	59.4	58.0	21.1	14.8	15.5

4.7 Hidrografía



Ilustración 4. Mapa De La República Mexicana Con La División De Mesoregiones Y De Las Regiones Hidrológicas Administrativas (Cna 2008:15)

Parras es parte de la REGION HIDROLOGICA 36 NAZAS-AGUANAVAL (ver Anexo II). Esta se encuentra formada por una Cuenca Cerrada, que recibe su nombre porque los Ríos Nazas y Aguanaval descargan en ella. Existen en la Región un total de 64 acuíferos y como se puede apreciar en la Tabla 2,

Tabla 2. Condición de los acuíferos en la Región

Subregión	Número de Acuífero	Recarga (hm ³ /Año)	Extracción (hm ³ /Año)	Grado de Explotación
Mapimi	5	42.3	32.4	-23%
Comarca Lagunera	10	871.8	1 296.7	49%
Nazas	12	37.5	24.3	-35%
Aguanaval	5	132.2	135.7	3%
El Salado	32	867.3	1 059.9	22%
Total Regional	64	1 951.1	2 549.0	31%

La mayoría de estos se encuentran sobreexplotados. Es posible considerar que después de la Subregión El Salado, la Subregión Comarca Lagunera Parras es una de las que presenta mayor potencial de recarga.

4.8. – Orografía

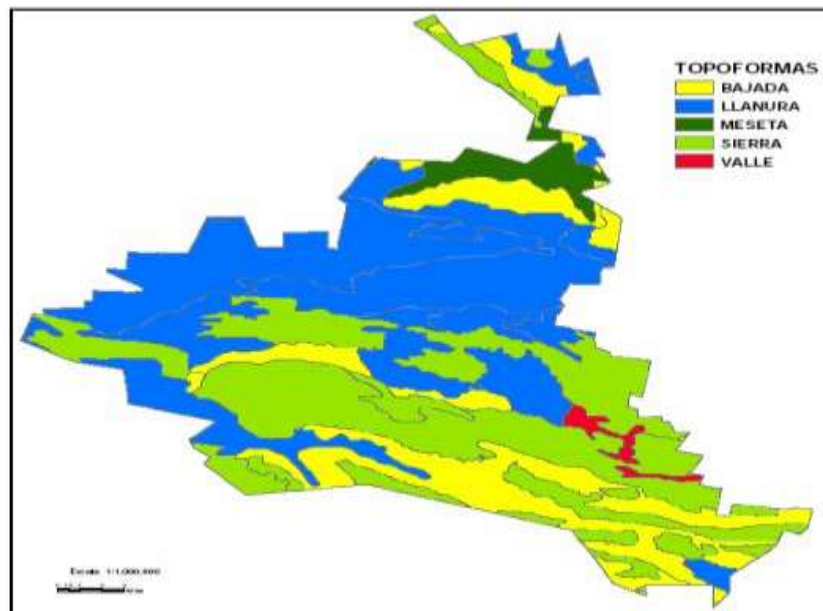


ilustración 5 Topoformas en el Municipio de parras
(Seplade -Coahuila 2008

De acuerdo al mapa (Fig. 5) en el municipio de Parras se encuentran las siguientes topoformas:

4.8.1. Llanura.

superficie plana de tierra, a menudo de gran extensión, resultado de la erosión o de la deposición de materiales. Ocupa un 41.95% del área del municipio de Parras.

4.8.2. Sierra.

serie de cadenas montañosas que ocupa el 34.09%. La formación de Sierras se ubica al Sur.

4.8.3. Bajada.

cubre una extensión de terreno del 19.37% y se localiza en la Bajada Gómez Farias, Bajada el Muerto y Bajada Santa Bárbara.

4.8.4. Meseta.

relieve extendido y poco accidentado, cuya parte superior es plana, rodeada normalmente por laderas empinadas y abruptas (3.56%).

4.8.5. Valle.

depresión de la superficie terrestre, de forma alargada e inclinada hacia un lago, mar o cuenca endorreica. La formación de valle solo ocupa un 1.04% del área total del municipio

4.9 Edafología

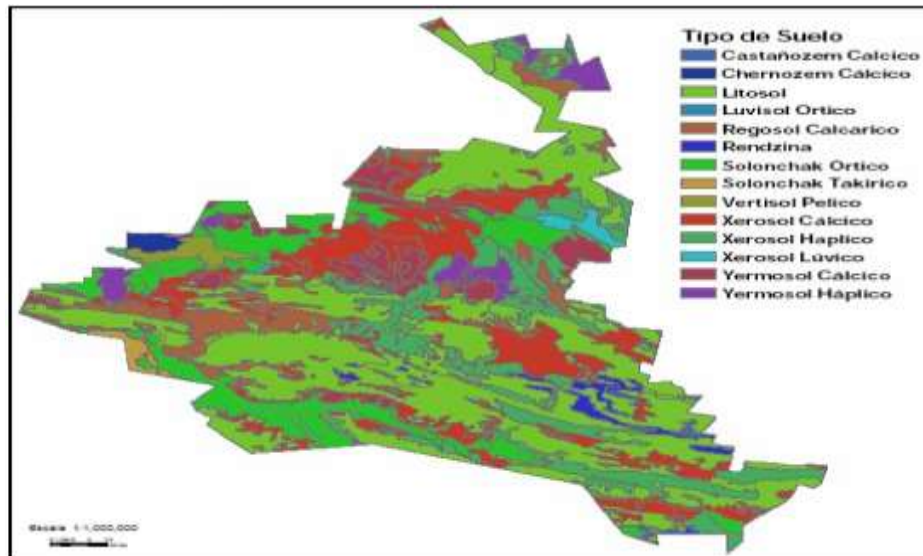


Ilustración 6. . Distribución De Los Principales Tipos De Suelo En El Municipio De Parras (Seplade-Coahuila 2002a)

Los tipos de suelos que hay en el municipio se encuentran representados en el mapa de la Ilustración. 6 y son los siguientes:

4.9.1. Litosoles.

que se caracterizan por ser superficiales (tienen menos de 10 cm de espesor antes de llegar a la roca, tepetate o caliche), se pueden localizar en el sistema montañoso y en áreas de meseta (abarcan aproximadamente 37.78% del territorio municipal), de acuerdo a la descripción orográfica previa.

