



INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL

ESCUELA SUPERIOR DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA UNIDAD
ZACATENCO

MODELACIÓN GEOGRÁFICA DEL CATASTRO HIDRÁULICO PARA EL CONTROL DE OBRA DE LA CONSTRUCCIÓN: “SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO DE LA POBLACIÓN DE LAMBITYECO LOMAS DE SANTA ANA, MUNICIPIO DE TLACOLULA DE MATAMOROS, ESTADO DE OAXACA”

TESINA del Seminario de Titulación

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE
INGENIERO CIVIL

P R E S E N T A

ANDREA MARISOL OCHOA CASAS

ASESORES:

ING. SARA CAROLINA DE AMÉRICA MARISCAL LÓPEZ

CED. PROF.5644395

ING. JULIÁN MARES VALVERDE

CED. PROF. 4369717

ING. MIGUEL ÁNGEL GODÍNEZ ROJAS

CED. PROF. 2974703



Febrero 2014

MC. Eduardo Pérez Flores
Ing. Elda Ordaz Ayala.

SEP

SECRETARÍA DE
EDUCACIÓN PÚBLICA



Instituto Politécnico Nacional
Secretaría Académica
Dirección de Educación Superior

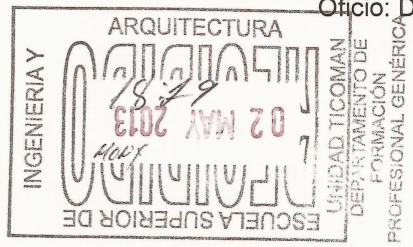


"2013, Año de la Lealtad Institucional y Centenario del Ejército Mexicano"
"80 Aniversario de la Escuela Superior de Ingeniería Textil"
"65 Aniversario de la Escuela Superior de Ingeniería Química e Industrias Extractivas"
"50 Aniversario del Centro Nacional de Cálculo"
"50 Aniversario del CECyT 7 Cuauhtémoc"

México, D. F., a 23 de abril de 2013.

Oficio: DES/2633/13.

ING. JULIO EDUARDO MORALES DE LA GARZA
DIRECTOR DE LA ESCUELA SUPERIOR
DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA,
UNIDAD TICOMÁN DEL
INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL
PRESENTE



Con fundamento en el Artículo 33, Fracción VII del Reglamento Orgánico; Artículo 5, Fracción III del Reglamento General de Estudios; Artículo 12 del Reglamento de Titulación Profesional del Instituto Politécnico Nacional y en atención al Oficio No. DET/098/2013 emitido por la Unidad Académica a su cargo, le comunico que de acuerdo al Dictamen Técnico Académico se autoriza la impartición del Seminario de Titulación "Investigación y Modelación Geográfica de un Catastro Hidráulico para un Sistema de Agua":

- Registro: DES/ESIA-TIC/2013/010/13.
- Duración: 170 horas.
- Periodo: Del 3 de mayo al 5 de octubre de 2013.
- Horario: Viernes de 19:00 a 22:00 y sábados de 8:00 a 12:00 horas.
- Sede: ESIA-TIC.
- Coordinador: Ing. Sara Carolina de América Mariscal López, Ing. Miguel Ángel Godínez Rojas e Ing. Julián Mares Valverde.

Debiendo observar lo siguiente:

- Enviar la lista inicial debidamente validada dentro de los primeros 10 días posteriores al inicio del seminario.
- Dar a conocer a los participantes el número de registro correspondiente, para trámites de titulación ante la DAE.
- Al término del seminario enviar la relación de asistencia y evaluación, acompañada por la relación de trabajos terminales.
- Sin otro particular, le envío un cordial saludo.

ATENTAMENTE
"LA TÉCNICA AL SERVICIO DE LA PATRIA"

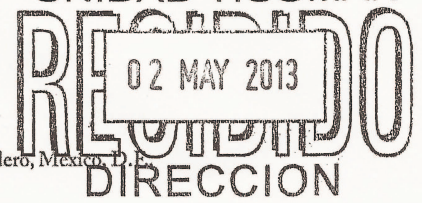


DR. EMMANUEL ALEJANDRO MERCHAN CRUZ
DIRECTOR

SECRETARÍA
DE EDUCACIÓN PÚBLICA
INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL
DIRECCIÓN
DE EDUCACIÓN SUPERIOR

E.S.I.A.
UNIDAD TICOMÁN

c.c.p. - M. en C. Danny Rosado Moreno.- Secretario Académico del IPN.
Lic. Yadira Marisol Dávila Ugalde- Directora de Administración Escolar del IPN.
Ing. Jorge Cuan Sánchez.- Jefe de la División de Operación de Unidades Académicas del IPN.
Expediente:
T-1516
EAM/CALE*MEHG*PCMG*pam





Instituto Politécnico Nacional
ESCUELA SUPERIOR DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
UNIDAD ZACATENCO
DIRECCIÓN
SUBDIRECCIÓN ACADÉMICA



"2013 Año de la Lealtad Institucional y Centenario del Ejército Mexicano"
"80 Aniversario de la Escuela Superior de Ingeniería Textil"
"65 Aniversario de la Escuela Superior de Ingeniería Química e Industrias Extractivas"
"50 Aniversario del Centro Nacional de Cálculo"
"50 Aniversario del CECyT 7 Cuauhtémoc"

México, D.F. a 05 de junio de 2013
D.SAC.835.VI.2013

Asunto: Carta de no inconveniencia

ING. JULIO EDUARDO MORALES DE LA GARZA
DIRECTOR DE LA ESCUELA SUPERIOR DE
INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
UNIDAD TICOMÁN
DEL INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL

PRESENTE

Por este medio, me permito informar a usted, que no existe inconveniente alguno para que la **C. Andrea Marisol Ochoa Casas**, pasante de la carrera de Ingeniería Civil, con boleta No. **2008310778** pueda cursar el Seminario de Titulación denominado **"INVESTIGACIÓN Y MODELACIÓN GEOGRÁFICA DE UN CATASTRO HIDRÁULICO PARA UN SISTEMA DE AGUA"**, con registro No. **DES/ESIA-TIC/2013/010/13**, con sede en ESIA TICOMÁN, durante el periodo del 03 de mayo al 05 de octubre de 2013.

Así mismo, solicito a usted atentamente que una vez que la pasante Ochoa Casas, haya cursado y aprobado el Seminario de Titulación de referencia, se le informe que deberá entregar a esta escuela a mi cargo, la constancia de calificaciones con la documentación correspondiente, así como un ejemplar del trabajo terminal (**TESINA**) para continuar con los trámites necesarios para su titulación.

Sin otro particular reciba un cordial saludo.

ATENTAMENTE
"LA TÉCNICA AL SERVICIO DE LA PATRIA"

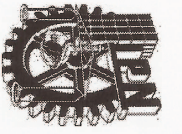


MTRO. PINO DURÁN ESCAMILLA
DIRECTOR
ESCUELA SUPERIOR DE
INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ZACATENCO

c.c.p. M. En C. Ma. del Carmen C. Jiménez Ferrero- Subdirectora Académica de ESIA Unidad Zacatenco.
Ing. Rodolfo Granados Aguilar- Jefe de la Unidad Departamental de Formación Profesional en Ingeniería Aplicada
Expediente

PDE/MCGJ/IRGA/lob*

Av. Juan de Dios Bátiz S/N Edificio 10, 11, 12, Unidad Profesional "Adolfo López Mateos" Zacatenco, México, D.F. 07738
Tel. 57296000 Ext. 53102, esiazac@ipn.mx



INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL

Departamento de Ingeniería Topográfica y Fotogramétrica



PERIODO: Del 03 de mayo al 05 de octubre de 2013

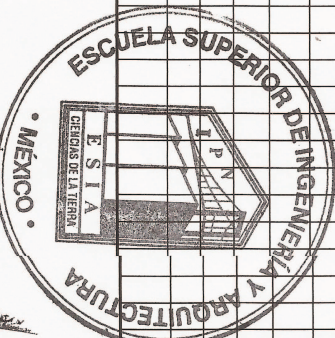
DURACIÓN: 170 HRS

TEMA	DÍA	MAYO					JUNIO					AGOSTO					SEPTIEMBRE					OCT																			
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38		
Inducción al seminario	SESION	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38		
	MES	MAYO					JUNIO					AGOSTO					SEPTIEMBRE					OCT																			
	HRS	03	04	10	11	17	18	24	25	31	01	07	08	14	15	21	22	28	29	02	03	09	10	16	17	23	24	30	01	07	08	14	15	21	22	28	29	04	5		
	SCAMIL																																								
	JMV																																								
	MAGR																																								
	Modulo I metodos de levantamiento																																								
	Instrumental topógrafo-geodésico																																								
	Conceptos de superficies de referencia																																								
	Sistema de coordenadas																																								
	Metodología de levantamientos topográficos																																								
Metodología de levantamientos geodésicos																																									
Modulo II. Sistema de agua																																									
Definición un sistema de agua y cuál es su función																																									
Identificación de los componentes que integran un sistema de agua																																									
Clasificación de las estructuras, según su ubicación o material de construcción																																									
Visita a campo para identificación de estructuras de sistema de agua																																									
Modulo III. Sistemas de Información geográfica																																									
El concepto SIG																																									
Etapas de implementación de un SIG																																									
Modelos vectoriales y raster																																									
Aplicaciones de los SIG / servidores de mapas en la WEB																																									
Modulo IV. Modelación geográfica del sistema de agua																																									
Taller introductorio a ArcGIS																																									
Elección del método de levantamiento y definición de los diccionarios de datos																																									
Análisis, estandarización y procesamiento de los datos de campo																																									
Modelación de la base de datos geográfica																																									
Generación de consultas y diseño de reportes																																									
Generación de informe																																									

Ing. Sara Carolina de América Mariscal López
 Ing. Julián Moisés Valverde
 Ing. Miguel Ángel Godínez Rojas

COORDINADOR DEL SEMINARIO

SCAMIL
 JMV
 MAGR



UNIDAD TICOMAN
 SUBDIRECCIÓN ACADÉMICA

SUBDIRECTOR ACADÉMICO

SEP

SECRETARÍA DE
EDUCACIÓN PÚBLICA



INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL
ESCUELA SUPERIOR DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
UNIDAD TICOMAN



2013, Año de la Lealtad Institucional y Centenario del Ejército Mexicano*
80 Aniversario de la Escuela Superior de Ingeniería Textil
65 Aniversario de la Escuela Superior de Ingeniería Química e Industrias Extractivas
50 Aniversario del Centro Nacional de Cálculo
*50 Aniversario del CECyT 7 Cuauhtémoc

ESCUELA: Escuela Superior de Ingeniería y Arquitectura Unidad Ticomán

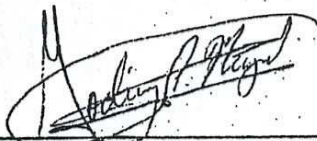
SEMINARIO: Investigación y Modelación Geográfica de un Catastro Hidráulico para un Sistema de Agua DURACIÓN: 170Hrs.

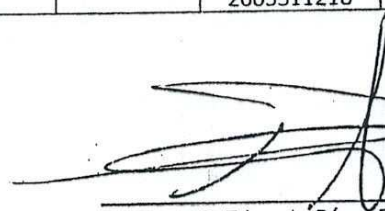
PERIODO: del 03 de mayo al 05 de octubre de 2013 DÍAS Y HORARIO: Viernes de 19:00 a 22:00 horas, y sábados de 8:00 a 12:00 horas

VIGENCIA O REGISTRO: DES/ESIA-TIC/2013/010/13 SEDE: ESIA Unidad Ticomán

EXPOSITOR(ES) y No. de HRS.: Ing. Sara Carolina de América Mariscal López(56 hrs.); Ing. Julián Mares Valverde (57 hrs.); Ing. Miguel Ángel Godínez Rojas (57 hrs.)

NÚM.	APELLIDO PATERNO	APELLIDO MATERNO	NOMBRE(S)		NO. DE BOLETA	% ASIST.	CALIFICACIÓN	
							LETRA	NÚM.
1	Alcántar	Alcántar	Iram		2009390014	98	Nueve	9
2	Bolaños	Ruiz	Ivan		2008310757	100	Diez	10
3	Cano	Aguirre	Diego	Armando	2008390026	98	Nueve	9
4	Carrillo	Delgado	María	Angélica	2004310155	100	Nueve	9
5	Castañeda	González	Erick	German	2006310625	100	Diez	10
6	Espinoza	Bautista	Gerardo		2006310089	96	Diez	10
7	Flores	Catarino	Maria	Isabel	2009390616	100	Nueve	9
8	Franco	Fuente	Edgar	Hugo	2002310304	92	Nueve	9
9	González	Espinosa	Lourdes		2007310386	100	Diez	10
10	Hernández	Arellano	Iris	Karen	2007310430	100	Nueve	9
11	Hernández	Gil	Sonia		2006310140	92	Nueve	9
12	Islas	Hernández	Gabriel	Octavio	2004310280	100	Nueve	9
13	Márquez	Ramírez	Heber		2006310842	100	Nueve	9
14	Martínez	González	Leandro	Joel	2007311494	92	Nueve	9
15	Maya	Ayala	Luis	Jair	2006310864	100	Diez	10
16	Ochoa	Casas	Andrea	Marisol	2008310778	98	Nueve	9
18	Olivares	Torres	Guillermo		2009390340	100	Nueve	9
19	Ortega	Islas	David		2007310770	98	Diez	10
20	Pérez	Orozco	Cesar		2005310894	100	Diez	10
21	Pineda	Chapa	Itzel	Belén	2007310826	100	Nueve	9
17	Plascencia	Nova	Joel	Adan	2008310979	90	Ocho	8
22	Salud	Velázquez	Waldo		2005310431	100	Nueve	9
23	Sánchez	Ayala	Jesús	Servando	2008310449	100	Nueve	9
24	Santiago	Romero	Araceli		2008311255	96	Nueve	9
25	Soto	Delgado	Mario		2006310525	100	Nueve	9
26	Terreros	Madrid	Leslie	Adriana	2007311450	94	Nueve	9
27	Vallejo	Meléndez	Yazmín	Haira	2006311121	100	Diez	10
28	Vázquez	Barrios	Albany	Cristina	2007311460	100	Nueve	9
29	Vázquez	Vargas	Isaac		2005310484	98	Diez	10
30	Vega	Pérez	Edgar		2005311218	100	Diez	10


Ing. Miguel Ángel Godínez Rojas
COORDINADOR


M. en C. Eduardo Pérez Flores
SUBDIRECTOR ACADÉMICO



UNIDAD TICOMAN



2013, Año de la Lealtad Institucional y Centenario del Ejército Mexicano*
"80 Aniversario de la Escuela Superior de Ingeniería Textil"
"65 Aniversario de la Escuela Superior de Ingeniería Química e Industrias Extractivas"
"50 Aniversario del Centro Nacional de Cálculo"
"50 Aniversario del CECyT 7 Cuauhtémoc"

ESCUELA: Escuela Superior de Ingeniería y Arquitectura Unidad Ticomán
SEMINARIO: Investigación y Modelación Geográfica de un Catastro Hidráulico para un Sistema de Agua DURACIÓN: 170Hrs.
PERIODO: del 03 de mayo al 05 de octubre de 2013 DÍAS Y HORARIO: Viernes de 19:00 a 22:00 horas, y sábados de 8:00 a 12:00 horas
VIGENCIA O REGISTRO: DES/ESIA-TIC/2013/010/13 SEDE: ESIA Unidad Ticomán
EXPOSITOR(ES) y No. de HRS.: Ing. Sara Carolina de América Mariscal López(56 hrs.); Ing. Julián Mares Valverde (57 hrs.); Ing. Miguel Ángel Godínez Rojas (57 hrs.)

No. DE EQUIPO	TÍTULO DEL TRABAJO	PARTICIPANTES			
I-01	Investigación y modelación geográfica de un catastro hidráulico para un sistema de agua; ejido valle de Eureka, Gómez Palacio, Dgo.	Bolaños Pérez Plascencia Salud	Ruiz Orozco Nova Velázquez	Ivan Cesar Joel Waldo	Adan
I-02	Mantenimiento correctivo y preventivo del sistema hidráulico, sanitario y pluvial del conjunto Club Residencial Bosques	Franco Pineda Sánchez	Fuente Chapa Ayala	Edgar Itzel Jesús	Hugo Belén Servando
I-03	SIG para el sistema de alcantarillado Azcapotzalco	Castañeda Espinoza Maya Vallejo	González Bautista Ayala Meléndez	Erick Gerardo Luis Yazmín	German Jair Haira
I-04	Investigación y modelación geográfica de un catastro hidráulico para un sistema de agua; Sector Cristo Rey, Municipio de Jocotitlán, Estado de México	González Ortega Vega Vázquez	Espinosa Islas Pérez Vargas	Lourdes David Edgar Isaac	
I-05	Proyecto red de distribución principal del municipio Tepoztlán, Morelos	Alcántar Cano Flores Olivares	Alcántar Aguirre Catarino Torres	Iram Diego Maria Guillermo	Armando Isabel
I-06	Investigación y modelación geográfica de un catastro hidráulico para un sistema de agua del "Desarrollo La Palma", en San Andrés Jaltenco, Edo. de México	Carrillo Islas Márquez Santiago Vázquez	Delgado Hernández Ramírez Romero Barrios	María Gabriel Heber Araceli Albany	Angélica Octavio Cristina
I-07	Modelación geográfica del catastro hidráulico para el control de la obra "Sistema de alcantarillado sanitario para la población de Lambityeco Lomas de Santa Ana, Municipio de Tlacolula de Matamoros, Estado de Oaxaca".				
I-08	Ampliación y rehabilitación del sistema de agua potable y alcantarillado del municipio de Almoloya de Juárez	Ochoa Hernández Hernández Martínez Soto Terreros	Casas Arellano Gil González Delgado Madrid	Andrea Iris Sonia Leandro Mario Leslie	Marisol Karen Joel Adriana

AUTORIZACIONES

Miguel Ángel Godínez Rojas
Ing. Miguel Ángel Godínez Rojas
COORDINADOR DEL SEMINARIO

Elda Ordaz Ayala
Ing. Ma. Elda Ordaz Ayala
JEFE DEL DEPTO. ACADÉMICO

C. Matilde Diosdado Valdés
ENCARGADA DEL DEPARTAMENTO DE TITULACIÓN
DEPICFM/DDD/BEPG/SLG /11

En C. Eduardo Pérez Flores
SUBDIRECTOR ACADÉMICO



UNIDAD TICOMAN

Otorga la presente

CONSTANCIA

a

Ochoa Casas Andrea Marisol

Por su participación en el Seminario de Titulación

“INVESTIGACIÓN Y MODELACIÓN GEOGRÁFICA DE UN CATASTRO HIDRÁULICO PARA UN SISTEMA DE AGUA”

Duración 170 horas

REGISTRO
DES/ESIA-TIC/2013/010/13

CALIFICACIÓN
9 (NUEVE)

PERÍODO
03/05/13 AL 05/10/13

SEDE
ESIA-TIC

Con fundamento en el Artículo 33, Fracción VII del Reglamento Orgánico; Artículo 5, Fracción III del Reglamento General de Estudios; Artículo 12 del Reglamento de Titulación Profesional, todos del Instituto Politécnico Nacional, se expide la presente, para efectos de titulación, en la Ciudad de México, Distrito Federal; a los tres días del mes de diciembre del año dos mil trece.

ATENTAMENTE

“LA TÉCNICA AL SERVICIO DE LA PATRIA”



SECRETARÍA
DE EDUCACIÓN PÚBLICA
INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL
DIRECCIÓN
DE EDUCACIÓN SUPERIOR


DR. EMMANUEL ALEJANDRO MERCHÁN CRUZ
DIRECTOR

EAMC*ALE*MEHG*pcmg

Documento válido al día 3/diciembre/2014

SEP

SECRETARÍA DE
EDUCACIÓN PÚBLICA



Instituto Politécnico Nacional
ESCUELA SUPERIOR DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
UNIDAD ZACATENCO
SUBDIRECCIÓN ACADÉMICA
DEPTO. DE FORMACIÓN PROFESIONAL EN INGENIERÍA APLICADA



DEPTO. DE FORMACIÓN PROFESIONAL EN INGENIERÍA APLICADA

RECIBI
05 FEB
SUBDIR
ACADEM

de la Lealtad Institucional y Centenario del Ejército Mexicano"
"50 Aniversario de la Escuela Superior de Ingeniería Textil"
"50 Aniversario de la Escuela Superior de Ingeniería Química e Industrias Extractivas"
"50 Aniversario del Centro Nacional de Cálculo"
"50 Aniversario del CECyT 7 Cuauhtémoc"
F3

Asunto: Solicitud de titulación
Para la Opción de Seminario

México D.F., a 4 de Febrero de 2014

MA. DEL CARMEN C. JIMÉNEZ FERRERO
NOMBRE DE LA SUBDIRECTORA ACADÉMICA
DE LA ESIA U. ZACATENCO
P r e s e n t e

Una vez concluido el proceso de revisión y aprobación del trabajo terminal de titulación del pasante C. Andrea Marisol Ochoa Casas con número de boleta 2008310778, se solicita la fecha del acto de titulación correspondiente, por lo que se anexa el Acta de la Comisión Revisora del trabajo terminal y se propone el siguiente jurado, conforme al capítulo VI del Reglamento de Titulación Profesional del IPN.

Presidente

Ing. Ángel Díaz Díaz

Secretario

Ing. Rosalía Pérez Delgado

Primer Vocal

M. en C. María del Rosario Mendoza González

Segundo Vocal

Ing. Jorge Zavala Aguilera

Tercer Vocal

Ing. Raúl Manjarrez Angeles

Suplente

Ing. Isela Aguayo Gómez
A T E N T A M E N T E

Ing. Rosalía Pérez Delgado

Presidente de la Academia de Hidráulica

c.c.p. Jefe del Departamento de Formación Profesional en Ingeniería Aplicada.
Pasante.



DEDICATORIA

A mi segunda madre, que desde la eternidad contempla aquello de lo que siempre tuvo la certeza que ocurriría.



AGRADECIMIENTOS

Yazco en alto, consciente y agradecida con lo divino puesto que me brindó la vida, la fortaleza y los recursos para poder lograr esta compleja y satisfactoria empresa: la conclusión de mi carrera. Es cierto, logré cerrar este círculo tan importante en mi vida, sin embargo, no hubiera podido lograrlo sin el apoyo de mis seres queridos.

Deseo expresar mi gratitud a todas las personas que me acompañaron en el camino y me brindaron su apoyo, es por ellos que estoy aquí ahora. Agradezco a:

Mis padres, **Norma y Raúl**, las generosas almas que me dieron el ser, quienes me regalaron su vida incondicionalmente: invirtieron su tiempo, sudor y lágrimas con la entrega y dedicación de quien ama con todo su corazón. La familia es la institución primeriza que engendra en las personas los valores que le acompañarán durante toda la vida, ustedes dos me brindaron la fortaleza y las ansias para seguir adelante siempre, sin importar que tan pedregoso sea el camino que se despliega en el horizonte.

Mi hermano, **Miguel Ángel**, el silencioso acompañante de toda mi vida, cuya presencia fue parte primordial dentro de mi formación y temple.

Mi entrañable amiga y compañera **Susy**, piedra angular de mi vida. Víctor Hugo solía decir que amistad significa “ser hermano y hermana; dos almas que se tocan sin confundirse... como los dedos de la mano”. Somos dos disimiles almas que en algún momento encontraron en sus tangentes un punto en común que las unió para siempre en un vínculo que ahora podemos llamar amistad. Ella ha velado por cada uno de mis pasos y sé que seguirá haciéndolo durante todo el largo camino que llamamos “Vida”. A quien enjugó mis lágrimas cuando más lo requería, escuchó mis pesares con atención, compartió mis risas y mis tristezas quiero decirle GRACIAS.

Mi alma mater, el **Instituto Politécnico Nacional**, institución que abrazó mis sueños desde el momento en el cual crucé sus puertas como alumna. Me mostró el sendero idóneo a seguir para lograr mi objetivo. Ahora me corresponde ensalzar su nombre a partir de mis actos dejando claro frente al mundo que yo soy orgullosamente Politécnica.



Mi querida **Bátiz** donde conocí el valor del esfuerzo y la dedicación. Sólo tú pudiste mostrarme que la constancia es el cimiento idóneo para lograr edificar exitosamente grandes triunfos.

Mi terapeuta, **Psic. Oswaldo Loera**, sin cuyo apoyo este trabajo no habría sido posible.

Mis apreciados **Magaly, Aracely y Thonatiu**, quienes, durante el proceso de realización de este proyecto, fueron de enorme ayuda técnica y moral.

El **Ing. Sergio Ruelas Moncayo y la Sra. Gloria Montoya González** de quienes recibí todo el apoyo y facilidades durante todo este proceso, además de su confianza y una gran oportunidad para aprender y desarrollarme.

Los Ingenieros **Julián Mares y Miguel Ángel Godínez**, mis profesores, quienes con inagotable paciencia y dedicación me ayudaron a sacar a flote este proyecto.

Y, finalmente, a mis amados **Jumil y Penny**, cuya presencia y alegría llenan de color hasta los días más grises.

Por todo el tiempo que vivas y por alto que vuelas, las risas que otorgues y las lágrimas que llores; todo lo que toques y todo lo que veas, es todo lo que tu vida por siempre será.

-Pink Floyd, *Breathe* -



RESUMEN

El presente trabajo tiene por objetivo modelar geográficamente el catastro de control de obra de la construcción: “Sistema de alcantarillado sanitario de la población de Lambityeco Lomas de Santa Ana, municipio de Tlacolula de Matamoros, Estado de Oaxaca” con el fin de optimizar y administrar de una forma más simplificada y práctica el control de la obra realizada.

El contar con esta herramienta permitirá a aquellos encargados del control de obra consultar en cualquier momento toda la información inherente a las diferentes fases de la construcción del proyecto.

La base de datos que integra el Sistema de Información Geográfica se estructuró de forma tal que la información necesaria estará siempre actualizada y disponible. Asimismo los procedimientos implementados garantizan el eficaz funcionamiento del mismo.

Se concluye que la integración de un SIG es una herramienta que si bien no puede sustituir alguno del software existente para el control de proyectos, resulta sumamente útil y permite optimizar recursos financieros y técnicos en el ámbito del manejo de la información.

ABSTRACT

The present paper must by objective to geographically model the work control cadastre of the construction of "Sanitary Sewer System in Santa Ana Lomas Lambityeco, municipality of Tlacolula de Matamoros , Oaxaca state " in order to optimize and manage in a more simplified and practical way the performed work control.

Having this tool will allow those responsible for the control of work to consult at any time all the information inherent in the different phases of project construction .

The database that integrates the Geographic Information System was structured so that the necessary information is always current and available. Implemented procedures also ensure effective operation.

One conclude that the integration of a GIS is a tool that if it may not replace any of the existing software for project control, is actually extremely useful and allows to optimize financial and technical resources in the field of information management .



ÍNDICE

RESUMEN	5
ABSTRACT	5
OBJETIVO.....	16
OBJETIVOS PARTICULARES.....	16
JUSTIFICACIÓN	18
INTRODUCCIÓN	20
MODULO I MÉTODOS DE LEVANTAMIENTO	22
1.1 Instrumental Topógrafo-Geodésico.....	22
1.1.1 Elementos de los instrumentos topográficos	22
1.1.1.1 Trípodes.....	22
1.1.1.2 Plomadas	22
1.1.2 Elementos fundamentales	23
1.1.2.1 Niveles.....	23
1.1.2.2 Anteojo	24
1.1.2.3 Objetivo	24
1.1.2.4 Hilos del retículo	25
1.1.2.5 Ocular	25
1.1.2.6 Tornillo de fijación y de movimiento lento	25
1.1.2.7 Limbos	26
1.1.2.8 Micrómetro.....	26
1.1.3 Equipo topográfico	26
1.1.3.1 Brújula	26
1.1.3.2 Goniómetro	27
1.1.3.3 Teodolito	28
1.1.3.4 Transito.....	28
1.1.3.5 Estación Total.....	29
1.1.3.6 GPS	29



1.2 Conceptos de Superficies de Referencia	30
1.2.1 El Elipsoide	30
1.2.2 La esfera local	31
1.2.3 El geoide	31
1.2.4 El Datum	32
1.3 Sistema de Coordenadas.....	32
1.3.1 Coordenadas geográficas.....	32
1.3.2 Sistema de coordenadas geodésicas	33
1.3.3 Sistema de coordenadas astronómicas.....	34
1.3.4 Proyecciones	34
1.3.4.1 Proyecciones cónicas	34
1.3.4.2 Proyección Universal Transversal Mercator (UTM)	34
1.4 Metodología de levantamientos topográficos.....	35
1.4.1 Clases de levantamientos.....	35
1.4.2 Métodos Topográficos Directos	36
1.4.2.1 Métodos Planimétricos	36
1.4.2.2 Métodos Altimétricos	36
1.4.3 Métodos basados en medidas angulares	36
1.4.3.1 Triangulación	36
1.4.4 Metodología de levantamiento.....	38
1.4.4.1 Método de direcciones.....	38
1.4.4.2 Método de repeticiones	39
1.4.4.3 Método de intersección.....	40
1.4.5 Métodos basados en la medida de ángulos y distancias.....	41
1.4.5.1 Trazo de poligonales por rumbos.....	42
1.4.5.2 Trazo de poligonales por ángulos interiores.....	42
1.4.5.3 Trazo de poligonales por ángulos exteriores	43
1.4.5.4 Conservación de Azimutes.....	43



1.4.5.5 Método de radiación	44
1.4.6 Métodos alimétricos	44
1.5 Metodología de levantamientos geodésicos	45
1.5.1 Triangulación	45
1.5.2 Trilateración	46
1.5.3 Triangulateración	46
1.5.4 Poligonación	46
1.5.5 Método Astronómico	46
1.5.6 Método Inercial	46
1.5.7 Técnicas diferenciales del Sistema de Posicionamiento Global	47
1.5.8 Diferencia entre métodos de Topografía y Geodesia.....	47
II SISTEMA DE AGUA	49
2.1 Definición de un sistema de agua y cuál es su función.....	49
Un Sistema de agua.....	49
2.2 Partes que consta un Sistema de Abastecimiento de Agua.....	49
2.2.1 Obras de captación.....	49
2.2.2 Captación de Aguas Superficiales	50
2.3 Línea de Conducción	54
2.3.1 Clasificación de la Línea de Conducción	54
2.4 Red de Conducción.....	56
2.4.1 Componentes de una Línea de Conducción	56
2.5 Obra de regularización.....	59
2.5.1 Clasificación de Tanques.....	60
2.6 Red de distribución	62
2.6.1 Componentes de una red de distribución	63
2.6.2 Características de Redes de distribución	66
2.6.3 División de una Red de Distribución	66
2.6.4 Formas de Distribución.....	68



2.7 Potabilización	69
2.7.1 Límites permisibles de calidad del Agua.....	69
2.7.2 Tratamientos para la Potabilización del Agua.....	73
2.7.2.1 Cloración	73
2.7.2.2 Ozonización.....	74
2.7.2.3 Filtración	74
2.7.2.4 Aeración	75
2.7.2.5 Coagulación química	76
2.7.2.6 Adsorción sobre carbón activado.....	76
2.7.2.7 Intercambio de iones	77
2.8 Alcantarillado sanitario	77
2.8.1 Red de atarjeas.....	77
2.8.1.1 Modelos de configuración de atarjeas	78
2.8.2 Colectores, Interceptores y Emisores	79
2.8.3 Componentes de un Sistema de Alcantarillado	79
2.9 Sistema de Tratamiento de Aguas Residuales	83
2.9.1 Tipos de Aguas Residuales	83
2.9.2 Tipos de Contaminantes.....	84
2.9.3 Clasificación de los contaminantes.....	84
2.9.4 Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales	85
2.9.5 Principales Normas que deben de cumplir las Plantas de Tratamiento.....	85
2.9.6 Etapas que componen las PTAR's	87
2.9.6.1 Pretratamiento.	88
2.9.6.2 Tratamiento primario.....	89
2.9.6.3 Tratamiento secundario	91
2.9.6.4 Tipos de reactores Biológicos.....	92
2.9.6.5 Tratamiento terciario o desinfección	93
2.10 Organismos operadores de agua.....	94



2.10.1	Misión	95
2.10.2	Principales leyes, normas y reglamentos	95
2.10.3	Principios de trabajo	96
2.10.4	Funciones operativas	96
2.10.5	Responsabilidades	97
MODULO III SISTEMAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA		99
3.1	Generalidades.....	99
3.1.1	El concepto SIG	99
3.1.2	Componentes de un SIG	100
3.1.2.1	Equipos (Hardware).....	100
3.1.2.2	Programas (Software).....	100
3.1.2.3	Datos	101
3.1.2.4	Personal	101
3.1.2.5	Métodos.....	101
3.1.3	Funciones de los componentes de un SIG	102
3.1.4	Representación de la información de un SIG	103
3.1.4.1	Punto	103
3.1.4.2	Línea.....	103
3.1.4.3	Polígono	104
3.2	Etapas de implementación de un SIG.....	104
3.2.1	Entrada de datos.....	104
3.2.2	Manipulación y análisis	105
3.2.3	Salida y presentación de resultados	106
3.3	Modelos vectoriales y raster	107
3.3.1	Formatos ráster y vectorial	107
3.3.2	Ventajas y Desventajas Modelo Raster y Vector	109
3.3.4	Topología.....	110
3.4	Aplicaciones de los SIG/ servidores de mapas en la WEB.	110



3.4.1 Los SIG en Internet.....	110
3.4.2 Servicios de los SIG.....	111
3.4.3 Modelo entidad relación del servidor de mapas WEB.....	113
MODULO IV	114
IV MODELACIÓN GEOGRÁFICA DEL CATASTRO HIDRÁULICO PARA EL CONTROL DE OBRA DE LA CONSTRUCCIÓN: “SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO DE LA POBLACIÓN DE LAMBITYECO LOMAS DE SANTA ANA, MUNICIPIO DE TLACOLULA DE MATAMOROS, ESTADO DE OAXACA”	115
4.1 Alcances	115
4.2 Metodología	115
4.2 Elección del método de levantamiento.....	116
4.3 Características del proyecto de alcantarillado.....	116
4.4 Modelación Geográfica en ESRI ArcMap.....	117
4.4.1 Definición del diccionario de datos.....	117
4.4.2 Importación de la información al software ESRI ArcMap	130
4.4.3 Elaboración de consultas.....	138
4.5 Conclusiones.....	142
Bibliografía	143
ANEXOS.....	144



ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. 1 Plomada de gravedad	23
Figura 1. 2 Brújula de mano	27
Figura 1. 3 Partes de un Teodolito	28
Figura 1. 4 Estación total.....	29
Figura 1. 5 Representación gráfica del geoide	31
Figura 1. 6 Orientación del datum	32
Figura 1. 7 Coordenadas geodésicas.....	33
Figura 1. 8 Triangulación topográfica	37
Figura 1. 9 Método de direcciones	38
Figura 1. 10 Método de repeticiones	39
Figura 1. 11 Intersección directa	40
Figura 1. 12 Solución a la intersección inversa simple.....	41
Figura 1. 13 Poligonal cerrada con ángulos interiores	43
Figura 1. 14 Poligonal abierta con ángulos exteriores.....	43
Figura 1. 15 Radiaciones	44
Figura 1. 16 Banco de nivel.....	45
Figura 2. 1 Captación directa con bomba centrífuga horizontal.....	50
Figura 2. 2 Detalle de una galería de infiltración	52
Figura 2. 3 Esquema de pozos artesianos	53
Figura 2. 4 Línea de conducción con entrega del agua a un tanque de regulación	54
Figura 2. 5 Línea de conducción con entrega del agua a la red de distribución.....	55
Figura 2. 6 Tipos de válvulas.....	57
Figura 2. 7 Piezas especiales de Fierro fundido.....	59
Figura 2. 8 Tipos de tanques elevados	62
Figura 2. 9 Esquema general de un sistema de abastecimiento de agua potable	63



Figura 2. 10 Red secundaria convencional	67
Figura 2. 11 Red secundaria en dos planos	67
Figura 2. 12 Red secundaria convencional en bloques	68
Figura 2. 13 Distribución por gravedad	68
Figura 2. 14 Diagrama de flujo de una planta de tratamiento convencional para agua potable	73
Figura 2. 16 Trazo de la red de atarjeas en bayoneta	78
Figura 2. 17 Trazo de la red de atarjeas en peine	78
Figura 2. 18 Descarga domiciliaria con tubería de PVC	80
Figura 2. 19 Conexión hermética de pozo de visita con tubería	80
Figura 2. 20 Pozo de visita de fibrocemento	81
Figura 2. 21 Pozo de visita de concreto prefabricado	81
Figura 2. 22 Foto de rejilla	88
Figura 2. 23 Dimensiones de los sólidos suspendidos, coloidales y disueltos	89
Figura 2. 24 Planta típica de Tratamiento de aguas residuales Tipo Primario	90
Figura 2. 25 Planta de tratamiento del tipo primario avanzado o fisicoquímico	90
Figura 2. 26 Tren Industrial de Tratamiento Primario	90
Figura 2. 27 Productos finales de la digestión anaerobia y aerobia	91
Figura 2. 28 Clasificación de los reactores	92
Figura 2. 29 Proceso de Osmosis Inversa	93
Figura 2. 30 Proceso de Cloración	94
Figura 2. 31 Proceso de Radiación Ultravioleta	94

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1 Elementos de un SIG	100
Cuadro 2 Funciones	102
Cuadro 3 Sistema espacial Vector y Raster	108
Cuadro 4 Ventajas y Desventajas de los modelos espaciales	109



Cuadro 5 Servidor de mapas en la web 113

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Límites permisibles de características Microbiológicas 69

Tabla 2 Límites permisibles de características físicas y organolépticas..... 70

Tabla 3 Límites permisibles de características químicas 72

Tabla 4 Límites permisibles de características radiactivas..... 72

Tabla 5 Límites Máximos Permisibles para contaminantes básicos de acuerdo a la NOM-001-SEMARNAT-1996 86

Tabla 6 Límites Máximos Permisibles de acuerdo a la NOM-002-SEMARNAT-1996..... 87

Tabla 7 Límites Máximos Permisibles de Contaminantes de acuerdo a la NOM-003-SEMARNAT-1997 87

Tabla 8 Diccionario de datos 130



OBJETIVO



OBJETIVO

Modelar geográficamente, con la ayuda del ESRI ArcGis el catastro del control de obra de la construcción: “Sistema de alcantarillado sanitario de la población de Lambityeco Lomas de Santa Ana, municipio de Tlacolula de Matamoros, Estado de Oaxaca con el fin de optimizar y administrar de una forma más simplificada y práctica el control de la obra realizada.

OBJETIVOS PARTICULARES

Construir una base de datos geográficamente referenciada que contenga de forma organizada toda la información inherente a las diferentes fases de la construcción del proyecto.

Crear, con ayuda del software, un entorno interactivo y fácil de manejar que auxilie a los encargados del control de obra a verificar los avances en el desarrollo del proyecto en sus diferentes fases.

Mostrar de forma lógica la información requerida en todo momento de modo que, de un gran conjunto de datos puedan consultarse datos específicos de una forma rápida y eficiente.

Estructurar la base de datos y plantear procedimientos de tal modo que la información necesaria esté siempre actualizada y disponible.



JUSTIFICACIÓN



JUSTIFICACIÓN

El control de la construcción de una obra civil requiere siempre, independientemente de su tamaño, un preciso manejo de una gran cantidad de información que debe de cumplir con al menos las siguientes características: disponibilidad, veracidad, rapidez al obtenerse, actualidad, vigencia, entre otras.

El modelar geográficamente el control de una obra civil, especialmente tratándose de una de gran tamaño, trae consigo como consecuencia una visión más amplia de los alcances y el ritmo de avance de las actividades que se están realizando o se realizaron. Esto, en el plazo inmediato ayuda a los encargados de dicho control de obra a tener en todo momento una percepción más cercana a la realidad de lo que sucede técnica y financieramente en la obra si no es posible encontrarse físicamente en ella, además de ser una forma a la vez más simple pero más esquemática de mostrar avances y consultar información técnica muy específica.

A largo plazo ayuda a realizar una evaluación del rendimiento de la planeación y ejecución de los procedimientos constructivos, lo que deriva en una retroalimentación más constructiva y mejoras en proyectos futuros.

En todo momento, esta modelación constituye una forma eficiente de almacenar, manejar y consultar la información de una forma segura, confiable y precisa.



INTRODUCCIÓN



INTRODUCCIÓN

El amplio uso y aprovechamiento de los beneficios técnicos de los Sistemas de Información Geográfica (GIS, por sus siglas en inglés, Geographic Information System), se ha extendido en los últimos años, originando que actualmente su presencia en distintos ámbitos del conocimiento sea cada vez mayor.

En el área específica de la ingeniería civil pueden mencionarse un sinnúmero de posibles aplicaciones en que los GIS se convierten en una poderosa herramienta informática que coadyuva a la simplificación y automatización de tareas, así como en la optimización de los tiempos de realización de las mismas.

Tal como se consignó en capítulos anteriores, un catastro es un inventario de las partes que comprenden un sistema complejo. El caso de estudio del presente documento consiste en la modelación geográfica del catastro de las actividades y elementos que componen la construcción de una red de alcantarillado para una población completa.



MODULO I

MÉTODOS DE LEVANTAMIENTO



MODULO I MÉTODOS DE LEVANTAMIENTO

1.1 Instrumental Topógrafo-Geodésico

El instrumental topográfico y geodésico ha ido evolucionando de conformidad a los tiempos y desarrollo tecnológico propios de las disciplinas topográficas, cartográficas y geodésicas.

Esta evolución parte desde el empleo de los taquímetros óptico-mecánicos, pasando por los taquímetros electrónicos, distanciómetros y estaciones totales, hasta los actuales sistemas satelitales como GPS.

1.1.1 Elementos de los instrumentos topográficos

Órganos que componen y complementan a los instrumentos topográficos tales como accesorios de unión, sustentación y maniobra.

1.1.1.1 Trípodes

Es el Soporte del aparato, con 3 pies de madera o metálicos, con patas extensibles o telescópicas que terminan en regatones de hierro con estribos para pisar y clavar en el terreno. Deben ser estables y permitir que el aparato quede a la altura de la vista del operador 1.40 - 1.50 m. Son útiles también para aproximar la nivelación del aparato.

1.1.1.2 Plomadas

Para estacionar en un punto se hace uso de otro instrumento muy conocido, y el más antiguo de todos, que es la *plomada de gravedad*, la cual pende del centro de los aparatos topográficos entre las patas del trípode, y deberá situarse de modo que la vertical del hilo de la plomada pase por el punto señalado en el suelo, lo que supone que el teodolito esté en la misma vertical que el punto del suelo. El manejo de la plomada de gravedad puede resultar incómodo sobre todo los días de viento.

Muchos de los instrumentos modernos sustituyen la plomada clásica por una *plomada óptica*, constituida por un antejo, que por medio de un prisma de reflexión total dirige la visual coincidiendo con el eje vertical del aparato y cuando éste quede estacionado deberá verse el centro de la señal en coincidencia con el centro del antejo.



Figura 1. 1 Plomada de gravedad

1.1.2 Elementos fundamentales

Estos elementos son los que caracterizan a cualquier instrumento.

1.1.2.1 Niveles

Su misión es conseguir que el aparato esté en un plano horizontal. Hay 2 tipos fundamentales: *nivel esférico* y *nivel tubular* (o tórico, o nivel de aire).