4.9.2. Xerosol Cálxico.

es un suelo con poca susceptibilidad a erosionarse, excepto cuando están en pendiente, sobre caliche y tepetate. Como su nombre lo indica presenta acumulación de cal (Barraza A. 2002:31) y es posible encontrarlo en áreas de llanura y bajada (cubren aproximadamente 17.20% del territorio municipal).

4.9.3. Xerosol Háplico.

posee las características del Xerosol (poca susceptibilidad a la erosión, excepto cuando están en pendiente, sobre caliche y tepetate). Pero además tiene una capa superficial de color claro y muy pobre en humus, se distribuye en zonas de llanura y bajada (abarca un 13.21%).

4.9.4. Solonchak Órtico.

posee altos contenidos de sales y se encuentra en la llanura de Marte (se extiende en un 11.91% de la superficie).

4.9.5. Regosol Calcárico.

son de color claro y se parecen a las rocas que los subyacen cuando no son profundos; esta subunidad, como su nombre lo indica, es rica en cal y por lo tanto es más fértil que los Regosoles simples (Barraza A. 2002:32). Abarca solo un 6.07% del área del municipio.

4.9.6. Yermosol Cálxico.

el Yermosol es un tipo de suelo que se presenta en las zonas áridas del Norte del país, su capa superficial es clara y presenta un subsuelo rico en arcilla o similar a la

capa superficial (Barraza A. 2002:30). Esta subunidad presenta acumulación de cal en el subsuelo y cubre una superficie del 5.57% del total del área del municipio.

2.9.7. Yermosol Hálpico.

con representación del 2.87%.

4.9.8. Rendzina.

es un suelo poco profundo y pegajoso, con una capa superficial abundante en humus y muy fértil, que se presenta sobre rocas calizas o de algún material rico en cal (Barraza A. 2002:32); cubre solo el 1.83% del área del municipio.

4.9.9. Vertisol Pélico.

con 1.06%.

4.9.10. Xerosol Luvico.

es también un suelo con poca susceptibilidad a erosionarse, excepto cuando están en pendiente, sobre caliche y tepetate. Esta subunidad se caracteriza por tener un subsuelo con acumulación de arcilla y mayor acumulación de agua que las otras subunidades (Barraza A. 2002:31). Los colores que presenta son rojizos o claros (pardos) y se encuentran presentes solo en el 0.88% del área.

4.9.11. Solonchak Takirico.

es un suelo salino y se encuentra en solo el 0.67% del área.

4.9.12. Chernozem Cálcico.

con 0.53%.

4.9.13. Castañozem Cálcico.

con 0.39%.

4.9.14 Luvisol Ortico.

con 0.03%.

4.10. Vegetación

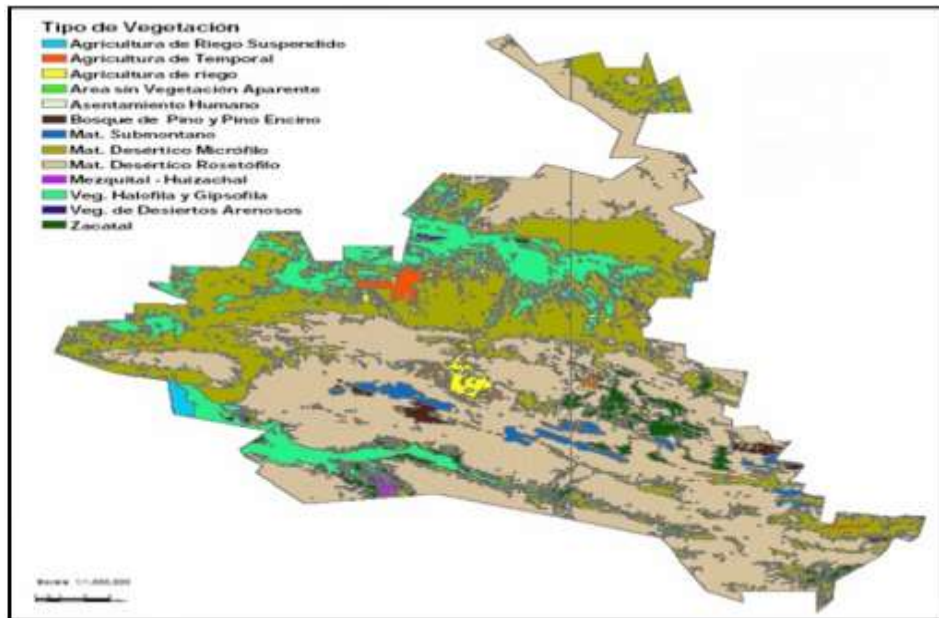


Ilustración 7. . Distribución Del Tipo De Vegetación En El Municipio De Parras De La Fuente (Seplade-Coahuila 2019 A).

La vegetación actual que presenta esta región es.

4.10.1 Matorral Desértico Rosetófilo.

ubicado en áreas de sierras y bajadas, ocupa un 48.35% de la superficie total del municipio.

Dentro de las especies características de esta vegetación, está la presencia dominante del agave lechuguilla y como los más comunes hay *Parthenium argentatum* (guayule), *Jefeá brevifolia*, *Opuntia microdasys*, *Fouguieria splendens*, *Jatropha dioica*, etc.

4.10.2. Matorral Desértico Micrófilo.

ocupa un 30.06% de la superficie en áreas de llanura y bajada, dominado por arbustos como la Larrea Tridentada, que es la más frecuente y las asociadas más comunes son Flourensia cernúa, Parthenium incanum, Propopis glandulos y Acacia neouvernica.

4.10.3. Vegetación Halófila y Gypsófila.

Está determinada por las condiciones edáficas locales donde se propicia la acumulación de sedimentos salinos, con comunidades de los géneros Atriplex,

Allenrolfea, Suaeda, Distehliz, Sporobolus Sesuvium y Lycicum presente en las llanuras Laguna de Mayrán y Viesca en una superficie del 12.3%.

4.10.4. Zacatal.

Es la vegetación dominada por gramíneas cubre un 3.92% en el centro del municipio. La especie que domina es el zacatal en combinación con arbustos y cactáceas son Boutelova gracilis, Aristida Spp, Boutelova spp, Lycurus phleoides, Muhlenbergia spp, stipa emimens, etc.

4.10.5. Matorral Submontano.

que se distribuye en una pequeña área que abarca el 1.57%.

4.11.- Metodología De Aforo.

4.11.1. Importancia Y Motivos De Los Aforos De Canales

Conforme al artículo 7, Fracción III de la Ley de Aguas Nacionales de México, “la instalación de los dispositivos necesarios para la medición de la cantidad y calidad de las

aguas nacionales y en general para la medición del ciclo hidrológico es de utilidad pública” (SEMARNAT, 2004. pp. 34). En ese sentido, existen más de 600 estaciones hidrométricas para medir el caudal en los canales y ríos principales del país (CNA, 2006). Entre los motivos para medir el caudal se pueden destacar los siguientes:

- Cuantificar los volúmenes y gastos que se deseen almacenar y controlar en las nuevas obras hidráulicas.
- Determinar las cantidades de agua disponible para diversos usos en las fuentes naturales y obras de abastecimiento.
- Cuantificar los volúmenes de agua a cobrar para diferentes usuarios incluyendo industrias, centrales hidroeléctricas, riego para agricultura, etc.
- Operar la red de canales para suministrar los caudales requeridos en las zonas de cultivo.
- Identificar avenidas en tiempos de eventos climáticos extremos.

Para que la red de monitoreo sea útil, debe proporcionar datos precisos a intervalos adecuados que permitan la toma de decisiones. Esto implica el empleo de métodos y técnicas internacionalmente acreditados y aptos para las condiciones específicas que se presentan en los canales a aforar. El avance en tecnología aplicada a la instrumentación ha resultado en el desarrollo de instrumentos más precisos y rápidos que facilitan la realización de mediciones. Sin embargo, aún existe una carencia de experiencia e información experimental con respecto a ciertos aspectos de las prácticas comunes para aforar en canales.

4.11.2.- Métodos De Aforo

La medición de gasto o caudal no es un fin en sí mismo, es una acción que se realiza con fines ajenos a la medición misma. Se mide para conocer la cantidad de agua que pasa por un cierto sitio porque se tiene una necesidad para hacerlo. Muchos y muy diversos son los motivos por los cuales se emprende el ejercicio de medir; por ejemplo, se requiere cobrar el agua que se entrega, o bien, se necesita medir la cantidad de agua extraída a una presa para dosificar extracción. (González, 2016)

De la reflexión anterior surge la primera recomendación: para evaluar la calidad de la medición, se debe establecer, como premisa, la claridad en la intención de medir, sus delimitaciones concretas y sus alcances reales y factibles. (González, 2016)

Encontrar la mejor coincidencia entre los requerimientos de medición, la problemática relacionada y la oferta de medidores en el mercado, se convierte en la esencia de esta etapa. Los requerimientos de medición imponen cierta calidad en el acto de medir para cumplir con dichos requerimientos. Un dispositivo de medición deberá contar con atributos tales que cumpla con los requerimientos y que supere la problemática relacionada. En esta etapa se debe revisar la oferta de dispositivos y técnicas que se tienen y que cumplen o cubren los requerimientos, para tener una medición de calidad. (González, 2016)

Los dispositivos para aforar deben ser: fáciles de leer e instalar, hidráulicamente eficientes, precisos, autolimpiables y resistentes al uso, con la finalidad de reducir su mantenimiento. (CONAGUA, 1992). El método más confiable es el volumen – tiempo, pero su aplicación es limitada por que no se pueden llevar al campo grandes tanques o recipientes para captar el agua.

4.11.3. Métodos De Aforo Directo

Este tipo de aforos son los más recomendables, debido a que en la práctica de los mismos, se puede tener mayor control sobre la determinación de las variables que intervienen en la obtención del gasto. La clasificación de los aforos directos se debe principalmente a la manera en que se determina la velocidad media en la expresión hidráulica, ya que esta última se puede definir con menos posibilidades de error mediante sondeos o un levantamiento topográfico (Bernabé, 2005).

Este método se usa para medir el gasto en conductos pequeños como los sifones o en tubos cortos de descarga de agua en un surco o melga. Expresan el gasto como una función del volumen sobre tiempo ($Q = V / t$). Entre ellos están:

4.11.4. Aforo Volumétrico:

Se emplea por lo general para caudales muy pequeños y se requiere de un recipiente de un volumen conocido para coleccionar el agua. El caudal resulta de dividir el volumen de agua que se recoge en el recipiente entre el tiempo que transcurre en coleccionar dicho volumen (Monroy, 2010).

Dónde:

$$Q=V/t$$

Q = Caudal (l/s)

V = Volumen (l)

t = Tiempo (s)

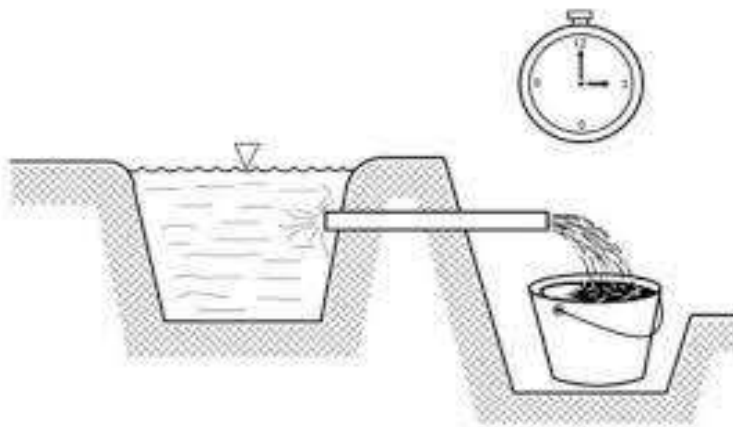


Ilustración 8. Aforo Volumétrico

4.11.5. Aforo Gravimétrico:

Se pesa el volumen colectado ($w = v \cdot d$) y el tiempo (t) se registra como en el método anterior. Se corrige el peso restando la tara del recipiente (Pérez N. N., 2014).

$$Q = w / (d (t))$$

d: peso específico del fluido

4.11.6. Métodos Indirectos

Como métodos indirectos se tendrán aquellos en que la determinación de la velocidad del agua se realiza empleando formulas hidráulicas aplicables a cada caso especial; ya sea un rio, un canal, un vertedor, un orificio, entre otros. (Bernabé, 2005).