Deben estar contruidos con notable precisión y ajuste para que el aparato sea Aceptable.

Nivel de aire

El nivel de aire está constituido por un tubo de vidrio de forma *tórica*, de muy escasa curvatura, cerrado a la lámpara por sus extremos. El tubo está casi lleno de un líquido de escasa viscosidad (alcohol o éter), dejando una burbuja de aire mezclada con los vapores del líquido, que ocupará siempre la parte más alta del tubo.

Nivel esférico

Se utiliza cuando no se requiere una perfecta nivelación. Es una caja cilíndrica tapada por un casquete esférico, y con un líquido poco viscoso en el interior, dejando una burbuja. Cuanto menor sea el radio de curvatura menos sensible será; sirven para obtener de forma rápida el plano horizontal. Estos niveles tienen en el centro un círculo, dentro del cual hay que colocar la burbuja para hallar un plano horizontal bastante aproximado. Son rápidos y prácticos, pero tienen menor precisión que los niveles tóricos, su precisión está en 1' como máximo aunque lo normal es 10' o 12'.



1.1.2.2 Anteojo

El anteojo, elemento fijado a un eje transversal horizontal denominado eje de alturas.

Se dice que el anteojo está en posición directa cuando el nivel queda debajo de él y en posición inversa cuando está arriba. El giro que se le da al anteojo para pasar de una posición a la otra es lo que se llama vuelta de campana.

En el interior del tubo del anteojo está el sistema óptico que le da el poder amplificador. El poder amplificador es la relación entre de la longitud aparente de la imagen a la del objeto.

Tipos de anteojos

Existen dos tipos de anteojos; el del enfoque externo, y el de enfoque interno.

En el primero el enfoque se hace moviendo el objetivo.

En el segundo el objetivo permanece fijo y el enfoque se logrará mediante una lente interior móvil llamada *lente de enfoque*.

El desplazamiento de esta lente es muy pequeño, no suele ser mayor de 2 mm.

Además de evitar holguras y evitar el mecanismo de cremallera tiene la ventaja de que al ser más compacto evita la entrada de humedad y polvo que dañan los anteojos. También hay que tener en cuenta que este anteojo a igualdad de aumentos tiene menor longitud.

Ejes de un anteojo

En el anteojo astronómico se consideran tres ejes:

- *Eje óptico*: es la recta que une el centro óptico del objetivo y el centro óptico del ocular. El eje óptico es la dirección según la cual un rayo de luz no experimenta desviación al atravesar una lente. El eje óptico debe coincidir con la línea de vista, para lo cual se pueden subir o bajar los hilos del retículo.
- *Eje mecánico* es la recta que pasa por el centro óptico del objetivo y un punto teórico en el centro del tubo ocular.
- *Eje de colimación* es la recta que une el centro óptico del objetivo con el centro del retículo.

1.1.2.3 Objetivo

Es una lente compuesta de un exterior viscoso y otro interior cóncavo convexo, de cristal. Tiene que ser una lente compuesta, si fuera uno biconvexo tendría el inconveniente de la aberración esférica y la aberración cromática. El objetivo produce sobre el plano del retículo una imagen del objeto.



1.1.2.4 Hilos del retículo

Son un par de hilos, uno horizontal y otro vertical, sostenidos por un anillo metálico llamado retículo. Generalmente son hilos de tela de araña o de plástico. Ahora se usan rayados finamente sobre un vidrio. El retículo puede llevar también otros hilos adicionales para Taquimetría, llamados hilo superior e hilo inferior, equidistantes del hilo medio.

1.1.2.5 Ocular

Juega el papel de un microscopio ampliando la imagen formada sobre el plano del retículo. Hay dos tipos de ocular:

- a) El que invierte la imagen que ha formado el objetivo presentándola al ojo en su posición normal; lo usan los anteojos llamados de imagen normal
- b) El que no invierte la imagen formada por el objetivo sino que solo la aumenta. Lo llevan los aparatos llamados de imagen invertida. Este tipo es más ventajoso por hacer más corto el anteojo y además porque debido a que tiene menos lentes, da una imagen más brillante y clara.

Poder de aumento del ocular

Es la relación existente entre el ángulo bajo en el cual se ve la imagen sin anteojo y el ángulo bajo en el cual se ve la imagen aumentada. El poder de aumento del telescopio varía en los teodolitos de 20 a 40 diámetros, según sea teodolito

Enfoque

- a) *Del ocular:* se mueve el porta ocular hacia dentro y hacia fuera hasta que se vean nítidos los hilos del retículo.
- b) *Del objetivo:* con el tornillo de enfoque y gracias a un sistema de engranaje que

Permite deslizar el porta objetivo, se hace que la imagen coincida sobre el plano del retículo.

1.1.2.6 Tornillo de fijación y de movimiento lento

Por cada movimiento de giro del aparato hay un juego de tornillos de presión y de Coincidencia. El primero permite el libre giro o bloquea el movimiento, el segundo una vez que el primero ha bloqueado permite pequeños desplazamientos para atinar la puntería con el retículo del anteojo.

El aparato posee unos mecanismos para poder fijarlo en cualquier posición e imprimirle pequeños movimientos respecto al eje fijo. Cuando está suelto el cono exterior puede girar libremente alrededor. Cuando se ajusta la abrazadera presiona y le impide girar. Sin embargo se le puede imprimir un pequeño giro a todo el conjunto ajustando o aflojando, el cual actúa directamente sobre el tope que permanece fijo.



1.1.2.7 Limbos

Los limbos son los instrumentos de medida de los ángulos y están constituidos por Círculos graduados dispuestos uno horizontalmente, para la medida de ángulos acimutales, llamado por ello *limbo acimutal*, y otro vertical o *eclímetro*, o *limbo cenital*, para la medida de estos ángulos. Están divididos de 0g a 400g (graduación centesimal) o de 0° a 360° (graduación sexagesimal).

Los limbos frecuentemente son metálicos, con una cinta de plata embutida en la parte perimetral en la que va marcada la graduación y pueden ir al descubierto o protegidos en el interior de cajas cilíndricas.

Normalmente en los aparatos el limbo será fijo y los índices se desplazarán solidarios con la alidada.

1.1.2.8 Micrómetro

Es un elemento para hacer la lectura de ángulos, que consta de un microscopio para observar ampliada la zona del limbo a leer, además este microscopio lleva una escala graduada que se superpone a la imagen del limbo. La graduación del microscopio coincide con la graduación del limbo.

1.1.3 Equipo topográfico

1.1.3.1 Brújula

“Es un instrumento topográfico que sirve para determinar direcciones con relación con relación a la meridiana magnética”. (García Márquez, 2003)

Partes principales de la brújula

- La *caja* que lleva un círculo graduado de 0° a 360° en el sentido de las manecillas del reloj o de 0° a 90° en ambas direcciones del N y del S y generalmente los puntos E y W invertidos debido al movimiento relativo de la aguja respecto a la caja.
- Un *nivel circular* que se usa para mantener el círculo graduado en un plano horizontal, cuando se van a tomar direcciones con brújula.
- *Pínulas ocular y objetivo*, que son los elementos que sirven para dirigir la visual y están colocados en línea con los puntos cardinales N y S de la caja de la brújula.
- Una *aguja imantada* que puede girar libremente sobre un pivote colocado en el centro del círculo graduado. La punta S lleva un contrapeso para contrarrestar la atracción magnética en el sentido vertical.



Figura 1. 2 Brújula de mano

1.1.3.2 Goniómetro

Instrumentos topográficos utilizados para la medición de ángulos.

Estos instrumentos constan esencialmente de un limbo o círculo graduado y de una alidada. Se llama limbo o círculo graduado a la corona circular cuyo contorno está dividido con trazos finos.

La alidada está formada por un anteojo estadimétrico ligado a un disco giratorio cuyo eje debe coincidir con el eje del limbo y lleva consigo un índice en el extremo de dicho disco y un vernier para conocer el valor del Angulo en una forma más precisa

Los ángulos a medir pueden ser horizontales (*acimutales*) o verticales (*cenitales*). Los goniómetros que miden ángulos acimutales se llaman *acimutales*, y los que miden ángulos cenitales *eclímetros*. Los aparatos de topografía son de los dos tipos a la vez.

En todo caso todos los goniómetros están constituidos por las siguientes partes:

- Anteojo colimador.
- Limbo vertical.
- Limbo horizontal.
- Índices vertical y horizontal.
- Eje secundario.
- Eje principal.
- Base nivelante.

1.1.3.3 Teodolito

Un teodolito es un goniómetro completo perfeccionado, con el que es posible realizar desde las operaciones más simples hasta levantamientos y replanteos muy precisos, pues permite medir ángulos con gran precisión, mediante la utilización de una alidada de anteojo y de limbos complementados con micrómetros para poder alcanzar precisiones de hasta 0,5".

Un aspecto muy importante que se debe cuidar es que el aparato esté bien centrado, pues cualquier desplazamiento se reflejará en errores angulares.

Recibe también el nombre de instrumento universal por la gran variedad de aplicaciones que pueden obtenerse con su empleo; puede considerarse como un goniómetro completo capaz de medir ángulos verticales y horizontales, desniveles y distancias, así como para prolongar alineaciones con gran precisión.

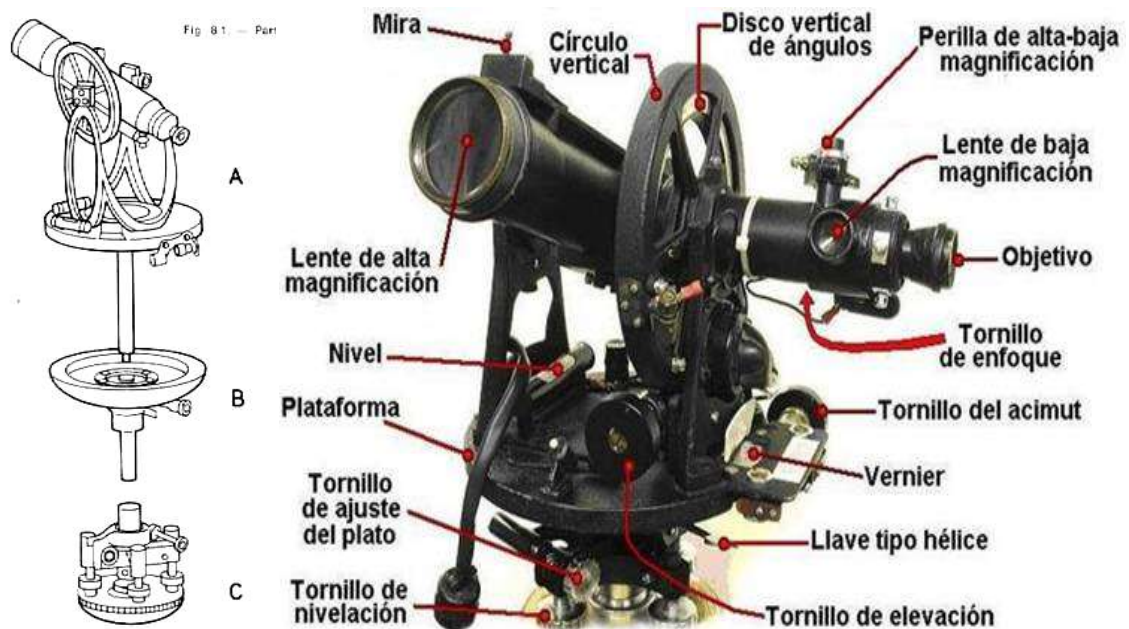


Figura 1. 3 Partes de un Teodolito

1.1.3.4 Tránsito

“El tránsito, tomado del inglés “transit” es un goniómetro cuyo anteojo puede dar una vuelta completa alrededor del eje de alturas”. (Montes de Oca, 2002)

Descripción del tránsito

García Márquez (2003) encontró lo siguiente:

El anteojo, elemento fijado a un eje transversal horizontal denominado eje de alturas que descansan en los cojinetes de los soportes. El anteojo se puede hacer girar alrededor de su eje horizontal y se puede fijar en cualquier posición en un plano vertical, por medio del tornillo de presión del movimiento vertical; una vez fijo este tornillo se pueden comunicar pequeños movimientos al anteojo alrededor del eje horizontal, haciendo girar el tornillo tangencial del movimiento vertical.

El círculo vertical se encuentra unido al eje horizontal y fijado a uno de los soportes del anteojo está el vernier del círculo vertical.

El anteojo lleva en su parte inferior un nivel de burbuja que sirve para usar el tránsito como nivel. (p.88)

1.1.3.5 Estación Total

La estación total es un aparato electrónico que reúne las características de un teodolito electrónico y de un distanciómetro comunicado con un microprocesador que realiza automáticamente mediciones y cálculos.



Figura 1. 4 Estación total

1.1.3.6 GPS

El Sistema de Posicionamiento Global (“Global Positioning System” - GPS) es un sistema de navegación compuesto de una flotilla de satélites puestos en órbita por el Departamento de Defensa de los Estados Unidos, y sus estaciones en tierra firme. Usando GPS, uno puede determinar automáticamente su posición (latitud y longitud) en la tierra. Funciona continuamente en todas partes del mundo y es disponible a todos libre de



cargos. Con orígenes en aplicaciones militares secretas, GPS se ha convertido en parte de nuestra vida cotidiana.

1.2 Conceptos de Superficies de Referencia

Superficie de referencia es una definición conceptual de teorías, hipótesis y constantes que permiten situar una tripleta de ejes coordenados en el espacio, definiendo su origen y su orientación.

Las superficies de referencia deben tener dos características fundamentales:

- Estar definidas matemáticamente
- Aproximarse a la superficie verdadera en la ubicación deseada

Las superficies de referencia utilizadas con bastante frecuencia son:

- El elipsoide de rotación (o de dos ejes)
- El esferoide local
- El plano horizontal (o plano tangente)
- El geoide

Las tres primeras tienen una definición puramente matemática y se utilizan para el posicionamiento horizontal; la cuarta superficie tiene una definición física y tiene relación con las otras por su valor de altura/separación. Una posición tridimensional es definida con dos coordenadas horizontales y una componente vertical que es la altura sobre la superficie de referencia.

1.2.1 El Elipsoide

El elipsoide es una superficie de cuarto orden en la que todas las curvas de intersección con un plano son elipses, las cuales eventualmente degeneran en círculos. Para cada punto seleccionado en la superficie del elipsoide y para la normal al plano tangente en este punto, las elipses producidas por la intersección con dicha superficie y la normal forman planos continuos infinitos, los cuales se conocen como secciones normales y tienen, en ese punto, una cantidad de variaciones en los radios de curvatura. Esta variación es una función continua de la latitud elipsoidal del punto seleccionado, de los parámetros de forma elipsoidal y del acimut de la sección normal producida. Las dos secciones normales, que corresponden a las curvas de radios mínima y máxima, se definen como las secciones principales normales.

La superficie del elipsoide es regular y derivada matemáticamente; es por estas razones que, como superficie de referencia, se utiliza para sistemas de coordenadas horizontal. Sin embargo es de uso limitado como referencia para la altura, ya que es una aproximación grosera de la forma de la tierra para ese fin.

1.2.2 La esfera local

Una esfera local es la superficie de referencia que, en una latitud seleccionada, tiene un radio igual a la media geométrica entre los radios de las dos secciones normales principales del elipsoide siendo remplazadas en el punto de interés en la superficie.

Se acepta la sustitución en un radio de aproximadamente 100 Km. (en el campo Geodésico) desde el punto de la tangente entre la esfera y el elipsoide, esto incluye cambios en distancia y de ángulos menores que sensibilidad de las mejores herramientas usadas en levantamiento. (Distancias: 1cm +/- 1ppm; ángulos: 0.1”).

En un radio de 8 Km. (en el campo topográfico) desde el mismo punto, se acepta el reemplazo de la esfera con un plano tangente, causando un cambio en comparación con la superficie elipsoidal menor que las indicadas en las exactitudes anteriormente mencionadas.

1.2.3 El geoide

El geoide, definido como la superficie equipotencial del campo de fuerza de gravedad, es utilizado como una superficie de referencia para las alturas; el Nivel Medio del Mar (NMM) es la mejor aproximación para esta superficie. El significado físico de las superficies de gravedad equipotenciales se puede revisar fácilmente ya que cada punto debe ser ortogonal a la dirección indicada por una línea vertical.

Al contrario que el elipsoide, el geoide no se puede crear matemáticamente o utilizarse en cálculos porque su forma depende de la distribución irregular de la masa dentro de la tierra.

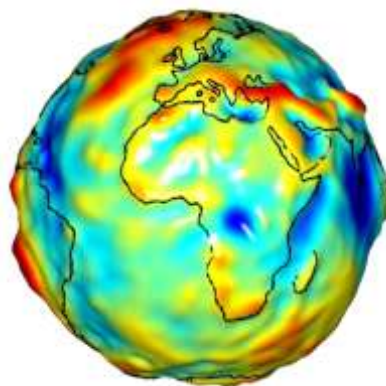


Figura 1. 5 Representación gráfica del geoide

1.2.4 El Datum

Un Datum es un Sistema de Referencia Geodésico definido por la superficie de referencia precisamente posicionada y mantenida en el espacio; y es generada por una red compensada de puntos.

La determinación de una única superficie de referencia para toda la Tierra, esencial para el uso de los sistemas de satélites y las asociadas técnicas de levantamientos y posicionamiento, ha sido en el pasado de poco interés y difícil de alcanzar, debido a que las técnicas de geodesia y topografía de levantamiento son de carácter esencialmente local. Por esta razón, existen muchos sistemas de geodesia local en el mundo entero, todos definidos con el único propósito de obtener una buena aproximación sólo para el área de interés.

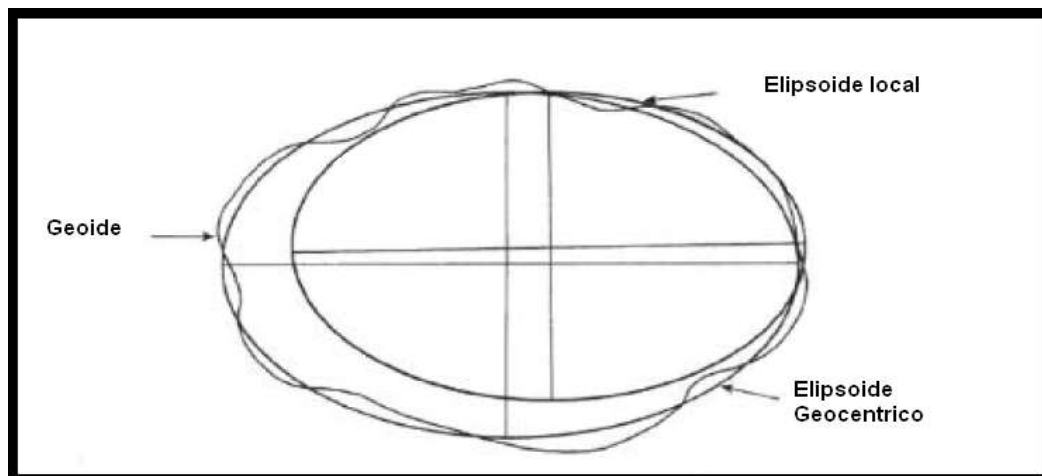


Figura 1. 6 Orientación del datum

1.3 Sistema de Coordenadas

Sistema de coordenadas es la parametrización de las coordenadas de los puntos que forman el marco de referencia.

1.3.1 Coordenadas geográficas

El sistema de coordenadas geográficas es un sistema de coordenadas esféricas mediante el cual un punto se localiza con dos valores angulares:

La *latitud* es el ángulo entre la línea que une el centro de la esfera con un punto de su superficie y el plano ecuatorial. Las líneas formadas por puntos de la misma latitud se denominan paralelos y forman círculos concéntricos paralelos al ecuador.

Por definición la latitud es de 0° en el ecuador, que divide el globo en los hemisferios norte y sur. La latitud puede expresarse especificando si el punto se sitúa al norte o al sur, por

ejemplo $24^{\circ} 21' 11''$ N, o bien utilizando un signo, en cuyo caso los puntos al Sur del ecuador tienen signo negativo.

La longitud es el ángulo formado entre dos de los planos que contienen a la línea de los Polos. El primero es un plano arbitrario que se toma como referencia y el segundo es el que, además de contener a la línea de los polos, contiene al punto en cuestión. Las líneas formadas por puntos de igual longitud se denominan meridianos y convergen en los polos.

Como meridiano de referencia internacional se toma aquel que pasa por el observatorio de Greenwich, en el Reino Unido.

1.3.2 Sistema de coordenadas geodésicas

La segunda aproximación a la forma de la Tierra es un elipsoide de revolución definido por su semieje mayor (a) y su semieje menor (b) o aplanamiento (f). El centro del elipsoide coincide con el centro del sistema de referencia, es decir, con el geocentro y el semieje menor se hace coincidir con el eje de rotación terrestre quedando así constituido el sistema de coordenadas geodésico.

La vertical geodésica en un punto de la superficie del elipsoide de revolución coincide con la dirección del vector normal al elipsoide en dicho punto, y, por tanto, no pasa por el centro del elipsoide.

Así las coordenadas geodésicas serán:

- Latitud geodésica: es el ángulo que forma la vertical geodésica del punto con el plano ecuador geodésico.
- Longitud geodésica: es el ángulo formado por el meridiano geodésico del punto de cálculo y el meridiano geodésico origen.

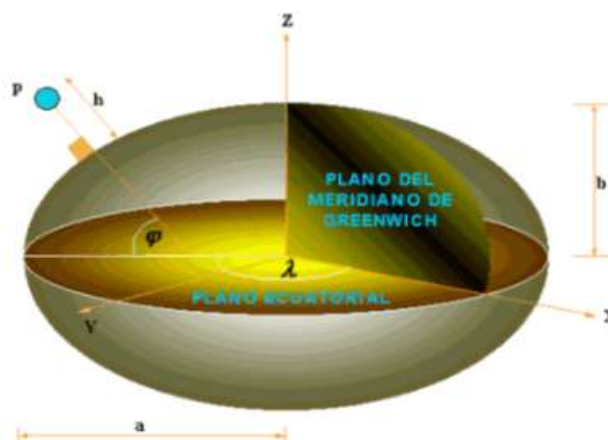


Figura 1. 7 Coordenadas geodésicas



1.3.3 Sistema de coordenadas astronómicas.

Las observaciones astronómicas, geodésicas y topográficas se efectúan sobre la superficie real de la Tierra y en un momento de tiempo determinado, así se debe retocar el concepto de figura y forma de la Tierra y pasar a la definición de geoide como figura y situar las observaciones en un momento determinado.

El geoide se define como superficie equipotencial respecto a la gravedad y normal a su dirección, siendo esta dirección normal la de la fuerza de gravedad que será la que sigue un rayo óptico de un instrumento topográfico cuando se estaciona, o línea de la plomada. Debido a la distribución no homogénea de masas en el interior de la Tierra y a la forma achatada por los polos, esta línea no coincidirá ni con la vertical geográfica ni con la geodésica ni con la geocéntrica.

1.3.4 Proyecciones

Para reproducir una sección determinada de un elipsoide en una carta, es necesario estudiar el centro del área y encontrar el plano tangente del elipsoide en ese punto. Es entonces posible proyectar las figuras geométricas elipsoidales en ese plano desde un centro de proyección adecuado.

Dependiendo de la posición seleccionada para el punto de proyección, se producen varias transformaciones, cada una con características particulares.

1.3.4.1 Proyecciones cónicas

La proyección cónica consiste en tomar una superficie cónica posicionada de acuerdo a la porción del elipsoide para el que se está creando la carta y proyectando el elipsoide en la superficie cónica desde centro del elipsoide. Posteriormente, la superficie cónica se convertirá en un plano y la carta producida no se deformará (equidistante) a lo largo de la línea de la tangente; en todos los demás lugares es afilática o no orto mórica.

1.3.4.2 Proyección Universal Transversal Mercator (UTM)

Las coordenadas “Universal Transversal Mercator” (UTM por siglas en inglés) son usadas en levantamientos y en trazados de mapas cuando el tamaño del proyecto se extiende a través de varias regiones en las zonas del plano o proyecciones y también son utilizadas por los Ejércitos para aplicaciones de trazado de mapas, cartografía y geodesia.

Las diferencias entre la proyección UTM y la proyección TM (Transversa de Mercator o de Gauss) están en la escala en el meridiano central, origen y en la representación de la unidad de medida:



- La coordenada norte (NUTM) tiene como origen cero metro en el ecuador para el Hemisferio Norte hasta la latitud ochenta y cuatro grados norte (84°N);
- La coordenada sur (SUTM) tiene como origen diez millones de metros (10.000.000 m) en el ecuador para el Hemisferio Sur hasta la latitud ochenta grados sur (80°S);
- La coordenada este (EUTM) tiene el origen a quinientos mil metros (500.000 m) en el meridiano central.
- El sistema UTM está dividido en sesenta (60) zonas longitudinales. Cada zona es seis grados (6°) de ancho extendiéndose tres grados (3°) a cada lado del meridiano central.

1.4 Metodología de levantamientos topográficos

Levantamientos Topográficos

Levantamiento: es un conjunto de operaciones que determinan las posiciones de puntos, la mayoría calculan superficies y volúmenes y la representación de medidas tomadas en el campo mediante perfiles y planos entonces son topográficos.

1.4.1 Clases de levantamientos

Topográficos: Son aquellos que por abarcar superficies reducidas pueden hacerse despreciando la curvatura de la Tierra, sin error apreciable.

Geodésicos: Son levantamientos en grandes extensiones que hacen necesario considerar la curvatura de la Tierra.

Los levantamientos topográficos son los más comunes. Los Geodésicos son motivo de estudio especial al cual se dedica la Geodesia.

Los levantamientos topográficos tienen por objeto tomar superficies, datos de campo para confeccionar planos y mapas en el que figura el relieve y la localización de puntos o detalles naturales y artificiales y tiene como finalidad:

1. La determinación y fijación tenderos de terreno.
2. Servir de base para ciertos proyectos en la ejecución de obras públicas o privadas
3. Servir para la determinación de las figuras de terrenos y masas de agua.
4. Servir en toda obra vertical u horizontal.

Los levantamientos topográficos en cuanto a su calidad se dividen como sigue:

Precisos, que se ejecutan por medio de triangulaciones o poligonales de precisión. Se emplean para fijar los límites entre naciones o estados, en el trazo de ciudades, etc.

Regulares, los cuales se realizan por medio de poligonales, levantadas con tránsito y cinta. Se usan para levantar linderos de propiedades, para el trazo de caminos, vías férreas, canales, ciudades pequeñas, etc., y en obras de saneamiento en las ciudades.



Taquimétricos, en los cuales las distancias se miden por procedimientos indirectos. Generalmente se ejecutan con tránsito y estadía y se emplean en trabajos previos al trazo de vías de comunicación, en trabajos de comunicación y de relleno, y también para la formación de planos a pequeña escala.

Expeditivos, efectuados con aparatos portátiles, poco precisos, como; brújula, sextante, podómetro, telémetro, estadía de mano, etc., y en cuanto no se dispone de aparatos se ejecutan a ojos o por informes proporcionados por los habitantes de la región. Estos levantamientos se emplean en reconocimientos del terreno o en las exploraciones militares.

1.4.2 Métodos Topográficos Directos

- Métodos Planimétricos
- Métodos Altimétricos

1.4.2.1 Métodos Planimétricos

Tienen por objeto estudiar las normas o procedimientos para efectuar la planimetría de un terreno; se basan en la medida de los ángulos (acimutales) y distancias en horizontal.

En planimetría los métodos son:

- a) Radiación: Permite relacionar todos los puntos del terreno con puntos de coordenadas conocidas.
- b) Poligonal o itinerario: Permite relacionar puntos de estación o itinerario.
- c) Triangulación: permite relacionar puntos a mayores distancias.

1.4.2.2 Métodos Altimétricos

La altimetría tiene por objeto estudiar cotas, altitudes y desniveles. En altimetría los métodos son:

- a) Nivelación barométrica: Son los menos precisos pero los métodos más rápidos.
- b) Nivelación trigonométrica: Permite ver la diferencia de altitud en función de medidas angulares.
- c) Nivelación geométrica: Permite ver la diferencia de altitud en función de visuales horizontales.

1.4.3 Métodos basados en medidas angulares

1.4.3.1 Triangulación

Generalidades.

La triangulación es un medio de control para los levantamientos de superficies extensas. Este procedimiento consiste en cubrir la zona que se trata de levantar con redes

o cadenas de triángulos, en las cuales se hace la medición directa de uno de sus lados que se denomina “base”, así como la de los ángulos de los triángulos, la cual permite resolver estos y fijar la posición de los vértices, pues en el triángulo que contiene la base se conoce un lado y los ángulos adyacentes y con estos datos se puede calcular los otros dos lados; y como los triángulos están unidos entre sí por un lado, resulta que una vez calculado éste, servirá de base a su vez para proseguir el cálculo en el triángulo inmediato y así sucesivamente.

En extensiones muy grandes, los errores inherentes a los levantamientos por medio de poligonales se irían propagando con la distancia, por la cual las posiciones de los puntos alejados de punto de partida quedarían con una incertidumbre bastante grande, pero si se apoyan cada cierta distancia en puntos establecidos de un modo mucho más preciso, se podrán ir localizando los errores.

Clases de triangulaciones.

Las triangulaciones pueden ser de dos clases: geodésica y topográfica.

Triangulación geodésica es aquella en la que se considera la forma real de la Tierra. La longitud de los lados en esta triangulación varía entre 15 y 200 km., y la longitud de la base no es menor de 5,000 metros.

Triangulación topográfica es aquella en la cual la Tierra se supone plana. Los lados de los triángulos no son mayores de 10 km y la longitud de la base no excede de 2,000 metros.

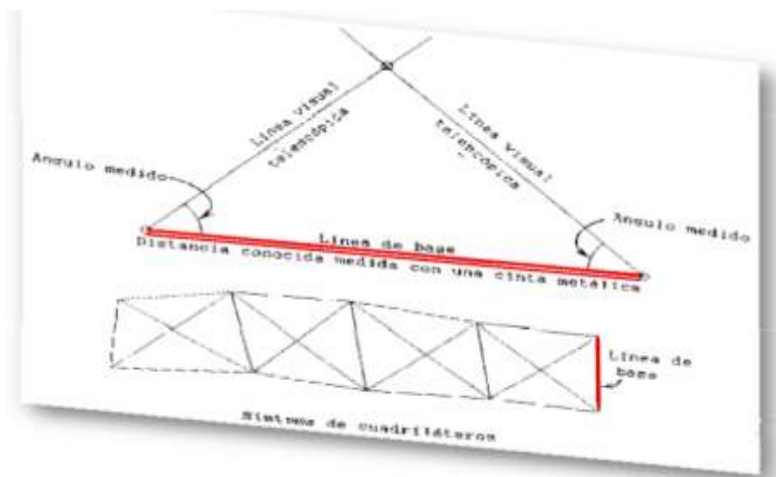


Figura 1. 8 Triangulación topográfica

1.4.4 Metodología de levantamiento

1.4.4.1 Método de direcciones

Las direcciones son lecturas del círculo horizontal que se toman a puntos sucesivos visados alrededor del horizonte. La diferencia entre las direcciones tomadas a dos puntos cualesquiera da el ángulo horizontal.

Este método de observación se emplea cuando el instrumento usado da una aproximación de 10", 1" o 0.1".

Los teodolitos direccionales están proyectados de manera que en el círculo horizontal graduado permanece fijo durante una serie de observaciones, la dirección a cada punto se lee en el círculo horizontal una sola vez, por medio de microscopios micrométricos, siendo el origen de las medidas el cero del círculo. La precisión en las medidas angulares es mayor con los teodolitos direccionales que con los repetidores.

Si desde una estación A se tienen que observar los vértices 1, 2, 3 y 4, se dirige primero la visual a una de las señales que supondremos sea la 1, con uno de los verniers marcando cero grados. Se fija el movimiento general y con el particular se continúa la observación de los puntos 2, 3 y 4, haciendo en cada caso las lecturas de los verniers, y después de haber completado la vuelta de horizonte se observa el punto inicial para ver si no sufrió algún movimiento el instrumento durante la operación.

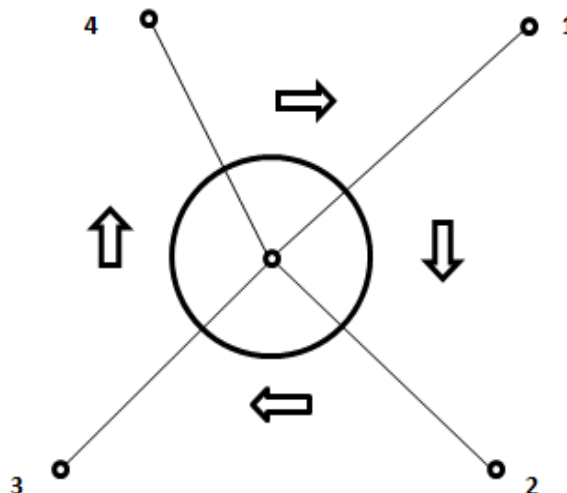


Figura 1. 9 Método de direcciones

1.4.4.2 Método de repeticiones

Si se trata de medir un ángulo entre las estaciones A y B, se pueden hacer las observaciones en la forma siguiente:

Primera serie, con el anteojo en posición directa.

- a) Se pone el índice del vernier en coincidencia con el cero del limbo y, por medio del movimiento general, se dirige el anteojo a visar el punto A y se fija dicho movimiento.
- b) Con el movimiento particular, de izquierda a derecha, se mueve el anteojo y se visa el punto B; se fija el movimiento particular y se lee el vernier para conocer el valor del ángulo AOB de una manera aproximada.
- c) Luego, con el movimiento general, y en el sentido retrógrado, se vuelve a visar el punto A; se fija dicho movimiento y por medio del movimiento particular se dirige el anteojo al punto B, y así se prosigue hasta completar una serie de cuatro o seis observaciones.

Segunda serie, con el anteojo en posición inversa. Se opera del modo antes descrito; pero en lugar de medir el ángulo de B hacia A, de izquierda a derecha. El ángulo se repite el mismo número de veces que en la primera serie.

Al terminar cada serie se hace la lectura del vernier y para tener el ángulo se divide el número total de grados y minutos por el de repeticiones.

El ángulo obtenido en la segunda serie debe restarse de 360° para obtener el ángulo que se busca y el promedio de los valores obtenidos en ambas series se adopta como definitivo.

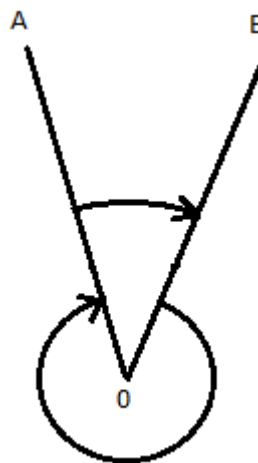


Figura 1. 10 Método de repeticiones

1.4.4.3 Método de intersección.

Las intersecciones son métodos en los que para determinar la posición de un punto solo se requiere la medida de ángulos. Si las observaciones se hacen desde puntos de coordenadas conocidas se llaman intersecciones directas, y si se hacen desde el punto cuyas coordenadas se quieren determinar, se llaman inversas.

Si además de medir ángulos horizontales se miden los verticales, se pueden calcular la coordenada Z.

Intersección directa

El método consiste en partir de un lado AB de longitud y acimut conocidos. Se estaciona en A y B midiendo α y β con la mayor precisión posible.

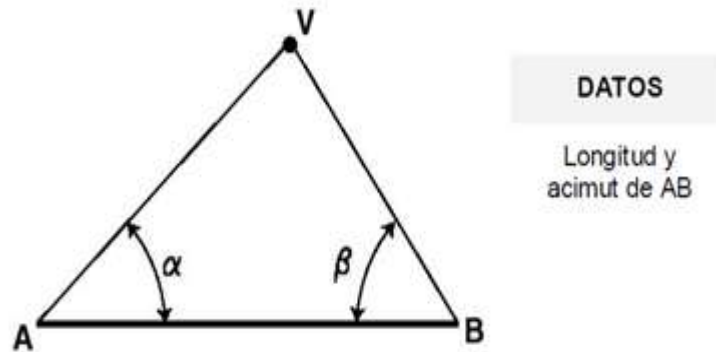


Figura 1. 11 Intersección directa

Descripción del método

Sea V un punto cuya posición se requiere determinar y A y B puntos de coordenadas conocidas.

El método de intersección directa simplemente consiste en:

Estacionar el equipo topográfico en el punto conocido A y realizar las siguientes observaciones:

- Lectura de orientación (al menos a un punto conocido).
- Lectura al unto desconocido V .

Estacionar el equipo topográfico en el punto conocido B y realizar las siguientes observaciones:

- Lectura de orientación (al menos a un punto conocido).
- Lectura al punto desconocido V.

Intersección inversa.

En la intersección inversa las observaciones angulares se hacen desde el punto P cuyas coordenadas se requieren determinar. En la intersección simple se toman las lecturas horizontales a tres puntos de coordenadas conocidas, que son los mínimos que se necesitan para resolver la geometría. En la intersección múltiple se hacen las medidas a más de tres puntos, y es el método más aconsejable para hacer comparaciones.

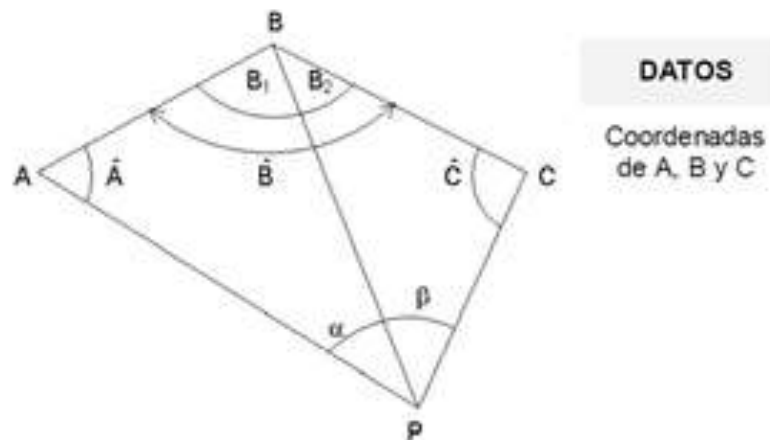


Figura 1. 12 Solución a la intersección inversa simple

1.4.5 Métodos basados en la medida de ángulos y distancias

Poligonal: En topografía se le da el nombre de poligonal aun polígono o a una línea quebrada de n lados. También se puede definir la poligonal como una sucesión de líneas rectas que conectan una serie de puntos fijos.

Clases de poligonales

De la definición de poligonal se deduce que las poligonales pueden ser cerradas o abiertas.

Poligonal cerrada es aquella cuyos extremos inicial y final coinciden; es decir, es un polígono.



Poligonal abierta es una línea quebrada de n lados o aquella poligonal cuyos extremos no coinciden.

Existen dos clases de poligonales abiertas: las de enlace y los caminamientos.

Poligonal de enlace es una poligonal abierta cuyos extremos son conocidos de antemano y, por tanto, puede comprobarse.

Camina miento se denomina a una poligonal abierta, en la cual solo se conoce el punto de partida y por esto no es susceptible de comprobación.

Metodología de levantamiento

Métodos de medida de ángulos y direcciones en las poligonales. Los métodos que se usan para medir ángulos o direcciones de las líneas de las poligonales son:

- a) El de rumbos
- b) El de ángulos interiores
- c) El de deflexiones
- d) El de ángulos a la derecha
- e) El de azimutes

1.4.5.1 Trazo de poligonales por rumbos.

La brújula de topógrafo se ideó para usarse esencialmente como instrumento para trazo de poligonales. Los rumbos se leen directamente en la brújula a medida que se dirigen las visuales según las líneas (o lados) de la poligonal. Normalmente se emplean rumbos calculados, más que rumbos observados, en los levantamientos para poligonales que se trazan por rumbos mediante un tránsito. El instrumento se orienta en cada estación visando hacia la estación anterior con el rumbo inverso marcado en el limbo. Luego se lee el ángulo a la estación que sigue y se aplica al rumbo inverso para obtener el rumbo siguiente.

1.4.5.2 Trazo de poligonales por ángulos interiores.

Ángulos interiores, como ABC, BCD, CDE, DEA y EAB se usan casi en forma exclusiva en las poligonales para levantamientos catastrales o de propiedades. Pueden leerse tanto en el sentido de rotación como en el sentido contrario, y con la brigada de topografía siguiendo la poligonal ya sea hacia la derecha o hacia la izquierda. Es buena práctica, sin embargo, medir todos los ángulos en el sentido de rotación del reloj. Si se sigue invariablemente un método se evitan los errores de lectura, de anotación y de trazo. Los ángulos exteriores deben medirse para cerrar al horizonte.

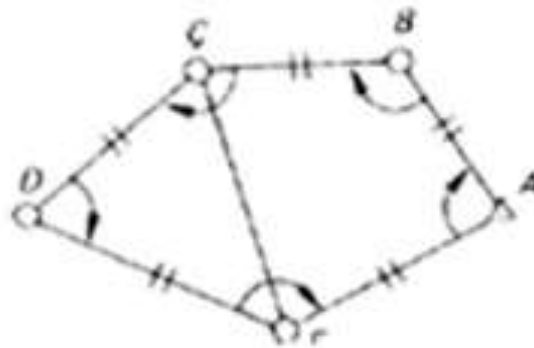


Figura 1. 13 Poligonal cerrada con ángulos interiores

1.4.5.3 Trazo de poligonales por ángulos exteriores

Los levantamientos para vías terrestres se hacen comúnmente por deflexiones medidas hacia la derecha o hacia la izquierda desde las prolongaciones de las líneas. Un ángulo de deflexión no está especificado por completo sin la designación D o I, y por supuesto, su valor no puede ser mayor de 180° .

Cada ángulo debe duplicarse o cuadruplicarse (es decir, medirse 2 o 4 veces) para reducir los errores de instrumento, y se deben determinar un valor medio.

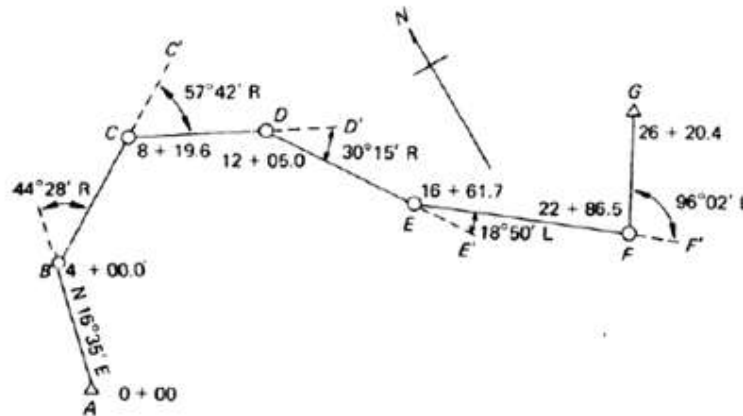


Figura 1. 14 Poligonal abierta con ángulos exteriores

1.4.5.4 Conservación de Azimutes.

Este método se emplea para cualquier clase de polígonos.

Con el anteojo en posición directa, se orienta el aparato en el primer vértice (magnéticamente o astronómicamente), para medir con un vernier el azimut del primer lado. Después, conservando en el vernier esta lectura, se traslada el aparato al punto siguiente, y al ver al de atrás en posición inversa, queda el anteojo sobre la línea cuyo azimut se tiene marcado. Se vuelve al anteojo en posición directa, y así se logra que en

aparato quede en una posición paralela a la que tuvo en el punto de atrás, o sea que el cero queda otra vez orientado al Norte y dejando ahí fija la graduación (movimiento general apretado), se afloja el tornillo del movimiento particular y puede medirse el azimut de la siguiente línea, con el vernier. Así se continúa el procedimiento recorriendo ordenadamente los vértices.