4.11.7. Métodos área – velocidad

Una forma de medir el caudal pasante en un cauce es a través de mediciones independientes de la velocidad media del flujo, v, y del área de escurrimiento, A. Es importante notar que la velocidad considerada es aquella que es normal al área, por lo que al existir componentes tangenciales de magnitud importante se cometen errores que afectan los aforos (Valdés, 2007).

Considerando lo anterior se puede obtener el caudal a través de la siguiente relación:

$$Q = A \cdot v$$

Donde:

A: área de la sección de aforo.

v: velocidad media de escurrimiento

4.11.8.- Importancia Y Motivos De Los Aforos De Canales.

Conforme al artículo 7, Fracción III de la Ley de Aguas Nacionales de México, “la instalación de los dispositivos necesarios para la medición de la cantidad y calidad de las aguas nacionales y en general para la medición del ciclo hidrológico es de utilidad pública” (SEMARNAT, 2004. pp. 34).

En ese sentido, existen más de 600 estaciones hidrométricas para medir el caudal en los canales y ríos principales del país (CNA, 2006). Entre los motivos para medir el caudal se pueden destacar los siguientes: • Cuantificar los volúmenes y gastos que se deseen almacenar y controlar en las nuevas obras hidráulicas. • Determinar las cantidades de agua disponible para diversos usos en las fuentes naturales y obras de abastecimiento.

4.11.9. Medición Del Flujo En Estaciones De Aforo

Se presentan los principales métodos para determinar el caudal en un cauce natural. Debido a la gran cantidad de equipos e instrumentos de medición que existen y que se encuentran en el mercado, se mencionarán con mayor interés los que estén más relacionados con el objetivo del presente trabajo de investigación

4.11.10 Estaciones De Aforo

Una estación de aforo por lo regular es el lugar en donde se cumplen las características necesarias para aplicar un método de aforo en forma confiable, precisa y sistemática. Por lo cual es importante, en primera instancia conocer y establecer el método de aforo y después los instrumentos y protocolos a seguir para que el sistema cumpla con los requisitos de medición.

La contabilidad de flujo se estima para un cierto intervalo conocido y los volúmenes de escurrimiento se determinan por el producto punto de la velocidad por el vector normal integrado sobre un intervalo de muestreo (Braithwaite, 2008).

Conforme al artículo 7, Fracción III de la Ley de Aguas Nacionales de México (LAN, 2004), se ha establecido la instalación de los dispositivos necesarios para la medición de la cantidad y calidad de las aguas nacionales y en general para medición del ciclo hidrológico es de utilidad pública.

En este sentido, existen más de 600 estaciones hidrométricas para medir el caudal en los canales y en los ríos principales del país. Entre los motivos para medir el caudal se pueden destacar los siguientes:

- Cuantificar los volúmenes y caudales que se deseen almacenar y controlar en las nuevas obras hidráulicas.
- Determinar las cantidades de agua disponible para diversos usos en las fuentes naturales y obras de abastecimiento.
- Cuantificar los volúmenes de agua a cobrar para diferentes usuarios incluyendo industrias, centrales hidroeléctricas, agricultores, etc.
- Operar la red de canales para suministrar los caudales requeridos en la zona de cultivo y satisfacer el caudal requerido por los usuarios.
- Diseñar obras hidráulicas y obras de construcción como puentes, pilas y túnele

4.12. Características De La Sección De Aforo

La ubicación de la sección de aforo se determina de acuerdo con las características de la corriente y debe cumplir con algunos requisitos listados a continuación: • Sección estable: La sección escogida para efectuar la determinación del caudal mediante aforo líquido, debe ubicarse en un tramo recto, lo más homogéneo posible, con el fin de garantizar la distribución adecuada de las velocidades verticales en cada punto y la estimación de caudal para la sección.

4.13 Método De Área-Velocidad.

4.13.1 Métodos Área – Velocidad

Una forma de medir el caudal pasante en un cauce es a través de mediciones independientes de la velocidad media del flujo, v , y del área de escurrimiento, A . Es importante notar que la velocidad considerada es aquella que es normal al área, por lo que al existir componentes tangenciales de magnitud importante se cometen errores que afectan los aforos (Valdés, 2007).

Considerando lo anterior se puede obtener el caudal a través de la siguiente relación:

$$Q = A \cdot v$$

Dónde: A : área de la sección de aforo.

V : velocidad media de escurrimiento.

El método área-velocidad se basa en una forma simplificada de la ecuación de continuidad de flujo que expresa el caudal pasando por una sección mediante la relación siguiente:

$$Q = V A$$

Donde, Q es el caudal en m^3/s , V , la velocidad media del flujo en m/s , y A , el área transversal de la sección en m^2 .

El método área-velocidad es ampliamente utilizado para estimar el caudal debido a su facilidad de aplicar canales grandes en comparación con otros métodos proporciona buenos resultados cuando se logra una alta precisión en la medición de la velocidad.

La norma de referencia para la aplicación del método de área-velocidad es la ISO-748 (2007), que especifica los métodos para la determinación de la velocidad y el área transversal para la determinación del flujo en canales abiertos.

Esta norma cubre los métodos para medir las velocidades con molinetes o flotadores. El sitio para aplicar el método en un cauce debe cumplir en lo más posible los siguientes requerimientos:

4.14.2. Estructuras de medición por cambio de régimen.

Las estructuras de medición de cambio de régimen tienen su principio de funcionamiento en las condiciones

que se forman por la generación de una sección de control o crítica. Entonces, la relación entre el tirante y caudal es unívoca por efecto del cambio de régimen (French, 1988).

4.14.3. Velocidad Media Del Agua En Una Corriente

En este inciso se proporcionan los antecedentes, respecto al origen de los coeficientes empleados en los aforos con molinete. La velocidad del agua en los canales abiertos depende: de las características de la sección transversal, rozamiento, viscosidad, tensión superficial y alineación de la corriente. Las líneas de igual velocidad son aproximadamente paralelas al fondo y a los costados del canal. En la superficie se presenta una disminución ligera de la velocidad. Con base en mediciones experimentales sobre la distribución de velocidades, que se presenta en una vertical de la corriente, se concluyeron las siguientes reglas prácticas (Manual de hidráulica King 1981).

4.15 Tipos De Molinetes.

4.15.1. Molinetes.

Los molinetes son aparatos constituidos de paletas o conchas móviles, las cuales, impulsadas por el líquido, dan un número de revoluciones proporcional a la velocidad de la corriente. Existen dos tipos de molinetes, el de cazoletas y el de hélice, los cuales pueden ser montados sobre una varilla para el aforo de corrientes superficiales o suspendidos desde un cable durante el aforo de ríos, diques profundos, etc.

4.15.2. Existen 2 tipos de molinetes: el molinete de cazoletas,

En ambos casos, el molinete posee un tipo de interruptor en su rotor, el cual por cada giro que efectuó genera un pulso eléctrico; estos pulsos pueden ser visualizados en un contador electrónico que será el encargado de captar las pulsaciones por cada revolución del rotor en un tiempo determinado. (cuevadelcivil /2011/02)

4.15.3. Molinetes Tipo Cazoletas.

Es un instrumento usado para medir la velocidad del agua en un canal abierto, que puede variar desde una pequeña escorrentía, hasta una inundación en el río Amazonas. El principio de funcionamiento se basa en la proporcionalidad entre la velocidad del agua y la velocidad angular resultante del rotor. La velocidad del agua se mide en diferentes puntos de la corriente poniendo el equipo y contando el número de revoluciones del rotor durante un intervalo de tiempo determinado.

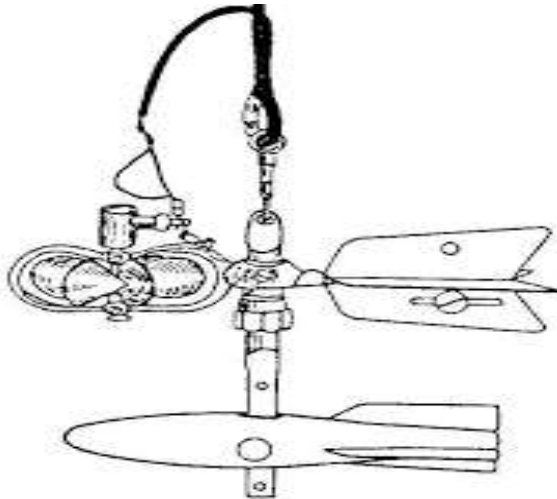


Ilustración 9. Molinete de Cazoletas

4.15.4. Molinete Tipo Hélice.

El molinete es un instrumento que tiene una hélice, la cual gira al introducirla en una corriente de agua. La velocidad de rotación es proporcional a la velocidad de la corriente.

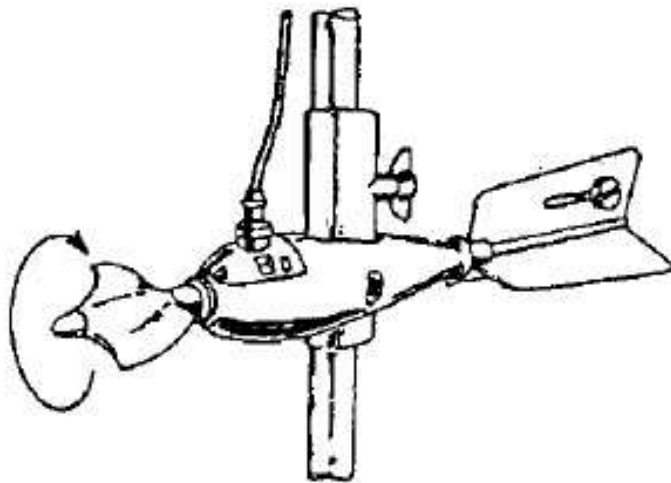
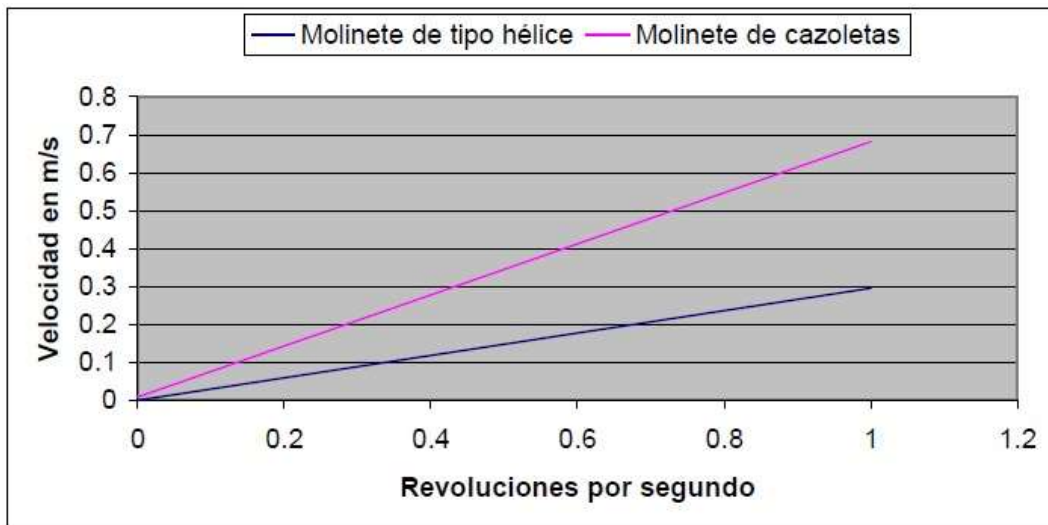


Ilustración 10. Molinete de Hélice

Cada molinete viene calibrado de fábrica y acompañado de una tabla o ecuación, donde se relaciona la velocidad angular de la rueda giratoria con la velocidad de la corriente. La relación típica se ajusta a una recta con una ligera desviación cerca del origen.