1.4.5.5 Método de radiación

El método de radiación es uno de los métodos de poligonales cerradas, y es el más simple en el que se emplea el teodolito y la cinta.

Consiste en situar el aparato topográfico en el punto O de coordenadas conocidas, interior al conjunto ABC... que se han de levantar, y tras orientar el instrumento se determinan los acimutes y las longitudes OA, OB...

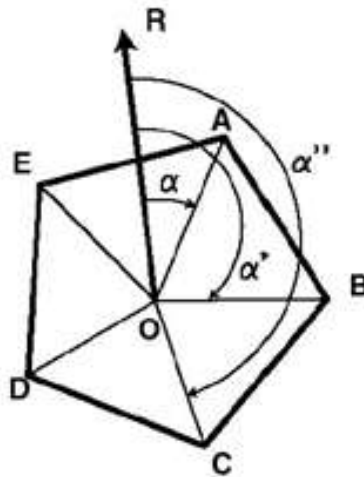


Figura 1. 15 Radiaciones

1.4.6 Métodos altimétricos

Generalidades.

Recibe el nombre de nivelación o altimetría el conjunto de trabajos que suministran los elementos para conocer las alturas y forma del terreno con sentido vertical.

Todas las alturas de un trabajo de topografía, están referidas a un plano común de referencia. Este plano llamado de comparaciones es una superficie plana imaginaria, cuyos puntos se asumen con una elevación o altura de cero.

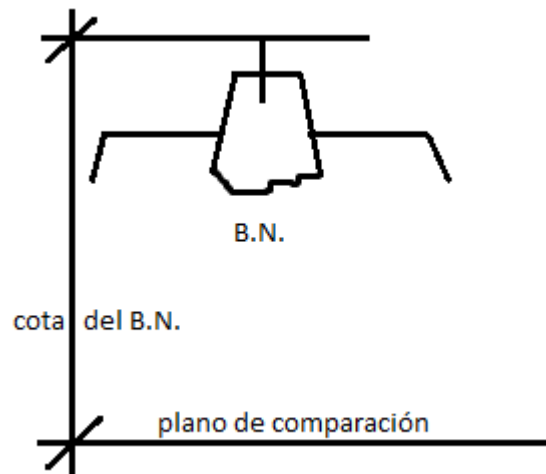


Figura 1. 16 Banco de nivel

Se denomina *cota*, *elevación* o *altura* de un punto determinado de la superficie terrestre a la distancia vertical que existe desde el plano de comparación el del nivel medio del mar, que se establece por medio de un gran número de observaciones en un aparato llamado mareógrafo a través de un largo periodo de años

1.5 Metodología de levantamientos geodésicos

Levantamientos Geodésicos.

Son el conjunto de procedimientos y operaciones de campo y gabinete destinado a determinar las Coordenadas geodésicas de puntos sobre el Terreno convenientemente elegidos. Se realizan en grandes áreas de la Superficie terrestre y se toma en cuenta la curvatura de la Tierra.

Para que un levantamiento sea considerado como geodésico deberá tomar en cuenta los efectos de curvatura terrestre y ejecutarse con instrumental y procedimientos que permitan una precisión interna compatible con las especificaciones de exactitud.

Se consideran los siguientes tipos de levantamientos geodésicos:

1.5.1 Triangulación

Constituye el Método clásico y universalmente conocido para el desarrollo de los levantamientos geodésicos horizontales, mediante un procedimiento que determina las longitudes de los lados de un sistema de triángulos interconectados, con base en la medida de algunos lados y de todos los ángulos.



1.5.2 Trilateración

En este método la situación se invierte, para medir directamente los lados y de ahí derivar los valores angulares, excepto que para efectos de control de dirección se requiere la medida de algunos ángulos.

1.5.3 Triangulateración

Este método combina los dos anteriores mediante la medida directa de ángulos y distancias; permite una mayor elasticidad en el diseño y proporciona mayor rigidez y confiabilidad a los levantamientos.

1.5.4 Poligonación

Consiste en la medida directa de ángulos y distancias entre puntos consecutivos que forman una línea poligonal continua.

1.5.5 Método Astronómico

Consiste en la observación de la posición angular de objetos relativamente fijos sobre la Esfera celeste cuyas coordenadas se conocen en el tiempo. El método se aplica para la determinación de coordenadas astronómicas puntuales y mayormente para el control en dirección de otros métodos de levantamiento, como se especifica en las partes conducentes de este documento.

1.5.6 Método Inercial

El método se fundamenta en la medida de variaciones de aceleración referidas a tres ejes que se estabilizan mediante giroscopios, conjunto montado sobre una plataforma móvil. Las variaciones se traducen en desplazamientos que referidos a una cierta posición de origen, producen las coordenadas geodésicas requeridas. El método ofrece las ventajas de poder determinar además otros parámetros geodésicos, utilización en todo tiempo y ser de alto rendimiento, pero habrá que considerar su costo inicial y capacidad real para producir resultados exactos. Debido a esto último y a que el método está todavía en la etapa introductoria, no se darán por ahora normas y especificaciones en este documento, debiendo observarse las indicadas por los fabricantes de los instrumentos.



1.5.7 Técnicas diferenciales del Sistema de Posicionamiento Global

Este método consiste en recibir la señal electromagnética emitida por los satélites de la constelación NAVSTAR que conforman el Sistema de Posicionamiento Global para determinar la posición relativa de puntos sobre la superficie terrestre. Dada la complejidad, el tamaño y dinámica de cambio de las normas para este tipo de levantamientos se tratarán a detalle en un documento por separado, dándose en éste los lineamientos mínimos.

1.5.8 Diferencia entre métodos de Topografía y Geodesia

La Topografía opera sobre porciones pequeñas de terreno, no teniendo en cuenta la verdadera forma de la Tierra, sino considerando la superficie terrestre como un plano. Cuando se trata de medir grandes extensiones de tierra, como por ejemplo, para confeccionar la carta de un país, de un estado o de una ciudad grande, no se puede aceptar la aproximación que da la topografía, teniéndose entonces que considerar la verdadera forma de la Tierra y por consiguiente la superficie ya no se considera un plano sino se toma como parte de la superficie de un elipsoide y tendremos que acudir a la Geodesia.



MODULO II

SISTEMA DE AGUA



II SISTEMA DE AGUA

2.1 Definición de un sistema de agua y cuál es su función

Un Sistema de agua es el conjunto de tuberías, instalaciones y accesorios destinados a conducir las aguas requeridas bajo una población determinada para satisfacer sus necesidades, así como suministrar y distribuir los servicios de agua potable y drenaje a los habitantes con la cantidad, calidad y eficiencia necesarios; a través de la infraestructura existe y fomentar una cultura moderna de utilización que garantice el abasto razonable del recurso.

Dentro de las funciones que tiene un sistema de agua son:

- Proporcionar agua a los municipios, comunidades, núcleos de población, organismos, fraccionamiento y particulares que la requieran.
- Planear y programar coordinadamente con las dependencias gubernamentales, federales, estatales y municipales, las obras de agua potable, drenaje, tratamiento, reusó de aguas residuales tratadas y control y disposición final de lodos productos del tratamiento de aguas.
- Ejecutar las acciones necesarias para construir, conservar, mantener, operar y administrar sistemas de agua para consumo humano y de servicios de drenaje, tratamiento y reusó de aguas residuales tratadas y control y disposición final de los lodos producto del tratamiento de aguas.

2.2 Partes que consta un Sistema de Abastecimiento de Agua

2.2.1 Obras de captación

El abastecimiento del agua a un poblado se logra mediante el transporte de este líquido desde la fuente de abastecimiento hasta un sitio ubicado en el poblado para su distribución.

La fuente de abastecimiento debe de proporcionar el caudal requerido para satisfacer las necesidades del ser humano (consumo, aseo personal, riego, limpieza, entre otras). Las fuentes de abastecimiento comprenden aguas superficiales y subterráneas, siendo necesario para ambos casos, la elaboración de un diagnóstico de la calidad del agua a utilizarse. Dichas aguas deben satisfacer las normas de calidad vigentes.

Es necesario definir 3 aspectos importantes dentro de este tema:

Captaciones. Son las obras civiles y electromecánicas que permiten disponer del agua superficial o subterránea de la fuente de abastecimiento.

Aguas superficiales. Se consideran aguas superficiales aquellas que se captan de canales, ríos y embalses.

Aguas subterráneas. Se consideran aguas subterráneas aquellas que se captan de pozos, manantiales y galerías filtrantes.

2.2.2 Captación de Aguas Superficiales

Para la captación en corrientes superficiales es necesario utilizar materiales resistentes al intemperismo y principalmente a la acción del agua.

Los elementos principales que deben integrar una obra de captación del tipo indicado son los siguientes:

- Dispositivos de toma (orificios, tubos)
- Dispositivos de control de excedencias (vertedores)
- Dispositivos de limpia (rejillas, cámaras de decantación)
- Dispositivos de control (compuertas, válvulas de seccionamiento)
- Dispositivos de aforo (tubo pitot, diferencial de presión con transmisión, parshal, vertedores)

Captación directa

La obra de captación en corrientes superficiales varía en su diseño de simples tubos sumergidos para pequeños abastecimientos correspondientes a las comunidades rurales, a grandes torres de toma usadas para las localidades urbanas medianas y grandes.

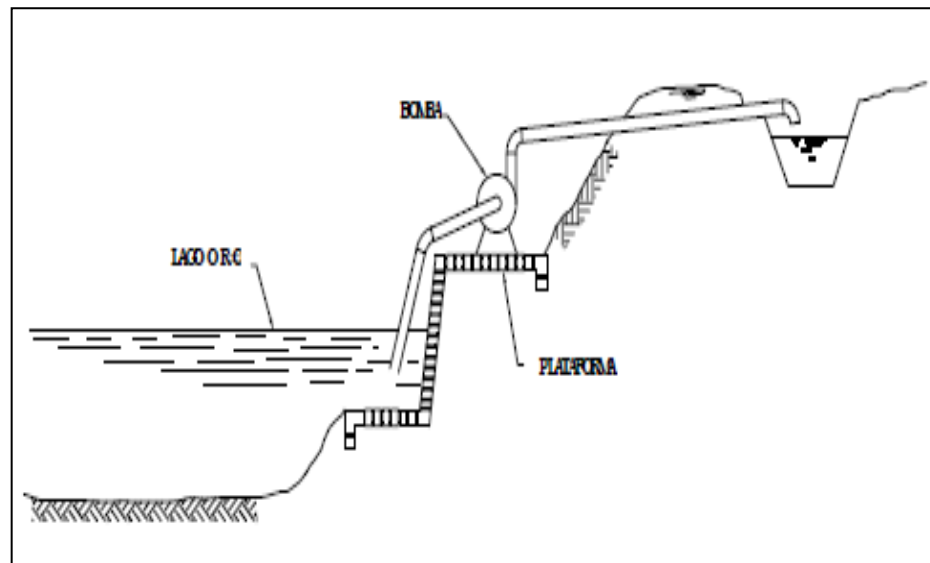


Figura 2. 1 Captación directa con bomba centrífuga horizontal



Presas de almacenamiento

Una presa de almacenamiento es aquella que se construye en el cauce de un río con el objeto de almacenar agua que aporta la corriente, para emplearla de acuerdo a las demandas que se tengan. Sus partes esenciales son: la cortina, la toma y el vertedor de demasías.

Para la localización y el diseño de la obra de toma de una presa de almacenamiento con fines de abastecimiento de agua potable, se toman en cuenta los siguientes factores:

- Gasto por aprovechar. Corresponde al gasto máximo diario.
- Carga hidráulica. Depende de la altura de la cortina y del perfil de la conducción.
- Estudio de geotecnia.
- Tipo de cortina.
- Localización de la Planta potabilizadora.

Captación de aguas subterráneas

Las aguas subterráneas se clasifican generalmente en agua freática y agua confinada.

Un manto de agua freática es aquel que no tiene presión hidrostática, circulando el agua en materiales granulares no confinados como arena, grava, aluviones, etc. El manto superior del acuífero se llama capa freática y su perfil en materiales granulares es semejante al perfil del terreno.

El agua subterránea confinada es aquella que está situada entre dos capas de materiales relativamente impermeables bajo una presión mayor que la atmosférica.

Manantiales

El manantial es el sitio donde el acuífero emerge a la superficie y es posible captarlo de manera directa en el mismo sitio de afloramiento, o de manera, indirecta, en la cual se permite un tramo de escurrimiento y posteriormente se aprovechan las aguas.

Generalmente los diseños de obras de captación de manantiales se realizan para los dos tipos más comunes que se presentan en nuestro medio que son:

- Manantiales tipo ladera, con a flotamiento de agua freática.
- Manantiales con afloramiento, tipo artesano.

El aspecto principal para la captación de manantiales es su protección para que no se contamine y evitar que los afloramiento se obturen, ambos objetivos se logrando con la construcción de una caja que aísla el área de salida del agua; además para evita que los afloramientos trabajen contra carga en el época de lluvias, es decir, cuando el gasto que aporta el manantial sea superior al de conducción.

Galerías filtrantes

Una galería filtrante se utiliza principalmente para captar agua del subálveo de corrientes superficiales, construyéndose de preferencia en el estiaje y en una de las márgenes, paralela a la corriente. Se debe tomar en cuenta las características de socavación de la corriente en las avenidas importantes.

El agua captada por medio de una galería filtrante generalmente se conduce a un cárcamo de bombeo donde se inicia la conducción.

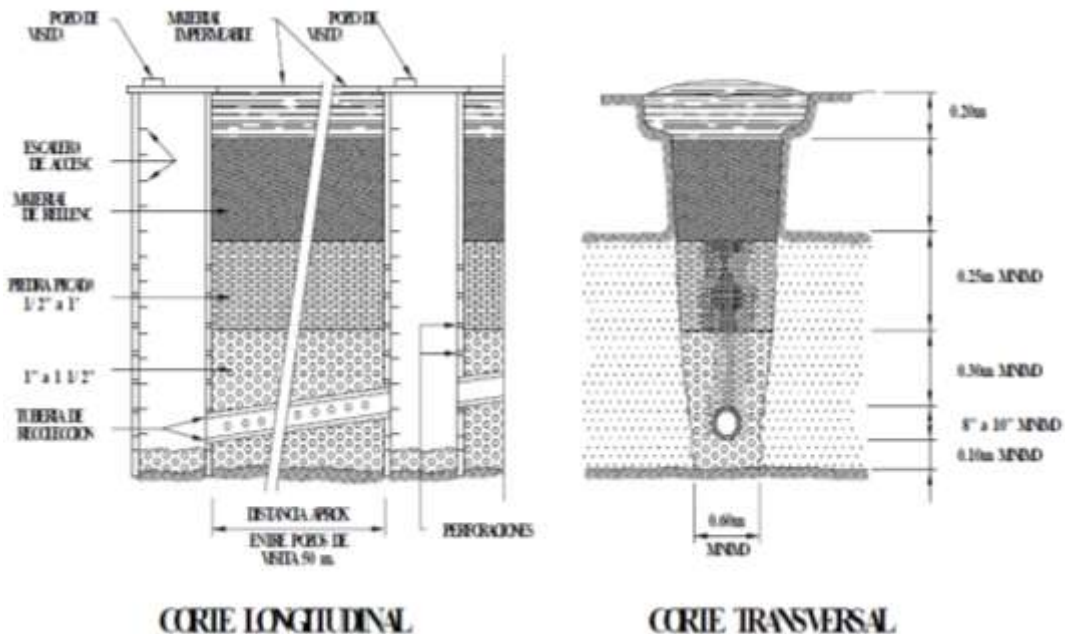


Figura 2. 2 Detalle de una galería de infiltración

Puyones

Estos pozos someros de pequeño diámetro que también reciben el nombre de pozos hincados, se construyen de diversas formas, dependiendo del diámetro del pozo y del material que atraviesan. Su construcción más común en terreno blando y para obtener un gasto importante es necesario hincar varios; en este caso, al conjunto de varios pozos se le denomina “sistema de puyones”.

Los pozos perforados por el método de hincado, se construyen introduciendo en el terreno una punta coladora de pozo, denominada generalmente con el nombre de “puyón” ajustada al extremo de secciones de tubo de acero galvanizado debidamente acopladas. La punta se hunde hasta la formación acuífera, utilizando un equipo que incluye un martillo de impulsión, una tapa para hincado para proteger el extremo de la tubería ascendente durante la operación, un trípode, una polea y cuerda con o sin malacates.

El sistema de puyones se ha utilizado pocas veces para el abastecimiento de agua potable, principalmente en localidades rurales.

El gasto aproximado que se puede obtener con un puyón varia de 0.2 a 1.0 l/s. los puyones se unen a una tubería principal que funciona como múltiple de succión, la que generalmente se une al equipo de bombeo.

Pozos someros

Los pozos someros se construyen cuando es conveniente explotar el agua freática y/o del subálveo. El diámetro mínimo del pozo circular es 1.5 m y debe permitir que su construcción sea fácil, cuando la sección sea rectangular, la dimensión mínima debe ser 1.5 m. Para pozos con ademe de concreto, y cuando se utiliza el procedimiento de construcción llamado “indio”, los anillos que queden dentro del estrato permeable deben llevar perforaciones dimensionadas de acuerdo con un estudio granulométrico previo en caso de carecer de datos, se recomienda que el diámetro de las perforaciones este comprendido entre 25 y 250 mm, colocadas en tresbolillo, a una distancia de 15 o 25 cm, centro a centro.

Pozos profundos

Las poblaciones que consumen agua subterránea disponen ordinariamente de pozos profundos que se perforan en capas acuíferas que evitan fluctuaciones, tienen un rendimiento uniforme y considerable. El agua profunda es de buena calidad, a menos que esté contaminada por infiltraciones en la capa acuífera, por cavernas o por fisuras en las rocas que la recubran.

En el pozo ordinario o de capa libre el agua se eleva a la altura del material saturado que le rodea, y no se halla sometida a otra presión más que la atmosférica. Un pozo artesiano es aquel en el que el agua se eleva por encima del nivel en que se encuentra el acuífero, debido a la presión del agua aprisionada en el acuífero.

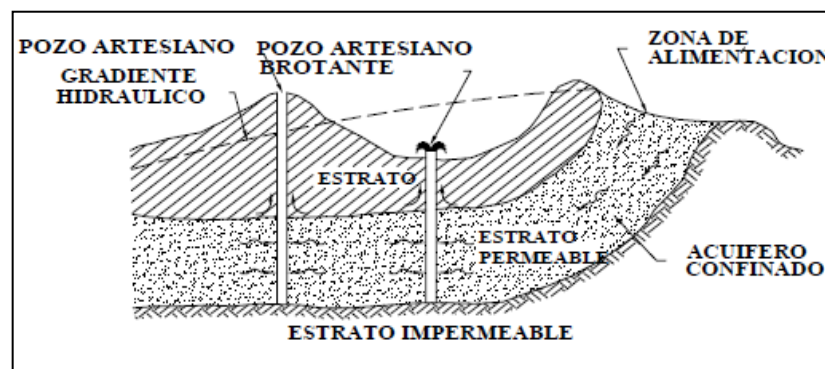


Figura 2. 3 Esquema de pozos artesianos

2.3 Línea de Conducción

Dentro de un sistema de abastecimiento de agua potable se llama línea de conducción al conjunto integrado por tuberías, estaciones de bombeo y dispositivos de control que permiten el transporte del agua desde una sola fuente de abastecimiento, hasta un solo sitio donde será distribuida en condiciones adecuadas de calidad, cantidad y presión.

2.3.1 Clasificación de la Línea de Conducción

Tipo de entrega

Las conducciones deberán entregar el agua a un tanque de regularización, como se indica en la figura 2.4 y así facilitar el procedimiento de diseño hidráulico de los sistemas de agua potable.

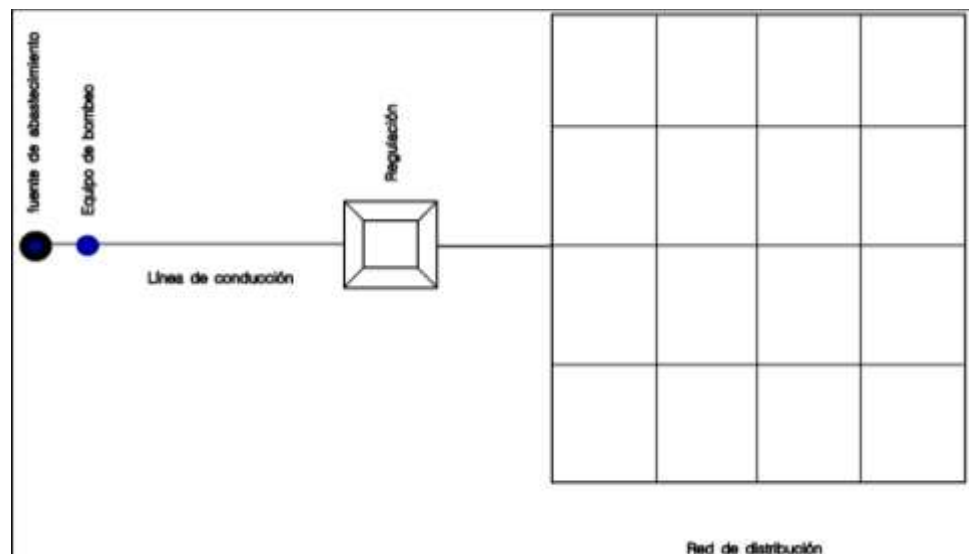


Figura 2. 4 Línea de conducción con entrega del agua a un tanque de regularización

En zonas rurales, se aceptan conducciones con entrega del agua a la red de distribución, únicamente cuando se logre considerable en la distancia de conducción y un aumento en las presiones de la red de distribución. Esto se consigue cuando el tanque de regularización se conecta a la red de distribución en un punto opuesto a la conexión de la conducción, como se indica en la Figura 2.5.

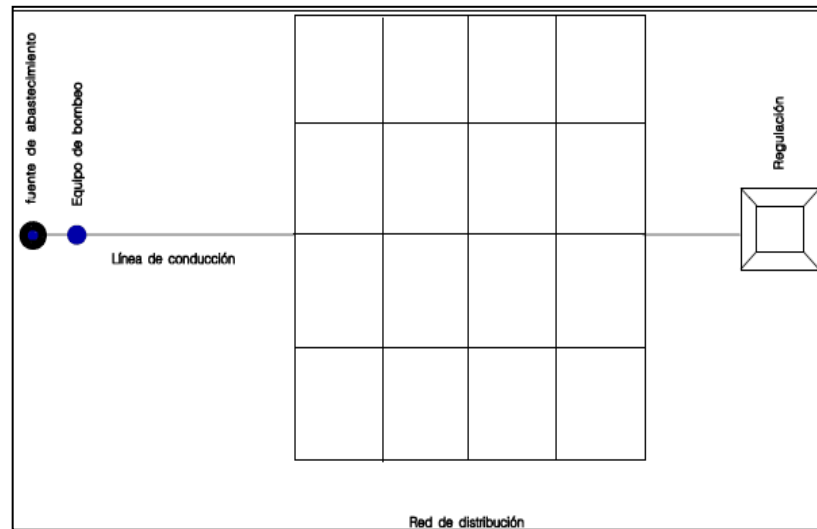


Figura 2. 5 Línea de conducción con entrega del agua a la red de distribución

En zonas urbanas, se aceptan conducciones con entrega del agua a la red de distribución, para el único caso en que el sistema sea existente y cuando demuestre que el diseño se fundamenta estrictamente en una modelación hidráulica correspondiente al tipo de entrega. No obstante, en la medida de lo posible, en estos sistemas se deberán hacer los cambios necesarios para entregar el agua a un tanque de regularización.

Conducciones por bombeo

La conducción por bombeo es necesaria cuando se requiere adicionar energía para obtener la carga dinámica asociada con el gasto de diseño. Este tipo de conducción se usa generalmente cuando la elevación del agua en la fuente de abastecimiento es menor a la altura piezométrica requerida en el punto de entrega. El equipo de bombeo proporciona la energía necesaria para lograr el transporte del agua.

Conducciones por gravedad

Una conducción por gravedad se presenta cuando la elevación del agua en la fuente de abastecimiento es mayor a la altura piezométrica requerida o existente en el punto de entrega del agua, el transporte del fluido se logra por la diferencia de energías disponible.

Conducción por bombeo-gravedad

Si la topografía del terreno obliga al trazo de la conducción a cruzar por partes más altas que la elevación de la superficie del agua en el tanque de regulación, conviene analizar la colocación de un tanque intermedio en este lugar. La instalación de este tanque ocasiona que se forme una conducción por bombeo-gravedad, donde la primera parte es por bombeo y la segunda por gravedad.



2.4 Red de Conducción

En las ciudades donde es necesario buscar fuentes alternas para el abastecimiento del agua, en este caso resultan a menudo conducciones más económicas al interconectar estas, formando una red de conducción.

Las derivaciones de una conducción hacia dos o más tanques de regulación, ocasiona también la formación de redes de distribución.

Líneas paralelas

Las líneas de conducción paralelas se forman cuando es necesario colocar dos o más tuberías sobre un mismo trazo. Esta instalación se recomienda previo análisis económico para evitar la colocación de diámetros menores de 1.22m para efectuar la construcción por etapas según sean las necesidades de la demanda de agua, la disponibilidad de los recursos y facilitar la operación a diferentes gastos.

2.4.1 Componentes de una Línea de Conducción

Tuberías. Los materiales de mayor uso son; acero fibrocemento, concreto, presforzado, policloruro de vinilo (PVC), hierro dúctil, y polietileno de alta densidad.

Piezas especiales.

Juntas. Se utilizan para unir dos tuberías; las de metal pueden ser de varios tipos ejemplo Gibault, Dresser, etc.

Carretes. Son tubos de pequeña longitud provistos de bridas en los extremos para su unión

Extremidades. Son tubos de pequeña longitud que se colocan sobre alguna descarga por medio de una brida en uno de sus extremos; pueden ser campana o espiga.

Tes. Se utilizan para unir tres conductos donde las tres uniones pueden ser del mismo diámetro, o dos de igual diámetro y uno menor. En el segundo caso se llama reducción.

Cruces. Las cruces se utilizan para unir cuatro conductos, donde las cuatro uniones pueden ser el mismo diámetro, o dos menores de igual diámetro y dos menores de igual diámetro.

Codos. Los codos tienen la función de unir dos conductos del mismo diámetro en un cambio de dirección ya sea horizontal o vertical. Los codos pueden tener deflexiones de 22.5, 45 y 90 grados.

Reducciones. Se emplean para unir dos tubos de diferente diámetro.

Coples. Son pequeños tramos de tubo de PVC o de fibrocemento que se utilizan para unir las espigas de dos conductos del mismo diámetro.

Tapones y tapas. Se colocan en los extremos de un conducto con la función de evitar la salida de flujo.

Válvulas.

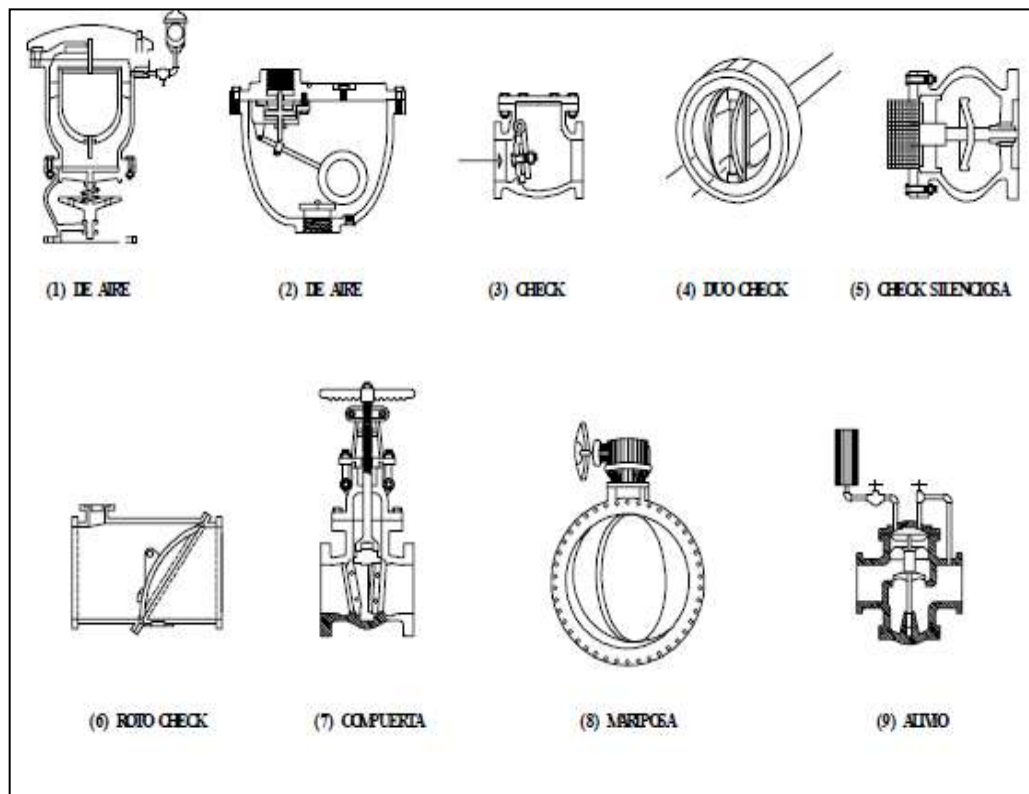


Figura 2. 6 Tipos de válvulas

Válvula eliminadora de aire. Cumple la función de expulsar el aire de la tubería que continuamente se acumula en las partes altas del perfil de la conducción, cuando esta se encuentre en operación.

Válvula de admisión y expulsión de aire. Se utiliza para expulsar el aire que contiene la tubería al momento de indicar el llenado del conducto. Una vez que el agua ejerce presión sobre el flotador de la válvula, esta se cierra y no abre mientras exista presión en el conducto. Otra función es que permite la entrada de aire dentro del tubo al momento de iniciar el vaciado de la tubería, y con ello se presentan presiones negativas.

Válvula de no retorno. Tiene la función de evitar la circulación del flujo en el sentido contrario al definido en el diseño.



Válvula de seccionamiento. Se utiliza para controlar el flujo dentro del tubo, ya sea para impedir el paso del agua o reducir el gasto a un valor requerido. Pueden ser, por ejemplo, tipo compuerta, de mariposa o de esfera.

Dispositivos para control de transitorios.

Válvula aliviadora de presión. Se coloca en la tubería para disminuir las sobrepresiones causadas por un fenómeno transitorio.

Válvula anticipadora del golpe de ariete. Protege al equipo de bombeo de la onda de sobrepresión causada por el paro de la bomba o falla de la energía. Esta válvula opera con la presión de la línea de conducción, y el nombre de anticipadora se debe a que entra en funcionamiento antes de la llegada de la onda de sobrepresión.

Torre de oscilación. La torre de oscilación es una estructura a menudo de forma circular en contacto con la atmosfera por la parte superior, cuyo diámetro es por lo general mayor que el de la conducción. Es una de las estructuras más confiables para el control de los transitorios, sin riesgos de funcionamiento al no tener elementos de operación.

Tanque unidireccional. Es una estructura que se coloca generalmente a una elevación superior a la del terreno natural y este por lo general se encuentra en contacto con la atmosfera por la parte superior. La elevación de la corona es menor a la carga piezométrica del punto de conexión del tanque con la conducción.

Cámara de aire. Es un depósito conectado con la conducción por lo general metálico cerrado en cuyo interior la parte inferior contiene un volumen de agua y la superficie un volumen de aire. Se coloca normalmente al nivel de terreno natural en las cercanías de una planta de bombeo.

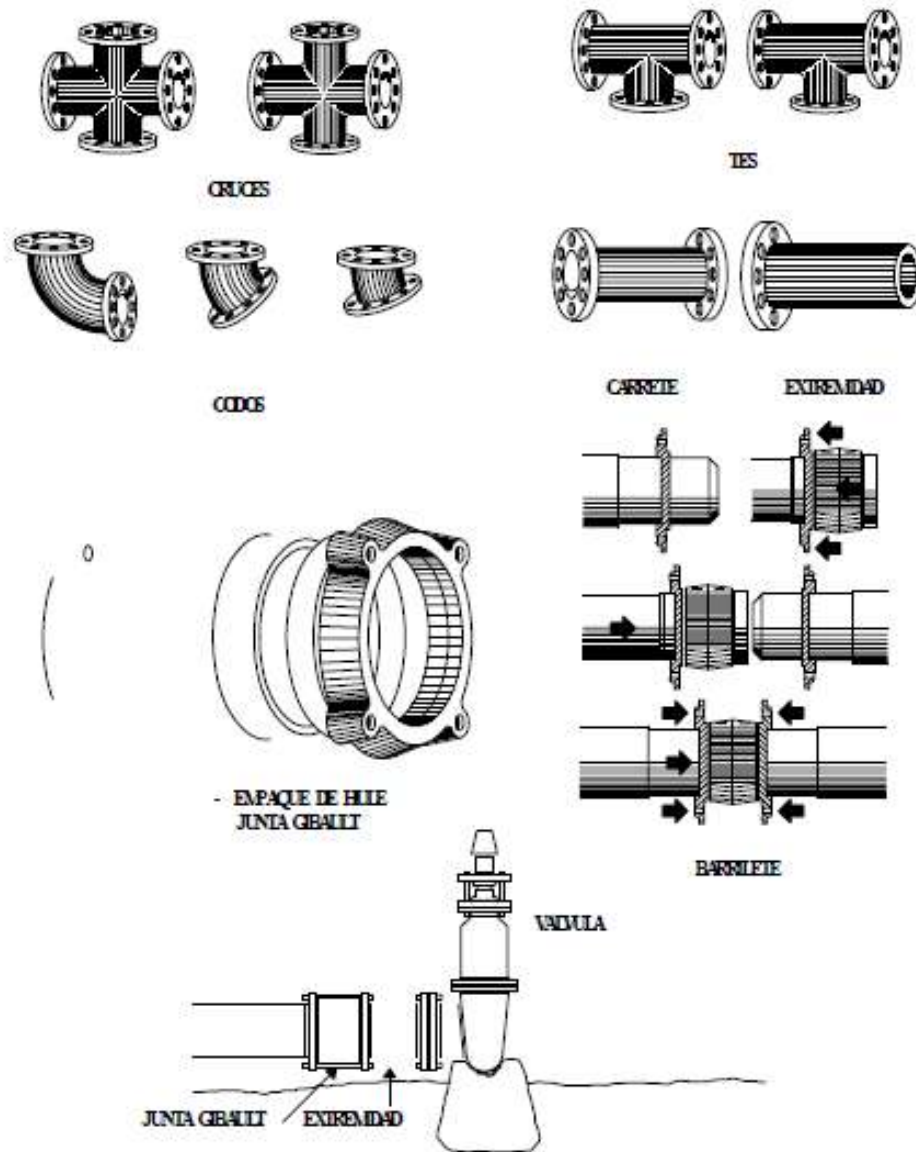


Figura 2. 7 Piezas especiales de Fierro fundido

2.5 Obra de regularización

El tanque de regulación es la parte del sistema de abastecimiento de agua potable que recibe un gasto desde la fuente de abastecimiento para satisfacer las demandas variables de la población a lo largo del día; permite el almacenamiento de un volumen de agua cuando la demanda en la población es menor que el gasto de llegada y el agua almacenada se utiliza cuando la demanda es mayor. Generalmente esta regulación se hace por periodos de 24 horas.



La regularización tiene por objeto lograr la transformación de un régimen de aportaciones (de la conducción) que normalmente es constante, en régimen de consumos o demandas (de la red de distribución) que siempre es variable.

La elección del sitio y del tipo de tanque (enterrados, semienterrados, superficiales y/o elevados), se basa en las características físicas de la localidad, considerando las líneas de conducción y redes de distribución, tanto existentes como de proyecto.

2.5.1 Clasificación de Tanques

La clasificación de los tanques es de acuerdo al material disponible en la región, de las condiciones topográficas y de la disponibilidad de terreno.

Tanques enterrados.

Estos tanques se construyen bajo el nivel del suelo. Se emplean preferentemente cuando existe terreno con una cota adecuada para el funcionamiento de la red de distribución y de fácil excavación.

Los tanques enterrados tienen como principal ventaja el proteger el agua de las variaciones de temperatura y una perfecta adaptación al entorno. Tiene el inconveniente de requerir importantes excavaciones tanto para el propio tanque como para todas sus instalaciones de conexión con la red de distribución y la línea de conducción además la dificultad de control de posibles filtraciones que se presenten.

Tanques semienterrados.

Los tanques semienterrados tienen parte de su estructura bajo el nivel del terreno y parte sobre el nivel del terreno.

Se emplean generalmente cuando la altura topográfica respecto al punto de alimentación es suficiente y el terreno presenta dificultad de excavación.

Permite un fácil acceso a las instalaciones del propio tanque.

Tanques superficiales

Los tanques superficiales están contruidos sobre la superficial del terreno. La construcción de este tipo de tanques es común cuando el terreno es “duro” o conviene no perder altura y se tiene la topografía adecuada.

Los tanques superficiales se sitúan en una elevación natural en la proximidad de la zona por servir de manera que la diferencia de nivel del piso del tanque con respecto al punto más alto por abastecer sea de 15 m y la diferencia de altura entre el nivel del tanque en el nivel máximo de operación y el punto más bajo por abastecer sea de 50 m.



Tanques elevados

Los tanques elevados son aquellos cuya base está por encima del nivel del suelo, y se sustenta a partir de una estructura.

Generalmente son construidos en localidades con topografía plana donde no se dispone en su proximidad de elevaciones naturales con altimetría apropiada. El tanque elevado se refiere a la estructura integral que consiste en el tanque, la torre y la tubería de alimentación y descarga.

Para tener un máximo beneficio, los tanques elevados, generalmente con torres de 10, 15 y 20 m de altura, se localizan cerca del centro de uso. En grandes áreas se localizan varios tanques en diversos puntos. La localización central decrece las pérdidas por fricción y es importante también para poder equilibrar presiones lo más posible.

Cuando el tanque elevado se localiza en la periferia de la población, da como resultado una pérdida de carga muy alta al alcanzar el extremo opuesto más alejado o presiones excesivas en el extremo más cercano al tanque.

Cuando el tanque se ubica en un sitio céntrico de la población o área por servir las presiones son mas uniformes tanto en los periodos de mínima como de máxima demanda.

Un aspecto importante de los tanques elevados es el aspecto estético, por su propia concepción son vistos desde puntos muy lejanos. No pueden darse reglas sobre este tema salvo la de buscar su integración en el entorno o paisaje.


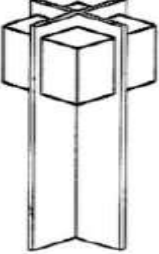
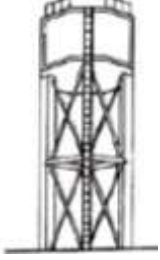





<p>Tanque elevado de concreto contraventeado</p> 	<p>Tanque elevado de concreto con muros de concreto</p> 	<p>Tanque elevado de concreto con traveses rigidizantes</p> 	<p>Tanque elevado de concreto con muros de mampostería</p> 
<p>Tanque elevado cilíndrico de concreto con subestructura cilíndrica</p> 	<p>Tanque elevado de concreto con cubierta cónica</p> 	<p>Tanque con la torre del mismo diámetro del recipiente</p> 	<p>Tanque con traveses rigidizantes</p> 

Figura 2. 8 Tipos de tanques elevados

2.6 Red de distribución

Una red de distribución es el conjunto de tuberías, accesorios y estructuras que conducen el agua desde tanques de servicio o de distribución hasta las tomas domiciliarias o hidrantes públicos. Su finalidad es proporcionar agua a los usuarios para consumo domestico, publico, comercial, industrial y para condiciones extraordinarias como el extinguir incendios. La red de distribución de agua potable se diseña con el gasto máximo horario.

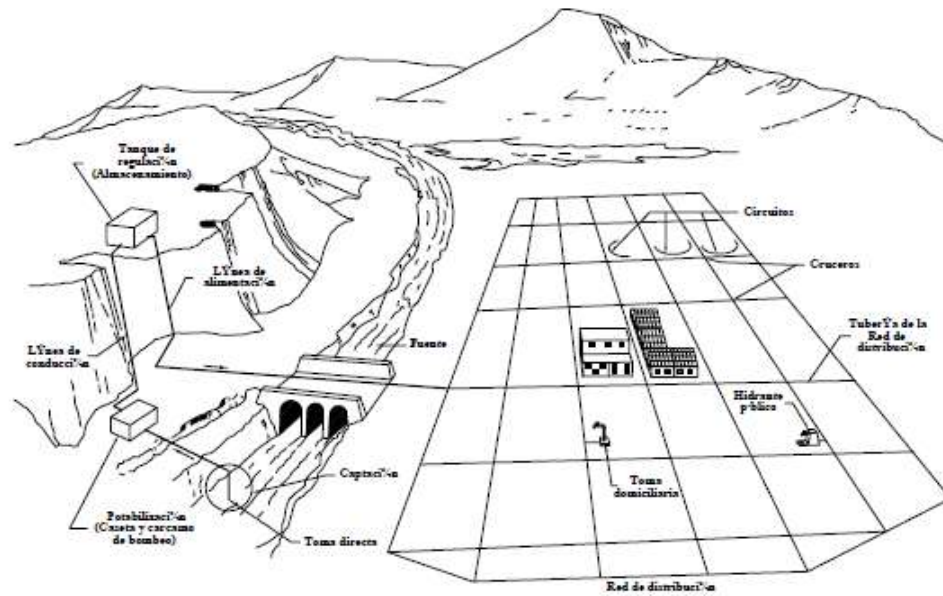


Figura 2. 9 Esquema general de un sistema de abastecimiento de agua potable

La distribución se inicia en el tanque de regularización y las tuberías que la integran son de diferentes diámetros, que van enterradas en la vía pública, es decir, en terrenos propiedad del Municipio (nunca en terrenos de propiedad particular) a las que se conectan tuberías de pequeños diámetros para introducir el agua a las casas y edificios.

La red debe proporcionar este servicio todo el tiempo, en cantidad suficiente, con la calidad requerida y una presión adecuada. Los límites de calidad del agua, para que pueda ser considerada como potable se establecen en la Norma Oficial Mexicana NOM-127-SSA1 vigente.

2.6.1 Componentes de una red de distribución

Una red de distribución de agua potable se compone generalmente de:

Tuberías. Se llama así al conjunto formado por los tubos (conductos de sección circular) y su sistema de unión o ensamble.

De acuerdo con su función, la red de distribución puede dividirse en red primaria, y red secundaria. A la tubería que conduce el agua desde el tanque de regulación hasta el punto donde inicia su distribución se le conoce como línea de alimentación y se considera parte de la red primaria.

La división de distribución en red primaria o secundaria dependerá del tamaño de la red y de los diámetros de las tuberías. De esta forma la red primaria se constituye de los tubos de mayor diámetro y la red secundaria por las tuberías de menor diámetro, las cuales abarcan la mayoría de las calles de la localidad.