Para medir la velocidad de una corriente, el molinete se instala por abajo del espejo de agua, a 0.6 del tirante (medido desde la superficie) y las revoluciones de la ruedecilla se cuentan en un intervalo de tiempo previamente establecido (usualmente un minuto).

Tabla 3.(Para Medir La Velocidad De Una Corriente)



Cuanto mayor sea el número de registros realizados en un mismo punto de aforo, más confiable será la apreciación de la velocidad medida; por lo mismo, se sugiere explotar las velocidades de corriente en diferentes puntos igualmente espaciados sobre el espejo del agua, sumergiendo el instrumento a 0.2 y 0.8 del tirante respectivo. En canales y acequias donde el ancho del espejo del agua sea menor de 3 m, la sección puede dividirse en tres o cuatro segmentos de igual longitud, pero en corrientes de gran anchura se acostumbra a hacer las mediciones cada 3 m sobre el espejo, operando desde un puente o un andamio. Las revoluciones del impulsor, dadas por el intervalo de tiempo, pueden ser contadas visualmente en una corriente superficial de agua clara y tranquila,

sin embargo, en corrientes de agua turbia y caudalosa es necesario un contador eléctrico para registrarlas.

4.16. Medidor De Caudal Tipo Molinete Global Water Modelo Fp111

Instrumento de alta precisión para medir la velocidad del agua en canales abiertos y tuberías parcialmente llenas. Es una sonda de velocidad de agua que consiste en un sensor de desplazamiento positivo de turbo propulsor de agua, protegido y acoplado con un mango de sonda expansible que termina en una pantalla de lectura digital.



Ilustración 11. Instrumento De Alta Precisión Para Medir La Velocidad Del Agua

4.16.1. Características Del Medidor De Caudal Global Water Fp111

- Facil empleo de video.
- Material de aluminio anodizado con acero reduce el peso manteniendo su dureza.
- Bajo costo de mantenimiento.
- Accesorios reemplazables.
- Facil transporte.
- No necesita de fuentes de energía externas.
- Almacenamiento de 30 registros.
- Alta precisión.

- Puede ser empleado en aforos de hasta 1.8m de profundidad.
- De alta precisión para medir la velocidad del agua.
- Ideal para la investigación de campo y el monitoreo de rutina.
- Mide el caudal de forma indirecta, sin importar el ancho de la sección transversal.
- Temporizador, advertencia de batería baja.
- Computadora digital a prueba de lluvia.
- Ligero, resistente y confiable.

4.16.2.- Aplicaciones Del Medidor De Caudal Global Water Fp111

- Estudios de escorrentía de aguas pluviales.
- Mediciones de flujo de alcantarillado.
- Medición de flujos en ríos y arroyos.
- Monitoreo de la velocidad del agua en zanjas y canales.

4.16.3. Especificaciones Del Medidor De Caudal Global Water Fp111

- Rango de Medición: 0.1 m/s hasta 6.1 m/s.
- Precisión: 0.030 m/s.
- Promedio: Actualizable una vez por segundo.
- Pantalla Digital: LCD, con protección UV. ft/s, m/s.
- Longitud: Expandible 1.1 a 1.8m.
- Memoria: Almacenamiento 30 datos con MIN, MAX, PROM.
- Sensor: Turbo Prop hélice con sensor magnético.
- Material de la varilla: PVC y Aluminio anodizado con acero inoxidable.
- Material del computador ABS policarbonato con recubrimiento de poliéster.
- Batería: De litio duración 05 años.
- Temperatura -20° a 70° C.

- Estuche: Acolchado.
- Certificado: Certificado de fábrica.

V MATERIALES Y METODOS

5.1 Metodología

Localización del sitio de análisis.

El municipio de Parras De La Fuente se localiza en la parte central del sur del estado de Coahuila, en las coordenadas geográficas 102°11 '10" longitud oeste y 25°26 '27" latitud norte, a una altura de 1,520 metros sobre el nivel del mar. Limita al norte con el municipio de Cuatrociénegas; al noreste con el de San Pedro; al sur con el estado de Zacatecas; al este con los municipios de General Cepeda y Saltillo; y al oeste con el municipio de Viesca. Se divide en 175 localidades. Se localiza a una distancia aproximada de 157 kilómetros de la capital del estado (Figura 11).