- Tuberías de plástico. Tubos de polioruro de vinilo (PVC), tubos de polietileno de baja densidad (PEBD), tubos de polietileno de media densidad (PEMD) y tubos de polietileno de alta densidad (PEAD)
- Tuberías de fibrocemento (FC) se fabrican con cemento, fibras de asbesto y sílice. De esta forma, se dispone de tubos de cuatro o cinco metros de longitud y coples de fibrocemento como sistema de unión.
- Tuberías de fierro fundido (Fo.Fo.) o colado ha sido empleado para fabricar tuberías, piezas especiales y válvulas. Se dispones de dos tipos de hierro fundido: el hierro gris y el hierro dúctil. Entre sus ventajas se puede mencionar que posee alta resistencia a impactos y a las cargas normales y extraordinarias, así como a la presión interna, alta resistencia a la corrosión entre otras.
- Tuberías de concreto son más utilizadas en líneas de conducción que en redes de distribución, pero pueden ser utilizadas en las tuberías principales de la red primaria en el caso de redes de gran tamaño. La tubería de concreto que se utiliza en agua es de concreto presforzado.
- Tuberías de acero. En líneas de conducción, al igual que las tuberías de concreto, las tuberías de acero son utilizadas cuando se tienen altas presiones y se requieren grandes diámetros. La diferencia entre su uso es que las tuberías de concreto generalmente son enterradas y las tuberías de acero se pueden emplear en instalaciones expuestas, que en caso de ser enterradas son protegidas por un recubrimiento exterior.

Piezas especiales. Son aquellos accesorios que se emplean para llevar a cabo ramificaciones, intersecciones, cambios de dirección, modificaciones de diámetro, uniones de tuberías de diferente material o diámetro, y terminales de los conductos, entre otros.

- Cruces
- Codos
- Tes
- Carrete
- Extremidades
- Jutas mecánicas, Gibault
- Empaques
- Tornillos

Válvulas. Son accesorios que se utilizan para disminuir o evitar el flujo en las tuberías. Pueden ser clasificadas de acuerdo a su función en dos categorías:

1. Aislamiento o seccionamiento
2. Control



- Válvulas de compuerta
- Válvulas de mariposa
- Válvulas de asiento
- Válvulas de altitud
- Válvulas para la admisión y expulsión de aire
- Válvulas controladoras de presión
- Válvulas de globo
- Válvulas de retención (doble compuerta, disco inclinante, disco de hule, oscilante)

Hidrantes. Se le llama de esta manera a una toma o conexión especial instalada en ciertos puntos de la red con el propósito de abastecer de agua varias familias (hidrante público) o conectar una manguera o una bomba destinada a proveer agua para combatir el fuego (hidrante contra incendio).

Tanques de distribución. Es un depósito situado generalmente entre la captación y la red de distribución que tiene por objeto almacenar el agua proveniente de la fuente. El almacenamiento permite regular la distribución o simplemente prever fallas en el suministro, aunque algunos tanques suelen realizar ambas funciones.

Se llama tanque de regulación cuando guarda cierto volumen adicional de agua para aquellas horas del día en que la demanda en la red sobrepasa al volumen suministrado por la fuente.

Tomas domiciliarias. Es el conjunto de piezas y tubos que permite el abastecimiento desde una tubería de la red de distribución hasta el predio del usuario, así como la instalación de un medidor. Es la parte de la red que demuestra la eficiencia y calidad del sistema de distribución pues es la que abastece de agua directamente al consumidor.

Rebombas. Consiste en instalaciones de bombeo que se ubican generalmente en puntos intermedios de una línea de conducción y excepcionalmente dentro de la red de distribución. Tienen el objetivo de elevar la carga hidráulica en el punto de su ubicación para mantener la circulación del agua en las tuberías.

Estas se utilizan en la red de distribución cuando se requiere de interconexión entre tanques que abastecen diferentes zonas, transferencia de agua de una línea ubicada en partes bajas de la red al tanque de regulación de una zona de servicio de una zona alta e incremento de presión en una zona determinada mediante rebombeo directo a la red o “booster”

Cajas rompedoras de presión. Son depósitos con superficie libre del agua y volumen relativamente pequeño, cuya función es permitir el flujo de la tubería se descargue en



esta, eliminando de esta forma la presión hidrostática y estableciendo un nuevo nivel estático aguas abajo.

2.6.2 Características de Redes de distribución

Los esquemas básicos o configuraciones se refieren a la forma en la que se enlazan o trazan las tuberías de la red de distribución para abastecer de agua a las tomas domiciliarias. Se tienen tres posibles configuraciones de la red:

Cerrada. Sus tuberías forman al menos un circuito. La ventaja de las redes cerradas es que en caso de falla, el agua puede tomar trayectorias alternas para abastecer una zona de la red. Una desventaja es que no es fácil localizar las fugas.

Abierta. Es aquella red que se compone de tuberías que se ramifican sin formar circuitos. Este tipo de red tiene desventajas debido a que los extremos muertos pueden formarse crecimiento bacteriano y sedimentación, además en caso de reparaciones se interrumpe el servicio más allá del punto de reparación.

Combinada. Es la combinación de las dos anteriores

2.6.3 División de una Red de Distribución

Una red de distribución se divide en dos partes para determinar su funcionamiento hidráulico: la red primaria (rige el funcionamiento de la red) y la red secundaria o “de relleno”.

Redes primarias

Este tipo de redes conduce el agua por medio de líneas troncales o principales y alimenta a las redes secundarias. Se considera que el diámetro mínimo de las tuberías correspondientes a la red primaria es de 100 mm. Sin embargo, en colonias urbanas populares se puede aceptar de 75 mm y en zonas rurales hasta 50 mm.

Redes secundarias o de relleno

La red secundaria distribuye el agua propiamente hasta las tomas domiciliarias. Existen tres tipos de red secundaria:

Red secundaria convencional. En este tipo de red los conductos se unen a la red primaria y funcionan como una red cerrada. Se suelen tener válvulas tanto en las conexiones con la red primaria como en los cruces de la secundaria.

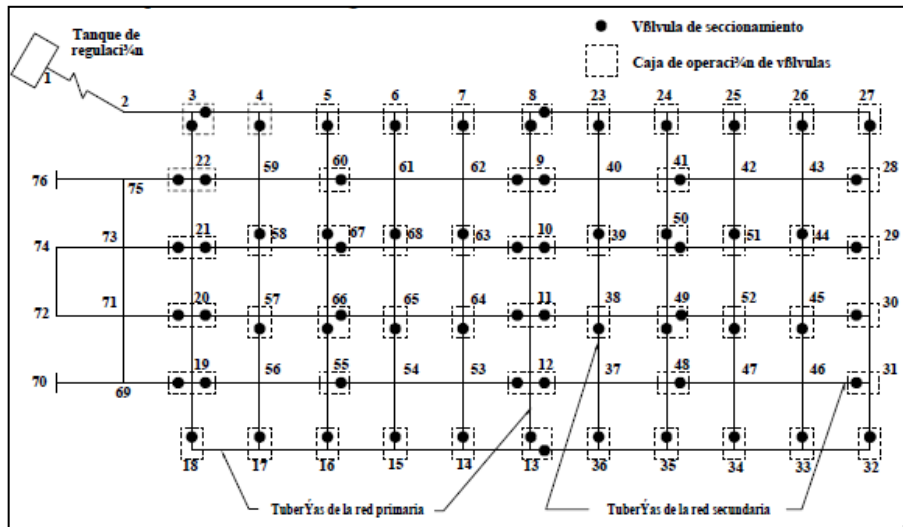


Figura 2. 10 Red secundaria convencional

Red secundaria en dos planos. Las tuberías se conectan a la red primaria en dos puntos opuestos cuando la red está situada en el interior de los circuitos, o bien en un solo cruce de las tuberías primarias en los casos de líneas exteriores a ellos (funcionando como líneas abiertas).

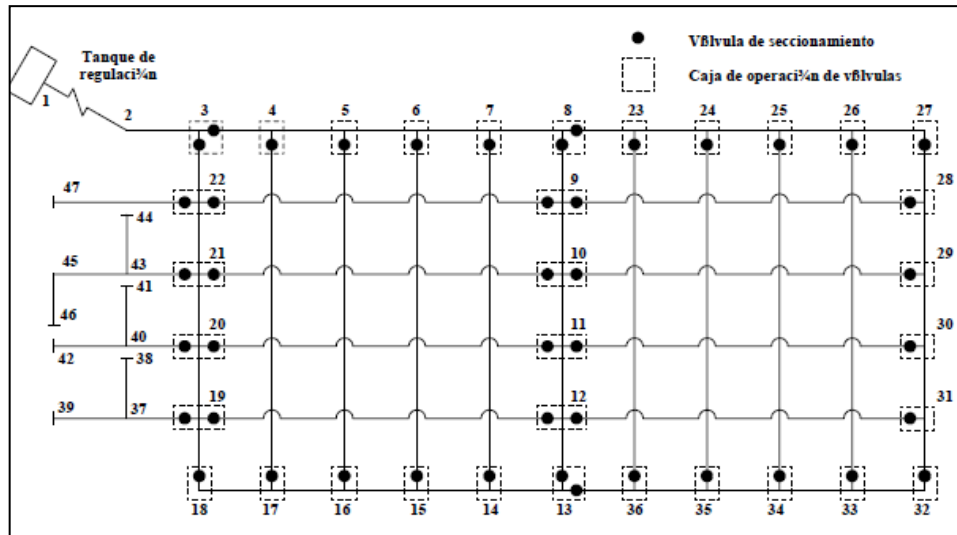


Figura 2. 11 Red secundaria en dos planos

Red secundaria en bloques. En este caso las tuberías forman bloques que se conectan con la red primaria solamente en dos puntos y la red principal no recibe conexiones domiciliarias

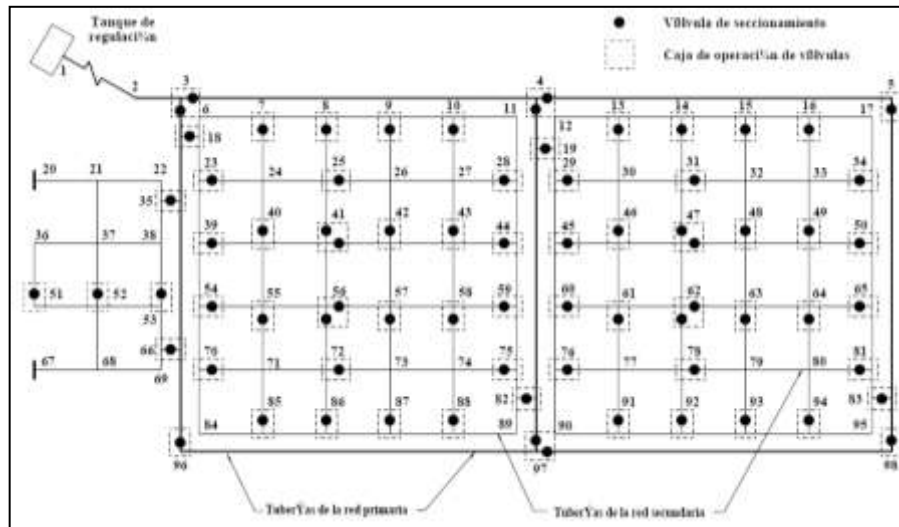


Figura 2. 12 Red secundaria convencional en bloques

2.6.4 Formas de Distribución

El agua se distribuye a los usuarios en función de las condiciones locales de varias maneras:

Por gravedad. El agua de la fuente se conduce o bombea hasta un tanque elevado desde el cual fluye por gravedad hacia la población.

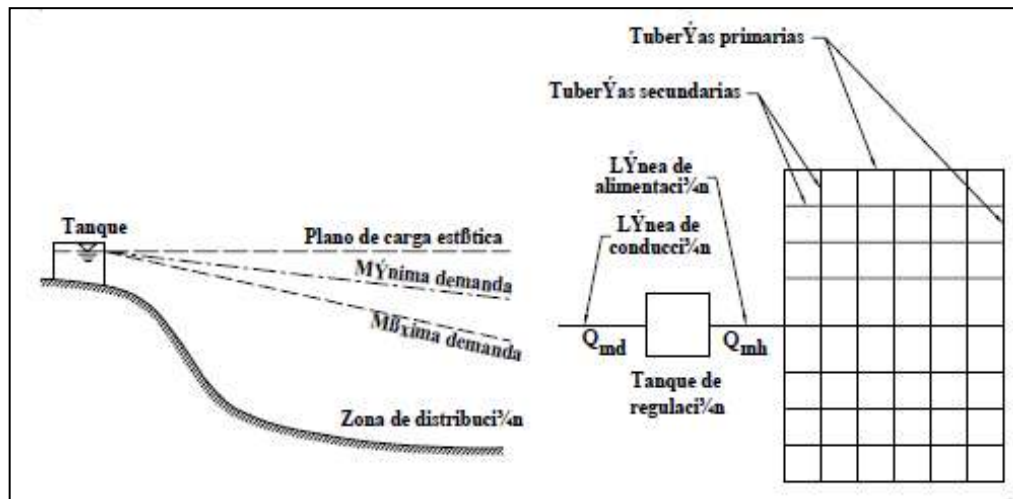


Figura 2. 13 Distribución por gravedad

Por bombeo

Bombeo directo a la red, sin almacenamiento. Las bombas abastecen directamente a la red y la línea de alimentación se diseña para el gasto máximo horario en el día de máxima



demanda. Este sistema es el menos deseable, puesto que una falla en el suministro eléctrico significa interrupción completa del servicio de agua

Bombeo directo a la red, con excedencias a tanque de regulación. El tanque se ubica después de la red en un punto opuesto a la entrada del agua por bombeo, y las tuberías principales se conectan directamente con la tubería que une las bombas con el tanque. El exceso de agua bombeada a la red durante periodos de bajo consumo almacena en el tanque, durante periodos de alto consumo el agua del tanque se envía hacia la red, para complementar a la distribuida por bombeo.

2.7 Potabilización

El abastecimiento de agua para uso y consumo humano con calidad adecuada es fundamental para prevenir y evitar la transmisión de enfermedades gastrointestinales y otras; por lo cual se debe someter a tratamientos de potabilización.

La potabilización es el conjunto de operaciones y procesos físicos y/o químicos que se aplican al agua a fin de mejorar su calidad y hacerla apta para uso y consumo humano.

2.7.1 Límites permisibles de calidad del Agua

De acuerdo a la Norma Oficial Mexicana NOM-127-SSA1-1994 establece los límites permisibles de calidad y los tratamientos de potabilización del agua para uso y consumo humano, que deben cumplir los sistemas de abastecimiento públicos y privados o cualquier persona física o moral que la distribuya, en todo el territorio nacional. Estos límites son:

- Límites permisibles de características Microbiológicas. El contenido de organismos resultante del examen de una muestra simple de agua, debe ajustarse a lo establecido en la Tabla 1.
Bajo situaciones de emergencia, las autoridades competentes podrán establecer los agentes biológicos nocivos a la salud que se deban investigar.

CARACTERÍSTICA	LIMITE PERMISIBLE
Organismos coliformes totales	Ausencia
E. coli	Ausencia

Tabla 1 Límites permisibles de características Microbiológicas

El agua abastecida por el sistema de distribución no debe contener E. coli en ninguna muestra de 100 ml. Los organismos coliformes totales no deben ser detectables en ninguna muestra de 100 ml; en sistemas de abastecimiento de localidades con una población mayor de 50 000 habitantes, estos organismos,

deberá estar ausentes en el 95% de las muestras tomadas durante cualquier período de doce meses.

Los resultados se deben reportar en unidades de NMP/100 ml (número más probable por 100 ml), si se utiliza la técnica del número más probable o UFC/100 ml (unidades formadoras de colonias por 100 ml), si se utiliza la técnica de filtración por membrana.

- Límites permisibles de características físicas y organolépticas.

Característica	LIMITE PERMISIBLE
Color	20 unidades de color verdadero en la escala de platino-cobalto
Olor y sabor	Agradable (se aceptaran aquellos que sean tolerables para la mayoría de los consumidores, siempre que no sean resultados de condiciones objetables desde el punto de vista biológico o químico.
Turbiedad	5 unidades de turbiedad nefelométricas (UTN) o su equivalente por otro método.

Tabla 2 Límites permisibles de características físicas y organolépticas

- Límites permisibles de características químicas. El contenido de constituyentes químicos deberá ajustarse a lo establecido en la Tabla. Los límites se expresan en mg/l, excepto cuando se indique otra unidad.

CARACTERÍSTICA	LIMITE PERMISIBLE
Aluminio	0.20
Arsénico	0.01
Bario	0.70
Cadmio	0.005
Cianuros (como CN)	0.07
Cloro residual libre	0.2-1.00
Cloruros (como Cl-)	250.00
Cobre	2.00
Cromo total	0.05
Dureza total (como CaCO ₃)	500.00



CARACTERÍSTICA	LIMITE PERMISIBLE
Fenoles o compuestos fenólicos	0.001
Fierro	0.30
Fluoruros (como F-)	1.50
Manganeso	0.15
Mercurio	0.001
Nitratos (como N)	10.00
Nitritos (como N)	0.05
Nitrógeno amoniacal (como N)	0.50
pH (potencial de hidrógeno) en unidades de pH	6.5-8.5
Plaguicidas en microgramos/l:	
Aldrín y dieldrín separados o combinados)	0.03
Clordano (total de isómeros)	0.20
DDT (total de isómeros)	1.00
Gamma-HCH (lindano)	2.00
Hexaclorobenceno	1.00
Heptacloro y epóxido de heptacloro	0.03
Metoxicloro	20.00
2,4-D	30.00
Plomo	0.01
Sodio	200.00
Sólidos disueltos totales	1000.00
sulfatos (como SO ₄ =)	400.00



CARACTERÍSTICA	LIMITE PERMISIBLE
Substancias activas al azul del metileno (SAAM)	0.50
Trihalometanos totales	0.20
Zinc	5.00

Tabla 3 Límites permisibles de características químicas

- Límites permisibles de características radiactivas. El contenido de constituyentes radiactivos deberá ajustarse a lo establecido en la Tabla. Los límites se expresan en Bq/l (Becquerel por litro).

CARACTERÍSTICAS	LIMITE PERMISIBLE
Radiactividad alfa global	0.1
Radiactividad beta global	1.00

Tabla 4 Límites permisibles de características radiactivas

La potabilización en general, no está constituida por un solo proceso, sino que abarca una serie de procesos y operaciones unitarias denominados en su conjunto “tren de tratamiento” que son capaces de proporcionar al agua las distintas características de calidad que sean necesarias para hacerla propia para su utilización. La obra de ingeniería se denomina “planta potabilizadora”.

Tres son los objetivos principales de una planta potabilizadora:

- Proporcionar agua segura para consumo humano
- Producir agua estéticamente aceptable por el consumidor y
- Realizar estas actividades en forma económica

La planta potabilizadora puede ser diseñada para tratar agua de cualquier tipo de fuente. Dependiendo de la calidad del agua cruda y de la calidad final deseada para el agua tratada son necesarios uno o más procesos.

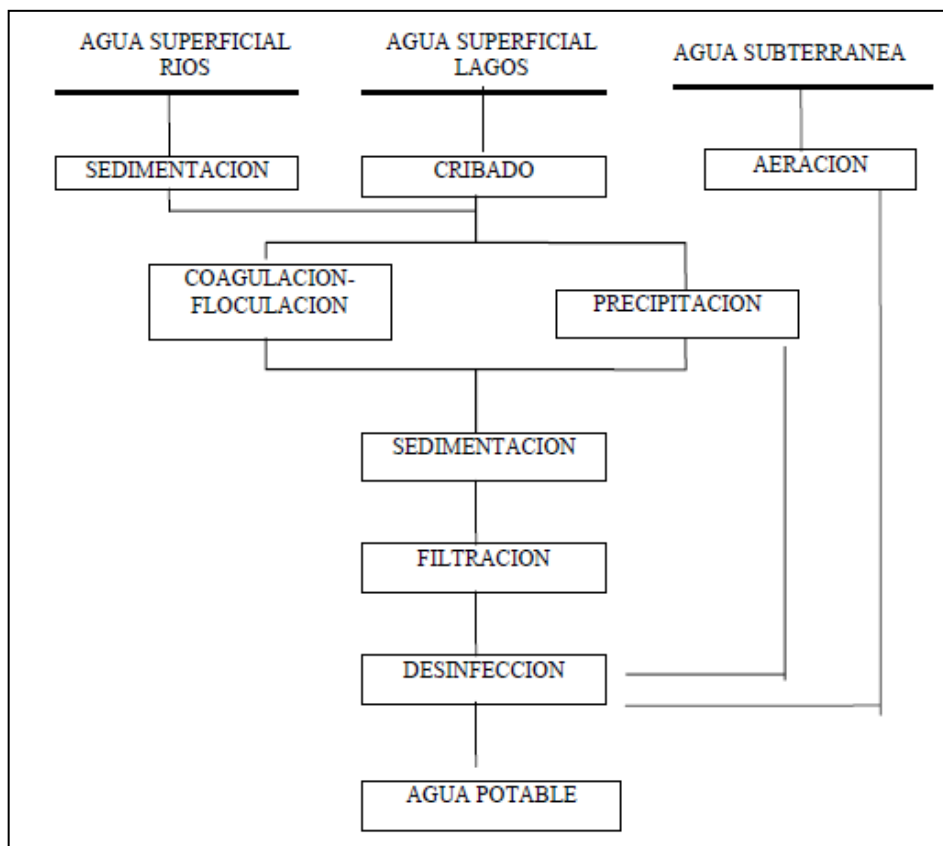


Figura 2. 14 Diagrama de flujo de una planta de tratamiento convencional para agua potable

2.7.2 Tratamientos para la Potabilización del Agua

Para muchos contaminantes, pueden ser adecuados, en teoría, varios procesos diferentes, y la elección de uno u otro debe realizarse en función de complejidad técnica y el costo. A continuación se describen algunos de los tipos de tratamiento del Agua.

2.7.2.1 Cloración

La cloración puede realizarse mediante gas cloro licuado, solución de hipoclorito sódico o gránulos de hipoclorito cálcico, y mediante generadores de cloro in situ. El gas cloro licuado se suministra comprimido en recipientes a presión. Un clorador extrae el gas del cilindro y lo añade al agua de forma dosificada mediante una bomba dosificadora eléctrica de desplazamiento positivo o mediante un sistema de suministro por gravedad. El hipoclorito cálcico debe disolverse en una porción de agua y luego mezclarse con el caudal principal. El cloro ya sea en forma de gas cloro de un cilindro, de hipoclorito sódico o de hipoclorito cálcico, se disuelve en el agua y forma hipoclorito y ácido hipocloroso.



La finalidad principal de la cloración es la desinfección microbiana. Un inconveniente del cloro es su capacidad de reaccionar con materia orgánica natural. No obstante, la formación de subproductos puede controlarse optimizado el sistema de tratamiento.

2.7.2.2 Ozonización

El ozono es un oxidante potente y posee múltiples usos en el tratamiento del agua, incluida la oxidación de sustancias orgánicas. Puede utilizarse como desinfectante primario. El objetivo de la ozonización es lograr la concentración deseada tras un tiempo de contacto determinado. Para la oxidación de sustancias orgánicas, como algunos plaguicidas oxidables, suele aplicarse una concentración residual de unos 0.5 mg/l tras un tiempo de contacto de hasta 20 minutos.

El ozono reacciona con las sustancias orgánicas naturales y aumenta su biodegradabilidad, medida en términos de carbono orgánico asimilable. Para evitar la proliferación no deseable de bacterias durante la distribución, la ozonización se complementa normalmente con un tratamiento posterior, como la filtración o tratamiento con carbón activado granular, para eliminar las sustancias orgánicas biodegradables, seguido de la aplicación de una concentración residual de cloro, ya que el ozono no produce un efecto desinfectante residual.

2.7.2.3 Filtración

Las partículas pueden separarse de las aguas brutas mediante filtros rápidos por gravedad, horizontales, o a presión, o filtros lentos de arena. La filtración lenta en arena es, esencia, un proceso biológico mientras que los otros tipos de filtración con procesos físicos.

Filtros rápidos por gravedad

Los filtros rápidos de arena por gravedad son habitualmente depósitos rectangulares abiertos que contienen arena de sílice hasta una profundidad de 0.6 a 2.0 m. el agua fluye hacia abajo y los sólidos se concentran en las capas superiores del lecho. El agua tratada se recoge mediante bocas situadas en el suelo del lecho. Los sólidos acumulados se retiran periódicamente descolmatando el filtro mediante inyección (a contracorriente) de agua tratada. En ocasiones, la arena se lava previamente con aire. Se produce un lodo diluido que debe desecharse.

Prefiltros

Antes de someter el agua a otros tratamientos, como a filtros lentos de arena, pueden utilizarse prefiltros. Los prefiltros con medio de filtración de grava gruesa o piedras machacadas pueden tratar eficazmente aguas de turbidez alta (>50 UNT). La principal



ventaja de la prefiltración es que al pasar el agua por el filtro, además de por filtración, se eliminan partículas mediante sedimentación por gravedad. Los filtros horizontales pueden tener hasta 10 m de longitud y se aplican caudales de filtración de 0,3 a 1,0 m³/m²·h.

Filtros a presión

Los filtros a presión se utilizan a veces cuando es necesario mantener una carga de presión para evitar la necesidad de impulsar el agua al sistema mediante bombeo. El lecho de filtración se encierra en una carcasa cilíndrica. Pueden fabricarse filtros a presión pequeños, capaces de tratar hasta unos 15 m³/h, de plásticos reforzados con vidrio. Los filtros a presión más grandes, de hasta 4 m de diámetro, se hacen de acero con un recubrimiento especial. Su operación y funcionamiento son, por lo general, como los descritos para el filtro rápido por gravedad, y se necesitan instalaciones similares para descolmatar el filtro y retirar el lodo diluido.

Filtros lentos de arena

Los filtros lentos de arena son habitualmente depósitos que contienen arena (con partículas de tamaño efectivo de 0,15 a 0,3 mm) hasta una profundidad de 0,5 a 1,5 m. En estos filtros, en los que el agua bruta fluye hacia abajo, la turbidez y los microorganismos se eliminan principalmente en los primeros centímetros de la arena. Se forma una capa biológica, conocida como *schmutzdecke*, en la superficie del filtro, que puede eliminar eficazmente microorganismos. El agua tratada se recoge en sumideros o tuberías situados en la parte baja del filtro. Periódicamente, se retiran y sustituyen los primeros centímetros de arena que contienen los sólidos acumulados. El caudal unitario de agua a través de los filtros lentos de arena es de 0,1 a 0,3 m³/(m²·h).

2.7.2.4 Aeración

Los procesos de aeración están diseñados para retirar los gases y compuestos volátiles mediante arrastre con aire. La transferencia de oxígeno puede efectuarse habitualmente mediante una simple cascada o por difusión de aire al agua, sin necesidad de equipos complejos. No obstante, para el arrastre de gases o compuestos volátiles puede ser necesaria una planta especializada que proporcione una transferencia de masa alta de la fase líquida a la gaseosa.

Los aeradores de cascada o de escalones están diseñados para que el agua fluya en una capa delgada y lograr una transferencia de oxígeno eficiente. La aeración de cascada pueden ocasionar una pérdida de carga de altura significativa; necesitándose de 1 a 3 m para un caudal unitario de 10 a 30 m³/(m²·h). Otra opción es la difusión de aire comprimido a través de un sistema de tuberías perforadas sumergidas. Estos tipos de aeradores se utilizan para la oxidación y precipitación del hierro y el manganeso.



2.7.2.5 Coagulación química

El tratamiento basado en la coagulación química es el método más común de tratamiento de aguas superficiales y casi siempre se basa en los procesos unitarios siguientes. Se añaden al agua bruta coagulantes químicos, habitualmente sales de aluminio o de hierro, en condiciones controladas para formar un hidróxido metálico floculento sólido. Las dosis de coagulante habituales son de 2 a 5 mg/l para las sales de aluminio y de 4 a 10 mg/l para las de hierro. El floculo precipitado retira los contaminantes suspendidos y disueltos en el agua mediante mecanismos de neutralización de carga, adsorción y atrapamiento. La eficiencia del proceso de coagulación es función de la calidad del agua bruta, del coagulante o aditivos de coagulación utilizados y de factores operativos, como las condiciones de mezclado, la dosis de coagulación y el pH. El floculo se retira del agua tratada mediante procesos posteriores de separación de sólidos y líquidos como la sedimentación o flotación, la filtración rápida por gravedad o a presión, o una combinación de métodos.

2.7.2.6 Adsorción sobre carbón activado

El carbón activado se produce mediante calentamiento controlado de material carbonoso, normalmente madera, carbón, cáscaras de coco o turba. Esta activación produce un material poroso con una gran superficie específica (de 500 a 1500 m²/g) y una afinidad alta por los compuestos orgánicos. Se utiliza normalmente en polvo (CAP) o en forma granular (CAG). Cuando se agota la capacidad de adsorción del carbón activado, puede reactivarse quemando de forma controlada las sustancias orgánicas adheridas. No obstante, el CAP (y parte del CAG) se utiliza normalmente una sola vez y se desecha. Existen diferentes tipos de carbón activado con afinidades diferentes para diferentes tipos de contaminantes.

La elección entre el CAP y el CAG dependerá de la frecuencia de uso y la dosis que se necesiten. Se preferirá generalmente el CAP si la contaminación es estacional o intermitente, o si se necesitan dosis bajas.

El CAP se añade al agua en forma de pasta y se separa en tratamientos posteriores junto con los lodos generados en los mismos. Por consiguiente, su uso se limita a las instalaciones de tratamiento de aguas superficiales que cuentan con filtros. El uso de CAG en adsorbedores de lecho fijo es mucho más eficiente que el de CAP añadido al agua, y la cantidad efectiva de carbón utilizada por volumen de agua tratado sería mucho menor que la dosis de CAP necesaria para lograr la misma reducción de la concentración de contaminantes.



El carbón activado se utiliza para eliminar del agua plaguicidas y otras sustancias orgánicas, compuestos que producen sabores y olores, cianotoxinas y carbono orgánico total.

2.7.2.7 Intercambio de iones

El intercambio de iones es un proceso en el que se permutan iones con la misma carga entre la fase acuosa y una fase sólida de resina. La dureza del agua se reduce mediante intercambio de cationes. El agua se hace pasar por un lecho de resina catiónica en el que los iones de calcio y de magnesio del agua se sustituyen por iones de sodio. Cuando la resina de intercambio iónico está agotada (es decir, se han agotado los iones de sodio), se regenera mediante una solución de cloruro sódico. También se puede ablandar el agua mediante el proceso de «desalcalización». El agua se hace pasar por un lecho de resina débilmente ácida en el que los iones de calcio y de magnesio del agua se sustituyen por iones de hidrógeno. Los iones de hidrógeno reaccionan con los iones carbonato y bicarbonato y generan dióxido de carbono, reduciéndose así la dureza del agua sin aumentar su contenido de sodio. El intercambio de aniones puede utilizarse para eliminar contaminantes como los iones nitrato, que se intercambian por iones cloruro mediante resinas específicas para nitrato.

2.8 Alcantarillado sanitario

El sistema de alcantarillado es un conjunto de obras que sirven para la recolección, conducción y disposición final de las aguas residuales o de lluvia hasta sitios donde no provoquen daños e inconvenientes a los habitantes de poblaciones de donde provienen dichas aguas, así como a las poblaciones cercanas.

La recolección de aguas en este sistema puede ser de 3 tipos diferentes: alcantarillado de aguas de lluvia, compuesto de las instalaciones destinadas a la recolección y transporte de agua de lluvias, alcantarillado de aguas residuales, sistema que se encarga de la recolección y transporte de las aguas residuales domésticas y/o industriales y el alcantarillado combinado que consta de la recolección y transporte tanto de las aguas residuales como las de lluvia.

2.8.1 Red de atarjeas

Es aquella que se encarga de recolectar y transportar las descargas de aguas negras domésticas, comerciales e industriales, para conducir las a los caudales acumulados hacia los colectores o emisores.

La red está constituida por un conjunto de tuberías por las que circulan las aguas negras. La red se inicia con la descarga domiciliar o albañal.

2.8.1.1 Modelos de configuración de atarjeas

El trazo de atarjeas generalmente se realiza coincidiendo en el eje longitudinal de cada calle. Los trazos más usuales se pueden agrupar en forma general en los siguientes tipos.

Trazo en bayoneta. Se denomina así al trazo que iniciando en una cabeza de atarjea tiene un desarrollo en zigzag o en escalera.

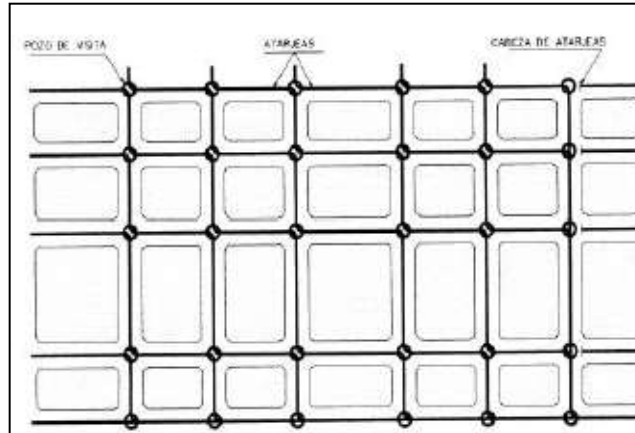


Figura 2. 15 Trazo de la red de atarjeas en bayoneta

Trazo en peine. Es el trazo que se forma cuando existen varias atarjeas con tendencia al paralelismo, empiezan su desarrollo en una cabeza de atarjea, descargando su contenido en tubería común de mayor diámetro, perpendicular a ellas.

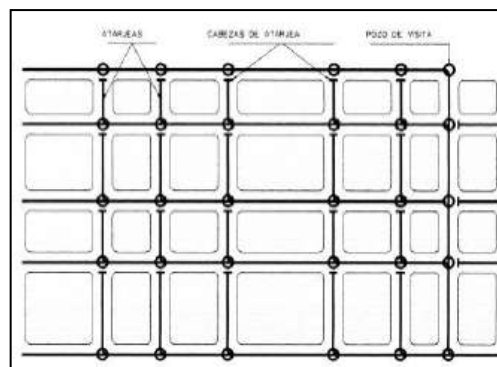


Figura 2. 16 Trazo de la red de atarjeas en peine

Trazo combinado. Corresponde a una combinación de los dos trazos anteriores y a trazos particulares obligados por los accidentes topográficos de la zona.

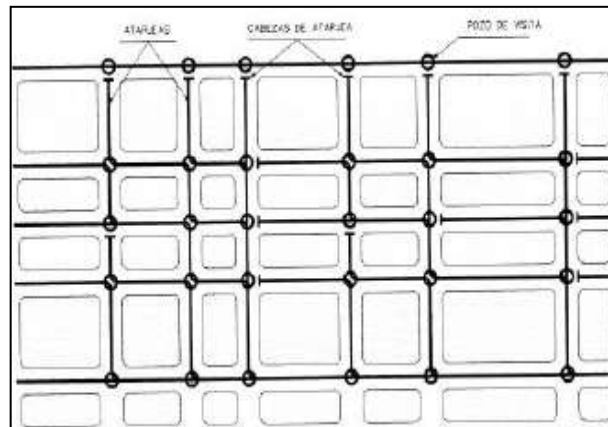


Figura 4. 1 Trazo de la red de atarjeas combinado

2.8.2 Colectores, Interceptores y Emisores

Los colectores son las tuberías que reciben las aguas negras de las atarjeas, pueden terminar en un interceptor, un emisor o en la planta de tratamiento.

Los interceptores, son las tuberías que interceptan las aportaciones de aguas negras de los colectores y terminan en un emisor o en la planta de tratamiento.

Emisores

El emisor es el conducto que recibe las aguas de uno o varios colectores o interceptores. No recibe ninguna aportación adicional (atarjeas o descargas domiciliarias) en su trayecto y su función es conducir las aguas negras a la planta de tratamiento

2.8.3 Componentes de un Sistema de Alcantarillado

Una red de alcantarillado sanitario se compone de tuberías y obras accesorias como: descargas domiciliarias, pozos de visita, estructuras de caída, sifones y cruzamientos especiales. Por otra parte en los sistemas a presión se utilizan estaciones de bombeo para el desalojo de las aguas negras.

La tubería de alcantarillado se compone de dos o más tubos acoplados mediante un sistema de unión, el cual permite la conducción de las aguas negras.

Las tuberías de alcantarillado sanitario pueden ser de diversos materiales, siendo los más utilizados: concreto simple (CS), concreto reforzado (CR), fibrocemento (FC), platico-policlorito de vinilo (PVC) y polietileno de alta densidad (PEAD) así como de acero.

Las descargas domiciliarias o “albañal exterior”, es aquella tubería que permite el desalojo de las aguas servidas, de las edificaciones a la atarjea. La descarga domiciliaria se inicia en un registro principal.

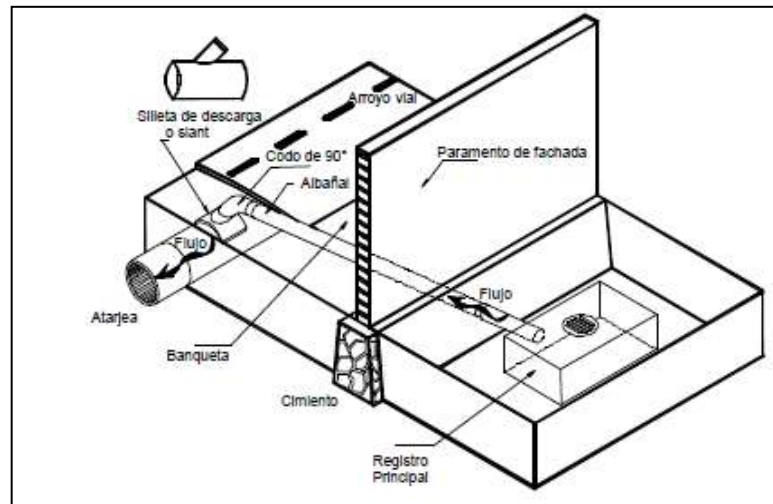


Figura 2. 17 Descarga domiciliar con tubería de PVC

Los pozos de visita son estructuras que permiten la inspección, ventilación y limpieza de la red de alcantarillado. Estos se utilizan generalmente en la unión de varias tuberías y en todos los cambios de diámetro, dirección y pendiente. Pueden ser construidos en el lugar o pueden ser prefabricados.

Los pozos de visita construidos en el lugar se clasifican en:

- Pozos comunes
- Pozos especiales
- Pozos caja
- Pozos caja unión
- Pozos caja deflexión

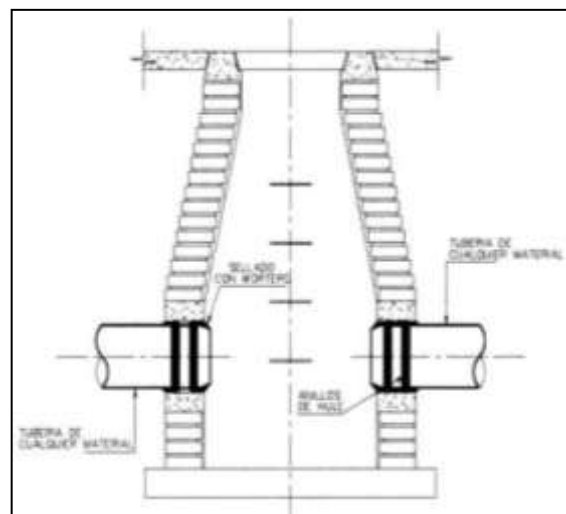


Figura 2. 18 Conexión hermética de pozo de visita con tubería

Los pozos prefabricados se entregan en obra como una unidad completa. Su peso, relativamente ligero, asegura una fácil maniobra e instalación. Algunos tipos de pozos prefabricados son:

- Pozos de fibrocemento tipo integral

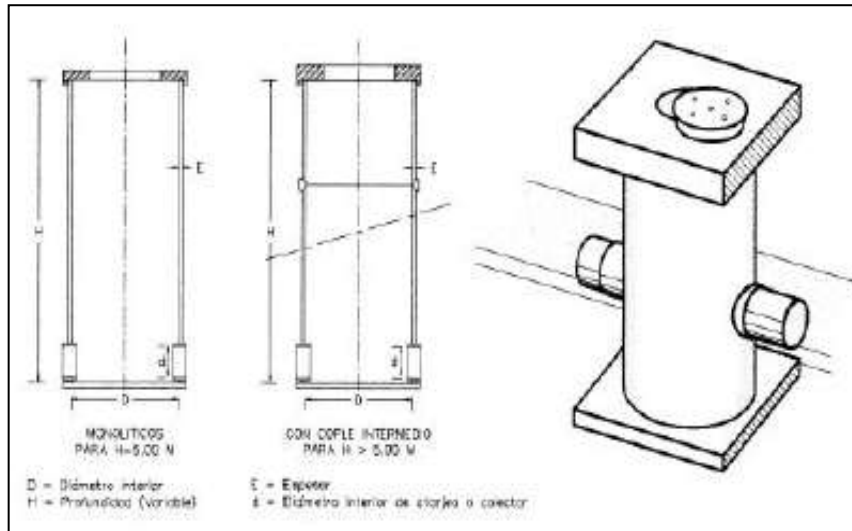


Figura 2. 19 Pozo de visita de fibrocemento

- Pozos de concreto

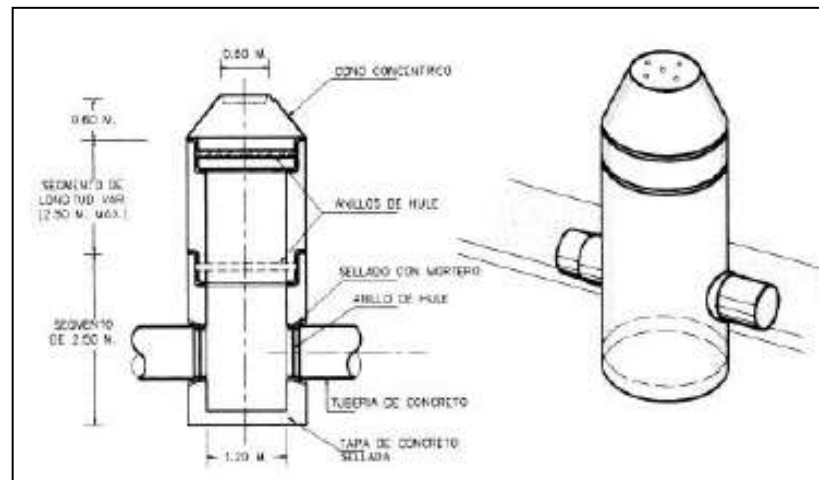


Figura 2. 20 Pozo de visita de concreto prefabricado

Por razones de carácter topográfico o por tenerse elevaciones obligadas para las plantillas de algunas tuberías suele presentarse la necesidad de construir estructuras que permitan efectuar en su interior los cambios bruscos de nivel.

Las estructuras de caída que se utilizan son:



Caídas libres. Permiten caídas hasta de 0.50 dentro del pozo sin la necesidad de utilizar alguna estructura especial.

Pozos con caída adosada. Son pozos de visita comunes, a los cuales lateralmente se les construye una estructura que permite la caída en tuberías de 0.20 y 0.25 m de diámetro con un desnivel hasta 2.00 m.

Pozos con caída. Son pozos constituidos también por una caja y una chimenea de tabique, a los cuales en su interior se les construye una pantalla que funciona como deflector del cual cae. Se construyen para tuberías de 0.30 a 0.76 m de diámetro y con desnivel hasta de 1.50 m.

Estructuras de caída escalonada. Son estructuras con caída escalonada cuya variación es de 0.50 en 0.50 m hasta llegar a 2.50 m (cinco tramos) como máximo.

Cuando se tienen cruces con alguna corriente de agua, depresión del terreno estructura, tubería o viaductos subterráneos, que se encuentren al mismo nivel en que debe instalarse la tubería, generalmente se utilizan sifones invertidos

Cruces elevados. Cuando por necesidad del trazo, se tiene que cruzar una depresión profunda como es el caso de algunas cañadas o barrancas de poca anchura. La tubería puede ser de acero o polietileno.

Accesorios.- Se define comúnmente a los elementos componentes de un sistema de tuberías, diferentes de las tuberías en sí, tales como uniones, codos, tees, etc.

Brocal.- es la estructura que se utiliza de marco para colocar la tapa de un pozo de visita y fijarla de manera tal que al variar la rasante, por pavimentación o repavimentación, sea fácil su remoción para ajustarla a las nuevas condiciones.

Por lo general, se utilizan brocales prefabricados ya sea de fierro fundido, concreto reforzado, de plástico (polietileno) y pozos de visita prefabricados de fibrocemento que incluyen brocal de fibrocemento, así como pozos de visita prefabricados de PVC que incluyen brocal de PVC.

Tapas.- Son estructuras planas que se colocan sobre el brocal a nivel de la rasante de la vialidad de forma que no interfiera con el tránsito ni cause deterioro del pavimento, son del mismo material del que está fabricado el brocal, y deben ser de tipo ranurado o con ventilación.

Coladeras.- Son estructuras de captación de aguas pluviales que permiten su entrada al sistema de interceptores. Su número, tipo, capacidad y ubicación dependen de varios factores: como son el tamaño del área de aportación, la topografía y el tipo de urbanización.



Existen coladeras estándar de: banqueta y piso combinadas. De acuerdo a la capacidad y tipo de alcantarilla se pueden definir para cada una de ellas sus características principales, existen coladeras fabricadas de concreto reforzado y acero estructural (que se proyectan en cada caso particular); actualmente las hay de polietileno pero no son muy comunes

Estructura de descarga.- es la obra final del emisor que permite el vertido de las aguas negras o pluviales a un cuerpo receptor, sus características dependen del lugar elegido para la disposición final, del gasto de descarga, del tipo de emisor (tubería o canal), entre otros.

La disposición del caudal del alcantarillado sanitario se debe efectuar previo tratamiento por lo que el dimensionamiento de la estructura de descarga se hará para el gasto del efluente de la planta de tratamiento

Sitios de vertido

La disposición final de las aguas residuales o pluviales se puede llevar a cabo en diversas formas, los sitios más comunes de vertido son los siguientes:

- a) En corrientes superficiales
- b) En terrenos
- c) En el mar
- d) En lagos y lagunas
- e) Recarga de aguas subterráneas por medio de pozos de absorción

2.9 Sistema de Tratamiento de Aguas Residuales

Agua residual. En el manual Fundamentos técnicos para el muestreo de aguas residuales, se definió al agua residual como “Agua de composición variada proveniente de las descargas de usos municipales, industriales, comerciales, de servicios agrícolas, pecuarios, domésticos y en general, de cualquier otro uso, que por su naturaleza no puede utilizarse nuevamente en el proceso que la generó y al ser vertida en cuerpos receptores, puede implicar una alteración a los ecosistemas acuáticos o afectar la salud humana”. Así, el agua residual no es apta para ser rehusada a menos que reciba un tratamiento.

2.9.1 Tipos de Aguas Residuales

La clasificación se hace con respecto a su origen, ya que este origen es el que va a determinar su composición.

Aguas residuales urbanas. Son los vertidos que se generan en los núcleos de población urbana como consecuencia de las actividades propias de éstos.

Los aportes que generan esta agua son:

- Aguas negras o fecales.



- Aguas de lavado doméstico.
- Aguas provenientes del sistema de drenaje de calles y avenidas.
- Aguas de lluvia y lixiviados.

Las aguas residuales urbanas presentan una cierta homogeneidad cuanto a composición y carga contaminante, ya que sus aportes van a ser siempre los mismos. Pero esta homogeneidad tiene unos márgenes muy amplios, ya que las características de cada vertido urbano van a depender del núcleo de población en el que se genere, influyendo parámetros tales como el número de habitantes, la existencia de industrias dentro del núcleo, tipo de industria, etc.

Aguas residuales industriales

Son aquellas que proceden de cualquier actividad o negocio en cuyo proceso de producción, transformación o manipulación se utilice el agua. Son enormemente variables en cuanto a caudal y composición, difiriendo las características de los vertidos, no sólo de una industria a otro, sino también dentro de un mismo tipo de industria.

A veces, las industrias no emite vertidos de forma continua, si no únicamente en determinadas horas del día o incluso únicamente en determinadas épocas de año, dependiendo del tipo de producción y del proceso industrial.

También son habituales las variaciones de caudal y carga a lo largo del día.

Estas son más contaminadas que las aguas residuales urbanas, además, con una contaminación mucho más difícil de eliminar.

Su alta carga unida a la enorme variabilidad que presentan, hace que el tratamiento de las aguas residuales industriales sea complicado, siendo preciso un estudio específico para cada caso.

2.9.2 Tipos de Contaminantes

Actualmente, la contaminación de los cauces naturales tiene su origen en tres fuentes:

- Vertidos urbanos
- Vertidos industriales
- Contaminación difusa (lluvias, lixiviados, etc.)

2.9.3 Clasificación de los contaminantes

Las sustancias contaminantes que pueden aparecer en un agua residual son muchas y diversas.



Contaminantes Orgánicos. Son compuestos cuya estructura química está compuesta fundamentalmente por carbono, hidrógeno, oxígeno y nitrógeno. Son los contaminantes mayoritarios en vertidos urbanos y vertidos generados en la industria agroalimentaria.

Los compuestos orgánicos que pueden aparecer en las aguas residuales son:

Proteínas: Proceden fundamentalmente de excretas humanas o de desechos de productos alimentarios. Son biodegradables, bastante inestables y responsables de malos olores.

Carbohidratos: Incluimos en este grupo azúcares, almidones y fibras celulósicas. Proceden, al igual que las proteínas, de excretas y desperdicios.

Aceites y Grasas: altamente estables, inmiscibles con el agua, proceden de desperdicios alimentarios en su mayoría, a excepción de los aceites minerales que proceden de otras actividades.

2.9.4 Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales

El Tratamiento de Aguas Residuales es un proceso de tratamiento de aguas que a su vez incorpora procesos físicos químicos y biológicos, los cuales tratan y remueven contaminantes físicos, químicos y biológicos del agua efluente del uso humano.

El tratamiento del agua residual consistirá en remover tanto como sea posible las sustancias o condiciones que impiden su aprovechamiento. La forma en que dichos contaminantes se encuentran en el agua determina el tipo de tratamiento a utilizar; una parte importante de los contaminantes es materia sólida en suspensión, y ésta puede ser removida mediante los sistemas primarios.

2.9.5 Principales Normas que deben de cumplir las Plantas de Tratamiento

Las principales Normas que deberán de cumplir las Plantas de Tratamiento son:

- NOM-001-SEMARNAT-1996
- NOM-002-SEMARNAT-1996
- NOM-003-SEMARNAT-1997

La Norma Oficial Mexicana NOM-001-SEMARNAT-1996 establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales en aguas y bienes nacionales con el objeto de proteger su calidad y posibilitar sus usos. Esta Norma Oficial Mexicana no se aplica a las descargas de aguas provenientes de drenajes de aguas provenientes de drenajes separados de aguas pluviales.

LÍMITES MÁXIMOS PERMISIBLES PARA CONTAMINANTES BÁSICOS																				
PARÁMETROS (miligramos por litro, excepto cuando se especifique)	RÍOS						EMBALSES NATURALES Y ARTIFICIALES				AGUAS COSTERAS						SUELO		HUMEDALES NATURALES	
	Uso en riego agrícola (A)		Uso público urbano (B)		Protección de vida acuática (C)		Uso en riego agrícola (B)		Uso público urbano (C)		Explotación pesquera, navegación y otros usos (A)		Recreación (B)		ESTUARIOS (B)		Uso en riego agrícola (A)		HUMEDALES NATURALES (B)	
	P.M.	P.D.	P.M.	P.D.	P.M.	P.D.	P.M.	P.D.	P.M.	P.D.	P.M.	P.D.	P.M.	P.D.	P.M.	P.D.	P.M.	P.D.	P.M.	P.D.
Temperatura °C (1)	N.A	N.A	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	N.A.	N.A.	40	40
Grasas y Aceites (2)	15	25	15	25	15	25	15	25	15	25	15	25	15	25	15	25	15	25	15	25
Materia Flotante (3)	ausente	ausente	ausente	ausente	ausente	ausente	ausente	ausente	ausente	ausente	ausente	ausente	ausente	ausente	ausente	ausente	ausente	ausente	ausente	ausente
Sólidos Sedimentables (ml/l)	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	N.A.	N.A.	1	2
Sólidos Suspendidos Totales	150	200	75	125	40	60	75	125	40	60	150	200	75	125	75	125	N.A.	N.A.	75	125
Demanda Bioquímica de Oxígeno	150	200	75	150	30	60	75	150	30	60	150	200	75	150	75	150	N.A.	N.A.	75	150
Nitrógeno Total	40	60	40	60	15	25	40	60	15	25	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	15	25	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.
Fósforo Total	20	30	20	30	5	10	20	30	5	10	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	5	10	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.

(1) Instantáneo
 (2) Muestra Simple Promedio Ponderado
 (3) Ausente según el Método de Prueba definido en la NMX-AA-006.
 P.D. = Promedio Diario; P.M. = Promedio Mensual;
 N.A. = No es aplicable.
 (A), (B) y (C): Tipo de Cuerpo Receptor según la Ley Federal de Derechos.

Tabla 5 Límites Máximos Permisibles para contaminantes básicos de acuerdo a la NOM-001-SEMARNAT-1996

La Norma Oficial Mexicana NOM-002-SEMARNAT-1996 establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales a los sistemas de alcantarillado urbano o municipal con el fin de prevenir y controlar la contaminación de aguas nacionales, así como de proteger la infraestructura de dichos sistemas, y es de observancia obligatoria para los responsables de dichas descargas. Esta Norma no aplica a la descarga de las aguas residuales domesticas pluviales no a las generadas por la industria, que sean distintas a las aguas residuales de proceso y concluidas por drenaje separado.

LÍMITES MÁXIMOS PERMISIBLES			
PARÁMETROS (miligramos por litro, excepto cuando se especifique otra)	Promedio Mensual	Promedio Diario	Instantáneo
Grasas y Aceites	50	75	100
Sólidos Sedimentables (mililitros por litro)	5	7.5	10
Arsénico total	0.5	0.75	1
Cadmio total	0.5	0.75	1
Cianuro total	1	1.5	2
Cobre total	10	15	20
Cromo hexavalente	0.5	0.75	1
Mercurio total	0.01	0.015	0.02
Níquel total	4	6	8
Plomo total	1	1.5	2
Zinc total	6	9	12

Tabla 6 Límites Máximos Permisibles de acuerdo a la NOM-002-SEMARNAT-1996

La Norma Oficial Mexicana NOM-003-SEMARNAT-1997 establece los límites permisibles máximos permisibles de contaminantes para las aguas residuales tratadas que se reúsen en servicios al público con el objeto de proteger el medio ambiente y la salud de la población, y es de observancia obligatoria para las entidades públicas responsables de su tratamiento y reúso.

En el caso de que el servicio al público se realice por terceros, estos serán responsables del cumplimiento de dicha Norma, desde la producción del agua tratada hasta su reúso o entrega, incluyendo la conducción o transporte de la misma.

TIPO DE REUSO	PROMEDIO MENSUAL				
	Coliformes Fecales NMP/100 ml	Huevos de Helminto (h/l)	Grasas y Aceites mg/l	DBO ₅ mg/l	SST mg/l
SERVICIOS AL PÚBLICO CON CONTACTO DIRECTO	240	≤ 1	15	20	20
SERVICIOS AL PÚBLICO CON CONTACTO INDIRECTO U OCASIONAL	1,000	≤ 5	15	30	30

Tabla 7 Límites Máximos Permisibles de Contaminantes de acuerdo a la NOM-003-SEMARNAT-1997

2.9.6 Etapas que componen las PTAR's

Las etapas que componen las PTAR's son:

- Pretratamiento
- Tratamiento primario

- Tratamiento secundario
- Tratamiento terciario o potabilización

2.9.6.1 Pretratamiento.

El pretratamiento sirve para proteger el equipo de bombeo y hacer más fáciles los procesos subsecuentes del tratamiento. Los dispositivos para el pretratamiento están destinados a eliminar o separar los sólidos mayores o flotantes, a eliminar los sólidos inorgánicos pesados y eliminar cantidades excesivas de grasas y aceites.

Para lograr alcanzar los objetivos de un pretratamiento se emplearan los siguientes dispositivos:

- Rejillas.
- Desarenadores.

Rejillas: El sistema de rejillas servirá para remover del agua residual los macro sólidos que pueda contener el agua y que puedan provocar un atascamiento en las tuberías o en la bomba.

Además de ser un medio económico y efectivo para la separación rápida de los macro sólidos en suspensión del vertido. En muchos casos, el paso por las rejillas reducirá los sólidos en suspensión a una concentración tan baja que son aceptables para su descarga a un colector municipal o al siguiente tratamiento que se requiera. A menudo se elimina también una porción considerable de la DBO, aunque el porcentaje varía, casi en relación directa con el tamaño de la rejilla y la cantidad de DBO asociada con los sólidos separados.

Estas rejillas se pueden obtener en tamaños que varían desde las de gruesos (1.68 o 0.84 mm de malla) a las finas (0.125 a 0.044 mm de malla).



Figura 2. 21 Foto de rejilla

2.9.6.2 Tratamiento primario

En este procedimiento se separan la mayoría de los sólidos suspendidos en las aguas residuales, aproximadamente el 30 % mediante el proceso físico de asentamiento en tanques de sedimentación.

El propósito fundamental de los dispositivos para el tratamiento, consiste en disminuir suficientemente la velocidad de las aguas residuales para que puedan sedimentarse los sólidos.

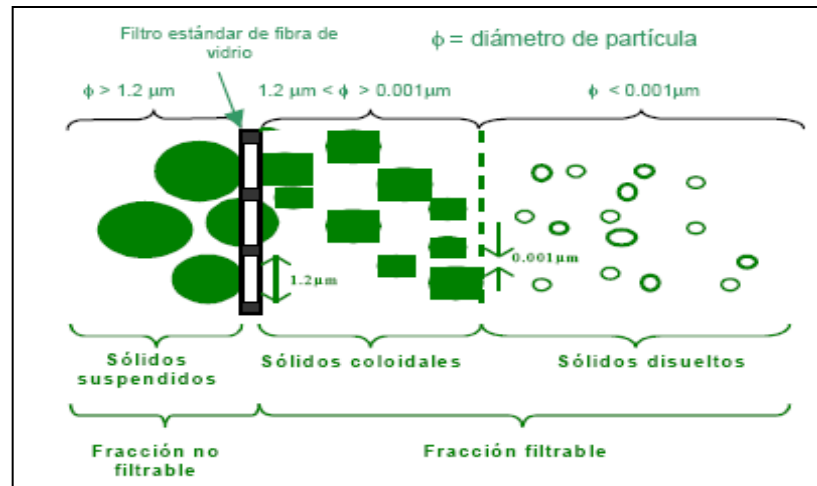


Figura 2. 22 Dimensiones de los sólidos suspendidos, coloidales y disueltos

Equipos e instalaciones principales en un tratamiento primario

Toda planta de tratamiento de aguas residuales está integrada por una serie de unidades de proceso colocadas en forma secuencial, dependiendo de los contaminantes que haya que remover.

Las figuras 2.24 a la 2.26 son ejemplos de trenes de tratamiento primario. En ellas se distinguen las etapas: pre tratamiento y tratamiento primario, y se señalan las unidades de proceso que integran dichas etapas. El pre tratamiento se refiere a la eliminación de materia muy voluminosa, tal como botellas, trapos, piedras o materia pesada, como grava y arena. Es necesario removerlos para evitar que interfieran con el tratamiento en sí, y para evitar que dañen los equipos. Usualmente, las plantas de tratamiento primario de aguas municipales (figura 2.24) comprenden el cribado (rejillas, rejillas), la medición del flujo (ésta no es parte del pre tratamiento, ni es indispensable que esté colocado en este sitio, sin embargo, debe existir por lo menos un medidor de caudal en la planta); la desarenación; y la unidad primaria de separación de sólidos.

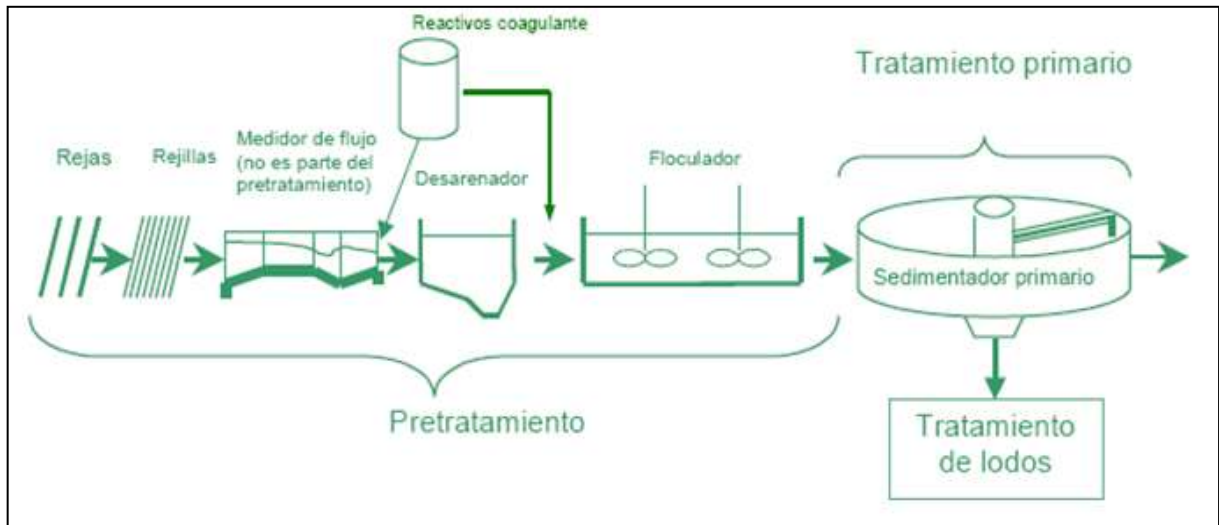


Figura 2. 23 Planta típica de Tratamiento de aguas residuales Tipo Primario

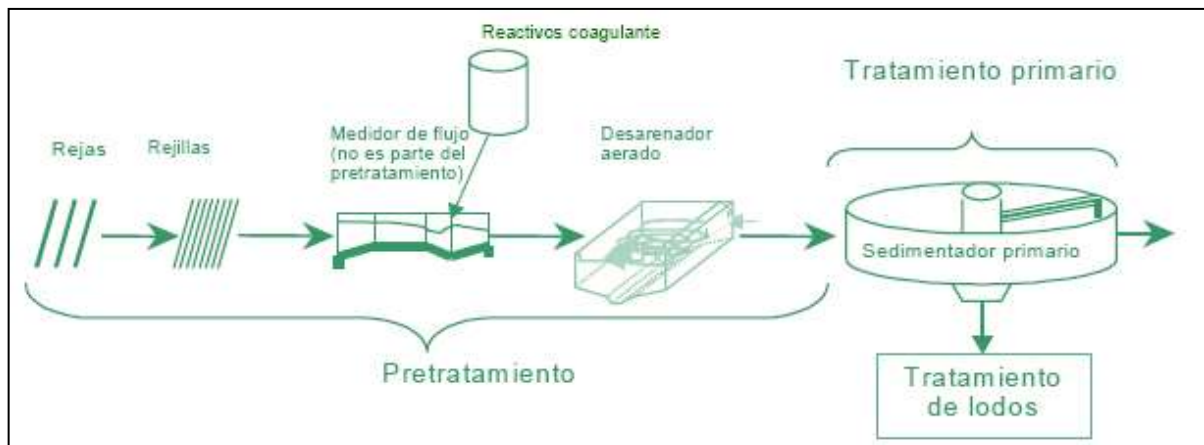


Figura 2. 24 Planta de tratamiento del tipo primario avanzado o fisicoquímico



Figura 2. 25 Tren Industrial de Tratamiento Primario

2.9.6.3 Tratamiento secundario

El tratamiento secundario tiene como objetivo eliminar la materia orgánica disuelta. Para ello se emplean millones de organismos microscópicos cuyo trabajo es comerse (degradar) la materia orgánica para transformarla en más microorganismos y en sustancias más sencillas, tales como bióxido de carbono (CO_2), metano (CH_4), nitrógeno amoniacal (NH_3), nitratos ($\text{NO}_3 =$) y agua (H_2O).

Este tratamiento debe hacerse cuando las aguas residuales todavía contienen sólidos orgánicos en suspensión. El tratamiento secundario depende principalmente de los organismos aerobios, para la descomposición de los sólidos orgánicos hasta transformarlos en sólidos inorgánicos o en sólidos orgánicos estables.

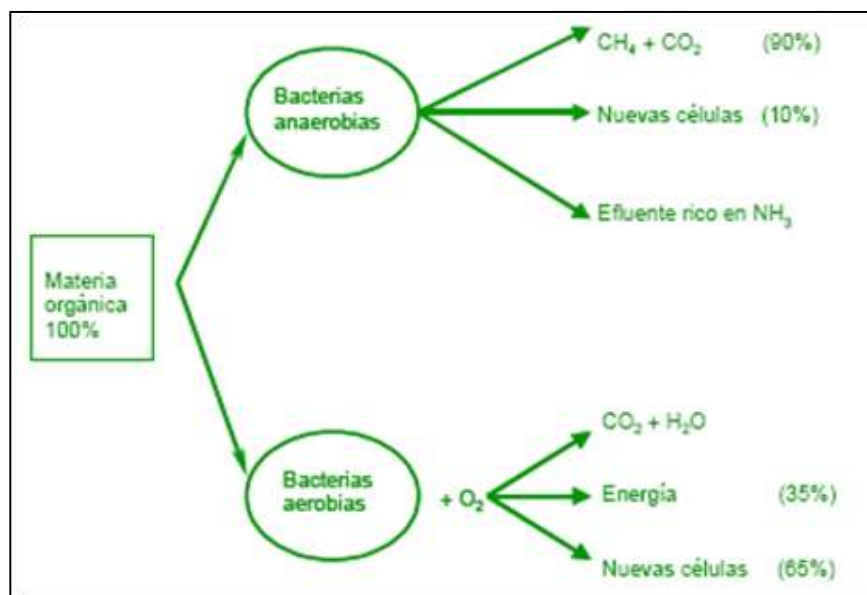


Figura 2. 26 Productos finales de la digestión anaerobia y aerobia

En esencia, el tratamiento biológico una cadena alimenticia que se lleva a cabo dentro de un reactor: las bacterias consumen la materia orgánica presente en el agua residual, la mayor parte la aprovechan para su crecimiento y reproducción y el resto lo transforman en sustancias inorgánicas tal como bióxido de carbono (CO_2) y nitrógeno amoniacal (NH_3). Las bacterias son consumidas por los protozoarios y éstos, a su vez, son consumidos por los rotíferos.

Una vez transformada la materia orgánica en biomasa, es necesario separarla del agua, de lo contrario, para efectos prácticos, no ha habido tratamiento. La separación de la biomasa se hace por efecto de la gravedad: en los sistemas aerobios es en los sedimentadores secundarios; en los procesos anaerobios, generalmente, la separación ocurre dentro del mismo reactor, ya que la producción de biomasa es mucho más limitada

y generalmente está adherida a un soporte, por lo mismo, el arrastre de biomasa activa no es significativo. Además, es frecuente que a un reactor anaerobio le siga un reactor aerobio que retiene la biomasa arrastrada fuera del primero.

2.9.6.4 Tipos de reactores Biológicos

Además de la vía metabólica de los microorganismos (aerobia o anaerobia), los reactores biológicos se clasifican con base en la forma en que la población microbiana se encuentra dentro del reactor. Se conoce como biomasa suspendida a aquellos reactores que no utilizan un medio de soporte y los microorganismos forman agregados conocidos como flóculos. Cuando el reactor cuenta con un medio, ya sea natural o sintético, que sirve de soporte para que se desarrolle la comunidad microbiana en forma de “lama” o película, se dice que es un reactor de biomasa fija.

Tomando en cuenta estos dos factores se presenta la siguiente clasificación de los reactores biológicos (Figura 2.28), cabe aclarar que no incluye a los sistemas naturales.



Figura 2. 27 Clasificación de los reactores

Los lodos activados y los filtros percoladores son de uso frecuente en México, otros reactores como los anaerobios de lechos expandidos o los lodos activados con aeración a contracorriente son incipientes en el país. Asimismo, hay otros sistemas que no se utilizan en México o, en su defecto, su uso principal no es el tratamiento del agua residual sino el tratamiento de los lodos de desecho, y por ello, no aparece en el cuadro sinóptico (Figura 2.28).

2.9.6.5 Tratamiento terciario o desinfección

Dentro del tratamiento de aguas residuales tenemos una última etapa que consiste básicamente en asegurar la calidad del agua para consumo humano, ya que en los tratamientos posteriores se enfocan a remover los contaminantes de gran, mediano y pequeños tamaños, pero dentro del agua aún se encuentran disueltos agentes patógenos que al ser ingeridos por el ser humano puede alterar sus sistemas de manera súbita o crónica.

Las técnicas son bastas para asegurar la calidad del agua según lo marca la NOM-127-2004, algunos de los sistemas llamados de desinfección pueden ser de manera física o química.

Para el caso de los tratamientos físicos tenemos la osmosis inversa y la aireación entre las más usuales, para el caso de los tratamientos químicos tenemos la cloración, y la ozonificación, existen un tercer tipo de procedimiento que se encarga de la exposición a luz ultravioleta, esta última es una combinación de proceso físico y químico, ya que mediante una frecuencia y equipos específicos se genera una onda de luz ultravioleta misma que es dirigida hacia un flujo de agua ocasionando la inhibición de los posibles agentes patógenos presentes aun en el agua, asegurando así su consumo humano.

La elección y aplicación de cada uno de estos métodos dependerá de dos factores básicos, el volumen y la calidad del agua de origen, ya que estos procesos son un sistema terciario que puede o no aplicarse a un tren de tratamiento de aguas residuales ya que la función principal de las PTAR's es reducir la carga de contaminantes que se vierten a cuerpos de agua, y el tratamiento terciario se enfoca en asegurar la calidad del vital líquido no siendo su origen necesariamente una PTAR's si no una fuente de abastecimiento natural ya sea superficial o profunda.

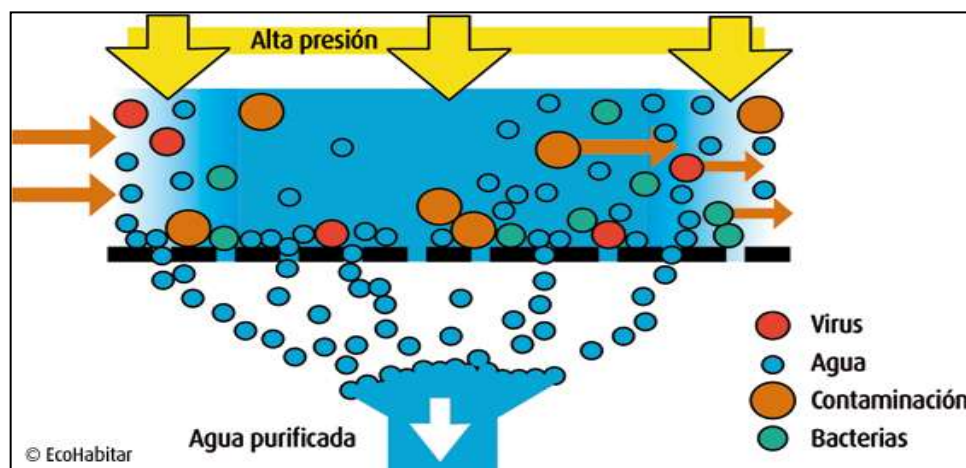


Figura 2. 28 Proceso de Osmosis Inversa

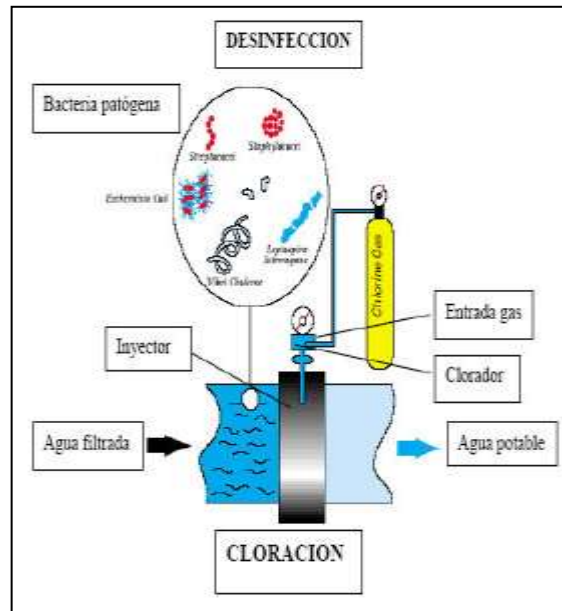


Figura 2. 29 Proceso de Cloración.

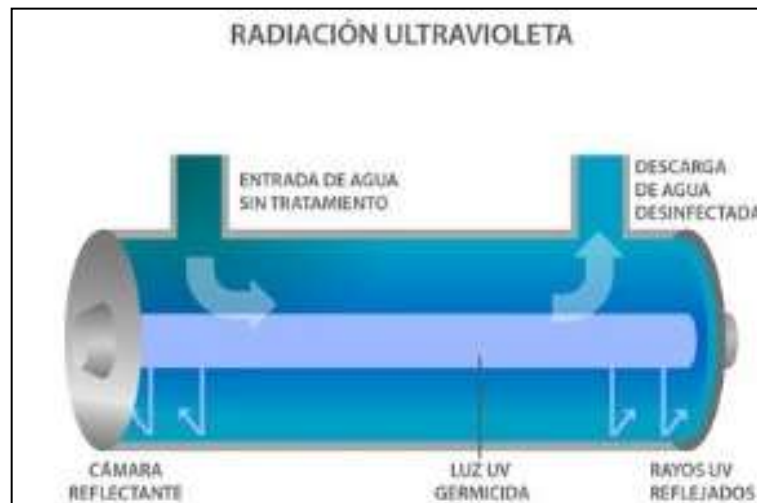


Figura 2. 30 Proceso de Radiación Ultravioleta

2.10 Organismos operadores de agua

El agua es un recurso estratégico para la seguridad nacional ya que posee valor económico, social y ambiental.

Debido a la deficiente gestión del agua, al crecimiento demográfico y a la expansión de las actividades productivas de las últimas décadas. En México, los servicios de agua potable están a cargo de los municipios, que crean organismos operadores (O. O.) para atender las necesidades de abasto, alcantarillado, saneamiento y disposición sin riesgo de las aguas residuales.



A los O. O. también se les llama Comisión de Agua, Junta de Agua, Sistema Descentralizado de Agua, Comité del Agua, Empresa de Agua, etc.

Algunos O. O. pertenecen directamente al gobierno municipal y otros son concesiones parciales otorgadas por el municipio a empresas privadas con fines de lucro.

Existen diversos aspectos legales, normativos y de usos y costumbres que rigen la labor del O. O.; las leyes y reglamentos relacionados con el manejo del agua deben promover justicia y equidad, disminuir riesgos y exigir la generación de información confiable, la planeación cabal y el uso sustentable de los recursos.

2.10.1 Misión

La misión de un O. O. no se limita a los aspectos técnicos y operativos del servicio, abarca también la promoción de la salud de la comunidad a la que sirve. Para cumplir con sus funciones, el O. O. debe garantizar su autosuficiencia financiera mediante cuotas y tarifas que los usuarios deben pagar.

Para prestar sus servicios, es recomendable que él O. O. considere:

- Cantidad
- Calidad
- Continuidad
- Confiabilidad
- Recuperación del costo de los servicios prestados
- Expectativas del usuario

2.10.2 Principales leyes, normas y reglamentos

El principal sustento legal para la administración del agua en la Republica Mexicana es el artículo 27 de la Constitución, que establece que las aguas comprendidas dentro de los límites del territorio nacional son propiedad de la nación. El ejecutivo Federal puede autorizar la explotación, el uso o el aprovechamiento a particulares mediante concesiones y a los gobiernos estatales y municipales mediante asignaciones. En la actualidad la federación ejerce tales funciones a través de la Comisión Nacional del Agua.

El artículo 115 de la Constitución establece, a partir de las reformas del 23 de diciembre de 1999, la responsabilidad plena de los municipios de prestar los servicios de agua potable, drenaje, alcantarillado, tratamiento y disposición de aguas residuales dentro de su jurisdicción. El municipio podrá operar dichos servicios mediante órganos descentralizados. Sus tareas son:

- Prestas los servicios de agua potable, drenaje y tratamiento en su respectiva jurisdicción



- Participar en coordinación con los gobiernos federal y estatal en la prestación del servicio, de acuerdo a sus atribuciones y responsabilidades.
- Planear y programar la prestación de servicios.
- Realizar, por si mismos o a través de terceros, las obras de infraestructura hidráulica, su operación y mantenimiento.
- Adoptar las medidas necesarias para alcanzar su autosuficiencia financiera.

Para apoyar la gestión local del agua, los gobiernos estatales han creado las Comisiones Estatales de Agua, que procuran respetar la soberanía de los municipios y a la vez observar las leyes federales. Estas comisiones coordinan a los O. O. municipales, que de otra manera estarían aislados.

2.10.3 Principios de trabajo

El objetivo de los O. O. es atender a la ciudadanía que le confiere la administración del sistema de aguas.

El usuario le ha conferido al O. O. la responsabilidad de mantener, acrecentar y administrar su patrimonio (fuentes de agua, redes de tubería, planos, etc) para hacerlo eficiente, útil y duradero. Además el O. O. tiene la obligación de preservar el recurso para no afectar los intereses de las generaciones futuras.

El marco legal ha sido creado por instituciones especializadas, o por representantes electos para prever riesgos y ofrecer las mejores garantías posibles al ciudadano que solicite servicios públicos.

La finalidad primordial del marco legal en torno a los derechos y obligaciones de un O. O. es preservar los recursos hídricos (agua) e hidráulicos (infraestructura) para la ciudadanía actual y futura y proporcionar un servicio de calidad.

2.10.4 Funciones operativas

El área de operación y Mantenimiento tiene a su cargo las siguientes actividades:

- a) Ingeniería hidráulica y distribución
- b) Administración de fuente de abastecimiento
- c) Mantenimiento de redes
- d) Alcantarillado
- e) Bacheo y maquinaria
- f) Monitoreo de calidad del agua y presión en la red de abastecimiento
- g) Monitoreo de estado de la red de alcantarillado
- h) Operación de plantas de tratamiento de aguas residuales o vigilancia y mantenimiento a humedales u otros sistemas



- i) Mantenimiento a la red de drenaje pluvial
- j) Sectorización de la red
- k) Operación de redes o sistemas de distribución de aguas tratadas

2.10.5 Responsabilidades

El O. O. es un administrador comisionado por la ciudadanía para cuidar y preservar el patrimonio común, compuesto por fuentes de abastecimiento (acuíferos, bosques, ríos, lagos), infraestructura, información (cartera de clientes, planos, base de datos, planes a futuro) y sus propios recursos humanos. No es dueño del agua ni de la infraestructura, y esta bajo la supervisión de las autoridades municipales y estatales.

El O. O. normalmente trabaja a escala de un municipio y es independiente de otros O. O. municipales similares.

Las funciones del O. O. comprenden asuntos de ingeniería (operación, mantenimiento, rehabilitación y ampliación de la infraestructura) temas comerciales y de los usuarios (padrón o inventario de clientes, contrataciones, cobranza, etc.) y cuestiones de representación y gestión ante otras autoridades respecto de concesiones de agua, descargas, autorización de tarifas etc. Para ofrecer estos servicios a la comunidad necesita infraestructura (que deberá operar, mantener, ampliar o renovar) y personal especializado.

Las principales responsabilidades administrativas del O. O. pueden clasificarse en temas:

- Administración financiera
- Gestión de recursos humanos
- Administración técnica
- Administración estratégica
- Administración y transparencia a la información

Es responsabilidad del director lograr que el O. O. funcione correctamente y cumpla sus metas, objetivos y compromisos.

La estructura administrativa del O. O. se desarrolla en función de las características de la población a la que sirve. Todo aumento de tamaño de la estructura provocará una mayor especialización de las actividades.



MODULO III

SISTEMAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA



MODULO III SISTEMAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA

3.1 Generalidades

Un Sistema de Información Geográfica (SIG o GIS en su acrónimo inglés) es una integración organizada de *hardware*, *software*, datos geográficos y personal, diseñada para capturar, almacenar, manejar, analizar, modelar y representar en todas sus formas la información geográficamente referenciada con el fin de resolver problemas complejos de planificación y gestión.

El pionero de la epidemiología, el Dr. John Snow proporcionaría, allá por 1854, el clásico ejemplo de este concepto cuando cartografió la incidencia de los casos de cólera en un mapa del distrito de SoHo en Londres. Este *proto SIG* permitió a Snow localizar con precisión un pozo de agua contaminado como fuente causante del brote.

El SIG funciona como una base de datos con información geográfica (datos alfanuméricos) que se encuentra asociada por un identificador común a los objetos gráficos de un mapa digital. De esta forma, señalando un objeto se conocen sus atributos e, inversamente, preguntando por un registro de la base de datos se puede saber su localización en la cartografía.

La razón fundamental para utilizar un SIG es la gestión información espacial. El sistema permite separar la información en diferentes capas temáticas y las almacena independientemente, permitiendo trabajar con ellas de manera rápida y sencilla, y facilitando al profesional la posibilidad de relacionar la información existente a través de la topología de los objetos, con el fin de generar otra nueva que no podríamos obtener de otra forma.

3.1.1 El concepto SIG

“Es un sistema de hardware, software y procedimientos diseñados para soportar la captura, administración, manipulación, análisis, modelamiento y graficación de datos u objetos referenciados espacialmente, para resolver problemas complejos de planeación y administración.”

“Un SIG es un conjunto de herramientas, de programas, equipamientos, metodologías, datos y personas perfectamente integrados, que permiten la colecta, el almacenamiento, el procesamiento y el análisis de datos geográficamente referenciados para un conjunto particular de objetivos”.(Bosque Sendra, 1992)

3.1.2 Componentes de un SIG



Cuadro 1 Elementos de un SIG

3.1.2.1 Equipos (Hardware)

Es donde opera el SIG. Hoy por hoy, los programas de SIG se pueden ejecutar en una amplia gama de equipos, desde servidores hasta computadores personales usados en red o en forma personal.

3.1.2.2 Programas (Software)

Los programas de SIG proveen las funciones y las herramientas necesarias para almacenar, analizar y desplegar la información geográfica. Los principales componentes de los programas son:

- Herramientas para la entrada y manipulación de la información geográfica.
- Un sistema de manejador de base de datos (DBMS)
- Herramientas que permitan búsquedas geográficas, análisis y visualización.
- Interface gráfica para el usuario (GUI) para acceder fácilmente a las herramientas



3.1.2.3 Datos

Probablemente la parte más importante de un sistema de información geográfico son sus datos. Los datos geográficos y tabulares pueden ser adquiridos por quien implementa el sistema de información, así como por terceros que ya los tienen disponibles. El sistema de información geográfico integra los datos espaciales con otros recursos de datos y puede incluso utilizar los manejadores de base de datos más comunes para manejar la información geográfica.

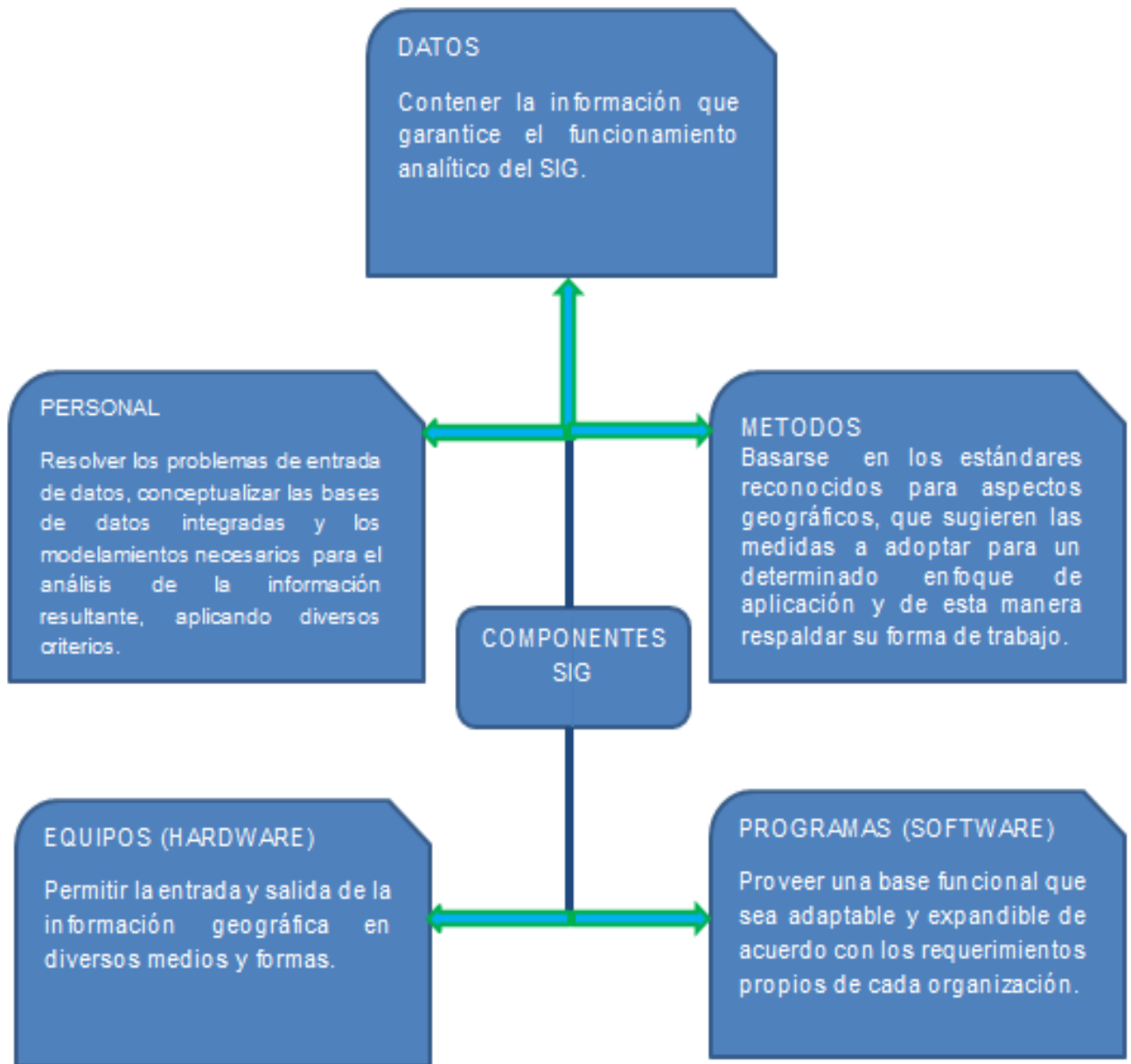
3.1.2.4 Personal

El usuario enlaza con todos estos componentes y pone el SIG en funcionamiento. El éxito de la implementación y del diseño del SIG depende en gran medida de sus conocimientos (tanto del SIG como del tema a analizar), del conjunto de métodos, ideas y modelos que aplica en el proyecto, su capacidad de reconocer y resolver problemas que pueden surgir durante el proceso y de su capacidad de adquirir o convertir información al formato digital para integrarla en el SIG.