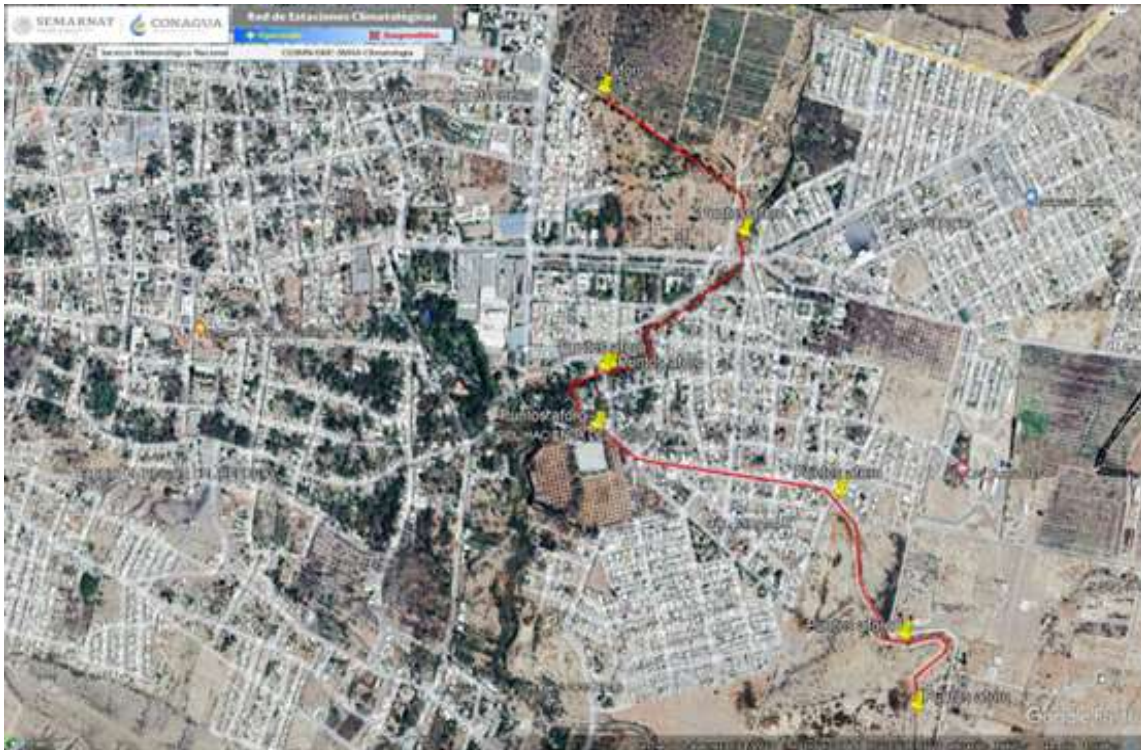


Ilustración 12. Vista General De La Zona De Estudio.

5.2 Recorrido, Selección Y Acondicionamiento De Los Puntos De Aforo

Antes de iniciar los aforos correspondientes se visitaron los diferentes puntos donde se realizarían las mediciones, en compañía de los usuarios del agua y autoridades municipales, esto para poder determinar el sitio más adecuado y no exista alteraciones de los valores obtenidos. Se seleccionaron puntos donde el canal estuviera recto, descartando lugares donde existían curvas o alteraciones en la base del canal por la sedimentación.

5.3 Instrumentación

- Caudalímetro marca Global Wáter modelo FP111, con una precisión de 0.1 ft/s a una frecuencia de 10 Hz.
- Estación total Sokkia Modelo SET650RX
- Estadal
- Prisma
- Flexómetro de 3 m
- Tabla con soporte para el caudalímetro

5.4. Metodología

En la determinación del caudal o gasto de cada canal se utilizó la siguiente ecuación

$$Q = A \times V$$

Donde:

Q = Gasto (m³/s)

A = área (m²)

V = Velocidad (m/s)

5.5 Selección De La Sección De Aforo.

El área transversal se obtuvo con una estación total, dicha información de la estación total fue procesada en AutoCAD y CivilCAD para obtener el área de cada una de las secciones de los canales donde se midió el flujo de agua, se optó por la utilización de la estación por su precisión milimétrica en la toma de puntos.



Ilustración 13. Estación Total Sokkia

La velocidad del flujo se obtuvo con un caudalímetro, para obtener una velocidad promedio se realizaron 3 mediciones en el mismo perfil (centro del canal), cada medición tuvo una duración de 1 min. En el canal principal se realizaron toma de velocidades en tres perfiles tal y como se muestra en la figura 3, lo anterior debido a que el ancho del canal es grande y no puede ser representado por un solo perfil de velocidad. El rango de medición del caudalímetro fue entre el 20 y 80 % del tirante para profundidades mayores a 0.8 m, para profundidades menores a 0.8 m la velocidad se midió a 40 % del tirante.

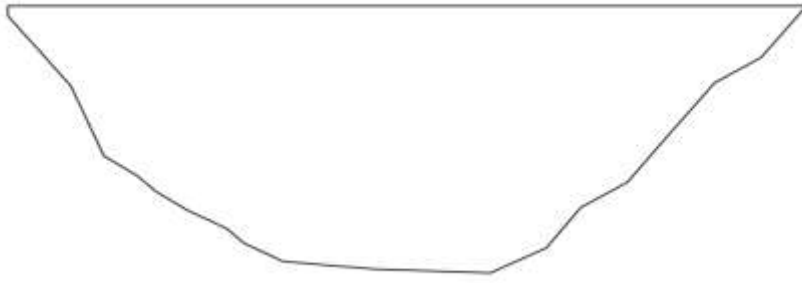


Ilustración 14. Aforo Del Canal Principal.

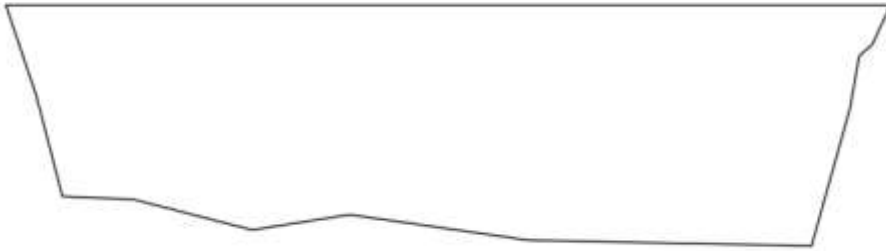


Ilustración 15. Sección De Aforo Del Canal Principal, Entrada Al Rosario Y Antes Del Compartidor.



Ilustración 16.. Sección De Aforo Del Arroyo.

VI RESULTADOS

Tabla 4. Resultados

No.	Lugar	Gasto l/s	HORA	Fecha
1	Predio Miramar 1	298.00	05:49:00 p. m.	27/09/2023
2	Predio Miramar 1	325.09	09:02:00 a. m.	28/09/2023
3	Predio Miramar 1	298.00	02:06:00 p. m.	28/09/2023
4	Predio Miramar 2	298.00	06:43:00 p. m.	27/09/2023
5	Predio Miramar 2	318.31	09:16:00 a. m.	28/09/2023
6	Predio Miramar 2	298.00	02:15:00 p. m.	28/09/2023
7	Colonia Miramar	315.21	08:10:00 a. m.	28/09/2023
8	Colonia Miramar	291.57	02:20:00 p. m.	28/09/2023
9	Hacienda	309.82	09:54:00 a. m.	28/09/2023
10	Hacienda	280.78	02:34:00 p. m.	28/09/2023
11	Tajo Seco	93.76	10:57:00 a. m.	28/09/2023
12	Arroyo	441.44	11:35:00 a. m.	28/09/2023
13	El Rosario entrada	342.94	01:38:00 p. m.	28/09/2023
14	El Rosario entrada	385.80	01:32:00 p. m.	27/09/2023
15	Compartidero	385.76	12:47:00 p. m.	27/09/2023

6.1 Distribución de Caudales.

El recorrido que realiza el agua desde el predio Miramar hasta el compartidero es aproximadamente de 4.6 km, a través de este recorrido el agua se conduce por canal de piedra, concreto y tierra. El gasto del tajo zapata durante la tarde es de 321.70 y de 296.71 l/s en la mañana en promedio. Como se puede observar en la tabla anterior el gasto de la mañana es diferente al gasto que tiene en la tarde con alrededor de un 7.77 % de diferencia que representan 25 l/s. Este comportamiento puede deberse a las entradas de aguas horizontales o verticales al acuífero o zonas de recargas. El aforo en el punto del estanque la hacienda por la mañana del 28 de septiembre de 2023 fue de 309.82 l/s lo que muestra que desde el primer punto de aforo en el predio Miramar a la

hacienda (1.55 km de distancia de un punto a otro) se tiene una posible pérdida pudiendo deberse a infiltraciones, evaporación o variación del flujo del Tajo de 11.88 l/s.

El tajo seco y zapata aportan al arroyo un gasto de 403.58 l/s específicamente en el estanque la Hacienda, se aforo el arroyo debajo del puente que se encuentra en la calle Miguel Hidalgo teniendo un gasto de 441.44 l/s, los usuarios comentan que el arroyo tiene un flujo de agua ± 30 l/s. lo cual puede explicar el gasto aforado en dicho punto.

El gasto que llega al canal de compartidero (Nogalera el Rosario) específicamente en el inicio del canal es de 385.80 l/s, este valor fue corroborado aforando antes de la distribución del agua obteniendo un gasto de 385.76 l/s, estos valores se tomaron el mismo día (28 de septiembre de 2023) con una diferencia de tiempo entre muestra de 45 min. Dado lo anterior se puede mencionar que del caudal aforado en el arroyo con respecto al del compartidero, se tiene una pérdida de alrededor de 55.68 l/s que representa un 12.61 %.

VII. CONCLUSIÓN

Los caudales aforados disminuyen conforme se avanza de los tajos hacia el compartidero, esto posiblemente se deba a que existen infiltraciones en algunos puntos de los canales, además las infiltraciones en el arroyo provocan que el gasto aforado disminuya en el compartidero.

El caudal durante la mañana es mayor que en horas de la tarde, pudiendo ser provocado por el comportamiento del acuífero en las recargas verticales y horizontales.

VIII. RECOMENDACIONES

Etapa 1.

- Para una mayor eficiencia en la conducción del agua se recomienda mantener limpios todos los canales de conducción.
- Establecer puntos fijos de aforo, los cuales se recomienda estén ademados para que en futuras mediciones no sea necesario el uso de una estación total, ya que se tendría un área transversal fija.

Etapa 2.

- Dentro de las posibilidades sería adecuado instalar o construir medidores de flujos tipo Parshall para una medición instantánea del flujo de agua.
- Reemplazo de las compuertas existentes por compuertas similares o automatizadas.

Etapa 3.

- Encofrado del canal de algunos puntos para minimizar las pérdidas por evaporación.
- Actividades e infraestructura que ayuden a recargar el acuífero mediante infiltración vertical de las aguas de lluvia.

IX. BIBLIOGRAFIA

Atunéz A., Mora, D. (2010) Manual Para La Realización De Aforos De Caudal En Fuentes Superficiales De Agua.

Demin, P. (20214) Mejoramiento De Molinetes Hidrométricos.

Journal of Tourism and Heritage Research (2022), vol. 5, nº 3, pp. 176-192, Barboza, C.; Montano, B. E. & Salas, L. H. "Parras, Coahuila pueblo mágico and wine tourism"

Organización de las Naciones Unidas para la Educación, Ciencia y la Cultura (2021). Centro del Patrimonio Mundial de la UNESCO.

Instituto Nacional de Estadística y Geografía (2020). Censo Nacional de Población y Vivienda 2020.

Robles, M. & Robles, M. (2018). Análisis de la potencialidad del enoturismo en la zona norte de México. Journal of Tourism and Heritage Research, 1(2), 57-69.

Fernández, A. (2016). Una revisión del programa Pueblos Mágicos. Revista Cultur, (1), 4-34.

Fernández, A., Herrero, L. & Vidal, J. (2017). Los organismos de gestión de destino en ecoturismo: casos internacionales de éxito. PASOS. Revista de Turismo y Patrimonio Cultural, 15(4), 793-805.

Abad, J. D., Rhoads, B. L., Guneralp, I., García, M. H., Flow structure at different stages in a meander-bend with bendway weirs, *Journal of Hydraulic Engineering*, 138 (8):1052-1053, 2008.

Rodríguez, Dorian y Martínez, Carlos, *La experimentación en la Hidráulica*, CUC, Colombia, 2009.

Sotelo Ávila, Gilberto, *Hidráulica de canales*, UNAM, Facultad de Ingeniería, México, 2002.

CONAGUA, *Atlas del agua en México 2012*, SEMARNAT, México, 2012