3.1.2.5 Métodos

Un SIG operará acorde con un plan bien diseñado y con unas reglas claras del negocio, que son los modelos y las prácticas operativas características de cada organización.

3.1.3 Funciones de los componentes de un SIG



Cuadro 2 Funciones

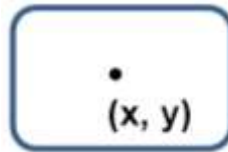
3.1.4 Representación de la información de un SIG

En un SIG se pretende agrupar la organización de datos espaciales. Específicamente se tienen sistemas de punto, de red o lineal y de áreas o polígonos. En general, se utilizan tres notaciones básicas para representar la posición espacial de los fenómenos geográficos: *puntos*, *líneas* y *polígonos*. Los puntos, las líneas y los polígonos suelen definirse en los mapas por medio de coordenadas cartesianas (x, y) (longitud/latitud, etc.), basadas en los principios de la geometría euclidiana. Este sistema de coordenadas cartesianas es el que más se utiliza para medir la posición espacial y para analizar sus diversas propiedades, incluyendo la medición, etc.

3.1.4.1 Punto

Es la representación geométrica constituida por un par de coordenadas (X, Y). Un punto se usa para describir geoméricamente un rasgo geográfico considerado como puntual para propósito de crear una base de datos geográfica (BDG).

Junto con sus coordenadas el punto puede requerir una dirección sin embargo esta dirección estaría considerada en la entidad como un atributo.



Un punto posee entre otros atributos un calificador de posición. Los valores permitidos para los calificadores de posición de puntos son:

- Definida
- Aproximada

3.1.4.2 Línea

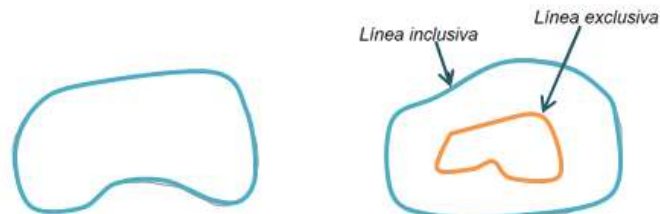
Es la representación geométrica constituida por una serie de dos o más pares distintos de coordenadas (vértices) ligados secuencialmente. Una línea se usa para describir total o parcialmente la geometría de un rasgo geográfico, considerado como línea para propósito de la base de datos geográfica (BDG). Junto con sus coordenadas la línea puede requerir un sentido al cual está asociada una característica del rasgo geográfico, sin embargo este sentido estaría considerado en la entidad como un atributo.



3.1.4.3 Polígono

Es la representación geométrica delimitada por una línea cerrada o serie de líneas que cierran. Un polígono se usa para describir geoméricamente un rasgo geográfico considerado como una extensión o superficie. Un polígono puede ser simple o complejo.

Los calificadores de posición no se aplican a los polígonos pero si a las líneas asociadas con ellas, de esta manera un cuerpo de agua puede estar delimitado por líneas definidas e indefinidas.



3.2 Etapas de implementación de un SIG

3.2.1 Entrada de datos

Fase en la cual los datos acerca del estudio o fenómeno se recogen y preparan para ser ingresados en el sistema.

Realiza la captura y transformación de datos análogos tales como mapas impresos, registros alfanuméricos en papel y observaciones de campo. Del mismo modo, convierte la información digital, proveniente de sensores remotos u otros sistemas de información, a una plataforma compatible con lenguaje computacional del SIG. Entre los dispositivos de entrada figuran: Tableros digitalizadores, scanner o barreadores, lectores magnéticos y láser, teclados, terminales y puertos, e Internet



Datos vs Información

Existe una importante diferencia entre los conceptos de datos e información. Un SIG es un Sistema de Información Geográfica, pero maneja datos geográficos, existiendo diferencias entre estos conceptos.

Entendemos como dato al simple conjunto de valores o elementos que utilizamos para representar algo.

La información es, por tanto, el resultado de un dato y una interpretación, el trabajo con datos es en muchos casos un proceso enfocado a obtener de estos toda la información posible.

3.2.2 Manipulación y análisis

Fase intermedia que permite realizar las operaciones analíticas necesarias para producir nueva información con base en la existente, con el fin de dar:

- Respuestas a preguntas particulares.
- Soluciones a problemas particulares.

Se pueden distinguir cuatro tipos generales de análisis: los de consulta, los de sobre posición, los de modelación topológica y los espaciales.

Análisis de consulta, existen dos opciones: las que se hacen a partir de la tabla de atributos y las que se hacen a partir de un tema.

Estos análisis son de los más básicos para los SIG y en ocasiones se usan para realizar procedimientos que corresponden más bien a la manipulación de los datos.

Análisis por sobre posición de capas: Es uno de los más antiguos y se llevaba a cabo desde antes de que se contara con sistemas automatizados. Se trata de encontrar concordancias, coincidencias o discordancias para áreas específicas respecto a diferentes capas de información.

Con este tipo de análisis se han realizado estudios de aptitud de los suelos, evaluaciones militares, ordenamientos urbanos e incluso la elección de áreas para campos de golf.

Análisis topológica: Se refiere a la capacidad de un SIG de reconocer y analizar la relación espacial entre rasgos. Se pueden analizar las condiciones de adyacencia, que responden a la pregunta ¿qué está cerca de qué?

Análisis espaciales: Incluye las funciones que realicen cálculos sobre las entidades gráficas. Va desde operaciones sencillas como longitud de una línea, perímetros, áreas y volúmenes, hasta análisis de redes de conducción, intersección de polígonos y análisis de modelos digitales del terreno. La componente espacial responde a la pregunta ¿Dónde?



3.2.3 Salida y presentación de resultados

Fase en la cual los resultados de análisis anteriores se presentan de manera apropiada.

En primera instancia, la publicación de los resultados de un SIG deben ser mapas, sin embargo, no siempre es el caso.

La salida de información de un SIG puede ser de tipo textual o de tipo gráfico, ambos tipos de información pueden ser presentados en forma digital o analógica.

La información Digital consiste en el despliegue de datos cartográficos y datos tabulares sobre pantallas de computadoras.

La información textual analógica consiste normalmente en un conjunto de tablas que representan la información almacenada en la base de datos o representan el resultado de algún tipo de análisis efectuado sobre ésta. La información analógica gráfica consiste en mapas, gráficos o diagramas. Ambos tipos de información pueden ser presentados en una pantalla o impresos en el papel.

El sistema debe proveer la capacidad de complementar la información gráfica, antes de su presentación definitiva, por medio de una simbología adecuada y manejar la posibilidad de adicionar elementos geométricos que permitan una calidad y una visualización fáciles de entender por el usuario.



3.3 Modelos vectoriales y raster

Información geográfica y cartografía digital

Se denomina Información Geográfica a aquellos datos espaciales georreferenciados requeridos como parte de las operaciones científicas, administrativas o legales. Dichos datos espaciales suelen llevar una información alfanumérica asociada. Se estima que el 80% de los datos corporativos existentes en todo el mundo poseen esta componente geográfica.

La georreferenciación es el posicionamiento en el que se define la localización de un objeto espacial en un sistema de coordenadas y datum determinado. Este proceso es utilizado frecuentemente en los Sistemas de Información Geográfica.

En la cartografía tradicional estamos acostumbrados a ver mapas compuestos por varios temas a la vez. Un mapa que muestra el uso del suelo lleva por lo general además las carreteras principales, las poblaciones y sus etiquetas que les identifiquen. En la cartografía digital se mantiene la información temática (capas o coberturas) por separado, para combinarla en el momento adecuado con fines de análisis o con fines de presentación. Pero, lo más importante es que los elementos del mapa son referenciados sobre la tierra.

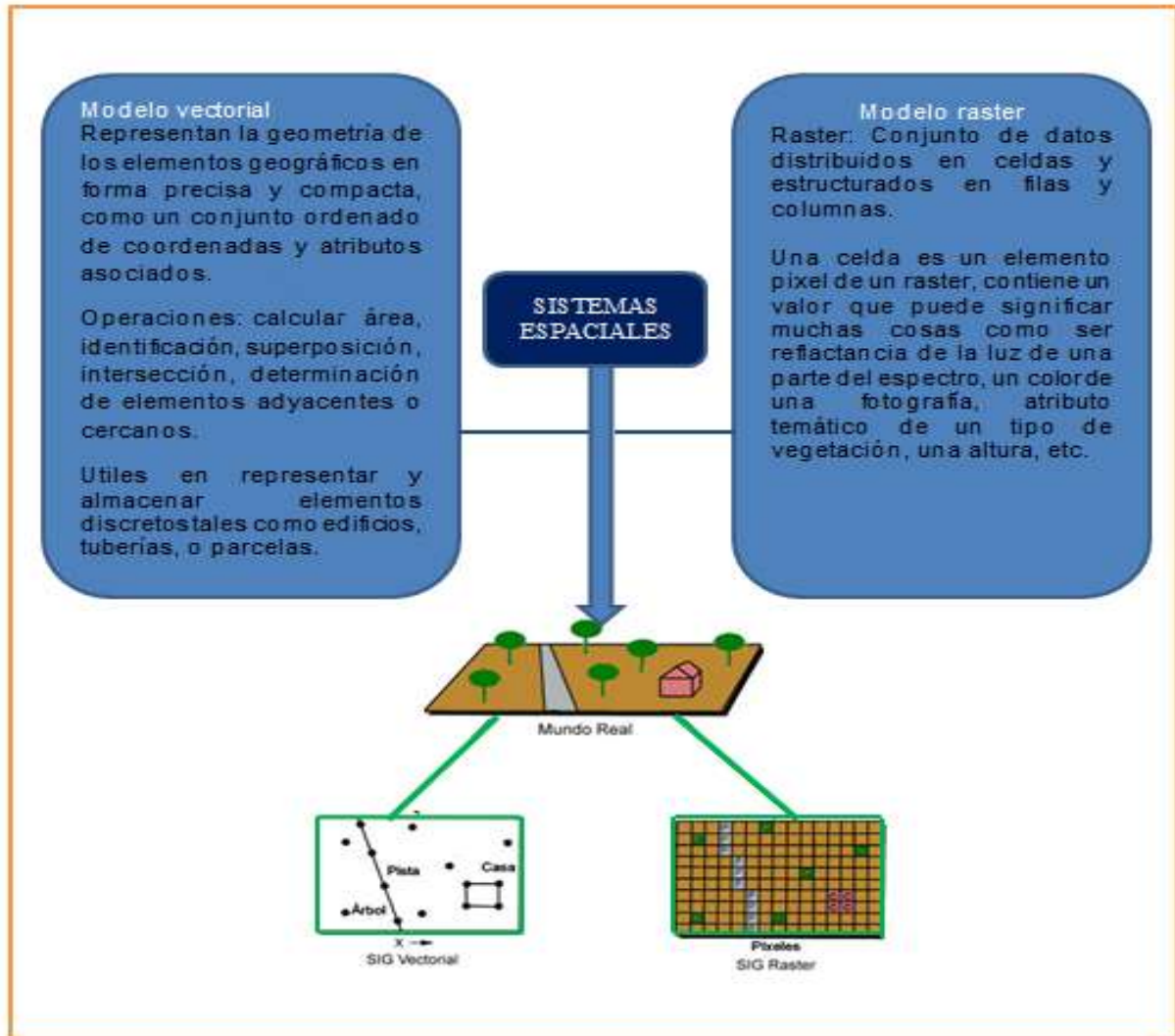
3.3.1 Formatos ráster y vectorial

Los datos espaciales en un SIG pueden ser representados a través de dos formatos o sistemas espaciales: vectorial y ráster.

Son dos formatos muy diferentes, que se distinguen por su manera de almacenar los objetos geográficos (la base de datos geográfica), su manera de almacenar los atributos de estos objetos (la información temática) y en segundo lugar por su apariencia.

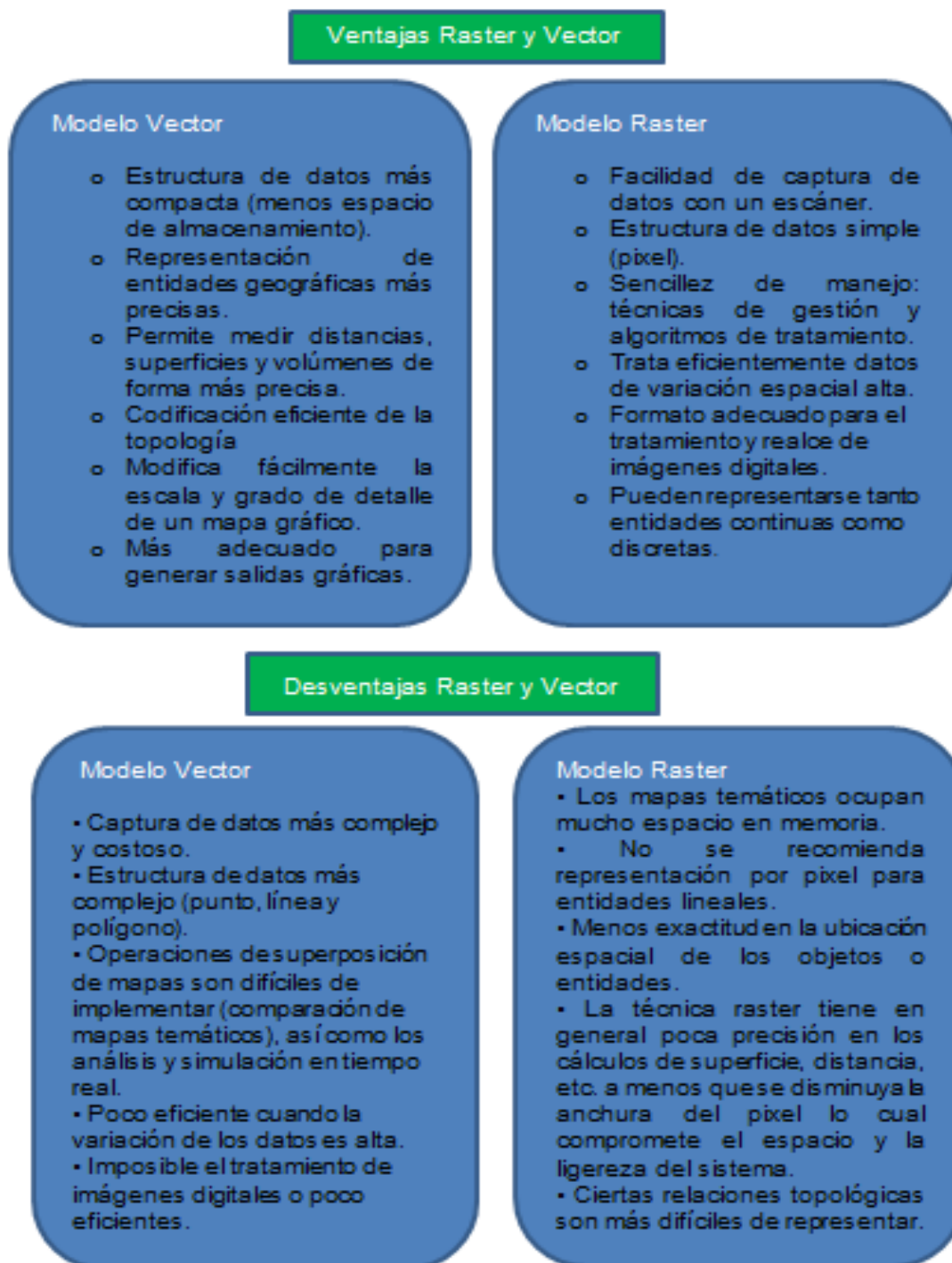
En el formato vectorial, la información del mundo real es representada por los puntos y líneas que definen sus límites o fronteras, estableciendo un sistema de coordenadas para localizar cada objeto.

En el formato ráster, el espacio está representado por un conjunto de celdas adyacentes llamadas *pixels*, que representan las unidades de información espacial. Estas establecen su localización por un sistema de referencia en filas y columnas, acompañado por la extensión del mapa y el tamaño de la celda. Los píxeles en realidad no mantienen una relación mutua entre sí. En la cobertura de tipo ráster, cada celda tiene un valor o código asignado, correspondiente al tipo de información temática que representa la celda.



Cuadro 3 Sistema espacial Vector y Raster

3.3.2 Ventajas y Desventajas Modelo Raster y Vector



Cuadro 4 Ventajas y Desventajas de los modelos espaciales



3.3.4 Topología

La topología es el campo de las matemáticas que estudia las relaciones de los elementos en el espacio. “La topología de un mapa es el conjunto de relaciones que describen la posición relativa de sus componentes”.

La concepción de estas relaciones varía entre los sistemas raster y vectoriales. En los sistemas raster (matriciales) las relaciones se producen entre celdas como análisis, generalmente, de vecindad, conformándose las entidades espaciales a partir de la proximidad física y de atributos entre los píxeles. Los sistemas vectoriales se suelen basar en una topología arco-nodo que viene definida por la direccionalidad, la conectividad y la proximidad entre vectores; de forma tal que a partir de éstos y otros valores se definen las diferentes entidades espaciales.

La topología tiene una gran importancia en el desarrollo y evolución de los SIG. Es determinante en sus capacidades de análisis y define en gran manera el desarrollo de los formatos de la información geográfica.

3.4 Aplicaciones de los SIG/ servidores de mapas en la WEB.

- Aplicación Forestal: Para determinar la magnitud de la tala y conocer la vía o el acceso a esa tala.
- Bases de datos ambientales: Con estos datos se realizan planes convenientes para evitar deterioros naturales en una región.
- Censos: Con los datos obtenidos conocer los usos de los servicios que se ofrecen en un área como la distribución de agua potable y transporte.
- Grandes bases cartográficas: Con estas bases de datos se adquiere más fácilmente el mantenimiento de inventario con referencias espaciales de los bienes inmuebles así como de su valoración y para preparar una gestión contribuyente en la Administración Pública.
- Planeación Urbana: La elaboración de Planes Generales y Normas Subsidiarias, entre otros están los Planes Parciales, Proyectos de Urbanización, Proyectos de Compensación y Reparcelaciones, Evaluaciones de Impacto Ambiental, Planes Especiales y Catálogos
- Sistemas de empresas de servicios: Para los servicios de transporte que controlan sus equipos con un rastreo satelital.

Sistemas para el control y modernización de cambios ambientales: Estos ofrecen una inspección para zonas de riesgos por factores naturales, y análisis para planes de conservación.

3.4.1 Los SIG en Internet

Internet no cambia la naturaleza básica de los SIG, la pone "on line".



Un SIG en Internet puede utilizarse para localizar servicios, buscar rutas y direcciones, publicar Atlas electrónicos, notificar sucesos de características geográficas (inundaciones, terremotos, etc.), acceder a Bases de Datos de Organismos Públicos tales como censos, realizar aplicaciones de seguridad como análisis geográficos de criminalidad, realizar análisis demográficos, utilizar datos procedentes de la teledetección, visualizar condiciones medioambientales... Todas estas aplicaciones responden a servicios de SIG en Internet que ya existen en la actualidad y que cada día son demandados por más personas. La tendencia es a implicar estas herramientas en una especie de uso cotidiano de la información geográfica encaminado a mejorar la calidad de vida de los ciudadanos a través de las tecnologías de la información.

En la actualidad las diferentes formas de funcionar un SIG en Internet son:

La forma más simple serían aquellos mapas que sólo muestran localizaciones. En este caso el servidor web simplemente pone a disposición del usuario una imagen GIF o JPEG. Sería una aplicación estática como por ejemplo la localización de un servicio o infraestructura que no va a variar en mucho tiempo. Una pequeña complicación sobre el caso anterior serían los mapas que muestran cambios, donde el servidor actualiza automáticamente las imágenes cada cierto tiempo. Sería el caso de los servidores meteorológicos con imágenes Meteosat.

3.4.2 Servicios de los SIG

Servicio WMS: Utilizando el Web Mapping Service (WMS) podemos visualizar las capas como simples imágenes, pero no podemos acceder a la tabla de atributos.

Un paso más adelante es cuando el usuario puede generar su propio mapa. En este caso ya tenemos un SIG por encima del servidor web, y a éste aceptando peticiones del usuario y sirviéndole mapas como respuesta. Es el caso de servicios del estilo del Instituto de Estadística de Andalucía donde a partir de las estadísticas y mapas almacenados podemos construir un mapa de aquellos municipios que nos interesan con una variable dada (http://www.iea.junta-andalucia.es/sima_web). Los mapas también pueden ser producto de un análisis espacial como búsquedas geográficas, condicionadas, etc. Es el caso de páginas del estilo páginas amarillas o visa donde, por ejemplo, podemos encontrar todos los cajeros automáticos existentes en un radio dado a donde nos encontramos (<http://www.paginas-amarillas.es/PAM4/CALLEJERO2>, <http://www.visa.com>). La estructura es similar a la anterior pero con complementos de análisis espacial y de gestión y acceso a la Base de Datos por parte del SIG.



Servicio WFS: Utilizando el Web Feature Service (WFS) también podemos acceder a la tabla de atributos de las capas vectoriales, e incluso hacer cambios o insertar nuevos elementos (WFS-T, transaccional).

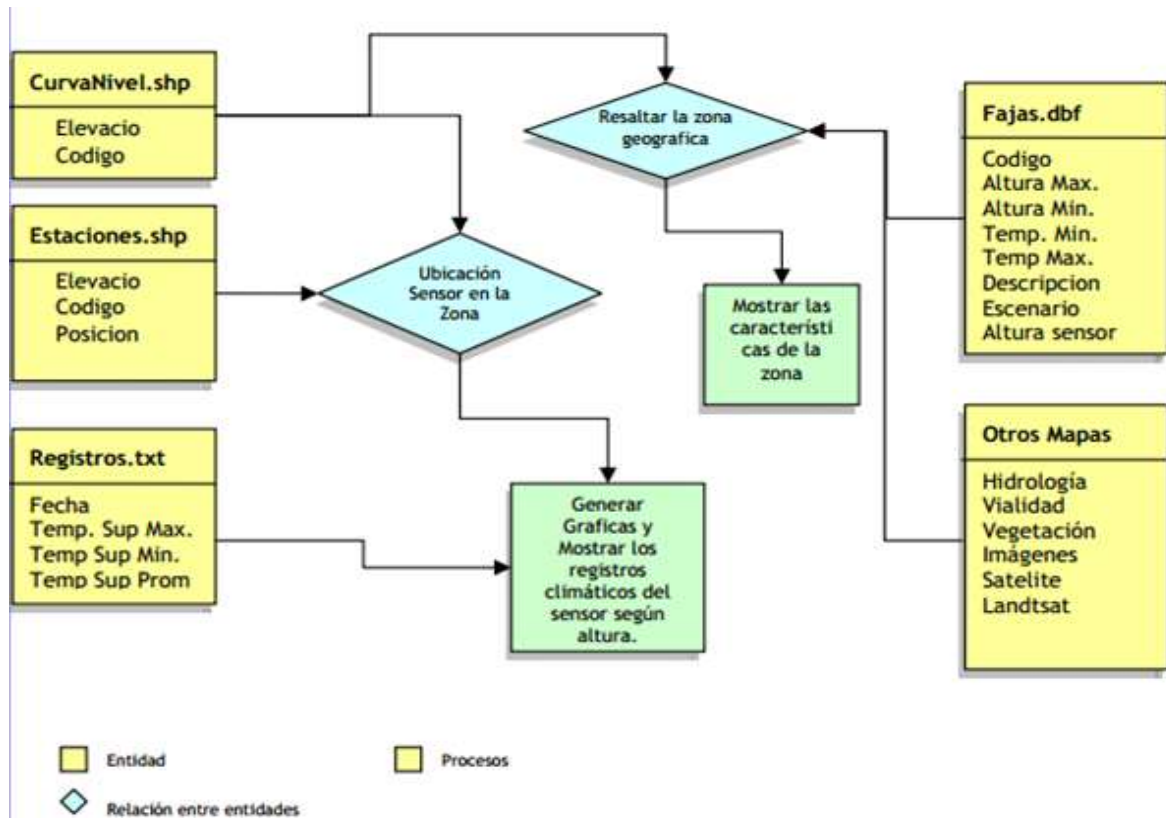
Servicio WCS: Utilizando el Web Coverage Service (WCS) podemos acceder a capas ráster en distintos formatos SIG (no sólo como simples imágenes). Mapas producto de un procesamiento de datos geográficos. El SIG en el servidor procesa o transforma los datos almacenados como respuesta a la petición del usuario. Por ejemplo, Sistemas de Información Geográfica (SIG): Técnicas básicas para estudios de biodiversidad 37 generando un MDT con un grado de elevación del Sol determinado para una zona dada. En este caso, el SIG situado sobre el servidor web ha de tener la capacidad de realizar las operaciones requeridas.

Servicio WPS: Utilizando el Web Processing Service (WPS) podemos acceder al uso de herramientas de análisis espacial o geográfico sin tener un software SIG instalado en nuestro ordenador personal

Servicio de datos públicos. En este caso, el organismo pone a disposición del usuario sus datos geográficos con carácter gratuito para que éste pueda descargarlos y utilizarlos con el SIG de su propio ordenador. La estructura sería un repositorio de datos al que el usuario web lanza una petición devolviéndola en forma de datos para utilizar en su SIG local. Un buen ejemplo es el "extractor" de líneas de costa del Servicio Geológico de los Estados Unidos (USGS), del que se pueden descargar las líneas de costa de todo el Mundo a diferentes escalas y en diferentes formatos (<http://crusty.er.usgs.gov/coast/getcoast.html>)

Como vemos, el mundo Internet supone una auténtica revolución en el uso masivo de la Información geográfica. Lamentablemente los recursos destinados a obtener esa información, a controlar su calidad y a fomentar la investigación geográfica no van en paralelo a este boom.

3.4.3 Modelo entidad relación del servidor de mapas WEB



Cuadro 5 Servidor de mapas en la web



MODULO IV

MODELACIÓN GEOGRÁFICA DEL CATASTRO



IV MODELACIÓN GEOGRÁFICA DEL CATASTRO HIDRÁULICO PARA EL CONTROL DE OBRA DE LA CONSTRUCCIÓN: “SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO DE LA POBLACIÓN DE LAMBITYECO LOMAS DE SANTA ANA, MUNICIPIO DE TLACOLULA DE MATAMOROS, ESTADO DE OAXACA”

4.1 Alcances

El Sistema de Información Geográfica producto del presente trabajo se encuentra constituido por una base de datos en la que se almacena la información inherente al control de la obra civil que se requiere para la construcción de una red de alcantarillado sanitario municipal.

Dentro de las tareas que podrán realizarse con ayuda del GIS se encuentran las siguientes:

Ingresar datos del calendario de obra: fechas de inicio, actividades, duración, fechas de terminación, avances.

Consultar el estatus financiero y físico del avance de la obra en un momento determinado

Consultar por elementos de construcción tales como: tuberías y pozos.

Consultar por características de los elementos como: diámetros, pendientes, longitudes, tipos. Profundidades y tipos en el caso de pozos de visita. Tipo, y volumen en el caso de excavaciones y relleno de zanjas.

Consulta por avances físicos y financieros previstos en la obra por conceptos

Elaboración de informes según sea el caso requerido

Elaboración de mapas mostrando los elementos seleccionados de acuerdo a la consulta de la información requerida

4.2 Metodología

El primer paso para elaborar el catastro del calendario de la obra fue contar precisamente con este documento previamente elaborado con las fechas programadas de las actividades contempladas. Asimismo se contó con el proyecto ejecutivo original en planos de la proyección de la red con todos los detalles correspondientes, así como con



datos técnicos como las cantidades de obra y de materiales. También se contó con el presupuesto elaborado para la obra (Ver Anexos).

A continuación se procedió a la limpieza y separación por capas de los distintos tipos de elementos de la red plasmados en el archivo de CAD. Líneas las tuberías y puntos los pozos de visita e intersecciones en la red.

Después de realizado lo anterior, se llevó a cabo el vaciado de los elementos geométricos a la plataforma de ESRI ArcMap así como también de los datos numéricos presentes en hojas de cálculo electrónicas.

Finalmente se implementaron procedimientos que favorecen las consultas de información en el SIG.

4.2 Elección del método de levantamiento

Para la elaboración del proyecto se utilizaron métodos indirectos de levantamiento. Específicamente se obtuvo la ubicación de la carta topográfica del sitio, proporcionada por el INEGI. Se trata de la carta topográfica con los siguientes datos:

Clave: E14D58

Entidad: Oaxaca

Título: Tlacolula de Matamoros

Escala: 1:50 000

Edición: 2003

Datum: ITRF92

4.3 Características del proyecto de alcantarillado

La construcción del Sistema de Alcantarillado Sanitario para la población de Lambityeco lomas de Santa Ana, se llevará a cabo entre los meses de mayo y octubre del año 2014, con una inversión total de 9,733,848.82 millones de pesos.

Está conformada por un total de 15,107.87 m. de tubería

A continuación se enumeran las características más importantes del proyecto: Red de Alcantarillado Sanitario Municipal para la Población de Lambityeco Lomas de Santa Ana, Municipio de Tlacolula de Matamoros, Estado de Oaxaca.

Ubicación: Lambityeco Lomas de Santa Ana, Municipio de Tlacolula de Matamoros, Estado de Oaxaca, México



Tipo de sistema: Sistema separado de aguas negras

Población de proyecto: 48 737 habitantes

Alcance del proyecto (años): 26 años

Longitud total del sistema: 15 107.87 m.

Número total de pozos de visita: 144 entre pozos de visita comunes y pozos de visita con cajas de caída adosadas

Tipo de tubería: Tubería para alcantarillado sanitario Sistema Métrico serie 20 a 1.9 kgf/cm

Fecha de inicio de la obra: 9 de mayo de 2014

Fecha de finalización de la obra: 30 de octubre de 2014

Presupuesto de la obra: 9,733,848.82 pesos 82/100 M.N.

4.4 Modelación Geográfica en ESRI ArcMap

4.4.1 Definición del diccionario de datos

De acuerdo con las características del proyecto, así como de la información que de él se quiere obtener, se planteó el diccionario de datos contemplando elementos de tipo puntual, lineal y poligonal como se resume en la Tabla 8.

TIPO DE CAPA:	"PUNTO"
NOMBRE:	"POZOS"
ATRIBUTOS:	DESCRIPCIÓN
TIPO	TIPO DE POZO DEL QUE SE TRATA, POZO DE VISITA COMÚN "PV" O POZO CON CAÍDA "PC". TIPO: STRING, LONGITUD; 50 CARACTERES
COTA_T	COTA DE BROCAL DEL POZO. DOUBLE, PRESICION: 0
COTA_P	COTA DE PLANTILLA MÁS BAJA DEL POZO. TIPO: DOUBLE, PRESICION: 0
Numero	NUMERO DE POZO DENTRO DE LA RED. TIPO: STRING. LONGITUD: 50 CARACTERES
X	COORDENADA X DEL POZO EN UTM. TIPO: DOUBLE, PRESICIÓN: 0
Y	COORDENADA X DEL POZO EN UTM. TIPO: DOUBLE,



	PRESICIÓN: 0
MES	MES EN QUE FUE CONSTRUIDO EL POZO. TIPO: STRING, LONGITUD; 12 CARACTERES
SEMANA	SEMANA DENTRO DEL MES (DEL 1 AL 4 O DEL 1 AL 5) EN QUE FUE CONTRUIDO EL POZO. TIPO: SHORT PRESICIÓN: 4
SEM_GLO	NUMERO DE SEMANA GLOBAL EN QUE FUE CONSTRUIDO EL POZO. TIPO: SHORT PRESICIÓN: 4
HPRLNK	RUTA DE LOCALIZACIÓN DE LA IMAGEN QUE MUESTRA EL TIPO DE POZO QUE S ECONSTRUYÓ EN ESE PUNTO. TIPO: STRING, LONGITUD; 300 CARACTERES
PROF	PROFUNDIDAD DEL POZO EN METROS. TIPO: DOUBLE, PRESICIÓN: 0
CAIDA	LONGITUD DE LA CAJA DE CAIDA ADOSADA AL POZO TIPPO PC, EN CASO DE POZO TIPO PV, EL CALOR SERÁ IGUAL A CERO. TIPO: FLOAT, PRESICIÓN: 0
PU	PRECIO UNITARIO DEL POZO. TIPO: FLOAT, PRESICIÓN: 0
TIPO DE CAPA:	"LÍNEA"
NOMBRE:	"TUBERIA"
ATRIBUTOS:	DESCRIPCIÓN
PENDIENTE	PENDIENTE DEL TRAMO DE TUBERÍA DE LA RED. TIPO: DOUBLE, PRESICIÓN: 0
DIAMETRO	DIÁMETRO DEL TRAMO DE TUBERÍA EN CM. TIPO: SHORT, PRECISION: 4
LONGITUD	LONGITUD DEL TRAMO DE TUBERÍA. TIPO: FLOAT, PRESICIÓN: 6
FRENTE	FRENTE DE TRABAJO AL CUAL PERTENECE EL TRAMO DE LA RED. TIPO: SHORT, PRECISION: 4
MES	MES EN EL QUE FUE REALIZADO EL TRAMO DE LA RED. TIPO: STRING, LONGITUD: 12 CARACTERES
SEMANA	SEMANA DEL MES (DEL 1 A 4 DEL 1 AL 5) MES EN EL QUE FUE REALIZADO EL TRAMO DE LA RED. TIPO: SHORT, PRECISION: 4
SEM_GLOB	SEMANA GLOBAL EN QUE FUE CONTRUIDO EL TRAMO. TIPO: SHORT, PRECISION: 4
TIPO DE CAPA:	"LÍNEA"
NOMBRE:	"AVANCE"



LONGITUD	LONGITUD DEL TRAMO DE RED. TIPO: FLOAT, PRECISIÓN: 6
FRENTE	FRENTE DE TRABAJO AL CUAL PERTENECE EL TRAMO DE LA RED. TIPO: SHORT, PRECISION: 4
MES	MES EN EL QUE FUE REALIZADO EL TRAMO DE LA RED. TIPO: STRING, LONGITUD: 12 CARACTERES
SEMANA	SEMANA DEL MES (DEL 1 A 4 DEL 1 AL 5) MES EN EL QUE FUE REALIZADO EL TRAMO DE LA RED. TIPO: SHORT, PRECISION: 4
SEM_GLOB	SEMANA GLOBAL EN QUE FUE CONTRUIDO EL TRAMO. TIPO: SHORT, PRECISION: 4
SEM_GLOB	SEMANA GLOBAL EN QUE FUE CONTRUIDO EL TRAMO. ESTE CAMPO SE ENCUENTRA EN LA HOJA DE EXCEL Y SIRVE DE UNIÓN CON LA BASE DE DATOS DE ARCGIS. TIPO: DOUBLE, PRECISION: 15
PRESUPUESTO SEMANAL	PRESUPUESTO TOTAL EMPLEADO DURANTE LA SEMANA CORRESPONDIENTE. ESTE CAMPO SE ENCUENTRA EN LA HOJA DE EXCEL Y EN ÉL SE ALOJAN LOS CÁLCULOS REALIZADOS EN HOJAS Y COLUMNAS DISTNTAS. TIPO: DOUBLE, PRECISION: 15
PRESUPUESTO ACUMULADO	PRESUPUESTO ACUMULADO A LA SEMANA EN QUE SE CONSULTA. ESTE CAMPO SE ENCUENTRA EN LA HOJA DE EXCEL Y EN ÉL SE ALOJAN LOS CÁLCULOS REALIZADOS EN HOJAS Y COLUMNAS DISTNTAS. TIPO: DOUBLE, PRECISION: 15
AVANCE_DESMONTE_AREA	AVANCE DEL ÁREA DE DESMONTE REALIZADO DURANTE LA SEMANA EN QUE SE CONSULTA. ESTE CAMPO SE ENCUENTRA EN LA HOJA DE EXCEL Y EN ÉL SE ALOJAN LOS CÁLCULOS REALIZADOS EN HOJAS Y COLUMNAS DISTNTAS. TIPO: DOUBLE, PRECISION: 15
AVANCE_DESMONTE_PRESUPUESTO	AVANCE DEL PRESUPUESTO DE DESMONTE EJERCIDO DURANTE LA SEMANA EN QUE SE CONSULTA. ESTE CAMPO SE ENCUENTRA EN LA HOJA DE EXCEL Y EN ÉL SE ALOJAN LOS CÁLCULOS REALIZADOS EN HOJAS Y COLUMNAS DISTNTAS. TIPO: DOUBLE, PRECISION: 15
DESMONTE_ACUMULADO_AREA	DESMONTE EN AREA ACUMULADO A LA SEMANA EN QUE SE CONSULTA. ESTE CAMPO SE ENCUENTRA EN LA HOJA DE EXCEL Y EN ÉL SE ALOJAN LOS CÁLCULOS REALIZADOS EN HOJAS Y COLUMNAS DISTNTAS. TIPO: DOUBLE, PRECISION: 15
DESMONTE_ACUMULADO_PRESUPUESTO	PRESUPUESTO DE DESMONTE ACUMULADO A LA SEMANA EN QUE SE CONSULTA. ESTE CAMPO SE ENCUENTRA EN LA HOJA



PUESTO	DE EXCEL Y EN ÉL SE ALOJAN LOS CÁLCULOS REALIZADOS EN HOJAS Y COLUMNAS DISTNTAS. TIPO: DOUBLE, PRECISION: 15
DESMONTE_POR_EJECUTAR_ARE A	AREA DE DESMONTE FALTANTE POR EJECUTAR A LA SEMANA EN QUE SE CONSULTA. ESTE CAMPO SE ENCUENTRA EN LA HOJA DE EXCEL Y EN ÉL SE ALOJAN LOS CÁLCULOS REALIZADOS EN HOJAS Y COLUMNAS DISTNTAS. TIPO: DOUBLE, PRECISION: 15
DESMONTE_POR_EJECUTAR_PRESUPUESTO	PRESPUUESTO DE DESMONTE FALTANTE POR EJECUTAR A LA SEMANA EN QUE SE CONSULTA. ESTE CAMPO SE ENCUENTRA EN LA HOJA DE EXCEL Y EN ÉL SE ALOJAN LOS CÁLCULOS REALIZADOS EN HOJAS Y COLUMNAS DISTNTAS. TIPO: DOUBLE, PRECISION: 15
AVANCE_LIMPIEZA_AAREA	AVANCE DEL ÁREA DE LIMPIEZA REALIZADO DURANTE LA SEMANA EN QUE SE CONSULTA. ESTE CAMPO SE ENCUENTRA EN LA HOJA DE EXCEL Y EN ÉL SE ALOJAN LOS CÁLCULOS REALIZADOS EN HOJAS Y COLUMNAS DISTNTAS. TIPO: DOUBLE, PRECISION: 15
AVANCE_LIMPIEZA_APRESUPUESTO	AVANCE DEL PRESUPUESTO DE LIMPIEZA EJERCIDO DURANTE LA SEMANA EN QUE SE CONSULTA. ESTE CAMPO SE ENCUENTRA EN LA HOJA DE EXCEL Y EN ÉL SE ALOJAN LOS CÁLCULOS REALIZADOS EN HOJAS Y COLUMNAS DISTNTAS. TIPO: DOUBLE, PRECISION: 15
LIMPIEZA_ACUMULADO_AAREA	LIMPIEZA EN AREA ACUMULADA A LA SEMANA EN QUE SE CONSULTA. ESTE CAMPO SE ENCUENTRA EN LA HOJA DE EXCEL Y EN ÉL SE ALOJAN LOS CÁLCULOS REALIZADOS EN HOJAS Y COLUMNAS DISTNTAS. TIPO: DOUBLE, PRECISION: 15
LIMPIEZA_ACUMULADO_PRESUPUESTO	PRESUPUESTO DE LIMPIEZA ACUMULADO A LA SEMANA EN QUE SE CONSULTA. ESTE CAMPO SE ENCUENTRA EN LA HOJA DE EXCEL Y EN ÉL SE ALOJAN LOS CÁLCULOS REALIZADOS EN HOJAS Y COLUMNAS DISTNTAS. TIPO: DOUBLE, PRECISION: 15
LIMPIEZA_POR_EJECUTAR_AAREA	AREA DE LIMPIEZA FALTANTE POR EJECUTAR A LA SEMANA EN QUE SE CONSULTA. ESTE CAMPO SE ENCUENTRA EN LA HOJA DE EXCEL Y EN ÉL SE ALOJAN LOS CÁLCULOS REALIZADOS EN HOJAS Y COLUMNAS DISTNTAS. TIPO: DOUBLE, PRECISION: 15
LIMPIEZA_POR_E	PRESPUUESTO DE LIMPIEZA FALTANTE POR EJECUTAR A LA



JECUTAR_PRESU PUESTO	SEMANA EN QUE SE CONSULTA. ESTE CAMPO SE ENCUENTRA EN LA HOJA DE EXCEL Y EN ÉL SE ALOJAN LOS CÁLCULOS REALIZADOS EN HOJAS Y COLUMNAS DISTNTAS. TIPO: DOUBLE, PRECISION: 15
AVANCE_EXCAVA CION_VOLUMEN	AVANCE DEL VOLUMEN DE EXCAVACIÓN REALIZADO DURANTE LA SEMANA EN QUE SE CONSULTA. ESTE CAMPO SE ENCUENTRA EN LA HOJA DE EXCEL Y EN ÉL SE ALOJAN LOS CÁLCULOS REALIZADOS EN HOJAS Y COLUMNAS DISTNTAS. TIPO: DOUBLE, PRECISION: 15
AVANCE_EXCAVA CION_PRESUPUE STO	AVANCE DEL PRESUPUESTO DE EXCAVACIÓN EJERCIDO DURANTE LA SEMANA EN QUE SE CONSULTA. ESTE CAMPO SE ENCUENTRA EN LA HOJA DE EXCEL Y EN ÉL SE ALOJAN LOS CÁLCULOS REALIZADOS EN HOJAS Y COLUMNAS DISTNTAS. TIPO: DOUBLE, PRECISION: 15
EXCAVACION_AC UMULADO_VOLU MEN	EXCAVACIÓN ENVOLUMEN ACUMULADA A LA SEMANA EN QUE SE CONSULTA. ESTE CAMPO SE ENCUENTRA EN LA HOJA DE EXCEL Y EN ÉL SE ALOJAN LOS CÁLCULOS REALIZADOS EN HOJAS Y COLUMNAS DISTNTAS. TIPO: DOUBLE, PRECISION: 15
EXCAVACION_AC UMULADO_PRES UPUESTO	PRESUPUESTO DE EXCAVACIÓN ACUMULADO A LA SEMANA EN QUE SE CONSULTA. ESTE CAMPO SE ENCUENTRA EN LA HOJA DE EXCEL Y EN ÉL SE ALOJAN LOS CÁLCULOS REALIZADOS EN HOJAS Y COLUMNAS DISTNTAS. TIPO: DOUBLE, PRECISION: 15
EXCAVACION_PO R_EJECUTAR_VO LUMEN	VOLUMENDE EXCAVACIÓN FALTANTE POR EJECUTAR A LA SEMANA EN QUE SE CONSULTA. ESTE CAMPO SE ENCUENTRA EN LA HOJA DE EXCEL Y EN ÉL SE ALOJAN LOS CÁLCULOS REALIZADOS EN HOJAS Y COLUMNAS DISTNTAS. TIPO: DOUBLE, PRECISION: 15
EXCAVACION_PO R_EJECUTAR_PR ESUPUESTO	PRESUPUESTO DE EXCAVACIÓN FALTANTE POR EJECUTAR A LA SEMANA EN QUE SE CONSULTA. ESTE CAMPO SE ENCUENTRA EN LA HOJA DE EXCEL Y EN ÉL SE ALOJAN LOS CÁLCULOS REALIZADOS EN HOJAS Y COLUMNAS DISTNTAS. TIPO: DOUBLE, PRECISION: 15
AVANCE_PLANTIL LA_VOLUMEN	AVANCE DEL VOLUMEN DE PLANTILLA REALIZADO DURANTE LA SEMANA EN QUE SE CONSULTA. ESTE CAMPO SE ENCUENTRA EN LA HOJA DE EXCEL Y EN ÉL SE ALOJAN LOS CÁLCULOS REALIZADOS EN HOJAS Y COLUMNAS DISTNTAS. TIPO: DOUBLE, PRECISION: 15



AVANCE_PLANTILLA_PRESUPUESTO	AVANCE DEL PRESUPUESTO DE PLANTILLA EJERCIDO DURANTE LA SEMANA EN QUE SE CONSULTA. ESTE CAMPO SE ENCUENTRA EN LA HOJA DE EXCEL Y EN ÉL SE ALOJAN LOS CÁLCULOS REALIZADOS EN HOJAS Y COLUMNAS DISTNTAS. TIPO: DOUBLE, PRECISION: 15
PLANTILLA_ACUMULADO_VOLUMEN	PLANTILLA EN VOLUMEN ACUMULADA A LA SEMANA EN QUE SE CONSULTA. ESTE CAMPO SE ENCUENTRA EN LA HOJA DE EXCEL Y EN ÉL SE ALOJAN LOS CÁLCULOS REALIZADOS EN HOJAS Y COLUMNAS DISTNTAS. TIPO: DOUBLE, PRECISION: 15
PLANTILLA_ACUMULADO_PRESUPUESTO	PRESUPUESTO DE PLANTILLA ACUMULADO A LA SEMANA EN QUE SE CONSULTA. ESTE CAMPO SE ENCUENTRA EN LA HOJA DE EXCEL Y EN ÉL SE ALOJAN LOS CÁLCULOS REALIZADOS EN HOJAS Y COLUMNAS DISTNTAS. TIPO: DOUBLE, PRECISION: 15
PLANTILLA_POR_EJECUTAR_VOLUMEN	VOLUMENDE PLANTILLA FALTANTE POR EJECUTAR A LA SEMANA EN QUE SE CONSULTA. ESTE CAMPO SE ENCUENTRA EN LA HOJA DE EXCEL Y EN ÉL SE ALOJAN LOS CÁLCULOS REALIZADOS EN HOJAS Y COLUMNAS DISTNTAS. TIPO: DOUBLE, PRECISION: 15
PLANTILLA_POR_EJECUTAR_PRESUPUESTO	PRESPUUESTO DE PLANTILLA FALTANTE POR EJECUTAR A LA SEMANA EN QUE SE CONSULTA. ESTE CAMPO SE ENCUENTRA EN LA HOJA DE EXCEL Y EN ÉL SE ALOJAN LOS CÁLCULOS REALIZADOS EN HOJAS Y COLUMNAS DISTNTAS. TIPO: DOUBLE, PRECISION: 15
AVANCE_TUB20_LONG	AVANCE DE LA LONGITUD DE TUBERÍA DE 20 CM DE DIÁMETRO COLOCADA DURANTE LA SEMANA EN QUE SE CONSULTA. ESTE CAMPO SE ENCUENTRA EN LA HOJA DE EXCEL Y EN ÉL SE ALOJAN LOS CÁLCULOS REALIZADOS EN HOJAS Y COLUMNAS DISTNTAS. TIPO: DOUBLE, PRECISION: 15
AVANCE_TUB20_PRESUPUESTO	AVANCE DEL PRESUPUESTO EN TUBERÍA DE 20 CM. DE DIÁMETRO EJERCIDO DURANTE LA SEMANA EN QUE SE CONSULTA. ESTE CAMPO SE ENCUENTRA EN LA HOJA DE EXCEL Y EN ÉL SE ALOJAN LOS CÁLCULOS REALIZADOS EN HOJAS Y COLUMNAS DISTNTAS. TIPO: DOUBLE, PRECISION: 15
TUB20_ACUMULADO_LONG	LONGITUD DETUBERÍA DE 20 CM. DE DIÁMETRO ACUMULADA A LA SEMANA EN QUE SE CONSULTA. ESTE CAMPO SE ENCUENTRA EN LA HOJA DE EXCEL Y EN ÉL SE ALOJAN LOS CÁLCULOS REALIZADOS EN HOJAS Y COLUMNAS DISTNTAS.



	TIPO: DOUBLE, PRECISION: 15
TUB20_ACUMULADO_PRESUPUESTO	PRESUPUESTO DE COLOCACIÓN DE TUBERÍA DE 20 CM. DE DIÁMETRO ACUMULADO A LA SEMANA EN QUE SE CONSULTA. ESTE CAMPO SE ENCUENTRA EN LA HOJA DE EXCEL Y EN ÉL SE ALOJAN LOS CÁLCULOS REALIZADOS EN HOJAS Y COLUMNAS DISTNTAS. TIPO: DOUBLE, PRECISION: 15
TUB20_POR_EJECUTAR_LONG	LONGITUD DE TUBERÍA DE 20 CM. DE DIÁMETRO FALTANTE POR COLOCAR A LA SEMANA EN QUE SE CONSULTA. ESTE CAMPO SE ENCUENTRA EN LA HOJA DE EXCEL Y EN ÉL SE ALOJAN LOS CÁLCULOS REALIZADOS EN HOJAS Y COLUMNAS DISTNTAS. TIPO: DOUBLE, PRECISION: 15
TUB20_POR_EJECUTAR_PRESUPUESTO	PRESUPUESTO DE COLOCACIÓN DE TUBERÍA DE 20 CM. DE DIÁMETRO FALTANTE POR EJECUTAR A LA SEMANA EN QUE SE CONSULTA. ESTE CAMPO SE ENCUENTRA EN LA HOJA DE EXCEL Y EN ÉL SE ALOJAN LOS CÁLCULOS REALIZADOS EN HOJAS Y COLUMNAS DISTNTAS. TIPO: DOUBLE, PRECISION: 15
AVANCE_TUB25_LONG	AVANCE DE LA LONGITUD DE TUBERÍA DE 25 CM DE DIÁMETRO COLOCADA DURANTE LA SEMANA EN QUE SE CONSULTA. ESTE CAMPO SE ENCUENTRA EN LA HOJA DE EXCEL Y EN ÉL SE ALOJAN LOS CÁLCULOS REALIZADOS EN HOJAS Y COLUMNAS DISTNTAS. TIPO: DOUBLE, PRECISION: 15
AVANCE_TUB25_PRESUPUESTO	AVANCE DEL PRESUPUESTO EN TUBERÍA DE 25 CM. DE DIÁMETRO EJERCIDO DURANTE LA SEMANA EN QUE SE CONSULTA. ESTE CAMPO SE ENCUENTRA EN LA HOJA DE EXCEL Y EN ÉL SE ALOJAN LOS CÁLCULOS REALIZADOS EN HOJAS Y COLUMNAS DISTNTAS. TIPO: DOUBLE, PRECISION: 15
TUB25_ACUMULADO_LONG	LONGITUD DETUBERÍA DE 25 CM. DE DIÁMETRO ACUMULADA A LA SEMANA EN QUE SE CONSULTA. ESTE CAMPO SE ENCUENTRA EN LA HOJA DE EXCEL Y EN ÉL SE ALOJAN LOS CÁLCULOS REALIZADOS EN HOJAS Y COLUMNAS DISTNTAS. TIPO: DOUBLE, PRECISION: 15
TUB25_ACUMULADO_PRESUPUESTO	PRESUPUESTO DE COLOCACIÓN DE TUBERÍA DE 25 CM. DE DIÁMETRO ACUMULADO A LA SEMANA EN QUE SE CONSULTA. ESTE CAMPO SE ENCUENTRA EN LA HOJA DE EXCEL Y EN ÉL SE ALOJAN LOS CÁLCULOS REALIZADOS EN HOJAS Y COLUMNAS DISTNTAS. TIPO: DOUBLE, PRECISION: 15
TUB25_POR_EJECUTAR_LONG	LONGITUD DE TUBERÍA DE 25 CM. DE DIÁMETRO FALTANTE POR COLOCAR A LA SEMANA EN QUE SE CONSULTA. ESTE

	CAMPO SE ENCUENTRA EN LA HOJA DE EXCEL Y EN ÉL SE ALOJAN LOS CÁLCULOS REALIZADOS EN HOJAS Y COLUMNAS DISTNTAS. TIPO: DOUBLE, PRECISION: 15
TUB25_POR_EJECUTAR_PRESUPUESTO	PRESUPUESTO DE COLOCACIÓN DE TUBERÍA DE 25 CM. DE DIÁMETRO FALTANTE POR EJECUTAR A LA SEMANA EN QUE SE CONSULTA. ESTE CAMPO SE ENCUENTRA EN LA HOJA DE EXCEL Y EN ÉL SE ALOJAN LOS CÁLCULOS REALIZADOS EN HOJAS Y COLUMNAS DISTNTAS. TIPO: DOUBLE, PRECISION: 15
AVANCE_TUB30_LONG	AVANCE DE LA LONGITUD DE TUBERÍA DE 30 CM DE DIÁMETRO COLOCADA DURANTE LA SEMANA EN QUE SE CONSULTA. ESTE CAMPO SE ENCUENTRA EN LA HOJA DE EXCEL Y EN ÉL SE ALOJAN LOS CÁLCULOS REALIZADOS EN HOJAS Y COLUMNAS DISTNTAS. TIPO: DOUBLE, PRECISION: 15
AVANCE_TUB30_PRESUPUESTO	AVANCE DEL PRESUPUESTO EN TUBERÍA DE 30 CM. DE DIÁMETRO EJERCIDO DURANTE LA SEMANA EN QUE SE CONSULTA. ESTE CAMPO SE ENCUENTRA EN LA HOJA DE EXCEL Y EN ÉL SE ALOJAN LOS CÁLCULOS REALIZADOS EN HOJAS Y COLUMNAS DISTNTAS. TIPO: DOUBLE, PRECISION: 15
TUB30_ACUMULADO_LONG	LONGITUD DETUBERÍA DE 30 CM. DE DIÁMETRO ACUMULADA A LA SEMANA EN QUE SE CONSULTA. ESTE CAMPO SE ENCUENTRA EN LA HOJA DE EXCEL Y EN ÉL SE ALOJAN LOS CÁLCULOS REALIZADOS EN HOJAS Y COLUMNAS DISTNTAS. TIPO: DOUBLE, PRECISION: 15
TUB30_ACUMULADO_PRESUPUESTO	PRESUPUESTO DE COLOCACIÓN DE TUBERÍA DE 30 CM. DE DIÁMETRO ACUMULADO A LA SEMANA EN QUE SE CONSULTA. ESTE CAMPO SE ENCUENTRA EN LA HOJA DE EXCEL Y EN ÉL SE ALOJAN LOS CÁLCULOS REALIZADOS EN HOJAS Y COLUMNAS DISTNTAS. TIPO: DOUBLE, PRECISION: 15
TUB30_POR_EJECUTAR_LONG	LONGITUD DE TUBERÍA DE 30 CM. DE DIÁMETRO FALTANTE POR COLOCAR A LA SEMANA EN QUE SE CONSULTA. ESTE CAMPO SE ENCUENTRA EN LA HOJA DE EXCEL Y EN ÉL SE ALOJAN LOS CÁLCULOS REALIZADOS EN HOJAS Y COLUMNAS DISTNTAS. TIPO: DOUBLE, PRECISION: 15
TUB30_POR_EJECUTAR_PRESUPUESTO	PRESUPUESTO DE COLOCACIÓN DE TUBERÍA DE 30 CM. DE DIÁMETRO FALTANTE POR EJECUTAR A LA SEMANA EN QUE SE CONSULTA. ESTE CAMPO SE ENCUENTRA EN LA HOJA DE EXCEL Y EN ÉL SE ALOJAN LOS CÁLCULOS REALIZADOS EN HOJAS Y COLUMNAS DISTNTAS. TIPO: DOUBLE, PRECISION: 15



AVANCE_TUB38_LONG	AVANCE DE LA LONGITUD DE TUBERÍA DE 38 CM DE DIÁMETRO COLOCADA DURANTE LA SEMANA EN QUE SE CONSULTA. ESTE CAMPO SE ENCUENTRA EN LA HOJA DE EXCEL Y EN ÉL SE ALOJAN LOS CÁLCULOS REALIZADOS EN HOJAS Y COLUMNAS DISTNTAS. TIPO: DOUBLE, PRECISION: 15
AVANCE_TUB38_PRESUPUESTO	AVANCE DEL PRESUPUESTO EN TUBERÍA DE 38 CM. DE DIÁMETRO EJERCIDO DURANTE LA SEMANA EN QUE SE CONSULTA. ESTE CAMPO SE ENCUENTRA EN LA HOJA DE EXCEL Y EN ÉL SE ALOJAN LOS CÁLCULOS REALIZADOS EN HOJAS Y COLUMNAS DISTNTAS. TIPO: DOUBLE, PRECISION: 15
TUB38_ACUMULADO_LONG	LONGITUD DETUBERÍA DE 38 CM. DE DIÁMETRO ACUMULADA A LA SEMANA EN QUE SE CONSULTA. ESTE CAMPO SE ENCUENTRA EN LA HOJA DE EXCEL Y EN ÉL SE ALOJAN LOS CÁLCULOS REALIZADOS EN HOJAS Y COLUMNAS DISTNTAS. TIPO: DOUBLE, PRECISION: 15
TUB38_ACUMULADO_PRESUPUESTO	PRESUPUESTO DE COLOCACIÓN DE TUBERÍA DE 38 CM. DE DIÁMETRO ACUMULADO A LA SEMANA EN QUE SE CONSULTA. ESTE CAMPO SE ENCUENTRA EN LA HOJA DE EXCEL Y EN ÉL SE ALOJAN LOS CÁLCULOS REALIZADOS EN HOJAS Y COLUMNAS DISTNTAS. TIPO: DOUBLE, PRECISION: 15
TUB38_POR_EJECUTAR_LONG	LONGITUD DE TUBERÍA DE 38 CM. DE DIÁMETRO FALTANTE POR COLOCAR A LA SEMANA EN QUE SE CONSULTA. ESTE CAMPO SE ENCUENTRA EN LA HOJA DE EXCEL Y EN ÉL SE ALOJAN LOS CÁLCULOS REALIZADOS EN HOJAS Y COLUMNAS DISTNTAS. TIPO: DOUBLE, PRECISION: 15
TUB38_POR_EJECUTAR_PRESUPUESTO	PRESPUUESTO DE COLOCACIÓN DE TUBERÍA DE 38 CM. DE DIÁMETRO FALTANTE POR EJECUTAR A LA SEMANA EN QUE SE CONSULTA. ESTE CAMPO SE ENCUENTRA EN LA HOJA DE EXCEL Y EN ÉL SE ALOJAN LOS CÁLCULOS REALIZADOS EN HOJAS Y COLUMNAS DISTNTAS. TIPO: DOUBLE, PRECISION: 15
AVANCE_TUB45_LONG	AVANCE DE LA LONGITUD DE TUBERÍA DE 45 CM DE DIÁMETRO COLOCADA DURANTE LA SEMANA EN QUE SE CONSULTA. ESTE CAMPO SE ENCUENTRA EN LA HOJA DE EXCEL Y EN ÉL SE ALOJAN LOS CÁLCULOS REALIZADOS EN HOJAS Y COLUMNAS DISTNTAS. TIPO: DOUBLE, PRECISION: 15
AVANCE_TUB45_PRESUPUESTO	AVANCE DEL PRESUPUESTO EN TUBERÍA DE 45 CM. DE DIÁMETRO EJERCIDO DURANTE LA SEMANA EN QUE SE CONSULTA. ESTE CAMPO SE ENCUENTRA EN LA HOJA DE



	EXCEL Y EN ÉL SE ALOJAN LOS CÁLCULOS REALIZADOS EN HOJAS Y COLUMNAS DISTNTAS. TIPO: DOUBLE, PRECISION: 15
TUB30_ACUMULADO_LONG	LONGITUD DETUBERÍA DE 45 CM. DE DIÁMETRO ACUMULADA A LA SEMANA EN QUE SE CONSULTA. ESTE CAMPO SE ENCUENTRA EN LA HOJA DE EXCEL Y EN ÉL SE ALOJAN LOS CÁLCULOS REALIZADOS EN HOJAS Y COLUMNAS DISTNTAS. TIPO: DOUBLE, PRECISION: 15
TUB45_ACUMULADO_PRESUPUESTO	PRESUPUESTO DE COLOCACIÓN DE TUBERÍA DE 45 CM. DE DIÁMETRO ACUMULADO A LA SEMANA EN QUE SE CONSULTA. ESTE CAMPO SE ENCUENTRA EN LA HOJA DE EXCEL Y EN ÉL SE ALOJAN LOS CÁLCULOS REALIZADOS EN HOJAS Y COLUMNAS DISTNTAS. TIPO: DOUBLE, PRECISION: 15
TUB45_POR_EJECUTAR_LONG	LONGITUD DE TUBERÍA DE 45 CM. DE DIÁMETRO FALTANTE POR COLOCAR A LA SEMANA EN QUE SE CONSULTA. ESTE CAMPO SE ENCUENTRA EN LA HOJA DE EXCEL Y EN ÉL SE ALOJAN LOS CÁLCULOS REALIZADOS EN HOJAS Y COLUMNAS DISTNTAS. TIPO: DOUBLE, PRECISION: 15
TUB45_POR_EJECUTAR_PRESUPUESTO	PRESUPUESTO DE COLOCACIÓN DE TUBERÍA DE 45 CM. DE DIÁMETRO FALTANTE POR EJECUTAR A LA SEMANA EN QUE SE CONSULTA. ESTE CAMPO SE ENCUENTRA EN LA HOJA DE EXCEL Y EN ÉL SE ALOJAN LOS CÁLCULOS REALIZADOS EN HOJAS Y COLUMNAS DISTNTAS. TIPO: DOUBLE, PRECISION: 15
AVANCE_TUB60_LONG	AVANCE DE LA LONGITUD DE TUBERÍA DE 60 CM DE DIÁMETRO COLOCADA DURANTE LA SEMANA EN QUE SE CONSULTA. ESTE CAMPO SE ENCUENTRA EN LA HOJA DE EXCEL Y EN ÉL SE ALOJAN LOS CÁLCULOS REALIZADOS EN HOJAS Y COLUMNAS DISTNTAS. TIPO: DOUBLE, PRECISION: 15
AVANCE_TUB60_PRESUPUESTO	AVANCE DEL PRESUPUESTO EN TUBERÍA DE 60 CM. DE DIÁMETRO EJERCIDO DURANTE LA SEMANA EN QUE SE CONSULTA. ESTE CAMPO SE ENCUENTRA EN LA HOJA DE EXCEL Y EN ÉL SE ALOJAN LOS CÁLCULOS REALIZADOS EN HOJAS Y COLUMNAS DISTNTAS. TIPO: DOUBLE, PRECISION: 15
TUB30_ACUMULADO_LONG	LONGITUD DETUBERÍA DE 60 CM. DE DIÁMETRO ACUMULADA A LA SEMANA EN QUE SE CONSULTA. ESTE CAMPO SE ENCUENTRA EN LA HOJA DE EXCEL Y EN ÉL SE ALOJAN LOS CÁLCULOS REALIZADOS EN HOJAS Y COLUMNAS DISTNTAS. TIPO: DOUBLE, PRECISION: 15
TUB60_ACUMULADO	PRESUPUESTO DE COLOCACIÓN DE TUBERÍA DE 60 CM. DE



DO_PRESUPUESTO	DIÁMETRO ACUMULADO A LA SEMANA EN QUE SE CONSULTA. ESTE CAMPO SE ENCUENTRA EN LA HOJA DE EXCEL Y EN ÉL SE ALOJAN LOS CÁLCULOS REALIZADOS EN HOJAS Y COLUMNAS DISTNTAS. TIPO: DOUBLE, PRECISION: 15
TUB60_POR_EJECUTAR_LONG	LONGITUD DE TUBERÍA DE 60 CM. DE DIÁMETRO FALTANTE POR COLOCAR A LA SEMANA EN QUE SE CONSULTA. ESTE CAMPO SE ENCUENTRA EN LA HOJA DE EXCEL Y EN ÉL SE ALOJAN LOS CÁLCULOS REALIZADOS EN HOJAS Y COLUMNAS DISTNTAS. TIPO: DOUBLE, PRECISION: 15
TUB60_POR_EJECUTAR_PRESUPUESTO	PRESUPUESTO DE COLOCACIÓN DE TUBERÍA DE 60 CM. DE DIÁMETRO FALTANTE POR EJECUTAR A LA SEMANA EN QUE SE CONSULTA. ESTE CAMPO SE ENCUENTRA EN LA HOJA DE EXCEL Y EN ÉL SE ALOJAN LOS CÁLCULOS REALIZADOS EN HOJAS Y COLUMNAS DISTNTAS. TIPO: DOUBLE, PRECISION: 15
AVANCE_RELLENO_VOLUMEN	AVANCE DEL VOLUMEN DE RELLENO REALIZADO DURANTE LA SEMANA EN QUE SE CONSULTA. ESTE CAMPO SE ENCUENTRA EN LA HOJA DE EXCEL Y EN ÉL SE ALOJAN LOS CÁLCULOS REALIZADOS EN HOJAS Y COLUMNAS DISTNTAS. TIPO: DOUBLE, PRECISION: 15
AVANCE_RELLENO_PRESUPUESTO	AVANCE DEL PRESUPUESTO DE RELLENO EJERCIDO DURANTE LA SEMANA EN QUE SE CONSULTA. ESTE CAMPO SE ENCUENTRA EN LA HOJA DE EXCEL Y EN ÉL SE ALOJAN LOS CÁLCULOS REALIZADOS EN HOJAS Y COLUMNAS DISTNTAS. TIPO: DOUBLE, PRECISION: 15
RELLENO_ACUMULADO_VOLUMEN	RELLENO EN VOLUMEN ACUMULADO A LA SEMANA EN QUE SE CONSULTA. ESTE CAMPO SE ENCUENTRA EN LA HOJA DE EXCEL Y EN ÉL SE ALOJAN LOS CÁLCULOS REALIZADOS EN HOJAS Y COLUMNAS DISTNTAS. TIPO: DOUBLE, PRECISION: 15
RELLENO_ACUMULADO_PRESUPUESTO	PRESUPUESTO DE RELLENO ACUMULADO A LA SEMANA EN QUE SE CONSULTA. ESTE CAMPO SE ENCUENTRA EN LA HOJA DE EXCEL Y EN ÉL SE ALOJAN LOS CÁLCULOS REALIZADOS EN HOJAS Y COLUMNAS DISTNTAS. TIPO: DOUBLE, PRECISION: 15
RELLENO_POR_EJECUTAR_VOLUMEN	VOLUMEN DE RELLENO FALTANTE POR EJECUTAR A LA SEMANA EN QUE SE CONSULTA. ESTE CAMPO SE ENCUENTRA EN LA HOJA DE EXCEL Y EN ÉL SE ALOJAN LOS CÁLCULOS REALIZADOS EN HOJAS Y COLUMNAS DISTNTAS. TIPO: DOUBLE, PRECISION: 15



RELLENO_POR_EJECUTAR_PRESUPUESTO	PRESUPUESTO DE RELLENO FALTANTE POR EJECUTAR A LA SEMANA EN QUE SE CONSULTA. ESTE CAMPO SE ENCUENTRA EN LA HOJA DE EXCEL Y EN ÉL SE ALOJAN LOS CÁLCULOS REALIZADOS EN HOJAS Y COLUMNAS DISTNTAS. TIPO: DOUBLE, PRECISION: 15
AVANCE_ACARREO_VOLUMEN	AVANCE DEL VOLUMEN DE ACARREO REALIZADO DURANTE LA SEMANA EN QUE SE CONSULTA. ESTE CAMPO SE ENCUENTRA EN LA HOJA DE EXCEL Y EN ÉL SE ALOJAN LOS CÁLCULOS REALIZADOS EN HOJAS Y COLUMNAS DISTNTAS. TIPO: DOUBLE, PRECISION: 15
AVANCE_ACARREO_PRESUPUESTO	AVANCE DEL PRESUPUESTO DE ACARREO EJERCIDO DURANTE LA SEMANA EN QUE SE CONSULTA. ESTE CAMPO SE ENCUENTRA EN LA HOJA DE EXCEL Y EN ÉL SE ALOJAN LOS CÁLCULOS REALIZADOS EN HOJAS Y COLUMNAS DISTNTAS. TIPO: DOUBLE, PRECISION: 15
ACARREO_ACUMULADO_VOLUMEN	ACARREO EN VOLUMEN ACUMULADO A LA SEMANA EN QUE SE CONSULTA. ESTE CAMPO SE ENCUENTRA EN LA HOJA DE EXCEL Y EN ÉL SE ALOJAN LOS CÁLCULOS REALIZADOS EN HOJAS Y COLUMNAS DISTNTAS. TIPO: DOUBLE, PRECISION: 15
ACARREO_ACUMULADO_PRESUPUESTO	PRESUPUESTO DE ACARREO ACUMULADO A LA SEMANA EN QUE SE CONSULTA. ESTE CAMPO SE ENCUENTRA EN LA HOJA DE EXCEL Y EN ÉL SE ALOJAN LOS CÁLCULOS REALIZADOS EN HOJAS Y COLUMNAS DISTNTAS. TIPO: DOUBLE, PRECISION: 15
ACARREO_POR_EJECUTAR_VOLUMEN	VOLUMEN DE ACARREO FALTANTE POR EJECUTAR A LA SEMANA EN QUE SE CONSULTA. ESTE CAMPO SE ENCUENTRA EN LA HOJA DE EXCEL Y EN ÉL SE ALOJAN LOS CÁLCULOS REALIZADOS EN HOJAS Y COLUMNAS DISTNTAS. TIPO: DOUBLE, PRECISION: 15
ACARREO_POR_EJECUTAR_PRESUPUESTO	PRESUPUESTO DE ACARREO FALTANTE POR EJECUTAR A LA SEMANA EN QUE SE CONSULTA. ESTE CAMPO SE ENCUENTRA EN LA HOJA DE EXCEL Y EN ÉL SE ALOJAN LOS CÁLCULOS REALIZADOS EN HOJAS Y COLUMNAS DISTNTAS. TIPO: DOUBLE, PRECISION: 15
AVANCE_PAVIMENTO_AREA	AVANCE DEL ÁREA DE PAVIMENTO COLOCADO DURANTE LA SEMANA EN QUE SE CONSULTA. ESTE CAMPO SE ENCUENTRA EN LA HOJA DE EXCEL Y EN ÉL SE ALOJAN LOS CÁLCULOS REALIZADOS EN HOJAS Y COLUMNAS DISTNTAS. TIPO:

	DOUBLE, PRECISION: 15
AVANCE_PAVIMENTO_PRESUPUESTO	AVANCE DEL PRESUPUESTO DE PAVIMENTO EJERCIDO DURANTE LA SEMANA EN QUE SE CONSULTA. ESTE CAMPO SE ENCUENTRA EN LA HOJA DE EXCEL Y EN ÉL SE ALOJAN LOS CÁLCULOS REALIZADOS EN HOJAS Y COLUMNAS DISTNTAS. TIPO: DOUBLE, PRECISION: 15
PAVIMENTO_ACUMULADO_AREA	PAVIMENTO EN AREA ACUMULADA A LA SEMANA EN QUE SE CONSULTA. ESTE CAMPO SE ENCUENTRA EN LA HOJA DE EXCEL Y EN ÉL SE ALOJAN LOS CÁLCULOS REALIZADOS EN HOJAS Y COLUMNAS DISTNTAS. TIPO: DOUBLE, PRECISION: 15
PAVIMENTO_ACUMULADO_PRESUPUESTO	PRESUPUESTO DE PAVIMENTO ACUMULADO A LA SEMANA EN QUE SE CONSULTA. ESTE CAMPO SE ENCUENTRA EN LA HOJA DE EXCEL Y EN ÉL SE ALOJAN LOS CÁLCULOS REALIZADOS EN HOJAS Y COLUMNAS DISTNTAS. TIPO: DOUBLE, PRECISION: 15
PAVIMENTO_POR_EJECUTAR AREA	AREA DE PAVIMENTO FALTANTE POR EJECUTAR A LA SEMANA EN QUE SE CONSULTA. ESTE CAMPO SE ENCUENTRA EN LA HOJA DE EXCEL Y EN ÉL SE ALOJAN LOS CÁLCULOS REALIZADOS EN HOJAS Y COLUMNAS DISTNTAS. TIPO: DOUBLE, PRECISION: 15
PAVIMENTO_POR_EJECUTAR_PRESUPUESTO	PRESUPUESTO DE PAVIMENTO FALTANTE POR EJECUTAR A LA SEMANA EN QUE SE CONSULTA. ESTE CAMPO SE ENCUENTRA EN LA HOJA DE EXCEL Y EN ÉL SE ALOJAN LOS CÁLCULOS REALIZADOS EN HOJAS Y COLUMNAS DISTNTAS. TIPO: DOUBLE, PRECISION: 15
TIPO DE CAPA:	"POLIGONAL"
NOMBRE:	"MANZANAS"
ATRIBUTOS:	DESCRIPCIÓN
FID	CAMPO DE IDENTIFICACIÓN DE CADA UNO DE LOS POLÍGONOS QUE REPRESENTAN LAS MANZANAS DE LA POBLACIÓN EN ESTUDIO. TIPO: OBJEC ID
TIPO DE CAPA:	POLIGONAL
NOMBRE:	"LMITE"
ATRIBUTOS:	DESCRIPCIÓN
FID	CAMPO DE IDENTIFICACIÓN DEL POLÍGONO QUE REPRESENTA EL LÍMITE IMAGINARIO DELPROYECTO. TIPO: OBJEC ID

SUP_HAS	SUPERFICIE DEL LIMITE DEL PROYECTO EN HECTÁREAS
TIPO DE CAPA:	POLIGONAL
NOMBRE:	" LIMITE_LOCALIDAD "
ATRIBUTOS:	DESCRIPCIÓN
FID	CAMPO DE IDENTIFICACIÓN DEL POLÍGONO QUE REPRESENTA EL LÍMITE IMAGINARIO DEL ALCANCE CONTEMPLADO PARA EL PROYECTO. TIPO: OBJEC ID

Tabla 8 Diccionario de datos

4.4.2 Importación de la información al software ESRI ArcMap

El primer paso para importar los datos, es importar los datos geométricos, partiendo de archivos CAD en los cuales, los que serán capas en ArcGis. Para ello se separan en capas de CAD de la misma forma en la que quedarán integradas las capas en ArcGis y se conforman tantos archivos de CAD como capa se deseen. Figuras 4.4.2.1 a 4.4.2.5

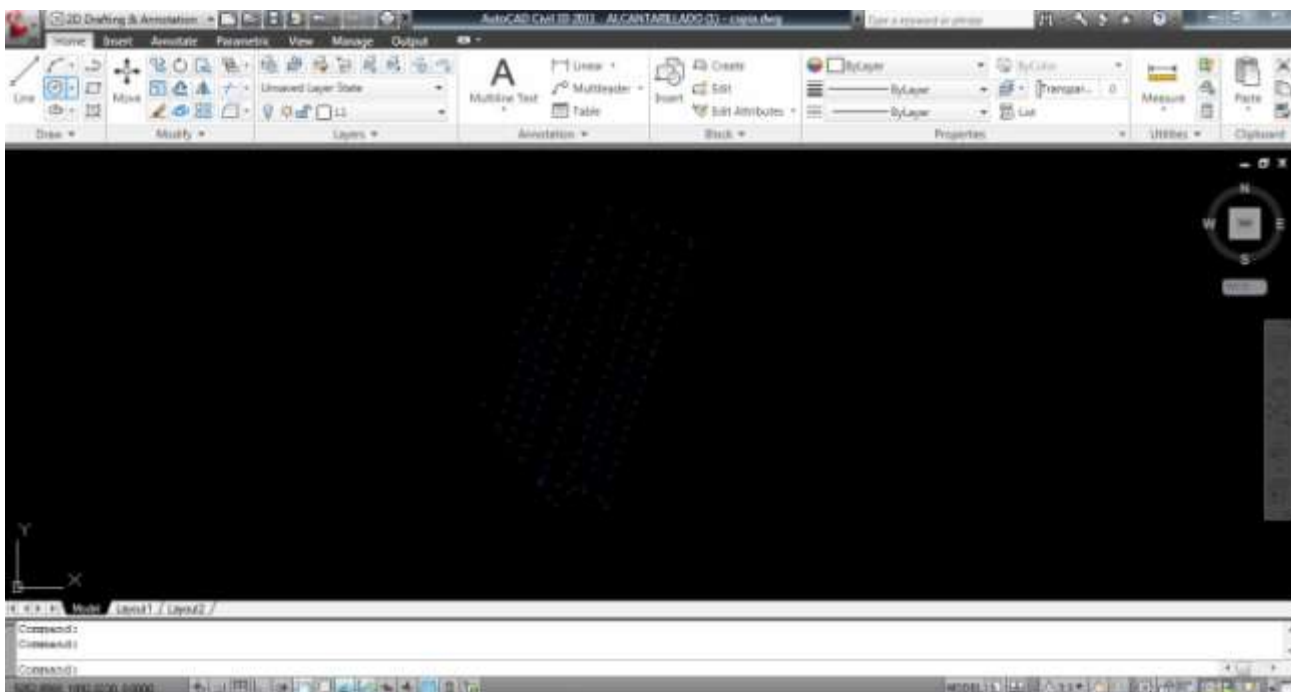


Figura 4. 4. 2. 1 Archivo en CAD con los pozos de visita representados como puntos

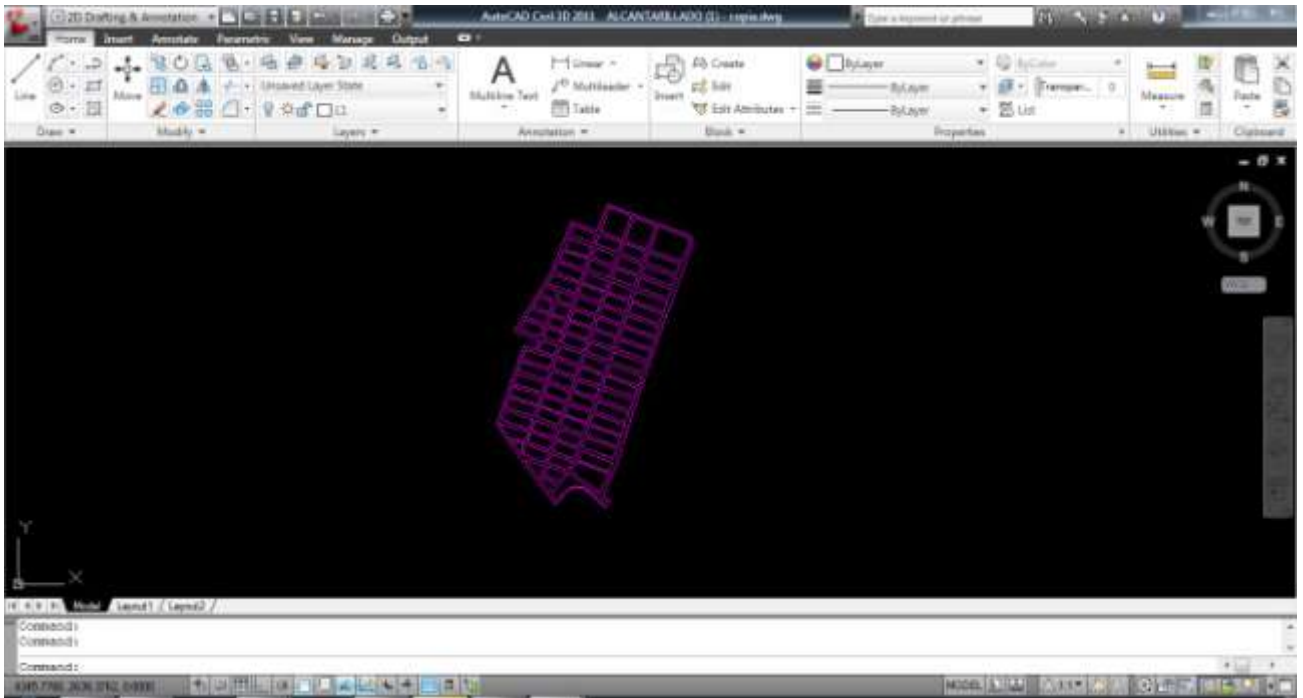


Figura 4. 4. 2. 2 Archivo en CAD con los lotes de la población representados como polígonos

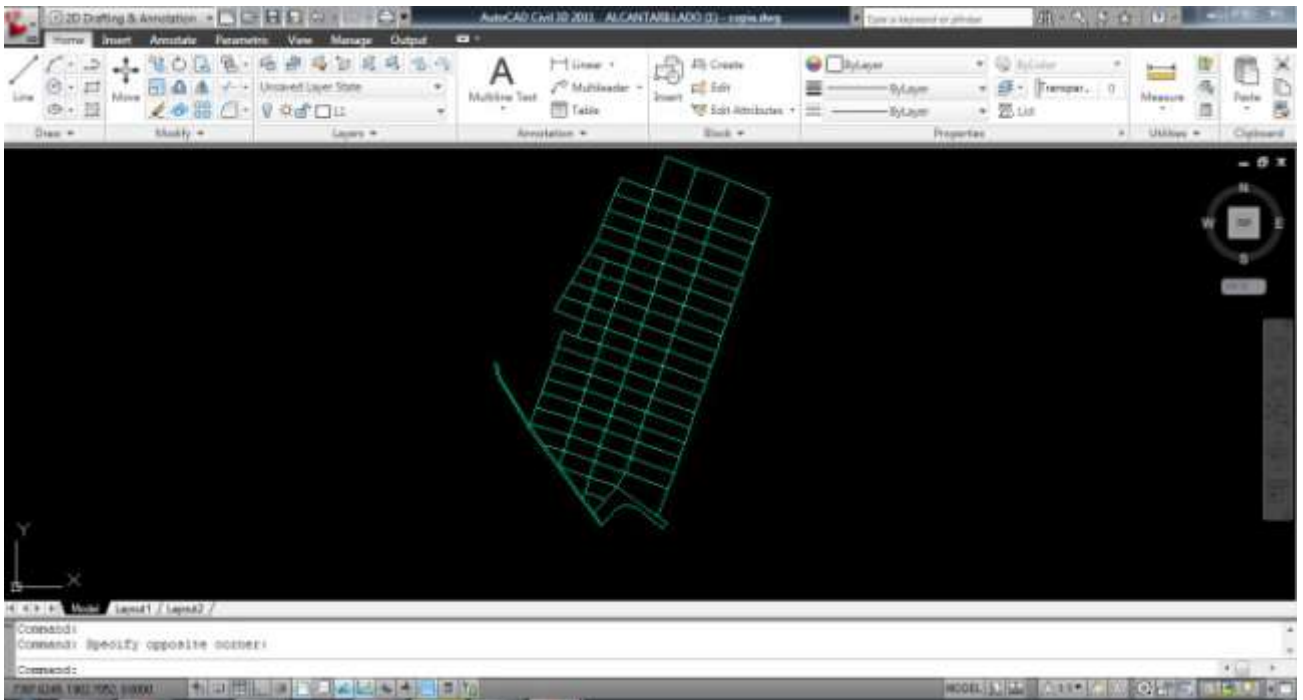


Figura 4. 4. 2. 3 Archivo en CAD con las tuberías de alcantarillado representadas como líneas

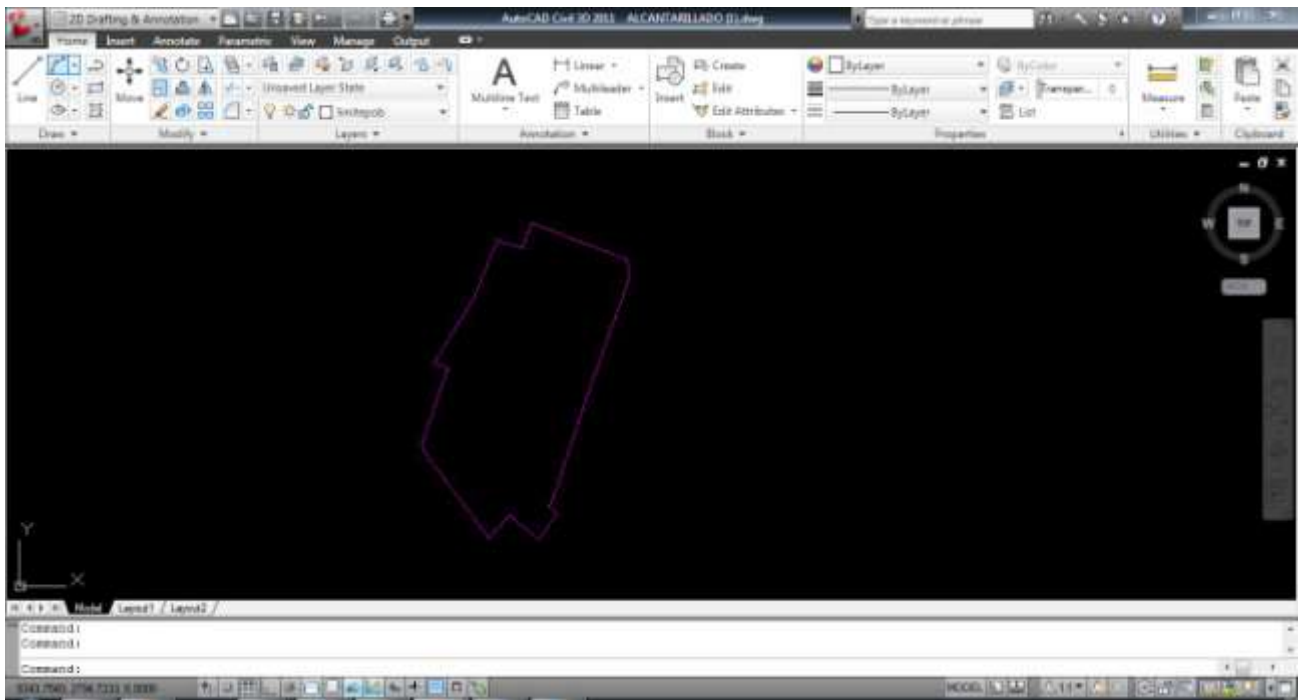


Figura 4. 4. 2. 5 Archivo en CAD con el límite de la población representado como polígono

Posteriormente en ArcGis, se agregan al nuevo proyecto las capas, como archivos .DWG, se abren sus propiedades y se agrega el archivo de CAD de interés, por capas

Para convertirlos a Shapefile, éstos se exportan de acuerdo al tipo de datos que se tengan (puntual, lineal o poligonal).

La geo referenciación de las capas se realiza desde el Arc Tool Box utilizando la proyección “WGS 1984”.

Posteriormente se procede al editado de las características estéticas y funcionales del proyecto como con agregar un “frame” o fondo, así como editar etiquetas y de los elementos. Figuras 4.4.2.6 a 4.4.2.10.

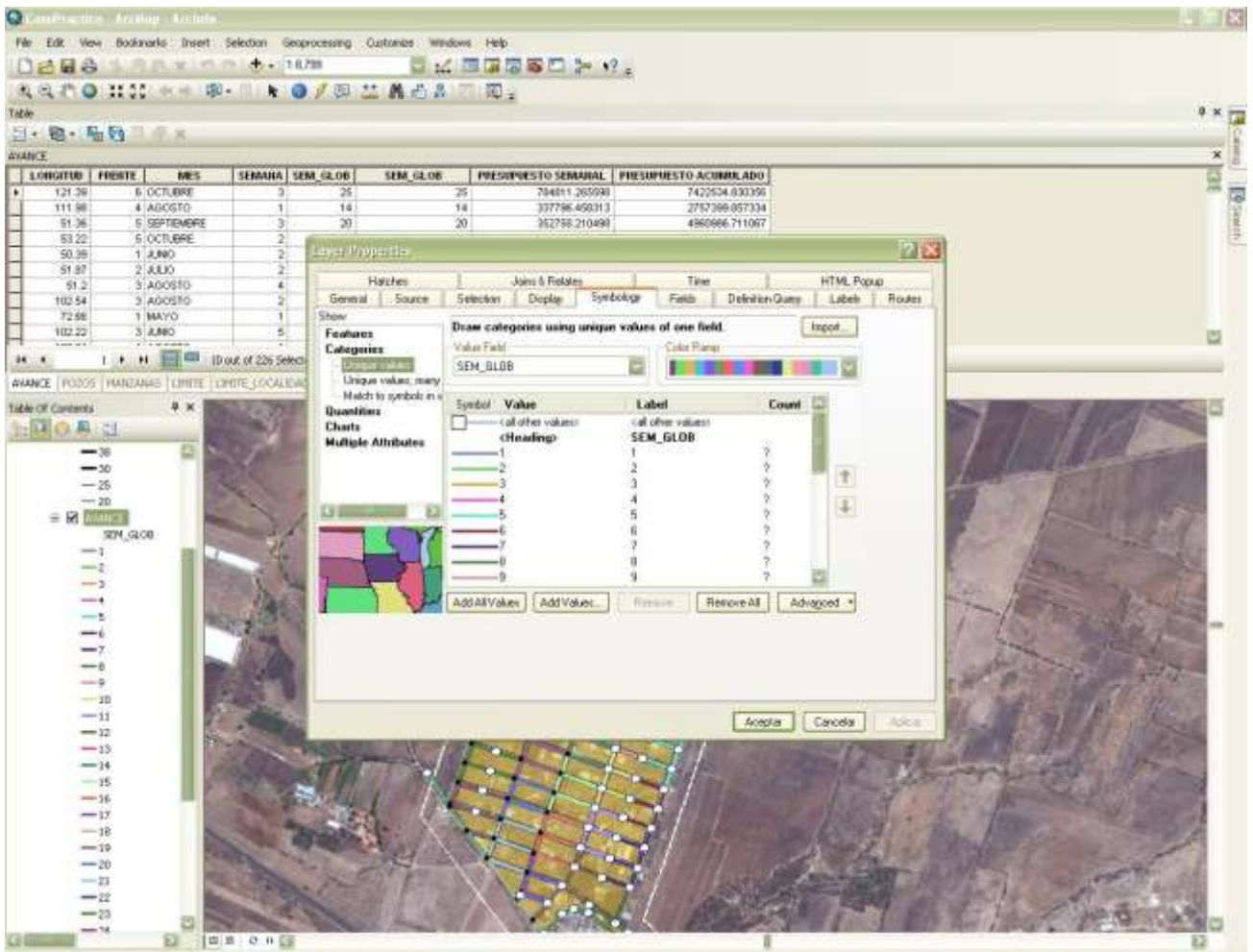


Figura 4. 4. 2. 6 Edición de las propiedades de la capa AVANCE

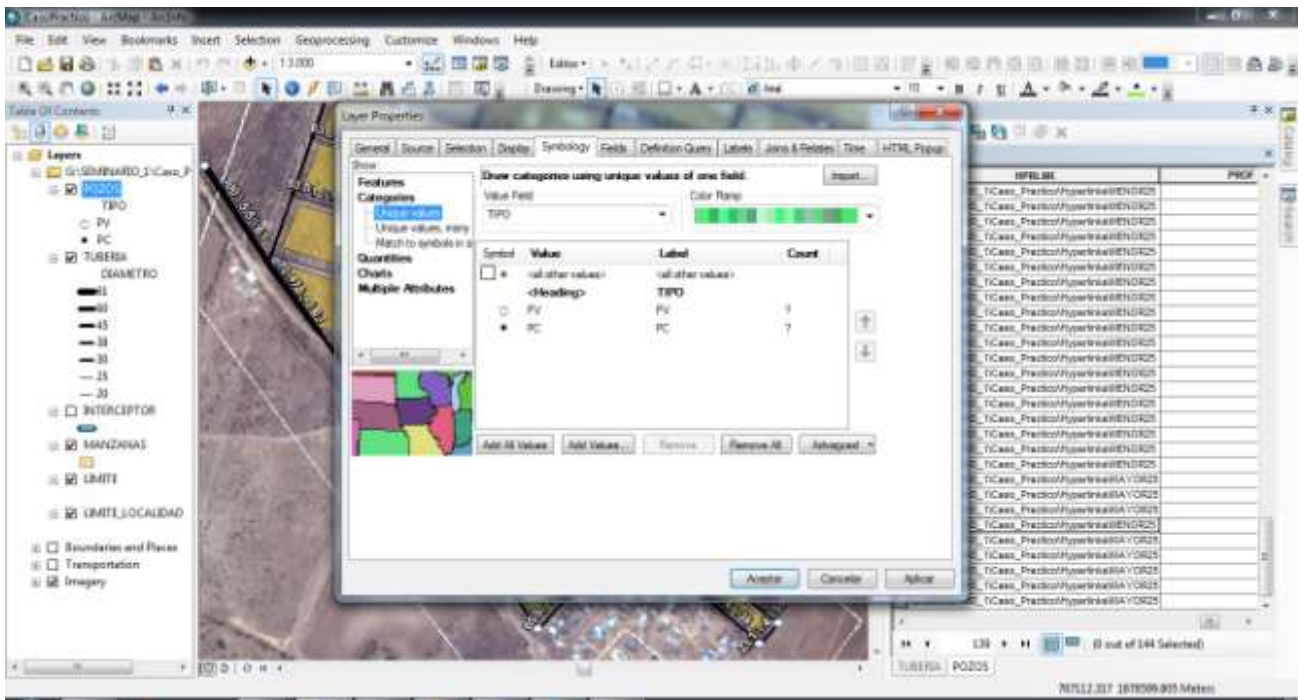


Figura 4. 4. 2. 7 de las propiedades de la capa POZOS

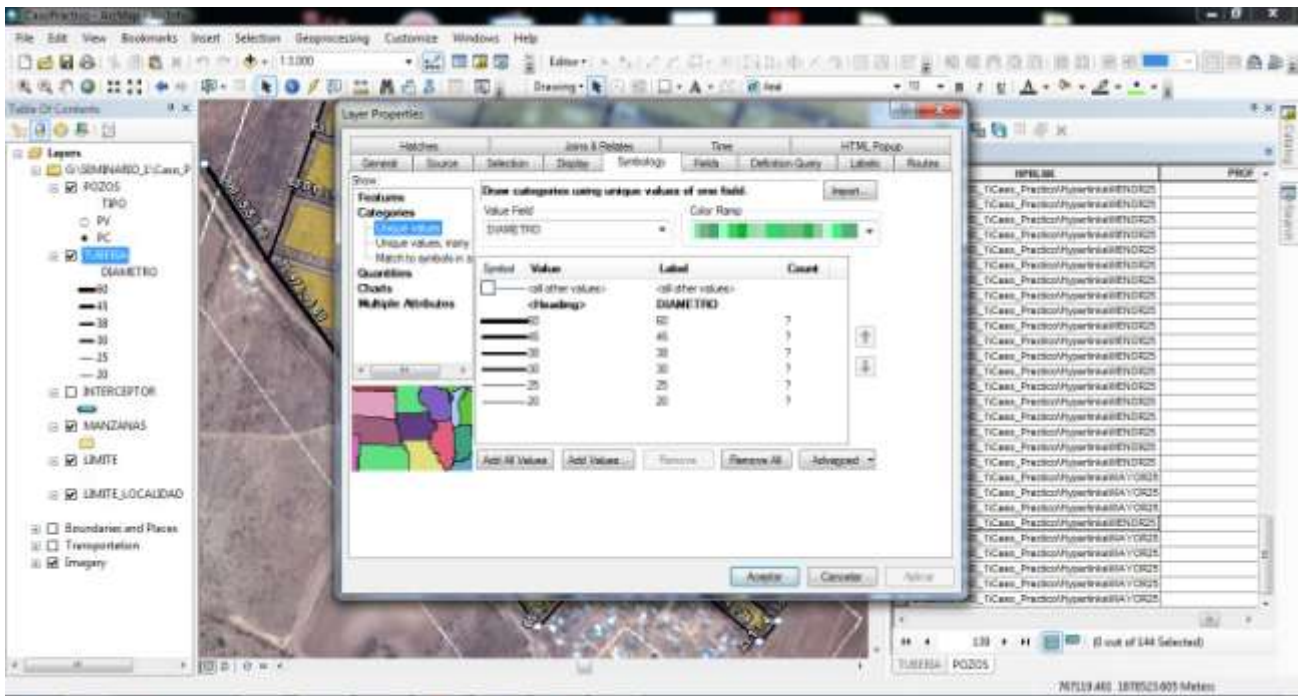


Figura 4. 4. 2. 8 de las propiedades de la capa TUBERIA

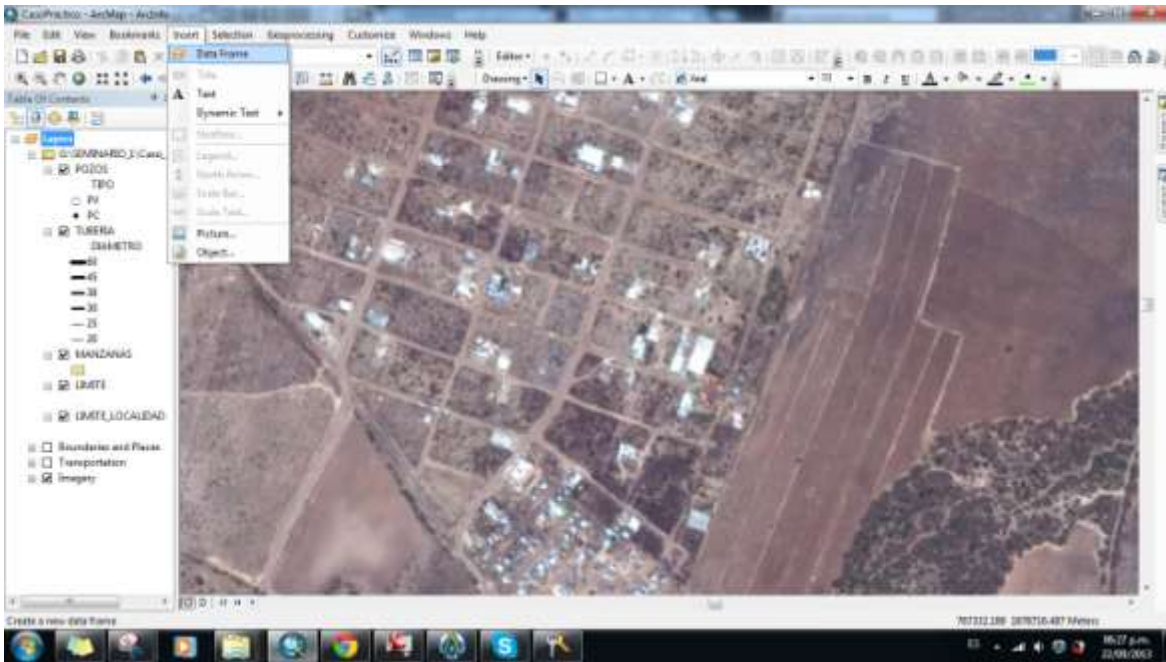


Figura 4. 4. 2. 9 Agregado de *frame* o fondo para el archivo

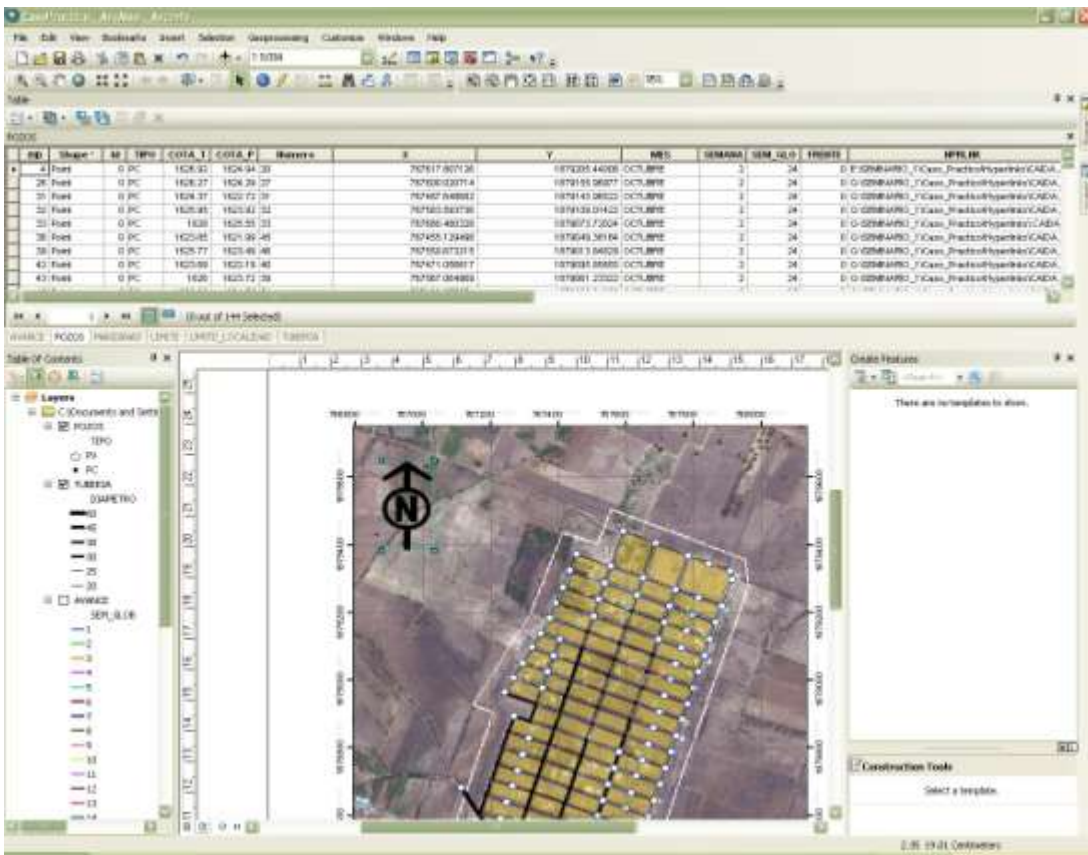


Figura 4. 4. 2. 10 Edición del *layout* del modelo geográfico

Finalmente se procede a la integración de la base de datos, editando las propiedades de cada una de las capas de forma manual con el comando *start editing*. Para el caso de este proyecto, además de editar desde el software las propiedades de las capas, se agregaron datos desde hojas de cálculo electrónicas con el comando *join*. Figuras 4.4.2.11 a 4.4.2.13

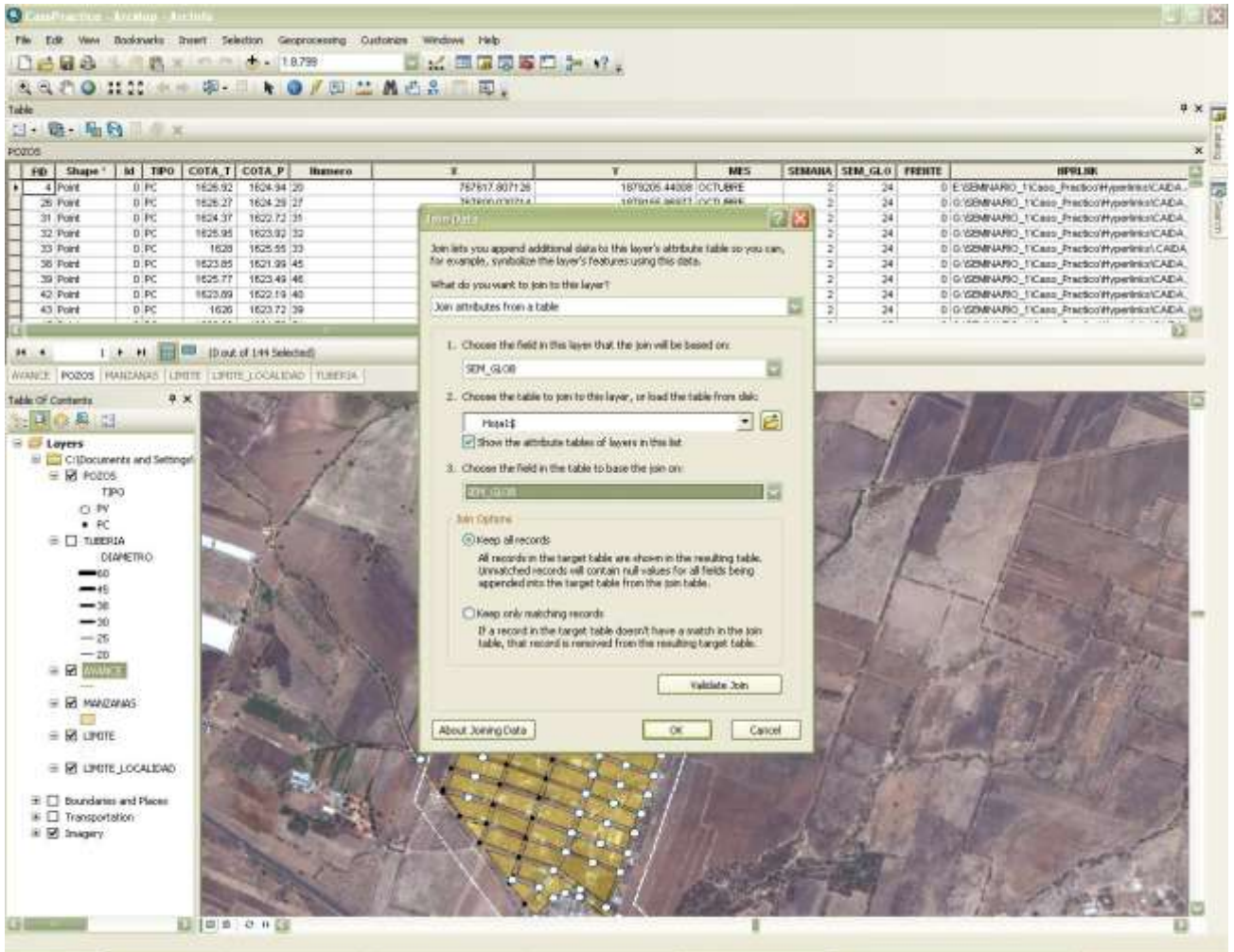


Figura 4. 4. 2. 11 Procedimiento para agregar los datos existentes en hoja de cálculo electrónica

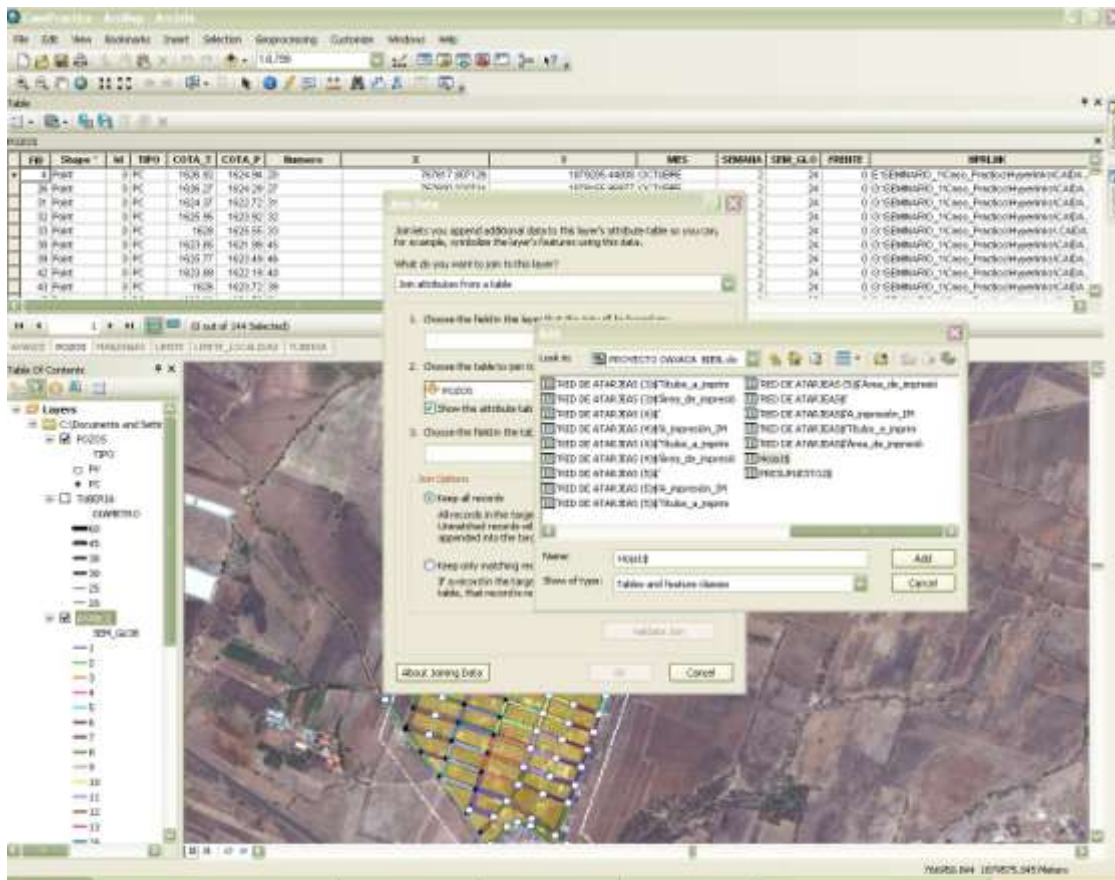


Figura 4. 4. 2. 12 Procedimiento para agregar los datos existentes en hoja de cálculo electrónica

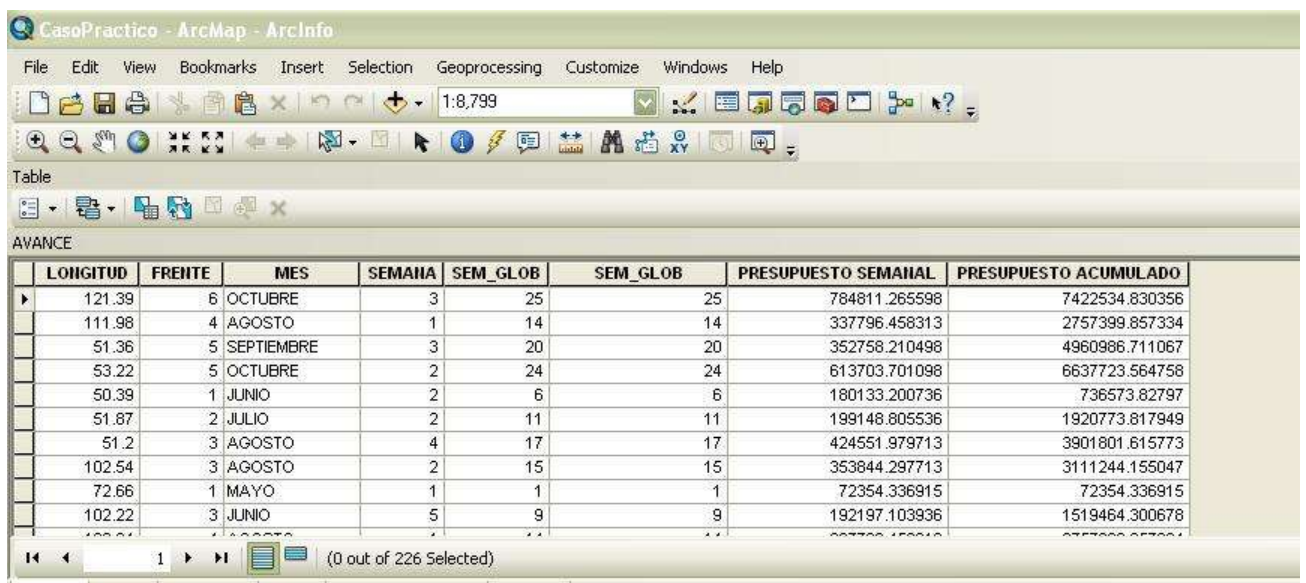


Figura 4. 4. 2. 13 Procedimiento para agregar los datos existentes en hoja de cálculo electrónica

4.4.3 Elaboración de consultas

Las consultas están enfocadas a conocer fechas, presupuestos, avances, etc. Algunos ejemplos de consultas se muestran a continuación:

Tuberías colocadas a partir de la semana 15 de la obra. Sentencia SQL para la consulta: `SELECT *FROM TUBERIA_Hoja1$WHERE: "TUBERIA.SEM_GLOB" >=15`. Figura 4.4.3.1



Figura 4. 4. 3. 1 Consulta 1

Tuberías que pertenecen al Frente 1 de trabajo. Sentencia SQL para la consulta: `SELECT *FROM TUBERIA WHERE: “FRETE” >=1`. Figura 4.4.3.2

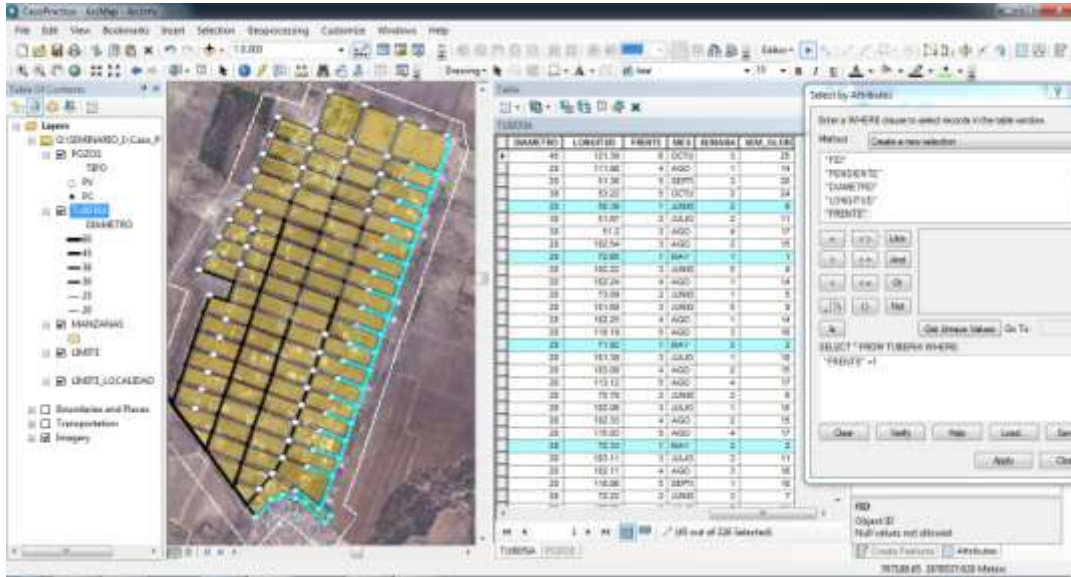


Figura 4. 4. 3. 2 Consulta 2

Tuberías que fueron colocadas hasta antes y en la semana 20. Sentencia SQL para la consulta: `SELECT *FROM TUBERIA WHERE: “SEM_GLOB” <=20`. Figura 4.4.3.3



Figura 4. 4. 3. 3 Figura 4. 4. 3. 2 Consulta 3

Tuberías de 20 cm. de diámetro y pertenecen al frente de trabajo del 1 al 3. Sentencia SQL para la consulta: `SELECT *FROM TUBERIA WHERE: “DIAMETRO” =20 AND “FRENTE” <= 3`. Figura 4.4.3.4



Figura 4. 4. 3. 4 Figura 4. 4. 3. 2 Consulta 4

Tuberías de 20 cm. de diámetro colocadas en el mes de agosto. Sentencia SQL para la consulta: `SELECT *FROM TUBERIA WHERE: “DIAMETRO” =20 AND “MES” = ‘AGOSTO’`. Figura 4.4.3.5

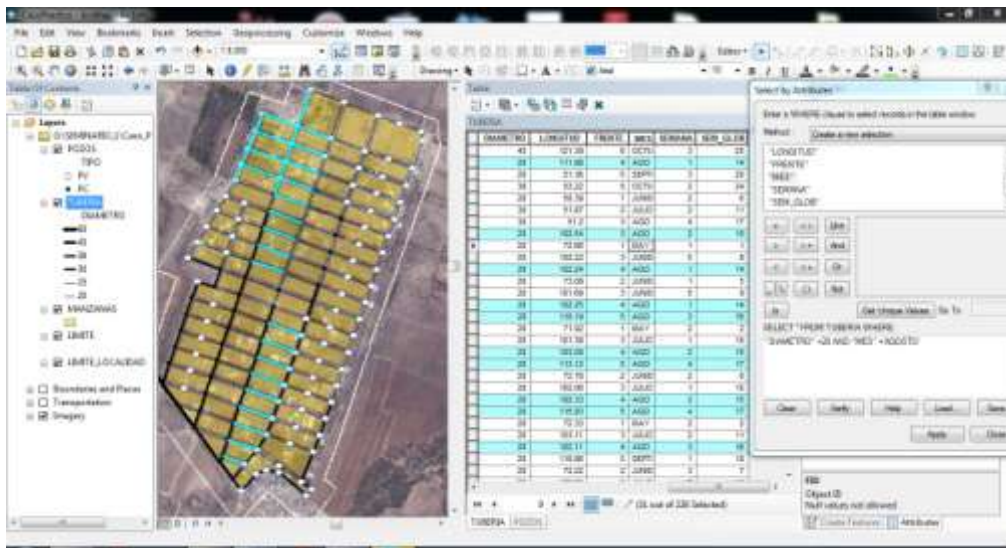


Figura 4. 4. 3. 5 Figura 4. 4. 3. 2 Consulta 5

Pozos de visita tipo común y con una profundidad mayor o igual a 2.50 m. Sentencia SQL para la consulta: `SELECT *FROM POZOS WHERE: “TIPO” = ‘PV’ AND “PROF” >= 2.5`. Figura 4.4.3.6

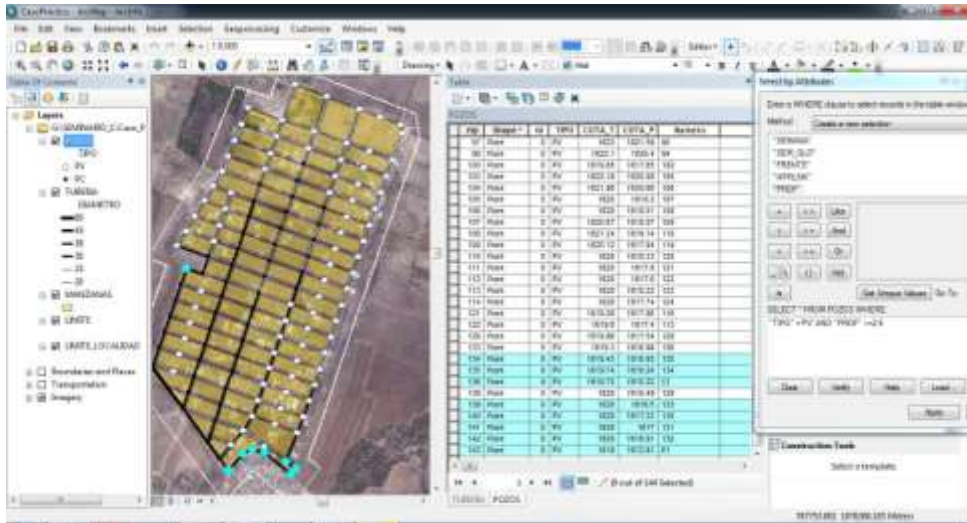


Figura 4. 4. 3. 6 Figura 4. 4. 3. 2 Consulta 6

En todas estas consultas es posible conocer el estatus de avance en unidad de actividad y en presupuesto, así como el presupuesto ejercido al momento de la consulta y las cantidades de obra y presupuesto faltantes.

También pueden realizarse consultas por localización como las que se muestran a continuación:

Tuberías con tramos mayores a 90 m. Figura 4.4.3.7



Figura 4. 4. 3. 7 Figura 4. 4. 3. 2 Consulta 7



4.5 Conclusiones

La implementación de un calendario de obra apoyado en con el uso de un Sistema de Información Geográfica constituye una técnica novedosa y útil de administrar y visualizar la información necesaria.

Si bien puede resultar un tanto tardado realizar el modelo así como la migración de los datos al formato de otro software, es una inversión en tiempo que se hace una sola vez y en adelante solo se actualiza y consulta.

Un proyecto de esta índole no podría compararse con un software especializado para el control de obra o proyectos ya que en este caso, el objeto de estudio principal es la información y la administración y consulta de la misma.

Explorar el uso de los SIG en cada vez más ámbitos del conocimiento permite encontrar numerosos beneficios técnicos que se reflejan en un mejor desempeño y de las actividades científicas y tecnológicas donde se aplica.



Bibliografía

- Bosques Sendra, J. (1992). *Sistemas de Información Geográficos*. Madrid: Rialp.
- Buenfil Rodríguez, M. O. (Septiembre de 2009). AGUA Guía para Organismos Operadores Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento. México, D.F., México.
- C.N.A. (2007). Manual de Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento. D.F, México.
- C.N.A, S. (Diciembre de 2005). *Comision Nacional del Agua*. Recuperado el 12 de Junio de 2013, de <http://www.cna.gob.mx>
- De la Fuente Severino, J. L. (2000). *Planeación y Diseño de Sistemas de Abastecimiento de Agua Potable*. México, D.F.
- García Márquez, F. (1994). *Curso Básico de Topografía: Planimetría, Agrimensura y Altimetría*. México: Árbol.
- García Márquez, F. (2005). *El topógrafo descalzo*. México: PaxMéxico.
- Gutiérrez Puebla, J., & Gould, M. (1994). *Sistemas de Información Geográfica*. Madrid: Síntesis.
- INEGI. (7 de Mayo de 1993). *INEGI*. Recuperado el 2 de Agosto de 2013, de Geografía: <http://www.inegi.org.mx/geo/contenidos/topografia/default.aspx>
- Montes de Oca, M. (1996). *Topografía*. México: Alfaomega.
- Ortiz Rico, G. (2006). *INEGI*. Recuperado el 18 de Junio de 2013, de Geografía: <http://www.inegi.org.mx/inegi/contenidos/español/prensa/articulos/geografica/sig2006.pdf>
- Sánchez Segura, A. (2001). *Proyecto de Sistemas de Alcantarillado*. México, D.F.: IPN.
- Toscano, R. (1970). *Métodos Topográficos*. México: Porrúa.



ANEXOS

CANTIDADES DE TUBERÍA					
CLAVE	CONCEPTO	UNIDAD	CANTIDAD	P.U	IMPORTE
8031 00	SUMINISTRO, INSTALACIÓN DE TUBERÍA PARA ALCANTARILLADO SANITARIO SISTEMA METRICO SERIE 20 A 1.9 KGF/CM...				
8031 02	DE 20 CMS. DE DIAMETRO.	M	11185.1	\$151.22	\$1,691,410.82
8031 03	DE 25 CMS. DE DIAMETRO.	M	553.88	\$238.97	\$132,360.70
8031 04	DE 30 CMS. DE DIAMETRO.	M	1794.25	\$380.02	\$681,850.89
8031 05	DE 38 CMS. DE DIAMETRO.	M	1136.23	\$634.49	\$720,926.57
8031 06	DE 45 CMS. DE DIAMETRO.	M	183.65	\$801.30	\$147,158.75
8031 07	DE 61 CMS. DE DIAMETRO.	M	254.76	\$1,573.07	\$400,755.31

CANTIDADES DE OBRAS CONEXAS				
CLAVE	CONCEPTO	CANTIDAD	P.U	IMPORTE
3060 02	POZOS DE VISITA TIPO "COMUN", DE 1.00 HASTA 1.25M. DE PROFUNDIDAD	13	\$5,305.09	\$68,966.17
3060 03	POZOS DE VISITA TIPO "COMUN",DE 1.25 HASTA 1.50 M. DE PROFUNDIDAD	32	\$5,887.34	\$188,394.88
3060 04	POZOS DE VISITA TIPO "COMUN", DE 1.50 HASTA 1.75 M. DE PROFUNDIDAD	26	\$6,569.59	\$170,809.34
3060 05	POZOS DE VISITA TIPO "COMUN", DE 1.75 HASTA 2.00M. DE PROFUNDIDAD	6	\$7,251.85	\$43,511.10
3060 06	POZOS DE VISITA TIPO "COMUN", DE 2.00 HASTA 2.25M. DE PROFUNDIDAD	21	\$7,934.10	\$166,616.10
3060 07	POZOS DE VISITA TIPO "COMUN", DE 2.25 HASTA 2.50M. DE PROFUNDIDAD	19	\$8,616.35	\$163,710.65
3060 09	POZOS DE VISITA TIPO "COMUN", DE 2.75 HASTA 3.00M. DE PROFUNDIDAD	6	\$9,980.86	\$59,885.16
3060 10	POZOS DE VISITA TIPO "COMUN", DE 3.00HASTA 3.25M. DE PROFUNDIDAD	2	\$10,663.11	\$21,326.22
3061 11	POZOS DE VISITA TIPO "COMUN", DE 3.25 HASTA 3.50M. DE PROFUNDIDAD	8	\$11,345.36	\$90,762.88
3060 12	POZOS DE VISITA TIPO "COMUN", DE 3.50 HASTA 3.75M. DE PROFUNDIDAD	5	\$12,027.61	\$60,138.05
3060 13	POZOS DE VISITA TIPO "COMUN", DE 3.75 HASTA 4.00 M. DE PROFUNDIDAD	6	\$12,709.86	\$76,259.16
3061 01	INCREMENTO DEL PRECIO DE POZO DE VISITA, POR CADA 0.25 M. DE PROFUNDIDAD	25	\$682.25	\$17,056.25
3110 02	BROCALES Y TAPAS PARA POZOS DE VISITA DE CONCRETO, FABRICACIÓN E INSTALACIÓN	144	\$646.79	\$93,137.76
3120 01	CAJAS DE CAIDA ADOSADAS A LOS POZOS DE VISITA HASTA0.50 M. DE PROFUNDIDAD	15	\$1,803.07	\$27,046.05
3120 02	CAJAS DE CAIDA ADOSADAS A LOS POZOS DE VISITA HASTA1.00 M. DE PROFUNDIDAD	23	\$1,828.07	\$42,045.61
3120 03	CAJAS DE CAIDA ADOSADAS A LOS POZOS DE VISITA HASTA1.50 M. DE PROFUNDIDAD	7	\$2,176.46	\$15,235.22
3120 04	CAJAS DE CAIDA ADOSADAS A LOS POZOS DE VISITA HASTA2.00 M. DE PROFUNDIDAD	6	\$2,201.46	\$13,208.76
3121 01	INCREMENTO DEL PRECIO DE LA CAIDA POR CADA 0.50 M. MAS DE CAIDA	14	\$154.36	\$2,161.04

CANTIDADES DE OBRA					
CLAVE	CONCEPTO	U	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	IMPORTE
1002 03	DESMONTE DESENRAKICE, DESYERBE Y LIMPIA DE TERRENO P/PROPÓSITOS DE CONSTRUCCIÓN EN VEGETACIÓN TIPO MONTE DE REGIONES DESERTICAS, ZONAS CULTIVADAS O PASTIZALES.	HA	1.084433	\$5,452.55	\$5,912.93
1005 01	LIMPIEZA Y TRAZO EN EL AREA DE TRABAJO.	M2	10844.33	\$9.57	\$103,780.24
1010 02	EXCAVACIÓN DE MATERIAL TIPO COMÚN EN SECO HASTA 2M DE PROFUNDIDAD	M3	10499	\$27.90	\$292,922.10
1010 04	EXCAVACIÓN CON EQUIPO PARA ZANJAS EN MATERIAL COMÚN, EN SECO EN ZONA B DE 0.00 A 6.00 m. DE PROFUNDIDAD DEPOSITANDO EL MATERIAL EN CAMIÓN	M3	10339	\$56.96	\$588,909.44
1130 01	PLANTILLA APISONADA AL 85% PROCTOR EN ZANJAS CON MATERIAL PRODUCTO DE EXCAVACIÓN	M3	1084.47	\$72.67	\$78,808.43
3010 02	SUMINISTRO, INSTALACIÓN DE TUBERÍA PARA ALCANTARILLADO SANITARIO SISTEMA METRICO SERIE 20 A 1.9 KGF/CM DE 200 MM DE DIÁMETRO	M	11185.1	\$151.22	\$1,691,410.82
3010 03	SUMINISTRO, INSTALACIÓN DE TUBERÍA PARA ALCANTARILLADO SANITARIO SISTEMA METRICO SERIE 20 A 1.9 KGF/CM DE 250 MM DE DIÁMETRO	M	553.88	\$238.97	\$132,360.70
3010 04	SUMINISTRO, INSTALACIÓN DE TUBERÍA PARA ALCANTARILLADO SANITARIO SISTEMA METRICO SERIE 20 A 1.9 KGF/CM DE 300 MM DE DIÁMETRO	M	1794.25	\$380.02	\$681,850.89
3010 05	SUMINISTRO, INSTALACIÓN DE TUBERÍA PARA ALCANTARILLADO SANITARIO SISTEMA METRICO SERIE 20 A 1.9 KGF/CM DE 380 MM DE DIÁMETRO	M	1136.23	\$634.49	\$720,926.57
3010 06	SUMINISTRO, INSTALACIÓN DE TUBERÍA PARA ALCANTARILLADO SANITARIO SISTEMA METRICO SERIE 20 A 1.9 KGF/CM DE 450 MM DE DIÁMETRO	M	183.65	\$801.30	\$147,158.75
3010 07	SUMINISTRO, INSTALACIÓN DE TUBERÍA PARA ALCANTARILLADO SANITARIO SISTEMA METRICO SERIE 20 A 1.9 KGF/CM DE 600 MM DE DIÁMETRO	M	254.76	\$1,573.07	\$400,755.31
1131 03	RELLENO EN ZANJAS COMPACTADO AL 85% PROCTOR CON MATERIAL PRODUCTO DE EXCAVACIÓN	M3	18446.02	\$56.96	\$1,050,685.30
1131 05	ACARREO DE MATERIAL PRODUCTO DE EXCAVACIÓN HACIA UN BANCO DE TIRO AUTORIZADO 1ER KM	M3	10844.33	\$5.47	\$59,318.49